



**Consorzio per il coordinamento delle ricerche  
inerenti al sistema lagunare di Venezia**

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/13**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL  
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI  
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE  
BOCCE LAGUNARI**

Documento **MACROATTIVITÀ: PRATERIE A FANEROGAME  
RAPPORTO FINALE RILIEVI DELLE PRATERIE**

Versione **1.0**

Emissione **28 Marzo 2019**

Redazione  
Dott. Daniele Curiel  
(SELC)

Verifica  
Prof. Adriano Sfriso  
(UNIVE)

Verifica  
Dott.ssa Paola Del Negro

Approvazione  
Ing. Pierpaolo Campostrini

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

## Indice

<b>1 PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
1.1 Introduzione.....	3
1.2 Obiettivi.....	3
<b>2 ATTIVITÀ ESEGUITE</b> .....	<b>5</b>
2.1 Generalità ed attività preliminari.....	5
2.1.1 Fase preparatoria.....	6
2.1.2 Attività di campo e di laboratorio.....	6
<b>3 RISULTATI E VALUTAZIONI</b> .....	<b>12</b>
3.1 Misure nelle 18 stazioni di controllo.....	12
3.2 Confronto tra le due campagne di misura 2018 e lo studio di riferimento del 2003.....	12
3.2.1 Le stazioni della bocca di porto di Lido.....	12
3.2.2 Le stazioni della bocca di porto di Malamocco.....	17
3.2.3 Le stazioni della bocca di porto di Chioggia.....	23
3.2.4 Analisi della frequenza di rinvenimento degli epifiti.....	29
3.2.5 Analisi generale delle variazioni osservate nell'epifitismo delle fanerogame marine.....	33
<b>4 CONSIDERAZIONI FINALI</b> .....	<b>37</b>
<b>5 BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>40</b>

Al presente documento hanno contribuito per le attività di elaborazione dati e stesura testi:

Dott. Daniele Curiel (SELC)

Dott. Andrea Rismondo (SELC)

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Andrea Pierini (SELC)

Per le attività di raccolta dati di campo e le determinazioni sistematiche di laboratorio:

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Emiliano Checchin (SELC)

## 1 PREMESSA

### 1.1 Introduzione

Il presente rapporto descrive i risultati ottenuti durante il tredicesimo anno del Monitoraggio degli effetti prodotti dai cantieri per le opere da realizzare alle bocche lagunari nei confronti delle praterie a fanerogame marine presenti sui bassi fondali circostanti. Le praterie a fanerogame costituiscono uno dei componenti degli ecosistemi di pregio oggetto dello Studio B.6.72 B/13: "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - 13<sup>a</sup> fase". Il presente studio rappresenta la prosecuzione, per ulteriori 20 mesi (maggio 2017 - dicembre 2018), delle attività di monitoraggio previste:

- dello Studio B.6.72 B/1 (maggio 2005 - aprile 2006) per la sola bocca di porto di Lido;
- dello Studio B.6.72 B/2 (maggio 2006 - aprile 2007) per la bocca di porto di Lido, e dello Studio B.6.72 B/2 Variante (novembre 2006 - aprile 2007) per le bocche di Malamocco e Chioggia;
- degli Studi B.6.72 B/3-B/12 (maggio 2007 - aprile 2017) per le bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

In particolare, oltre alla mappatura conclusasi nel 2017, nel 2017 e nel 2018 è continuato il monitoraggio delle caratteristiche fenologiche e di crescita delle praterie a fanerogame, su una rete di 18 stazioni equamente distribuite fra le tre bocche. Le campagne di misura, a frequenza stagionale, sono state ridotte eliminando il rilievo invernale, a partire dallo studio B.6.72 B/7, e quello estivo, a partire dal presente studio.

I risultati del monitoraggio MELa2 (MAG.ACQUE - SELC, 2002; 2004), dello Studio B.6.78/I (MAG.ACQUE - SELC, 2005a) e degli Studi B.6.72 (B/1-B/12) (MAG.ACQUE-CORILA, 2006-2012a; 2013a; PROV. OO. PP. - CORILA, 2014a; 2015-2018) consentono di disporre di un'importante documentazione sulle caratteristiche dei popolamenti a fanerogame marine delle aree di bocca di porto e delle zone lagunari circostanti. Le informazioni ottenute durante tutti i monitoraggi, compreso quello in corso (B.6.72 B/13), possono venir confrontate con quelle assunte nel corso dello Studio B.6.78/I che rappresenta la "fase zero" o *ante operam* poiché la localizzazione dei siti di misura e le metodologie impiegate si sovrappongono. Ciò consente di rilevare possibili relazioni causa-effetto tra la componente biotica in esame e le attività di cantiere.

In relazione alla specie inizialmente citata come *Zostera noltii*, va sottolineato come sia stata oggetto di varie revisioni tassonomiche; nei rapporti MELa, nello Studio B.6.78/I e nello Studio B.6.72 B/1 è stata indicata come *Zostera noltii* mentre negli Studi B.6.72 B/2-B/11, a seguito di aggiornamenti tassonomici, come *Nanozostera noltii*. Attualmente il nome proposto per questa specie, e che verrà utilizzato nel presente rapporto (come in quelli del precedente B.6.72 B/12), è *Zostera noltei* (<http://www.algaebase.org>; consultato in data 22/08/2017).

### 1.2 Obiettivi

Gli obiettivi di questo studio consistono nel valutare se, all'interno della variabilità che i sistemi a praterie di fanerogame marine manifestano nelle aree di bocca di porto, vi siano significativi scostamenti rispetto alle condizioni di riferimento (Studio B.6.78/I), come conseguenza delle risposte agli eventuali impatti riconducibili alle attività di cantiere.

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

Il presente rapporto espone una valutazione finale d'insieme delle campagne primaverile e autunnale di misure nelle 18 stazioni di controllo i risultati dei rilievi eseguiti nel 2018; questi dati sono poi raffrontati con quelli rilevati nello Studio B.6.78/I del 2003.

## 2 ATTIVITÀ ESEGUITE

### 2.1 Generalità ed attività preliminari

Il programma di monitoraggio ha previsto l'esecuzione di due campagne (primaverile ed autunnale) nel 2017 e nel 2018 finalizzate alla misura delle caratteristiche fenologiche e dei parametri di crescita delle fanerogame marine nelle aree prospicienti le tre bocche di porto, basandosi sull'esperienza e sulle informazioni acquisite nell'ambito delle attività del Monitoraggio dell'Ecosistema Lagunare (MELa2), linea A - fanerogame marine e degli Studi B.6.78/I e B.6.72 (B/1-B/12).

Le stazioni di campionamento sono quelle degli Studi pregressi (B.6.78/I e B.6.72), riconfermate allo scopo di non aggiungere ulteriori elementi di variabilità negli indicatori funzionali e strutturali a quelli naturali già presenti e dovuti ad aspetti meteo-climatici e di stagionalità.

Sono state condotte verifiche preliminari prima dell'avvio del tredicesimo anno di monitoraggio per valutare se le praterie situate nelle stazioni di riferimento avessero ancora i requisiti di estensione e stabilità tali da permettere l'esecuzione dei rilievi. A causa di interventi di natura antropica alle bocche di porto e non inerenti le opere del MoSE (ad esempio l'estensione delle concessioni per l'allevamento delle vongole o l'attività di pesca locale), negli anni, infatti, si sono resi necessari piccoli spostamenti di alcune stazioni. Di seguito vengono riassunte le principali variazioni:

Stazione originale	Stazione nuova	Sostituzione a partire da:
L2	L2-bis	Primavera 2010 (Studio B.6.72 B/6)
M4	M4-bis	Primavera 2015 (Studio B.6.72 B/11)
M6	M6-bis	Estate 2010 (Studio B.6.72 B/6)
C1	C1-bis	Autunno 2009 (Studio B.6.72 B/5)
C2	C2-bis	Autunno 2006 (Studio B.6.72 B/2)
C3	C3-bis	Primavera 2009 (Studio B.6.72 B/5)

Le ex-stazioni M4, M6 e C1 sono state comunque monitorate nel corso delle successive campagne, valutando e documentando lo stato generale delle praterie eventualmente ancora presenti o, nel caso dei siti M4 e M6, il livello di ricolonizzazione.

La dislocazione delle stazioni presso le tre bocche di porto è riportata nelle figure 2.1, 2.2 e 2.3, mentre in tabella 2.1 sono riportate le coordinate GAUSS-BOAGA.

La campagna primaverile si è svolta con la seguente tempistica:

- bocca di porto di Lido: 14 giugno 2018;
- bocca di porto di Malamocco: 15 giugno 2018;
- bocca di porto di Chioggia: 13 giugno 2018.

La campagna autunnale si è svolta con la seguente tempistica:

- bocca di porto di Lido: 9 novembre 2018;
- bocca di porto di Malamocco: 12 e 15 novembre 2018;
- bocca di porto di Chioggia: 8 e 12 novembre 2018.

### 2.1.1 Fase preparatoria

Per rispondere agli obiettivi previsti dal monitoraggio, ovvero evidenziare eventuali impatti causati dai cantieri sugli ecosistemi di pregio e, nello specifico dell'attività di questa macroarea, sulle praterie a fanerogame marine, sono stati esaminati una serie di indicatori strutturali e funzionali. Questi devono essere sufficientemente sensibili, ma anche relativamente stabili nel tempo, per permettere sia di cogliere le possibili variazioni ambientali delle aree investigate durante l'arco dell'anno, attraverso la progressione stagionale, sia di effettuare un confronto tra gli anni successivi.

Di seguito sono elencati gli indicatori di base che sono stati considerati e che hanno poi permesso la determinazione di altri per via indiretta:

- grado di copertura (%) della prateria rispetto al substrato nell'intorno delle stazioni;
- densità della prateria (n. ciuffi/m<sup>2</sup>);
- dimensioni dei ciuffi (cm);
- presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi o dei semi;
- fenomeni di necrosi fogliare ("wasting disease");
- epifitismo macroalgale ed animale delle lamine fogliari (numero specie, ricoprimento e biomassa).

Le attività di campo sono state organizzate in modo tale da ottenere:

- una superficie di assunzione degli indicatori generali non puntiforme, ma estesa, a 360°, per un raggio di almeno 10 m dal punto centrale della stazione;
- un numero di repliche (9) sufficiente a rendere ogni parametro statisticamente rappresentativo dell'area.

### 2.1.2 Attività di campo e di laboratorio

Le attività di campo sono state condotte da operatori specializzati muniti dell'attrezzatura necessaria per le operazioni. Le piante sono state campionate prelevando nove sottocampioni (repliche), uno centrale, corrispondente alle coordinate della stazione, e otto, posizionati uniformemente attorno a una circonferenza di dieci metri di raggio.

Mediante l'utilizzo di un campionatore manuale di superficie nota è stata determinata *in situ* la densità dei "ciuffi" vegetativi e fertili. I ciuffi fogliari per lo studio degli epifiti e per la misura delle dimensioni sono stati invece raccolti, in modo casuale, in numero di 5 per ogni replica.

Sempre in campo sono state rilevate e descritte la tipologia, l'estensione e il grado di copertura della prateria e sono state annotate tutte le particolarità rilevabili solo sul luogo di campionamento (stato di anossia del sedimento, presenza di rizomi morti o di colore scuro, presenza di fango sulle lamine, ecc.).

Le analisi di laboratorio hanno permesso di valutare lo stato generale delle foglie e di determinare gli epifiti, algali ed animali, presenti sulle lamine, con conseguente calcolo dei relativi valori di ricoprimento e di biomassa.

Durante i rilievi si è tenuto conto dell'eventuale presenza di fenomeni di "wasting disease" (annerimenti, marciumi, necrosi) sulla lamina fogliare, stimandone l'ampiezza per poi rapportarla alla superficie delle foglie. I ciuffi fogliari raccolti per ogni replica sono stati utilizzati per la misura delle dimensioni della lamina ed il calcolo della parte viva (verde) e della parte morta delle foglie. Questi dati sono poi serviti per determinare la Superficie Fotosintetica Attiva (LAI - Leaf Area

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

Index), espressa in metri quadri di superficie fogliare funzionale<sup>1</sup> (viva) presenti in un metro quadro di prateria.

Per ognuna delle nove repliche di ciascuna stazione, si è scelto di analizzare uno dei 5 ciuffi fogliari raccolti in campo, la cui lamina più vecchia è stata sottoposta ad attento esame microscopico, su entrambe le facce, per la determinazione tassonomica degli organismi epifiti.

Ogni organismo rilevato è stato sottoposto a determinazione tassonomica sino al livello di specie o, quando ciò non è stato possibile, fino al genere o ad un livello superiore. Per ogni organismo identificato è stato calcolato il ricoprimento, cioè la percentuale di superficie occupata sulla lamina fogliare. Si ricorda che il ricoprimento totale, inteso come somma dei ricoprimenti parziali delle singole specie, a causa della sovrapposizione di organismi differenti, può superare il valore del 100% della superficie della lamina.

Le determinazioni tassonomiche hanno riguardato le macroalghe (Rhodophyta, Ochrophyta e Chlorophyta, ovvero le alghe rosse, brune e verdi) e lo zoobenthos nei suoi principali gruppi sistematici: Poriferi, Idrozoi, Molluschi, Policheti, Crostacei (anfipodi), Briozoi, e Tunicati. Sono state prese in esame anche le diatomee (Bacillariophyta) bentoniche, microalghe che, in alcuni periodi dell'anno, possono costituire una parte anche considerevole dell'epifitismo totale.

Sui ciuffi fogliari esaminati il calcolo della biomassa è stato eseguito asportando gli epifiti, per mezzo di una lametta, da entrambi i lati di tutte le foglie del ciuffo considerato. Il materiale è stato posto in stufa a 85° C, sino a raggiungimento del peso costante (Curiel *et al.*, 1996; Mazzella *et al.*, 1998; Buia *et al.*, 2003); successivamente ne è stato determinato il peso secco.

Al termine delle analisi è stata redatta una scheda di laboratorio dove sono stati riportati: l'elenco dei taxa rinvenuti, il relativo valore di ricoprimento e la biomassa totale (non differenziata per taxa) espressa in grammi di peso secco (indicato come g p.s.); questi ultimi due parametri sono stati riferiti ad un metro quadro di superficie fogliare.

---

<sup>1</sup> Il LAI è riferito ad una sola faccia fogliare, secondo le metodiche riportate in Buia *et al.* (2003).

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

Tabella 2.1. Coordinate GAUSS-BOAGA delle stazioni di monitoraggio delle tre bocche di porto.

<b>Bocca di porto di Lido</b>		
Stazione	Est (m)	Nord (m)
L1	2318330	5036245
L2-bis <sup>(1)</sup>	2319151	5036458
L3	2316880	5034666
L4	2316043	5034977
L5	2315520	5035016
L6	2314780	5034338

<sup>(1)</sup> Dalla campagna primaverile dello studio B.6.72 B/6 (maggio 2010) la stazione Lido 2 (L2) è sostituita dal sito di campionamento Lido 2-bis (L2-bis).

<b>Bocca di porto di Malamocco</b>		
Stazione	Est (m)	Nord (m)
M1	2310067	5025706
M2	2309527	5025250
M3	2309662	5022257
M4-bis <sup>(2)</sup>	2309617	5023213
M5	2307675	5024369
M6-bis <sup>(3)</sup>	2306786	5024150

<sup>(2)</sup> Dalla campagna primaverile dello studio B.6.72 B/11 (maggio 2015) la stazione Malamocco 4 (M4) è sostituita dal sito di campionamento Malamocco 4-bis (M4-bis).

<sup>(3)</sup> Dalla campagna estiva dello studio B.6.72 B/6 (luglio 2010) la stazione Malamocco 6 (M6) è sostituita dal sito di campionamento Malamocco 6-bis (M6-bis).

<b>Bocca di porto di Chioggia</b>		
Stazione	Est (m)	Nord (m)
C1-bis <sup>(4)</sup>	2305254	5011814
C2-bis <sup>(5)</sup>	2306172	5012798
C3-bis <sup>(6)</sup>	2305069	5012734
C4	2305515	5012644
C5	2306411	5012350
C6	2306837	5013530

<sup>(4)</sup> Dalla campagna autunnale dello studio B.6.72 B/5 (novembre 2009) la stazione Chioggia 1 (C1) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 1-bis (C1-bis).

<sup>(5)</sup> Dalla campagna autunnale dello studio B.6.72 B/2 (novembre 2006) la stazione Chioggia 2 (C2) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 2-bis (C2-bis).

<sup>(6)</sup> Dalla campagna primaverile dello studio B.6.72 B/5 (maggio 2009) la stazione Chioggia 3 (C3) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 3-bis (C3-bis).

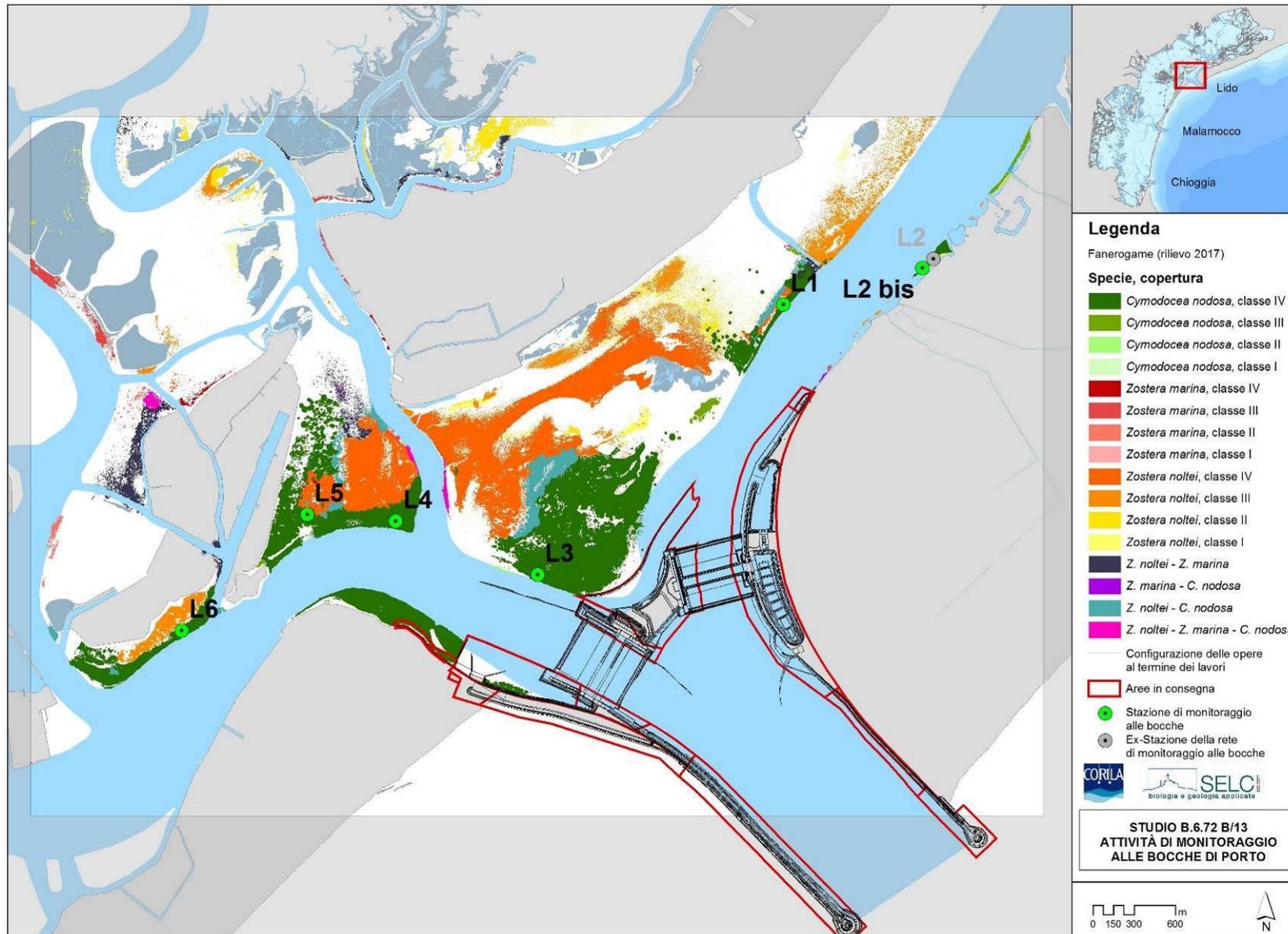


Figura 2.1. Bocca di porto di Lido: stazioni di controllo delle fanerogame marine con sovrapposta la mappatura del 2017 relativa allo Studio B.6.72 B/13.

