



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

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/9**

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

Contratto Thetis-CORILA n. 132000442

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

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2014**

Redazione

Verifica

Approvazione

Dott. Daniele Curiel
(SELC)

Prof.ssa Patrizia Torricelli

Ing. Pierpaolo Campostrini

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

Indice

1 PREMESSA	4
1.1 Introduzione.....	4
1.2 Obiettivi e criteri di indagine.....	6
2 ATTIVITÀ ESEGUITE	11
2.1 Programma generale delle attività eseguite.....	11
2.2 Pianificazione operativa delle attività	11
2.3 Identificazione delle aree e delle stazioni di indagine	12
2.4 Attività di campo	17
2.4.1 <i>Conduzione delle misure nelle 18 stazioni di controllo</i>	18
2.4.2 <i>Conduzione delle operazioni di mappatura</i>	20
2.5 Attività di laboratorio	21
2.6 Trattamento dei dati.....	22
3 RISULTATI E VALUTAZIONI	24
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>	27
3.1.4 <i>Le stazioni della bocca di porto di Chioggia</i>	30
3.1.5 <i>Analisi della frequenza di rinvenimento degli epibionti fogliari</i>	33
3.1.6 <i>Analisi generale delle variazioni osservate nell'epifitismo delle fanerogame marine</i>	34
3.2 La mappatura della fanerogame marine delle tre bocche di porto	38
3.2.1 <i>Dinamismo dei popolamenti e fattori ambientali regolatori</i>	38
3.2.2 <i>Le fanerogame marine come indicatori di qualità</i>	39
3.2.3 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido (2003-2013)</i>	41
3.2.4 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2013)</i>	47
3.2.5 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2013)</i>	51
3.2.6 <i>Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici</i>	56
3.3 Rilievi di dettaglio in praterie particolarmente esposte agli interventi di cantiere.....	59
3.3.1 <i>Quadro generale del rilievo di dettaglio e obiettivi</i>	59
3.3.2 <i>La prateria a <i>Cymodocea nodosa</i> situata sul bassofondo del Bacan</i>	63
3.3.3 <i>La prateria a <i>Cymodocea nodosa</i> adiacente alla diga sud Aeroporto Nicelli</i>	70
4 CONSIDERAZIONI FINALI	75
5 BIBLIOGRAFIA	80
ALLEGATO FOTOGRAFICO	87

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

APPENDICE: TABELLE E GRAFICI 90

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

Dott. Daniele Curiel

Dott. Andrea Rismondo

Dott.ssa Chiara Miotti

Dott. Andrea Pierini

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

Dott.ssa Chiara Miotti

Dott. Emiliano Checchin

1 PREMESSA

1.1 Introduzione

Il presente rapporto espone i risultati del nono 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/9: "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - 9ª fase". Le attività di monitoraggio oggetto del presente studio sono la prosecuzione, per ulteriori 12 mesi (Maggio 2013 - Aprile 2014), delle attività di monitoraggio:

- dello Studio B.6.72 B/1 (maggio 2005 - aprile 2006) per la sola bocca di porto di Lido;
- dello Studio B.6.72 B/2 (maggio 2006 - aprile 2007) per quanto riguarda la bocca di porto di Lido, e dello Studio B.6.72 B/2 Variante (novembre 2006 - aprile 2007) per quanto riguarda le bocche di porto di Malamocco e Chioggia;
- dello Studio B.6.72 B/3 (maggio 2007 - aprile 2008), B.6.72 B/4 (maggio 2008 - aprile 2009), B.6.72 B/5 (maggio 2009 - aprile 2010), B.6.72 B/6 (maggio 2010 - aprile 2011), B.6.72 B/7 (maggio 2011 - aprile 2012) e B.6.72 B/8 (maggio 2012 - aprile 2013) per le bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

Rispetto alle precedenti attività di monitoraggio, dallo Studio B.6.72 B/7 sono state apportate alcune variazioni. In particolare, sono continuate la mappatura della vegetazione radicata acquatica sommersa presso le tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia (tra maggio e settembre 2013) ed il monitoraggio delle caratteristiche fenologiche e di crescita delle praterie a fanerogame, su una rete di 18 stazioni di misura equamente distribuite fra le tre bocche, ma le campagne stagionali sono state ridotte da quattro a tre (non è più prevista quella invernale).

Inoltre, per poter indagare più approfonditamente sulle problematiche emerse in questi anni, soprattutto in merito all'epifitismo, è prevista l'elaborazione di un modello correntometrico e sedimentologico per la bocca di porto di Malamocco (dal B.6.72 B/8) e di Chioggia (dal presente studio)¹. Per lo "studio dell'effetto margine" sono considerati i dati raccolti mediante l'esecuzione di campionamenti lungo 2 transetti a Chioggia che intercettano due delle sei stazioni del monitoraggio (C2-bis e C5) e 1 transetto a Malamocco che intercetta la stazione M3 del monitoraggio. I rilievi alle stazioni dei tre transetti sono stati effettuati durante la campagna autunnale di monitoraggio (fine novembre/inizio dicembre 2013)².

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 (le altre componenti sono lo zoobenthos e le macroalghe).

¹ Lo studio B.6.72 B/9 non prevede più la campagna autunnale lungo i due transetti di Lido (eseguita nei due precedenti monitoraggi); in conformità con il precedente studio (B.6.72 B/8), invece, viene mantenuta la campagna presso un transetto a Malamocco (diverso, però, da quello del 2012). A partire dal presente studio, infine, è prevista una campagna autunnale lungo due nuovi transetti localizzati a Chioggia.

² I risultati dei rilievi ai transetti sono riportati nel III Rapporto di Valutazione quadrimestrale (periodo di riferimento gennaio-aprile 2014) e saranno discussi più approfonditamente e correlati con aspetti idrodinamici nello specifico rapporto relativo a "Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità".

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

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, 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 l'estensione 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, alimento o substrato, 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, al favorire la 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 European Water Framework Directive (EC, 2000) 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 del monitoraggio MELa2 [MAG. ACQUE - SELC, 2002], dello Studio B.6.78/I [MAG. ACQUE - SELC, 2005c] e degli Studi B.6.72 (B/1-B/8) [MAG. ACQUE - CORILA, 2006-2013a] consentono di disporre di un'importante documentazione sulle caratteristiche dei popolamenti a fanerogame marine presenti nelle aree di bocca e in quelle lagunari circostanti. Le informazioni assunte nel corso dello Studio B.6.78/I costituiscono la base dati, corrispondente ad una "fase zero" o *ante operam*, da confrontare con i risultati del presente monitoraggio (B.6.72 B/9) e dei precedenti B.6.72 B/1-B/8.

I monitoraggi degli Studi B.6.72 (B/1-B/8 ed attualmente B/9) si sovrappongono, per quanto riguarda la localizzazione dei siti di misura e le metodologie impiegate, alle specifiche dello Studio di riferimento B.6.78/I. Ciò consente di rilevare possibili relazioni causa-effetto tra la componente biotica in esame e le attività di cantiere.

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, sul piano metodologico, applicare all'area delle bocche di porto le medesime tecniche di mappatura 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 G.I.S.

1.2 Obiettivi e criteri di indagine

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.

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 e la minore variabilità interannuale.

Tale dinamismo spaziale si è potuto mettere in evidenza rapportando le mappature di dettaglio realizzate negli anni [Scarton *et al.*, 1995; Tagliapietra *et al.*, 1999] con quella di riferimento effettuata nel 1990 [MAG. ACQUE - SGS, 1991]. Successivamente, il monitoraggio delle fanerogame marine condotto nell'intervento MELa2 ha permesso di aggiornare la distribuzione di questa componente vegetale per l'intero bacino 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 una mappatura di precisione di *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* e *Nanozostera noltii*³ presenti nello specifico ambito delle bocche di porto, estendendolo però anche a batimetrie differenti da quelle tipiche lagunari. La realizzazione di una mappatura è parsa opportuna in quanto la presenza delle fanerogame marine in queste aree di bocca riveste certamente la massima importanza per il ruolo che hanno 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, va confrontata, secondo il programma del presente e dei precedenti monitoraggi degli Studi B.6.72 (B/1-B/8), con le situazioni corrispondenti alle diverse fasi di realizzazione delle opere mobili.

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

³ Per *Nanozostera noltii* si farà qui uso della nomenclatura aggiornata rispetto a quella 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

conto, in maniera differenziale, delle diverse aree interessate. In particolare, come si nota dalle figure 1.1, 1.2 e 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 identificate nel monitoraggio *ante operam* (B.6.78/I) e 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 fondali interessati dalle praterie a fanerogame marine 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 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 o 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.

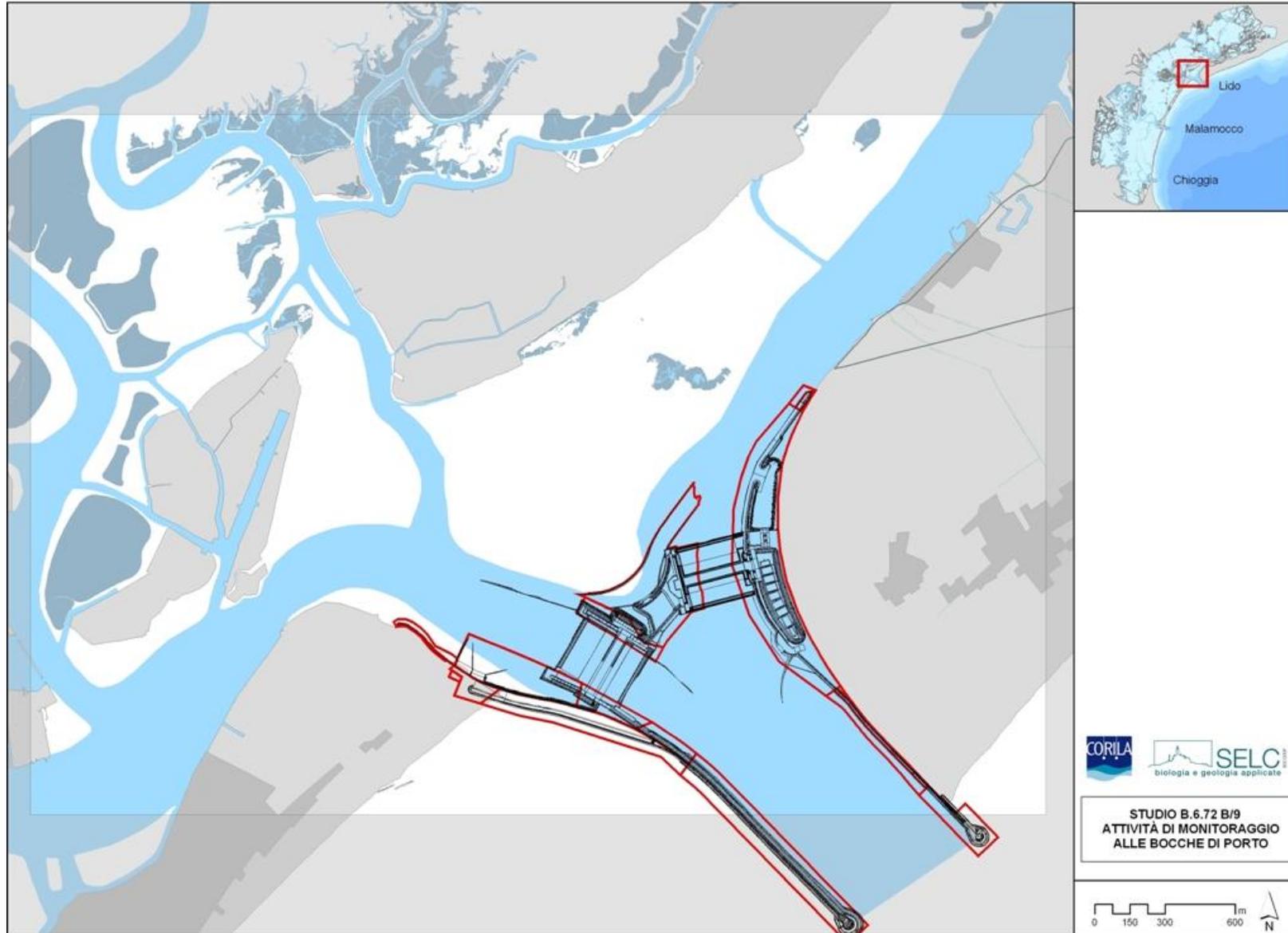


Figura 1.1 – Bocca di porto di Lido con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

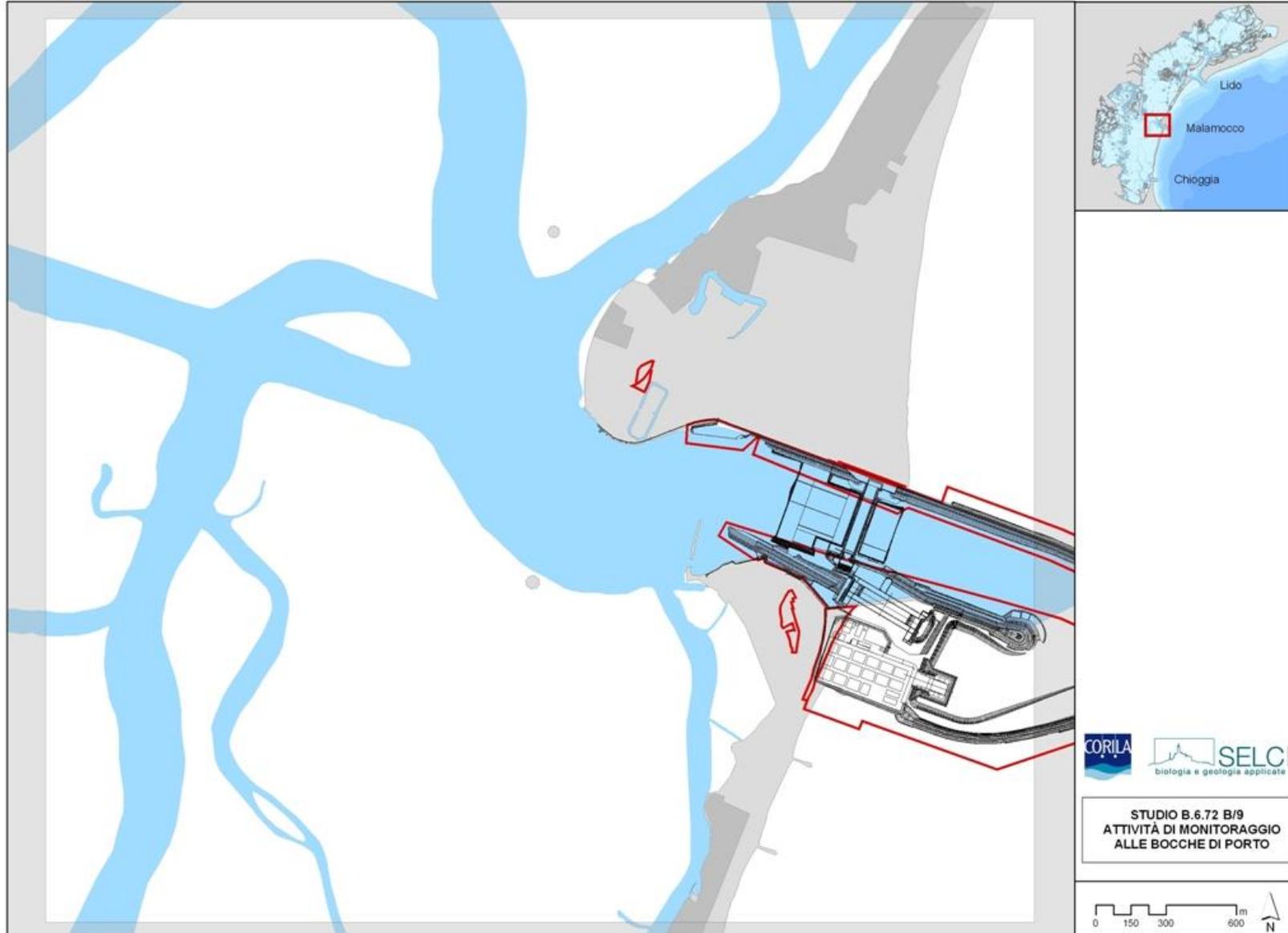


Figura 1.2 – Bocca di porto di Malamocco con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

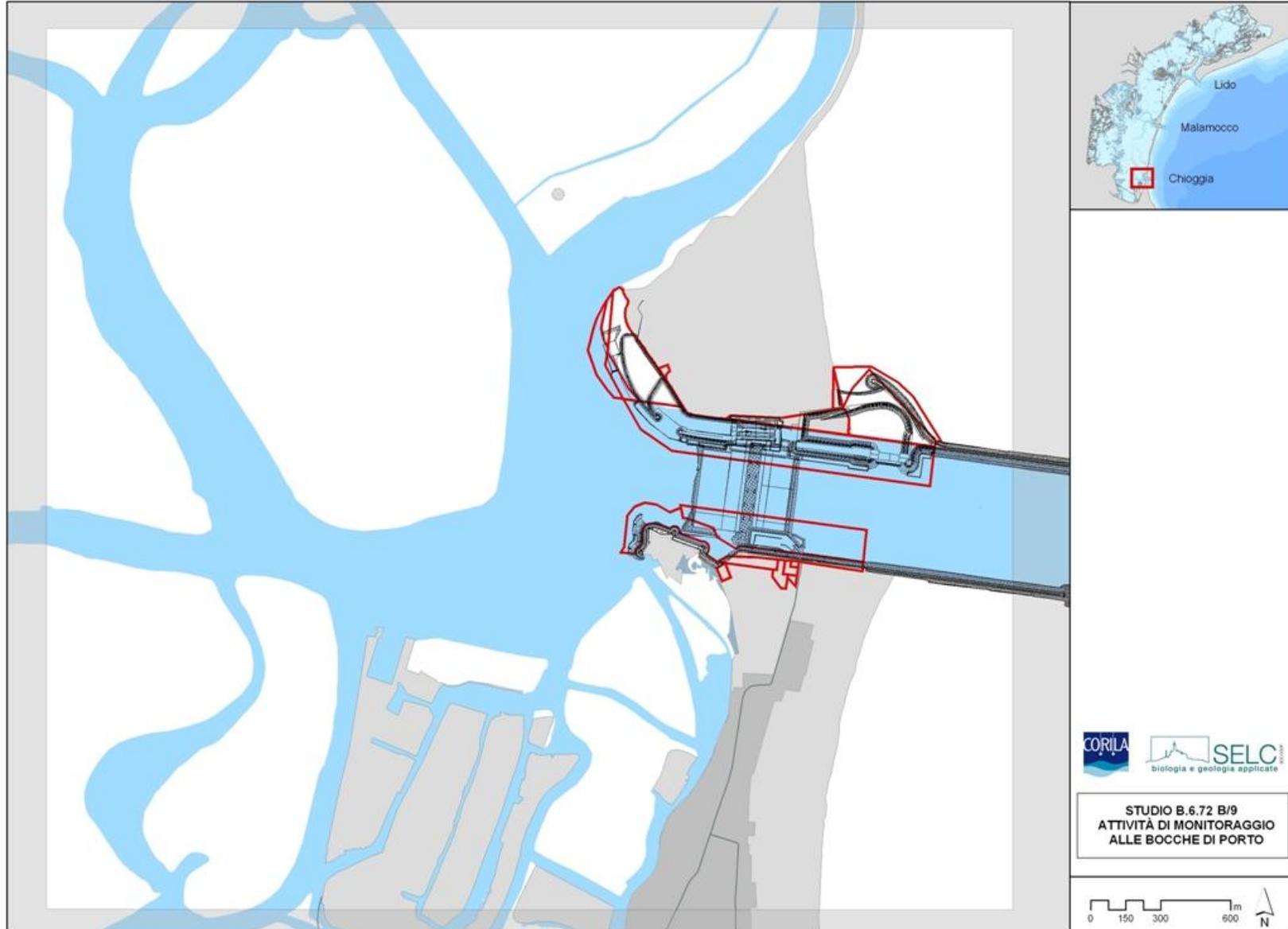


Figura 1.3 – Bocca di porto di Chioggia con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

2 ATTIVITÀ ESEGUITE

2.1 Programma generale delle attività eseguite

Il programma ha previsto l'esecuzione di campagne stagionali di monitoraggio in primavera, estate ed autunno finalizzate alla misura delle caratteristiche fenologiche e dei parametri di crescita delle fanerogame marine nelle aree prospicienti le tre bocche di porto, basandosi sull'esperienza e sulle informazioni acquisite nell'ambito delle attività del Monitoraggio dell'Ecosistema Lagunare (MELa2), linea A - fanerogame marine e degli Studi B.6.78/I e B.6.72 (B/1-B/8).

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

Per quanto riguarda la fase "zero", inerente lo stato delle conoscenze delle praterie delle fanerogame marine della laguna di Venezia prima dell'avvio delle opere alle bocche, 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 (Rapporto di Variabilità *ante operam*) 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 esaminati i risultati dello Studio B.6.78/I "Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine" che ha permesso di aggiornare con elevata definizione le informazioni circa la distribuzione e stato delle fanerogame marine nelle aree di bocca di porto prima dell'avvio dei lavori.

Le attività di campo hanno previsto l'esecuzione di 3 campagne stagionali (primavera, estate ed autunno) su una rete di 18 stazioni ubicate su praterie a fanerogame delle bocche di porto di Lido (6 stazioni), Malamocco (6 stazioni) e Chioggia (6 stazioni). Rispetto ai precedenti monitoraggi B.6.72 B/1-B/6, a partire dallo Studio B.6.72 B/7, le campagne sono state ridotte da quattro a tre (non è stata eseguita quella invernale).

Una seconda attività di campo ha riguardato in modo specifico la mappatura delle praterie delle tre bocche di porto. Quest'attività ha previsto una successiva fase di desk G.I.S. di trattamento dei dati di campo necessaria per trasferire su cartografia digitalizzata le informazioni raccolte 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 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 mappa della distribuzione delle fanerogame nelle aree di bocca di porto di Lido, Malamocco e Chioggia relative agli Studi B.6.72 B/2-B/8;

- la documentazione aerofotografica realizzata in questi anni per i rilievi delle macrofite sino alle più aggiornate immagini satellitari (Ikonos 2001, Quickbird 2003 e voli aerei dal 2005 al 2013).

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 variazioni nei descrittori strutturali e funzionali (densità, dimensioni dei ciuffi, grado di epifitismo e loro valori di abbondanza).

Per valutazioni e confronti negli anni è apparso quindi corretto prendere come riferimento le medesime stazioni di questo studio dopo un'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 descrittori nell'arco dell'anno. Eventuali scostamenti sono stati valutati attentamente 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 B.6.78/I (*ante operam*) e B.6.72 (B/1-B/8);
- le caratteristiche dei popolamenti come rappresentate dai rilievi puntuali condotti sulla rete di stazioni individuate nel B.6.78/I (*ante operam*) e più recentemente nel B.6.72 (B/1-B/8).

2.3 Identificazione delle aree e delle stazioni di indagine

Per quanto riguarda la scelta delle stazioni, in considerazione dell'elevata variabilità registrata ed 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. Per questo motivo sono inclusi i principali canali che giungono 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.

Sono state condotte verifiche preliminari prima dell'avvio del nono anno di monitoraggio per valutare se le praterie situate nelle stazioni di riferimento avessero ancora i requisiti di estensione e stabilità tali da permettere l'esecuzione dei rilievi; come già riportato nel Rapporto di Pianificazione Operativa [MAG. ACQUE - CORILA, 2005], la stazione C2 (ora identificata come C2-bis), nella bocca di porto di Chioggia, a causa dell'estendersi delle concessioni dell'allevamento di *Tapes* (oggi *Venerupis philippinarum*) (figura 2.3), dal 2003-2004 non corrisponde esattamente, come posizione, a quella a *Cymodocea nodosa* campionata nel 2003 nello studio *ante operam*. Inoltre, a partire dalla campagna di monitoraggio primaverile del monitoraggio B.6.72 B/5 (maggio 2009) si è reso necessario, per gli stessi motivi, riposizionare la stazione C3 (a Chioggia) (ora identificata

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

come C3-bis). Dalla campagna autunnale B.6.72 B/5 (novembre 2009) è stata spostata anche la stazione C1 (a Chioggia, ora C1-bis) a causa di un forte diradamento localizzato dei ciuffi fogliari di *Zostera marina*. Dal sesto anno di monitoraggio, già dalla prima campagna (maggio 2010), la stazione L2 (a Lido) è stata sostituita dalla L2-bis, poiché nel sito era prevista la costruzione di una nuova darsena e, dalla campagna estiva (fine luglio 2010), anche la stazione M6 (a Malamocco) è stata sostituita dalla M6-bis, a causa di un arretramento del margine della prateria per cause non ben identificate.

Di seguito vengono riassunte le principali variazioni:

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

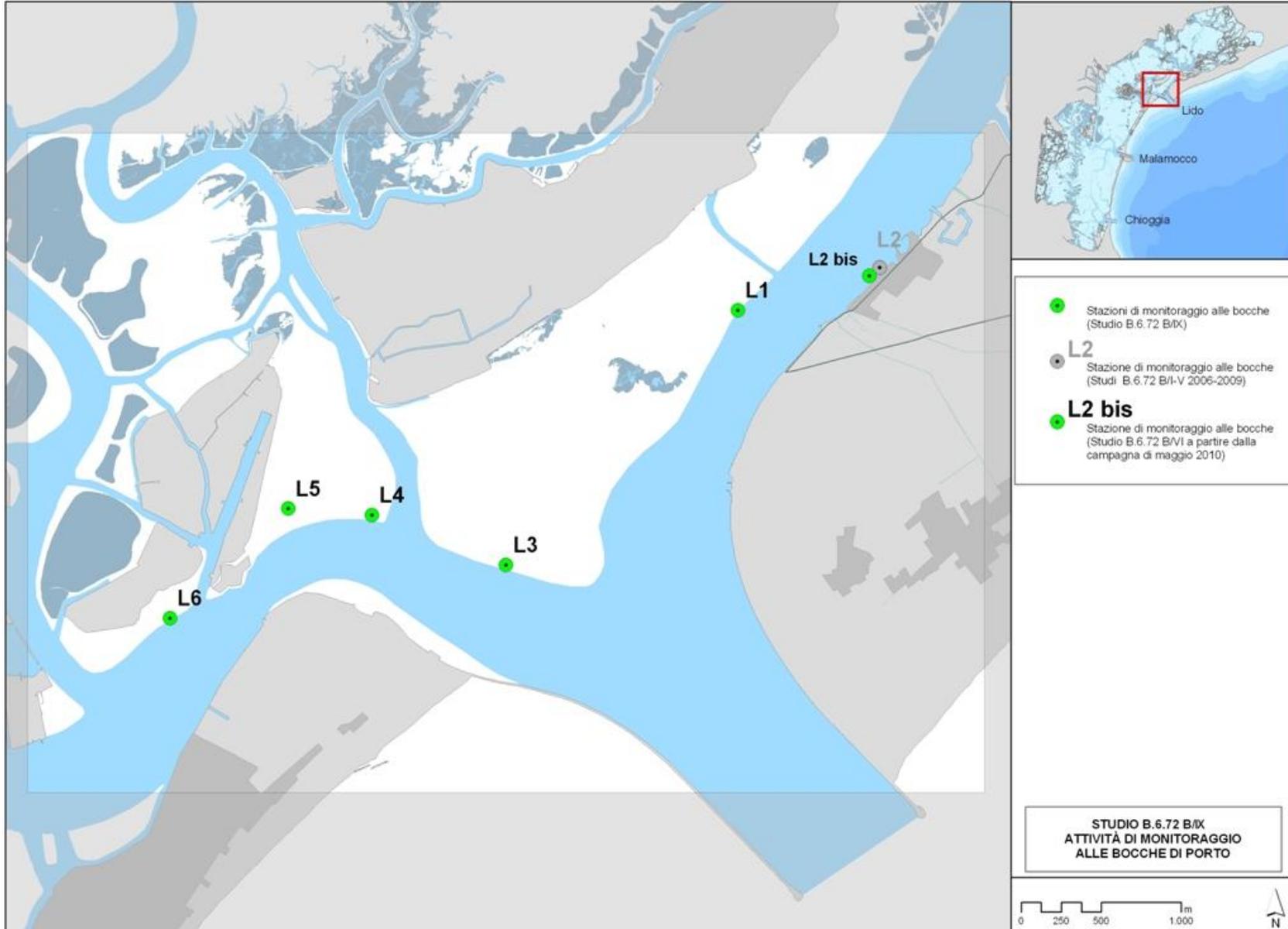


Figura 2.1 - Stazioni di controllo e superficie della bocca di Lido interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

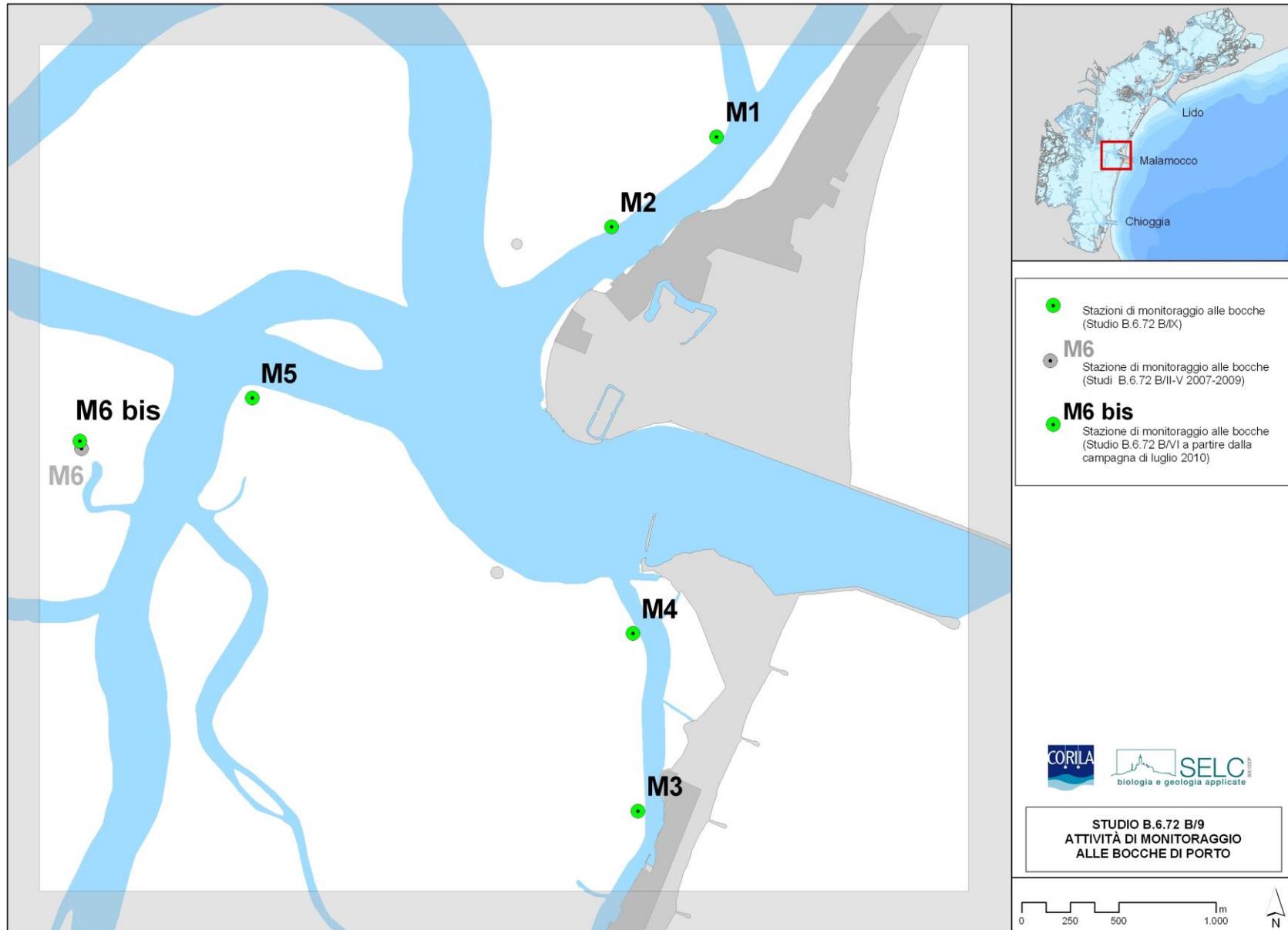


Figura 2.2 – Stazioni di controllo e superficie della bocca di Malamocco interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

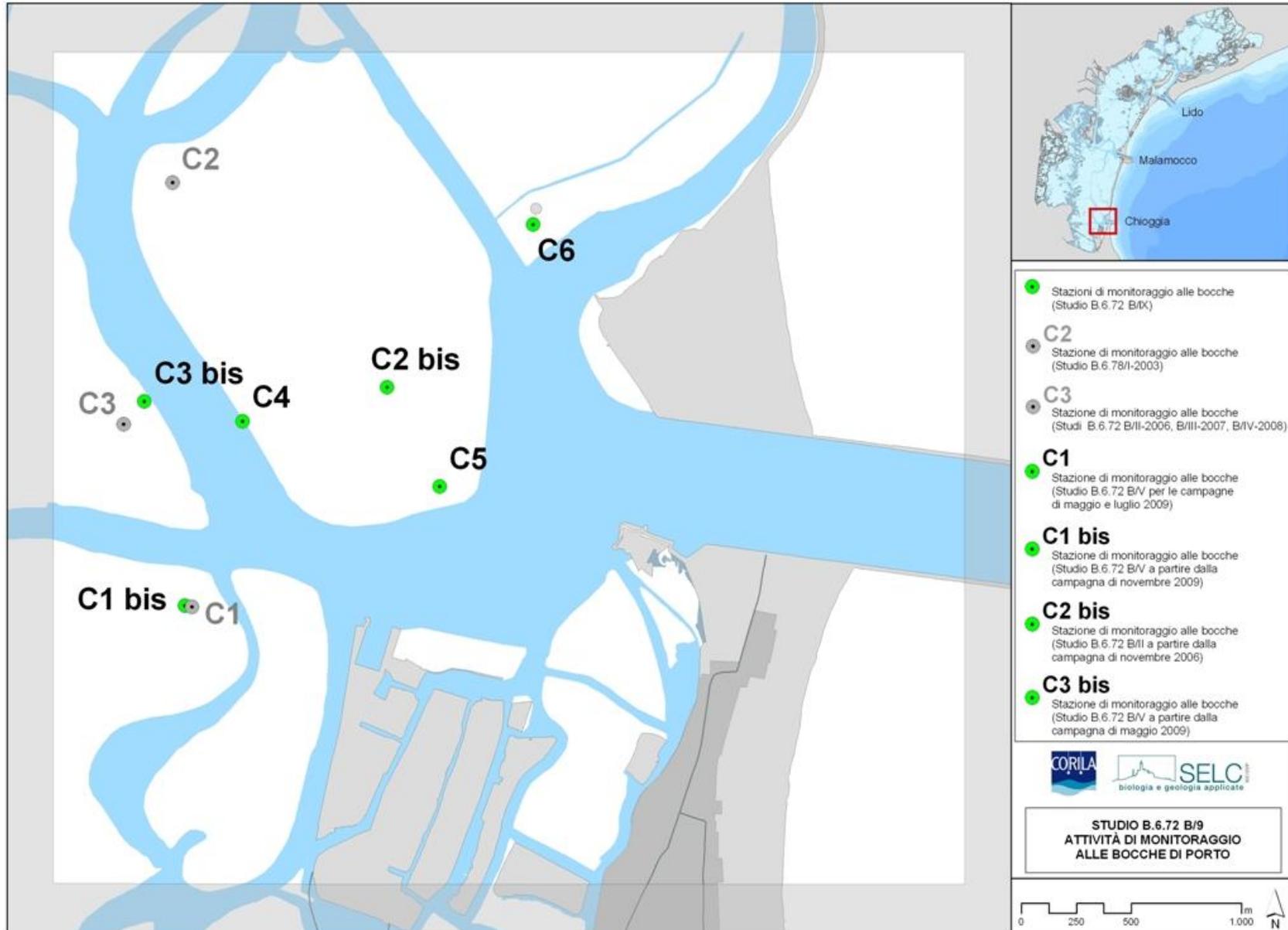


Figura 2.3 – Stazioni di controllo e superficie della bocca di Chioggia interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

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 (GPS) 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 tre campagne stagionali si è svolto con le seguenti scadenze:

Bocca di porto di Lido

I campagna	-	20 e 21 maggio 2013;
II campagna	-	5 agosto 2013;
III campagna	-	28 novembre 2013.

Bocca di porto di Malamocco

I campagna	-	18 e 21 maggio 2013;
II campagna	-	1 agosto 2013;
III campagna	-	26 e 27 novembre 2013.

Bocca di porto di Chioggia

I campagna	-	15 e 18 maggio 2013;
II campagna	-	30 luglio 2013;
III campagna	-	27 e 29 novembre e 3 dicembre 2013.

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-B/8). Le tre campagne hanno avuto quindi l'obiettivo di misurare una serie di parametri che evidenziassero 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].

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

- grado di copertura (%) della prateria rispetto al substrato nell'intorno delle stazioni;
- densità della prateria (n. ciuffi/m²);
- dimensioni dei ciuffi (cm);
- valutazione della presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi o dei semi;
- quantificazione dei fenomeni di necrosi fogliare ("wasting disease");
- stima dell'epifitismo macroalgale ed animale delle lamine fogliari (numero specie, ricoprimento e biomassa).

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

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

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

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 GPS 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.

2.4.1 Conduzione delle misure nelle 18 stazioni di controllo

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

Mediante l'utilizzo di un campionatore manuale di superficie nota è stata determinata in situ la densità dei "ciuffi" vegetativi e fertili. I ciuffi fogliari per lo studio delle epifite e per la misura delle dimensioni sono stati invece raccolti manualmente in numero di 5 per ogni replica e avviati all'esame di laboratorio.

Sempre in campo, oltre alla raccolta dei campioni biologici, sono stati rilevati e descritti la tipologia, l'estensione e il grado di copertura della prateria e sono state annotate osservazioni particolari rilevabili solo sul luogo di campionamento (stato di anossia del sedimento, presenza di rizomi morti o di colore scuro, presenza di fango sulle lamine, ecc.).

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		
Stazione	Est (m)	Nord (m)
L1	2318330	5036245
L2-bis ⁽¹⁾	2319151	5036458
L3	2316880	5034666
L4	2316043	5034977
L5	2315520	5035016
L6	2314780	5034338

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

Bocca di porto di Malamocco		
Stazione	Est (m)	Nord (m)
M1	2310067	5025706
M2	2309527	5025250
M3	2309662	5022257
M4	2309636	5023165
M5	2307675	5024369
M6-bis ⁽²⁾	2306786	5024150

⁽²⁾ Dalla campagna estiva dello studio B.6.72 B/6 (luglio 2010) la stazione Malamocco 6 (M6) è sostituita dal sito di campionamento Malamocco 6-bis (M6-bis).

Bocca di porto di Chioggia		
Stazione	Est (m)	Nord (m)
C1-bis ⁽³⁾	2305254	5011814
C2-bis ⁽⁴⁾	2306172	5012798
C3-bis ⁽⁵⁾	2305069	5012734
C4	2305515	5012644
C5	2306411	5012350
C6	2306837	5013530

⁽³⁾ Dalla campagna autunnale dello studio B.6.72 B/5 (novembre 2009) la stazione Chioggia 1 (C1) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 1-bis (C1-bis).

⁽⁴⁾ Dalla campagna autunnale dello studio B.6.72 B/2 (novembre 2006) la stazione Chioggia 2 (C2) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 2-bis (C2-bis).

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

2.4.2 Conduzione delle operazioni di mappatura

Il rilievo della distribuzione delle fanerogame marine nelle tre bocche di porto è stato eseguito nel periodo compreso tra maggio e settembre 2013⁴. Tale ampiezza temporale ha consentito di rilevare buona parte delle stagioni primaverile ed estiva, in modo da poter apprezzare le reali coperture delle tre specie essendo nota la loro differente fenologia. In questo modo è stato possibile caratterizzare lo sviluppo di *Cymodocea nodosa*, ben identificabile da maggio ad ottobre, e quelli di *Zostera marina* e di *Nanozostera noltii*, dalla primavera e fino a tarda estate.

Le imbarcazioni, oltre alle normali attrezzature di bordo, sono dotate di:

- GPS 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 (solo per fondali profondi);
- strumentazione fotografica per riprese subacquee o telecamera per ispezioni del fondale per profondità comprese tra 2 e 5 m.

In relazione alle caratteristiche della vegetazione, i rilievi sono stati eseguiti procedendo lungo i limiti coincidenti con i contorni delle coperture a fanerogame oppure lungo tragitti paralleli o transetti, 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 la stima del grado di copertura si è mantenuto il protocollo seguito nella mappatura lagunare di cui all'intervento MELa2 e conseguenti Studi B.6.78/I e B.6.72 (B/1-B/7), 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 G.I.S. per permettere la realizzazione di una cartografia preliminare.

⁴ Tra ottobre e dicembre 2013 sono stati condotti sopralluoghi in campo per la verifica di alcuni dati.

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

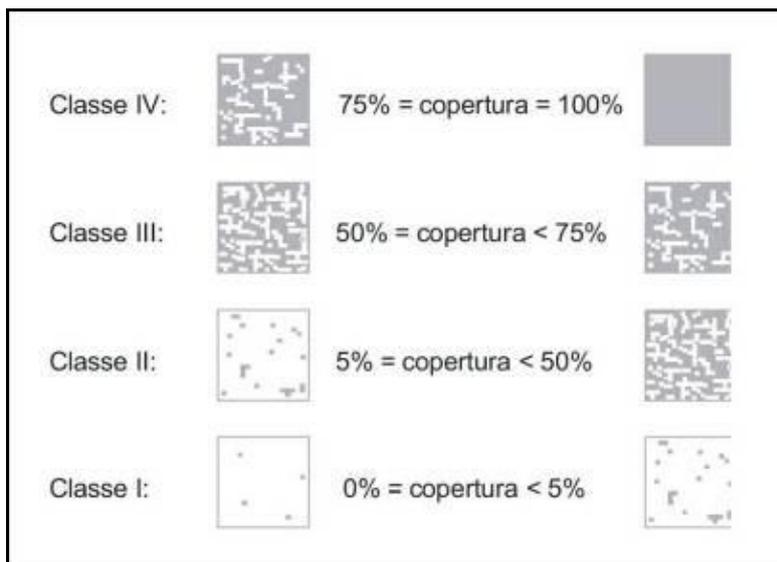


Figura 2.5 - Prontuario di stima delle percentuali di copertura.

2.5 Attività di laboratorio

Ai rilievi eseguiti in campo sono seguite le analisi di laboratorio, che hanno permesso di valutare lo stato generale delle foglie e di determinare gli epibionti algali ed animali presenti sulle lamine, con conseguente calcolo dei relativi valori di ricoprimento e di biomassa.

Durante le rilevazioni di queste misure si è tenuto conto dell'eventuale presenza di fenomeni di "wasting disease" (annerimenti, marciumi, necrosi) sulla lamina fogliare, stimandone l'ampiezza per poi rapportarla alla superficie delle foglie. I ciuffi fogliari raccolti per ogni replica sono stati utilizzati per la misura delle dimensioni della lamina ed il calcolo della parte viva (verde) e della parte morta delle foglie. Questi dati sono poi serviti per determinare la Superficie Fotosintetica Attiva (LAI - Leaf Area Index), espressa in metri quadri di superficie fogliare funzionale (viva) presenti in un metro quadro di prateria.

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

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

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

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

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

2.6 Trattamento dei dati

In analogia a quanto stabilito per la conduzione della mappatura di cui all'intervento MELa2 e agli Studi B.6.78/I e B.6.72 (B/1-B/8), 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 [MAG. ACQUE - SELC, 2002].

I dati ottenuti dalle uscite in campo per la mappatura hanno consentito la realizzazione di cartografie grezze, cosiddette preliminari, derivanti dalla mappatura eseguita *on-site* direttamente da imbarcazione mediante l'utilizzo del GPS 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 appositamente realizzate nel 2012 (georeferenziate ed ortorettificate) e immagini telerilevate da satellite (satellite IKONOS e QUICKBIRD). Dopo questa fase, si è ottenuta 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 qualitative e quantitative. Alla fine del periodo di raccolta e di verifica dei dati di campo si è passati ad un'ultima fase di omogeneizzazione dell'intero corpo dati, creando così un'unica cartografia in ambiente GIS (figura 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-B/8), 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.

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

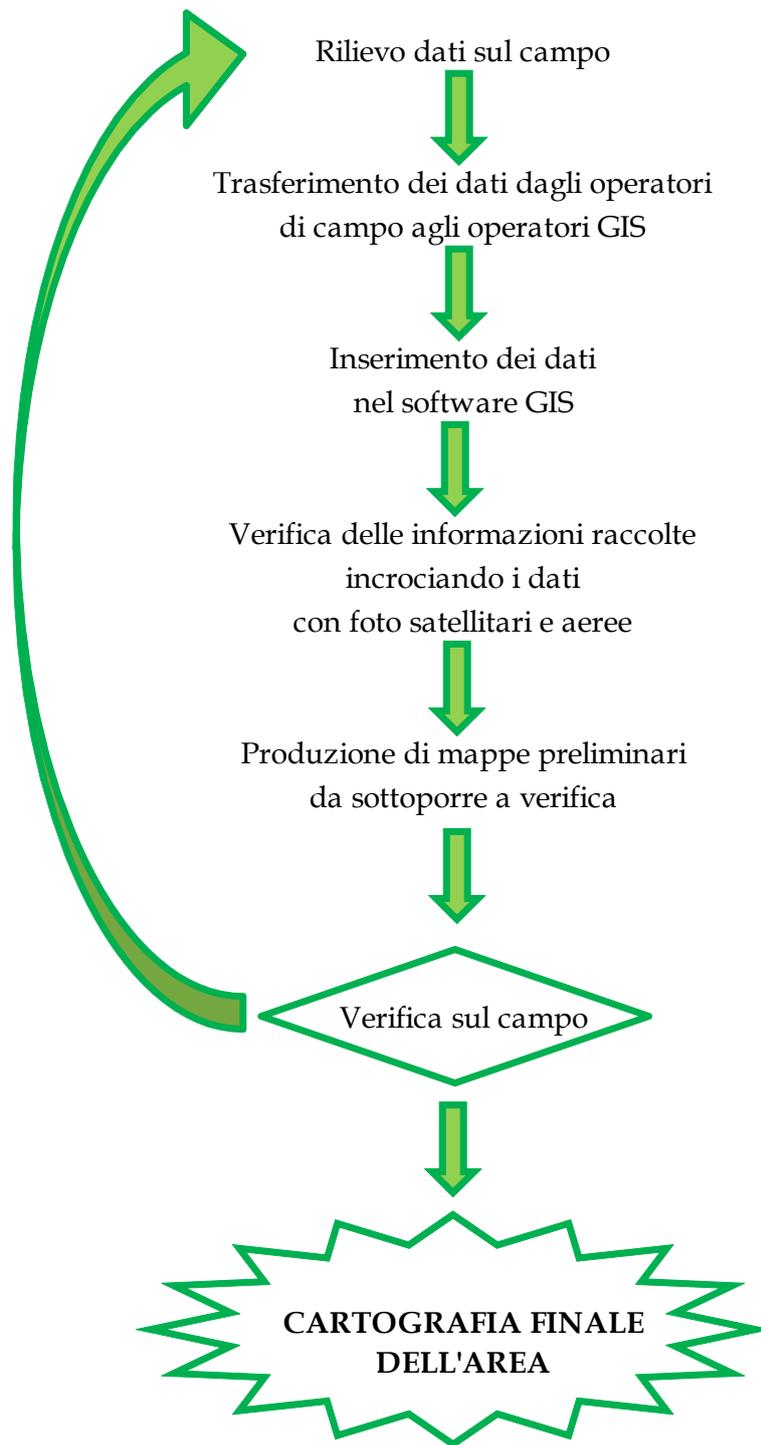


Figura 2.6 – Sequenza delle fasi per giungere alla realizzazione della mappatura delle fanerogame.

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 delle determinazioni di laboratorio relative alle fanerogame marine e alle epifite delle lamine fogliari, campionate nelle tre campagne effettuate tra maggio 2013 e novembre 2013 nelle 18 stazioni presso le bocche di porto di Lido (6 stazioni), Malamocco (6 stazioni) e Chioggia (6 stazioni), confrontandoli con quelli dello Studio B.6.78/I di riferimento e dei precedenti B.6.72 (B/1-B/8).

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 (tabella A.1 per il Lido, tabella A.12 per Malamocco e tabella A.22 per Chioggia, in appendice). Sono riportati anche gli indicatori principali e altri che si calcolano a partire da quelli principali.

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

- grado di copertura (%) della prateria rispetto al substrato nell'intorno delle stazioni;
- densità della prateria (n. ciuffi/m²);
- dimensioni dei ciuffi (cm);
- valutazione della presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi;
- quantificazione dei fenomeni di necrosi fogliare ("wasting disease");
- stima dell'epifitismo macroalgale ed animale delle lamine fogliari (numero specie, ricoprimento e biomassa).

Per gran parte degli indicatori i valori riportati nelle tabelle sono il risultato della media condotta su 9 repliche eseguite in ognuna delle singole stazioni.

Considerato come negli ultimi due anni di monitoraggio non sia stata effettuata la campagna invernale, sono stati ricalcolati gli intervalli dello studio di riferimento, escludendo i dati inerenti questo periodo.

Nelle tabelle A.11, A.21 e A.31 (in appendice) sono riportati per le tre bocche di porto i range minimi e massimi delle misure sopra citate, relativi allo studio di riferimento B.6.78/I (ricalcolati solo per le stagioni primaverile, estiva ed autunnale); quando i valori medi delle misure di campo e di laboratorio relativi ad ognuna delle campagne per le tre bocche di porto (tabella A.1 per il Lido, tabella A.12 per Malamocco e tabella A.22 per Chioggia) sono risultati esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78/I), lo scostamento è segnalato con un colore: verde quando il valore rilevato è superiore al range e rosso quando il valore rilevato risulta inferiore. Nelle tabelle A.2-10 per Lido, A.13-20 per Malamocco e A.22-30 per Chioggia sono riportati i range minimi e massimi delle misure sopra citate (per le stagioni primaverile, estiva ed autunnale), relativamente agli Studi B.6.72 (B/1 solo per la bocca di porto Lido e B/2-B/8 per le tre bocche di porto). Anche in questo caso, quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento B.6.78/I (ricalcolati solo per le stagioni primaverile, estiva ed autunnale), lo scostamento è segnalato con un colore: verde quando il valore rilevato è superiore al range e rosso quando il valore rilevato risulta inferiore.

Nelle figure A.1, A.2 e A.6 (in appendice) gli indicatori di riferimento dello Studio B.6.72 B/8 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 sei praterie di controllo, dove la specie esclusiva o principale è *Cymodocea nodosa*, durante le tre campagne di monitoraggio (primavera, estate ed autunno), hanno presentato **coperture** comprese tra il 90% e il 100%, sempre rientranti e talvolta superiori (in L1, L5 e L6) agli intervalli di riferimento (tabella A.1).

Per quanto riguarda le altre due fanerogame presenti, nelle stazioni di controllo sono stati rinvenuti solo pochi ciuffi di *Zostera marina* presso L5, in estate e autunno (tabella A.1).

La **densità dei ciuffi fogliari** per *Cymodocea nodosa*, durante la stagione primaverile e quella autunnale è risultata inferiore ai limiti attesi in L3, evento che si è verificato spesso in passato; nel corso del campionamento estivo, invece, questo parametro è risultato superiore al limite di riferimento in L1 e L5 (tabella A.1 e figura A.1).

Per la **lunghezza dei ciuffi fogliari** sono stati registrati valori rientranti negli intervalli del 2003 o ad essi superiori (in estate in L1, L2-bis, L3 e L5 e in autunno in L1 e L3) (tabella A.1 e figura A.1). Per la **lunghezza della ligula** (che costituisce la parte basale del ciuffo), in linea con quanto registrato negli ultimi due anni di monitoraggio, in primavera sono stati rilevati valori inferiori ai range attesi in alcune stazioni (L2-bis, L3, L4 e L6); questi ultimi sono poi rientrati all'interno degli intervalli guida o sono risultati ad essi superiori (L1, L2-bis e L5) già nel corso della campagna estiva; in corrispondenza della stazione L2-bis, valori inferiori ai limiti di riferimento sono stati segnalati anche in autunno (tabella A.1 e figura A.1).

Il **numero medio di foglie per ciuffo** ha presentato valori sempre all'interno dei range di riferimento o che, come verificatosi spesso in passato, sono risultati superiori ad essi nella stazione L2-bis durante la stagione primaverile e quella estiva (tabella A.1 e figura A.1). L'**indice di area fogliare** (Leaf Area Index o **LAI**) fa registrare valori rientranti nei limiti attesi o superiori ad essi (in estate, in L1, L2-bis e L5) (tabella A.1 e figura A.1).

In tutte le campagne stagionali non sono mai stati rilevati fenomeni anossici nel sedimento o presenze anomale di radici o rizomi morti; il rinvenimento di **semi** nel sedimento, soprattutto in estate, ha confermato come nelle praterie si siano svolti con regolarità i processi non solo vegetativi ma anche riproduttivi (tabella A.1). Il rapporto tra la **parte viva** della foglia (verde) e quella **morta** (scura) è risultato sempre all'interno o superiore agli intervalli guida; solo in un caso (in autunno in L5), questo parametro ha fatto registrare un valore di poco inferiore a quelli attesi (tabella A.1).

Considerando l'insieme delle tre stagioni, la lista floristico-faunistica degli organismi epibionti⁵ delle lamine nelle 6 stazioni è risultata costituita da 35 taxa, suddivisi in 24 macroalghe e 11 zoobentonti, più che dimezzata rispetto a quella rilevata nello studio di riferimento dove erano stati identificati 59 taxa, ripartiti in 49 macroalghe e 10 zoobentonti. L'esame delle figure 3.1a e 3.1b permette di rilevare come, nel corso degli ultimi tre/quattro monitoraggi, per il numero totale di taxa di fitobenthos e zoobenthos siano meno marcati i cali che si registrano di anno in anno, sia a livello di bocca di porto che di singola stazione. Per L2-bis e L6 si evidenzia, anzi, un lieve incremento del numero di taxa a partire dal 2011 (in particolare quelli fitobentonici).

⁵ Per ridurre al minimo errori nelle liste floro-faunistiche di ogni anno, con particolare attenzione a quelle della fase *ante operam*, è stata eseguita una armonizzazione dei dati che ha interessato la nomenclatura delle specie, una revisione e l'accorpamento di quelle più problematiche o determinate a livello tassonomico superiore alla specie e che possono, quindi, essere state oggetto di una determinazione errata.

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

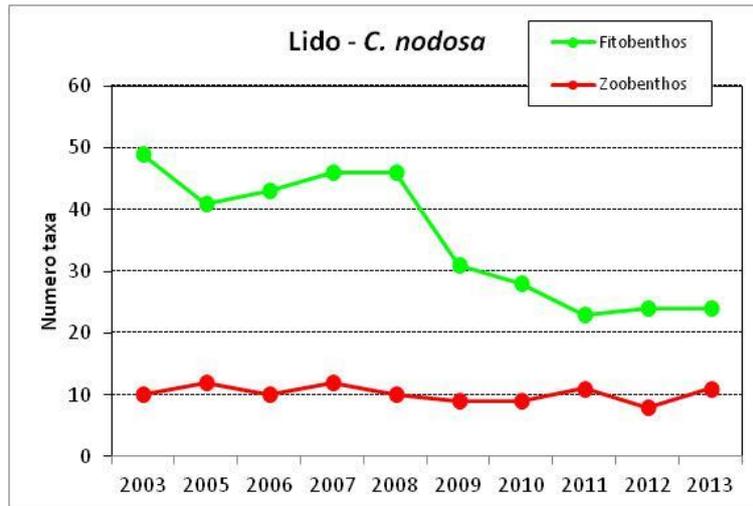


Figura 3.1a - Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) nel complesso delle 6 stazioni della bocca di porto di Lido a *Cymodocea nodosa*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/9 (2013).

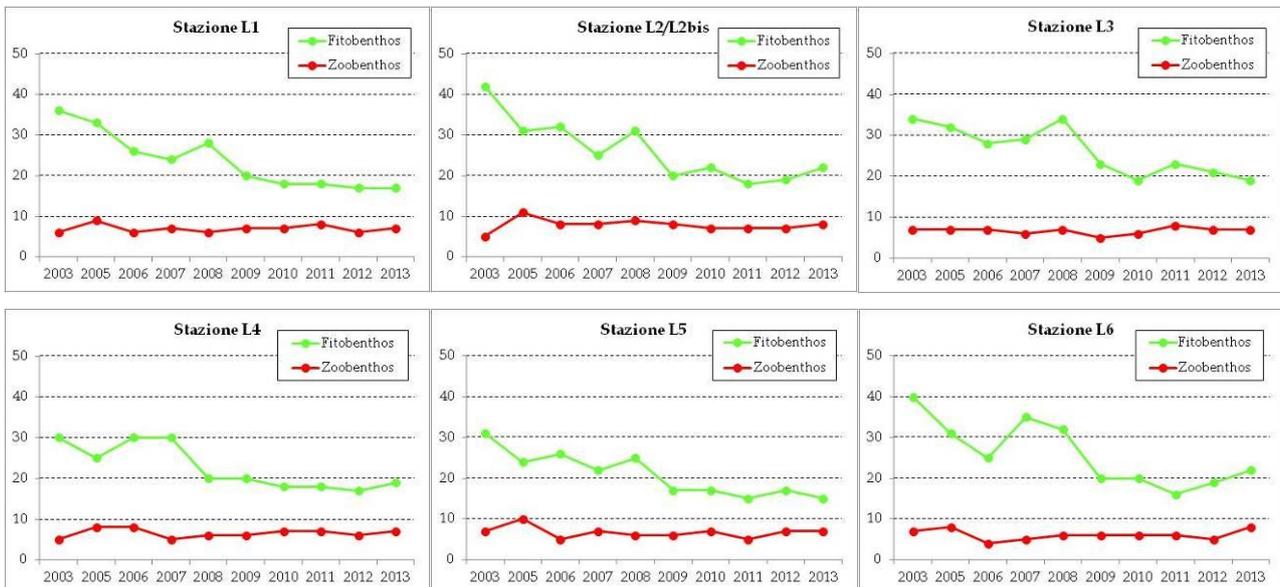


Figura 3.1b - Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per ciascuna delle 6 stazioni a *Cymodocea nodosa* della bocca di porto di Lido, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/9 (2013).

Il **numero totale di taxa** per stazione e quello **medio**, nel presente monitoraggio, hanno presentato valori che, nella maggior parte dei casi, sono risultati in linea con quelli di riferimento del 2003 o talvolta anche superiori (in L4 in autunno per entrambi i parametri e in estate solo per il numero medio, in L2-bis e L6 in autunno solo per il numero medio) (tabella A.1).

Per il **ricoprimento percentuale** degli epibionti fogliari, la maggior parte dei valori ricade negli intervalli di riferimento o è superiore ad essi (in estate in tutte le stazioni e in autunno in L4 e L5); la **biomassa** degli epibionti ha presentato valori che talvolta sono risultati inferiori ai range (in L2-bis nelle tre campagne, in L5 in estate e L1 e L6 in autunno) ma tal evento si era già verificato in passato (tabella A.1 e figura A.1).

L'indice di **Diversità di Shannon**, calcolato nel complesso delle tre stagioni (dati normalizzati ID=1,95), è inferiore, anche se di poco, a quello dello studio di riferimento⁶ (dati normalizzati ID=2,04); il confronto statistico tra il set di dati rilevato nelle 6 stazioni del presente studio e in quelle dello studio di riferimento (Studio B.6.78/I), eseguito con il test non parametrico Mann-Whitney U test, comunque non evidenzia una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità ($P > 0,05$).

Per quanto attiene la struttura complessiva della comunità di epibionti nelle tre stagioni, l'analisi ANOSIM (dati normalizzati) indica una differenza statisticamente significativa moderata-elevata ($P < 0,001$) tra le comunità dello studio di riferimento e quelle del presente monitoraggio sulla base del valore del Global R (0,746) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, anche esaminando la presenza/assenza delle specie ($R = 0,604$) o applicando trasformazioni ai dati di ricoprimento (radice quadrata, $R = 0,799$) [Clarke e Warwick, 1994; 2001].

I cambiamenti intercorsi tra lo studio del 2003 e quello attuale, moderati-elevati sulla base delle indicazioni fornite dall'analisi multi-variata, sono riconducibili non solo a una riduzione complessiva del numero di taxa, ma anche a variazioni di abbondanza (complessivamente aumenta il ricoprimento percentuale delle macroalghe da 18,5% a 32,0% e dello zoobenthos da 4,7% a 7,1%, mentre cala quello delle diatomee bentoniche da 16,2% a 3,1%; vedi tabella 3.1).

