



**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/11**

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

Contratto CVN-CORILA n. 12198 spo/va/cer

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

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2016**

Redazione

Dott. Daniele Curiel
(SELC)

Verifica

Prof. Adriano Sfriso
(UNIVE)

Verifica

Dott.ssa Paola Del Negro

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

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

Indice

1 PREMESSA	4
1.1 Introduzione.....	4
1.2 Obiettivi e criteri di indagine.....	5
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 epifiti</i>	33
3.1.6 <i>Analisi generale delle variazioni osservate nell'epifitismo delle fanerogame marine</i>	37
3.2 La mappatura della fanerogame marine delle tre bocche di porto	41
3.2.1 <i>Dinamismo dei popolamenti e fattori ambientali regolatori</i>	41
3.2.2 <i>Le fanerogame marine come indicatori di qualità</i>	43
3.2.3 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido (2003-2015)</i>	45
3.2.4 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2015)</i>	51
3.2.5 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2015)</i>	57
3.2.6 <i>Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici</i>	63
3.3 Rilievi di dettaglio in praterie particolarmente esposte agli interventi di cantiere.....	66
3.3.1 <i>Quadro generale del rilievo di dettaglio e obiettivi</i>	66
3.3.2 <i>La prateria a <i>Cymodocea nodosa</i> situata sul bassofondo del Bacan</i>	68
4 CONSIDERAZIONI FINALI	78
5 BIBLIOGRAFIA	84
ALLEGATO FOTOGRAFICO	92
APPENDICE: TABELLE E GRAFICI	98

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

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

Dott. Daniele Curiel (SELC)

Dott. Andrea Rismondo (SELC)

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Andrea Pierini (SELC)

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

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Emiliano Checchin (SELC)

1 PREMESSA

1.1 Introduzione

Il presente rapporto descrive i risultati ottenuti durante l'undicesimo anno del Monitoraggio degli effetti prodotti dai cantieri per le opere da realizzare alle bocche lagunari nei confronti delle praterie a fanerogame marine presenti sui bassi fondali circostanti. Le praterie a fanerogame rappresentano uno dei componenti degli ecosistemi di pregio oggetto dello Studio B.6.72 B/11: "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - 11^a fase". Le attività di monitoraggio oggetto del presente studio sono la prosecuzione, per ulteriori 12 mesi (Maggio 2015 - Aprile 2016), 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;
- degli Studi B.6.72 B/3-B/10 (maggio 2007 - aprile 2015) per le bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

A partire dallo Studio B.6.72 B/7 (2011) sono state apportate alcune variazioni al piano di monitoraggio. In particolare, è continuata la mappatura della vegetazione radicata acquatica sommersa presso le tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia (effettuata, nel 2015, tra maggio e settembre) ed il monitoraggio delle caratteristiche fenologiche e di crescita delle praterie su una rete di 18 stazioni equamente distribuite fra le tre bocche. Le campagne stagionali sono state ridotte da quattro a tre poiché non è stata più effettuata la campagna invernale.

La vegetazione acquatica sommersa (SAV-Submerged Aquatic Vegetation) svolge negli ambienti marini e soprattutto in quelli lagunari, un ruolo di fondamentale importanza quale componente principale della catena trofica ed elemento mediatore dei processi fisici che controllano la morfologia lagunare. Questa frazione del fitobenthos viene utilizzata come parametro per descrivere le variazioni ambientali dei corpi idrici, come le altre componenti quali lo zoobenthos e le macroalghe. Nelle nazioni dove si presta maggior attenzione alle tematiche ambientali, 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 le fanerogame marine sono riconosciute svolgere 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/10) (MAG. ACQUE - CORILA, 2006-2011; 2012a; 2013a; PROV. OO. PP. - CORILA, 2014a; 2015a) 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/11) e dei precedenti B.6.72 B/1-B/10.

I monitoraggi degli Studi B.6.72 (B/1-B/10 ed attualmente B/11) 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 (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) 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 prevedono:

- il 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;
- l’individuazione e l’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);
- l’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

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

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*¹ 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/10), 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 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 si è inserito in un momento nel quale il contesto realizzativo approvato degli interventi finalizzati alla difesa di Venezia e della laguna

¹ Nel corso dei monitoraggi, la specie inizialmente citata come *Zostera noltii* è stata oggetto di più revisioni tassonomiche; nei rapporti MELa, nello Studio B.6.78/I e nello Studio B.6.72 B/1 è stata indicata come *Zostera noltii* mentre negli Studi B.6.72 B/2-B/11, a seguito di aggiornamenti tassonomici, come *Nanozostera noltii*. Attualmente il nome proposto per questa specie è *Zostera noltei* (<http://www.algaebase.org>; consultato in data 28/06/2016).

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

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.

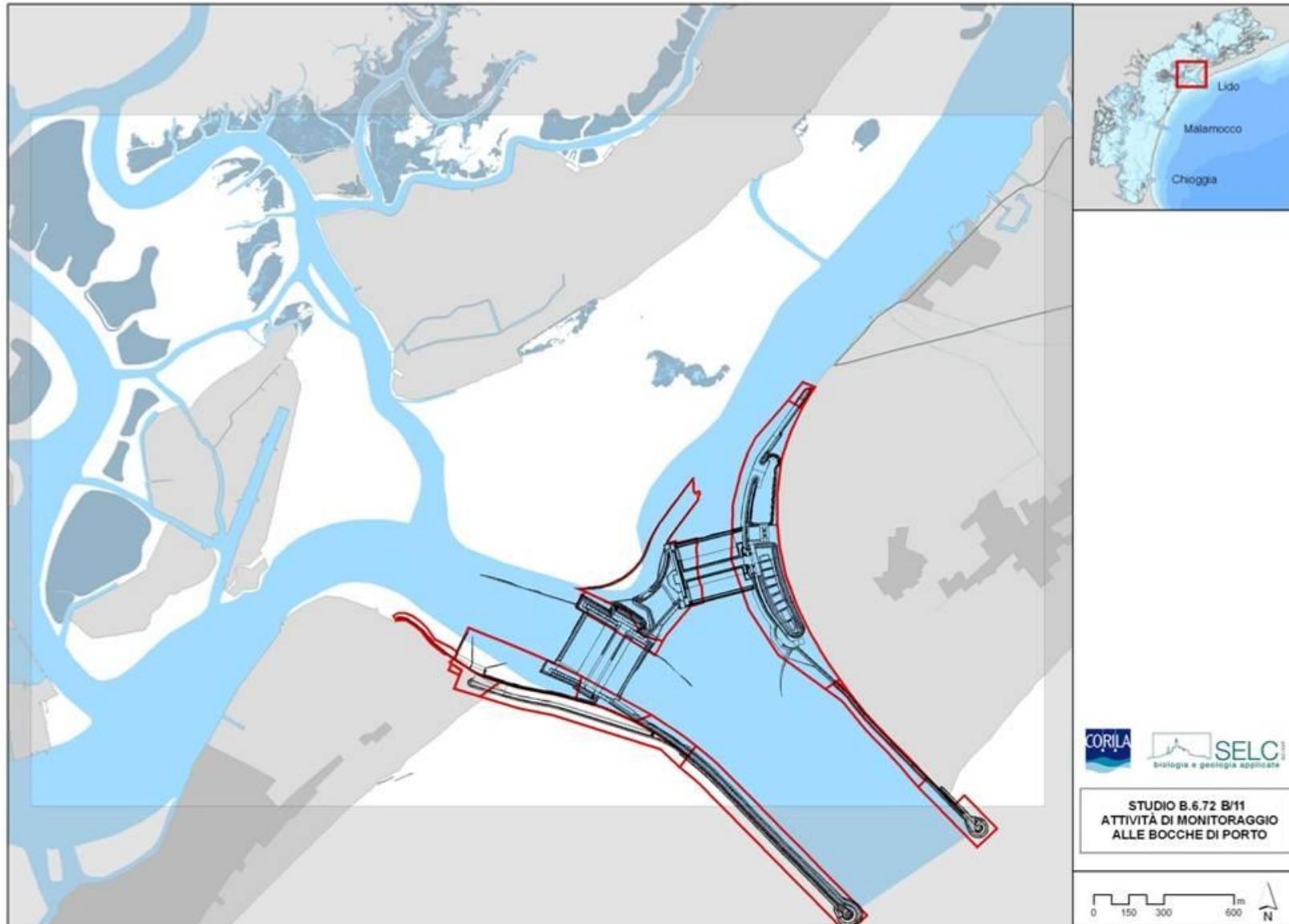


Figura 1.1. Bocca di porto di Lido con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassifondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

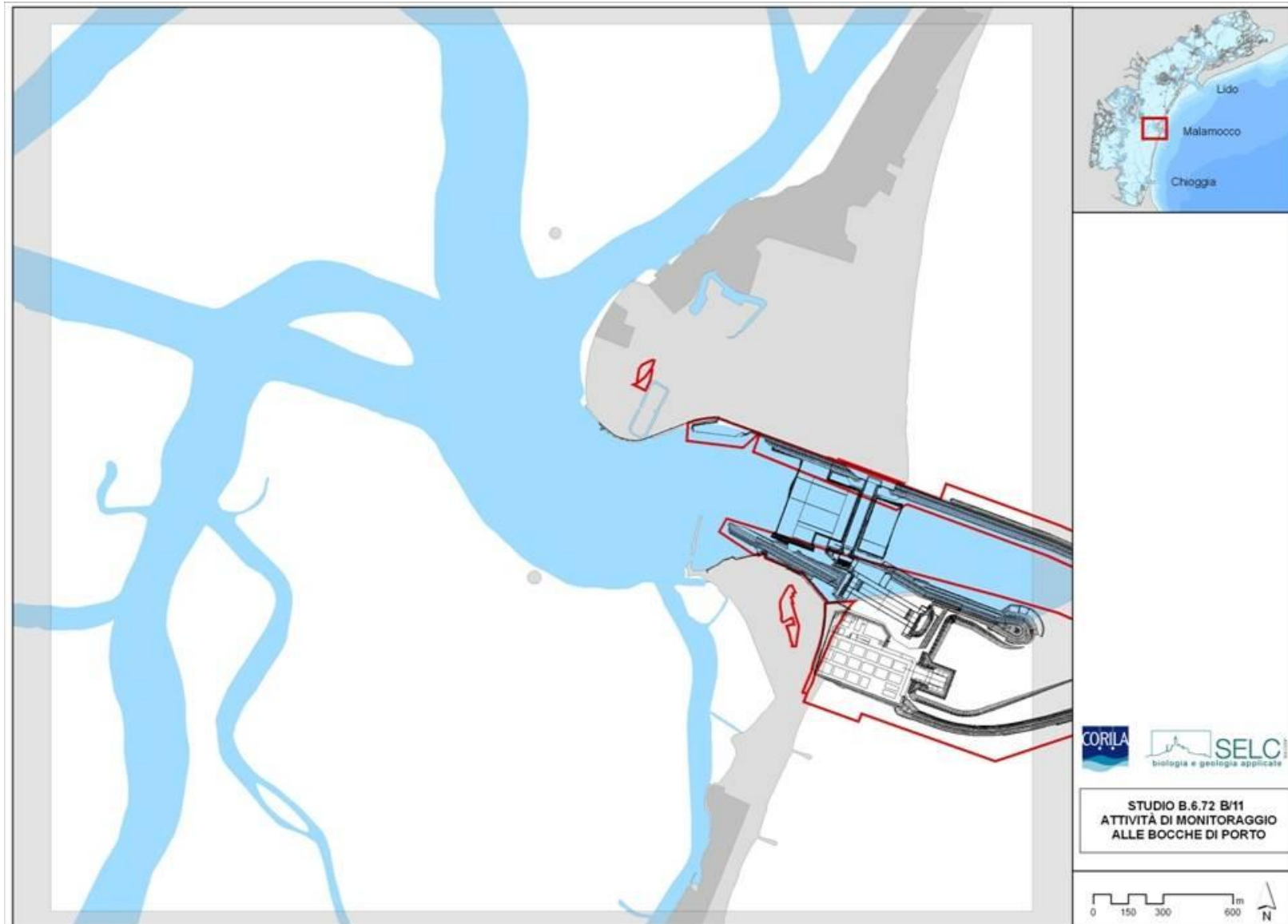


Figura 1.2. Bocca di porto di Malamocco con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

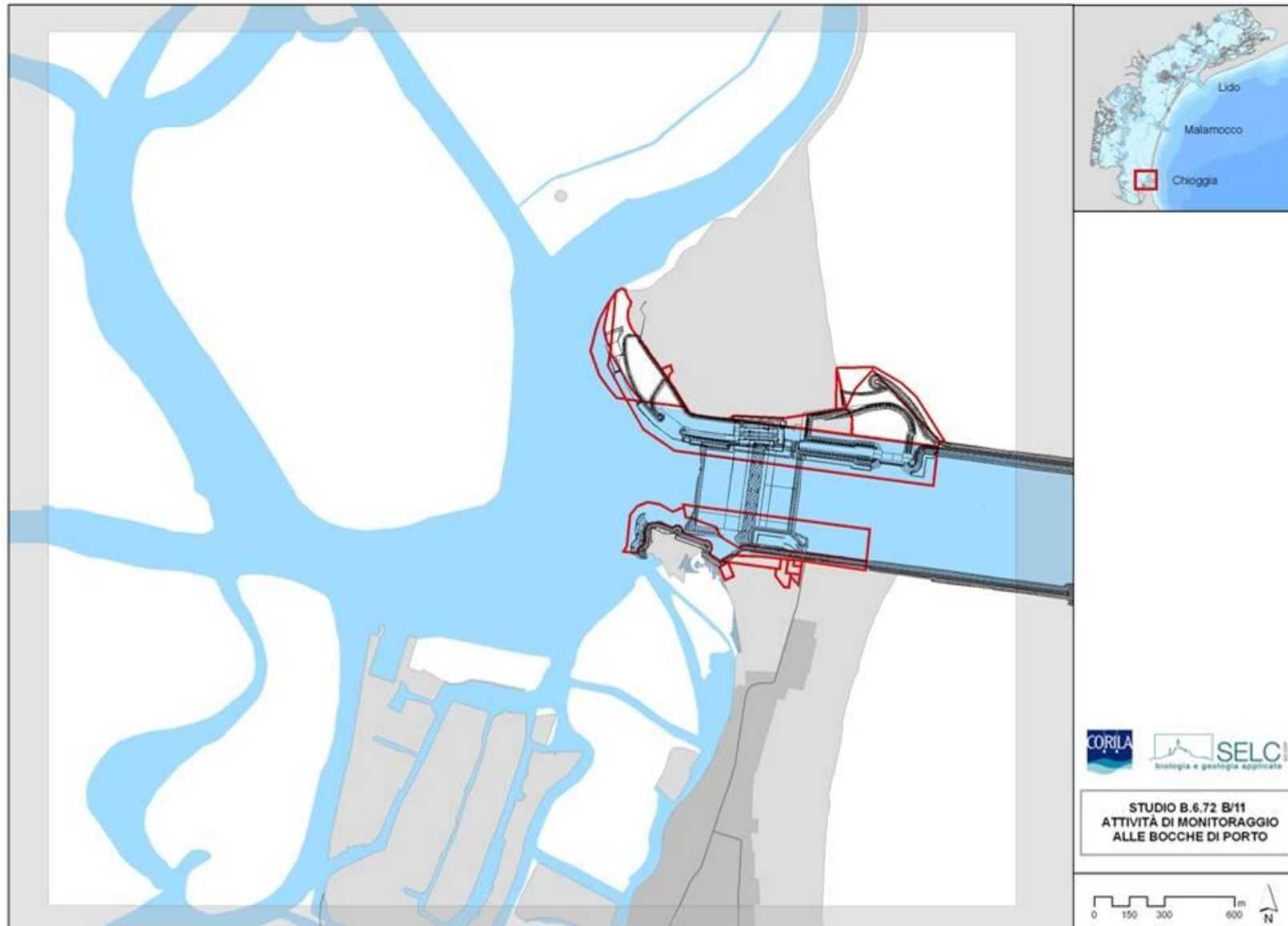


Figura 1.3. Bocca di porto di Chioggia con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

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/10). 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).

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 sono state condotte 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).

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/10;
- le immagini satellitari più recenti relative agli anni 2014 e 2015.

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/10);
- 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/10).

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 di indagini per Lido, Malamocco e Chioggia sono ubicate, 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 decimo 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*, 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 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

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

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. Dal presente monitoraggio, la stazione M4 è stata sostituita dalla M4-bis a causa della scomparsa della prateria nell'area dalle coordinate originali in seguito alla proliferazione e al successivo degrado delle alghe verdi del genere *Ulva* durante la stagione tardo primaverile e quella estiva del 2014.

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

Di seguito vengono riassunte le principali variazioni:

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

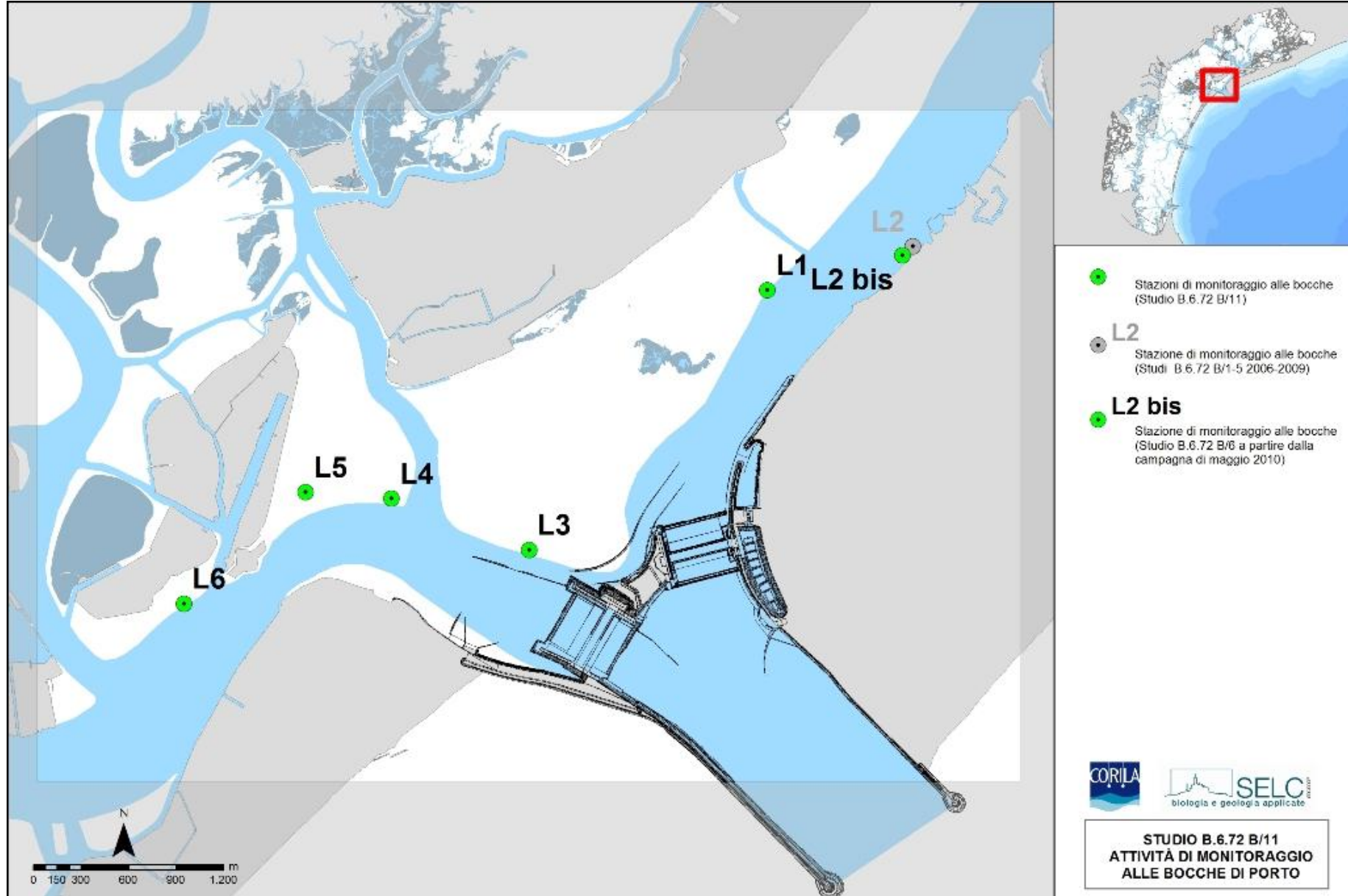


Figura 2.1. Stazioni di controllo e superficie della bocca di Lido interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

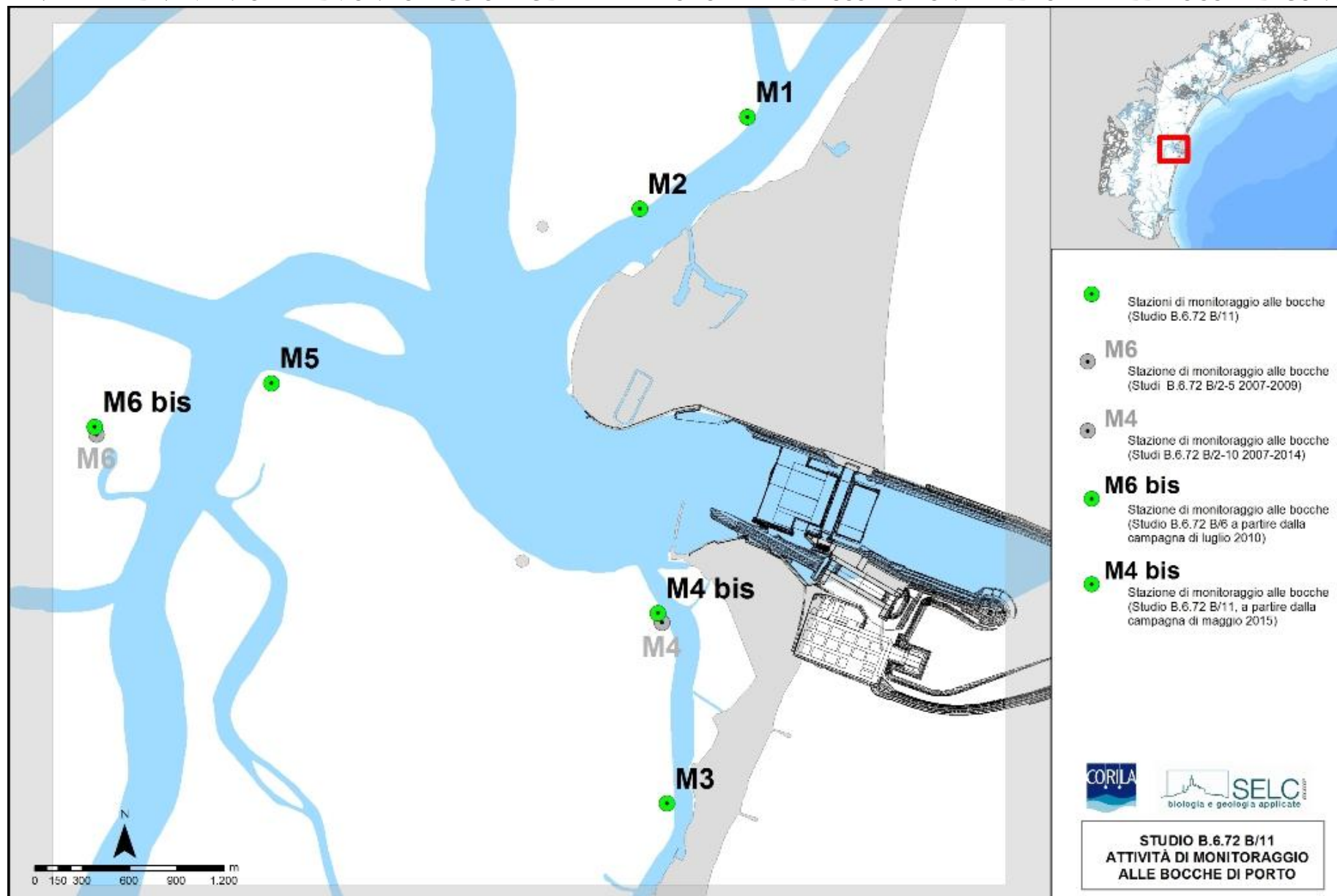


Figura 2.2 Stazioni di controllo e superficie della bocca di Malamocco interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

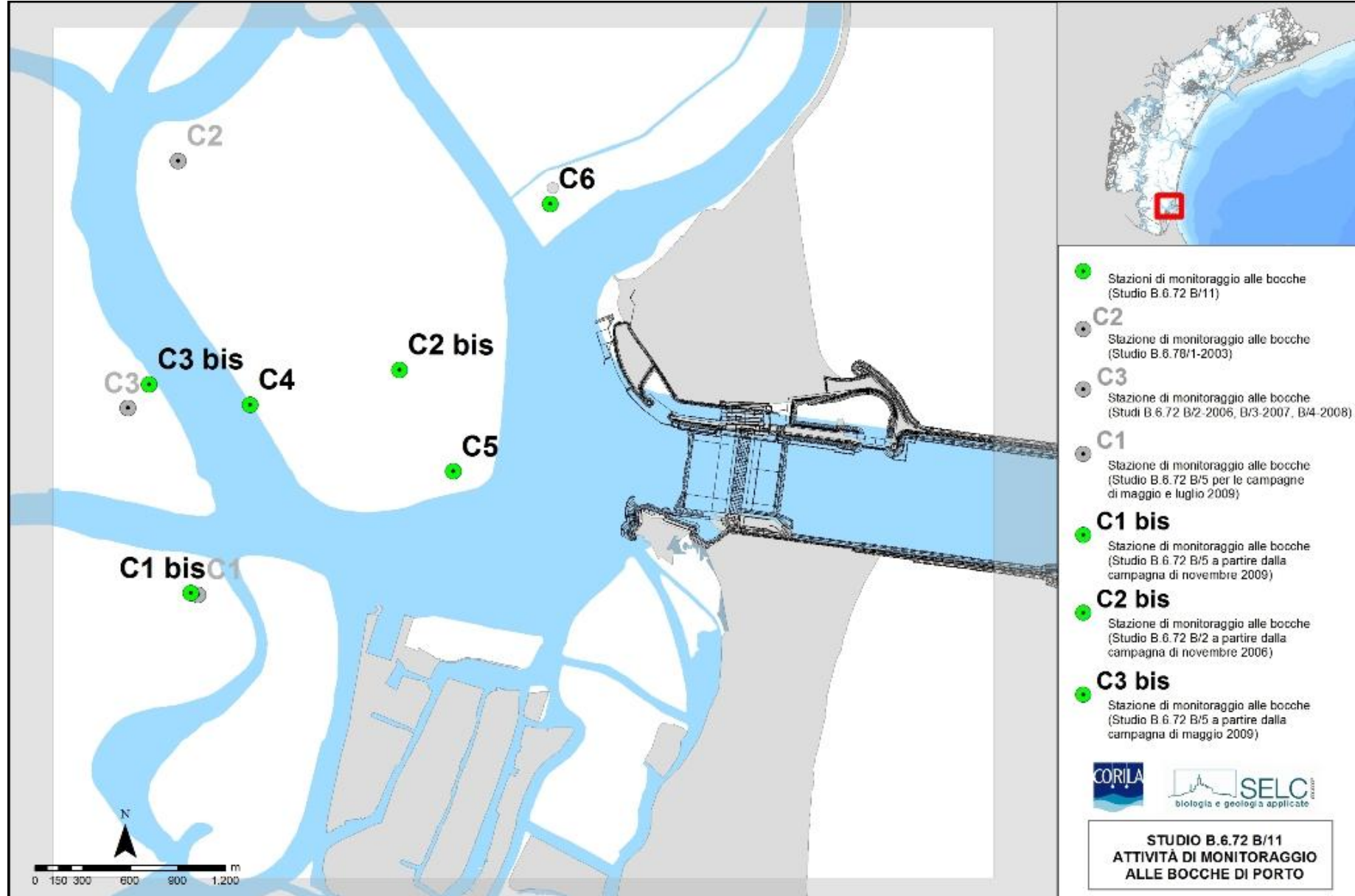


Figura 2.3. Stazioni di controllo e superficie della bocca di Chioggia interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

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	-	14 maggio 2015;
II campagna	-	29 luglio 2015;
III campagna	-	9 novembre 2015.

Bocca di porto di Malamocco

I campagna	-	11 e 13 maggio 2015;
II campagna	-	4 agosto 2015;
III campagna	-	17 e 18 novembre 2015.

Bocca di porto di Chioggia

I campagna	-	11 e 13 maggio 2015;
II campagna	-	31 luglio 2015;
III campagna	-	17 e 18 novembre 2015.

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/10). 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; Oliva *et al.*, 2012; Fabbri *et al.*, 2015; García-Marín *et al.*, 2013).

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");

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

- stima dell'epifitismo macroalgale ed animale delle lamine fogliari (numero specie, ricoprimento e biomassa).

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

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

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 satellitari. 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-bis ⁽²⁾	2309617	5023213
M5	2307675	5024369
M6-bis ⁽³⁾	2306786	5024150

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

⁽³⁾ 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 ⁽⁴⁾	2305254	5011814
C2-bis ⁽⁵⁾	2306172	5012798
C3-bis ⁽⁶⁾	2305069	5012734
C4	2305515	5012644
C5	2306411	5012350
C6	2306837	5013530

⁽⁴⁾ 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).

⁽⁵⁾ 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).

⁽⁶⁾ 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 2015². 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 GPS 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/10), 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.

² Tra ottobre e dicembre 2015 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 BOCHE LAGUNARI

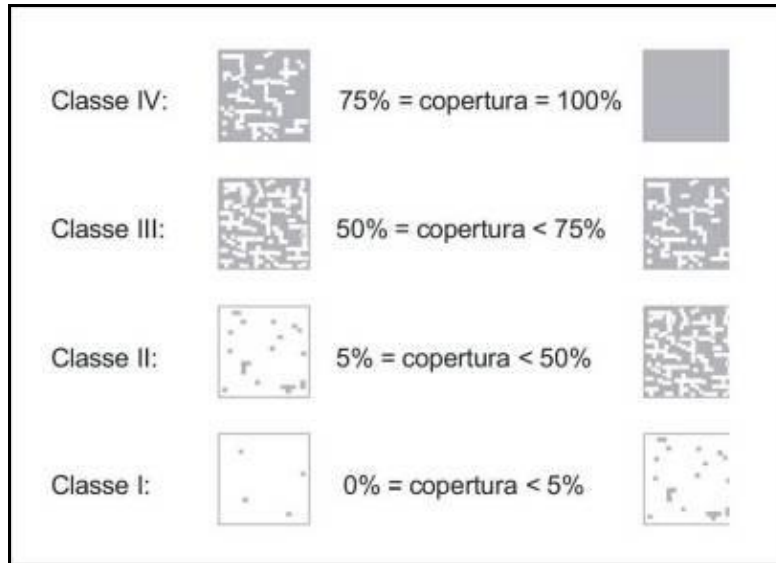


Figura 2.5. Prontuario di stima delle percentuali di copertura.

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 epifiti vegetali 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 epifiti.

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 epifiti, per mezzo di una lametta, da entrambi i lati di tutte le foglie del ciuffo considerato. Il materiale è stato posto in stufa a 85° C, sino a raggiungimento del peso costante (Curiel *et al.*, 1996; Mazzella *et al.*, 1998; 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/10), 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 G.I.S. 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. 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 G.I.S., 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 G.I.S. (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/10), 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 BOCCHE LAGUNARI

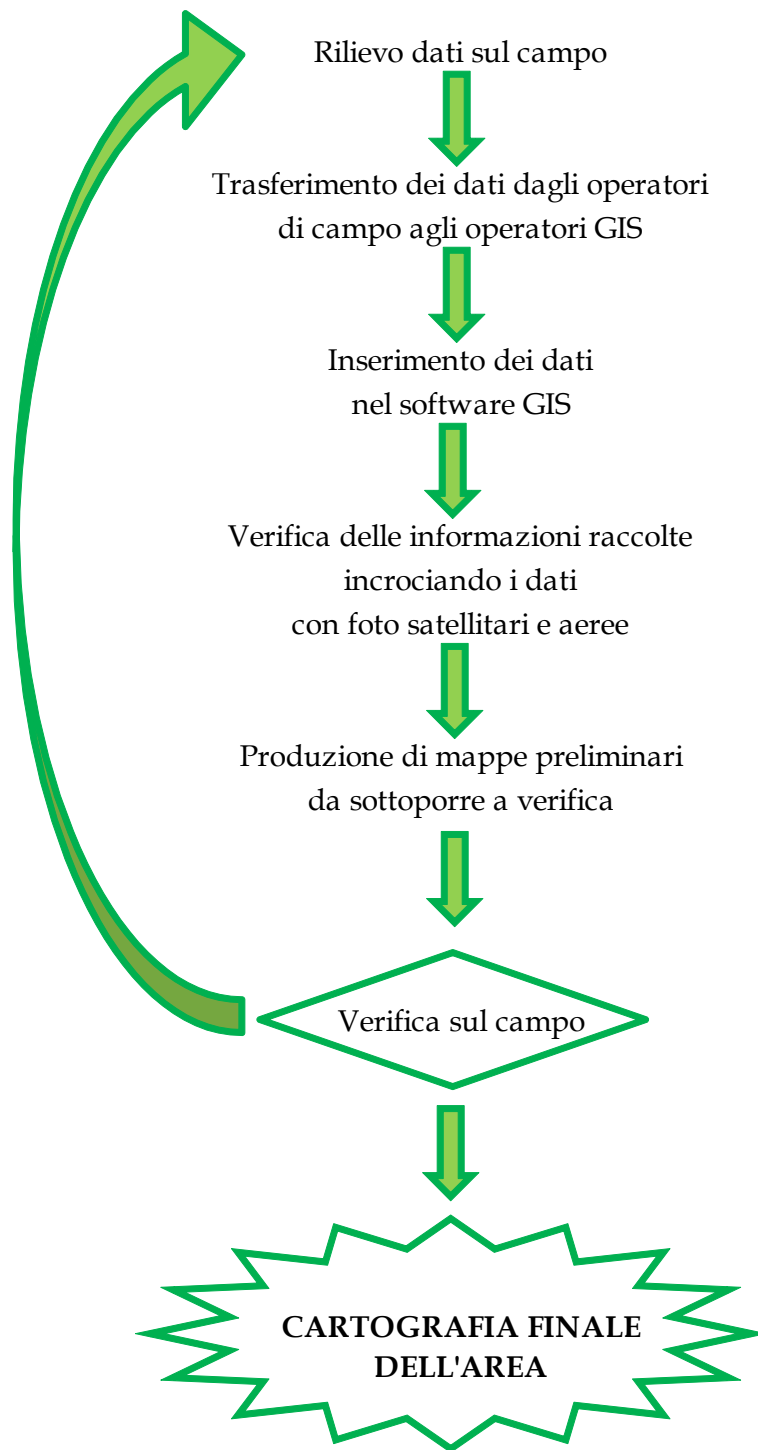


Figura 2.6. Sequenza delle fasi per giungere alla realizzazione della mappatura delle fanerogame.

3 RISULTATI E VALUTAZIONI

3.1 Misure nelle 18 stazioni di controllo

3.1.1 *Presentazione dei dati*

Nei seguenti paragrafi vengono riportati e discussi i risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative alle fanerogame marine e alle epifite delle lamine fogliari, campionate nelle 18 stazioni presso le bocche di porto di Lido (6 stazioni), Malamocco (6 stazioni) e Chioggia (6 stazioni). I dati ottenuti vengono confrontati con quelli dello Studio B.6.78/I di riferimento e dei precedenti B.6.72 (B/1-B/10).

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.14 per Malamocco e tabella A.26 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 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.13, A.25 e A.37 (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.14 per Malamocco e tabella A.26 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.2-12 per Lido, A.15-24 per Malamocco e A.27-36 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/10 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. Va precisato come i colori verde e rosso impiegati nelle tabelle per evidenziare l'incremento o il decremento delle variabili considerate non debbano essere necessariamente interpretati in senso positivo (verde) o negativo (rosso). Per alcuni parametri

l'incremento (verde) è certamente sinonimo di stabilità o miglioramento dello stato ecologico (ad es. lunghezza e larghezza fogliare), mentre per altri l'incremento o il decremento rispetto ai range guida non è di semplice interpretazione perché, in risposta ai fattori esterni, alcuni parametri possono rispondere in modo antagonista.

Nelle figure A.1, A.2 e A.6 (in appendice) gli indicatori di riferimento dello Studio B.6.72 B/11 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** prossime al 100%, sempre rientranti o superiori (in L1, L5 e L6) agli intervalli di riferimento (tabella A.1). Per quanto riguarda le altre due fanerogame, nelle stazioni di controllo non sono stati rinvenuti ciuffi di *Zostera marina* e *Nanozostera noltii* (tabella A.1).

La **densità dei ciuffi fogliari** per *Cymodocea nodosa* è quasi sempre rientrata nei range del 2003 e solo in pochi casi ne è risultata inferiore (in L2-bis e L6 in primavera e in L3 in autunno) o superiore (in L4 in estate e in L5 in autunno) (tabella A.1 e figura A.1).

Per la **lunghezza dei ciuffi fogliari** sono stati registrati valori rientranti negli intervalli di riferimento o ad essi superiori (in estate in L1, L2-bis, L3, L5 e L6 e in autunno in L1, L2-bis e L3) (tabella A.1 e figura A.1). Anche per la **lunghezza della ligula** (che costituisce la parte basale del ciuffo) sono stati rilevati valori rientranti o superiori (in primavera in L3, in estate in L1, L2-bis, L3, L5 e L6 e in autunno in L3); solo in primavera in L2-bis, si è registrato un valore del parametro inferiore al limite atteso (tabella A.1 e figura A.1).

Il **numero medio di foglie per ciuffo** ha presentato valori all'interno dei range di riferimento e, solo in un caso, superiori ad essi (nella stazione L2-bis in estate) (tabella A.1 e figura A.1). L'**indice di area fogliare** (Leaf Area Index o **LAI**) ha fatto registrare valori rientranti nei limiti attesi o superiori ad essi (in estate, in tutte le stazioni) (tabella A.1 e figura A.1).

Durante le campagne stagionali non sono mai stati rilevati fenomeni anossici nel sedimento o quantitativi anomali di radici o rizomi morti; il rapporto tra la **parte viva** della foglia (verde) e quella **morta** (scura), inoltre, è risultato sempre all'interno o superiore agli intervalli guida (tabella A.1). A testimonianza di come nelle praterie si siano svolti con regolarità anche i processi riproduttivi oltre a quelli vegetativi, sono stati trovati **semi** nel sedimento (tabella A.1).

Considerando l'insieme delle tre stagioni, la lista floristico-faunistica degli organismi epifiti³ delle lamine nelle 6 stazioni è risultata costituita da 34 taxa, suddivisi in 26 macroalghe e 8 zoobentonti, quasi 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 cinque/sei monitoraggi, per il numero totale di taxa (in particolare del fitobenthos) siano meno marcati i cali che si registrano di anno in anno, sia a livello di bocca di porto che di singola stazione.

Il **numero totale di taxa** per stazione e quello **medio**, nel presente monitoraggio, hanno presentato valori che, quasi sempre, sono risultati in linea con quelli di riferimento del 2003 e, in pochi casi,

³ 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 BOCHE LAGUNARI

inferiori (per il numero totale in primavera in L6) o superiori (per il numero medio in autunno in L2-bis, L4 e L5) (tabella A.1).

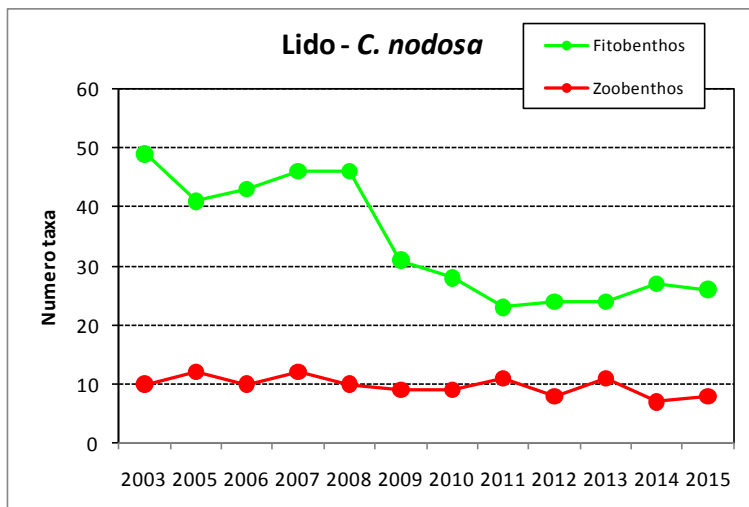


Figura 3.1a – Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) nel complesso delle 6 stazioni della bocca di porto di Lido a *Cymodocea nodosa*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/11 (2015).



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/11 (2015).

Per il **ricoprimento percentuale** degli epifiti, la maggior parte dei valori ricade negli intervalli di riferimento o è superiore ad essi (in primavera in L2-bis, in estate in L1 e L4 e in autunno in L4 e L6); la **biomassa** degli epifiti ha presentato valori che talvolta sono risultati inferiori ai range (in primavera in L5, in estate in L1, L2-bis, L3, L5 e L6 e in autunno in L1 e L2-bis) (tabella A.1 e figura A.1).

L'indice di **Diversità di Shannon**, calcolato nel complesso delle tre stagioni (dati normalizzati ID=1,90), è di poco inferiore a quello dello studio di riferimento⁴ (dati normalizzati ID=2,04); il

⁴ Ricalcolato per le stagioni primaverile, estiva ed autunnale, escludendo quella invernale.

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 epifite nelle tre stagioni, l'analisi ANOSIM (dati normalizzati) indica una differenza statisticamente significativa moderata ($P < 0,001$) tra le comunità dello studio di riferimento e quelle del presente monitoraggio sulla base del valore del Global R (0,608) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, anche esaminando la presenza/assenza delle specie ($R = 0,625$) o applicando trasformazioni ai dati di ricoprimento (radice quadrata, $R = 0,713$) (Clarke e Warwick, 1994; 2001).

I cambiamenti intercorsi tra lo studio del 2003 e quello attuale, rilevati 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 29,6% e cala quello dello zoobenthos da 4,7% a 2,8% e delle diatomee bentoniche da 16,2% a 3,3%; si veda tabella 3.2).

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

Nel monitoraggio del 2003, le epifite fogliari più rappresentative erano le diatomee bentoniche (in primis i generi *Navicula* e *Melosira*), l'alga rossa calcarea *Hydrolithon boreale* e le alghe verdi del genere *Cladophora*; 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 2015, invece, i taxa più rappresentativi tra quelli epifiti sono ancora le diatomee bentoniche (in particolare i generi *Navicula* e *Melosira*), ma con abbondanze inferiori rispetto al 2003, le alghe rosse incrostanti *Hydrolithon farinosum*, *Hydrolithon boreale* e *Pneophyllum fragile* e le alghe rosse del genere *Ceramium* (tutti taxa più abbondanti nel 2015); per lo zoobenthos, gli organismi più importanti sono risultati i crostacei anfipodi tubicoli (leggermente più abbondanti nel 2015 rispetto al 2003).

3.1.3 Le stazioni della bocca di porto di Malamocco

Nelle stazioni di controllo nelle praterie a *Cymodocea nodosa* (M2, M3, M5 e M6-bis) e in quella a *Zostera marina* (M1) sono stati registrati valori di **copertura** sempre pari o prossimi al 100% e che rientrano o sono superiori (M1 e M2) ai range dello studio di riferimento del 2003 (tabella A.14).