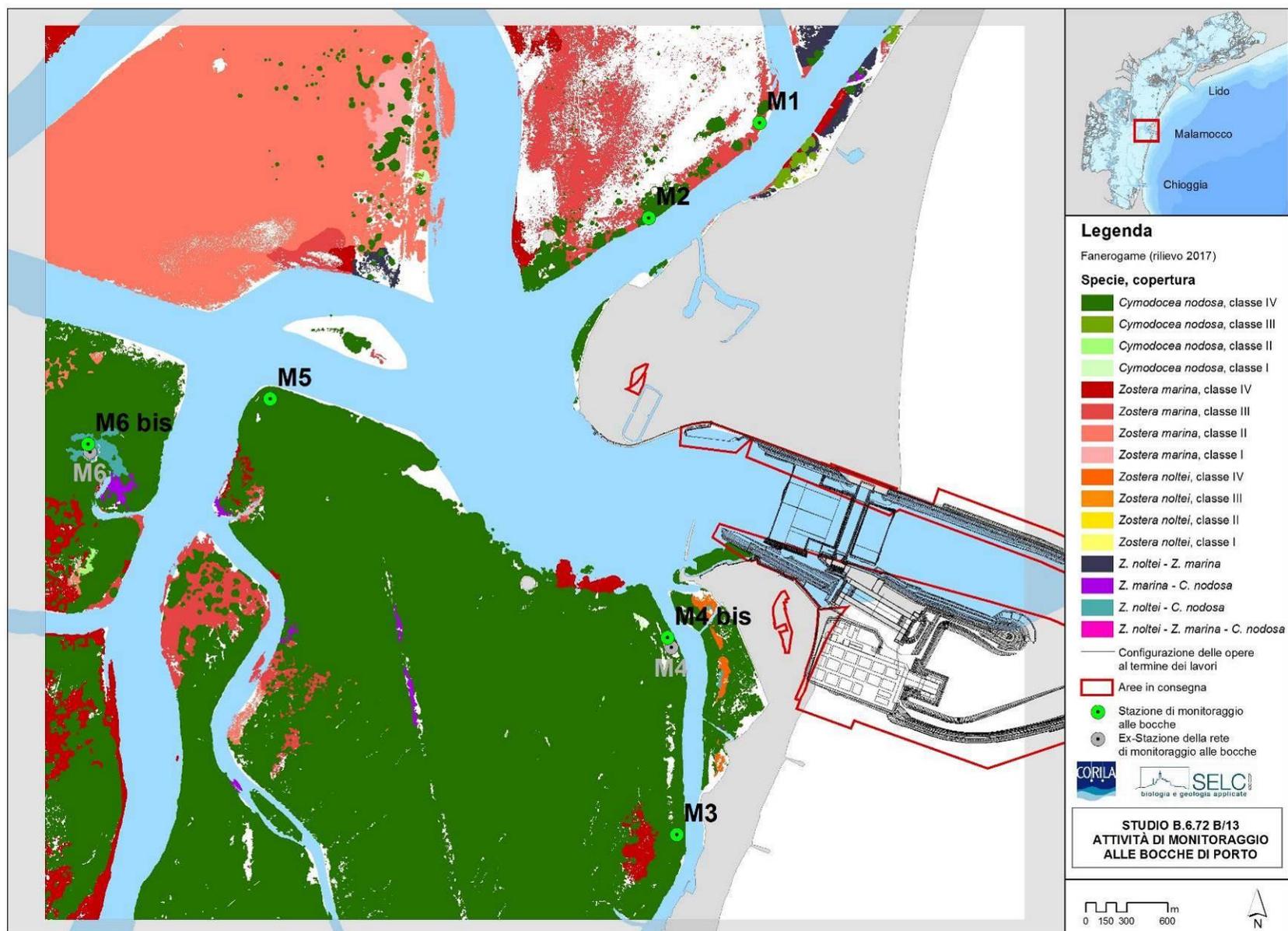


Figura 2.2. Bocca di porto di Malamocco: stazioni di controllo delle fanerogame marine con sovrapposta la mappatura del 2017 relativa allo Studio B.6.72 B/13.

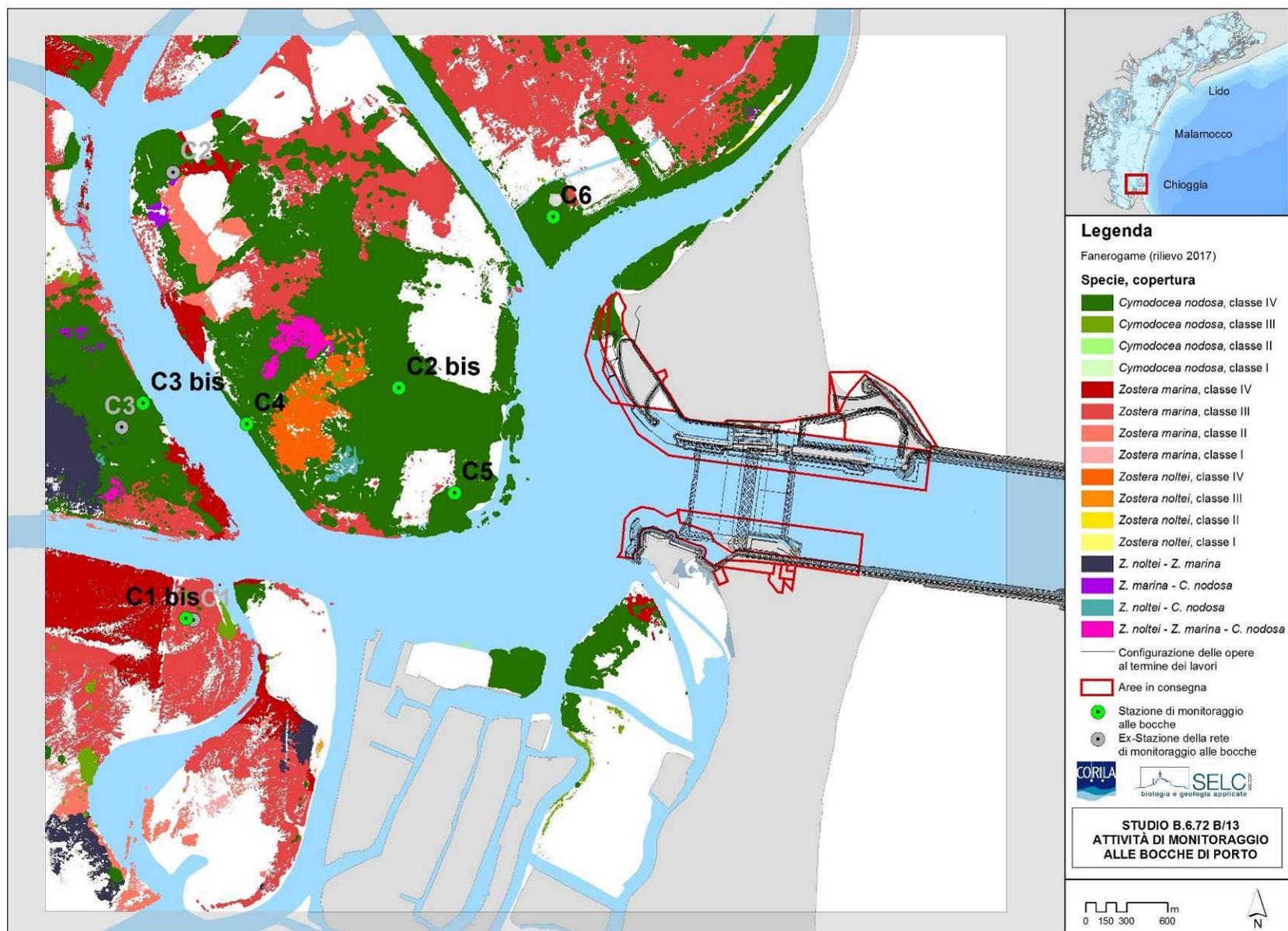


Figura 2.3. Bocca di porto di Chioggia: stazioni di controllo delle fanerogame marine con sovrapposta la mappatura del 2017 relativa allo Studio B.6.72 B/13.

### 3 RISULTATI E VALUTAZIONI

#### 3.1 Misure nelle 18 stazioni di controllo

Vengono di seguito esaminati i risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative alle fanerogame marine raccolte nel corso delle campagne 2018 (primavera ed autunno) nelle 18 stazioni alle bocche di porto di Lido (6), Malamocco (6) e di Chioggia (6), confrontandoli poi con quelli dello Studio B.6.78/I di riferimento.

In apposite tabelle sono indicati i valori medi delle misure di campo e di laboratorio e di indicatori calcolati a partire da quelli principali, relativi alle campagne 2018 per le tre bocche di porto (tabella 3.1 per il Lido, tabella 3.2 per Malamocco e tabella 3.3 per Chioggia). Nelle tabelle, quando i valori medi delle misure di campo e di laboratorio sono risultati esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78/I), lo scostamento è segnalato con un colore: verde quando il valore rilevato è superiore al range e rosso quando il valore rilevato risulta inferiore. Va precisato come i colori verde e rosso impiegati nelle tabelle per evidenziare l'incremento o il decremento delle variabili considerate non debbano essere necessariamente interpretati in senso positivo (verde) o negativo (rosso). Per alcuni parametri l'incremento (verde) è certamente sinonimo di stabilità o miglioramento dello stato ecologico (ad es. lunghezza e larghezza fogliare), mentre per altri l'incremento o il decremento rispetto ai range guida non è di semplice interpretazione perché, in risposta ai fattori esterni, alcuni parametri possono rispondere in modo antagonista.

In tutte le tabelle seguenti, i valori numerici di ogni stazione rappresentano la media di 9 repliche.

I riferimenti, invece, sono relativi alle seguenti note:

- (1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.
- (2) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.
- (3) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2 (MAG. ACQUE - SELC, 2005b).
- (4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

#### 3.2 Confronto tra le due campagne di misura 2018 e lo studio di riferimento del 2003

##### 3.2.1 Le stazioni della bocca di porto di Lido

Le sei praterie di controllo, dove la specie esclusiva o principale è *Cymodocea nodosa*, durante le due campagne di monitoraggio (primavera ed autunno 2018) hanno presentato **coperture** prossime al 100%, sempre rientranti o superiori (in L1, L5 e L6) agli intervalli di riferimento (tabella 3.1). Per quanto riguarda le altre due fanerogame, nelle stazioni di controllo non sono stati trovati ciuffi di *Zostera noltei* e *Zostera marina* (tabella 3.1 e figura 3.1).

Rispetto agli intervalli del 2003, la **densità dei ciuffi fogliari** per *Cymodocea nodosa* è risultata conforme o spesso superiore ad essi (in primavera in L1, L2-bis, L4 e L5 e L3) (tabella 3.1). Per la **lunghezza dei ciuffi fogliari** e la **lunghezza della ligula** sono stati registrati valori in linea con quelli di riferimento o superiori ad essi (i ciuffi fogliari in primavera e autunno in L1, L2-bis, L3 e L5 e la ligula in primavera e autunno in L3) (tabella 3.1 e figura 3.1).

Il **numero medio di foglie per ciuffo** ha presentato valori all'interno degli intervalli di riferimento e anche superiori ad essi (in primavera in L2-bis, L3 e L4) (tabella 3.1). Anche per l'**indice di area**

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

**fogliare** (Leaf Area Index o **LAI**) sono stati registrati valori rientranti nei limiti attesi o superiori ad essi (in primavera in L1, L2-bis, L4 e L5) (tabella 3.1 e figura 3.2).

Durante le campagne stagionali non sono mai stati rilevati fenomeni anossici nel sedimento o quantitativi anomali di radici o rizomi morti; il rapporto tra la **parte viva** della foglia (verde) e quella **morta** (scura), inoltre, è risultato sempre all'interno o superiore agli intervalli guida (tabella 3.22). Il rinvenimento di **semi** nel sedimento in primavera ha confermato il regolare svolgimento dei processi riproduttivi oltre a quelli vegetativi (tabella 3.1).

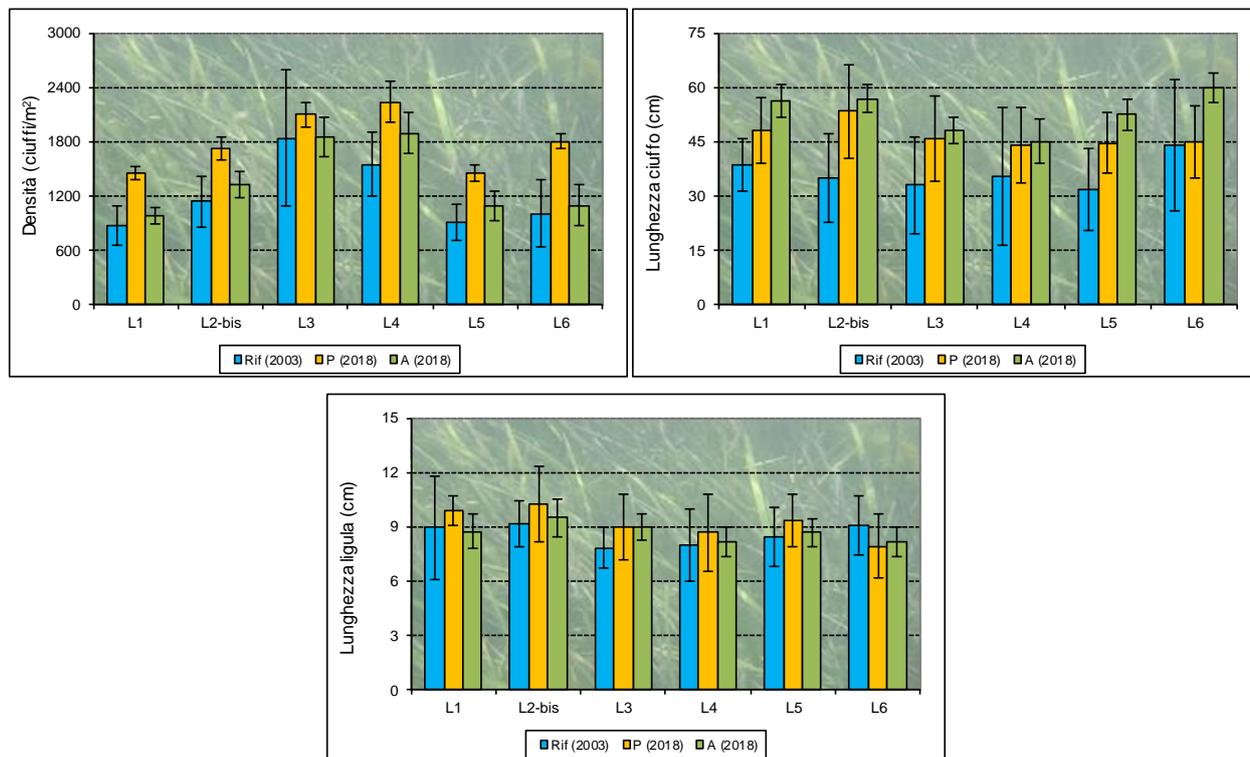


Figura 3.1. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (densità ciuffi/m<sup>2</sup>, lunghezza del ciuffo e della ligula in cm) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

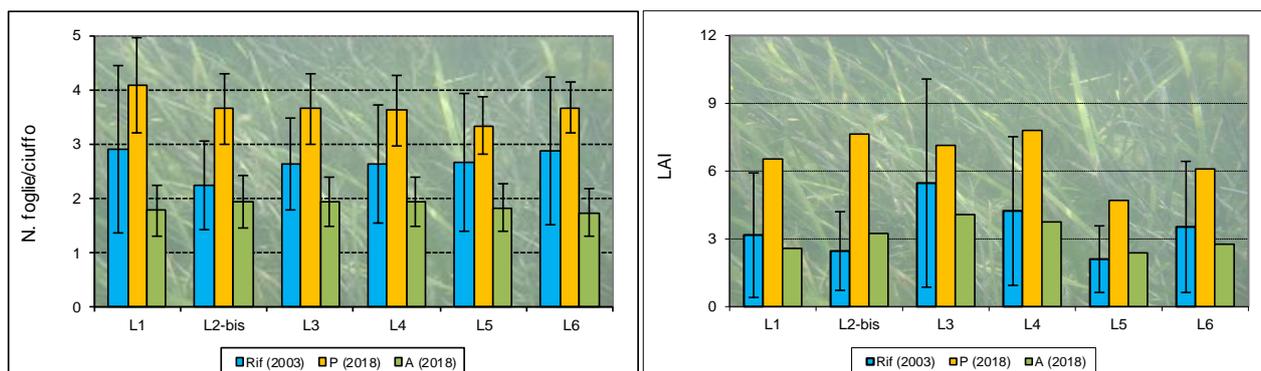


Figura 3.2. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero foglie/ciuffo e LAI) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

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

Tabella 3.1. Stazioni Lido 1-2bis-3-4-5-6: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative allo Studio B.6.72 B/13 (anno 2018, due campagne stagionali).