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

Nel monitoraggio del **2003**, gli epibionti delle lamine fogliari più rappresentativi erano le diatomee bentoniche (in primis i generi *Navicula* e *Melosira*), l'alga rossa calcarea *Hydrolithon boreale* e l'alga verde *Cladophora* spp.; per lo zoobenthos, peraltro limitato rispetto alle macroalghe, gli organismi più abbondanti erano l'idrozoo *Laomedea calceolifera* e i crostacei anfipodi tubicoli. Nel monitoraggio del **2013** (come in quello 2012), invece, i taxa più rappresentativi tra quelli epibionti sono le diatomee bentoniche (in primis i generi *Navicula* e *Melosira*, ma con abbondanze inferiori rispetto al 2003), le alghe rosse incrostanti *Hydrolithon farinosum* e *Hydrolithon boreale* e l'alga bruna *Myrionema orbiculare*; per lo zoobenthos, gli organismi più importanti sono i crostacei anfipodi tubicoli (che sono risultati più abbondanti rispetto al 2003) e il tunicato *Botryllus schlosseri*.

3.1.3 Le stazioni della bocca di porto di Malamocco

Nelle stazioni di controllo nelle praterie a *Cymodocea nodosa* e in quella a *Zostera marina* sono stati registrati valori di **copertura** sempre prossimi al 100%; anche in M6-bis (a *Cymodocea*) questo parametro si è assestato in autunno intorno al 100%, dopo che era risultato leggermente inferiore in primavera ed estate (tabella A.12). I valori di copertura rientrano o sono superiori (M1 e M2) ai range dello studio di riferimento del 2003 e, solo in M6-bis in autunno, risultano inferiori ad essi, ma va ricordato come la stazione non coincida più con quella originale (M6, posta a qualche decina di metri) per la quale tali range erano stati calcolati (tabella A.12).

Zostera marina è stata rinvenuta anche in M6-bis in primavera e in estate, mentre la terza fanerogama, *Nanozostera noltii*, è stata trovata in primavera in M1 e in primavera e autunno presso la stazione M6-bis (con densità elevate) (tabella A.12).

In corrispondenza dell'ex stazione M6 (sostituita a partire dalla campagna estiva del 2010 dalla stazione M6-bis, vedi par. 2.3), i sopralluoghi in campo e i campionamenti del sedimento hanno

⁶ Ricalcolato per le stagioni primaverile, estiva ed autunnale, escludendo quella invernale.

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

confermato la presenza di una spessa componente limosa-argillosa più o meno uniforme, nell'intorno della quale la batimetria si riduce di 20-30 cm e che è dovuta, molto probabilmente, ad uno sversamento di sedimento al di sopra della prateria originale (vedi immagini allegato fotografico). Nel corso dei monitoraggi stagionali è stata segnalata la graduale ricolonizzazione dell'area dell'ex stazione da parte di *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* e *Nanozostera noltii*, con piccole chiazze di vegetazione localizzate all'interno dell'area.

Nella prateria a *Zostera marina* (M1) e in quelle a *Cymodocea nodosa* dove si trovano i siti di controllo M3 e M4, in passato caratterizzate spesso da coperture uniformi di *Ulva*, quest'alga, se presente, ha presentato coperture molto limitate e talli in buono stato.

La **densità dei ciuffi fogliari** di *Cymodocea nodosa* è risultata sempre in linea con gli intervalli guida del 2003, ad eccezione della stazione M6-bis in autunno, quando il valore è sceso al di sotto di quelli attesi, come già verificatosi in passato (tabella A.12 e figura A.2). Per *Zostera marina* sono stati sempre rilevati valori di densità superiori a quelli del 2003 (tabella A.12 e figura A.2).

La **lunghezza media dei ciuffi fogliari** per *Cymodocea nodosa* ha presentato valori rientranti nei range o superiori (in estate, in tutte le stazioni tranne M2); per la **lunghezza media della ligula** di *Cymodocea nodosa*, i valori sono risultati talvolta superiori alle attese (in estate in M3 e M4) o inferiori ad esse (in primavera in M2, M3, M5 e M6-bis e in autunno in M4, M5 e M6-bis) ma, per molti siti, tale evento si era già verificato nei precedenti anni di monitoraggio (tabella A.12 e figura A.2). L'analisi della **lunghezza media dei ciuffi fogliari** e della **ligula** di *Zostera marina* evidenzia valori rientranti o superiori (in estate ed autunno) ai range dello studio di riferimento (tabella A.12 e figura A.2).

Il **numero medio di foglie** per ciuffo e l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o **LAI**), sia per le praterie a *Cymodocea nodosa*, sia per quella a *Zostera marina*, sono ricaduti sempre negli intervalli guida; le sole eccezioni sono rappresentate dal valore del LAI in estate in M1 per *Zostera* e M4 per *Cymodocea* (quando è risultato superiore al range) e in autunno in M5 per *Cymodocea* (quando è sceso sotto il limite) (tabella A.12 e figura A.2).

In merito alla frazione ipogea delle piante, non sono mai stati rilevati fenomeni anossici o quantità anomale di radici o rizomi morti, mentre nella frazione epigea la parte verde delle lamine fogliari è risultata sempre in netta prevalenza su quella in necrosi (scura) (tabella A.12). Nelle praterie poi si sono svolti regolarmente anche i processi riproduttivi, come testimoniato, durante le operazioni di campionamento, dal ritrovamento di numerosi **ciuffi fertili** di *Zostera* in primavera e **semi** di *Cymodocea* in ogni campagna (tabella A.12).

Nel complesso delle tre stagioni, dell'elenco floristico-faunistico degli organismi epibionti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa*, fanno parte 27 taxa di cui 20 macroalghe e 7 zoobentonti. Il numero di taxa è pressoché dimezzato rispetto a quello rilevato nel 2003, dove erano stati determinati 67 taxa ripartiti in 55 macroalghe e 12 zoobentonti (figura 3.2). Anche per *Zostera marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo, costituito da 18 taxa (10 macroalghe e 8 zoobentonti), è risultato inferiore a quello rilevato nello studio del 2003, dove erano presenti 41 taxa (31 macroalghe e 10 zoobentonti) (figure 3.2a e 3.2b).

In linea con quanto rilevato per le stazioni di Lido, anche a Malamocco il calo nel numero totale di taxa fito- e zoobentonici delle stazioni a *Cymodocea* sembra essersi, almeno in parte, attenuato negli ultimi tre/quattro anni, facendo registrare annualmente decrementi meno marcati (figure 3.2a e 3.2b).

Per **numero totale** e **medio di taxa** per ciuffo, calcolati in ogni singola stazione, talvolta sono stati registrati valori inferiori ai range di riferimento del 2003 (in particolare in M3 e M5) ma con una frequenza inferiore rispetto a quanto verificatosi nei precedenti anni di monitoraggio (tabella A.12).

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

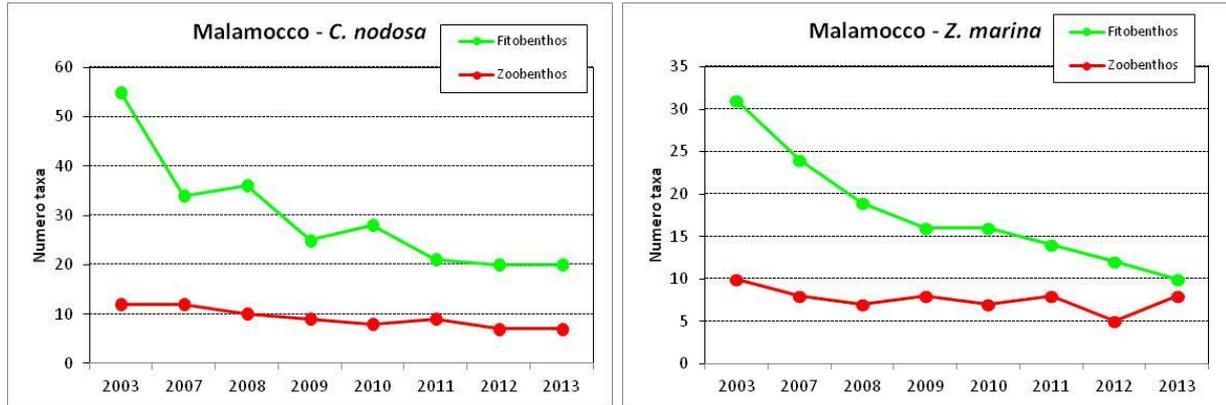


Figura 3.2a - Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) nel complesso delle 5 stazioni della bocca di porto di Malamocco a *Cymodocea nodosa* e per quella a *Zostera marina*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/9 (2013).

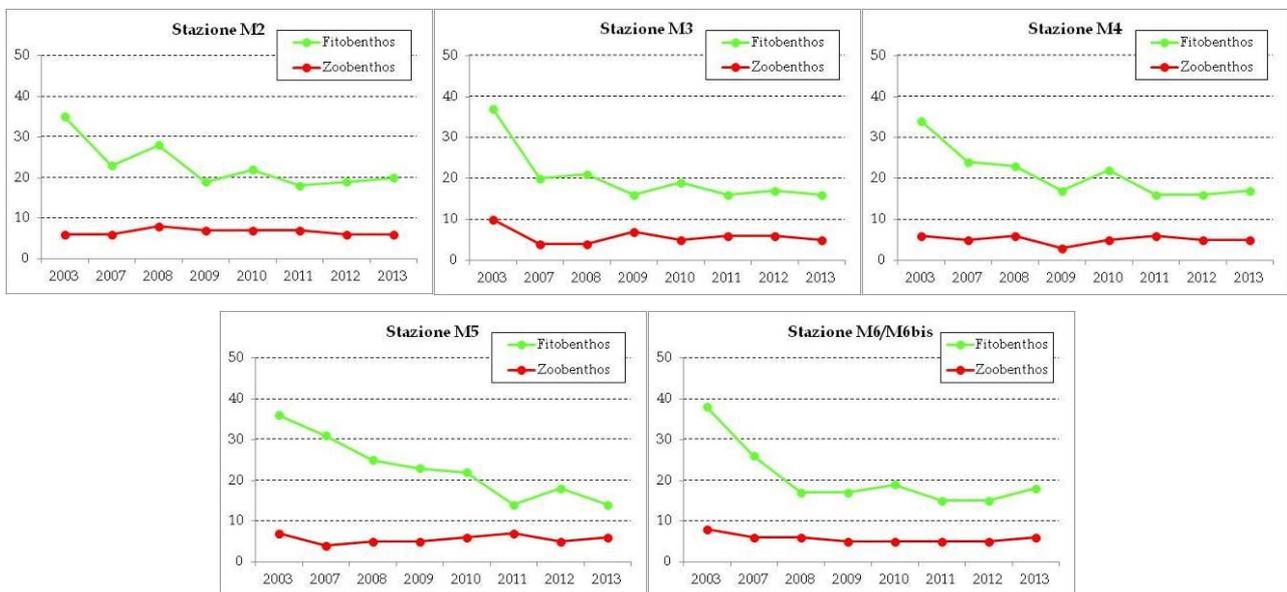


Figura 3.2b - Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni a *Cymodocea nodosa* della bocca di porto di Malamocco, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/9 (2013).

Il **ricoprimento percentuale** e la **biomassa** degli epibionti fogliari sono rientrati quasi sempre negli intervalli di riferimento o sono risultati ad essi superiori (la biomassa in estate e il ricoprimento in ogni stagione per *Zostera* in M1); in un solo caso è stato trovato un valore inferiori alle attese (per la biomassa in M2 in estate) (tabella A.12).

L'**indice di Diversità di Shannon** per la stazione M1 a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=1,96) e per quelle a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati ID=1,97) è risultato in calo rispetto allo Studio B.6.78/I, ricalcolato per tre stagioni (dati normalizzati ID=2,31 per *Zostera* e ID=2,32 per *Cymodocea*), ma il test non parametrico (Mann-Whitney U test), eseguito tra il set di dati del presente studio e quello di riferimento, non ha rilevato differenze statisticamente significative né tra gli indici di diversità delle stazioni a *Zostera marina* né, diversamente dagli anni precedenti, tra quelli delle stazioni a *Cymodocea nodosa* ($P > 0,05$).

Nel 2003, le specie più importanti della comunità epibionte nella prateria a *Zostera marina* (M1) sono state le diatomee coloniali, le alghe rosse *Audouinella* spp. e *Ceramium diaphanum*, l'alga bruna

Myrionema orbiculare e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli, l'antozoo *Actiniaria* indet. e il tunicato *Botryllus schlosseri*. Nel monitoraggio attuale, invece, le specie più rappresentative sono le diatomee coloniali (meno abbondanti rispetto al 2003), l'alga rossa *Pneophyllum fragile* e l'alga bruna *Myrionema orbiculare* (più abbondanti nel 2013) e, per lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli (risultati più abbondanti nel monitoraggio del 2013), l'antozoo *Anemonia viridis* e il briozoo *Tendra zostericola*.

Nonostante per il presente studio (B.6.72 B/9) il Mann-Whitney U test, diversamente dagli anni passati, non abbia evidenziato una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità dei due monitoraggi ($P > 0,05$) per le stazioni a *Cymodocea nodosa*, in conformità con quanto effettuato nei Rapporti Finali dei precedenti anni di monitoraggio, è stata comunque approfondita l'analisi delle comunità presenti sulle lamine di questa macrofita.

In particolare, l'analisi ANOSIM ha evidenziato differenze statisticamente significative moderate-elevate ($P < 0,001$) tra il presente studio e quello di riferimento B.6.78/I, tenuto conto dei valori di Global R (0,478 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,651 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,666 dati di presenza-assenza) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R.

I siti di campionamento sono stati poi aggregati tra loro in base ai diversi gradi di similarità, mediante l'impiego della metodica di analisi multivariata MultiDimensional Scaling (MDS); quest'ultima si basa sull'elaborazione di matrici di similarità che considerano sia i taxa rilevati, sia le relative abbondanze [Clarke e Warwick, 1994; 2001]. L'analisi riportata nei grafici delle figure A.3-A.5 pone in risalto una differenziazione tra lo studio del 2003 e quello del 2013, che è riconducibile principalmente alla diversa abbondanza di taluni taxa, più che alla loro presenza o assenza. Per individuare questi taxa, si è proceduto con un'analisi della similarità percentuale (SIMPER) data dalla composizione in taxa tra i dati dei due monitoraggi (2003 e 2013).

Per le praterie a *Cymodocea nodosa*, nel 2003 le specie più importanti sono risultate le diatomee coloniali, le alghe rosse *Hydrolithon boreale*, *Audouinella* spp. e *Ceramium diaphanum*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli e l'antozoo *Actiniaria* indet., organismi che, nel complesso, spiegano gran parte della similarità esistente fra le comunità epifite delle lamine di *Cymodocea nodosa*. Nel monitoraggio 2013, invece, le specie più rappresentative sono le diatomee coloniali (meno abbondanti rispetto al 2003), le alghe rosse *Hydrolithon boreale*, *Hydrolithon farinosum* e *Pneophyllum fragile*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* (più abbondanti nel 2013) e, per lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli e l'antozoo *Anemonia viridis* (entrambi maggiormente presenti nel monitoraggio attuale) e il tunicato *Botryllus schlosseri* (meno abbondante rispetto al 2003).

3.1.4 Le stazioni della bocca di porto di Chioggia

Nel corso delle tre campagne stagionali di monitoraggio, le praterie a *Cymodocea nodosa* dove sono localizzate 5 stazioni di controllo (C2-bis, C3-bis, C4, C5 e C6) e quella a *Zostera marina* dove è presente il sito C1-bis, hanno presentato **coperture** prossime al 100%, in linea con quanto registrato nello studio di riferimento del 2003 e nei precedenti monitoraggi; l'unico valore inferiore ai range è stato rilevato in C1-bis (*Zostera*) in autunno (90%) ma il sito di campionamento non coincide più con quello originale per cui sono stati calcolati i limiti guida (tabella A.22). Durante le fasi di campionamento non è mai stata segnalata la presenza di *Nanozostera noltii*.

Nella stazione C1 che, dalla campagna autunnale B.6.72 B/5 (novembre 2009) è stata sostituita dalla C1-bis, a causa di un sensibile diradamento localizzato dei ciuffi fogliari, i sopralluoghi hanno confermato la presenza di una prateria a *Zostera marina* che si presenta nuovamente in

buono stato, con una copertura prossima al 100%. Durante le campagne, nelle vicinanze della stazione C1-bis è stata spesso segnalata la presenza di reti da pesca.

La **densità media dei ciuffi fogliari** di *Cymodocea nodosa* è sempre rientrata negli intervalli di riferimento o è risultata superiore ad essi (in primavera in C2-bis e in estate in C2-bis, C5 e C6); solo per la stazione C3-bis (che non corrisponde a quella originale), come si è verificato spesso nelle campagne precedenti, il valore del parametro è sceso sotto il limite atteso. Per *Zostera marina* (C1-bis) la densità è sempre rientrata o ha superato (in primavera e in estate) i limiti attesi del 2003 (tabella A.22 e figura A.6).

Per *Cymodocea nodosa* la **lunghezza media della ligula** ha presentato valori inferiori ai range in primavera in tutte le stazioni (tranne in C3-bis) ma già dalla stagione estiva questo parametro è risultato nuovamente superiore alle attese in ogni sito; per *Zostera marina*, questo parametro è ricaduto o ha superato (in primavera) i valori attesi (tabella A.22 e figura A.6).

Il **numero medio di foglie** per ciuffo e l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o LAI) per le praterie a *Cymodocea nodosa* sono rientrati sempre negli intervalli guida attesi o sono risultati ad essi superiori (il numero di foglie in primavera in C4 e il LAI in estate in C2-bis); per *Zostera marina* in C1-bis, invece, il LAI è ricaduto negli intervalli guida mentre il numero di foglie, rispetto a questi ultimi, è risultato inferiore (in primavera) o superiore (in estate e in autunno) (tabella A.22 e figura A.6).

Anche per le stazioni della bocca di porto di Chioggia il rinvenimento di **ciuffi fertili** (*Zostera*) e di **semi** (*Cymodocea*) nel sedimento conferma come nelle praterie si siano svolti regolarmente i processi riproduttivi. Per quanto riguarda la parte ipogea delle piante, non sono mai stati rilevati fenomeni anossici o un'eccessiva presenza di rizomi morti; per la parte epigea, invece, la porzione viva della foglia (verde) è risultata sempre nettamente prevalente rispetto a quella morta (scura) (tabella A.22).

L'elenco floristico-faunistico complessivo degli epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa*, si compone di 33 taxa di cui 25 macroalghe e 8 zoobentonti; questi valori sono inferiori di oltre il 50% rispetto a quelli dello studio di riferimento, dove sono stati determinati 75 taxa, ripartiti in 61 macroalghe e 14 zoobentonti. Anche per *Zostera marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi, costituito da 17 taxa di cui 10 macroalghe e 7 zoobentonti, ha subito un decremento rispetto a quello rilevato nel 2003, quando erano presenti 36 taxa ripartiti in 31 macroalghe e 5 zoobentonti (figure 3.3a e 3.3b).

Come rilevato per le stazioni di Lido e Malamocco, il calo nel numero totale di taxa di fitobenthos e zoobenthos delle stazioni a *Cymodocea* sembra meno marcato da un anno all'altro, negli ultimi tre/quattro monitoraggi; a Chioggia, anche la stazione a *Zostera marina* (C1-bis) presenta variazioni minime nel numero di taxa, soprattutto a partire dal 2011 (figure 3.3a e 3.3b).

Il **numero totale di specie** e quello **medio** per *Cymodocea* (ad eccezione della stazione C3-bis) e per *Zostera* sono risultati spesso inferiori ai range di riferimento del 2003 ma, come ricordato più volte, tale situazioni si è già verificata spesso nei precedenti anni di monitoraggio (tabelle A.23-30 e figura A.6).

Il **ricoprimento percentuale** e la **biomassa** degli epibionti fogliari sono ricaduti quasi sempre negli intervalli di riferimento o, per *Cymodocea* nel caso del ricoprimento, sono risultati talvolta superiori ad essi (in tutte nelle tre stagioni e in C2-bis in primavera e in autunno); in pochi casi e solo per la biomassa sono stati rilevati valori inferiori ai range guida (per *Zostera* nelle stagioni primaverile ed autunnale e, per *Cymodocea*, in quelle estiva in C2-bis e C4 ed autunnale in C6) (tabella A.22).

L'**indice di Diversità di Shannon** nella stazione a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=1,20) e in quelle a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati ID=1,93) è risultato in calo rispetto a quello calcolato per lo studio di riferimento B.6.78/I (dati normalizzati ID=1,88 per *Zostera* e 2,47 per *Cymodocea*). Il

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

test non parametrico (Mann-Whitney U test), eseguito tra i dati del presente studio e quelli dello studio del 2003, ha comunque rilevato una differenza statisticamente significativa ($P < 0,05$) solo tra gli indici di diversità per le stazioni a *Cymodocea nodosa*.

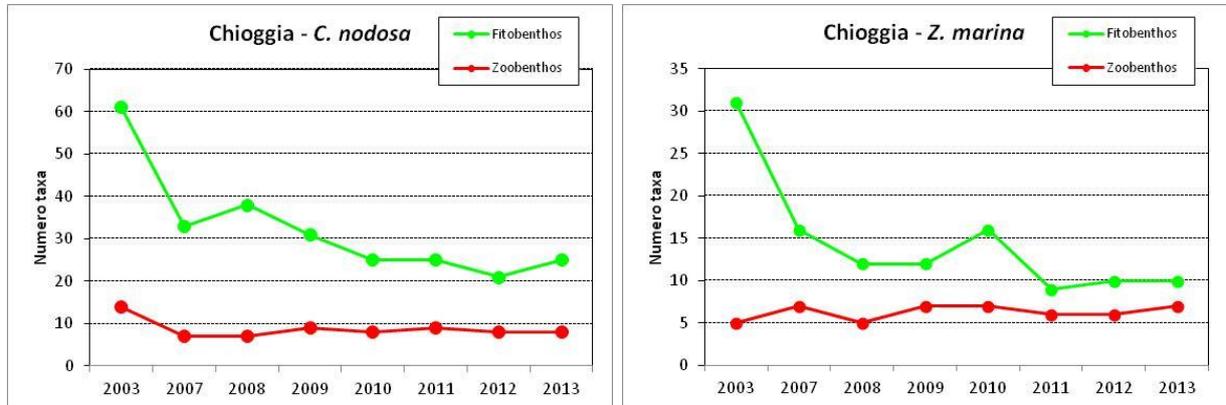


Figura 3.3a - Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni della bocca di porto di Chioggia a *Cymodocea nodosa* e per quella a *Zostera marina*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/9 (2013).

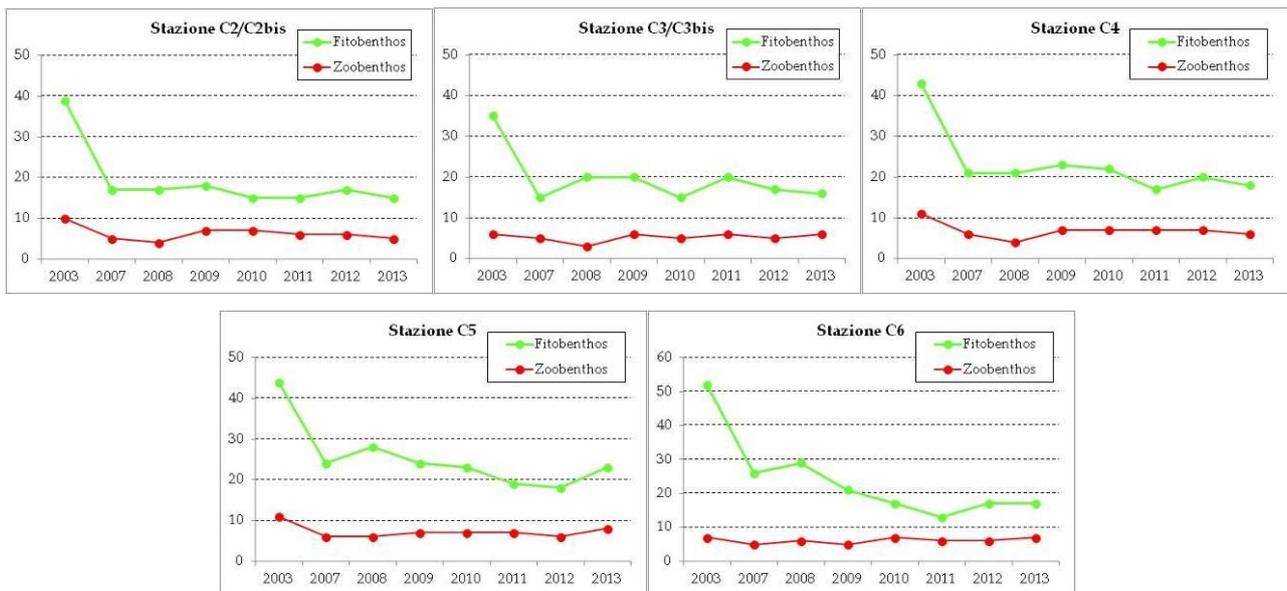


Figura 3.3b - Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni a *Cymodocea nodosa* della bocca di porto di Chioggia, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/9 (2013).

Per la prateria a *Zostera marina* della stazione C1, nel 2003 le specie più importanti erano le diatomee coloniali, le alghe rosse *Pneophyllum fragile* e *Ceramium diaphanum*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, l'antozoo Actinaria indet. e i crostacei anfipodi tubicoli. Nel monitoraggio attuale, per la stazione C1-bis (che ha sostituito la C1), i taxa più significativi sono le diatomee coloniali (molto meno abbondanti rispetto al 2003), l'alga rossa *Pneophyllum fragile* (più abbondante nel 2013), l'alga bruna *Myrionema orbiculare* (meno abbondante rispetto al 2003) e, per quanto riguarda lo zoobenthos, il tunicato *Botryllus schlosseri* (con abbondanze superiori al 2003).

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

Le differenze statisticamente significative ($P < 0,001$) che si registrano tra il presente studio e quello di riferimento (B.6.78/I), sulla base del valore del Global R (0,541 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,688 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,744 dati di presenza-assenza) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, sono da considerarsi nel complesso moderato-elevate.

Anche l'analisi multivariata Multi Dimensional Scaling (MDS) (figure A.7-A.9) ha confermato la differenziazione tra lo studio di riferimento ed il monitoraggio attuale, riconducendola soprattutto alla diversa abbondanza di alcune specie. Per individuare queste ultime, si è proceduto con un'analisi della similarità percentuale (SIMPER) data dalla composizione in taxa tra i dati dei due monitoraggi (2003 e 2013).

Nello studio di riferimento del 2003, le specie più importanti erano le diatomee coloniali, le alghe rosse *Hydrolithon boreale*, *Pneophyllum fragile* e *Ceramium diaphanum*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli, l'antozoo Actiniaria indet. e il tunicato coloniale *Botryllus schlosseri*, organismi che portano un elevato contributo alla percentuale di similarità esistente tra le comunità di epibionti delle cinque stazioni a *Cymodocea nodosa*. Nel monitoraggio attuale, i taxa più importanti sono le diatomee coloniali (meno abbondanti rispetto al 2003), le alghe rosse incrostanti *Hydrolithon boreale* e *Pneophyllum fragile*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli, l'idrozoo *Laomedea calceolifera* e il tunicato *Botryllus schlosseri* (tutte specie mediamente più abbondanti nel 2013 rispetto al 2003 ad eccezione delle ultime due).

3.1.5 Analisi della frequenza di rinvenimento degli epibionti fogliari

In linea con quanto registrato nei precedenti anni di monitoraggio, anche per quello attuale (2013) le analisi condotte hanno evidenziato come le differenziazioni con lo studio del 2003 siano riconducibili principalmente alla diversa abbondanza di alcuni taxa, più che alla loro presenza o assenza. Questi ultimi vanno tuttavia considerati, poiché tra il monitoraggio *ante operam* e i successivi sono state comunque registrate, in ciascuna bocca di porto, la scomparsa e la comparsa di alcuni organismi.

Esse sono state analizzate, considerando solo i taxa non rari (quelli caratterizzati da un solo rinvenimento nel corso delle indagini), con la metodica del Matrix Plot di PAST [Hammer *et al.*, 2001], applicandola ai valori di frequenza degli epibionti (figure A.10-A.12). Tale analisi, in ciascuna bocca di porto, ha permesso di ottenere un quadro complessivo e sequenziale negli anni delle variazioni dei taxa, in termini di presenza/assenza e frequenza di rinvenimento.

I Matrix Plot di ogni bocca di porto, pur presentando differenze a livello di lista e numero di taxa, si caratterizzano per la medesima rappresentazione complessiva che organizza ciascuna bocca in tre distinti blocchi:

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

Nella bocca di Lido, insieme alla perdita di taxa che si registra negli anni a partire dal 2003, si è gradualmente assistito al rinvenimento di nuovi taxa mentre, nelle bocche di porto di Malamocco e soprattutto in quella di Chioggia il calo del numero di taxa è solo parzialmente bilanciato numericamente dal ritrovamento di nuove specie.

Le dinamiche dell'epifitismo che si osservano nei Matrix Plot confermano come le variazioni verificatesi tra lo studio del 2003 e quello del 2013 (B.6.78 B/9), seppur moderate, sembrano essersi in parte attenuate, tanto da rendere più o meno costante il numero degli epibionti negli ultimi tre/quattro anni di monitoraggio.

3.1.6 Analisi generale delle variazioni osservate nell'epifitismo delle fanerogame marine

In linea con quanto osservato nei precedenti anni di monitoraggio, il confronto tra le comunità di epibionti delle praterie a fanerogame marine rilevate nel presente studio e in quello *ante operam* (2003) evidenzia come, per il numero di taxa (totale e per stazione) e le abbondanze (ricoprimento e biomassa) le differenze siano:

- limitate nelle praterie della bocca di Lido;
- più evidenti in quella di Malamocco e soprattutto in quella di Chioggia (in particolare per il numero totale e medio di taxa).

Queste differenze, che in taluni casi sono risultate statisticamente significative (vedi par. 3.1.2, 3.1.3 e 3.1.4), vengono ora analizzate per comprendere se e quanto esse possano essere attribuite, anche solo in parte, a fattori quali, ad esempio, la torbidità dell'acqua o i fattori meteo-climatici⁷.

Torbidità dell'acqua: i dati del presente monitoraggio relativi alla torbidità dell'acqua (rilevati dalle sonde fisse delle bocche di porto) non indicano variazioni marcate per questo parametro [MAG. ACQUE - CORILA, 2014a]. Come riportato in letteratura, un eventuale aumento della torbidità dovrebbe influenzare negativamente la disponibilità della radiazione luminosa e quindi la capacità fotosintetica e lo sviluppo non solo della componente algale dell'epifitismo, ma in parte anche dell'apparato fogliare delle fanerogame [Borum *et al.*, 2004; Larkum *et al.*, 2006; Ahmad-Kamil *et al.*, 2013].

Sedimentazione: in merito alla sedimentazione sulle lamine fogliari, durante i tre controlli stagionali del presente studio, in nessuna stazione delle tre bocche di porto sono stati rinvenuti ciuffi con deposizione anomala di particellato sulle lamine o riscontrate situazioni in cui erano presenti ciuffi fogliari con uno sviluppo limitato o incrementi dei fenomeni di necrosi (tabelle A.1, A.12 e A.22).

Idrodinamismo: questo fattore è segnalato in letteratura come una delle possibili cause di cambiamenti a carico della componente epifitica, soprattutto per l'abbondanza. L'accentuato movimento delle lamine fogliari, dovuto ad incrementi dei flussi idrodinamici, sarebbe infatti il fattore fisico di disturbo in grado di determinare, tramite la forza abrasiva, la perdita di specie dalla superficie fogliare, di favorire la rottura di talli e di ostacolare l'attecchimento degli organismi [Lavery *et al.*, 2007; Granhag *et al.*, 2007].

⁷ (Va ricordato che il monitoraggio attuale (Studio B.6.72 B/9), per poter indagare più approfonditamente sulle problematiche emerse in questi anni, soprattutto in merito all'epifitismo, prevede l'elaborazione di un apposito modello correntometrico e sedimentologico per la bocca di porto di Malamocco e di Chioggia (i precedenti due monitoraggi hanno considerato il primo solo bocca di porto di Lido e il secondo anche quella di Malamocco; MAG. ACQUE - CORILA, 2012b; 2013b). I risultati di tale attività sono riportati nello specifico rapporto [MAG. ACQUE - CORILA, 2014b]).

I risultati dell'elaborazione del modello correntometrico e sedimentologico per la bocca di porto di Lido, previsto nei due monitoraggi precedenti (Studi B.6.72 B/7 e B/8), per quella di Malamocco (dal monitoraggio B.6.78 B/8) e per quella di Chioggia (dal monitoraggio B.6.78 B/9) ha escluso, però, che le praterie possano risentire di incrementi della velocità, dovuti alle modifiche morfologiche apportate dalle opere alle bocche, tali da comprometterne la stabilità e/o influenzare la struttura delle comunità di epibionti presenti [MAG. ACQUE - CORILA, 2012b; 2013b; 2014b].

Acidificazione delle acque marine: in letteratura si fa riferimento a questo processo per indicare il calo nei valori del pH (marino) in seguito alla dissoluzione di anidride carbonica di origine antropica dall'atmosfera⁸ che, nel complesso, porta al graduale scioglimento dei gusci calcarei degli organismi marini (vegetali e animali), costituiti da carbonato di calcio (CaCO₃). Indagini recenti, condotte in aree dove i valori di pH sono per loro natura più bassi⁹, individuano in questo aumento una possibile causa delle modifiche a carico della componente epifitica; in particolare, un calo, anche moderato, dei valori medi del pH, porterebbe ad un indebolimento della componente delle alghe calcaree che finirebbero con il ridursi in numero e soprattutto in abbondanza [Donnarumma *et al.*, 2014; Kroeker *et al.*, 2013; Martin *et al.*, 2008, 2013; Martin e Gattuso, 2009; Semesi *et al.*, 2009; Porzio *et al.*, 2011; Ragazzola *et al.*, 2012]. In seguito all'acidificazione delle acque sono stati segnalati, però, anche contemporanei cali dell'abbondanza della componente delle alghe *erect* e soprattutto delle *turf* (rispettivamente alghe di lunghezza superiore o inferiore a 10 mm; si veda più avanti nel paragrafo) [Porzio *et al.*, 2011, 2013].

Recenti studi [Arnold *et al.*, 2012] hanno dimostrato, inoltre, come aumenti della concentrazione di CO₂, associati a cali nei valori di pH, possono portare ad una perdita di sostanze protettive (principalmente fenoli) dalle lamine fogliari delle fanerogame, favorendo un aumento del *grazing* da parte di molti organismi (es. isopodi, ricci di mare, pesci, ecc.).

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

Per la laguna di Venezia, i dati circa possibili modifiche dei valori di pH sono ancora scarsi, ma un lavoro recente [Facca *et al.*, 2011], rileva un calo di 0,4 unità dei valori medi del parametro registrato in pochi anni (tra il 1998 e il 2003) per il bacino centrale. Gli autori ritengono che questo calo sia imputabile principalmente a decrementi della produzione primaria (e del consumo di CO₂) in seguito alla riduzione delle macrofite lagunari, più che al processo di acidificazione globale, ma invitano a non sottovalutarlo in vista di possibili ripercussioni sulle comunità presenti (vegetali e animali).

Le opinioni riguardo le possibili ripercussioni del fenomeno sulla struttura e composizione delle comunità algali non trovano, però, un riscontro unanime in letteratura, anche alla luce dei più recenti lavori [Noisette *et al.*, 2013] che indicano come alterazioni nei valori di pH inducano risposte specie-specifiche non uniformi a seconda dei taxa algali considerati.

⁸ con formazione di acido carbonico (H₂CO₃) che poi si scinde in ioni di idrogeno (causa del calo del valore del pH) e ioni di bicarbonato. Una successiva reazione produce ancora una volta ioni di bicarbonato e coinvolge, oltre all'acqua e alla CO₂, anche ioni di carbonio. Questi ultimi, quindi, non sono più disponibili affinché si realizzino i processi di calcificazione necessari alla formazione di gusci calcarei e scheletri.

⁹ A causa di emissioni dal fondale di anidride carbonica di origine vulcanica nelle acque marine.

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

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

Per approfondire l'analisi delle interazioni *epifite-grazing* [Schanz *et al.*, 2002], le macroalghe (incluse le diatomee bentoniche) che colonizzano le fanerogame marine dello studio *ante operam* e degli studi B.6.72 B/3-B/9 sono state suddivise in tre categorie morfo-funzionali, valutandone i rapporti per numero di specie e abbondanza (espressa come ricoprimento in cm²): le *encrusting layer* (alghe incrostanti o prostrate), le *turf layer* (alghe di lunghezza inferiore a 10 mm) e le *erect layer* (alghe superiori ad 10 mm) [Airoldi e Cinelli, 1997; Irving e Connell, 2002a,b; Balata *et al.*, 2004].

Per una corretta interpretazione dei seguenti risultati, va ricordato come gli incrementi e i decrementi nei valori di abbondanza siano calcolati su valori medi normalizzati e pertanto, variazioni anche elevate potrebbero in realtà far riferimento a decrementi/incrementi di pochi cm². Nel caso si siano verificate variazioni che implicino cali/aumenti di significativa entità, tali eventi sono stati evidenziati nel testo.

L'analisi dei grafici (figure A.13-A.15) fa rilevare come, per le *encrusting layer*, il **numero di taxa** presenti lievi fluttuazioni nei sette anni considerati (2003, 2007-2013), con incrementi e decrementi limitati, che non coinvolgono cambi di taxa, ma che portano, rispetto allo studio *ante operam*, ad un calo a Lido (-12%), Malamocco (-18%) e Chioggia (-30%). Per l'**abbondanza**, invece, si segnalano nel complesso un incremento più o meno marcato in tutte le tre bocche di porto nei confronti dello stato di riferimento (+450% a Lido, +200/210% a Malamocco e Chioggia) e, rispetto al precedente anno di monitoraggio, un aumento a Lido (+9,5%) e situazioni pressoché invariate sia a Malamocco (-4%) che a Chioggia (+0,5%).

La dominanza della componente incrostante (costituita soprattutto dalle Corallinales) è segnalata in letteratura come una condizione positiva dello stato di qualità delle praterie a fanerogame che, in ambienti disturbati (es. in presenza di incremento di nutrienti o di torbidità), presenterebbero, invece, una riduzione delle *encrusting layer* e un contemporaneo incremento delle alghe filamentose [Ballesteros, 1987; Romero, 1988; Mazzella *et al.*, 1989; Martínez-Crego *et al.*, 2010].

Le alghe Corallinales, inoltre, sono utilizzate come indicatrici di elevato livello ecologico nell'applicazione degli indici macroalgali della Direttiva Europea 2000/60 [Orfanidis *et al.*, 2011; Sfriso *et al.*, 2009] e, nella dinamica di attecchimento degli epibionti sulle lamine fogliari, sono importanti poiché, oltre a mostrare un'elevata resistenza meccanica allo strofinamento, contribuiscono ad incrementare la ruvidità della superficie fogliare, favorendo l'adesione da parte di altre tipologie algali [Lavery *et al.*, 2007].

Per le *erect layer*, nel 2013, rispetto al precedente monitoraggio, si registra un decremento dell'abbondanza più o meno marcato (-40% a Lido, -50% a Malamocco e -75% a Chioggia); il numero di taxa, invece, resta stazionario a Malamocco, aumenta a Chioggia (+50%) e cala leggermente a Lido (-7,5%). Nei confronti dello studio di riferimento *ante operam* si segnala un generale calo sia per il numero di taxa (-55% a Lido, -75% a Malamocco e -65% a Chioggia), sia per l'abbondanza (pari a circa -60% a Lido e -80% a Malamocco e Chioggia). Le specie coinvolte in questa riduzione delle *erect layer* sono prevalentemente le alghe brune *Ectocarpus* sp. e *Hincksia* sp., le alghe verdi *Cladophora* spp. e *Ulva* spp. e le alghe rosse *Ceramium* spp., *Polysiphonia* spp., *Chondria capillaris*.

Per le *turf layer*, nel confronto con il precedente anno di monitoraggio (2012) si rilevano un calo

dell'abbondanza a Lido (-40%) e a Chioggia (-16%) ed un incremento a Malamocco (+50%); per il numero di taxa, invece, sono stati registrati aumenti in tutte e tre le bocche (+20% a Lido e Malamocco e +16% a Chioggia). Considerando lo studio di riferimento, le variazioni intercorse tra il 2003 e il 2013 portano ad un complessivo decremento, in tutte le bocche di porto, sia del numero di taxa (circa -65% a Lido e -55% a Malamocco e Chioggia), sia dell'abbondanza (-80% circa a Lido e Malamocco e -75% a Chioggia). La riduzione dell'abbondanza è imputabile principalmente al calo delle diatomee bentoniche (in particolare il genere *Navicula*) che nel periodo dello studio *ante operam* erano risultate molto diffuse sulle lamine.

L'analisi delle categorie morfo-funzionali conferma sostanzialmente il trend segnalato per i precedenti monitoraggi, ossia, una sensibile riduzione della componente delle *erect* e delle *turf layer* a favore di quella delle *encrusting layer*, rispetto a quanto registrato nello studio *ante operam*. Questo evento, quindi, farebbe scartare l'ipotesi di un eventuale stress dovuto alla sedimentazione, poiché in letteratura [Airoldi e Cinelli, 1997; Irving e Connell, 2002a,b; Balata *et al.*, 2004] si riporta come, in presenza di tale fattore, si dovrebbe, invece, osservare una riduzione delle *erect algae* (più sensibili) a favore delle *turf algae* (più tolleranti).

La suddivisione degli epibionti fogliari in macroalghe, zoobenthos e diatomee bentoniche (tabella 3.1) evidenzia come, per il numero di taxa (totale e medio), le variazioni rispetto allo studio *ante operam* comportino un generale decremento, ad eccezione dello zoobenthos a Lido. Per il ricoprimento medio, invece, si registra un aumento generale per le macroalghe e un decremento per lo zoobenthos (tranne a Lido) e per le diatomee bentoniche.

La **riduzione generale del ricoprimento totale** da parte delle epifite (macroalghe, zoobenthos e diatomee), rispetto al periodo *ante operam*, che è stata rilevata anche nel 2013 è dovuta prevalentemente al calo delle diatomee bentoniche (evidente soprattutto a Malamocco, tabella 3.1); queste microalghe, infatti, hanno inciso fortemente sul ricoprimento registrato nello studio del 2003 (in particolare nei mesi invernali ed autunnali).

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

La **riduzione generale del numero di taxa totale e per stazione** (rilevato soprattutto nelle bocche di Malamocco e Chioggia), invece, non è di immediata interpretazione. Il fatto che tale decremento abbia coinvolto soprattutto le tipologie algali *erect* e *turf* potrebbe, però, ricollegarsi ad un mutamento delle dinamiche di alimentazione del grazing; quest'ultimo sembrerebbe prediligere proprio le forme algali erette (5-10 cm) e turf (< 1 cm), perché costituiscono una tipologia alimentare semplice rispetto alle incrostanti classificate, invece, come "grazing difficulty" e che richiedono, infatti, da parte degli organismi zoobentonici, un apparato boccale masticatore specializzato [Duffy *et al.*, 2003; Littler e Littler, 1980; Steneck e Watling, 1982; Steneck, 1983; Schanz *et al.*, 2002].

Va ricordato, comunque, come alla riduzione del numero di taxa rilevato in ogni bocca di porto (vedi tabella 3.1) contribuiscano soprattutto quelli che la fitosociologia definisce "accidentali", la cui frequenza di rinvenimento è, per definizione, solitamente molto bassa e/o che si presentano con ricoprimenti molto limitati (ad esempio l'alga rossa *Antithamnion cruciatum* o l'alga bruna *Asperococcus compressus*).

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

Tabella 3.1 - Valori totali e/o medi per bocca di porto degli indicatori degli epibionti delle lamine fogliari delle fanerogame marine dello Studio *ante operam* e dello studio attuale.

Lido	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2013	2003	2013	2003	2013
N. taxa totale	49	24	10	11	---	---
N. taxa medio /st.	31,0	18,0	6,7	7,3	---	---
Ricopr. medio%/st.	18,5	32,0	4,7	7,1	16,2	3,1

Malamocco	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2013	2003	2013	2003	2013
N. taxa totale	55	22	12	9	---	---
N. taxa medio /st.	35,4	14,0	8,4	6,2	---	---
Ricopr. medio%/st.	23,0	25,6	8,4	6,8	22,6	4,7

Chioggia	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2013	2003	2013	2003	2013
N. taxa totale	61	25	14	8	---	---
N. taxa medio /st.	43,2	15,2	9,0	6,0	---	---
Ricopr. medio%/st.	23,3	29,0	11,1	4,0	10,5	3,5

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 o 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 questi lavori non sono però 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 delle fanerogame sono molto probabilmente riconducibili ai seguenti fattori [MAG. ACQUE - SELC, 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 preferibilmente lungo 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) o alla pesca vagantiva del *Ruditapes*. Ciò potrebbe essere un elemento che concorre a spiegare sia la ridotta presenza di queste rizofite 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; Simonetti, 1973; Vatova, 1949; Rismondo *et al.*, 1997; Curiel *et al.*, 2008; 2010].

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 i 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 [MAG. ACQUE - SELC, 2005a, 2005b], 2009-2011 [MAG. ACQUE - SELC, 2010; 2011] e nel caso più specifico delle bocche di porto [Studio B.6.78 - MAG. ACQUE - SELC, 2003; 2005c; Studio B.6.72 B/1-B/8 - MAG. ACQUE - CORILA, 2006-2013a] costituiscono una base di dati che ha permesso di fornire ulteriori

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

valutazioni sulle dinamiche di queste praterie e di evidenziare meglio il ruolo dei 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 dei successivi Decreti del 3 aprile 2006, n. 152 e del 14 aprile 2009, n. 56, 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 assegnano a queste praterie sommerse importanza come elementi indicatori di livello integrato del corpo idrico lagunare (stato ecologico dei corpi idrici lagunari).

Per la laguna di Venezia le aree di bocca di porto rivestono particolare interesse per l'articolata presenza delle tre fanerogame. La presenza di una cospicua frazione sabbiosa nei sedimenti, l'elevato idrodinamismo e la salinità prossima a quella marina rendono le aree di bocca adatte specialmente all'insediamento di *Cymodocea nodosa*, specie più esigente rispetto alle altre per quanto riguarda la granulometria e la tessitura dei sedimenti.

Dall'analisi dei dati del rilievo MELa2 (2002) emerge come questa specie sia, rispetto alla mappatura del 1990, in generale incremento nell'intera Laguna, 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, invece, evidenziato fenomeni di regressione.

Prima di passare ad un'analisi dei dinamismi riscontrati nelle tre bocche di porto è necessario precisare alcuni punti 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 eventualmente più all'interno;
- per un 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 (tabelle 3.2-3.7);
- particolare attenzione nelle fasi di mappatura è stata data a quei settori delle bocche di porto dove erano operativi cantieri per la realizzazione delle opere, al fine di verificare le eventuali variazioni delle coperture o gli effetti dei possibili impatti;
- la presenza delle fanerogame marine e in particolare di *C. nodosa* nelle aree sopra descritte è apparsa fortemente correlata all'andamento batimetrico poiché questa specie limita la propria 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 2013, oggetto del presente monitoraggio, relativo ad una fase in cui gli interventi hanno raggiunto un elevato stato di avanzamento.

Nella valutazione delle coperture delle fanerogame marine si è tenuto in considerazione il fatto che l'area delle bocche di porto può essere suddivisa in tre settori di interesse:

- a) spazi acquei strettamente inerenti l'impronta delle "opere";
- b) spazi acquei definiti tecnicamente "area di cantiere" e posti nelle aree adiacenti alle opere e interessati dalla movimentazione di mezzi nautici;

- c) bassi fondali lagunari situati più internamente dove sono poste la maggior parte delle praterie a fanerogame marine.

Le mappature realizzate dal 2003 al 2013 (Studio B.6.78 e Studi B.6.72 B/1-B/9) presentano un'elevata omogeneità per la modalità d'assunzione dei dati, essendo state eseguite con le medesime metodiche ed operatori, sia per quanto riguarda le fasi di campo, sia per l'elaborazione cartografica GIS. In questo Rapporto Finale 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 Rapporto Finale dello Studio B.6.72 B/1.

3.2.3 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido (2003-2013)

La mappatura realizzata nel 2013 (figure A.16 e 3.4; tabelle 3.2 e 3.3) ha registrato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 116,1 ha, valore in incremento rispetto al 2012 (102,3 ha), al 2011 (87,8 ha) e allo studio *ante operam* del 2003 (74,7 ha).

Un'analisi complessiva delle praterie che include sia quelle pure sia quelle miste evidenzia, rispetto al 2003, un incremento di *C. nodosa* (+28,7 ha), una regressione di quelle a *Z. marina* (-16,3 ha) e da quest'anno un incremento limitato per *N. noltii* (+5,5 ha). Se negli ultimi anni (2011-2013) gli incrementi di areale di *Cymodocea nodosa* e *Nanozostera noltii*, di anno in anno, sono apparsi significativi (+7/+9 ha per la prima e +5/+7 ha per la seconda), per *Zostera marina* sono, invece, risultati più contenuti (circa 1 ha all'anno).

La regressione delle praterie di *Z. marina* e di *N. noltii* rispetto allo stato *ante operam* del 2003 era stata osservata nella prima mappatura del 2005 (Studio B.6.72 B/1), quando i lavori alla bocca erano da poco avviati. Negli otto anni di monitoraggio (2005-2013) le tre specie hanno sostanzialmente mantenuto i loro areali distributivi, mostrando significativi incrementi per *C. nodosa*, moderati per *N. noltii* (che ora si è attestata su valori superiori a quelli della fase *ante operam*) e altalenati per *Z. marina* (che negli ultimi 3-4 anni evidenzia, però, segnali positivi di ripresa).

Le **coperture pure** delle tre rizofite, pur con andamenti non regolari negli anni, sono progressivamente aumentate da 39,4 ha nel 2003 sino a 92,7 ha nel 2013. Riguardo alla tipologia delle praterie, si registra un costante incremento delle **praterie pure** a *Cymodocea nodosa*, variate da 32,2 ha del periodo *ante operam* agli attuali 67,4 ha nel 2013. Le **praterie pure** di *Zostera marina*, del tutto assenti nel 2003, da 3-4 anni sono presenti con chiazze di alcuni metri quadri nel canale dei Marani, al margine delle nuove barene artificiali, e nell'area del Bacan, a nord-ovest della nuova isola, dove sono giunte, probabilmente, tramite la deposizione sul fondale di semi portati dalle correnti. Le **praterie pure** di *Nanozostera noltii* si presentano, da alcuni anni, in costante espansione (+5-6 ha all'anno), con coperture interessanti nel 2013 nell'area antistante le barene del canale dei Marani e incrementi nell'area del Bacan.

Le **coperture miste** sono progressivamente ridotte, variando da 35,3 ha del 2003 sino ai 22,8-23,4 ha del 2012 e 2013; dopo le estensioni minime raggiunte nel 2009 (16,8 ha), negli ultimi 3 anni gli areali misti sembrano essersi stabilizzati.

Un'analisi complessiva delle dinamiche delle praterie, evidenzia come le cause che hanno portato al progressivo incremento di quelle di *C. nodosa* possano riassumersi:

- nella maggiore capacità di questa specie di contrastare e superare situazioni avverse (es. meteo marine), spesso avvantaggiandosene rispetto alle altre rizofite;
- nella presenza di sedimenti francamente sabbiosi, più favorevoli a questa specie di quanto non lo siano per le altre due fanerogame;

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

- nella salinità medio elevata e nell'ottimo ricambio idrico;
- nel maggiore approfondimento dell'apparato radicale ed nell'efficienza delle strategie riproduttive e diffusive che si avvalgono di processi sia gamici, sia vegetativi.

L'incremento di estensione delle aree a *Cymodocea nodosa* della bocca di Lido trova conferma nel confronto tra i monitoraggi delle fanerogame svolti a scala lagunare tra il 1990 e il 2009-2010 [Caniglia *et al.*, 1990; MAG. ACQUE - SELC, 2005a; 2010; 2011].

Nella figura 3.4 è rappresentato il trend delle variazioni dell'estensione delle diverse tipologie di praterie dalla fase *ante operam* al 2013; nelle figure 3.5 e 3.6, invece, sono riassunte le principali variazioni intercorse tra il monitoraggio attuale e, rispettivamente, quello precedente (2012) e quello della fase *ante operam* (2003).

Nel confronto a breve termine (2012-2013), nelle praterie in esame sono evidenti due aree a *Nanozostera noltii* con una significativa espansione, entrambe poste nei fondali in parte emergenti a sud-est di S. Erasmo; oltre a queste, vanno evidenziate numerose e diffuse espansioni anche se di minore entità (qualche metro quadro) e relative a *Cymodocea nodosa* e *Nanozostera noltii*. Al riguardo, sono da segnalare le piccole praterie a macchie che si stanno sviluppando nelle aree retrostanti le barene artificiali del canale dei Marani. In relazione alle perdite di praterie, come segnalato nel precedente rapporto, sono da segnalare, per estensione, quelle registrate sui fondali antistanti l'isola della Certosa, imputabili a recenti interventi di risistemazione della darsena che hanno interessato un'area di circa 0,6 ha di prateria.

Tra il 2012 e il 2013 le dinamiche delle praterie sembrano essere caratterizzate, nel complesso, da una fase di espansione, di limitata entità ma diffusa in quasi tutta la bocca di porto. Nelle praterie ad est e a nord-est della nuova isola, tra incrementi e regressioni, il bilancio appare positivo, sensibile per *Cymodocea nodosa* e più contenuto per *Zostera marina*; quest'ultima specie è stata segnalata per la prima volta nel 2010 e le cui ultime segnalazioni, nella bocca di Lido, risalgono alle verifiche degli anni 90 [Caniglia *et al.*, 1990]. In relazione ai fondali a fanerogame retrostanti alla nuova isola, in particolare nel tratto iniziale del canale di S. Nicolò, le variazioni osservate saranno trattate nello specifico in un successivo paragrafo (paragrafo 3.3). Sono risultate sostanzialmente stabili anche le praterie a *Cymodocea nodosa* poste ai margini dell'aeroporto Nicelli, oggetto di specifici controlli poiché la diga adiacente è stata recentemente ristrutturata.

Nell'ambito delle opere alle bocche di porto, va ricordato come nei fondali antistanti il Forte di S. Andrea sia in progetto la realizzazione di un'isola artificiale per la perforazione della teleguidata Lido-Arsenale (la cui delimitazione e il relativo scavo sono avvenuti nel febbraio-marzo del 2014). Nonostante non vi sia traccia nella mappatura 2013 (per la quale le attività di campo erano pressoché ultimate), si segnala comunque, in relazione alla perdita di praterie, come nell'ottobre del 2013 le fanerogame marine presenti nell'impronta dell'isola artificiale (in un'area delle dimensioni di circa 70 x 60 m più un buffer di sicurezza di 5 m) siano state espianate per la messa in sicurezza e reimpiantate presso l'isola della Certosa¹⁰.

Tra la fase *ante operam* (2003) ed il monitoraggio attuale (2013), i principali incrementi e le maggiori regressioni di praterie si sono avuti nel bassofondo del "Bacan". Le perdite riguardano principalmente la fanerogama *Nanozostera noltii* in fregio ai bassi fondali che presentano limitata batimetria e *Cymodocea nodosa*, in parziali aree perimetrali lungo il Canale di S. Nicolò, in praterie poste a nord-ovest della nuova isola in realizzazione. Risultano inoltre definitivamente perdute, le praterie miste segnalate sino al 2010 presso Venezia (S. Elena) a seguito della realizzazione di una darsena. Un parziale arretramento di praterie a *N. noltii* si è verificato anche sul basso fondale ad

¹⁰ Richiesta del Servizio Regionale in seguito all'esame del progetto di variante dell'opera, con i pareri concordi del Magistrato alle Acque (nota 5720 del 28.06.2013) e del Direttore dei Lavori del Progetto di Riquilificazione degli Habitat acquatici dei bassi fondi della Certosa, Parco Urbano dell'Isola della Certosa.

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

est dell'ex idroscalo di S. Andrea, dove sono presenti praterie spesso miste.

Sempre sui fondali retrostanti la nuova isola, oltre alle perdite di areali a fanerogame descritti, si sono verificate però estese espansioni che riguardano in prevalenza *Cymodocea nodosa*, secondariamente *Nanozostera noltii* e solo parzialmente *Zostera marina*. *Nanozostera noltii* ha ricolonizzato parte delle aree a minore battente in cui era presente ai tempi della prima mappatura del 1990, superando nel 2013 le estensioni del periodo di riferimento *ante operam* (+5,5 ha complessivamente nelle due tipologie e +17,5 ha come praterie pure); *Cymodocea nodosa* ha invece colonizzato i fondali a maggiore profondità e più direttamente marinizzati.

Tra le perdite di praterie oltre a quella già descritta presso Venezia (S. Elena) a seguito della realizzazione di una darsena, di particolare estensione è quella avvenuta lungo il molo sud della bocca di porto, da ricondurre anch'essa all'impatto delle opere, che hanno modificando il profilo del molo foraneo e dei fondali adiacenti.

L'analisi complessiva delle dinamiche delle praterie tra il 2003 e il 2013 registra un trend positivo con un aumento pari a 41,4 ha e con una costante progressione negli ultimi tre anni stimabile in circa +10-15 ha/anno, attribuibile soprattutto agli incrementi di *Cymodocea* e secondariamente di *Nanozostera noltii*.

In relazione ai possibili impatti diretti delle opere in realizzazione, sono state analizzate le variazioni delle praterie negli anni, tenendo conto anche della differente tipologia di impatto, individuando così:

- a) aree dove è in corso la realizzazione delle "opere";
- b) aree in "consegna" affidate alle ditte per l'esecuzione dei lavori e nelle quali sono in transito i mezzi operativi;
- c) aree di basso fondale, non direttamente coinvolte dalle attività, dove però è posta la gran parte delle praterie.

Tenuto conto che la maggior parte degli interventi in aree di fanerogame si sono conclusi da alcuni anni, i dati rilevati nel 2013 confermano:

- 1) la totale assenza di praterie nelle aree di competenza delle opere (0,8 ha nel 2003), perdute già nei primi anni di realizzazione di queste ultime;
- 2) la sostanziale stabilità delle praterie nelle aree in consegna ai cantieri stimabili, come nei precedenti anni, presenti con 0,6 ha rispetto ai 4,8 ha della fase *ante operam*.

La riduzione delle superfici a fanerogame, per le aree interessate dalle opere e per quelle in consegna, riguarda esclusivamente le praterie a *C. nodosa* giacenti su fondali profondi di 3-4 m e situate a ridosso del molo foraneo sud oggetto di interventi (tabella 3.3).

Le praterie della bocca di Lido teoricamente più esposte per vicinanza ai possibili impatti si collocano esternamente alle "aree delle opere" e a quelle "in consegna". Una prima area si trova a nord-ovest della nuova isola, mentre una seconda è situata parallelamente alla diga sud del molo di Lido, oggetto di modifiche strutturali verso il mare e di una risistemazione nel tratto verso la laguna. Negli ultimi anni solamente quella situata a nord-ovest della nuova isola ha mostrato significative variazioni che, tra incrementi e riduzioni di areali, fa registrare comunque un bilancio positivo, con incrementi soprattutto di *Cymodocea* e *Nanozostera*. Dal momento che queste praterie sono particolarmente vicine alle opere ed esposte anche alle variazioni idrodinamiche indotte dalle attività stesse di cantiere, sono oggetto da alcuni anni di una specifica valutazione (paragrafo 3.3).

In un quadro di buono stato e di espansione delle praterie, vanno segnalate positivamente, per il significato ecologico che rappresentano, le nuove colonizzazioni di *Zostera marina* a nord-ovest

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

della nuova isola, come pure le praterie pure a *Nanozostera noltii* di recente formazione e localizzate ai margini delle barene del Canale Marani.

Tabella 3.2 – Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Lido relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I), delle mappature (primavera-estate) del 2011, del 2012 e del 2013 per popolamenti puri o misti e per specie.

Tipologia dei popolamenti	2003 (ha)	2011 (ha)	2012 (ha)	2013 (ha)
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	32,2	52,3	61,2	67,4
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	0,0	0,1	0,3	0,6
Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i>	7,2	12,5	18,1	24,7
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i>	10,6	16,3	15,7	15,5
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i>	6,2	1,2	0,8	0,8
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	0,0	0,1	0,1	0,1
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	18,5	5,3	6,2	7,0
Totali	74,7	87,8	102,3	116,1

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2011 (ha)	2012 (ha)	2013 (ha)
<i>Cymodocea nodosa</i>	61,3	74,0	83,0	90,0
<i>Zostera marina</i>	24,8	6,7	7,4	8,5
<i>Nanozostera noltii</i>	42,5	35,3	40,7	48,0

Tabella 3.3 – Valori di copertura normalizzati dello studio *ante operam* e degli ultimi tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Lido (valori aggiornati agli shape di opere e aree in consegna dell'ottobre 2008).