Zostera marina è stata rinvenuta anche in M6-bis in primavera (con pochi ciuffi), mentre la terza fanerogama, *Nanozostera noltii*, è stata trovata anch'essa in M6-bis ma in estate (con qualche decina di ciuffi) (tabella A.14).

Va ricordato che, in prossimità dell'ex sito di monitoraggio M4, i sopralluoghi hanno evidenziato come la prateria risenta ancora degli effetti causati dall'evento anossico legato alla decomposizione dei talli delle alghe verdi del genere *Ulva* durante i mesi primaverili-estivi del 2014 e che avevano portato alla scomparsa localizzata di ciuffi fogliari in corrispondenza della stazione. È quindi positivo il rinvenimento di nuovi rizomi e ciuffi fogliari di *Cymodocea nodosa* in fase di ricolonizzazione graduale delle aree avegetate (si vedano immagini allegato fotografico). Questi eventi proliferativi macroalgali sono citati spesso in letteratura come una delle cause che portano, in ambienti eutrofizzati, alla scomparsa/riduzione delle praterie a fanerogame marine (talvolta solo localizzate come nel caso di M4) (McGlathery, 2001; Lomstein *et al.*, 2006; Qiuying e Dongyan, 2014). Rispetto alla campagna estiva, infine, va segnalata, in autunno, anche la presenza di giovani

ciuffi di *Zostera marina*, nelle aree dove il sedimento è risultato più soffice e con una percentuale di sedimento limoso più alta.

In corrispondenza dell'ex stazione M6 (sostituita a partire dalla campagna estiva del 2010 dalla stazione M6-bis, si veda par. 2.3), i sopralluoghi in campo nel corso dei monitoraggi stagionali hanno rilevato la quasi totale scomparsa della componente limosa-argillosa (dovuta probabilmente ad uno sversamento di sedimento al di sopra della prateria originale) e la graduale pressoché completa ricolonizzazione dell'area da parte delle tre fanerogame (con una prevalenza di *Cymodocea*).

Nella prateria a *Zostera marina* (M1) e in quella a *Cymodocea nodosa* dove si trova il sito di controllo M3, in passato caratterizzate spesso da coperture uniformi di alghe verdi del genere *Ulva*, quest'alga, se presente, ha presentato coperture molto limitate e talli in buono stato.

La **densità dei ciuffi fogliari** di *Cymodocea nodosa* ha fatto registrare valori in linea con gli intervalli guida del 2003, ad eccezione della stazione M2 in primavera, quando il valore è sceso al di sotto di quelli attesi e di M2 (in estate) e M4-bis (in primavera e in estate), quando il valore è risultato superiore ad essi. Per *Zostera marina* in M1, sono stati invece rilevati valori superiori ai range, in primavera e in estate (tabella A.14 e figura A.2).

La **lunghezza media dei ciuffi fogliari** per *Cymodocea nodosa* ha mostrato valori rientranti nei range o superiori (in estate in tutte le stazioni); anche per la **lunghezza media della ligula** di *Cymodocea*, i valori sono risultati talvolta superiori alle attese (in estate M3, M4 e M6-bis) (tabella A.14 e figura A.2). L'analisi della **lunghezza media dei ciuffi fogliari** e della **ligula** di *Zostera marina* evidenzia valori rientranti o superiori ai range dello studio di riferimento (in primavera per entrambi i parametri e in estate per la lunghezza della foglia) (tabella A.14 e figura A.2).

Il **numero medio di foglie** per ciuffo per le praterie a *Cymodocea nodosa* è rientrato negli intervalli guida; per *Zostera marina*, invece, il valore del parametro è risultato superiore ai range in primavera ed inferiore ad essi in autunno (tabella A.13 e figura A.2). Anche l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o **LAI**), sia per *Cymodocea* che per *Zostera*, è ricaduto quasi sempre nei range di riferimento, con le sole eccezioni in estate in M3, M4 e M5 per *Cymodocea* e in primavera in M1 per *Zostera*, quando sono stati registrati valori del parametro superiori al range (tabella A.14 e figura A.2).

In riferimento allo stato generale delle piante, per la frazione ipogea non sono mai stati rilevati fenomeni anossici o quantità anomale di radici o rizomi morti, mentre per la frazione epigea, la parte verde delle lamine fogliari è risultata sempre in netta prevalenza su quella in necrosi (scura); nelle praterie, inoltre, si sono svolti regolarmente anche i processi riproduttivi, come testimoniato, durante le operazioni di campionamento, dal ritrovamento di **semi** di *Cymodocea* e **ciuffi fertili** di *Zostera* (tabella A.14).

Nel complesso delle tre stagioni, l'elenco floristico-faunistico degli organismi epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa*, presenta 29 taxa: 21 macroalghe e 8 zoobentonti. Il numero di taxa è più che dimezzato rispetto a quello rilevato nel 2003, dove erano stati determinati 67 taxa ripartiti in 55 macroalghe e 12 zoobentonti (figura 3.2a). 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) (figura 3.2a).

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

Per il **numero totale** e quello **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 M1 per *Zostera*

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

e in M3, M4-bis e M6-bis per *Cymodocea*) come verificatosi anche durante i monitoraggi precedenti (tabelle A.15-24 e figura A.2). Il **ricoprimento percentuale** degli epifiti, invece, è rientrato nei range guida o ne è risultato superiore, nel caso di *Zostera* in M1 in tutte le stagioni e di M3 e M4-bis in estate; per la **biomassa** di tali organismi talvolta sono stati rilevati valori inferiori a quelli del 2003 (in primavera in M1 e in M6-bis) o ad essi superiori (in estate in M1) (tabella A.14).

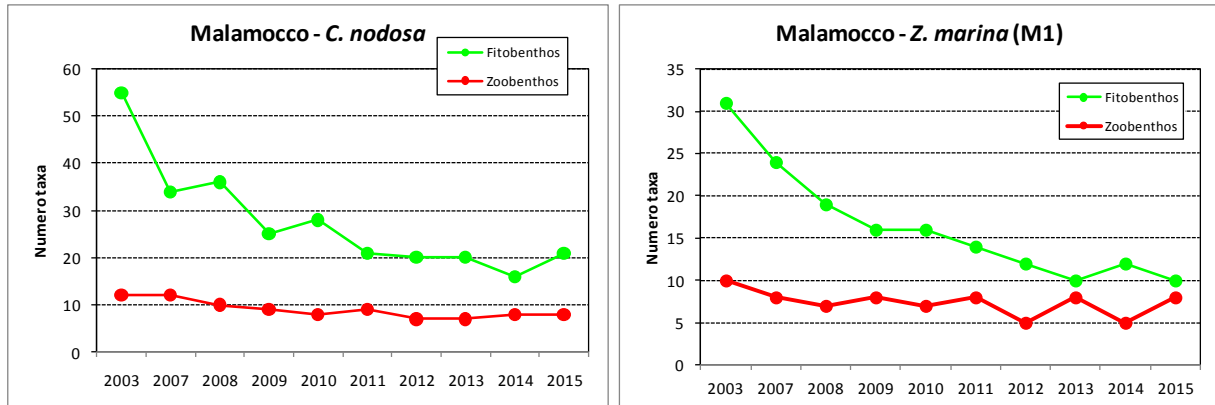


Figura 3.2a - Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) nel complesso delle 5 stazioni della bocca di porto di Malamocco a *Cymodocea nodosa* e per quella a *Zostera marina*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/11 (2015).



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/11 (2015).

L'indice di Diversità di Shannon per la stazione M1 a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=1,39) e per quelle a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati ID=1,83) 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, ha rilevato differenze statisticamente significative ($P < 0,05$) solo tra gli indici di diversità delle stazioni a *Cymodocea nodosa*.

Nel 2003, le specie più importanti della comunità epifita nella prateria a *Zostera marina* (M1) erano le diatomee coloniali, 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), le alghe rosse *Hydrolithon boreale* e *Pneophyllum fragile*, le alghe verdi del genere *Cladophora* e l'alga bruna *Myrionema orbiculare* (tutte più abbondanti nel 2015) e, per lo zoobenthos, il briozoo *Tendra zostericola* (non rinvenuto nel 2003) e i crostacei anfipodi tubicoli (più abbondanti nel monitoraggio 2015).

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

Quest'ultima ha evidenziato differenze statisticamente significative moderate ($P < 0,001$) tra il presente studio e quello di riferimento B.6.78/I, tenuto conto dei valori di Global R (0,512 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,662 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,717 dati di presenza-assenza) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R. Parte di queste differenze sono riconducibili non solo a una riduzione complessiva del numero di taxa, ma anche a variazioni di abbondanza (complessivamente aumenta il ricoprimento percentuale delle macroalghe da 23,0% a 40,1% e cala quello dello zoobenthos, da 8,4% a 2,6%, e quello delle diatomee bentoniche, da 22,6% a 3,5%; si veda tabella 3.2).

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 2015, 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 2015).

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 attuale, 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* e, per lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli (tutti taxa maggiormente presenti nel 2015).

3.1.4 Le stazioni della bocca di porto di Chioggia

Nel corso delle tre campagne di monitoraggio, le praterie a *Cymodocea nodosa*, dove sono localizzate 5 stazioni (C2-bis, C3-bis, C4, C5 e C6), hanno presentato **coperture** prossime al 100% e, quella a *Zostera marina* (C1-bis), comprese tra il 90 e il 100%; questi valori sono in linea con quanto registrato nello studio di riferimento del 2003 e nei precedenti monitoraggi (tabella A.26). 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* nuovamente in buono stato, con una copertura prossima al 100%. Durante i campionamenti, nelle vicinanze delle stazioni C1 e C1-bis non sono mai state segnalate reti da pesca, spesso presenti, invece, in passato.

La **densità media dei ciuffi fogliari** di *Cymodocea nodosa* è rientrata negli intervalli di riferimento o è risultata superiore ad essi (in primavera e in estate in C2-bis e in autunno in C6); solo per la stazione C3-bis (che non corrisponde a quella originale C3), il valore del parametro è sceso in primavera sotto il limite atteso, come si è verificato spesso nelle campagne dei monitoraggi precedenti. Per *Zostera marina* nel sito C1-bis, la densità è sempre rientrata sempre nei limiti attesi del 2003 (tabella A.26 e figura A.6).

Per *Cymodocea nodosa* la **lunghezza media dei ciuffi fogliari** e quella della **ligula** hanno presentato valori talvolta inferiori (in autunno in C3-bis per la ligula) o superiori ai range di riferimento (in estate, per entrambe i parametri, in C2-bis, C3-bis e C6 e, solo per la lunghezza fogliare, in C5); per *Zostera marina*, solo la ligula, in estate, è risultata inferiore ai valori attesi (tabella A.26 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* e quella a *Zostera marina* sono rientrati quasi sempre negli intervalli guida attesi; le poche eccezioni sono portate dal numero di foglie per ciuffo, risultato sotto il range atteso in estate per *Zostera*, e dal LAI, superiore ai valori attesi in estate in C2-bis e C6 (tabella A.26 e figura A.6).

In merito allo stato generale delle praterie, anche a Chioggia per la parte ipogea delle piante non sono mai stati rilevati fenomeni anossici o un'eccessiva presenza di rizomi morti; per la parte epigea, invece, la porzione viva della foglia (verde) è risultata sempre nettamente prevalente rispetto a quella morta (scura). Il rinvenimento di **ciuffi fertili** di *Zostera* e **semi** di *Cymodocea* nel sedimento, inoltre, conferma come nelle praterie si siano svolti regolarmente anche i processi riproduttivi (tabella A.26).

L'elenco floristico-faunistico complessivo degli epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa* è composto di 28 taxa di cui 21 macroalghe e 7 zoobentonti; questi valori sono più che dimezzati 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 20 taxa di cui 14 macroalghe e 6 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 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* (soprattutto in C2-bis C6) e per *Zostera* sono risultati spesso inferiori ai range di riferimento del 2003 (in particolare nelle stazioni C2-bis, C5 e C6), come verificatosi spesso nei passati anni di monitoraggio (tabelle A.27-35 e figura A.6).

Il **ricoprimento percentuale** degli epifiti fogliari per *Cymodocea* e *Zostera* è ricaduto quasi sempre negli intervalli di riferimento o è risultato superiore ad essi (in primavera in C4, in estate in C2-bis, C5 e in autunno in C2-bis, C3-bis, C4 e C5) (tabella A.26). Per la **biomassa** degli epifiti, invece, i valori sono ricaduti spesso al di sotto dei limiti guida (in primavera in C1-bis e in estate in C4, C5 e C6) (tabella A.26).

L'**indice di Diversità di Shannon** nella stazione a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=1,72) e in quelle a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati ID=1,80) 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 test non parametrico (Mann-Whitney U test), eseguito tra i dati del presente studio e quelli dello studio del 2003, come per le stazioni di Malamocco ha comunque rilevato una differenza statisticamente significativa ($P < 0,05$) solo tra gli indici di diversità per le stazioni a *Cymodocea nodosa*.

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

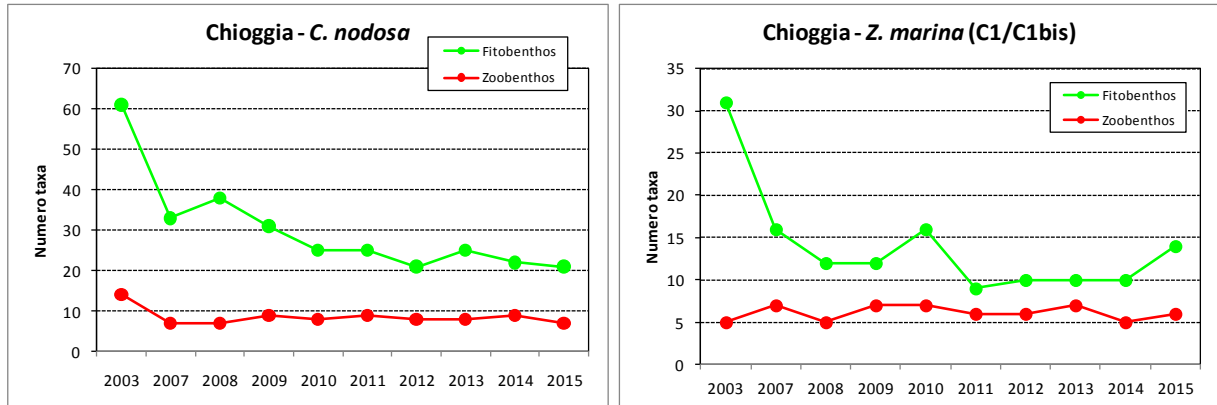


Figura 3.3a - Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni della bocca di porto di Chioggia a *Cymodocea nodosa* e per quella a *Zostera marina*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/11 (2015).

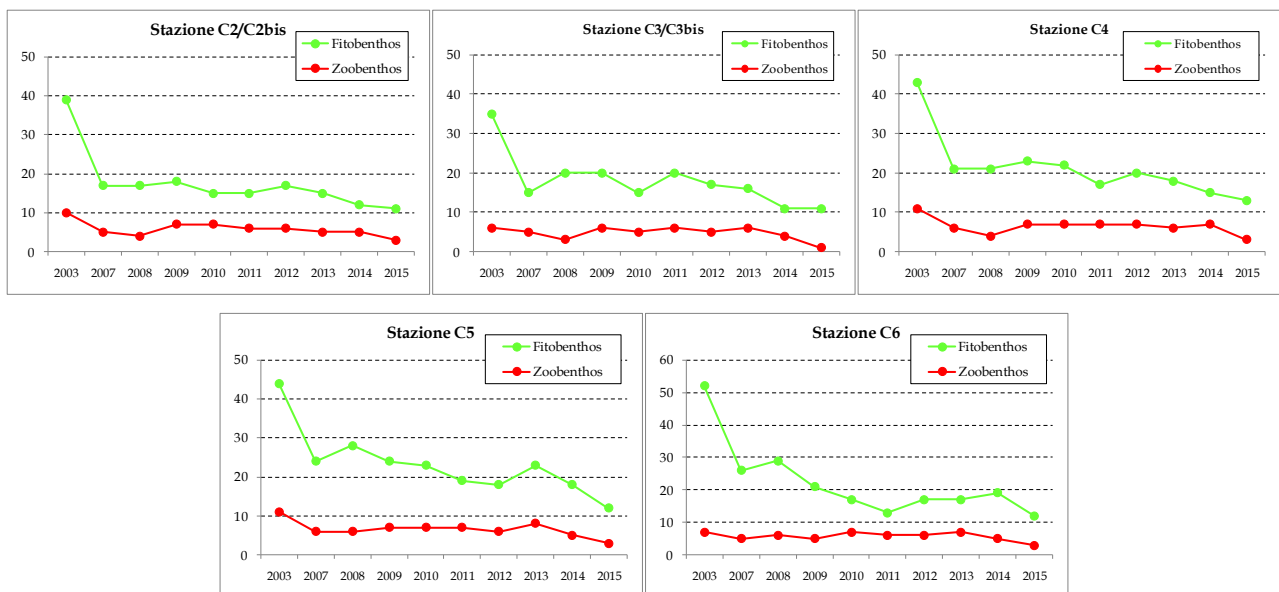


Figura 3.3b - Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni a *Cymodocea nodosa* della bocca di porto di Chioggia, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/11 (2015).

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 2015, per la stazione C1-bis (che ha sostituito la C1), i taxa più significativi sono le diatomee coloniali, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* (entrambi meno abbondanti rispetto al 2003), l'alga rossa *Pneophyllum fragile*, l'alga bruna *Cladosiphon zosterae* e le alghe rosse del genere *Ceramium* (con abbondanze più elevate rispetto al 2003) e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli (meno abbondanti nel 2015).

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

Le differenze statisticamente significative ($P < 0,001$) che si registrano tra il presente studio e quello di riferimento (B.6.78/I) sono da considerarsi nel complesso moderate sulla base del valore del

Global R (0,526 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,702 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,770 dati di presenza-assenza) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R. Anche a Chioggia, come per Lido e Malamocco, parte di queste differenze sono riconducibili oltre che a una riduzione complessiva del numero di taxa, anche a variazioni di abbondanza (complessivamente aumenta il ricoprimento percentuale delle macroalghe da 23,3% a 30,9% e cala quello dello zoobenthos, da 11,1% a 3,7%, e delle diatomee bentoniche, da 10,5% a 3,1%; si veda tabella 3.2).

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, da ricondurre 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 2015).

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 epifiti delle cinque stazioni a *Cymodocea nodosa*. Nel monitoraggio attuale (2015), i taxa più significativi sono le diatomee coloniali (meno abbondanti rispetto al 2003), le alghe rosse incrostanti *Hydrolithon boreale*, *Hydrolithon farinosum* e *Pneophyllum fragile* (con abbondanze più elevate rispetto al 2003) e, per quanto riguarda lo zoobenthos, il tunicato *Botryllus schlosseri* e l'idrozoo *Laomedea calceolifera* (meno presenti nel 2015).

3.1.5 Analisi della frequenza di rinvenimento degli epifiti

Come accennato precedentemente e in linea con quanto registrato nei precedenti anni di monitoraggio, anche nel 2015 le differenze con lo studio del 2003 sembrano riconducibili principalmente alla diversa abbondanza di alcuni taxa, più che alla loro presenza o assenza. Questi fattori vanno tuttavia considerati dal momento che, tra il monitoraggio *ante operam* e i successivi, in ciascuna bocca di porto è stata comunque registrata la scomparsa e/o la comparsa di alcuni organismi. Le differenze rispetto al 2003 sono state analizzate considerando soltanto i taxa non rari (quelli caratterizzati da un unico rinvenimento nel corso delle indagini) utilizzando la metodica del Matrix Plot di PAST (Hammer *et al.*, 2001), applicata ai valori di frequenza degli organismi epifiti (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 (figure A.10-A.12), 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 epifiti.

Alla bocca di Lido, contemporaneamente alla perdita di taxa che si registra negli anni a partire dal 2003, si è assistito al graduale rinvenimento di nuovi taxa mentre, alle bocche di porto di

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

Malamocco e soprattutto a Chioggia, il calo del numero di taxa è stato solo in parte 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 2015 (B.6.78 B/11), seppur moderate, sembrano essersi in parte attenuate, tanto da rendere più o meno costante il numero degli epifiti negli ultimi anni di monitoraggio.

È stata valutata anche la possibilità che la riduzione del numero degli epifiti fosse correlata alla maggiore o minore vicinanza alle opere in realizzazione. I grafici in figura 3.4 suggeriscono, però, come non si debba tenere in considerazione tale ipotesi visto che la riduzione di questo parametro interessa sia le stazioni prossime alle opere (ad esempio L3, M4 e C5; linea nera nel grafico), sia quelle più lontane (ad esempio L6, M6/M6-bis e C3/C3-bis; linea rossa nel grafico).

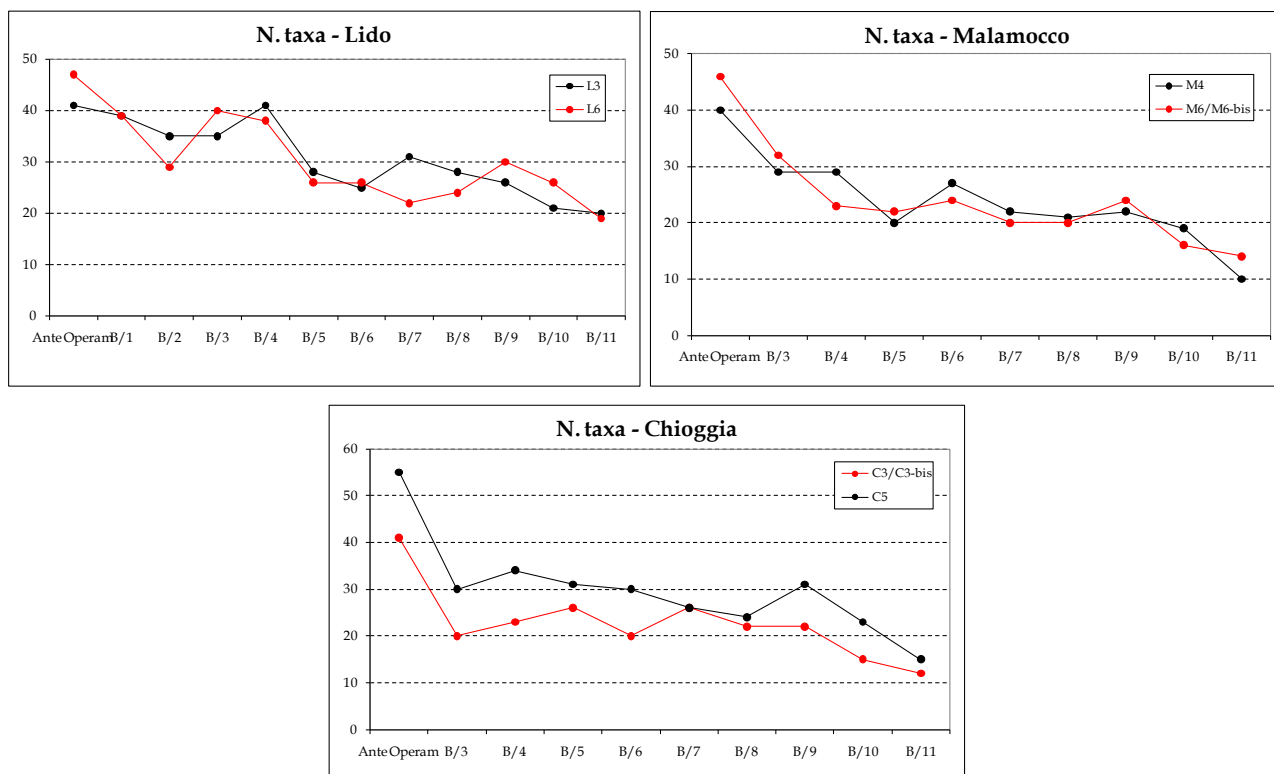


Figura 3.4 - Numero totale annuale di taxa (algali ed animali) per bocca di porto rilevato in stazioni vicine alle opere (L3, M4 ed C5) e lontane dalle opere (L6, M6/M6-bis e C3/C3-bis) durante i monitoraggi B.6.78/I e quelli B.6.72B/1-B/11.

L'analisi statistica multivariata condotta applicando la Cluster Analysis e la Multi Dimensional Scaling (MDS) ai dati di frequenza di rinvenimento di ogni specie (figura 3.5) per ogni bocca di porto, pur evidenziando una similarità complessiva elevata (la prima separazione tra i gruppi si rileva circa al 65-70% di similarità a Lido e Chioggia e al 70% a Malamocco) tra tutti i monitoraggi (B.6.78/I e B.6.72 B/1-B/10), sottolinea una distinzione tra i rilievi della fase *ante operam* (B.6.78/I) e quelli successivi (B.6.72 B/1-B/10).

Tale contrapposizione tra B.6.78/I e B.6.72 B/1-B/11 è comune a tutte le bocche e potrebbe implicare la presenza di un fattore ben localizzato nel tempo che avrebbe indotto una netta distinzione tra i dati del monitoraggio del 2003 e i successivi. Per questi ultimi, inoltre, la modalità di raggruppamento nella cluster analysis e la loro disposizione nelle rappresentazioni MDS in ognuna delle tre bocche di porto (figura 3.5), suggeriscono l'azione di un fattore che orienta lo sviluppo degli epifiti lungo una sequenza temporale progressiva anche se non sempre ben

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

identificabile.

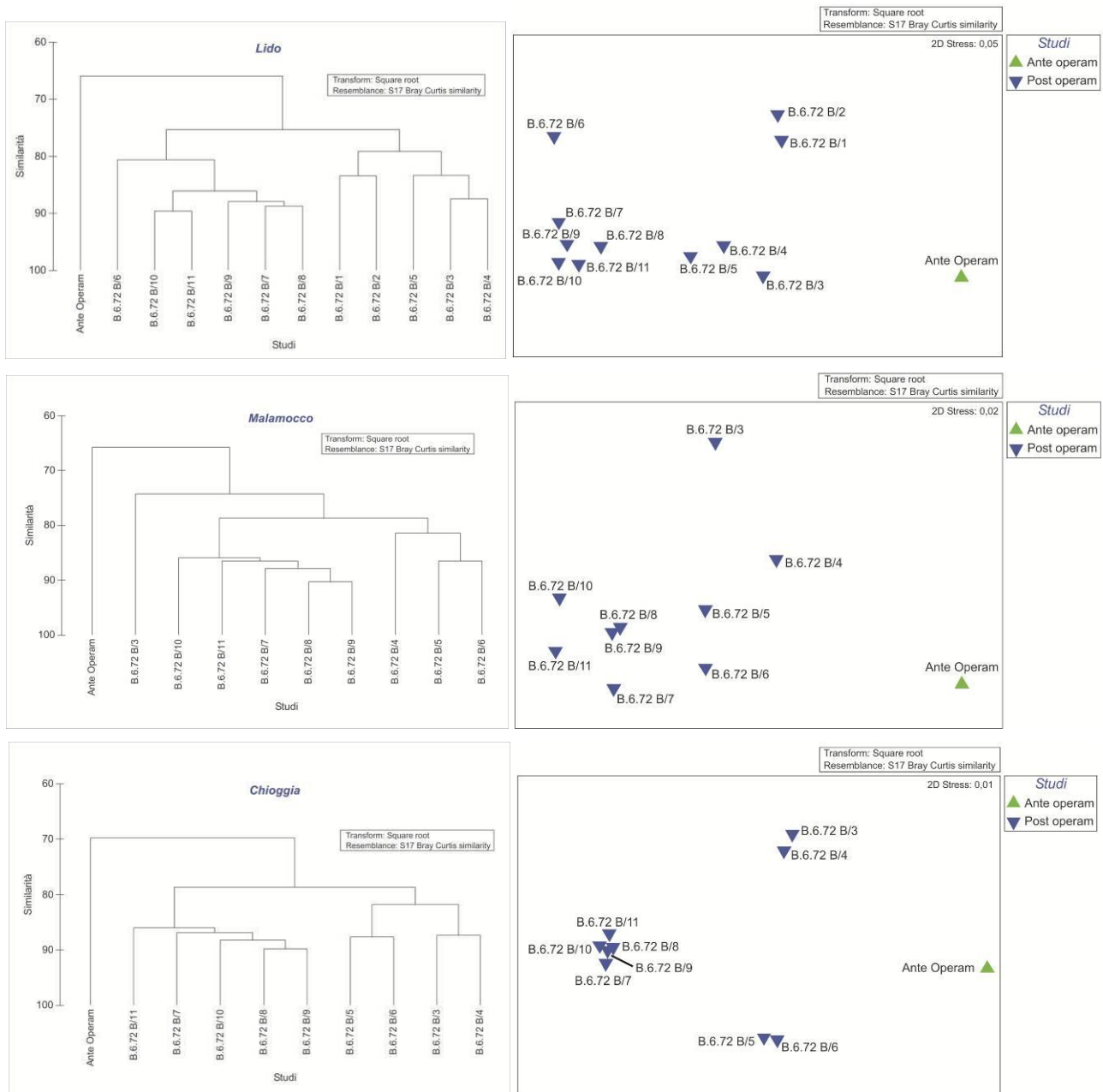


Figura 3.5 – Cluster analysis e MDS relativa ai dati di frequenza di rinvenimento per bocca di porto degli epifiti dei monitoraggi B.6.78/I e B.6.72 B/1-11.

La procedura SIMPER di PRIMER (Clarke e Warwick, 1994) (tabella 3.1), che identifica le specie caratteristiche della fase *ante operam* e dei successivi monitoraggi, indica una trasformazione della struttura della comunità di epifiti, legata soprattutto ad un cambiamento dei valori di frequenza di rinvenimento delle specie più rappresentative, piuttosto che ad una loro scomparsa/comparsa (anche se, come accennato precedentemente, tra il monitoraggio *ante operam* e i successivi, tali eventi sono stati comunque registrati, in ciascuna bocca di porto).

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

Tabella 3.1 - Elenco delle specie più rappresentative dei due raggruppamenti rilevati nell'analisi MDS relativamente ai monitoraggi B.6.78/I (*ante operam*) e B.6.72 B/1-B/11 per ognuna delle tre bocche di porto (analisi basata considerando le frequenze di rinvenimento).

Bocca di Porto di Lido	Ante Operam	B/1-B/11	Contributo%
	Av. Abundance	Av. Abundance	
<i>Hydrolithon farinosum</i>	1,32	61,22	7,49
<i>Pneophyllum fragile</i>	6,14	65,97	7,26
<i>Botryllus schlosseri</i>	2,19	46,15	5,4
Anfipodi tubicoli	46,93	87,9	4,93
<i>Polysiphonia</i> spp.	8,33	44,75	4,45
Spirorbidae indet.	10,96	46,12	4,35
Ectocarpales indet.	1,75	35,41	4,17
<i>Audouinella</i> spp.	71,05	102,39	3,76
Diatomee bentoniche	76,32	106,82	3,64
<i>Myrionema orbiculare</i>	62,28	92,17	3,56
<i>Ceramium</i> spp.	64,47	91,33	3,14
<i>Sahlingia subintegra</i>	42,54	19,44	3,05
<i>Pringsheimiella scutata</i>	0	24,59	2,99
<i>Hydrolithon boreale</i>	61,84	85,85	2,83
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	21,93	2,42	2,47
<i>Ectocarpus siliculosus</i> var. <i>siliculosus</i>	23,25	6,64	2,3
<i>Bangia atropurpurea</i>	58,33	43,18	2
<i>Laomedea calceolifera</i>	59,21	49,94	1,9

Bocca di Porto di Malamocco	Ante Operam	B/3-B/11	Contributo%
	Av. Abundance	Av. Abundance	
<i>Bangia atropurpurea</i>	54,84	10,26	6,55
<i>Hydrolithon farinosum</i>	0,81	36,33	5,08
Actiniaria indet.	34,27	0,14	5,01
<i>Sahlingia subintegra</i>	41,53	7,91	4,88
<i>Pneophyllum fragile</i>	66,13	98,31	4,72
Spirorbidae indet.	17,34	46,27	4,2
Diatomee bentoniche	77,42	100	3,31
<i>Porphyra leucosticta</i>	24,19	2,95	3,11
<i>Audouinella</i> spp.	63,31	83,43	2,96
<i>Stylonema alsidii</i>	22,58	3,07	2,87
<i>Hydrolithon boreale</i>	50	69,32	2,78
<i>Ectocarpus siliculosus</i> var. <i>siliculosus</i>	18,55	1,03	2,56
<i>Pringsheimiella scutata</i>	0	18,24	2,55
<i>Erythrocladia irregularis</i>	16,53	0,63	2,33
<i>Myrionema orbiculare</i>	72,18	87,64	2,23
<i>Anemonia viridis</i>	5,65	20,69	2,22
<i>Cladosiphon zosterae</i>	6,05	20,22	2,2
<i>Enteromorpha</i> sp. (juv)	35,89	23,94	2,06

Bocca di Porto di Chioggia	Ante Operam	B/3-B/11	Contributo%
	Av. Abundance	Av. Abundance	
<i>Pneophyllum fragile</i>	43,53	97,26	8,45
<i>Hydrolithon farinosum</i>	1,18	39,4	6
<i>Sahlingia subintegra</i>	41,57	9,2	5,08
<i>Bangia atropurpurea</i>	55,69	27,13	4,54
<i>Myrionema orbiculare</i>	64,31	91,31	4,24
Diatomee bentoniche	73,33	100	4,2
<i>Audouinella</i> spp.	66,27	90,07	3,73
Actiniaria indet.	23,14	0,07	3,63
Spirorbidae indet.	21,18	40,53	3,42
<i>Hydrolithon boreale</i>	57,25	79,17	3,41
<i>Pringsheimiella scutata</i>	0	21,6	3,35
<i>Anemonia viridis</i>	1,57	21,8	3,13
<i>Cladophora</i> spp.	70,59	55,63	2,53
<i>Ceramium</i> spp.	63,14	54,43	2,42
<i>Stylonema alsidii</i>	22,35	7,22	2,38
<i>Hincksia</i> spp.	16,86	2,22	2,3
<i>Polysiphonia</i> spp.	40,39	29	2,29
<i>Cladosiphon zosterae</i>	1,96	15,01	2,13

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 epifite 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 e più evidenti in quelle di Malamocco e di Chioggia (in particolare per il numero totale e medio di taxa).

Queste differenze, che in taluni casi sono risultate statisticamente significative (si vedano i 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 meteorologici.

Torbidità dell'acqua: come riportato in letteratura, un eventuale aumento di questo parametro dovrebbe influenzare negativamente la disponibilità della radiazione luminosa e quindi la capacità fotosintetica e lo sviluppo non solo della componente algale dell'epifitismo, ma in parte anche dell'apparato fogliare delle fanerogame (Borum *et al.*, 2004; Larkum *et al.*, 2006; Ahmad-Kamil *et al.*, 2013). I dati relativi alla torbidità dell'acqua (rilevati dalle sonde fisse posizionate alle bocche di porto fino ad aprile 2015) indicavano variazioni marcate nel periodo compreso tra gennaio e aprile 2015, caratterizzato da forti mareggiate (PROVV.OO.PP. - CORILA, 2015c). Non sembrano comunque esserci state ripercussioni sulle praterie come emerso dall'analisi dei dati delle campagne, né dopo un breve periodo (maggio 2015), né a distanza di mesi (agosto e novembre 2015). Vista la sospensione della linea di monitoraggio relativamente all'acquisizione dei dati di torbidità (poiché sono oramai terminate le lavorazioni che potevano alterarne negativamente i valori), per lo studio attuale non sono disponibili informazioni circa l'andamento del parametro.

Sedimentazione: in merito alla sedimentazione sulle lamine fogliari, durante i tre controlli stagionali alle tre bocche di porto nelle stazioni di controllo e i rilievi relativi alla mappatura non sono stati rinvenuti ciuffi con deposizione anomala di particellato sulle lamine o riscontrate situazioni in cui erano presenti ciuffi fogliari con uno sviluppo limitato o incrementi dei fenomeni di necrosi (tabelle A.1, A.13 e A.24).

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

I risultati dell'elaborazione del modello correntometrico e sedimentologico per la bocca di porto di Lido (previsto nei due monitoraggi 2011 e 2012, Studi B.6.72 B/7 e B/8), per quella di Malamocco (previsto nei due monitoraggi 2012 e 2013, Studi B.6.72 B/8 e B/9) e per quella di Chioggia (previsto nel monitoraggio 2013, Studio B.6.72 B/9) hanno escluso, però, che le praterie possano risentire di incrementi della velocità, dovuti alle modifiche morfologiche apportate dalle opere alle bocche, tali da comprometterne la stabilità e/o influenzare la struttura delle comunità di epifite presenti (MAG. ACQUE - CORILA, 2012b; 2013b; PROVV.OO.PP. - CORILA, 2014a).

Acidificazione delle acque marine: in letteratura con il termine acidificazione marina si indica il processo che determina una diminuzione dei valori di pH (marino) in seguito alla dissoluzione di anidride carbonica, di origine antropica, dall'atmosfera⁵ che, nel complesso, porta al graduale

⁵ con formazione di acido carbonico (H_2CO_3); questo tende a dissociarsi perdendo ioni H^+ e formando ioni bicarbonato (HCO_3^-) e ioni carbonato (CO_3^{2-}). Gli ioni H^+ reagiscono con alcuni ioni carbonato (CO_3^{2-}), prodotti dalla dissociazione di molecole di carbonato di calcio ($CaCO_3$), formando altri ioni bicarbonato (HCO_3^-). Questi ultimi non sono più disponibili affinché si realizzino i processi di calcificazione.

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 bassi⁶, individuano in questo aumento una possibile causa delle modifiche a carico della componente epifita; in particolare, un calo, anche moderato, dei valori medi del pH, porterebbe ad un indebolimento della componente delle alghe calcaree che finirebbero con il ridursi in numero e soprattutto in abbondanza (Donnarumma *et al.*, 2014; Kroeker *et al.*, 2013; Martin *et al.*, 2008, 2013; Martin e Gattuso, 2009; Semesi *et al.*, 2009; Porzio *et al.*, 2011; Ragazzola *et al.*, 2012). In seguito all'acidificazione delle acque sono stati segnalati, però, anche contemporanei cali dell'abbondanza della componente delle alghe *erect* e soprattutto delle *turf* (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 una diminuzione di 0,4 unità dei valori medi del parametro registrato in pochi anni (tra il 1998 e il 2003) nel bacino centrale. Gli autori ritengono che questo calo sia imputabile principalmente a decrementi della produzione primaria (e del consumo di 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.

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

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/11 sono state suddivise in tre categorie morfo-funzionali, valutandone i rapporti per numero di specie e abbondanza⁷ (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).

⁶ A causa di emissioni dal fondale di anidride carbonica di origine vulcanica nelle acque marine.

⁷ 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 fossero verificate variazioni che implicino cali/aumenti di significativa entità, tali eventi sarebbero stati evidenziati nel testo.

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

L'analisi dei grafici (figure A.13-A.15) fa rilevare come, per le *encrusting layer*, il **numero di taxa** presenti lievi fluttuazioni negli anni considerati (2003, 2007-2015), con incrementi e decrementi limitati, che non coinvolgono sostanziali cambi di taxa, ma che portano, rispetto allo studio *ante operam*, ad un calo complessivo a Lido (-25%), Malamocco (-45%) e Chioggia (-40%). Per l'**abbondanza** (intesa come ricoprimento %), invece, si segnala nel complesso un incremento più o meno marcato in tutte le tre bocche di porto nei confronti dello stato di riferimento (+330% a Lido, +360 a Malamocco e +215% a Chioggia) e, rispetto al precedente anno di monitoraggio, un calo a Lido (-18%) e situazioni pressoché invariate a Malamocco e Chioggia (+1%).

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 epifiti 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 2015, rispetto al precedente monitoraggio, si registra per l'abbondanza un aumento nelle tre bocche (+16% a Lido, +147% a Malamocco e +175% a Chioggia); il numero di taxa, invece, resta costante a Lido e aumenta a Chioggia (+22%) e soprattutto a Malamocco (+80%). Nei confronti dello studio di riferimento *ante operam*, si segnala un generale calo sia per il numero di taxa (-48% a Lido, -70% a Malamocco e Chioggia), sia per l'abbondanza (pari a circa -31% a Lido, -66% a Malamocco e -53% a Chioggia). Le specie coinvolte nella 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. e *Chondria capillaris*.

Per le *turf layer*, nel confronto con il precedente anno di monitoraggio (2014) per l'abbondanza si rilevano lievi cali a Lido (-4%) e Malamocco (-7%) e una situazione pressoché invariata a Chioggia; per il numero di taxa, invece, non sono state registrate variazioni in tutte e tre le bocche. Considerando lo studio di riferimento, le variazioni intercorse tra il 2003 e il 2015 portano ad un complessivo decremento, in tutte le bocche di porto, sia del numero di taxa (circa -57% a Lido, Malamocco e Chioggia), sia dell'abbondanza (-80% a Lido, -85% a 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 fogliari.

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 epifiti fogliari in macroalghe, zoobenthos e diatomee bentoniche (tabella 3.2) evidenzia come, per il numero di taxa (totale e medio), le variazioni rispetto allo studio *ante operam* comportino un generale decremento. Per il ricoprimento medio, invece, si registra un aumento generale per le macroalghe e un decremento per lo zoobenthos e per le diatomee bentoniche.

La **riduzione generale del ricoprimento totale** delle epifite (macroalghe, zoobenthos e diatomee), rispetto al periodo *ante operam*, che è stata rilevata in tutti gli anni di monitoraggio è dovuta prevalentemente al calo delle diatomee bentoniche (evidente soprattutto a Malamocco, tabella 3.2); queste microalghe, infatti, hanno inciso fortemente sul ricoprimento registrato nello studio del 2003 (in particolare nei mesi autunnali ed invernali).

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

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

Si deve evidenziare, infine, come, alla riduzione del numero di taxa rilevato in ogni bocca di porto (vedi tabella 3.2) contribuiscano soprattutto quelli in fitosociologia sono definiti "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 BOCCHE LAGUNARI

Tabella 3.2 – Valori totali e/o medi per bocca di porto degli indicatori degli epifiti delle lamine fogliari delle fanerogame marine dello Studio *ante operam* e dello studio attuale.

Lido	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2015	2003	2015	2003	2015
N. taxa totale	49	26	10	8	---	---
N. taxa medio /st.	31,0	16,2	6,7	5,2	---	---
Ricopr. medio%/st.	18,5	29,6	4,7	2,8	16,2	3,3

Malamocco	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2015	2003	2015	2003	2015
N. taxa totale	55	21	12	8	---	---
N. taxa medio /st.	35,4	15,2	8,4	4,2	---	---
Ricopr. medio%/st.	23,0	40,1	8,4	2,6	22,6	3,5

Chioggia	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2015	2003	2015	2003	2015
N. taxa totale	61	21	14	7	---	---
N. taxa medio /st.	43,2	15,0	9,0	5,4	---	---
Ricopr. medio%/st.	23,3	30,9	11,1	3,7	10,5	3,1

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 del ruolo 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 diversi 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.

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

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; Sfriso e Facca, 2007):

- 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.

Nella tabella 3.3 è riportata la lista dei possibili fattori di pressione/disturbo a carico delle fanerogame marine codificati nell'ambito dei lavori della DG Ambiente e dell'Agenzia europea dell'Ambiente (AEA) legati all'attuazione delle Direttive Europee 92/43/CEE e 2009/147/CE (Direttiva 92/43/CEE, 1992 e successivi aggiornamenti) (Unione Europea-Gazzetta ufficiale n. L 198 del 30-07-2011 pag. 39-70).

Tabella 3.3 - Fattori di pressione/disturbo a carico delle fanerogame marine (da Curiel *et al.*, 2014).

