



**Consorzio per la Gestione del Centro  
di Coordinamento delle Attività di Ricerca  
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia**

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/2**

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

Contratto prot.n. 17128 si/gce/fbe

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

Versione **1.0**

Emissione **15 Giugno 2007**

Redazione

Verifica

Verifica

Approvazione

Dott. Andrea Rismondo  
(SELC)

Prof. Giovanni Caniglia

Prof.ssa Patrizia Torricelli

Ing. Pierpaolo Campostrini

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

## Indice

<b>1 PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
1.1 Introduzione.....	3
1.2 Obiettivi.....	4
<b>2 ATTIVITÀ ESEGUITE</b> .....	<b>10</b>
2.1 Programma generale delle attività eseguite.....	10
2.2 Pianificazione operativa delle attività.....	10
2.3 Identificazione delle aree e delle stazioni di indagine.....	11
2.4 Attività di campo.....	16
2.4.1 <i>Conduzione delle misure nelle 18 stazioni di controllo</i> .....	17
2.4.2 <i>Conduzione delle operazioni di mappatura</i> .....	19
2.4.3 <i>Attività di laboratorio</i> .....	21
2.4.4 <i>Trattamento dei dati</i> .....	21
<b>3 RISULTATI E VALUTAZIONI</b> .....	<b>24</b>
3.1 Misure nelle 18 stazioni di controllo.....	24
3.1.1 <i>Presentazione dei dati</i> .....	24
3.1.2 <i>Le stazioni della bocca di porto di Lido</i> .....	25
3.1.3 <i>Le stazioni della bocca di porto di Malamocco</i> .....	35
3.1.4 <i>Le stazioni della bocca di porto di Chioggia</i> .....	40
3.2 La mappatura della fanerogame marine delle tre bocche di porto.....	46
3.2.1 <i>Dinamismo dei popolamenti e fattori ambientali regolatori</i> .....	46
3.2.2 <i>Le fanerogame marine come indicatori di qualità</i> .....	47
3.2.3 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido (2003-2006)</i> .....	48
3.2.4 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2006)</i> .....	52
3.2.5 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2006)</i> .....	55
3.2.6 <i>Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici</i> .....	59
<b>4 CONSIDERAZIONI FINALI</b> .....	<b>69</b>
4.1 Piano di ripristino ambientale.....	71
<b>5 BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>72</b>

## 1 PREMESSA

### 1.1 Introduzione

Il presente rapporto riporta i risultati del secondo anno del Piano di 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, elemento del biota che costituisce uno dei componenti degli ecosistemi di pregio, oggetto dello Studio B.6.72 B/2: "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - 2<sup>a</sup> fase". Le attività oggetto di questo studio sono una prosecuzione per ulteriori 12 mesi (Maggio 2006 - Aprile 2007) delle attività di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/1 svolto nel 2005 [Magistrato alle Acque, 2006].

Il programma di questo secondo stralcio annuale del monitoraggio sino alla seconda campagna stagionale si è riferito alla sola bocca di porto di Lido, prevedendo un aggiornamento della mappatura della vegetazione radicata acquatica sommersa, da effettuarsi tra maggio e luglio 2006, e quattro campagne stagionali per lo studio delle caratteristiche fenologiche e di crescita delle fanerogame marine su una rete di 6 stazioni di misura.

A partire dalla terza campagna il monitoraggio delle praterie a fanerogame della bocca di Lido, il monitoraggio è stato ampliato anche alle bocche di Malamocco e Chioggia, per rispondere alla richiesta della Direzione Generale CEE con una apposita perizia di variante allo Studio B.6.72 B/2. Il monitoraggio in queste due bocche di porto è stato eseguito con le stesse modalità dello Studio B.6.72 B/1 ed i risultati dell'aggiornamento della cartografia delle praterie a fanerogame marine presenti sui bassi fondali e della serie di rilievi stagionali delle caratteristiche fenologiche e di crescita sulla rete di stazioni di misura sono riportati nel presente rapporto, insieme a quelli inerenti la bocca di porto di Lido.

La vegetazione acquatica sommersa (SAV-Submerged Aquatic Vegetation) svolge negli ambienti marini, soprattutto in quelli lagunari, un ruolo di fondamentale importanza quale elemento principale della catena trofica e mediatore dei processi fisici che controllano la morfologia lagunare. Questa componente del fitobenthos viene utilizzata come parametro per descrivere le variazioni ambientali dei corpi idrici. Nelle nazioni dove si presta maggior attenzione a queste tematiche, le fanerogame marine, ritenute dei buoni indicatori per rilevare le situazioni di stress ambientale, vengono monitorate con specifico riferimento alle variazioni della loro distribuzione. La regressione o l'estensione delle praterie, dopo un'opportuna valutazione dei dati e delle pressioni naturali o antropiche che hanno agito, può essere interpretata come un segnale delle tendenze presenti nel corpo idrico.

Negli ambienti lagunari alle fanerogame marine è oramai riconosciuta una fondamentale funzione ecologica, poiché hanno una stretta interazione sia con il mezzo idrico, attraverso l'apparato epigeo, sia con i fondali, dato che la loro porzione ipogea, composta da radici e rizomi, può, in alcune specie, penetrare nel sedimento anche per 20-30 cm. Le variazioni delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dei sedimenti interessano quindi direttamente queste piante acquatiche che, nell'arco di alcuni anni, possono modificare le dimensioni delle praterie in senso positivo o negativo al variare delle condizioni ecologiche. Oltre ad avere un ruolo di indicatore ambientale, queste praterie sommerse costituiscono un fondamentale elemento della catena trofica. Al loro interno trova riparo e alimento una ricca flora e fauna, legata sia all'interfaccia sedimento-acqua, sia all'apparato fogliare.

È, in particolare, nelle lagune e negli estuari che il loro interesse a livello scientifico trova fondamento, dal punto di vista ecologico, nel ruolo positivo che questi vegetali svolgono negli ambienti a basso battente, con particolare riferimento alla stabilizzazione fisica dei fondali, alla

facilitazione della sedimentazione dei materiali sospesi lungo il battente, al contributo al processo di utilizzazione dei nutrienti di diversa origine e alla funzione di "nursery" per la fauna ittica e l'epifauna bentonica sessile e vagile [Gambi e D'Appiano, 2003].

Anche nella Direttiva Europea 2000/60 si assegna a queste macrofite la massima importanza come elementi indicatori di livello integrato e riassuntivo delle condizioni dell'intero corpo lagunare, dal momento che il ruolo delle fanerogame marine, ben ribadito a livello nazionale ed internazionale, è noto sia per le ricadute in termini strettamente biologici sia dal punto di vista morfologico.

I risultati che derivano dal monitoraggio MELa2 [Magistrato alle Acque, 2002; 2005a] e, più specificamente, dallo Studio B.6.78/I [Magistrato alle Acque, 2003, 2005c] consentono di disporre di una ragionevole base di dati sulle caratteristiche dei popolamenti a fanerogame marine presenti nelle aree di bocca e in quelle lagunari circostanti. Gli indicatori strutturali presi in esame (distribuzione, grado di copertura, densità, dimensioni, epifitismo) sono risultati sensibili ed utilizzabili per valutare eventuali impatti sulle praterie. I dati dei due interventi citati hanno permesso di costituire una base di riferimento, fase "zero" o *ante operam*, che ha consentito il confronto con i successivi monitoraggi. Già in parte nei Rapporti di Valutazione intermedi relativi alle campagne delle bocche di porto di Lido, di Malamocco e Chioggia, ma ancor più in questo Rapporto Finale, i risultati emersi saranno esaminati e valutati all'interno della gamma di variazioni di riferimento dell'assetto di questa comunità, dovute alle oscillazioni naturali dei popolamenti in Laguna.

Il presente studio, per quanto concerne siti di misura e metodologie impiegate, è omogeneo ai rilievi eseguiti nell'ambito dello Studio B.6.78/I e B.6.72 B/1 e consente di ottimizzare la ricerca di possibili relazioni causa-effetto per questa componente biotica corrispondenti a variazioni del suo assetto che possano essere causate dalle attività di cantiere. Stabilire queste relazioni causali non è naturalmente facile per il numero di variabili e la complessità dei sistemi ecologici che possono influenzare il processo in gioco.

Ai programmi di monitoraggio MELa del Magistrato alle Acque si è fatto riferimento anche per quanto concerne gli aspetti operativi e per le metodologie applicate. È parso, infatti, opportuno e naturale, sul piano metodologico, applicare all'area delle bocche di porto le medesime tecniche di mappatura e i medesimi livelli di accuratezza seguiti per l'intera Laguna e questo anche perché si è convenuto di utilizzare la stessa procedura di trattamento dati e di gestione delle informazioni geografiche impiegata in MELa2, in modo da utilizzare un unico supporto GIS.

## 1.2 Obiettivi

Gli obiettivi del monitoraggio consistono nella valutazione della variabilità dei sistemi a praterie a fanerogame marine nelle aree di bocca di porto e nell'individuazione di scostamenti significativi da queste condizioni, in conseguenza delle risposte a impatti provenienti dalle attività di cantiere. In particolare consistono:

- nel controllo dell'andamento di una serie di parametri descrittivi delle comunità a fanerogame marine presenti nelle aree delle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia e nelle aree lagunari immediatamente interessate dalle bocche;
- nell'individuazione e opportuna valutazione degli eventuali scostamenti dei parametri rilevati rispetto alla gamma di variabilità di questi valori già identificata nel corso delle indagini *ante operam* (studio B.6.78/I);
- nell'analisi della significatività degli eventuali possibili collegamenti tra gli scostamenti osservati e le lavorazioni in atto ai cantieri.

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

Le coperture della vegetazione acquatica sommersa, anche se radicata, presentano fenomeni di dinamismo spaziale che possono raggiungere valori notevoli anche nel tempo limitato di una stagione vegetativa, rendendo così difficile l'individuazione di un chiaro nesso causale trattato nel precedente paragrafo. Per limitare questi aspetti di dinamismo sono state selezionate quasi esclusivamente stazioni in cui la specie prevalente è *Cymodocea nodosa* in quanto, tra le tre fanerogame presenti in Laguna, è quella che, per il suo apparato ipogeo ben sviluppato, manifesta la maggiore stabilità nel tempo.

Tale dinamismo spaziale si è potuto mettere in evidenza rapportando le varie mappature di dettaglio realizzate [Scarton *et al.*, 1995; Tagliapietra *et al.*, 1999] con quella di riferimento effettuata nel 1990 [Magistrato alle Acque, 1991]. Più recentemente, il monitoraggio delle fanerogame marine condotto nell'intervento MELa2 ha permesso di aggiornare la distribuzione di questa componente vegetale per l'intero bacino (mappatura vera e propria completa nel 2002, primo aggiornamento speditivo nel 2003, secondo aggiornamento speditivo nel 2004) e di evidenziare i fenomeni di dinamismo spaziale a breve e lungo termine, confrontando sia la situazione di due anni consecutivi, sia quella relativa ad un decennio circa di distanza.

Lo Studio B.6.78/I ha incluso un mappaggio di precisione delle fanerogame marine *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* e *Nanozostera noltii*<sup>1</sup> presenti nello specifico ambito delle bocche di porto, estendendolo però anche a batimetrie differenti da quelle tipiche lagunari. Il mappaggio è parso opportuno in quanto la presenza delle fanerogame marine in queste aree di bocca riveste certamente la massima importanza per una serie di motivi oramai ben noti (relativi al ruolo di queste macrofite nei confronti del substrato e dell'ambiente in senso più esteso). Ha costituito, invece, obiettivo principale dell'indagine l'acquisizione dei dati caratteristici di una gamma di variazioni dell'assetto di questa comunità, dovute alle oscillazioni naturali di queste macrofite nell'arco delle stagioni.

Tale gamma di valori distributivi, da comporre in un quadro conoscitivo finale, unitamente alle altre informazioni in corso di raccolta circa le caratteristiche fenologiche e produttive delle praterie, andrà in seguito confrontata secondo il programma del presente monitoraggio e dello Studio B.6.72 B/1, con le situazioni corrispondenti alle diverse fasi di realizzazione delle opere mobili.

In questa sede, per l'identificazione e la valutazione degli effetti delle lavorazioni - e della significatività di questi effetti - nei confronti della distribuzione delle fanerogame marine alle bocche di porto, si è tenuto conto, in maniera differenziale, delle diverse aree interessate. In particolare, come si nota dalle figure 1.1, 1.2, 1.3 sono state distinte:

- l'area specificamente coincidente con l'impronta delle opere vere e proprie da realizzare, nell'ambito della quale le coperture, pure identificate nel monitoraggio *ante operam* (B.6.78/I) e via via nella presente fase di indagine, sono da considerarsi una perdita permanente ("opere");
- le aree immediatamente circostanti l'impronta delle opere da realizzare e corrispondenti agli spazi acquei di bocca concessi ai cantieri per l'accesso e la movimentazione dei vari mezzi d'opera, la posa di strutture temporanee e l'effettuazione di tutte le lavorazioni necessarie (area di cantiere);
- le rimanenti aree di bocca, coincidenti con la grande maggioranza dei bassifondi interessati dalla copertura delle fanerogame marine e più o meno lontane dai cantieri, che costituiscono l'obiettivo principale del presente monitoraggio.

È opportuno ricordare che sui possibili impatti conseguenti alle fasi di costruzione e di esercizio

---

<sup>1</sup> Per *Nanozostera noltii* si farà qui uso della nomenclatura aggiornata rispetto a quella sino ad ora utilizzata (*Zostera noltii*) nei rapporti MELa, nello Studio B.6.78/I e nello Studio B.6.72 B/1.

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

delle opere mobili, per quanto riguarda le aree esattamente coincidenti con i manufatti da realizzare, lo Studio di Incidenza - ai sensi della Direttiva Habitat UE 92/43 - del febbraio 2006 ha già avanzato specifiche valutazioni. Nondimeno, tale studio di incidenza si è inserito in un momento nel quale il contesto realizzativo approvato degli interventi finalizzati alla difesa di Venezia e della Laguna dalle acque alte è in una fase già avviata. Questa fase ha già visto l'effettuazione di specifici interventi che hanno comportato l'occupazione temporanea e permanente di superfici emerse e sommerse, in parte ricadenti nel perimetro dei siti SIC di interesse lagunare oggi esistenti, ma che al tempo del SIA e delle ultime revisioni progettuali non avevano funzione cogente per quanto concerne le misure di conservazione, mitigazione e compensazione finalizzate al mantenimento "soddisfacente" della coerenza della rete ecologica degli habitat naturali da proteggere e conservare ai sensi della Direttiva Habitat.

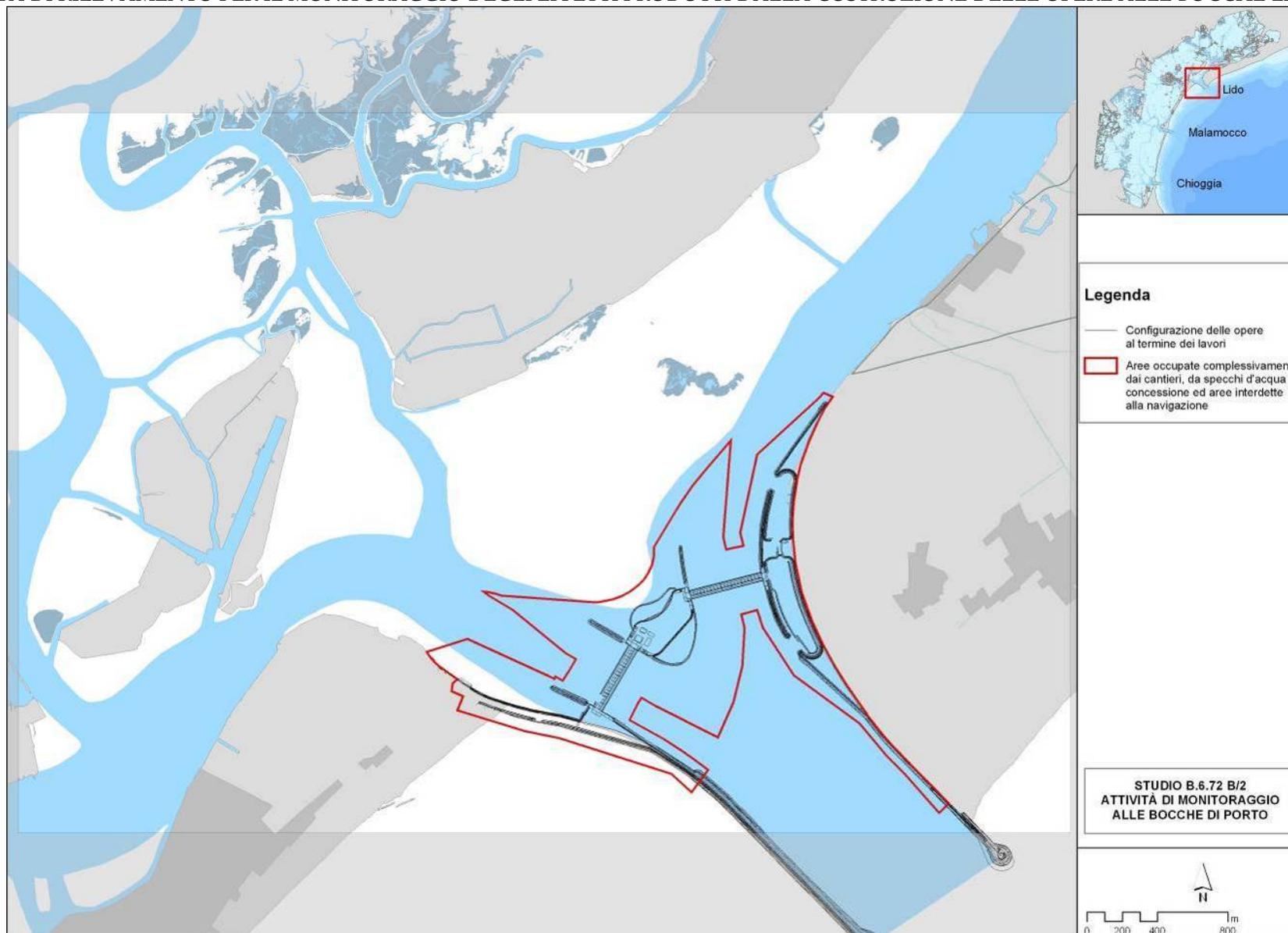


Figura 1.1 – Bocca di porto di Lido con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

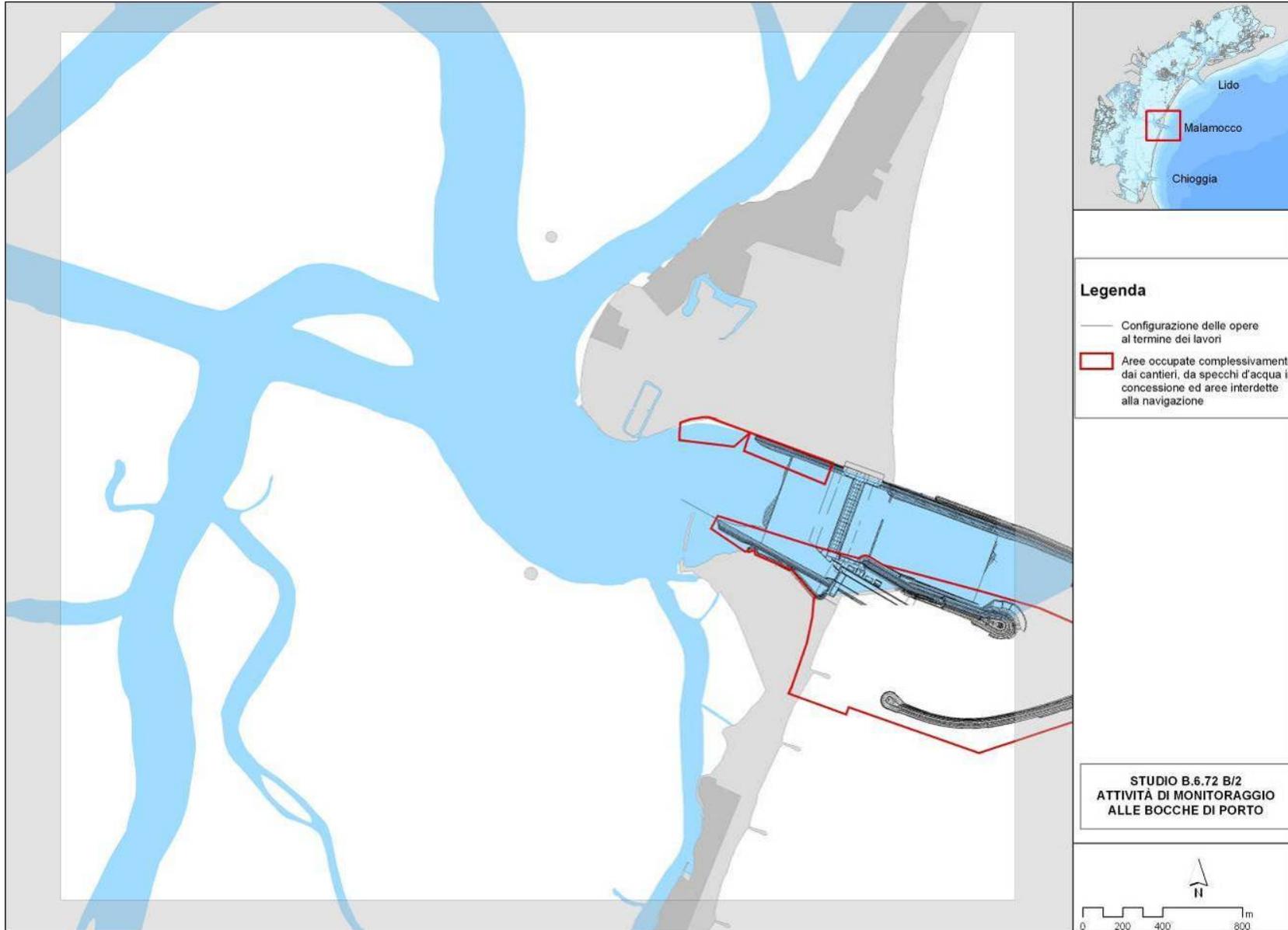


Figura 1.2 - Bocca di porto di Malamocco con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

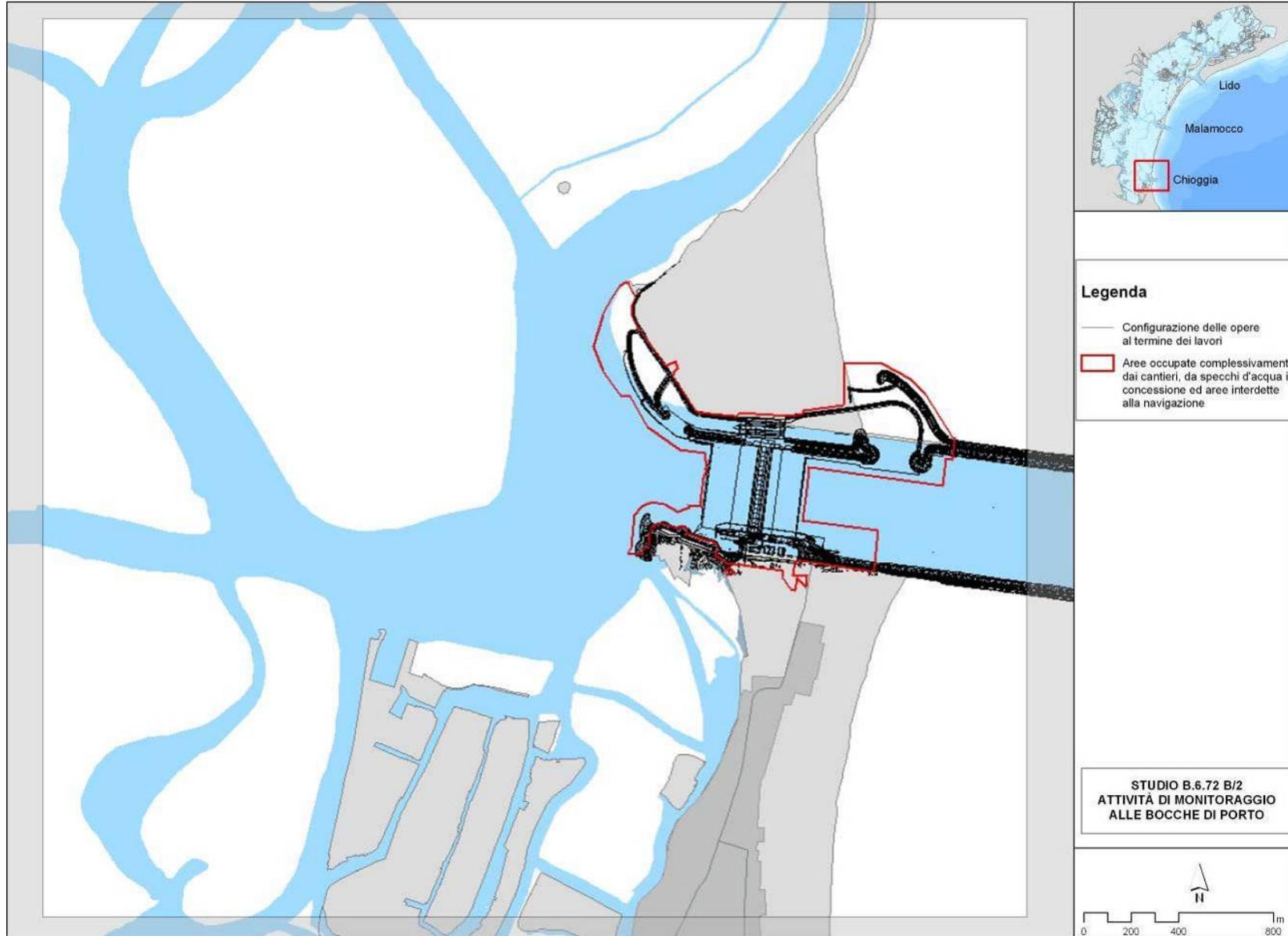


Figura 1.3 – Bocca di porto di Chioggia con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

## 2 ATTIVITÀ ESEGUITE

### 2.1 Programma generale delle attività eseguite

Il programma dello Studio B.6.72 B/2 ha previsto l'esecuzione di attività di campo, di laboratorio e di elaborazione dati articolate lungo un periodo di 12 mesi (Maggio 2006 - Aprile 2007). In quest'arco temporale sono state eseguite un'attività preliminare e una pianificazione generale nella quale sono state messe a punto la tempistica e le modalità di esecuzione di tutti gli interventi previsti. Per quanto riguarda le stazioni di controllo puntuali, l'area relativa alla mappatura delle bocche e più in generale alla metodologia da applicare, si è fatto riferimento allo Studio B.6.78/I e allo Studio B.6.72 B/1.

Le attività inerenti la Variante allo Studio B.6.72 B/2, invece, hanno avuto inizio nel mese di novembre 2006 con dei sopralluoghi in campo e con degli incontri di settore aventi lo scopo di definire gli obiettivi generali del monitoraggio. La pianificazione delle indagini alle due bocche di porto è stata discussa in coordinamento con il CORILA, il supervisore della macroattività il prof. G. Caniglia (Università di Padova - Dip.to di Biologia) e il responsabile d'area la prof. P. Torricelli (Università di Venezia - Dip.to Scienze Ambientali).

Per quanto riguarda la redazione di un rapporto di fase "zero" inerente lo stato delle conoscenze delle praterie delle fanerogame marine della Laguna di Venezia, sia per lo Studio B.6.72 B/2, sia per la sua Variante, in questa perizia si farà riferimento a quanto già redatto per lo Studio B.6.72 B/1. In tale studio, infatti, è stato emesso uno specifico rapporto prendendo come riferimento i lavori prodotti in questi ultimi decenni per la Laguna di Venezia dal Magistrato alle Acque, Enti, Università e ricercatori. In particolare, sono stati accuratamente esaminati i risultati dello studio B.6.78/I "Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine", dato che questo studio ha permesso di aggiornare con elevata definizione le informazioni circa la distribuzione e le condizioni delle fanerogame marine nelle aree di bocca di porto.

Le attività di campo hanno compreso l'esecuzione di 4 campagne stagionali su una rete di 6 stazioni ubicate su praterie a fanerogame della bocca di porto di Lido e di 2 campagne stagionali su una rete di 12 stazioni ubicate su praterie a fanerogame della bocca di porto di Malamocco (6 stazioni) e di Chioggia (6 stazioni). Una seconda attività di campo ha riguardato in modo specifico la mappatura di precisione delle praterie delle tre bocche di porto. Questa attività ha previsto una fase di desk GIS di trattamento dei dati di campo necessaria per trasferire su carta digitalizzata le informazioni raccolte dall'equipe in campo.

Nelle attività di laboratorio sono state eseguite le misure sulla morfometria delle fanerogame e le determinazioni degli epifiti sui campioni di vegetazione prelevati nel corso delle campagne stagionali. Questa attività è stata svolta nel periodo immediatamente successivo ai campionamenti in modo da permettere la pronta elaborazione dei dati prodotti.

### 2.2 Pianificazione operativa delle attività

Per l'esecuzione delle attività descritte nel precedente paragrafo sono stati presi in esame questi principali lavori:

- la mappa delle fanerogame marine relativa al rilievo del 1990;
- la mappa delle fanerogame relativa ai diversi rilievi del monitoraggio MELa2;

- la mappa della distribuzione delle fanerogame nell'area delle tre bocche di porto relativa allo Studio B.6.78/I;
- la mappa della distribuzione delle fanerogame nell'area di bocca di porto di Lido relativa allo Studio B.6.72 B/1;
- la varia documentazione aerofotografica realizzata in questi anni per i rilievi delle macrofite sino alle più aggiornate immagini satellitari (Ikonos 2001, Quickbird 2003 e voli aerei 2005 e 2006).