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2011 (ha)	2012 (ha)	2013 (ha)
Copertura fanerogame in area "opere"	0,8	0,0	0,0	0,0
Copertura fanerogame in area "consegna"	4,8	0,6	0,6	0,6
Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"	69,1	87,2	101,7	115,5
Coperture totali	74,7	87,8	102,3	116,1

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

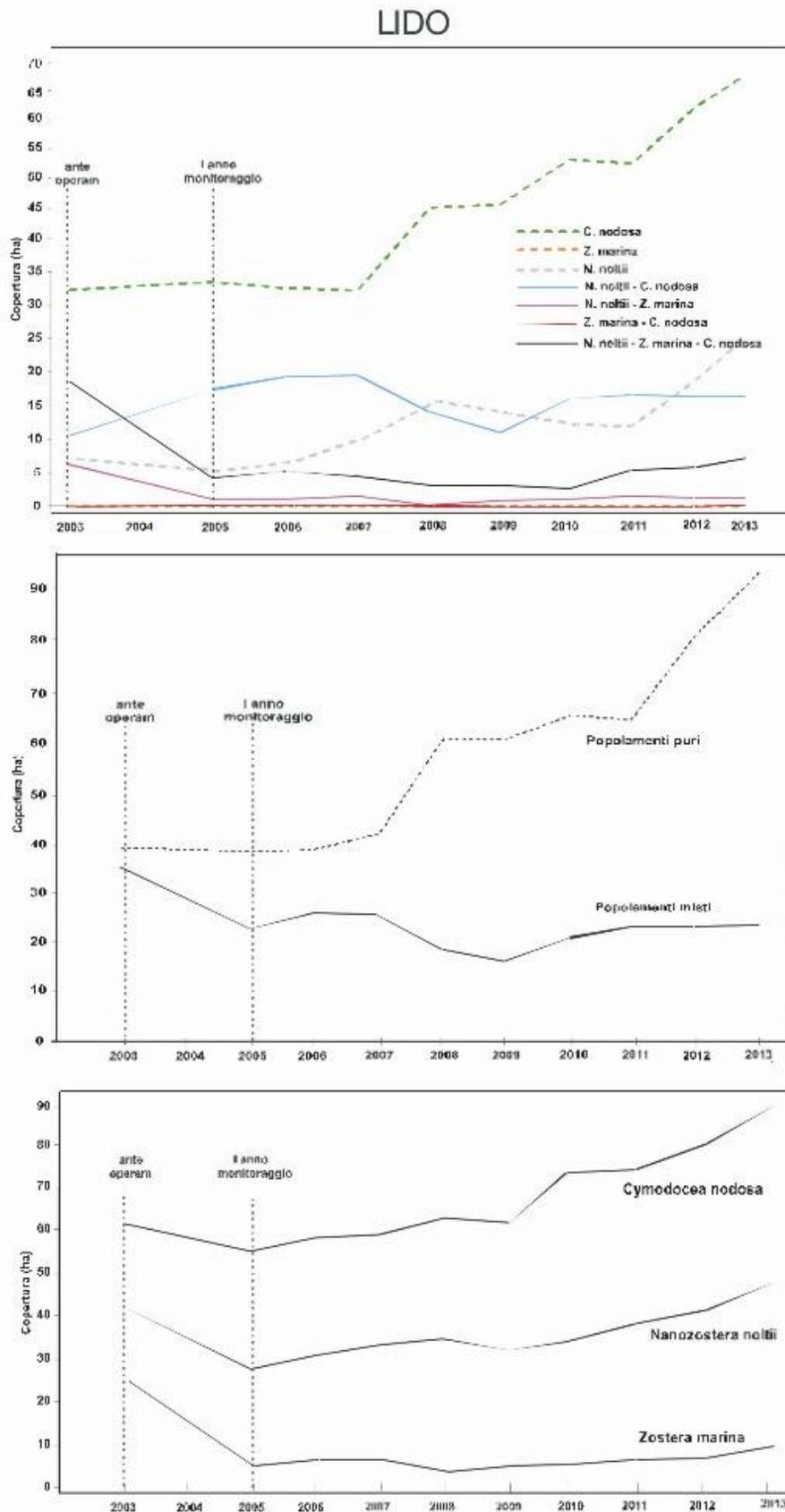


Figura 3.4 - Bocca di porto di Lido: variazioni delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2013 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004.

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

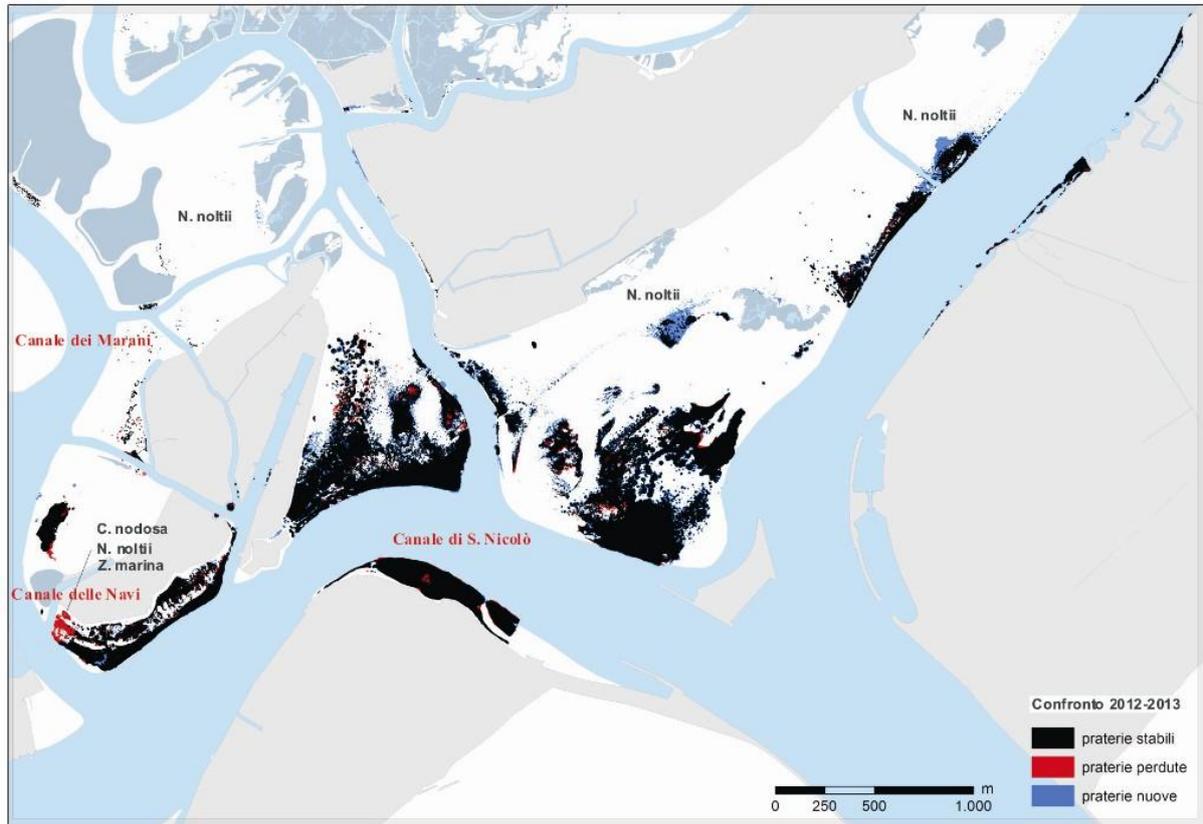


Figura 3.5 – Porto di Lido: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2012 e il 2013.

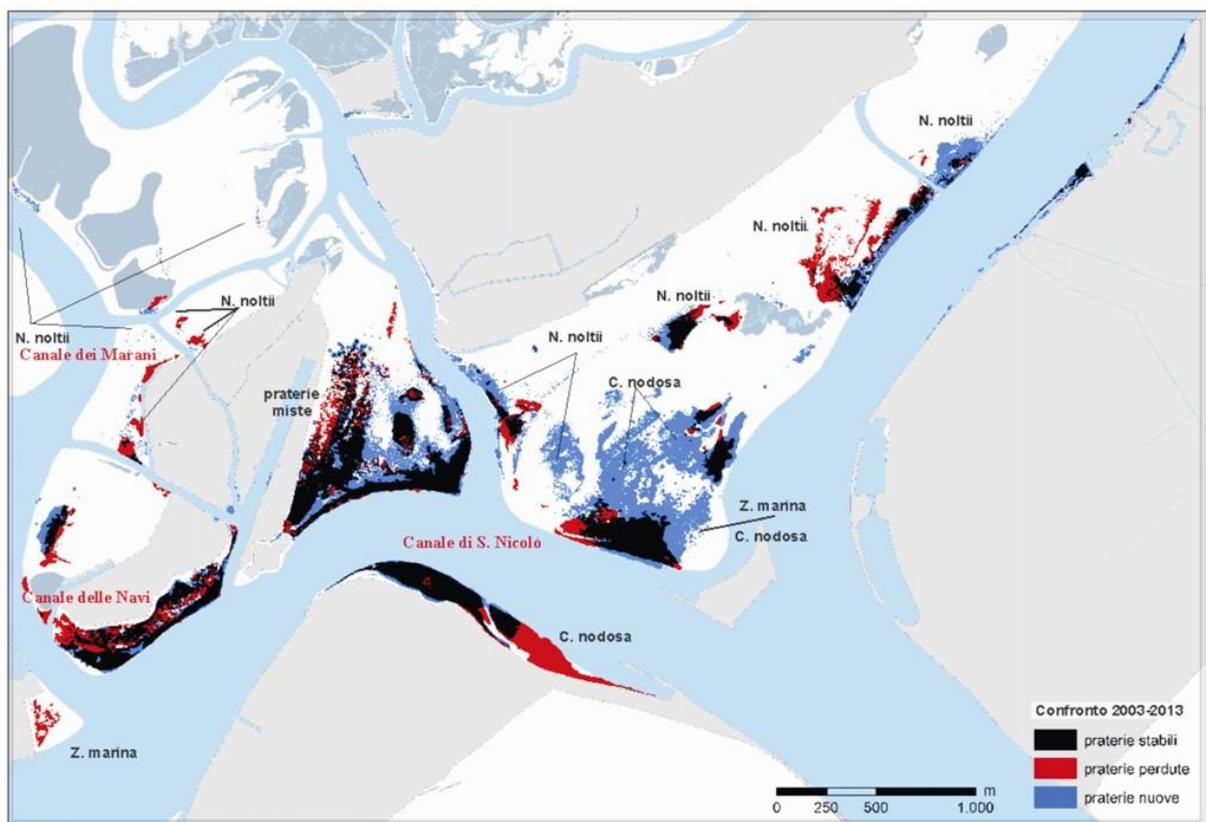


Figura 3.6 – Porto di Lido: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2003 e il 2013.

3.2.4 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2013)

La mappatura relativa al 2013 (figure A.26 e 3.7; tabelle 3.4 e 3.5) ha evidenziato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 778,9 ha, valore superiore a quello del monitoraggio *ante operam* (+257,2 ha) e dei più recenti monitoraggi del 2011 (+211,0 ha) e del 2012 (+244,7 ha).

L'analisi per specie, comprensiva di praterie pure e miste, indica, rispetto alla mappatura *ante operam* (2003) incrementi per *Cymodocea nodosa*, con coperture che sono variate negli ultimi tre anni (2011-2013) da 524,0 ha a 570,0 ha. Rispetto alla fase *ante operam*, gli incrementi di areale di *Cymodocea* (pura e mista) sono pari a 109,8 ha, mentre le coperture delle praterie a *Zostera marina*, che nella fase *ante operam* erano pari a 207,3 ha, negli ultimi 3-4 anni, dopo una fase di ricolonizzazione dell'area, sono tornate sui livelli iniziali o superiori (208,9-215,4 ha). Al contrario, le praterie a *Nanozostera noltii* soprattutto miste, risultate in forte arretramento rispetto alla fase *ante operam* (-99,3 ha), non hanno più recuperato gli areali perduti e, negli ultimi anni, sembrano essersi stabilizzate su estensioni di 9-11 ha.

Anche le verifiche del 2013 confermano il progressivo aumento delle praterie pure e la riduzione di quelle miste. Dalla fase *ante operam*, le **praterie pure** sono aumentate di 417,2 ha e quelle miste sono regredite di 161,0 ha; analizzando le singole specie si rileva che *C. nodosa* e *Z. marina* hanno subito un forte incremento, rispettivamente di +262,6 ha e +153,0 ha, mentre quelle di *Nanozostera noltii* appaiono stabili. Per quelle miste, la regressione riguarda soprattutto le praterie a *Z. marina* - *C. nodosa* (-59,1 ha) e quelle a *Z. noltii* - *Z. marina* - *C. nodosa* (-83,7 ha).

Come riportato anche nei precedenti Rapporti Finali, in merito alle variazioni delle dinamiche delle **praterie miste** è opportuno precisare, come si rileva anche dalle mappe allegate, che a questa tipologia di praterie, per motivi tecnici/operativi, non può essere assegnato un grado di copertura per le singole specie. Un'analisi delle dinamiche di queste praterie non può essere quindi dettagliata, poiché non è immediata la differenziazione dei rapporti di abbondanza tra le varie specie. I rilievi del 2013, come pure quelli del 2002 (rilievi MELa2) e quelli dei monitoraggi B.6.72, hanno sempre evidenziato come le specie prevalenti nelle praterie miste siano *C. nodosa* o *Z. marina*, con *N. noltii* sempre minoritaria.

È ragionevole ritenere che la limitata diffusione di *Nanozostera noltii* in questa bocca, rispetto alle altre due, sia legata in gran parte alla morfologia generale dell'area, ad aspetti di competizione intraspecifica e ai range batimetrici non sempre adeguati alla specie. La presenza limitata di piani intertidali favorevoli a *Nanozostera noltii*, rispetto ai fondali sempre sommersi favorevoli alle altre due specie, ne limita significativamente la presenza in questa bocca. Va comunque segnalato che nei rilievi delle mappatura MELa dei primi anni 2000 [MAG. ACQUE - SELC, 2005a, 2005b], anche se raramente, erano state osservate, nell'area compresa tra Motta del Cornio Vecchio, Motta del Cornio Nuovo e Motta di Valgrande (area solo in parte rientrante nel monitoraggio attuale) piccole praterie della varietà di *Nanozostera noltii* caratterizzata da lunghe lamine fogliari (sino a 40-60 cm) e capace di colonizzare i fondali dell'infra-litorale. La varietà con ciuffo fogliare di dimensioni inferiori (15-30 cm), rimane comunque la specie nettamente prevalente nella laguna di Venezia e nelle aree oggetto di monitoraggio.

L'analisi cartografica riportata nelle figure 3.8 e 3.9 evidenzia le variazioni più significative avvenute rispetto al monitoraggio precedente (2012) e alla mappatura della fase *ante operam* (2003).

Nel confronto a breve termine (2012-2013) si registra un'ulteriore espansione dell'estesa prateria a *Zostera marina* tra il Canale Malamocco Marghera e il Canale Melison (circa 30 ha, ma di copertura ancora bassa, classe 1). In un'analisi complessiva delle praterie della bocca, come rilevato negli ultimi anni, lo stato generale appare buono con progressive espansioni: +12,5 ha rispetto al 2012 e +46,2 ha rispetto al 2011. Le praterie pure a *Cymodocea nodosa* incrementano di 17,1 ha rispetto al 2012 mentre quelle di *Zostera marina*, specie più sensibile nei confronti delle perturbazioni antropiche (torbidità) o meteorologiche (picchi di temperature nell'estate del 2012), tra incrementi

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

e arretramenti appare essersi stabilizzata negli ultimi due/tre anni intorno ai 200-206 ha. In lenta espansione è anche la prateria a *Cymodocea nodosa* posta a ridosso delle opere nei moli foranei (diga sud), che in fase *ante operam* si estendeva per alcune centinaia di metri in direzione del mare.

Sono invece, marcate le variazioni rispetto alla mappatura del 2003 e, anche in questo caso, riguardano prevalentemente la fanerogama più sensibile, *Zostera marina*. A nord della bocca di porto sono evidenti incrementi degli areali di questa specie che ha colonizzato i fondali su batimetrie più elevate (superiori al metro) e sui substrati prevalentemente fangosi, tra il Canale di Malamocco-Marghera e il Canale Melison. Come riscontrato negli ultimi monitoraggi, nel settore sud della bocca le dinamiche progressive o regressive sono poco evidenti e tendenzialmente stabili perché l'area è in gran parte colonizzata da *Cymodocea nodosa*, che tra le tre specie è la più resistente, tollerante e presenta una crescita più rapida. In questa zona sono ancora parzialmente rilevabili i segni dello scavo per l'interconnessione tra i sistemi acquedottistici di Venezia e Chioggia che ha coinvolto, a nord del Canale di Malamocco, *Z. marina* e, a sud, *C. nodosa*.

La figura 3.9, che riassume le dinamiche delle fanerogame marine dal 2003, evidenzia comunque che il bilancio tra nuove colonizzazioni e perdite è nettamente a favore delle prime.

La disamina delle praterie a fanerogame per le aree sottoposte a diverso impatto (aree con "opere", aree in "consegna ai cantieri" e aree di basso fondale non direttamente coinvolte dalle attività) non denota variazioni rispetto al 2012. Nelle aree oggetto di lavori o attività ad esse collegate, dell'estesa prateria presente nel 2003 a ridosso del molo sud, su quote di 3-4 m, rimangono, nell'area di competenza delle opere, circa 0,1 ha e, nell'area in "consegna" ai cantieri, circa 0,2 ha (tabella 3.5). Minori perdite di praterie a *Cymodocea nodosa* si sono avute negli anni anche lungo la diga nord, su fondali di 2-3 m di profondità.

Tabella 3.4 - Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Malamocco relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I) del 2003 e delle mappature (primavera-estate) del 2011, 2012 e del 2013, per popolamenti puri o misti e per specie.

Tipologia dei popolamenti	2003 (ha)	2011 (ha)	2012 (ha)	2013 (ha)
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	302,7	521,0	548,2	565,3
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	49,0	200,1	206,1	202,0
Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i>	0,5	1,8	1,9	2,1
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i>	11,2	0,9	0,8	0,2
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i>	12,0	6,9	6,5	4,8
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	61,7	0,5	1,0	2,6
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	84,6	1,5	1,8	0,9
Totali	521,7	732,7	766,4	778,9

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2011 (ha)	2012 (ha)	2013 (ha)
<i>Cymodocea nodosa</i>	460,2	524,0	551,8	570,0
<i>Zostera marina</i>	207,3	208,9	215,4	211,3
<i>Nanozostera noltii</i>	108,3	11,1	11,0	9,0

Tabella 3.5 - Valori di copertura normalizzati dello studio *ante operam* e degli ultimi tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Malamocco (valori aggiornati agli shape di opere e aree in consegna dell'ottobre 2008).

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2011 (ha)	2012 (ha)	2013 (ha)
Copertura fanerogame in area "opere"	2,4	0,1	0,1	0,1
Copertura fanerogame in area "consegna"	0,6	0,2	0,2	0,2
Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"	518,7	732,4	766,1	778,6
Coperture totali	521,7	732,7	766,4	778,9

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

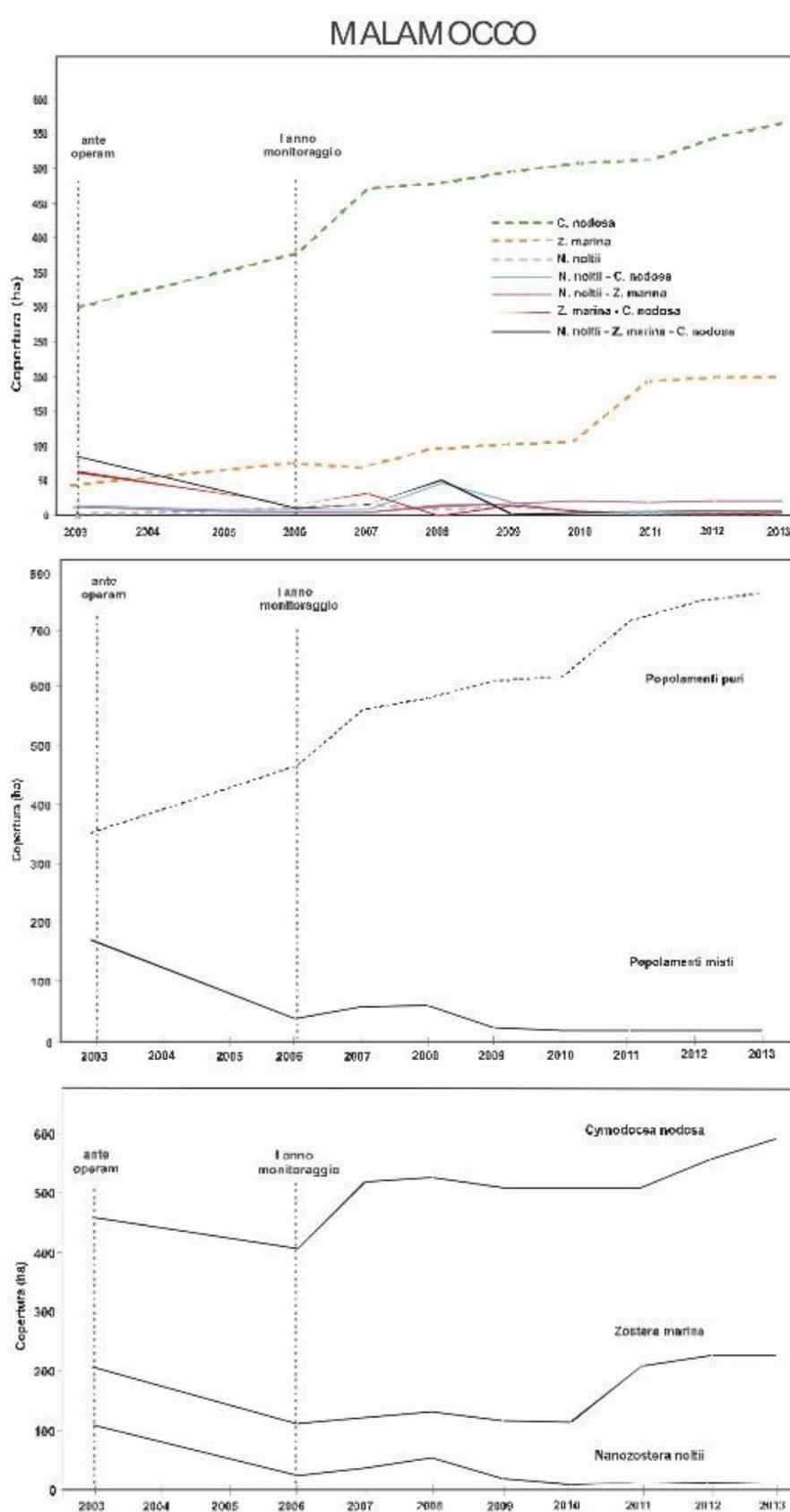


Figura 3.7 – Bocca di porto di Malamocco: variazioni delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2013 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004 e nel 2005 per questa bocca di porto.

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

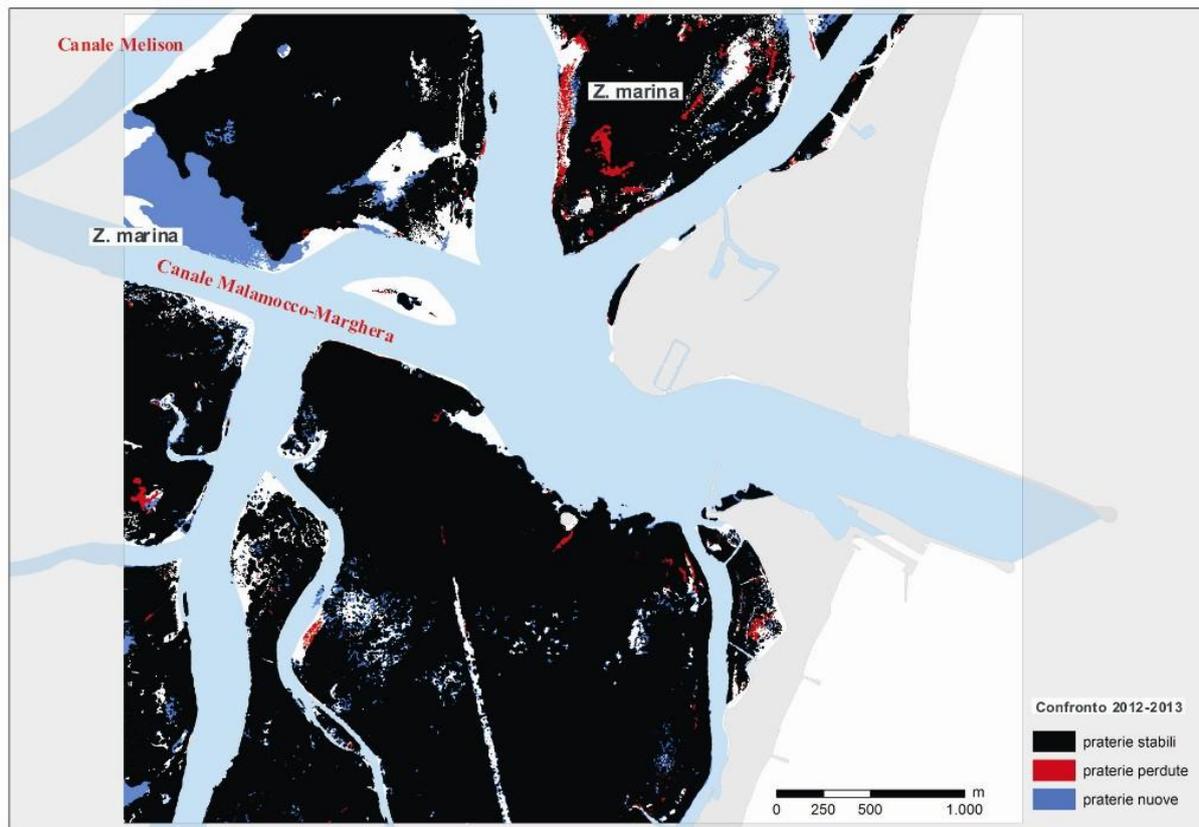


Figura 3.8 - Porto di Malamocco: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2012 e il 2013.

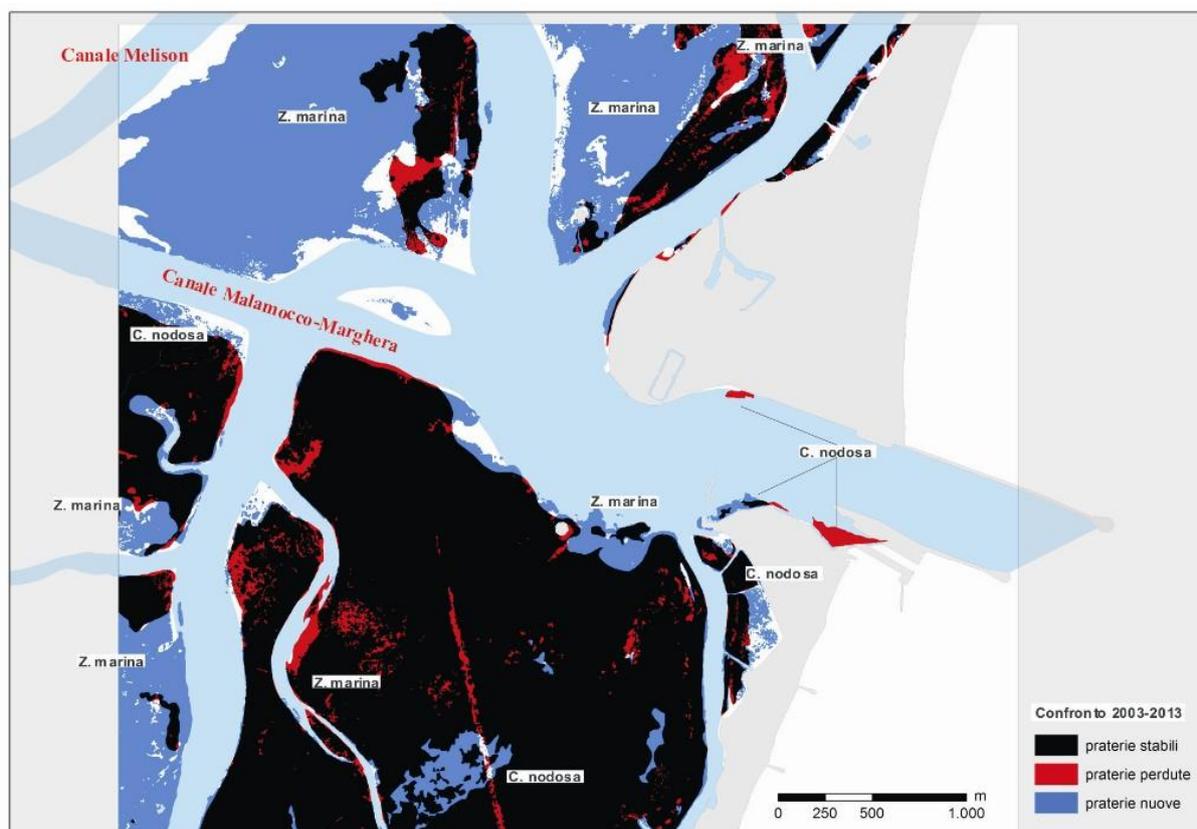


Figura 3.9 - Porto di Malamocco: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2003 e il 2013.

3.2.5 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2013)

La mappatura realizzata nel 2013 (figure A.35 e 3.10; tabelle 3.6 e 3.7) ha rilevato una copertura complessiva di 337,1 ha, pari ad un incremento di 22,5 ha rispetto al 2003 e di 52,9 ha rispetto al monitoraggio del 2012.

Le dinamiche delle praterie a fanerogame di questa bocca di porto sin dall'inizio del monitoraggio sono sempre state più complesse rispetto a quelle delle altre due bocche, a causa della presenza di specifiche aree per la coltivazione delle vongole, aree che negli anni sono variate e sono state più o meno attive.

Negli anni successivi alla mappatura del 2003 è stata osservata una graduale e diffusa riduzione delle estensioni delle fanerogame in tutta la bocca di porto, calo che ha interessato indistintamente le tre specie sia nelle tipologie pure, sia in quelle miste. Già dalla prima mappatura del monitoraggio del 2006 erano state segnalate perdite di areali poiché le coperture complessive erano variate da 315 ha del 2003 a 280 ha del 2006, interessando tutte le specie. Negli ultimi anni, pur con incrementi e riduzioni nelle varie aree della bocca, le estensioni delle praterie a fanerogame sono progressivamente aumentate (dal 2010 al 2012 sono passate da 252,2 ha a 284,2 ha) e nel presente monitoraggio, risultando pari a 337,1 ha, superano di una ventina di ettari i valori registrati nella fase *ante operam* (314,6 ha).

Come per le altre bocche, le variazioni più evidenti tra le praterie si registrano a livello delle tipologie miste che dal 2003 regrediscono 145,2 ha; quelle pure, invece, aumentano di 167,8 ha e sono le coperture più rilevanti (317,3 ha) rispetto a quelle miste (19,9 ha).

Le praterie a *Cymodocea nodosa* e a *Zostera marina* rappresentano il 90% delle coperture delle fanerogame presenti nella bocca di porto ma sono diffuse anche le praterie pure a *Nanozostera noltii* che sono apparse stabili negli ultimi anni. Rispetto alla fase *ante operam*, quando erano limitate e stimate in 0,5 ha (anche perché in parte inglobate nelle praterie miste), le praterie pure a *Nanozostera* sono progressivamente aumentate assestandosi, negli ultimi anni, su areali di 8,6-10,9 ha. La presenza di praterie di questa specie è giustificata dalla morfologia e batimetria della bocca, che, caratterizzandosi per fondali intertidali, rende questa rizofita più competitiva, rispetto alle altre, nella colonizzazione dei substrati.

La valutazione delle dinamiche di questa bocca di porto deve tener conto del forte impatto delle attività antropiche che, in modo diretto o indiretto, hanno effetti sulle praterie. Il confronto cartografico delle mappature del 2003 e del 2013 (figure 3.11 e 3.12) evidenzia che una significativa perdita di praterie si è verificata nelle aree di concessione degli allevamenti del *Ruditapes* o in aree vicine ad esse (figura 3.13). Nel confronto rispetto al 2012, come già osservato nel precedente monitoraggio, si rileva un progressivo incremento di praterie nelle aree in concessione parzialmente dismesse, motivo per il quale quest'anno hanno superato complessivamente le coperture rilevate nella fase *ante operam*.

Le poche perdite che si osservano sono comunque da ricondurre ad aree in concessione ancora attive. Come nel 2012, gli incrementi più significativi si hanno nelle concessioni a nord e nord-est dell'Ottagono di Ca' Roman e sono relativi a *Z. marina*. Attribuibili a questa specie sono anche le nuove praterie ad ovest di Chioggia, in aree solo in parte interessate dalle concessioni per l'allevamento delle vongole, ma spesso oggetto di sovrasviluppi algali del genere *Ulva*.

Nel confronto tra la cartografia delle fanerogame marine del 2003 e quella attuale del 2013, le differenze appaiono evidenti soprattutto nelle aree dove sono state avviate pratiche di allevamento del *Ruditapes* con riduzioni di areali a carico di *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina*. Evidenti sono però anche le parziali ricolonizzazioni che, a nord dell'isola di Chioggia, interessano aree di concessione in parte dismesse. Perdite di praterie, non sempre riconducibili direttamente alle aree di concessione, si sono verificate anche nel settore sud-ovest della bocca, riguardano *Z. marina*, ma

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

come detto sopra sono state in parte ricolonizzate proprio nel 2013. Una perdita di coperture a *Cymodocea nodosa*, su fondali di 3-4 m lungo la conterminazione lagunare di Ca' Roman, è ascrivibile alle opere in realizzazione alla bocca.

La disamina delle praterie a fanerogame per le aree sottoposte a diverso impatto (aree con "opere", aree in "consegna ai cantieri" e aree di basso fondale non direttamente coinvolte dalle attività) non denota perdite di copertura rispetto al 2012. Rispetto al 2003, invece, la perdita complessiva è di circa 4,3 ha nell'area di riferimento delle opere. Nell'area in consegna ai cantieri l'arretramento delle praterie rispetto al 2003 appare oramai stabilizzato da alcuni anni, con perdite totali a sud-est della piarda, presso Ca' Roman, e la permanenza di limitate estensioni di praterie a *Cymodocea* a nord della piarda, stimabili in 1,2 ha.

Per le aree che interferiscono con le opere e con i cantieri, le perdite di fanerogame riguardano *Cymodocea nodosa*, un tempo presente su fondali di 3-4 m e sulla quale sono state realizzate opere fisse in pietra o accessorie ai lavori (tabella 3.7).

Tabella 3.6 - Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Chioggia relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I) e della mappatura (primavera-estate) del 2011, del 2012 e del 2013, per popolamenti puri o misti e per specie.

Tipologia dei popolamenti	2003 (ha)	2011 (ha)	2012 (ha)	2013 (ha)
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	75,5	138,6	157,4	173,2
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	73,5	106,6	107,0	133,2
Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i>	0,5	10,0	8,6	10,9
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i>	40,7	0,0	0,0	0,0
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i>	22,1	1,9	4,4	7,3
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	97,8	3,5	5,8	11,6
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	4,5	1,0	1,0	1,0
Totali	314,6	261,6	284,2	337,1

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2011 (ha)	2012 (ha)	2013 (ha)
<i>Cymodocea nodosa</i>	218,6	143,1	164,2	185,8
<i>Zostera marina</i>	198,0	112,9	118,2	153,0
<i>Nanozostera noltii</i>	67,9	12,9	14,0	19,2

Tabella 3.7 - Valori di copertura normalizzati dello studio *ante operam* e dei tre ultimi studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Chioggia (valori aggiornati agli shape di opere e aree in consegna dell'ottobre 2008).

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2011 (ha)	2012 (ha)	2013 (ha)
Copertura fanerogame in area "opere"	4,4	0,1	0,1	0,1
Copertura fanerogame in area "consegna"	2,8	1,2	1,2	1,2
Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"	307,6	260,3	282,9	335,8
Coperture totali	314,8	261,6	284,2	337,1

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

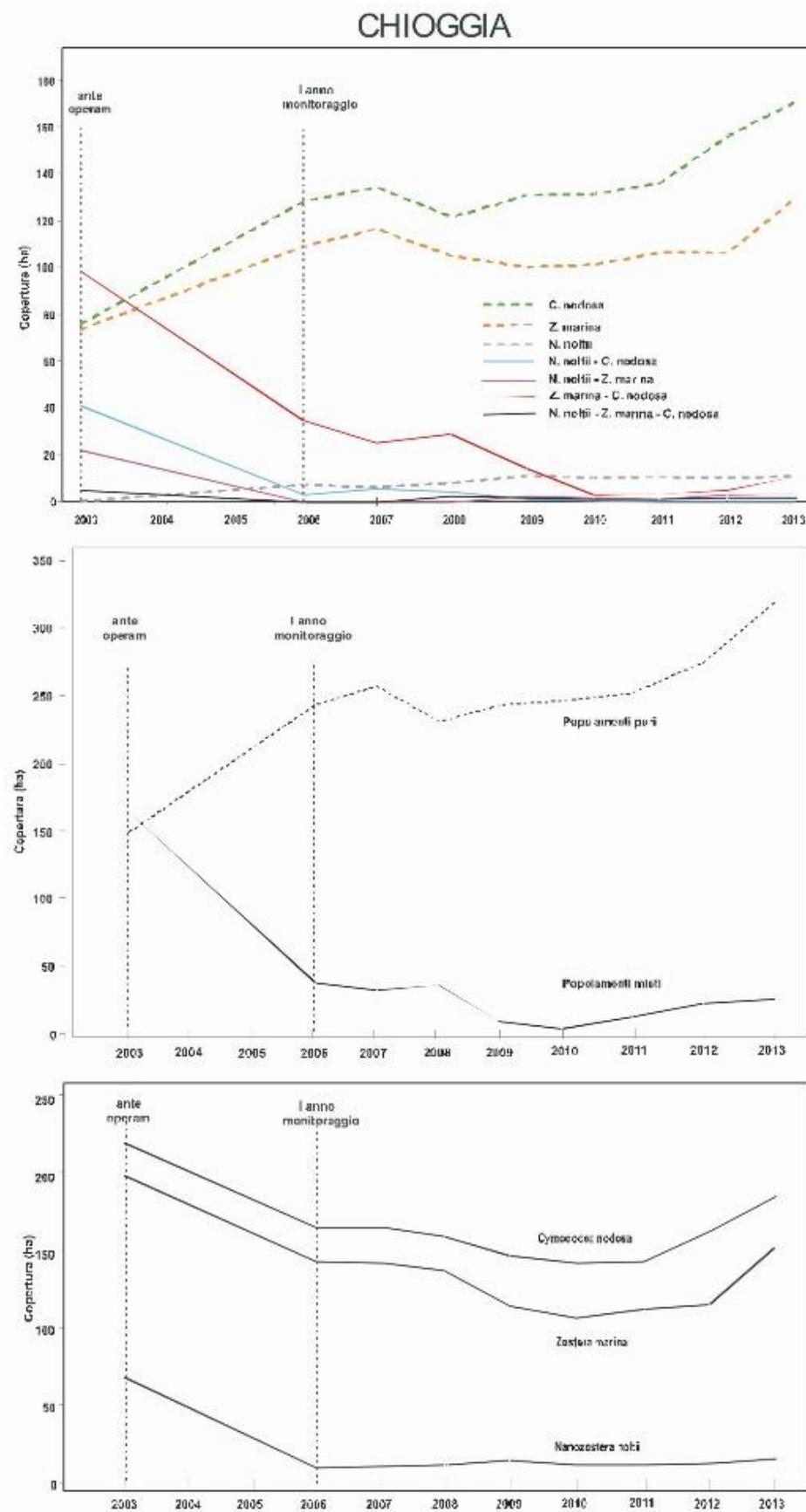


Figura 3.10 – Bocca di porto di Chioggia: variazione delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2013 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004 e nel 2005 per questa bocca di porto.

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

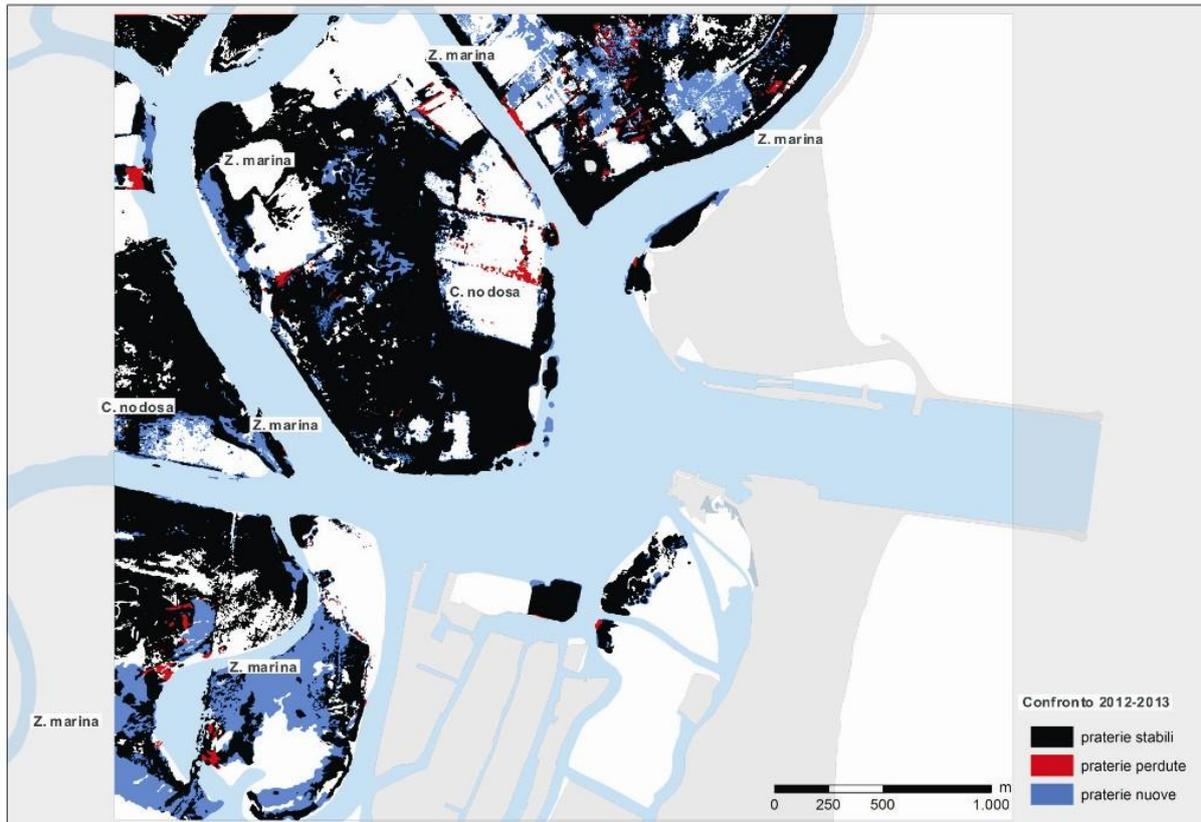


Figura 3.11 – Porto di Chioggia: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2012 e il 2013.

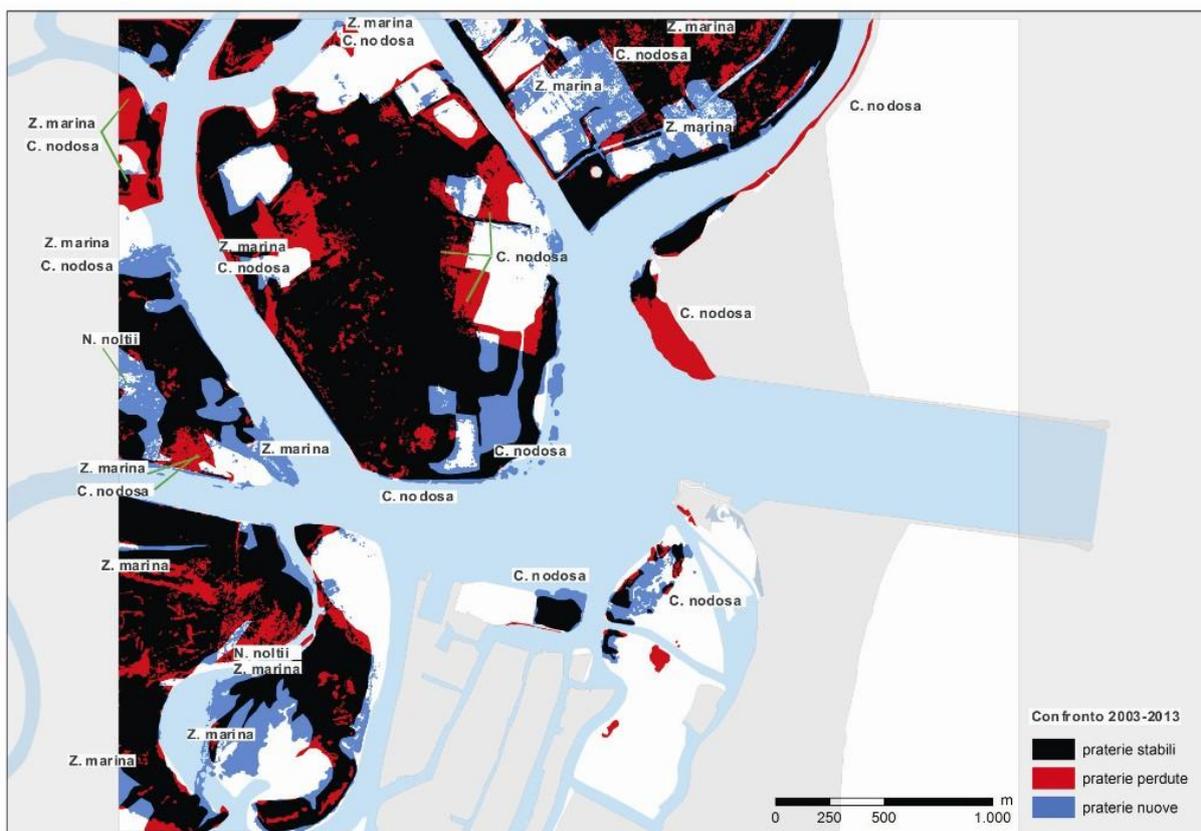


Figura 3.12 – Porto di Chioggia: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2003 e il 2013.

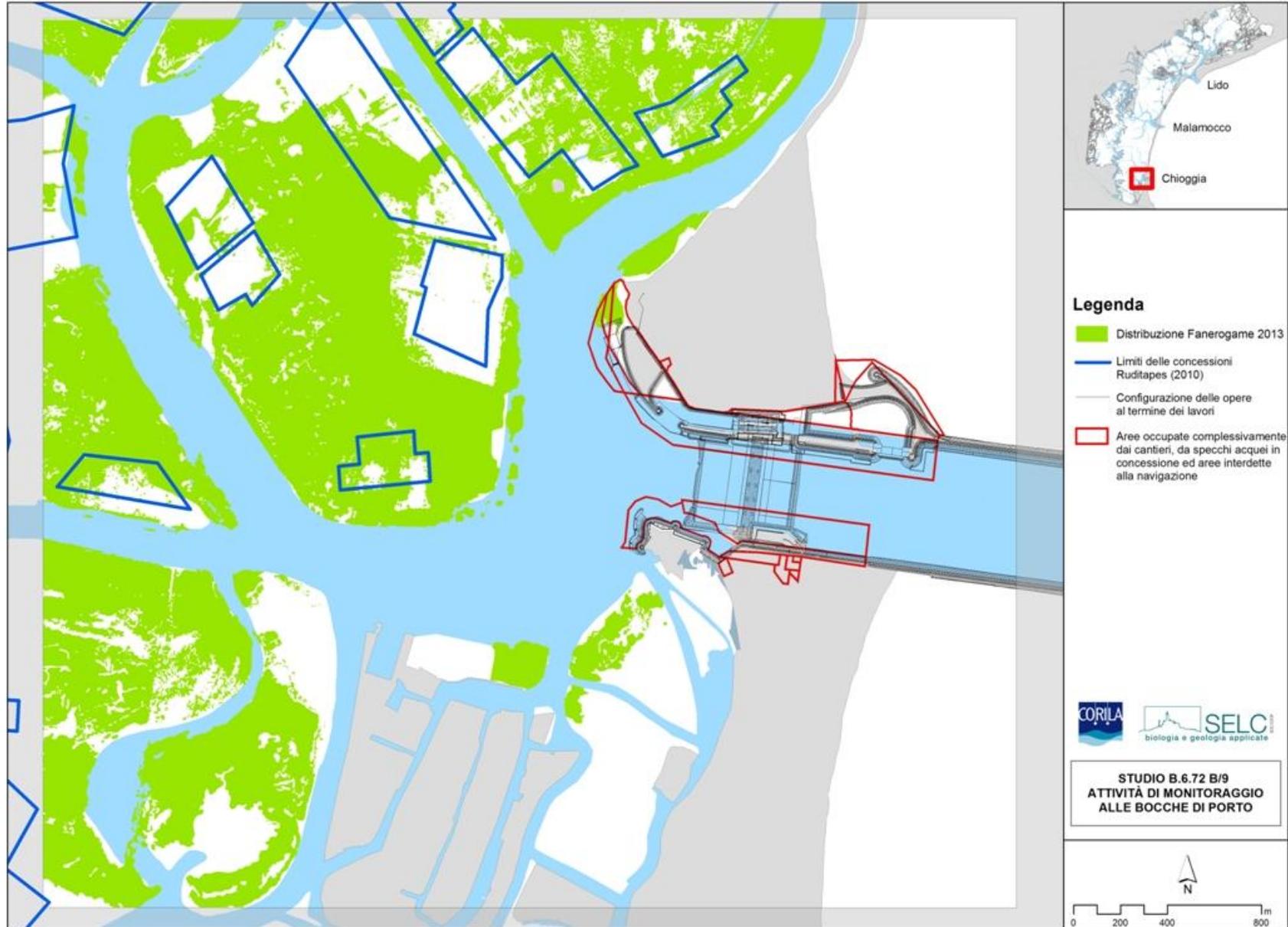


Figura 3.13 - Perimetro delle aree di concessione per la coltivazione del *Ruditapes* e distribuzione delle fanerogame marine relativamente al 2013.

3.2.6 Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici

In numerosi lavori relativi alle fanerogame marine, tra i principali fattori che ne controllano la crescita, si segnalano la temperatura e la luminosità [Zharova *et al.*, 2001, 2008; Marbà *et al.*, 1996; Buia e Mazzella, 1991; Rasmussen, 1973]. Considerando le specie presenti nella laguna di Venezia, esistono dati in merito soprattutto alla temperatura dell'acqua per *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina* che, nelle aree di bocca oggetto del monitoraggio, costituiscono le praterie maggiori per estensione.

Lavori specifici per la laguna di Venezia che si basano su modelli matematici [Zharova *et al.*, 2001, 2008] indicano come il fattore fisico che maggiormente controlla lo sviluppo di queste due rizofite (*Cymodocea* specie tropicale e *Zostera* specie tipicamente mediterranea-atlantica) sia la temperatura e, solo secondariamente, la luminosità, che sembra intervenire prevalentemente sui cicli stagionali.

Il confronto con lavori riferiti all'ambiente marino [Terrados e Ros, 1992; Mazzella *et al.*, 1993; Pérez e Romero, 1994] indicano che le dinamiche di crescita delle fanerogame marine negli ambienti di transizione, ed in particolare nelle lagune del nord Adriatico, appaiono più accentuate che in mare. La causa di questo può essere ricercata nella maggiore disponibilità di nutrienti, nella minore profondità dei fondali e negli effetti più accentuati degli eventi meteo-climatici.

La morfologia delle aree di transizione e la minore inerzia del corpo idrico dovuta alla ridotta profondità rendono questi ambienti sia più soggetti alle variazioni di temperatura e della radiazioni solari sia più esposti ad eventi meteo-marini (venti, correnti) che possono ripercuotersi, anche con dinamiche molto rapide, sulla componente biologica (es. forti venti di bora o di scirocco possono indurre una riduzione della densità o una modifica della fisionomia delle praterie e dell'apparato fogliare, variando, di conseguenza, anche l'epifitismo).

Oltre ai fattori di natura antropica, tra le principali cause della scomparsa repentina delle fanerogame marine sono ampiamente riportati a) gli **eventi meteo-marini** tipo "storm" che movimentando i sedimenti determinano variazioni dei fondali, scalzamento e processi di sedimentazione e b) le **elevate temperature estive** che coinvolgono soprattutto le specie più sensibili, *Zostera marina* e *Nanozostera noltii* [van der Graaf *et al.*, 2009; Cardoso *et al.*, 2008; Dolch e Reise, 2009]. Quest'ultima ne può risentire in modo particolare in quanto colonizza anche i substrati che emergono durante le basse maree.

Considerando quanto detto, in questo paragrafo viene esaminato l'andamento annuale di tre fattori meteorologici che possono incidere sulle dinamiche delle fanerogame marine: 1) la **temperatura dell'acqua**, poiché vivono immerse, 2) la **temperatura dell'aria**, perché in alcuni siti durante le basse maree si verificano, per talune specie, parziali e momentanee emersioni, 3) la **radiazione solare**, dal momento che queste piante acquatiche svolgono i processi fotosintetici.

I dati orari o giornalieri rilevati dal 2003 al 2013 dalla strumentazione disponibile di anno in anno per i parametri radiazione solare (ARPAV), temperatura acqua (Punta Salute - Comune Venezia, dati centro maree) e aria (sonda Meda bocca di Malamocco, stazione Malamocco Laguna di MAV-CVN) sono stati riorganizzati per medie mensili per confrontarne i trend annuali (figura 3.14). Per una migliore comprensione dei dati nei grafici, a partire dal monitoraggio del 2012 i dati sono esplicitati come valori medi mensili del 2003 (*ante operam*), del periodo 2004-2011 (periodo che comprende gli anni del monitoraggio alle opere) e dei monitoraggi del 2012 e 2013.

Per una valutazione di questi dati e per gli effetti che si possono avere sulle dinamiche delle fanerogame marine rispetto allo studio di riferimento B.6.78/I è opportuno ricordare che, considerando gli ultimi 30 anni, il 2002 è stato uno degli anni con maggiori precipitazioni e il 2003, anno dello studio *ante operam*, uno dei più caldi in assoluto [MAG. ACQUE - SELC, 2005d] non solo a livello locale, ma anche a livello europeo, con effetti sulla distribuzione delle fanerogame marine segnalati in lavori del Mar Baltico, dell'Olanda e del Portogallo [Reusch *et al.*, 2005;

Cardoso *et al.*, 2008, van der Graaf *et al.*, 2009].

In riferimento al 2013, nei mesi invernali la **temperatura dell'aria** è risultata la più bassa in assoluto: in marzo (-1,1 °C rispetto alla media 2004-2011 e -3,3 °C alla media del 2012), in maggio (-3,3 °C rispetto al 2003 e -1,6 °C rispetto alla media 2004-2011) e in giugno (-1,1 °C rispetto alla media 2004-2011 e -1,4 °C alla media del 2012). Tra luglio e settembre i valori delle temperature si allineano a quelli dei precedenti anni mentre tra ottobre e dicembre si pongono su livelli di poco superiori (0,5-2,2 °C rispetto alla media 2004-2011 alla media del 2012). Da quanto osservato in campo, i valori lievemente inferiori del periodo primaverile-estivo non hanno però avuto effetti negativi sulla fenologia delle praterie; al pari, anche le temperature lievemente superiori dei mesi autunnali-invernali, quando le piante si avviano o sono già nella fase di pausa vegetativa, non hanno provocato dinamiche anomale nello sviluppo delle praterie. Nei mesi estivi, i valori della temperatura sono risultati paragonabili a quelli del periodo 2004-2011 e del 2012. In conclusione, le verifiche dirette e i dati raccolti non hanno evidenziato, anche per le specie più sensibili (*Zostera marina* e *Nanozostera noltii*) scostamenti significativi dai valori caratteristici. Non è da escludere, però, che i valori non in linea con quelli di riferimento registrati per gli epibionti, in alcune stazioni in primavera, a Malamocco e a Chioggia, possano, almeno in parte, essere collegati alle minori temperature rilevate.

Per la **temperatura dell'acqua**, valori inferiori alle medie si sono avuti solamente in giugno (-1,2 °C e -2,9 °C rispettivamente rispetto al 2012 e al 2003), in agosto (-1,8 °C e -2,7 °C rispettivamente rispetto al 2012 e al 2003) e in dicembre (-2,1 °C rispetto alla media 2004-2011). I rimanenti valori medi mensili dell'anno rientrano nei range di quelli misurati nei precedenti monitoraggi. In relazione a questo parametro, invece, sono stati valutati i possibili effetti delle temperature di agosto sulle praterie di *Z. marina* e *N. noltii*. Le verifiche in campo e i dati della fenologia non hanno però evidenziato scostamenti degni di segnalazione.

La **radiazione solare** ha evidenziato valori inferiori ai trend tipici nei mesi di marzo, maggio e ottobre e un solo valore superiore in giugno, mentre nei rimanenti mesi i valori sono risultati paragonabili a quelli dei precedenti anni. Come si rileva dal grafico, i valori inferiori della radiazione di maggio sono stati poi compensati da quelli più elevati del mese di giugno e, in parte, di luglio. Considerando l'andamento annuale della radiazione solare del 2013, in relazione alle altre medie riportate, i controlli in campo dell'ultima campagna non hanno evidenziato evidenti variazioni sulla fenologia, anche per le due specie più sensibili all'aumento della radiazione (*Z. marina* e *N. noltii*).

I dati dei parametri meteo-climatici relativi al 2013, analizzati sia in riferimento allo stato *ante operam* (2003) sia al periodo di monitoraggio 2004-2011 e al 2012, hanno evidenziato in taluni periodi dell'anno valori esterni ai range (temperature e radiazione solare di poco inferiori in taluni mesi dell'inizio dell'anno, in primavera). Nessun effetto evidente è stato però riscontrato sulle praterie a fanerogame marine e sulla sua fenologia; per quanto riguarda gli epibionti delle lamine, visti i valori non in linea con quelli di riferimento registrati, in taluni casi, a Malamocco e a Chioggia in primavera, non è da escludere che possano averne alterato momentaneamente le dinamiche di sviluppo (paragrafi 3.1.2-3.1.4; figura 4.1).

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

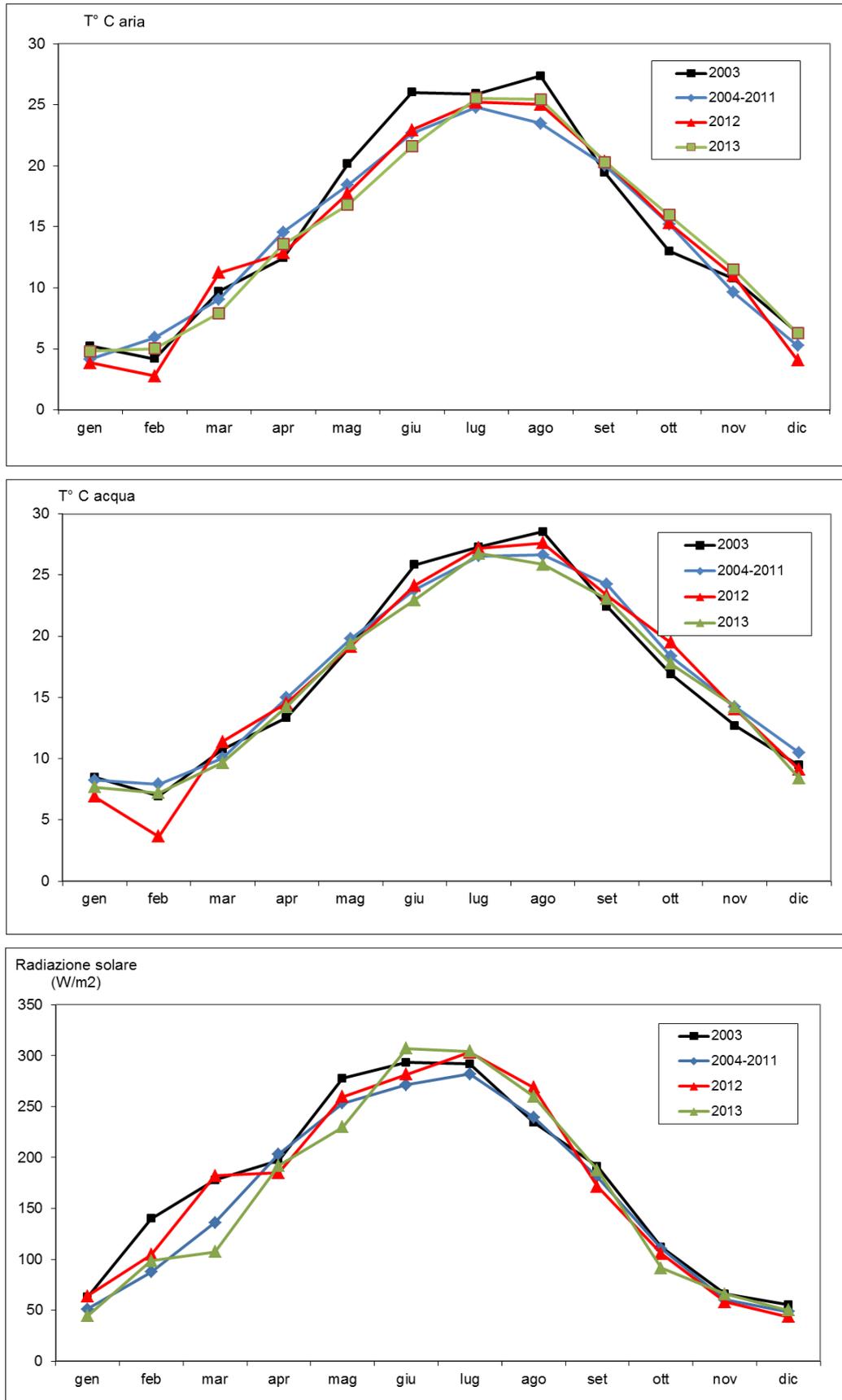


Figura 3.14 – Valori medi mensili di alcuni parametri meteo-climatici (temperatura acqua, temperatura aria e radiazione solare). Le medie del 2003, del periodo 2004-2011 e del 2012 sono confrontate con quelle del 2013.