Codice	Descrizione
F02.02	Pesca professionale con attrezzi da pesca attivi
F02.02.05	Pesca con draga - rastrello
I01	Specie alloctone invasive (vegetali e animali)
F01.03	Acquacoltura - allevamento sul fondo
G05.02	Abrasioni e danni meccanici sulla superficie dei fondali marini
H03	Inquinamento marino e delle acque di transizione
J02.02.02	Rimozione e dragaggio costiero e degli estuari
J02.05.01	Modifica dei flussi d'acqua mareali e delle correnti marine
J02.05.06	Modifica dell'esposizione al moto ondoso
J02.12.01	Opere di difesa dal mare, opere di protezione della costa, sbarramenti per la difesa e per la produzione di energia dalle maree
J02.11	Variazione dei sedimenti in sospensione, modifica del tasso di deposito delle sabbie, accumulo di sedimenti, scarico, deposito di materiali dragati

Gli aspetti relativi alla trasparenza della colonna d'acqua e alla torbidità sono, per la laguna di Venezia, 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).

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), dei monitoraggi 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/10 - MAG. ACQUE - CORILA, 2006-2011; 2012a; 2013a; PROV. OO. PP. - CORILA, 2014b; 2015a) o relative alla letteratura scientifica (Sfriso e Facca, 2007) costituiscono una base di dati che ha permesso di fornire ulteriori 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 lagunare.

In aggiunta a quanto sopra riportato, si segnala che, allo scopo di valorizzare i dati raccolti in questi anni sulla distribuzione delle fanerogame marine, dallo Studio B.6.72 B/10 proprio in un'ottica predittiva, è stata avviata un'attività di sviluppo di modelli di distribuzione attesa delle tre fanerogame marine, basata sulle relazioni esistenti tra la distribuzione delle specie e i parametri ambientali biotico o abiotico che la determinano (PROV. OO. PP. - CORILA, 2015c). Ciò permetterà di analizzare con attenzione le zone dove sono state registrate variazioni di presenza delle specie nel confronto tra la configurazione delle bocche precedente e quella successiva alla costruzione delle opere di difesa dalle acque alte (estensione o contrazione delle praterie).

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

Nella 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 evidenziato regressioni, solo in parte recuperati negli ultimi anni.

Prima di passare ad un'analisi dei dinamismi osservati nelle tre bocche di porto è necessario precisare alcuni punti inerenti le fasi di campo e di analisi dei risultati:

- sono state oggetto della mappatura 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 G.I.S. 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 3.4-3.9);
- è stata data particolare attenzione, nelle fasi di mappatura, 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 2015, 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 2015 (Studio B.6.78 e Studi B.6.72 B/1-B/10) 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 G.I.S. 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 (2003-2015)

La mappatura realizzata nel 2015 (figure A.16 e 3.6; tabelle 3.4 e 3.5) ha registrato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 150,0 ha, valore in incremento rispetto al 2014 (121,1 ha), al 2013 (116,1 ha) e allo studio *ante operam* del 2003 (74,7 ha).

Un'analisi complessiva delle praterie a livello di specie che include sia quelle pure che quelle miste, evidenzia, rispetto al 2003, un incremento di *C. nodosa* (+32,2 ha), una regressione di *Z. marina* (-19,8 ha) e un sensibile aumento, soprattutto negli ultimi anni, per *N. noltii* (+19,6 ha).

La regressione delle praterie di *Z. marina* rispetto allo stato *ante operam* del 2003 era stato osservato già nella prima mappatura del 2005 (Studio B.6.72 B/1), quando i lavori alla bocca erano da poco avviati, ed essa rientra in una regressione generale rilevata per questa specie anche nelle altre bocche di porto. Negli anni del monitoraggio (2005-2015), le tre specie hanno mantenuto i loro areali distributivi iniziali, mostrando, in particolare negli ultimi anni, significativi incrementi per *C. nodosa* e *N. noltii* e variazioni altalenanti e limitate per *Z. marina*.

L'analisi degli ultimi tre anni del monitoraggio (2013-2015) denota come gli areali delle tre specie, come somma delle praterie pure e delle miste, appaiano, pur con variazioni di alcuni ettari, complessivamente stabili. Il solo trend che segna un graduale aumento è quello di *N. noltii* che, nella forma pura, da alcuni anni si è estesa a ridosso dei fondali di S. Erasmo, un tempo già colonizzati da questa specie (mappatura 1990).

L'analisi che include anche le praterie miste, in questa bocca di porto comunque limitate, deve essere valutata con cautela per la difficoltà nel quantificarle e valutarle in modo reale, considerando la vasta gamma di situazioni vegetazionali che si possono incontrare (copertura mista a macchie, mista uniforme, puntiforme a livello di 1 m, miste con fondale nudo, ecc.) oltre ai problemi di rappresentazione cartografica. In queste zone di bocca, infatti, nello spazio compreso in pochi metri, può divenire dominante alternativamente l'una o l'altra specie, in relazione al mutare della morfologia e della batimetria lagunare.

Le **praterie pure** delle tre rizofite, pur con andamenti non regolari negli anni, sono progressivamente aumentate da 39,4 ha nel 2003 sino a 140,7 ha nel 2015. A livello di specie, si registra un costante incremento delle **praterie pure** a *Cymodocea nodosa*, variate da 32,2 ha del periodo *ante operam* agli attuali 86,1 ha nel 2015. Le **praterie pure** di *Zostera marina*, assenti o sporadiche nel 2003, negli ultimi anni sono apparse con chiazze prima di pochi metri quadri, poi più estese, nel Canale dei Marani, al margine delle nuove barene artificiali; ancora puntiformi sono invece i ritrovamenti nell'area del Bacan, a nord-ovest della nuova isola, dove la specie è giunta, probabilmente, tramite la deposizione sul fondale di semi portati dalle correnti e dove risente della competizione di *Cymodocea nodosa*, presente con coperture elevate.

Le **praterie pure** di *Nanozostera noltii* da alcuni anni evidenziano una regolare espansione, da 7,2 ha nel 2003 a 53,8 ha nel 2015, segnando un forte incremento proprio nel nell'ultimo anno (+21,1 ha). I maggiori incrementi di questa specie si sono verificati soprattutto nel bassofondo a sud dell'isola di S. Erasmo (nel 1990 ampiamente colonizzati) e in modo più sfumato nell'area antistante le nuove barene del Canale dei Marani dove sono stati ritrovati anche esemplari del genere *Ruppia*. Va sottolineato come gli incrementi degli ultimi anni di *N. noltii* derivino da nuove colonizzazioni piuttosto che dalla trasformazione di quelle miste in pure.

In riferimento alle **coperture miste**, i rilievi dei monitoraggi evidenziano, da diversi anni, una progressiva riduzione, variando da 35,3 ha del 2003 a 11,7 ha del 2014 e 9,2 ha del 2015. Le maggiori trasformazioni si sono avute a carico di quelle miste a *N. noltii* - *C. nodosa* e miste a *N. noltii* - *Z. marina* - *C. nodosa* che ragionevolmente si sono in parte trasformate in pure a *C. nodosa*. Come detto pocanzi, la maggior parte degli ultimi incrementi delle praterie pure a *N. noltii* si sono

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

verificati in fondali precedentemente nudi e quindi non derivano dalla trasformazione di coperture miste in pure.

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) e i motivi possono riassumersi:

- nella maggiore capacità di questa specie di contrastare e superare situazioni avverse, spesso avvantaggiandosene rispetto alle altre rizofite;
- nella presenza di sedimenti francamente sabbiosi;
- 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.

Le recenti colonizzazioni di *Nanozostera noltii* si sono invece verificate in zone più idonee a questa specie, nelle aree più interne della bocca (sud S. Erasmo), su fondali meno sabbiosi, di ridotto battente idrico ed emergenti in bassa marea, su substrati che nella mappatura del 1990 erano caratterizzate dalla presenza di estese praterie.

Nella figura 3.6 è rappresentato il trend delle variazioni dell'estensione delle diverse tipologie di praterie dalla fase *ante operam* al 2015; nelle figure 3.7 e 3.8, invece, sono riassunte le principali variazioni intercorse tra il monitoraggio attuale e, rispettivamente, quello precedente (2014) e quello della fase *ante operam* (2003).

Nell'ambito delle opere alle bocche di porto va ricordato come nei fondali antistanti il Forte di S. Andrea sia stata realizzata e successivamente smantellata un'isola artificiale temporanea per la perforazione della teleguidata Lido-Arsenale (la cui delimitazione e il relativo scavo sono avvenuti nel febbraio-marzo del 2014). Nell'ottobre 2013, prima della delimitazione con palancole dell'isola, 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) sono state in parte espianate per la messa in sicurezza e reimpiantate presso l'isola della Certosa⁸. I rilievi in campo del 2014 e 2015 hanno confermato che le perdite di areali a fanerogame si limitano all'area di delimitazione dell'isola, oltre ad un buffer di 2-3 m esterno al limite di infissione delle palancole, e sono complessivamente stimabili in 0,48 ha. Per evitare il contatto con il fondale dei tubi portacavi necessari alla realizzazione della teleguidata, nel periodo estivo del 2014 è stato eseguito un momentaneo impianto sul fondale, ad est ed a ovest dell'isola artificiale, di palificate (dette "pettini") per mantenere sospese le tubazioni in realizzazione. Le verifiche in campo del 2014 e dell'inizio 2015 avevano evidenziato limitati impatti alla sola area di infissione dei pali e ad un tratto ridotto in prossimità dell'isola. Nella stagione estiva del 2015, i limitati areali danneggiati si sono ampiamente rimarginati grazie alla crescita di nuove piante. Nei mesi di agosto e settembre 2015 l'area dell'isola è stata riportata alle quote di campo *ante operam* e sono poi state salpate le palancole di conterminazione. A causa del protrarsi dei tempi di disimpegno dell'isola e per il sopraggiungere dell'autunno-inverno, il previsto reimpianto di fanerogame è stato eseguito in aprile-maggio del 2016.

L'analisi dettagliata degli ultimi tre anni (2013-2015) evidenzia un importante incremento di *Nanozostera noltii* che comporta un aumento del grado di ricoprimento nell'area del Bacan a sud

⁸ 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 BOCHE LAGUNARI

dell'isola di S. Erasmo (da classe I si è passati in gran parte in classe II, quindi con coperture dell'ordine del 50%).

Le dinamiche distributive della mappatura del 2015 sono in linea con quelle segnalate per il 2014 e gli ultimi anni, confermando una fase di graduale espansione delle praterie. Sui fondali ad est e a nord-est della nuova isola posta al centro della bocca di porto, il bilancio delle praterie appare positivo per *Cymodocea nodosa* e ora anche per *N. noltii*. Come già segnalato nel 2014, *Zostera marina* dopo una parziale colonizzazione nei fondali posti alla profondità di 2-3 m a est e a nord-est della nuova isola, appare ora stabile, anche per la forte competizione di *Cymodocea nodosa* che è la specie dominante nell'area. Numerosi nuovi nuclei puntiformi di *Zostera marina* sono però stati rilevati anche nel 2015 nei fondali ad est dell'isola di S. Andrea, dove la specie convive e compete sia con *C. nodosa* che con *N. noltii* (figura 3.7).

In relazione alle praterie di immediata vicinanza alla nuova isola, in particolare nel tratto iniziale del canale di S. Nicolò, le variazioni osservate saranno trattate nello specifico in un successivo paragrafo di approfondimento (paragrafo 3.3).

Sempre rispetto al 2014, si rilevano incrementi di areali per *N. noltii* anche nel fondale ad est dell'isola di S. Andrea mentre, per *Z. marina*, si segnalano per estensione due significativi areali sul canale delle Navi e di Marani. Tra le perdite di praterie si evidenziano quelle, di limitata estensione, di *N. noltii* nel settore sud-est della bocca (zona Punta sabbioni) e di *Z. marina* sull'ex fondale ad ovest della Certosa, oramai incluso in interventi antropici.

Il confronto a lungo termine tra la fase *ante operam* (2003) ed il monitoraggio attuale (2015) evidenzia come i principali incrementi e regressioni si siano avuti soprattutto nel bassofondo del "Bacan" (figura 3.8). Per l'intera bocca di porto, tra il 2003 e il 2015, si registra un incremento pari a 74,6 ha che, negli ultimi due anni, è di circa 25-30 ha/anno, come conseguenza dell'espansione di *Cymodocea* e *Nanozostera noltii*.

Nell'area retrostante la nuova isola al centro del porto canale, ritenuta critica per le possibili modifiche morfologiche e idrodinamiche, il bilancio delle praterie, rispetto all'*ante operam*, appare positivo, soprattutto per *Cymodocea nodosa* nelle aree a media-elevata profondità. Positivi sono anche gli incrementi di *Nanozostera noltii* già discussi e quelli meno evidenti di *Zostera marina*, soprattutto per il significato ecologico che assumono (ripristino di praterie esistenti negli anni '90) e la nicchia ecologica che occupano (fondali emergenti e tendenzialmente più fini per la prima e più profondi dell'ordine di 2-3 per la seconda).

In relazione alle perdite di areali rispetto al 2003 e non direttamente sovrapponibili all'impronta delle opere, queste sono riferibili a praterie perimetrali al Canale di S. Nicolò, poste a nord-ovest della nuova isola, ragionevolmente causate da un effetto idrodinamico di erosione sul margine della prateria. Le analisi modellistiche eseguite nei precedenti anni con il gruppo di lavoro dell'Università di Padova (ICEA-UniPD) tendono comunque ad escludere variazioni idrodinamiche (velocità) all'interno delle praterie sui basso fondali (MAG. ACQUE - CORILA, 2012b; 2013b; PROV. OO. PP. - CORILA, 2014a).

Sempre rispetto al 2003, risultano definitivamente perdute le praterie miste segnalate, sino al 2010, presso Venezia (S. Elena), a causa della realizzazione di una darsena, e quelle presenti lungo il molo sud della bocca di porto, come conseguenza dell'impatto delle opere, che hanno modificato il profilo del molo foraneo e dei fondali adiacenti.

Per i possibili impatti diretti delle opere sono state analizzate le variazioni delle praterie negli anni, tenendo conto anche della differente tipologia di impatto e suddividendole in:

- a) aree dove è in corso la realizzazione fisica delle "opere";
- b) aree in "consegna" affidate alle ditte per l'esecuzione dei lavori e nelle quali sono in transito i mezzi operativi;

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

- c) aree di basso fondale, non direttamente coinvolte dalle attività, dove però è situata la gran parte delle praterie.

Considerando che la maggior parte degli interventi in aree a fanerogame si sono conclusi da alcuni anni, i dati rilevati nel 2015 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 oramai da anni in 0,7 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 3.5).

In relazione alle praterie di basso fondale poste nei settori non direttamente coinvolti dalle attività ma potenzialmente esposte per vicinanza ai possibili impatti, le aree più sensibili si trovano a nord-ovest della nuova isola e sono state oggetto di specifiche e accurate verifiche (si veda paragrafo 3.3). Terminata la realizzazione fisica dell'isola, pur segnalando specifici punti di criticità, tale area, da alcuni anni, è caratterizzata da un significativo incremento delle praterie. Una seconda area sensibile, situata parallelamente alla diga sud del molo di Lido è stata monitorata sino allo Studio B.6.72 B/9, poiché oggetto di modifiche strutturali ma, non avendo rilevato variazioni sulle praterie anche al termine dei lavori, dal 2014 non è più stata oggetto di uno specifico controllo.

Tabella 3.4 - 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 2012, del 2013 e del 2015 per popolamenti puri o misti e per specie.

	2003 (ha)	2013 (ha)	2014 (ha)	2015 (ha)
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	32,2	67,4	76,1	86,1
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	0,0	0,6	0,5	0,8
Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i>	7,2	24,7	32,7	53,8
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i>	10,6	15,5	7,0	5,3
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i>	6,2	0,8	1,7	1,9
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	0,0	0,1	0,1	1,0
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	18,5	7,0	2,9	1,0
Totali	74,7	116,1	121,1	150,0

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2013 (ha)	2014 (ha)	2015 (ha)
<i>Cymodocea nodosa</i>	61,3	90,0	86,1	93,5
<i>Zostera marina</i>	24,8	8,5	5,2	4,9
<i>Nanozostera noltii</i>	42,5	48,0	44,4	62,1

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 Lido (valori aggiornati agli shape di opere e aree in consegna dell'ottobre 2008).

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2013 (ha)	2014 (ha)	2015 (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	0,7
Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"	69,1	115,5	120,5	149,3
Coperture totali	74,7	116,1	121,1	150,0

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

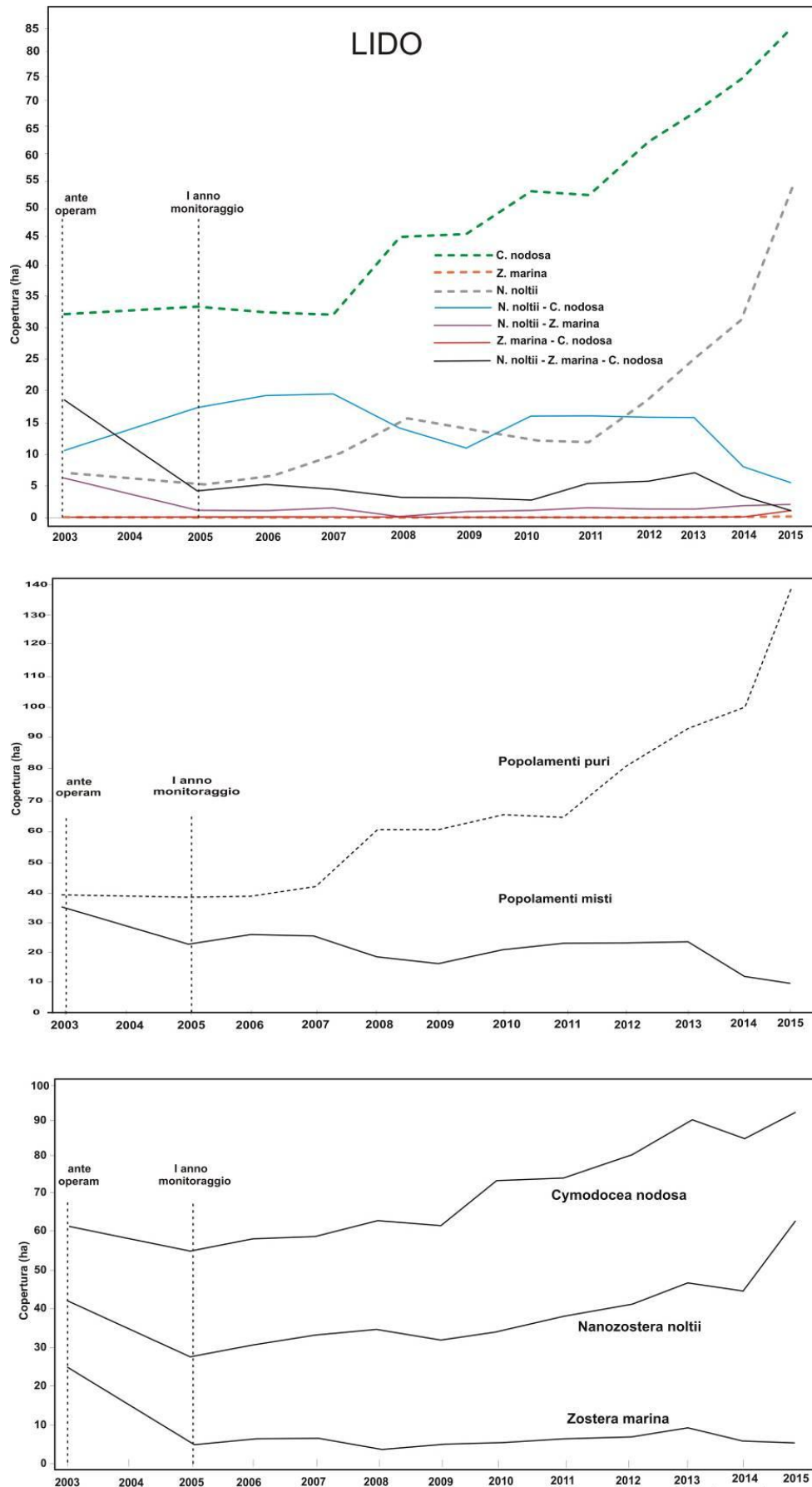


Figura 3.6 – Bocca di porto di Lido: variazioni delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2015 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004.

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

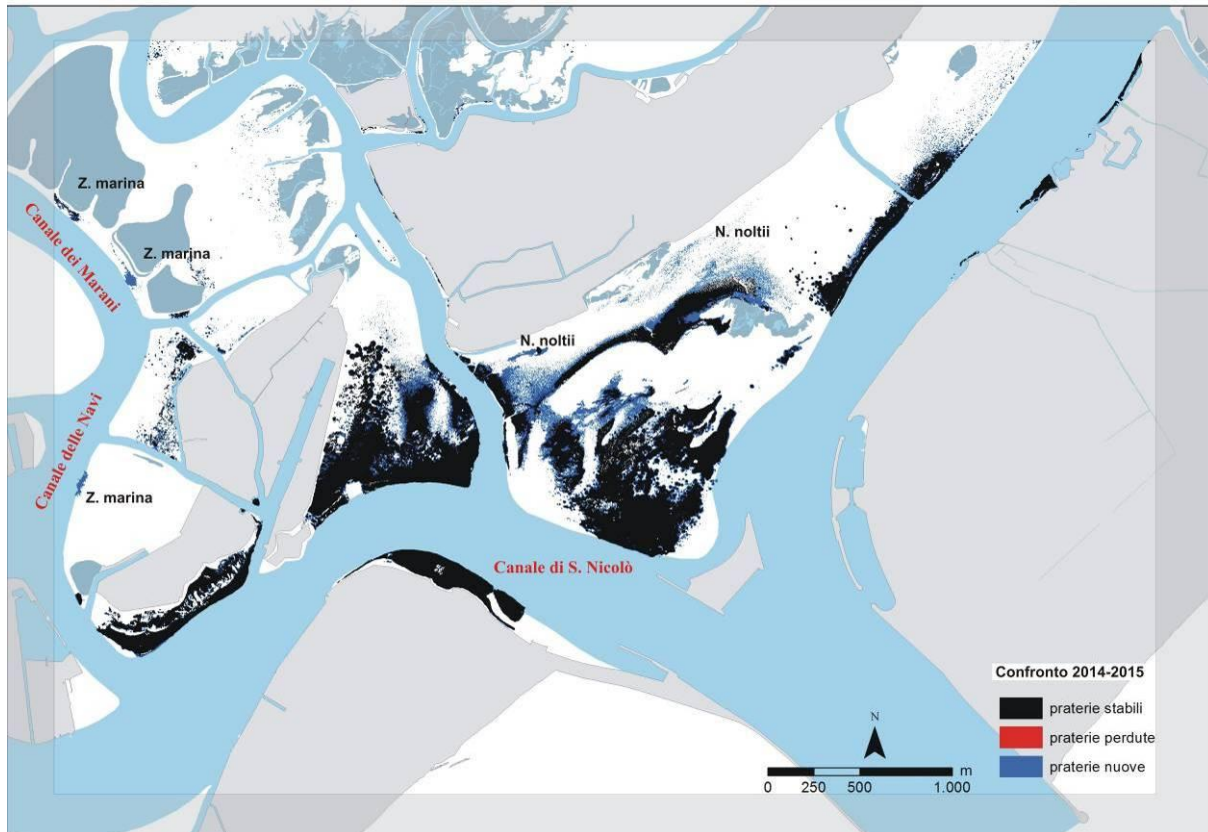


Figura 3.7 - Porto di Lido: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2014 e il 2015.

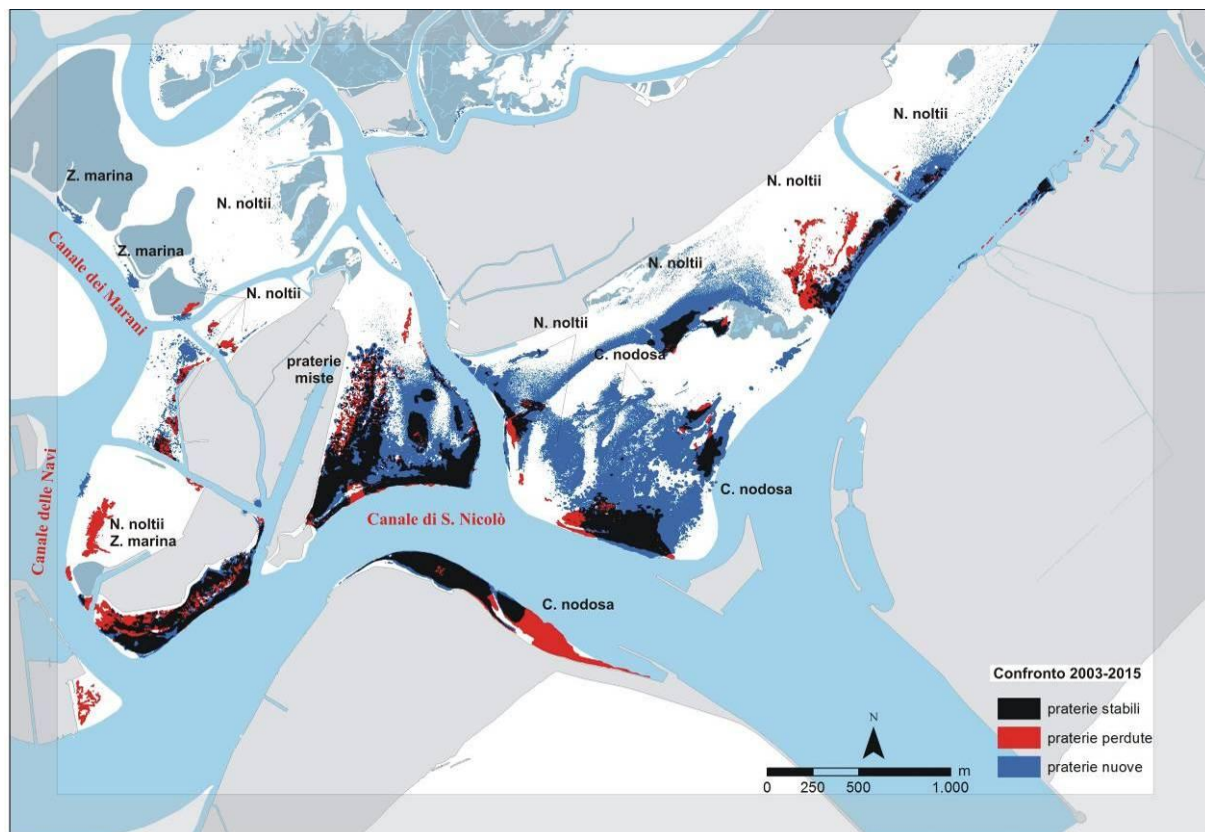


Figura 3.8 - Porto di Lido: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2003 e il 2015.

3.2.4 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2015)

La mappatura del 2015 (figure A.28 e 3.11 tabelle 3.6 e 3.7) ha evidenziato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 620,0 ha, superiore a quella del monitoraggio *ante operam* (+98,3 ha), ma inferiore ai due più recenti monitoraggi del 2013 (-158,9 ha) e 2014 (-163,2 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 da 570,0 ha e 568,9 ha rispettivamente nel 2013 e 2014, a 544,5 ha nel 2015 (valore di estensione che comunque fa segnare un incremento rispetto al 2003). Sempre rispetto al 2003, le praterie sono in arretramento di -125,6 ha per *Zostera marina* (calo verificatosi quasi esclusivamente tra il 2014 e il 2015) e di -93,3 ha per *Nanozostera noltii*.

Se la riduzione di *Nanozostera noltii* è in gran parte avvenuta già nei primi anni del monitoraggio con il passaggio da praterie miste, dove la specie era poco rappresentata, a praterie pure di *Z. marina* e *C. nodosa*, per *Zostera marina* la regressione osservata si è verificata in gran parte tra il 2014 e il 2015. Negli ultimi anni e sino al 2014, infatti, le praterie di *Zostera marina* avevano gradualmente aumentato sia l'areale distributivo, sia il grado di copertura, passando dalle iniziali tipologie miste a quelle pure, oppure colonizzando nuovi siti.

Le anomale condizioni meteorologiche dell'estate 2015 che, nella bocca di Malamocco (e anche in altre zone della laguna), hanno visto la presenza, per diversi giorni, di temperature superiori alla soglia critica per *Zostera marina*, hanno avuto un effetto negativo su di essa. *Zostera marina*, infatti, è una specie mediterraneo-atlantica, che nei mesi primaverili è nel pieno del ciclo vitale e riproduttivo, producendo anche di ciuffi fertili, ma che, nei mesi estivi, rallenta le sue funzioni vitali perché risente delle elevate temperature. Nella letteratura scientifica, al riguardo, si trovano riferimenti a frequenti ed estese morie di questa specie in condizioni nelle quali le temperature superano 25-30°C; in tali circostanze, si manifestano effetti negativi sul regolare svolgimento del processo fotosintetico, sulla produzione di nuove foglie e sui tassi di crescita che possono portare sino alla morte della pianta (Moore *et al.*, 2014; Marsh *et al.*, 1986; Fonseca e Uhrin, 2009; Nejrup e Pedersen, 2008). Un simile fenomeno era già stato documentato nel corso del monitoraggio MELa2 del triennio 2002-2004; a causa di elevate temperature estive registrate nell'estate 2003, infatti, erano state segnalate regressioni, per circa 1.000 ha, di praterie pure a *Zostera marina* in gran parte localizzate tra la bocca di Malamocco e di Chioggia.

Le praterie a *Nanozostera noltii* presenti nella fase *ante operam* quasi esclusivamente nella sola tipologia mista (108,3 ha), negli ultimi anni si sono progressivamente ridotte a favore delle altre due specie, assestandosi negli ultimi anni tra 8,6-15,0 ha, come somma tra quelle pure e miste, e di 2,0-5,2 ha, per le tipologie pure.

Dalla fase *ante operam* (2003), le **praterie pure**, pur con gli arretramenti osservati nel 2015, sono aumentate di +249,0 ha e quelle miste sono regredite di -150,8 ha. Considerando le singole specie, *C. nodosa* e *Z. marina* hanno subito un incremento, rispettivamente di +225,4 ha e +18,9 ha (si segnala che nel 2014 l'incremento rispetto al 2003 era di +158,7 ha); in linea con quanto rilevato negli ultimi anni, la distribuzione di *Nanozostera noltii*, nonostante l'incremento registrato nel 2015, è da considerarsi nel complesso stabile, con +4,7 ha rispetto al 2003.

Per le **praterie miste**, la regressione riguarda soprattutto quelle a *Z. marina* - *C. nodosa* (-52,8 ha) e quelle a *Z. noltii* - *Z. marina* - *C. nodosa* (-82,1 ha), divenute in gran parte pure a favore di *C. nodosa* e *Z. marina*.

In relazione alle variazioni negli anni delle estensioni delle praterie miste e pure, come riportato anche nei precedenti Rapporti Finali, è opportuno precisare 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 nel tempo di queste praterie non può essere quindi dettagliata come

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

per quelle pure, poiché non è desumibile il rapporto di abbondanza tra le specie. Comunque, i rilievi dei monitoraggi B.6.72, come pure quelli del 2002 (rilievi MELa2), hanno sempre evidenziato come le specie prevalenti nelle praterie miste siano *C. nodosa* o *Z. marina*, con *N. noltii* sempre minoritaria.

La diffusione limitata di *N. noltii* in questa bocca è ragionevolmente collegata soprattutto alla morfologia generale dell'area, ad aspetti di competizione intraspecifica e ai range batimetrici non sempre adeguati alla specie ma favorevoli alle altre due. Va comunque segnalato che nella mappatura MELa dei primi anni 2000 (MAG. ACQUE - SELC, 2005a, 2005b), anche se raramente, erano state osservate, nell'area 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'infraitorale. 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 3.12 e 3.13 evidenzia le variazioni più significative avvenute rispetto al monitoraggio precedente (2014) e alla mappatura della fase *ante operam* (2003).

Nel confronto a breve termine (2014-2015), appaiono evidenti soprattutto le variazioni a carico delle praterie a *Zostera marina*. L'analisi in relazione ai soli areali distributivi, che non considera le variazioni a livello di grado di copertura (Fig 3.12), rileva comunque una sostanziale similarità tra i due periodi, con limitati incrementi nel settore a nord del Canale Malamocco-Marghera. Si tratta di un settore della laguna che negli ultimi 3-4 anni ha registrato un significativo incremento delle coperture a *Zostera marina* (+10/15 ha) sia come areali che come grado di copertura, ma che nell'estate del 2015 ha risentito delle anomale condizioni meteorologiche. Se i rilievi di inizio monitoraggio (maggio-giugno 2015) hanno evidenziato una presenza delle praterie a *Zostera marina* paragonabile a quella del 2014 (per estensione e grado di copertura), i rilievi condotti verso settembre-ottobre, pur confermando la presenza della specie, hanno, però, indicato anche una forte regressione del grado di copertura, che dalla classe IV/III (dal 50 al 100%) è mediamente sceso alla classe I o II (copertura massima al 25%) (al riguardo si veda, in figura 3.9, il confronto tra il 2014 e 2015 anche in relazione ai livelli di copertura). A settembre-ottobre 2015, *Zostera marina* è stata rinvenuta, con ciuffi sparsi o macchie pure di alcuni metri quadri e i segnali della riduzione di densità sono stati confermati da numerosi rizomi morti nel sedimento (figura 3.10).

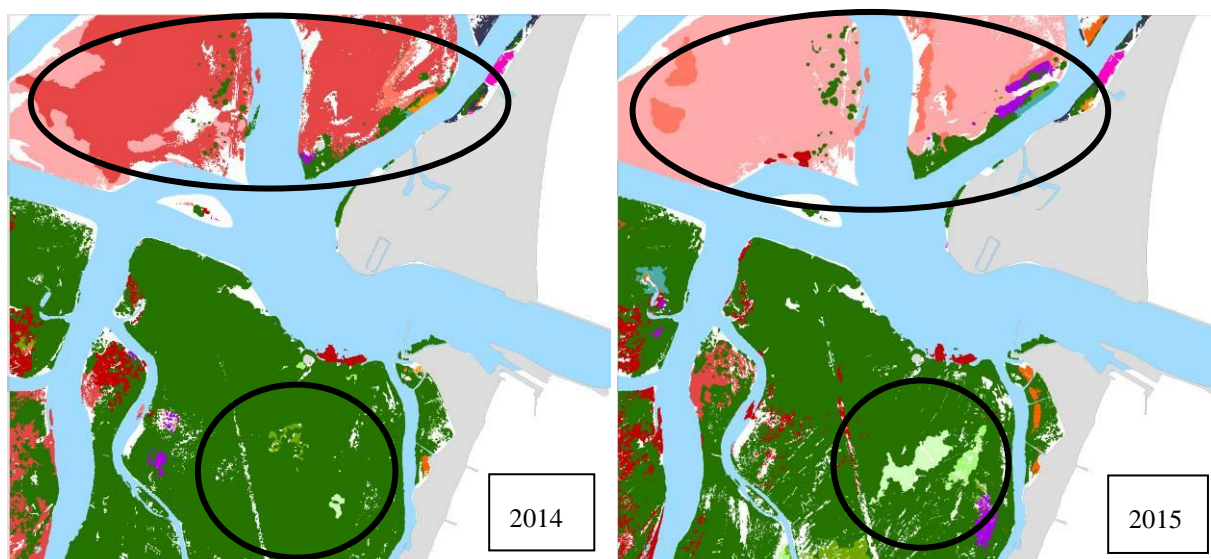


Figura 3.9 - Confronto tra la distribuzione e il grado di copertura rilevati al termine del monitoraggio 2015 (settembre-ottobre) e quelli del 2014 (paragonabile a quello del maggio-giugno 2015 fino al sopraggiungere delle elevate temperature estive).

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

Come osservato anche in altre zone della laguna, la causa della riduzione del grado di copertura complessiva di *Z. marina* è da ricondurre alle elevate ed anomale temperature dei mesi di luglio e agosto 2015 che hanno provocato la morte di molti ciuffi fogliari, evento documentato dal rinvenimento di un eccessivo e diffuso quantitativo di rizomi morti in degradazione. Va altresì segnalato come la dimensione media delle dei ciuffi sia risultata nettamente inferiore a quella osservata nelle campagne di inizio monitoraggio e come fossero presenti numerosi ciuffi giovanili. È ipotizzabile che buona parte dei ciuffi rilevati a settembre-ottobre fossero in parte quelli sopravvissuti e in parte quelli sviluppati dai semi germogliati dopo gli eventi di moria.



Figura 3.10 – Esempio di rizomi marcescenti di *Zostera marina*, campionati al termine del monitoraggio (settembre-ottobre 2015).

Sempre nel confronto tra il 2015 e il 2014, va segnalata anche una parziale riduzione delle praterie a *Cymodocea nodosa* (circa 36 ha) dovuta soprattutto ad una rarefazione della copertura nel settore sud-est della bocca. Considerando le caratteristiche di questa specie (tropicale, tollerante e resiliente), è possibile che queste rarefazioni siano la conseguenza di locali proliferazioni algali a seguito delle alte temperature e dei successivi eventi distrofici e anossici legati alla fase di decomposizione dei talli.

In figura 3.9 sono evidenziate le aree della bocca che hanno registrato le più significative variazioni tra il 2015 (alla fine del monitoraggio) e il 2014 (che ragionevolmente rispecchiava lo stato delle praterie osservate ad inizio monitoraggio - maggio/giugno 2015).

Pur considerando quanto avvenuto nel 2015, il bilancio per le praterie a fanerogame, in particolare per *Cymodocea nodosa*, è comunque positivo rispetto al 2003 (Figura 3.13). Estese praterie di *Zostera marina* si sono formate a nord della bocca di porto, su fondali a batimetrie superiori a 1,5-2,0 m come pure nel settore sud-ovest e sud della bocca, su fondali che dal Canale Valgrande verso il bassofondo, degradano di profondità da circa 3 m ad 1 m.

Nelle settore sud della bocca, le dinamiche progressive o regressive sono meno evidenti e più sfumate, dal momento che i fondali sono colonizzati prevalentemente da *Cymodocea nodosa* che, tra le tre specie, è la più resistente, tollerante e con una crescita 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 3.13, che riassume le dinamiche delle fanerogame marine dal 2003, evidenzia 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 ha evidenziato evidenti variazioni negli ultimi anni. Nelle aree oggetto di lavori alle opere o

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

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 0,3 ha (tabella 3.7). 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 3.6 - 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 2013, 2014 e del 2015, per popolamenti puri o misti e per specie.

Tipologia dei popolamenti	2003 (ha)	2013 (ha)	2014 (ha)	2015 (ha)
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	302,7	565,3	564,4	528,1
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	49,0	202,0	207,7	67,9
Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i>	0,5	2,1	2,0	5,2
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i>	11,2	0,2	0,2	5,0
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i>	12,0	4,8	4,5	2,3
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	61,7	2,6	2,5	8,9
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	84,6	0,9	1,9	2,5
Totali	521,7	778,9	783,2	620,0

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2013 (ha)	2014 (ha)	2015 (ha)
<i>Cymodocea nodosa</i>	460,2	570,0	568,9	544,5
<i>Zostera marina</i>	207,3	211,3	216,6	81,7
<i>Nanozostera noltii</i>	108,3	9,0	8,6	15,0

Tabella 3.7 - 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)	2013 (ha)	2014 (ha)	2015 (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	0,3
Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"	518,7	778,6	782,9	619,6
Coperture totali	521,7	778,9	783,2	620,0

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

MALAMOCCO

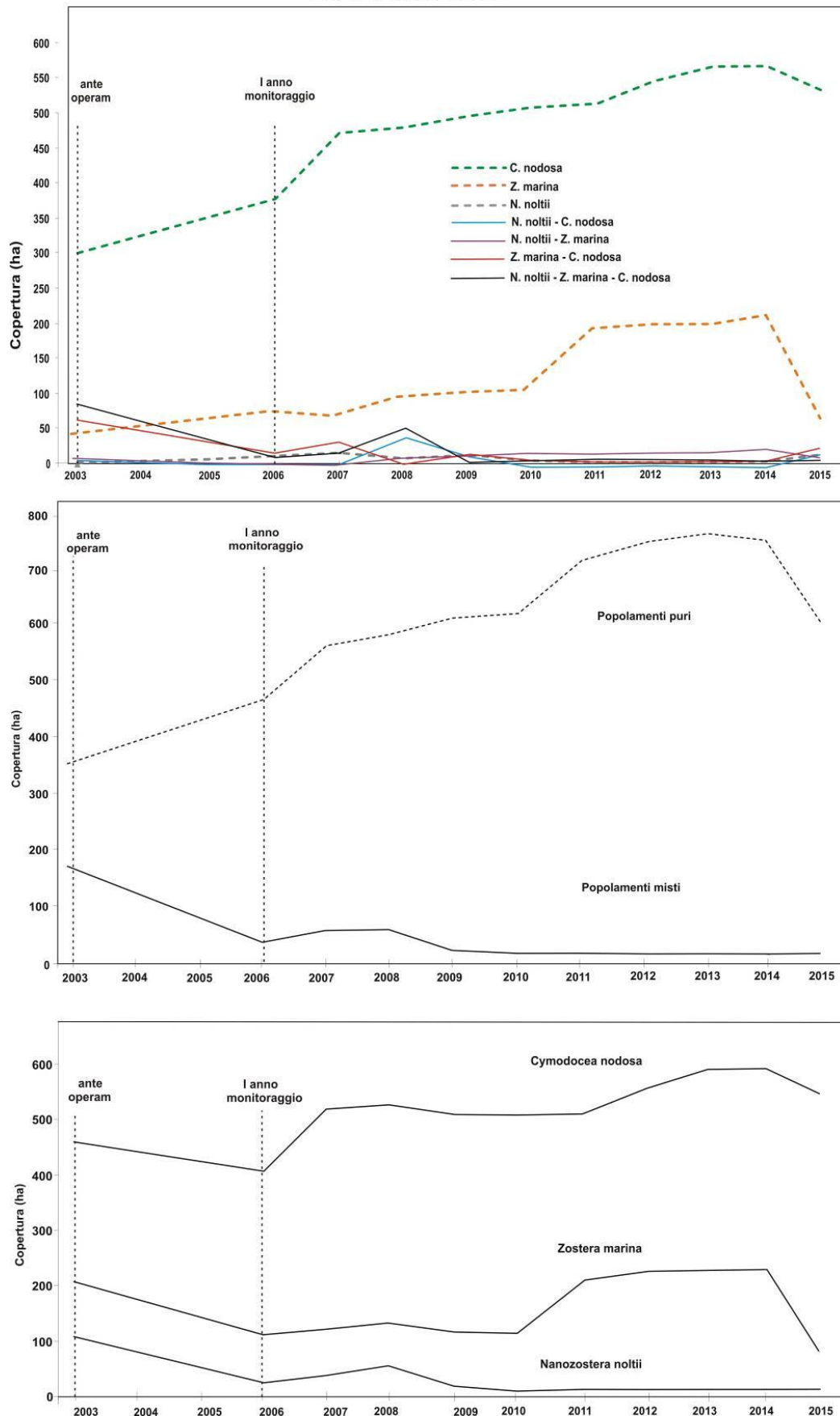


Figura 3.11 – Bocca di porto di Malamocco: variazioni delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2015 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004 e nel 2005 per questa bocca di porto.