La disamina di vari lavori sulle praterie lagunari e, soprattutto, di quelli del monitoraggio MELa2 e dello Studio B.6.78/I, descritta nel Rapporto di Variabilità ante operam (Studio B.6.72/1), ha evidenziato come le singole praterie nelle aree di bocca, pur essendo sempre rimaste integre e stabili nel tempo, abbiano manifestato caratteristiche specifiche diverse nei descrittori strutturali e funzionali (densità, dimensioni dei ciuffi, grado di epifitismo e loro valori di abbondanza).

Per valutazioni e confronti nel tempo è apparso quindi corretto prendere come riferimento le medesime stazioni di questo studio dopo una opportuna verifica in campo della loro validità ai fini di un monitoraggio pluriennale. Le 18 stazioni dello Studio B.6.78/I relative alle tre bocche sono state quindi considerate un "bianco" di riferimento, essendo noti gli intervalli di fluttuazione dei diversi descrittori nell'arco dell'anno. Eventuali scostamenti sono stati valutati attentamente e in un quadro globale che considera tutti i descrittori e tiene conto dell'elevata variabilità che possono assumere anche in un breve periodo.

Le informazioni esistenti saranno quindi analizzate allo scopo di descrivere lo stato di ogni singola prateria considerando:

- la distribuzione delle fanerogame marine e i diversi gradi di ricoprimento individuati per tutta l'area interessata durante i rilievi MELa2 prima, B.6.78/I e B.6.72 B/1 più recentemente;
- le caratteristiche dei popolamenti come rappresentate dai rilievi puntuali condotti sulla rete di stazioni individuate nel B.6.78/I e più recentemente nel B.6.72 B/1.

### **2.3 Identificazione delle aree e delle stazioni di indagine**

Per quanto riguarda la scelta delle stazioni di controllo, in considerazione dell'elevata variabilità registrata e al fine di non introdurre ulteriori elementi di incertezza, è apparso opportuno scegliere le medesime stazioni utilizzate nello Studio B.6.78/I, dopo una apposita verifica in campo per valutare se le praterie di riferimento presentassero ancora i requisiti di stabilità ed estensione tali da permettere l'esecuzione di un programma almeno annuale.

Per quanto attiene la mappatura, le aree oggetto di indagini per Lido, Malamocco e Chioggia consistono per la maggior parte nei tratti di basso fondale posti in prossimità ed all'interno delle tre bocche di porto. Dal momento che le porzioni di fondale lagunare interessato ed influenzato direttamente dalla presenza della bocca di porto e quindi dai possibili impatti dei cantieri qui localizzati risultano certamente di difficile definizione, si è deciso di allargare l'area di indagine a territori francamente lagunari, così come è stato fatto per lo Studio B.6.78/I e, per la sola bocca di porto di Lido, anche nello Studio B.6.72 B/1. Per questo motivo sono inclusi i principali canali che penetrano in Laguna dalle bocche e i relativi bassi fondali e velme, tra i quali quelli sede di praterie a fanerogame marine. Nelle figure 2.1, 2.2 e 2.3 sono riportate la disposizione delle stazioni e le superfici lagunari oggetto della mappatura nelle tre bocche di porto.

Per le bocche di porto di Lido e di Malamocco le stazioni di misura dei parametri fenologici e di crescita coincidono tutte con quelle dello Studio B.6.78/I, mentre per la bocca di porto di Chioggia, le stazioni di misura coincidono solo per 5 di esse. La stazione di misura C2 relativa allo Studio

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

B.6.72 B/1 a causa dell'espandersi delle attività della pesca regolamentata nelle concessioni, non risulta più idonea agli obiettivi del presente monitoraggio. Per tale motivo la stazione di monitoraggio è stata riposizionata in un sito relativamente vicino al precedente della bocca di Chioggia, più adeguato agli obiettivi dello Studio. La verifica della validità delle stazioni di misura per Malamocco e Chioggia è stata eseguita con specifiche uscite in campo eseguite tra novembre e dicembre del 2006.

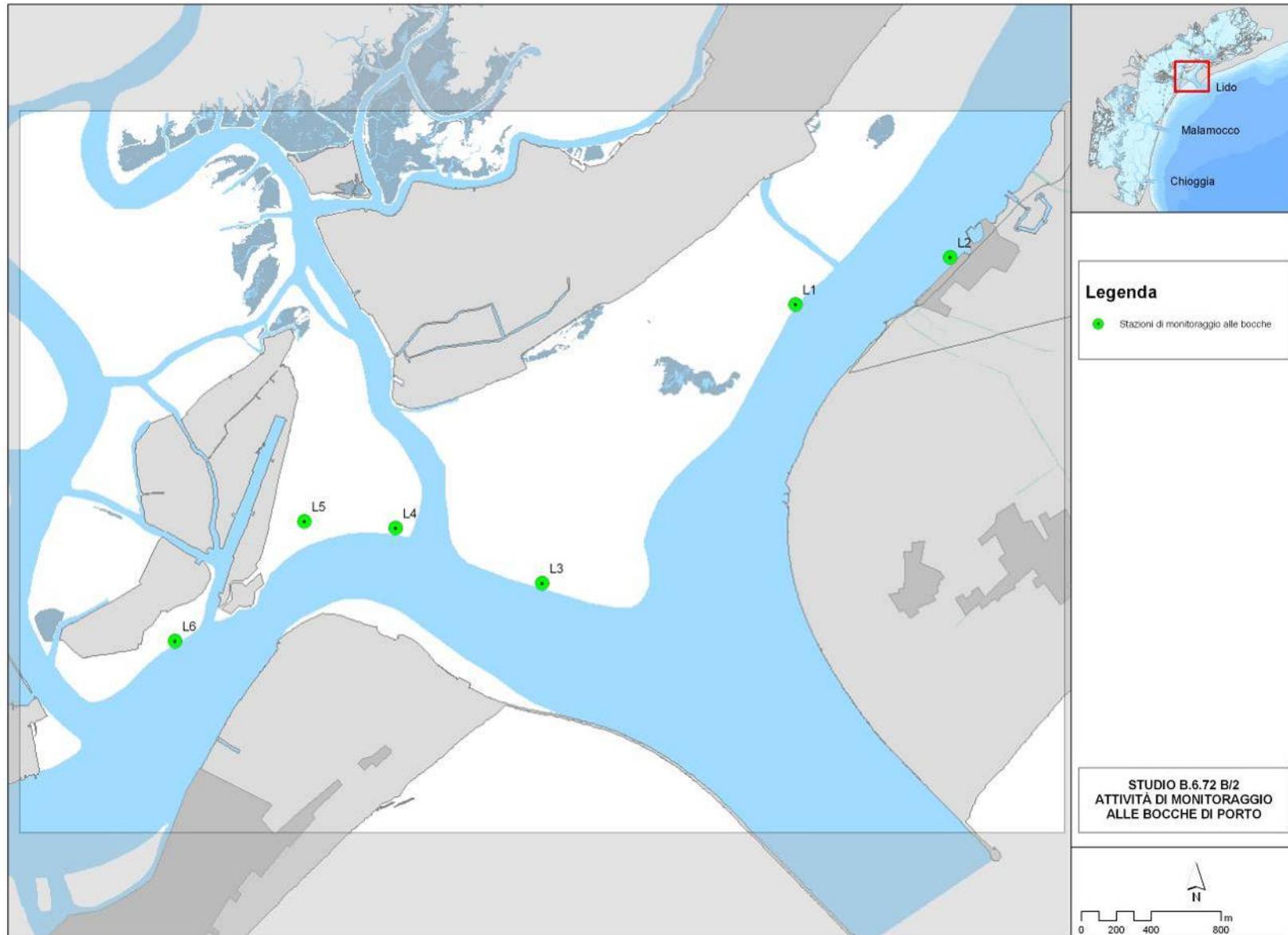


Figura 2.1 - Stazioni di controllo e superficie della bocca di Lido interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

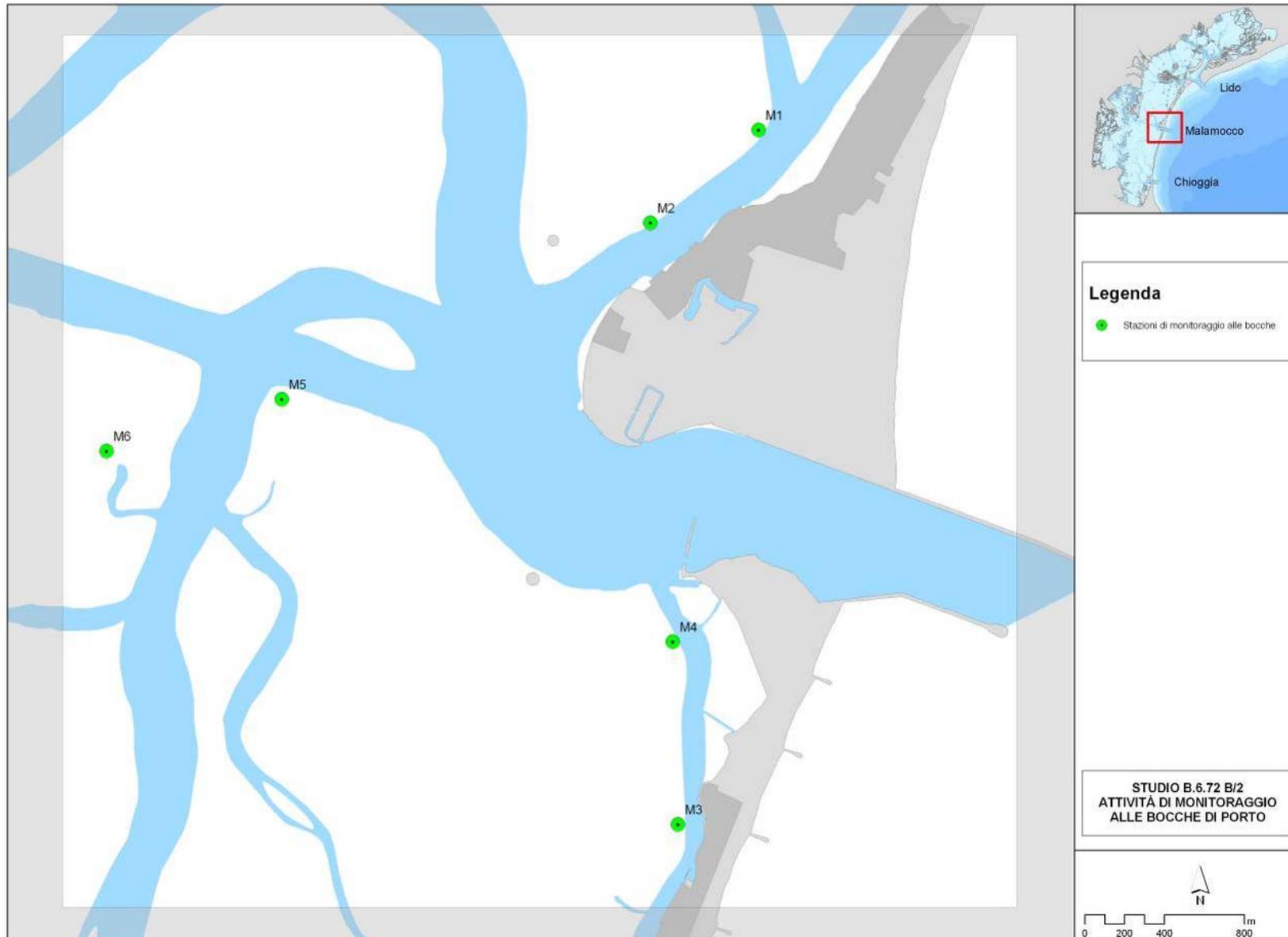


Figura 2.2 – Stazioni di controllo e superficie della bocca di Malamocco interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.



Figura 2.3 - Stazioni di controllo e superficie della bocca di Chioggia interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

## 2.4 Attività di campo

La fase preparatoria delle attività di campo ha previsto:

- la messa a punto del protocollo per i rilievi localizzati alle stazioni di misura;
- la definizione di un protocollo di mappatura da seguire in campo;
- la messa a punto della strumentazione elettronica di localizzazione in campo (DGPS) e delle modalità di restituzione delle informazioni, da associare ad un software G.I.S., per quanto riguarda le operazioni di mappatura.

Il calendario delle campagne stagionali eseguite si è svolto, per la bocca di porto di Lido, con le seguenti scadenze:

I campagna	-	16 e 17 maggio 2006
II campagna	-	31 luglio e 1 agosto 2006
III campagna	-	14 e 16 novembre 2006
IV campagna	-	1 e 5 febbraio 2007

Il calendario delle campagne stagionali eseguite si è svolto, per la bocca di porto di Malamocco e per quella di Chioggia, con le seguenti scadenze:

Bocca di porto di Malamocco:

I campagna	-	7 e 12 dicembre 2006
II campagna	-	14 e 15 febbraio 2007

Bocca di porto di Chioggia:

I campagna	-	18 e 20 dicembre 2006
II campagna	-	12 e 13 febbraio 2007

Il calendario è stato elaborato tenendo conto della stagionalità delle macrofite in oggetto oltre che della necessità di una corrispondenza temporale con le campagne di misura degli studi B.6.78/I e B.6.72 B/1. Le campagne hanno avuto quindi l'obiettivo di misurare una serie di parametri che evidenzino la "storia" vegetativa dell'ultimo trimestre.

Per rispondere agli obiettivi prefissati e poter valutare lo stato di qualità delle praterie, sono stati misurati una serie di indicatori strutturali e funzionali, sufficientemente sensibili, ma anche relativamente stabili nel tempo, per permettere di cogliere le possibili variazioni ambientali delle aree investigate, sia nell'ambito del decorso annuale, attraverso la progressione stagionale, sia nel confronto tra gli anni [Gambi e Dappiano, 2003]. Gli indicatori presi in considerazione sono stati:

- grado di copertura e densità della prateria ( $n^{\circ}$  ciuffi/m<sup>2</sup>);
- dimensioni dei ciuffi;
- presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi o degli eventi gamici;
- quantificazione dei fenomeni di necrosi fogliare;
- quantificazione delle epifite algali e animali.

Il protocollo delle attività di campo, inoltre, è stato messo a punto in modo tale che:

- la superficie di assunzione degli indicatori generali non fosse puntiforme ma estesa in un raggio di almeno 10 m dal punto centrale della stazione su 360°;

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

- ogni singolo parametro disponesse di un numero di repliche sufficiente per essere altamente rappresentativo dell'area e cogliere la variabilità del sito (es. stazioni di bordo canale con diversa batimetria).

Per quanto riguarda l'organizzazione della mappatura della distribuzione delle fanerogame nell'area di bocca, si ricorda che le operazioni di controllo e taratura del sistema di posizionamento satellitare DGPS integrato con un software G.I.S. sono state mutate dal protocollo di mappatura lagunare delle fanerogame marine MELa2, a sua volta impiegato nello Studio B.6.78/I. Il sistema adottato ha qui permesso una precisione di posizionamento dell'ordine del metro, più che sufficiente a rendere conto delle coperture del caso e a permettere la redazione della cartografia richiesta.

Il protocollo ha incluso le modalità di comportamento dell'equipaggio durante le operazioni di mappatura ed i criteri di lettura delle diverse situazioni di copertura. Analogamente al protocollo MELa2, si sono preparati codici da utilizzare su PC in campo per la registrazione delle diverse specie e dei diversi gradi di copertura.

Oltre a una cartografia di base, inserita nel PC portatile a bordo, i rilevatori sono stati dotati anche di supporti fotografici derivati da foto aeree o immagini IKONOS o Quikbird. Tali supporti fotografici hanno permesso di fornire ai rilevatori carte operative con le probabili dislocazioni di fanerogame.

In considerazione della variabilità interannuale che hanno mostrato le praterie a fanerogame marine nel monitoraggio triennale MELa2 ed al fine di migliorare la comprensione delle dinamiche di queste macrofite nelle bocche di porto, sono state aggiornate, anche alla luce di nuovi supporti fotografici resi disponibili per la bocca di Malamocco e Chioggia, le mappature realizzate per lo Studio B.6.78/I relativa all'anno 2003. Per la bocca di Lido il medesimo aggiornamento è già stato effettuato nel corso della redazione del rapporto finale dello Studio B.6.72 B/1.

#### 2.4.1 Conduzione delle misure nelle 18 stazioni di controllo

Le attività di campo per i rilievi da condurre alle 18 stazioni sono state condotte da una squadra di operatori dotati di imbarcazione e muniti dell'attrezzatura necessaria. Due operatori che hanno lavorato in immersione, parziale o completa a seconda del battente, hanno raccolto il materiale biologico in più repliche per stazione ubicate a raggiera a partire da un punto centrale, corrispondente alle coordinate della stazione (Tabella 2.1). A titolo esemplificativo, in figura 2.4 è riportato un referto di campo, già utilizzato per gli Studio B.6.78/I e B.6.72 B/1, che ha permesso l'inserimento e la registrazione di tutte le informazioni raccolte in sito.

Quando possibile la densità dei ciuffi fogliari (vegetativi e fertili) di ogni replica è stata determinata in sito, eseguendo un prelievo di una superficie nota di fondale mediante un carotatore manuale del diametro di 22 cm. I ciuffi fogliari per lo studio delle epifite e per la misura delle dimensioni, da condurre in laboratorio, sono stati invece raccolti manualmente in numero di 5 per ogni replica e conservati separatamente in acqua di mare con formaldeide al 4%. Sempre in campo, sono state rilevate e descritte anche la tipologia e l'estensione della prateria nell'intorno della stazione di controllo.

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.

Bocca di porto di Lido		
	Est (m)	Nord (m)
L1	2318330	5036245
L2	2319215	5036511
L3	2316880	5034666
L4	2316043	5034977
L5	2315520	5035016
L6	2314780	5034338

Bocca di porto di Malamocco		
	Est (m)	Nord (m)
M1	2310067	5025706
M2	2309527	5025250
M3	2309662	5022257
M4	2309636	5023165
M5	2307675	5024369
M6	2306795	5024111

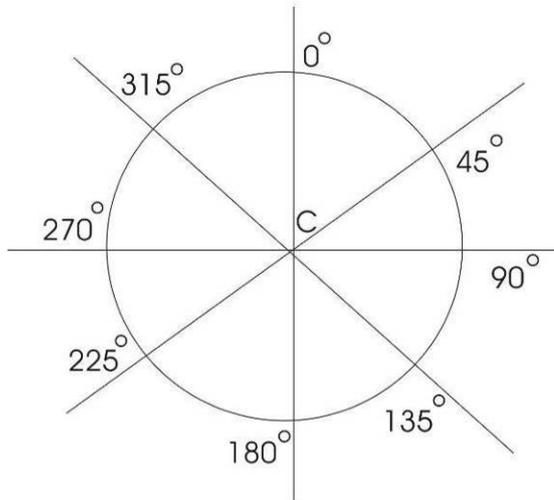
  

Bocca di porto di Chioggia		
	Est (m)	Nord (m)
C1	2305286	5011807
C2	2306172	5012798
C3	2304976	5012630
C4	2305515	5012644
C5	2306411	5012350
C6	2306837	5013530

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

Monitoraggio bocche di porto

Scheda di campo



Data \_\_\_\_\_

Porto \_\_\_\_\_

Stazione n.° \_\_\_\_\_

Specie \_\_\_\_\_

ANGOLO PRELIEVO

DENSITA' CIUFFI

0	_____
45	_____
90	_____
135	_____
180	_____
225	_____
270	_____
315	_____
C	_____

NOTE VARIE: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Figura 2.4 - Referto di campo per l'inserimento dei dati.

**2.4.2 Conduzione delle operazioni di mappatura**

Il rilievo della distribuzione delle fanerogame marine in bocca di porto di Lido è stato eseguito nei mesi da giugno a settembre 2006. Tale ampiezza temporale è stata adottata anche per dedicare al rilievo buona parte delle stagioni primaverile ed estiva, in modo da poter apprezzare le reali coperture delle tre specie essendo nota la loro differente stagionalità. In questo modo è stato possibile individuare lo sviluppo di *Cymodocea nodosa*, comunque ben identificabile da maggio ad ottobre, e quelli di *Zostera marina* e *Nanozostera noltii*, ben sviluppate in primavera e fino in tarda estate.

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

Le operazioni di rilievo della distribuzione delle fanerogame marine nelle bocche di porto di Malamocco e Chioggia sono state svolte nel periodo autunnale del 2006, prima del sopraggiungere dei mesi freddi. Le condizioni climatiche di questo specifico periodo dell'anno, risultate nel complesso meno accentuate rispetto alla media, hanno favorito il prolungamento della presenza delle due specie tipicamente estive, *Cymodocea nodosa* e *Nanozostera noltii*.

Le imbarcazioni comprendevano tra le attrezzature di bordo:

- DGPS con PC portatile;
- schede di campo comprendenti tavolette con cartografia, aerofotografie del territorio da sottoporre ad indagine;
- batiscopio per favorire una chiara visione del fondale e della vegetazione;
- attrezzatura per il prelievo sino ad una profondità di circa 3,5 m di saggi della vegetazione e del sedimento;
- attrezzatura per immersione subacquea;
- strumentazione fotografica per riprese subacquee e telecamera per ispezioni del fondale.

I rilievi sono stati eseguiti procedendo, a seconda delle caratteristiche della vegetazione:

- lungo i limiti coincidenti con i contorni delle coperture a fanerogame;
- lungo tragitti paralleli o trassetti, allo scopo di esplorare spazi acquei dove l'irregolarità delle coperture non consentisse la mappatura lungo i perimetri.

La presenza nell'imbarcazione di un terminale satellitare collegato ad un computer portatile da campo con cartografia associata ha permesso di posizionare i diversi punti di rilievo con una precisione di circa un metro e ha consentito al personale in campo di conoscere sempre l'esatta localizzazione geografica dell'imbarcazione in relazione ai punti battuti e ai tragitti già percorsi. Oltre alle coordinate geografiche dei punti, ai marker corrispondenti ai vari punti di rilievo erano associate anche informazioni sulla specie individuata e sul grado di copertura.

Per il grado di copertura, al fine di ottenere una serie di classi confrontabili con quelle dei lavori di riferimento, si è mantenuto il protocollo seguito nella mappatura lagunare di cui all'intervento MELa2 e conseguente Studio B.6.78/I e Studio B.6.72 B/1, il cui schema è rappresentato di seguito in figura 2.5. Le coordinate e i dati di campo sopra citati, salvati su file, a fine giornata sono stati trasferiti al personale dedicato al software GIS per permettere la realizzazione di una cartografia preliminare.

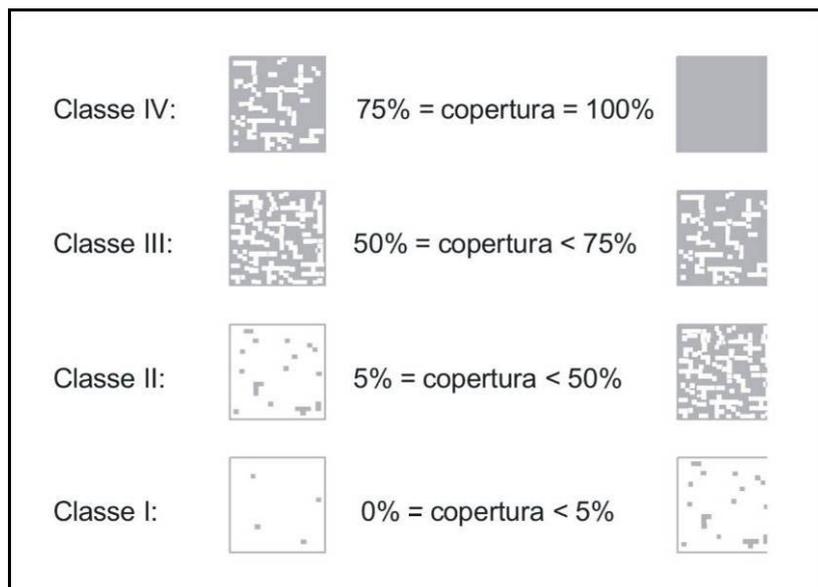


Figura 2.5 - Prontuario di stima delle percentuali di copertura

### 2.4.3 Attività di laboratorio

Il materiale campionato nelle stazioni di controllo è stato esaminato in laboratorio al microscopio stereoscopico e al microscopio ottico al fine di stimare l'epifitismo, la misura delle dimensioni dei ciuffi e lo stato generale delle foglie.

Per ogni replica, uno dei cinque ciuffi raccolti in campo è stato esaminato al microscopio per la determinazione dei taxa epibionti algali e animali e per la stima della loro abbondanza. I ciuffi fogliari raccolti per ogni replica sono stati, inoltre, utilizzati per la stima delle dimensioni e della misura della parte viva (verde) e della parte morta (nera, in necrosi) delle foglie.

Gli indicatori generali di base così rilevati hanno consentito di interpretare e valutare, per ogni campagna, le condizioni delle praterie.

### 2.4.4 Trattamento dei dati

In analogia a quanto stabilito per la mappatura di cui all'intervento MELa2, allo Studio B.6.78/I e al B.6.72 B/1, si è scelto di utilizzare il software ESRI ArcGIS che, oltre a consentire buone importazioni ed esportazioni di dati grafici digitalizzati, può offrire gli strumenti di analisi spaziale e geostatistica necessari nelle fasi di elaborazione dei dati raccolti ed in quelle di analisi causa-effetto delle dinamiche osservate [Magistrato alle Acque, 2002].

I dati ottenuti dalle uscite in campo per la mappatura sono diventati delle cartografie grezze, cosiddette preliminari, derivanti dalla mappatura eseguita *on-site* direttamente da imbarcazione mediante l'utilizzo del DGPS abbinato a software GIS. I dati di campo, al ritorno da ogni uscita, sono stati elaborati nelle loro componenti topologiche, geografiche e di attributo, al fine di ottenere un prodotto finale omogeneo.

I controlli durante la fase desk hanno incluso la verifica dei valori assegnati a ciascuna patch vegetazionale cartografata ed un confronto con le informazioni fotografiche remote, utilizzando ortofoto aeree (georeferenziate ed ortorettificate) e immagini telerilevate da satellite (satellite IKONOS e QUICKBIRD). Dopo questa fase, ottenuta così una cartografia quasi definitiva, un'ulteriore stadio di controllo è stato condotto mediante successive verifiche dei confini delle patches già rilevate precedentemente e già riportate su GIS, nonché delle loro caratteristiche

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

qualitative e quantitative. Alla fine del periodo di raccolta e di verifica dati sul campo si è passati ad un'ultima fase di omogeneizzazione dell'intero corpo di dati, creando così un'unica cartografia in ambiente GIS (Fig. 2.6).

Similmente, per quanto riguarda la cartografia definitiva, per i taxa censiti si è scelto di utilizzare in legenda gli stessi colori già utilizzati in MELa2, B.6.78/I e B.6.72 B/1, i quali sono derivati a loro volta dal prodotto cartografico relativo al 1990, e cioè:

giallo - *Nanozostera noltii*

rosso - *Zostera marina*

verde - *Cymodocea nodosa*

Differenti gradazioni di colore consentono di identificare valori decrescenti di copertura. Inoltre, per i popolamenti misti, per i quali non è stato riportato un valore di copertura, sono stati utilizzati colori puri tali da minimizzare il più possibile eventuali errori di interpretazione in sede di lettura ed analisi delle carte. Sulla base delle metodologie descritte si è giunti alla realizzazione, su supporto informatico, di un prodotto cartografico (in allegato) in scala 1:10.000 in ambiente ESRI ArcGIS 8.2, da realizzarsi grazie all'utilizzo della tecnologia DGPS e alla fase di screening nella quale saranno utilizzate le immagini telerilevate.

Al fine di valutare ulteriormente se quanto rilevato per le fanerogame marine nelle bocche di porto denota differenze rispetto ai dati di riferimento *ante operam*, in questo rapporto è stato testato ed implementato un indice biologico per le fanerogame marine applicabile alle lagune del nord Adriatico (EQR = Ecological Quality Ratio) [Foden e Brazier, 2007]. Come si dirà più ampiamente nel paragrafo 3.1.2, l'indice è al momento applicato alla sola bocca di porto di Lido in quanto, nelle altre due bocche, i dati per il presente studio sono parziali perché riferiti a sole due stagioni.