	B.6.78	L1	L1	B.6.78	L2-bis	L2-bis
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	710-1119	1451	983	884-1436	1727	1321
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0-12	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0-37	0	0	0-37	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0-27	0	0	0-12	0	0
Copertura prateria (%)	70-80	100	100	90-100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	30,9-45,1	47,9	56,4	20,6-42,6	53,3	56,9
Lunghezza ligula (cm)	6,1-11,8	9,9	8,7	7,8-10,3	10,3	9,5
N. foglie/ciuffo	1,3-4,4	4,1	1,8	1,3-2,7	3,6	1,9
LAI (Leaf Area Index)	0,5-6,0	6,5	2,6	0,5-3,8	7,6	3,2
% parte viva ciuffo	88,4-99,9	99,9	99,5	92,3-99,7	99,9	99,4
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	13-34	18	19	11-36	16	19
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	9,8-16,3	14,4	15,0	8,2-17,5	14,2	15,1
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,076-0,471	0,288	0,335	0,082-0,486	0,269	0,370
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	7,6-47,1	28,8	33,5	8,2-48,6	26,9	37,0
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	11,4-209,2	3,4	6,6	20,3-232,2	2,2	12,2

	B.6.78	L3	L3	B.6.78	L4	L4
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	1321-2697	2102	1848	1225-1931	2235	1894
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0-48	0	0	0-130	28	375
Copertura prateria (%)	90-100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	17,7-41,7	45,8	48,0	19,6-56,8	44,0	45,1
Lunghezza ligula (cm)	6,5-8,6	9,0	9,0	6,4-10,2	8,7	8,1
N. foglie/ciuffo	1,8-3,5	3,6	1,9	1,4-3,4	3,6	1,9
LAI (Leaf Area Index)	0,7-9,9	7,1	4,1	0,6-7,0	7,8	3,8
% parte viva ciuffo	98,7-99,9	99,9	99,3	98,2-99,8	99,9	99,8
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	13-30	17	17	9-21	19	18
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	9,0-17,5	14,2	14,0	6,8-13,9	16,3	16,0
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,109-0,743	0,260	0,519	0,114-0,328	0,309	0,435
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	10,9-74,3	26,0	51,9	11,4-32,8	30,9	43,5
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	2,4-313,9	5,4	13,2	3,4-172,3	6,2	7,3

	B.6.78	L5	L5	B.6.78	L6	L6
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	704-1107	1451	1085	775-1429	1804	1091
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0-22	0	0	0-3	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	80-90	100	100	90	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	22,7-44,2	44,5	52,4	25,0-60,9	44,8	59,7
Lunghezza ligula (cm)	6,6-9,6	9,3	8,7	7,7-10,9	7,9	8,1
N. foglie/ciuffo	1,2-3,5	3,3	1,8	1,6-4,3	3,7	1,7
LAI (Leaf Area Index)	0,5-3,4	4,7	2,4	0,6-6,4	6,1	2,8
% parte viva ciuffo	98,6-99,6	99,9	99,5	98,5-99,9	99,9	99,6
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	12-23	15	18	16-29	16	18
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	8,5-13,1	13,8	14,0	10,2-15,7	13,6	13,6
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,172-0,440	0,407	0,432	0,090-0,682	0,203	0,398
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	17,2-44,0	40,7	43,2	9,0-68,2	20,3	39,8
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	5,8-209,4	2,4	6,3	9,1-207,1	1,8	7,9

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

La lista floristico-faunistica degli organismi epifiti<sup>2</sup> delle lamine nelle 6 stazioni è risultata costituita da 26 taxa, suddivisi in 19 macroalghe e 7 zoobentonti, molto ridotta rispetto a quella rilevata nello studio di riferimento dove erano stati identificati 59 taxa, ripartiti in 49 macroalghe e 10 zoobentonti<sup>3</sup>. L'esame delle figure 3.3-a e 3.3-b permette di rilevare come, nel corso degli ultimi monitoraggi, in particolare per il fitobenthos, le variazioni del numero totale di taxa, che si registrano di anno in anno, siano più limitate, sia a livello di bocca di porto che di singola stazione.

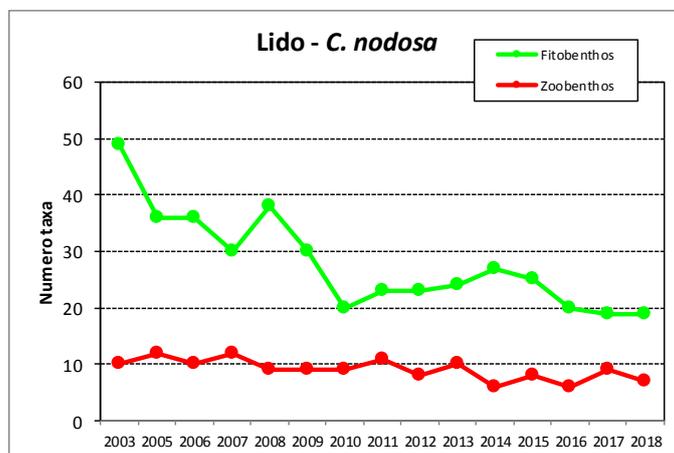


Figura 3.3-a. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) nel complesso delle 6 stazioni della bocca di porto di Lido a *C. nodosa*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2018).

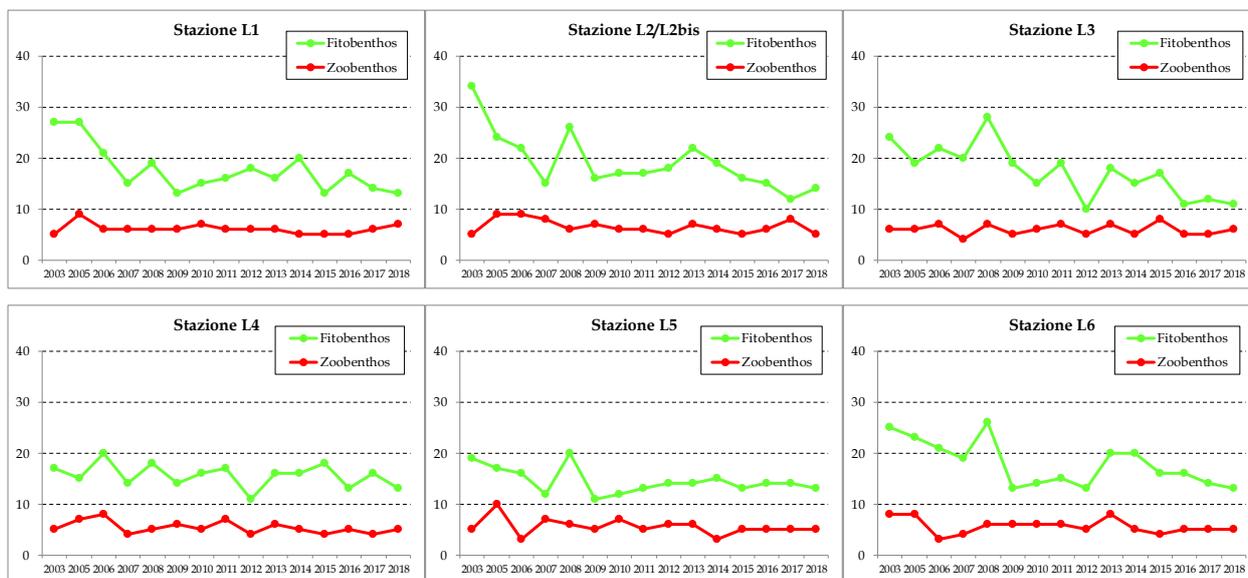


Figura 3.3-b. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per ciascuna delle 6 stazioni a *Cymodocea nodosa* della bocca di porto di Lido, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2018).

<sup>2</sup> Per ridurre al minimo errori nelle liste floro-faunistiche di ogni anno, con particolare attenzione a quelle della fase *ante operam*, è stata eseguita una armonizzazione dei dati che ha interessato la nomenclatura delle specie, una revisione e l'accorpamento di quelle più problematiche o determinate a livello tassonomico superiore alla specie e che possono, quindi, essere state oggetto di una determinazione errata.

<sup>3</sup> Il numero totale di specie epifite (lista specie fito-zoobentonica) è il solo parametro ricalibrato, per tutte le bocche, a due sole campagne perché, a differenza degli altri indicatori, è di tipo incrementale (cumulativo) e non valutato su un minimo e massimo (intervallo).

Il **numero totale di taxa** per stazione e quello **medio**, nel presente monitoraggio, hanno presentato valori quasi sempre in linea con quelli di riferimento del 2003 e, in alcuni casi, anche superiori ad essi (il numero medio in L4 e L5 in primavera) (tabella 3.1 e figura 3.4).

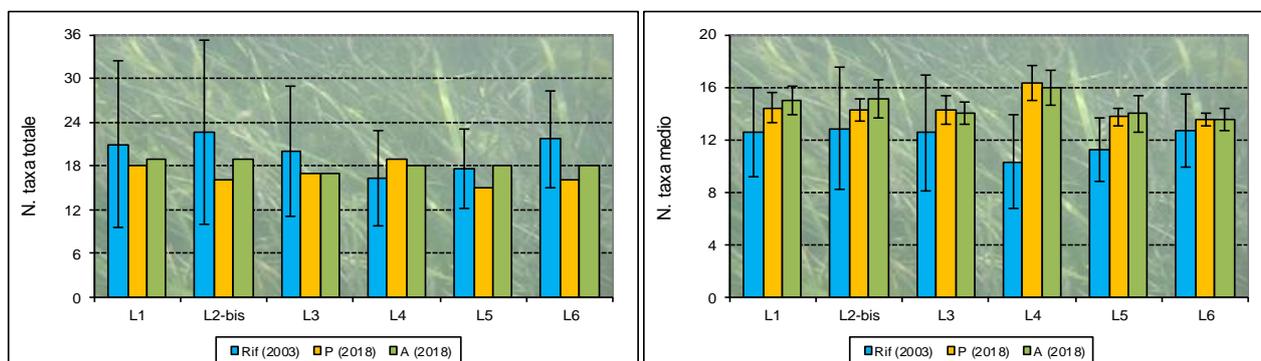


Figura 3.4. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero di taxa totale e medio) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

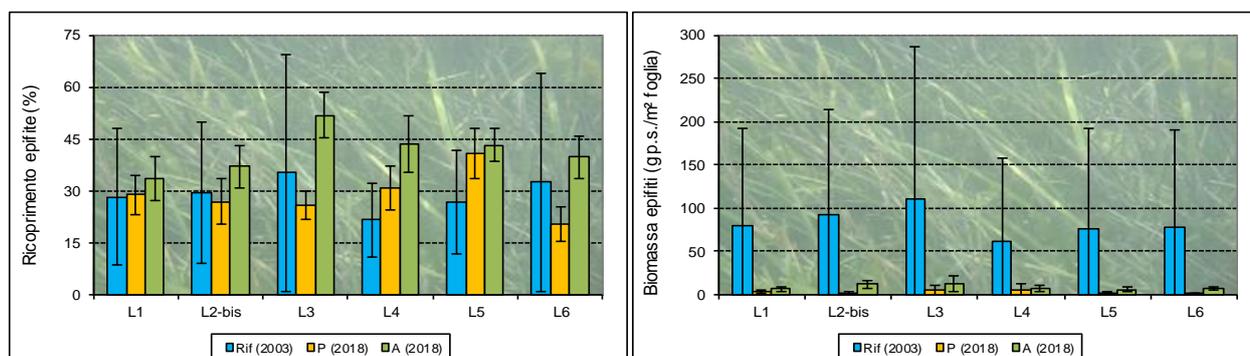


Figura 3.5. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (ricoprimento % e biomassa g.p.s.) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

Per il **ricoprimento percentuale** degli epifiti, la maggior parte dei valori ricade negli intervalli di riferimento o è superiore ad essi (in autunno in L4); la **biomassa** degli epifiti, invece, ha presentato valori che, talvolta, sono risultati inferiori ai range (in primavera e in autunno in L1, L2-bis e L6, solo in primavera in L5) (tabella 3.1 e figura 3.5).

L'indice di **Diversità di Shannon** (dati normalizzati ID=2,18), è in linea con quello dello studio di riferimento (dati normalizzati ID=2,04) e il confronto statistico tra il set di dati rilevato nelle 6 stazioni del presente studio e in quelle dello studio di riferimento (Studio B.6.78/I), eseguito con il test non parametrico Mann-Whitney U test, non evidenzia una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità ( $P > 0,05$ ).

Per quanto attiene la struttura complessiva della comunità di epifite nelle due stagioni, l'analisi ANOSIM (dati normalizzati) indica una differenza statisticamente significativa moderata ( $P < 0,001$ ) tra le comunità dello studio di riferimento e quelle del presente monitoraggio sulla base del valore del Global R (0,570) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, anche esaminando la presenza/assenza delle specie ( $R = 0,488$ ) o applicando trasformazioni ai dati di ricoprimento (radice quadrata,  $R = 0,594$ ) (Clarke e Warwick, 1994; 2001).

I cambiamenti intercorsi tra lo studio del 2003 e quello attuale, rilevati sulla base delle indicazioni fornite dall'analisi multivariata, sono riconducibili non solo a una riduzione complessiva del

numero di taxa, ma anche a variazioni di abbondanza (complessivamente aumenta il ricoprimento percentuale delle macroalghe da 18,5% a 26,4%, dello zoobenthos da 4,7% a 5,5% e cala quello delle diatomee bentoniche da 16,2% a 2,6%; si veda tabella 3.4).

Per comprendere a quali taxa siano attribuibili queste differenze, si è proceduto con un'analisi della similarità percentuale data dalla composizione in taxa tra i dati dei due monitoraggi, attraverso l'impiego della routine SIMPER (Similarity Percentage break down) del programma PRIMER (Clarke e Warwick, 1994).

Nel monitoraggio del 2003, le epifite fogliari più rappresentative erano le diatomee bentoniche (in primis i generi *Navicula* e *Melosira*), l'alga rossa *Chondria capillaris*, le rosse calcaree del genere *Hydrolithon* e le alghe verdi del genere *Cladophora*; per lo zoobenthos, peraltro limitato rispetto alle macroalghe, gli organismi più abbondanti erano l'idrozoa *Laomedea calceolifera* e i crostacei anfipodi tubicoli. Nel monitoraggio del 2018, invece, i taxa più rappresentativi tra quelli epifiti sono ancora le diatomee bentoniche (in particolare i generi *Navicula* e *Melosira*), ma con abbondanze inferiori rispetto al 2003, le alghe rosse incrostanti del genere *Hydrolithon* e *Pneophyllum* e le alghe rosse *Chondria capillaris* e del genere *Ceramium* (tutti taxa più abbondanti nel 2018); per lo zoobenthos, gli organismi più importanti sono risultati i crostacei anfipodi tubicoli (più abbondanti nel monitoraggio attuale rispetto a quello del 2003).

### 3.2.2 Le stazioni della bocca di porto di Malamocco

Nelle stazioni di controllo nelle praterie a *Cymodocea nodosa* (M2, M3, M5 e M6-bis) sono stati registrati valori di **copertura** sempre pari o prossimi al 100%, che rientrano o sono superiori (in M2 in primavera e autunno) ai range dello studio di riferimento del 2003. Per la stazione M1 a *Z. marina*, invece, si è confermato il calo della copertura (pari al 10% in primavera e al 20% in autunno) e della densità media (33 ciuffi/m<sup>2</sup> in primavera e 45 ciuffi/m<sup>2</sup> in autunno) (tabella 3.2), già rilevato nella campagna autunnale di novembre 2017 e legato probabilmente alle elevate temperature estive<sup>4</sup> del 2017. Va comunque segnalato come si tratti di una delle stazioni tra le più lontane dalla bocca di porto. I ciuffi presenti sono comunque apparsi sempre in buono stato e la graduale ripresa della prateria potrebbe essere favorita anche dalla quasi totale assenza di lamine di *Ulva* che, in passato, ha caratterizzato, con presenze elevate, l'area dove è localizzata la prateria a *Z. marina* del sito M1. La terza fanerogama, *Zostera noltei* è stata trovata in M6-bis in primavera ma con densità limitata (9 ciuffi/m<sup>2</sup>) (tabella 3.2).

Da evidenziare come, in prossimità dell'ex sito di monitoraggio M4, i controlli abbiano evidenziato la presenza di ciuffi di *Cymodocea* che hanno colonizzato le aree avegetate (con una copertura prossima al 90-100% e densità confrontabili con quelle del sito M4-bis); la prateria originale, relativa alla ex stazione M4, si è quindi quasi completamente ripresa dagli effetti causati dal bloom algale di *Ulva*<sup>5</sup> durante i mesi primaverili-estivi del 2017 e che avevano portato alla scomparsa localizzata di ciuffi fogliari in ampie aree. Va evidenziato, inoltre, come sia stata trovata anche *Zostera marina*, presente con coperture a piccole macchie.

---

<sup>4</sup>*Zostera marina*, specie mediterraneo-atlantica, nei mesi primaverili è nel pieno del ciclo vitale e riproduttivo, nei mesi estivi rallenta le sue funzioni vitali perché risente dell'incremento della temperatura. Nella letteratura scientifica, al riguardo, si trovano riferimenti a frequenti ed estese morie di questa specie quando le temperature superano 25-30°C; in tali circostanze si manifestano effetti negativi sul regolare svolgimento del processo fotosintetico, sulla produzione di nuove foglie e sui tassi di crescita che possono portare sino alla morte della pianta (Moore *et al.*, 2014; Marsh *et al.*, 1986; Fonseca e Uhrin, 2009; Nejrup e Pedersen, 2008).

<sup>5</sup>Questi eventi sono citati spesso in letteratura come una delle cause che portano, in ambienti eutrofizzati, alla scomparsa/riduzione delle praterie a fanerogame marine (talvolta solo localizzate come nel caso di M4) (McGlathery, 2001; Lomstein *et al.*, 2006; Qiuying e Dongyan, 2014).

Anche in corrispondenza dell'ex stazione M6 (sostituita a partire dalla campagna estiva del 2010 dalla stazione M6-bis), i sopralluoghi in campo nel corso dei monitoraggi stagionali hanno confermato come le tre specie di fanerogame presenti abbiamo colonizzato completamente l'area dove, nel 2010, la prateria originale era stata ricoperta interamente da una componente limosa-argillosa.

La **densità dei ciuffi fogliari** di *Cymodocea nodosa* ha fatto registrare valori in linea con gli intervalli guida del 2003, o superiori ad essi (in M2, M3 e M4-bis in primavera e M5 in entrambe le stagioni); come ricordato più volte precedentemente, la densità media di *Zostera marina* in M1 ha presentato valori inferiori alle attese sia in primavera che in autunno (tabella 3.2 e figura 3.6).

La **lunghezza media dei ciuffi fogliari** per *Cymodocea nodosa* e *Z. marina* (M1) ha mostrato valori rientranti negli intervalli o superiori (in autunno in M4-bis); per la **lunghezza media della ligula** di *Cymodocea* e *Zostera*, i valori sono apparsi in linea con quelli attesi tranne nel caso di M1 in primavera, quando il parametro è risultato inferiore agli intervalli di riferimento (tabella 3.2 e figura 3.6).