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

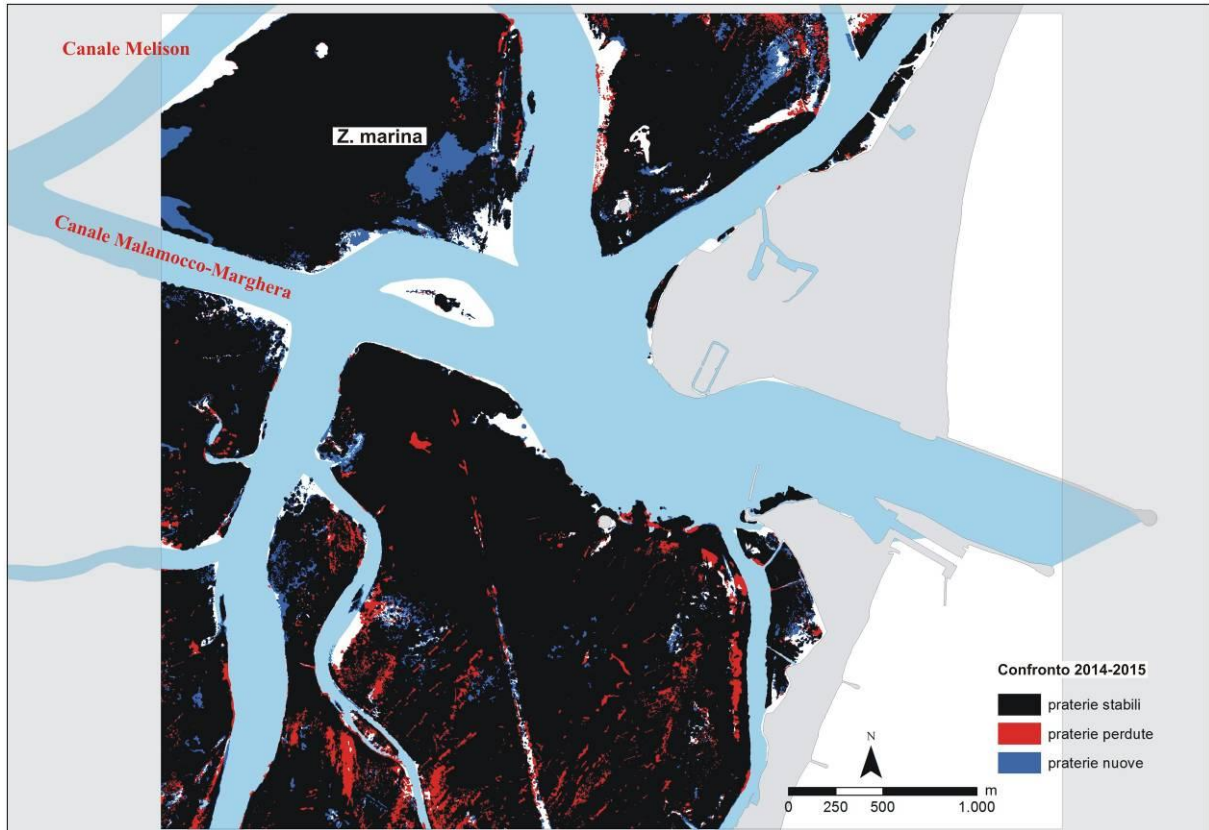


Figura 3.12 - Porto di Malamocco: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2014 e il 2015.

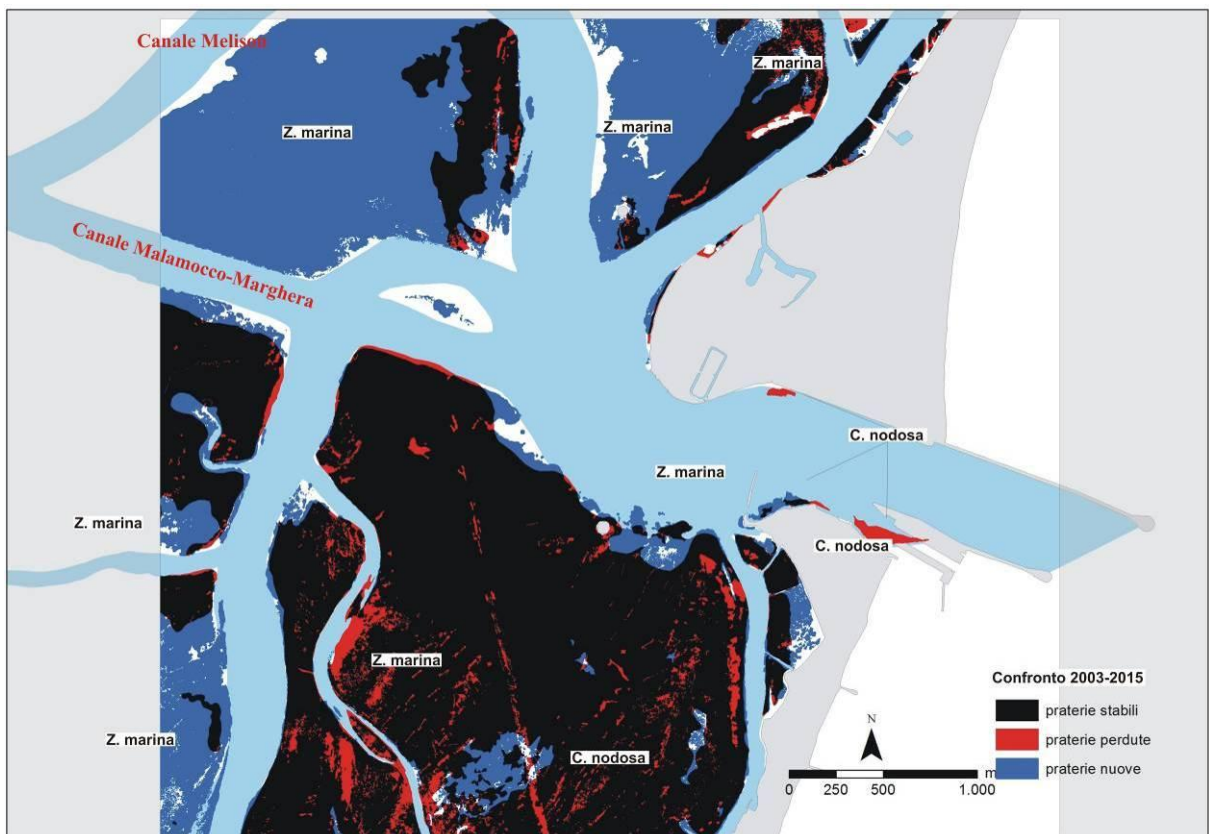


Figura 3.13- Porto di Malamocco: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2003 e il 2015.

3.2.5 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2015)

La mappatura realizzata nel 2015 (figure A.39 e 3.14; tabelle 3.8 e 3.9) ha rilevato coperture complessive di 314,5 ha, paragonabili a quelle del 2003 (-0,1 ha), ma inferiori rispettivamente di 25,1 ha e 22,6 ha nel confronto con quelle del 2014 e del 2013.

Come più volte ricordato nel corso dei monitoraggi, le dinamiche delle praterie di questa bocca di porto sono più complesse rispetto alle altre due, per la presenza di aree adibite alla coltivazione delle vongole, che negli anni sono variate di estensione e di posizione, rese attive o, in parte o totalmente, dismesse (fig. 3.17).

Dal 2003 gli andamenti delle coperture di questa bocca di porto hanno visto una riduzione delle estensioni delle fanerogame che ha interessato indistintamente le tre specie, nelle tipologie sia pure che miste. Nella prima mappatura del 2006, eseguita durante la realizzazione delle opere, le coperture complessive erano valutate in 280,2 ha rispetto a 314,6 ha del 2003. Nei successivi anni, pur presentando incrementi e riduzioni, le estensioni delle praterie sono progressivamente aumentate, soprattutto a partire dal 2010, raggiungendo un massimo nel 2014 (con 339,6 ha) ma assestandosi poi, nel 2015, su 314,5 ha.

Come nelle altre bocche, negli anni si è assistito ad una progressiva riduzione delle praterie miste (da 165,1 ha del 2003 a 20,7 ha del 2015) e ad un aumento di quelle pure, variate da 149,5 ha del 2003 agli attuali 293,8 ha. Le praterie sono sempre state caratterizzate, per circa il 90%, da due specie, *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina* mentre *Nanozostera noltii*, pur con incrementi e riduzioni, è sempre risultata una specie minoritaria (circa 25 ha tra pure e miste) che colonizza i substrati intertidali, in virtù della maggiore capacità di resistere alle prolungate emersioni durante le basse maree.

Rispetto al 2014, la perdita complessiva di praterie di circa 25 ha registrata nel 2015 è riconducibile, come per la bocca di Malamocco, ad una riduzione di *Zostera marina* soprattutto a livello del grado di copertura, piuttosto che di ampiezza dell'areale distributivo. Quanto accaduto è da ricondurre alle anomale condizioni meteorologiche dell'estate 2015 che hanno fatto registrare, per diversi giorni, temperature superiori alla soglia critica per la specie. Il fenomeno ha interessato gran parte delle praterie pure di questa specie, in particolare quelle poste nel settore nord-est e sud-ovest della bocca, con una perdita che riguarda soprattutto il grado di copertura e limitatamente l'areale distributivo. Solo in alcune aree limitate, dove la copertura era già risultata bassa nel 2014 a causa di episodi proliferativi macroalgali (settore sud-est della bocca dove la copertura era classe I), gli eventi termici del estate 2015 hanno compromesso la presenza della specie, annullandone quasi totalmente la presenza (sono presenti solo sporadici ciuffi non rappresentabili a livello cartografico).

Come più volte ribadito negli anni, le dinamiche delle praterie di questa bocca di porto devono tener conto degli impatti diretti o indiretti riconducibili alle attività legate all'allevamento delle vongole.

Nel confronto tra il 2014 e il 2015 (fig. 3.15), nel settore centro-nord della bocca, le perdite di areale sono nel complesso limitate, spesso riconducibili a fondali prossimi o interni alle concessioni di allevamento delle vongole. Qui le perdite sono comunque spesso bilanciate da nuove colonizzazioni rilevate soprattutto in prossimità di settori delle concessioni non più in uso. Come ricordato pocanzi, la perdita di *Zostera marina* è legata soprattutto ad una riduzione a livello della classe di copertura. Nel settore centro-sud della bocca, le perdite di areali, prevalentemente a *Zostera marina*, sono invece scarsamente bilanciate da nuove colonizzazioni e non sono correlabili alle attività antropiche nelle concessioni o ad eventi proliferativi macroalgali come nel 2014, bensì alle anomale condizioni meteo-climatiche dell'estate 2015 che hanno sensibilmente ridotto il grado di copertura e l'areale distributivo della specie. In questo settore, la perdita è sensibile anche a livello di estensione a causa del limitato grado di copertura (classe I) rilevato nel 2014 in alcuni

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

settori interessati. Sul fondale sono stati ritrovati numerosi rizomi in fase degenerativa e limitati ciuffi di *Zostera marina* non documentabili a livello cartografico per la loro esiguità. Considerando le potenzialità dell'area e i trend osservati negli ultimi anni per *Zostera marina*, va comunque segnalato come tali perdite, ragionevolmente non collegabili ad interventi antropici specifici e permanenti ma ad eventi non frequenti nel tempo, siano potenzialmente recuperabili in condizioni "normali" nel corso di qualche anno, anche in virtù della forte impulso che tale specie dà alla riproduzione tramite diffusione dei semi.

Il confronto cartografico 2003-2015 evidenzia come la maggior parte delle perdite o espansioni siano localizzate nelle aree in concessione agli allevamenti di vongole o in aree ad esse vicine (figure 3.16 e 3.17). Negli anni le dinamiche di utilizzo di queste aree per l'allevamento non sono sempre state uniformi e, per il variare delle aree concesse e del loro effettivo utilizzo, hanno determinato l'alternanza di fasi regressive e di colonizzazione parziale o totale da parte delle fanerogame. Ascrivibile, invece, alle opere alla bocca è la perdita di areali a *Cymodocea nodosa* di circa 4-5 ha, su fondali di 3-4 m all'entrata nord della bocca di porto, lungo la conterminazione lagunare di Ca' Roman. Nel settore sud-ovest della bocca dove minore è la presenza di allevamenti ed è prevalente *Zostera marina*, le perdite non sembrano riconducibili alle pratiche antropiche, ma ad eventi "naturali", oramai sempre più frequenti, quali le proliferazioni macroalgali o le eccessive temperature estive.

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 significative rispetto al 2014. Rispetto al 2003, sono stabilizzate, oramai da alcuni anni, le perdite nell'area di riferimento delle opere (stimabili in 4,3 ha) e quelle nelle aree in consegna ai cantieri (1,5 ha). 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 3.9).

Tabella 3.8 - 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 2013, del 2014 e del 2015, per popolamenti puri o misti e per specie.

Tipologia dei popolamenti	2003 (ha)	2013 (ha)	2014 (ha)	2015 (ha)
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	75,5	173,2	177,6	193,2
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	73,5	133,2	132,3	88,2
Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i>	0,5	10,9	11,0	12,4
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	7,3	11,0	14,5
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	97,8	11,6	6,7	6,2
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	4,5	1,0	1,0	0,0
Totali	314,6	337,1	339,6	314,5

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2013 (ha)	2014 (ha)	2015 (ha)
<i>Cymodocea nodosa</i>	218,6	185,8	185,3	199,4
<i>Zostera marina</i>	198,0	153,0	151,0	108,8
<i>Nanozostera noltii</i>	67,9	19,2	23,0	26,9

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

Tabella 3.9 - 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)	2013 (ha)	2014 (ha)	2015 (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	1,3
Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"	307,6	335,8	338,3	313,1
Coperture totali	314,8	337,1	339,6	314,5

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

CHIOGGIA

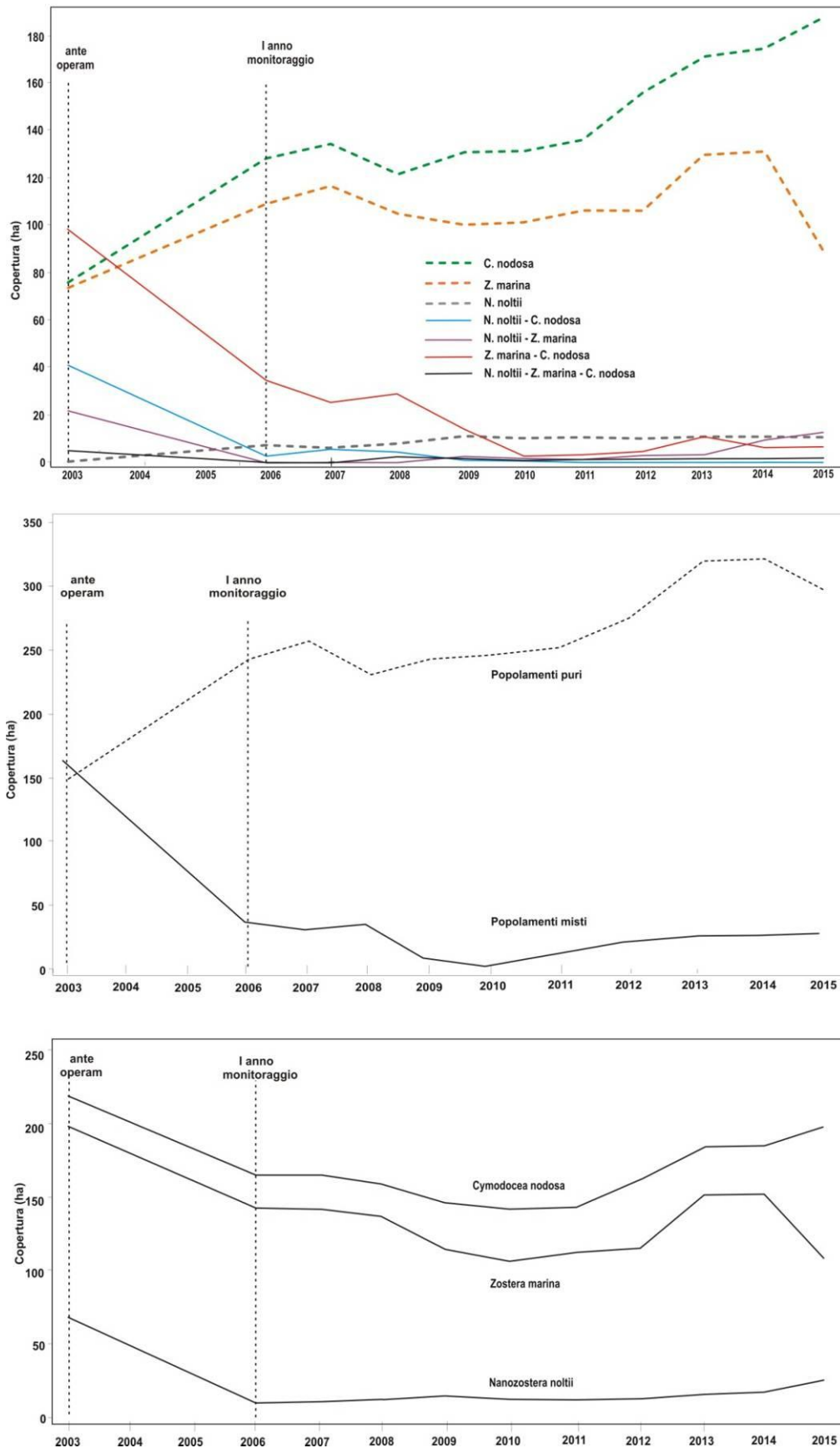


Figura 3.14 – Bocca di porto di Chioggia: variazione delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2015 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004 e nel 2005 per questa bocca di porto.

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

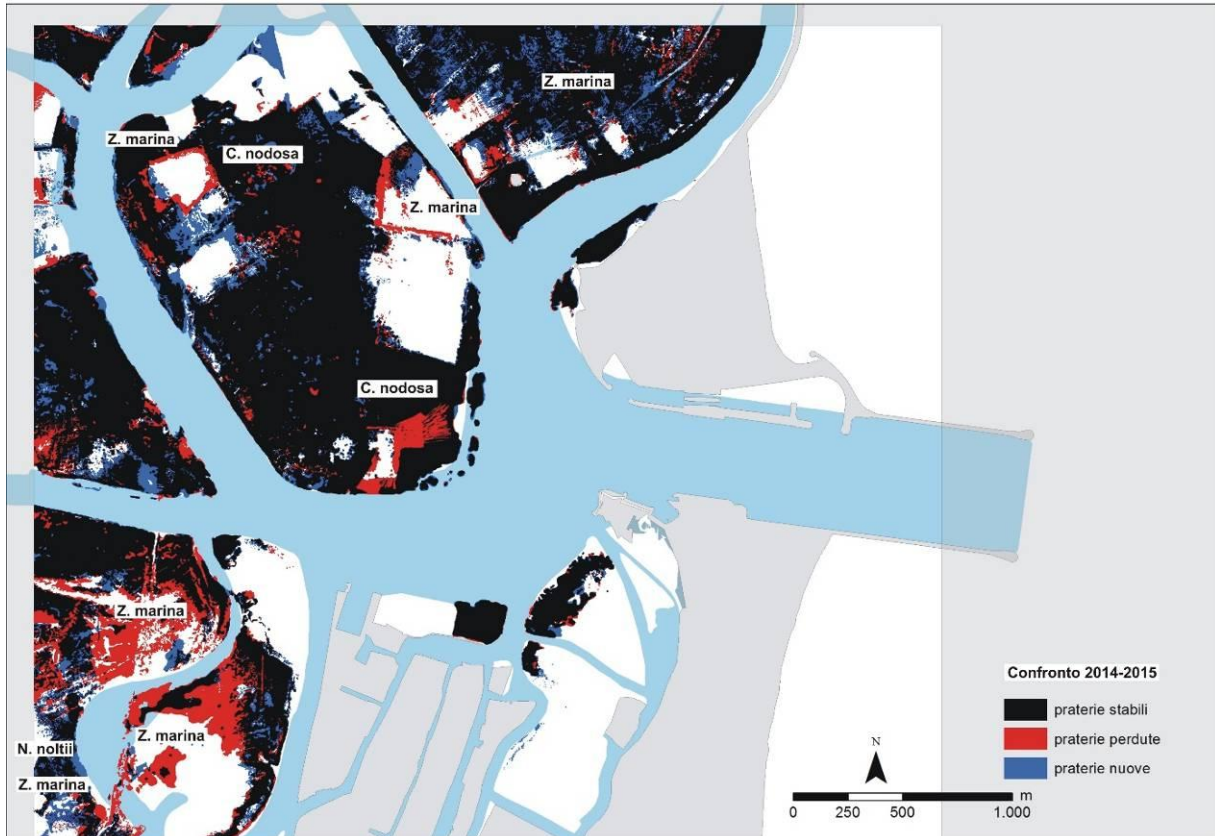


Figura 3.15 - Porto di Chioggia: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2014 e il 2015.

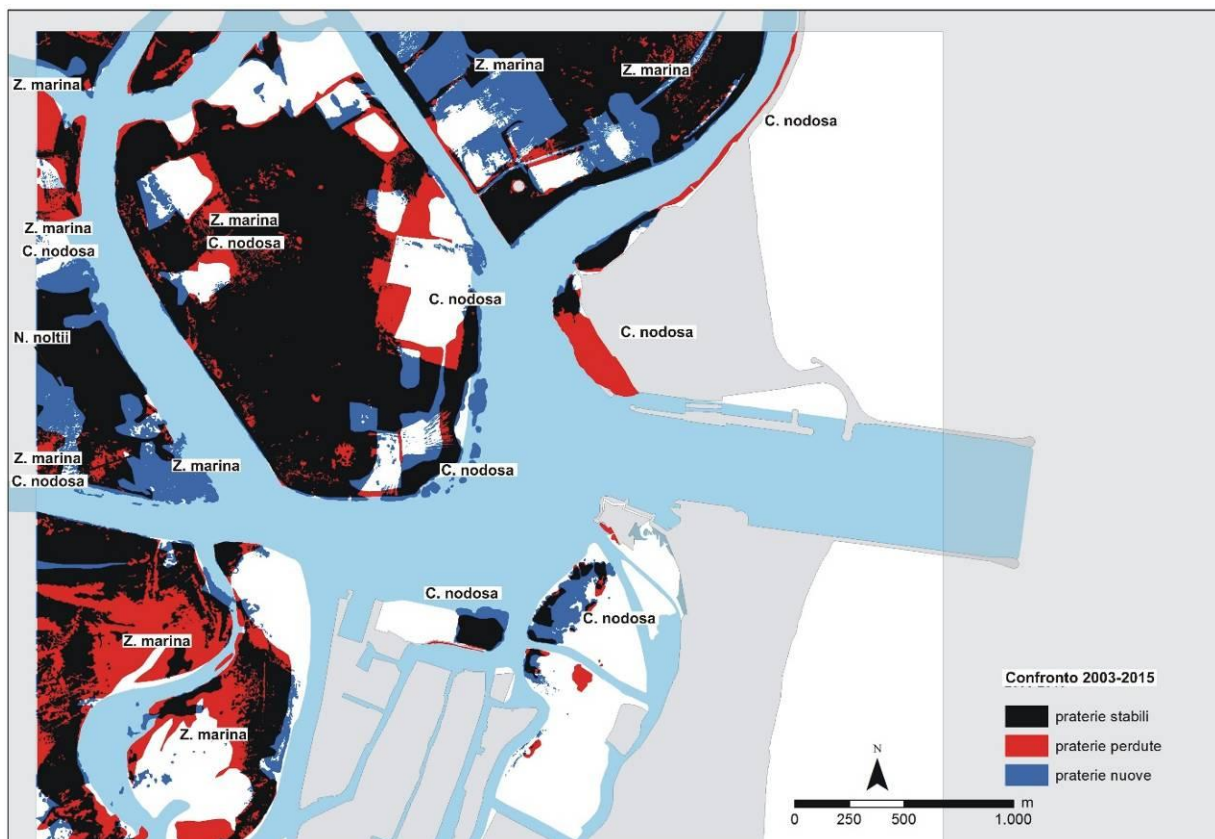


Figura 3.16 - Porto di Chioggia: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2003 e il 2015.

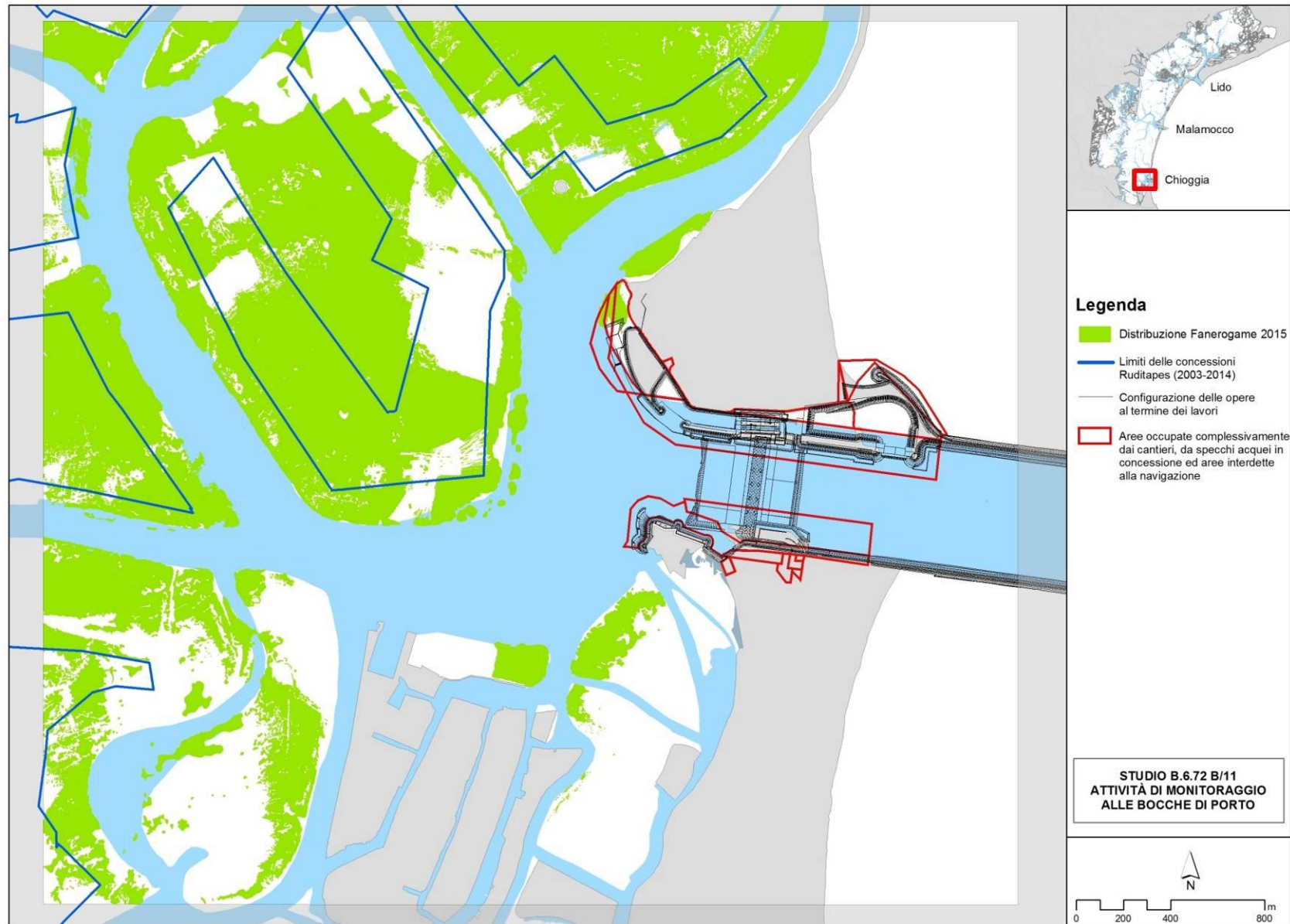


Figura 3.17 – Perimetro delle aree di concessione per la coltivazione del *Ruditapes* e distribuzione delle fanerogame marine relativamente al 2015.

3.2.6 Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici

Numerosi lavori indicano come tra i principali fattori che controllano la crescita delle fanerogame ci siano la temperatura e la radiazione luminosa (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 e valutazioni di questi parametri soprattutto per la 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 radiazione luminosa, che sembra intervenire prevalentemente sui cicli stagionali.

Il confronto con lavori relativi all'ambiente marino (Terrados e Ros, 1992; Mazzella *et al.*, 1993; Pérez e Romero, 1994) indicano come le dinamiche di crescita negli ambienti di transizione, ed in particolare nelle lagune del nord Adriatico, siano più accentuate. La causa può essere ricercata nella maggiore disponibilità di nutrienti, nella minore profondità dei fondali e negli effetti più accentuati che gli eventi meteo-climatici possono generare.

La morfologia delle aree di transizione e la minore inerzia del corpo idrico, dovuta soprattutto alla ridotta profondità, rendono questi ambienti più soggetti alle variazioni di temperatura e della radiazione solare e 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 (tabella 3.3), tra le principali cause della scomparsa repentina delle fanerogame marine sono ampiamente riportati in letteratura a) gli **eventi meteo-marini** tipo "storm" che 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 perché colonizza anche i substrati che emergono durante le basse maree.

In questa sezione viene esaminato l'andamento annuale di tre fattori meteoroclimatici 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 (soprattutto Lido) 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 2015, misurati dalla strumentazione disponibile di anno in anno per i parametri radiazione solare (Istituto Cavanis - 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 (fig. 3.18). Per una migliore comprensione dei grafici, i dati sono esplicitati come valori medi mensili del 2003 (*ante operam*), del periodo 2004-2013 (periodo che comprende gran parte gli anni del monitoraggio) e dei monitoraggi del 2014 e 2015.

Per la valutazione di possibili effetti di questi parametri sulle dinamiche delle fanerogame marine rispetto allo studio di riferimento B.6.78/I, è opportuno ricordare che, degli ultimi 30 anni, il 2002 è stato quello con le 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).

Riguardo ai trend della **temperatura dell'aria** del 2015, si evidenzia come i valori medi di alcuni mesi si pongano tra quelli più elevati di tutti i periodi di monitoraggio presi in esame. Nei primi mesi dell'anno risultano più elevati rispetto al 2003 e alla media del 2004-2013 (gennaio +0,9/+1,9 °C, febbraio +2,6/+2,3 °C e marzo +0,4/0,9 °C) mentre sono inferiori rispetto al monitoraggio del 2014 (-1,7/-2,1 °C). Di maggiore interesse per gli effetti sulle fanerogame sono, invece, i valori elevati di agosto (inferiori solo al riferimento del 2003) e, in particolare, quelli dei mesi di luglio che superano di 0,5 °C quelli già elevati del 2003. Nei mesi finali dell'anno, le temperature medie mensili dell'aria si collocano tra quelle più basse osservate, in particolare rispetto al 2003 e al 2014 (tra novembre e dicembre -0,7/-2,9 °C). Tenuto conto dei periodi di pausa/rallentamento del ciclo vitale delle piante nei mesi iniziali e finali dell'anno, i valori della temperatura che possono aver inciso sulle dinamiche di sviluppo delle fanerogame marine sono quelli centrali dell'anno, in particolare il picco verificatosi in luglio, con massimi di 33 °C.

Per la **temperatura dell'acqua**, che rispetto all'aria presenta una maggiore inerzia, i trend osservati nell'anno appaiono simili a quelli registrati per l'aria in estate e nei mesi finali dell'anno, mentre per il periodo iniziale del 2015, i valori sono in linea con quelli dei precedenti periodi in esame. Il periodo più critico per le fanerogame riguardo a questo parametro appare ancora quello estivo, in agosto e in particolare in luglio che, con una media mensile di 27,9 6 °C, segna un +0,6 °C rispetto al già elevato valore del 2003. In particolare, le sonde di misura hanno registrato in luglio, in bocca di Malamocco, valori di temperatura dell'acqua di 30,8 °C, valori che nelle aree più interne e meno vivificate possono aver raggiunto anche punte più elevate nelle ore più critiche.

La **radiazione solare** nei mesi iniziali e terminali dell'anno non ha evidenziato valori difforni dalle medie dei precedenti anni ad eccezione di aprile, quando si è registrato un picco massimo, e in maggio, quando si ha il valore più basso del periodo in esame. Si tratta comunque di mesi nei quali le dinamiche di crescita delle fanerogame sono ancora limitate o per la stasi invernale - primaverile o per l'inizio della fase di rallentamento autunnale. Valori tra i più elevati in assoluto di questo parametro sono, invece, stati rilevati soprattutto nei mesi di giugno, luglio e, in parte, agosto.

In un quadro di valutazione complessivo, i valori medi mensili dei parametri esaminati evidenziano possibili effetti sulle dinamiche delle fanerogame solamente per i mesi estivi (giugno, luglio e agosto) in quanto, quelli registrati nei mesi iniziali e finali dell'anno, si pongono in periodi di stasi o rallentamento della vitalità di *Cymodocea nodosa* e *Nanozostera noltii*. Possono essere invece critici gli effetti per *Zostera marina*, specie mediterraneo - atlantica, che nei mesi primaverili ha una significativa vitalità con la produzione di ciuffi fertili e, soprattutto nei mesi estivi, può quindi risentire delle elevate temperature. Come riportato in letteratura (Moore *et al.*, 2014; Marsh *et al.*, 1986; Fonseca e Uhrin, 2009; Nejrup e Pedersen 2008), questa specie, infatti, con temperature di 25-30°C, può presentare forti incrementi della mortalità (anche di 12 volte), un abbassamento del 50% del tasso fotosintetico, del 50% della produzione di nuove foglie e del 75% della velocità di allungamento.

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

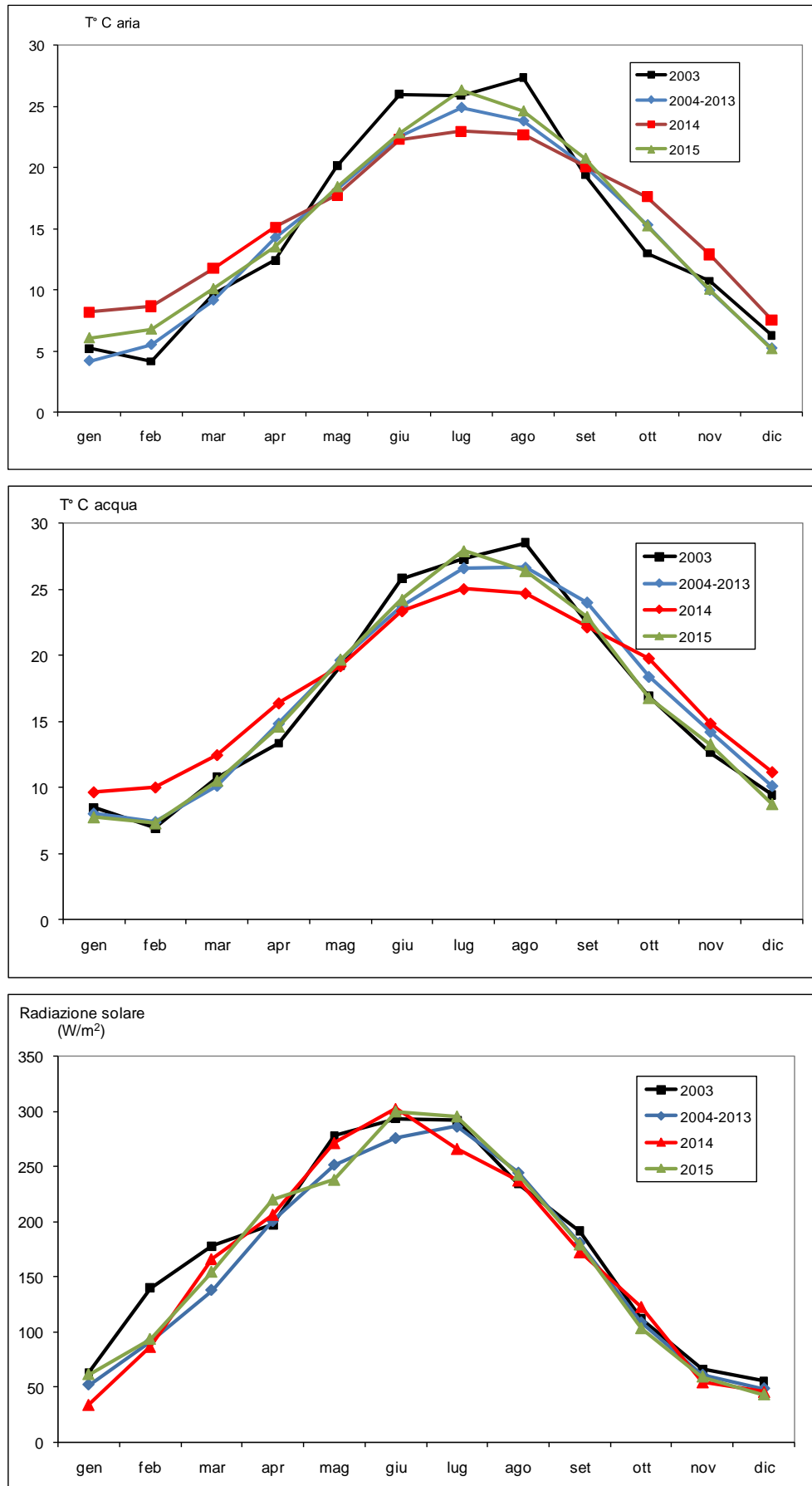


Figura 3.18 – Valori medi mensili di alcuni parametri meteo-climatici (temperatura acqua, temperatura aria e radiazione solare). Le medie del 2003, del periodo 2004-2012 e del 2013 sono confrontate con quelle del 2014.

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, sino al monitoraggio del 2013 (Studio B.6.72 B/9) sono state considerate due aree: una situata ai margini del Bacan, nei pressi dell'isola in realizzazione (ora ultimata) ed una nel tratto lagunare antistante la pista dell'aeroporto Nicelli.

La presenza di praterie a fanerogame marine nelle bocche di porto è stata citata in passato in letteratura senza riportare specifici dettagli geografici (Benacchio, 1938; Bèguinot, 1913, 1941; Vatova, 1949; Pignatti, 1953, 1966; Simonetti, 1966, 1973). I primi dati dai quali si possono desumere le aree e le estensione delle praterie derivano da immagini fotografiche degli 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 lagunare 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.

Sino al monitoraggio dello Studio B.6.72 B/9, nella bocca di porto di Lido sono state investigate 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 3.19).

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 3.20). 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.

La realizzazione dell'isola ed il ripristino della piena funzionalità 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 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 passato ha subito una riduzione e frammentazione, per la quale è opportuna una particolare sorveglianza, dal momento che il nuovo assetto della bocca di porto potrebbe indurre variazioni idrodinamiche e dei processi di sedimentazione/erosione. Il trend degli ultimi 4-5 anni evidenzia una forte ricolonizzazione nell'area, sia su battenti medio-elevati, sia su quelli più limitati, confermando come l'area si presti

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

ad un'elevata dinamicità che attualmente è di tipo progressivo ma che, come avvenuto in passato, potrebbe anche evolvere in negativo.

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 3.19). Non avendo osservato variazioni significative dal 2008 (Studio B.6.72 B/4) al 2013 (Studio B.6.72 B/9) e anche nei due anni trascorsi dal termine dei lavori, il monitoraggio di questa prateria non è più stato incluso nei controlli in questa bocca di porto.

Nel presente rapporto finale si rende quindi conto solamente dello stato delle praterie antistanti la nuova isola artificiale, 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 del Bacan;
- analisi di immagini fotografiche.

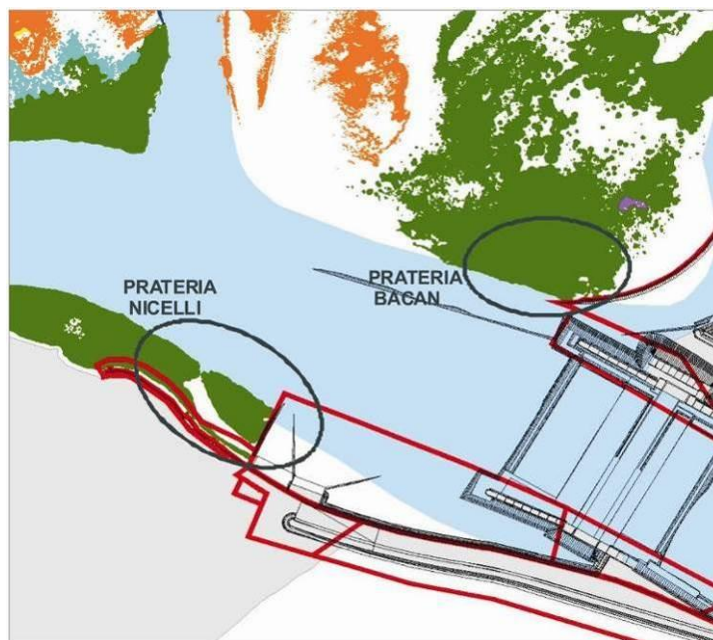


Figura 3.19 - Praterie della bocca di porto di Lido oggetto di un rilievo di dettaglio nel corso dei monitoraggi B.6.72 B/4 - B/9. Il presente monitoraggio prenderà in esame solamente le praterie del Bacan.

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



Figura 3.20 - Rilievi fotografici della prateria a *Cymodocea nodosa* situata nel bassofondo del Bacan.

Nella figura 3.21 sono riportati i transetti lungo i quali sono state eseguite misure sulle praterie.



Figura 3.21 - 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, ai 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.

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

L'esame delle immagini fotografiche, dagli anni 50 sino all'inizio dei controlli *ante operam* del 2003, ha rilevato una sensibile riduzione della prateria e un progressivo arretramento del margine rivolto alla bocca di porto (figura 3.22). Dagli anni 50 al 2003, l'estensione della prateria in oggetto è variata da circa 60 ha a 15-20 ha.

Nei primi anni del monitoraggio le immagini fotografiche ed i rilievi in campo, pur non rilevando più mutamenti a livello di macro-scala, hanno evidenziato però dinamiche di media-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. Negli ultimi 4-5 anni, le dinamiche di colonizzazione si sono accentuate con una progressiva espansione di *Cymodocea nodosa*, nei fondali medio alti (dalle zone a margine del canale verso il bassofondo), e di *Nanozostera noltii*, nei settori più interni e a basso fondale a sud dell'isola di S. Erasmo, fondali che nella mappatura del 1990 risultavano colonizzati proprio da questa specie.

Un raffronto fotografico tra il 1955 e il 2015, mirato a caratterizzare i dinamismi delle praterie del Bacan (area cerchiata in nero) e del margine della prateria maggiormente esposta per le modifiche morfologiche apportate alla bocca (area cerchiata in rosso) è rappresentato nelle immagini di figura 3.22.

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



Figura 3.22 – Rilievo fotografico della prateria del Bacan tra il 1955 e 2015. La linea tratteggiata in nero racchiude l'area dove negli ultimi anni sono state evidenziate significative dinamiche colonizzative; l'area tratteggiata in rosso è quella di maggiore interesse per le modifiche morfologiche apportate alla bocca.

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

L'evoluzione del limite della prateria nel tratto retrostante e protetto idrodinamicamente dalla nuova isola, come nei precedenti anni, può essere descritto nella sua evoluzione, ripartendolo in tre tratti (A, B e C), come riportato nella figura 3.23:

- nel settore A, il margine della prateria ha evidenziato, nei primi anni del monitoraggio, una marcata variabilità, con arretramenti e avanzamenti rispetto al riferimento del 2003 (si ricorda che i primi anni fanno riferimento ai soli rilievi fotografici). Dal 2010 sino all'attuale controllo del 2015, il limite della prateria, sul margine del canale, appare più stabile con avanzamenti o arretramenti limitati, di pochi metri tra gli anni;
- nel tratto B della prateria, relativo alla parte più esposta al canale e prossima all'isola, appare evidente sin dal primo riferimento del 2006 una marcata regressione rispetto al 2003. Nel 2015, come negli ultimi anni, il margine che presenta un andamento sinuoso e irregolare, pur con piccoli arretramenti e avanzamenti, si può ritenere sostanzialmente stabile;
- nel tratto C, la prateria mostra da diversi anni una graduale espansione verso est. Gli incrementi di anno in anno, seppur limitati ad alcuni metri, mostrano ancora una discreta dinamicità con avanzamenti che interessano sia il margine più netto che si addentra verso nord, sia una serie di "patch" che si sono formate negli anni e che si allargano in tutte le direzioni, a volte anche unendosi a formare piccole praterie.