3.3 Rilievi di dettaglio in praterie particolarmente esposte agli interventi di cantiere

3.3.1 Quadro generale del rilievo di dettaglio e obiettivi

A partire dallo Studio B.6.72 B/4 del 2008 nel piano di monitoraggio sono stati inseriti rilievi di dettaglio in praterie della bocca di porto di Lido potenzialmente esposte a possibili effetti degli interventi di cantiere per la realizzazione delle opere mobili e di altre opere accessorie. In particolare, sono state considerate due aree: una situata ai margini del Bacan, nei pressi dell'isola in realizzazione (ora ultimata) ed una nel tratto di mare antistante la parte terminale della pista dell'aeroporto Nicelli.

La presenza di praterie a fanerogame marine nelle bocche di porto è stata citata in passato in letteratura senza però riportare specifici dettagli geografici [Benacchio, 1938; Bèguinot, 1913 e 1941; Vatova, 1949; Pignatti, 1953 e 1966; Simonetti, 1966 e 1973]. I primi dati dai quali si possono desumere le aree di estensione delle praterie derivano da immagini fotografiche risalenti agli anni 50. Negli anni seguenti le bocche di porto e le aree immediatamente retrostanti sono state oggetto di: a) interventi strutturali alle bocche stesse o ai moli foranei e b) modifiche o scavo di nuovi canali che hanno variato l'assetto idrodinamico dell'area.

Il ruolo di raccordo e stabilizzazione che le praterie hanno tra il bassofondo e il margine del canale sino ad una profondità di 3-4 m conferisce loro la fondamentale funzione di stabilizzazione del piano sedimentario e di contrasto dei processi erosivi. Ne è un esempio l'ampia area del Bacan di Lido, che rappresenta il primo fondale con fanerogame che si incontra all'interno della bocca, dove si hanno batimetrie che decrescono da circa + 0,3 m a -3/4 m. Le praterie a fanerogame, e in particolare quelle a *Cymodocea nodosa*, esplicano importanti ruoli di:

- difesa fisica dei fondali dai flussi mareali in entrata dalla bocca;
- protezione e nursery per gli organismi zoobentonici che vivono nei sedimenti e per la fauna ittica che l'attraversa.

Nella bocca di porto di Lido sono state individuate due aree con praterie a fanerogame di pregio di particolare interesse "funzionale" e "storico", in prossimità delle quali, oltre alle opere direttamente connesse alle dighe mobili, sono stati eseguiti interventi di ripristino della funzionalità di infrastrutture o di canali già in parte esistenti (figura 3.15).

Una prima area di particolare interesse è posta a nord-ovest dell'isola nuova, realizzata per dare supporto alle due serie di paratoie mobili, e nelle cui vicinanze sono stati eseguiti, tra il 2008 e il 2009, interventi di approfondimento e riprofilatura del canale di by-pass retrostante l'isola (figura 3.16). Tale canale, adibito alla navigazione di imbarcazioni piccole e medie, ma anche delle motonavi del servizio di linea, in alcuni tratti lambisce il margine di una prateria sommersa a *Cymodocea nodosa*, posta ad una quota di 1,5-3,5 m.

L'interesse per quest'area deriva dal fatto che la realizzazione dell'isola ed il ripristino della funzionalità piena del canale possono indurre nel tempo modifiche sulla parte più estrema del basso fondale e delle praterie poste sul fondale del Bacan, alterando nel tempo la conformazione, le quote batimetriche e i limiti della stessa prateria. L'attenzione per questa prateria è dovuta sia alla particolare esposizione attuale ai possibili impatti, sia alla sua superficie, stimabile dalle immagini fotografiche degli anni 50 in circa 60 ha e nell'ultimo decennio in 15-20 ha. Si tratta quindi di una prateria che nel tempo ha subito una riduzione e frammentazione, per la quale è pertanto richiesta una particolare sorveglianza, dal momento che il nuovo assetto della bocca di porto può indurre variazioni idrodinamiche e dei processi di sedimentazione/erosione.

Una seconda prateria di interesse per il ruolo che svolge è situata parallelamente alla diga sud di Lido in corrispondenza della parte terminale della pista dell'aeroporto Nicelli (figura 3.17). Sino a 10-15 anni fa la prateria era costituita da *Cymodocea nodosa* con coperture pure o miste (con *Zostera*

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

marina). Attualmente, la prateria è costituita prevalentemente da *Cymodocea nodosa* con tratti minori a *Zostera marina* o *Nanostera noltii*. Essendo una prateria posta su un battente di 2-4 m, le immagini fotografiche del rilievo degli anni 50 (ma spesso anche quelle più recenti) non permettono di definire chiaramente il limite e l'estensione complessiva. I primi riscontri che ci permettono di definirne con certezza i limiti e l'estensione (13,0 ha) sono quelli del 2003, relativi alla mappatura dello studio *ante operam* alle tre bocche di porto (quando sono stati condotti rilievi anche in immersione con operatori dotati di attrezzatura ARA).

Negli anni successivi, la parte della prateria che dal molo foraneo sud si estende verso il mare in direzione sud-est si è progressivamente ridotta, poiché sovrapposta ad opere fisse o a infrastrutture accessorie (es. piarda del cantiere di S. Nicolò, scavo di canali per i mezzi che operano nell'area). Il tratto di prateria che si estende dalla piarda verso l'interno della laguna, non essendo oggetto di specifiche opere ma solo del passaggio di imbarcazioni, perché parzialmente area di cantiere, è rimasto sostanzialmente stabile negli ultimi anni, con coperture di 9,2 ha. Questa prateria svolge un importante ruolo di stabilizzazione dei fondali, soprattutto su quelli al margine del canale. In alcuni tratti, il margine della prateria è prossimo o coincidente con il cambio di pendenza del fondale con il canale. Non va poi trascurato il ruolo ecologico della prateria a *Cymodocea nodosa* che, in combinazione con i massi del molo foraneo, costituisce un ambiente di pregio e di elevata valenza trofica, non solo per la componente bentonica, ma anche per la fauna ittica.

Tra il 2008 e 2009, un tratto di circa 400 m del margine del muro e della spalla della diga sud (dove, al piede, inizia la prateria) è stato oggetto di un intervento di riprofilatura e risanamento a partire dall'attuale piarda del cantiere di S. Nicolò, sino ai dossi alberati in corrispondenza dell'insenatura posta a livello della meda luminosa. Gli interventi hanno interessato in parte anche un'area della prateria a *Cymodocea nodosa*, che dal piede della diga si estende verso il margine del canale, per una lunghezza di circa 400 m ed un'estensione di 20-30 m. I controlli sono stati attivati ritenendo che, anche con gli interventi di mitigazione messi in atto durante i lavori per limitare gli effetti, la prateria potesse ugualmente risentire nelle fasi di lavorazione.

Incontri tecnici con la Direzione Lavori condotti nel 2009, prima dell'avvio dei lavori, hanno permesso la stesura di un documento di "misure di attenzione da adottare durante i lavori nei confronti della prateria di fanerogame marine" (per i dettagli tecnici si rimanda al Rapporto Finale B.6.72 B/4).

Il presente paragrafo rende quindi conto dello stato delle due praterie anche attraverso un'analisi storica recente delle variazioni subite. Per condurre questa attività sono stati eseguiti:

- rilievi di dettaglio in immersione con autorespiratore con assunzione di *markers*, lungo il margine della prateria nei tratti di possibile impatto;
- rilievi lungo transetti diretti dal margine della prateria nel bordo canale sino al bassofondo interno (Bacan) o la diga in ripristino (Nicelli);
- analisi di immagini fotografiche.

Nella figura 3.18 sono riportati i transetti lungo i quali sono state eseguite specifiche misure sulle praterie.

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

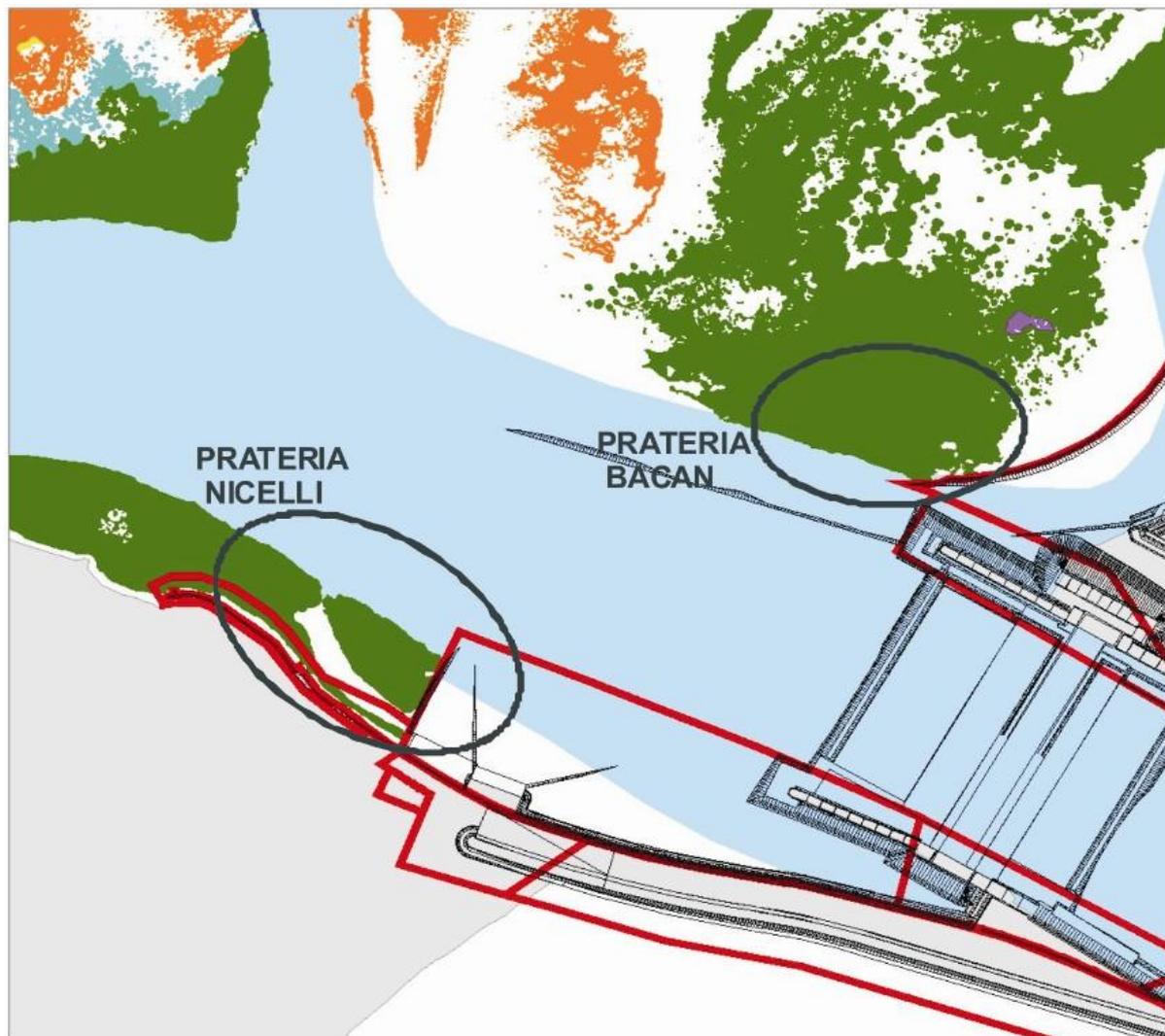


Figura 3.15 - Praterie della bocca di porto di Lido oggetto di un rilievo di dettaglio.



Figura 3.16 - Rilievi fotografici della prateria a *Cymodocea nodosa* situata nel bassofondo del Bacan.

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



Figura 3.17 - Rilievi fotografici della spalla della diga sud ai margini dell'aeroporto Nicelli.

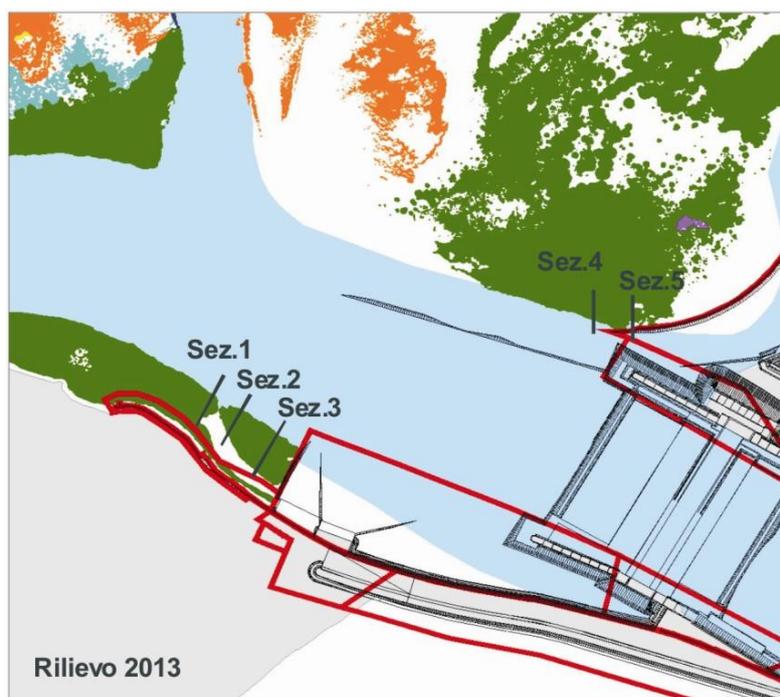


Figura 3.18 - Transetti lungo i quali sono stati eseguiti in immersione specifici controlli delle due praterie.

3.3.2 La prateria a *Cymodocea nodosa* situata sul bassofondo del Bacan

L'esame storico della prateria situata nella punta estrema del basso fondale del Bacan, basato su immagini fotografiche e mappature, ha evidenziato, a partire dagli anni 50, una regressione dell'estensione che sembrerebbe dovuta principalmente a dinamismi naturali presenti nella bocca di porto, poiché non è nota l'esecuzione di interventi diretti che abbiano interessato la morfologia dell'area.

L'esame delle immagini fotografiche, dagli anni 50 ad oggi, ha rilevato una sensibile riduzione della prateria e un progressivo arretramento del margine rivolto verso la bocca di porto (figura 3.19). Dagli anni 50 al 2003, anno del rilievo *ante operam*, l'estensione della prateria in oggetto è variata da circa 60 ha a circa 15-20 ha.

Negli anni successivi le immagini fotografiche ed i rilievi in campo eseguiti nei monitoraggi B.6.72 (B/1-B/8), pur non rilevando più mutamenti a livello di macro-scala, hanno evidenziato però dinamiche di medio-piccola scala nella prateria, sia nei settori più periferici verso i margini del canale, sia verso i bassofondi e nelle aree retrostanti la nuova isola in realizzazione.

Un raffronto tra gli anni 2003-2013, mirato a caratterizzare i dinamismi del margine della prateria esposta a possibili impatti delle opere in realizzazione, indica un trend non uniforme.

L'evoluzione del limite della prateria nel tratto retrostante e protetto idrodinamicamente dalla nuova isola, come nei precedenti anni, può essere ripartito e descritto nella sua evoluzione in tre tratti A, B e C, come riportato nella figura 3.20:

- nel settore A, il margine della prateria appare meno definito negli anni, con arretramenti e avanzamenti rispetto al riferimento del 2003; dal 2010 al presente monitoraggio di controllo, il limite della prateria evidenzia invece una ragionevole stabilità, con variazioni di pochi metri tra gli anni;
- nel tratto B della prateria relativa alla parte più esposta al canale e prossima all'isola, il limite è molto simile a quello del precedente anno e si caratterizza per una marcata sinuosità, anfratti e chiazze prive di vegetazione. Dall'immagine appare evidente che il maggior arretramento si è verificato tra il 2003 e il 2006, con variazioni minori negli anni successivi;
- nel tratto C la prateria risulta paragonabile a quella del precedente anno (2012) mostrando stabilità o lievi espansioni, stimabili in 1-2 m, che si possono cogliere sia sul margine continuo della prateria che si addentra nel bassofondo in direzione nord, sia nelle patches situate a nord-est della prateria principale. Rispetto al periodo 2003-2008 appare evidente una marcata espansione della prateria verso est.

L'espansione osservata negli ultimi anni del margine est della prateria a *Cymodocea nodosa* è confermata anche nel 2013, ma è più contenuta rispetto al 2012 (qualche metro); nel confronto 2003-2013 appare invece netto l'incremento della prateria a *Cymodocea nodosa* (+26 ha) e di quella a *Nanozostera noltii* (+6 ha) nel settore più a nord del Bacan. Sempre in questo settore retrostante la nuova isola, si conferma la presenza di patches a *Zostera marina* di 3-10 m in diametro, specie che si diffonde soprattutto mediante semi. La deposizione di questi ultimi è ipotizzabile sia stata favorita, nell'area in oggetto, da una riduzione del regime idrodinamico.

Il limite della prateria che si estende lungo il margine del canale dove la profondità è maggiore (circa 3 m) è stato percorso in immersione per circa 400-500 m, verificandone lo stato ed eventuali segnali di scalzamento, peraltro rari. Altre misure e verifiche dello delle praterie (copertura e densità) sono state eseguite anche lungo due transetti che si addentrano perpendicolarmente alla prateria per un centinaio di metri (figura 3.22). I rilievi in immersione e le verifiche visive non hanno evidenziato situazioni anomale.

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

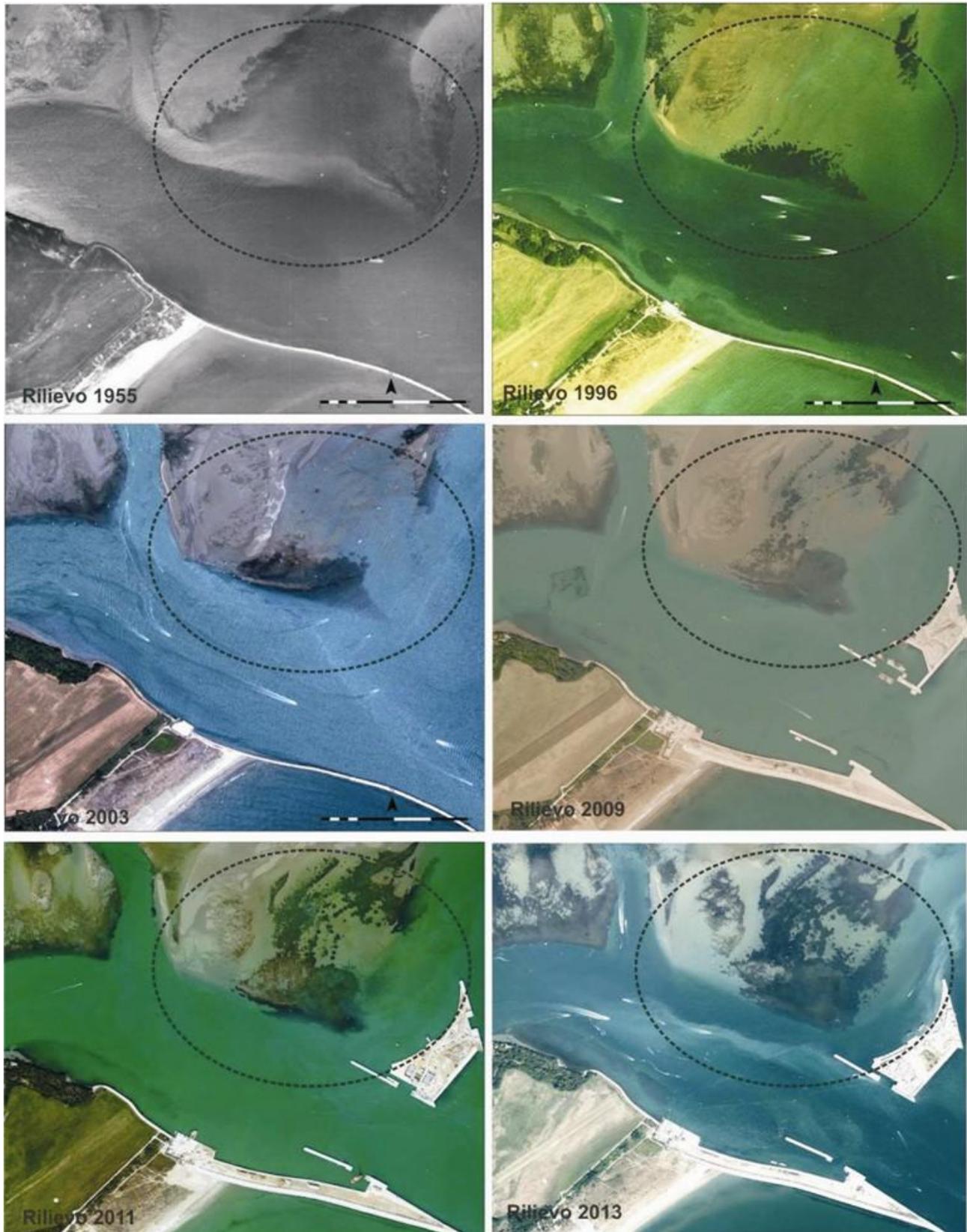


Figura 3.19 - Rilievo fotografico della prateria del Bacan tra il 1955 e 2013. La linea tratteggiata delimita l'area oggetto di indagine.

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

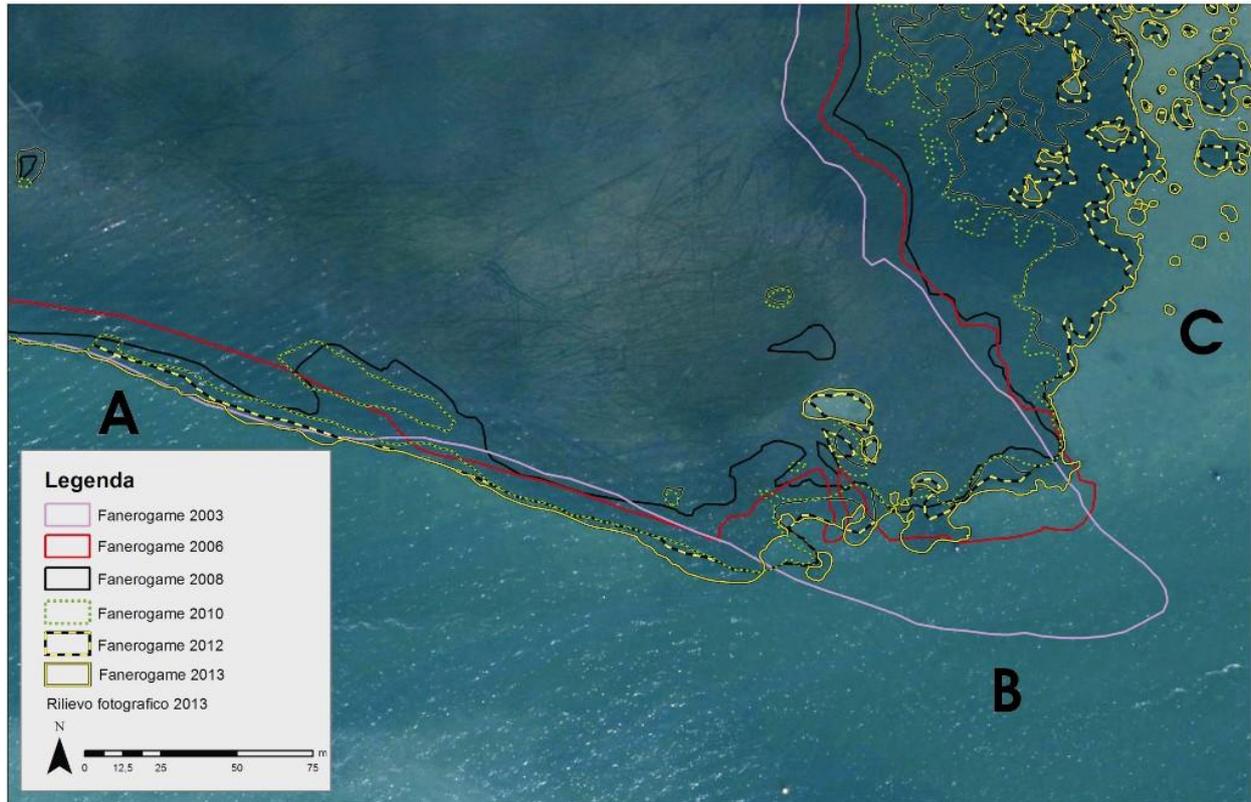


Figura 3.20 – Dettaglio dei margini della prateria del Bacan tra gli anni 2005 e 2013 in un tratto ritenuto esposto ai possibili impatti delle opere. I limiti degli anni 2003-2007 fanno riferimento ad immagini fotografiche mentre quelli del 2008-2013 ad una combinazione di immagini fotografiche e di markers rilevati in immersione con attrezzatura ARA lungo il margine.

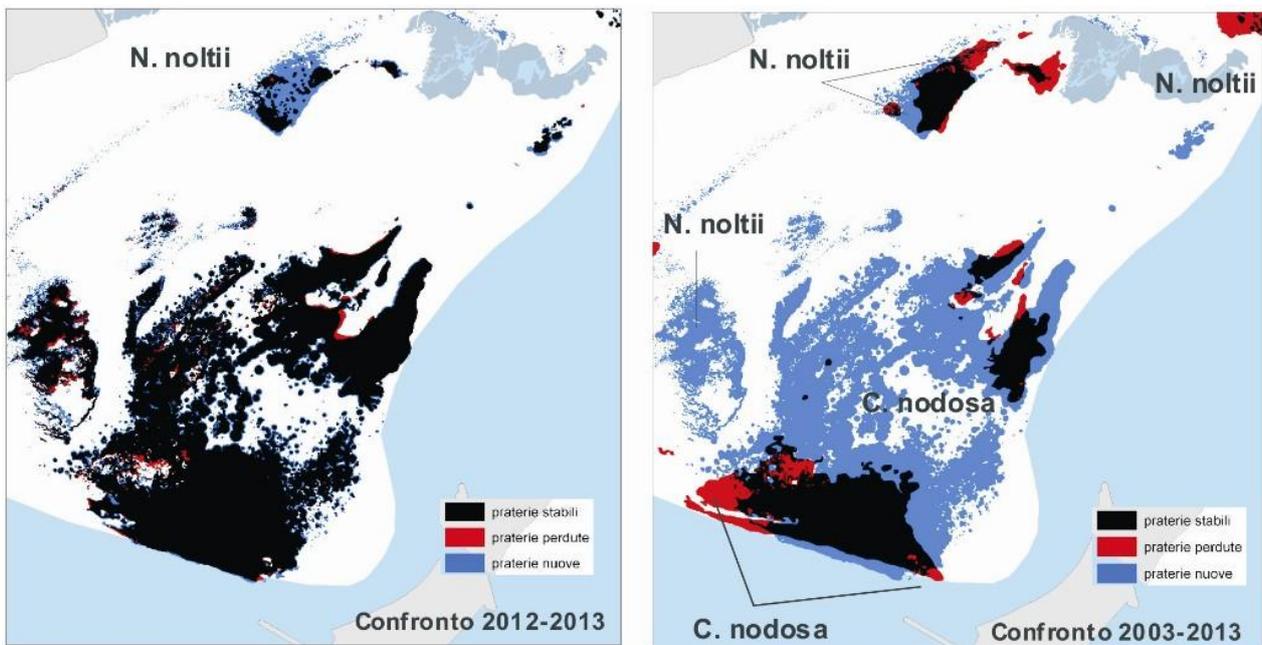


Figura 3.21 – Variazioni delle coperture a fanerogame marine avvenute tra il 2012-2013 e tra il 2003-2013.

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

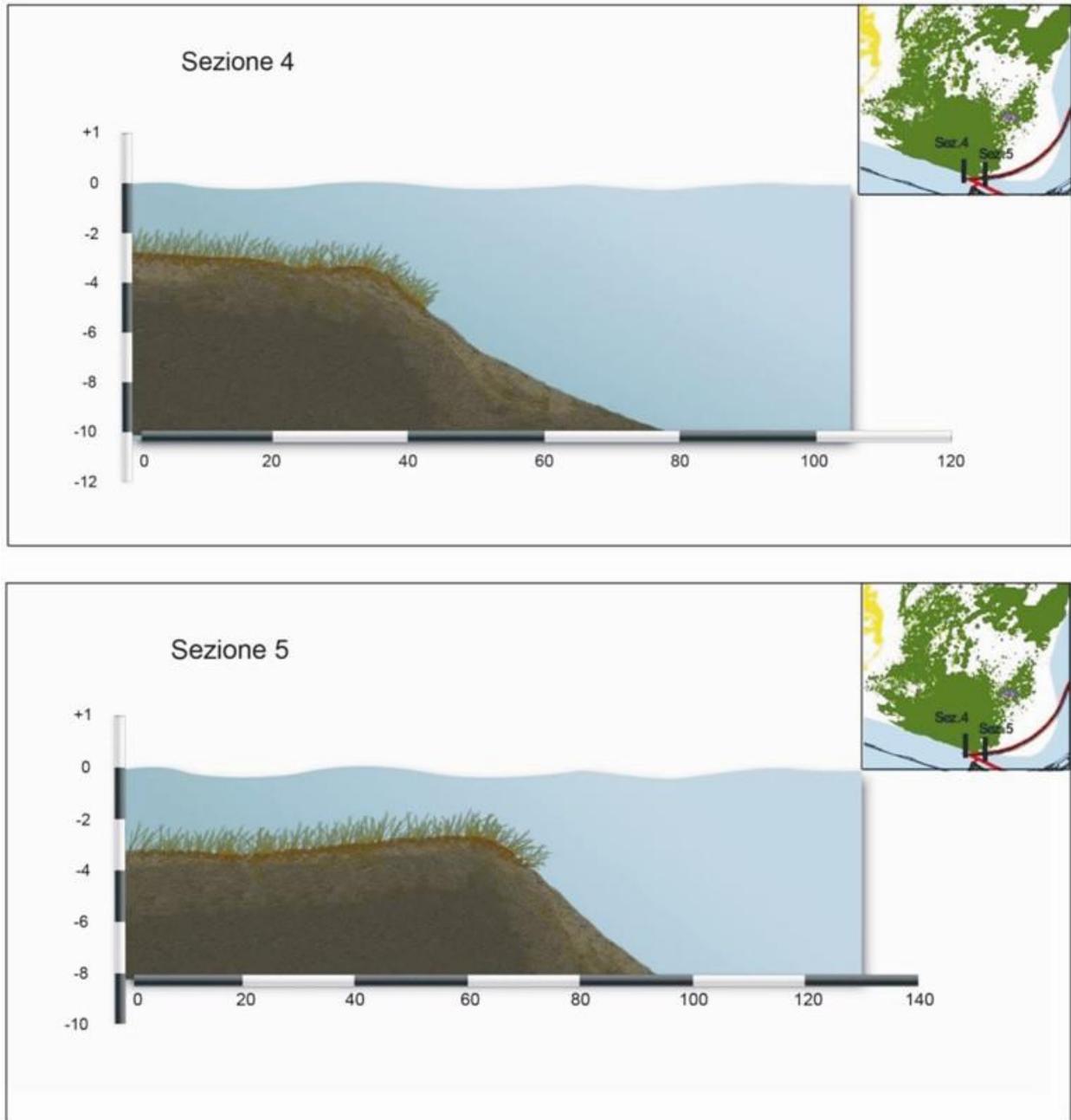


Figura 3.22 – Schema semplificato della tipologia del limite delle praterie lungo due transetti. Per la realizzazione del profilo si è fatto riferimento ai più recenti dati batimetrici multibeam del 2001 e rilievi in campo con profondimetro.

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

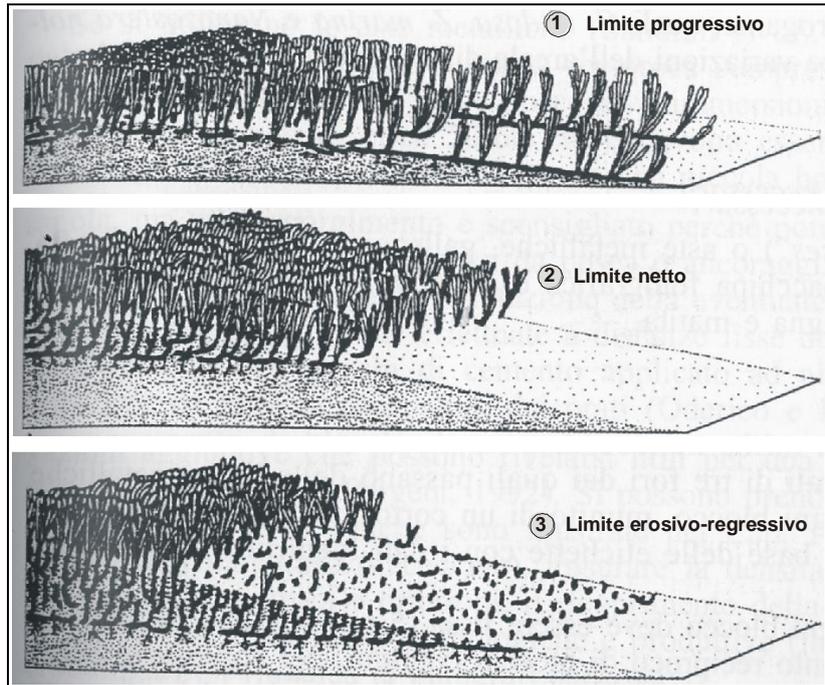


Figura 3.23 – Schema semplificato delle tipologie del limite delle praterie mutuato da Pergent *et al.* [1995] per *Posidonia oceanica*.

L'assenza di evidenti tipologie "erosivo-regressive" per le fanerogame in questo tratto di prateria protetto dalla nuova isola è in accordo con le valutazioni cartografiche e con i tracciati GPS rilevati dagli operatori in immersione. Solo in pochi punti al margine del canale, ma privi di fanerogame, sono state osservate situazioni erosive che hanno messo a nudo strati di sedimento prima coperti da sabbia (figura 3.24).



Figura 3.24 – Aree al margine del canale, prive di fanerogame, dove eventi erosivi hanno messo a nudo strati di sedimento prima coperti da sabbia.

Il limite della prateria nei tratti A e in parte B spesso coincidono con il cambio di pendenza che, da profondità di 2-3 m e inclinazione minima, si approfondisce rapidamente con inclinazioni di 30-45° nel bordo canale.

Dove le pendenze non sono elevate e non si innescano processi erosivi, si notano margini progressivi nella prateria, con rizomi che si protendono per oltre 1 m; al contrario, dove le

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

pendenze si fanno elevate (circa 40-45°) e la forza della corrente è sostenuta per l'effetto del canale, i rizomi si prolungano solamente di 30-50 cm verso il bordo inclinato (figura 3.25) per la mancanza di presupposti fisici allo sviluppo di queste rizofite.



Figura 3.25 - Esempi di rizomi che si protendono verso il margine inclinato del canale (in alto) e nei settori meno inclinati al margine del canale (al centro). Nelle due immagini in basso si vedono il mollusco *Pinna nobilis* e il cavalluccio di mare *Hippocampus*.

Su pendenze del fondale quasi nulle, il margine della prateria si interrompe su quote di 3,5-4,0 m, mentre, quando giunge sino al bordo del canale e poi aumenta la pendenza, il margine della prateria si interrompe rapidamente, indipendentemente dalla quota batimetrica.

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

Da quanto osservato nei rilievi in immersione, i tre fattori principali che regolano la presenza di *Cymodocea nodosa* sul margine del canale sembrano essere la profondità, l'inclinazione del pendio e la velocità della corrente.

Anche nel 2013 è confermata la presenza, nelle zone di margine della prateria, del mollusco *Pinna nobilis*, specie iscritta nell'elenco delle specie protette [allegato IV dir. 92/43 CEE, 1992; Convenzione Barcellona, protocollo SPA/BIO, 1995; Red List IUCN]. Sono stati inoltre osservati, tra le lamine fogliari, alcuni esemplari del cavalluccio di mare *Hippocampus*. Nello specifico il genere *Hippocampus* è riportato negli allegati II della Convenzione di Barcellona - ASPIM e della Convenzione di Berna e anche nell'annesso II del protocollo RAC/SPA delle specie in pericolo o minacciate.

Nei due transetti che si addentrano nella prateria, le coperture sono sempre risultate monospecifiche a *Cymodocea nodosa*, di grado elevato (classe 4, 100%) e con densità variabili in relazione alla profondità del fondale. In accordo con i dati dei precedenti anni, le densità maggiori si hanno nei siti superficiali (per compensare la minore dimensione della foglia), mentre quelle minori si hanno verso il margine della prateria, dove il ciuffo può, infatti, raggiungere maggiori lunghezze. Tale fenomeno è naturale e correlato alla maggiore radiazione luminosa di cui le piante possono disporre a minori profondità [Thom *et al.*, 2011].

Degno di specifici controlli è apparso, in questi ultimi anni, un tratto di prateria non riparato idrodinamicamente dal cono di protezione creato della nuova isola. Tale tratto di prateria è posto ai margini del Canale di San Nicolò sul basso fondale sabbioso del Bacan su profondità limitate, quasi emergenti in bassa marea (figura 3.26, area identificata dalla freccia). Nei controlli del 2011 erano stati osservati i primi fenomeni erosivi, poi confermati in modo ancora più evidente nel 2012 da marcati arretramenti. Si tratta infatti di una porzione di prateria non più riparata idrodinamicamente dalla nuova isola e quindi ragionevolmente esposta ai flussi della marea entrante. I margini di questa prateria avevano evidenziato segnali di scalzamento dei rizomi che in alcuni tratti risultavano non correttamente inseriti nel sedimento e spesso fluttuanti nell'acqua. In alcuni punti del margine il fondale risultava anche privo della tipica sabbia, mettendo a nudo livelli di sedimento più compatti e resistenti all'erosione rispetto al contesto generale (figura 3.27). La perdita di areali a *Cymodocea* in questo tratto di prateria appare evidente nel confronto tra il 2013 e il 2003 (figura 3.21). Come si nota anche dalla figura 3.26, le verifiche del 2013 non hanno mostrato ulteriori arretramenti dei margini, che risultano sostanzialmente assestati sui limiti del 2012. Nelle verifiche eseguite nelle aree di prateria retrostante tale tratto, lo stato generale del manto vegetale è apparso nella norma per quanto attiene la densità e le condizioni generali dei ciuffi fogliari.

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

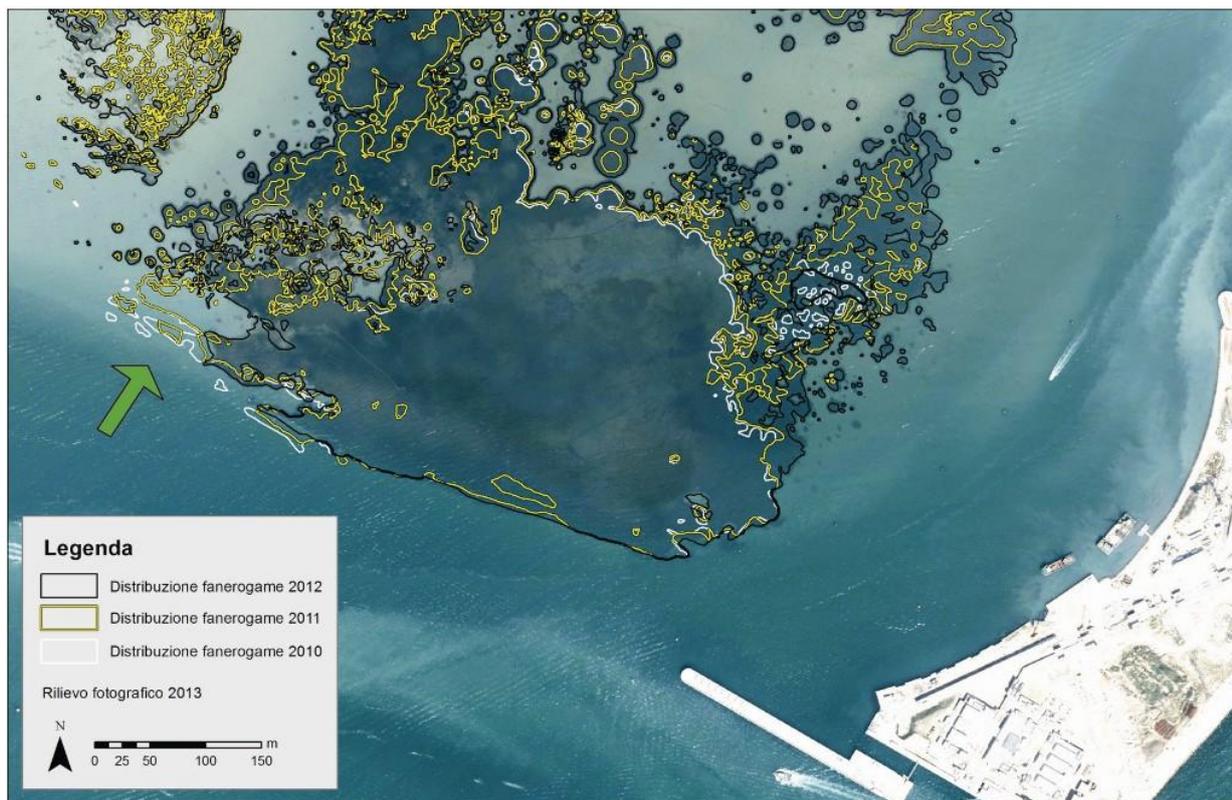


Figura 3.26 – Dettaglio della prateria in esame nel tratto più a ovest, dove abbandona il margine del canale e si addentra nel bassofondo del Bacan (la freccia indica il tratto di prateria non riparato idrodinamicamente dal cono di protezione creato dalla nuova isola).

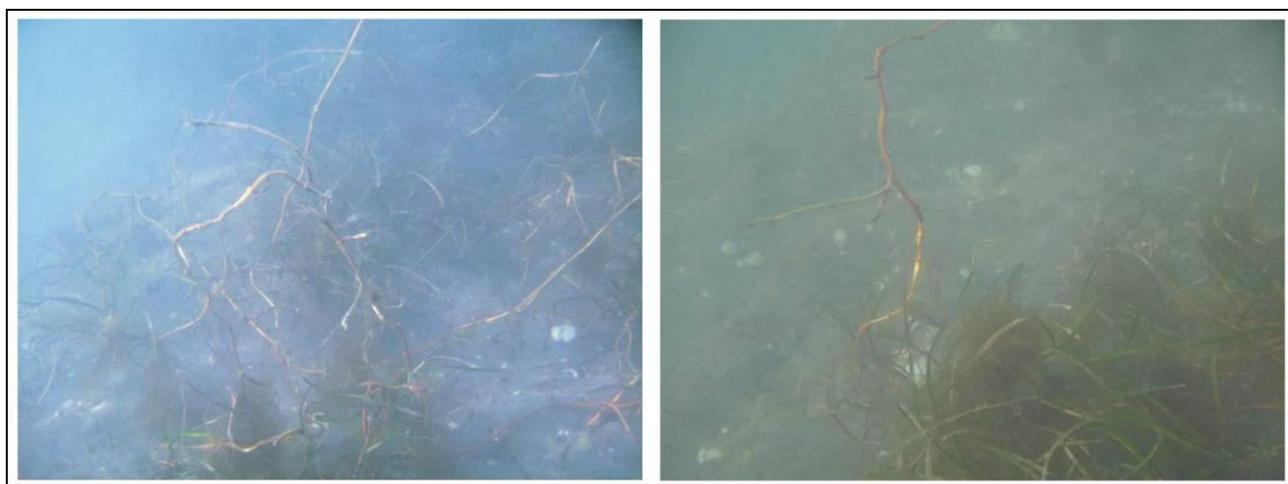


Figura 3.27 – Esempi di fenomeni erosivi al margine della prateria con rizomi esterni al sedimento.

3.3.3 La prateria a *Cymodocea nodosa* adiacente alla diga sud Aeroporto Nicelli

L'intervento di riprofilatura e di risanamento del margine a laguna dell'Aeroporto Nicelli, avvenuto nel corso del biennio 2009-2010, ha riguardato il muro che decorre approssimativamente dall'attuale piarda del cantiere di S. Nicolò fino ai dossi alberati in corrispondenza dell'insenatura a livello della meda luminosa. L'intervento ha interessato anche il ripristino dell'adiacente scogliera che si trovava in condizioni di elevato degrado (massi spesso crollati ai piedi della diga) (figura 3.28).

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

Dal piede di questa scogliera sino ad una distanza di 100-120 m, su fondali francamente sabbiosi profondi tra 1 e 4/5 metri, si estende una prateria a fanerogame marine, in prevalenza a *Cymodocea nodosa*.



Figura 3.28 - Immagini della diga sud di Lido e del retrostante vecchio muro.

Non essendo disponibili immagini fotografiche che definiscono chiaramente i limiti della prateria negli anni 50-60, la prima definizione certa risale al rilievo *ante operam* del 2003, quando sono stati esaminati i fondali delle tre bocche di porto, sino a profondità massime di 4/5 m o al margine del canale. Dal rilievo del 2003 si desume che la prateria in oggetto aveva una superficie complessiva di circa 13 ha, estendendosi dal molo foraneo per una lunghezza di 1200-1300 m ed una larghezza di 120-130 m (figura 3.29). Con l'esecuzione dei lavori alla bocca di porto, la prateria ha progressivamente ridotto la propria estensione nei tratti coincidenti con le opere (il settore che si estende verso il mare).

Tenuto conto che i dati progettuali dell'intervento di ripristino del molo interessavano un tratto di circa 400 m di lunghezza e 25-30 m di larghezza della prateria in oggetto, dal 2008 sono stati avviati specifici controlli in immersione con attrezzatura ARA, lungo il perimetro della prateria in oggetto e lungo tre transetti (figura 3.30).

Le cartografie realizzate per il monitoraggio evidenziano come la riduzione di estensione della prateria si sia verificata principalmente tra il 2003 e il 2005 nel tratto ad est della piarda in direzione del mare aperto, a causa della realizzazione di opere fisse e del movimento dei mezzi nautici su battenti di 3-4 m. Limitate variazioni si riscontrano invece nella prateria che si estende dalla piarda verso la laguna e per la quale si segnala stabilità nell'estensione, sia nei limiti verso il canale che al margine della diga oggetto di ristrutturazione. Le variazioni del margine dell'ordine di 2-3 m che si rilevano tra un anno e l'altro, rientrano nel margine di errore del rilievo, considerando:

- come la precisa definizione del limite a mare può, solo in parte, far ricorso ad immagini fotografiche aeree, per la limitata trasparenza dell'acqua e della profondità in cui si trova la prateria (3-5 m);
- il possibile errore del sistema di rilevazione GPS-sommozzatore, legato al fatto che la strumentazione, posta in superficie e collegata al subacqueo in immersione che percorre il margine, non sempre mantiene una corretta verticalità a causa della corrente e delle onde.

I rilievi condotti dal 2008 al 2013 confermano la sostanziale stabilità, sia nell'estensione della prateria, sia nei limiti, con una copertura dell'ordine di 9,1 ha (figura 3.31).

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

La prateria oggetto di verifiche è fondamentalmente costituita da *Cymodocea nodosa* con *Zostera marina* e *Nanozostera noltii* come specie minoritarie; queste ultime non raggiungono mai coperture e distribuzioni tali da rendere la prateria mista.

I margini della prateria verso il canale variano dalla tipologia a “margine netto” a quella a “margine progressivo” (figura 3.32). In accordo con le osservazioni dei precedenti monitoraggi, la presenza di *Zostera marina* si ha nella prateria ad est o verso il margine del canale. Molto limitata è *Nanozostera noltii*, rinvenuta a spot e su quote di 3-4 m, dove è minore la competizione con *Cymodocea* che risulta più rada.

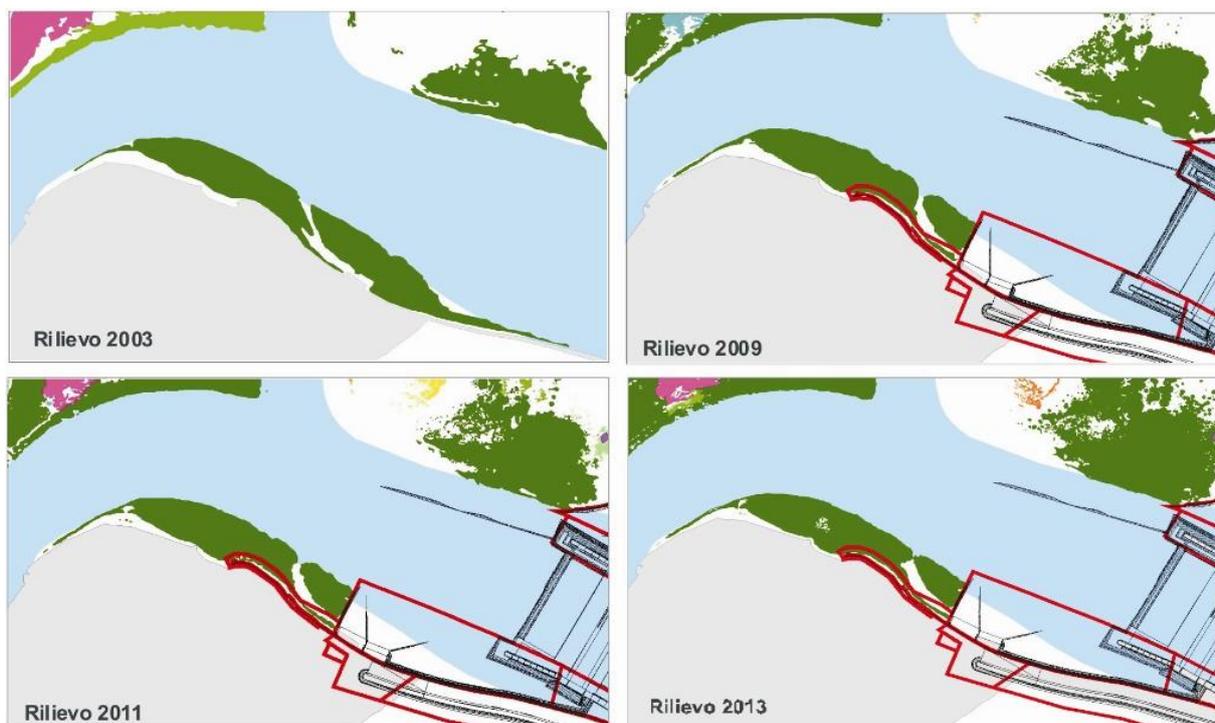


Figura 3.29 - Estensione della prateria negli anni 2003 e 2013. Dal 2008 è riportata l'impronta delle opere (in nero) e le aree in consegna alle ditte (in rosso) per la realizzazione dei lavori e movimentazione dei mezzi.



Figura 3.30 - Area oggetto della realizzazione delle opere con sovrapposte le fanerogame e i due settori nei quali, per motivi organizzativo-tecnici, i lavori di ripristino della riva sono svolti in due fasi temporali differenti.



Figura 3.31 – Dettaglio dei margini tra gli anni 2003 e 2013 del tratto della prateria ritenuto esposto ai possibili impatti per la realizzazione delle opere. I limiti degli anni 2003-2007 fanno riferimento ad immagini fotografiche mentre, quelli del 2008-2010, ad una combinazione di immagini fotografiche e di markers rilevati in immersione con attrezzatura ARA lungo il margine. L'area cerchiata si riferisce alla nota 11

Come nei precedenti anni, anche nel 2013 sono state eseguite in immersione verifiche lungo transetti perpendicolari alla diga sud, allo scopo di valutarne il grado di densità, la tipologia delle piante e il grado di copertura e la variabilità (figura 3.30). Le prospezioni subacquee a vista hanno evidenziato in tutti i transetti una copertura continua ed uniforme, con una interruzione solamente in corrispondenza di un approfondimento del fondale simile ad un canale (sezione 2 e 3 in Figura 3.18)¹¹.

La densità dei ciuffi fogliari (da 350 a 700 ciuffi/m²) e il grado di copertura (80-100%) è apparso confrontabile con quella dei precedenti anni, mentre, come specie prevalente, si conferma ancora *Cymodocea nodosa*. Le maggiori densità dei ciuffi fogliari si hanno sempre in corrispondenza dei fondali più superficiali (1,5-2,0 m) in prossimità del molo, mentre quelli minori su profondità di 4-5 m, dove anche la densità si riduce. Come nella prateria del margine del canale del Bacan, dove l'inclinazione del fondale si accentua bruscamente, la prateria termina in modo repentino in corrispondenza del cambio di pendenza e indipendentemente dalla quota; dove invece le pendenze sono più dolci, la prateria giunge sino a 4,0-4,5 m di profondità. Le verifiche in campo confermano che il fattore che regola la presenza delle fanerogame sul margine del canale non è tanto la quota batimetrica, quanto l'inclinazione del substrato e il mutato regime idrodinamico.

Le verifiche eseguite in immersione confermano quanto già osservato nei precedenti anni sul minimo o nullo impatto sulla prateria dell'intervento di ripristino della diga. Nei tratti adiacenti a

¹¹ In riferimento al parziale diradamento all'interno della prateria (cerchiato in figura 3.31), si precisa come sia dovuto ad un intervento di espianto localizzato eseguito nell'ambito del Progetto di Riqualificazione degli Habitat acquatici dei bassi fondi della Certosa, Parco Urbano dell'Isola della Certosa (si veda nota 10 nel paragrafo 3.2.3).

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

quest'ultima, interessati in modo diretto dall'intervento, la prateria a *Cymodocea nodosa* ha ricolonizzato i substrati e mantenuto integra la sua funzionalità ecosistemica, mentre i settori più distali della prateria non manifestano risentimenti.

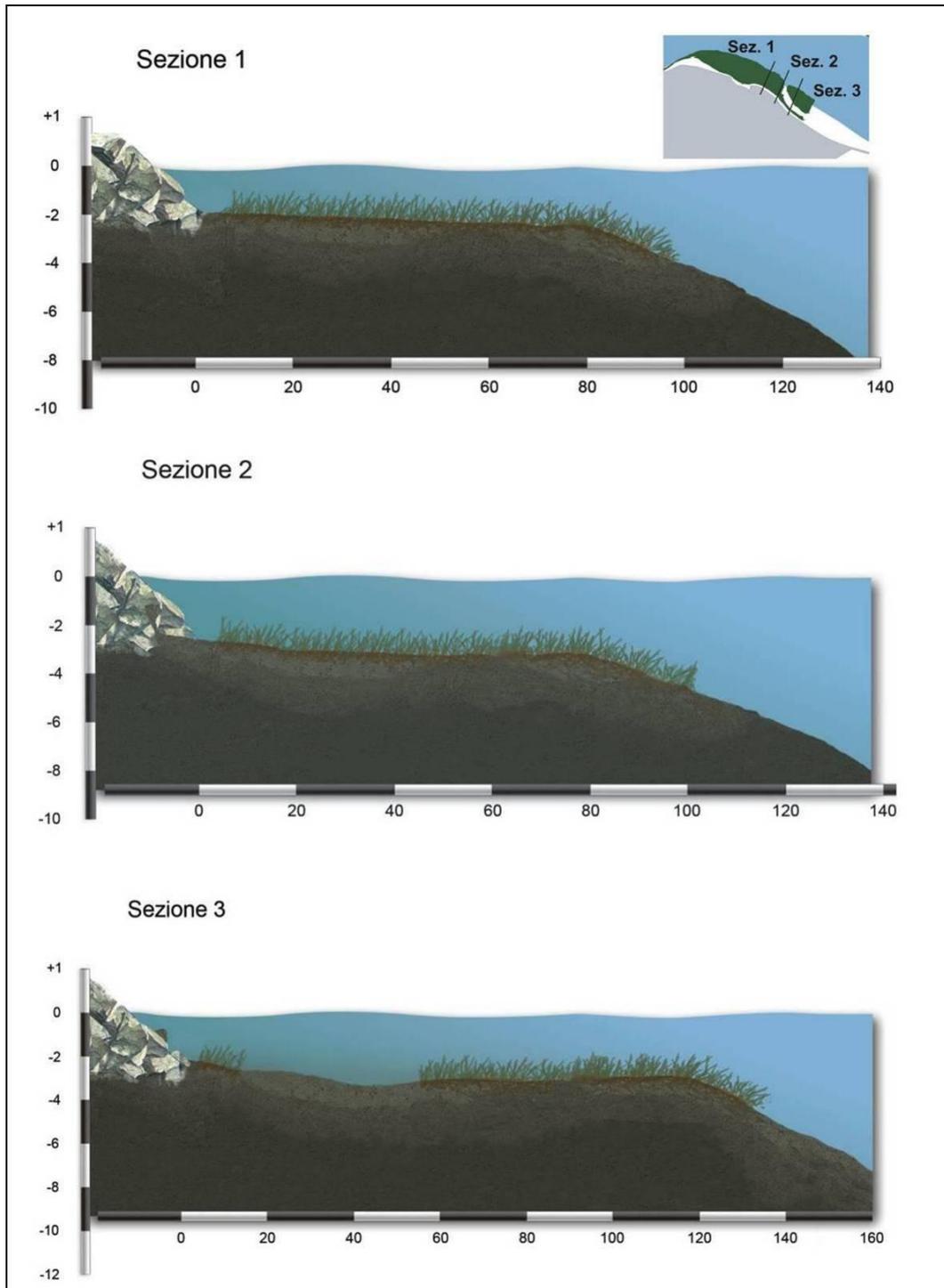


Figura 3.32 – Schema semplificato della tipologia del limite delle praterie lungo tre transetti. Per la realizzazione del profilo si è fatto riferimento ai più recenti dati batimetrici multibeam del 2001 e rilievi in campo con profondimetro del 2010.

4 CONSIDERAZIONI FINALI

L'analisi generale dei risultati delle tre **campagne di monitoraggio (primavera, estate ed autunno)** dello Studio B.6.72 B/9 (tabelle A.1, A.12 e A.22) e delle figure 4.1 e 4.2, che sintetizzano schematicamente le tendenze dei principali indicatori per ogni bocca di porto, evidenzia come la maggior parte dei valori dei parametri inerenti lo stato delle praterie a fanerogame ricada all'interno degli intervalli dello Studio di riferimento B.6.78/I del 2003-2004¹² e come ci siano situazioni di **attenzione-criticità** quasi esclusivamente in relazione ai parametri dell'epifitismo dei ciuffi fogliari, dal momento che sono stati registrati valori non in linea con quelli di riferimento a Malamocco (in primavera) e Chioggia (in primavera ed autunno).

Per le riduzioni osservate in alcuni parametri di controllo, inoltre, non sono mai stati raggiunti livelli di criticità tali da incidere sulla capacità di resilienza (soglia stimata, ad esempio, in una riduzione superiore al 50% della densità o della copertura [Moore, 2004]). Come nei precedenti monitoraggi, ci si è comunque allertati molto prima che si raggiungesse questo livello di criticità, predisponendo una soglia di attenzione pari a una riduzione del 10-20% dei principali parametri.

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

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

Per i parametri inerenti l'epifitismo delle lamine fogliari, per la biodiversità (**numero totale e/o medio di taxa**) sono stati rilevati valori medi al di sotto dei limiti degli intervalli del 2003 a Malamocco e Chioggia (in circa un terzo dei campionamenti a Malamocco e in circa la metà a Chioggia). Per l'abbondanza (**ricoprimento percentuale e/o biomassa media**), invece, sono stati registrati valori inferiori ai range solo per la biomassa (6 casi su 18 campionamenti a Lido, 1 caso su 18 campionamenti a Malamocco e 5 casi su 18 campionamenti a Chioggia, tabelle A.1, A.12 e A.22).

Per la bocca di porto di Lido, l'analisi multivariata (ANOSIM) ha rilevato la presenza di differenze statisticamente significative tra le comunità di epifite del 2003 e quelle dello studio attuale. Queste differenze sono dovute ad un calo generale del numero di taxa tra il 2003 e il 2013 e a variazioni della loro abbondanza relativa; rispetto allo stato *ante operam* aumenta, infatti, il ricoprimento medio percentuale delle macroalghe e dello zoobenthos e diminuisce quello delle diatomee bentoniche (tabella 3.1).

Per Malamocco e Chioggia, le analisi statistiche multivariate hanno confermato l'esistenza di differenze significative nell'epifitismo nelle praterie a *Cymodocea nodosa* legate, rispetto allo studio B.6.78/I, a una riduzione del numero di taxa delle macroalghe e dello zoobenthos, un aumento del ricoprimento percentuale delle macroalghe e un decremento di quello dello zoobenthos e delle diatomee bentoniche (tabella 3.1).