Il **numero medio di foglie** per ciuffo e l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o **LAI**) per le praterie a *Cymodocea nodosa* sono rientrati sempre negli intervalli guida; per *Zostera marina* in M1, invece, entrambi i parametri sono risultati inferiori agli intervalli del 2003 in autunno e, solo il numero di foglie, in primavera (tabella 3.2 e figura 3.7).

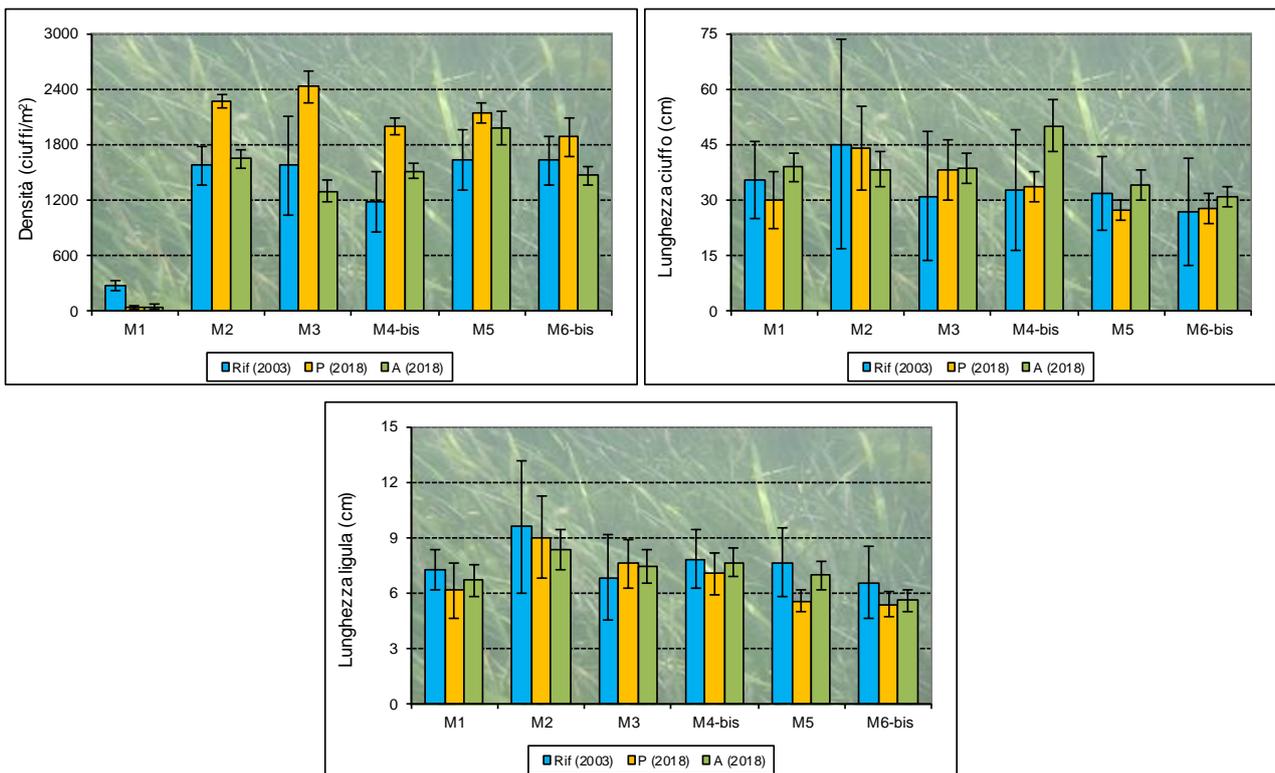


Figura 3.6. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (densità ciuffi/m<sup>2</sup>, lunghezza del ciuffo e della ligula in cm) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

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

Tabella 3.2 – Stazioni Malamocco 1-2-3-4-5-6bis: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative allo Studio B.6.72 B/13 (anno 2018, due campagne stagionali).

	B.6.78	M1	M1	B.6.78	M2	M2
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	1435-1801	2266	1649
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	220-326	33	45	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0-56	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0-37	0	0	0-230	0	0
Copertura prateria (%)	80	10	20	90	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	26,3-46,5	29,9	38,8	18,5-74,7	44,0	38,3
Lunghezza ligula (cm)	6,3-8,4	6,1	6,7	6,7-13,6	9,0	8,3
N. foglie/ciuffo	3,8-4,2	3,3	3,8	1,6-3,9	3,5	1,7
LAI (Leaf Area Index)	0,7-2,3	0,1	0,1	1,0-13,1	6,9	2,4
% parte viva ciuffo	94,6-97,8	99,8	99,5	98,0-99,9	99,9	99,3
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	si	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	15-21	16	16	15-29	16	19
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	9,0-14,3	12,0	13,3	11,7-16,3	13,0	15,9
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,045-0,089	0,267	0,213	0,105-0,889	0,431	0,378
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	4,5-8,9	26,7	21,3	10,5-88,9	43,1	37,8
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	1,7-7,8	16,1	10,7	5,6-178,0	10,6	15,0

	B.6.78	M3	M3	B.6.78	M4-bis	M4-bis
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	1225-2189	2424	1296	955-1544	1996	1513
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0-25	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	0	0	0-124	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	12,1-46,8	37,9	38,7	13,9-44,6	33,5	50,1
Lunghezza ligula (cm)	4,8-9,3	7,6	7,4	6,5-9,6	7,0	7,7
N. foglie/ciuffo	1,8-3,8	3,7	1,8	1,7-3,8	3,8	1,9
LAI (Leaf Area Index)	0,4-8,8	7,6	1,8	0,3-6,4	5,6	3,4
% parte viva ciuffo	98,0-99,8	99,9	99,0	98,7-99,9	99,9	99,5
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	15-30	15	17	14-29	14	18
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	12,2-16,7	12,6	12,8	11,2-17,8	12,0	15,6
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,181-0,684	0,367	0,466	0,166-0,697	0,460	0,481
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	18,1-68,4	36,7	46,6	16,6-69,7	46,0	48,1
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	2,4-169,5	11,5	10,4	2,9-828,3	12,7	14,5

	B.6.78	M5	M5	B.6.78	M6-bis	M6-bis
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	1265-1875	2139	1975	1442-1931	1882	1460
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	9	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	0	0	0-73	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	21,1-41,0	27,1	33,9	11,6-40,3	27,7	30,8
Lunghezza ligula (cm)	5,5-8,8	5,6	6,9	4,7-8,6	5,4	5,6
N. foglie/ciuffo	1,3-4,1	3,3	1,9	1,3-4,3	3,7	1,9
LAI (Leaf Area Index)	0,9-6,1	4,0	2,8	0,4-8,0	4,1	2,0
% parte viva ciuffo	98,8-99,8	99,8	99,2	98,6-99,9	99,9	99,0
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	13-39	15	16	13-39	16	19
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	11,2-23,3	12,9	12,3	10,5-14,2	12,9	14,0
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,139-1,039	0,302	0,323	0,130-0,669	0,533	0,410
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	13,9-103,9	30,2	32,3	13,0-66,9	53,3	41,0
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	2,1-181,8	10,5	8,0	1,0-166,7	7,0	10,1

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

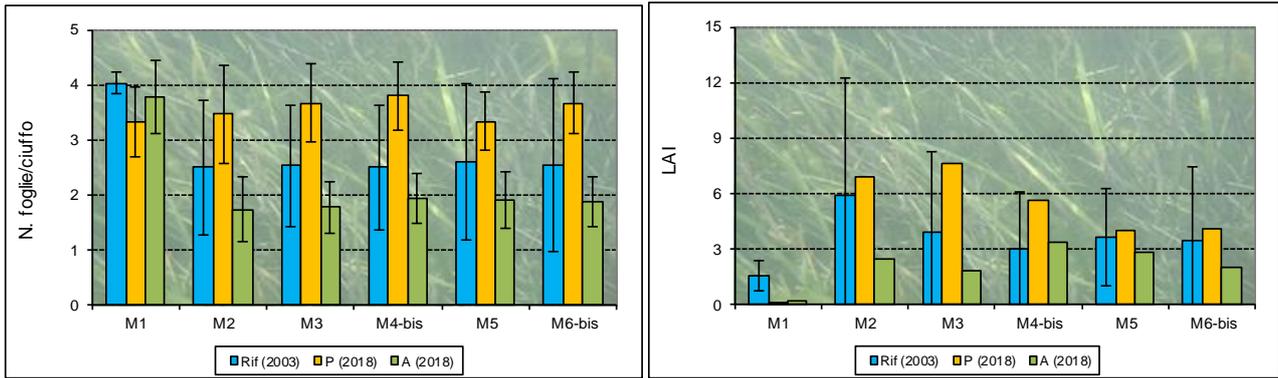


Figura 3.7. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero foglie/ciuffo e LAI) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

In riferimento allo stato generale delle piante, nella frazione epigea, la parte verde delle lamine fogliari è risultata sempre in netta prevalenza su quella in necrosi (scura) mentre, nella frazione ipogea, non sono mai stati rilevati fenomeni anossici o quantità anomale di radici o rizomi morti (tabella 3.2).

Nel complesso delle due stagioni, l'elenco floristico-faunistico degli organismi epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa*, presenta 23 taxa: 16 macroalghe e 7 zoobentonti. Il numero di taxa è in calo rispetto a quello rilevato nel 2003, dove erano stati determinati 37 taxa ripartiti in 27 macroalghe e 10 zoobentonti (figura 3.8-a). Anche per *Zostera marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo, costituito da 16 taxa (10 macroalghe e 6 zoobentonti), è risultato inferiore a quello rilevato nello studio del 2003, dove erano presenti 21 taxa (15 macroalghe e 6 zoobentonti) (figura 3.8-a).

In linea con quanto rilevato per le stazioni di Lido, anche a Malamocco il calo nel numero totale di taxa fito- e zoobentonici sembra essersi, almeno in parte, stabilizzato negli ultimi anni (figure 3.8-a e 3.8-b).

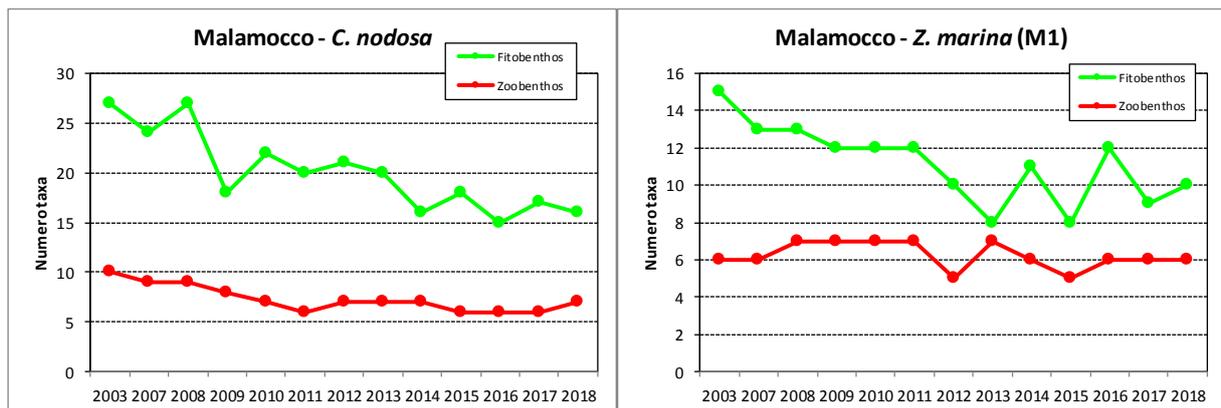


Figura 3.8-a. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) nel complesso delle 5 stazioni della bocca di porto di Malamocco a *Cymodocea nodosa* e per quella a *Zostera marina*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2018).

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

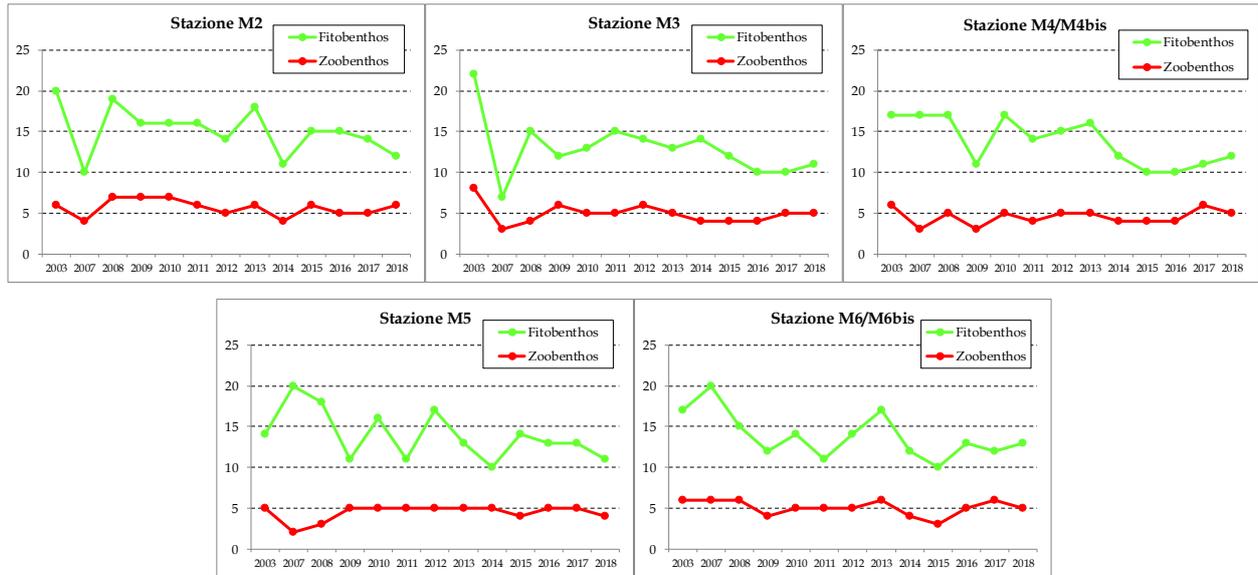


Figura 3.8-b. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni a *Cymodocea nodosa* della bocca di porto di Malamocco, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2018).

Per il **numero totale** e quello **medio di taxa** per ciuffo, calcolati in ogni singola stazione, sono stati registrati valori in linea con quelli di riferimento del 2003 (tabella 3.2 e figura 3.9). Il **ricoprimento percentuale** degli epifiti e la loro **biomassa** sono rientrati nei range guida o ne sono risultati superiori, nel caso di *Zostera* in M1, in entrambe le campagne (tabella 3.2 e figura 3.10).

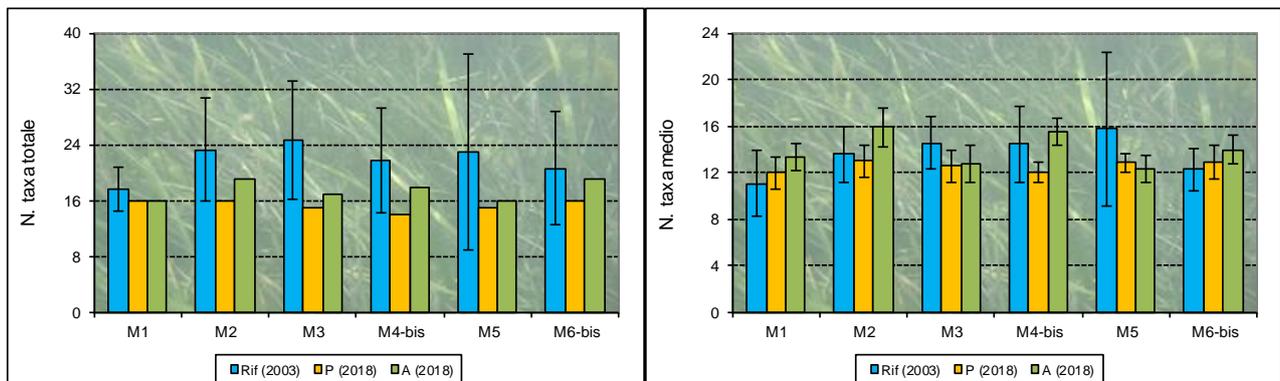


Figura 3.9. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero di taxa totale e medio) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

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

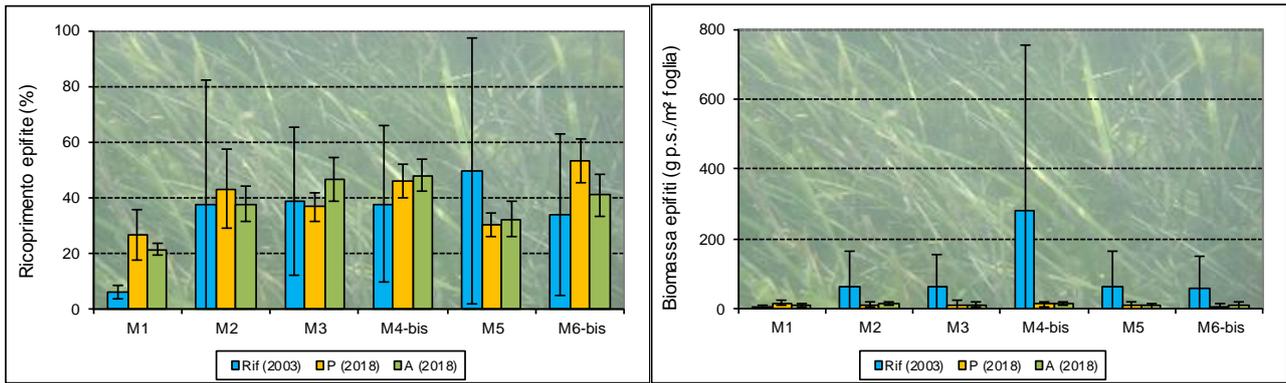


Figura 3.10. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (ricoprimento % e biomassa g.p.s.) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

L'indice di Diversità di Shannon per la stazione M1 a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=2,11) e per quelle a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati ID=1,90) è risultato in calo rispetto allo Studio B.6.78/I (dati normalizzati ID=2,31 per *Zostera* e ID=2,32 per *Cymodocea*), ma il test non parametrico (Mann-Whitney U test), eseguito tra il set di dati del presente studio e quello di riferimento, ha rilevato differenze statisticamente significative ( $P < 0,05$ ) solo tra gli indici di diversità delle stazioni a *Cymodocea nodosa*.