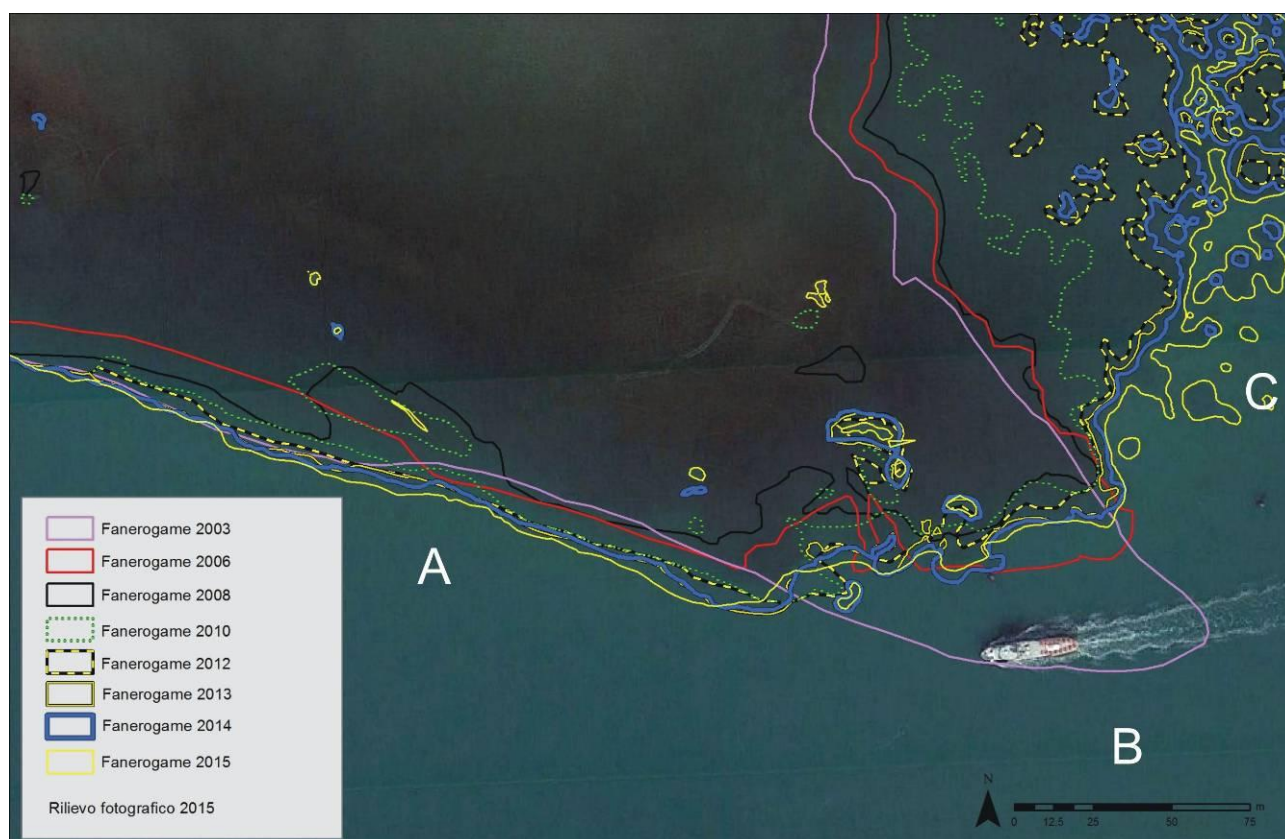


Figura 3.23 - Dettaglio dei margini della prateria del Bacan tra gli anni 2003 e 2015 in un tratto ritenuto esposto ai possibili impatti delle opere. I limiti degli anni 2003-2006 fanno riferimento ad immagini fotografiche mentre quelli del 2008-2015 ad una combinazione di immagini fotografiche e di markers rilevati in immersione con attrezzatura ARA lungo il margine.

L'analisi delle dinamiche di quest'area retrostante la nuova isola indica che dal 2003 (figura 3.24) l'incremento delle praterie a *Cymodocea nodosa* è stato di oltre 25 ha e per quelle a *Nanozostera noltii*, nel settore più a nord del Bacan, di circa 30 ha. Il 2015 ha segnato un ulteriore incremento di areale

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

e grado di copertura di *Nanozostera noltii* nei fondali a minore battente e in particolare a sud dell'isola di S. Erasmo. Per quanto attiene *Zostera marina* si riconferma la sua presenza in patches di 3-10 m in diametro su battenti di 2,0 m, in contesto complessivo dominato da *Cymodocea nodosa* con copertura sempre elevata (100%). Per *Zostera marina*, che si diffonde mediante semi, è ipotizzabile che la deposizione di questi ultimi sia stata favorita dalla riduzione del regime idrodinamico nelle aree retrostanti e protette dall'isola.

Il limite della prateria posto a profondità di circa 3 m sul margine del canale è stato percorso in immersione con attrezzatura ARA (figura 3.25) per circa 500 m, verificandone lo stato ed analizzando eventuali segnali di erosione del fondale o di scalzamento delle fanerogame. Ulteriori misure e verifiche dello stato delle praterie (copertura e densità) sono state eseguite anche lungo due transetti che si addentrano perpendicolarmente alla prateria per un centinaio di metri (figura 3.26), allo scopo di valutare il grado di densità e copertura della prateria. Nel complesso, i rilievi in immersione nel margine e all'interno della prateria situata nei pressi della nuova isola non hanno evidenziato situazioni anomale, come ad esempio margini in arretramento per erosione. Come si vedrà in seguito, i segnali erosivi si manifestano nel tratto terminale a nord-ovest della prateria, che non avverte più la protezione fisica dell'isola dalla marea entrante.

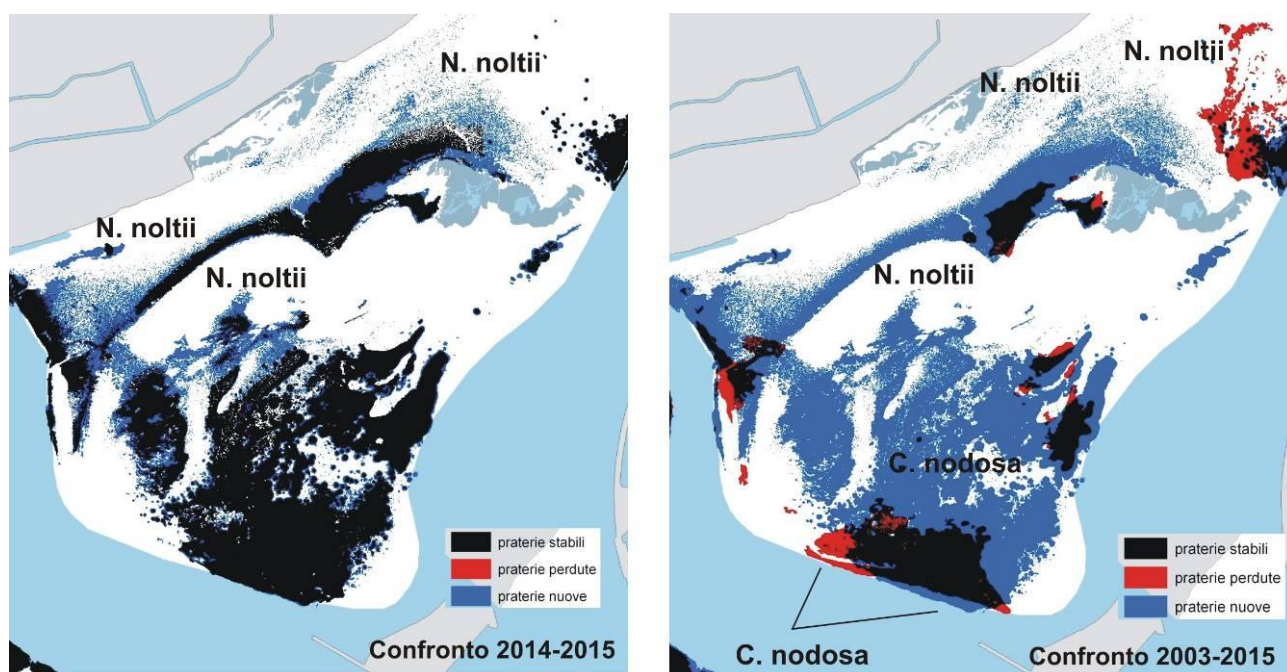


Figura 3.24 - Variazioni delle coperture a fanerogame marine avvenute tra il 2014-2015 e tra il 2003-2015.

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



Figura 3.25 - Attrezzatura subacquea impiegata nei rilievi del margine della prateria: a sinistra equipaggiamento standard FIPSAS composto da una bombola, jacket, due erogatori e un manometro; al centro e a destra veicolo elettrico per il trascinamento dei subacquei.

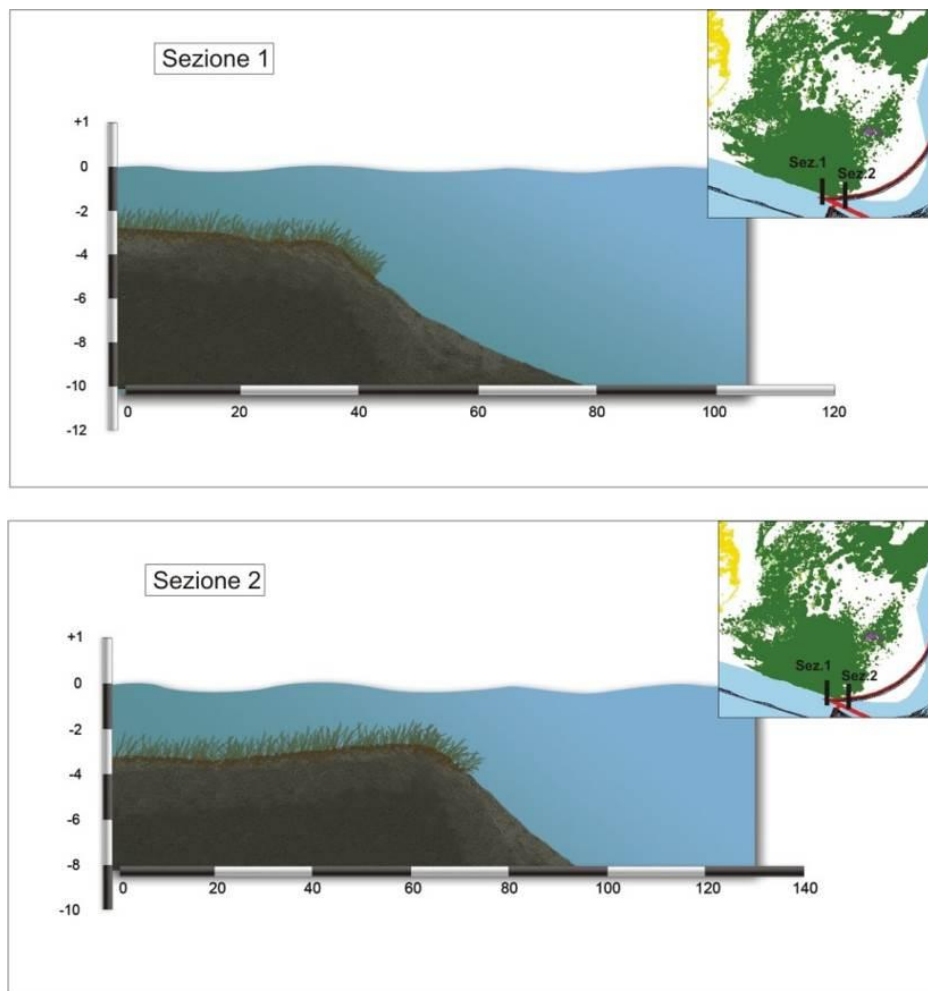


Figura 3.26 - Schema semplificato della tipologia del limite delle praterie lungo i due transetti di fig. 3.21. Per la realizzazione del profilo si è fatto riferimento ai più recenti dati batimetrici multibeam del 2001 e rilievi in campo con profondimetro.

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

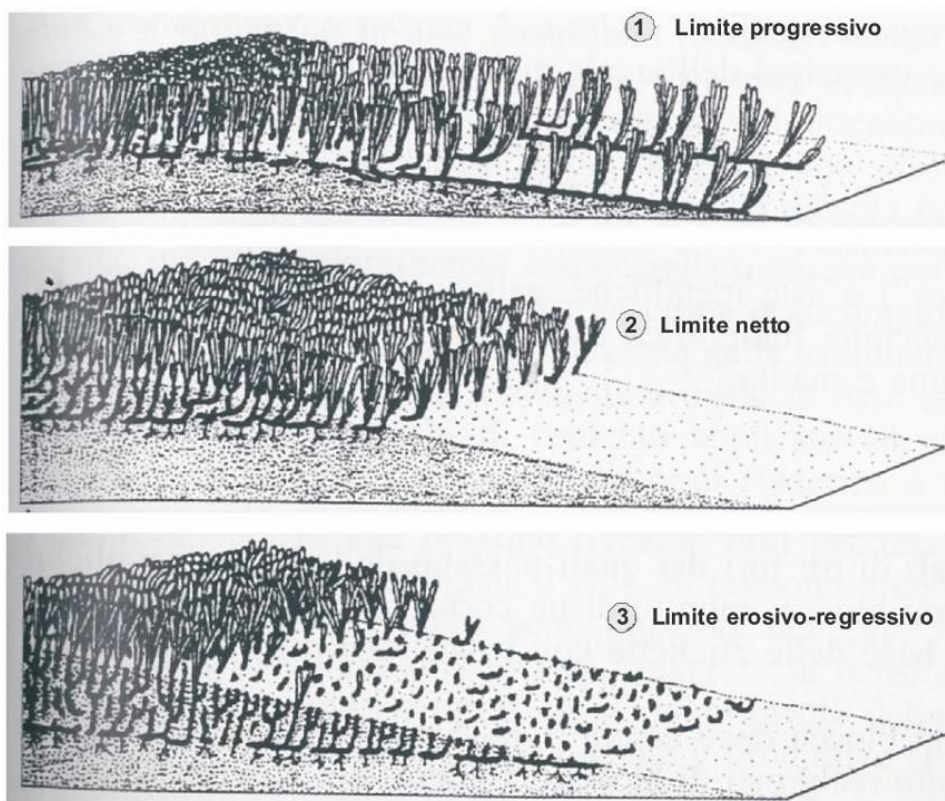


Figura 3.27 – Schema semplificato delle tipologie del limite delle praterie mutuato da Pergent *et al.* (1995) per *Posidonia oceanica*.

L'assenza di 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. Come nei precedenti rilievi, dove la pendenza del fondale è minima, spesso si notano margini di tipo progressivo (tipo 1 della figura 3.27) con rizomi che si allungano verso il bordo canale di 1-2 m. Quando la prateria è vicina al canale o la pendenza del fondale aumenta (>30%), la progressione dei rizomi viene contrastata o fermata dalla forza della corrente.

In accordo con le osservazioni dei precedenti anni, nel tratto A e in parte in quello B (figura 3.23), dove la prateria si avvicina molto al canale o coincide, il margine della vegetazione spesso collima con il cambio di pendenza che, da profondità di 2-3 m e inclinazione di 10-20°, si approfondisce rapidamente inclinandosi oltre i 30°.

Dove le pendenze non sono elevate o la velocità della corrente non innesca processi erosivi o di disturbo, si notano margini progressivi nella prateria, con rizomi che dal limite si protendono per oltre 1 m per colonizzare la parte ancora avegetata; al contrario, dove le pendenze si fanno elevate (circa 40-45°) e la forza della corrente è sostenuta anche per la vicinanza canale, in mancanza di presupposti fisici alla crescita delle piante, i rizomi si prolungano solamente di 30-50 cm (figura 3.28).

Come osservato in questi anni del monitoraggio, nella bocca di Lido, quando le pendenze del fondale sono quasi nulle, il margine della prateria si interrompe a profondità di circa 3,5 m, mentre, quando si approssima al bordo del canale e la pendenza aumenta, la prateria si interrompe rapidamente, indipendentemente dalla quota batimetrica. I fattori principali che regolano la presenza di *Cymodocea nodosa* sul margine del canale sembrano essere la profondità (che incide sulla radiazione luminosa), l'inclinazione del pendio e la velocità della corrente (che incidono sulla capacità di ancorarsi al suolo con i rizomi).

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

Sul margine della prateria è stato più volte rilevato il mollusco *Pinna nobilis* (figura 3.28), specie iscritta nell'elenco delle specie protette (allegato IV dir. 92/43 CEE, 1992; Convenzione Barcellona, protocollo SPA/BIO, 1995; Red List IUCN). La specie è particolarmente diffusa nel bassofondo ad est del Forte di S. Andrea dove in bassa marea si possono osservare numerosi esemplari giovani ed adulti.



Figura 3.28 - In alto, esempi di rizomi che si allungano verso il margine inclinato del canale; al centro, l'allungamento dei rizomi è relativo a tratti di margine meno inclinati. In basso, esemplari di *Pinna nobilis* ai margini della prateria sul bordo canale in un tratto moderatamente inclinato.

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

Le verifiche lungo i due transetti che dal margine della prateria si addentrano all'interno hanno confermato coperture monospecifiche a *Cymodocea nodosa*, di grado elevato (classe 4, 100%) e con densità variabili in relazione alla profondità del fondale. Le maggiori densità si osservano nei siti superficiali (per compensare la minore dimensione della foglia), mentre quelle minori si evidenziano verso il margine della prateria, dove le foglie possono raggiungere maggiori lunghezze. La differenza di densità e lunghezza dei ciuffi lungo il profilo batimetrico è documentato in letteratura (Thom *et al.*, 2011) come un adattamento naturale correlato alla differente radiazione luminosa di cui le piante possono disporre.

Negli ultimi anni, particolare attenzione è stata rivolta anche ad un tratto della prateria più a ovest situato sul basso fondale antistante il Canale di San Nicolò, non più riparato idrodinamicamente dal cono di protezione della nuova isola (figura 3.29, area identificata dalla freccia). Le verifiche del 2011 e del 2012 avevano evidenziato segnali di arretramento del margine, visibile nello scalzamento dei rizomi che risultavano parzialmente inseriti nel sedimento o in parte fluttuanti nell'acqua (figura 3.30).

Come si vede dalla figura 3.24, la perdita di areali di *Cymodocea* nel tratto più ad ovest della prateria appare evidente soprattutto nel confronto tra il 2003 e il 2015 e, più in dettaglio, nella figura 3.29, tra il 2010 e gli ultimi anni oggetto del controllo. Il confronto tra gli ultimi anni denota come la perdita di praterie si sia stabilizzata poiché l'arretramento più marcato si è verificato tra il 2010 e il 2012. Tale valutazione trova conferma nello stato della prateria retrostante a tale tratto, dove le condizioni generali del manto vegetale sono apparse nella norma per quanto attiene la densità e lo stato dei ciuffi.

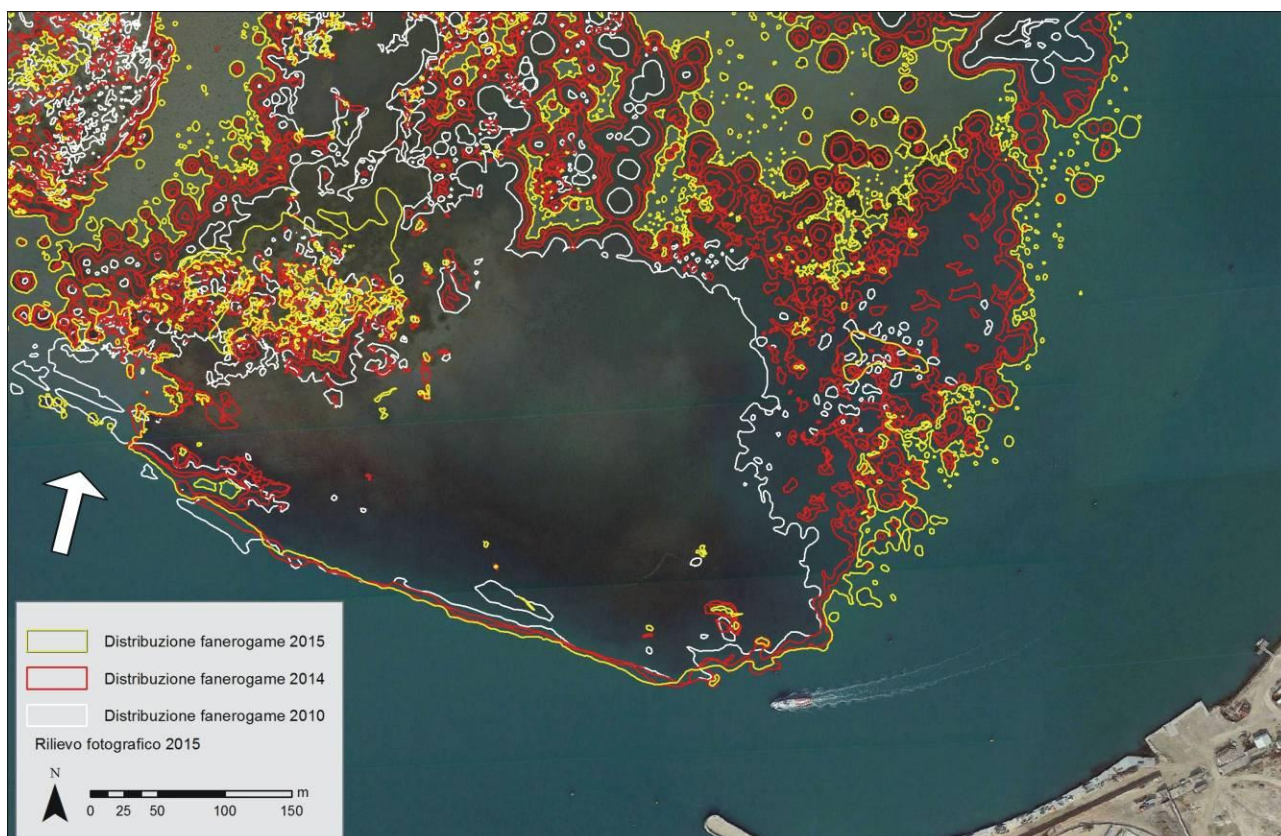


Figura 3.29 - Dettaglio della prateria in esame nel tratto più a ovest, dove abbandona il margine del canale e si addentra nel bassofondo del Bacan (la freccia indica il tratto di prateria non riparato idrodinamicamente dal cono di protezione creato della nuova isola).

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



Figura 3.30 - Esempi di fenomeni erosivi al margine della prateria con rizomi esterni al sedimento (immagini del 2011).

4 CONSIDERAZIONI FINALI

L'analisi generale dei risultati delle tre **campagne di monitoraggio (primavera, estate ed autunno)** dello Studio B.6.72 B/11 (tabelle A.1, A.14 e A.26) 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 2003-2004⁹ 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 soprattutto a Malamocco e Chioggia (in particolare in primavera ed autunno).

Le riduzioni osservate in alcuni parametri di controllo, inoltre, non hanno mai raggiunto 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, si è programmato, comunque, un sistema di allerta da attivare prima che si raggiungesse questo livello di criticità, predisponendo una soglia di attenzione pari a una riduzione del 10-20% dei principali parametri.

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

I parametri che descrivono lo stato del ciuffo nell'apparato epigeo (foglia) e in quello ipogeo (rizomi) e lo svolgimento dei processi riproduttivi, testimoniato dalla presenza di semi nel sedimento (*Cymodocea*) e di ciuffi riproduttivi (*Zostera*) 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 metà dei campionamenti). Per l'abbondanza (**ricoprimento percentuale e/o biomassa media**), invece, sono stati registrati valori inferiori ai range in 8 casi su 18 campionamenti a Lido, 2 casi su 18 campionamenti a Malamocco e 4 casi su 18 campionamenti a Chioggia (tabelle A.1, A.13 e A.24).

Per le tre bocche di porto, l'analisi multivariata (ANOSIM) ha rilevato la presenza di differenze statisticamente significative tra le comunità di epifite del 2003 e quelle dello studio attuale. Queste differenze sono dovute ad un calo generale del numero di taxa tra il 2003 e il 2015 e a variazioni della loro abbondanza relativa; rispetto allo stato *ante operam* aumenta, infatti, il ricoprimento medio percentuale delle macroalghe e diminuisce quello dello zoobenthos e delle diatomee bentoniche (tabella 3.2).

Considerando i gruppi funzionali algali, rispetto allo stato *ante operam*, per tutte le bocche si nota una riduzione del numero dei taxa e dell'abbondanza delle *erect* e *turf layer*; contemporaneamente, però, si assiste ad un aumento del ricoprimento delle incrostanti calcaree (*encrusting layer*) mentre anche il loro numero risulta in calo.

⁹ Nel valutare se un parametro ricada o meno all'interno degli intervalli dello Studio di riferimento B.6.78/I del 2003-2004 si tiene conto sia del numero di stazioni nelle quali tale parametro risulta al di sotto dei range, sia di quanto i suoi valori siano effettivamente inferiori ai limiti attesi.

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

Le variazioni riscontrate nella composizione e nella struttura delle comunità delle epifite sono in parte spiegate oltre che dalla naturale variabilità delle dinamiche delle praterie e dalle attività di origine antropica (soprattutto a Lido e a Chioggia), anche dalle peculiari condizioni meteo climatiche che hanno caratterizzato il 2003, anno dello studio di riferimento. 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, proprio il periodo in cui si è assistito, nello studio *ante operam*, ad un sensibile incremento delle abbondanze della componente algale delle diatomee bentoniche.

Come ultimo aspetto, va segnalato che la riduzione degli epifiti può essere vista, almeno in parte, anche come un vantaggio per le praterie, dal momento che favorisce lo svolgimento più efficiente della fotosintesi. Non è da escludere, infine, che la causa della riduzione degli epifiti possa essere legata alla generale riduzione di trofia del sistema lagunare (Curiel *et al.*, 2016).

In relazione all'estensione delle praterie, i rilievi hanno evidenziato tendenze in comune tra la bocca di Malamocco e di Chioggia.

Nella bocca di porto di Lido, l'estensione delle praterie ha segnato un incremento rispetto al precedente anno (+28,9 ha) e al 2013 (+33,9 ha) mentre, rispetto al monitoraggio *ante operam* 2003, l'aumento delle estensioni è ancor più significativo (+75,3 ha). Le estensioni degli areali delle singole specie confermano la tendenza degli ultimi anni, segnando anche nel 2015 un incremento delle coperture pure di *Cymodocea nodosa* (+10,0 ha) e di *Nanozostera noltii* (+21,1 ha). Di particolare importanza è l'ampliamento di areale e del grado di copertura di quest'ultima specie sui fondali a sud dell'isola di S. Erasmo che risultavano ampiamente colonizzati sino alla mappatura del 1990. *Zostera marina*, poco diffusa in questa bocca di porto, conferma i livelli degli ultimi anni, con un'estensione attuale di 0,8 ha. Ai dinamismi positivi delle praterie si associa anche uno stato generale sempre buono per tutte le specie, l'assenza di fenomeni anossici o di degradazione diretti o associati a proliferazioni algali. Rispetto al 2014 non si segnalano perdite causate da interventi antropici da ricondurre alle opere alle bocche o ad altri interventi. Come nel 2014, i segnali di arretramento nel tratto di prateria al margine del Canale di S. Nicolò sembrano essersi arrestati.

Nella bocca di porto di Malamocco, a causa delle anomale condizioni meteo climatiche dell'estate 2015, per la prima volta, dopo alcuni anni di espansione, le praterie fanno registrare un arretramento complessivo rispetto al monitoraggio del 2014 (-163,2 ha) e del 2013 (-158,9 ha). In merito agli areali delle singole specie, per quelli puri delle tre specie (che rappresentano oltre il 95% delle praterie della bocca) si registra una riduzione rispetto al precedente monitoraggio, sia per *Cymodocea nodosa* (-36,3 ha) che per *Zostera marina* (-139,8 ha). Un modesto incremento (+3,2 ha) si rileva, invece, per *Nanozostera noltii* che rimane però una specie poco diffusa nella bocca, per la mancanza di fondali adeguati (in particolare per la batimetria).

Le regressioni osservate non sono da correlare alle opere in realizzazione, ma alle elevate temperature dell'estate 2015 che hanno coinvolto soprattutto *Zostera marina*, la specie più sensibile. Le perdite riguardano prevalentemente i livelli di copertura delle praterie nel settore nord della bocca di porto (Canale Malamocco-Marghera e Canale Melison), variati dalla classe III-IV alla classe I-II. Regressioni di praterie per questa specie relative all'intera laguna e dell'ordine di circa 1.000 ha erano già state osservate nel 2002-2003, sempre per le elevate temperature estive. Il settore centro-sud della bocca da anni si caratterizza per praterie stabili o con moderate variazioni, in quanto *Cymodocea* trova in questi fondali le condizioni ottimali per sedimenti, batimetria e salinità. In questo contesto in cui prevalgono le praterie a *Cymodocea*, nel settore est riesce ad insediarsi *Nanozostera* dove le batimetrie danno luogo ad emersioni dei fondali in bassa marea; nel settore centro-ovest, invece, dove i fondali sono più accentuati e il sedimento meno sabbioso, trova spazio anche *Zostera marina*.

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

Come quella di Malamocco, anche la bocca di porto di Chioggia ha risentito, in parte, delle anomale condizioni meteo climatiche dell'estate 2015 e per la prima volta, dopo alcuni anni, segna un arretramento delle coperture rispetto al precedente controllo (circa -25 ha), ma comunque paragonabili a quelle osservate nel 2003 (differenza circa -0,1 ha). Riferendosi alle praterie pure, che sono le più significative per comprendere le dinamiche della bocca di porto, il monitoraggio in corso ha registrato, rispetto al 2014, un incremento di *Cymodocea nodosa* (+15,6 ha), stabilità per *Nanozostera noltii* (+1,4 ha) e un marcato arretramento di *Zostera marina* (-44,1 ha). Nel settore centro-nord della bocca, la regressione appare limitata in termini di areale perché ha riguardato soprattutto il grado di copertura mentre è risultata più evidente nel settore centro-sud, nelle aree dove il grado di copertura della pianta era già basso. In assenza di ulteriori fattori di stress, l'area presenta le potenzialità per un graduale recupero in virtù della scarsa presenza di concessioni in zona, dell'ancora elevata presenza di *Zostera* ai margini delle aree depauperate e della dispersione dei semi che questa specie attua tramite la corrente.

Come registrato negli ultimi cinque/sei anni, per le praterie più esposte agli effetti degli interventi alle bocche (aree delle opere e dei cantieri), dopo la realizzazione delle strutture fisse completate nei primi anni, non si evidenziano ulteriori perdite nelle **aree di pertinenza delle opere e dei cantieri**. Nel confronto con la fase *ante operam*, queste ultime si sono ridotte di 4,9 ha a Lido (rispetto ai 5,6 ha del 2003), di 2,7 ha a Malamocco (rispetto ai 3,0 ha del 2003) e di 5,8 ha a Chioggia (rispetto ai 7,2 ha del 2003).

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 dinamiche intercorse tra il 2003 e il 2015 nelle praterie delle tre bocche di porto, si può dire che:

- a Lido si è verificato un incremento degli areali (+75,3 ha). Solo in questa bocca sono stati osservati settori periferici delle praterie in arretramento a causa di processi erosivi da ricondurre ad un incremento della velocità/variazione della corrente nel Canale di S. Nicolò. Negli ultimi due anni, i controlli non hanno più evidenziato arretramenti significativi. Sui fondali del Bacan tra il Canale di Treporti e l'isola di S. Erasmo, negli ultimi 3-4 anni, si è assistito ad una marcata ricolonizzazione prima di *Cymodocea nodosa* e, più recentemente, di *Nanozostera noltii*, in aree dove le profondità sono minori e dove era già stata rilevata nella mappatura del 1990. Nell'area oggetto del monitoraggio, le perdite principali di areali, anche se limitate, rimangono comunque quelle collegate ad interventi connessi alle opere (impronta delle opere), ad altri indirettamente connessi (ripristino barene, isola teleguidata, ecc.) o non connessi all'intervento in corso (es. darsena zona Arsenale);
- a Malamocco, rispetto al 2003, pur con la marcata riduzione delle praterie avvenuta nel 2015, si registra ancora un bilancio positivo degli areali a fanerogame (+98,3 ha). Le praterie pure, che rappresentano oltre il 95% delle coperture della bocca e che sono quindi le più significative per comprendere le dinamiche avvenute negli anni, risultano comunque in espansione al 2015 con + 225,4 ha per *Cymodocea nodosa* (che si è avvantaggiata negli anni della trasformazione delle miste in pure), +18,9 ha per *Zostera marina* (ma che al 2014 aveva un bilancio positivo di circa +160 ha) e +4,7 ha per *Nanozostera noltii* relativamente stabile negli anni e in lieve incremento;
- a Chioggia, dopo una riduzione degli areali segnalata già dal primo monitoraggio del 2006 e un successivo graduale incremento sino al 2014, il monitoraggio in corso, pur segnando un arretramento, presenta coperture comunque su livelli della fase *ante operam* (-0,1 ha). Analizzando quanto osservato nel 2015, il bilancio rispetto al periodo *ante operam* riferito alle

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

praterie pure, che rappresentano il 90% delle praterie della bocca, fa registrare un netto incremento di *Cymodocea nodosa* (oltre 100 ha) che fruisce della trasformazione delle miste in pure e un moderato incremento di *Nanozostera noltii* (circa 10 ha) e di *Zostera marina* (circa 15 ha); quest'ultima, sino al 2014, segnava invece una significativa espansione (circa 60 ha).

In conclusione, nelle tre bocche di porto, a fronte degli incrementi di copertura osservati al di fuori delle aree interessate dagli interventi, le superfici perdute a causa dei cantieri e delle opere appaiono nel complesso trascurabili; inoltre, ad eccezione della riduzione dell'epifitismo, la cui causa non è stata ancora accertata, non è mai stata evidenziata alcuna specifica relazione di causa-effetto con le opere in realizzazione.

In accordo con le conclusioni dei progetti MOVECO 1 e MOVECO 2 (Piano di Monitoraggio per la definizione dello Stato Ecologico della Laguna di Venezia, ai sensi della direttiva 2000/60/CE e del D. Lgs. 152/2006) si può affermare che le bocche di porto, come le aree lagunari più interne, evidenziano un sensibile miglioramento delle condizioni ecologiche rivelato proprio dalla ricolonizzazione delle fanerogame in aree dove erano scomparse (Curiel *et al.*, 2016).

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

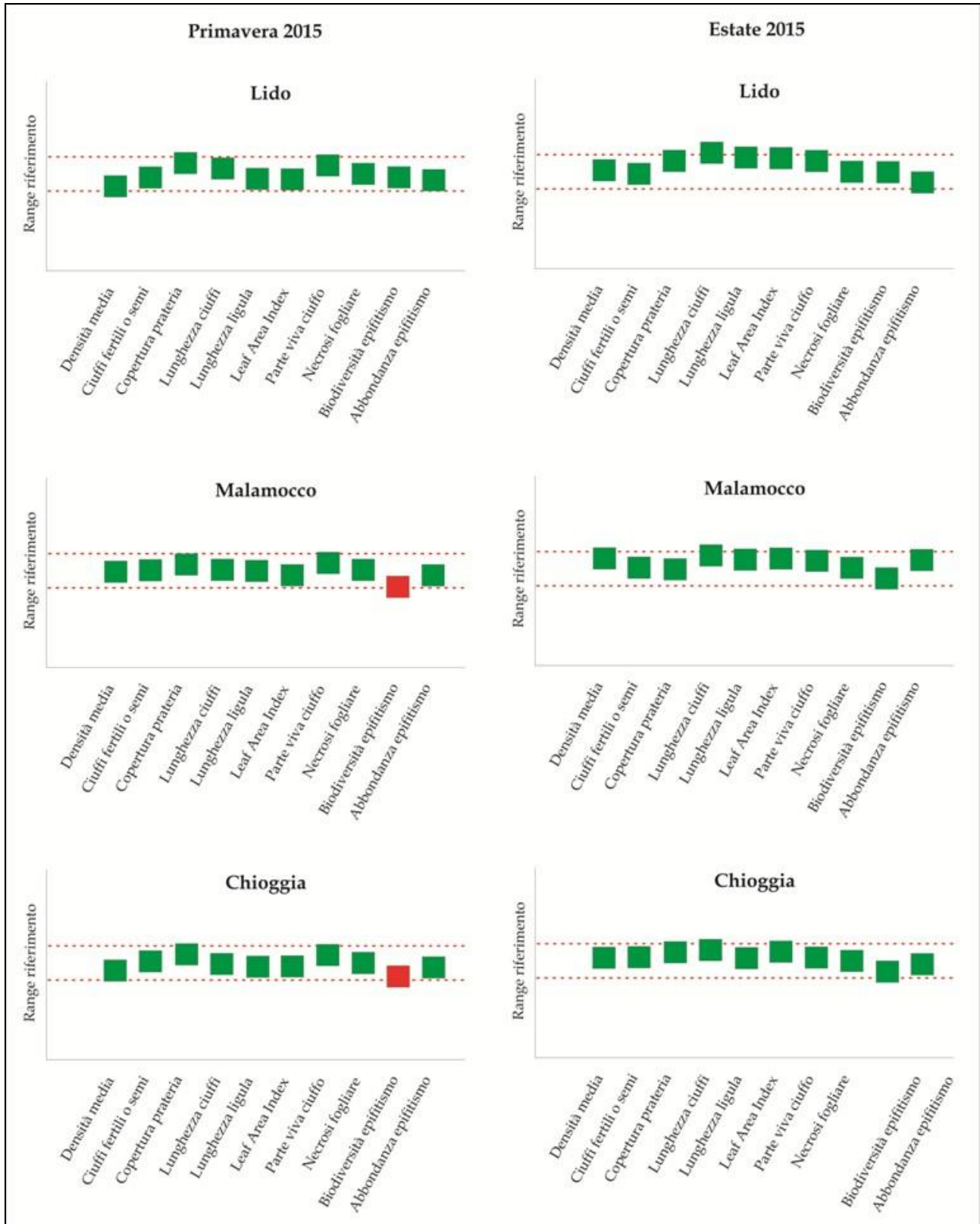


Figura 4.1 - Grafici di sintesi dei valori degli indicatori rilevati in ogni singola bocca di porto rispetto allo stato di riferimento per le campagne primaverile ed estiva.

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

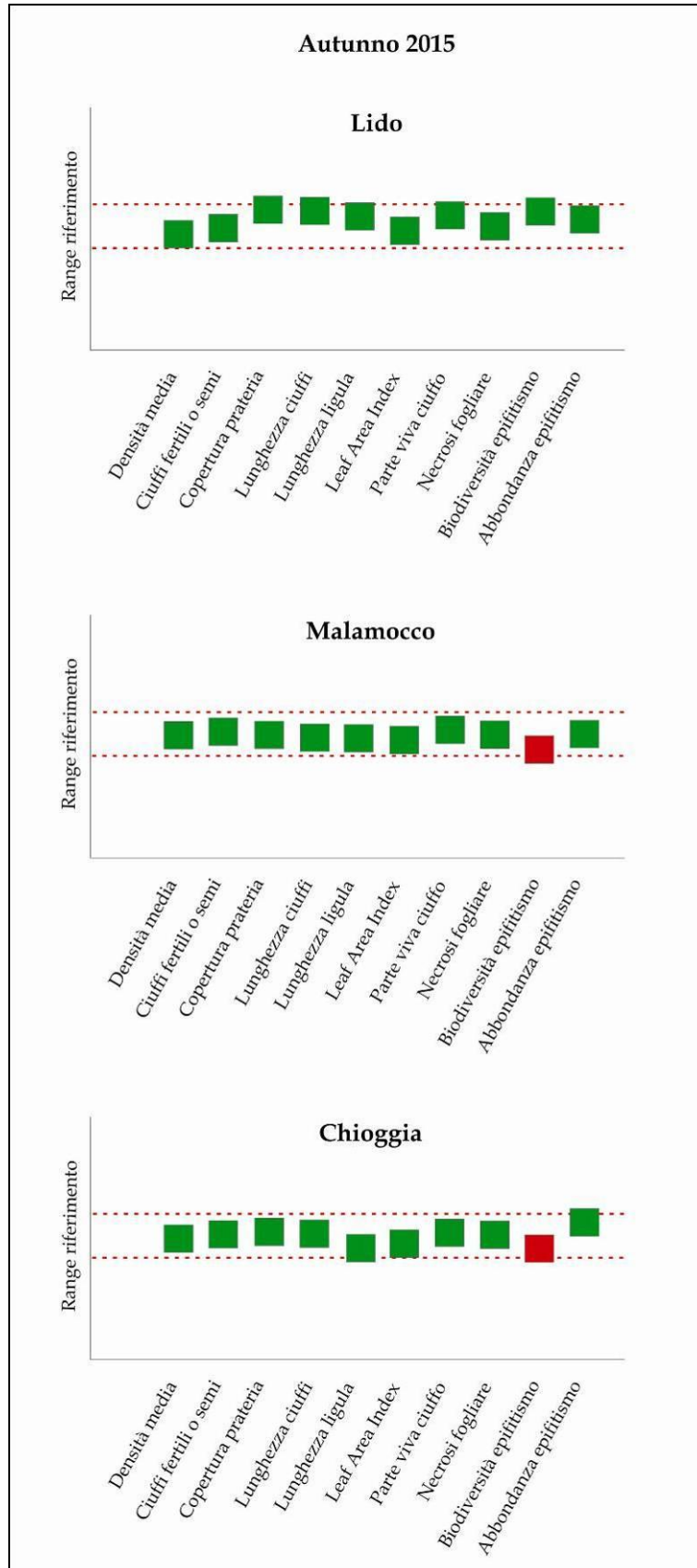


Figura 4.2 - Grafici di sintesi dei valori degli indicatori rilevati in ogni singola bocca di porto rispetto allo stato di riferimento per la campagna autunnale.

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.
- Balducci C., Sfriso A., Pavoni B., 2001. Macrofauna impact on *Ulva rigida* C. Ag. Production and relationship with environmental variables in the Lagoon of Venice. *Mar. Environ. Res.*, 52: 27-49.
- 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. Idrigr. 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., Checchin E., Miotti C., Pierini A., Rismondo A., 2014. Praterie a fanerogame marine della laguna di Venezia - aggiornamento cartografico al 2010 e confronto storico. *Soc. Ven. Sc. Nat.*, 39: 55-66.
- 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.