¹² Nel valutare se un parametro ricada o meno all'interno degli intervalli dello Studio di riferimento B.6.78/I del 2003-2004 si tiene conto sia del numero di stazioni nelle quali tale parametro risulta al di sotto dei range, sia di quanto i suoi valori siano effettivamente inferiori ai limiti attesi.

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

Analizzando la situazione dal punto di vista dei gruppi funzionali algali, rispetto allo stato *ante operam*, per tutte le bocche si nota una riduzione del numero dei taxa *erect* e *turf layer*; anche per l'abbondanza si registra un calo per questi due ultimi gruppi, contemporaneamente, però, ad un aumento del ricoprimento delle incrostanti calcaree (*encrusting layer*).

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

I risultati dell'elaborazione del modello correntometrico e sedimentologico per la bocca di porto di Lido, previsto per il 2011 e il 2012, per quella di Malamocco, previsto per il 2012 e il 2013 e per quella di Chioggia, previsto per il 2013, sostanzialmente non hanno evidenziato relazioni dirette tra le dinamiche degli epibionti e l'idrodinamismo. Dalle mappe che riportano le variazioni complessive delle velocità massime della corrente, infatti, si rileva come, all'interno delle praterie delle tre bocche, tali velocità non siano fundamentalmente mutate tra il 2003, periodo dello studio di riferimento, e i monitoraggi recenti [MAG. ACQUE - CORILA, 2012b; 2013b; 2013c; 2014b; 2014c].

In relazione all'estensione delle praterie, i rilievi hanno evidenziato nel 2013 tendenze simili nelle tre bocche.

Nella bocca di porto di Lido, l'estensione delle praterie anche quest'anno fa registrare un incremento rispetto al monitoraggio precedente (+13,8 ha) e a quello del 2011 (+28,3 ha). Nei confronti del monitoraggio *ante operam* 2003, l'aumento delle estensioni è attualmente di +41,4 ha. Analizzando gli areali delle singole specie si conferma il trend degli ultimi anni, con un regolare incremento delle coperture pure di *Cymodocea nodosa* (+6,2 ha rispetto al 2012 e +15,1 ha rispetto al 2011) e di quelle a *Nanozostera noltii* (+6,6 ha rispetto al 2012 e +12,2 ha rispetto al 2011). *Zostera marina*, specie meno diffusa nella bocca di porto, conferma la sua presenza e incrementa i suoi areali di circa 0,3-0,5 ha. Come nel precedente monitoraggio, pur con dinamismi diversi in relazione alle diverse aree della bocca, si registra un complessivo incremento dell'estensione delle praterie mentre è buono lo stato generale delle praterie. Segnali di criticità si rinvencono solamente lungo un tratto di prateria posto sul canale di S. Nicolò, soggetto a possibile erosione.

Nella bocca di porto Malamocco, le praterie sono in aumento sia rispetto al 2012 (+12,5 ha) che al 2011 (46,2 ha); anche nel confronto con il periodo *ante operam*, il bilancio è positivo, con un incremento di 257,2 ha. Analizzando le singole specie, si osserva un incremento delle praterie pure a *Cymodocea nodosa* di 17,1 ha rispetto al 2012 e di 44,3 ha rispetto al 2011 e di 262,6 ha rispetto al 2003. *Zostera marina* negli ultimi anni ha fatto registrare una continua espansione degli areali nel settore nord della bocca (Canale Malamocco-Marghera e Canale Melison). Tali incrementi appaiono ben evidenti nelle mappature (circa 30 ha) e nel confronto con gli anni passati (2012 e 2003), mentre risultano poco evidenti in termini di superficie (ettari) per l'effetto della normalizzazione del dato a causa della copertura ancora limitata (classe 1, copertura 0,5%). Le praterie a *Nanozostera noltii* sembrano sostanzialmente stabili negli ultimi anni (1,8-2,1 ha) anche perché, in quest'area, questa specie (nella varietà prevalente a "foglia corta") non trova le condizioni batimetriche e morfologiche per colonizzare i substrati e competere con le altre due specie.

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

Anche la bocca di porto Chioggia conferma il trend espansivo osservato negli ultimi tre anni, segnando un incremento di 52,9 ha rispetto al 2012 e di 75,5 ha nei confronti del 2011, mentre rispetto al 2003 l'aumento è stimato in 22,5 ha. La ricolonizzazione delle fanerogame marine in aree di concessione dismesse, già segnalata nel 2011 e 2012, soprattutto nel settore nord della bocca di porto, ha permesso quest'anno, per la prima volta, il superamento quantitativo dell'estensione delle coperture segnalate nella fase *ante operam*. Le analisi cartografiche fanno rilevare, comunque, come estesi settori della bocca di porto, soprattutto quelli centrali, siano privi di fanerogame marine perché ancora utilizzati per allevamento del *Ruditapes*.

In un bilancio complessivo delle tre bocche di porto, le dinamiche delle tre specie nel 2013 vedono un'espansione in tutte le bocche di *Cymodocea nodosa*, specie più rustica e tollerante delle altre e caratterizzata da un marcato accrescimento per via vegetativa. Le altre due specie, più sensibili ecologicamente e la cui diffusione avviene prevalentemente per dispersione di semi, hanno invece manifestato dinamiche differenti tra le bocche: *Nanozostera noltii*, pur con valori contenuti, evidenzia espansione a Lido e a Chioggia mentre *Zostera marina* risulta in espansione a Chioggia ed è pressoché stabile a Malamocco e a Lido.

Come registrato negli cinque/sei anni di monitoraggio, per le praterie più esposte agli effetti degli interventi alle bocche, dopo la realizzazione delle strutture fisse completate nei primi anni, non si evidenziano ulteriori perdite nelle **aree di pertinenza delle opere**. Nel confronto con la mappatura del 2003, queste ultime sono pari, nel 2013, a quelle registrate già tra il 2008 e il 2010: 7,4 ha (ripartiti in 0,8 ha a Lido, 2,3 ha a Malamocco e 4,3 ha a Chioggia).

Anche nelle **aree in consegna ai cantieri** non si rilevano perdite significative di praterie rispetto ai precedenti anni; considerando il 2003, le perdite nelle aree di competenza dei cantieri sono stimabili al 2013 in 6,2 ha per le tre bocche (ripartiti in 4,2 ha a Lido, 0,4 ha a Malamocco e 1,6 ha a Chioggia).

Nelle aree di pertinenza delle opere, le perdite sono una diretta conseguenza della realizzazione delle opere in progetto, mentre nelle aree in consegna ai cantieri le perdite sono dovute alle attività collegate agli interventi: opere accessorie (piarde), movimentazione di massi, smantellamento di parti dei moli, interventi di ripristino e transito di mezzi con impatto sul fondale.

In relazione alle variazioni idrodinamiche, intercorse tra il 2003 e il 2013, e gli eventuali effetti sulle praterie delle praterie delle tre bocche di porto, si può dire che:

- a Lido tra il 2003 e il 2013 si è verificato un incremento degli areali (+41,4 ha). Solo in questa bocca sono stati registrati segnali di possibile erosione da ricondurre ad un incremento della velocità della corrente nel Canale di S. Nicolò. Nel complesso si segnalano perdite di praterie di *Nanozostera noltii* nei bassi fondali lungo il margine del Canale di Treporti (lato S. Erasmo) ed una marcata espansione delle praterie di *Cymodocea* soprattutto a nord-ovest della nuova isola, dove si conferma la presenza anche della fanerogame *Z. marina*. Le rimanenti perdite di areali sono da ricondurre ad interventi antropici;
- a Malamocco, rispetto al 2003, si è registrato un progressivo incremento degli areali (+257 ha). Non vi sono indicazioni di perdita di areali nelle aree di margine. Negli anni si rileva un incremento di *Cymodocea nodosa* e di *Zostera marina* in espansione soprattutto nel settore nord della bocca;
- a Chioggia, per la prima volta si rilevano coperture a fanerogame superiori a quelle del periodo *ante operam* (+22,5 ha). Allo stato attuale non vi sono elementi per imputare perdite di areali alle mutate condizioni idrodinamiche. L'incremento di coperture osservato è in gran parte da ricondurre alla ricolonizzazione delle fanerogame nelle aree date in concessione e poi dismesse.

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

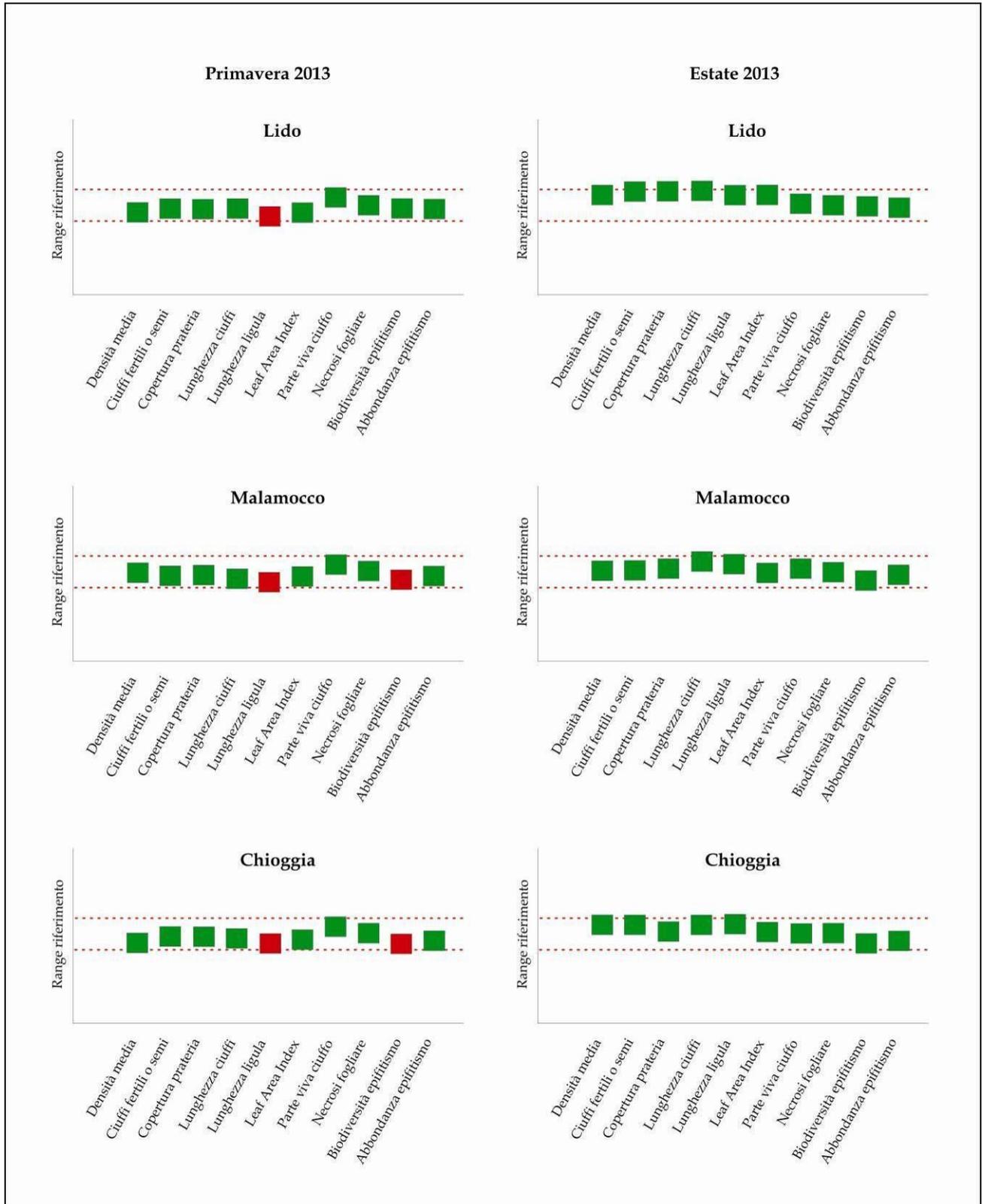


Figura 4.1 - Grafici di sintesi dei valori degli indicatori rilevati in ogni singola bocca di porto rispetto allo stato di riferimento per le campagne primaverile ed estiva.

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

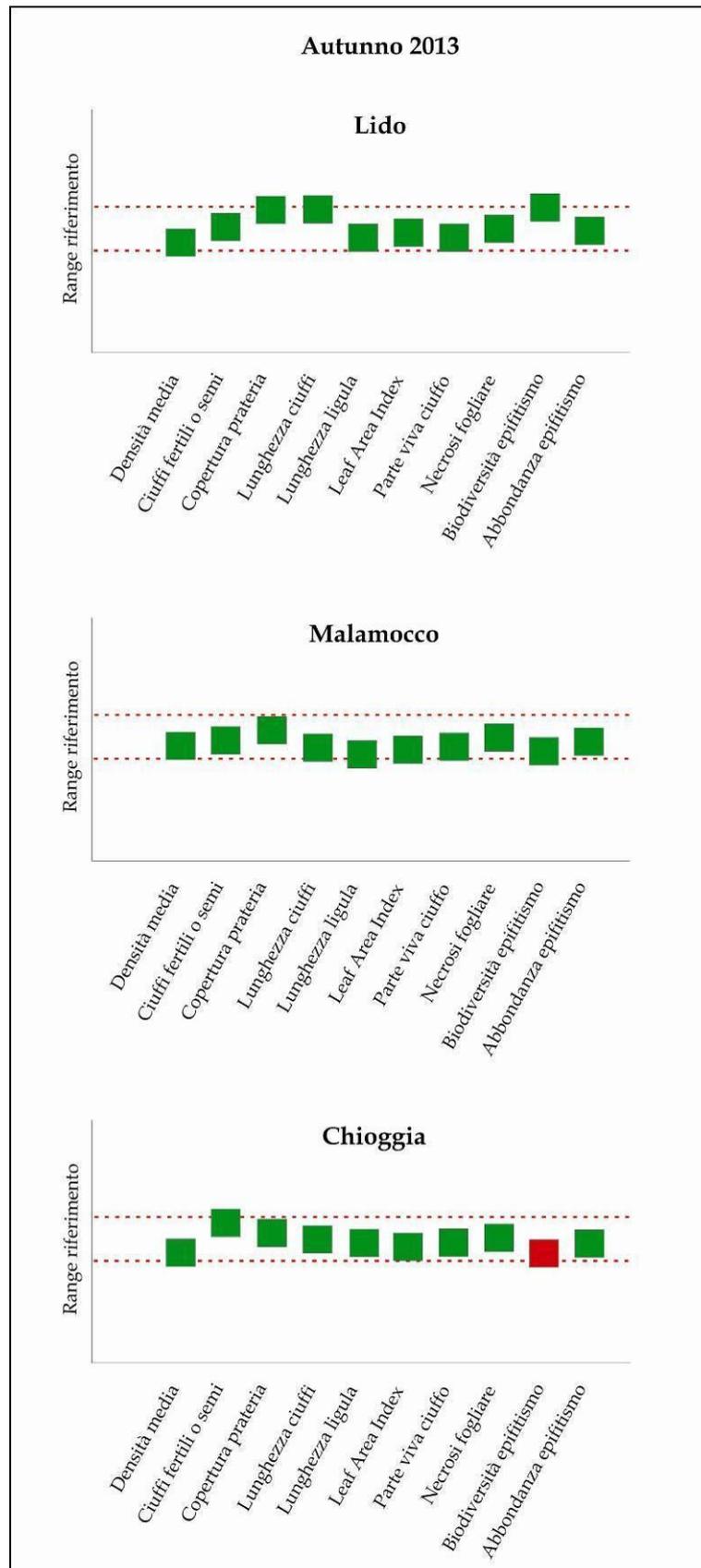


Figura 4.2 - Grafici di sintesi dei valori degli indicatori rilevati in ogni singola bocca di porto rispetto allo stato di riferimento per la campagna autunnale.

5 BIBLIOGRAFIA

- Ahmad-Kamil E.I., Ramli R., Jaaman S.A., Bali J., Al-Obaidi J.R., 2013. The Effects of Water Parameters on Monthly Seagrass Percentage Cover in Lawas, East Malaysia. *The Scientific World Journal* Volume 2013, Article ID 892746, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/892746>.
- Airoldi L., Cinelli F., 1997. Effects of sedimentation on subtidal macroalgal assemblages: an experimental study from a Mediterranean rocky shore. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 215: 269-288.
- Arnold T., Mealey C., Leahey H., Miller A.W., Hall-Spencer J-M., Milazzo M., Maers K., 2012. Ocean Acidification and the Loss of Phenolic Substances in Marine Plants. *PLoS ONE*, 7, 4, 140-141, doi:10.1371/journal.pone.0035107.
- Balata D., Piazzzi L., Pica D., Cinelli F., 2004. Influenza della sedimentazione su un popolamento coralligeno Mediterraneo. XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia (4-6 Ottobre), Siena.
- Ballesteros E., 1987. Structure and dynamics of the leaf phytoepiphytes of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in Tossa de Mar (Catalonia, Western Mediterranean). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural* 54, 13-30.
- Béguinot A., 1913. La vita delle piante superiori nella laguna di Venezia e nei territori ad essa circostanti. Studio biologico e fitogeografico. Pubbl. n. 54 dell'Uff. Idriogr. del R. Magistr. delle Acque Ferrari, Venezia: pp.348.
- Béguinot A., 1941. La vita delle piante vascolari. In: *La laguna di Venezia*, 3, p. 5, t. 9, (2): pp. 369.
- Benacchio N., 1938. Osservazioni sistematiche e biologiche sulle Zosteraceae dell'Alto Adriatico. *Thalassia*, 3: 1-41.
- Borum J., Duarte C.M., Krause-Jensen D., Greve T.M., 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. Publisher: The M&MS project. Settembre: 2004. <http://www.seagrasses.org>
- Buia, M.C., Mazzella, L., 1991. Reproductive phenology of the Mediterranean seagrasses *Posidonia oceanica* (L.) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascher. and *Zostera noltii* Hornem. *Aquat. Bot.* 40, 343-362.
- 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.
- Cardoso, P.G., Raffaelli, D., and Pardal, M.A., 2008. The impact of extreme weather events on the seagrass *Zostera noltii* and related *Hydrobia ulvae* population. *Mar Poll Bull* 56:483-492.
- Clarke K.R., Warwick R.M., 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, UK, 144 pp.
- Clarke K.R., Warwick R.M., 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth.
- Curiel D., Marzocchi M., Solazzi A., Bellato A., 1996. Vegetazione algale epifita di fanerogame marine nella laguna di Venezia (Bacino di Malamocco). *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, 46: 27-38.
- Curiel D., Miotti C., Marzocchi M., 2008. Valutazioni generali sul fitobenthos degli affioramenti rocciosi del Nord Adriatico. Riunione scientifica annuale GRUPPO DI LAVORO "ALGOLOGIA" Abano Terme (Padova), 14-15 novembre 2008.

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

- Curiel D., Rismondo A., Miotti C., Checchin E., Dri C., Cecconi G., Cerasuolo C., Marzocchi M., 2010. Le macroalghe degli affioramenti rocciosi (tegnùe) del litorale veneto. Soc. Ven. Sc. Nat., 35: 39-55.
- EC (2000) Council Directive for a Legislative Frame and Actions for the Water Policy, 2000/60/EC, Official Journal of the E.C. 22/12/2000.
- DIRETTIVA 92/43/CEE DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, allegato IV (Specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa).
- Dolch, T. and Reise, K., 2009. Long-term displacement of intertidal seagrass and mussel beds by expanding large sandy bedforms in the northern Wadden Sea. Journal of Sea Research, 63(2): 93-101.
- Donnarumma L., Lombardi C., Cocito S., Gambi M.C., 2014. Settlement pattern of *Posidonia oceanica* epibionts along a gradient of ocean acidification: an approach with mimics. Mediterranean Marine Science, Doi: <http://dx.doi.org/10.12681/mms.677>.
- Duffy J.E., Richardson J.P., Canuel E.A., 2003. Grazer diversity effects on ecosystem functioning in seagrass beds. Ecol. Lett. 6, 637-645.
- Facca C., Pellegrino N., Ceoldo S., Tibaldo M., Sfriso A., 2011. Trophic Conditions in the Waters of the Venice Lagoon (Northern Adriatic Sea, Italy). The Open Oceanography Journal. Vol. 5: 1-13.
- Gambi M.C., Dappiano M., 2003. Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. SIBM., vol. 10 (suppl.) - Pp. 638.
- Granhag L.M., Larsson A.I., Jonsson P.R., 2007. Algal spore settlement and germling removal as a function of flow speed. Mar. Ecol. Prog. Ser., 344: 63-69.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P. D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.
- Irving A.D., Connell S.D., 2002a. Interactive effects of sedimentation and microtopography on the abundance of subtidal turf-forming algae. Phycologia, 41: 517-522.
- Irving A.D., Connell S.D., 2002b. Sedimentation and light penetration interact to maintain heterogeneity of subtidal habitat: algal versus invertebrate dominated assemblages. Mar. Ecol. Prog. Ser., 245: 83-91.
- Kroeker K.J., Gambi M.C., Micheli F., 2013. Community dynamics and ecosystem simplification in a high-CO₂ ocean. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1216464110.
- Larkum A. W. D., Orth R. J., Duarte C. M., 2006. Seagrasses: biology, ecology, and conservation. Spring Ed. 691 pp.
- Lavery P.S., Reid T., Hyndes G.A., van Elven B.R., 2007. Effect of leaf movement on epiphytic algal biomass of seagrass leaves. Mar. Ecol. Prog. Ser., 338: 97-106.
- Littler M.M., Littler D.S., 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae : field and laboratory tests of a functional form model. Amer. Nat. 116: 25-44.
- Luchetta A., Cantoni C., Catalano G., 2010. New observations of CO₂-induced acidification in the northern Adriatic Sea over the last quarter century. Chemistry and Ecology, 26: 1-17.
- Magistrato alle Acque di Venezia - SGS. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

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

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

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA, 2005. 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 di Pianificazione Operativa. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 2005a. 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. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 2005c. Studio B.6.78/I - Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Misure delle caratteristiche fenologiche e dei parametri di crescita delle fanerogame marine nell'area delle bocche di porto. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC - Consulente S. Ciavatta, 2005d. Attività di monitoraggio ambientale della laguna di Venezia. Esecutivo del 2° stralcio triennale (MELa2). Acquisizione ed ordinamento dei dati meteorologici di supporto. Terzo rapporto di aggiornamento dati meteorologici al 2004. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 2010. Monitoraggio di mantenimento delle conoscenze sullo stato delle acque e delle macrofite. MELA 5 (2009-2011). Linea B - Macrofite. Rilievo della distribuzione e della copertura della vegetazione acquatica sommersa (mappatura). Rapporto Tecnico 1 (Rilievo del 2009). Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 2011. Monitoraggio di mantenimento delle conoscenze sullo stato delle acque e delle macrofite. MELA 5 (2009-2011). Linea B - Macrofite. Rilievo della distribuzione e della copertura della vegetazione acquatica sommersa (mappatura). Rapporto Tecnico 2 (Rilievo del 2010). Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2007. Studio B.6.72 B/2 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area:

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

Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2008. Studio B.6.72 B/3 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2009. Studio B.6.72 B/4 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2010. Studio B.6.72 B/5 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2011. Studio B.6.72 B/6 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012a. Studio B.6.72 B/7 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012b. Studio B.6.72 B/7 – Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2013a. Studio B.6.72 B/8 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2013b. Studio B.6.72 B/8 – Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2013c. Studio B.6.72 B/8 – Attività di modellazione matematica idro-morfodinamica delle praterie a fanerogame marine. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2014a. Studio B.6.72 B/9 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2014b. Studio B.6.72 B/9 – Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2014c. Studio B.6.72 B/9 – Attività di modellazione.

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

matematica idro-morfodinamica delle praterie a fanerogame marine. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Marbà N., Cebrian J., Susana E., Duarte C.M., 1996. Growth patterns of western Mediterranean seagrasses: species-specific responses to seasonal forcing. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 133, 203–215.

Martin S., Rodolfo-Metalpa R., Ransome E., Rowley S., Buia M.C., Gattuso J.P., Hall-Spencer J., 2008. Effects of naturally acidified seawater on seagrass calcareous epibionts. *Biol Lett.* 2008 Dec 23;4(6):689-92.

Martin S., Gattuso J.-P., 2009. Response of Mediterranean coralline algae to ocean acidification and elevated temperature. *Global Change Biology*, 15: 2089-2100.

Martin S., Cohu S., Vignot C., Zimmerman G., Gattuso J.-P., 2013. One-year experiment on the physiological response of the Mediterranean crustose coralline alga, *Lithophyllum cabiochae*, to elevated pCO₂ and temperature. *Ecol Evol.* 3(3): 676–693.

Martínez-Crego B., Prado P., Alcoverro T., Romero J., 2010. Composition of epiphytic leaf community of *Posidonia oceanica* as a tool for environmental biomonitoring. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 88: 199-208.

Mazzella L., Scipione M.B., Buia M.C., 1989. Spatio-temporal distribution of algal and animal communities in a *Posidonia oceanica* meadow. *PSZN: Marine Ecology*: 10, 107 e 129.

Mazzella L., Scipione M.B., Gambi M.C., Buia M.C., Lorenti M., Zupo V., Cancemi G., 1993. The Mediterranean seagrass system of *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa*. A comparative overview. MEDCOAST 93, November 2-5, 1993, Antalya, Turkey.

Mazzella L., Guidetti P., Lorenti M., Buia M. C., Zupo V., Scipione M. B., Rismondo A., Curiel D., 1998. Biomass partitioning in adriatic seagrass ecosystems (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 35: 562- 563.

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

Noisette F., Egilsdottir H., Davoult D., Martin S., 2013. Physiological responses of three temperate coralline algae from contrasting habitats to near-future ocean acidification. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 448: 179-187.

Orfanidis S., Panayotidis P., Ugland K.I., 2011. Ecological Evaluation Index continuous formula (EEI-c) application: a step forward for functional groups, the formula and reference condition values. *Mediterranean Marine Science*, 12(1) 199-231.

Pérez M., Romero J., 1994. Growth Dynamics, Production, and Nutrient Status of the Seagrass *Cymodocea nodosa* in a Mediterranean Semi-Estuarine Environment. *Mar. Ecol.*, 15(1): 51-64.

Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée* 54: 3-29.

Pignatti S., 1953. Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale, con particolare riguardo alla vegetazione litoranea. *Arch. Bot.*, 29 (1): 1-25, (2): 65-98, (3): 129-175.

Pignatti S., 1966. La vegetazione alofita della Laguna Veneta. *Mem. Is. Ven. Sc. Lett. Arti.*, 33: 1-74.

Porzio L., Buia M.C., Hall-Spencer J. M., 2011. Effects of ocean acidification on macroalgal communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 400(1-2): 278-287.

Porzio L., Garrard S., Buia M.C., 2013. The effect of ocean acidification on early algal colonization

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

stages at natural CO₂ vents. *Marine Biology*. Published online 14 May 2013 - DOI 10.1007/s00227-013-2251-3.

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

Rasmussen E., 1973. Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark). *Ophelia*, 11: 1-495.

Reusch, T.B.H., Ehlers, A., Hämmerli, A. and Worm, B., 2005. Eco-system recovery after climatic extremes enhanced by genotypic diversity. *Proc Natl Acad Sci USA* 102: 2826-2831.

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.

Romero J., 1988. Biomass seasonal variation of leaf epiphytes of *Posidonia oceanica* along a depth gradient in Medes Islands. *Oecologia Aquatica*, 9: 19-25.

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.

Schanz A., Polte P., Asmus H., 2002. Cascading effects of hydrodynamics on an epiphyte-grazer system in intertidal seagrass beds of the Wadden sea. *Marine Biology*, 141: 287-297.

Semesi I.S., Kangwe J., Björk M., 2009. Alterations in seawater pH and CO₂ affect calcification and photosynthesis in the tropical coralline alga, *Hydrolithon* sp. (Rhodophyta). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84: 337-341.

Simonetti G., 1966. Variazioni dei popolamenti a Zosteracee nel Golfo di Trieste durante gli ultimi decenni. *Arch. Ocean. Limnol.*, suppl. al Vol. 15: 107-114.

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

Sfriso A., Facca C., Ghetti P. F., 2009 - Validation of the Macrophyte Quality Index (MaQI) set up to assess the ecological status of Italian marine transitional environments. *Hydrobiologia*, 617(1), 117-141.

Steneck R.S., Watling L. 1982. Feeding capabilities and limitations of herbivorous molluscs: a functional group approach. *Mar. Biol.* 68 : 299-319.

Steneck R.S., 1983. Escalating herbivory and resulting adaptive trends in calcareous algal crusts. *Paleobiology*, 9: 44-61.

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.

Terrados J., Ros J.D., 1992. Growth and primary production of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in a Mediterranean coastal lagoon: the Mar Menor (SE Spain). *Aquat. Bot.*, 43: 63-74.

Thom R.M., Diefenderfer H.L., Vavrinec J., Borde A.B. 2011. Restoring Resiliency: Case Studies from Pacific Northwest Estuarine Eelgrass (*Zostera marina* L.) Ecosystems. *Estuaries and Coasts*, Published online 20 July 2011.

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

Van der Graaf S., Jonker I., Herlyn M., Kohlus J., Vinther H.F., Reise K., de Jong D., Dolch T., Bruntse G., de Vlas J., 2009. Quality Status Report 2009. Thematic Report No. 2. Seagrass.

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

WADDEN SEA ECOSYSTEM No. 25. Common Wadden Sea Secretariat. Trilateral Monitoring and Assessment Group. <http://www.waddensea-secretariat.org/>

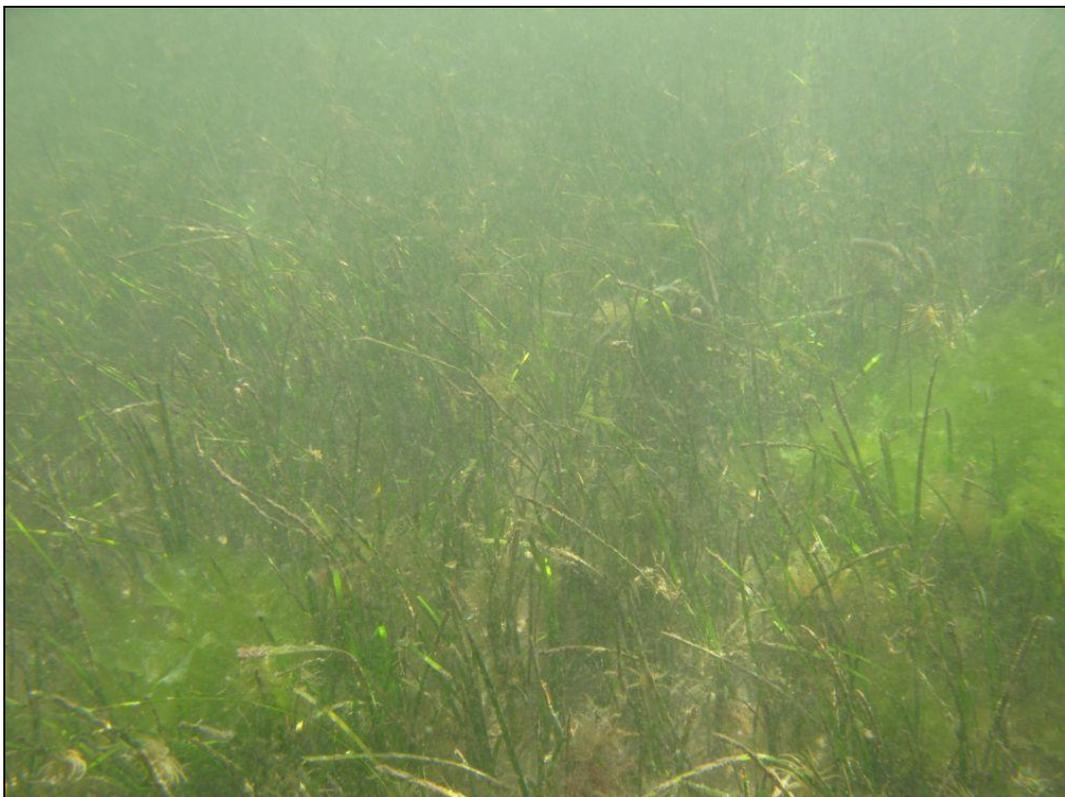
Zharova N., Sfriso A., Voinov A., Pavoni B., 2001. Simulation model for the annual fluctuation of the Eelgrass (*Zostera marina*) biomass in the Venice lagoon., *Aquatic Botany*, 70: 135-150.

Zharova N., Sfriso A., Pavoni B., Voinov A. 2008. Analysis of annual fluctuations of *C. nodosa* in the Venice lagoon: a modelling approach, *Ecological Modelling*, 216: 134-144.

ALLEGATO FOTOGRAFICO



Malamocco, autunno 2013: prateria di *Cymodocea nodosa*.



Chioggia, primavera 2013: prateria di *Cymodocea nodosa*.

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

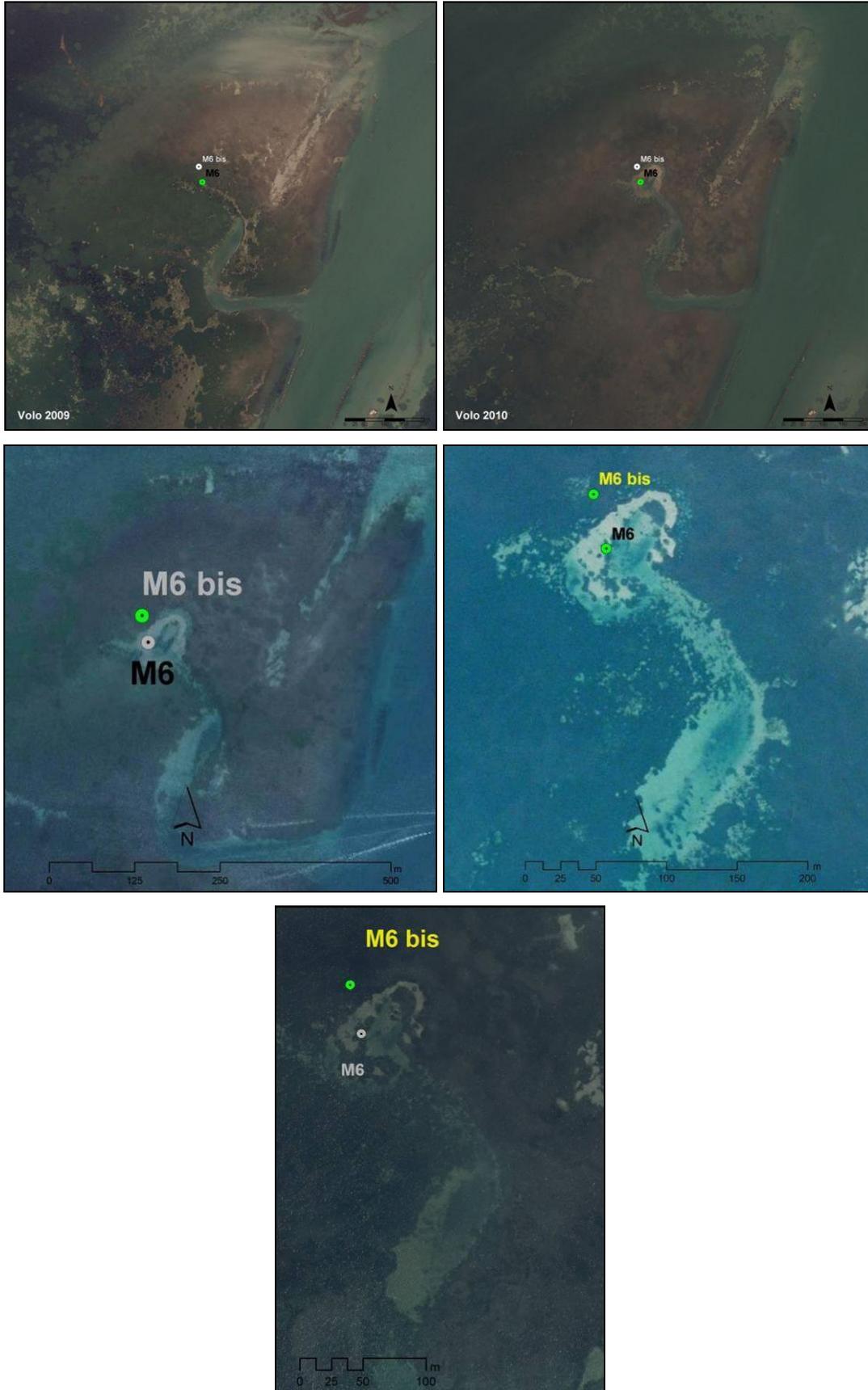


Chioggia, estate 2013: prateria di *Cymodocea nodosa*.



Chioggia, estate 2013: prateria di *Cymodocea nodosa*.

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



Malamocco, voli aerei estate 2009-2013. Stazioni M6 e M6-bis: particolare dell'area di campionamento dove sono localizzate le stazioni M6 e M6-bis. È visibile (nel 2010, nel 2011, nel 2012 e nel 2013) l'area dove è stato sversato sedimento limoso-argilloso, che è andato a ricoprire la prateria di *Cymodocea nodosa*.

APPENDICE: TABELLE E GRAFICI

In tutte le tabelle seguenti, i valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di 9 repliche. Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento, lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore).

I riferimenti, invece, sono relativi alle seguenti note:

- (1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².
- (2) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.
- (3) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2 [MAG. ACQUE - SELC, 2002; 2004].
- (4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Tabella A.1 - Stazioni Lido 1-2bis-3-4-5-6: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative allo Studio B.6.72 B/9 (anno 2013-14, tre campagne stagionali).

	B.6.78	L1	L1	L1	B.6.78	L2-bis	L2-bis	L2-bis	B.6.78	L3	L3	L3
	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	710-1119	803	1268	716	884-1436	936	1274	899	1321-2697	1008	1621	1156
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0-12	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0-37	0	0	0	0-37	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-27	0	0	0	0-12	0	0	3	0-48	0	37	0
Copertura prateria (%)	70-80	90	100	100	90-100	100	100	100	90-100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	30,9-45,1	37,5	76,8	62,5	20,6-42,6	25,3	73,3	42,3	17,7-41,7	21,6	47,0	50,4
Lunghezza ligula (cm)	6,1-11,8	8,0	12,8	11,2	7,8-10,3	5,3	12,8	7,0	6,5-8,6	4,7	7,1	8,6
N. foglie/ciuffo	1,3-4,4	2,9	3,3	2,2	1,3-2,7	3,0	3,1	2,1	1,8-3,5	3,3	3,3	2,1
LAI (Leaf Area Index)	0,5-6,0	1,3	7,8	2,2	0,5-3,8	1,0	6,5	1,5	0,7-9,9	1,0	5,9	2,4
% parte viva ciuffo	88,4-99,9	99,9	99,8	98,1	92,3-99,7	99,9	99,8	98,1	98,7-99,9	99,8	99,6	99,1
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	13-34	17	16	22	11-36	19	14	27	13-30	20	14	23
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,8-16,3	11,8	12,3	16,3	8,2-17,5	14,0	12,0	18,8	9,0-17,5	13,9	12,4	15,6
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,076-0,471	0,237	0,622	0,347	0,082-0,486	0,273	0,673	0,416	0,109-0,743	0,303	0,761	0,268
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	7,6-47,1	23,7	62,2	34,7	8,2-48,6	27,3	67,3	41,6	10,9-74,3	30,3	76,1	26,8
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	11,4-209,2	27,2	12,7	8,5	20,3-232,2	6,4	11,5	19,3	2,4-313,9	28,1	21,5	16,0

	B.6.78	L4	L4	L4	B.6.78	L5	L5	L5	B.6.78	L6	L6	L6
	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1225-1931	1448	1556	1392	704-1107	880	1280	880	775-1429	806	1246	896
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0-22	0	0	0	0-3	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-130	12	84	90	0	0	0	0	0	0	16	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	80-90	100	100	100	90	90	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	19,6-56,8	24,5	53,8	40,3	22,7-44,2	33,3	55,5	38,8	25,0-60,9	31,2	59,9	52,5
Lunghezza ligula (cm)	6,4-10,2	4,6	6,6	7,0	6,6-9,6	7,8	12,0	7,7	7,7-10,9	6,9	10,0	10,4
N. foglie/ciuffo	1,4-3,4	3,1	3,0	1,9	1,2-3,5	3,0	2,8	2,2	1,6-4,3	3,3	3,0	2,1
LAI (Leaf Area Index)	0,6-7,0	1,7	5,9	2,1	0,5-3,4	1,3	4,4	1,4	0,6-6,4	1,1	5,1	2,1
% parte viva ciuffo	98,2-99,8	99,6	99,5	98,2	98,6-99,6	99,8	98,6	98,3	98,5-99,9	99,9	99,8	98,5
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	9-21	15	16	23	12-23	18	13	17	16-29	21	16	22
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	6,8-13,9	10,3	14,0	15,1	8,5-13,1	12,1	11,1	12,8	10,2-15,7	13,4	14,6	16,4
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,114-0,328	0,244	0,605	0,429	0,172-0,440	0,279	0,508	0,518	0,090-0,682	0,234	0,867	0,216
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	11,4-32,8	24,4	60,5	42,9	17,2-44,0	27,9	50,8	51,8	9,0-68,2	23,4	86,7	21,6
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	3,4-172,3	6,7	4,7	28,2	5,8-209,4	11,2	2,3	7,8	9,1-207,1	9,5	16,1	5,4

Tabella A.2 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/1 (anno 2005-06).

	L1		L2		L3		L4		L5		L6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	868	1228	986	1457	1203	2061	1373	2108	732	1429	787	1438
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	81	0	0	0	0	0	6	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	6	0	127	22	84	217	632	0	0	0	6
Copertura prateria (%)	90	100	100	100	90-100	100	90	100	60-70	100	80	100
Lunghezza 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
Lunghezza ligula (cm)	9,2	11,0	9,0	13,5	6,0	9,9	7,4	11,3	7,6	10,0	9,5	13,8
N. foglie/ciuffo	2,0	3,4	1,7	3,2	2,0	3,3	1,5	3,3	1,8	3,4	1,8	3,1
LAI (Leaf Area Index)	0,8	6,5	0,4	9,1	0,6	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	99,4	95,7	99,7
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	15	25	20	27	18	21	18	20	16	24	18	26
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,7	12,6	10,6	14,0	10,1	13,1	9,7	11,7	10,2	14,2	10,0	13,6
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,155	1,191	0,238	1,367	0,531	0,994	0,144	0,932	0,133	0,394	0,142	0,996
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	15,5	119,1	23,8	136,7	53,1	99,4	14,4	93,2	13,3	39,4	14,2	99,6
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	9,9	44,9	3,6	40,6	12,9	135,8	2,9	75,7	3,4	39,7	5,5	83,5

Tabella A.3 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/2 (anno 2006-07).

	L1		L2		L3		L4		L5		L6	
	MIN	MAX										
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	896	1147	958	1194	1159	1593	1352	1832	744	806	595	837
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	9	0	43	25	84	37	521	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	70	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	29,3	55,9	25,1	65,9	24,5	80,3	28,9	56,9	31,5	32,9	28,7	64,0
Lunghezza ligula (cm)	7,3	9,0	7,5	12,6	7,5	12,2	9,3	9,7	6,4	9,1	8,3	9,9
N. foglie/ciuffo	2,2	3,4	2,1	3,5	2,1	3,3	1,9	3,2	1,7	2,7	2,1	3,2
LAI (Leaf Area Index)	0,9	4,7	0,9	5,6	1,0	11,4	1,5	3,7	0,7	1,4	0,7	3,0
% parte viva ciuffo	99,6	99,7	99,7	99,8	99,7	99,8	99,3	99,6	98,4	99,3	98,9	99,8
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie												
Rilevante presenza di rizomi morti												
N. taxa totale complessivo	14	25	16	27	17	25	13	22	11	15	14	21
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,1	14,7	9,1	19,2	8,9	14,3	7,7	13,5	6,6	10,7	9,4	14,3
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,275	0,753	0,235	0,559	0,074	0,628	0,162	1,018	0,154	0,469	0,176	0,816
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	27,5	75,3	23,5	55,9	7,4	62,8	16,2	101,8	15,4	46,9	17,6	81,6
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	7,4	131,8	3,2	139,6	3,4	45,8	4,4	36,5	3,1	16,5	13,5	38,7

Tabella A.4 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/3 (anno 2007-08).

	L1		L2		L3		L4		L5		L6	
	MIN	MAX										
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1246	1342	1290	1584	1624	2310	1324	2031	918	1020	998	1392
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	3	22	192	22	167	254	673	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	29,6	75,1	31,1	78,3	26,0	74,4	21,6	71,1	28,7	45,6	27,6	82,2
Lunghezza ligula (cm)	5,6	13,0	6,9	13,7	5,4	12,0	4,5	12,3	6,5	9,4	5,4	13,5
N. foglie/ciuffo	2,0	3,1	1,8	3,5	1,6	3,0	1,7	3,3	1,4	2,9	1,8	3,1
LAI (Leaf Area Index)	2,1	7,7	2,0	9,3	2,2	10,7	1,3	9,6	0,7	2,5	1,5	8,2
% parte viva ciuffo	99,8	99,9	99,1	99,9	99,8	99,8	99,0	99,7	98,2	99,9	99,4	99,9
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no											
Rilevante presenza di rizomi morti	no											
N. taxa totale complessivo	14	19	17	22	17	22	13	16	13	17	16	19
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	8,3	11,8	8,5	13,2	10,8	13,7	6,3	11,3	7,5	12,3	9,3	12,7
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,153	0,694	0,239	0,766	0,395	0,797	0,057	0,504	0,241	0,667	0,375	0,457
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	15,3	69,4	23,9	76,6	39,5	79,7	5,7	50,4	24,1	66,7	37,5	45,7
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,7	13,5	0,8	17,3	6,5	19,9	2,6	17,2	1,1	5,5	3,2	9,2

Tabella A.5 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/4 (anno 2008-09).

	L1		L2		L3		L4		L5		L6	
	MIN	MAX										
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1070	1187	1107	1600	1686	2220	1972	2155	918	1060	1088	1367
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	3	25	127	37	43	62	1197	0	3	0	6
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	31,1	84,2	30,8	68,9	25,8	74,9	21,3	64,5	30,0	49,2	32,8	72,5
Lunghezza ligula (cm)	8,1	12,8	8,5	13,0	7,5	12,4	5,7	12,9	8,2	11,1	9,2	12,7
N. foglie/ciuffo	2,0	3,7	2,0	3,0	1,9	3,3	1,7	3,3	1,5	2,8	1,9	2,9
LAI (Leaf Area Index)	1,4	9,5	1,9	5,8	1,6	18,2	1,5	11,9	1,0	2,2	1,7	7,1
% parte viva ciuffo	99,4	99,8	98,5	99,8	98,7	99,9	94,9	99,4	96,6	97,9	99,0	99,8
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no											
Rilevante presenza di rizomi morti	no											
N. taxa totale complessivo	14	20	21	27	19	30	17	22	11	24	18	26
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	10,2	13,1	13,0	16,6	12,8	16,4	7,6	14,7	5,8	12,6	11,4	16,6
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,306	0,568	0,225	0,534	0,251	0,691	0,090	0,621	0,155	0,381	0,200	0,631
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	30,6	56,8	22,5	53,4	25,1	69,1	9,0	62,1	15,5	38,1	20,0	63,1
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	12,2	14,9	11,1	19,4	8,4	23,3	2,5	29,1	0,5	8,4	7,4	26,6

Tabella A.6 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/5 (anno 2009-10).

	L1		L2		L3		L4		L5		L6	
	MIN	MAX										
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	797	1004	1271	1469	1383	1488	1624	2015	809	1101	905	1144
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	65	0	6	105	502	0	0	0	3
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	30,9	67,2	29,2	80,3	25,6	71,6	24,4	54,9	31,5	63,4	35,2	83,3
Lunghezza ligula (cm)	6,2	12,2	6,8	14,2	5,7	11,9	6,1	11,6	8,6	12,4	8,8	14,1
N. foglie/ciuffo	1,6	3,3	1,8	3,1	1,8	3,6	1,7	3,1	1,8	3,0	1,7	3,0
LAI (Leaf Area Index)	0,9	4,4	1,6	8,8	1,8	7,9	2,2	7,7	0,9	4,0	1,6	6,3
% parte viva ciuffo	97,7	99,7	99,0	99,5	98,5	99,6	96,2	99,7	98,5	99,0	98,5	99,6
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no											
Rilevante presenza di rizomi morti	no											
N. taxa totale complessivo	14	16	15	18	14	23	13	18	10	17	14	17
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,2	12,7	10,8	12,4	10,0	12,6	9,2	12,7	8,0	12,1	10,2	10,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,357	0,531	0,429	0,456	0,416	0,473	0,335	0,507	0,305	0,494	0,338	0,546
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	35,7	53,1	42,9	45,6	41,6	47,3	33,5	50,7	30,5	49,4	33,8	54,6
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	7,7	42,0	3,7	19,6	5,3	15,7	2,9	11,8	1,3	6,0	7,8	13,0

Tabella A.7 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/6 (anno 2010-11).

	L1		L2-bis ^(*)		L3		L4		L5		L6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	806	927	605	921	1392	1717	1659	2229	744	1237	639	1172
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	0	9	81	59	530	0	0	0	6
Copertura prateria (%)	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	20,1	69,1	24,3	56,8	18,4	58,3	21,1	56,4	26,7	58,8	29,3	65,0
Lunghezza ligula (cm)	4,8	11,0	5,9	10,0	4,4	9,1	5,5	10,2	6,5	14,5	8,0	10,3
N. foglie/ciuffo	1,9	3,3	1,7	3,0	2,0	3,3	1,8	2,7	1,7	2,7	1,9	3,2
LAI (Leaf Area Index)	0,6	5,2	0,6	3,1	0,9	7,3	1,2	5,0	0,7	3,9	0,9	5,2
% parte viva ciuffo	99,5	99,5	99,4	99,6	99,5	99,6	98,1	99,4	99,1	99,4	99,4	99,5
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	14	16	14	19	14	18	15	18	13	18	15	19
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,4	12,6	11,8	13,8	11,9	15,1	9,4	16,0	9,4	14,6	9,7	13,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,540	0,635	0,427	0,677	0,677	0,737	0,415	0,520	0,304	0,422	0,318	0,483
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	54,0	63,5	42,7	67,7	67,7	73,7	41,5	52,0	30,4	42,2	31,8	48,3
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	12,4	40,8	8,2	42,2	10,9	44,1	4,2	15,3	2,7	5,8	11,9	18,3

Tabella A.8 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/7 (anno 2011-12).

	L1		L2-bis		L3		L4		L5		L6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	663	1190	763	1246	1020	1863	1392	2136	825	1048	784	1169
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	3
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	6	0	0	0	43	0	254	0	0	0	16
Copertura prateria (%)	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	46,0	55,2	27,3	65,2	27,3	65,6	35,8	51,9	35,3	57,3	29,0	56,1
Lunghezza ligula (cm)	8,2	9,8	6,6	10,2	6,3	11,3	8,6	9,3	8,5	12,4	6,3	8,3
N. foglie/ciuffo	1,7	3,5	2,0	3,0	1,8	3,1	1,5	3,1	1,6	2,9	1,7	3,6
LAI (Leaf Area Index)	1,3	5,5	1,4	5,4	1,4	9,3	2,1	8,6	1,1	3,3	0,8	5,5
% parte viva ciuffo	99,7	99,9	99,5	99,9	99,8	99,8	99,7	99,8	98,7	99,6	99,6	99,9
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	17	18	18	20	19	21	16	22	13	17	17	19
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	11,7	12,9	13,4	14,9	13,4	14,6	11,0	14,7	10,8	11,4	10,8	12,7
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,170	0,535	0,302	0,443	0,444	0,549	0,216	0,533	0,182	0,590	0,218	0,819
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	17,0	53,5	30,2	44,3	44,4	54,9	21,6	53,3	18,2	59,0	21,8	81,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	6,8	14,0	8,2	31,1	13,4	33,8	7,4	17,1	2,0	16,4	8,3	40,7

Tabella A.9 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/8 (anno 2012-13).

	L1		L2-bis		L3		L4		L5		L6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	676	893	741	1237	989	1643	1314	2161	859	1299	589	1252
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	0	0	28	19	502	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	90	90-100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	90-100
Lunghezza ciuffi (cm)	25,8	60,4	22,9	60,7	20,9	55,6	24,5	50,0	28,2	45,9	24,8	61,8
Lunghezza ligula (cm)	6,5	8,4	6,4	8,1	6,1	9,2	4,5	8,0	8,0	8,4	7,1	8,7
N. foglie/ciuffo	1,8	3,3	2,0	3,2	1,9	3,0	1,6	3,2	1,7	2,4	1,7	2,9
LAI (Leaf Area Index)	0,6	4,5	0,6	6,0	0,6	7,2	0,9	4,1	0,8	3,5	0,4	5,4
% parte viva ciuffo	99,7	99,8	99,7	99,9	99,6	99,8	99,7	99,8	99,4	99,8	99,6	99,9
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	13	18	13	22	12	22	13	19	11	20	13	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,6	12,4	9,9	16,6	10,4	13,1	10,4	14,4	9,7	14,1	8,7	12,2
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,335	0,631	0,232	0,616	0,237	0,711	0,433	0,701	0,232	0,526	0,088	0,786
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	33,5	63,1	23,2	61,6	23,7	71,1	43,3	70,1	23,2	52,6	8,8	78,6
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	8,3	49,5	11,2	48,1	17,4	97,2	8,1	84,7	2,2	7,9	5,9	82,5

Tabella A.10 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/9 (anno 2013-14).

	L1		L2-bis		L3		L4		L5		L6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	716	1268	899	1274	1008	1621	1392	1556	880	1280	806	1246
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	3	0	37	12	90	0	0	0	16
Copertura prateria (%)	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
Lunghezza ciuffi (cm)	37,5	76,8	25,3	73,3	21,6	50,4	24,5	53,8	33,3	55,5	31,2	59,9
Lunghezza ligula (cm)	8,0	12,8	5,3	12,8	4,7	8,6	4,6	7,0	7,7	12,0	6,9	10,4
N. foglie/ciuffo	2,2	3,3	2,1	3,1	2,1	3,3	1,9	3,1	2,2	3,0	2,1	3,3
LAI (Leaf Area Index)	1,3	7,8	1,0	6,5	1,0	5,9	1,7	5,9	1,3	4,4	1,1	5,1
% parte viva ciuffo	98,1	99,9	98,1	99,9	99,1	99,8	98,2	99,6	98,3	99,8	98,5	99,9
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	16	22	14	27	14	23	15	23	13	18	16	22
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	11,8	16,3	12,0	18,8	12,4	15,6	10,3	15,1	11,1	12,8	13,4	16,4
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,237	0,622	0,273	0,673	0,268	0,761	0,244	0,605	0,279	0,518	0,216	0,867
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	23,7	62,2	27,3	67,3	26,8	76,1	24,4	60,5	27,9	51,8	21,6	86,7
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	8,5	27,2	6,4	19,3	16,0	28,1	4,7	28,2	2,3	11,2	5,4	16,1

Tabella A.11 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.78/I (anno 2003).

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità C. nodosa (ciuffi/m ²)	710-1119	884-1436	1321-2697	1225-1931	704-1107	775-1429
Densità Z.marina (ciuffi/m ²)	0	0-12	0	0	0	0
Densità N.noltii (ciuffi/m ²)	0-37	0-37	0	0	0-22	0-3
Densità ciuffi fertili-semi/m ² (1)	0-27	0-12	0-48	0-130	0	0
Copertura prateria (%)	70-80	90-100	90-100	100	80-90	90
Lunghezza ciuffi (cm)	30,9-45,1	20,6-42,6	17,7-41,7	19,6-56,8	22,7-44,2	25,0-60,9
Lunghezza ligula (cm)	6,1-11,8	7,8-10,3	6,5-8,6	6,4-10,2	6,6-9,6	7,7-10,9
N. foglie/ciuffo	1,3-4,4	1,3-2,7	1,8-3,5	1,4-3,4	1,2-3,5	1,6-4,3
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	98,7-99,9	98,2-99,8	98,6-99,6	98,5-99,9
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	9-21	12-23	16-29
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,8-16,3	8,2-17,5	9,0-17,5	6,8-13,9	8,5-13,1	10,2-15,7
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,076-0,471	0,082-0,486	0,109-0,743	0,114-0,328	0,172-0,440	0,090-0,682
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	7,6-47,1	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 ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	11,4-209,2	20,3-232,2	2,4-313,9	3,4-172,3	5,8-209,4	9,1-207,1

CORILA

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

Tabella A.12 – Stazioni Malamocco 1-2-3-4-5-6bis: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative allo Studio B.6.72 B/9 (anno 2013-14, tre campagne stagionali).

	B.6.78	M1	M1	M1	B.6.78	M2	M2	M2	B.6.78	M3	M3	M3
	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	1435-1801	1454	1438	1575	1225-2189	1584	1646	1318
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	220-326	366	605	347	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	40	0	0	0-56	0	0	0	0-25	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-37	16	0	0	0-230	0	22	6	0	0	0	3
Copertura prateria (%)	80	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	26,3-46,5	41,5	51,0	59,1	18,5-74,7	21,8	51,8	32,3	12,1-46,8	16,8	56,7	21,5
Lunghezza ligula (cm)	6,3-8,4	7,7	10,3	10,9	6,7-13,6	5,3	10,6	7,3	4,8-9,3	3,6	9,8	5,2
N. foglie/ciuffo	3,8-4,2	4,2	3,9	3,9	1,6-3,9	3,2	2,7	2,0	1,8-3,8	3,3	3,5	1,9
LAI (Leaf Area Index)	0,7-2,3	1,9	3,8	2,3	1,0-13,1	1,3	4,6	1,5	0,4-8,8	1,0	7,6	0,9
% parte viva ciuffo	94,6-97,8	99,8	99,3	98,3	98,0-99,9	99,7	99,1	98,0	98,0-99,8	99,7	99,7	98,2
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	15-21	12	17	15	15-29	19	17	21	15-30	13	15	14
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,0-14,3	9,8	13,9	12,3	11,7-16,3	10,9	11,9	16,3	12,2-16,7	8,8	10,9	11,6
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,045-0,089	0,117	0,503	0,209	0,105-0,889	0,473	0,278	0,301	0,181-0,684	0,317	0,592	0,233
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	4,5-8,9	11,7	50,3	20,9	10,5-88,9	47,3	27,8	30,1	18,1-68,4	31,7	59,2	23,3
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	1,7-7,8	3,7	9,4	3,5	5,6-178,0	10,3	1,0	25,3	2,4-169,5	7,4	3,8	14,3

	B.6.78	M4	M4	M4	B.6.78	M5	M5	M5	B.6.78	M6-bis	M6-bis	M6-bis
	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	955-1544	1293	1262	989	1265-1875	1776	1615	1634	1442-1931	1460	1442	1265
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	99
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-124	37	0	0	0	0	0	0	0-73	0	0	12
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	90-100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	13,9-44,6	25,1	68,5	24,0	21,1-41,0	19,2	47,4	17,6	11,6-40,3	13,2	43,9	16,0
Lunghezza ligula (cm)	6,5-9,6	7,2	14,5	5,6	5,5-8,8	4,6	7,7	4,1	4,7-8,6	3,4	7,5	4,4
N. foglie/ciuffo	1,7-3,8	2,9	3,6	1,8	1,3-4,1	3,0	3,4	1,7	1,3-4,3	2,9	3,3	1,8
LAI (Leaf Area Index)	0,3-6,4	1,3	7,0	0,8	0,9-6,1	1,2	6,1	0,7	0,4-8,0	0,6	4,9	0,5
% parte viva ciuffo	98,7-99,9	99,8	99,6	98,7	98,8-99,8	99,7	99,6	98,8	98,6-99,9	99,5	99,6	98,0
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	14-29	16	16	16	13-39	17	15	12	13-39	16	16	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	11,2-17,8	10,4	13,0	11,6	11,2-23,3	11,3	12,8	10,8	10,5-14,2	9,7	11,4	11,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,166-0,697	0,166	0,668	0,172	0,139-1,039	0,366	0,770	0,391	0,130-0,669	0,286	0,444	0,316
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	16,6-69,7	16,6	66,8	17,2	13,9-103,9	36,6	77,0	39,1	13,0-66,9	28,6	44,4	31,6
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,9-828,3	9,7	8,5	5,8	2,1-181,8	11,0	16,7	41,7	1,0-166,7	11,2	1,1	6,7

Tabella A.13 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante la campagna autunnale dello Studio B.6.72 B/2 (anno 2006-07).