Nel 2003, le specie più importanti della comunità epifita nella prateria a *Zostera marina* (M1) erano le diatomee coloniali, l'alga bruna *Myrionema* spp. e, per quanto riguarda lo zoobenthos, l'antozoo *Actiniaria* sp. e i crostacei anfipodi tubicoli. Nel monitoraggio attuale, invece, le specie più rappresentative sono le diatomee coloniali (meno abbondanti rispetto al 2003), le alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* (tutte più abbondanti nel 2018) e, per lo zoobenthos, il briozoo *Tendra zostericola* (non rinvenuto nel 2003), i crostacei anfipodi tubicoli e l'antozoo *Anemonia viridis* (entrambi più abbondanti nel monitoraggio 2018).

Dal momento che il Mann-Whitney U test ha evidenziato una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità dei due monitoraggi ( $P < 0,05$ ) per quanto riguarda le stazioni a *Cymodocea nodosa*, ai dati di queste ultime è stata applicata l'analisi ANOSIM.

Quest'ultima ha evidenziato differenze statisticamente significative moderate ( $P < 0,001$ ) tra il presente studio e quello di riferimento B.6.78/I, tenuto conto dei valori di Global R (0,527 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,694 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,780 dati di presenza-assenza) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R. Parte di queste differenze sono riconducibili non solo a una riduzione complessiva del numero di taxa, ma anche a variazioni di abbondanza (complessivamente aumenta il ricoprimento percentuale delle macroalghe da 23,0% a 31,7% e cala quello dello zoobenthos, da 8,4% a 6,3%, e delle diatomee bentoniche, da 22,6% a 2,9%; si veda tabella 3.4).

Per le praterie a *Cymodocea nodosa*, nel 2003 le specie più importanti sono risultate le diatomee coloniali, le alghe rosse dei generi *Hydrolithon*, *Audouinella* e *Ceramium*, le alghe brune del genere *Myrionema* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli, il tunicato *Botryllus schlosseri*, l'idrozoo *Laomedea calceolifera* e l'antozoo *Actiniaria* sp., organismi che, nel complesso, spiegano gran parte della similarità esistente fra le comunità epifite delle lamine di *Cymodocea nodosa*. Nel monitoraggio 2018, invece, le specie più rappresentative sono le diatomee coloniali (meno abbondanti rispetto al 2003), le alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* e quella rossa *Chondria capillaris* e, per lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli e l'antozoo *Anemonia viridis* (tutti taxa maggiormente presenti nel 2018).

### 3.2.3 Le stazioni della bocca di porto di Chioggia

Nel corso delle due campagne di monitoraggio, le praterie a *Cymodocea nodosa*, dove sono localizzate 5 stazioni (C2-bis, C3-bis, C4, C5 e C6) hanno presentato **coperture** prossime al 100% e quella a *Zostera marina* (C1-bis), coperture pari a 80-90%; questi valori sono in linea con quanto registrato nello studio di riferimento del 2003e nei precedenti monitoraggi (tabella 3.3). Durante le fasi di campionamento la presenza di ciuffi della terza fanerogama, *Zostera noltei*, non è mai stata segnalata.

Nella stazione C1 che, dalla campagna autunnale B.6.72 B/5 (novembre 2009), è stata sostituita dalla C1-bis, in seguito ad un sensibile diradamento localizzato dei ciuffi fogliari, i sopralluoghi hanno confermato la presenza di una prateria a *Zostera marina* nuovamente in buono stato, con una copertura prossima al 90%. Durante i campionamenti, nelle vicinanze delle stazioni C1, C1-bis e C3-bis non sono mai state segnalate reti da pesca, spesso presenti in passato; il sito C5, invece, si trova molto vicino ai limiti di una concessione.

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

Tabella 3.3. Stazioni Chioggia C1-bis, C2-bis, C3-bis, C4, C5 e C6: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative allo Studio B.6.72 B/13 (anno 2018, due campagne stagionali).

	B.6.78	C1-bis	C1-bis	B.6.78	C2-bis	C2-bis
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	732-1107	2080	1132
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	344-546	530	450	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0-19	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	80-90	80-90	80-90	60-100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	30,3-57,5	38,9	34,5	17,7-77,0	45,4	34,8
Lunghezza ligula (cm)	7,7-11,2	7,8	7,7	6,8-13,8	8,9	7,5
N. foglie/ciuffo	3,9-4,8	3,2	3,9	1,2-3,6	3,8	1,9
LAI (Leaf Area Index)	1,4-5,8	1,9	1,3	0,4-6,2	7,6	1,6
% parte viva ciuffo	97,9-98,8	99,4	99,3	97,5-100	99,9	99,0
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	12-23	13	14	19-38	19	20
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	6,7-12,5	11,0	10,8	15,3-17,2	15,9	12,3
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,027-0,456	0,232	0,172	0,106-0,279	0,412	0,312
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	2,7-45,6	23,2	17,2	10,6-27,9	41,2	31,2
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	2,1-29,6	11,9	10,9	2,7-69,5	8,9	5,9

	B.6.78	C3-bis	C3-bis	B.6.78	C4	C4
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	1609-2155	1789	1950	1206-1519	1724	1401
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0-28	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	11,4-33,6	33,9	30,5	16,8-81,6	46,6	38,6
Lunghezza ligula (cm)	4,4-7,4	7,3	7,5	6,9-16,0	10,1	9,4
N. foglie/ciuffo	1,2-3,9	3,6	1,9	1,5-3,5	3,7	1,9
LAI (Leaf Area Index)	0,5-8,9	4,1	2,4	0,7-11,9	6,1	2,3
% parte viva ciuffo	92,0-99,0	99,9	99,1	97,3-99,9	99,9	99,2
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	12-28	15	17	16-39	16	18
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	7,8-14,5	11,9	12,0	13,0-20,4	13,0	13,4
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,111-0,304	0,255	0,234	0,134-0,314	0,234	0,232
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	11,1-30,4	25,5	23,4	13,4-31,4	23,4	23,2
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	0,7-91,5	11,0	12,6	2,7-197,8	7,4	17,4

	B.6.78	C5	C5	B.6.78	C6	C6
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	1085-1383	1717	1383	1045-1423	1587	1572
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	16,9-75,8	46,7	55,5	19,2-68,8	36,7	43,7
Lunghezza ligula (cm)	8,2-15,3	10,2	9,7	8,1-14,8	6,2	8,3
N. foglie/ciuffo	1,1-4,0	3,4	1,9	1,4-3,3	3,5	1,7
LAI (Leaf Area Index)	0,6-15,1	5,5	3,3	0,3-9,1	4,0	2,8
% parte viva ciuffo	95,2-99,9	99,9	99,4	99,1-100	99,9	99,3
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	20-39	19	20	19-44	15	19
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	13,5-17,8	16,6	15,8	13,3-19,8	13,3	14,1
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,049-0,515	0,524	0,407	0,136-0,498	0,570	0,411
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	4,9-51,5	52,4	40,7	13,6-49,8	57,0	41,1
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	3,2-183,9	18,5	10,8	5,4-225,6	17,7	15,9

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

La **densità media dei ciuffi fogliari** di *Cymodocea nodosa* è talvolta risultata superiore agli intervalli di riferimento (in primavera in C2-bis, C4, C5 e C6 e C4 e in autunno in C2-bis e C6); per *Zostera marina* nel sito C1-bis, la densità è rientrata sempre nei limiti attesi del 2003 (tabella 3.3 e figura 3.11).

Per *Cymodocea nodosa* la **lunghezza media dei ciuffi fogliari** e quella della **ligula** hanno presentato valori talvolta superiori ai range di riferimento (in C3-bis in primavera per la lunghezza fogliare e in autunno per la ligula) o inferiori ad essi (per la ligula in primavera in C6); per *Zostera marina*, entrambi i parametri, sono risultati in linea con i valori attesi (tabella 3.3 e figura 3.11).

Il **numero medio di foglie** per ciuffo e l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o LAI) per le praterie a *Cymodocea nodosa* hanno presentato valori rientranti negli intervalli di riferimento o superiori ad essi (per il numero di foglie in C2-bis, C4 e C6 in primavera); per la prateria a *Zostera marina* in M1 entrambi i parametri sono risultati inferiori ai valori attesi in primavera (tabella 3.3 e figura 3.12).

In merito allo stato generale delle praterie, anche a Chioggia per la parte ipogea delle piante non sono mai stati rilevati fenomeni anossici o un'eccessiva presenza di rizomi morti; per la parte epigea, invece, la porzione viva della foglia (verde) è risultata sempre nettamente prevalente (>99%) rispetto a quella morta (scura) (tabella 3.3).

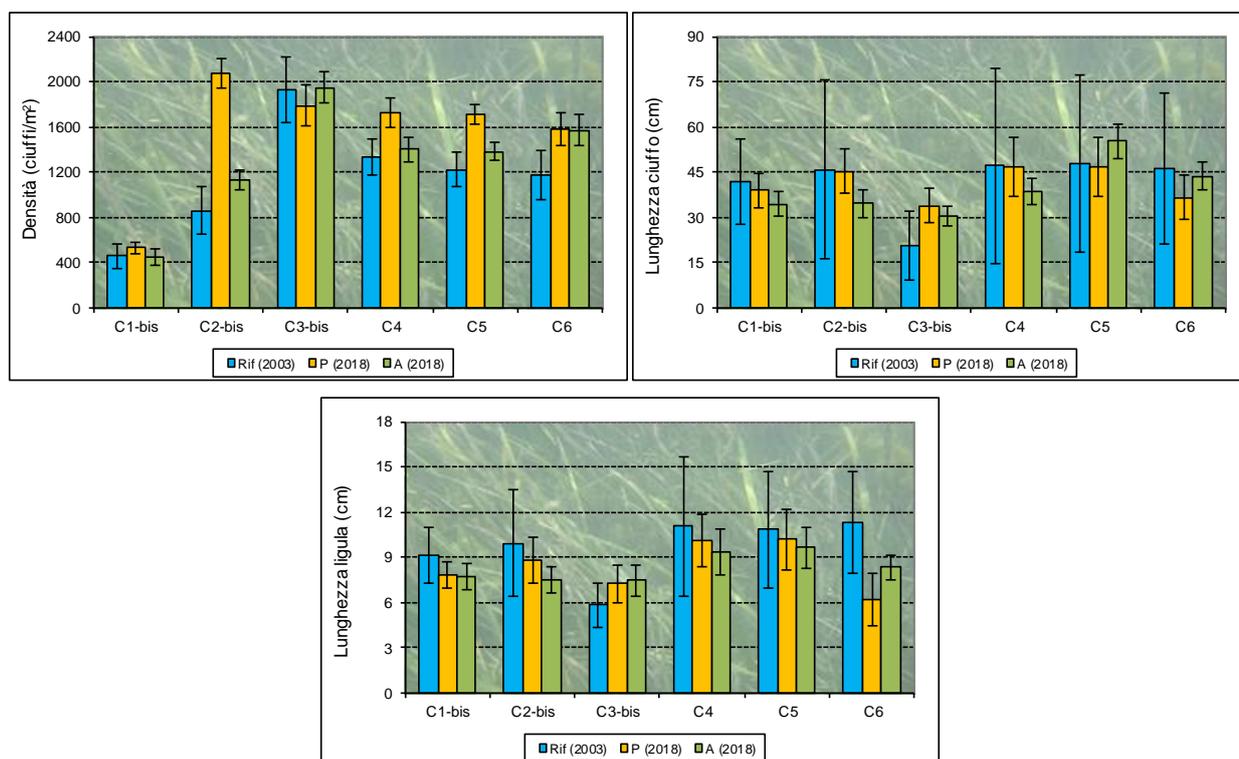


Figura 3.11. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (densità ciuffi/m<sup>2</sup>, lunghezza del ciuffo e della ligula in cm) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

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

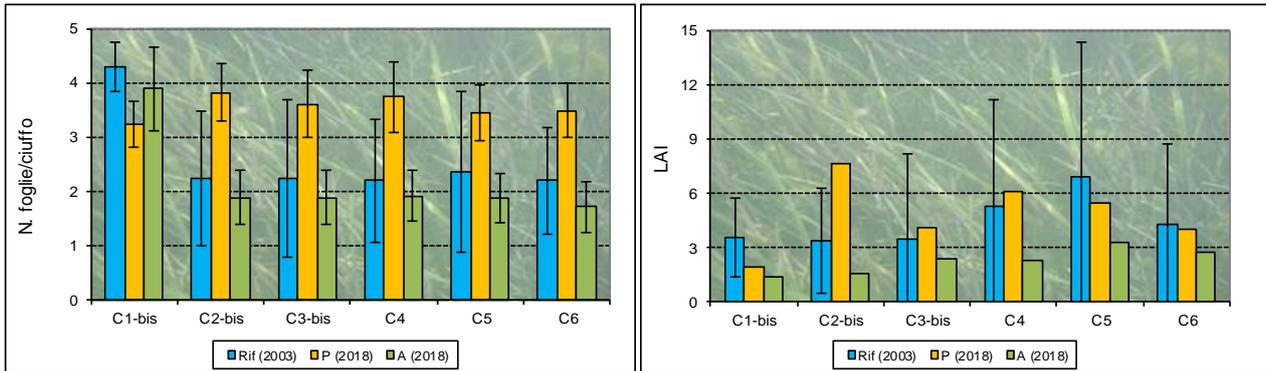


Figura 3.12. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero foglie/ciuffo e LAI) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

L'elenco floristico-faunistico complessivo degli epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa* è composto di 24 taxa di cui 17 macroalghe e 7 zoobentonti; questi valori sono in calo rispetto a quelli dello studio di riferimento, dove sono stati determinati 53 taxa, ripartiti in 40 macroalghe e 13 zoobentonti. Anche per *Zostera marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi, costituito da 13 taxa di cui 9 macroalghe e 4 zoobentonti, ha subito un decremento rispetto a quello rilevato nel 2003, quando erano presenti 19 taxa ripartiti in 15 macroalghe e 4 zoobentonti (figure 3.13-a e 3.13-b).

Come rilevato per le stazioni di Lido e Malamocco, il numero totale di taxa di fitobenthos e zoobenthos delle stazioni a *Cymodocea* sembra essersi stabilizzato negli ultimi monitoraggi; a Chioggia, invece, soprattutto a partire dal 2009, la stazione a *Zostera marina* (C1-bis) ha presentato variazioni minime nel numero di taxa ma, dal 2015, fa nuovamente registrare variazioni più marcate del parametro (figure 3.13-a e 3.13-b). In analogia con quanto rilevato anche per la stazione M1-bis a Malamocco (figure 3.13-a), è ragionevole ritenere che le oscillazioni nel numero di taxa totale per *Zostera marina*, siano da ricondurre, per ultimi anni, alle elevate temperature estive (che agiscono sulla componente fogliare delle fanerogame) e a bloom algali (soprattutto a Malamocco) localizzati e di breve durata.

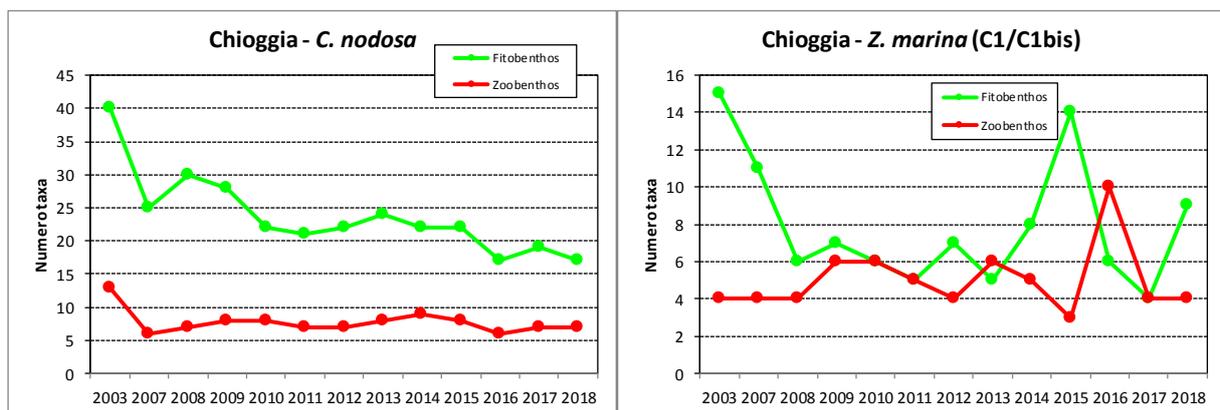


Figura 3.13-a. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni della bocca di porto di Chioggia a *Cymodocea nodosa* e per quella a *Zostera marina*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2018).

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

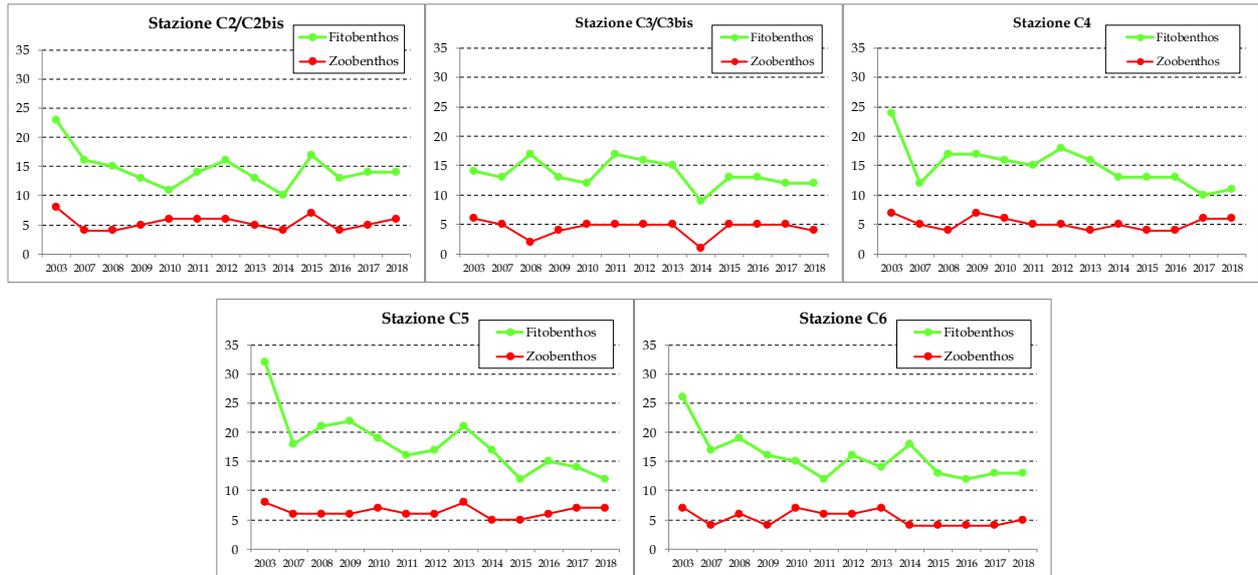


Figura 3.13-b. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni a *Cymodocea nodosa* della bocca di porto di Chioggia, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2018).

Il **numero totale di specie** e quello **medio** per *Cymodocea* sono risultati talvolta inferiori ai range di riferimento del 2003 (in primavera in C5 e C6 e in autunno in C2-bis); per *Zostera marina*, invece, i valori dei due parametri sono rientrati negli intervalli attesi (tabella 3.3 e figura 3.14).