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

- 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.
- Curiel D., Miotti C., Rismondo A. (2016) Le dinamiche distributive delle praterie a fanerogame marine delle bocche di porto. In "Il controllo ambientale della costruzione del MOSE. 10 anni di monitoraggi tra mare e laguna di Venezia", P. Campostrini, C. Dabalà, P. Del Negro, L. Tosi (editors), CORILA.
- 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.
- 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.
- Fabbi F., Espino F., Herrera R., Moro L., Haroun R., Riera R., González-Henriquez N., Bergasa O., Monterroso O., Ruiz de la Rosa M., Tuya F. 2013. Trends of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Magnoliophyta) in the Canary Islands: population changes in the last two decades. *Sci. Mar.* 79(1): 7-13. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/>
- Facca C., Pellegrino N., Ceoldo S., Tibaldo M., Sfriso A., 2011. Trophic Conditions in the Waters of the Venice Lagoon (Northern Adriatic Sea, Italy). *The Open Oceanography Journal*. Vol. 5: 1-13.
- Fonseca M.S., Uhrin A.V., 2009. The Status of Eelgrass, *Zostera marina*, as Bay Scallop Habitat: Consequences for the Fishery in the Western Atlantic. *Marine Fisheries Review*, 71(3): 20-33.
- Gambi M.C., Dappiano M., 2003. Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. SIBM., vol. 10 (suppl.) - Pp. 638.
- García-Marín P., Cabaço S., Hernández I, Vergara J.J., Silva J., Santos R., 2015. Multi-metric index based on the seagrass *Zostera noltii* (ZoNI) for ecological quality assessment of coastal and estuarine systems in SW Iberian Peninsula. *Marine Pollution Bulletin* 68: 46-54.
- Granhag L.M., Larsson A.I., Jonsson P.R., 2007. Algal spore settlement and germling removal as a function of flow speed. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 344: 63-69.
- Guidone M., Thornber C.S., Vincent E., 2012. Snail grazing facilitates growth of two morphologically similar bloom-forming *Ulva* species through different mechanisms. *Journal of Ecology* 100(5): 1105-1112.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P. D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- 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.*

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

Prog. Ser., 245: 83-91.

Kamermans P., Malta E.J., Verschuure J.M., Schrijvers L., Lentz L.F., Lien A.T.A., 2002. Effect of grazing by isopods and amphipods on growth of *Ulva* spp. (Chlorophyta). *Aquatic Ecology*, 36(3): 425-433.

Kroeker K.J., Gambi M.C., Micheli F., 2013. Community dynamics and ecosystem simplification in a high-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.

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

Luchetta A., Cantoni C., Catalano G., 2010. New observations of CO₂-induced acidification in the northern Adriatic Sea over the last quarter century. *Chemistry and Ecology*, 26: 1-17.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - 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.

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

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC. 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 (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - 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 (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - 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.

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

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

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

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

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2013a. Studio B.6.72 B/8 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche

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

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

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2013b. Studio B.6.72 B/8 - Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

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.

Marsh J.A., Dennison W.C., Alberte R.S., 1986. Effects of temperature on photosynthesis and respiration in eelgrass (*Zostera marina* L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 101: 257-267

Martin S., 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.

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., 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.

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

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

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.

McGlathery K.J., 2001. Macroalgal blooms contribute to the decline of seagrass in nutrient-enriched coastal waters. *J. Phycol.*, 37: 453-456.

Moore K.A., Shields E.C., Parrish D.B., 2014. Impacts of varying estuarine temperature and light conditions on *Zostera marina* (eelgrass) and its interactions with *Ruppia maritima* (widegeongrass). *Estuaries and Coasts*, 37 (1): 20-30.

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

Nejrup L.B., Pedersen M.F., 2008. Effects of salinity and water temperature on the ecological performance of *Zostera marina*. *Aquat. Bot.*, 88: 239-246.

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

Oliva S., Mascaró O., Llagostera I., Pérez M., Romero J., 2012. Selection of metrics based on the seagrass *Cymodocea nodosa* and development of a biotic index (CYMOX) for assessing ecological

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

status of coastal and transitional waters. *Est. Coast. Shelf Sci.* 114: 7-17.

Orfanidis S., Panayotidis P., Uglund 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 stages at natural CO₂ vents. *Marine Biology*. Published online 14 May 2013 - DOI 10.1007/s00227-013-2251-3.

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

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

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

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2015b. Studio B.6.72 B/10 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: modelli di distribuzione dell'habitat per le praterie di fanerogame marine. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2015c. Studio B.6.72 B/10 - 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.

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

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

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

- 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.
- Sfriso A., Facca C., 2007. Distribution and production of macrophytes in the lagoon of Venice. Comparison of actual and past abundance. *Hydrobiologia*, 577: 71-85.
- 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.
- 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.
- Steneck R.S., 1983. Escalating herbivory and resulting adaptive trends in calcareous algal crusts. *Paleobiology*, 9: 44-61.
- Steneck R.S., Watling L. 1982. Feeding capabilities and limitations of herbivorous molluscs: a functional group approach. *Mar. Biol.* 68 : 299-319.
- 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.
- 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. WADDEN SEA ECOSYSTEM No. 25. Common Wadden Sea Secretariat. Trilateral Monitoring and Assessment Group. <http://www.waddensea-secretariat.org/>
- Vatova A., 1949. Caratteri di alcune facies bentoniche della Laguna veneta. *Nova Thalassia*, 1, (4): 3-14.

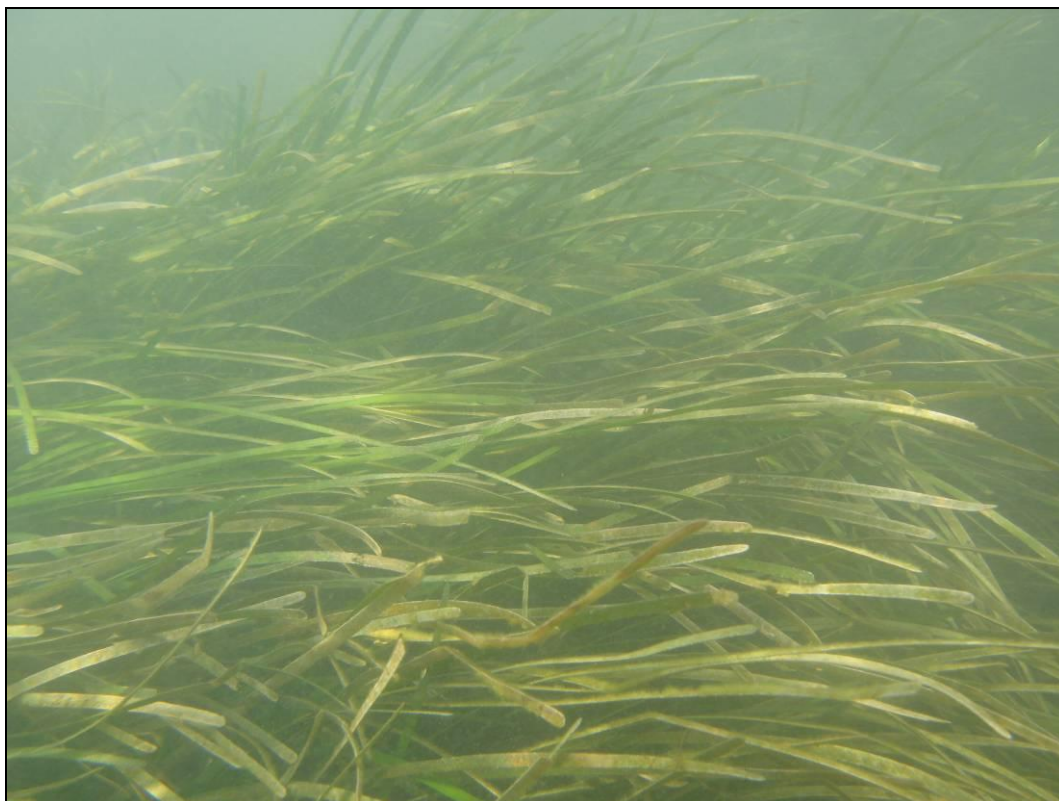
CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

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

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.

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.

ALLEGATO FOTOGRAFICO



Lido, estate 2015: prateria di *Cymodocea nodosa*.



Lido, autunno 2015: prateria di *Cymodocea nodosa*.

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



Malamocco, estate 2015: prateria di *Cymodocea nodosa*.

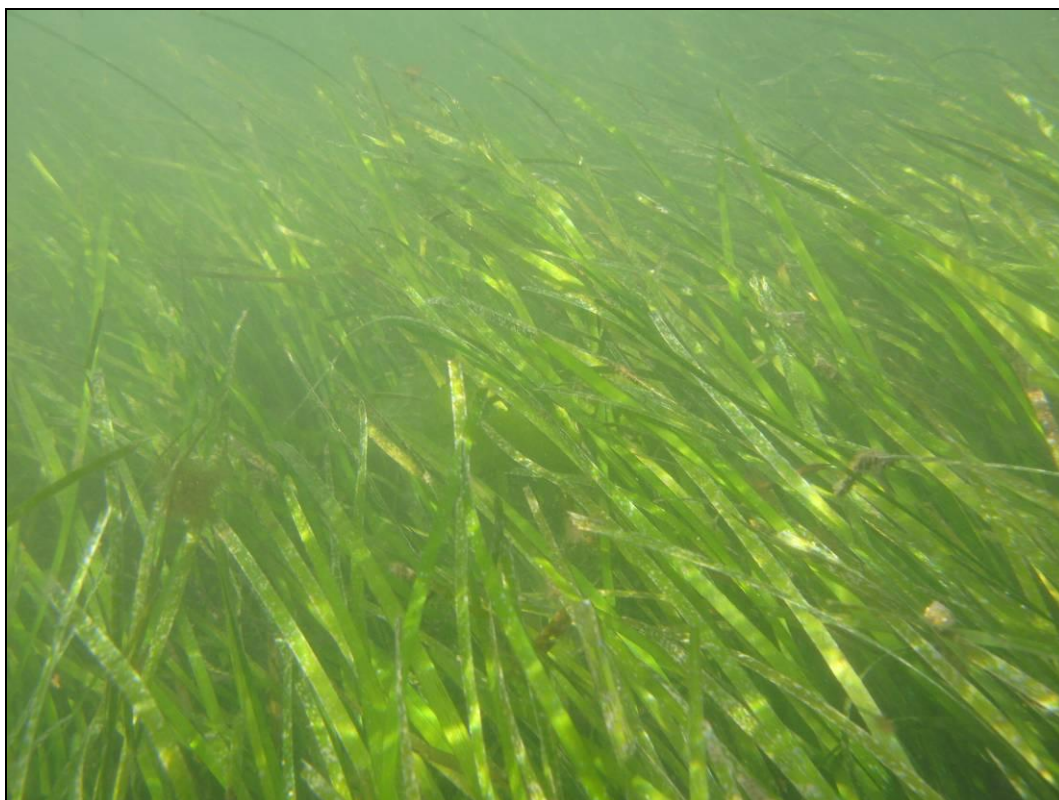


Malamocco, estate 2015: prateria di *Cymodocea nodosa*.

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

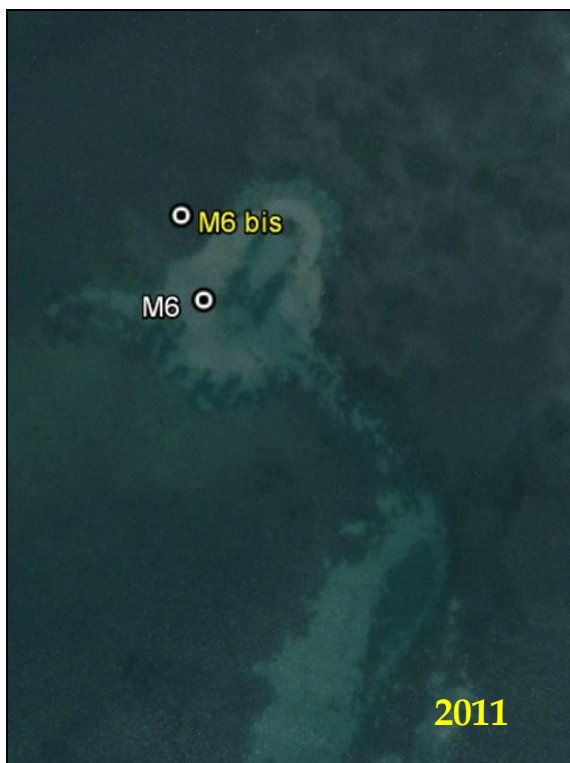
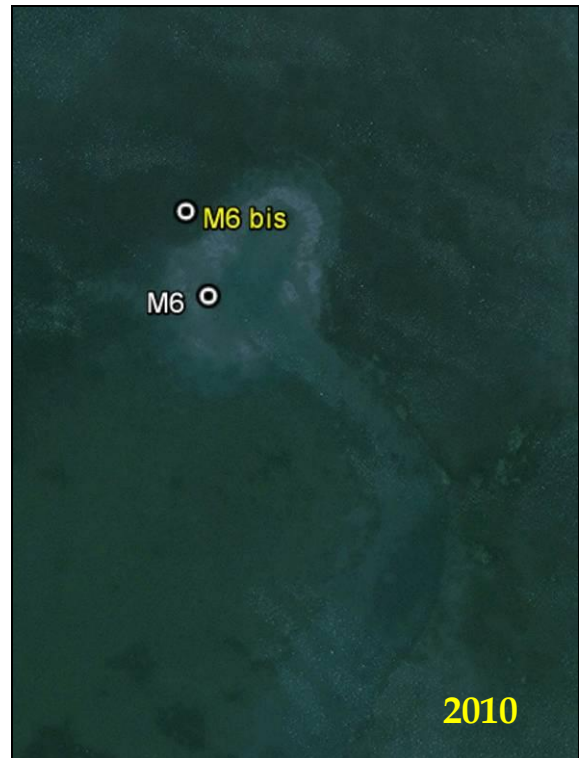
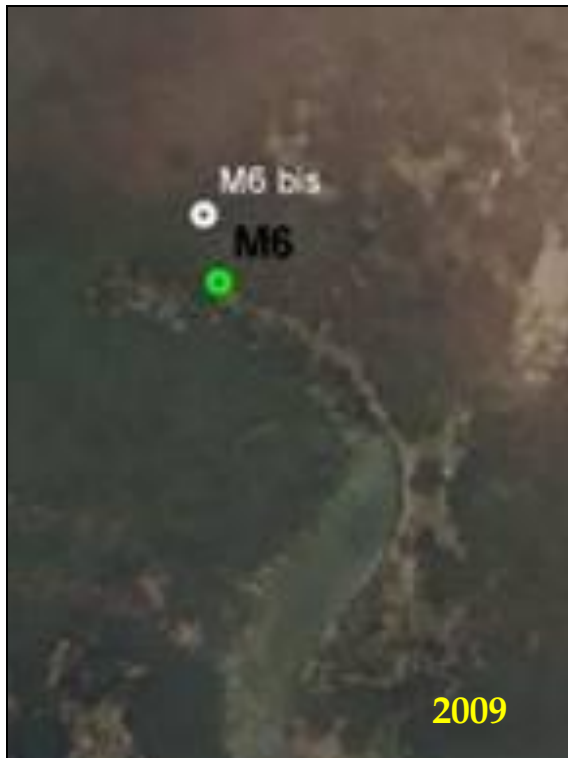


Chioggia, estate 2015: prateria di *Cymodocea nodosa*.



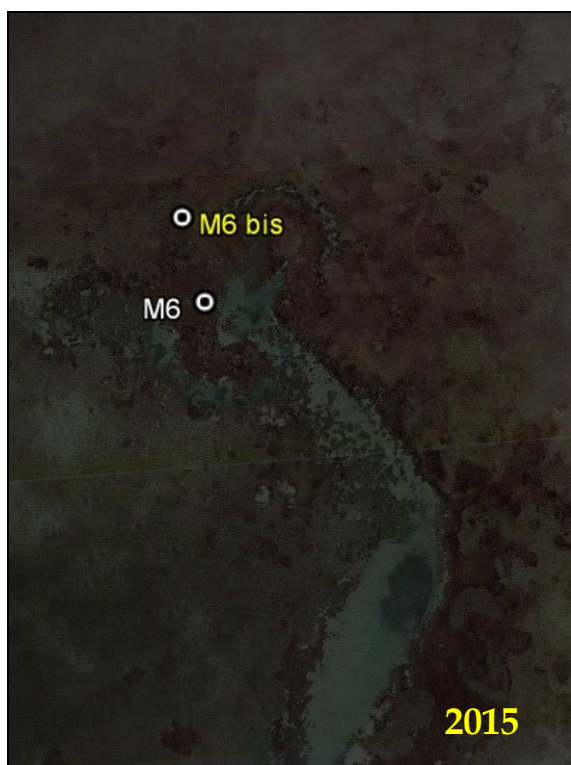
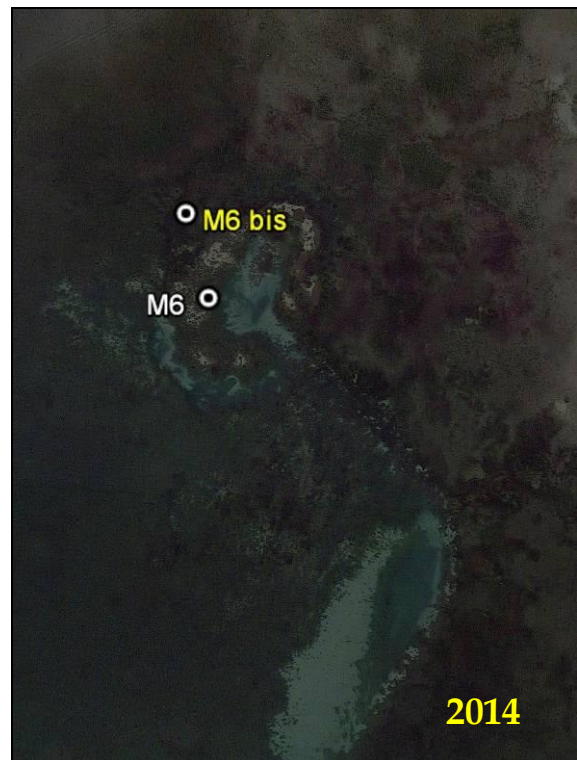
Chioggia, estate 2015: prateria di *Cymodocea nodosa*.

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



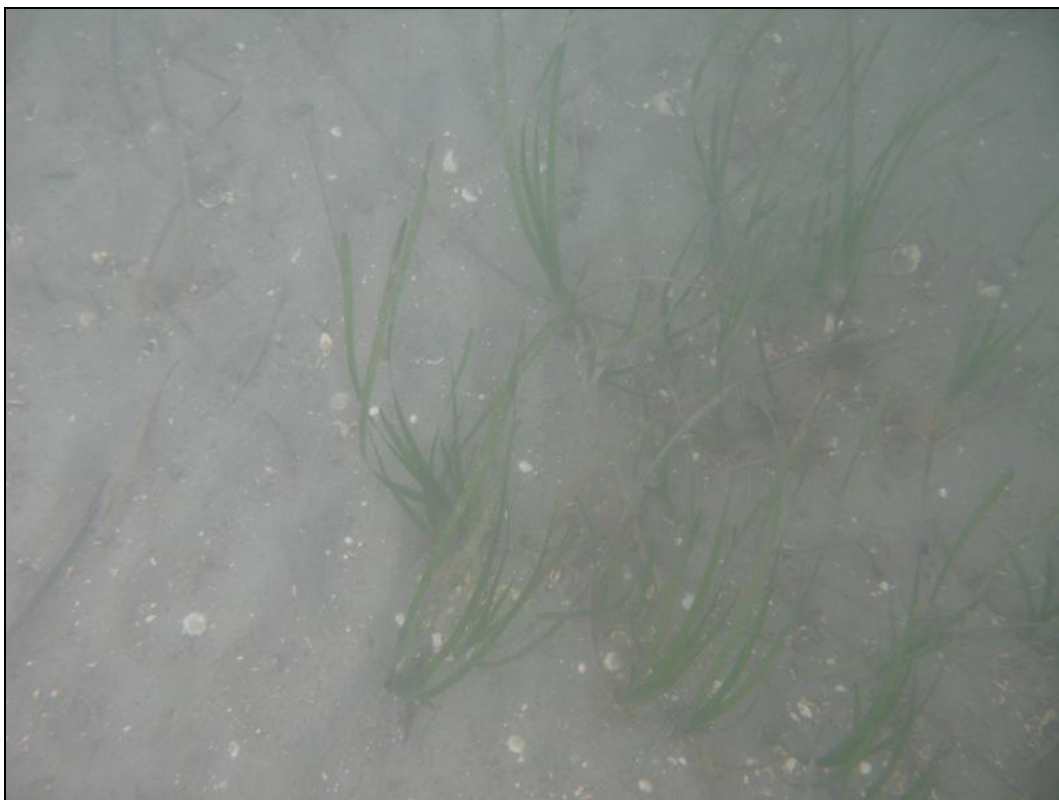
Malamocco, voli aerei 2009-2012. Stazioni M6 e M6-bis: particolare dell'area di campionamento dove sono localizzate le stazioni M6 e M6-bis. È visibile (tra il 2010 e il 2012) l'area dove è stato sversato sedimento limoso-argilloso, che è andato a ricoprire la prateria di *Cymodocea nodosa*.

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



Malamocco, voli aerei 2013-2016. Stazioni M6 e M6-bis: particolare dell'area di campionamento dove sono localizzate le stazioni M6 e M6-bis. È visibile (tra il 2014 e il 2016) come l'area dell'ex-stazione M6, si stia gradualmente ricolonizzando.

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



Malamocco, stazione M4-bis: in lato, dettagli del sedimento, in estate, dove sono visibili segni di ricolonizzazione dei ciuffi di *Cymodocea nodosa* e, in basso, alcuni giovani ciuffi di *Zostera marina*.

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 colori verde e rosso impiegati nelle tabelle per evidenziare l'incremento o il decremento delle variabili considerate non devono essere necessariamente interpretati in senso positivo (verde) o negativo (rosso). Per alcuni parametri l'incremento (verde) è certamente sinonimo di stabilità o miglioramento dello stato ecologico (ad es. lunghezza e larghezza fogliare), mentre per altri l'incremento o il decremento rispetto ai range guida non è di semplice interpretazione perché, in risposta ai fattori esterni, alcuni parametri possono rispondere in modo antagonista.

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; 2005b).
- (4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

CORILA

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

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/11 (anno 2015-16, 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	967	1082	1119	884-1436	803	1156	930	1321-2697	1566	1801	1048
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	0	0-48	0	12	3
Copertura prateria (%)	70-80	100	100	100	90-100	100	100	100	90-100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	30,9-45,1	44,3	100,7	52,8	20,6-42,6	31,0	93,5	55,7	17,7-41,7	39,8	90,5	64,2
Lunghezza ligula (cm)	6,1-11,8	11,0	14,8	9,7	7,8-10,3	7,6	14,4	10,3	6,5-8,6	9,4	15,8	11,0
N. foglie/ciuffo	1,3-4,4	2,6	3,7	2,0	1,3-2,7	2,6	3,6	1,8	1,8-3,5	2,5	3,5	2,0
LAI (Leaf Area Index)	0,5-6,0	1,9	11,0	2,5	0,5-3,8	1,2	9,6	1,9	0,7-9,9	2,7	14,1	2,9
% parte viva ciuffo	88,4-99,9	99,8	99,8	99,8	92,3-99,7	99,7	99,8	99,8	98,7-99,9	99,7	99,9	99,8
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	15	16	14	11-36	11	16	20	13-30	16	18	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,8-16,3	11,8	15,0	13,2	8,2-17,5	8,7	14,8	17,7	9,0-17,5	12,7	16,1	17,4
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,076-0,471	0,425	0,492	0,281	0,082-0,486	0,529	0,429	0,360	0,109-0,743	0,369	0,412	0,661
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	7,6-47,1	42,5	49,2	28,1	8,2-48,6	52,9	42,9	36,0	10,9-74,3	36,9	41,2	66,1
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	11,4-209,2	24,7	2,5	4,3	20,3-232,2	98,5	1,9	16,6	2,4-313,9	51,6	2,1	11,7

	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	1324	2133	1228	704-1107	989	1104	1200	775-1429	636	961	915
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	0-22	0	0	0	0-3	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-130	0	43	99	0	0	0	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	80-90	100	100	100	90	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	19,6-56,8	33,9	50,6	40,1	22,7-44,2	35,7	62,7	37,4	25,0-60,9	36,7	106,7	54,2
Lunghezza ligula (cm)	6,4-10,2	8,0	7,7	7,8	6,6-9,6	7,8	13,0	9,0	7,7-10,9	8,5	16,0	10,1
N. foglie/ciuffo	1,4-3,4	2,3	3,1	1,8	1,2-3,5	2,5	2,7	1,9	1,6-4,3	2,8	3,6	2,1
LAI (Leaf Area Index)	0,6-7,0	1,8	8,0	1,8	0,5-3,4	1,6	3,9	1,7	0,6-6,4	1,1	9,8	2,2
% parte viva ciuffo	98,2-99,8	99,6	99,8	99,8	98,6-99,6	99,7	99,7	99,8	98,5-99,9	99,7	99,9	99,8
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	16	13	17	12-23	15	12	16	16-29	13	16	19
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	6,8-13,9	11,8	11,6	16,3	8,5-13,1	10,7	11,3	14,3	10,2-15,7	11,3	13,1	17,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,114-0,328	0,236	0,329	0,423	0,172-0,440	0,194	0,175	0,174	0,090-0,682	0,324	0,472	0,897
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	11,4-32,8	23,6	32,9	42,3	17,2-44,0	19,4	17,5	17,4	9,0-68,2	32,4	47,2	89,7
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	3,4-172,3	5,1	3,4	7,6	5,8-209,4	4,2	0,8	5,9	9,1-207,1	19,6	1,8	11,0

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	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	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	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	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	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	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	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	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	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	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	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	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	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	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.6.72 B/10 (anno 2014-15).

	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)	822	1020	915	1745	1327	1810	1398	1621	977	1345	846	1001
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	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	0	0	6	0	78	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	33,3	78,0	41,3	89,6	32,8	84,1	36,9	75,8	42,4	61,3	40,2	88,2
Lunghezza ligula (cm)	7,9	15,1	8,9	17,6	7,2	15,5	8,5	15,2	9,5	14,2	9,4	16,4
N. foglie/ciuffo	2,3	3,5	1,9	3,1	2,0	2,8	2,2	3,0	2,1	2,8	1,9	3,1
LAI (Leaf Area Index)	1,2	6,9	2,4	6,7	3,5	8,9	3,1	7,3	2,6	3,5	1,2	5,9
% parte viva ciuffo	99,3	99,9	99,8	99,9	99,7	99,9	99,7	99,8	99,4	99,8	99,6	99,8
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	20	23	17	22	16	19	13	21	13	15	16	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	15,2	18,0	12,8	16,9	12,8	16,9	10,6	18,4	11,6	13,7	13,2	14,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,273	0,648	0,221	0,510	0,299	0,669	0,269	0,551	0,225	0,620	0,392	0,511
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	27,3	64,8	22,1	51,0	29,9	66,9	26,9	55,1	22,5	62,0	39,2	51,1
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	4,1	19,2	2,7	16,4	4,7	19,8	3,2	14,9	1,5	4,0	3,6	23,2

Tabella A.12 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/11 (anno 2015-16).

	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)	967	1119	803	1156	1048	1801	1228	2133	989	1200	636	961
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	0	0	12	0	99	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	44,3	100,7	31,0	93,5	39,8	90,5	33,9	50,6	35,7	62,7	36,7	106,7
Lunghezza ligula (cm)	9,7	14,8	7,6	14,4	9,4	15,8	7,7	8,0	7,8	13,0	8,5	16,0
N. foglie/ciuffo	2,0	3,7	1,8	3,6	2,0	3,5	1,8	3,1	1,9	2,7	2,1	3,6
LAI (Leaf Area Index)	1,9	11,0	1,2	9,6	2,7	14,1	1,8	8,0	1,6	3,9	1,1	9,8
% parte viva ciuffo	99,8	99,8	99,7	99,8	99,7	99,9	99,6	99,8	99,7	99,8	99,7	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	14	16	11	20	16	20	13	17	12	16	13	19
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	11,8	15,0	8,7	17,7	12,7	17,4	11,6	16,3	10,7	14,3	11,3	17,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,281	0,492	0,360	0,529	0,369	0,661	0,236	0,423	0,174	0,194	0,324	0,897
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	28,1	49,2	36,0	52,9	36,9	66,1	23,6	42,3	17,4	19,4	32,4	89,7
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,5	24,7	1,9	98,5	2,1	51,6	3,4	7,6	0,8	5,9	1,8	19,6

Tabella A.13 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.78/1 (anno 2003).

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	710-1119	884-1436	1321-2697	1225-1931	704-1107	775-1429
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0-12	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (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 BOCCHIE LAGUNARI

Tabella A.14 – 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/11 (anno 2015-16, 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	1259	1829	1463	1225-2189	1798	2176	1876
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	220-326	505	391	298	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0-56	0	0	0	0-25	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-37	96	0	0	0-230	0	0	3	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	80	100	100	90-100	90	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	26,3-46,5	83,0	48,9	43,3	18,5-74,7	30,0	75,3	39,4	12,1-46,8	22,9	61,9	24,1
Lunghezza ligula (cm)	6,3-8,4	17,3	8,1	8,4	6,7-13,6	6,8	13,5	9,0	4,8-9,3	5,7	11,2	5,7
N. foglie/ciuffo	3,8-4,2	4,5	3,5	3,2	1,6-3,9	2,8	2,6	1,9	1,8-3,8	2,5	2,8	1,8
LAI (Leaf Area Index)	0,7-2,3	6,6	2,0	0,9	1,0-13,1	1,6	9,1	2,2	0,4-8,8	1,4	9,7	1,3
% parte viva ciuffo	94,6-97,8	99,8	99,6	99,7	98,0-99,9	99,6	99,9	99,8	98,0-99,8	99,4	99,8	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	15-21	9	16	11	15-29	15	16	17	15-30	11	11	13
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,0-14,3	7,9	13,3	9,6	11,7-16,3	11,9	13,0	15,6	12,2-16,7	8,7	9,7	11,4
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,045-0,089	0,111	0,535	0,109	0,105-0,889	0,341	0,429	0,669	0,181-0,684	0,256	0,692	0,369
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	4,5-8,9	11,1	53,5	10,9	10,5-88,9	34,1	42,9	66,9	18,1-68,4	25,6	69,2	36,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	1,7-7,8	0,6	52,4	6,1	5,6-178,0	9,4	49,7	8,1	2,4-169,5	20,0	44,4	6,1

	B.6.78	M4-bis	M4-bis	M4-bis	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	1584	1671	1175	1265-1875	1389	1693	1699	1442-1931	1448	1646	1597
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	53	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-124	0	34	6	0	0	0	0	0-73	0	28	3
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	13,9-44,6	27,1	57,9	35,0	21,1-41,0	27,4	50,7	32,2	11,6-40,3	18,5	56,0	21,2
Lunghezza ligula (cm)	6,5-9,6	6,6	10,2	8,6	5,5-8,8	6,4	8,2	6,7	4,7-8,6	5,2	9,5	6,8
N. foglie/ciuffo	1,7-3,8	2,8	2,9	1,7	1,3-4,1	2,9	3,0	1,9	1,3-4,3	2,9	3,0	1,6
LAI (Leaf Area Index)	0,3-6,4	1,6	7,5	1,2	0,9-6,1	1,7	7,4	1,7	0,4-8,0	1,0	7,6	0,7
% parte viva ciuffo	98,7-99,9	99,6	99,8	99,8	98,8-99,8	99,6	99,9	99,7	98,6-99,9	99,4	99,8	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	14-29	11	15	10	13-39	16	17	15	13-39	5	12	14
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	11,2-17,8	8,6	14,3	8,9	11,2-23,3	12,4	15,2	13,9	10,5-14,2	4,1	10,8	12,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,166-0,697	0,331	0,841	0,386	0,139-1,039	0,264	0,798	0,476	0,130-0,669	0,290	0,664	0,487
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	16,6-69,7	33,1	84,1	38,6	13,9-103,9	26,4	79,8	47,6	13,0-66,9	2,9	66,4	48,7
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,9-828,3	24,1	44,8	16,5	2,1-181,8	6,0	7,1	9,7	1,0-166,7	0,9	46,2	4,5

Tabella A.15 - 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.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/3 (anno 2007-08).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	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	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	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.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/4 (anno 2008-09).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	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	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	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.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/5 (anno 2009-10).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	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	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	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.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/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.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/7 (anno 2011-12).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6-bis	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	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	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	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.21 - 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	MIN	MAX	MIN	MAX	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	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	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.22 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/9 (anno 2013-14).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6-bis	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	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	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	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.23 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/10 (anno 2014-15).

	M1		M2		M3		M4		M5		M6-bis	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1110	1603	1246	1652	645	1116	1457	2161	1135	1705
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	268	595	0	0	0	0	0	0	0	0	9	158
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	254
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	43	0	50	0	0	0	12	0	124
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	70	90-100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	37,7	69,7	29,2	69,6	26,4	69,6	18,2	26,8	38,9	58,7	21,2	57,1
Lunghezza ligula (cm)	8,4	12,7	8,5	13,4	6,3	13,2	4,0	8,3	7,4	9,9	4,4	10,8
N. foglie/ciuffo	3,9	4,4	1,9	3,4	1,9	4,2	1,9	3,9	2,0	3,7	1,9	3,5
LAI (Leaf Area Index)	1,5	4,9	1,0	6,8	2,0	6,5	0,6	1,3	2,6	7,4	0,7	6,5
% parte viva ciuffo	99,6	99,8	99,5	99,9	99,8	99,8	99,4	99,8	99,7	99,9	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	11	14	15	16	7	16	7	15	14	15	10	12
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,1	10,9	12,2	14,4	7,0	13,2	4,8	11,9	11,7	13,6	6,6	10,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,197	0,571	0,327	0,681	0,305	0,623	0,253	0,622	0,287	0,733	0,191	0,499
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	19,7	51,7	32,7	68,1	30,5	62,3	25,3	62,2	28,7	73,3	19,1	49,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,1	2,7	1,8	9,5	0,9	6,9	2,4	12,0	8,4	12,3	2,1	5,7

Tabella A.24 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/11 (anno 2015-16).

	M1		M2		M3		M4-bis		M5		M6-bis	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	1259	1829	1798	2176	1175	1671	1389	1699	1448	1646
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	298	505	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	96	0	3	0	0	0	34	0	0	0	28
Copertura prateria (%)	90-100	100	100	100	100	100	100	90-100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	43,3	83,0	30,0	75,3	22,9	61,9	27,1	57,9	27,4	50,7	18,5	56,0
Lunghezza ligula (cm)	8,1	17,3	6,8	13,5	5,7	11,2	6,6	10,2	6,4	8,2	5,2	9,5
N. foglie/ciuffo	3,2	4,5	1,9	2,8	1,8	2,8	1,7	2,9	1,9	3,0	1,6	3,0
LAI (Leaf Area Index)	0,9	6,6	1,6	9,1	1,3	9,7	1,2	7,5	1,7	7,4	0,7	7,6
% parte viva ciuffo	99,6	99,8	99,6	99,9	99,4	99,8	99,6	99,8	99,6	99,9	99,4	99,8
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	16	15	17	11	13	10	15	15	17	5	14
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	7,9	13,3	11,9	15,6	8,7	11,4	8,6	14,3	12,4	15,2	4,1	12,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,109	0,535	0,341	0,669	0,256	0,692	0,331	0,841	0,264	0,798	0,290	0,664
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	10,9	53,5	34,1	66,9	25,6	69,2	33,1	84,1	26,4	79,8	2,9	66,4
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,6	52,4	8,1	49,7	6,1	44,4	16,5	44,8	6,0	9,7	0,9	46,2

Tabella A.25 - 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

Tabella A.26 – 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/11 (anno 2015-16, 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	1361	1237	1048	1609-2155	1451	1686	1618
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	344-546	508	350	437	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	62	0	0	0	0	53	0	0-28	0	16	12
Copertura prateria (%)	80-90	100	90-100	90	60-100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	30,3-57,5	39,8	38,6	33,1	17,7-77,0	29,9	82,3	30,9	11,4-33,6	23,5	64,6	17,4
Lunghezza ligula (cm)	7,7-11,2	8,1	6,8	7,7	6,8-13,8	8,0	13,9	8,7	4,4-7,4	6,2	12,4	4,1
N. foglie/ciuffo	3,9-4,8	3,9	3,5	4,3	1,2-3,6	2,8	2,8	1,6	1,2-3,9	3,1	3,1	1,8
LAI (Leaf Area Index)	1,4-5,8	2,7	1,5	1,6	0,4-6,2	1,6	7,5	0,9	0,5-8,9	1,3	8,8	0,8
% parte viva ciuffo	97,9-98,8	99,7	99,1	99,7	97,5-100	99,6	99,9	99,6	92,0-99,0	99,5	99,8	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	12-23	8	16	14	19-38	15	15	14	12-28	12	13	12
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	6,7-12,5	6,7	12,7	10,8	15,3-17,2	9,2	13,0	12,2	7,8-14,5	9,3	11,0	10,3
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,027-0,456	0,186	0,426	0,214	0,106-0,279	0,217	0,530	0,293	0,111-0,304	0,262	0,302	0,399
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	2,7-45,6	18,6	42,6	21,4	10,6-27,9	21,7	53,0	29,3	11,1-30,4	26,2	30,2	39,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,1-29,6	0,1	5,3	2,1	2,7-69,5	23,0	1,5	5,6	0,7-91,5	33,0	1,3	10,2

	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	1383	1507	1429	1085-1383	1144	1175	1231	1045-1423	1364	1404	1544
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	0	0	0	22	0	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	33,5	81,1	35,2	16,9-75,8	32,3	84,8	51,5	19,2-68,8	29,7	85,1	37,7
Lunghezza ligula (cm)	6,9-16,0	7,8	14,9	9,6	8,2-15,3	8,2	15,3	11,3	8,1-14,8	8,2	16,2	9,9
N. foglie/ciuffo	1,5-3,5	3,1	2,8	1,5	1,1-4,0	2,5	2,9	1,7	1,4-3,3	2,7	3,0	1,6
LAI (Leaf Area Index)	0,7-11,9	2,1	9,2	1,3	0,6-15,1	1,4	7,6	2,2	0,3-9,1	1,6	10,8	1,6
% parte viva ciuffo	97,3-99,9	99,7	99,8	99,6	95,2-99,9	99,6	99,9	99,8	99,1-100	99,6	99,9	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	16-39	16	16	16	20-39	16	20	15	19-44	13	15	15
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	13,0-20,4	11,1	13,8	13,4	13,5-17,8	11,0	15,2	13,2	13,3-19,8	10,2	13,4	13,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,134-0,314	0,367	0,314	0,477	0,049-0,515	0,297	0,579	0,824	0,136-0,498	0,198	0,277	0,389
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	13,4-31,4	36,7	31,4	47,7	4,9-51,5	29,7	57,9	82,4	13,6-49,8	19,8	27,7	38,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,7-197,8	20,0	1,1	7,9	3,2-183,9	9,7	2,6	10,3	5,4-225,6	13,2	0,9	16,1

Tabella A.27 - 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.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/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.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/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.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/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.31 - 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.32 - 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.33 - 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.34 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/9 (anno 2013-14).

	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.35 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/10 (anno 2014-15).

	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	1008	1308	1342	1494	1256	1426	1091	1674	1172	1659
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	397	536	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	0	0	12	0	0	0	3	0	6
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90-100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	59,1	66,9	40,5	83,8	32,6	69,4	45,6	87,1	45,5	79,3	35,1	88,8
Lunghezza ligula (cm)	12,3	13,7	9,5	16,4	6,2	14,4	8,7	19,3	10,9	17,8	9,4	19,3
N. foglie/ciuffo	3,7	4,4	2,0	3,2	1,9	3,3	1,9	3,3	2,0	3,1	2,0	3,2
LAI (Leaf Area Index)	3,7	4,9	2,4	6,7	1,6	8,3	2,1	7,5	2,9	14,2	3,1	11,6
% parte viva ciuffo	99,5	99,8	99,4	99,9	99,5	99,9	99,3	99,9	99,6	99,9	99,8	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	10	13	12	14	7	13	7	18	16	20	13	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	7,8	11,2	9,2	12,1	7,0	11,3	6,3	13,7	13,6	14,4	11,0	17,4
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,186	0,314	0,129	0,409	0,204	0,392	0,265	0,538	0,226	0,483	0,181	0,566
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	18,6	31,4	12,9	40,9	20,4	39,2	26,5	53,8	22,6	48,3	18,1	56,6
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,1	1,3	1,1	4,4	0,5	3,3	0,9	2,6	1,1	11,2	2,8	8,4

Tabella A.36 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.72 B/11 (anno 2015-16).

	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	1048	1361	1451	1686	1383	1507	1144	1231	1364	1544
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	350	508	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	62	0	53	0	16	0	0	0	22	0	0
Copertura prateria (%)	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	33,1	39,8	29,9	82,3	17,4	64,6	33,5	81,1	32,3	84,8	29,7	85,1
Lunghezza ligula (cm)	6,8	8,1	8,0	13,9	4,1	12,4	7,8	14,9	8,2	15,3	8,2	16,2
N. foglie/ciuffo	3,5	4,3	1,6	2,8	1,8	3,1	1,5	3,1	1,7	2,9	1,6	3,0
LAI (Leaf Area Index)	1,5	2,7	0,9	7,5	0,8	8,8	1,3	9,2	1,4	7,6	1,6	10,8
% parte viva ciuffo	99,1	99,7	99,6	99,9	99,5	99,8	99,6	99,8	99,6	99,9	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	8	16	14	15	12	13	16	16	15	20	13	15
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	6,7	12,7	9,2	13,0	9,3	11,0	11,1	13,8	11,0	15,2	10,2	13,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,186	0,426	0,217	0,530	0,262	0,399	0,314	0,477	0,297	0,824	0,198	0,389
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	18,6	42,6	21,7	53,0	26,2	39,9	31,4	47,7	29,7	82,4	19,8	38,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,1	5,3	1,5	23,0	1,3	33,0	1,1	20,0	2,6	10,3	0,9	16,1

Tabella A.37 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le campagne primaverile, estiva ed autunnale dello Studio B.6.78/1 (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

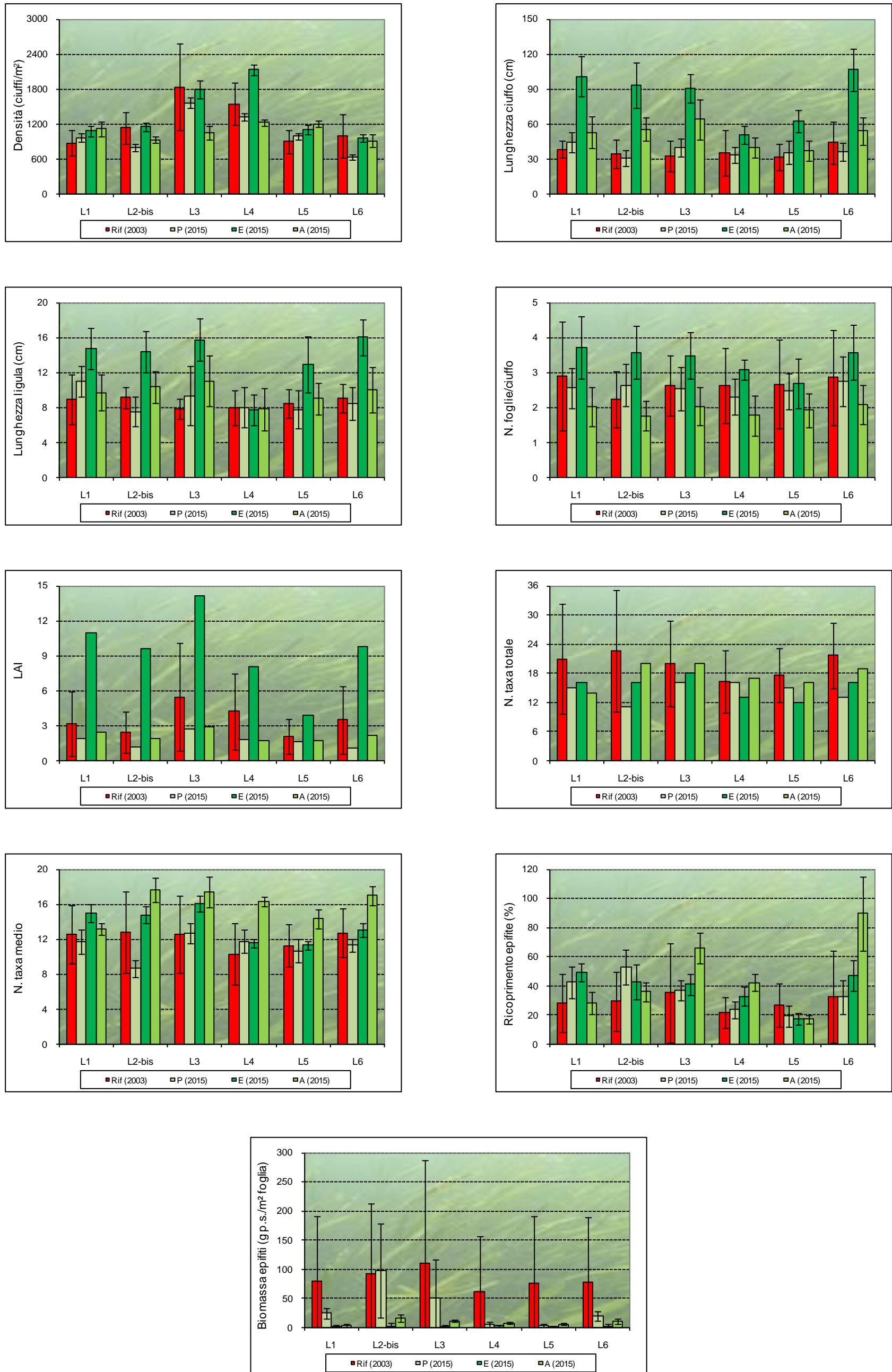


Figura A.1 - Bocca di porto di Lido: rappresentazione grafica e confronto di alcuni indicatori strutturali delle tre stagioni (primavera, estate e autunno) di riferimento del 2003 (Rif-2003) e della Primavera (P), dell'Estate (E) e dell'Autunno (A) 2015.