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

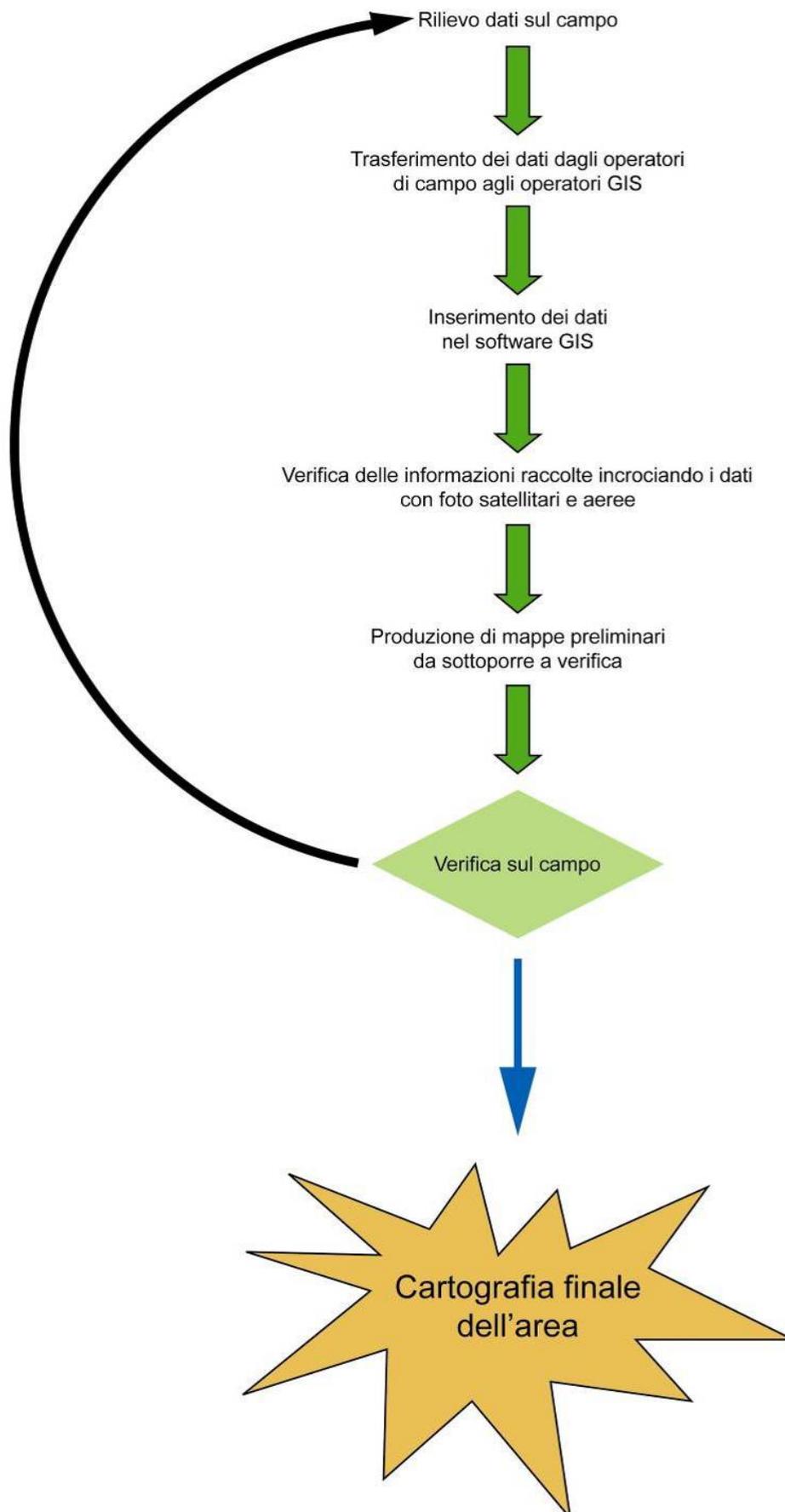


Figura 2.6 - Sequenza delle fasi per giungere alla realizzazione della mappatura delle fanerogame.

## 3 RISULTATI E VALUTAZIONI

### 3.1 Misure nelle 18 stazioni di controllo

#### 3.1.1 *Presentazione dei dati*

Nei seguenti paragrafi vengono riportati e discussi i risultati delle misure di campo e le determinazioni di laboratorio relative alle fanerogame marine e alle epifite delle lamine fogliari campionate nelle quattro campagne, effettuate tra maggio 2006 e febbraio 2007 nelle sei stazioni presso la bocca di porto di Lido e nelle due campagne, effettuate tra novembre 2006 e febbraio 2007, nelle 12 stazioni presso la bocca di porto di Malamocco (6 stazioni) e quella di Chioggia (6 stazioni).

In apposite tabelle sono indicati i valori medi delle misure di campo e di laboratorio relativi ad ognuna delle campagne per le tre bocche di porto (tabelle 3.1-3.4 per il Lido; tabelle 3.8, 3.9 per Malamocco; tabelle 3.11, 3.12 per Chioggia). Sono riportati gli indicatori principali e altri che potremmo definire "indiretti" (es. altezza della ligula, LAI e numero foglie per ciuffo, ecc.) e che si desumono a partire da quelli principali.

Complessivamente, nelle attività di campo e di laboratorio, sono stati presi in esame i seguenti parametri:

- grado di copertura e densità della prateria (n° ciuffi/m<sup>2</sup>);
- altezza dei ciuffi;
- altezza della ligula;
- LAI (Leaf Area Index = superficie fotosintetica attiva);
- numero di foglie per ciuffo;
- stima in % della parte viva (verde) rispetto a quella morta (scura) dei ciuffi;
- presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi o dei semi;
- quantificazione dei fenomeni di necrosi fogliare;
- presenza di rizomi morti;
- numero di taxa totale e medio riferito al ciuffo più vecchio e quindi più epifitato;
- ricoprimento in % delle epifite sulla lamina più vecchia;
- biomassa delle epifite per l'intero ciuffo.

Per gran parte degli indicatori i valori rappresentati nelle tabelle sono il risultato della media condotta su più repliche eseguite in ognuna delle singole stazioni, secondo lo schema di campionamento riportato nel referto di campo di figura 2.4.

Nelle tabelle 3.7, 3.10 e 3.13 sono riporti i range minimi e massimi delle misure sopra citate, relativi allo studio di riferimento B.6.78/I per quanto riguarda rispettivamente la bocca di porto di Lido, Malamocco e Chioggia; quando i valori medi delle misure di campo e di laboratorio relativi ad ognuna delle campagne per le tre bocche di porto (tabelle 3.1-3.4 per il Lido; tabelle 3.8, 3.9 per Malamocco e tabelle 3.11, 3.12 per Chioggia) sono esterni al range dello studio di riferimento B.6.78/I, lo scostamento è segnalato con un asterisco (\*). Inoltre, quando il valore rilevato è superiore al range è riportato a fianco un segno (+), mentre quando risulta inferiore, è segnalato con un segno (-). Nelle tabelle 3.5 e 3.6, invece, sono riportati i range minimi e massimi delle misure sopra citate, relativi allo B.6.72 B/1 e al presente studio B.6.72 B/2 in riferimento alla sola

bocca di porto di Lido. Nelle tabelle 3.5 e 3.6, quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento B.6.78/I, lo scostamento è segnalato con un asterisco (\*).

Nelle figure 3.1, 3.2 e 3.3 questi indicatori di riferimento sono rappresentati anche graficamente al fine di visualizzare le differenze e i trend stagionali per ognuna delle 6 stazioni in ciascuna delle tre bocche.

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

Le praterie di controllo delle sei stazioni della bocca di porto di Lido hanno mostrato nell'arco delle quattro stagioni una sostanziale stabilità rispetto allo studio *ante operam* B.6.78 per quanto riguarda gli indicatori strutturali esaminati. Lievemente inferiore ai range attesi appaiono, invece, i valori di alcuni indicatori strutturali se confrontati con quelli del primo anno di monitoraggio (Studio B.6.72 B/1, inverno 2005 - inverno 2006).

Rispetto al monitoraggio di riferimento B.6.78/I le praterie hanno mantenuto le medesime caratteristiche confermandosi di tipologia pura, poiché costituite quasi esclusivamente dalla specie *Cymodocea nodosa*. Le coperture sono risultate sempre pari al 100% in tutte le 6 stazioni e i siti di campionamento L1, L5 e L6 hanno evidenziato un aumento nella percentuale di copertura rispetto al range di riferimento dello Studio B.6.78/I (tabelle 3.6-3.7).

Le altre due fanerogame marine sono risultate assenti o presenti in quantità limitate e sporadiche, con *Zostera marina* rilevata nelle stazioni L2 e L5 rispettivamente con 12 e 6 ciuffi/m<sup>2</sup> e *Nanozostera noltii* solamente nella stazione L5 (18 ciuffi/m<sup>2</sup>); questi valori rientrano comunque nei range di riferimento dello Studio B.6.78/I (tabelle 3.6 e 3.7).

Le densità delle praterie a *C. nodosa* rientrano nei limiti dei range di riferimento, con la sola eccezione delle stazioni L3 e L6, che presentano una riduzione della densità, pari rispettivamente al 10% e al 25% rispetto al corrispondente periodo dello Studio B.6.78 (per L3 e L6 rispettivamente 1.336 e 822 ciuffi/m<sup>2</sup> in B.6.72 B/2 contro 2.697 e 1.429 ciuffi/m<sup>2</sup> in B.6.78); al contrario, nella stazione L1 si è verificato invece un lieve superamento dei range di riferimento.

Pur considerando come per quattro stazioni si abbia una sostanziale stabilità, è apparso opportuno soffermarsi ad analizzare soprattutto i dati inerenti la stazione L3, la più esposta a possibili impatti, dove sono stati registrati valori bassi rispetto al range di riferimento. Il confronto statistico tra l'intero set dei dati annuali di densità del presente Studio B.6.78 B/2 con i corrispettivi dello Studio di riferimento B.6.78/I denota, infatti, che nelle stazioni L3 e L6 soltanto per la **stagione primaverile (prima campagna - maggio 2006)** la differenza tra le medie risulta statisticamente significativa ( $P < 0,05$ ). Dal momento che nelle successive tre stagioni di campionamento, sino al termine del monitoraggio, non si è più registrata alcuna differenza statisticamente significativa nei valori di densità rispetto ai dati di riferimento, è possibile concludere che lo scostamento osservato sia da correlare probabilmente ad un ritardo nella ripresa dei processi vegetativi di *C. nodosa*, dopo la pausa invernale 2005-primaverile 2006 dovuto a fattori meteo-climatici. Il trend di dati triennali relativi al monitoraggio Mela2 [Magistrato alle Acque, 2005a] e altri lavori specifici per *C. nodosa* della laguna di Venezia [Rismondo *et al.*, 1997; Sfriso *et al.*, 2004] indicano, infatti, che proprio in questo periodo dell'anno (maggio) si verificano sia la produzione di nuovi ciuffi fogliari, sia una loro rapida crescita, tali da modificare in un breve periodo l'assetto della prateria. La minor intensità della radiazione solare che si è registrata tra marzo e maggio 2006 rispetto al triennio 2003-2005 (Fig. 3.8) e la posizione più avanzata verso il mare che questa stazione ha nella bocca di porto, potrebbero aver influito, più che nelle altre, sull'avvio della ripresa vegetativa di *C. nodosa*. Nelle altre quattro stazioni di controllo (L1, L2, L4 e L5) i valori delle densità sono confrontabili con quelli dello studio di riferimento e le differenze risultano statisticamente non significative.

L'altezza dei ciuffi fogliari in tutte le stazioni risulta superiore al range massimo di riferimento. Le

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

maggiori dimensioni sono state rilevate nel campionamento estivo (seconda campagna, tra luglio e agosto) quando *C. nodosa* è al culmine dello sviluppo. Quantitativamente, andando a considerare il range di valori annuale, l'incremento che si registra nei valori massimi in tutte le stazioni è stimabile tra il 5% nella L6 e il 50% nella L3. Nelle stazioni L4 e L5 le dimensioni dei ciuffi sono in linea con i valori di riferimento, essendo costanti o in leggero calo (tabelle 3.6 e 3.7).

La lunghezza della ligula che costituisce la parte basale del ciuffo presenta valori che rientrano nei range di riferimento dello studio B.6.78/I; le sole eccezioni sono rappresentate dalle stazioni L2 e L3, in cui i valori sono in aumento rispetto a quelli di riferimento (rispettivamente del 20% e del 30%) (tabelle 3.6 e 3.7).

Le maggiori dimensioni complessive dei ciuffi fogliari e della ligula rispetto allo studio B.6.78/I erano già state segnalate nel Rapporto Finale relativo al precedente monitoraggio (Studio B.6.72 B/1). Come si vedrà meglio in seguito, nel loro complesso gli indicatori strutturali (grado di copertura, densità, vitalità, biodiversità epifitica) indicano una sostanziale stabilità delle praterie rispetto a quanto osservato nello studio di riferimento. Peraltro, il set di dati di riferimento non appare sufficientemente convalidato nel tempo da poter trarne valutazioni sugli indicatori (altezza fogliare e della ligula) i cui dati di letteratura non sono concordi. Per quanto riguarda le dimensioni delle foglie, infatti, alcune sperimentazioni testimoniano come, ad un incremento della torbidità, esse abbiano fatto registrare aumenti, diminuzioni o assenza di variazioni [Balestri *et al.*, 2004; Ibarra-Obando *et al.*, 2004]. Più concordi sono, invece, le valutazioni per quanto riguarda l'incremento verticale della ligula, poiché, a seguito di una deposizione di sedimento, *C. nodosa* reagisce ad un possibile seppellimento con un allungamento del rizoma verticale e della parte basale della foglia [Marbà e Duarte, 1994]. Va precisato comunque che le dimensioni della ligula in *C. nodosa* delle tre bocche di porto sono nettamente superiori a quelle delle praterie interne alla Laguna, per motivi che probabilmente vanno ricercati nella maggiore instabilità-mobilità dei sedimenti in queste zone più esposte ad eventi meteo marini che determinano torbidità nell'acqua e sedimentazione-seppellimento.

L'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi epifiti delle lamine fogliari delle 6 stazioni, costituito da 57 taxa di cui 46 macroalghe e 11 zoobentonti, appare leggermente inferiore a quello rilevato nello studio di riferimento, dove erano stati determinati 64 taxa ripartiti in 51 macroalghe e 13 zoobentonti. Il numero totale di specie per stazione e anche quello medio per ciuffo relativo alle quattro stagioni esaminate, denota come in alcune stazioni si sia verificato un incremento, mentre in altre si sia avuta una lieve diminuzione (tabelle 3.6 e 3.7).

La Diversità di Shannon (dati normalizzati ID=2,05) nel complesso delle 4 stagioni risulta simile rispetto a quella dello studio di riferimento (dati normalizzati ID=2,01). Il confronto statistico tra il set di dati annuale rilevato nelle 6 stazioni del presente studio e quello rilevato nello studio di riferimento (Studio B.6.78) eseguito con il test non parametrico Mann-Whitney U test, evidenzia una differenza statisticamente non significativa tra gli indici di diversità ( $P < 0,05$ ).

Per quanto attiene la struttura della comunità epifitica, l'analisi ANOSIM (ottenuta normalizzando i valori di ricoprimento per ovviare alla diversa superficie fogliare di riferimento di ognuna delle sei stazioni), sulla base del valore del Global R (0,385) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, indica una differenza statisticamente significativa ( $P < 0,001$ ) debole o moderata [Clarke e Warwick, 2001]. Il test conferma questa debole differenza nella struttura e composizione della comunità epifitica sia esaminando la presenza/assenza delle specie, sia applicando diverse trasformazioni ai dati di ricoprimento (nessuna trasformazione, radice quadrata, doppia radice quadrata). Come visto anche nel Mann-Whitney U test, le comunità epifitiche fito-zoobentoniche rilevate nei due monitoraggi, appaiono nel complesso simili perché caratterizzate dalla presenza delle medesime specie, anche se con lievi differenze in termini di abbondanza. Gli organismi epifiti più rappresentativi delle lamine fogliari sono le diatomee bentoniche (in primis i generi *Navicula* e *Melosira*) e l'alga rossa calcarea *Hydrolithon* spp. che

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

possono contribuire al 40-50% della similarità tra le stazioni. A queste e per minore importanza si aggiungono le alghe rosse di piccole dimensioni *Audouinella* spp. e *Bangia atropurpurea*, quelle a tallo filamentoso ramificato *Ceramium diaphanum* e *Chondria capillaris* e le alghe verdi *Cladophora* spp.; per lo zoobenthos, peraltro limitato rispetto alle macroalghe, gli organismi più abbondanti sono gli anfipodi tubicoli e l'idrozoa *Laomedea calceolifera*. Ad incrementare le differenze tra le comunità dei due monitoraggi, perché più abbondanti nello studio di riferimento, vanno segnalate soprattutto le diatomee, il tunicato *Botryllus schlosseri* e le alghe rosse *Anthitamnion cruciatum* e *Hydrolithon farinosum* (quest'ultima di tipo calcareo-incrostante).

Il LAI (Leaf Area Index), che rappresenta la superficie fotosintetica attiva dei ciuffi fogliari, il rapporto tra la parte viva e la parte morta della foglia e le condizioni dell'apparato ipogeo, confermano un buono stato generale delle praterie e non evidenziano differenze rispetto al monitoraggio B.6.78/I. Il LAI, che rappresenta un indicatore che integra più parametri (densità dei ciuffi, dimensioni e numero di foglie per ciuffo), in due stazioni (L1 e L2) è superiore e in una (L5) lievemente inferiore al range di riferimento, confermando quindi, nel complesso, condizioni di stabilità. Il rapporto tra la parte viva della foglia (verde) e quella morta (scura) è risultato sempre superiore al 96%. Anche per l'apparato ipogeo, ed in particolare per i rizomi, non sono state rilevate condizioni anomale. Il rinvenimento di semi nel sedimento è anch'esso da considerarsi un fatto positivo, poiché conferma come nelle praterie si svolgono con regolarità i processi riproduttivi.

Come già visto nell'analisi dei dati degli Studi B.6.78/I e B.6.72 B/1, anche in questo monitoraggio il confronto tra le stazioni dei valori degli indicatori strutturali e funzionali rivela che tutte le stagioni le differenze sono statisticamente significativa. Queste differenze sono dovute al fatto che ogni prateria raggiunge un suo equilibrio in relazione a vari fattori, spesso diversi da un sito all'altro, quali ad esempio la batimetria, le caratteristiche del piano sedimentario, la diversa collocazione morfologica (bordo canale piuttosto che bassofondo) e la tipologia del sedimento (su sabbia franca oppure su sabbia limoso-argillosa).

Al fine di valutare ulteriormente se e quanto i dati rilevati per la bocca di Lido in questo monitoraggio mostrino delle differenze rispetto ai dati di riferimento, in questo rapporto è stato testato ed implementato un indice biologico ritenuto applicabile alle lagune del nord Adriatico (EQR = Ecological Quality Ratio) e recentemente proposto per monitorare lo stato delle fanerogame marine [Foden e Brazier, 2007]. Questo indice, ideato nell'ottica della Water Framework Directive 2000/60/EC, fornisce un giudizio di sintesi basandosi sull'analisi delle variazioni delle specie di fanerogame presenti, della densità dei ciuffi fogliari e del grado di copertura delle praterie. L'indice ha lo scopo di sintetizzare le informazioni raccolte sulle praterie oggetto di studio rispetto a quelle di riferimento, fornendo un giudizio sintetico direttamente collegabile alle categorie di stato dell'ambiente delineato nella WDF (ottimo, buono, moderato, mediocre e cattivo). Utilizzando il modello concettuale proposto dagli Autori, abbiamo inserito anche una possibile valutazione dell'eventuale variazione del numero di organismi epifiti presenti sulle lamine fogliari, ritenendo che, un possibile incremento della sedimentazione/torbidità dell'acqua, potrebbe indurre una riduzione del numero di specie, soprattutto di quelle algali, come diretta conseguenza della riduzione della radiazione luminosa e della deposizione del particolato. La ripartizione delle cinque classi e la metodica per la definizione dello stato di qualità che questo indice propone sono in accordo con i dati letteratura, soprattutto per quanto riguarda gli aspetti relativi alla torbidità dell'acqua e alla riduzione della radiazione luminosa, come riportato nel rapporto sullo stato delle conoscenze redatto previsto nel primo anno di monitoraggio (Rapporto di Variabilità *ante operam*, Studio B.6.72 B/1).

Nello specifico di questo indice, l'EQR, che può variare da 1 a 0, rappresenta il rapporto fra i valori dei parametri biologici osservati ed i valori dello stato di riferimento. In condizioni ottimali, cioè quando i parametri della praterie da esaminare non si discostano molto da quelli della prateria di

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

riferimento, il valore EQR è vicino al valore 1; viceversa, quando i parametri della prateria in oggetto si discostano molto da quella di riferimento il valore di EQR tende a 0. Applicando questa analisi ai parametri del presente monitoraggio per le sei praterie delle stazioni di Lido e prendendo come valori di riferimento quelli dello Studio B.6.78/I, è emerso che le praterie delle sei stazioni di controllo hanno condizioni di stabilità per quanto riguarda il numero di specie di rizofite, la densità dei ciuffi fogliari, il grado di copertura delle praterie e la biodiversità degli epifiti delle lamine fogliari.

Schema generale dell'indice EQR con descrizione del disturbo, punteggio e classificazione ad esso associati in accordo con la Water Framework Directive [Foden e Brazier, 2007]

	<b>Disturbo</b>	<b>EQR</b>	<b>Status</b>
EQR = $\frac{\text{Valori dei parametri biologici attuali}}{\text{Valori dei parametri biologici di riferimento}}$	Assente o lieve	1,0	Ottimo
	Leggero	0,8	Buono
	Moderato	0,6	Moderato
	Discreto	0,4	Mediocre
	Grave	0,2	Cattivo
			0

Tabella di riferimento per il calcolo di EQR per i parametri densità dei ciuffi fogliari e copertura della prateria [Foden e Brazier, 2007]

	<b>Riduzione densità o copertura</b>	<b>EQR</b>	<b>STATUS</b>
nessun cambiamento rilevabile	0-10 %	1-0,8	Ottimo
leggeri segni di disturbo	11-30 %	0,79-0,6	Buono
moderato disturbo	31-50 %	0,59-0,4	Moderato
serio disturbo	51-70 %	0,39-0,2	Mediocre
grave disturbo	71-100 %	0,19-0	Cattivo

Tabella di riferimento per il calcolo di EQR per le singole specie di fanerogame e delle relative epifite [da Foden e Brazier, 2007 modificato]

	<b>Riduzione n. fanerogame ed epifite</b>	<b>EQR</b>	<b>STATUS</b>
nessun cambiamento rilevabile	0-24 %	0,9	Ottimo
leggeri segni di disturbo	25-33 %	0,7	Buono
moderato disturbo	34-66 %	0,5	Moderato
serio disturbo	67-75 %	0,3	Mediocre
grave disturbo	76-100 %	0,1	Cattivo

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

Valori dell'indice EQR (STATUS) relativo alle stazioni della bocca di porto di Lido e derivati dal confronto tra lo stato attuale (Studio B.6.72 B/2) e lo stato di riferimento (Studio B.6.78/I).

<b>STATUS</b>							
<b>Densità ciuffi</b> B.6.78-B.6.72 B/2	Lido 1 <b>Ottimo</b>	Lido 2 <b>Ottimo</b>	Lido 3 <b>Buono</b>	Lido 4 <b>Ottimo</b>	Lido 5 <b>Buono</b>	Lido 6 <b>Buono</b>	Status complessivo <b>Ottimo</b>
<b>N. fanerogame</b> B.6.78-B.6.72 B/2	Lido 1 <b>Ottimo</b>	Lido 2 <b>Ottimo</b>	Lido 3 <b>Ottimo</b>	Lido 4 <b>Ottimo</b>	Lido 5 <b>Ottimo</b>	Lido 6 <b>Ottimo</b>	Status complessivo <b>Ottimo</b>
<b>Copertura</b> B.6.78-B.6.72 B/2	Lido 1 <b>Ottimo</b>	Lido 2 <b>Ottimo</b>	Lido 3 <b>Ottimo</b>	Lido 4 <b>Ottimo</b>	Lido 5 <b>Ottimo</b>	Lido 6 <b>Ottimo</b>	Status complessivo <b>Ottimo</b>
<b>N. epifite</b> B.6.78-B.6.72 B/2	Lido 1 <b>Ottimo</b>	Lido 2 <b>Ottimo</b>	Lido 3 <b>Ottimo</b>	Lido 4 <b>Ottimo</b>	Lido 5 <b>Buono</b>	Lido 6 <b>Ottimo</b>	Status complessivo <b>Ottimo</b>

Tabella 3.1 - Prima campagna (tarda primavera 2006). Studio B.6.72 B/2. Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità <i>C. nodosa</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	896	1194	1336	1832	744	822
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	12	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	18	0
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0	0	34* (+)	37* (+)	0	0
Copertura prateria ( % )	100	100	100	100	70* (-)	100
Altezza ciuffi ( cm )	29,3* (-)	25,1	24,5	28,9	31,5	28,7
Altezza ligula ( cm )	7,3	7,5* (-)	7,5	9,7	8,9	8,3
N. foglie/ciuffo	2,2	2,1	2,2	2,0	2,0	2,3
LAI (Leaf Area Index)	0,9	0,9	1,0	1,5	0,7	0,7
% parte viva ciuffo	99,6	99,7	99,8	99,6	99,3	99,7
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	14	21	25	22	15	16
N. taxa medio/ciuffo <sup>(1)</sup>	9,1* (-)	9,2	12,1	7,7	8,3* (-)	9,4* (-)
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2)</sup>	0,753	0,524* (+)	0,570	0,250	0,154* (-)	0,176
% ricoprimento <sup>(1)</sup>	75,3	52,4* (+)	57,0	25,0	15,4* (-)	17,6
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(2)</sup>	131,8	139,6	45,8	36,5	10,1	38,7

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

Tabella 3.2 - Seconda campagna (tarda estate 2006). Studio B.6.72 B/2. Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità <i>C. nodosa</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	1147* (+)	1082	1593	1352	744	837
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	9	43* (+)	84* (+)	87* (+)	0	0
Copertura prateria ( % )	100* (+)	100	100	100	100* (+)	100* (+)
Altezza ciuffi ( cm )	51,4* (+)	65,9* (+)	80,3* (+)	56,9* (+)	31,7	64,0* (+)
Altezza ligula ( cm )	8,9	12,6* (+)	12,2* (+)	9,6	6,4* (-)	9,3
N. foglie/ciuffo	3,4	3,5* (+)	3,3	3,2	2,7	3,2
LAI (Leaf Area Index)	4,7	5,6* (+)	11,4* (+)	3,7	1,4	3,0
% parte viva ciuffo	99,6	99,7	99,8	99,3	98,4	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	15	16	17	13	11* (-)	14* (+)
N. taxa medio/ciuffo <sup>(1)</sup>	9,2* (-)	9,1	8,9* (-)	7,8	6,6* (-)	9,7* (-)
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2)</sup>	0,275	0,235	0,074	0,162	0,046	0,533
% ricoprimento <sup>(1)</sup>	27,5	23,5	7,4	16,2	4,6	53,3
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(2)</sup>	7,4* (-)	3,2* (-)	3,4	4,4	3,1* (-)	19,0

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

(\*) = Valori medi che ricadono al di fuori del range annuale di variabilità dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali condotte per lo Studio B.6.78/I e riportati in tabella 3.7.

Tabella 3.3 - Terza campagna (tardo autunno 2006). Studio B.6.72 B/2. Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità <i>C. nodosa</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	961	958	1159* (-)	1522	806	595* (-)
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	9	0
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0	40* (+)	25* (+)	521* (+)	0	0
Copertura prateria ( % )	100* (+)	100	100	100	100* (+)	100* (+)
Altezza ciuffi ( cm )	55,9* (+)	64,1* (+)	57,0* (+)	51,7	32,9	44,4
Altezza ligula ( cm )	9,0	11,3* (+)	10,8* (+)	9,3	9,1	9,9
N. foglie/ciuffo	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	2,1
LAI (Leaf Area Index)	2,5	2,8	3,1	3,3	0,9	1,2
% parte viva ciuffo	99,7	99,8* (+)	99,7	99,6	99,1	98,9
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	25	27	22	22	14	21
N. taxa medio/ciuffo <sup>(1)</sup>	14,7	19,2* (+)	14,3	13,5	10,7	14,3
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2)</sup>	0,605	0,559* (+)	0,628	1,018* (+)	0,274	0,816* (+)
% ricoprimento <sup>(1)</sup>	60,5	55,9* (+)	62,8	101,8* (+)	27,4	81,6* (+)
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(2)</sup>	17,9	15,7* (-)	16,8	25,1	16,5	13,5

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

Tabella 3.4 - Quarta campagna (tardo inverno 2006-2007). Studio B.6.72 B/2. Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità <i>C. nodosa</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	884	874	1206 * (-)	1345	822	663 * (-)
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	3	0	0	6 * (+)	0
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	12	0
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0	0	0	19 * (+)	0	0
Copertura prateria ( % )	100 * (+)	100	100	100	100 * (+)	100 * (+)
Altezza ciuffi ( cm )	38,9	37,5	30,2	19,8	21,5 * (-)	29,1
Altezza ligula ( cm )	10,2	11,7 * (+)	7,6	7,9	8,4	9,0
N. foglie/ciuffo	1,7	1,4	1,6	1,6	1,4	1,4
LAI (Leaf Area Index)	1,1	0,8	0,9	0,6	0,3 * (-)	0,5 * (-)
% parte viva ciuffo	98,6	99,2	98,5	96,0 * (-)	97,5 * (-)	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	26	26	25	28 * (+)	24	21
N. taxa medio/ciuffo <sup>(1)</sup>	13,8	14,8	14,7	12,7	13,3	13,5
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2)</sup>	0,493	0,369	0,660	0,487 * (+)	0,679 * (+)	0,578
% ricoprimento <sup>(1)</sup>	49,3	36,9	66,0	48,7 * (+)	67,9 * (+)	57,8
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(2)</sup>	18,8	10,8 * (-)	19,9	35,5	88,6	17,3

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

(\*) = Valori medi che ricadono al di fuori del range annuale di variabilità dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali condotte per lo Studio B.6.78/I e riportati in tabella 3.7.

Tabella 3.5 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/1.