Il **ricoprimento percentuale** degli epifiti fogliari per *Cymodocea* e *Zostera* è ricaduto negli intervalli di riferimento o è risultato talvolta superiore ad essi (in primavera in C2-bis, C5 e C6); per la **biomassa** degli epifiti, invece, i valori sono sempre ricaduti nei limiti guida (tabella 3.3 e figura 3.15).

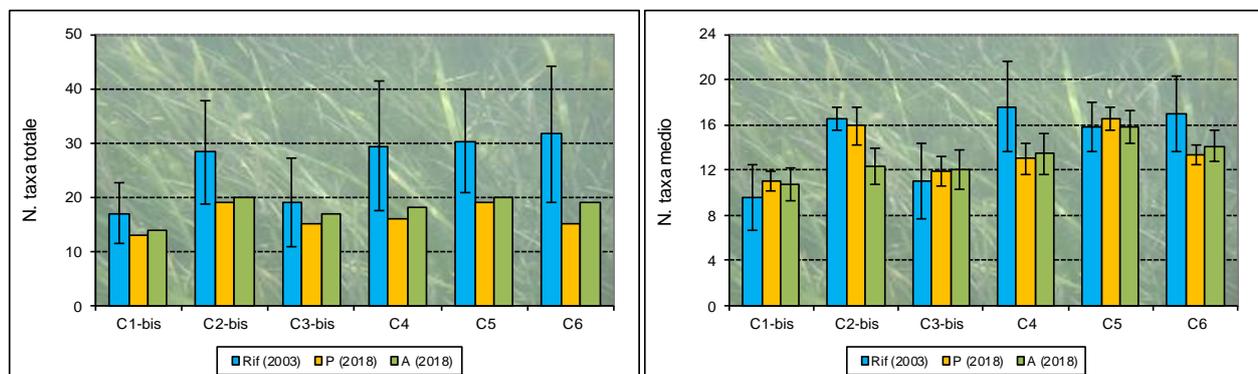


Figura 3.14. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero di taxa totale e medio) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

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

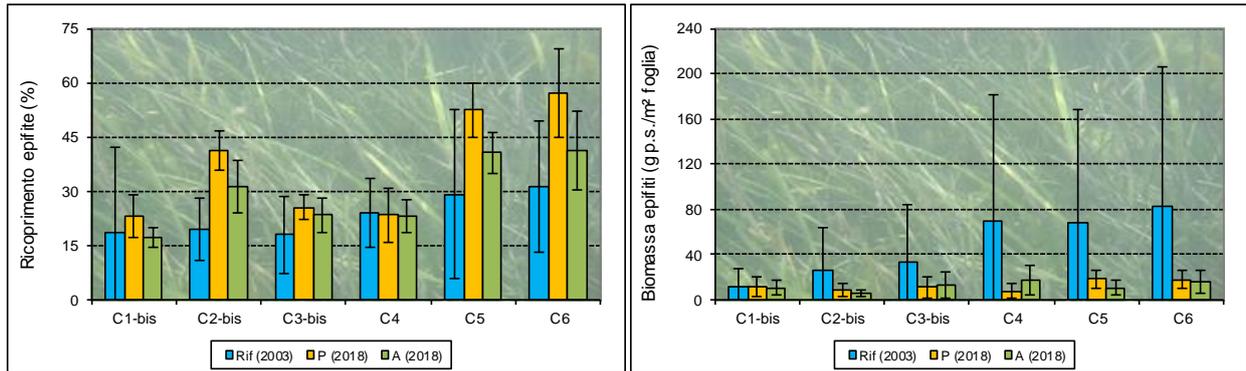


Figura 3.15. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (ricoprimento % e biomassa g p.s.) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e dell'autunno (A) (2018).

L'indice di Diversità di Shannon nella stazione a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=1,96) è in aumento rispetto a quello calcolato per lo studio di riferimento B.6.78/I (dati normalizzati ID=1,88) mentre per i siti a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati 2018 ID=2,01) è risultato in calo (dati normalizzati di riferimento ID= 2,47). Il test non parametrico (Mann-Whitney U test), eseguito tra i dati del presente studio e quelli dello studio del 2003, come per le stazioni di Malamocco, ha rilevato una differenza statisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) solo tra gli indici di diversità per le stazioni a *Cymodocea*.

Per la prateria a *Zostera marina* della ex stazione C1, nel 2003 le specie più importanti sono risultate le diatomee coloniali e le alghe brune del genere *Myrionema* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, l'antozoo *Actinaria* sp. e i crostacei anfipodi tubicoli. Nel monitoraggio 2018, per la stazione C1-bis (che ha sostituito la C1), i taxa più significativi sono le diatomee coloniali e le alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* (percentualmente più presenti nel 2018) e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli, l'antozoo *Anemonia viridis* (taxa più abbondanti nel 2018) e il briozoo *Tendra zostericola* (non presente nel 2003).

Dal momento che il Mann-Whitney U test ha evidenziato una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità dei due monitoraggi ( $P < 0,05$ ) per quanto riguarda le stazioni a *Cymodocea nodosa*, ai dati di queste ultime è stata applicata l'analisi ANOSIM.

Le differenze statisticamente significative ( $p < 0,001$ ) che si registrano tra il presente studio e quello di riferimento (B.6.78/I) sono da considerarsi nel complesso moderate sulla base del valore del Global R (0,375 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,514 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,644 dati di presenza-assenza) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R. Anche a Chioggia, come per Lido e Malamocco, parte di queste differenze sono riconducibili oltre che a una riduzione complessiva del numero di taxa, anche a variazioni di abbondanza (complessivamente aumenta il ricoprimento percentuale delle macroalghe da 23,3% a 26,2% e cala quello dello zoobenthos, da 9,1% a 5,7%, e delle diatomee bentoniche, da 10,5% a 3,1%; si veda tabella 3.4).

Nello studio di riferimento del 2003 le specie più importanti sono risultate le diatomee coloniali, le alghe rosse dei generi *Hydrolithon*, *Pneophyllum* e *Ceramium*, le alghe brune del genere *Myrionema* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli, l'antozoo *Actinaria* sp. e il tunicato coloniale *Botryllus schlosseri*. Questi organismi sono quelli che portano un elevato contributo alla percentuale di similarità esistente tra le comunità di epifiti delle cinque stazioni a *Cymodocea nodosa*. Nel monitoraggio attuale (2018) i taxa più significativi sono le diatomee coloniali (meno abbondanti rispetto al 2003), le alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* e

quella rossa *Chondria capillaris*, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli e l'antozoo *Anemonia viridis* (tutti con abbondanze più elevate rispetto al 2003).

#### 3.2.4 Analisi della frequenza di rinvenimento degli epifiti

In linea con quanto registrato nei precedenti anni di monitoraggio, anche nel 2018 le differenze con lo studio del 2003 sembrano riconducibili principalmente alla diversa abbondanza di alcuni taxa e, secondariamente, alla loro presenza o assenza. Questo fattore va comunque considerato poiché, tra il monitoraggio *ante operam* e i successivi, in ciascuna bocca di porto è stata comunque registrata la scomparsa e/o la comparsa di alcuni organismi. Le differenze rispetto al 2003 sono state analizzate utilizzando la metodica del Matrix Plot di PAST (Hammer *et al.*, 2001), applicata ai valori di frequenza degli organismi epifiti (figure 3.16-3.18). Tale analisi, in ciascuna bocca di porto, ha permesso di ottenere un quadro complessivo e sequenziale negli anni delle variazioni dei taxa, in termini di presenza/assenza e frequenza di rinvenimento.

I Matrix Plot di ogni bocca di porto (figure 3.16-3.18), pur presentando differenze a livello di lista e numero di taxa, si caratterizzano per la medesima rappresentazione complessiva che organizza ciascuna bocca in tre blocchi più o meno distinti:

- uno centrale nel plot, costituito da taxa che, pur variando di frequenza, sono più o meno sempre presenti in tutti i monitoraggi;
- uno nella parte più alta del plot, di cui fanno parte taxa che, rispetto alla fase *ante operam*, scompaiono già dal primo monitoraggio di controllo (B.6.72 B/1 per Lido e B.6.72 B/2 per Malamocco e Chioggia) o progressivamente in quelli successivi;
- uno nella parte più bassa del plot, composto da taxa assenti nel monitoraggio *ante operam* e che progressivamente sono divenuti parte integrante della comunità degli epifiti.

Le dinamiche dell'epifitismo che si osservano nei Matrix Plot confermano come le variazioni verificatesi tra lo studio del 2003 e quello del 2018 (B.6.78 B/13), seppur moderate, sembrano essersi in parte attenuate, tanto da rendere più o meno costante il numero degli epifiti negli ultimi anni di monitoraggio.

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

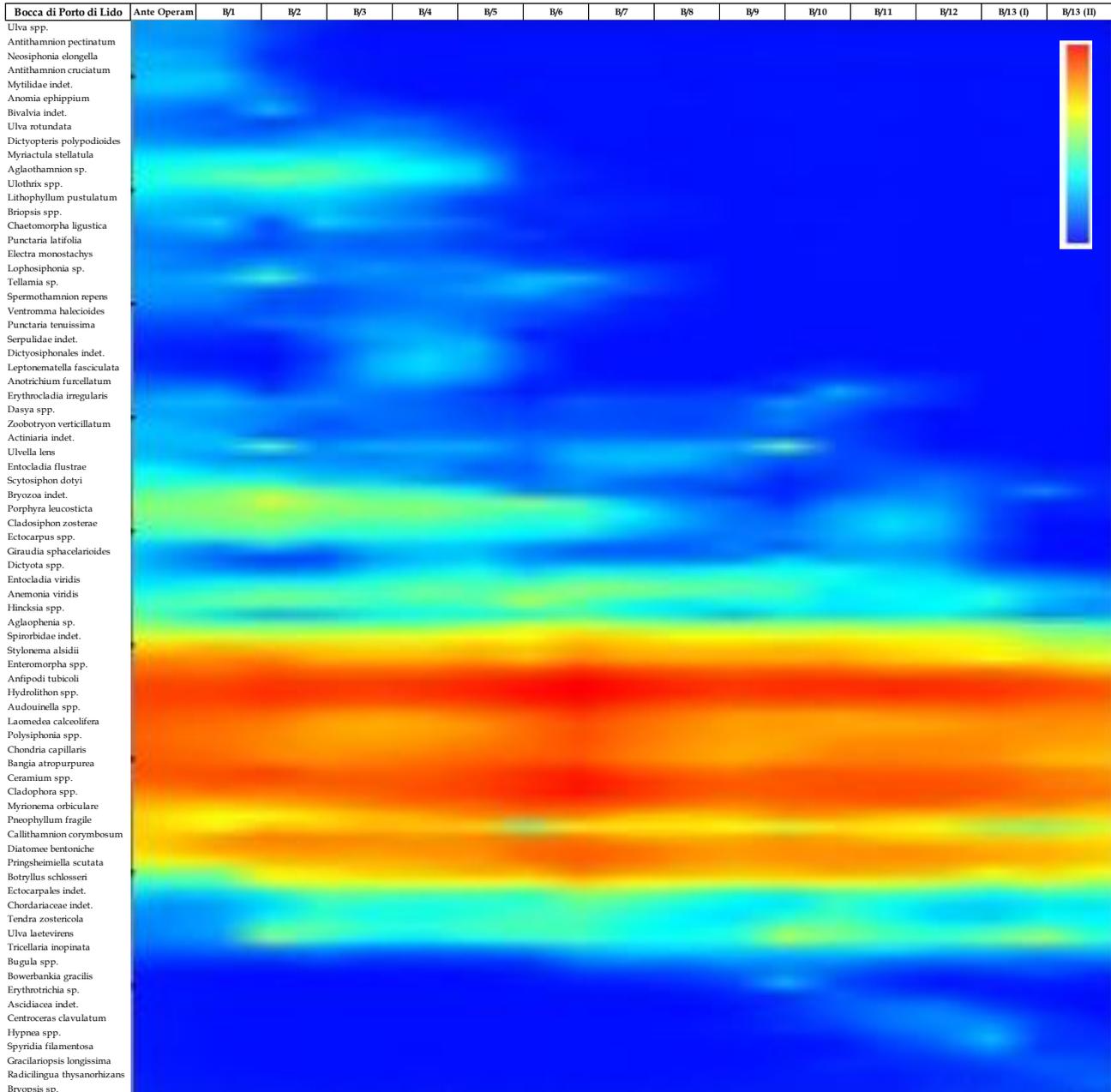


Figura 3.16. Bocca di porto di Lido: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per i 13 anni di monitoraggio (*ante operam* = Studio B.6.78/I; B/1-B/13 = Studi B.6.72 B/1-B/13, 2005-2018). Valori (log+1) trasformati (rosso = massima frequenza; blu = assenza di rilevamenti).

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

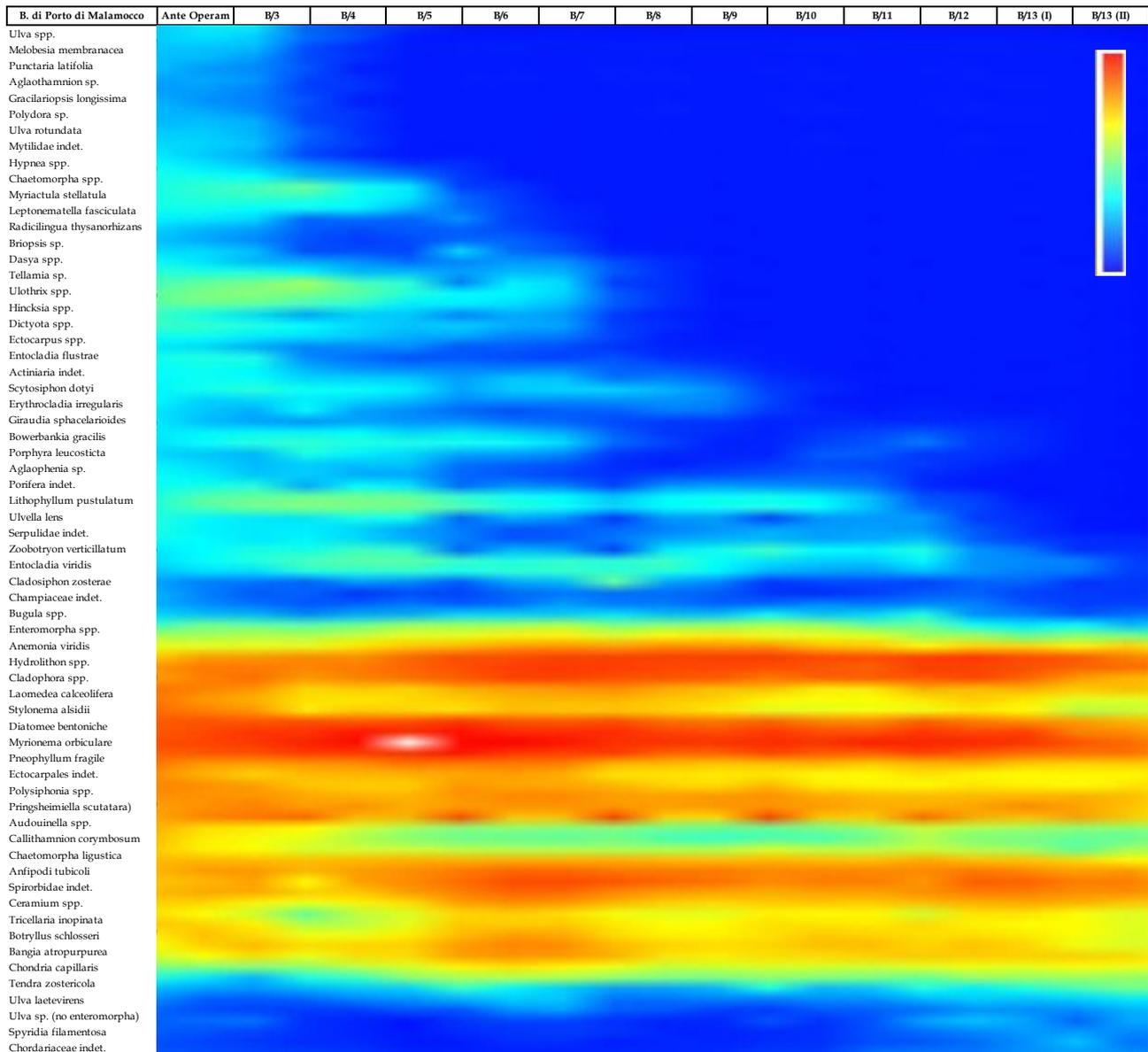


Figura 3.17. Bocca di porto di Malamocco: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per gli 11 anni di monitoraggio (*ante operam* = Studio B.6.78/I; B/1-B/13 = Studi B.6.72 B/1-B/13, 2005-2018). Valori (log+1) trasformati (rosso = massima frequenza; blu = assenza di rilevamenti).