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
	Autunno	Autunno	Autunno	Autunno	Autunno	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	1559	1299	1234	1783	1423
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	350	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	15
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	6	87	0	90
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	38,7	36,0	18,9	21,6	22,5	14,9
Lunghezza 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 ⁽²⁻³⁾	9,5	9,0	9,3	10,0	9,8	10,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,144	0,161	0,419	0,364	0,442	0,193
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	14,4	16,1	41,9	36,4	44,2	19,3
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,4	3,8	10,8	14,6	9,5	7,4

Tabella A.14 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/3 (anno 2007-08).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6	
	MIN	MAX										
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1451	2223	1460	1835	1259	1504	1832	2502	1088	1848
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	369	561	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	0	6	109	130	369	0	0	6	375
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	44,9	51,9	29,4	81,9	19,7	64,7	22,8	55,2	20,9	28,1	20,9	47,8
Lunghezza ligula (cm)	8,8	10,9	7,0	14,4	4,5	11,4	5,6	11,1	4,7	5,4	4,6	9,8
N. foglie/ciuffo	3,6	4,0	1,7	3,3	1,9	2,9	1,6	3,1	1,8	3,8	1,6	3,2
LAI (Leaf Area Index)	2,0	3,7	1,2	8,2	1,0	5,2	1,2	6,3	1,0	4,7	0,8	4,3
% parte viva ciuffo	98,5	99,3	98,8	99,8	99,3	99,6	99,4	99,7	96,7	99,8	99,6	99,7
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no											
Rilevante presenza di rizomi morti	no											
N. taxa totale complessivo	13	16	7	16	7	13	11	19	15	17	11	24
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	6,8	12,0	3,8	8,8	6,2	9,5	8,0	12,1	8,7	9,3	6,5	11,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,069	0,465	0,048	0,324	0,072	0,418	0,326	0,648	0,081	0,571	0,088	0,529
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	6,9	46,5	4,8	32,4	7,2	41,8	32,6	64,8	8,1	57,1	8,8	52,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,3	3,3	0,5	1,3	1,5	1,6	1,2	10,0	0,7	13,2	0,6	7,5

Tabella A.15 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/4 (anno 2008-09).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6	
	MIN	MAX										
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1451	1593	1807	2077	1197	1426	1761	2176	1280	1823
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	353	543	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	87	0	0	3	62	0	406	0	0	71	856
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	35,3	85,9	24,6	73,2	18,8	59,5	24,8	60,3	18,1	39,4	19,0	46,6
Lunghezza ligula (cm)	6,1	17,8	6,4	14,2	5,1	9,7	7,1	11,0	5,4	6,5	5,2	9,1
N. foglie/ciuffo	4,2	4,4	2,1	3,6	1,8	3,4	1,8	3,2	1,9	3,4	1,4	3,1
LAI (Leaf Area Index)	1,7	6,5	2,0	8,6	1,2	8,5	1,3	6,7	1,1	6,6	0,7	4,7
% parte viva ciuffo	97,6	98,9	98,8	99,7	94,9	99,3	96,3	99,7	97,5	99,7	93,9	99,1
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no											
Rilevante presenza di rizomi morti	no											
N. taxa totale complessivo	15	19	14	23	13	14	12	19	15	18	10	17
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	7,7	11,4	7,7	14,1	4,6	9,4	6,9	11,9	7,0	13,4	5,1	10,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,017	0,663	0,168	0,650	0,046	0,403	0,083	0,656	0,118	0,575	0,133	0,398
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	1,7	66,3	16,8	65,0	4,6	40,3	8,3	65,6	11,8	57,5	13,3	39,8
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,2	1,9	2,3	11,5	1,8	4,9	3,9	9,3	2,4	9,2	0,3	9,8

Tabella A.16 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/5 (anno 2009-10).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6	
	MIN	MAX										
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1237	1624	1814	1916	1023	1776	2040	2582	1178	1941
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	363	487	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	16	0	0	0	99	0	22	0	12	0	68
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	48,2	72,7	24,7	72,8	19,7	45,9	25,1	53,2	16,1	49,4	20,1	58,9
Lunghezza ligula (cm)	8,6	15,0	6,5	12,5	4,9	8,3	7,6	10,1	3,9	8,2	5,3	10,5
N. foglie/ciuffo	4,0	4,7	1,7	3,4	1,8	3,6	1,7	3,2	1,8	3,4	1,4	3,1
LAI (Leaf Area Index)	2,6	5,4	1,9	5,2	1,7	6,3	1,2	6,3	1,5	8,1	0,8	4,5
% parte viva ciuffo	98,1	99,0	98,4	99,1	98,1	99,8	98,2	99,7	97,7	99,1	98,6	99,4
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no											
Rilevante presenza di rizomi morti	no											
N. taxa totale complessivo	7	19	14	19	11	19	6	15	10	17	9	15
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	5,2	13,2	10,9	11,9	6,4	12,2	4,6	11,9	6,9	12,7	4,3	11,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,063	0,592	0,210	0,538	0,345	0,673	0,243	0,553	0,418	0,835	0,368	0,479
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	6,3	59,2	21,0	53,8	34,5	67,3	24,3	55,3	41,8	83,5	36,8	47,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,1	4,2	2,3	12,9	4,6	14,4	1,0	5,7	4,1	14,5	2,7	8,5

Tabella A.17 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/6 (anno 2010-11).

	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
	Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	995	1829	1345	1758	1265	1624	1674	2031	1404
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	322	632	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	6	0	0	0	9	0	56	0	0	0	87
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
Lunghezza ciuffi (cm)	40,8	58,9	24,4	76,4	20,7	51,9	20,9	67,0	16,5	58,8	17,1	49,6
Lunghezza ligula (cm)	7,8	12,0	6,4	12,7	5,7	9,5	5,8	13,1	4,2	10,5	4,9	9,5
N. foglie/ciuffo	3,8	4,4	2,0	3,5	1,8	3,4	1,8	3,1	1,7	3,2	1,4	3,1
LAI (Leaf Area Index)	1,8	5,2	1,1	9,7	1,2	6,2	1,1	7,5	0,9	9,4	0,7	5,5
% parte viva ciuffo	99,1	99,4	99,3	99,7	98,7	99,4	99,4	99,7	99,3	99,7	98,7	99,5
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	11	18	14	23	13	16	17	19	16	20	12	16
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	7,0	14,1	9,3	17,7	8,7	13,0	12,4	14,0	12,7	14,2	8,8	12,6
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,289	0,504	0,313	0,627	0,322	0,620	0,385	0,509	0,486	0,844	0,407	0,469
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	28,9	50,4	31,3	62,7	32,2	62,0	38,5	50,9	48,6	84,4	40,7	46,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	1,6	4,2	4,8	9,6	1,6	10,8	5,1	6,2	10,6	15,0	6,1	37,9

(*) = dalla campagna estiva dello studio B.6.72 B/6, la stazione Malamocco 6 (M6) è sostituita dal sito di campionamento Malamocco 6-bis (M6-bis).

Tabella A.18 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/7 (anno 2011-12).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6-bis	
	MIN	MAX	MIN	MAX								
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1156	1646	1510	1869	806	1783	1717	2086	1259	1851
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	301	512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	9	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9
Copertura prateria (%)	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	40,1	62,8	21,2	58,0	23,9	52,1	23,2	60,6	22,8	50,3	20,8	47,2
Lunghezza ligula (cm)	8,0	13,0	4,8	10,2	5,5	10,1	6,1	12,1	5,4	9,3	5,1	9,0
N. foglie/ciuffo	4,1	4,3	1,9	3,1	1,8	2,9	1,9	3,2	1,9	3,0	1,6	3,2
LAI (Leaf Area Index)	2,3	2,5	1,6	4,4	1,3	5,9	0,9	9,9	1,7	6,6	0,9	5,9
% parte viva ciuffo	99,5	99,8	99,6	99,8	99,4	99,8	99,3	99,9	99,4	99,9	99,1	99,7
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no										
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no										
N. taxa totale complessivo	11	18	17	21	14	19	12	19	11	18	14	16
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,0	12,4	10,1	13,8	7,9	13,4	7,0	13,8	8,4	15,1	8,6	11,7
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,108	0,198	0,131	0,439	0,207	0,398	0,269	0,550	0,221	0,428	0,146	0,363
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	10,8	19,8	13,1	43,9	20,7	39,8	26,9	55,0	22,1	42,8	14,6	36,3
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	1,0	3,4	2,8	12,3	1,4	16,7	3,5	6,7	2,0	19,4	3,8	9,5

Tabella A.19 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/8 (anno 2012-13).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6-bis	
	MIN	MAX	MIN	MAX								
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1240	1931	1513	2034	1249	1420	1525	1826	1367	1832
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	363	388	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	9	273
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	47	0	0	0	12	0	47	0	9	0	12
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	90
Lunghezza ciuffi (cm)	40,1	79,1	21,2	63,6	16,7	52,4	16,5	47,3	15,3	43,7	13,2	23,2
Lunghezza ligula (cm)	6,6	16,4	5,8	10,5	4,7	9,0	5,0	7,3	4,8	6,7	3,8	4,1
N. foglie/ciuffo	3,8	4,7	1,8	2,8	1,7	2,7	1,8	3,1	1,7	3,3	1,7	3,5
LAI (Leaf Area Index)	1,5	4,3	1,1	7,8	0,7	7,0	0,7	5,3	0,7	6,3	0,5	3,3
% parte viva ciuffo	99,0	99,8	99,6	99,9	99,6	99,9	99,6	99,9	99,7	99,9	99,4	99,9
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no										
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no										
N. taxa totale complessivo	11	15	14	16	14	15	14	16	12	19	15	16
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,3	12,1	8,9	11,3	7,9	10,9	9,2	11,3	9,8	11,1	9,4	11,1
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,092	0,363	0,208	0,670	0,159	0,545	0,254	0,476	0,195	0,579	0,203	0,534
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	9,2	36,3	20,8	67,0	15,9	54,5	25,4	47,6	19,5	57,9	20,3	53,4
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,7	4,3	3,3	36,4	2,5	6,9	5,4	17,1	4,7	16,6	2,6	9,9

Tabella A.20 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/8 (anno 2012-13).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6-bis	
	MIN	MAX	MIN	MAX								
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1438	1575	1318	1646	989	1293	1615	1776	1265	1460
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	347	605	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	16	0	22	0	3	0	37	0	0	0	12
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
Lunghezza ciuffi (cm)	41,5	59,1	21,8	51,8	16,8	56,7	24,0	68,5	17,6	47,4	13,2	43,9
Lunghezza ligula (cm)	7,7	10,9	5,3	10,6	3,6	9,8	5,6	14,5	4,1	7,7	3,4	7,5
N. foglie/ciuffo	3,9	4,2	2,0	3,2	1,9	3,5	1,8	3,6	1,7	3,4	1,8	3,3
LAI (Leaf Area Index)	1,9	3,8	1,3	4,6	0,9	7,6	0,8	7,0	0,7	6,1	0,5	4,9
% parte viva ciuffo	98,3	99,8	98,0	99,7	98,2	99,7	98,7	99,8	98,8	99,7	98,0	99,6
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no										
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no										
N. taxa totale complessivo	12	17	17	21	13	15	16	16	12	17	16	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,8	13,9	10,9	16,3	8,8	11,6	10,4	13,0	10,8	12,8	9,7	11,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,117	0,503	0,278	0,473	0,233	0,592	0,166	0,668	0,366	0,770	0,286	0,444
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	11,7	50,3	27,8	47,3	23,3	59,2	16,6	66,8	36,6	77,0	28,6	44,4
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	3,5	9,4	1,0	25,3	3,8	14,3	5,8	9,7	11,0	41,7	1,1	11,2

Tabella A.21 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.78/I (anno 2003).

	Bocca di porto di Malamocco					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	1435-1801	1225-2189	955-1544	1265-1875	1442-1931
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	220-326	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0-56	0-25	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-37	0-230	0	0-124	0	0-73
Copertura prateria (%)	80	90	100	100	100	100
Lunghezza 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
Lunghezza 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	1,6-3,9	1,8-3,8	1,7-3,8	1,3-4,1	1,3-4,3
LAI (Leaf Area Index)	0,7-2,3	1,0-13,1	0,4-8,8	0,3-6,4	0,9-6,1	0,4-8,0
% parte viva ciuffo	94,6-97,8	98,0-99,9	98,0-99,8	98,7-99,9	98,8-99,8	98,6-99,9
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	15-21	15-29	15-30	14-29	13-39	dic-28
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,0-14,3	11,7-16,3	12,2-16,7	11,2-17,8	11,2-23,3	10,5-14,2
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,045-0,089	0,105-0,889	0,181-0,684	0,166-0,697	0,139-1,039	0,130-0,669
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	4,5-8,9	10,5-88,9	18,1-68,4	16,6-69,7	13,9-103,9	13,0-66,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	1,7-7,8	5,6-178,0	2,4-169,5	2,9-828,3	2,1-181,8	1,0-166,7

CORILA

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

Tabella A.22 – Stazioni Chioggia 1bis-2bis-3bis-4-5-6: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative allo Studio B.6.72 B/8 (anno 2013-14, solo tre campagne stagionali). Lo studio B.6.78/I raccoglie i dati del 2003.

	B.6.78	C1-bis	C1-bis	C1-bis	B.6.78	C2-bis	C2-bis	C2-bis	B.6.78	C3-bis	C3-bis	C3-bis
	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	732-1107	1259	1615	1063	1609-2155	1293	1268	1166
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²)	344-546	586	570	344	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-19	19	0	0	0	0	81	31	0-28	0	0	0
Copertura prateria (%)	80-90	100	100	90	60-100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	30,3-57,5	55,6	48,0	65,5	17,7-77,0	20,2	77,0	34,9	11,4-33,6	19,5	72,8	23,4
Lunghezza ligula (cm)	7,7-11,2	13,0	9,0	10,9	6,8-13,8	5,0	15,3	8,8	4,4-7,4	5,4	14,2	5,8
N. foglie/ciuffo	3,9-4,8	5,4	3,6	3,5	1,2-3,6	2,9	2,5	1,9	1,2-3,9	3,0	3,1	1,9
LAI (Leaf Area Index)	1,4-5,8	5,8	3,0	2,2	0,4-6,2	1,0	7,6	1,2	0,5-8,9	1,0	5,9	0,7
% parte viva ciuffo	97,9-98,8	99,7	98,6	98,4	97,5-100	99,8	99,5	97,6	92,0-99,0	99,0	99,8	94,4
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	12-23	11	17	6	19-38	15	13	16	12-28	18	16	11
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	6,7-12,5	9,0	13,2	4,7	15,3-17,2	9,8	9,8	12,1	7,8-14,5	11,0	12,6	7,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,027-0,456	0,084	0,535	0,106	0,106-0,279	0,298	0,485	0,189	0,111-0,304	0,207	0,348	0,257
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	2,7-45,6	8,4	53,5	10,6	10,6-27,9	29,8	48,5	18,9	11,1-30,4	20,7	34,8	25,7
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,1-29,6	1,6	4,6	1,0	2,7-69,5	6,5	1,9	3,3	0,7-91,5	5,9	2,3	2,0

	B.6.78	C4	C4	C4	B.6.78	C5	C5	C5	B.6.78	C6	C6	C6
	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1206-1519	1296	1392	1333	1085-1383	1113	1823	1085	1045-1423	1209	1562	1135
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	16,8-81,6	25,8	91,3	37,8	16,9-75,8	26,5	77,9	44,3	19,2-68,8	21,0	76,9	38,0
Lunghezza ligula (cm)	6,9-16,0	6,5	16,8	9,0	8,2-15,3	7,3	15,6	9,0	8,1-14,8	5,9	16,1	9,1
N. foglie/ciuffo	1,5-3,5	3,6	2,8	1,8	1,1-4,0	3,0	2,8	2,0	1,4-3,3	3,2	2,8	2,0
LAI (Leaf Area Index)	0,7-11,9	1,4	8,3	1,7	0,6-15,1	1,4	10,5	1,8	0,3-9,1	0,9	8,2	1,5
% parte viva ciuffo	97,3-99,9	99,7	99,7	97,7	95,2-99,9	99,3	99,7	98,2	99,1-100	99,1	99,6	98,2
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	16-39	16	17	15	20-39	21	22	26	19-44	19	18	13
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	13,0-20,4	11,9	12,4	9,7	13,5-17,8	12,8	17,0	19,1	13,3-19,8	12,2	14,2	9,6
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,134-0,314	0,252	0,498	0,501	0,049-0,515	0,293	0,652	0,361	0,136-0,498	0,334	0,776	0,172
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	13,4-31,4	25,2	49,8	50,1	4,9-51,5	29,3	65,2	36,1	13,6-49,8	33,4	77,6	17,2
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,7-197,8	6,7	1,4	5,2	3,2-183,9	5,4	4,3	13,4	5,4-225,6	20,7	7,6	4,5

Tabella A.23 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante la campagna autunnale dello Studio B.6.72 B/2 (anno 2006-07).

	C1	C2-bis ^(*)	C3	C4	C5	C6
	Autunno	Autunno	Autunno	Autunno	Autunno	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	970	1547	977	1200	918
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	304	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	3	0	0	3	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	52,6	23,6	18,3	26,3	36,0	32,3
Lunghezza 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 ⁽²⁻³⁾	5,7	8,5	11,2	5,2	12,3	14,7
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,019	0,174	0,445	0,025	0,339	0,312
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	1,9	17,4	44,5	2,5	33,9	31,2
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,1	2,1	7,0	0,6	9,9	7,9

(*) = dalla campagna autunnale dello studio B.6.72 B/2, la stazione Chioggia 2 (C2) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 2-bis (C2-bis).

Tabella A.24 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/3 (anno 2007-08).

	C1		C2-bis		C3		C4		C5		C6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1001	1810	1752	2421	1383	1705	1203	1618	1104	1876
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	388	722	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	22	9	56	0	239	0	50	0	6	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	54,2	63,0	26,9	75,0	14,9	32,7	30,8	86,0	32,5	93,2	26,7	75,8
Lunghezza ligula (cm)	11,0	12,8	6,3	15,7	3,7	5,9	7,2	17,3	8,1	18,7	5,4	15,3
N. foglie/ciuffo	3,9	4,0	1,5	3,5	1,5	3,2	1,4	3,1	1,6	3,3	1,7	3,0
LAI (Leaf Area Index)	2,5	6,5	0,8	3,7	1,2	3,2	1,1	7,0	1,1	10,4	1,1	5,5
% parte viva ciuffo	98,7	99,3	99,3	99,8	99,0	99,5	99,0	99,8	99,2	99,9	99,0	99,6
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	11	18	12	17	7	14	12	17	10	23	12	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	7,7	12,7	6,0	8,5	5,5	8,6	6,8	8,7	5,7	12,5	7,5	10,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,065	0,419	0,082	0,299	0,079	0,399	0,087	0,298	0,058	0,461	0,208	0,535
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	6,5	41,9	8,2	29,9	7,9	39,9	8,7	29,8	5,8	46,1	20,8	53,5
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,1	1,5	1,1	3,3	0,5	5,5	0,5	2,8	1,0	6,3	1,2	4,3

Tabella A.25 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/4 (anno 2008-09).

	C1		C2-bis		C3		C4		C5		C6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1060	1476	2176	2784	1423	1649	1175	1717	1218	1256
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	394	586	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	12	50	177	74	226	6	167	0	0	0	9
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	40,3	54,6	17,4	72,5	11,9	28,1	21,6	79,1	26,6	86,4	21,3	65,9
Lunghezza ligula (cm)	8,0	11,1	4,7	13,4	3,7	5,5	6,0	17,1	7,3	14,9	6,6	13,2
N. foglie/ciuffo	4,1	4,3	1,7	3,1	1,7	3,3	1,7	3,5	1,8	3,4	1,7	3,1
LAI (Leaf Area Index)	1,9	4,4	1,1	5,2	0,9	4,6	1,9	7,9	1,9	9,5	1,0	5,8
% parte viva ciuffo	93,8	99,3	97,3	99,7	91,3	98,3	93,3	99,5	97,8	99,1	96,2	99,1
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	7	10	10	17	6	17	14	19	15	23	15	22
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	4,3	6,7	5,2	10,4	3,6	10,4	4,1	11,8	8,4	15,6	6,6	14,3
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,050	0,132	0,103	0,243	0,195	0,428	0,057	0,262	0,125	0,526	0,179	0,569
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	5,0	13,2	10,3	24,3	19,5	42,8	5,7	26,2	12,5	52,6	17,9	56,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,1	1,7	0,7	3,0	0,3	6,8	0,8	2,4	4,1	13,4	3,6	18,4

Tabella A.26 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/5 (anno 2009-10).

	C1-bis (*)		C2-bis		C3-bis (*)		C4		C5		C6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1407	1714	1311	2173	1327	1888	1249	1618	1051	1370
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	326	450	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	6	0	65	0	28	0	53	0	37	0	0
Copertura prateria (%)	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	36,9	52,4	20,6	77,4	19,4	72,8	30,9	87,6	27,0	85,2	25,4	77,7
Lunghezza ligula (cm)	7,7	10,8	5,9	15,7	5,4	14,9	8,2	18,3	7,1	17,1	7,4	16,2
N. foglie/ciuffo	3,8	4,5	1,7	3,0	1,8	3,1	1,4	3,1	1,8	3,1	1,7	3,1
LAI (Leaf Area Index)	1,4	3,6	1,4	7,6	1,0	7,7	1,6	7,1	1,9	7,9	1,2	6,5
% parte viva ciuffo	97,9	98,9	98,5	99,6	98,2	99,7	98,3	99,5	98,1	99,6	98,9	99,5
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	11	12	12	19	10	16	17	20	15	22	11	15
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	7,0	8,6	7,3	9,1	5,9	11,3	10,1	12,9	8,9	13,3	8,7	10,1
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,085	0,427	0,251	0,392	0,291	0,591	0,222	0,548	0,288	0,630	0,277	0,432
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	8,5	42,7	25,1	39,2	29,1	59,1	22,2	54,8	28,8	63,0	27,7	43,2
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,7	1,5	2,1	13,1	3,7	5,2	1,3	12,2	2,8	23,4	5,1	37,0

(*) = dalla campagna autunnale dello studio B.6.72 B/5, la stazione Chioggia 1 (C1) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 1-bis (C1-bis); dalla campagna primaverile dello studio B.6.72 B/5, la stazione Chioggia 3 (C3) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 3-bis (C3-bis).

Tabella A.27 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/6 (anno 2010-11).

	C1-bis		C2-bis		C3-bis		C4		C5		C6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1259	1336	1147	1479	1249	1457	1091	1420	1172	1538
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	372	428	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	28	22	109	0	0	0	0	0	16	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	38,8	55,4	22,4	74,3	13,7	60,3	27,4	95,7	23,0	82,6	22,9	83,6
Lunghezza ligula (cm)	7,0	11,8	7,1	14,6	4,0	11,6	8,2	18,5	6,8	14,8	6,7	16,1
N. foglie/ciuffo	3,8	4,4	1,8	2,7	1,6	3,0	1,7	3,1	2,1	2,7	2,0	2,8
LAI (Leaf Area Index)	2,1	3,3	0,9	6,7	0,5	6,2	1,4	10,0	0,8	7,6	0,9	9,4
% parte viva ciuffo	98,6	99,1	98,9	99,3	98,4	99,5	99,0	99,6	99,4	99,7	99,1	99,4
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	8	14	12	14	11	14	18	19	18	20	15	18
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	7,2	11,3	8,6	11,2	8,4	9,7	12,0	14,4	11,2	13,9	9,1	14,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,127	0,598	0,334	0,620	0,307	0,498	0,398	0,521	0,438	0,542	0,429	0,639
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	12,7	59,8	33,4	62,0	30,7	49,8	39,8	52,1	43,8	54,2	42,9	63,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	1,2	5,0	2,3	9,1	3,2	26,8	2,1	8,7	5,2	20,8	7,2	21,8

Tabella A.28 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/7 (anno 2011-12).

	C1-bis		C2-bis		C3-bis		C4		C5		C6-bis	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1101	1541	1057	1445	1308	1345	995	1367	1045	1389
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	446	691	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	9	0	47	0	0	0	3	0	3	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	38,4	49,4	23,0	77,9	18,7	65,6	33,5	88,2	26,7	79,9	22,1	81,1
Lunghezza ligula (cm)	8,4	10,7	6,3	16,4	5,3	14,1	8,4	18,8	7,1	14,1	6,2	15,9
N. foglie/ciuffo	3,9	4,5	1,7	3,2	1,4	3,1	1,5	3,1	2,1	3,0	1,9	3,1
LAI (Leaf Area Index)	1,7	4,0	1,2	7,9	0,7	5,3	1,6	7,0	1,4	7,8	1,3	7,3
% parte viva ciuffo	99,4	99,7	99,4	99,9	99,2	99,9	98,9	99,8	99,7	99,9	99,4	99,9
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	6	14	10	19	13	20	13	19	12	21	11	18
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	4,6	10,8	8,1	11,8	7,4	12,2	9,3	12,9	7,6	15,6	8,6	13,1
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,070	0,260	0,206	0,497	0,167	0,291	0,162	0,278	0,213	0,583	0,255	0,586
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	7,0	26,0	20,6	49,7	16,7	29,1	16,2	27,8	21,3	58,3	25,5	58,6
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,4	5,2	3,6	11,4	3,6	12,7	1,9	9,3	3,6	12,1	10,0	36,3

Tabella A.29 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/8 (anno 2012-13).

	C1-bis		C2-bis		C3-bis		C4		C5		C6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1290	1519	1215	2031	1271	1600	977	1569	1008	1491
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	450	660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	22	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90-100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	34,7	40,5	19,7	64,9	14,0	48,5	24,6	80,9	19,6	69,2	17,5	63,8
Lunghezza ligula (cm)	6,0	8,4	6,3	11,7	4,8	9,0	8,3	13,7	5,2	11,9	5,6	11,2
N. foglie/ciuffo	3,6	5,0	1,8	2,5	1,7	2,7	1,8	2,9	1,9	3,1	1,8	3,1
LAI (Leaf Area Index)	1,8	4,0	0,8	5,4	0,5	6,2	1,1	8,6	0,6	8,7	0,5	7,0
% parte viva ciuffo	97,6	99,8	99,2	99,9	99,1	99,9	99,0	99,9	99,5	99,9	99,3	99,9
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	7	15	13	17	14	15	15	20	14	18	15	18
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	5,8	11,6	9,9	10,9	9,0	11,4	10,2	11,3	11,1	13,3	10,6	11,2
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,059	0,367	0,374	0,540	0,375	0,622	0,327	0,423	0,381	0,711	0,256	0,588
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	5,9	36,7	37,4	54,0	37,5	62,2	32,7	42,3	38,1	71,1	25,6	58,8
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,2	4,7	4,1	27,4	3,9	155,5	3,0	25,1	3,8	69,2	4,0	68,4

Tabella A.30 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/8 (anno 2012-13).

	C1-bis		C2-bis		C3-bis		C4		C5		C6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1063	1615	1166	1293	1296	1392	1085	1823	1135	1562
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	344	586	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	19	0	81	0	0	0	6	0	6	0	0
Copertura prateria (%)	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90-100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	48,0	65,5	20,2	77,0	19,5	72,8	25,8	91,3	26,5	77,9	21,0	76,9
Lunghezza ligula (cm)	9,0	13,0	5,0	15,3	5,4	14,2	6,5	16,8	7,3	15,6	5,9	16,1
N. foglie/ciuffo	3,5	5,4	1,9	2,9	1,9	3,1	1,8	3,6	2,0	3,0	2,0	3,2
LAI (Leaf Area Index)	2,2	5,8	1,0	7,6	0,7	5,9	1,4	8,3	1,4	10,5	0,9	8,2
% parte viva ciuffo	98,4	99,7	97,6	99,8	94,4	99,8	97,7	99,7	98,2	99,7	98,2	99,6
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	6	17	13	16	11	18	15	17	21	26	13	19
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	4,7	13,2	9,8	12,1	7,8	12,6	9,7	12,4	12,8	19,1	9,6	14,2
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,084	0,535	0,189	0,485	0,207	0,348	0,252	0,501	0,293	0,652	0,172	0,776
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	8,4	53,5	18,9	48,5	20,7	34,8	25,2	50,1	29,3	65,2	17,2	77,6
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	1,0	4,6	1,9	6,5	2,0	5,9	1,4	6,7	4,3	13,4	4,5	20,7

Tabella A.31 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.78/I (anno 2003).

	Bocca di Porto di Chioggia					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	732-1107	1609-2155	1206-1519	1085-1383	1045-1423
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	344-546	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-19	0	0-28	0	0	0
Copertura prateria (%)	80-90	60-100	100	100	100	100
Lunghezza 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
Lunghezza ligula (cm)	7,7-11,2	6,8-13,8	4,4-7,4	6,9-16,0	8,2-15,3	8,1-14,8
N. foglie/ciuffo	3,9-4,8	1,2-3,6	1,2-3,9	1,5-3,5	1,1-4,0	1,4-3,3
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	99,1-100
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	12-23	19-38	12-28	16-39	20-39	19-44
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	6,7-12,5	15,3-17,2	7,8-14,5	13,0-20,4	13,5-17,8	13,3-19,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,027-0,456	0,106-0,279	0,111-0,304	0,134-0,314	0,049-0,515	0,136-0,498
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	2,7-45,6	10,6-27,9	11,1-30,4	13,4-31,4	4,9-51,5	13,6-49,8
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,1-29,6	2,7-69,5	0,7-91,5	2,7-197,8	3,2-183,9	5,4-225,6

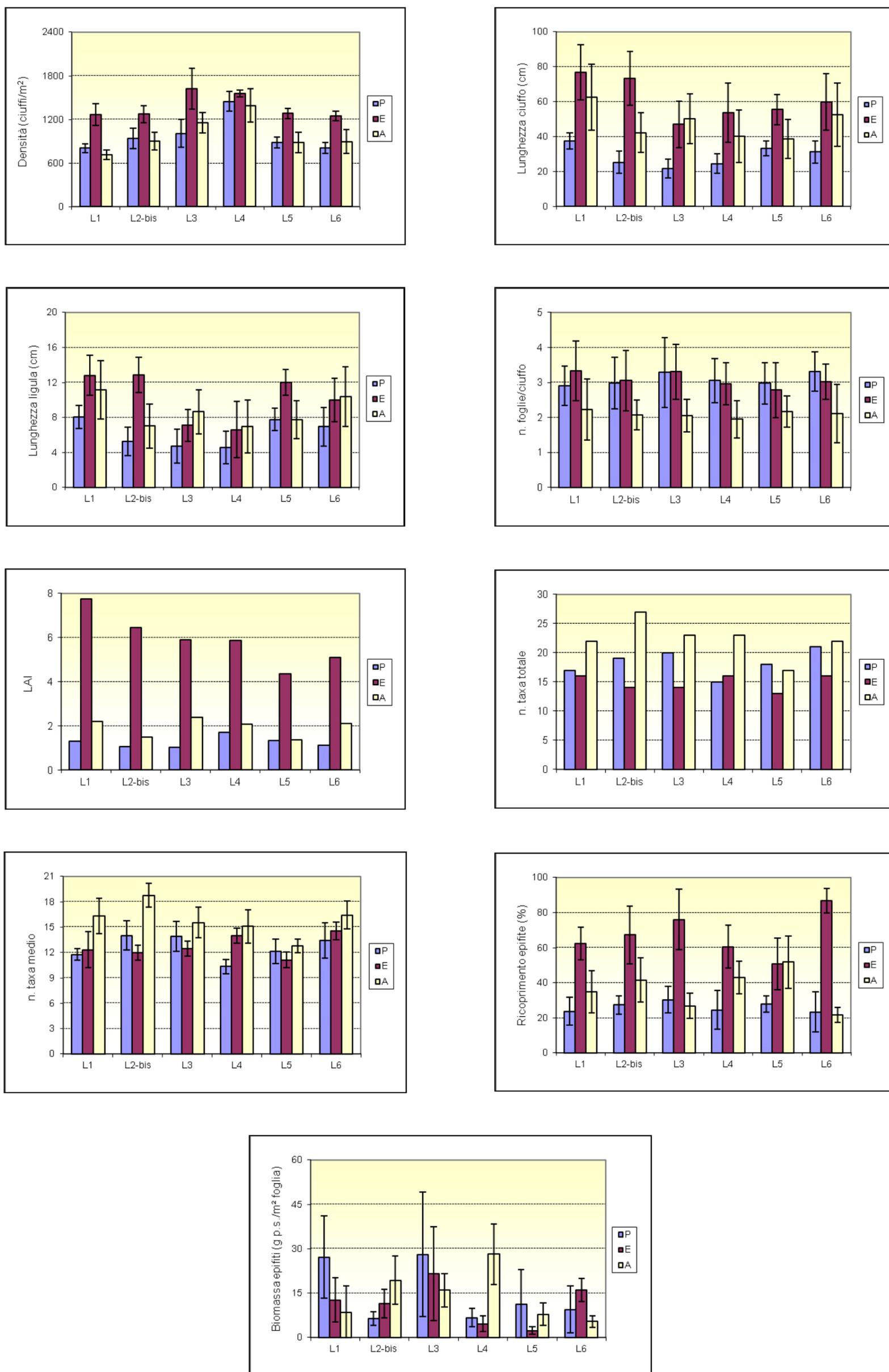


Figura A.1 - Bocca di porto di Lido: rappresentazione grafica e confronto di alcuni indicatori strutturali della Primavera (P), dell'Estate (E) e dell'Autunno (A) 2013.

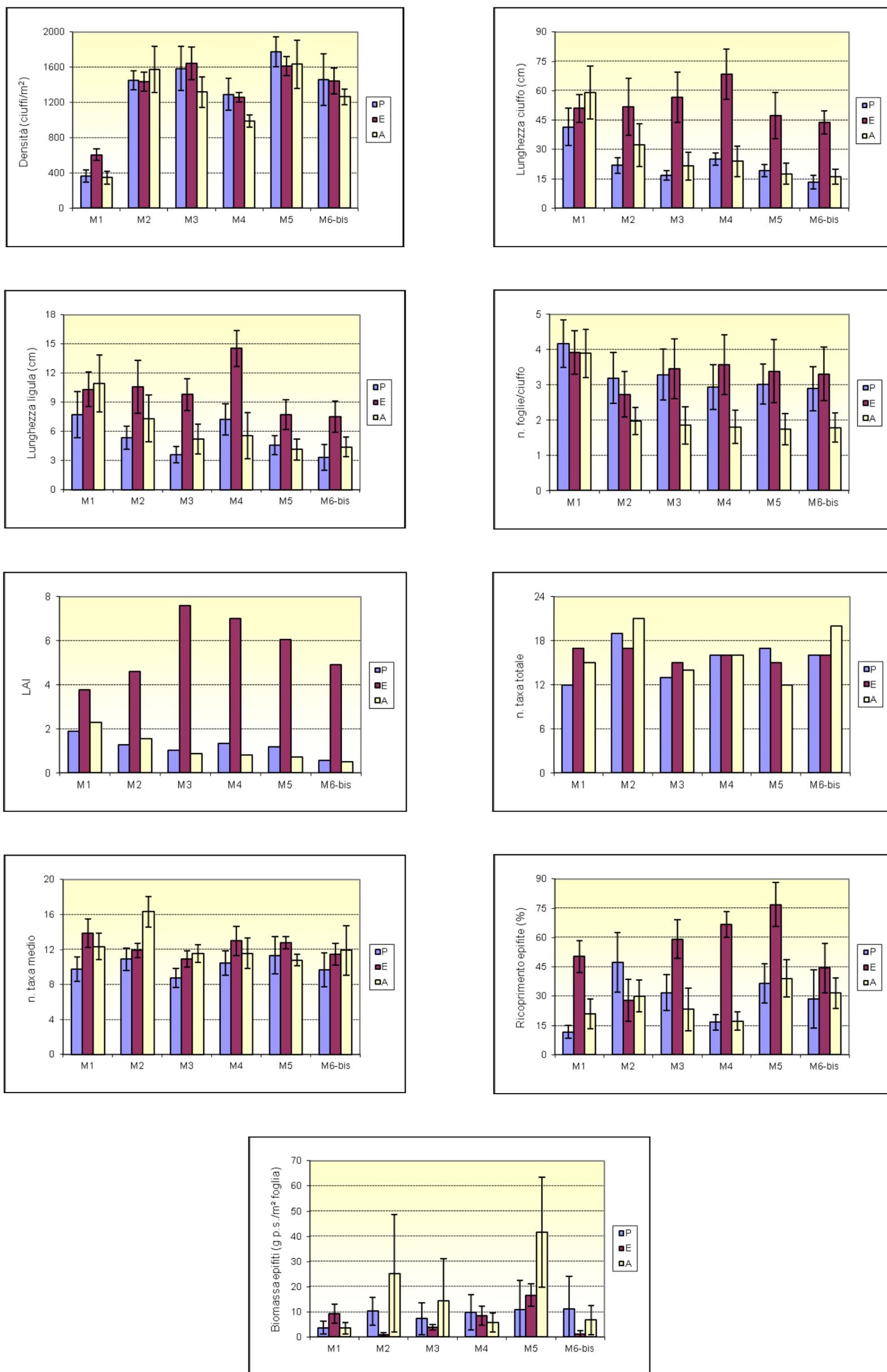


Figura A.2 - Bocca di porto di Malamocco: rappr. grafica e confronto di alcuni indicatori strutturali della Primavera (P), dell'Estate (E) e dell'Autunno (A) 2013.

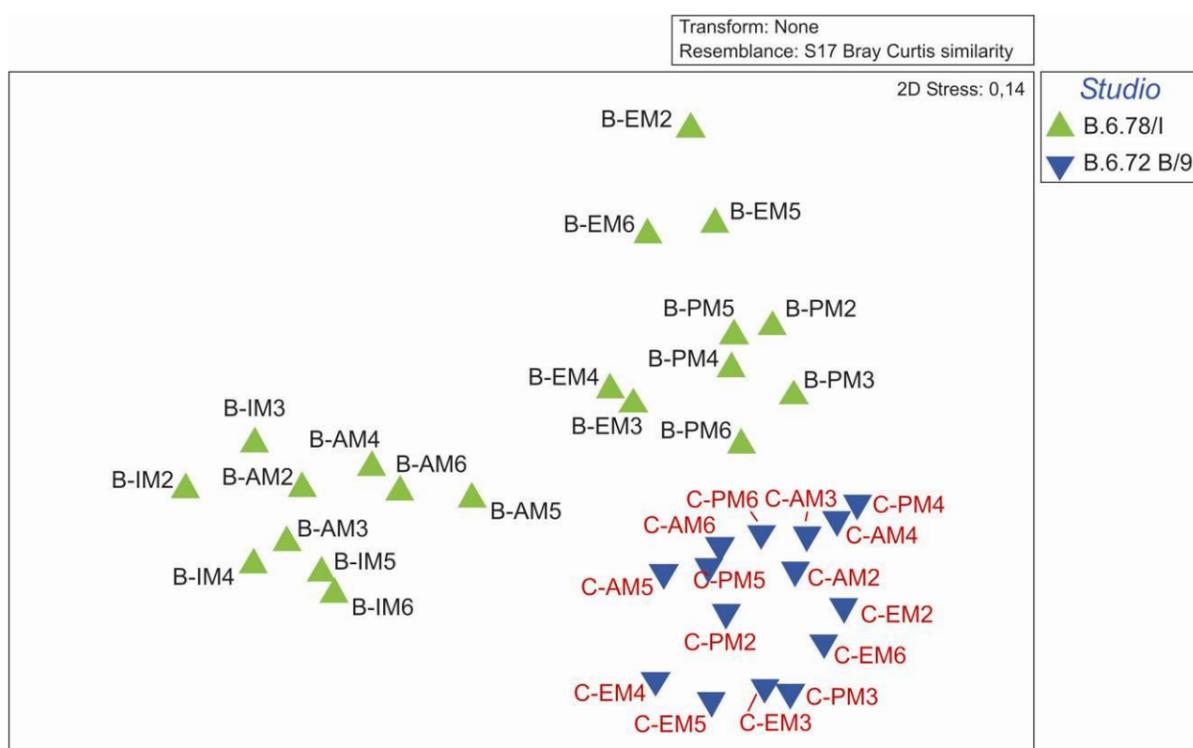


Figura A.3 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento senza trasformazione). [B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/9; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno].

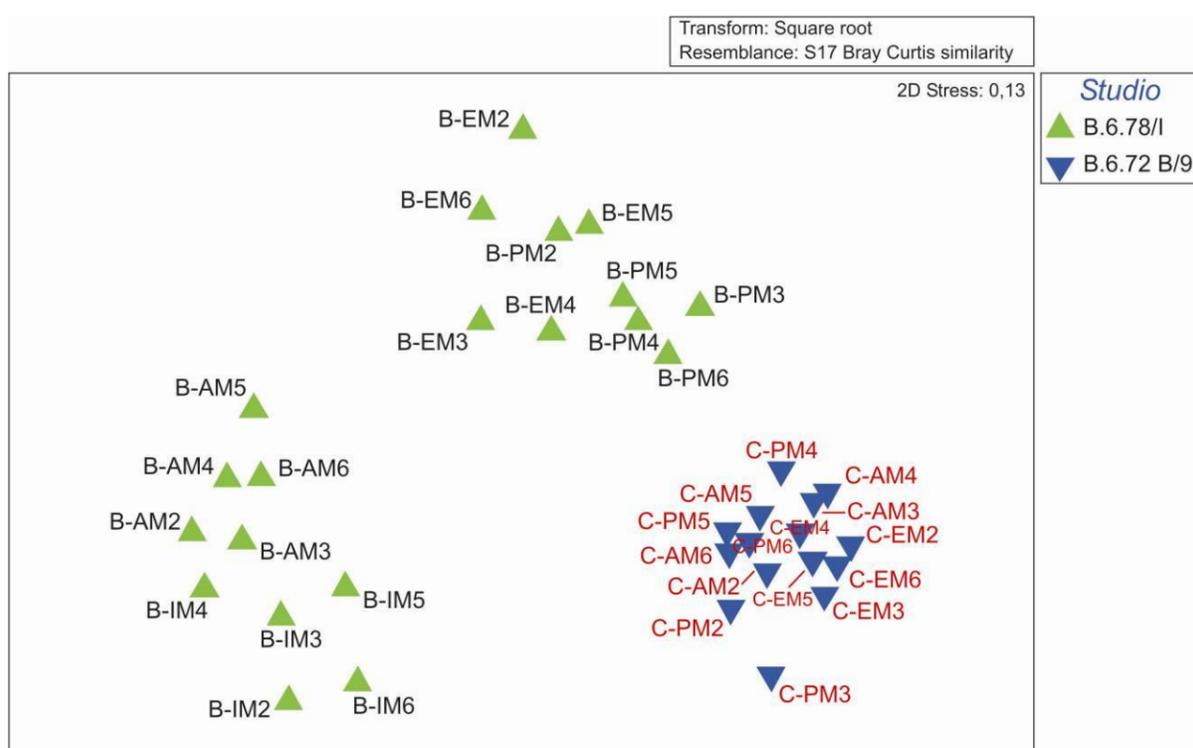


Figura A.4 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata). [B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/9; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno]

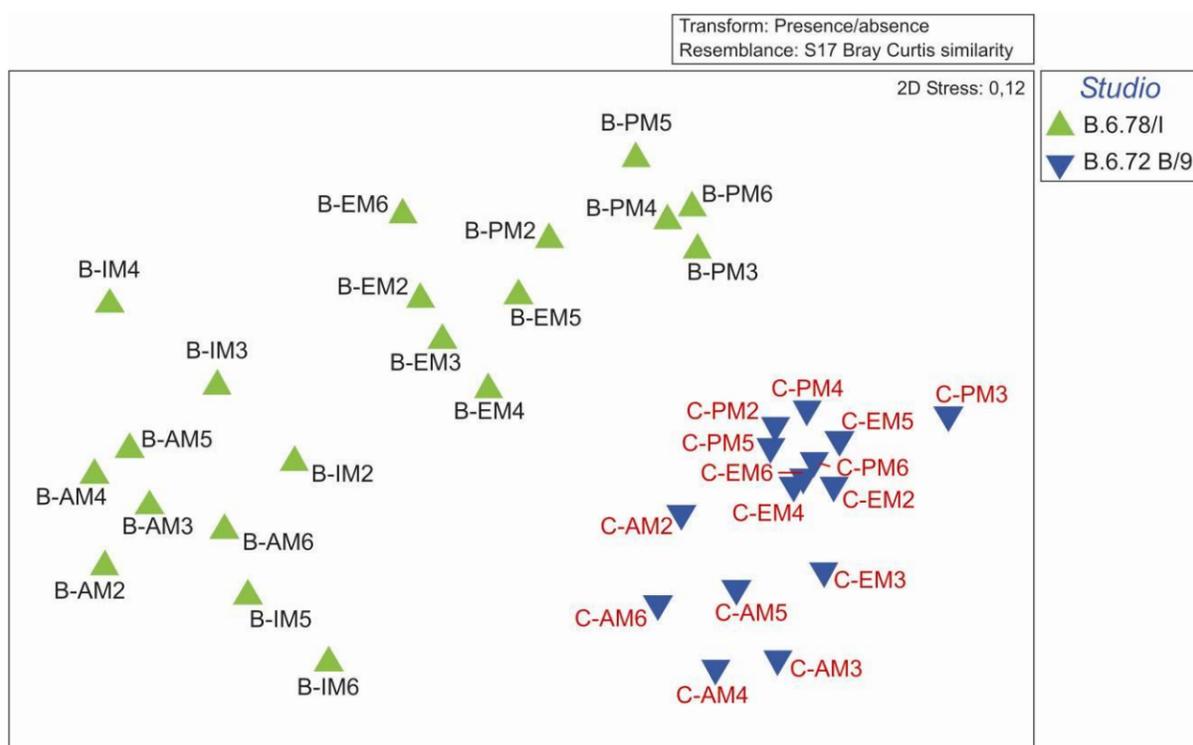


Figura A.5 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (presenza-assenza). [B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/9; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno].

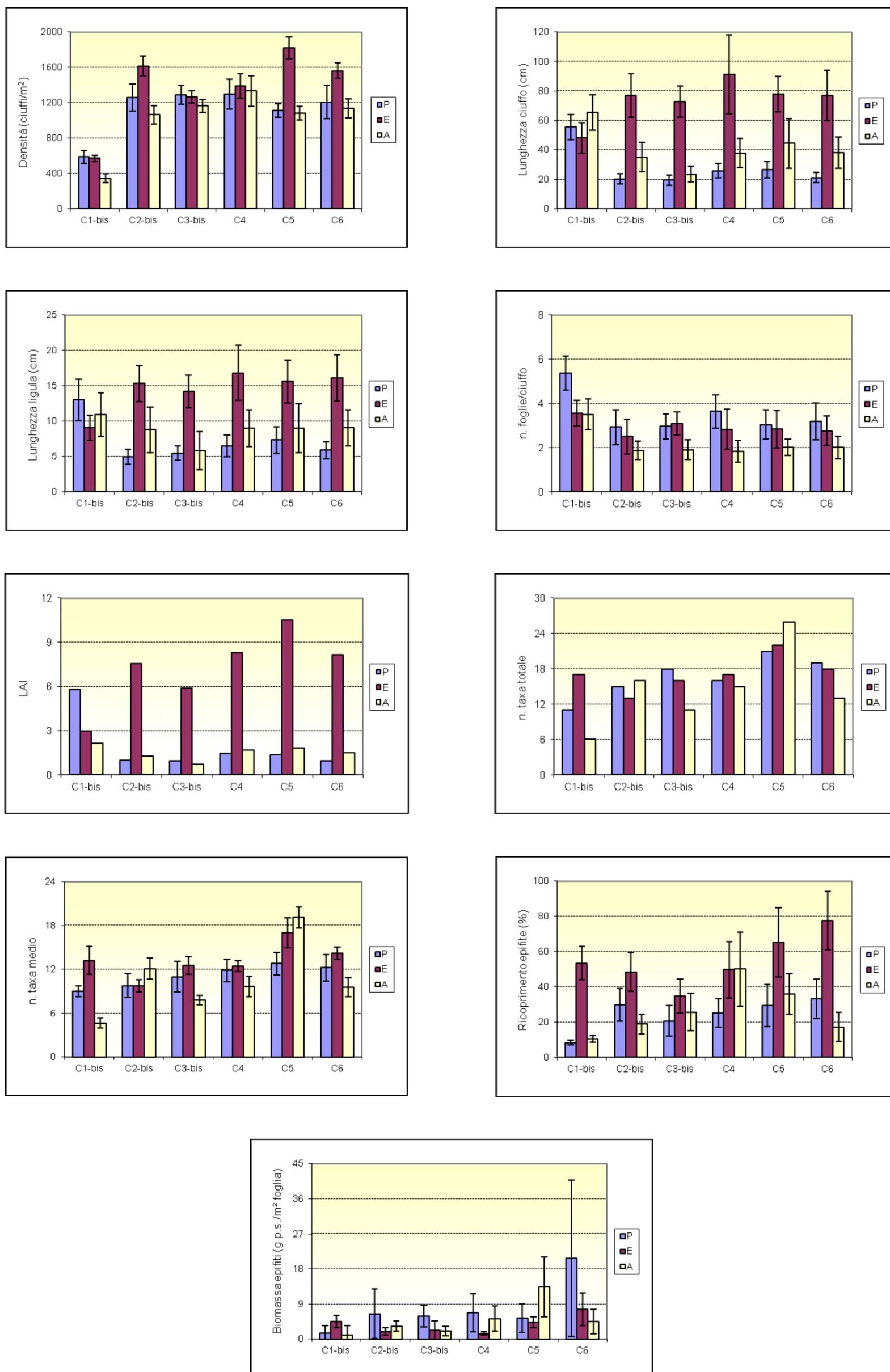


Figura A.6 - Bocca di porto di Chioggia: rappr. grafica e confronto di alcuni indicatori strutturali della Primavera (P), dell'Estate (E) e dell'Autunno (A) 2013.

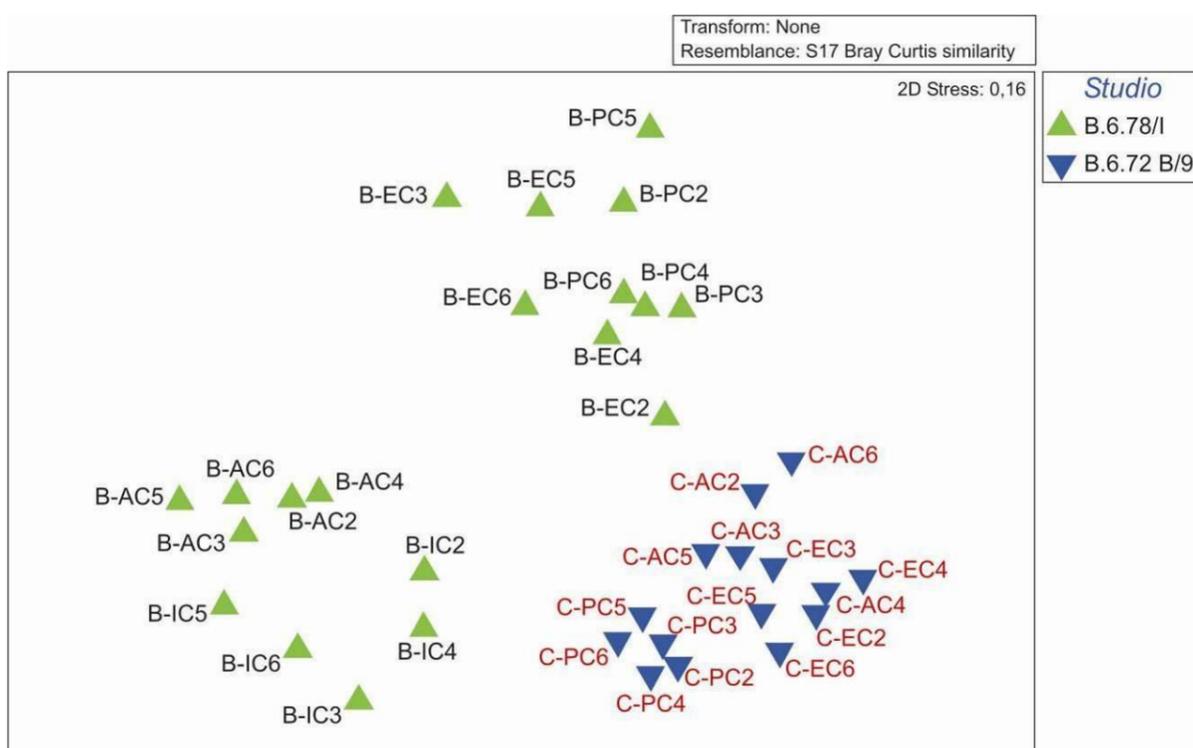


Figura A.7 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento senza trasformazione). [B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/9; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno].

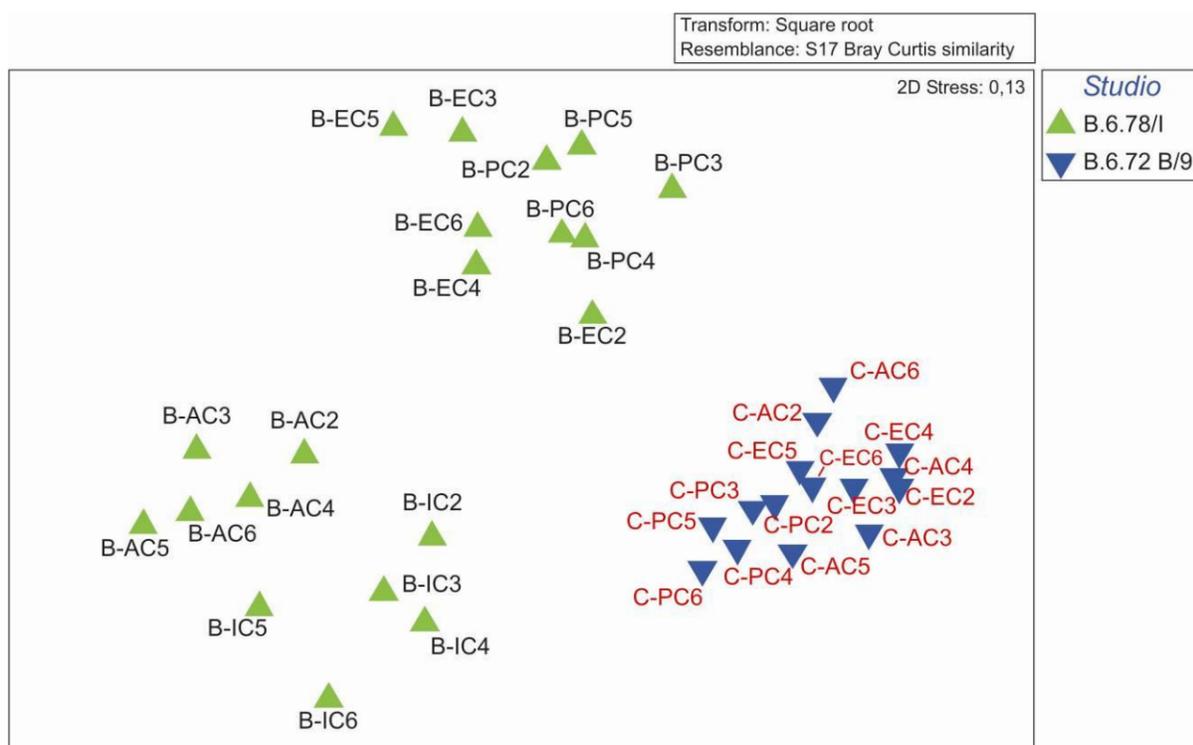


Figura A.8 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata). [B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/9; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno].

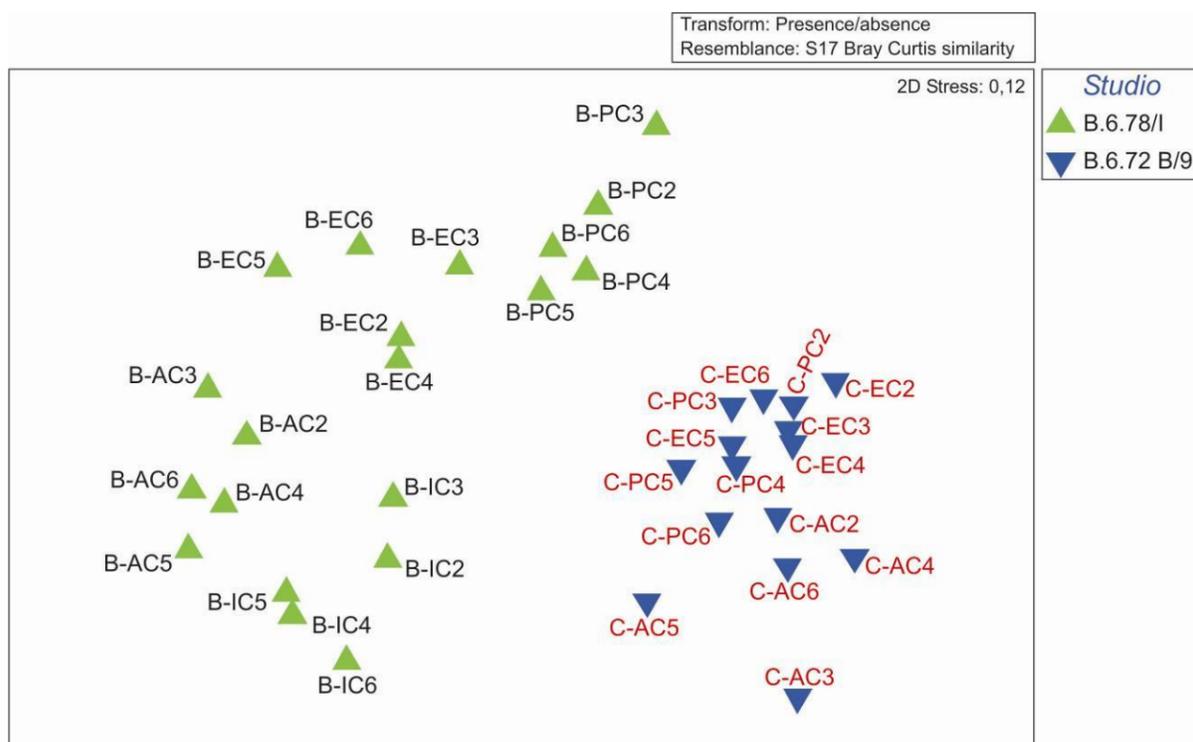


Figura A.9 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (presenza-assenza). [B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/9; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno].

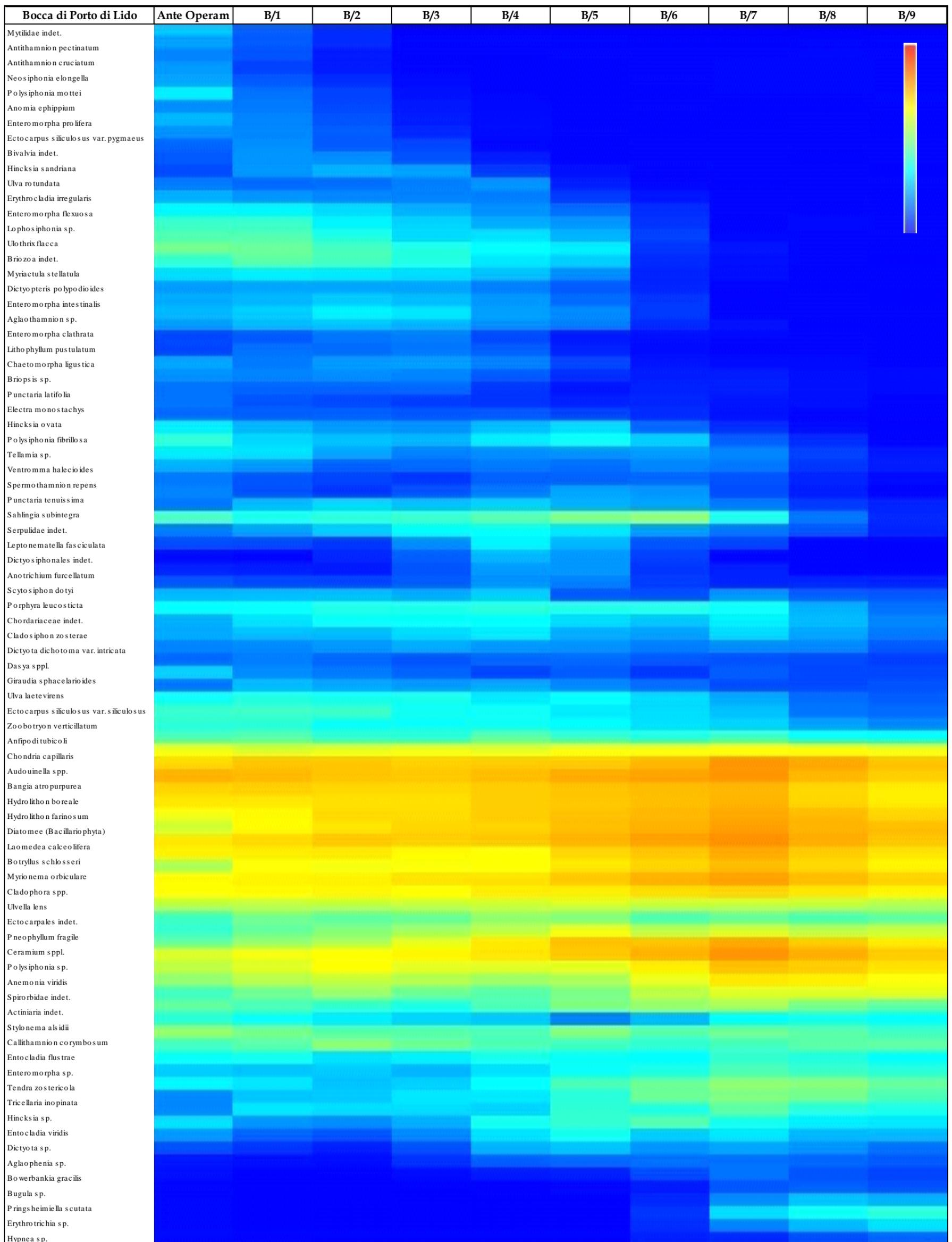


Figura A.10 - Bocca di porto di Lido: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per i 9 anni di monitoraggio (*Ante operam* = Studio B.6.78/I; B/1-B/9 = Studi B.6.72 B/1-B/9, 2005-2013). Valori (log+1) trasformati (**rosso** = massima frequenza; **blu** = assenza di rilevamenti).