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità <i>C. nodosa</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	868-1228*	986-1457*	1203*-2061	1373-2108*	732-1429*	787-1438*
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0-9	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0-109*	0	0	0-6	0-28*
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0-6	0-127*	22*-84*	217*-632*	0	0-6*
Copertura prateria ( % )	90*-100*	100	90-100	90*-100	60*-100*	80*-100*
Altezza ciuffi ( cm )	27,8*-73,0*	22,5-76,4*	16,8*-58,8*	24,5-64,2*	25,8-47,4*	32,0-82,3*
Altezza ligula ( cm )	9,2-11,4	9,0-13,5*	6,0*-9,9*	7,4-11,3*	7,6-10,0*	9,5-13,8*
N. foglie/ciuffo	1,4-3,4	1,1*-3,2*	1,5-3,3	1,3*-3,3	1,4-3,4	1,5-3,8
LAI (Leaf Area Index)	0,8-6,5*	0,4*-9,1*	1,8-9,6	1,0-6,9	0,8-3,2	0,7-9,4*
% parte viva ciuffo	94,3-99,7	89,8-99,8*	93,3*-99,8	88,1*-99,6	88,8*-99,5	95,7-99,7
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	15-25	20-27	18-30	18-31*	16-26*	18-26
N. taxa medio/ciuffo <sup>(1)</sup>	9,7*-12,6	10,6-14,0	10,1-18,4*	9,7-17,0*	10,2-15,8	10,0*-14,7
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2)</sup>	0,155-1,191*	0,238-1,456*	0,531-1,592*	0,144-0,932*	0,133*-0,398	0,142-1,175*
% ricoprimento <sup>(1)</sup>	12,3-80,3	23,8-145,6*	53,1-159,2*	14,4-93,2*	13,3*-39,8	14,2-117,5*
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(2)</sup>	9,9*-85,4	3,6*-320,3*	12,9-135,8	2,9*-75,7	3,4*-111,2	5,5*-123,4

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

Tabella 3.6 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/2.

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità <i>C. nodosa</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	884-1147*	874-1194	1159*-1593	1345-1832	744-822	595*-837
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0-12	0	0	0-6	0
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0-18	0
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0-9	0-43	0-84	19-521	0	0
Copertura prateria ( % )	100*	100	100	100	100*	100*
Altezza ciuffi ( cm )	29,3*-55,9*	25,1-65,9*	24,5-80,3*	19,8-56,9*	21,5*-32,9	28,7-64,0*
Altezza ligula ( cm )	7,3-10,2	7,5*-12,6*	7,5-12,2*	7,9-9,7	6,4*-9,1	8,3-9,9
N. foglie/ciuffo	1,7-3,4	1,4-3,5*	1,6-3,3	1,6-3,2	1,4-2,7	1,4-3,2
LAI (Leaf Area Index)	0,9-4,7	0,8-5,6*	0,9-11,4*	0,6*-3,7	0,3-1,4	0,5*-3,0
% parte viva ciuffo	98,6-99,7	99,2-99,8*	98,5-99,8	96,0*-99,6	97,5-99,3	98,9-99,8
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	14-26	16-27	17-25	13-28*	11*-24	14*-21
N. taxa medio/ciuffo <sup>(1)</sup>	9,1*-14,7	9,1-19,2*	8,9*-14,7	7,7-13,5	6,6-13,3	9,4-14,3
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2)</sup>	0,275-0,753	0,235-0,559*	0,074*-0,660	0,162-1,018*	0,047*-0,679*	0,176-0,816*
% ricoprimento <sup>(1)</sup>	27,5-75,3	23,5-55,9*	7,4*-66,0	16,2-101,8*	4,7*-67,9*	17,6-81,6*
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(2)</sup>	7,4*-131,8	3,2*-139,7	3,4-45,8	4,4-36,4	3,1*-88,6	13,5-38,7

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

(\*) = Valori medi che ricadono al di fuori del range annuale di variabilità dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali condotte per lo Studio B.6.78/I e riportati in tabella 3.7.

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

Tabella 3.7 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.78/I

	<b>Bocca di porto di Lido</b>					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	794-1119	784-1432	1321-2697	1225-1931	704-1107	775-1429
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0-12	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0-37	0-37	0	0	0-22	0-3
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0-27	0-12	0-5	0	0-130	0
Copertura prateria (%)	70-80	90-100	90-100	100	80-90	90
Altezza ciuffi (cm)	30,9-45,1	20,6-42,6	17,7-41,7	19,6-56,8	22,7-44,2	24,3-60,9
Altezza ligula (cm)	6,1-11,8	7,8-10,3	6,5-8,6	6,4-10,2	6,6-9,6	7,2-10,9
N. foglie/ciuffo	1,3-4,4	1,3-2,7	1,4-3,5	1,4-3,4	1,2-3,5	1,3-4,3
LAI (Leaf Area Index)	0,5-6,0	0,5-3,8	0,7-9,9	0,6-7,0	0,5-3,4	0,6-6,4
% parte viva ciuffo	88,4-99,9	92,3-99,7	98,3-99,9	98,2-99,8	98,3-99,6	95,5-99,9
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	11-36	13-30	9-27	12-25	16-35
N. taxa medio/ciuffo (1)	9,8-16,3	8,2-17,5	9,0-17,5	6,8-13,9	8,5-16,1	10,2-18,5
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare (2)	0,076-0,818	0,082-0,486	0,109-0,743	0,114-0,328	0,172-0,440	0,090-0,682
% Ricoprimento epifite (1)	7,6-81,8	8,2-48,6	10,9-74,3	11,4-32,8	17,2-44,0	9,0-68,2
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) (2)	11,4-209,2	20,2-232,3	2,4-313,9	3,3-172,3	5,8-209,4	9,0-207,1

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

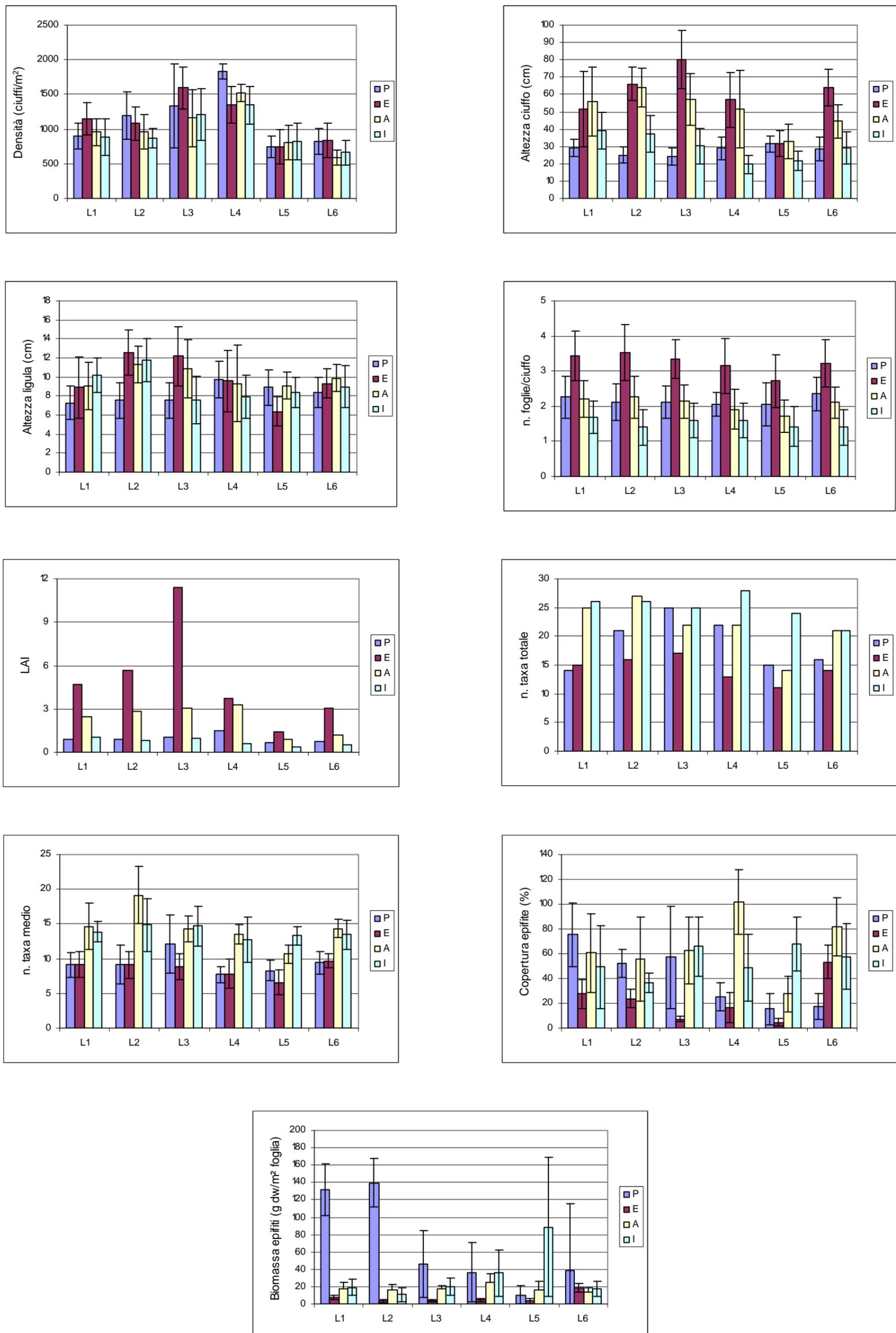


Figura 3.1 - Bocca di porto di Lido: rappresentazione grafica di alcuni indicatori strutturali (P=Primavera 2006; E=Estate 2006; A=Autunno 2006; I=Inverno 2006-2007).

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

Le praterie di cinque stazioni di controllo della bocca di porto di Malamocco hanno come specie esclusiva o principale *Cymodocea nodosa*, con coperture nell'intorno del 100% in entrambe le stagioni di campionamento (autunno 2006 e inverno 2006-2007); anche la stazione M1 che, invece, come specie principale ha *Zostera marina*, presenta valori di copertura del 100% in entrambe le campagne. I valori della copertura percentuale rilevati nelle due campagne di monitoraggio rientrano nel range di valori osservati durante il monitoraggio B.6.78/I o sono, come nel caso delle stazioni M1 e M2, in aumento (tabelle 3.8, 3.9 e 3.10). La presenza di *Nanozostera noltii* nelle stazioni di controllo è apparsa sempre limitata, essendo stati rinvenuti durante i campionamenti solamente pochi ciuffi sia in autunno (15 ciuffi/m<sup>2</sup> nella stazione M6) sia in inverno (9 ciuffi/m<sup>2</sup> nella stazione M2).

Tra le due macrofite campionate, *Cymodocea nodosa* ha i valori di densità media più alti, con valori pressoché costanti nelle due stagioni (1.459 ciuffi/m<sup>2</sup> in autunno e 1.464 ciuffi/m<sup>2</sup> in inverno). Nella stazione M1, invece, *Z. marina* fa registrare un valore di densità medio pari a 350 ciuffi/m<sup>2</sup> in autunno e 384 ciuffi/m<sup>2</sup> in inverno (figura 3.2; tabelle 3.8, 3.9). Come per il grado di copertura delle praterie, anche per la densità i valori rilevati rientrano nel range osservato durante il monitoraggio B.6.78/I o sono, come nel caso delle stazioni M1 e M5, di poco superiori (tabelle 3.8, 3.9 e 3.10). Nel complesso questi due parametri indicano una stabilità delle praterie ma, considerando come l'osservazione si riferisca a due stagioni solamente, sembra corretto, per una valutazione definitiva, disporre di un quadro riferito all'intera annualità.

Il confronto statistico tra i dati annuali e i corrispettivi dello studio di riferimento B.6.78/I, infatti, denota come nelle stazioni M2 e M4 la differenza tra le medie sia statisticamente significativa ed imputabile ad un aumento nei valori di densità media, da ritenersi, comunque, un dato positivo. Nella stazione M3, invece, la differenza statisticamente significativa tra le medie rilevata nella sola stagione autunnale è riconducibile ad una riduzione dei valori di densità media; poiché lo scostamento è comunque minimo e nella successiva stagione di campionamento non è stata registrata alcuna differenza statisticamente significativa rispetto ai dati di riferimento, esso può essere dovuto alla variabilità naturale nel ciclo vitale di *C. nodosa*. Nelle altre 3 stazioni di controllo (M1, M5 e M6) i valori delle densità risultano confrontabili con quelli dello studio di riferimento.

L'analisi della lunghezza media dei ciuffi indica come il valore medio diminuisca dalla stagione autunnale a quella invernale (da 22,8 a 16,3 cm). Per quanto riguarda la stazione M1, *Z. marina* presenta in inverno un valore medio di lunghezza fogliare pari a 47,4, in aumento se confrontato con il valore registrato nella campagna precedente (38,7 cm) (figura 3.2; tabelle 3.8, 3.9). Tutti questi valori rientrano nel range di quelli osservati durante il monitoraggio *ante operam* B.6.78/I o ne sono di poco inferiori o superiori (tabelle 3.8, 3.9 e 3.10).

I valori medi della lunghezza della ligula sono per *Z. marina* pari a 7 cm in autunno e 9,9 cm in inverno e per *C. nodosa*, invece, pari a 6,0 cm in autunno e 5,7 cm in inverno, valori costanti e, come per il parametro lunghezza dei ciuffi, rientrano nel range di quelli osservati durante il monitoraggio *ante operam* B.6.78/I o ne sono di poco inferiori o superiori (tabelle 3.8, 3.9 e 3.10).

L'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *C. nodosa*, costituito da 49 taxa di cui 41 macroalghe e 8 zoobentonti, appare leggermente inferiore a quello rilevato nello studio di riferimento, dove sono stati determinati 60 taxa ripartiti in 51 macroalghe e 9 zoobentonti. Anche per *Z. marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi, costituito da 22 taxa di cui 18 macroalghe e 4 zoobentonti, appare lievemente inferiore rispetto a quello rilevato nello studio di riferimento, dove erano presenti 39 taxa ripartiti in 32 macroalghe e 7 zoobentonti. Il numero totale complessivo di specie e anche quello medio per ciuffo, sempre riferito alle singole stazioni, rientrano nei range di riferimento osservati durante il monitoraggio *ante operam* B.6.78/I (tabelle 3.8, 3.9 e 3.10).

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

Nel complesso delle 2 stagioni l'indice di Diversità di Shannon per la stazione M1 a *Z. marina* (dati normalizzati ID=1,76) è in leggero calo rispetto a quella dello Studio B.6.78/I (dati normalizzati ID=2,01), mentre per le stazioni a *C. nodosa* (dati normalizzati ID=1,98) è in leggero aumento rispetto a quello dello Studio B.6.78/I (dati normalizzati ID=1,96). Il test non parametrico (Mann-Whitney U test), denota una differenza non statisticamente significativa tra gli indici di diversità dei due monitoraggi ( $P < 0,05$ ).

Per quanto attiene la struttura della comunità epifitica, l'analisi ANOSIM dei dati di ricoprimento (ottenuta normalizzando questi ultimi per ovviare alla diversa superficie fogliare di riferimento di ognuna delle sei stazioni) ha evidenziato differenze statisticamente significative ( $P < 0,001$ ) tra il presente studio e quello di riferimento B.6.78/I. Sulla base del valore del Global R (0,565) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, si può concludere che la differenza tra le due comunità sia nel complesso moderata [Clarke e Warwick, 2001].

Le comunità epifitiche fito-zoobentoniche rilevate nei due monitoraggi, infatti, sebbene appaiano nel complesso simili e presentino una diversità statistica moderatamente significativa, si differenziano per l'abbondanza di alcune specie. Per la prateria a *Z. marina* della stazione M1, nello studio B.6.78/I, le specie più importanti sono, infatti, le diatomee coloniali, l'alga rossa *Audouinella* sp. e l'alga verde *Ulva laetevirens* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, l'antozoo *Actiniidae* indet., mentre nel monitoraggio attuale le specie più importanti sono le diatomee coloniali, l'alga rossa *Pneophyllum fragile*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per lo zoobenthos, i crostacei con gli anfipodi tubicoli. Per le praterie a *C. nodosa*, invece, nello studio B.6.78/I, le specie più importanti sono le diatomee coloniali, le alghe rosse *Hydrolithon boreale*, *Audouinella* sp., le alghe brune *Myrionema orbiculare* e *Hincksia* sp. e, per quanto riguarda lo zoobenthos, l'antozoo *Actiniidae* indet. e il tunicato coloniale *Botryllus schlosseri*, mentre nel monitoraggio attuale le specie più importanti sono le diatomee coloniali, le alghe rosse calcaree *Hydrolithon farinosum*, *Hydrolithon boreale* e *Pneophyllum fragile*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per lo zoobenthos, i crostacei con gli anfipodi tubicoli.

Il LAI (Leaf Area Index), che rappresenta la superficie fotosintetica attiva ed integra più parametri (densità dei ciuffi, dimensioni e numero di foglie per ciuffo), presenta valori che rientrano o sono di poco inferiori ai range calcolati per lo Studio di riferimento B.6.78/I. Il rapporto tra la parte viva della foglia (verde) e quella morta (scura) è anch'esso buono, essendo superiore al 98%. Nelle attività in campo non sono mai state osservate situazioni anomale per quanto attiene l'apparato ipogeo ed in particolare per i rizomi. Inoltre, il rinvenimento di semi nel sedimento è anch'esso da considerarsi un fatto positivo, poiché conferma come nelle praterie si svolgano con regolarità i processi riproduttivi (tabelle 3.8, 3.9 e 3.10).

Come per la bocca di Lido, in entrambe le stagioni, tra le diverse stazioni si rileva quasi sempre una differenza statisticamente significativa tra i principali indicatori strutturali. Questa è la conseguenza del fatto che ogni prateria raggiunge un suo equilibrio in relazione a vari fattori, spesso diversi da un sito all'altro, quali la batimetria, le caratteristiche del piano sedimentario, la diversa collocazione (bordo canale piuttosto che bassofondo) e la tipologia del sedimento (su sabbia franca oppure su sabbia limoso-argillosa).

Tabella 3.8 - Prima campagna (tardo autunno 2006). Studio B.6.72 B/2. Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Malamocco					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	1559	1299	1234	1783	1423
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	350* (+)	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	15* (+)
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0	0	6	87	0	90* (+)
Copertura prateria (%)	100* (+)	100* (+)	100	100	100	100
Altezza ciuffi (cm)	38,7	36,0	18,9	21,6	22,5	14,9
Altezza ligula (cm)	7,6	8,5	4,7* (-)	6,0* (-)	6,1	4,7
N. foglie/ciuffo	3,4* (-)	1,7	1,7	1,3	1,4	1,6
LAI (Leaf Area Index)	1,3	1,6	0,5	0,6	1,0	0,4
% parte viva ciuffo	99,5* (+)	99,2	99,2	99,3	99,5	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	13* (-)	18	13* (-)	12* (-)	14	17
N. taxa medio/ciuffo (1)	9,5	9,0* (-)	9,3* (-)	10,0* (-)	9,8* (-)	10,0* (-)
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare (2)	0,144* (+)	0,161	0,419	0,364	0,442	0,193
% Ricoprimento epifite (1)	14,4* (+)	16,1	41,9	36,4	44,2	19,3
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) (2)	0,4* (-)	3,8* (-)	10,8	14,6	9,5	7,4

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

Tabella 3.9 - Seconda campagna (tardo inverno 2006-2007). Studio B.6.72 B/2. Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Malamocco					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	1510	1243	1048	2120* (+)	1401
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	384* (+)	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	9	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0	0	0	2	0	0
Copertura prateria (%)	100* (+)	100* (+)	100	100	100	100
Altezza ciuffi (cm)	47,4* (+)	24,2	14,1	19,2	12,4* (-)	11,7
Altezza ligula (cm)	9,9* (+)	8,2	5,1	6,5	4,4* (-)	4,4* (-)
N. foglie/ciuffo	3,9* (+)	1,4* (-)	1,6* (-)	1,5	1,4	1,5
LAI (Leaf Area Index)	1,5	0,6	0,3* (-)	0,3	0,4* (-)	0,2* (-)
% parte viva ciuffo	99,8* (+)	98,9	98,7	98,8	99,1	98,6
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	21	24	27	23	27	21
N. taxa medio/ciuffo (1)	10,5	15,7	14,7	14,0	15,7	11,0
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare (2)	0,116* (+)	0,396	1,594* (+)	0,344	1,320* (+)	0,389
% Ricoprimento epifite (1)	11,6* (+)	39,6	159,4* (+)	34,4	132,0* (+)	38,9
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) (2)	8,8* (+)	14,0	134,6	65,8	118,3	16,8

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

(\*) = Valori medi che ricadono al di fuori del range annuale di variabilità dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le quattro campagne stagionali condotte per lo Studio B.6.78/I e riportati in tabella 3.10.

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

Tabella 3.10 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.78/I

	<b>Bocca di porto di Malamocco</b>					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	992-1801	1225-2189	955-1544	1265-1875	1035-1931
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	220-326	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0-56	0-25	0	0	0
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0-37	0-230	0	0-124	0	0-73
Copertura prateria (%)	80	90	100	100	100	100
Altezza ciuffi (cm)	26,3-46,5	18,5-74,7	12,1-46,8	13,9-44,6	21,1-41,0	11,6-40,3
Altezza ligula (cm)	6,3-8,4	6,7-13,6	4,8-9,3	6,5-9,6	5,5-8,8	4,7-8,6
N. foglie/ciuffo	3,8-4,2	1,5-3,9	1,7-3,8	1,3-3,8	1,3-4,1	1,3-4,3
LAI (Leaf Area Index)	0,7-2,3	0,7-13,1	0,4-8,8	0,3-6,4	0,9-6,1	0,4-8,0
% parte viva ciuffo	93,8-97,8	97,2-99,9	95,2-99,8	95,9-99,9	97,8-99,8	95,6-99,9
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	15-34	15-33	15-36	14-34	13-39	12-33
N. taxa medio/ciuffo (1)	9,0-19,5	11,7-19,1	12,2-19,3	11,2-20,0	11,2-23,3	10,5-16,4
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare (2)	0,045-0,089	0,105-0,889	0,181-0,883	0,166-0,697	0,139-1,039	0,130-0,669
% Ricoprimento epifite (1)	4,5-8,9	10,5-88,9	18,1-88,3	16,6-69,7	13,9-103,9	13,0-66,9
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) (2)	1,7-7,8	5,6-178,0	2,4-169,5	2,9-828,3	2,1-181,8	0,9-166,7

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

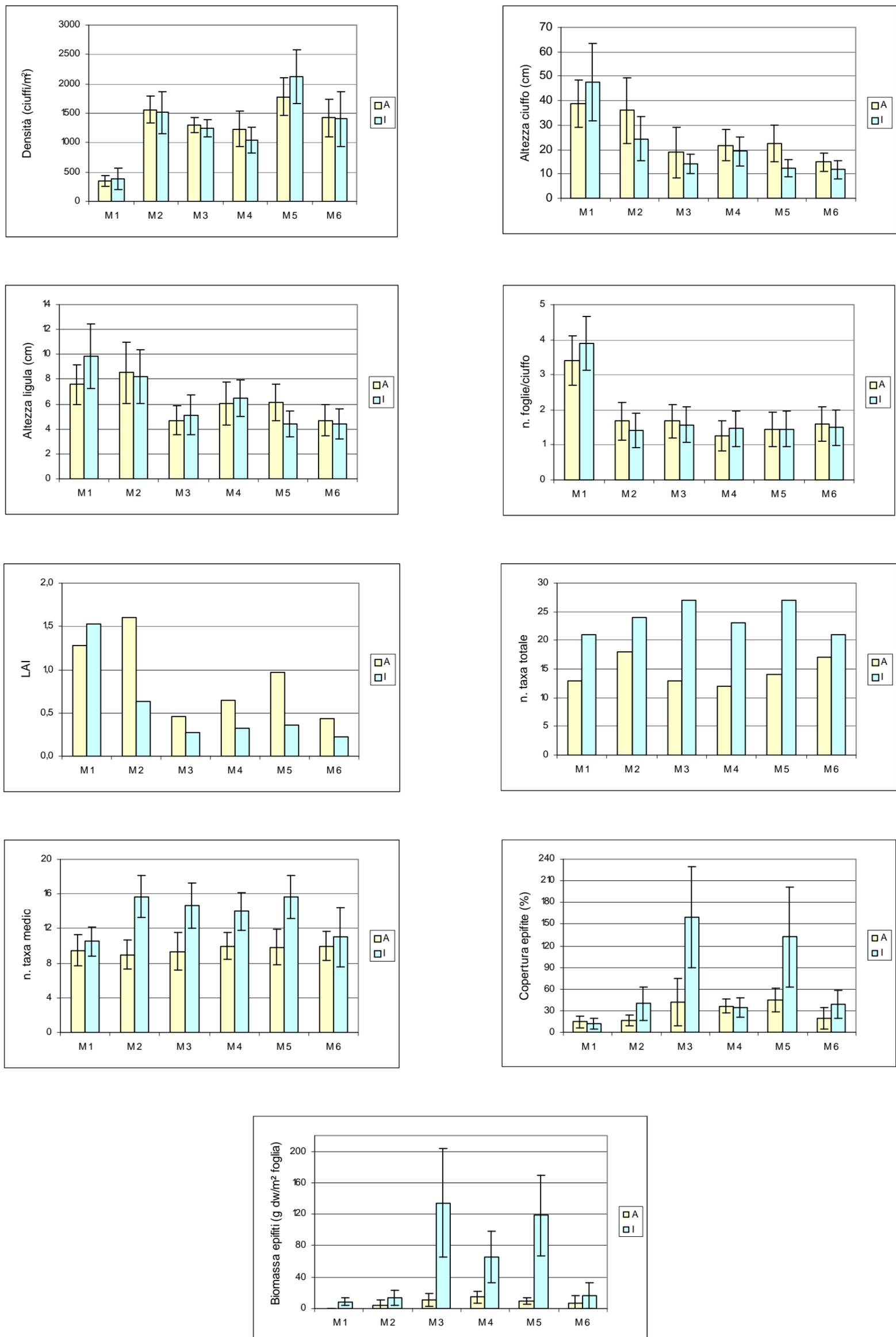


Figura 3.2 - Bocca di porto di Malamocco: rappresentazione grafica di alcuni indicatori strutturali (A=Autunno 2005; I=Inverno 2006-2007)

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

*Cymodocea nodosa*, con coperture nell'intorno di ciascuna stazione pari a 100% sia nella stagione autunnale sia in quella invernale, è la specie esclusiva o principale delle praterie di cinque delle sei stazioni della bocca di porto di Chioggia; nella sola stazione C1 la specie principale è *Z. marina*, anch'essa con valori di copertura del 100% in entrambe le stagioni. Nel complesso, i valori di copertura percentuale rilevati nelle due campagne di monitoraggio rientrano nel range di valori osservati durante il monitoraggio B.6.78/I o sono, come nel caso della stazione C1, in aumento (figura 3.3; tabelle 3.11, 3.12). La presenza della terza fanerogama *N. noltii* è apparsa limitata, non essendo stati rinvenuti ciuffi durante i campionamenti.

Tra le due macrofite campionate, *C. nodosa* ha i valori di densità media più alti in entrambe le stagioni (1.122 ciuffi/m<sup>2</sup> in autunno e 1.431 ciuffi/m<sup>2</sup> in inverno). Nella stazione M1, invece, *Z. marina* fa registrare un valore di densità medio pari a 304 ciuffi/m<sup>2</sup> in autunno e 295 ciuffi/m<sup>2</sup> in inverno (figura 3.3; tabelle 3.11, 3.12). A differenza della copertura percentuale, i valori rilevati per la densità durante la campagna autunnale, con la sola eccezione della stazione C5, sono leggermente inferiori al range di valori osservati durante il monitoraggio B.6.78/I, con una riduzione compresa fra il 12% delle stazioni C1 e C6 e il 30% della stazione C3. I dati della campagna invernale rilevano, invece, una riduzione della densità più contenuta rispetto al range di valori di riferimento, essendo variata dal 15% in meno della stazione C1 al 7% in meno della stazione C3 (tabelle 3.11, 3.12 e 3.13).

Un primo esame di questo indicatore evidenzia una lieve riduzione delle densità delle praterie ma, considerando che il monitoraggio si riferisce solamente a due stagioni e non all'intera annualità, appare corretto aumentare il livello di attenzione su questo parametro senza però trarre delle conclusioni definitive che richiedono, invece, un'analisi più complessiva. Il confronto statistico tra i dati annuali di densità e i corrispettivi dello studio B.6.78/I denota, infatti, come soltanto nelle stazioni C1 e C3 la differenza tra le medie sia statisticamente significativa ( $P < 0,001$ ) ed imputabile, per la stazione C3, ad un aumento positivo nei valori di densità media nella stagione invernale, mentre per la stazione C1 a valori più bassi di densità. Riguardo quest'ultima stazione (C1) si deve però precisare che il confronto è avvenuto tra dati che includono solo due stagioni e che gli altri indicatori strutturali (es. grado di copertura, vitalità, biodiversità epifitica, ecc.) indicano, comunque, una sostanziale stabilità della prateria rispetto a quanto osservato nello Studio B.6.78/I.

La lunghezza dei ciuffi fogliari ha evidenziato come, per *C. nodosa*, il valore medio si riduca dalla stagione autunnale a quella invernale (da 27,3 a 17,2 cm). Per quanto riguarda la stazione C1, *Z. marina* presenta in autunno un valore medio di lunghezza fogliare pari a 51,7, pressoché costante rispetto a quello della campagna seguente (52,6 cm) (figura 3.3; tabelle 3.11, 3.12). Questi valori rientrano nel range di quelli osservati durante il monitoraggio *ante operam* B.6.78/I o sono di poco inferiori (tabelle 3.11, 3.12 e 3.13).