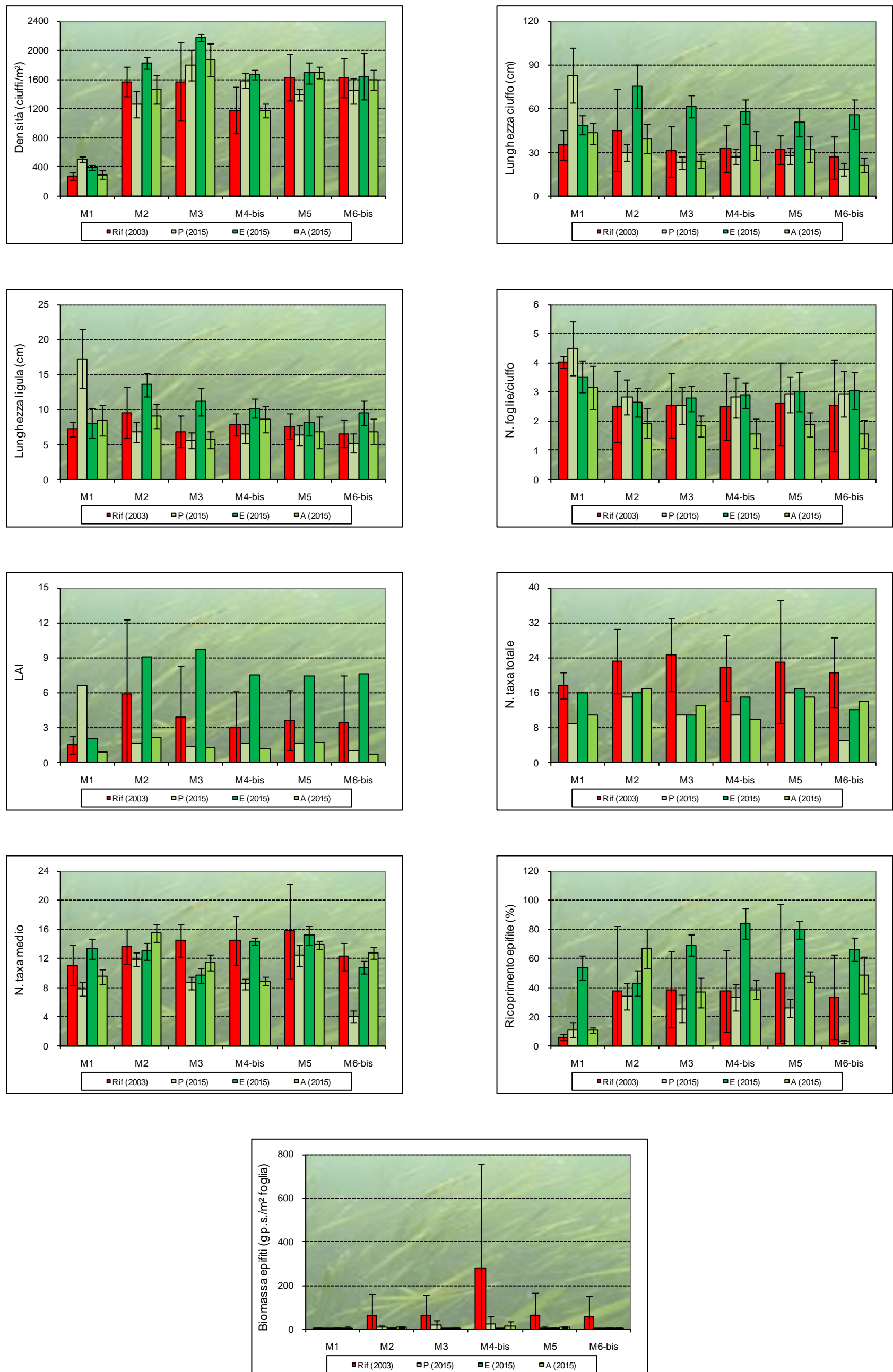


Figura A.2 - Bocca di porto di Malamocco: rappresentazione grafica e confronto di alcuni indicatori strutturali delle tre stagioni (primavera, estate e autunno) di riferimento del 2003 (Rif-2003) e della Primavera (P), dell'Estate (E) e dell'Autunno (A) 2015.

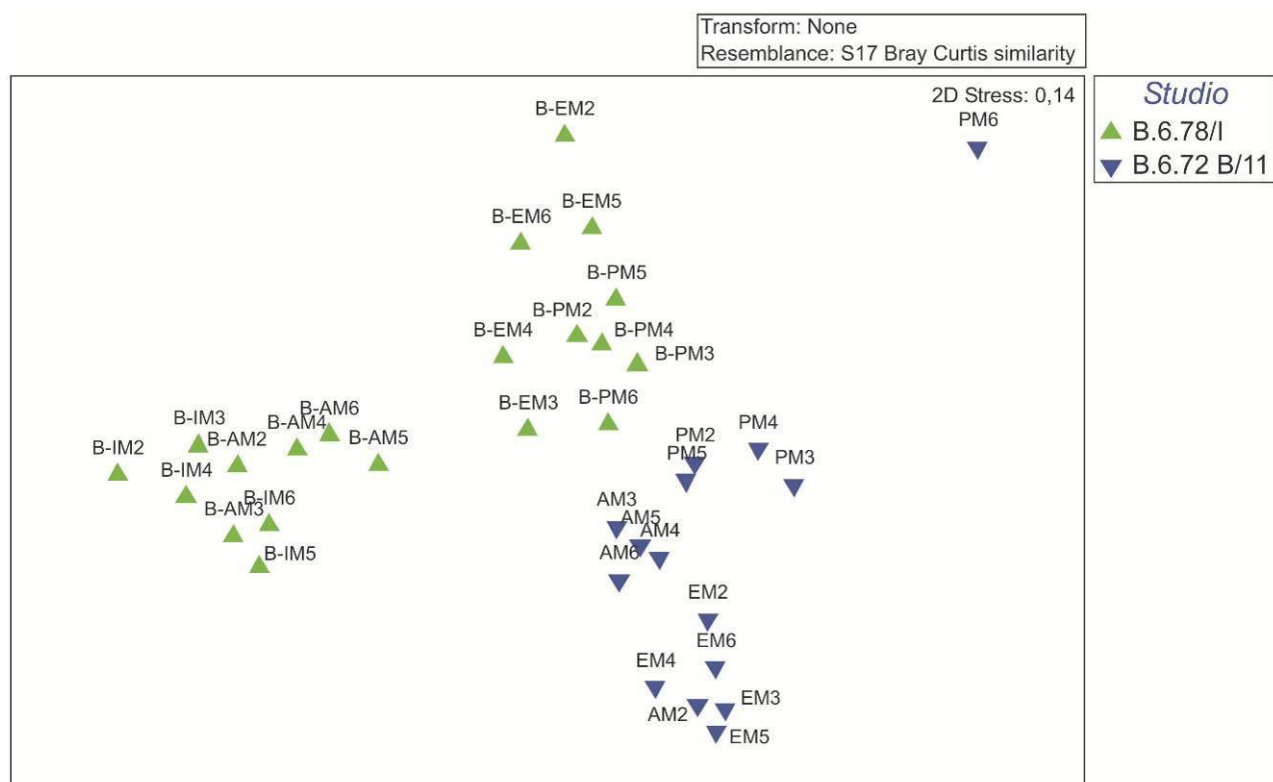


Figura A.3 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento senza trasformazione). (B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/11; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno).

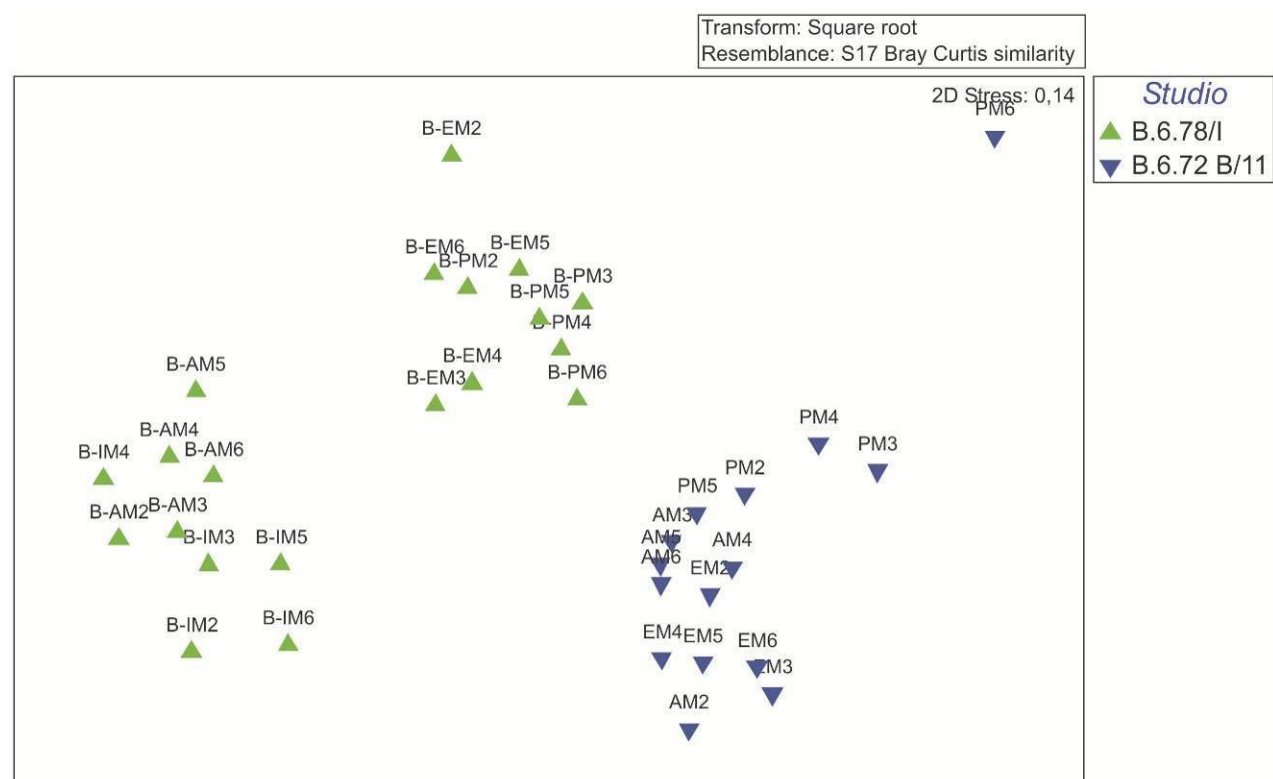


Figura A.4 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata). (B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/11; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno)

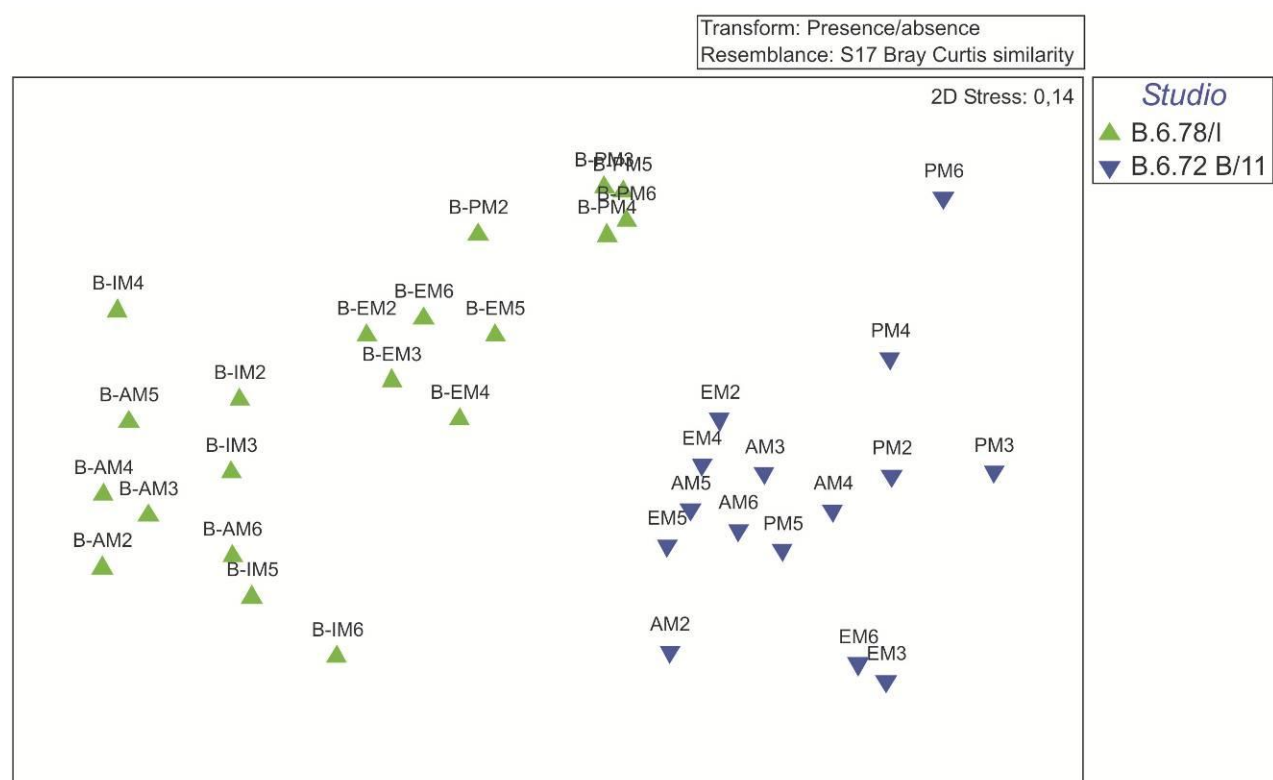


Figura A.5 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (presenza-assenza). (B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/11; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno).

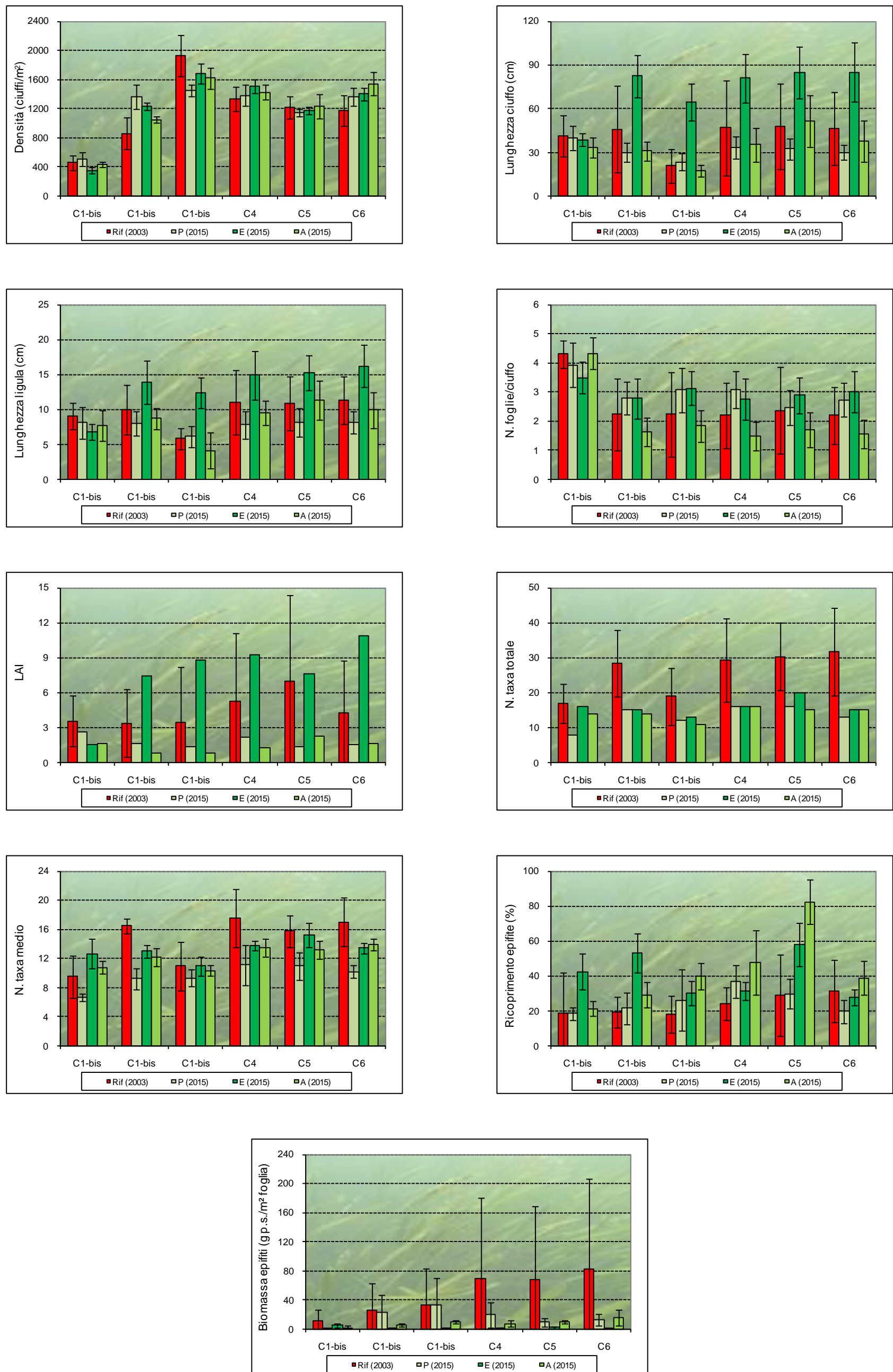


Figura A.6 - Bocca di porto di Chioggia: rappresentazione grafica e confronto di alcuni indicatori strutturali delle tre stagioni (primavera, estate e autunno) di riferimento del 2003 (Rif-2003) e della Primavera (P), dell'Estate (E) e dell'Autunno (A) 2015.

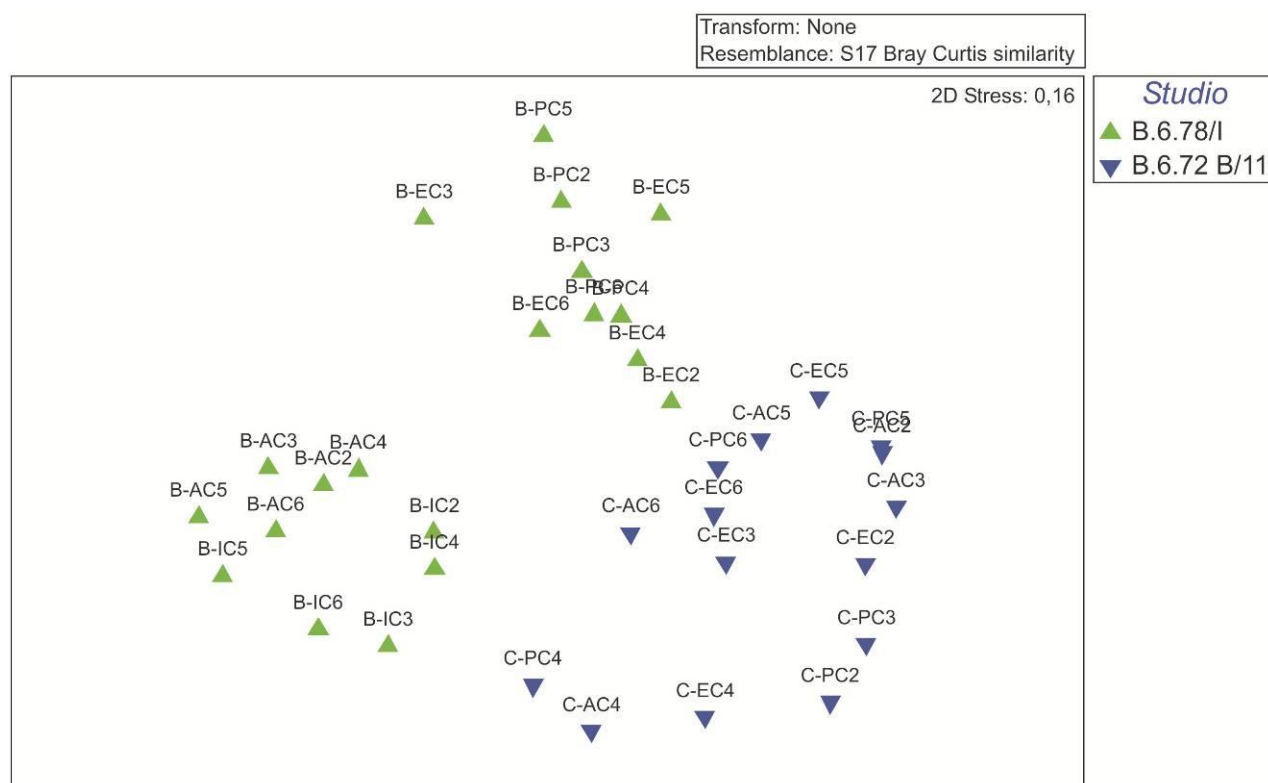


Figura A.7 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento senza trasformazione). (B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/11; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno).

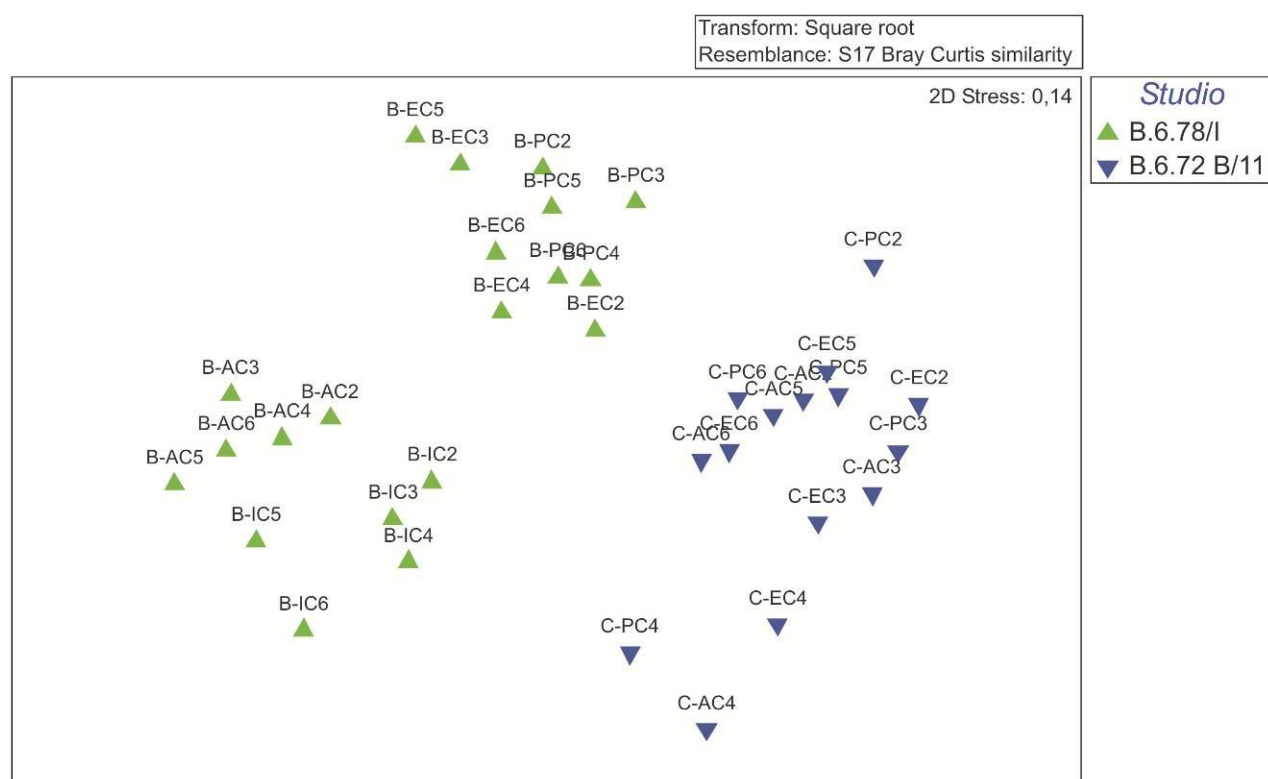


Figura A.8 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata). (B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/11; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno).

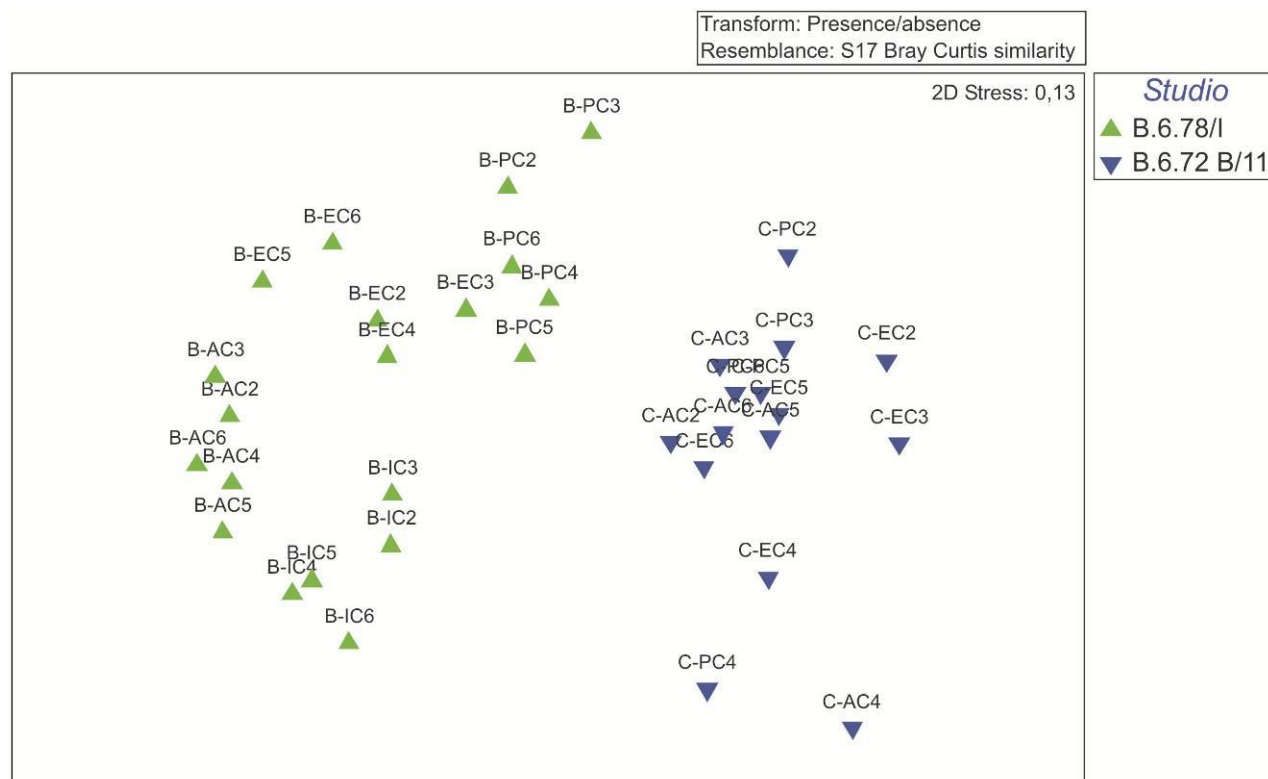


Figura A.9 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (presenza-assenza). (B=B.6.78/I; C=B.6.72 B/11; I=inverno; P=primavera; E=estate; A=autunno).

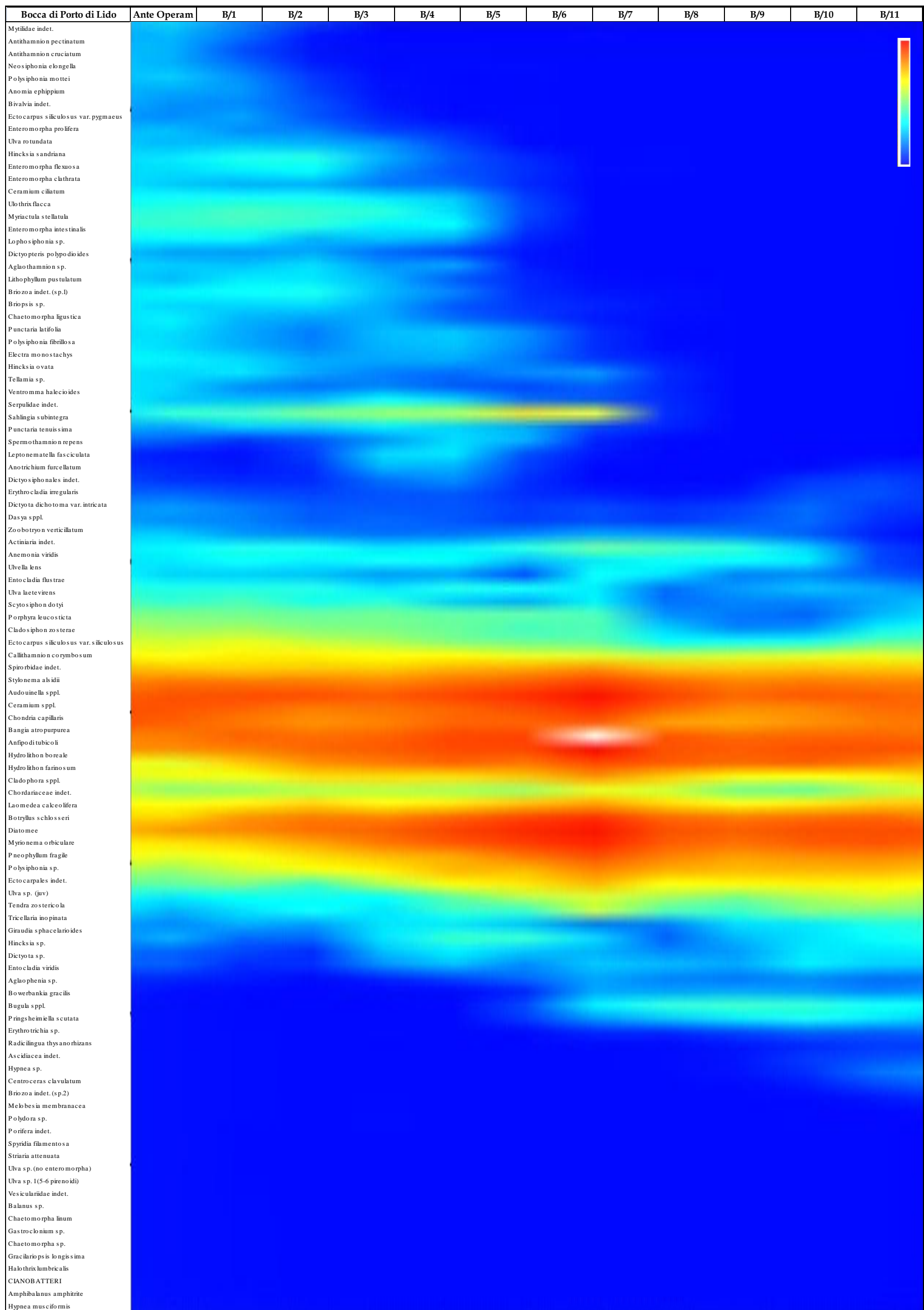


Figura A.10 - Bocca di porto di Lido: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per gli 11 anni di monitoraggio (Ante operam = Studio B.6.78/I; B/1-B/11 = Studi B.6.72 B/1-B/11, 2005-2015). Valori (log+1) trasformati (rosso = massima frequenza; blu = assenza di rilevamenti).

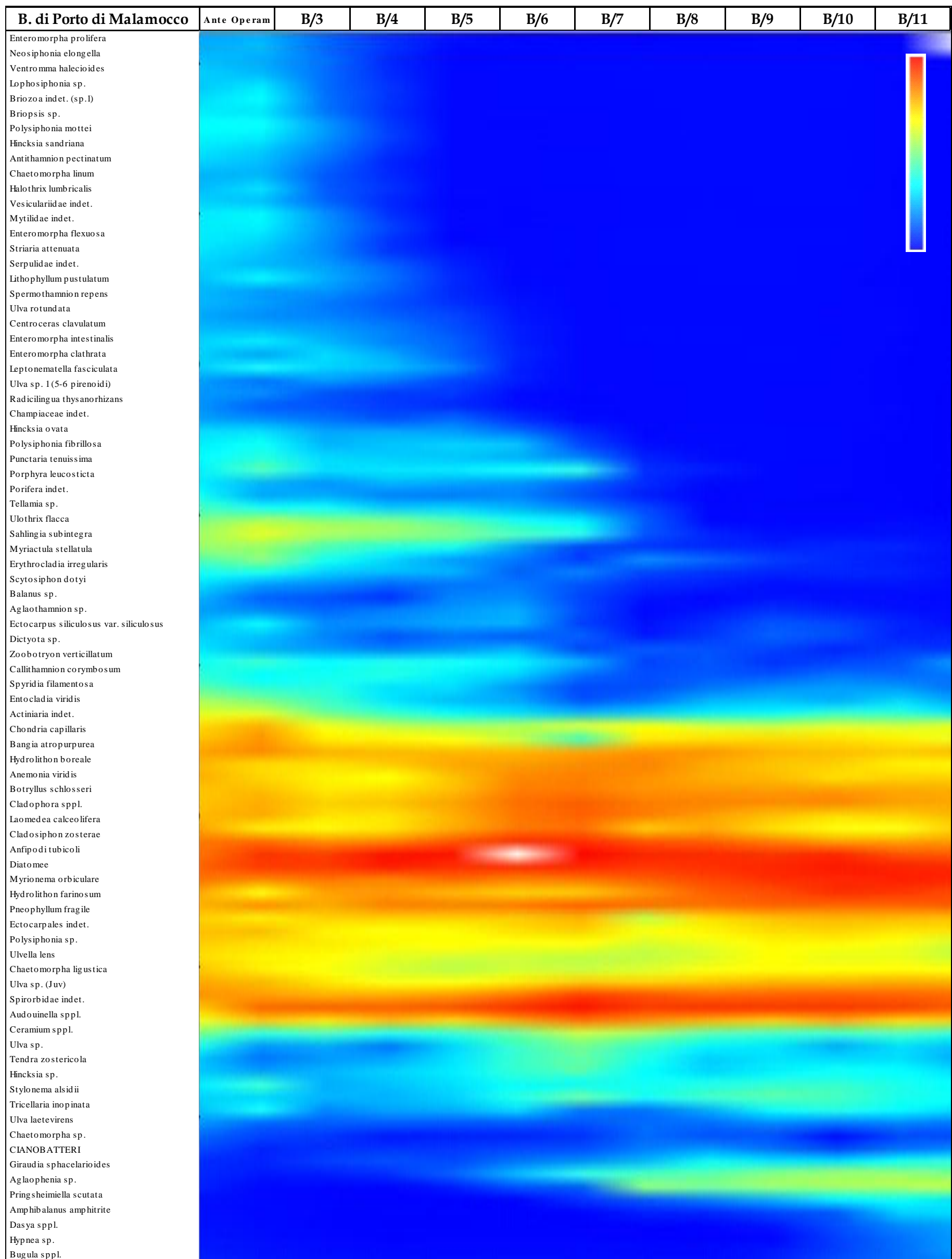


Figura A.11 - Bocca di porto di Malamocco: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per i 9 anni di monitoraggio (*Ante operam* = Studio B.6.78/I; B/3-B/11 = Studi B.6.72 B/1-B/11, 2007-2015). Valori ($\log+1$) trasformati (rosso = massima frequenza; blu = assenza di rilevamenti).

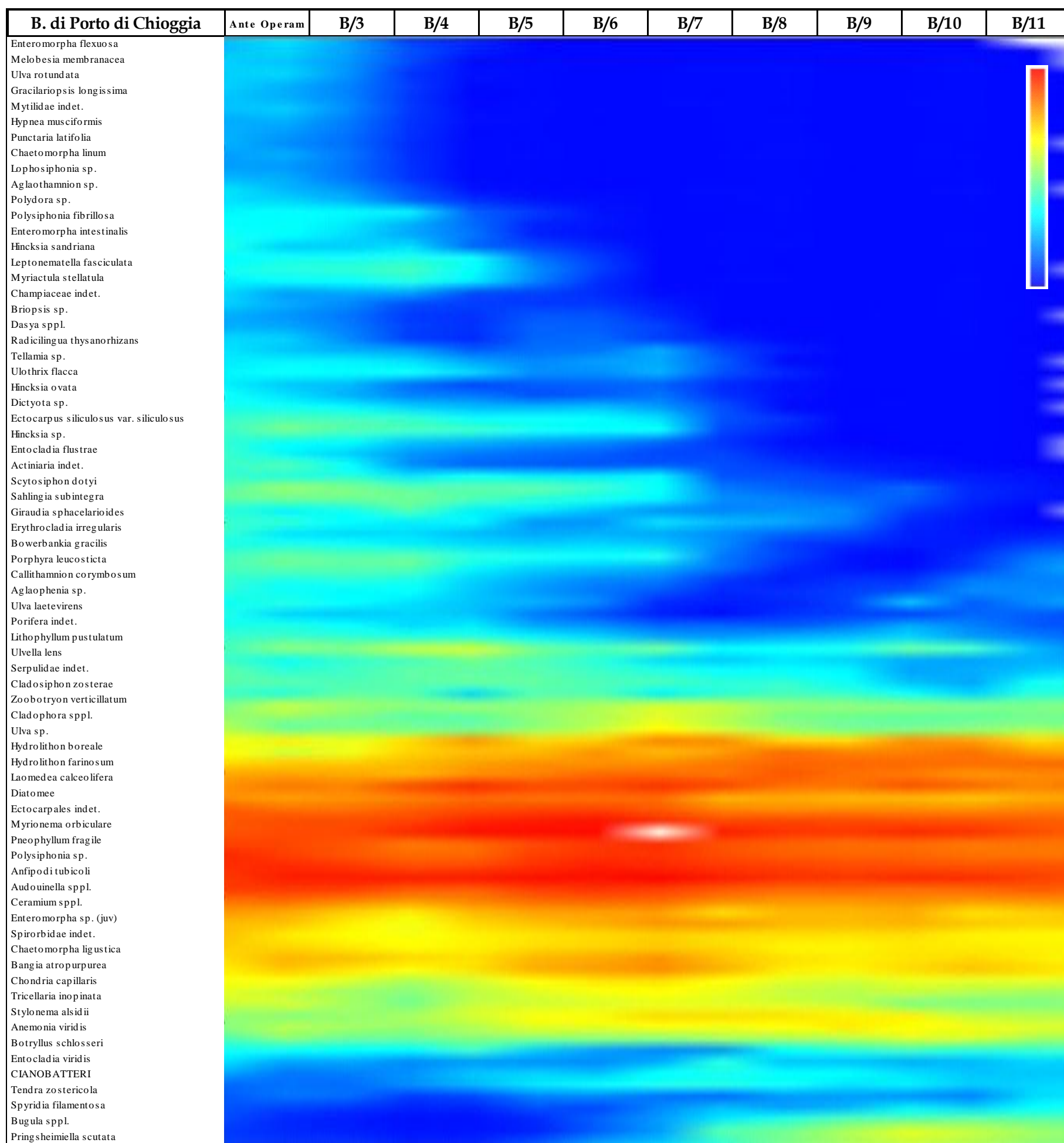


Figura A.12 - Bocca di porto di Chioggia: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per i 9 anni di monitoraggio (*Ante operam* = Studio B.6.78/I; B/3-B/11 = Studi B.6.72 B/1-B/11, 2007-2015). Valori (log+1) trasformati (rosso = massima frequenza; blu = assenza di rilevamenti).

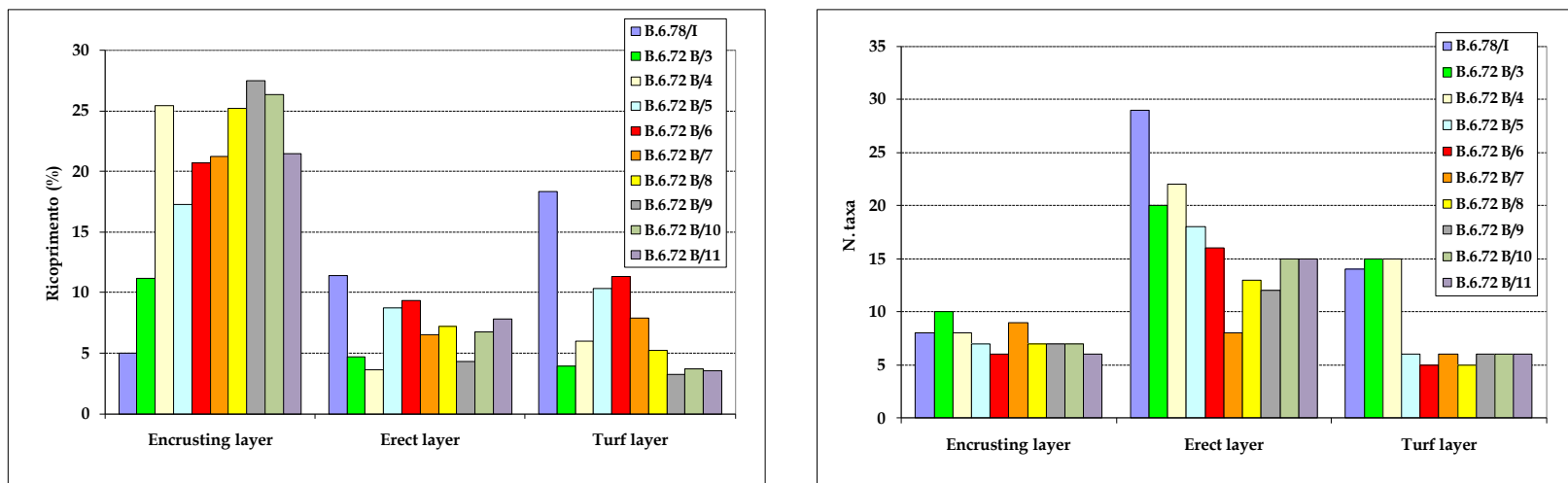


Fig. A.13 - Bocca di porto di Lido: variazioni della comunità epifitica (ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio di *ante operam* e gli ultimi otto monitoraggi (Studi B.6.78 B/3- B/11).