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

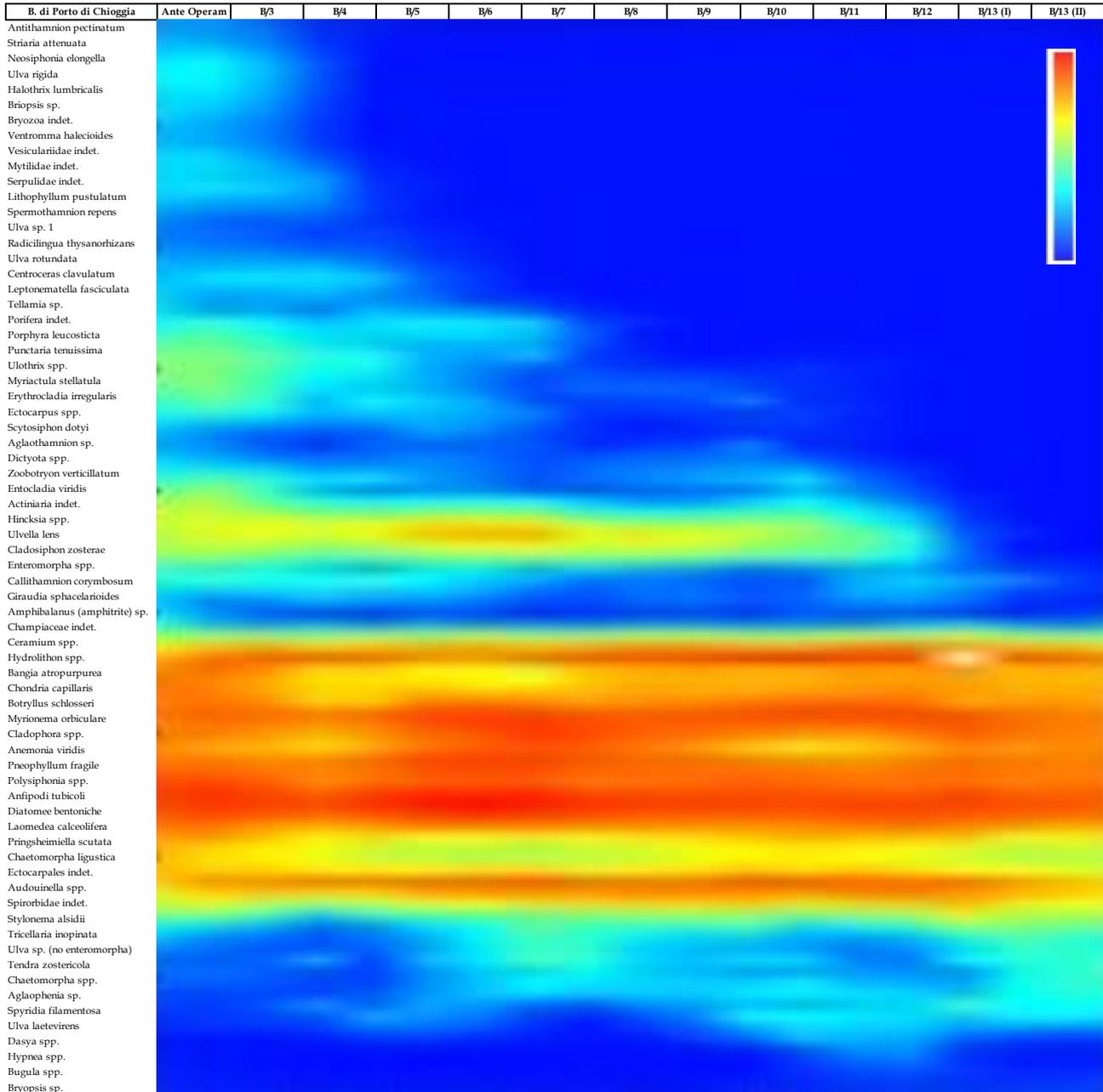


Figura 3.18. Bocca di porto di Chioggia: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per gli 11 anni di monitoraggio (*ante operam* = Studio B.6.78/I; B/1-B/13 = Studi B.6.72 B/1-B/13, 2005-2018). Valori (log+1) trasformati (rosso = massima frequenza; blu = assenza di rilevamenti).

È stata valutata anche la possibilità che la riduzione del numero degli epifiti fosse correlata alla maggiore o minore vicinanza alle opere in realizzazione. I grafici in figura 3.19 suggeriscono, però, come non si debba tenere in considerazione tale ipotesi visto che la riduzione di questo parametro interessa sia le stazioni prossime alle opere (ad esempio L3, M4 e C5; linea nera nel grafico), sia quelle più lontane (ad esempio L6, M6/M6-bis e C3/C3-bis; linea rossa nel grafico).

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

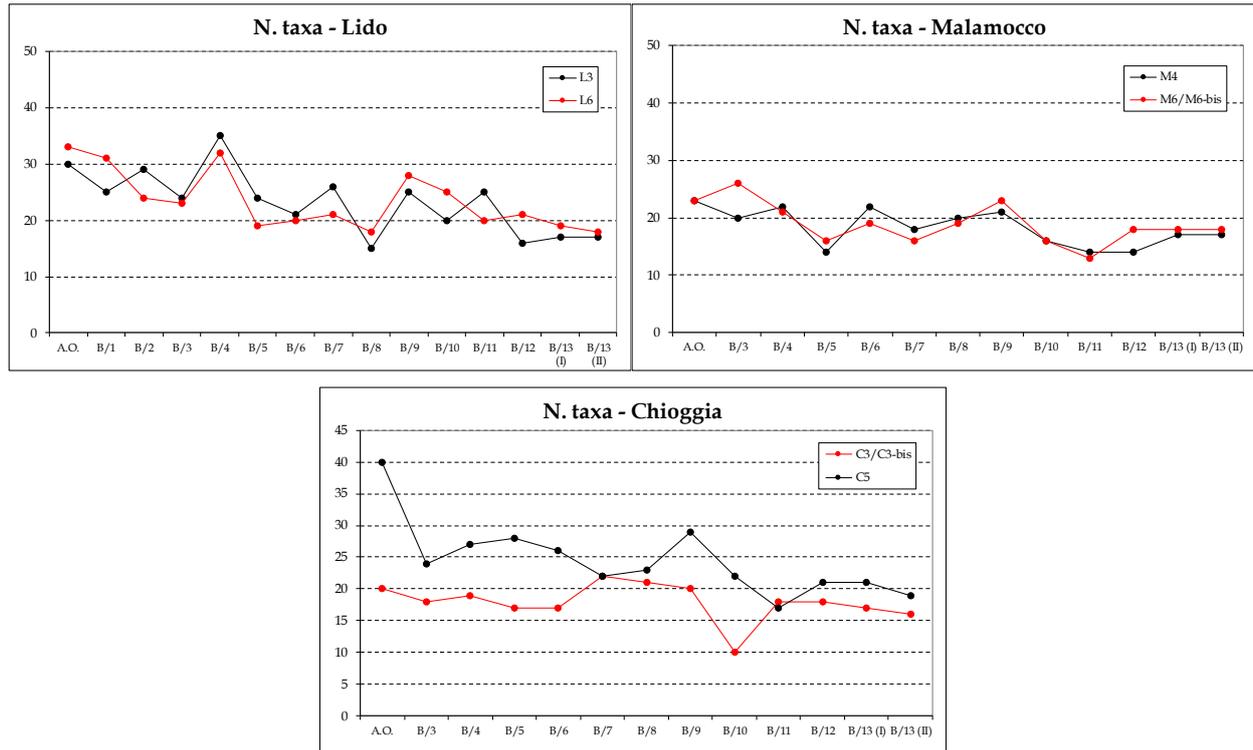


Figura 3.19. Numero totale annuale di taxa (algali ed animali) per bocca di porto rilevato in stazioni vicine alle opere (L3, M4/M4-bis e C5) e lontane dalle opere (L6, M6/M6-bis e C3/C3-bis) durante il monitoraggio *ante operam* (A.O.) B.6.78/I e quelli B.6.72B/1-B/13 (B-1/B-13).

### 3.2.5 Analisi generale delle variazioni osservate nell'epifitismo delle fanerogame marine

Nel corso degli ultimi monitoraggi, il confronto tra le comunità di epifite rilevate nelle praterie a fanerogame marine e quelle dello studio *ante operam* (2003) ha evidenziato come, per il numero di taxa (totale e per stazione) e le abbondanze (ricoprimento e biomassa), le differenze fossero limitate nelle praterie della bocca di Lido e Malamocco e più evidenti in quelle di Chioggia. Il monitoraggio più recente (2018) ha messo in evidenza come queste differenze si siano attenuate per tutte e tre le bocche di porto, presentando ora un numero molto più limitato di casi in cui i valori registrati sono risultati non in linea con quelli di riferimento del 2003.

Queste differenze, che in taluni casi sono risultate statisticamente significative, sono state analizzate per comprendere se e quanto esse possano essere attribuite, anche solo in parte, a fattori quali, ad esempio, quelli meteo-climatici.

**Torbidità dell'acqua:** come riportato in letteratura, un eventuale aumento di questo parametro dovrebbe influenzare negativamente la disponibilità della radiazione luminosa e quindi la capacità fotosintetica e lo sviluppo non solo della componente algale dell'epifitismo, ma in parte anche dell'apparato fogliare delle fanerogame (Borum *et al.*, 2004; Larkum *et al.*, 2006; Ahmad-Kamil *et al.*, 2013). Vista la sospensione, da aprile 2015, della linea di monitoraggio relativamente all'acquisizione dei dati di torbidità (tramite sonde fisse posizionate alle bocche di porto), poiché sono oramai terminate le lavorazioni che potevano alterarne negativamente i valori, per lo studio attuale non sono disponibili informazioni circa l'andamento del parametro.

**Sedimentazione:** durante i tre controlli alle bocche di porto nelle stazioni di controllo e i rilievi relativi alla mappatura non sono stati rinvenuti ciuffi con deposizione anomala di particellato sulle lamine o riscontrate situazioni in cui erano presenti ciuffi fogliari con uno sviluppo limitato o incrementi dei fenomeni di necrosi (tabelle 3.1, 3.2 e 3.3).

**Idrodinamismo:** questo fattore è segnalato in letteratura come una delle possibili cause di cambiamenti a carico della componente epifita, soprattutto per l'abbondanza. L'accentuato movimento delle lamine fogliari, dovuto ad incrementi dei flussi idrodinamici, sarebbe infatti il fattore fisico di disturbo in grado di determinare, tramite la forza abrasiva, la perdita di specie dalla superficie fogliare, di favorire la rottura di talli e di ostacolare l'attecchimento degli organismi (Lavery *et al.*, 2007; Granha *et al.*, 2007). I risultati dell'elaborazione del modello correntometrico e sedimentologico per la bocca di porto di Lido (previsto nei due monitoraggi 2011 e 2012, Studi B.6.72 B/7 e B/8), per quella di Malamocco (previsto nei due monitoraggi 2012 e 2013, Studi B.6.72 B/8 e B/9) e per quella di Chioggia (previsto nel monitoraggio 2013, Studio B.6.72 B/9) hanno escluso, però, che le praterie possano risentire di incrementi della velocità, dovuti alle modifiche morfologiche apportate dalle opere alle bocche, tali da comprometterne la stabilità e/o influenzare la struttura delle comunità di epifite presenti (MAG. ACQUE - CORILA, 2012b; 2013b; PROV. OO. PP. - CORILA, 2014b).

**Acidificazione delle acque marine:** in letteratura con il termine acidificazione marina si indica il processo che determina una diminuzione dei valori di pH (marino) in seguito alla dissoluzione di anidride carbonica, di origine antropica, dall'atmosfera<sup>6</sup> che, nel complesso, porta al graduale scioglimento dei gusci calcarei degli organismi marini (vegetali e animali), costituiti da carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>). Indagini recenti, condotte in aree dove i valori di pH sono per loro natura più bassi<sup>7</sup>, individuano in questo decremento una possibile causa delle modifiche a carico della componente epifita; in particolare, un calo, anche moderato, dei valori medi del pH, porterebbe ad un indebolimento della componente delle alghe calcaree che finirebbero con il ridursi in numero e soprattutto in abbondanza (Donnarumma *et al.*, 2014; Kroeker *et al.*, 2013; Martin *et al.*, 2008, 2013; Martin e Gattuso, 2009; Semesi *et al.*, 2009; Porzio *et al.*, 2011; Ragazzola *et al.*, 2012). In seguito all'acidificazione delle acque sono stati segnalati, però, anche contemporanei cali dell'abbondanza della componente delle alghe *erect* e soprattutto delle *turf* (alghe di lunghezza rispettivamente superiore o inferiore a 10 mm) (Porzio *et al.*, 2011, 2013).

Recenti studi (Arnold *et al.*, 2012) hanno dimostrato, inoltre, come aumenti della concentrazione di CO<sub>2</sub>, associati a cali nei valori di pH, possono portare ad una perdita di sostanze protettive (principalmente fenoli) dalle lamine fogliari delle fanerogame, favorendo un aumento del *grazing* da parte di molti organismi (es. isopodi, ricci di mare, pesci, ecc.).

Modificazioni significative del pH sono state documentate per le acque marine superficiali anche per il Nord Adriatico, dove è stato messo in evidenza un calo nei valori di pH pari a -0,063 unità, verificatosi tra il 1983 e il 2008 (Luchetta *et al.*, 2010).

Per la laguna di Venezia, i dati circa possibili modifiche dei valori di pH sono ancora scarsi, ma un lavoro recente (Facca *et al.*, 2011), rileva una diminuzione di 0,4 unità dei valori medi del parametro registrato in pochi anni (tra il 1998 e il 2003) nel bacino centrale. Gli autori ritengono che questo calo sia imputabile principalmente a decrementi della produzione primaria (e del consumo di CO<sub>2</sub>) in seguito alla riduzione delle macrofite lagunari, più che al processo di acidificazione globale, ma invitano a non sottovalutarlo in vista di possibili ripercussioni sulle comunità presenti (vegetali e animali).

Le opinioni riguardo le possibili ripercussioni del fenomeno sulla struttura e composizione delle comunità algali non trovano, però, un riscontro unanime in letteratura, anche alla luce dei più

---

<sup>6</sup> Con formazione di acido carbonico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>); questo tende a dissociarsi perdendo ioni H<sup>+</sup> e formando ioni bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e ioni carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>). Gli ioni H<sup>+</sup> reagiscono con alcuni ioni carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), prodotti dalla dissociazione di molecole di carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>), formando altri ioni bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Questi ultimi non sono più disponibili affinché si realizzino i processi di calcificazione.

<sup>7</sup> A causa di emissioni dal fondale di anidride carbonica di origine vulcanica nelle acque marine.

recenti lavori (Noisette *et al.*, 2013) che indicano come alterazioni nei valori di pH inducano risposte specie-specifiche non uniformi a seconda dei taxa algali considerati.

**Variazioni del carico trofico lagunare e in generale dell'alto Adriatico:** tale parametro, pur essendo complesso da valutare anche perché varia in relazione ai diversi distretti lagunari (nord, sud e centro, gronda lagunare o settore prossimo ai lidi) e perché richiede anche una precisa analisi delle serie storiche è comunque un parametro che merita di essere considerato. Vi sono infatti indicazioni sia a livello lagunare (Facca *et al.*, 2011) sia per il nord Adriatico (Giani *et al.*, 2012). Studi lagunari segnalano una riduzione del carico trofico (ammonio, fosforo e nitrati) tra il 1998 e il 2014 (Sfriso e Buosi, 2018); lo studio relativo al nord Adriatico, invece, segnala una riduzione dell'eutrofizzazione a partire dalla metà degli anni 80, riconducibile ad un minor impatto antropico (diminuzione dei carichi di fosforo) e alle modifiche climatiche. Questo fattore ha portato alla conseguente diminuzione delle precipitazioni atmosferiche e quindi del deflusso finale verso il mare. Quanto evidenziato potrebbe aver avuto delle ricadute soprattutto sulla componente macroalgale, quali produttori primari, che più di altri organismi risentono delle variazioni dei nutrienti.

Nello specifico delle fanerogame marine, un lavoro incentrato sull'epifitismo di *Posidonia* (Martínez-Crego *et al.*, 2010) indica come le praterie superficiali, rispetto a quelle localizzate a maggiori profondità (15 m rispetto a 5 m), rispondano meno chiaramente ai gradienti ambientali, poiché fortemente influenzate dal *grazing* e dai fattori biotici. Considerando come le praterie oggetto del monitoraggio si posizionano ad una profondità di circa 1 m, è ragionevole considerare che gli effetti del *grazing* e dei fattori biotici possano essere ancor più accentuati, andando a mascherare o alterare le relazioni di causa-effetto con possibili fattori abiotici.

La suddivisione degli epifiti fogliari in macroalghe, zoobenthos e diatomee bentoniche (tabella 3.4) evidenzia come, per il numero di taxa (totale e medio), le variazioni rispetto allo studio *ante operam* comportino un generale decremento. Per il ricoprimento medio, invece, si registra un aumento generale per le macroalghe e, per lo zoobenthos, un incremento a Lido e un calo a Malamocco e a Chioggia mentre, per le diatomee bentoniche, si rileva un generale calo.

Come già ricordato nei precedenti Rapporti Finali, le maggiori temperature rilevate nel 2002 e nel 2003 (associate ad una minore frequenza di eventi meteo-marini che hanno ridotto i dinamismi delle acque) potrebbero aver favorito un sovra-sviluppo delle microalghe, soprattutto nei mesi autunnali e invernali; un evento simile si era verificato nel 2002 a carico delle Ectocarpales (alghe brune), nelle praterie a fanerogame soprattutto di Malamocco, e tale circostanza non si è più verificata, con simile intensità, negli anni successivi.

Va inoltre sottolineato come, negli ultimi anni, la riduzione della frequenza e dell'estensione dei bloom macroalgali (riconducibili soprattutto al genere *Ulva*) possa aver favorito un aumento del *grazing* a carico delle epifite delle fanerogame. In letteratura, infatti, si riporta come microinvertebrati erbivori possano vivere tra queste macroalghe, nutrendosi direttamente dei talli o delle epifite presenti su di essi (diatomee in particolare) (Balducci *et al.*, 2001; Kamermans *et al.*, 2002; Guidone *et al.*, 2012). Una diminuzione della biomassa algale a disposizione e derivante da queste proliferazioni, potrebbe quindi aver favorito, almeno in parte, un aumento del "pascolamento" di questi organismi sulle lamine fogliari delle fanerogame ed un conseguente calo delle epifite. Questo decremento presenterebbe comunque anche aspetti positivi, come evidenziato in un recente studio (Whalem *et al.*, 2013), favorendo il regolare svolgimento del processo fotosintetico (ostacolato, invece, nel caso di un marcato epifitismo) e mantenendo in buono stato le praterie.

Si deve evidenziare, infine, come, alla riduzione del numero di taxa rilevato in ogni bocca di porto (si veda tabella 3.4) contribuiscano soprattutto quelli in fitosociologia sono definiti "accidentali", la cui frequenza di rinvenimento è, per definizione, solitamente molto bassa e/o che si presentano

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

con ricoprimenti molto limitati (ad esempio l'alga rossa *Antithamnion cruciatum* o l'alga bruna *Asperococcus compressus*).

Tabella 3.4. Valori totali e/o medi per bocca di porto degli indicatori degli epifiti delle lamine fogliari delle fanerogame marine dello Studio *ante operam* e dello studio attuale.

Lido	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2018	2003	2018	2003	2018
N. taxa totale	42	19	10	7	---	---
N. taxa medio /st.	24,3	12,8	5,7	5,5	---	---
Ricopr. medio%/st.	18,5	26,4	4,7	5,5	16,2	2,6

Malamocco	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2018	2003	2018	2003	2018
N. taxa totale	28	16	10	7	---	---
N. taxa medio /st.	17,4	11,8	6,2	5,0	---	---
Ricopr. medio%/st.	23,0	31,7	8,4	6,3	22,6	2,9

Chioggia	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2018	2003	2018	2003	2018
N. taxa totale	39	17	13	7	---	---
N. taxa medio /st.	23,0	12,4	7,2	5,6	---	---
Ricopr. medio%/st.	23,3	26,2	11,1	5,7	10,5	3,1

## 4 CONSIDERAZIONI FINALI

L'analisi generale dei risultati delle due campagne di monitoraggio (primavera ed autunno 2018) dello Studio B.6.72 B/13 (secondo anno) (tabelle 3.1, 3.2 e 3.3) e della figura 4.1, che sintetizza schematicamente le tendenze dei principali indicatori per ogni bocca di porto, evidenzia come la maggior parte dei valori dei parametri inerenti lo stato delle praterie a fanerogame ricada all'interno degli intervalli dello Studio di riferimento B.6.78/I del 2003-2004<sup>8</sup> e come ci siano situazioni di attenzione-criticità quasi esclusivamente in relazione ai parametri dell'epifitismo dei ciuffi fogliari. I valori anomali di questo parametro sono ricorrenti dall'inizio del monitoraggio e la problematica è stata negli anni affrontata anche con specifici approfondimenti che hanno visto il contributo dell'Università di Padova (ICEA-UNIPD) (MAG. ACQUE - CORILA, 2012b; 2013b; PROV. OO. PP. - CORILA, 2014b) per esaminare aspetti relativi all'idrodinamica e alla torbidità quali possibili cause.