I valori medi della lunghezza della ligula, per *C. nodosa* pari a 7,7 in autunno e 6,8 in inverno e per *Z. marina* pari a 10,7 in autunno e 11,2 in inverno, rientrano nel range di quelli osservati durante il monitoraggio B.6.78/I o ne sono di poco inferiori (tabelle 3.11, 3.12 e 3.13).

L'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *C. nodosa*, costituito da 39 taxa di cui 31 macroalghe e 8 zoobentonti, appare inferiore rispetto a quello rilevato nello studio di riferimento, dove sono stati determinati 64 taxa ripartiti in 55 macroalghe e 9 zoobentonti. Anche per *Z. marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi, costituito da 11 taxa di cui 10 macroalghe e 1 zoobentonte, appare inferiore rispetto a quello rilevato nello studio di riferimento, dove erano presenti 29 taxa ripartiti in 25 macroalghe e 4 zoobentonti. Il numero totale complessivo di specie e anche quello medio per ciuffo, riferito alle singole stazioni, denota come in alcune di esse si sia verificato un incremento, mentre in altre si sia avuta una lieve diminuzione.

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

Nel complesso delle 2 stagioni la Diversità di Shannon per la stazione C1 a *Z. marina* (dati normalizzati ID=1,35) è in leggero aumento rispetto a quella dello studio di riferimento B.6.78/I (dati normalizzati ID=1,15), mentre, per le stazioni a *C. nodosa* (dati normalizzati ID=2,11) è in leggero calo rispetto a quella dello Studio B.6.78/I (dati normalizzati ID=2,48). Il test non parametrico (Mann-Whitney U test) indica una differenza statisticamente non significativa tra gli indici di diversità dei due monitoraggi ( $P < 0,05$ ).

Per quanto attiene la struttura della comunità epifitica, l'analisi ANOSIM dei dati di ricoverimento (ottenuta normalizzando questi ultimi per ovviare alla diversa superficie fogliare di riferimento di ognuna delle sei stazioni) ha evidenziato differenze statisticamente significative ( $P < 0,001$ ) tra il presente studio e quello di riferimento B.6.78/I. Il valore di Global R (0,735) e le zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R confermano, infatti, che la differenza tra le due comunità epifitiche è nel complesso buona [Clarke e Warwick, 2001].

Sulla base di quanto osservato nelle due stagioni di monitoraggio esaminate si può concludere che la struttura della comunità relativa solo alle stagioni autunnale ed invernale nello studio in corso appare nel complesso semplificata. In particolare, pur essendo la biodiversità epifitica inferiore nel presente studio per ambedue le tipologie di praterie (*Cymodocea* e *Zostera*), le differenze risultano più marcate per le praterie a *C. nodosa*. Nella stazione a *Zostera*, infatti, il 90% del contributo alla similarità è dato in ambedue gli studi dalle medesime specie: le diatomee bentoniche, le alghe rosse *Audouinella* sp. e *Pneophyllum fragile* e l'alga bruna *Myrionema orbiculare*; a marcare la differenza tra i due monitoraggi incide soprattutto una minore abbondanza delle diatomee bentoniche e una marcata presenza dell'alga rossa calcarea *Hydrolithon farinosum*.

Nelle praterie a *C. nodosa*, sono sempre le medesime le specie a caratterizzare l'epifitismo delle lamine fogliari (le diatomee bentoniche, le alghe rosse *Hydrolithon boreale*, *Audouinella* sp., *Pneophyllum fragile*, *Ceramium diaphanum*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per lo zoobenthos, i crostacei con gli Anfipodi tubicoli, *Laomedea calceolifera* (Idrozoo), *Botryllus schlosseri* (Tunicato). Ciò che appare, però, evidente è il fatto che la struttura e la composizione della comunità epifitica rilevata nello Studio B.6.78 risulta più differenziata (il 90% della similarità del raggruppamento è dato da 25 taxa) rispetto a quella del presente studio (il 90% della similarità del raggruppamento è dato da 13 taxa).

Una valutazione equilibrata del parametro epifitismo deve però tener conto che:

- l'analisi include solamente due stagioni di controllo;
- l'epifitismo stesso delle lamine fogliari risente della variabilità intrinseca dovuta, sia alla stagionalità delle epifite stesse, sia al substrato (lamina fogliare) che si modifica nel tempo;
- differenti condizioni meteorologiche possono incidere sui tassi di sviluppo delle lamine fogliari e quindi anche sulla biodiversità epifitica e sui valori di abbondanza;
- sono presenti accentuate attività antropiche nelle vicinanze delle praterie oggetto dei controlli (es. concessioni *Tapes*).

Per una valutazione definitiva di questo parametro appare opportuna l'analisi dei dati su scala annuale in considerazione anche del fatto che i mesi autunnali ed invernali, cui fa riferimento il nostro monitoraggio, essendo la comunità vegetale nel periodo di stasi, raffigurano quanto avvenuto nei mesi precedenti. A questo si aggiunge, inoltre, il fatto che le praterie della bocca di Chioggia sono, rispetto alle altre bocche, fortemente coinvolte dalla pratica della pesca delle vongole nelle aree date in concessione.

Il LAI (Leaf Area Index), che rappresenta la superficie fotosintetica attiva, conferma un buono stato generale e i valori osservati rientrano o sono di poco inferiori ai range calcolati per lo Studio di riferimento B.6.78/I (tabelle 3.11, 3.12 e 3.13). Il rapporto tra la parte viva della foglia (verde) e

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

quella morta (scura) è risultato sempre buono (superiore al 97%) così pure per quanto attiene l'apparato ipogeo ed in particolare per i rizomi. Il rinvenimento di semi nel sedimento è anch'esso da considerarsi un fatto positivo, perché conferma come nelle praterie si svolgano con regolarità i processi riproduttivi.

Come per le altre due bocche, si riconferma la marcata eterogeneità tra le praterie essendo state rilevate tra le singole stazioni differenze quasi sempre statisticamente significativa tra i principali indicatori strutturali. Come già ribadito, tale variabilità è la conseguenza delle diverse batimetrie, delle caratteristiche del piano sedimentario, della diversa collocazione (bordo canale piuttosto che bassofondo) e della tipologia del sedimento (su sabbia franca oppure su sabbia limoso-argillosa).

Tabella 3.11 - Prima campagna (tardo autunno 2006). Studio B.6.72 B/2. Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Chioggia					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	970	1547*(-)	977* (-)	1200	918* (-)
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	304* (-)	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0	3*(+)	0	0	3*(+)	0
Copertura prateria (%)	100* (+)	100	100	100	100	100
Altezza ciuffi (cm)	52,6	23,6	18,3	26,3	36,0	32,3
Altezza ligula (cm)	10,7	6,1* (-)	6,0	9,6	8,5	8,1
N. foglie/ciuffo	3,7* (-)	1,6	1,4	1,3* (-)	1,5	1,4
LAI (Leaf Area Index)	1,9	0,6	0,6	0,6*(-)	1,2	0,8
% parte viva ciuffo	99,3* (+)	99,0	99,2* (+)	99,3	99,4	98,8
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	7* (-)	12* (-)	16	10* (-)	18* (-)	25
N. taxa medio/ciuffo (1)	5,7* (-)	8,5* (-)	11,2	5,2* (-)	12,3* (-)	14,7
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare (2)	0,019* (-)	0,174	0,445	0,025* (-)	0,339	0,312
% Ricoprimento epifite (1)	1,9* (-)	17,4	44,5	2,5* (-)	33,9	31,2
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) (2)	0,1* (-)	2,1* (-)	7,4	0,6* (-)	9,9	7,9

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

Tabella 3.12 - Seconda campagna (tardo inverno 2006-2007). Studio B.6.72 B/2. Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Chioggia					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	1011	2306 *(+)	1252	1293	1293
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	295 *(-)	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0	1	0	0	1 *(+)	0
Copertura prateria (%)	100 *(+)	100	100	100	100	100
Altezza ciuffi (cm)	51,7	15,7	11,3 *(-)	15,1 *(-)	24,2	19,8
Altezza ligula (cm)	11,2	6,2	4,6	6,6 *(-)	8,5	8,2
N. foglie/ciuffo	4,3	1,4	1,5	1,3 *(-)	1,5	1,2
LAI (Leaf Area Index)	1,6	0,2	0,4 *(-)	0,2 *(-)	0,6	0,4
% parte viva ciuffo	99,6 *(+)	97,0	99,2 *(+)	97,9	99,0	97,7
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	11 *(-)	14	13	13 *(-)	25	27
N. taxa medio/ciuffo (1)	6,7	6,8	6,7 *(-)	6,3 *(-)	12,0 *(-)	14,5
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare (2)	0,065	0,421	0,527	0,156	0,863 *(+)	0,700 *(+)
% Ricoprimento epifite (1)	6,5	42,1	52,7	15,6	86,3 *(+)	70,0 *(+)
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) (2)	0,2*(-)	29,8	9,8	2,0 *(-)	18,2	31,2

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

(\*) = Valori medi che ricadono al di fuori del range annuale di variabilità dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le quattro campagne stagionali condotte per lo Studio B.6.78/I e riportati in tabella 3.13.

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

Tabella 3.13 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.78/I

	<b>Bocca di porto di Chioggia</b>					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	732-1107	1609-2155	1206-1519	1085-1383	1045-1423
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	344-546	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili/m <sup>2</sup> ( <i>Z. marina</i> ) o n. semi/m <sup>2</sup> ( <i>C. nodosa</i> )	0-19	0	0-28	0	0	0
Copertura prateria (%)	80-90	60-100	100	100	100	100
Altezza ciuffi (cm)	30,3-57,5	17,7-77,0	11,4-33,6	16,8-81,6	16,9-75,8	19,2-68,8
Altezza ligula (cm)	7,4-11,2	6,8-13,8	4,4-7,4	6,9-16,0	7,8-15,3	8,1-14,8
N. foglie/ciuffo	3,9-4,8	1,2-3,6	1,2-3,9	1,4-3,5	1,1-4,0	1,1-3,3
LAI (Leaf Area Index)	1,4-5,8	0,4-6,2	0,5-8,9	0,7-11,9	0,6-15,1	0,3-9,1
% parte viva ciuffo	97,9-98,8	97,5-100	92,0-99,0	97,3-99,9	95,2-99,9	97,3-100
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	12-24	19-38	12-35	16-39	20-42	19-44
N. taxa medio/ciuffo (1)	6,7-14,1	15,3-17,2	7,8-14,5	13,0-20,6	13,5-22,6	13,3-21,4
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare (2)	0,027-0,584	0,106-0,483	0,111-0,621	0,134-0,583	0,049-0,747	0,136-0,661
% Ricoprimento epifite (1)	2,7-58,4	10,6-48,3	11,1-62,1	13,4-58,3	4,9-74,7	13,6-66,1
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) (2)	2,1-29,6	2,7-69,5	0,7-91,5	2,7-197,8	3,2-183,9	5,3-225,6

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

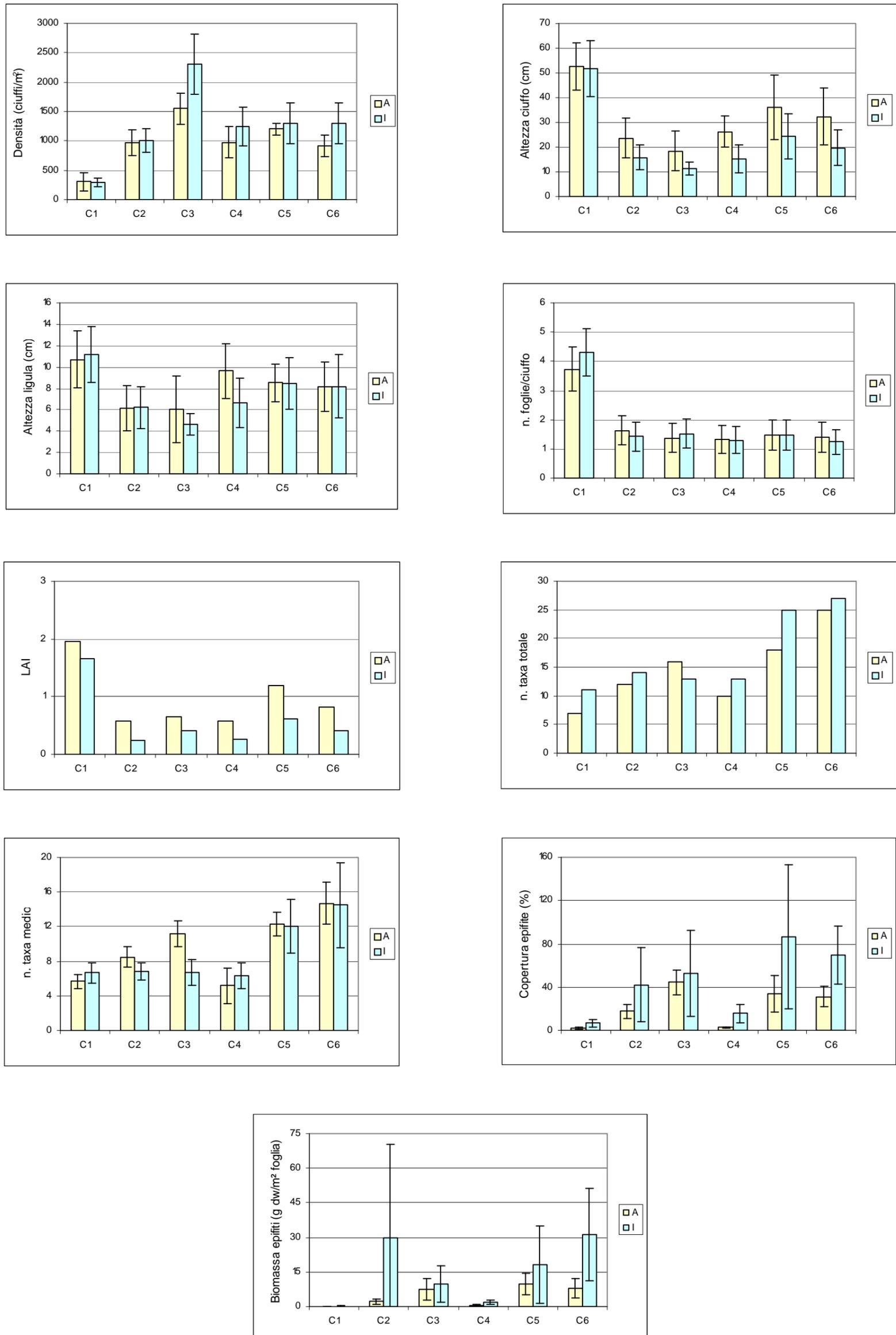


Figura 3.3 - Bocca di porto di Chioggia: rappresentazione grafica di alcuni indicatori strutturali (A=Autunno 2005; I=inverno 2006-2007).

### **3.2 La mappatura della fanerogame marine delle tre bocche di porto**

#### **3.2.1 Dinamismo dei popolamenti e fattori ambientali regolatori**

La consapevolezza dell'importanza degli ecosistemi con fanerogame marine ha portato, in misura via via crescente, l'interesse sia del mondo scientifico sia degli amministratori pubblici ad adottare, sulla base delle indagini intraprese, misure di salvaguardia a tutela di queste piante marine. Non a caso le fanerogame marine *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Nanozostera noltii* e *Cymodocea nodosa* risultano fra le specie marine e salmastre protette in Italia, come riportato nel "Protocollo sulle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo" (ASPIM - Convenzione di Barcellona 1995, o nella "Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa" (Convenzione di Berna, 23/06/1979) e nella sua ratifica da parte italiana con la legge 175 del 25/05/1999 (G.U. n.140 suppl. ord. 17/06/1999).

Il ruolo delle fanerogame marine, noto sia per le ricadute in termini strettamente biologici sia dal punto di vista morfologico, è stato riconosciuto anche nella Direttiva Europea 2000/60 che assegna a queste praterie sommerse la massima importanza come elementi indicatori di livello integrato e riassuntivo delle condizioni dell'intero corpo lagunare.

La presenza nella Laguna di Venezia e nelle aree prettamente di bocca di porto delle praterie sommerse di *Nanozostera noltii*, *Zostera marina* e *Cymodocea nodosa* è stata segnalata in passato da molti naturalisti [Benacchio, 1938] con qualche riferimento topografico di massima, anche in occasione di osservazioni riguardanti altri obiettivi e, specialmente, durante campagne per lo studio delle zoocenosi bentoniche [Vatova, 1949]. In queste occasioni, però, non sono mai state registrate né la localizzazione precisa, né l'estensione delle praterie delle tre specie, non sono stati raccolti dati quantitativi relativi alla densità spaziale, né aspetti qualitativi della vegetazione che potessero essere messi in rapporto con le caratteristiche generali dei siti, in particolare con quelle fisiche del piano sedimentario.

In questo contesto, privo però della mancanza di riferimenti scientifici precisi, vari elementi sembrano indicare che, anche nella Laguna di Venezia, le fanerogame marine abbiano subito una forte riduzione negli ultimi decenni e che i popolamenti delle bocche di porto abbiano mostrato fortissimi dinamismi, anche indotti dalle modificazioni morfologiche apportate in questi siti [Caniglia *et al.*, 1990; Scarton, 1995; Tagliapietra, 1999].

A livello di laguna o di sub-aree, le pressioni che incidono sulla regressione sono molto probabilmente riconducibili ai seguenti fattori [Magistrato alle Acque, 2002]:

- modificazione dei sedimenti;
- degrado della qualità delle acque;
- aumento dei fattori erosivi;
- presenza di notevoli quantità di particolato sospeso nella colonna d'acqua, con conseguente aumento della torbidità;
- incremento della navigazione a motore;
- danni causati dalla pesca abusiva e dalle esigenze della molluschicoltura estensiva sui fondali lagunari.

Gli aspetti relativi alla trasparenza della colonna d'acqua e alla torbidità sono, per la Laguna di Venezia in particolare, di importanza rilevante e correlati direttamente con la natura dei sedimenti, con l'idrodinamismo e le intense attività antropiche. La torbidità, in qualunque modo si sia originata (da flussi terrigeni, da risollevarimento dei sedimenti o da presenza di "blooms" fitoplanctonici) riduce quantitativamente e qualitativamente le radiazioni luminose che arrivano

sui piani di insediamento dei vegetali. *Nanozostera noltii* sembra essere la specie maggiormente resistente alla riduzione della trasparenza delle acque, anche perché si insedia in battenti idrici più modesti rispetto alle altre due specie.

È noto che la trasparenza delle acque in molti punti della Laguna, ed in particolare nel bacino centrale, risulta spesso limitata, con valori del disco Secchi che non superano i 30-40 cm, a causa del maggior apporto di scarichi, gran parte dei quali di natura urbana ed industriale o della risospensione dei sedimenti dovuta ad eventi meteomarinari (venti di bora e scirocco). Ciò potrebbe essere un elemento che concorre a spiegare sia la ridotta presenza di queste macrofite nel bacino centrale, sia il fatto che diventino rare o assenti su fondali superiori a 3-4 m nelle aree di bocca di porto. Nel Golfo di Venezia, nelle condizioni marine o semilagunari di Grado o della costa istriana settentrionale e occidentale, *Cymodocea nodosa*, in particolare, può colonizzare i substrati sino ad un battente di 10 metri [Benacchio, 1938; Den Hartog, 1970; Simonetti, 1973; Vatova, 1949; Rismondo *et al.*, 1997].

### 3.2.2 Le fanerogame marine come indicatori di qualità

La ricerca di bioindicatori per uno standard di qualità per le lagune non può, quindi, che considerare queste macrofite acquatiche come un possibile metodo di misura di condizioni ambientali positive, o meno, delle lagune stesse. Per essere di utilità applicativa tale misura deve, però, poter essere correlabile direttamente con i fattori o processi ambientali.

È intuitivo associare la presenza di praterie a fanerogame marine alla contemporanea esistenza di buone condizioni delle acque, dei sedimenti o della catena trofica, ma in quali termini precisi ancora non è dato saperlo. Sono state condotte, infatti, poche ricerche in questo campo, mirate ad associare la presenza, lo stato ed i parametri che caratterizzano queste macrofite marine alla presenza o meno di determinati fattori ambientali. Le informazioni relative alle mappature su scala lagunare del 1990 [Caniglia *et al.*, 1990], del monitoraggio MELa2 del 2002-2004 [Magistrato alle Acque, 2005a, 2005b] e nel caso più specifico delle bocche di porto [Studio B.6.78 - Magistrato alle Acque, 2003; 2005c; Studio B.6.72 B/1 - Magistrato alle Acque, 2006] costituiscono una base di dati che ha permesso di fornire valutazioni approfondite sulle dinamiche di queste praterie e di evidenziare meglio il ruolo di questi fattori ambientali.

Queste indagini assumeranno un'importanza sempre maggiore se si vorranno delineare, in un prossimo futuro, le possibili correlazioni tra lo stato quali-quantitativo delle praterie sottomarine con le caratteristiche ambientali degli ecosistemi lagunari, Laguna Veneta in particolare, anche nell'ottica del Decreto Legislativo dell'11 maggio 1999 n. 152 e del successivo Testo Unico, D. Leg.vo 3 aprile 2006, n. 152, dove si riconosce che le lagune costituiscono una risorsa di grande valore economico, culturale, scientifico e ricreativo e si raccomanda lo studio, la gestione e il razionale utilizzo di tali zone. Inoltre, la Direttiva Europea 2000/60 e il D.L. 152/06 assegna a queste praterie sommerse la massima importanza come elementi indicatori di livello integrato del corpo lagunare.

Per la Laguna di Venezia le aree di bocca di porto rivestono particolare interesse per la costante ed articolata presenza delle tre specie di fanerogame. Le caratteristiche ambientali, in particolare la presenza di una cospicua frazione sabbiosa nei sedimenti, l'elevato idrodinamismo locale e le variazioni delle caratteristiche delle acque rendono, però, le aree di bocca adatte specialmente all'insediamento di *Cymodocea nodosa*, specie più esigente, soprattutto per quanto riguarda la granulometria e la tessitura dei sedimenti.

Questa specie nell'intera Laguna è risultata, sulla base del rilievo MELa2, in generale incremento rispetto alla precedente mappatura del 1990, avendo colonizzato gran parte delle aree nude prospicienti le bocche di porto e parte di quelle dove *Z. marina* e *N. noltii* (anche sottoforma di

popolamenti misti) hanno evidenziato fenomeni di regressione.

Prima di passare ad un'analisi dei dinamismi riscontrati nelle tre bocche di porto è conveniente fare alcune precisazioni inerenti le fasi sia di campo, sia dell'analisi dei risultati.

- Oggetto della mappatura sono state le aree di bocca vere e proprie, cioè i fondali in fregio alle dighe e alcuni bassi fondali situati direttamente in zona di bocca e quelli eventualmente esistenti più all'interno.
- Per un più corretto confronto tra le mappe, i dati delle coperture ricavate dall'analisi GIS e relativi alle patch vegetazionali rilevate sono stati aggregati e normalizzati dividendoli per le rispettive coperture del prontuario, in modo da garantire un trattamento omogeneo ed evitando che, nel confronto tra le distribuzioni dei diversi anni, le imprecisioni dovute alla diversa qualità dei supporti fotografici utilizzati deformassero il risultato finale.
- Uniformandoci a quanto fatto per la mappatura della bocca di Lido dello Studio B.6.78/I relativamente allo Studio B.6.72 B/1, sono state rielaborate le cartografie relative alle bocche di Malamocco e di Chioggia dello studio di riferimento (2003).
- Particolare attenzione nelle fasi di mappatura è stata data a quei settori delle bocche di porto in cui erano presenti e operativi cantieri per la realizzazione delle opere, al fine di verificare ed eventualmente quantificare la perdita di coperture o gli impatti.
- La presenza delle fanerogame marine e in particolare di *C. nodosa* nelle aree sopra descritte è apparsa fortemente correlata all'andamento batimetrico, limitando la sua estensione, nella generalità dei casi, alla profondità di 3-4 m.

Nei successivi paragrafi saranno discusse le variazioni delle praterie a fanerogame marine avvenute nelle tre bocche di porto nell'arco temporale compreso tra il 2003, anno in cui sono state eseguite le prime mappature di dettaglio delle bocche prima che fossero avviate le attività di cantiere per le opere mobili (Studio B.6.78/I), ed il 2006, quando le attività e gli interventi hanno raggiunto uno stato di avanzamento dell'ordine del 30%.

Nella valutazione della mappatura delle coperture delle fanerogame marine si è tenuto in considerazione che l'area delle bocche di porto può essere suddivisa in:

- a) spazi acquei strettamente inerenti l'impronta delle "opere";
- b) spazi acquei definiti tecnicamente "area di cantiere" e posti nelle aree adiacenti alle opere;
- c) bassi fondali lagunari situati più internamente dove sono poste la maggior parte delle praterie a fanerogame marine.

Per una più corretta valutazione delle coperture ed interpretazione dei dinamismi delle praterie è stata eseguita una normalizzazione dei valori delle coperture in relazione al reale grado di copertura (tabelle 3.14, 3.15 e 3.16). Le mappature presentano un'elevata omogeneità per la modalità d'assunzione dei dati, essendo state eseguite dai medesimi operatori, sia per quanto riguarda le fasi di campo sia per l'elaborazione cartografica GIS. I confronti tra le mappe saranno eseguiti e descritti utilizzando i dati delle coperture normalizzate, quelle che meglio descrivono le reali dinamiche. Per quanto riguarda i dinamismi osservati sino al 2003 escluso, si rimanda a quanto riportato nel primo rapporto annuale dello Studio B.6.72 B/1.

### **3.2.3 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido (2003-2006)**

La mappatura realizzata nel 2006 (figura 3.9) ha registrato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 65,0 ha, con una perdita rispetto al 2003 di circa 10 ha, inferiore a quella riscontrata per il 2005 (-13 ha). Rispetto alla mappatura del 2005 le praterie a fanerogame hanno evidenziato

quindi un lieve incremento delle coperture di circa 3 ha. Rispetto alla mappura di riferimento (2003) nell'analisi per specie, includendo tipologie pure e miste, si osserva che le perdite maggiori si sono avute per le coperture a *Z. marina* (-18,2 ha) e per quelle a *N. noltii* (-11,3 ha). *C. nodosa*, che tra le tre rizofite è quella maggiormente diffusa nella bocca, ha subito la minore riduzione delle coperture rispetto al 2003 (-3,1 ha). Il raffronto con la mappatura eseguita nel 2005 indica che tutte le specie hanno evidenziato un lieve incremento delle coperture: il maggiore è stato rilevato per *C. nodosa* (+3,3 ha) e per *N. noltii* (+3,1 ha), mentre quello minore (+1,3 ha) si è avuto per *Z. marina*.

L'analisi dei valori di copertura delle singole specie differenziate tra popolamenti puri e misti evidenzia una sostanziale stabilità per quelle pure, 32,2 ha nel 2003 e 32,4 ha nel 2006. Le coperture pure a *N. noltii* fanno registrare una lieve regressione tra il 2003 (7,2 ha) e il 2005 (5,4 ha), ma un lieve incremento rispetto al 2006 (6,8 ha). Nei tre periodi di confronto le maggiori dinamiche nelle coperture si sono avute quindi nelle praterie miste, con un sensibile incremento di *N. noltii*-*C. nodosa* (dovuto però prevalentemente *C. nodosa*) sia tra il 2003 e il 2005 (+6,8 ha), sia tra il 2005 e il 2006 (+1,9 ha), e una riduzione di *N. noltii*-*Z. marina*-*C. nodosa* che, tra il 2003 e il 2005, hanno perso circa 14,3 ha ma guadagnato circa 1,0 ha nel 2006. L'incremento che hanno subito le praterie miste a *N. noltii*-*C. nodosa* nel 2005-2006 rispetto al 2003 è dovuto essenzialmente alla diminuzione di quelle miste a *N. noltii*-*Z. marina*-*C. nodosa*, dove la specie che ha subito la maggiore regressione è *Z. marina* (figure 3.9- 3.11; tabella 3.14). Le praterie miste, rispetto a quelle pure, si caratterizzano per equilibri intraspecifici più delicati, maggiormente soggetti a variazioni ambientali o impatti localizzati. La presenza di praterie miste è probabilmente riconducibile alla mancanza, per entrambe le specie, di condizioni ottimali per quanto riguarda la morfologia del sito o della tipologia del sedimento. Eventi meteo-marini, anomale condizioni ambientali o attività antropiche localizzate possono influire negativamente su queste praterie, più di quanto non avvenga in quelle pure che, trovandosi nella loro precisa nicchia ecologica, dispongono probabilmente di una più elevata resilienza.

Le riduzioni e gli incrementi osservati devono essere interpretati tenendo conto di quelli che sono stati i trend tra la prima mappatura del 1990, eseguita per l'intera Laguna, e le successive, sino a quella più aggiornata. Esaminate nel loro complesso, considerando soprattutto quanto già osservato tra il 2003 e il 2005, si rileva come nel 2006 le superfici delle praterie della bocca di Lido appaiano sostanzialmente consolidate e al lieve incremento di copertura rilevato riteniamo corretto attribuire un significato solamente di stabilità. Considerando che le superfici esaminate si riferiscono a dati normalizzati, ne consegue che l'incremento di alcuni ettari può derivare o da un'estensione delle praterie o da un incremento del grado di copertura (come riportato nel prontuario di fig. 2.5) che incide sul dato normalizzato.