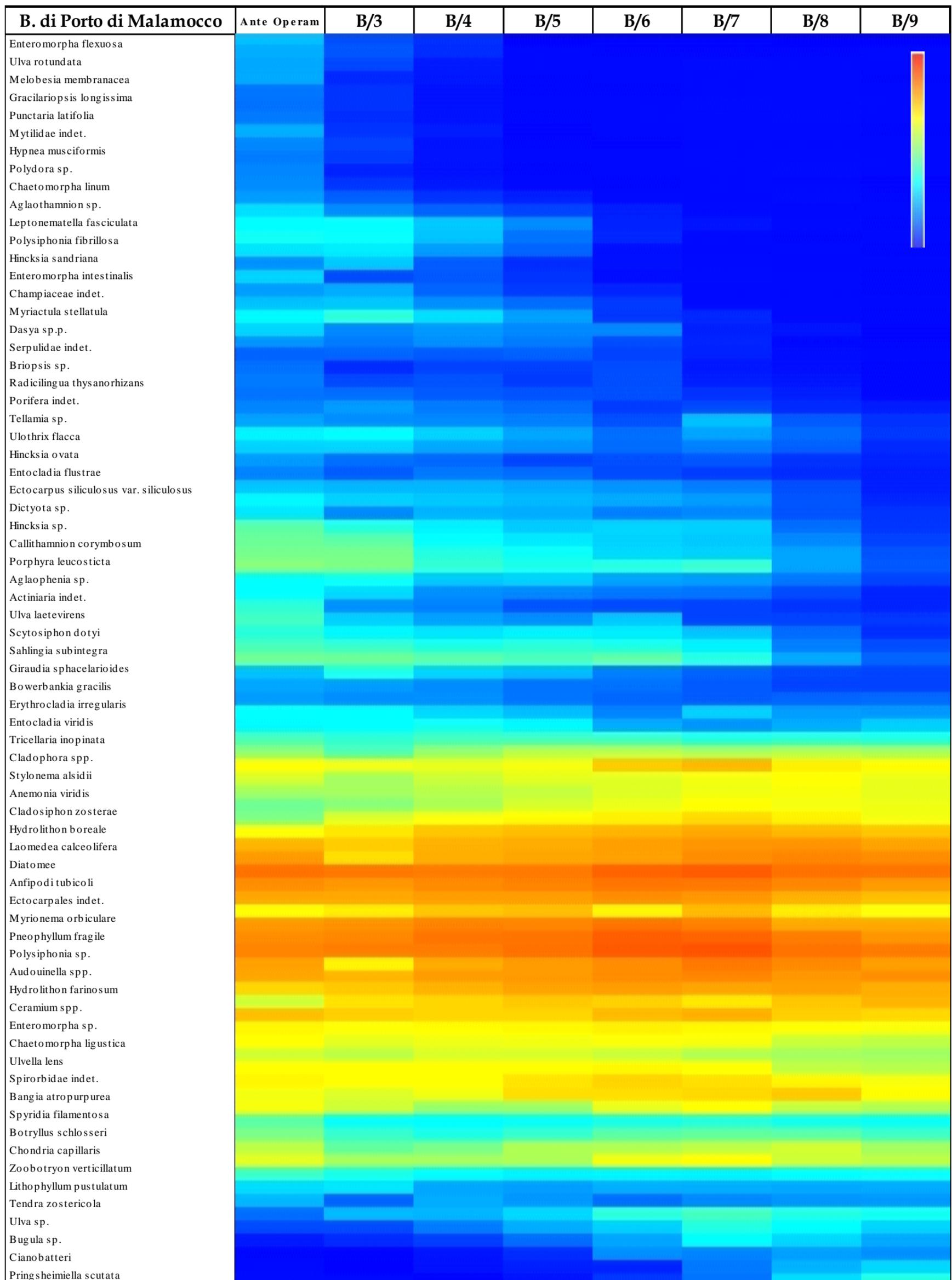


Figura A.11 - Bocca di porto di Malamocco: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per i 7 anni di monitoraggio (*Ante operam* = Studio B.6.78/I; B/1-B/9 = Studi B.6.72 B/1-B/9, 2005-2013). Valori (log+1) trasformati (rosso = massima frequenza; blu = assenza di rilevamenti).

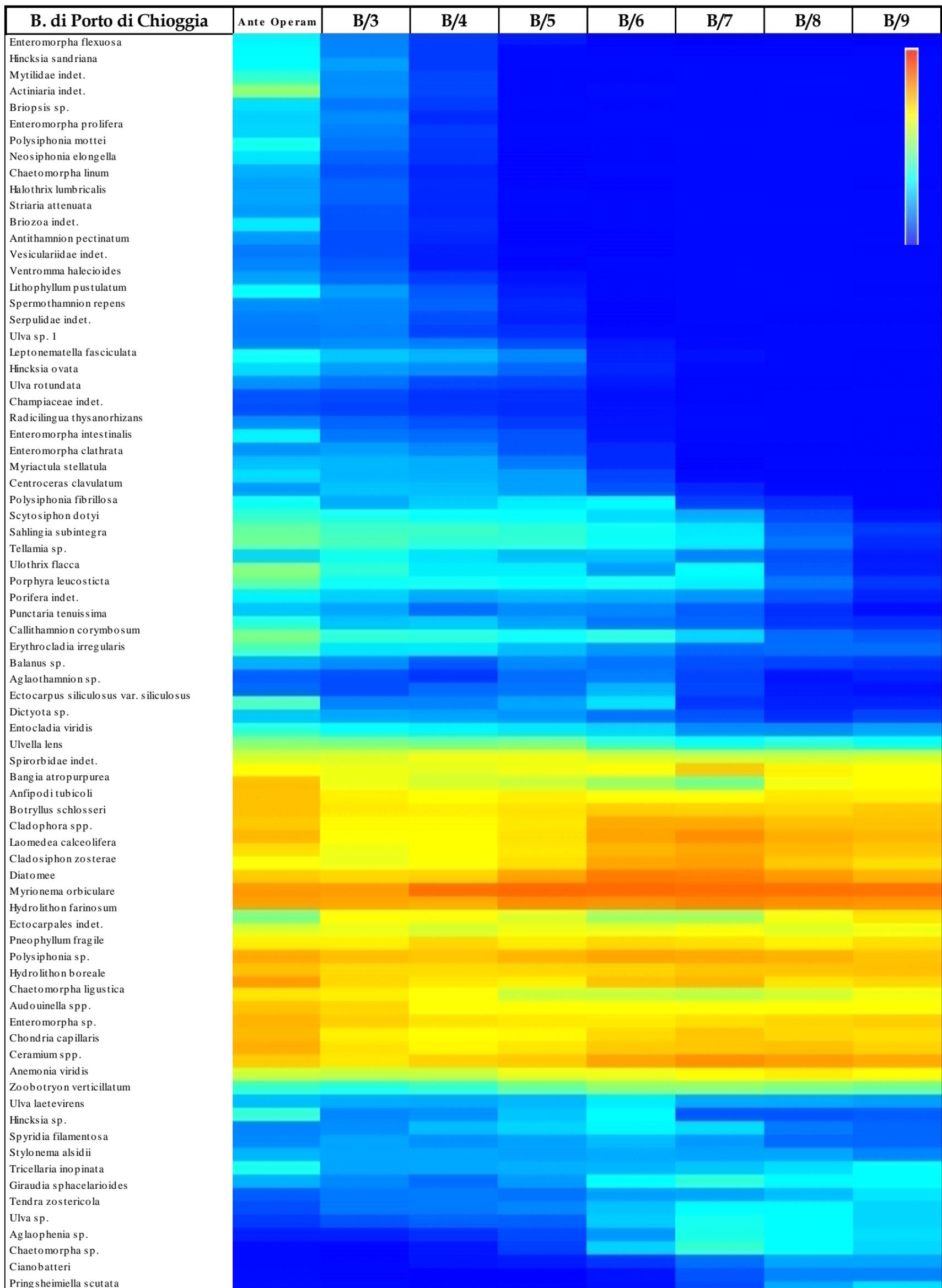


Figura A.12 - Bocca di porto di Chioggia: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per i 7 anni di monitoraggio (*Ante operam* = Studio B.6.78/I; B/1-B/9 = Studi B.6.72 B/1-B/9, 2005-2013). Valori (log+1) trasformati (rosso = massima frequenza; blu = assenza di rilevamenti).

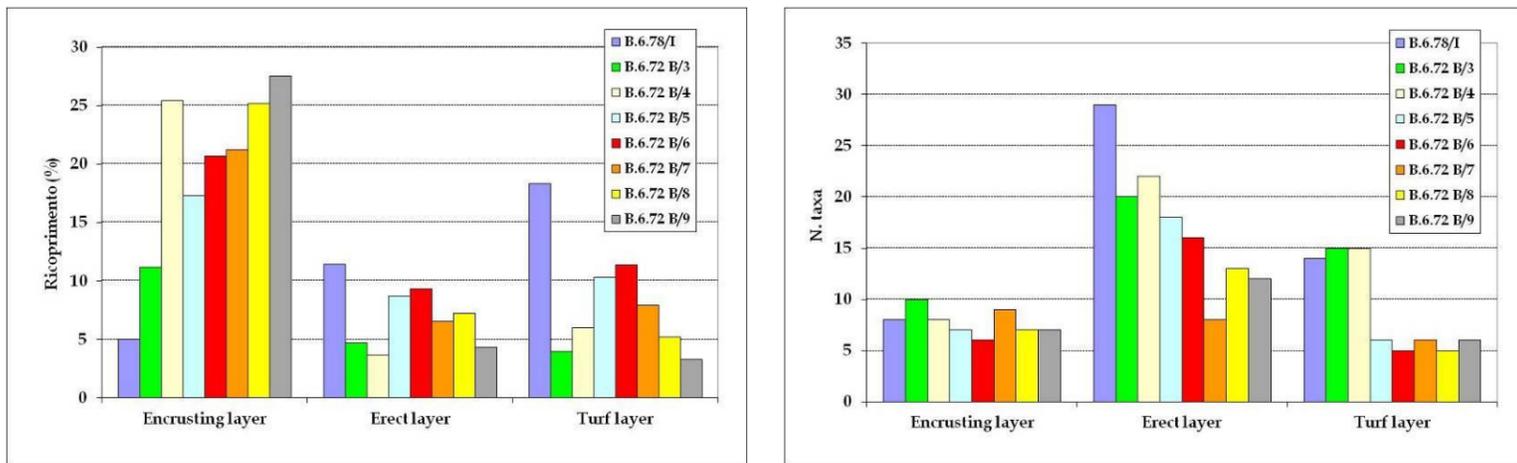


Fig. A.13 - Bocca di porto di Lido: variazioni della comunità epifitica (ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio di *ante operam* e gli ultimi sette monitoraggi (Studi B.6.78 B/3- B/9).

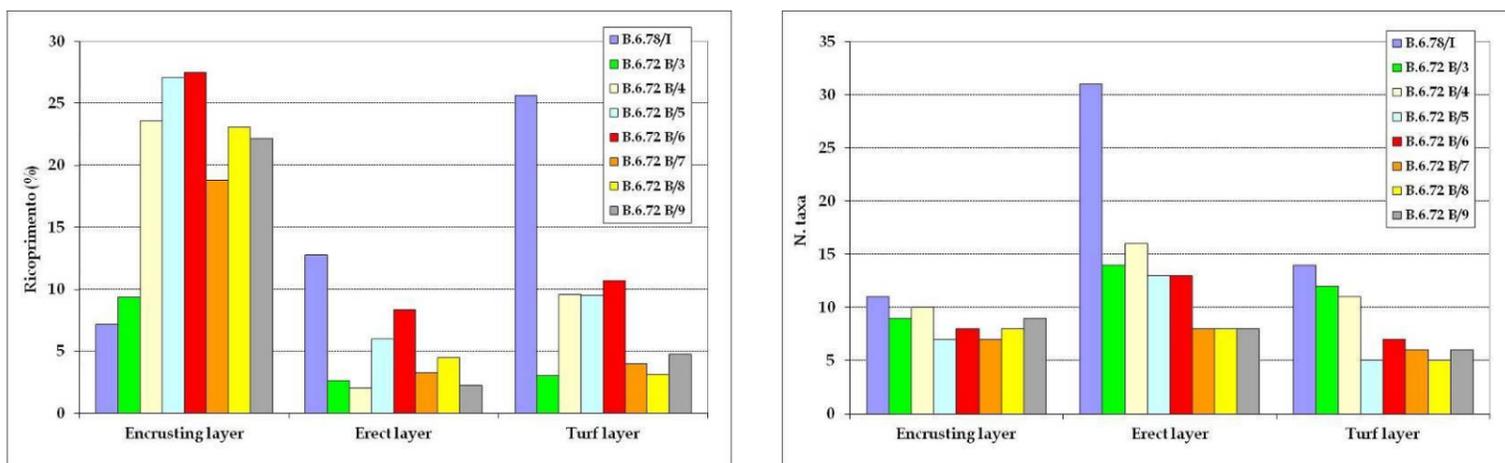


Fig. A.14 - Bocca di porto di Malamocco: variazioni della comunità epifitica, ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio *ante operam* e gli ultimi sette monitoraggi (Studi B.6.78 B/3- B/9).

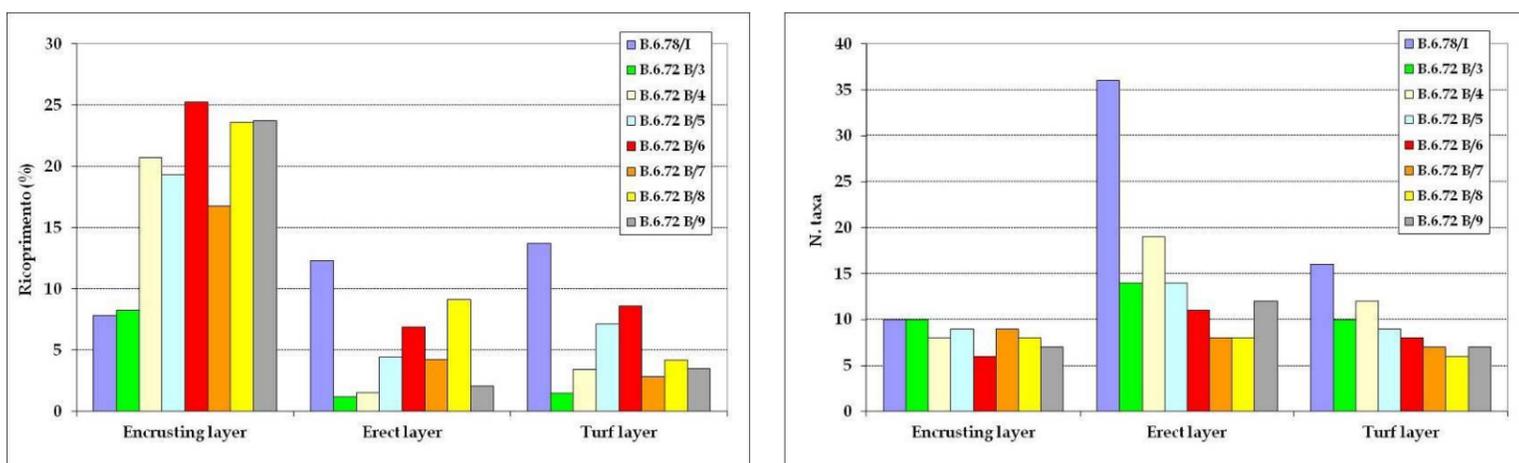


Fig. A.15 - Bocca di porto di Chioggia: variazioni della comunità epifitica, ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio *ante operam* e gli ultimi sette monitoraggi (Studi B.6.78 B/3- B/9).

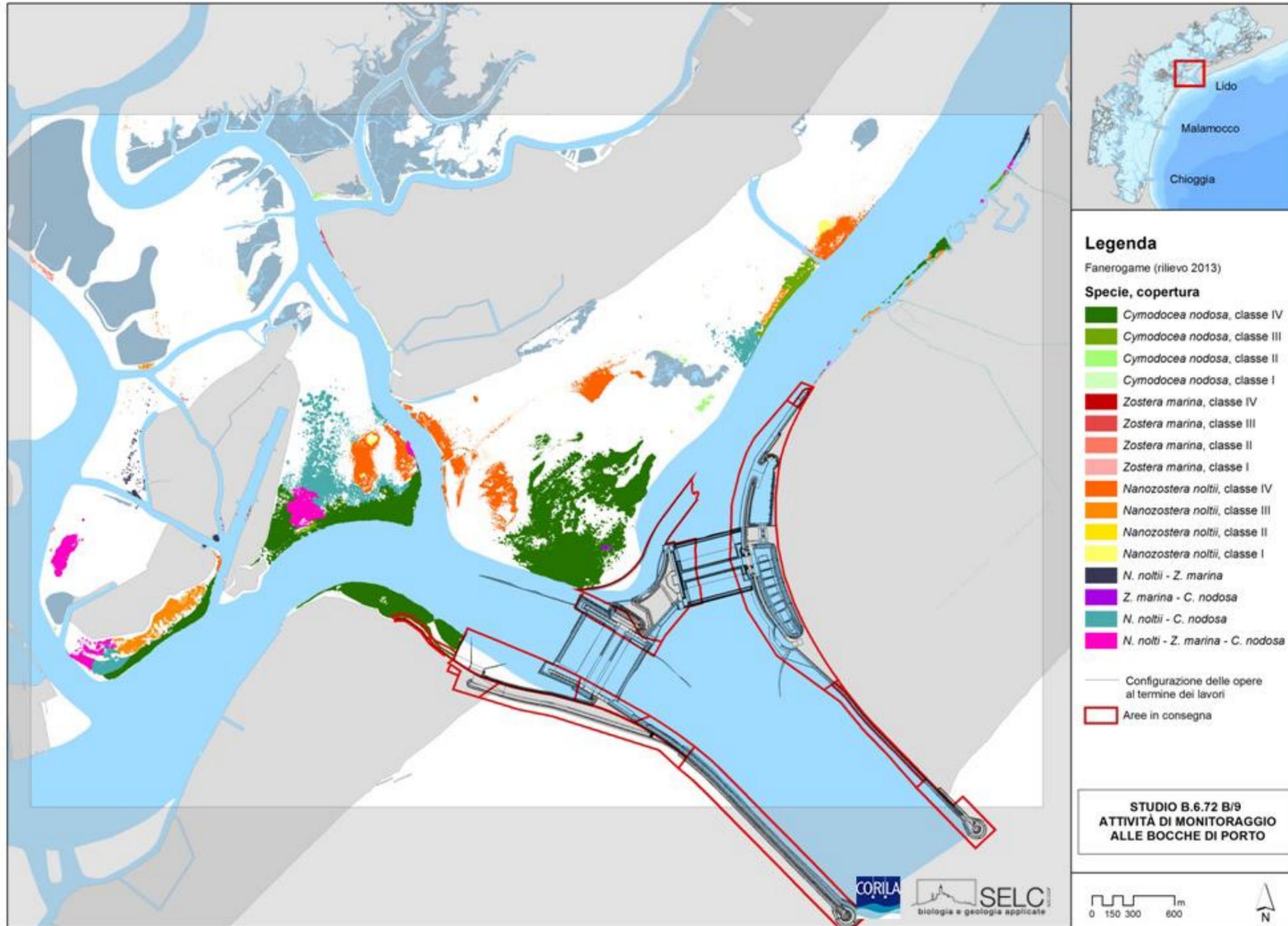


Figura A.16 - Mappatura relativa al 2013 della bocca di porto di Lido.

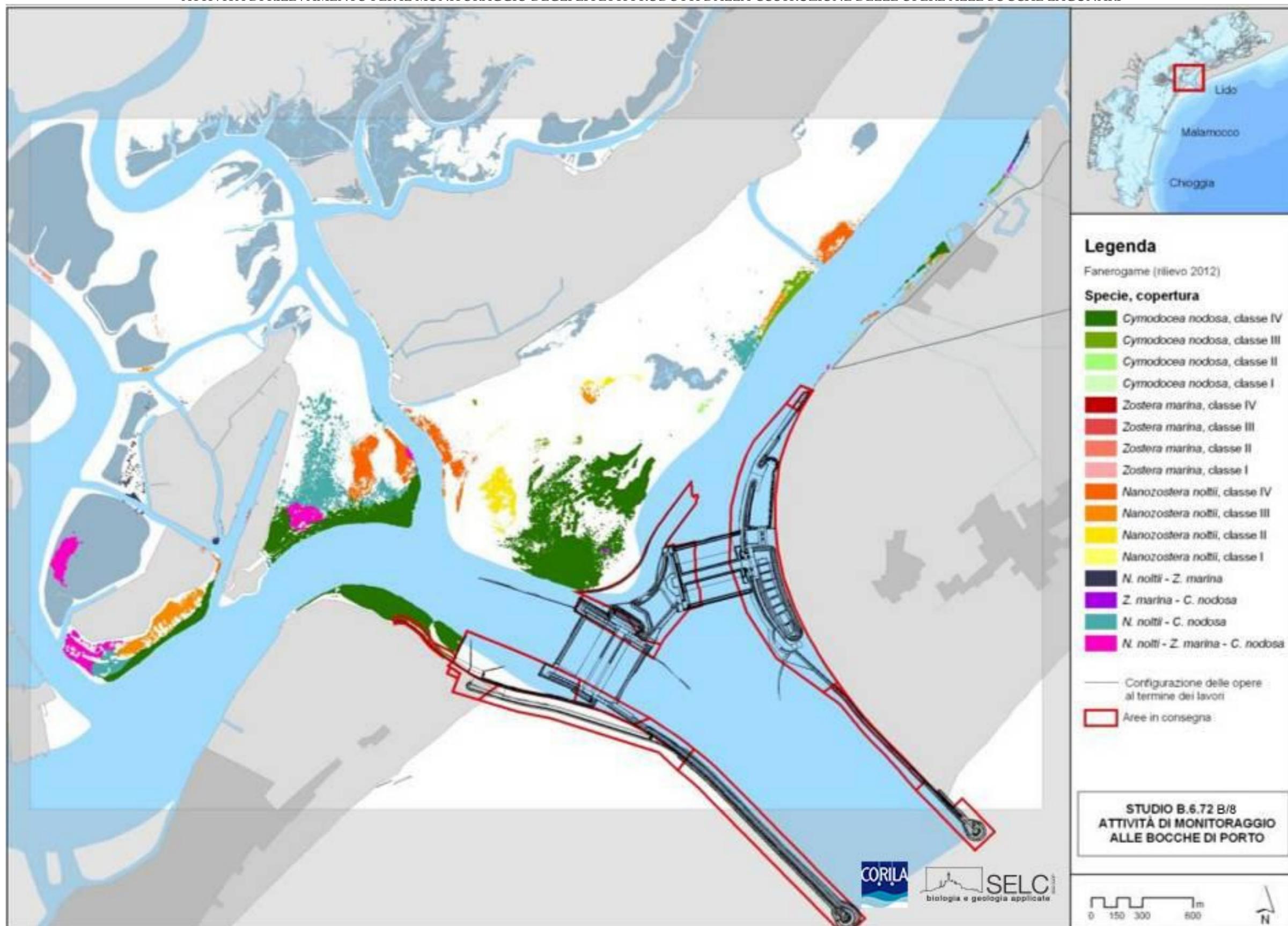


Figura A.17 - Mappatura relativa al 2012 della bocca di porto di Lido.

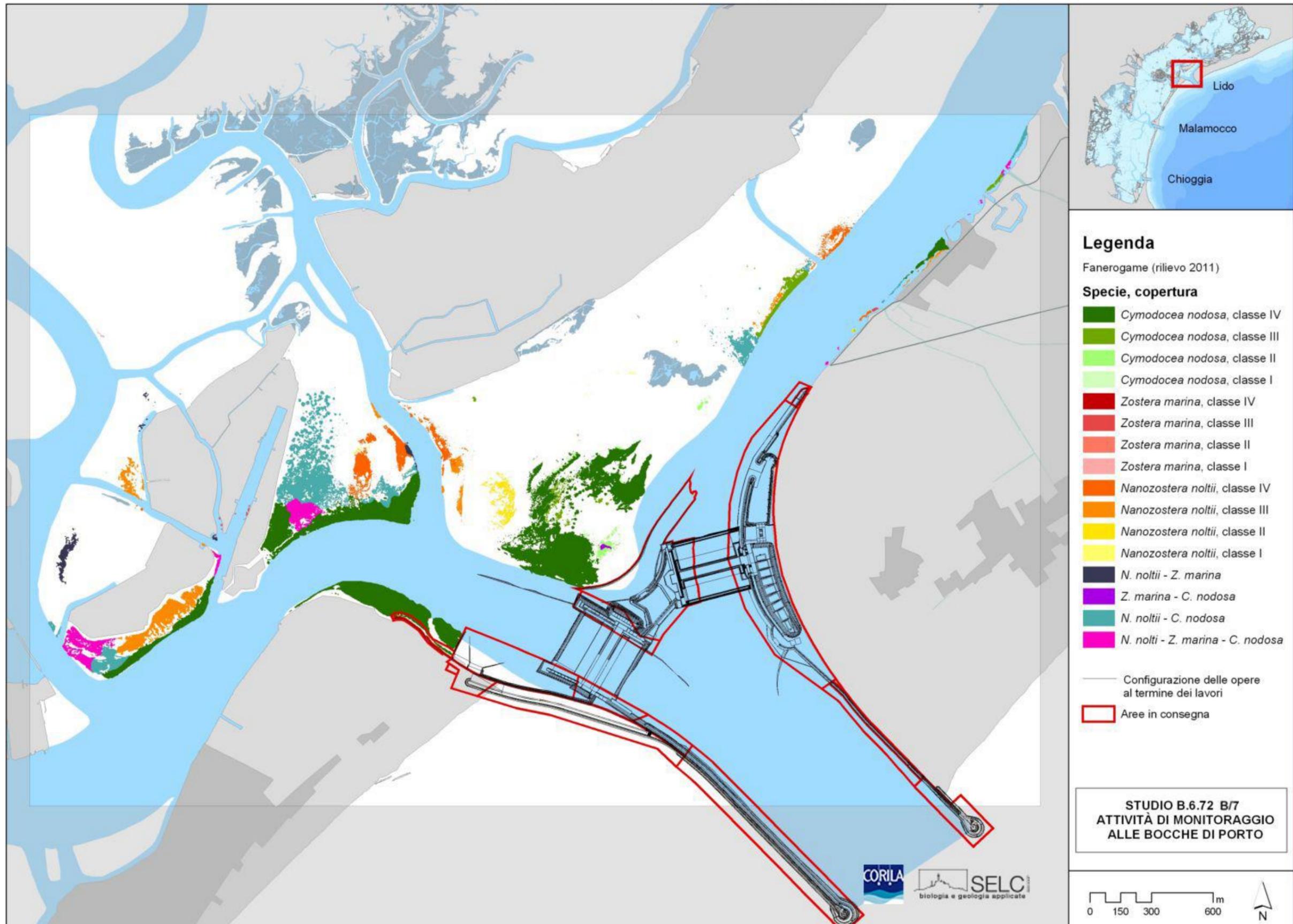


Figura A.18 - Mappatura relativa al 2011 della bocca di porto di Lido.

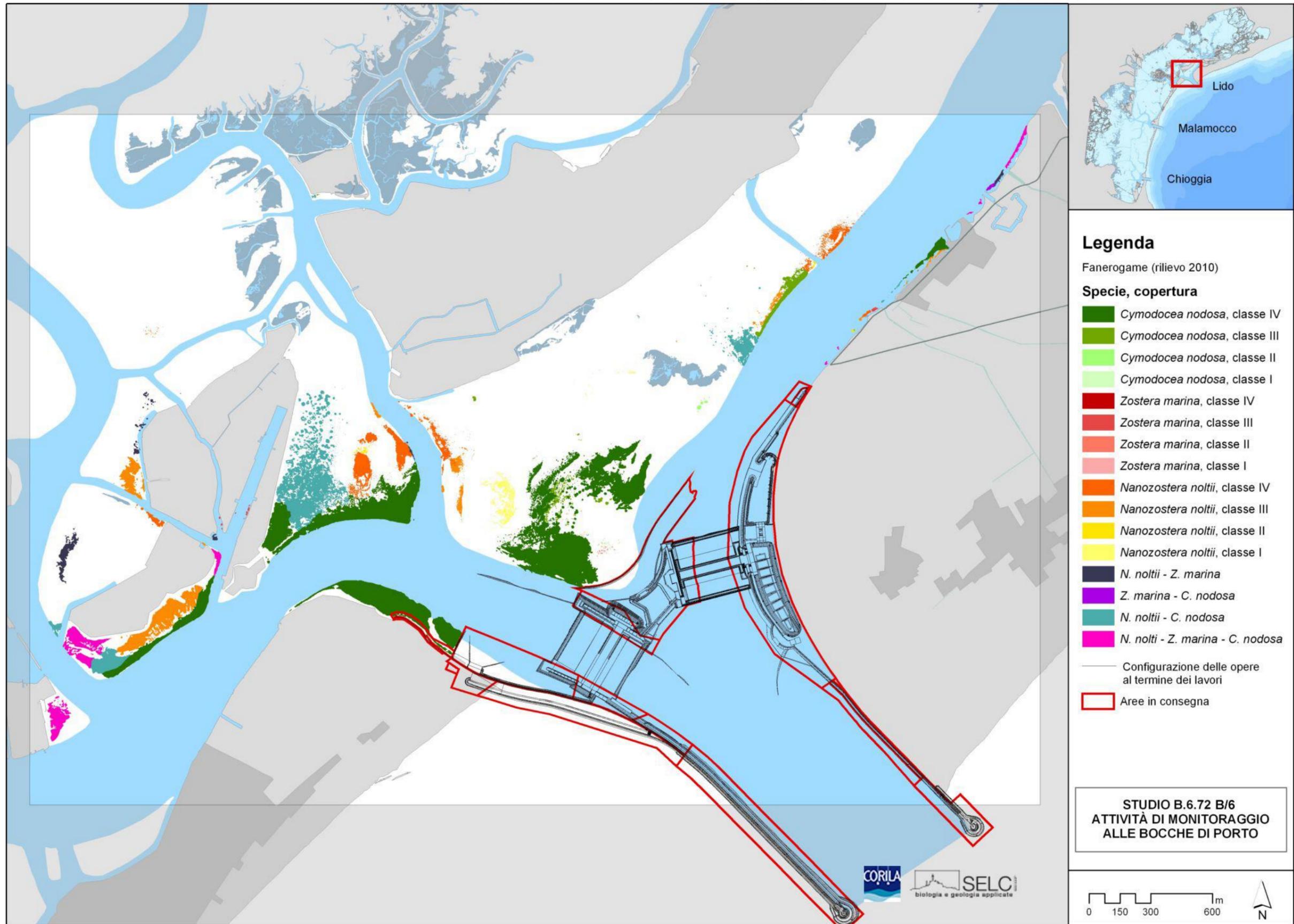


Figura A.19 - Mappatura relativa al 2010 della bocca di porto di Lido.

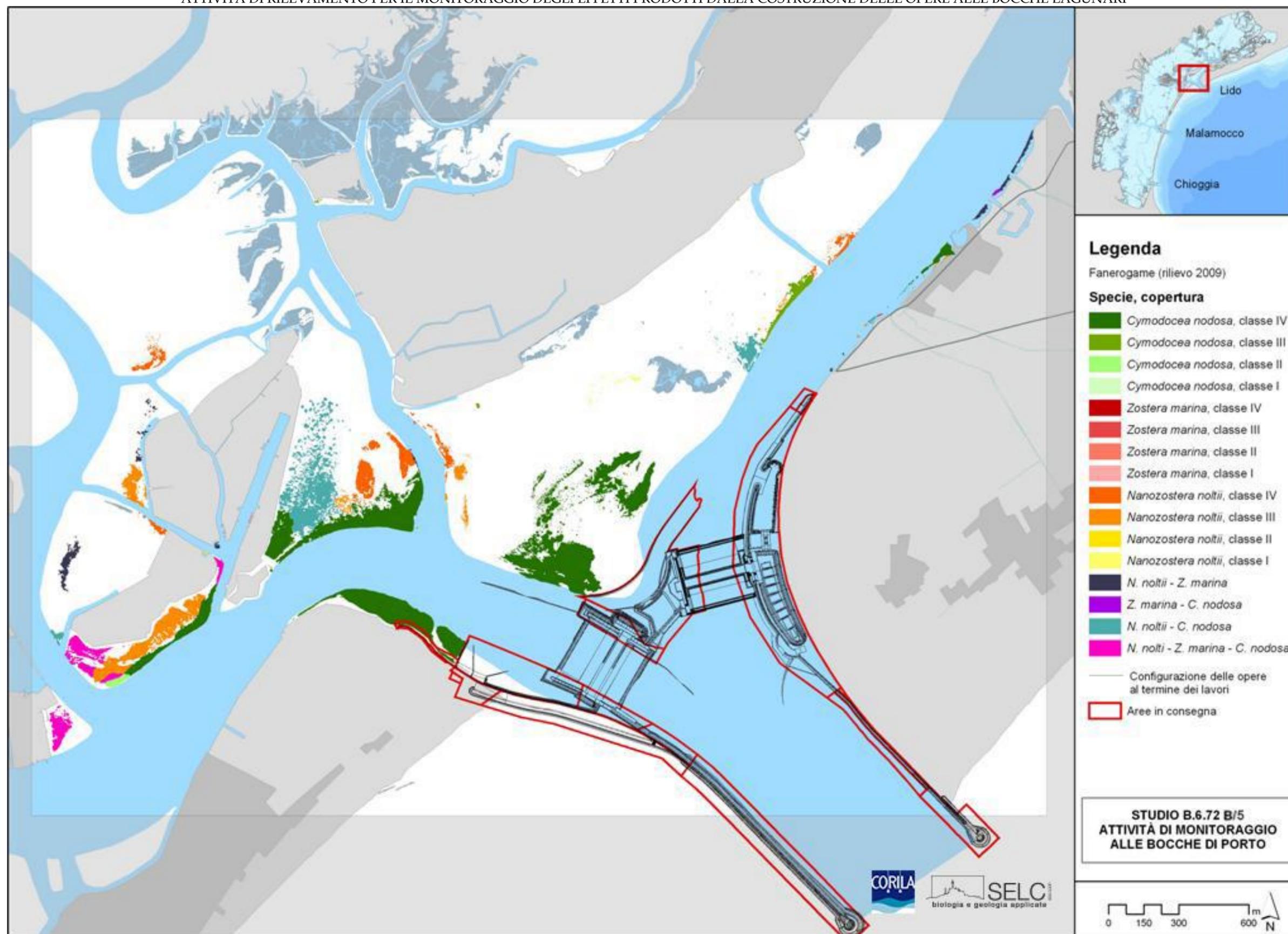


Figura A.20 - Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Lido.

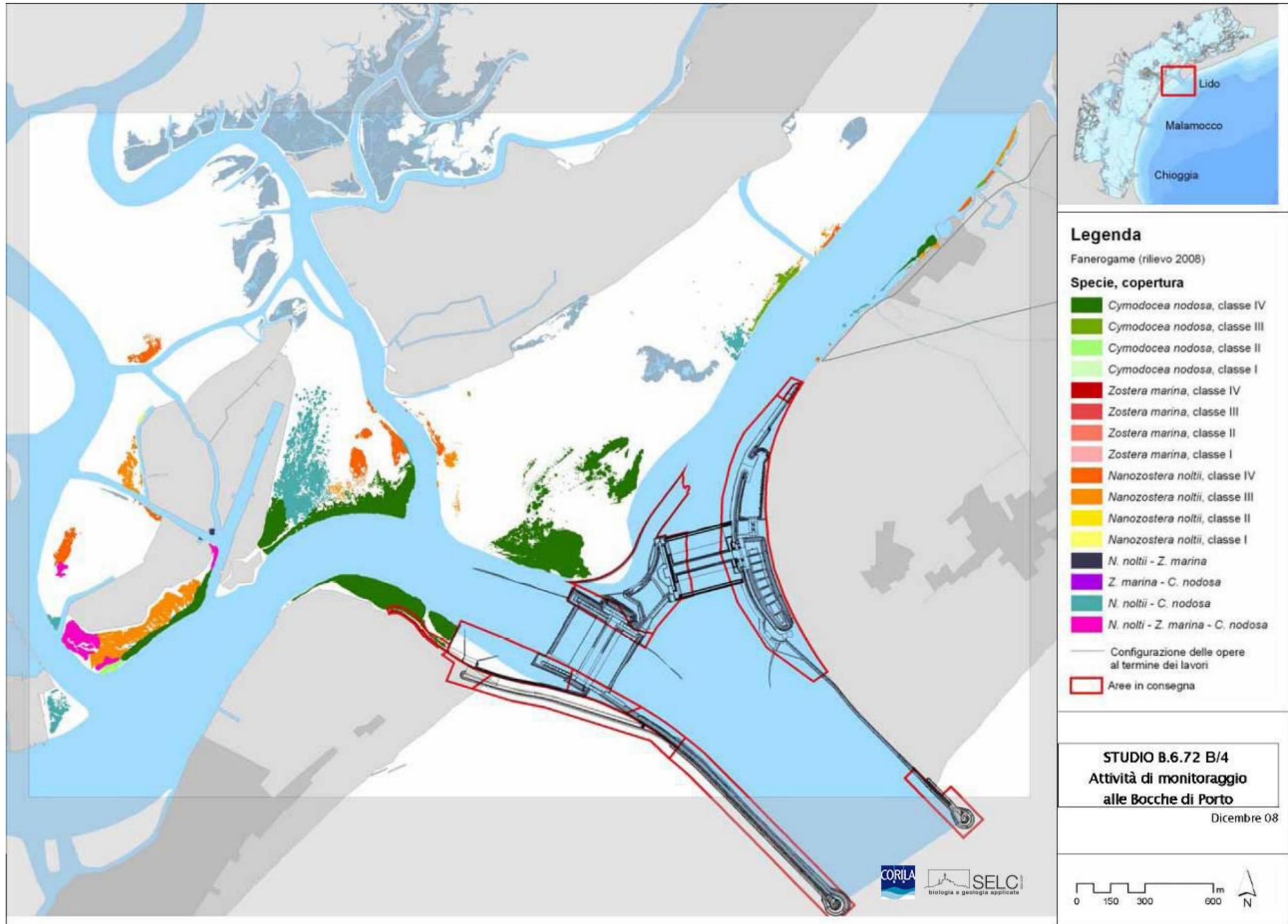


Figura A.21 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Lido.

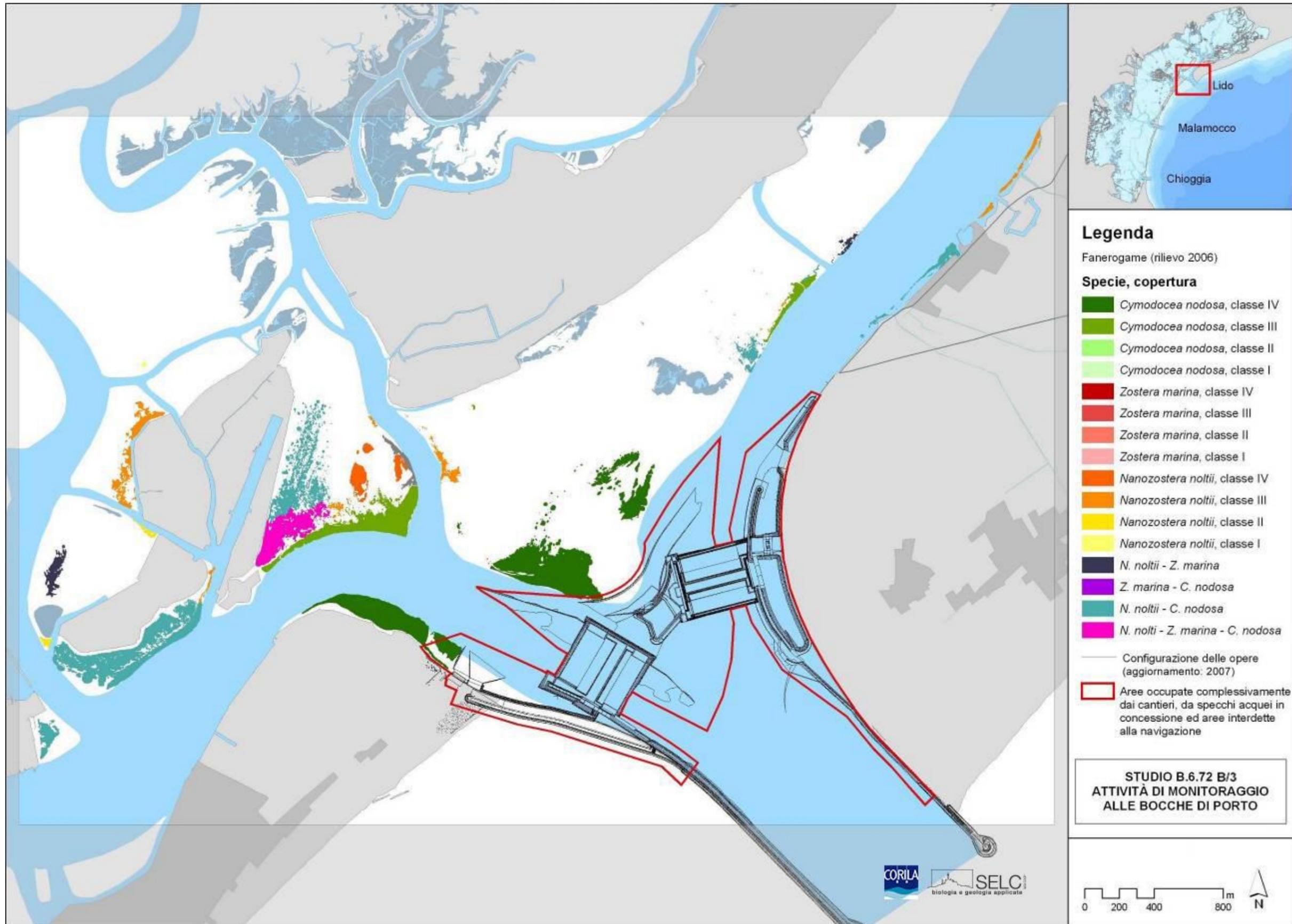


Figura A.22 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Lido.

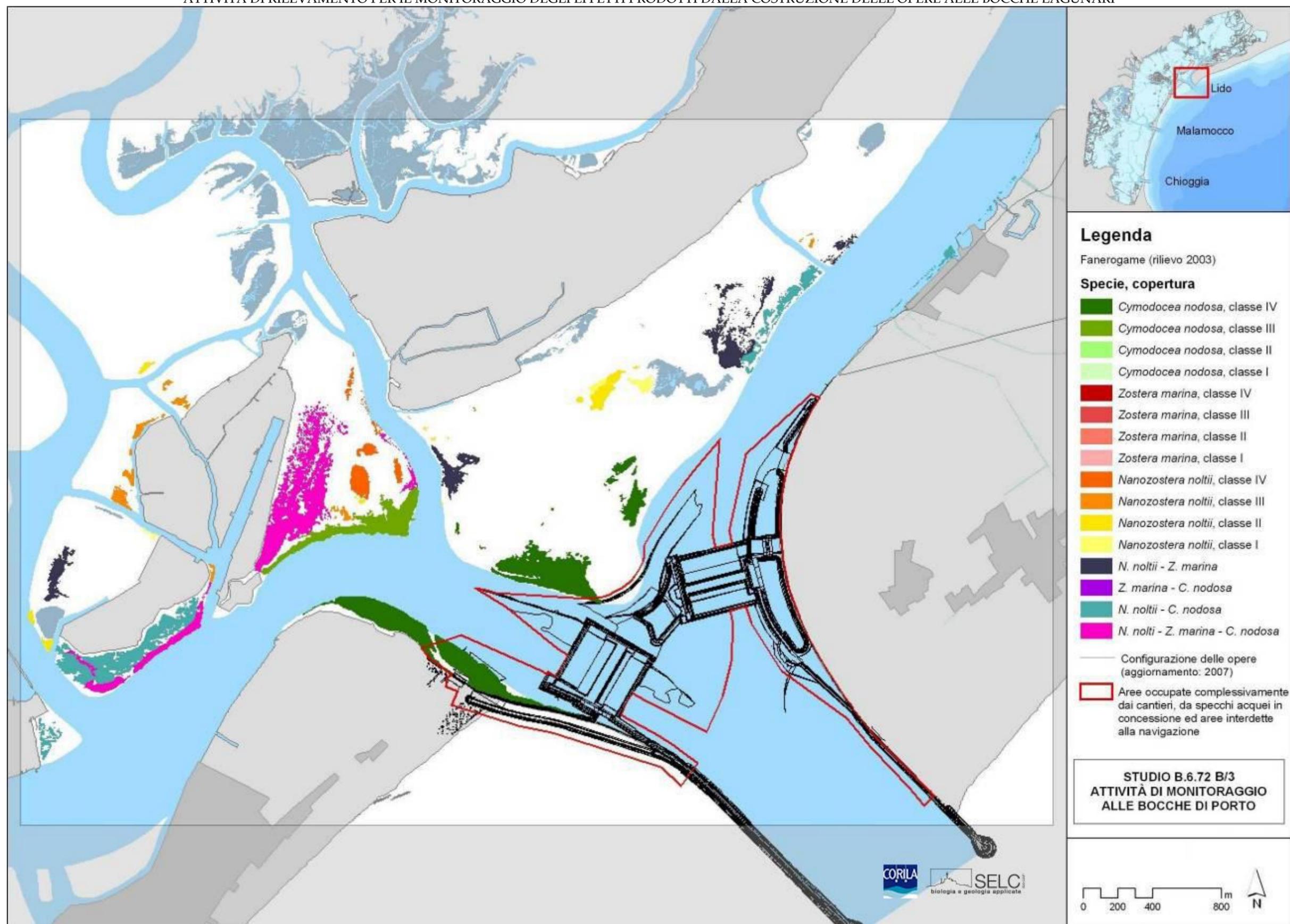


Figura A.23 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Lido.

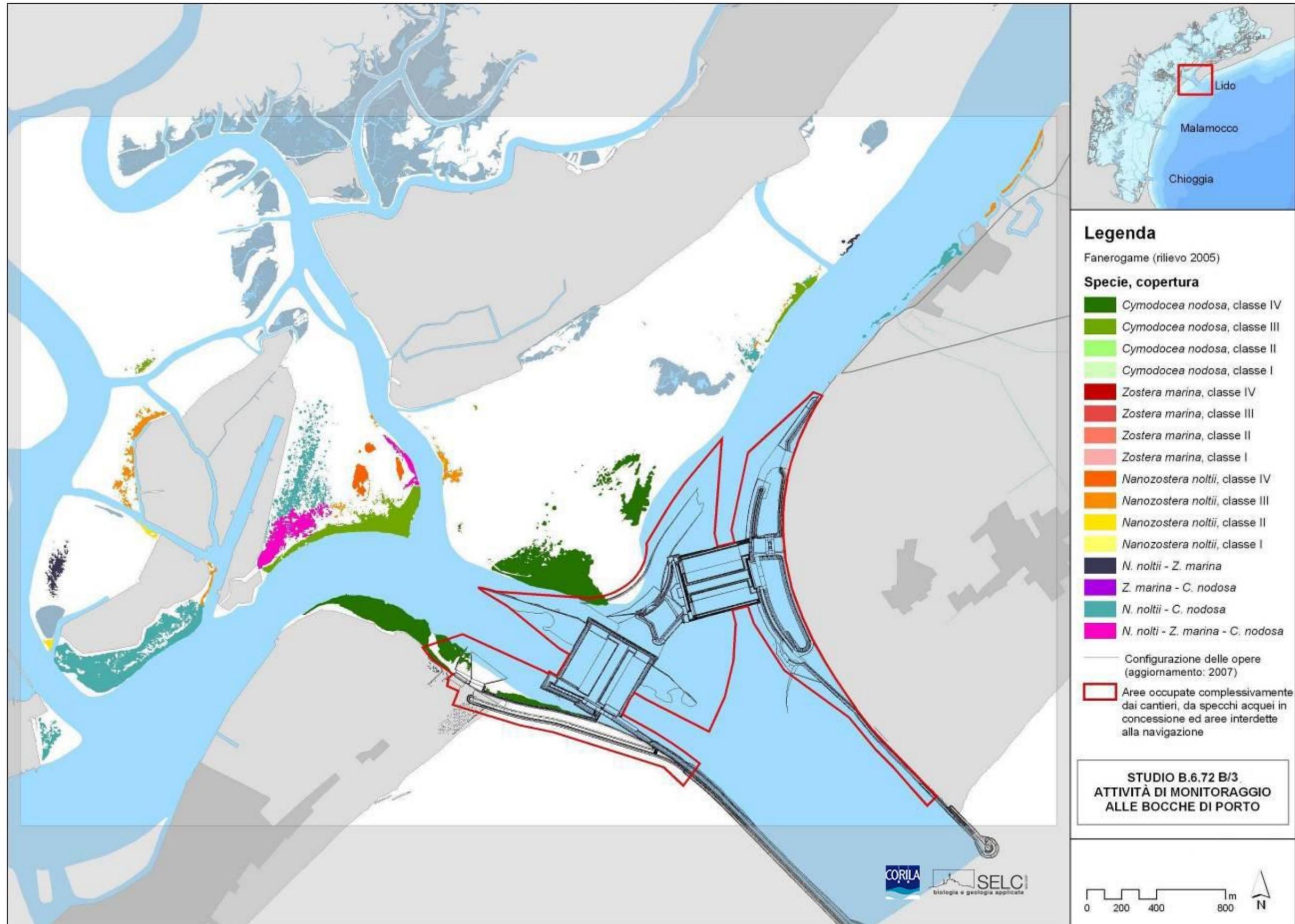


Figura A.24 - Mappatura relativa al 2005 della bocca di porto di Lido.

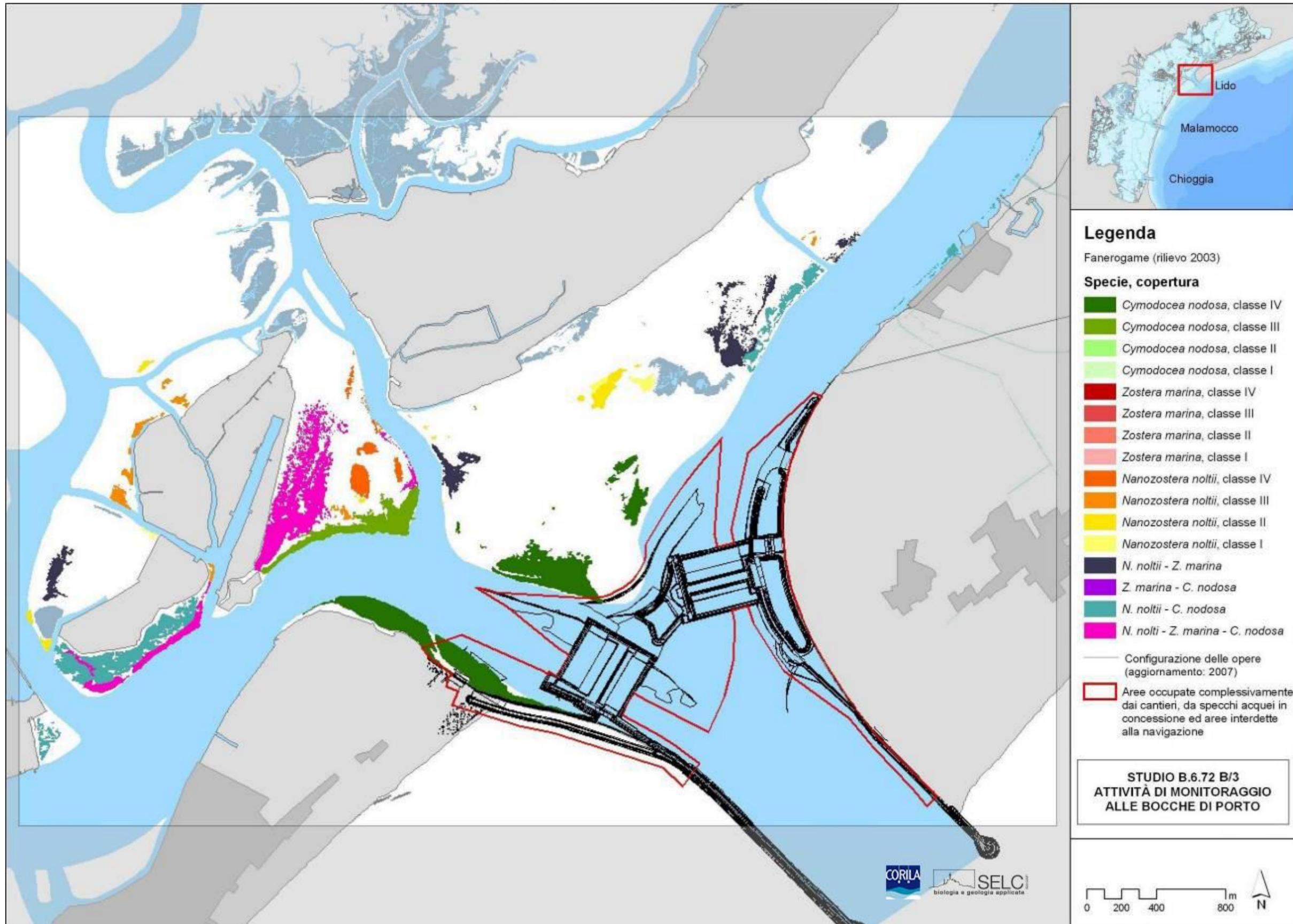


Figura A.25 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Lido.

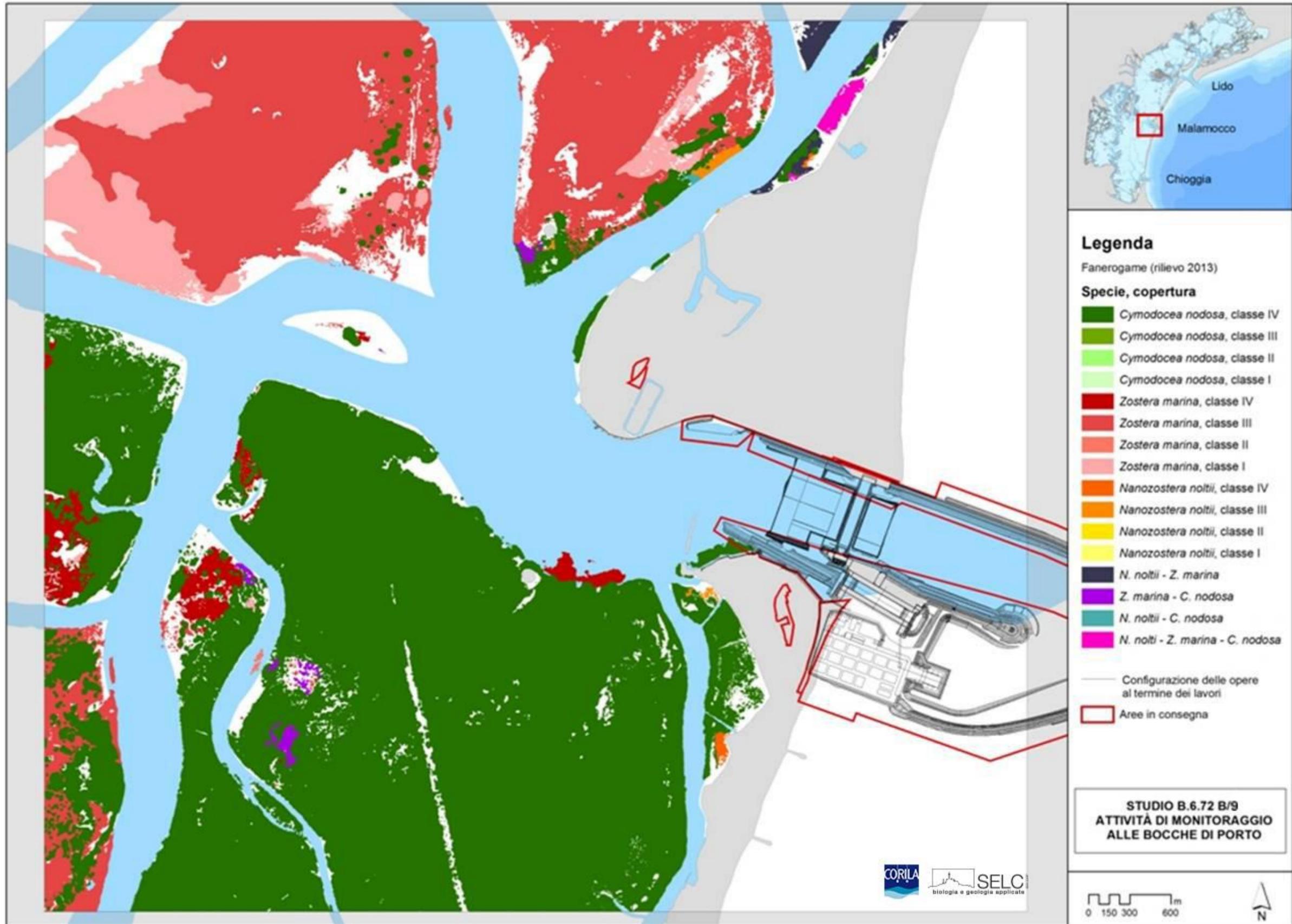


Figura A.26 - Mappatura relativa al 2013 della bocca di porto di Malamocco.

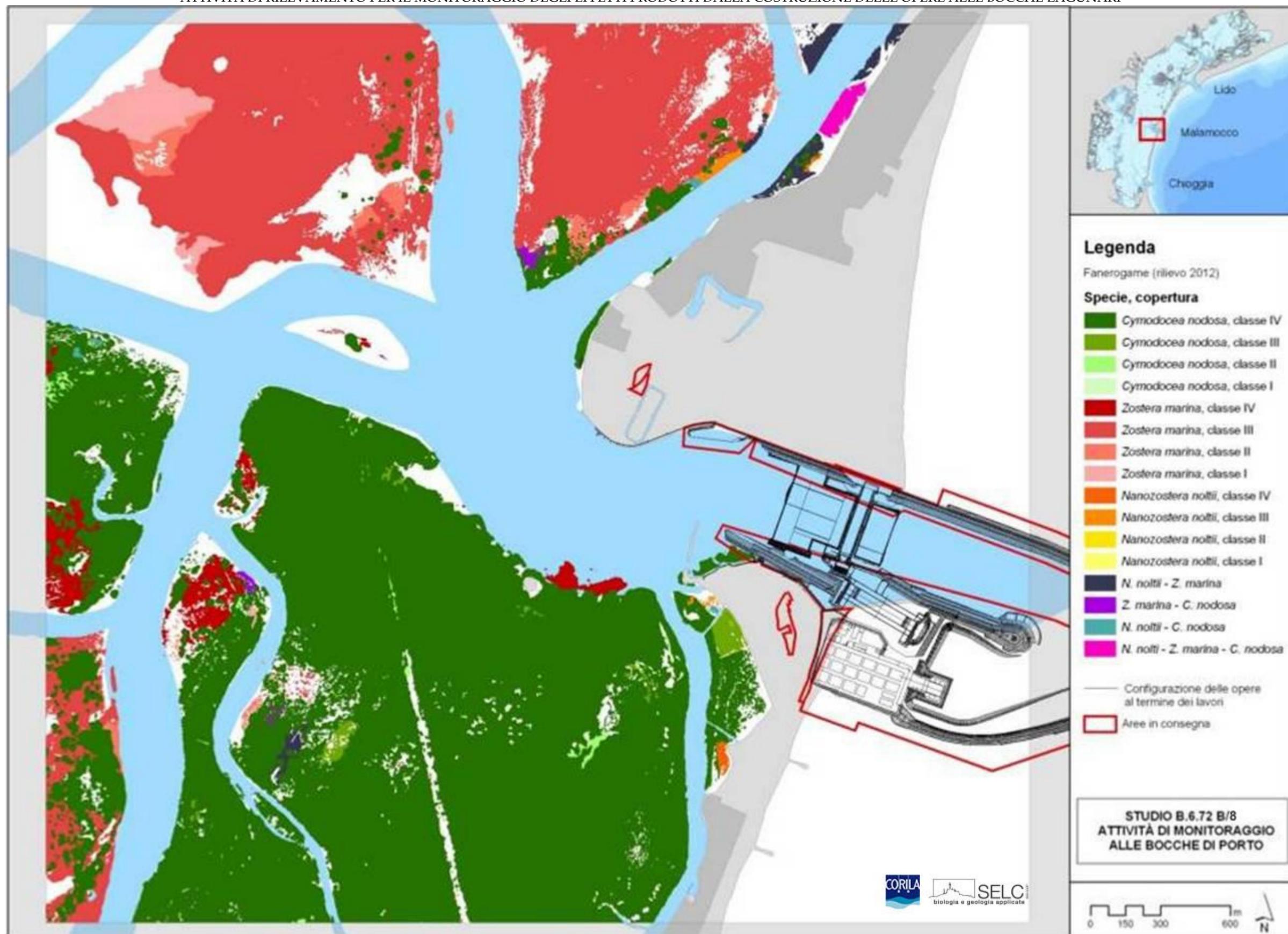


Figura A.27 - Mappatura relativa al 2012 della bocca di porto di Malamocco.