Il monitoraggio più recente (2018) ha messo in evidenza come queste differenze si siano attenuate per tutte e tre le bocche di porto, presentando ora un numero molto più limitato di casi in cui i valori registrati sono risultati non in linea con quelli di riferimento del 2003.

Escludendo l'aspetto legato all'epifitismo, le riduzioni osservate in alcuni parametri di controllo non hanno mai raggiunto livelli di criticità tali da incidere sulla capacità di resilienza (soglia limite stimata, ad esempio, in una riduzione superiore al 50% della densità o della copertura; Moore, 2004). Come nei precedenti monitoraggi si è programmato, comunque, un sistema di allerta da attivare prima che si raggiungesse questo livello di criticità, predisponendo una soglia di attenzione pari a una riduzione del 10-20% dei principali parametri.

In merito ai descrittori legati alla fenologia delle praterie come la **copertura**, le **dimensioni** dei ciuffi fogliari (**lunghezza media della lamina** e della **ligula**) e il **numero di foglie/ciuffo**, solo per alcune stazioni e limitatamente ad alcune stagioni (ad esclusione della stazione M1) sono stati rilevati valori inferiori ai range ma questi ultimi sono poi rientrati nei limiti attesi già a partire dalla campagna successiva o si erano già verificati in passato.

I parametri che descrivono lo stato del ciuffo nell'apparato epigeo (foglia) e in quello ipogeo (rizomi) e lo svolgimento dei processi riproduttivi, testimoniato dalla presenza di semi nel sedimento (*Cymodocea*), sono apparsi sempre nella norma in tutte le bocche di porto e in tutte le stazioni.

Per i parametri inerenti l'epifitismo delle lamine fogliari, per la biodiversità (**numero totale e medio di taxa**) talvolta sono stati rilevati valori medi al di sotto dei limiti degli intervalli del 2003 ma in un numero molto limitato di casi (3 su 12 a Chioggia) rispetto a quanto registrato in passato. Per l'abbondanza, invece, sono stati registrati valori inferiori ai range solo per la **biomassa media** a Lido (tabelle 3.1, 3.2 e 3.3).

Per le tre bocche di porto, l'analisi multivariata (ANOSIM) ha rilevato la presenza di differenze statisticamente significative tra le comunità di epifite del 2003 e quelle dello studio attuale. Queste differenze sono dovute ad un calo generale del numero di taxa tra il 2003 e il 2018 e a variazioni della loro abbondanza relativa; rispetto allo stato *ante operam* aumenta, infatti, il ricoprimento medio percentuale delle macroalghe e delle diatomee bentoniche mentre, per lo zoobenthos, se ne registra un incremento a Lido e un calo a Malamocco e Chioggia (tabella 3.4).

---

<sup>8</sup> Nel valutare se un parametro ricada o meno all'interno degli intervalli dello Studio di riferimento B.6.78/I del 2003-2004 si tiene conto sia del numero di stazioni nelle quali tale parametro risulta al di sotto dei range, sia di quanto i suoi valori siano effettivamente inferiori ai limiti attesi.

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

Le variazioni riscontrate nella composizione e nella struttura delle comunità delle epifite sono in parte spiegate oltre che dalla naturale variabilità delle dinamiche delle praterie e dalle attività di origine antropica (soprattutto a Lido e a Chioggia), anche dalle peculiari condizioni meteo climatiche che hanno caratterizzato il 2003, anno dello studio di riferimento e dalla progressiva riduzione delle concentrazioni di nutrienti sia nelle acque che nei sedimenti superficiali. In particolare, gli anni dal 2000 al 2004 sono risultati più caldi rispetto alla media del periodo 1962-1999 e, soprattutto, la temperatura media dell'aria degli anni 2002 e 2003 è risultata tra le più elevate dell'ultimo quarantennio (MAG.ACQUE, 2005b). Questo incremento della temperatura rispetto alle medie, inoltre, è risultato percentualmente maggiore nei mesi compresi tra novembre e febbraio, proprio il periodo in cui si è assistito, nello studio *ante operam*, ad un sensibile incremento delle abbondanze della componente algale delle diatomee bentoniche.

Come ultimo aspetto, va segnalato come la riduzione degli epifiti possa essere vista, almeno in parte, anche come un vantaggio per le praterie, dal momento che favorisce un maggiore efficienza nello svolgimento della fotosintesi. Non è da escludere, infine, che la causa della riduzione degli epifiti possa essere legata alla generale riduzione di trofia del sistema lagunare e delle acque del nord Adriatico (Facca *et al.*, 2011; Giani *et al.*, 2012; Curiel *et al.*, 2017; Sfriso e Buosi, 2018).

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

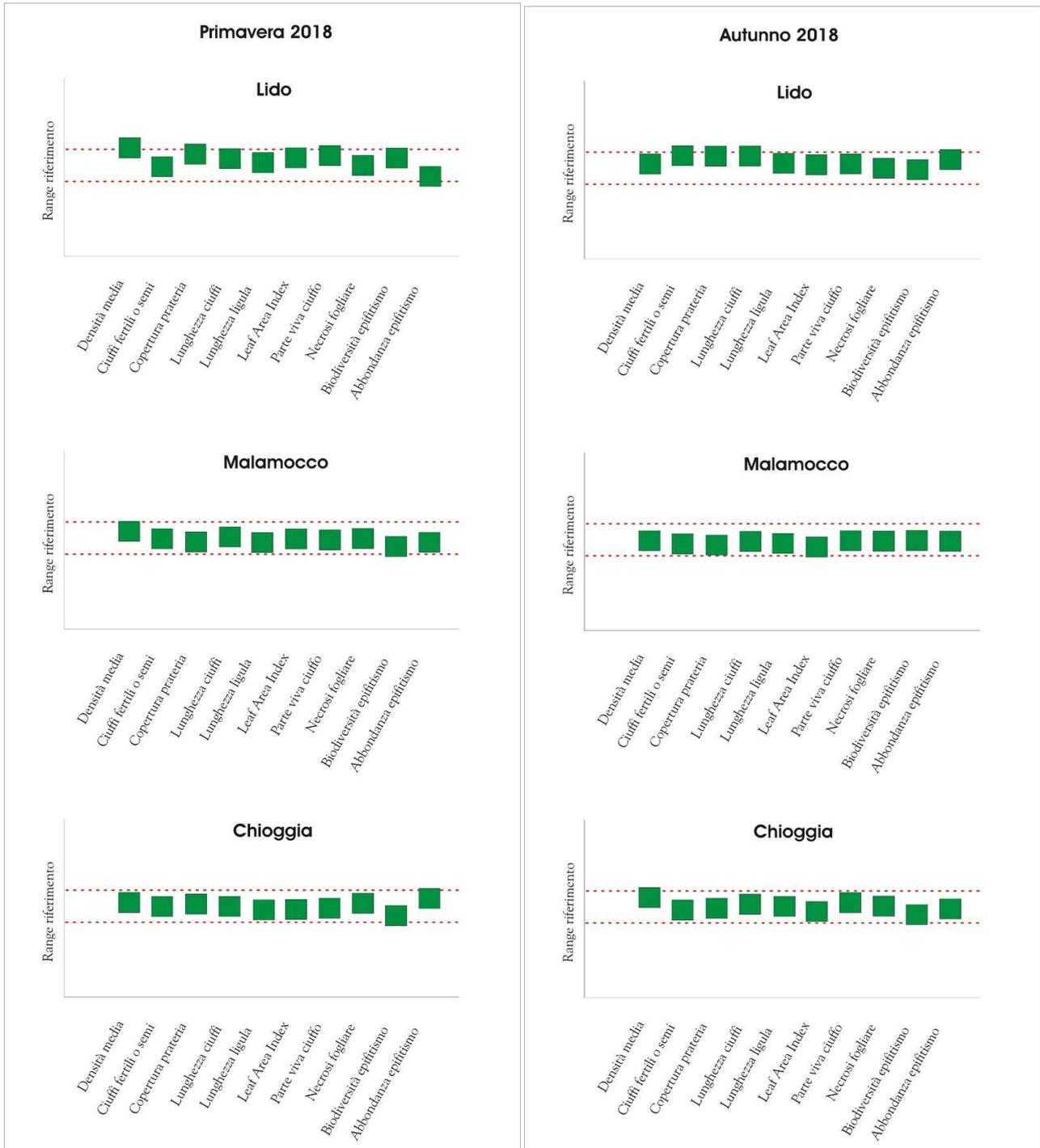


Figura 4.1. Grafici di sintesi dei valori degli indicatori rilevati in ogni singola bocca di porto rispetto allo stato di riferimento per le campagne primaverile ed autunnale 2018.

## 5 BIBLIOGRAFIA

- Ahmad-Kamil E.I., Ramli R., Jaaman S.A., Bali J., Al-Obaidi J.R., 2013. The Effects of Water Parameters on Monthly Seagrass Percentage Cover in Lawas, East Malaysia. *The Scientific World Journal* Volume 2013, Article ID 892746, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/892746>.
- Arnold T., Mealey C., Leahey H., Miller A.W., Hall-Spencer J-M., Milazzo M., Maers K., 2012. Ocean Acidification and the Loss of Phenolic Substances in Marine Plants. *PLoS ONE*, 7, 4, 140-141, doi:10.1371/journal.pone.0035107.
- Balducci C., Sfriso A., Pavoni B., 2001. Macrofauna impact on *Ulva rigida* C. Ag. Production and relationship with environmental variables in the Lagoon of Venice. *Mar. Environ. Res.*, 52: 27-49.
- Borum J., Duarte C.M., Krause-Jensen D., Greve T.M., 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. Publisher: The M&MS project. Settembre: 2004. <http://www.seagrasses.org>
- Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2003. I sistemi a fanerogame marine. In: *Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo*. *Biol. Mar. Mediterr.*, 10 (Suppl.): 145-198.
- 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.
- Clarke K.R., Warwick R.M., 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth.
- Curiel D., Marzocchi M., Solazzi A., Bellato A., 1996. Vegetazione algale epifita di fanerogame marine nella laguna di Venezia (Bacino di Malamocco). *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, 46: 27-38.
- Curiel D., Miotti C., Rismondo A., 2017. Le dinamiche distributive delle praterie a fanerogame marine delle bocche di porto. In *"Il controllo ambientale della costruzione del MOSE. 10 anni di monitoraggi tra mare e laguna di Venezia"*, P. Campostrini, C. Dabalà, P. Del Negro, L. Tosi (editors), CORILA. Stampa Nuova Jolly, Padova.
- Donnarumma L., Lombardi C., Cocito S., Gambi M.C., 2014. Settlement pattern of *Posidonia oceanica* epibionts along a gradient of ocean acidification: an approach with mimics. *Mediterranean Marine Science*, Doi: <http://dx.doi.org/10.12681/mms.677>.
- Facca C., Pellegrino N., Ceoldo S., Tibaldo M., Sfriso A., 2011. Trophic Conditions in the Waters of the Venice Lagoon (Northern Adriatic Sea, Italy). *The Open Oceanography Journal*. Vol. 5: 1-13.
- Fonseca M.S., Uhrin A.V., 2009. The Status of Eelgrass, *Zostera marina*, as Bay Scallop Habitat: Consequences for the Fishery in the Western Atlantic. *Marine Fisheries Review*, 71(3): 20-33.
- Giani M., Djakovac T., Degobbi D., Cozzi S., Solidoro C., Fonda Umani S., 2012. Recent changes in the marine ecosystems of the northern Adriatic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 115: 1-13.
- Granhag L.M., Larsson A.I., Jonsson P.R., 2007. Algal spore settlement and germling removal as a function of flow speed. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 344: 63-69.
- Guidone M., Thornber C.S., Vincent E., 2012. Snail grazing facilitates growth of two morphologically similar bloom-forming *Ulva* species through different mechanisms. *Journal of Ecology* 100(5): 1105-1112.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P. D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- Kamermans P., Malta E.J., Verschuure J.M., Schrijvers L., Lentz L.F., Lien A.T.A., 2002. Effect of

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

grazing by isopods and amphipods on growth of *Ulva* spp. (Chlorophyta). *Aquatic Ecology*, 36(3): 425-433.

Kroeker K.J., Gambi M.C., Micheli F., 2013. Community dynamics and ecosystem simplification in a high-CO<sub>2</sub> ocean. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1216464110](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1216464110)

Larkum A. W. D., Orth R. J., Duarte C. M., 2006. *Seagrasses: biology, ecology, and conservation*. Springer Ed. 691 pp.

Lavery P.S., Reid T., Hyndes G.A., van Elven B.R., 2007. Effect of leaf movement on epiphytic algal biomass of seagrass leaves. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 338: 97-106.

Lomstein B.A., Guldberg L.B., Amtoft Neubauer A.T., Hansen J., Donnelly A., Herbert R.A., Viaroli P., Giordani G., Azzoni R., de Wit R., Finster K., 2006. Benthic decomposition of *Ulva lactuca*: A controlled laboratory experiment. *Aquatic Botany*, 85(4): 271-281.

Luchetta A., Cantoni C., Catalano G., 2010. New observations of CO<sub>2</sub>-induced acidification in the northern Adriatic Sea over the last quarter century. *Chemistry and Ecology*, 26: 1-17.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC. 2002. Monitoraggio dell'Ecosistema Lagunare (MELa2) - 2° stralcio triennale. Linea A: "Rilievo delle fanerogame marine in laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe". Rapporto sullo stato delle conoscenze. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC, 2004. Monitoraggio dell'Ecosistema Lagunare (MELa2) - 2° stralcio triennale. Linea A: "Rilievo delle fanerogame marine in Laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe". Rapporto di 2° anno sui risultati della mappatura. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC. 2005a. 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 nell'area delle bocche di porto. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC - Consulente S. Ciavatta, 2005b. Attività di monitoraggio ambientale della laguna di Venezia. Esecutivo del 2° stralcio triennale (MELa2). Acquisizione ed ordinamento dei dati meteorologici di supporto. Terzo rapporto di aggiornamento dati meteorologici al 2004. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2006-2011. Studio B.6.72 B/1-B/6 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporti Finali. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2012a. Studio B.6.72 B/7 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

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

- Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2012b. Studio B.6.72 B/7 -Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2013a. Studio B.6.72 B/8 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2013b. Studio B.6.72 B/8 - Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Marsh J.A., Dennison W.C., Alberte R.S., 1986. Effects of temperature on photosynthesis and respiration in eelgrass (*Zostera marina* L.). J.Exp.Mar.Biol.Ecol., 101: 257-267.
- Martin S., Rodolfo-Metalpa R., Ransome E., Rowley S., Buia M.C., Gattuso J.P., Hall-Spencer J., 2008. Effects of naturally acidified seawater on seagrass calcareous epibionts. Biol. Lett. 2008 Dec 23;4(6):689-92.
- Martin S., Gattuso J.-P., 2009. Response of Mediterranean coralline algae to ocean acidification and elevated temperature. Global Change Biology, 15: 2089-2100.
- Martin S., Cohu S., Vignot C., Zimmerman G., Gattuso J.-P., 2013. One-year experiment on the physiological response of the Mediterranean crustose coralline alga, *Lithophyllum cabiochae*, to elevated pCO<sub>2</sub> and temperature. Ecol. Evol. 3(3): 676-693.
- Martínez-Crego B., Prado P., Alcoverro T., Romero J., 2010. Composition of epiphytic leaf community of *Posidonia oceanica* as a tool for environmental biomonitoring. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 88: 199-208.
- Mazzella L., Guidetti P., Lorenti M., Buia M. C., Zupo V., Scipione M. B., Rismondo A., Curiel D., 1998. Biomass partitioning in adriatic seagrass ecosystems (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*). Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 35: 562- 563.
- McGlathery K.J., 2001. Macroalgal blooms contribute to the decline of seagrass in nutrient-enriched coastal waters. J. Phycol., 37: 453-456.
- Moore K.A., 2004 - Influence of seagrasses on water quality in shallow regions of the lower Chesapeake bay. Journal Coastal Research 45: 162-178.
- Moore K.A., Shields E.C., Parrish D.B., 2014. Impacts of varying estuarine temperature and light conditions on *Zostera marina* (eelgrass) and its Interactions with *Ruppia maritima* (widgeongrass). Estuaries and Coasts, 37 (1): 20-30.
- Nejrup L.B., Pedersen M.F., 2008. Effects of salinity and water temperature on the ecological performance of *Zostera marina*. Aquat. Bot., 88: 239-246.
- Noisette F., Egilsdottir H., Davoult D., Martin S., 2013. Physiological responses of three temperate coralline algae from contrasting habitats to near-future ocean acidification. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 448: 179-187.
- Porzio L., Buia M.C., Hall-Spencer J. M., 2011. Effects of ocean acidification on macroalgal communities. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 400(1-2): 278-287.

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

Porzio L., Garrard S., Buia M.C., 2013. The effect of ocean acidification on early algal colonization stages at natural CO<sub>2</sub> vents. *Marine Biology*. Published online 14 May 2013 - DOI 10.1007/s00227-013-2251-3.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2014a. Studio B.6.72 B/9 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2014b. Studio B.6.72 B/9 - Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2015-2017. Studio B.6.72 B/10-B/12 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2018. Studio B.6.72 B/13 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Il Rapporto di Valutazione. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Qiuying H., Dongyan L., 2014. Macroalgae Blooms and their Effects on Seagrass Ecosystems. *J. Ocean Univ. China*, 5: 791-798.

Ragazzola F., Foster L.C., Form A., Anderson P.S.L., Hansteen T.H., Fietzke J., 2012. Ocean acidification weakens the structural integrity of coralline algae. *Global Change Biology*, 18: 2804-2812.

Semesi I.S., Kangwe J., Björk M., 2009. Alterations in seawater pH and CO<sub>2</sub> affect calcification and photosynthesis in the tropical coralline alga, *Hydrolithon* sp. (Rhodophyta). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84: 337-341.

Sfriso A., Buosi A., 2018 - Evoluzione dello stato trofico della laguna di Venezia negli ultimi 40 anni. ATTI 49° Congresso SIBM, Cesenatico, 4-8 Giugno, pp. 36-39.

Whalen M.A., Emmett Duffy J., Grace J.B., 2013. Temporal shifts in top-down vs. bottom-up control of epiphytic algae in a seagrass ecosystem. *Ecology* 94: 510-520.