La disamina della dinamica delle praterie a fanerogame non può non tener conto del fatto che nella bocca di porto ci siano aree che possono presentare un diverso livello di impatto su questa componente biologica:

- a) aree dove è in corso la realizzazione delle "opere",
- b) aree di "cantiere" dove sono in transito i mezzi operativi;
- c) aree di basso fondale, non direttamente coinvolte dalle attività, dove però sono poste la gran parte delle praterie (Fig. 3.4).

I valori delle coperture delle praterie a fanerogame marine negli specchi acquei riferibili alle opere e alle attività di cantiere appaiono ancora in diminuzione, come già segnalato nella mappatura relativa al 2005. Le praterie a *C. nodosa*, che nella mappatura del 2003 erano presenti nell'area di pertinenza delle opere, erano già scomparse nel 2005 e tale situazione è confermata nel 2006. Nell'area di competenza dei cantieri, le praterie a *C. nodosa* distribuite su fondali profondi di 3-4 m e a ridosso del molo foraneo sud (lato aeroporto Nicelli), stimate nel 2003 in 6,4 ha, dopo la riduzione di 2,7 ha osservata nel 2005, in quest'ultima mappatura fanno registrare una ulteriore

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

riduzione. Tale calo, se rapportato alla mappatura del 2003, indica una perdita complessiva di 4,8 ha, essendo presenti attualmente solamente 1,6 ha di prateria. Considerando le batimetrie del sito, le lavorazioni e le attività in corso nell'area, le perdite di prateria osservate sono riconducibili agli effetti della risospensione dei sedimenti, generata dalle eliche delle navi in manovra e dallo smantellamento di parte del molo foraneo.

Tabella 3.14 - Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Lido relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I), della mappatura del 2005 (primavera-estate) e della mappatura del 2006 per popolamenti puri o misti e per specie.

<b>Tipologia dei popolamenti</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2005 (ha)</b>	<b>2006 (ha)</b>
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	32,2	33,3	32,4
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	0,0	0,0	0,0
Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i>	7,2	5,4	6,8
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i>	10,6	17,4	19,3
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i>	6,2	1,1	0,0
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	0,0	0,0	1,4
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	18,5	4,2	5,2
<b>Totali</b>	<b>74,7</b>	<b>61,4</b>	<b>65,0</b>
<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2005 (ha)</b>	<b>2006 (ha)</b>
<i>Cymodocea nodosa</i>	61,3	54,9	58,2
<i>Zostera marina</i>	24,8	5,3	6,6
<i>Nanozostera noltii</i>	42,5	28,1	31,2

Tabella 3.15 - Valori di copertura normalizzati dei tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Lido.

<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2005 (ha)</b>	<b>2006 (ha)</b>
Copertura fanerogame in area "opere"	0,4	0,0	0,0
Copertura fanerogame in area "cantiere"	6,4	3,7	1,6
Copertura fanerogame esterne "opere e cantieri"	67,9	57,7	63,4
<b>Coperture totali</b>	<b>74,7</b>	<b>61,4</b>	<b>65,0</b>

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

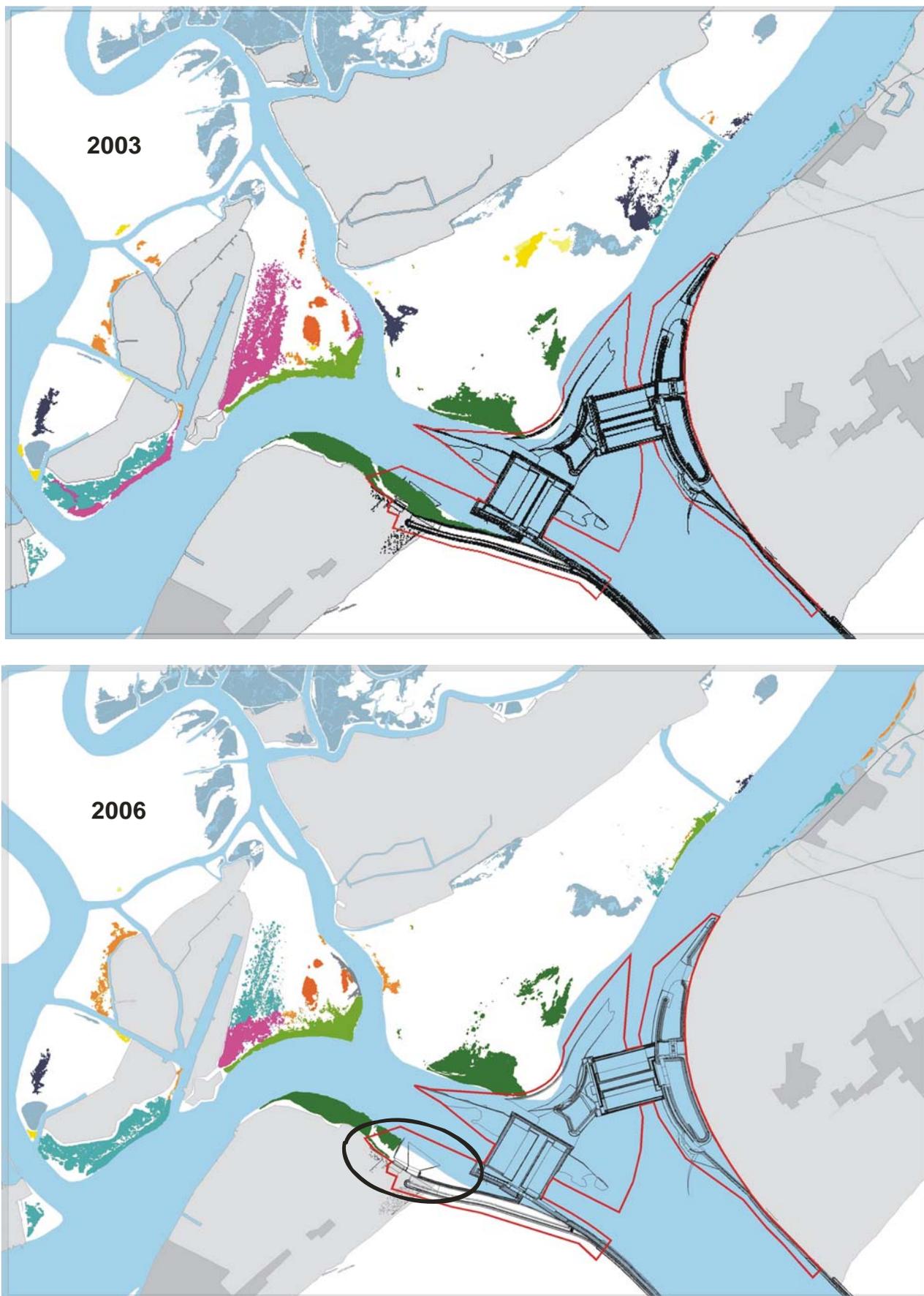


Figura 3.4 - Confronto tra la mappatura del 2003 e del 2006, con segnalata l'area di maggiore variazione delle praterie.

### 3.2.4 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2006)

La mappatura realizzata nel 2003 (figura 3.12) ha rilevato nell'area oggetto dell'indagine una copertura complessiva a fanerogame di 521,7 ha in cui *C. nodosa* e *Z. marina* sono le specie prevalenti, rispettivamente con 460,2 ha e 207,3 ha. *Cymodocea nodosa* si presentava con praterie prevalentemente pure (302,7 ha), mentre *Z. marina* e *N. noltii* tendevano a costituire praterie prevalentemente miste, spesso con *C. nodosa*.

La mappatura realizzata nel 2006 denota complessivamente, tra coperture pure e miste, 501,9 ha di praterie che, rapportati a quelli del 2003, indicano una riduzione della superficie a fanerogame di circa 20 ha. Valutando le singole specie e non le tipologie di prateria, si nota come tutte le rizofite abbiano subito perdite, in particolare *Z. marina* (- 96,2 ha) e *N. noltii* (-81 ha).

La specie maggiormente diffusa è ancora *C. nodosa* (408,5 ha), seguita da *Z. marina* (111,1 ha) e *N. noltii* (27,3 ha), rispecchiando i rapporti di abbondanza osservati nel 2003. *C. nodosa* e *Z. marina* costituiscono ancora praterie principalmente pure, mentre *N. noltii* è presente soprattutto con praterie miste.

Analizzando separatamente i popolamenti puri da quelli misti, si osserva un generale incremento dei primi e un decremento dei secondi. Le variazioni più rilevanti riguardano la regressione delle praterie miste a *C. nodosa* e *Z. marina* (-48,7 ha) e di quelle comprensive delle tre specie (-74,8 ha) che si sono trasformate in gran parte in praterie pure a *C. nodosa* (+75,9 ha rispetto al 2003) e a *Z. marina* (+33,9 ha rispetto al 2003) (figura 3.13; tabella 3.16). Queste dinamiche di regressione delle praterie miste e di aumento per quelle pure portano comunque ad un bilancio netto negativo per quanto riguarda il complesso delle praterie per il tratto di bocca di Malamocco preso in esame.

L'analisi dei siti dove sono avvenute le principali variazioni evidenzia la presenza di nuove praterie a *C. nodosa* e *N. noltii* nei fondali ad ovest del Canale di Valgrande, mentre si sono avute perdite significative nei fondali a sud dell'Ottagono di S. Pietro, lungo un tratto della condotta sommersa che collega i sistemi acquedottistici tra Venezia e Chioggia (Figura 3.5). Dall'esame dei dati e della mappatura si osserva che la maggiore rarefazione delle coperture si ha in corrispondenza dello scavo dove, nel 2003, erano presenti le praterie miste a *C. nodosa*-*Z. marina* o miste con le tre specie. Considerando che la riduzione delle praterie è avvenuta all'interno di un'area estesa a fanerogame i cui margini verso la bocca di porto, però, non evidenziano variazioni, è ragionevole ricondurre la causa della perdita di queste praterie miste agli scavi fatti per la posa della condotta, piuttosto che agli impatti provenienti dalla bocca di porto ad opera dei cantieri. Questa valutazione è in accordo con quanto osservato durante la realizzazione delle mappature MELa2 (2002-2004), quando durante lo scavo e posa della condotta per l'interconnessione degli acquedotti in zona Alberoni si era verificata una sensibile riduzione delle praterie a *Z. marina*.

I sedimenti fini presenti nelle praterie a *Z. marina* e *N. noltii* durante le fasi di scavo sono stati portati in sospensione nell'acqua e si sono dispersi nelle aree esterne all'impatto. Durante questo periodo si è avuta una riduzione della trasparenza dell'acqua e una rideposizione sulle lamine fogliari. Nelle praterie a *C. nodosa*, dove prevalgono i sedimenti sabbiosi, come si nota anche dalla mappatura, l'impatto è stato, invece, circoscritto al tracciato dello scavo e solo alle aree immediatamente limitrofe.

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

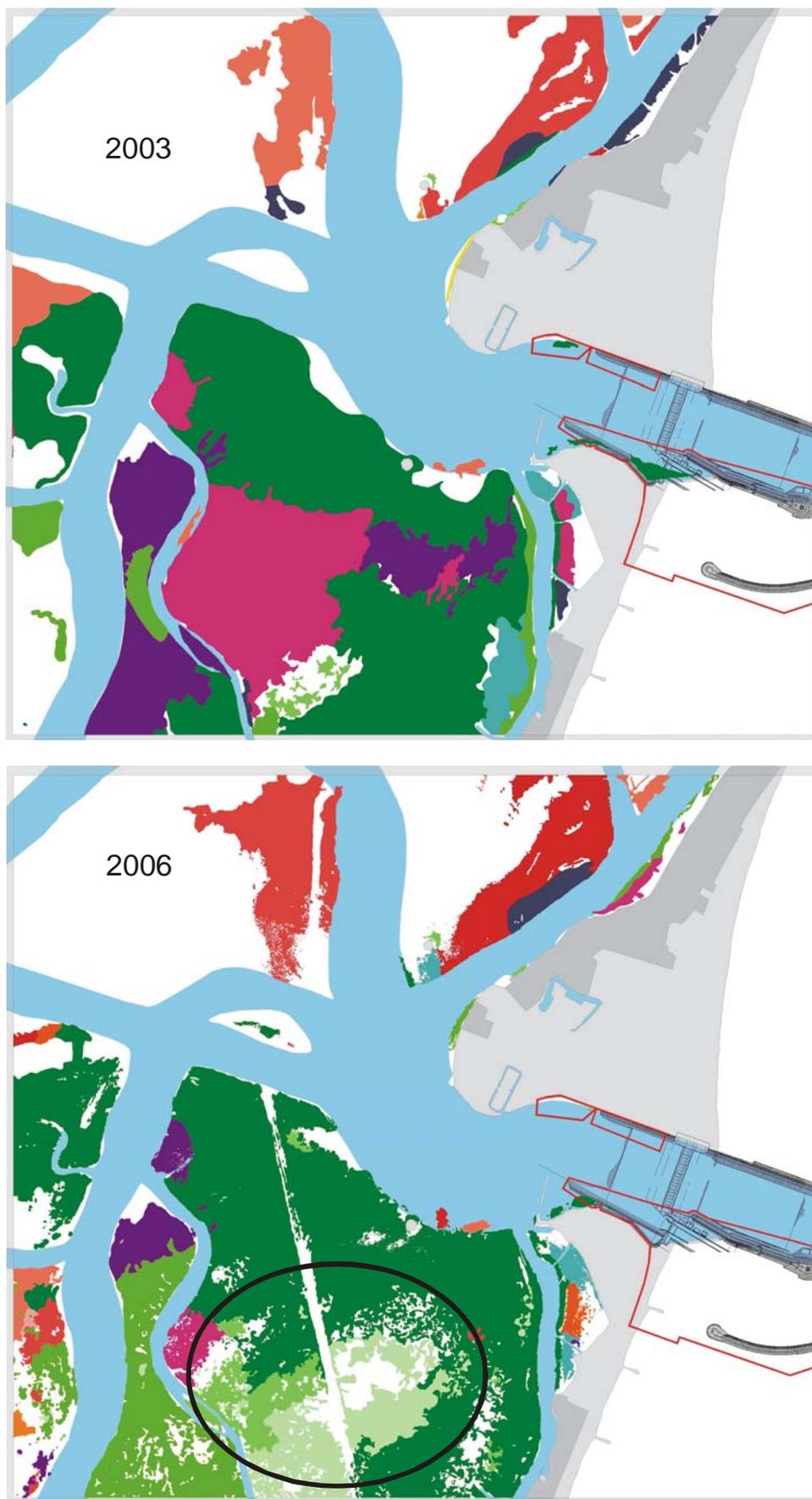


Figura 3.5 - Confronto tra la mappatura del 2003 e del 2006, con segnalata l'area di maggiore variazione delle praterie.

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

È opportuno, inoltre, sottolineare come le praterie miste, rispetto a quelle pure, si caratterizzano per equilibri intraspecifici più delicati e quindi maggiormente soggetti a variazioni ambientali o impatti antropici localizzati. La presenza di praterie miste indica la mancanza, per entrambe le specie, di condizioni ottimali, ad esempio per morfologia del sito o per tipologia del sedimento. Eventi meteo-marini, anomale condizioni ambientali o attività antropiche localizzate possono influire negativamente su queste praterie più di quanto non avvenga in quelle pure che, trovandosi nella loro precisa nicchia ecologica, dispongono probabilmente di una più elevata resilienza.

La disamina della dinamica delle praterie a fanerogame tra il 2003 e il 2006, per quanto attiene le tre aree sottoposte a diverso impatto (“opere”, aree di “cantiere” e aree di basso fondale non direttamente coinvolte dalle attività), evidenzia una perdita di praterie di circa 2,0 ha nella zona strettamente connessa all'impronta delle opere e di circa 0,6 nelle zone di cantiere o interdette alla navigazione (Tabella 3.17). Le perdite di prateria hanno riguardato le praterie a *C. nodosa* che nel 2003 colonizzavano la sponda nord e sud della parte lagunare della bocca di porto, su fondali di 2-3 m di profondità. Nel lato nord della diga le perdite sono riconducibili alla realizzazione di una piarda, mentre nel lato sud alle opere fisse e agli interventi per la realizzazione della sponda e del porto rifugio. La riduzione delle coperture nelle aree di basso fondale non direttamente coinvolte dalle attività è di circa 17,2 ha e, come detto in precedenza, sono avvenute in un'area interna al basso fondale posto a sud-ovest della bocca di porto.

Tabella 3.16 - Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Malamocco relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I) e della mappatura del 2006 per popolamenti puri o misti e per specie.

<b>Tipologia dei popolamenti</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2006 (ha)</b>
<b>Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i></b>	302,7	378,6
<b>Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i></b>	49,0	82,9
<b>Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i></b>	0,5	5,1
<b>Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i></b>	11,2	7,1
<b>Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i></b>	12,0	5,4
<b>Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i></b>	61,7	13,0
<b>Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i></b>	84,6	9,8
<b>Totali</b>	<b>521,7</b>	<b>501,9</b>
<hr/>		
<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2006 (ha)</b>
<b><i>Cymodocea nodosa</i></b>	460,2	408,5
<b><i>Zostera marina</i></b>	207,3	111,1
<b><i>Nanozostera noltii</i></b>	108,3	27,3

Tabella 3.17 - Valori di copertura normalizzati dei tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Malamocco.

<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2006 (ha)</b>
<b>Copertura fanerogame in area “opere”</b>	2,1	0,1
<b>Copertura fanerogame in area “cantiere”</b>	0,9	0,3
<b>Copertura fanerogame esterne “opere e cantieri”</b>	518,7	501,5
<b>Coperture totali</b>	<b>521,7</b>	<b>501,9</b>

### 3.2.5 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2006)

La mappatura relativa al 2003 (Figura 3.14) ha rilevato praterie a fanerogame per un totale di 314,8 ha, in proporzioni simili tra *C. nodosa* (218,6 ha) e *Z. marina* (198 ha); sono risultate, invece, limitate le coperture a *N. noltii* che, pur presente 67,9 ha, costituisce praterie prevalentemente miste, essendo quelle pure di appena 4,5 ha. Rispetto alle altre due bocche di porto, le praterie con tipologia pura non sono prevalenti su quelle miste ma equamente ripartite, con 149,5 ha per le prime e 165,1 ha per le seconde. Rispetto alle altre due bocche di porto, questa bocca è caratterizzata da un forte impatto antropico, dovuto alla pratica della pesca regolamentata del *Tapes* nelle aree date in concessione.

La mappatura realizzata nel 2006, con le attività di cantiere oramai avviate, ha evidenziato una copertura complessiva di 280,2 ha, inferiore di 34,6 ha rispetto a quella del 2003. Un'analisi dell'estensione delle praterie senza tener conto della tipologia (mista o pura) denota una regressione del medesimo ordine di grandezza per tutte le tre specie (-53,8 ha per *C. nodosa*, -55,1 ha per *Z. marina* e -58,4 ha per *N. noltii*). Come per il 2003, le praterie con maggiore estensione, tra pure e miste, sono costituite da *C. nodosa* (164,8 ha) e da *Z. marina* (142,9 ha), mentre sono più limitate quelle di *N. noltii* (9,5 ha). Rispetto a quanto rilevato nel 2003, nel 2006 sono prevalenti le praterie a tipologia pura che incrementano di circa 93,7 ha rispetto a quelle miste, ridotte, invece, di 128,1 ha. In particolare, i cambiamenti più rilevanti riguardano la scomparsa delle praterie miste a *N. noltii*-*Z. marina* (-22,1 ha) e la diminuzione di quelle a *Z. marina*-*C. nodosa*-*N. noltii* (-4,5 ha); è inoltre sensibile la regressione delle praterie miste in cui *C. nodosa* è associata a *Z. marina* o a *N. noltii* (circa 101,5 ha), solo in parte, compensata dall'incremento di quelle pure a *C. nodosa* (+50,6 ha) e a *Z. marina* (+35,0 ha) (figure 3.14 e 3.15; tabella 3.18).

In relazione alle dinamiche delle praterie osservate tra i due periodi di indagine, rileviamo come il passaggio da una prateria di tipologia mista ad una di tipologia pura rientri nelle dinamiche che queste rizofite hanno nell'arco degli anni. Tenuto conto che nel precedente e nell'attuale rilevamento non si stimano i rapporti di abbondanza delle specie all'interno delle praterie miste, appare difficile definire le tendenze in atto riguardo i rapporti di presenza percentuale delle specie all'interno di queste praterie. Considerando però che le tre rizofite non sono mai presenti nelle praterie miste in rapporti paritari (50% - 50% o simile), ma quasi sempre una specie prevale nettamente sulle altre, nella realtà la variazione da tipologia mista a pura non comporta uno sconvolgimento della prateria, ma solo la regressione della specie minoritaria rispetto a quella predominante.

Particolarmente significativa appare, invece, la riduzione complessiva delle praterie che si registra tra il 2003 e il 2006 e stimata in circa 34,6 ha. Tenuto conto che questa bocca di porto è caratterizzata da marcate attività antropiche, sono state analizzate in modo particolareggiato le praterie a fanerogame nelle aree in concessione per la raccolta del *Tapes* e nelle aree inerenti la realizzazione delle opere mobili.

In riferimento alle aree in concessione per la raccolta del *Tapes* (Fig. 3.6), il confronto tra le cartografie dei due periodi (2003 e 2006) evidenzia delle regressioni sia al loro interno, sia al loro esterno (Fig. 3.7).

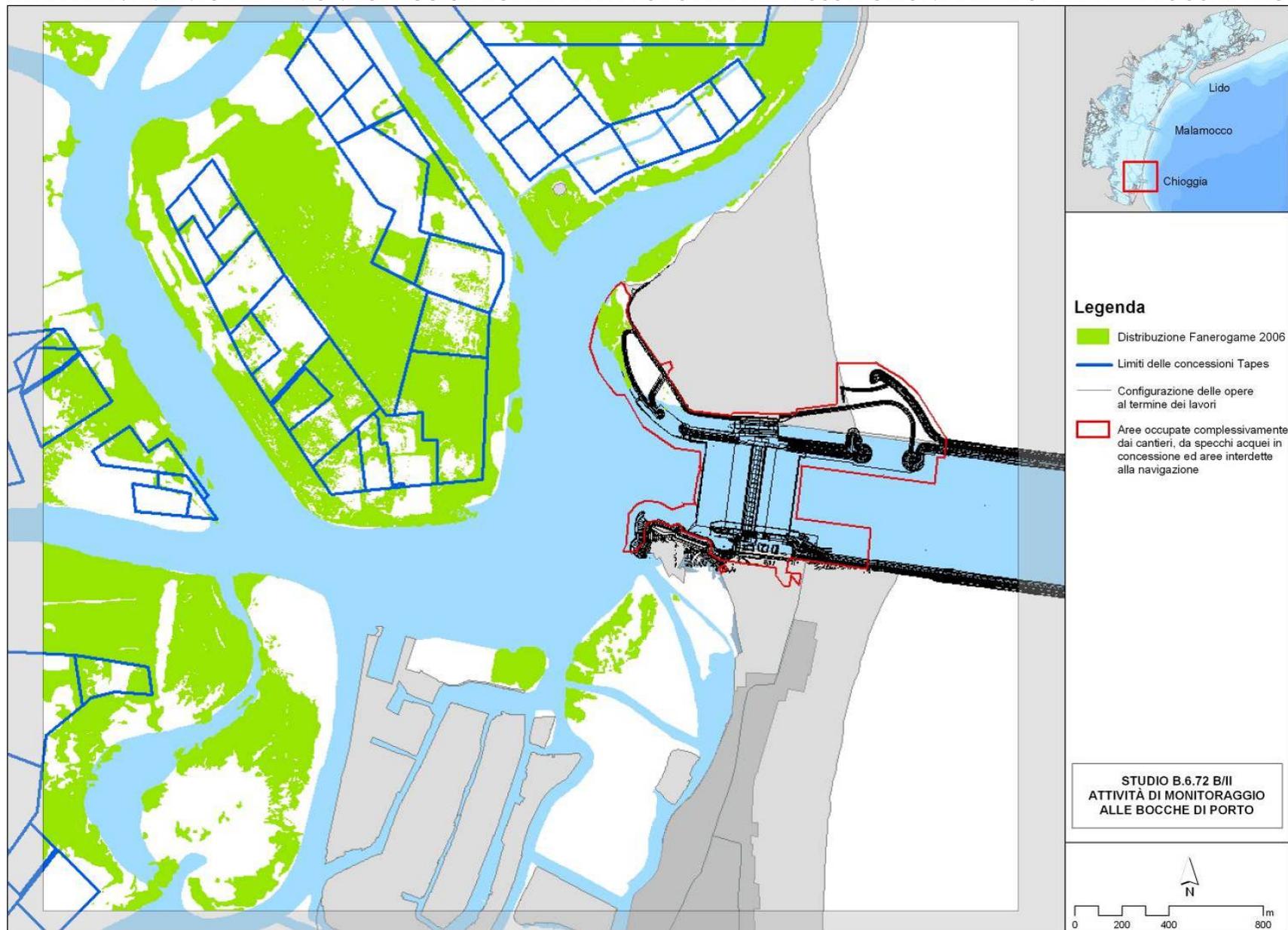


Figura 3.6 - Perimetro delle aree di concessione per la coltivazione del *Tapes* e distribuzione delle fanerogame marine relativa al 2006.

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

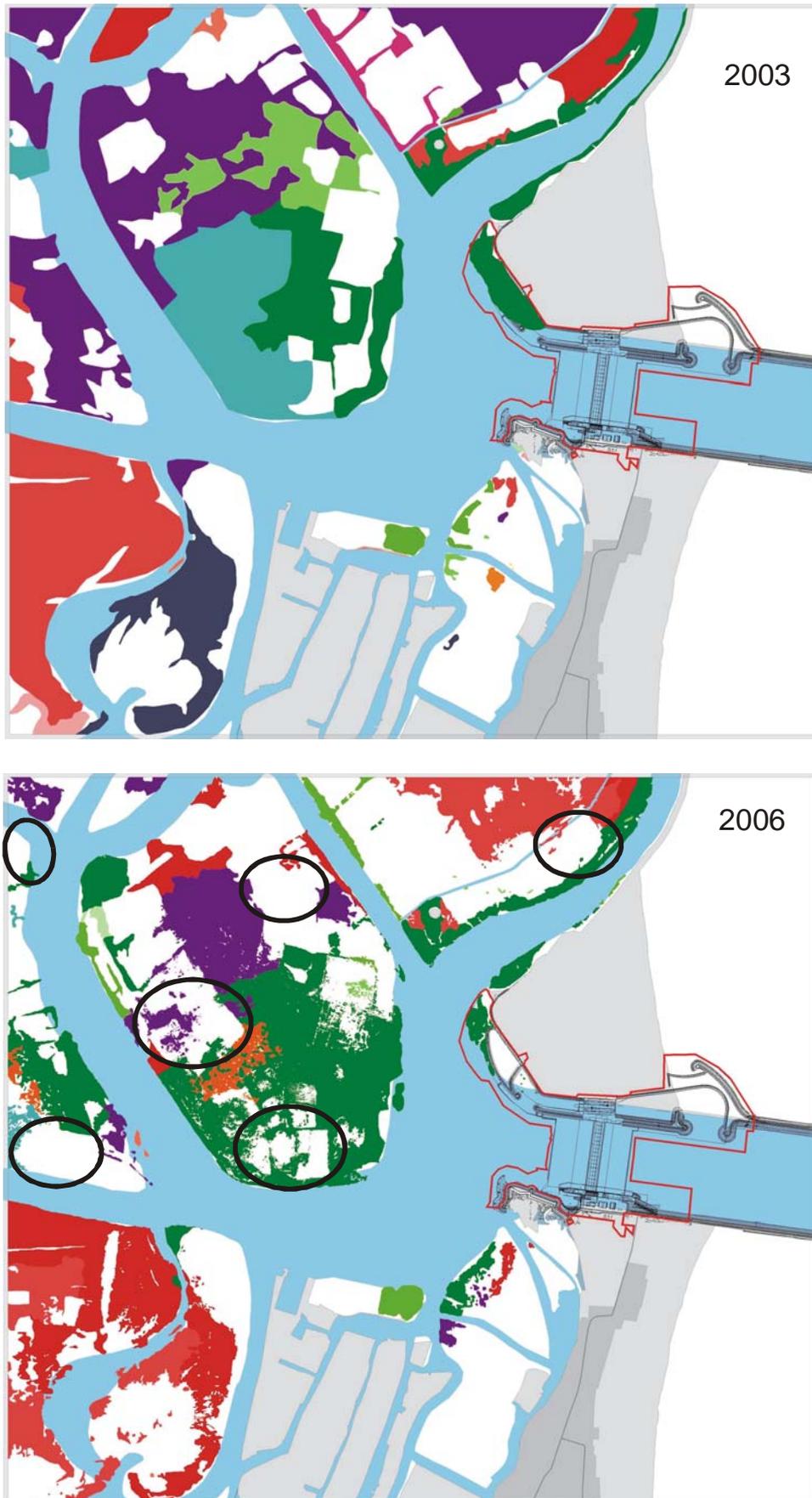


Figura 3.7 - Confronto tra la mappatura del 2003 e del 2006, con segnalate le aree di maggiore variazione delle praterie.