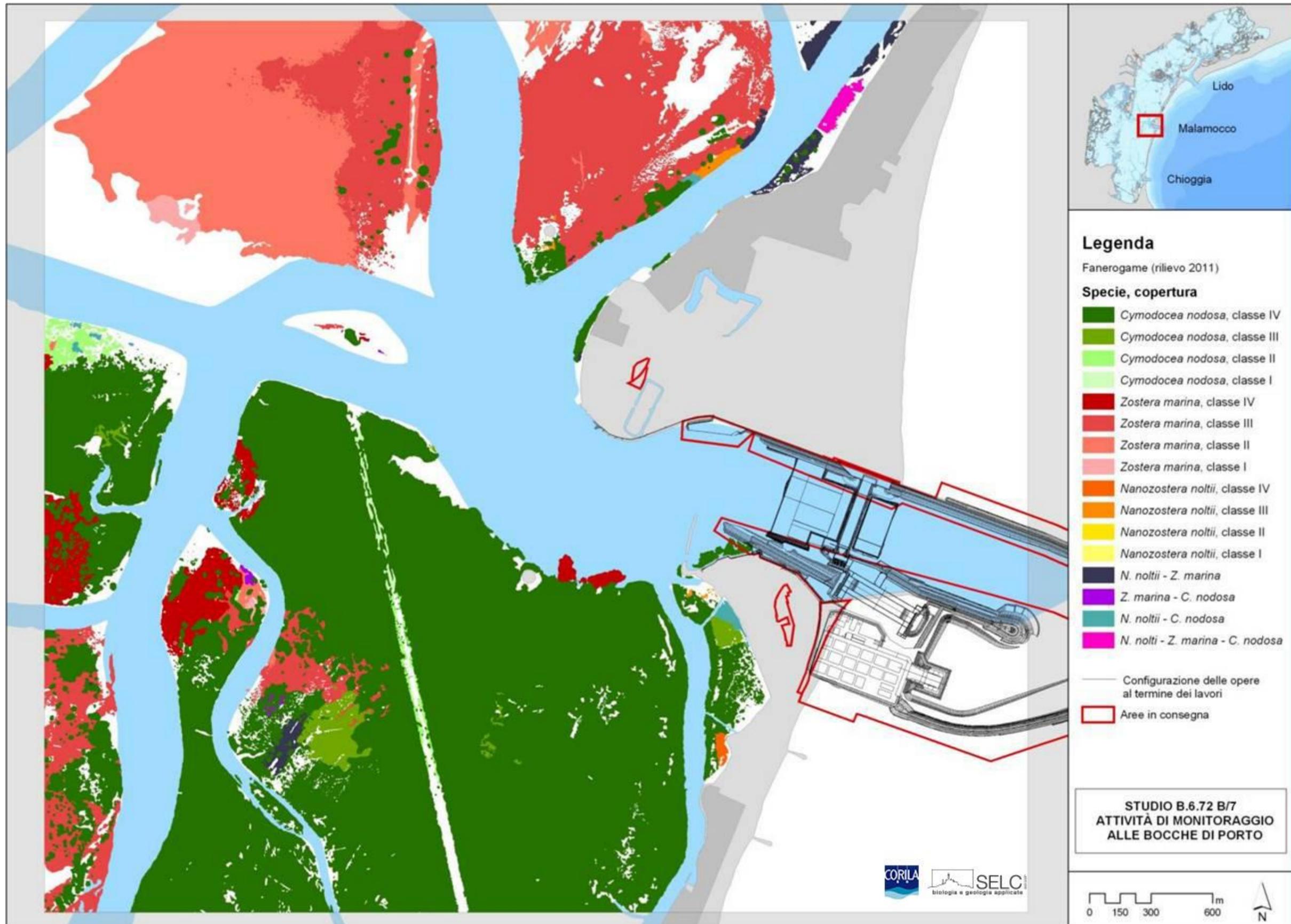


Figura A.28 - Mappatura relativa al 2011 della bocca di porto di Malamocco.

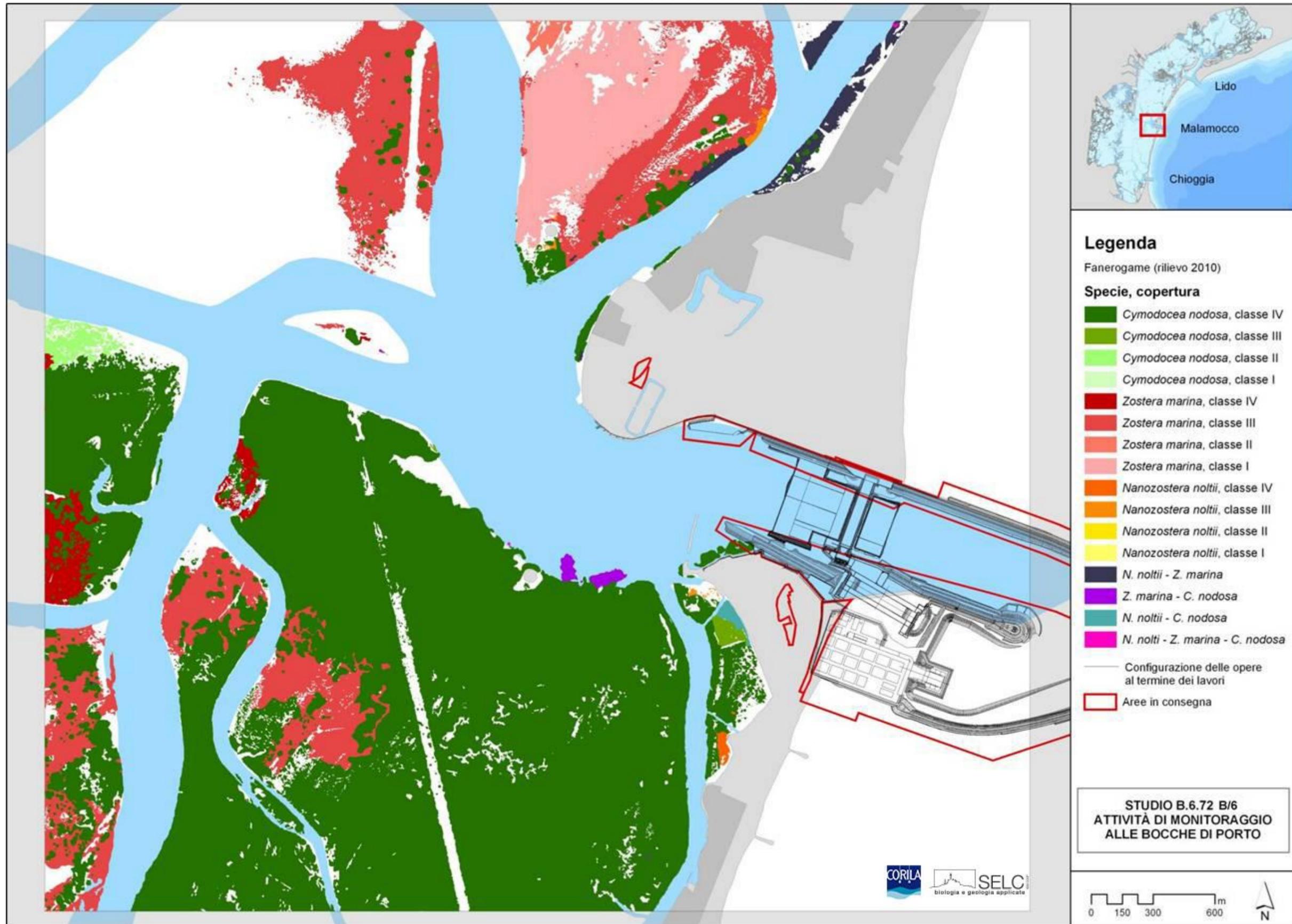


Figura A.29 - Mappatura relativa al 2010 della bocca di porto di Malamocco.

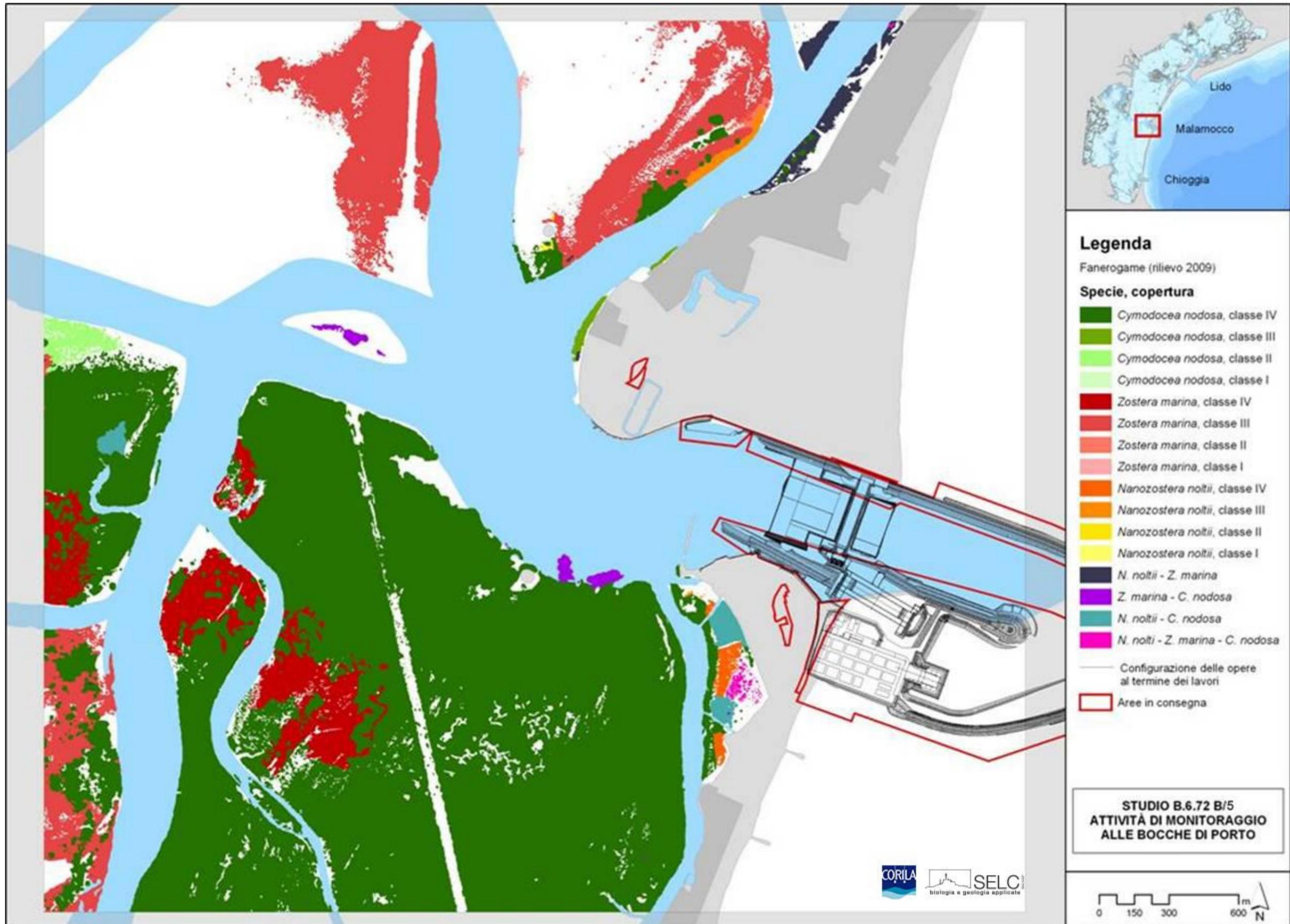


Figura A.30 - Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Malamocco.

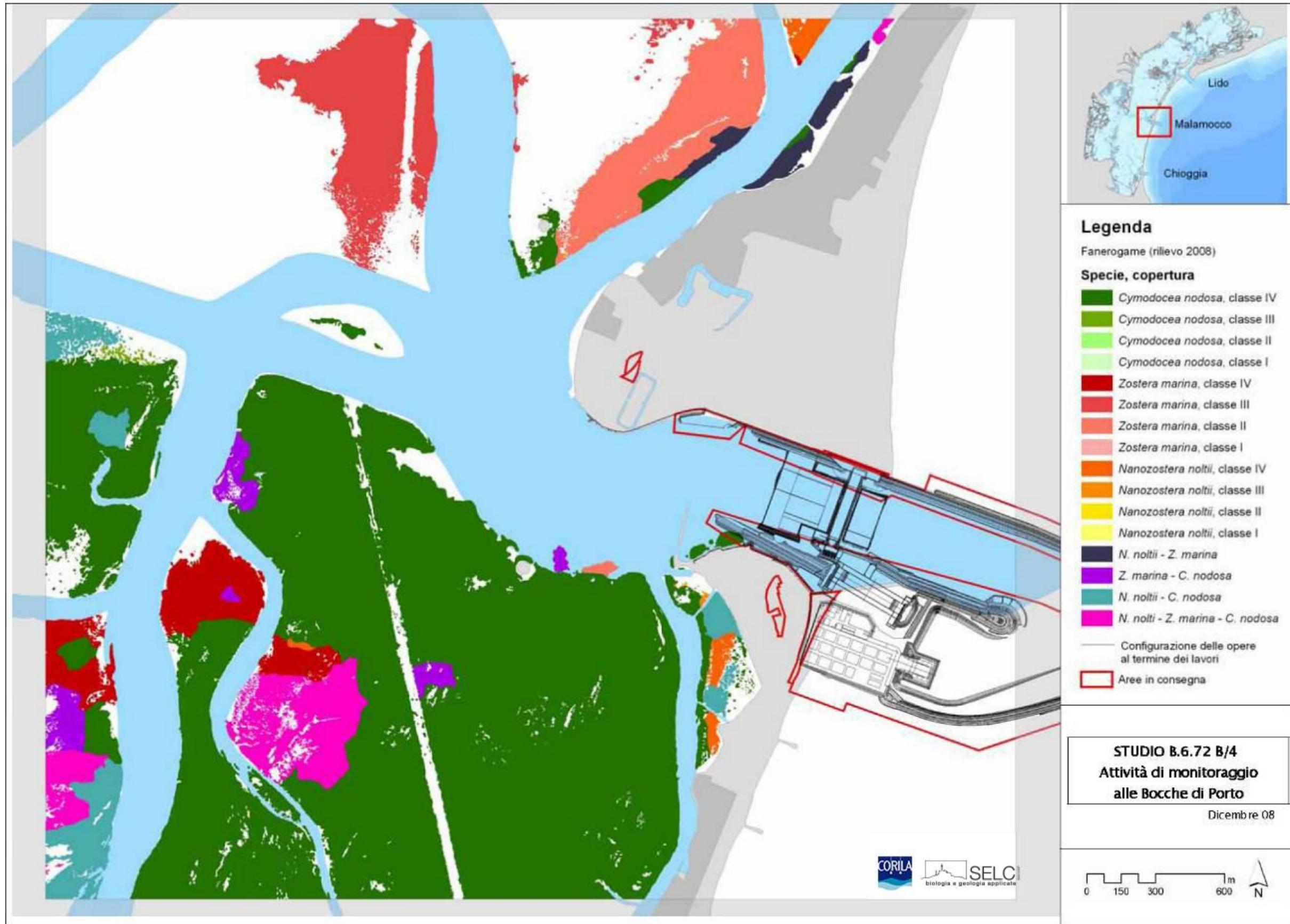


Figura A.31 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Malamocco.

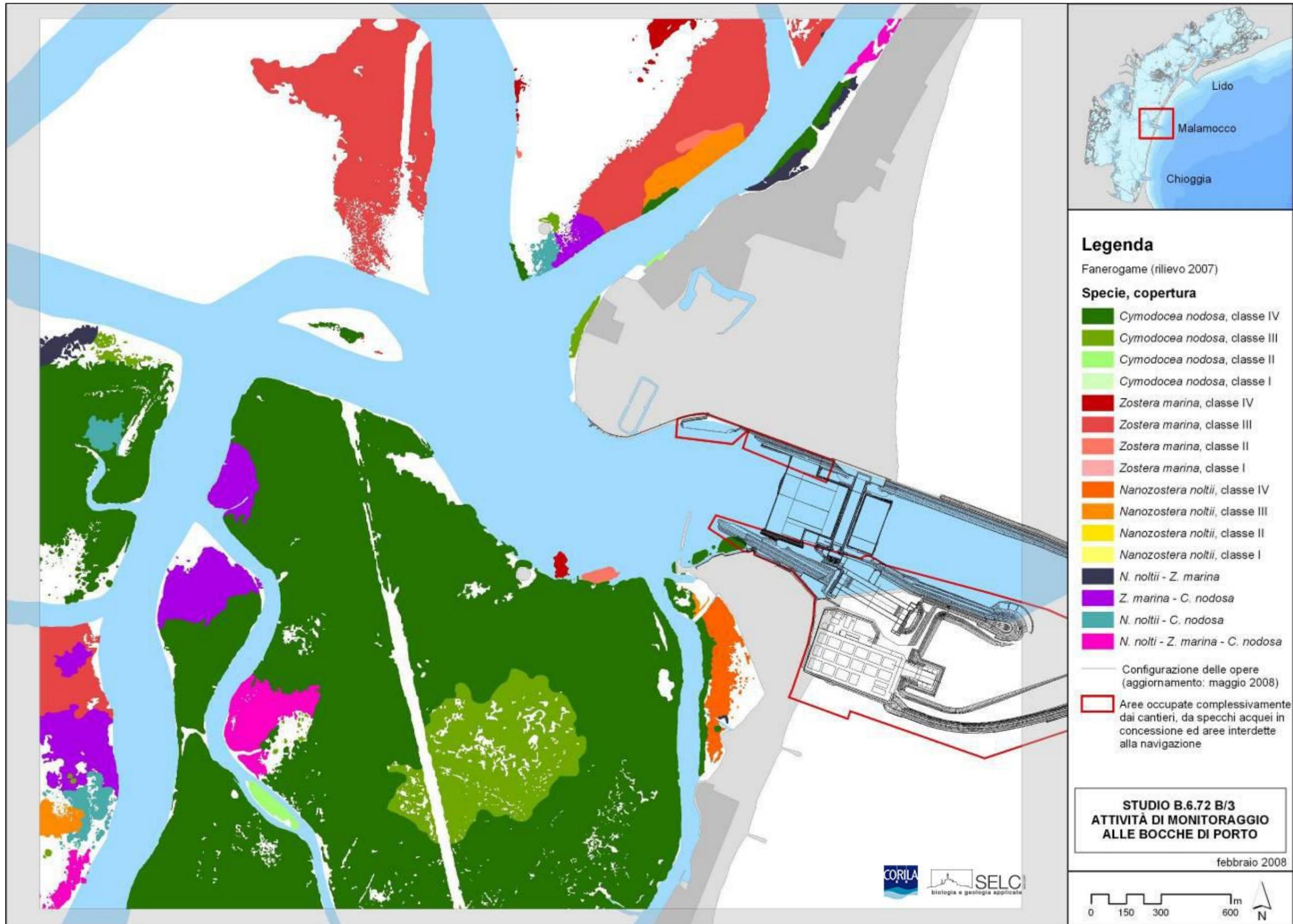


Figura A.32 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Malamocco.

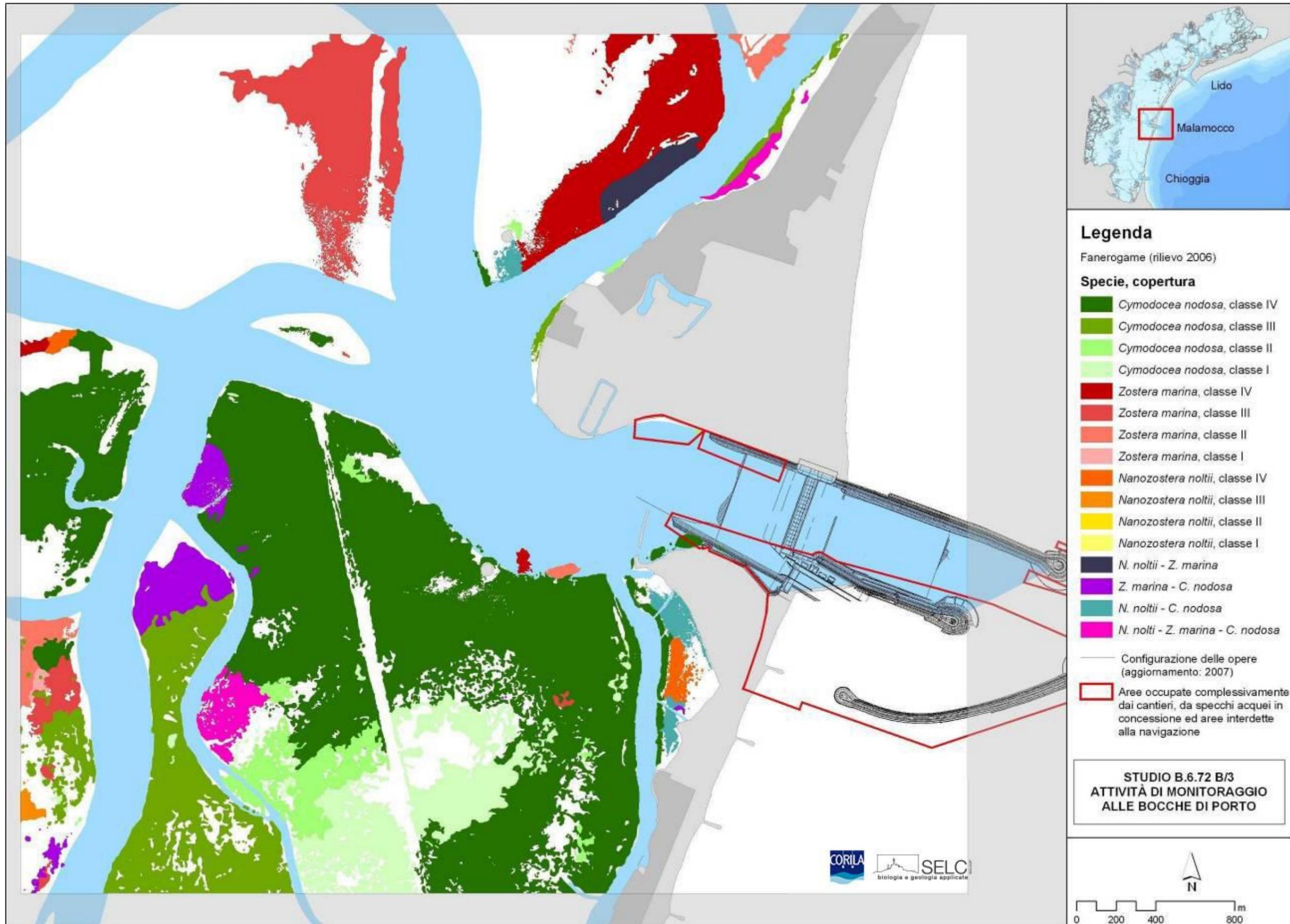


Figura A.33 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Malamocco.

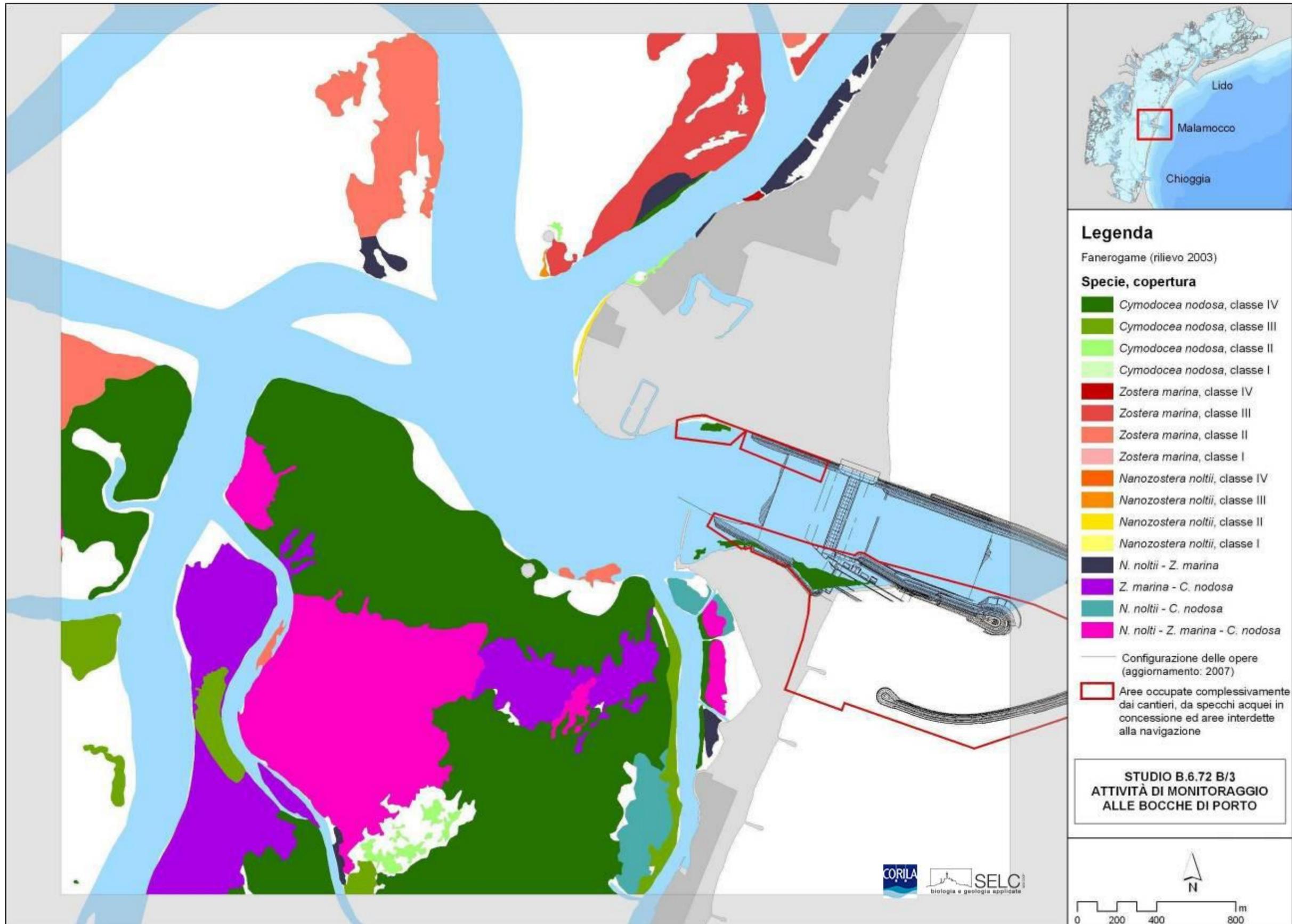


Figura A.34 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Malamocco.

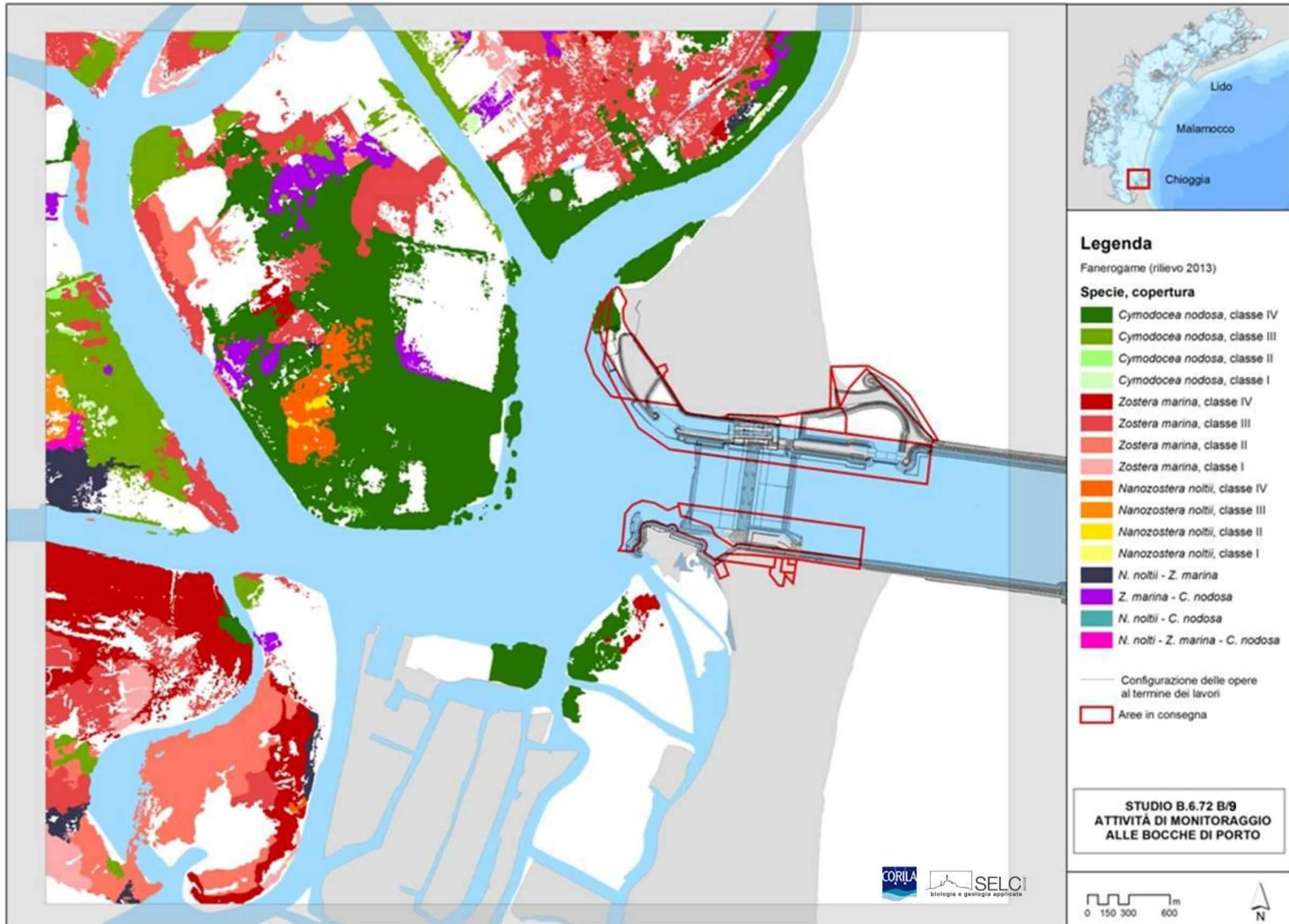


Figura A.35 - Mappatura relativa al 2013 della bocca di porto di Chioggia.

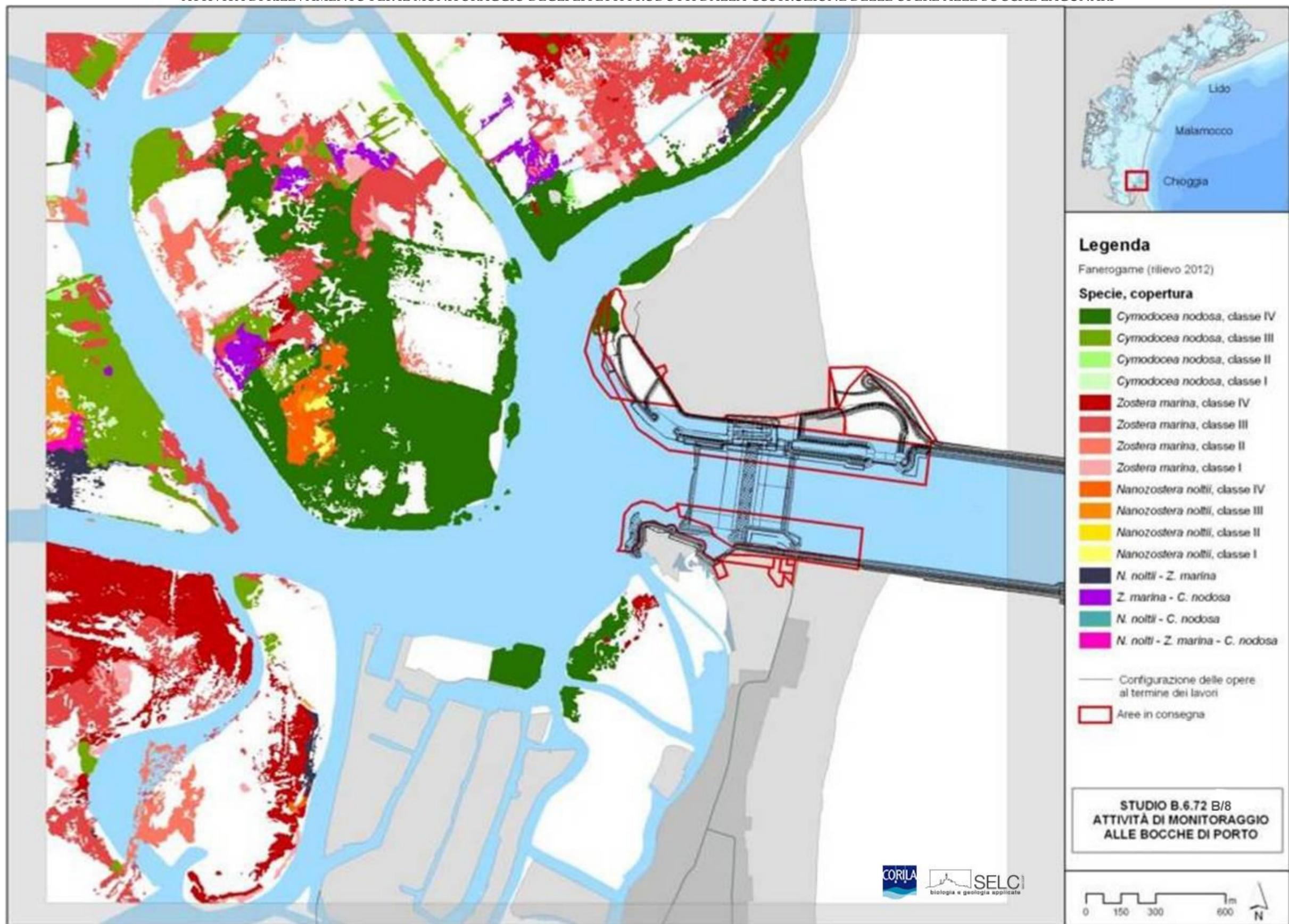


Figura A.36 - Mappatura relativa al 2012 della bocca di porto di Chioggia.

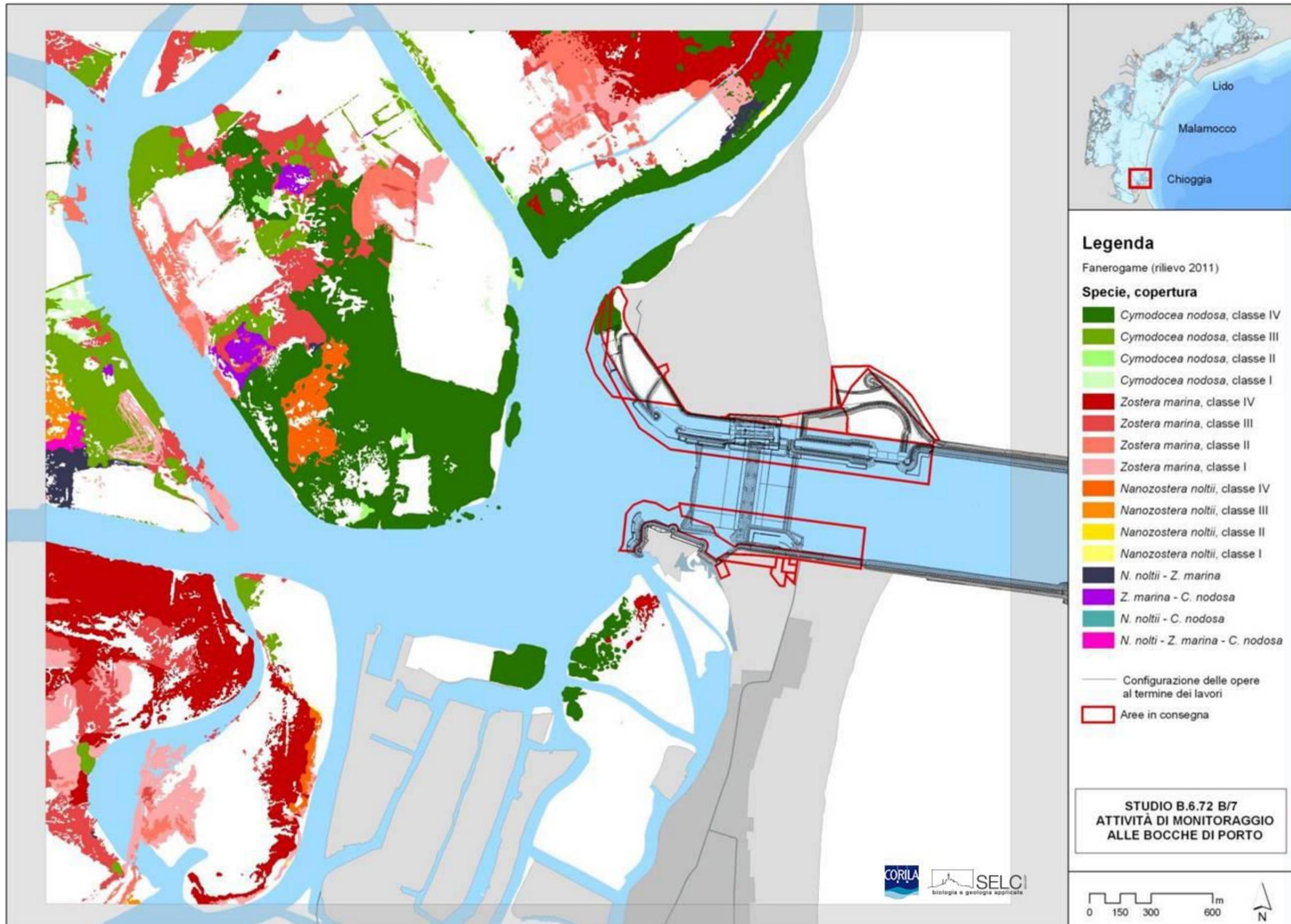


Figura A.37 - Mappatura relativa al 2011 della bocca di porto di Chioggia.

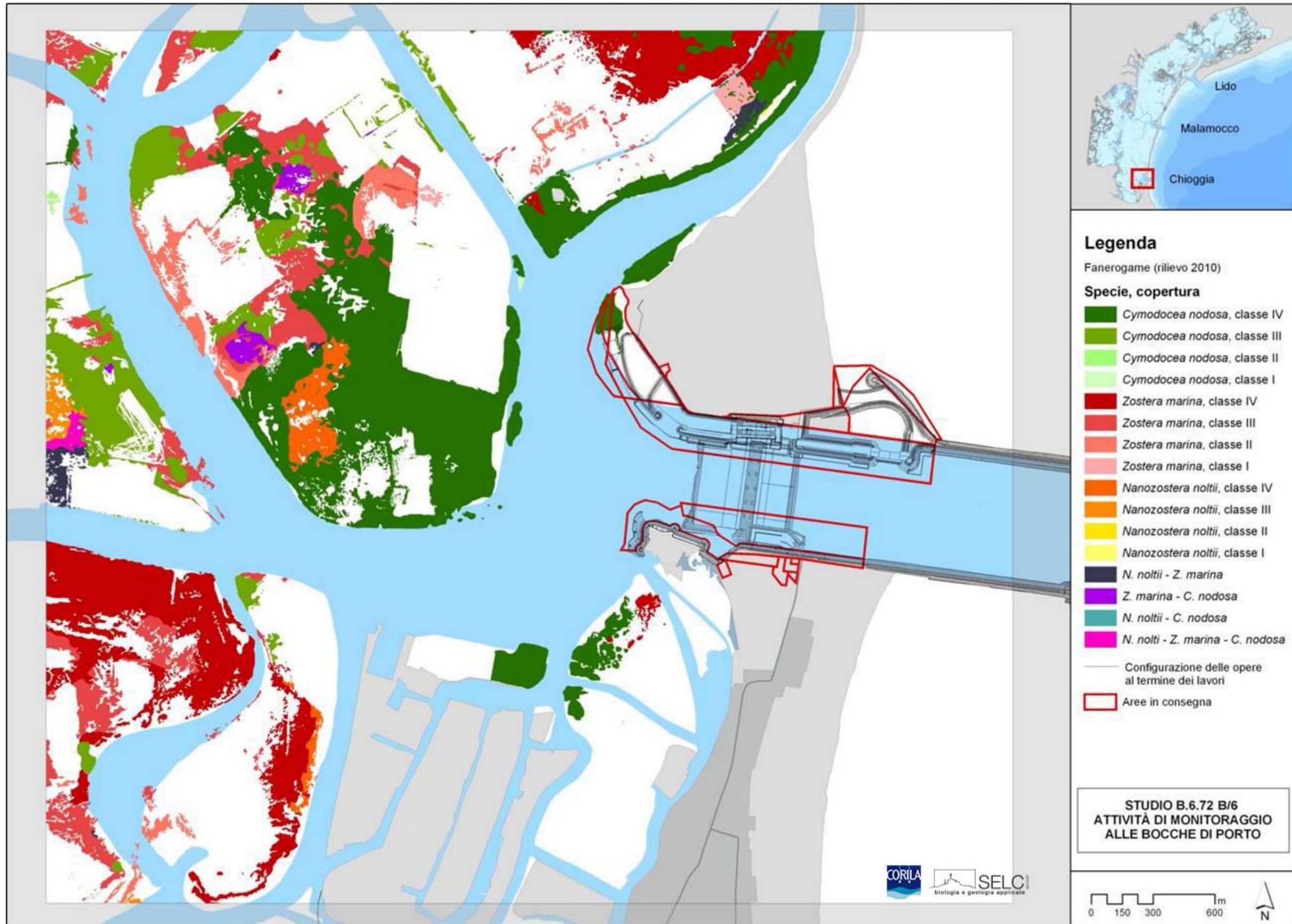


Figura A.38 - Mappatura relativa al 2010 della bocca di porto di Chioggia.

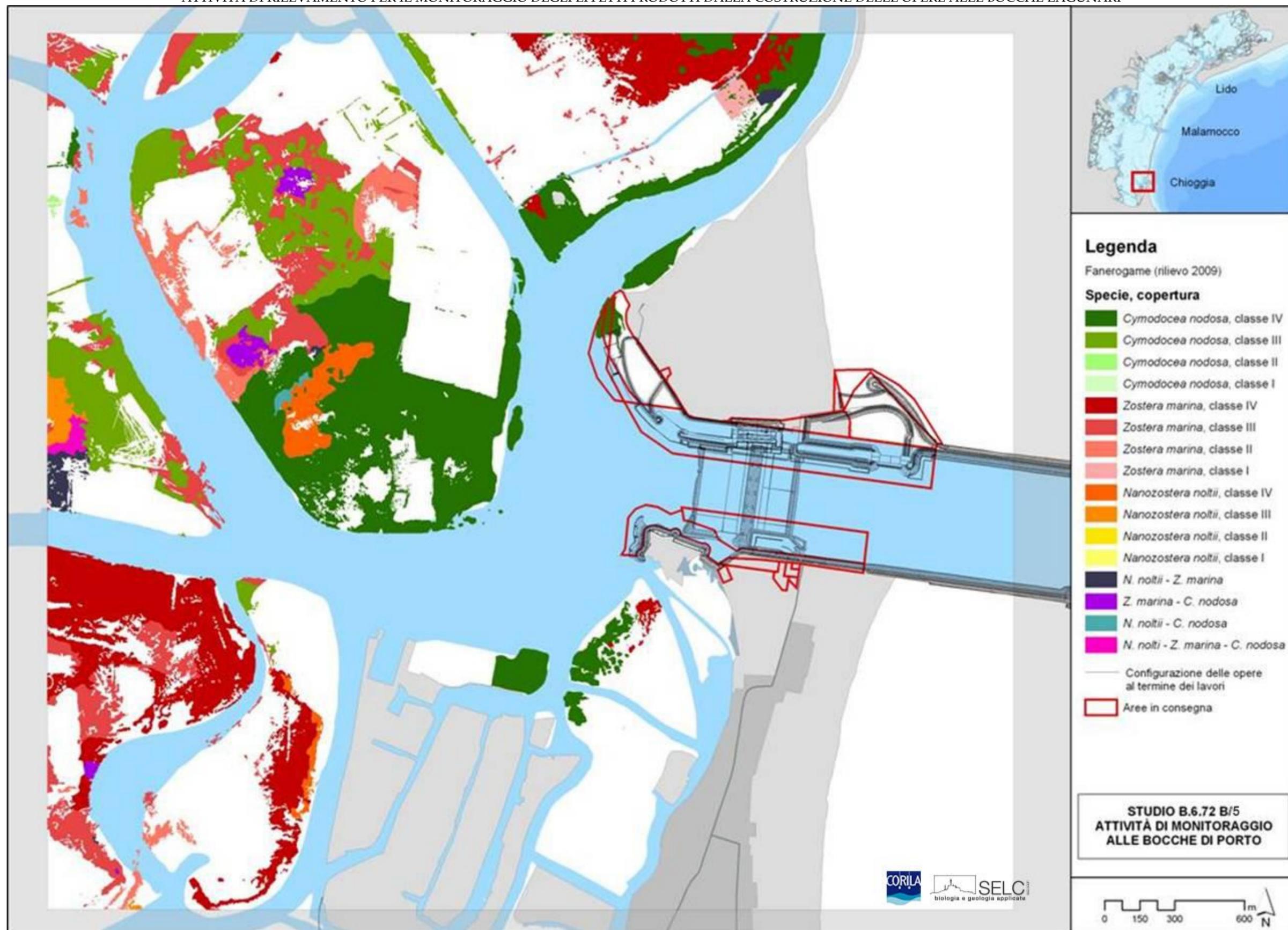


Figura A.39 - Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Chioggia.

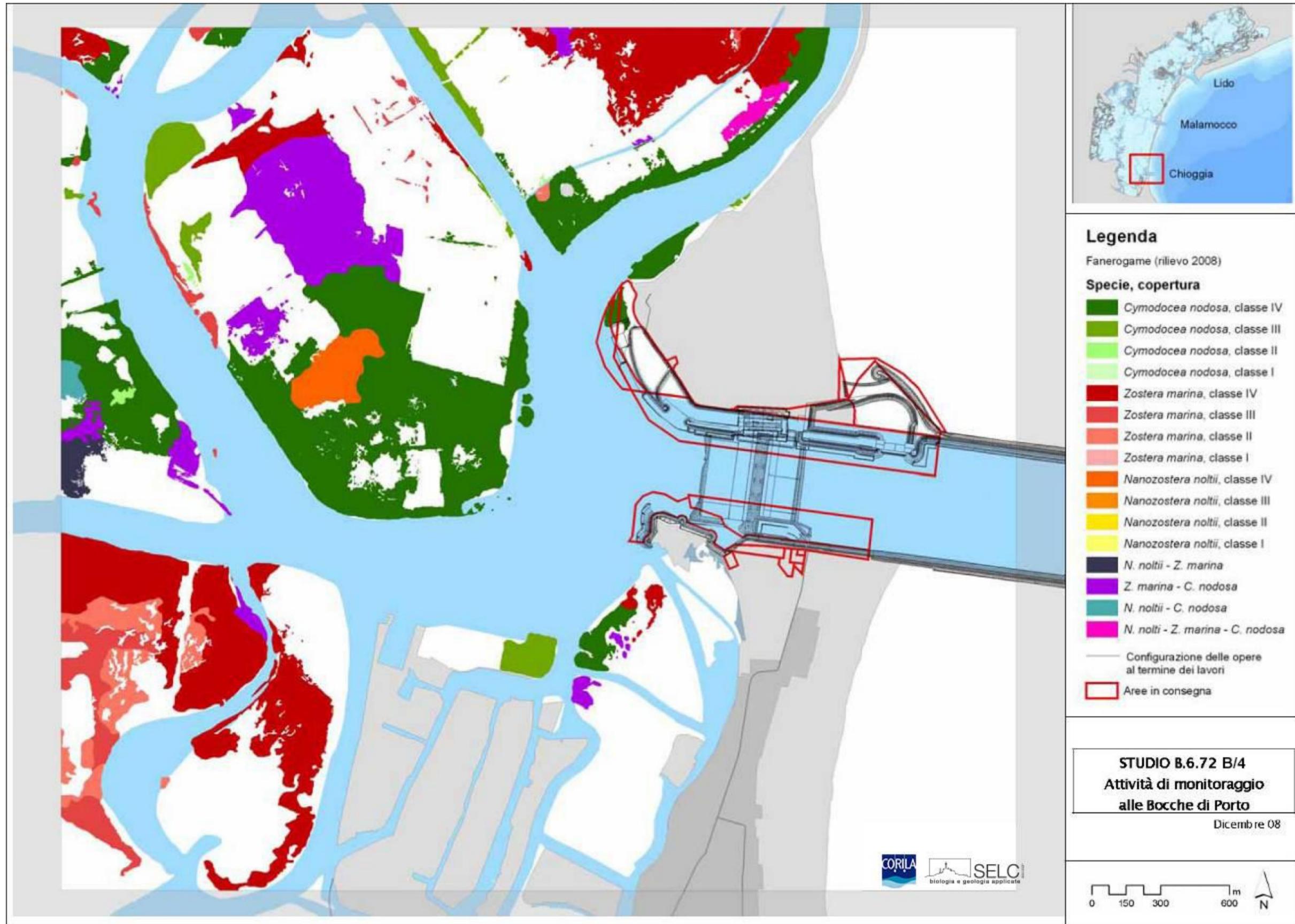


Figura A.40 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Chioggia.

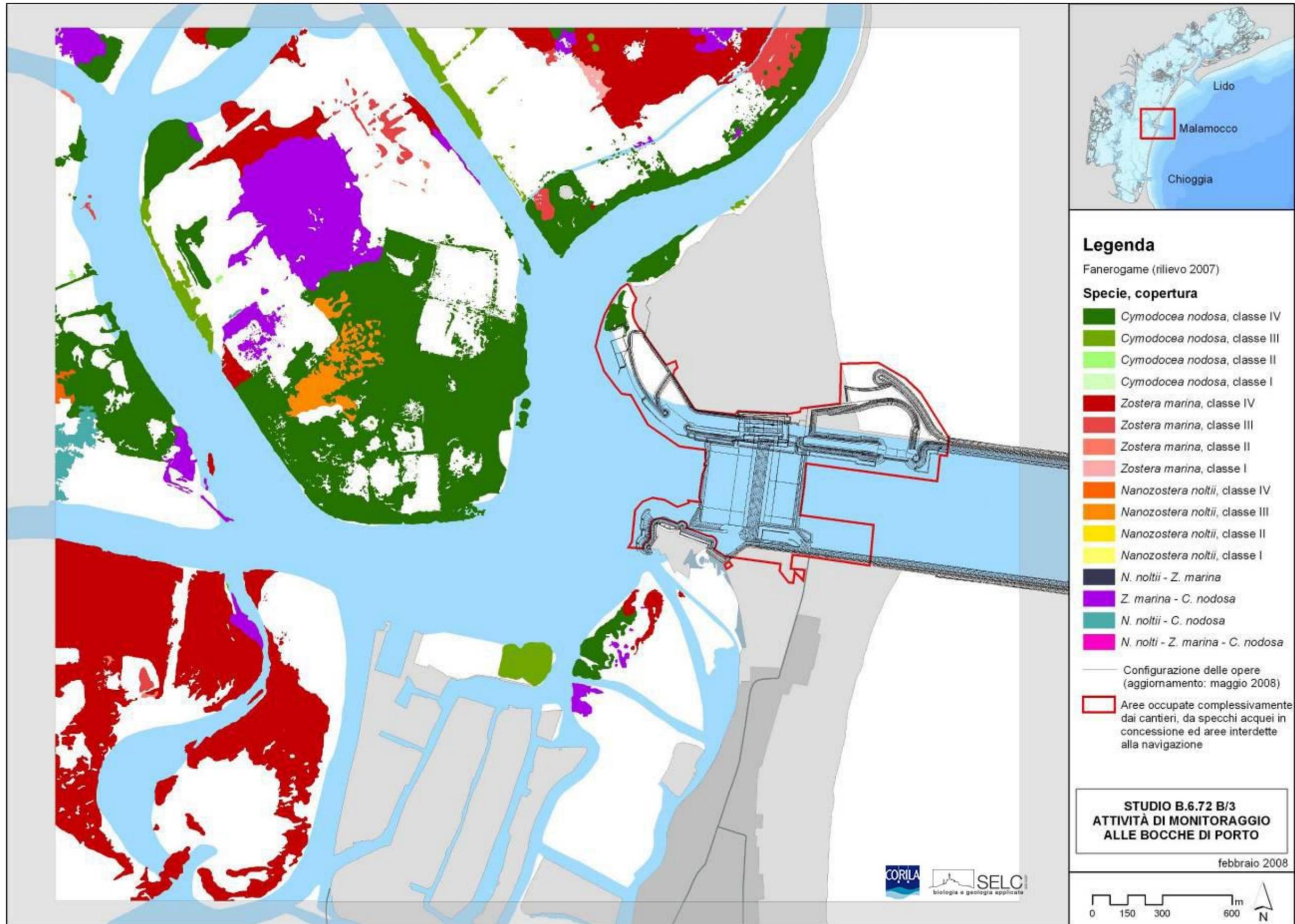


Figura A.41 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Chioggia.

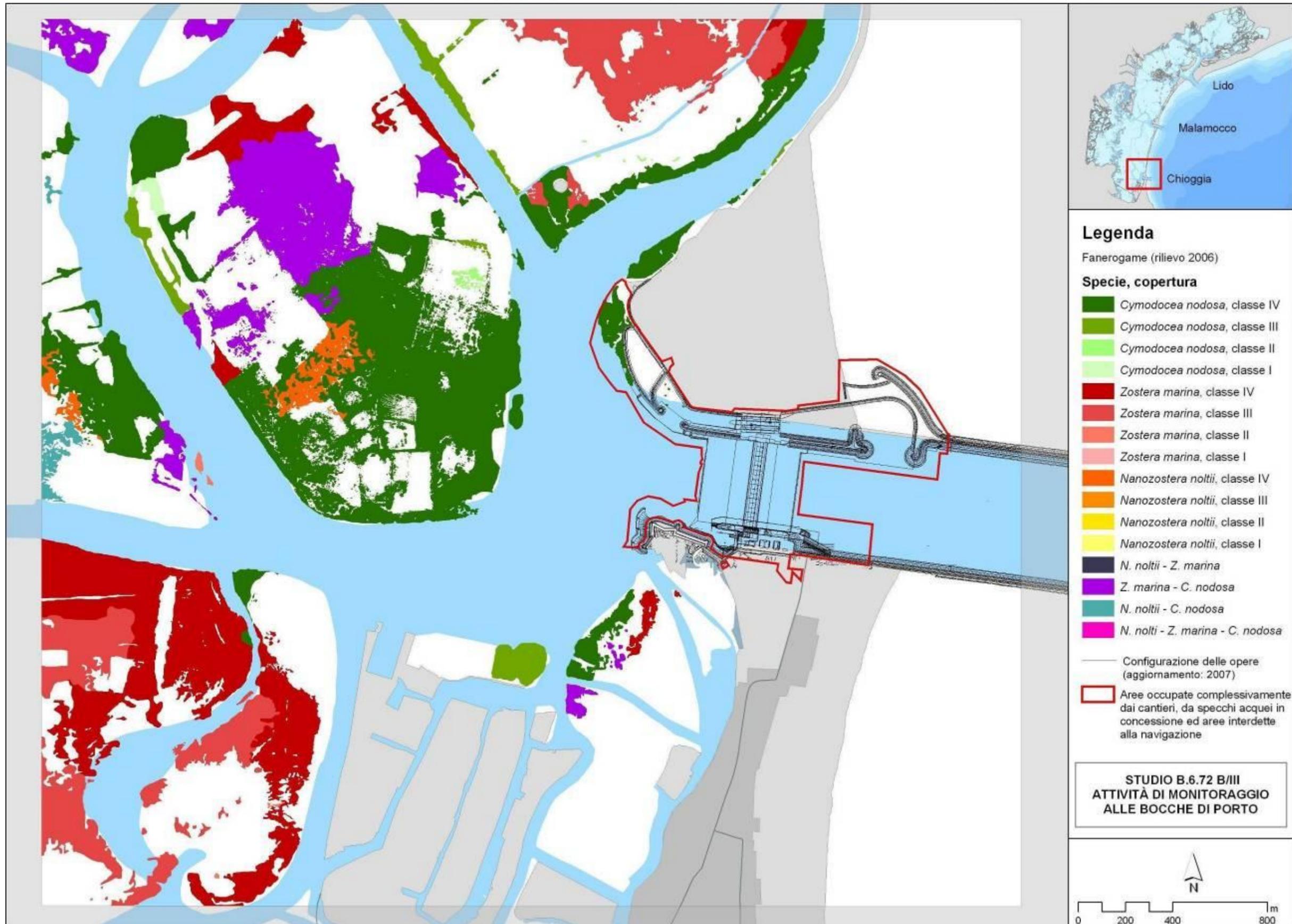


Figura A.42 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Chioggia.

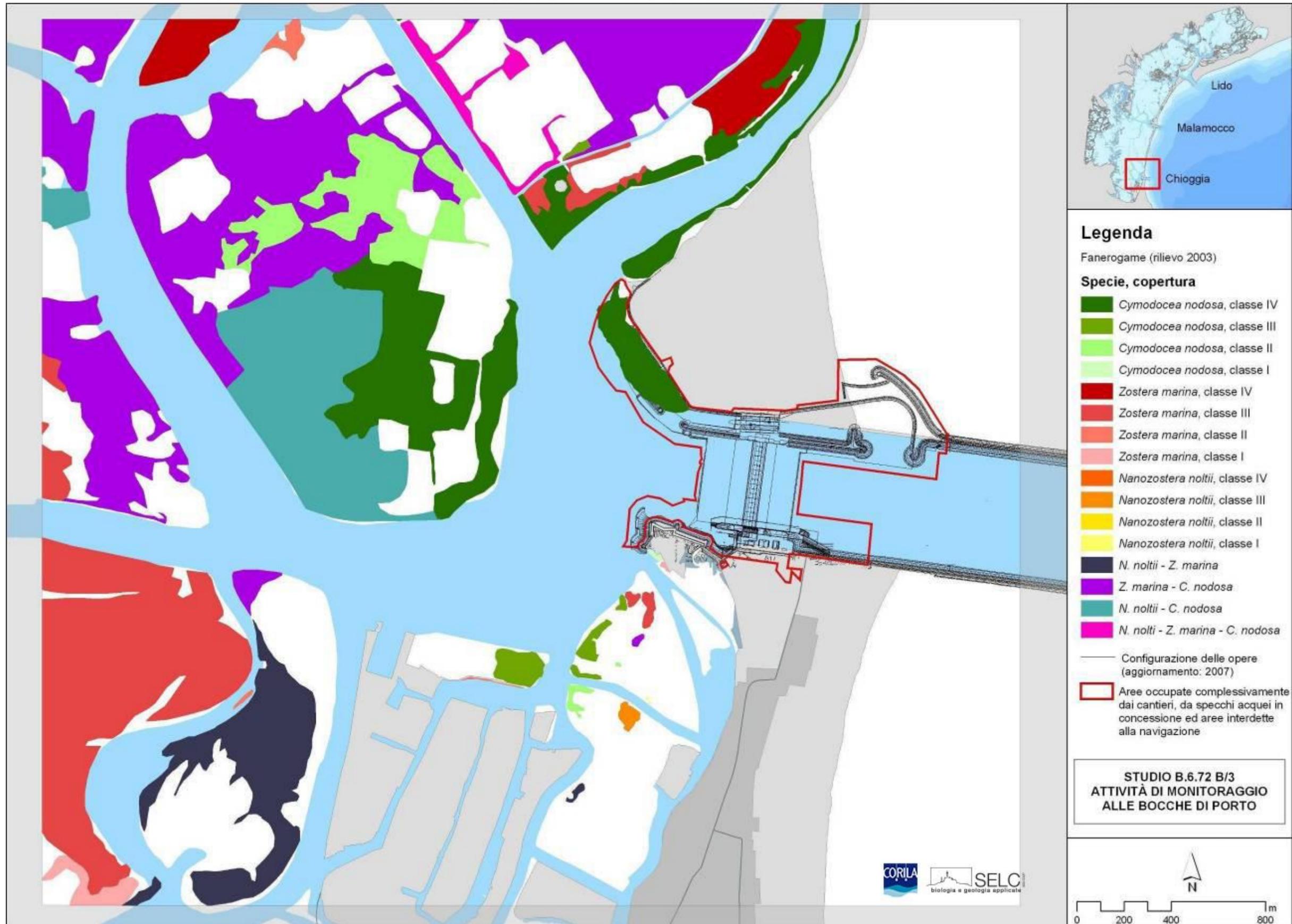


Figura A.43 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Chioggia.