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

L'analisi delle superfici in ambito GIS ha permesso di stimare che, rispetto al 2003, nelle concessioni e nelle aree limitrofe si è verificata una perdita di superficie a rizofite di circa 68 ha (dato non normalizzato al grado di copertura), corrispondente a 35-36 ha se espresso come valore normalizzato al grado di copertura. La regressione delle praterie nelle concessioni e nelle zone limitrofe è da ricondursi al fatto che, rispetto al 2003, a) sono iniziate le attività di pesca in concessione dove prima lo erano solo formalmente, b) sono state estirpate superfici a rizofite anche esternamente alle concessioni. Nella figura 3.6 sono segnalate le principali zone dove, rispetto alla mappatura del 2003, sono evidenti le perdite di praterie a fanerogame riconducibili alle attività di pesca.

Una seconda analisi delle variazioni delle praterie tra il 2003 e il 2006 effettuata nelle tre aree sottoposte a diverso impatto ("opere", aree di "cantiere" e aree di basso fondale non direttamente coinvolte dalle attività) denota una perdita di 3,2 ha nella zona strettamente connessa all'impronta delle opere e di 1,6 ha nelle zone di cantiere o interdette alla navigazione (Tabella 3.19). In particolare, le riduzioni delle praterie in queste due aree hanno riguardato *C. nodosa*, che colonizza battenti dell'ordine di 3-4 m, specificatamente nel tratto iniziale del molo foraneo nel lato Ca' Roman.

L'analisi degli effetti dei due principali impatti di tipo antropico che agiscono sulle praterie a fanerogame marine della bocca di Chioggia evidenzia come la causa della maggiore riduzione delle praterie a fanerogame sia da ricondurre ad un incremento delle aree della pesca regolamentata del *Tapes*, la cui perdita, rispetto al 2003, è stimabile in circa 34-35 ha. Secondaria, ma non meno importante per le finalità di questo monitoraggio, è la riduzione di praterie, stimabile in circa 4,8 ha, dovuta alle attività dei cantieri per la realizzazione delle opere mobili.

Tenuto conto che le regressioni dovute alle attività antropiche hanno portato ad una perdita complessiva di circa 38-39 ha di prateria e che la perdita totale tra il 2003 e il 2006 è dell'ordine di circa 34-35 ha, ne deriva che nei bassifondali interni alla bocca di porto si è verificato un lieve incremento delle coperture che può essere dovuto o ad una espansione delle superfici colonizzate dalla fanerogame o ad un aumento del grado di copertura delle praterie stesse.

Tabella 3.18 - Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Chioggia relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I) e della mappatura del 2006 per popolamenti puri o misti e per specie.

<b>Tipologia dei popolamenti</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2006 (ha)</b>
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	75,5	127,8
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	73,5	108,5
Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i>	0,5	6,9
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i>	40,7	2,6
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i>	22,1	0,0
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	97,8	34,4
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	4,5	0,0
<b>Totali</b>	<b>314,8</b>	<b>280,2</b>
<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2006 (ha)</b>
<i>Cymodocea nodosa</i>	218,6	164,8
<i>Zostera marina</i>	198,0	142,9
<i>Nanozostera noltii</i>	67,9	9,5

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

Tabella 3.19 - Valori di copertura normalizzati dei tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Chioggia.

<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2006 (ha)</b>
<b>Copertura fanerogame in area "opere"</b>	3,2	0,0
<b>Copertura fanerogame in area "cantiere"</b>	4,0	2,4
<b>Copertura fanerogame esterne "opere e cantieri"</b>	307,6	277,8
<b>Coperture totali</b>	<b>314,8</b>	<b>280,2</b>

### 3.2.6 *Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici*

Essendo le fanerogame marine un'importante componente vegetale delle lagune, risulta ragionevole ritenere che a diverse condizioni annuali meteo-climatiche, quali ad esempio temperatura dell'acqua o irraggiamento, corrispondano variazioni, se pur minime, nelle loro dinamiche di sviluppo e di colonizzazione. Bisogna ricordare, tuttavia, come le differenze di carattere fenologico nelle praterie a fanerogame non appaiono così marcate tra un anno e l'altro, come si verifica, invece, per i "blooms" fitoplanctonici o macroalgali, fenomeni che si verificano per periodi limitati ma rapidamente e con elevata intensità.

Se da un lato appare evidente come le condizioni meteo-climatiche influiscano sulle caratteristiche fenologiche delle fanerogame, dall'altro non risulta affatto facile cogliere in modo diretto e immediato tali effetti. Queste macrofite, rispetto ad esempio alle macroalghe, non manifestano una risposta immediata ad un evento meteo-climatico bensì nei successivi mesi. Solamente eventi intensi, quali ad esempio forti venti di bora o di scirocco, possono determinare nell'arco di pochi giorni una riduzione della densità o una modifica della fisionomia delle praterie. Se intensità di irraggiamento o temperature dell'acqua o dell'aria elevate si manifestano per prolungati periodi di tempo, esse possono incidere sulla fenologia delle rizofite, ma tale influsso si manifesta, però, solamente nei mesi successivi, venendo meno un'immediata correlazione causa-effetto.

Per una valutazione completa dei dati biologici raccolti in campo si è voluto considerare in questo rapporto anche l'aspetto meteo-climatico in modo da evidenziare eventuali variazioni nella fenologia e dinamica di queste macrofite.

I parametri presi in esame e ritenuti elementi di sintesi degli eventi meteo-climatici che interessano direttamente le fanerogame sono soprattutto la temperatura dell'acqua e dell'aria (parametri tra loro correlati) e la radiazione solare. Questi dati elaborati a partire dal 2003 sono stati forniti dall'Istituto Cavanis di Venezia, dall'Ente Porto o dalla sonda fissa CVN-SI posta nella bocca di porto di Lido, canale di San Nicolò.

Nel rapporto relativo al primo anno di monitoraggio è stata eseguita una particolareggiata analisi statistica (ANOVA) dei dati del triennio 2003, 2004 e 2005 dove si è messo in evidenza che:

- i dati giornalieri denotano assenza di differenze statisticamente significative ( $P > 0,05$ ) per ognuno dei 4 parametri meteo-climatici (temperatura aria ed acqua, precipitazioni e radiazione solare);
- sui dati medi mensili si notano differenze statisticamente significative ( $P < 0,05$ ), limitate per i parametri precipitazioni (differenza significativa in febbraio e marzo) e radiazione solare (differenza significativa in febbraio e agosto) e più frequenti per i parametri temperatura dell'aria (differenza significativa in gennaio, giugno, luglio, agosto e ottobre) e dell'acqua (quasi tutti i mesi).

Nel confronto diretto tra i dati del 2003 e quelli degli altri due anni risulta, infatti, che le differenze all'interno dello stesso mese sono spesso statisticamente significative, mentre lo risultano molto meno nel confronto tra i dati del 2004 e del 2005. Questo andamento è in accordo con le analisi dei

dati climatici eseguiti nel periodo 2002-2005 nel corso del monitoraggio MELa dove, in un confronto con i dati degli ultimi decenni, si è evidenziato che il 2002 è stato uno degli anni con maggiori precipitazioni e il 2003 uno degli anni più caldi in assoluto [Magistrato alle Acque, 2004].

Per l'anno 2006 sono stati valutati solo tre parametri significativi per le dinamiche delle fanerogame marine: la temperatura dell'aria e dell'acqua e la radiazione luminosa. I dati medi mensili di questi parametri sono stati inseriti all'interno dei grafici dei medesimi parametri del triennio 2003-2005 per raffigurarne visivamente i trend annuali (Figura 3.8).

La **temperatura dell'aria** nella prima parte del 2006 si pone all'interno del range di variazione 2003-2005, con valori di poco superiori in febbraio, aprile e luglio. Di maggiore interesse appare, invece, il fatto che da settembre a dicembre i valori medi mensili siano regolarmente superiori a quelli del triennio di confronto. Una elaborazione più accurata dei dati relativi alla temperatura dell'aria che comprende anche i primi mesi del 2007 [elaborazioni di S. Ciavatta su dati Ente Zona Industriale in CVN-SAM e SELC, 2007] mette in evidenza che, rispetto alla media degli ultimi 20-30 mesi, i valori risultano superiori alla media di 1-3 gradi.

La **temperatura dell'acqua**, che risulta strettamente correlata con quella dell'aria, anche se meno soggetta a variazioni repentine a causa della sua maggiore inerzia, non evidenzia, però, i picchi di temperatura dell'aria osservati nei primi mesi dell'anno, collocando i valori medi del 2006 all'interno del range di confronto 2003-2005. Come per l'aria, si riconfermano invece valori tendenzialmente elevati a partire da settembre sino a dicembre 2006, rispetto a quelli del 2003.

La **radiazione solare** evidenzia valori medi inferiori al range 2003-2005 tra marzo e maggio e valori superiori, invece, tra giugno e luglio. Tale parametro, come i due precedenti, presenta da settembre a dicembre valori superiori alla media del triennio precedente.

Tenuto conto delle caratteristiche delle fanerogame marine in Laguna di Venezia che manifestano dei dinamismi più accentuati rispetto a quelle di altre località del Mediterraneo [Magistrato alle Acque, 2005b; Rismondo *et al.*, 2003], possiamo ritenere che le differenze rilevate nei parametri meteo-climatici in questi anni non abbiano influito in modo determinante sugli assetti delle praterie delle 6 stazioni di controllo della bocca di Lido. Le diverse condizioni meteo-climatiche possono, però, aver influito anticipando o ritardando nel tempo alcune espressioni fenologiche (ad esempio massimi di densità, altezza e fioritura). Se analizzate su intervalli temporali limitati (es. maggio 2003- maggio 2006), le differenze per alcuni parametri possono essere anche rilevanti tra un anno e l'altro (LAI, densità, ecc.) mentre, se confrontate con l'intero set di dati annuale, le differenze sono quasi sempre minimizzate rientrando all'interno del range di riferimento.

A riguardo, si ricorda che, tra le tre specie che colonizzano la bocca di porto di Lido, *C. nodosa* è quella che ha le maggiori capacità di tollerare gli stress anche di natura climatica. Si tratta, infatti, di una specie definita "rudérale", che si insedia in profondità nel sedimento con il suo esteso apparato radicale che le permette di superare le condizioni anche avverse che si verificano a livello sia dei sedimenti superficiali, sia della sua parte epigea. È, invece, più probabile che le elevate temperature estive dell'aria e dell'acqua abbiano avuto un certo effetto sulle altre due macrofite, *N. noltii*, specie che si insedia nei piani intertidali e quindi più esposta agli eventi meteo-climatici, e *Z. marina*, che si insedia su sedimenti meno sabbiosi e su battenti superiori a quelli di *N. noltii*.

Le elevate temperature dell'acqua e dell'aria o alcune tipologie di stress antropici, come visto per la bocca di Malamocco, potrebbero essere, infatti, la concausa che, assieme ad altri fattori di stress, hanno contribuito alla progressiva perdita osservata in questi ultimi decenni delle praterie intertidali a *Z. marina* e soprattutto a *N. noltii*.

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

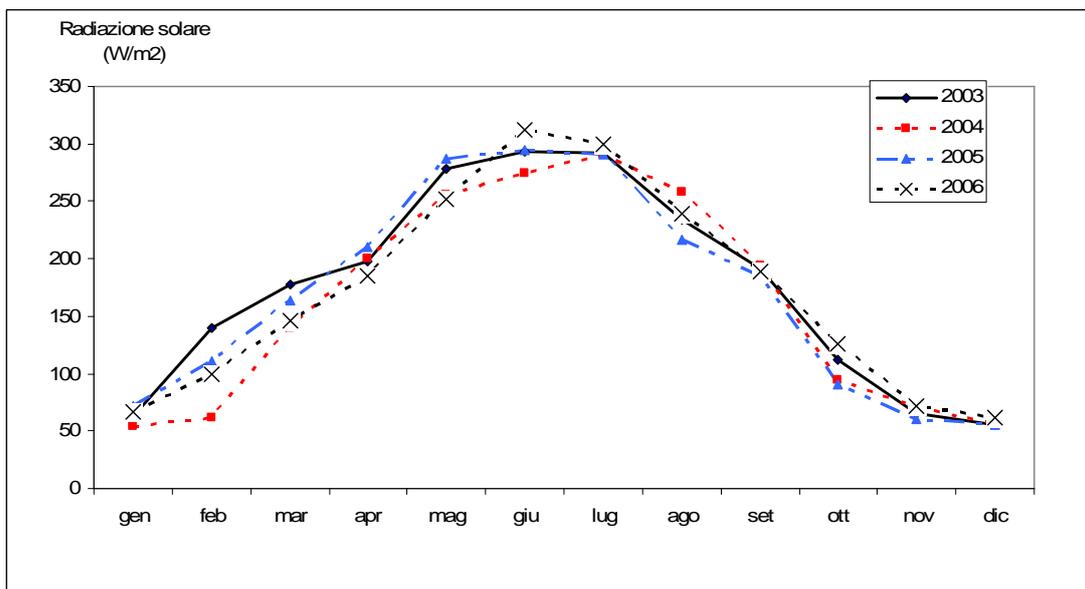
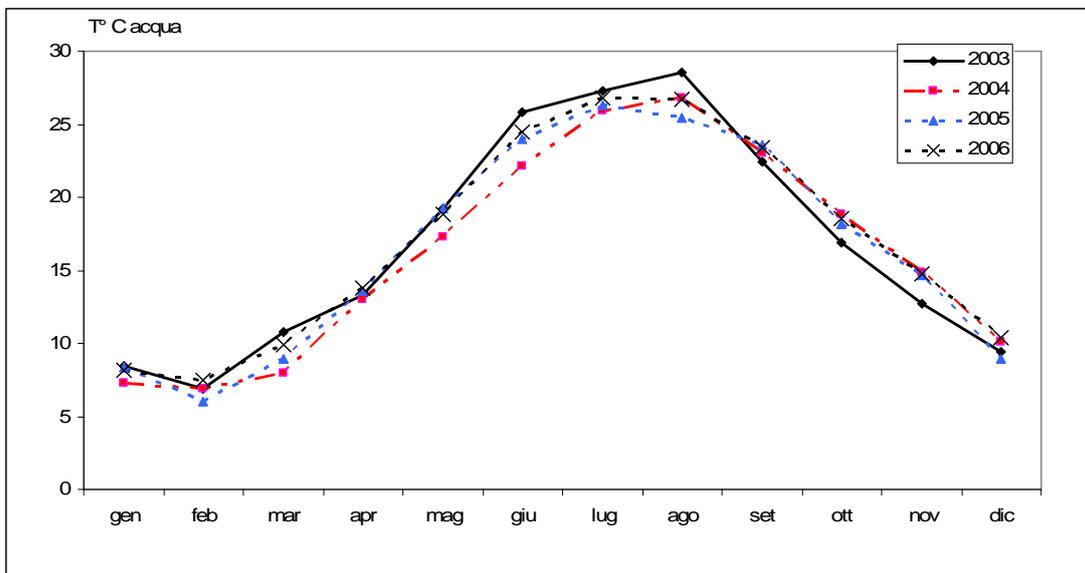
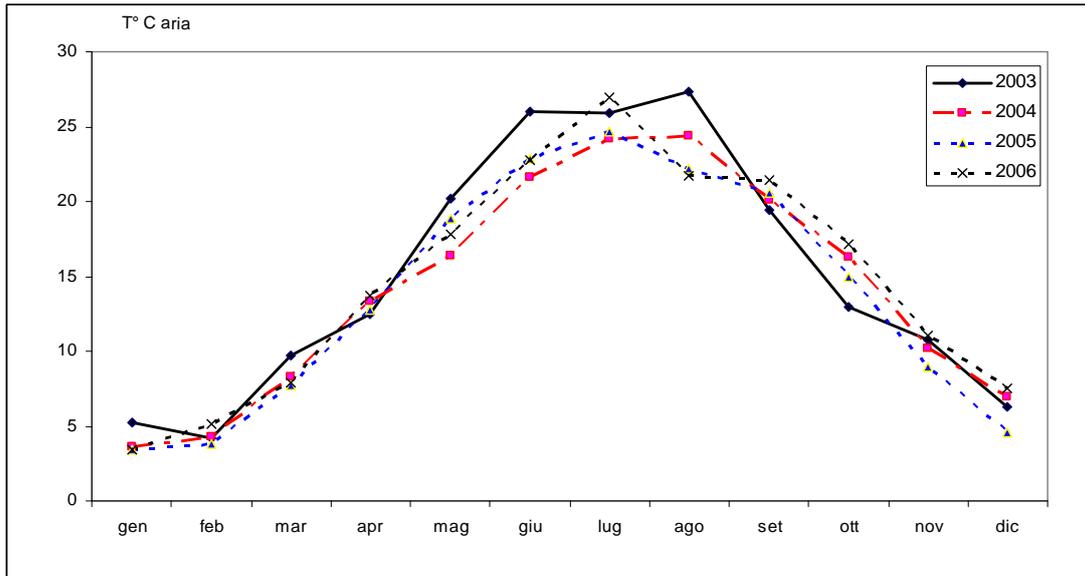


Figura 3.8 - Valori medi mensili di alcuni parametri meteo-climatici per il periodo 2003-2006.

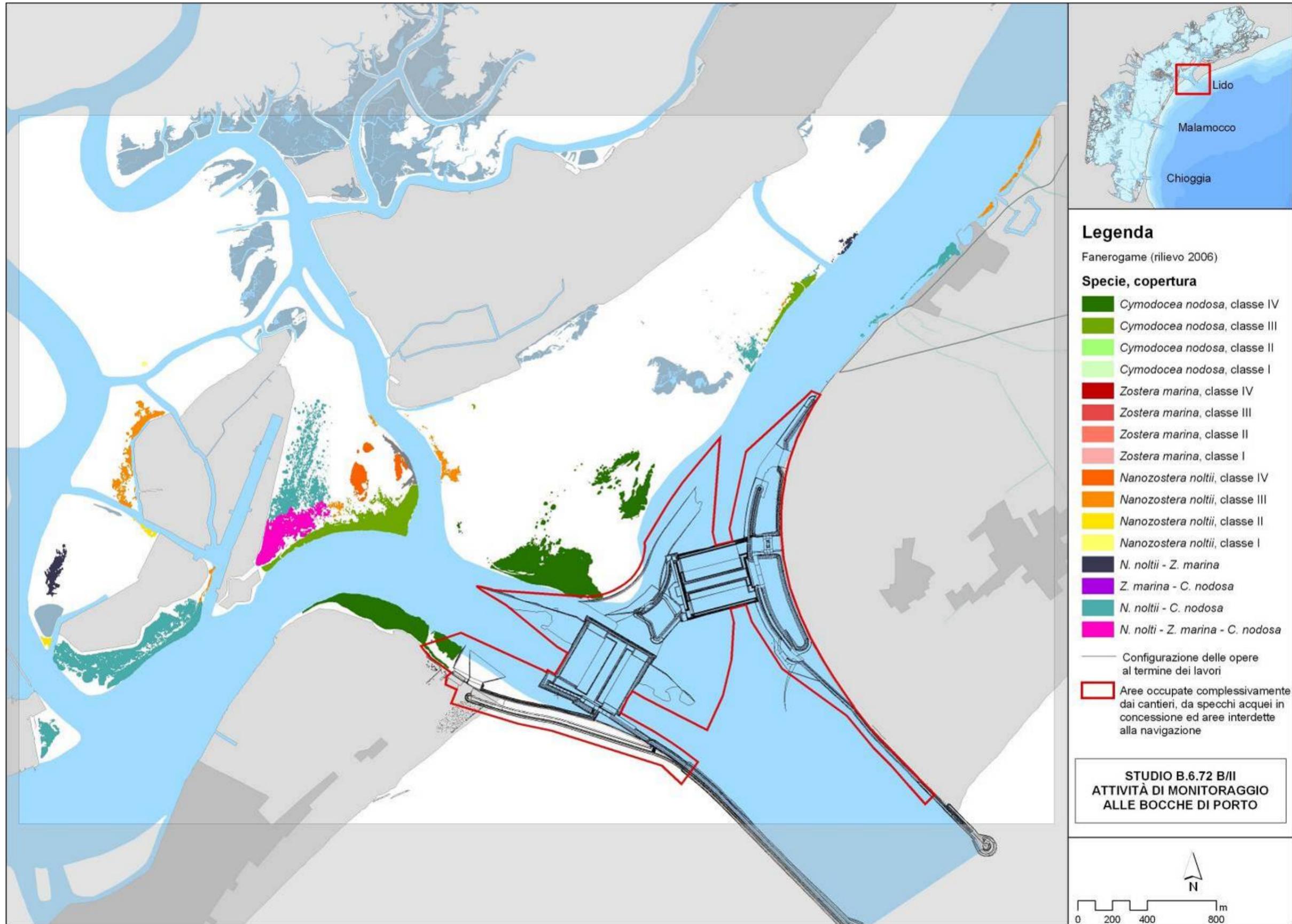


Figura 3.9 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Lido.

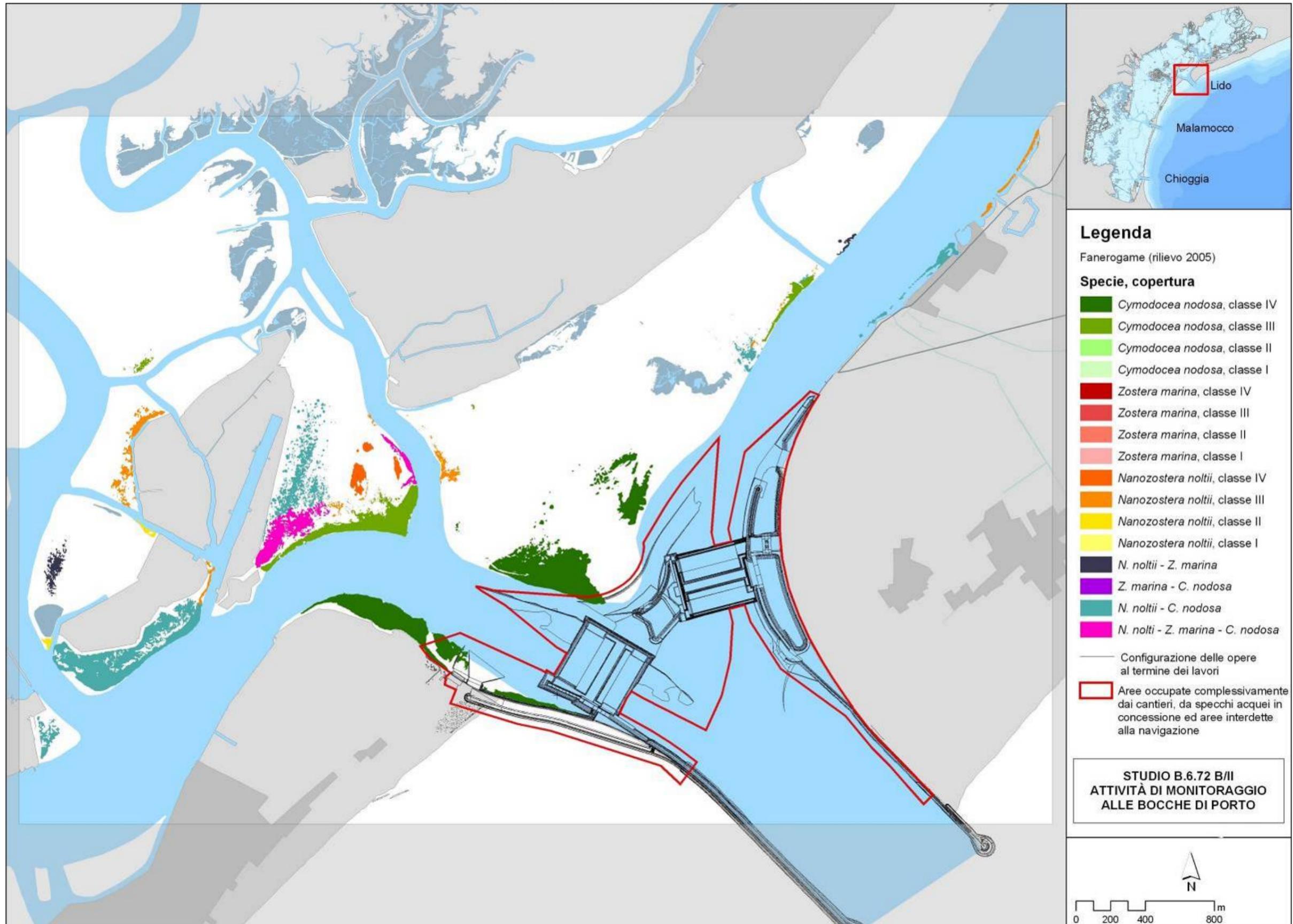


Figura 3.10 - Mappatura relativa al 2005 della bocca di porto di Lido.

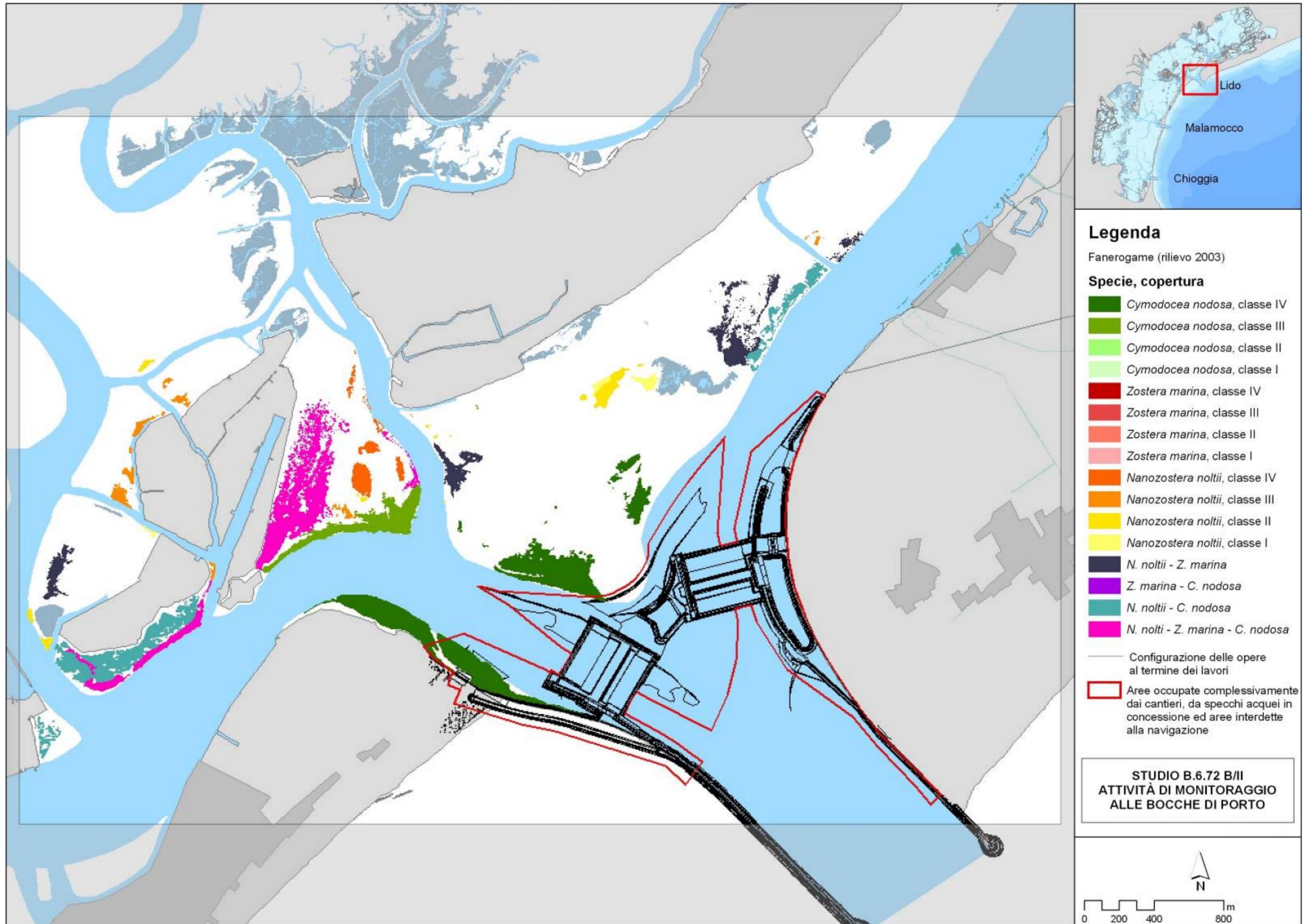


Figura 3.11 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Lido.

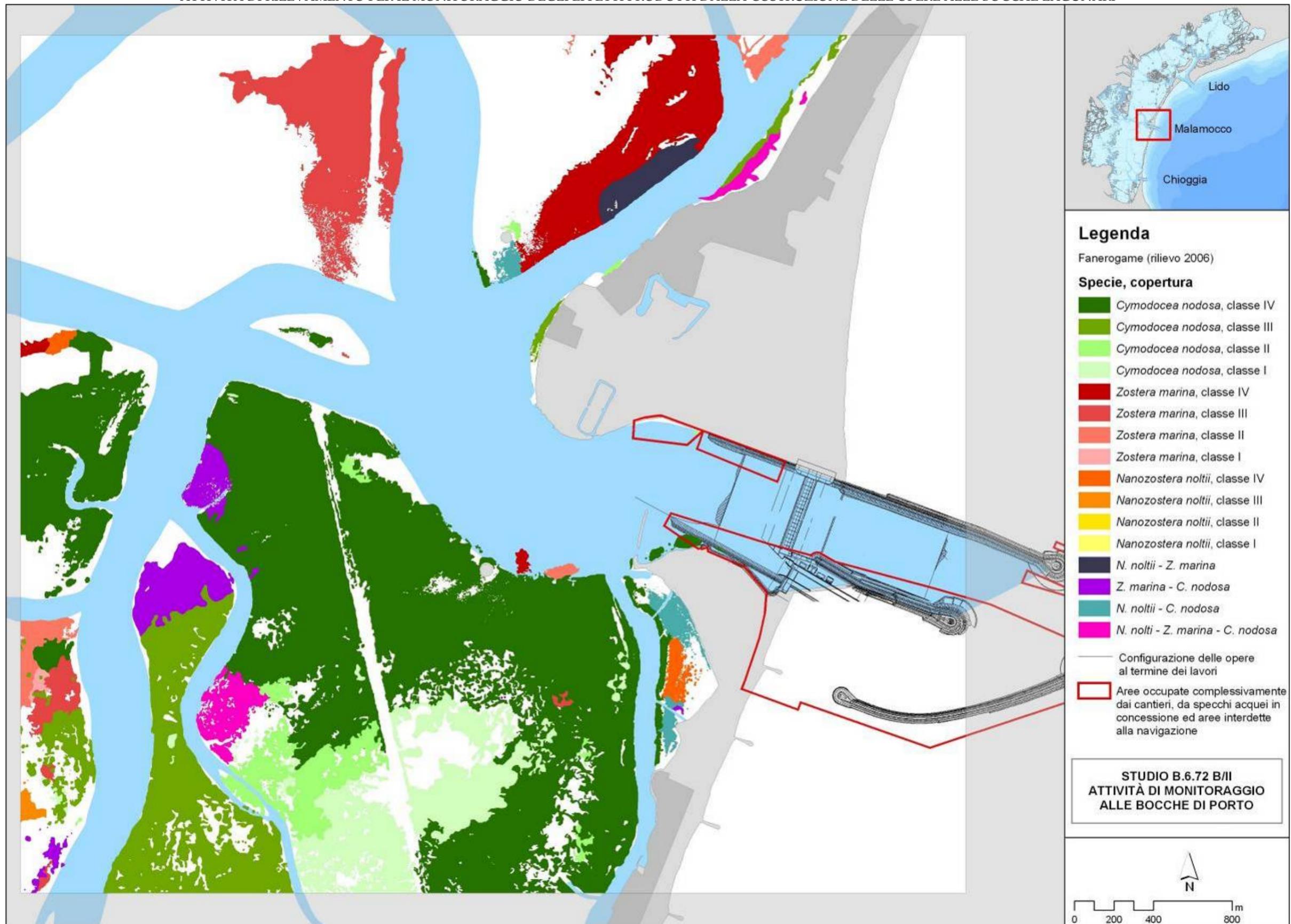


Figura 3.12 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Malamocco.

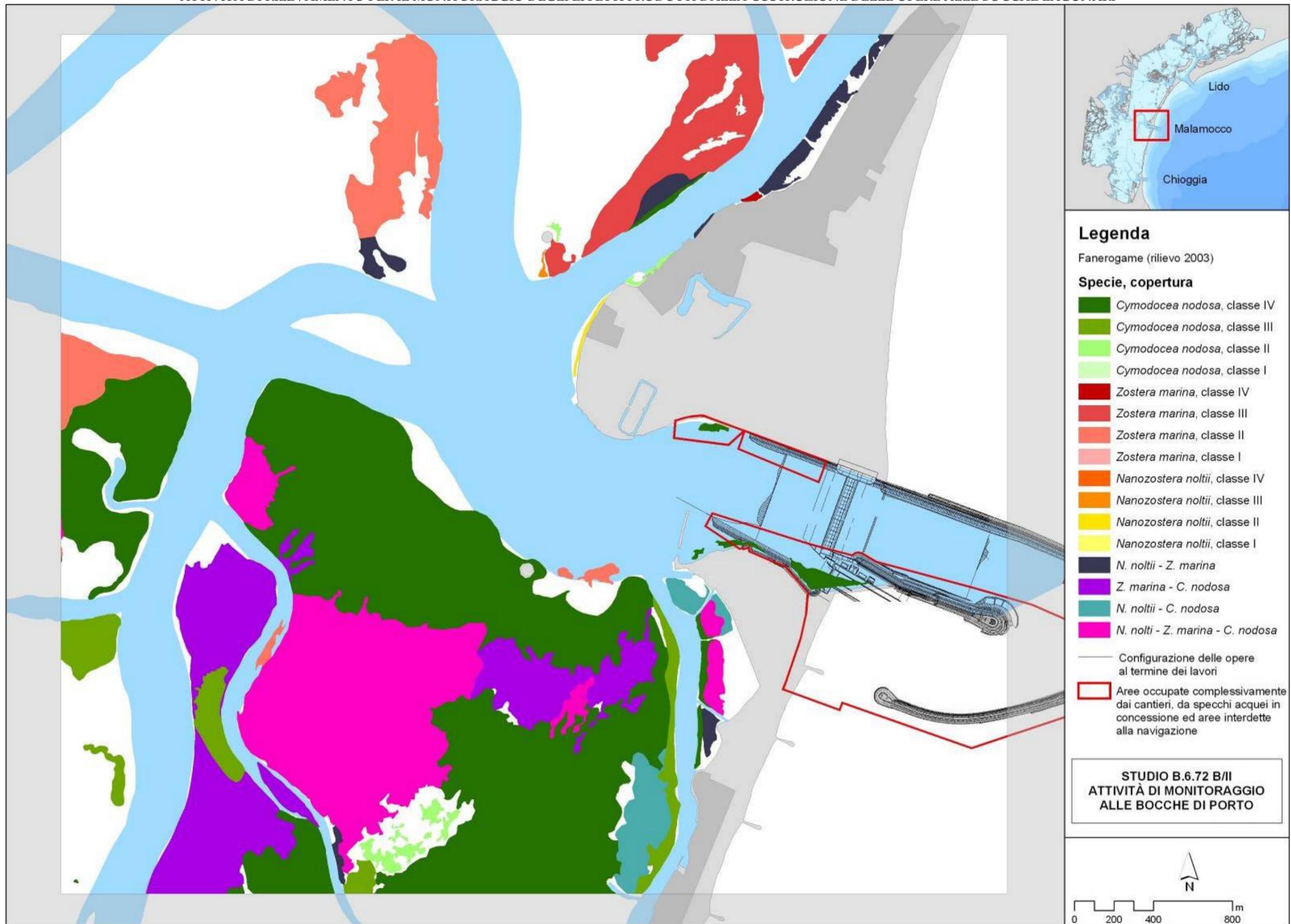


Figura 3.13 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Malamocco.

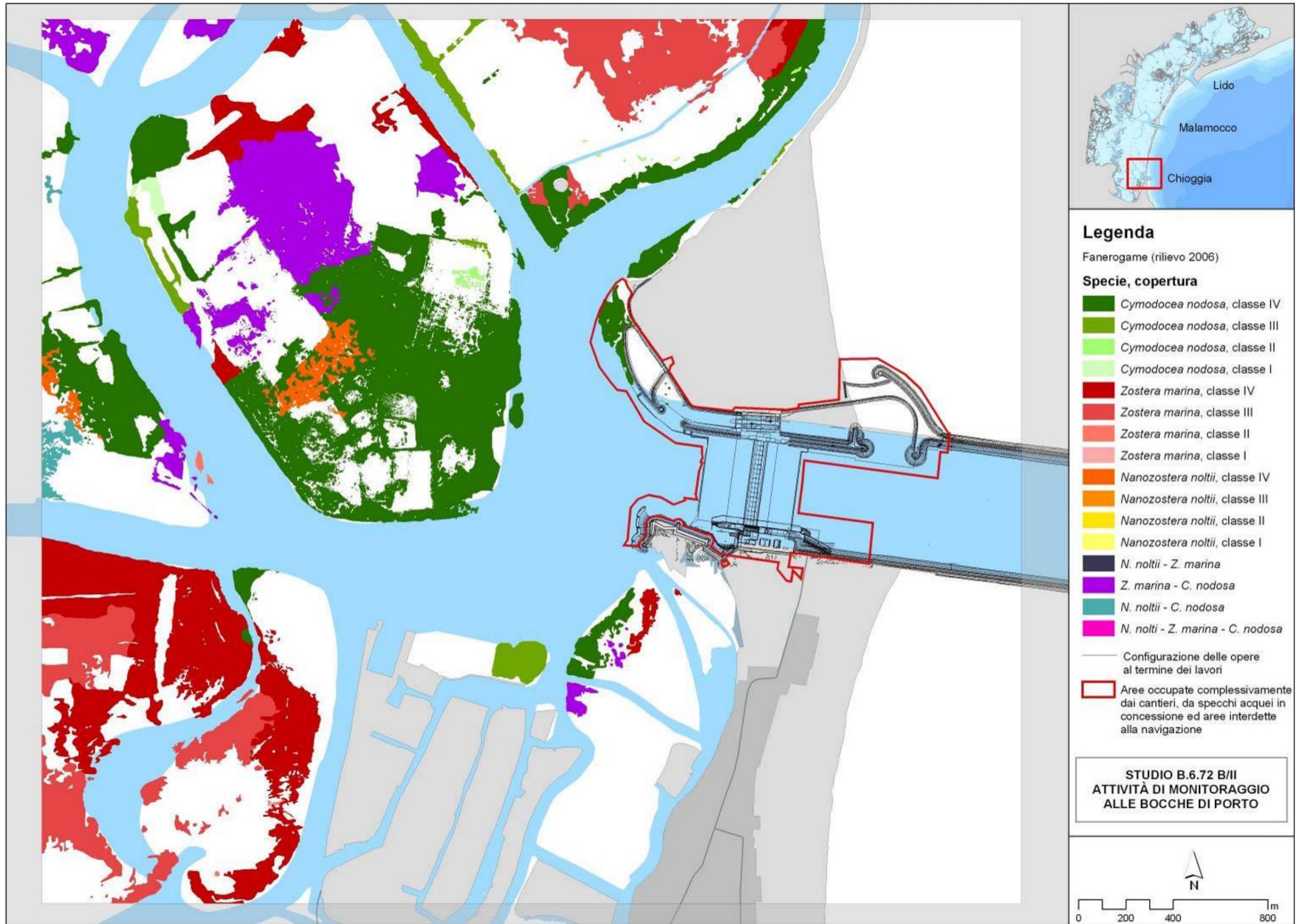


Figura 3.14 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Chioggia.

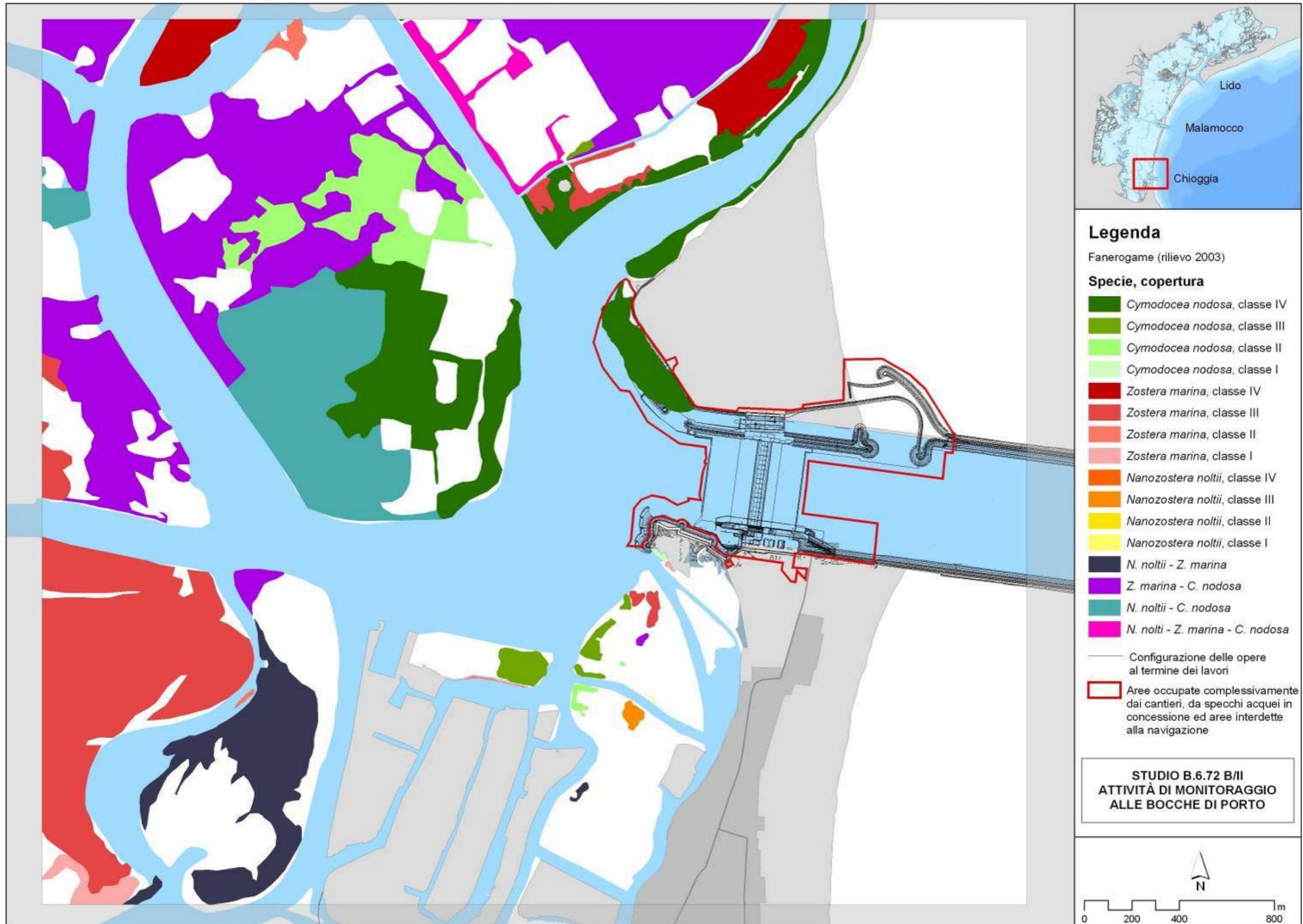


Figura 3.15 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Chioggia.

## 4 CONSIDERAZIONI FINALI

Questo rapporto rende conto delle indagini alle stazioni di controllo e della mappatura delle fanerogame marine eseguite nel 2006-2007 nelle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia. Il confronto con i dati dello studio di riferimento B.6.78/I, valutati nel loro insieme a livello di ogni singola bocca di porto, per quanto concerne sia gli indicatori di riferimento nelle stazioni di controllo sia per la distribuzione delle fanerogame, indica una situazione complessiva di stabilità delle praterie a fanerogame, anche se vanno segnalati alcuni aspetti di attenzione-criticità. Tali elementi di attenzione-criticità, collegabili a scostamenti nei valori registrati rispetto allo stato di riferimento e analizzati di volta in volta al fine di individuarne, se possibile, le cause, sono stati evidenziati sia nei rilievi in campo nelle quattro stagioni con misure specifiche sulle praterie di controllo (verifica localizzate e puntiformi) sia nelle mappature di dettaglio condotte su una ampia superficie delle tre bocche di porto (verifica estesa).

In relazione agli obiettivi di questo monitoraggio, una valutazione delle regressioni delle praterie a fanerogame marine delle tre bocche di porto non può, infatti, non tenere conto del fatto che queste aree sono sottoposte, oltre che al possibile impatto derivante dalla realizzazione delle opere mobili alle bocche, anche ad un significativo impatto antropico di varia natura, che va dalla frequentazione per usi ricreativi del Lido all'allevamento del *Tapes* nelle aree di concessione a Chioggia, ad interventi, spesso puntiformi, che alterano localmente la morfologia dei siti.

Nei Rapporti di Valutazione intermedi relativi alle quattro campagne stagionali si è spesso segnalato come alcuni parametri di valutazione non rientrassero nei range di riferimento dello studio *ante operam*. Quando ciò si è verificato è sempre stato elevato il livello di attenzione, utile e necessario per verifiche in campo più approfondite nella campagna successiva, pur sapendo però, che una volta inseriti all'interno dei range delle variazioni annuali questi parametri sarebbero potuti rientrare nella normalità.

In alcune campagne di controllo si è verificato, invece, che alcuni indicatori strutturali fossero superiori ai range di riferimento; a questi ultimi è stata attribuita una valenza positiva, perché indicativa di un mantenimento o consolidamento dello stato delle praterie.

Nei controlli stagionali, quando i valori dei parametri sono risultati inferiori ai range di riferimento, lo scostamento è sempre stato inferiore alla soglia di criticità tale da poter incidere sulla capacità di resilienza delle praterie (es. riduzione maggiore del 50% della densità o della copertura [Moore, 2004]). Nella maggior parte dei casi, però, già a partire dalla campagna successiva i valori dei parametri strutturali si sono sempre ricollocati all'interno del range atteso per la stagione successiva o in quello relativo all'intera annualità. Situazioni di questo tipo si sono verificate più volte, per il parametro densità nelle stazioni L3 e L6 a Lido (valori inferiori al range nella prima campagna di maggio 2006 rientrati nei limiti nei controlli delle successive stagioni), nella stazione M3 nella bocca di Malamocco o nella stazione C3 nella bocca di Chioggia (valori inferiori al range nella prima campagna autunnale e rientrati nei limiti nei controlli della successiva campagna invernale).

Per quanto attiene la **bocca di porto di Lido**, dove il monitoraggio è stato condotto in quattro stagioni, i parametri fenologici che presentano una deviazione dai range dello studio *ante operam* sono quelli relativi alle dimensioni delle foglie e della ligula (parte basale del ciuffo che si raccorda con il rizoma), fatto già segnalato nel precedente Rapporto Finale (studio B.6.72 B/1). Peraltro, l'interpretazione del significato del valore più elevato di questi indicatori (soprattutto lunghezza della foglia) non appare univoco a livello di letteratura. I rimanenti parametri che descrivono lo stato delle praterie di controllo della bocca di Lido rendono conto di un sostanziale mantenimento della consistenza e coesione delle praterie e della biodiversità della comunità epifitica, confermandone il buono stato e la buona funzionalità. Gli indicatori strutturali e funzionali, quali

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

ad esempio lo stato dell'apparato epigeo ed ipogeo, la densità dei ciuffi, i fenomeni di necrosi sulle lamine fogliari e di mortalità dei rizomi, rientrano nella naturale dinamica di queste praterie. Il rinvenimento di semi conferma che nelle praterie si svolgono con regolarità i processi vegetativi e riproduttivi. Anche la comunità epifitica, valutata nel suo insieme, è paragonabile a quella osservata nello studio di riferimento, essendo la differenza statisticamente debole o moderata. Nello specifico di questa bocca di porto, si osserva che su scala annuale pochi sono i valori degli indicatori che si pongono esternamente al range dello studio di riferimento, mentre, su scala stagionale, e in particolare per quella invernale (quarta e ultima campagna), in più stazioni sono stati osservati valori degli indicatori inferiori al range (densità dei ciuffi, altezza dei ciuffi, LAI, numero di epifite, ricoprimento e biomassa nei ciuffi).

Nelle **bocche di porto di Malamocco e di Chioggia**, di cui si dispongono dati solo per due stagioni (autunno ed inverno), è stato comunque osservato un sostanziale mantenimento della consistenza e coesione delle praterie dal momento che le variazioni degli indicatori strutturali e funzionali sono rientrati nella loro naturale dinamica. Nel controllo intermedio autunnale le praterie riferibili alle stazioni M1 (Malamocco) e C3 (Chioggia) sono le sole ad aver manifestato densità dei ciuffi inferiori ai range della stagione. Nella successiva campagna invernale i valori della densità dei ciuffi fogliari si sono però ricollocati nei limiti del range di riferimento.

Tuttavia, per queste due bocche di porto la diversità epifitica rilevata sulle foglie delle fanerogame marine è risultata certamente inferiore a quella osservata durante le stagioni corrispondenti dello studio di riferimento *ante operam*. L'analisi statistica ANOSIM, che ha confrontato la struttura e la composizione della comunità epifitica rispetto a quelle di riferimento *ante operam*, ha evidenziato che quella rilevata nel 2006 sono da moderatamente diverse nella bocca di Malamocco a molto diverse nella bocca di Chioggia. Solamente le prossime campagne potranno indicarci se i valori degli indicatori si ricollocheranno all'interno dei range attesi o se rimarranno ancora inferiori.

Considerando che la valutazione di questo parametro prende in esame solamente due periodi dell'anno, riteniamo opportuno, soprattutto per la bocca di Chioggia che manifesta gli scostamenti maggiori, porre questo parametro su una soglia di attenzione, rimandando la valutazione più approfondita alle prossime campagne quando saranno disponibili dati con una più ravvicinata frequenza temporale.

Sarà da valutare con attenzione il fatto che sulle lamine delle foglie non sia stato rilevato un cospicuo numero di epifite algali e animali come nello studio di riferimento *ante operam* (11 taxa in meno a Malamocco, 25 taxa in meno a Chioggia). Nella bocca di Chioggia tale parametro deve anche essere interpretato tenendo conto di come esista un diffuso impatto antropico dovuto alla pesca del *Tapes* nelle aree di concessione, impatto di non facile quantificazione ed interpretazione e che può incidere sull'epifitismo attraverso la risospensione/deposizione del particellato a seguito dell'attività di pesca stessa.

Le mappature delle praterie eseguite nelle tre bocche hanno evidenziato una complessiva stabilità a **Lido**, anche se con ulteriori arretramenti delle praterie nelle aree inerenti i cantieri e le opere mentre perdite anche considerevoli a **Malamocco** e a **Chioggia**, principalmente dovute ad attività antropiche non inerenti le attività dei cantieri. Nei bassi fondali della bocca di Lido esterni alle aree delle opere e ai cantieri, le coperture a fanerogame sono rimaste sostanzialmente stabili rispetto a quelle rilevate nel 2005 mentre nelle bocche di Malamocco e di Chioggia, rispetto però a dati del 2003 dello studio *ante operam*, si sono avute perdite stimabili rispettivamente in circa 17 ha e 35-36 ha, questi ultimi da ricondurre ad attività antropiche direttamente connesse ai siti di impatto (realizzazione di una condotta su substrati fangosi con perdita di *Z. marina* e *N. noltii* a Malamocco ed estensione delle coltivazioni del *Tapes* a Chioggia con estirpazione di praterie anche esternamente alla concessione). In ambedue queste bocche sono però state riscontrate anche importanti perdite di praterie a *C. nodosa* riconducibili direttamente alle attività dei cantieri e stimabili in 2,6 ha a Malamocco e 4,8 ha a Chioggia.

Nelle tre bocche di porto, all'interno delle aree di pertinenza dei cantieri e interdette alla navigazione, sono tuttora presenti limitate praterie a *C. nodosa* su fondali di 1-3 m, stimabili in 1,6 ha a Lido (0,2 ha a nord-ovest dell'isola nuova e 1,4 ha alla base del molo sud-Aeroporto Nicelli), in 0,4 ha a Malamocco (alla base del molo sud - S. Maria del Mare) e in circa 2,4 ha a Chioggia (all'entrata della bocca di porto ad ovest di Caroman).

Un'ulteriore riduzione delle praterie a *C. nodosa* nelle aree di cantiere e nelle aree che si sovrappongono alle opere stesse, come visto già nel Rapporto Finale dell'anno precedente (Studio B.69.72 B/1), era prevedibile poiché, come da progetto, tali praterie sono direttamente coinvolte da interventi lungo i moli foranei (rimozione parziale dei massi della diga, rinforzo dei moli, realizzazione di piarde e di approdi per le imbarcazioni per le attività di carico e scarico dei materiali). Gli effetti diretti e collaterali di questi interventi all'interno delle aree di cantiere, quali l'incremento della torbidità, della sedimentazione, della risospensione a causa delle imbarcazioni, o la diretta sovrapposizione delle opere stesse alle praterie, hanno determinato una riduzione delle coperture a fanerogame in aree in cui tale perdita era già stata in parte preventivata.

#### **4.1 Piano di ripristino ambientale**

La prevedibile riduzione della superficie occupata da queste comunità di pregio nelle aree direttamente interessate dalle opere e in quelle di cantiere dovrebbe essere tenuta in considerazione nella realizzazione di un piano di ripristino ambientale in senso ampio e non solo finalizzato a questo ecosistema di pregio. Se al termine della realizzazione delle opere alle bocche vi saranno ancora condizioni ecologiche, morfologiche e batimetriche idonee per una loro reintroduzione, si potranno ipotizzare interventi di reimpianto su piccola e media scala con l'obiettivo non tanto di ripristinare l'intera superficie occupata originariamente e alla fine perduta ma di porre dei nuclei di innesco che favoriscano e accelerino la ricolonizzazione che, per vie naturali, richiederebbe tempi maggiori.

## 5 BIBLIOGRAFIA

- Balestri E., Benedetti-Cecchi L., Lardicci C. 2004. Variabilità in patterns of growth and morphology of *Posidonia oceanica* exposed to urban and industrial wastes: contrasts with two reference locations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 308: 1-21.
- Benacchio N. 1938. Osservazioni sistematiche e biologiche sulle Zosteraceae dell'Alto Adriatico. *Thalassia*, 3: 1-41.
- Cancemi G., Buia M.C., Mazzella L. 2002. Structure and growth dynamics of *Cymodocea nodosa* meadows. *Sci. Mar.*, 66 (4): 365-373.
- Caniglia G., Borella S., Curiel D., Nascimbeni P., Paloschi F., Rismondo A., Scarton F., Tagliapietra D., Zanella L. 1990. Cartografia della distribuzione delle fanerogame marine nella Laguna di Venezia. *Giorn. Bot. Ital.*, Vol. 124, (1): 212.
- CVN-SAM e SELC, 2007. Nota sulla proliferazione macroalgale in Laguna di Venezia. Rapporto interno.
- Den Hartog C. 1970. *The Seagrasses of the world*. North Holland Publishing Company, Amsterdam. London. pp. 1-277.
- Foden J., Brazier D.P. 2007. Angiosperms (seagrass) within the EU water framework directive: A UK perspective. *Marine Pollution Bulletin* 55: 181-195.
- Gambi M.C. e Dappiano M. 2003. Manuale di metodologia di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biologia Marina Mediterranea* 10.
- Ibarra-Obando S.E., Kenneth L. H.Jr., Spitzer P.M. 2004. Effects of simultaneous changes in light, nutrients, and herbivory levels, on the structure and function of a subtropical turtlegrass meadows. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 301: 193-224.
- Magistrato alle Acque, 1991 - Nuovi interventi per la salvaguardia di Venezia. Composizione delle comunità biologiche. 1a Fase. Rilievi sui popolamenti delle barene ed aree circostanti e sulla vegetazione dei bassifondi. Studio A.3.16. Rapporto Finale. Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque. 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. Consorzio Venezia Nuova. Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque. 2003. Studio B.6.78/I - Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Mappatura di dettaglio delle fanerogame marine nell'area delle bocche di porto. Consorzio Venezia Nuova. Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque. 2005a. Rilievo delle fanerogame marine in Laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe. Attività A - Resocontazione finale della distribuzione della vegetazione acquatica sommersa (fanerogame marine e macroalghe) in Laguna di Venezia (2002-2003-2004). Rapporto finale. I anno. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque. 2005b. Attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia. Esecutivo del 2° stralcio triennale (MELa2). Rilievo delle fanerogame marine in Laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe. Rapporto finale delle attività di misura periodica delle caratteristiche fenologiche e dei parametri di crescita delle fanerogame marine. Rapporto finale. Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque. 2005c. Studio B.6.78/I - Attività di monitoraggio alle bocche di porto -

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

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. Consorzio Venezia Nuova. Esecutore SELC.

Magistrato alle Acque. 2006. Studio B.6.72 B/1 - 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. Consorzio Venezia Nuova. Esecutore SELC.

Marbà N., Duarte C.M. 1994. Growth response of the seagrass *Cymodocea nodosa* to experimental burial and erosion. Mar. Ecol. Prog. Ser. 107: 307-311.

Moore K.A. 2004 - Influence of seagrasses on water quality in shallow regions of the lower Chesapeake Bay. Journal Coastal Research 45: 162-178.

Rismondo A., Curiel D., Marzocchi M., Scattolin M. 1997. Seasonal pattern of *Cymodocea nodosa* biomass and production in the lagoon of Venice. Aquat. Bot., 58: 55-64.

Rismondo A., Curiel D., Scarton F., Mion D., Caniglia G. 2003. A New Seagrass Map for the Venice Lagoon. Sixth Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEADCOAST 7-11 October 2003, Ravenna, Italy, Vol. 2: 843-852.

Scarton F., Curiel D., Rismondo A. 1995. Aspetti della dinamica temporale di praterie a fanerogame marine in Laguna di Venezia. Lavor. Soc. Ven. St. Nat., Vol 20: 95-102.

Sfriso A., Facca C., Ceoldo S. 2004 - Growth and production of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Venice lagoon. In: Campostrini P. (ed.). Scientific Research and Safeguarding of Venice. CoRiLa. Research Programme 2001-2003. 2002 Results. Venice 229-236 pp.

Simonetti G. 1973 - I consorzi a fanerogame nel Golfo di Trieste. Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti., 131: 459-502.

Tagliapietra D., Cornello M., Pessa G., Zitelli A. 1999. Variazioni nella distribuzione delle praterie a fanerogame marine presso la bocca di Porto del Lido (Laguna di Venezia). Biol. Mar. Medit., Vol. 6 (1): 448-451.

Vatova A. 1949 - Caratteri di alcune facies bentoniche della Laguna veneta. Nova Thalassia, 1, (4): 3-14.

Water Framework Directive 2000/60/EC. European Communities Official Journal L237 22.12.2000. Pp.73.