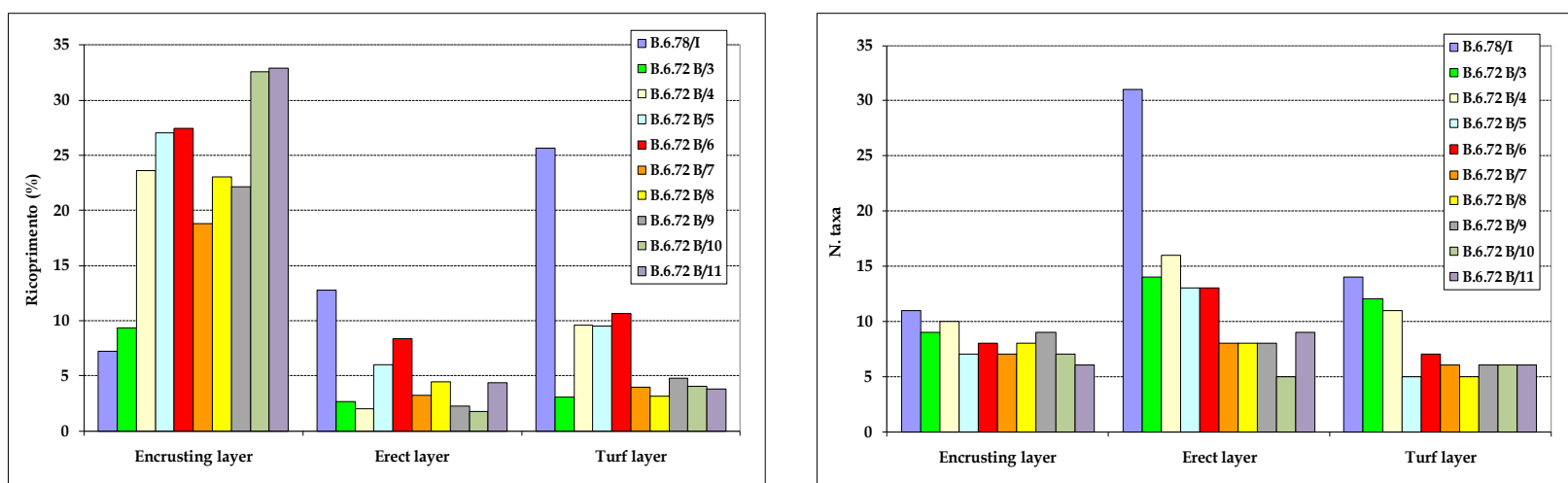


Fig. A.14 - Bocca di porto di Malamocco: variazioni della comunità epifitica, ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio di *ante operam* e gli ultimi otto monitoraggi (Studi B.6.78 B/3- B/11).

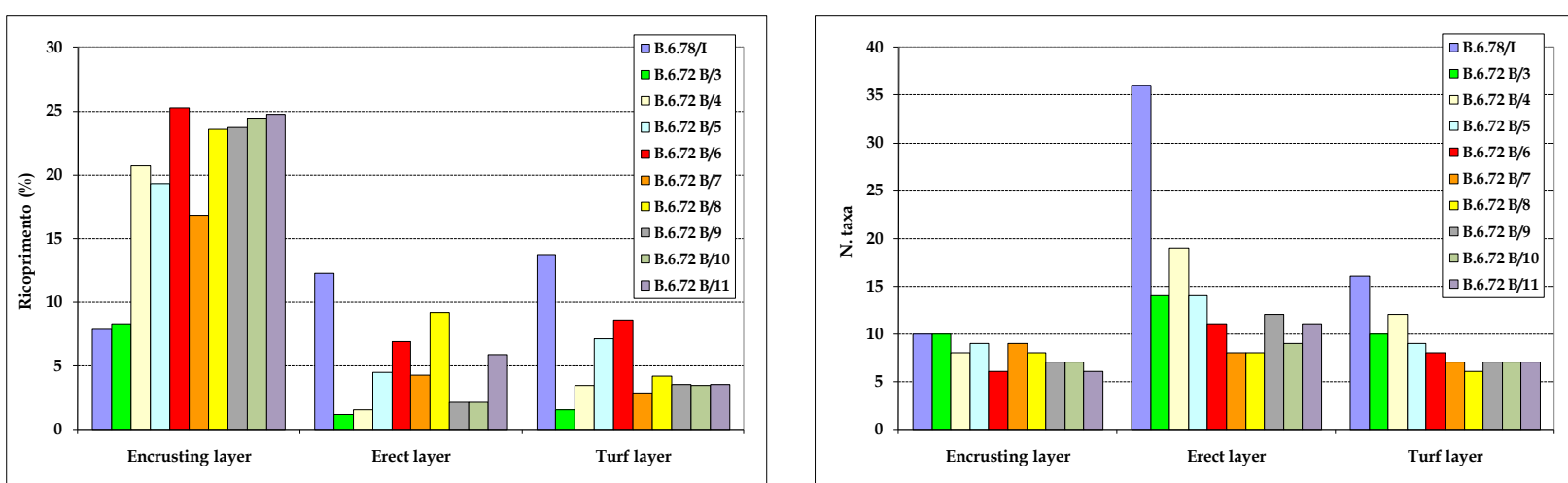


Fig. A.15 - Bocca di porto di Chioggia: variazioni della comunità epifitica, ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio di *ante operam* e gli ultimi otto monitoraggi (Studi B.6.78 B/3- B/11).

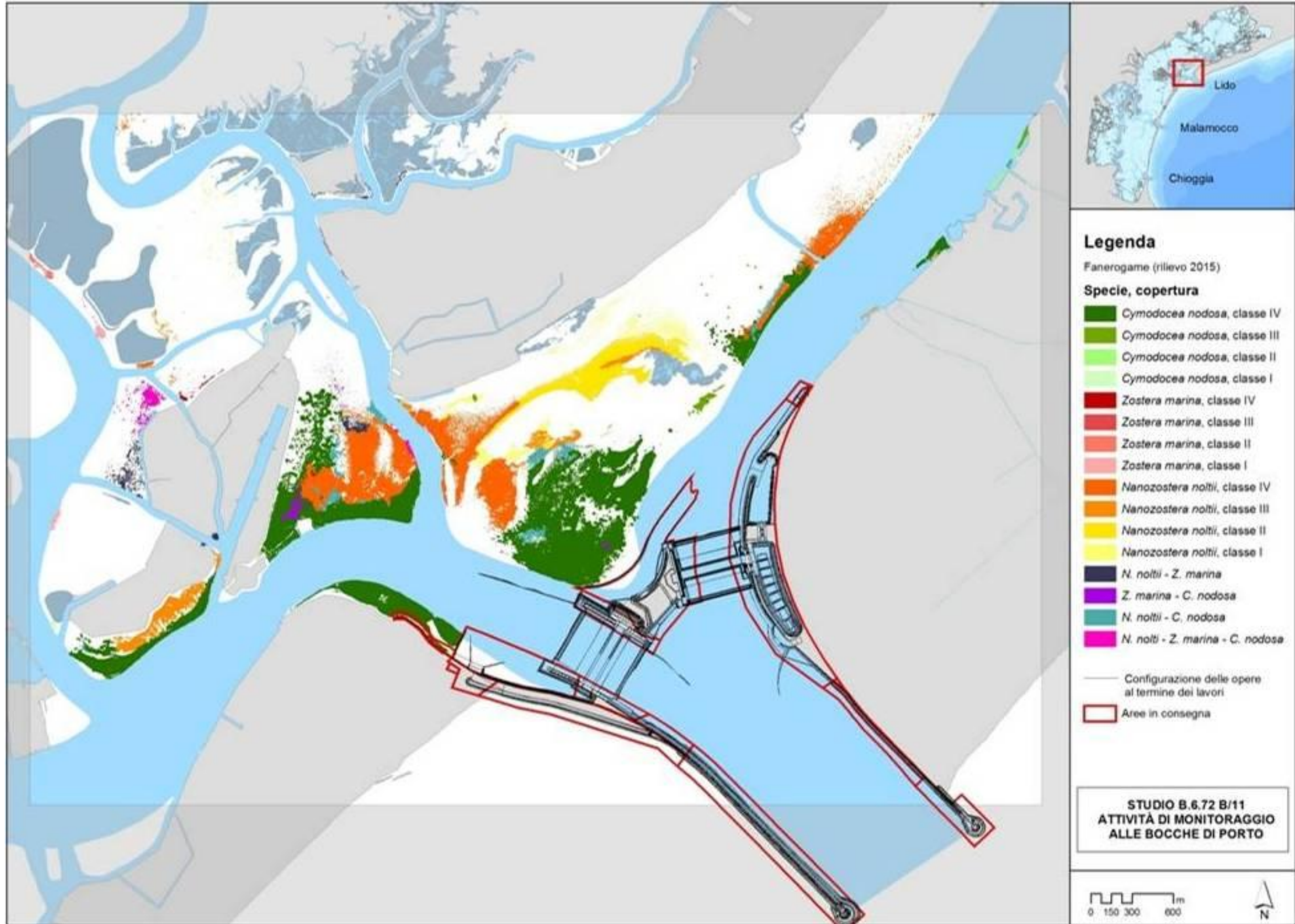


Figura A.16 - Mappatura relativa al 2015 della bocca di porto di Lido.

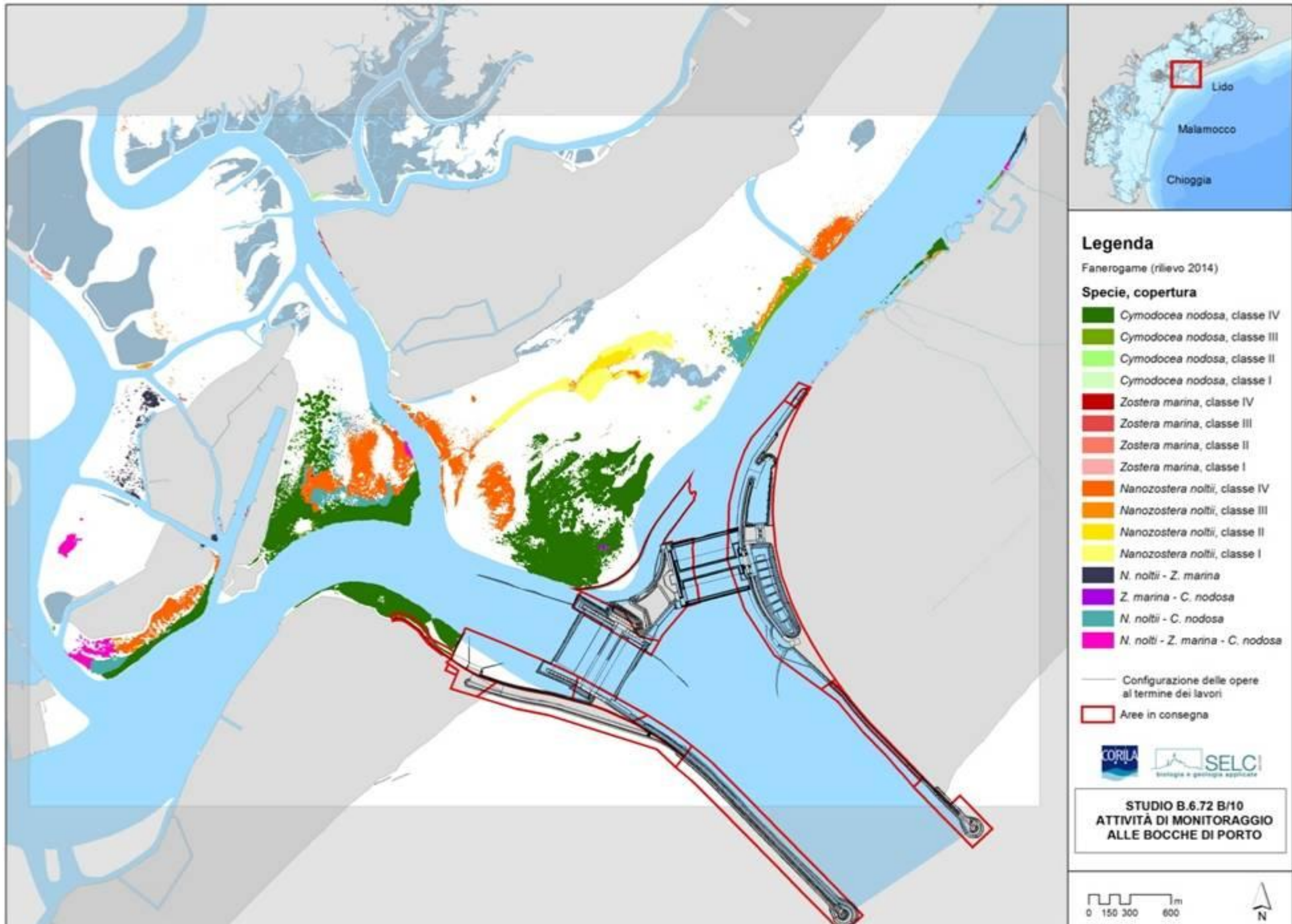


Figura A.17 - Mappatura relativa al 2014 della bocca di porto di Lido.

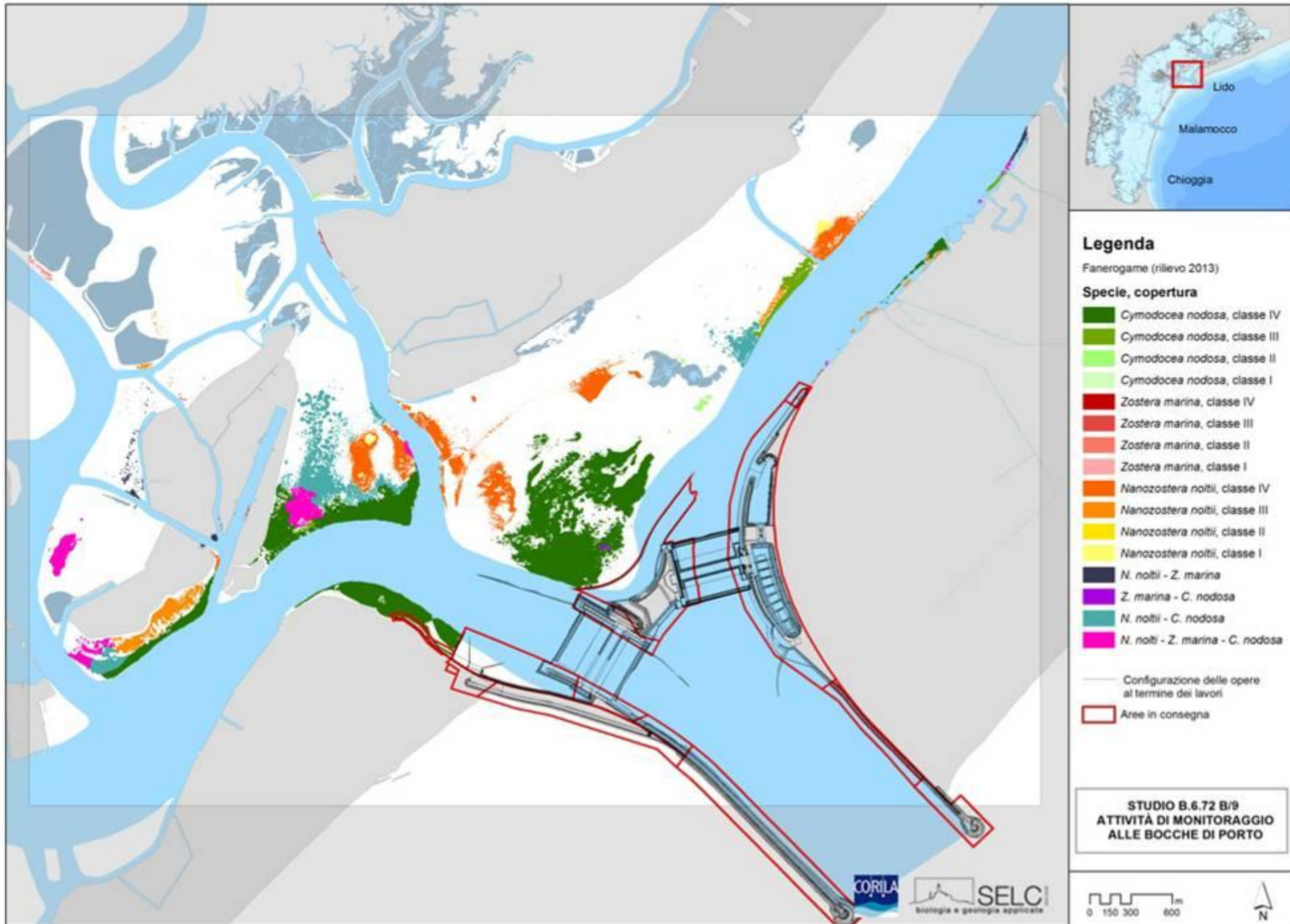


Figura A.18 - Mappatura relativa al 2013 della bocca di porto di Lido.

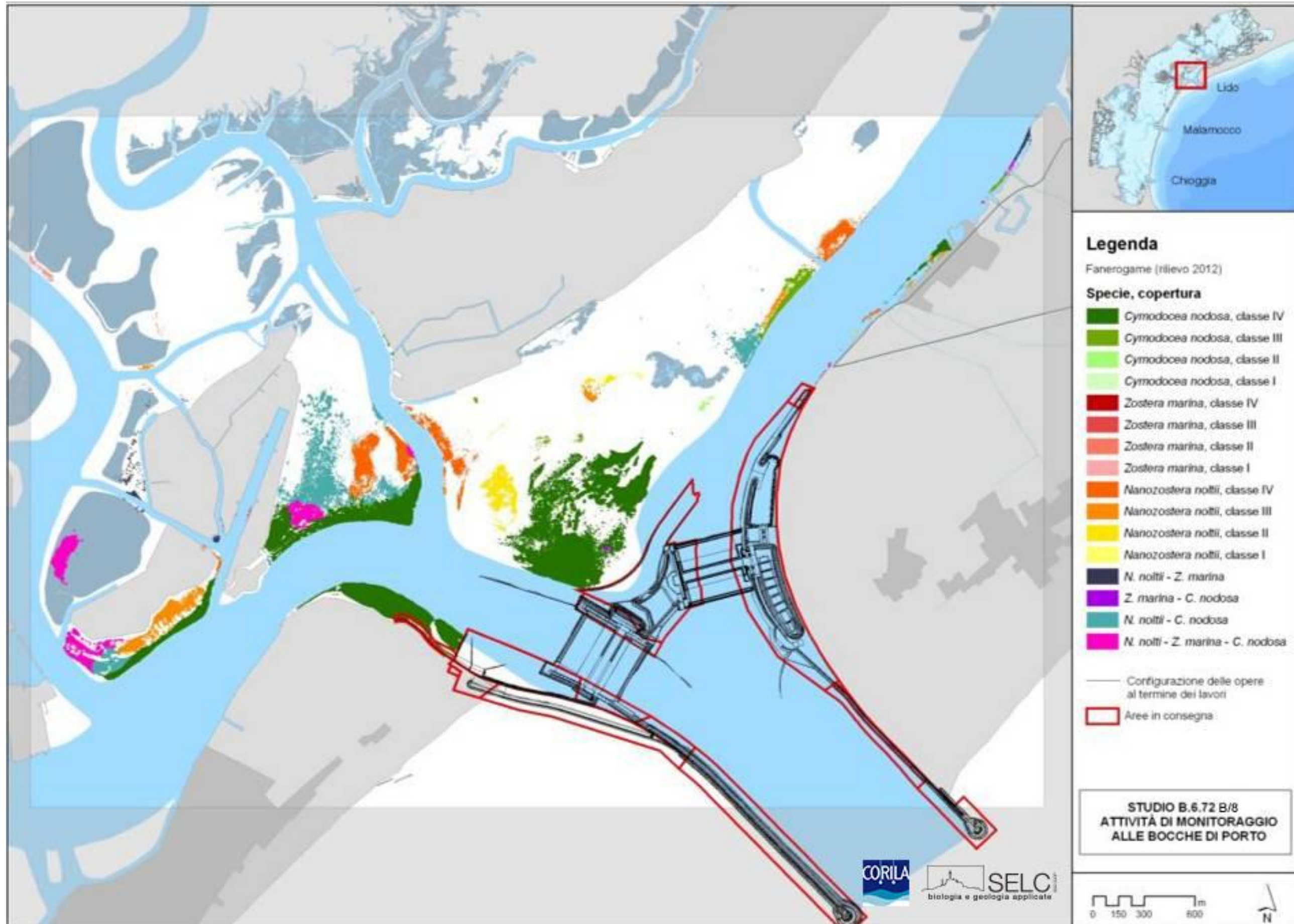


Figura A.19 - Mappatura relativa al 2012 della bocca di porto di Lido.

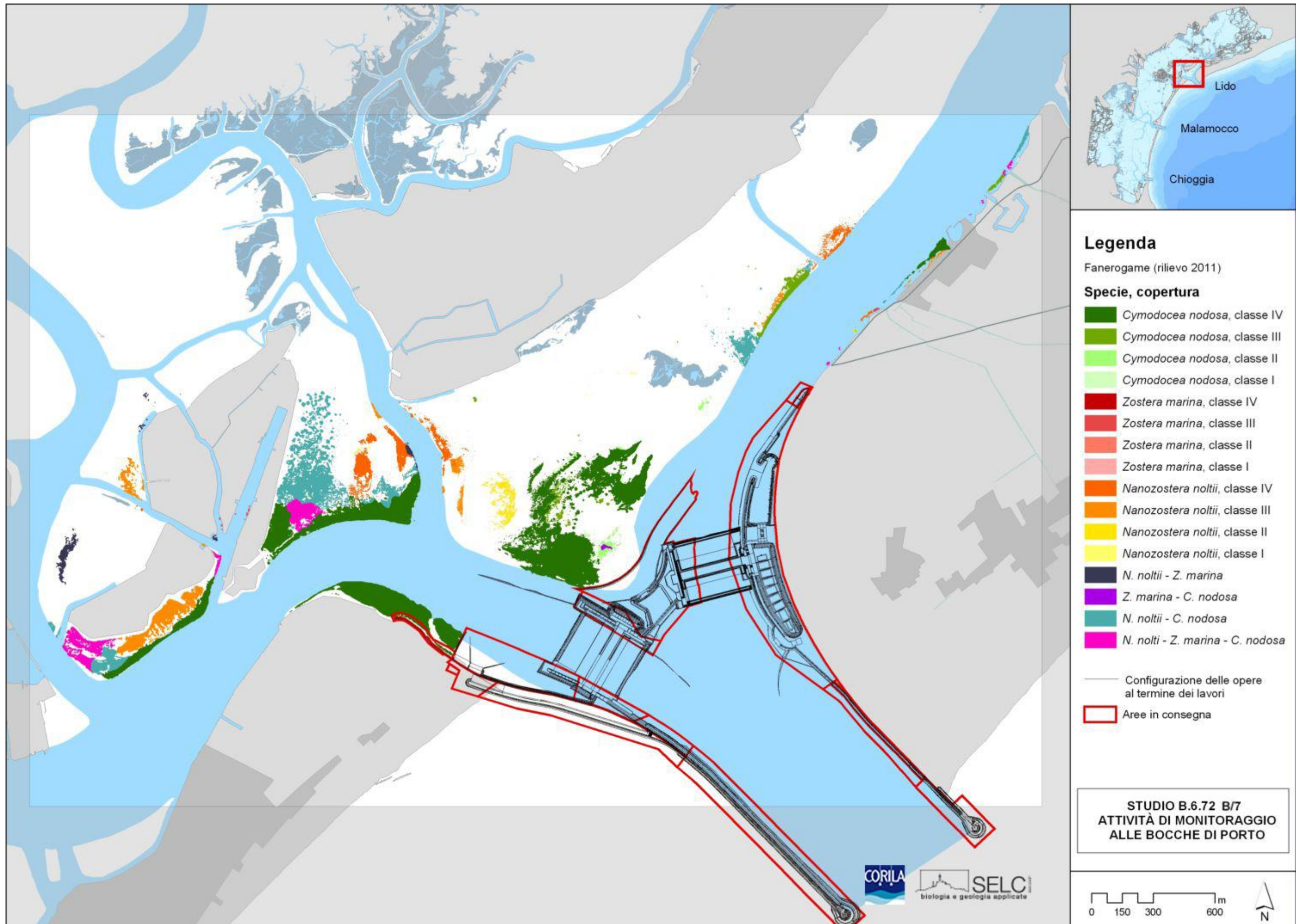


Figura A.20 - Mappatura relativa al 2011 della bocca di porto di Lido.

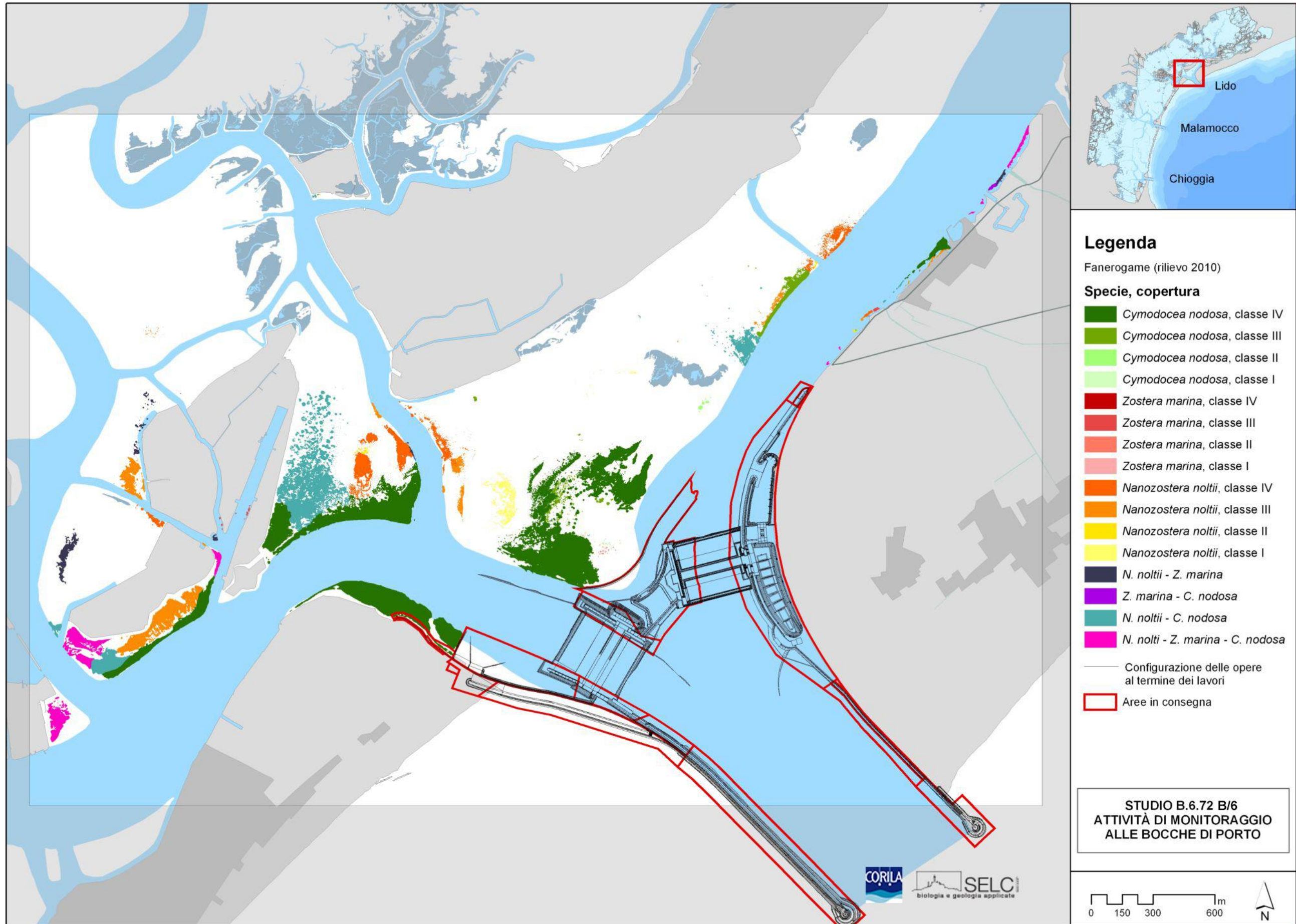


Figura A.21 - Mappatura relativa al 2010 della bocca di porto di Lido.

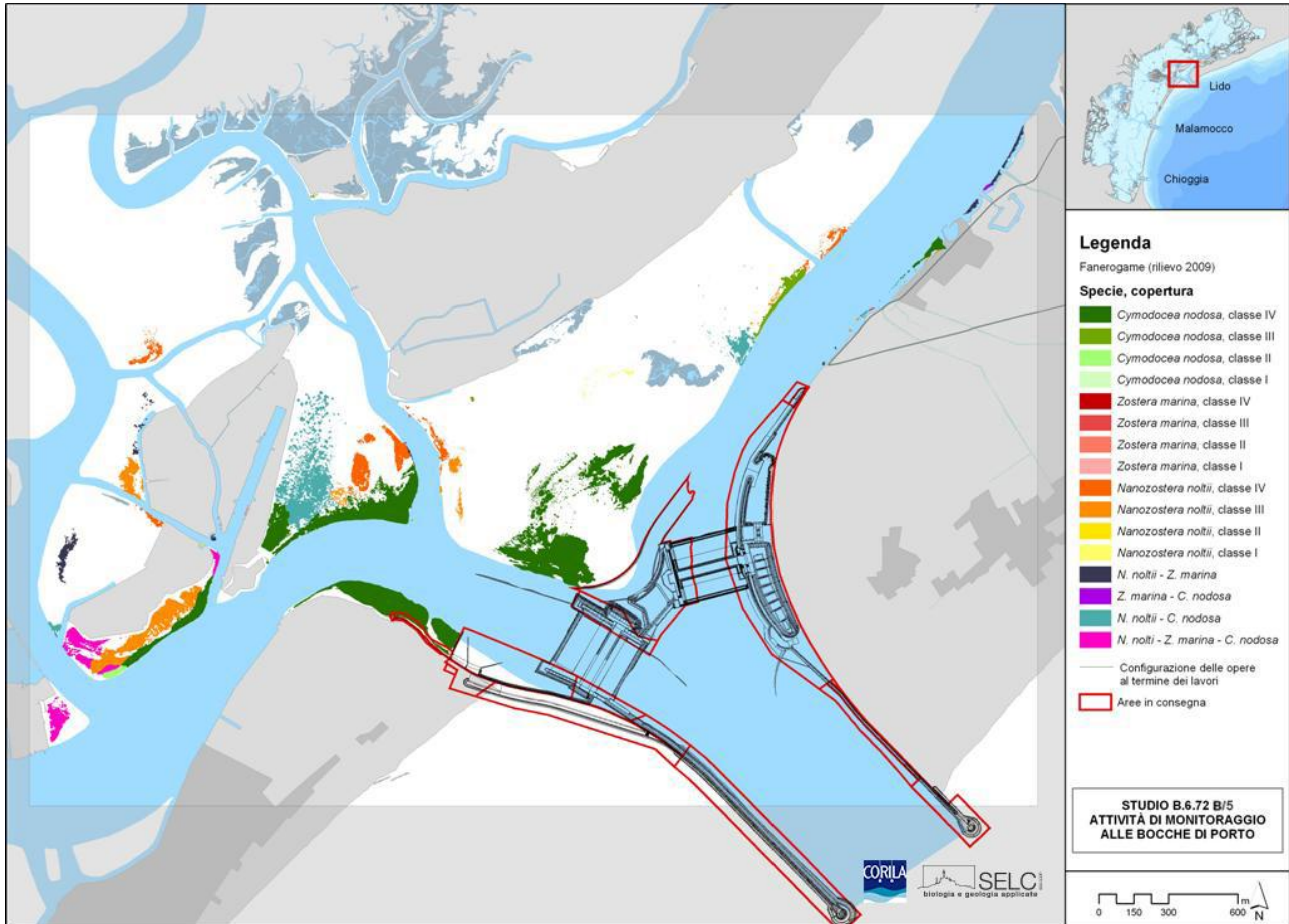


Figura A.22 - Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Lido.

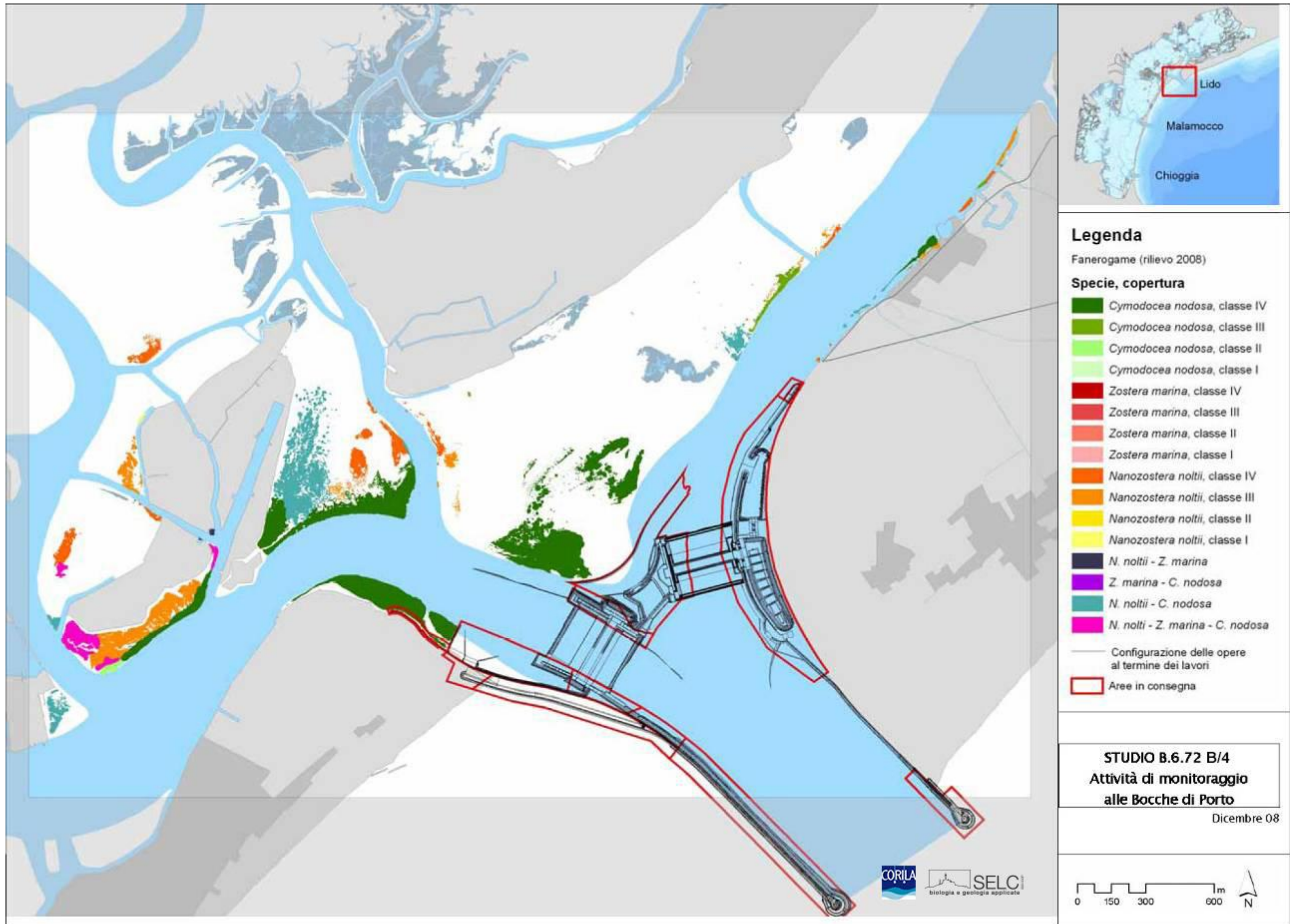


Figura A.23 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Lido.

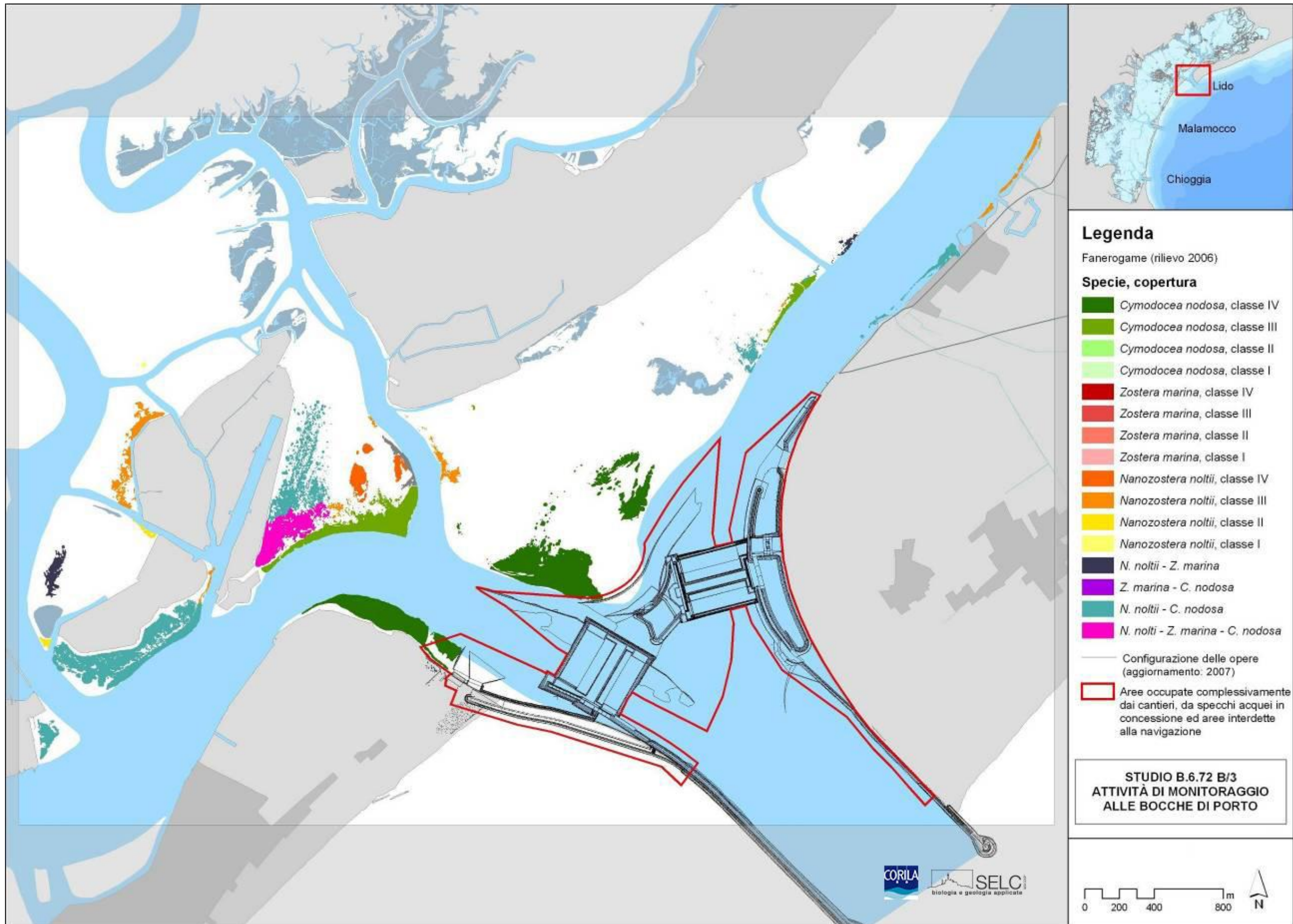


Figura A.24 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Lido.

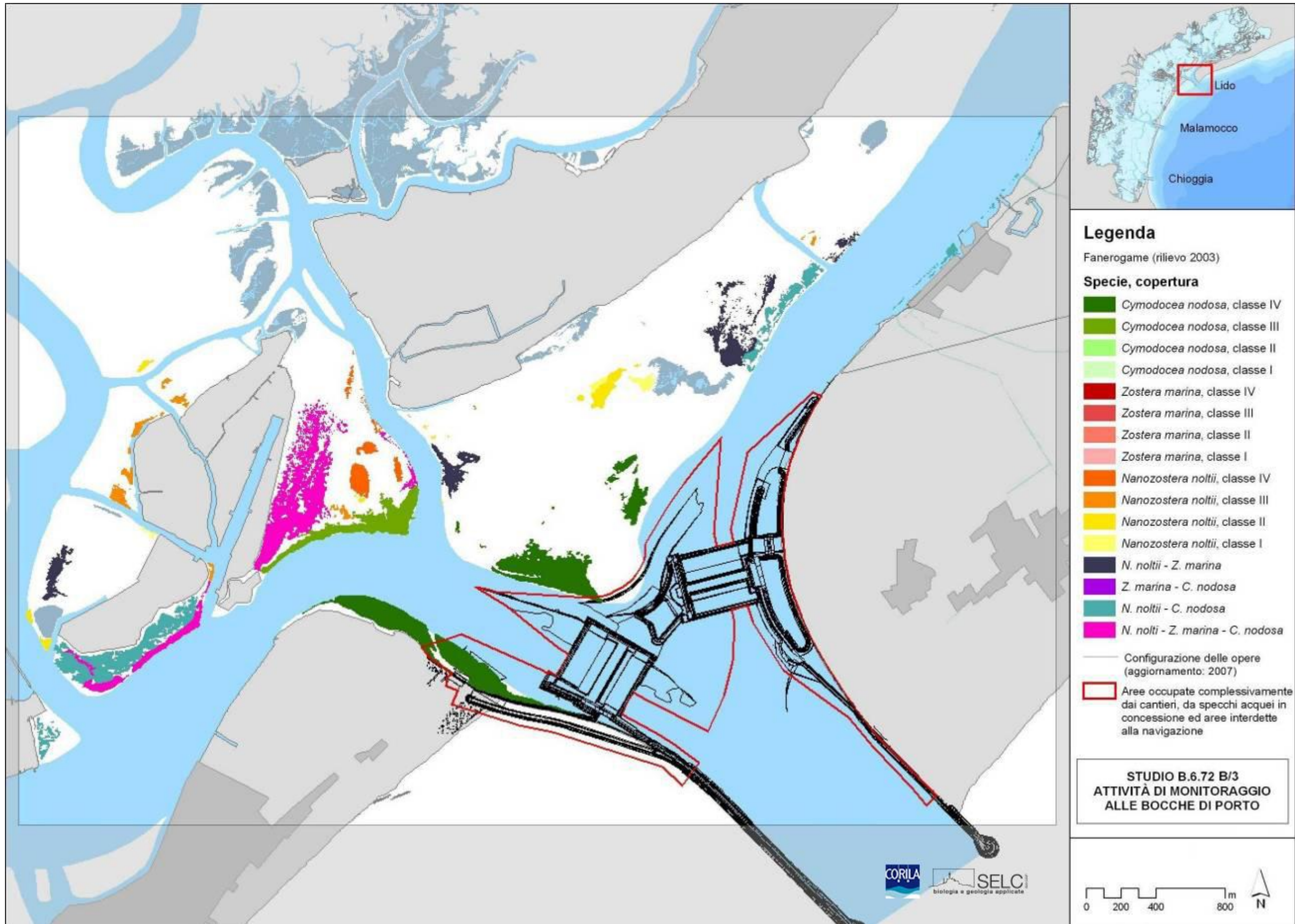


Figura A.25 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Lido.

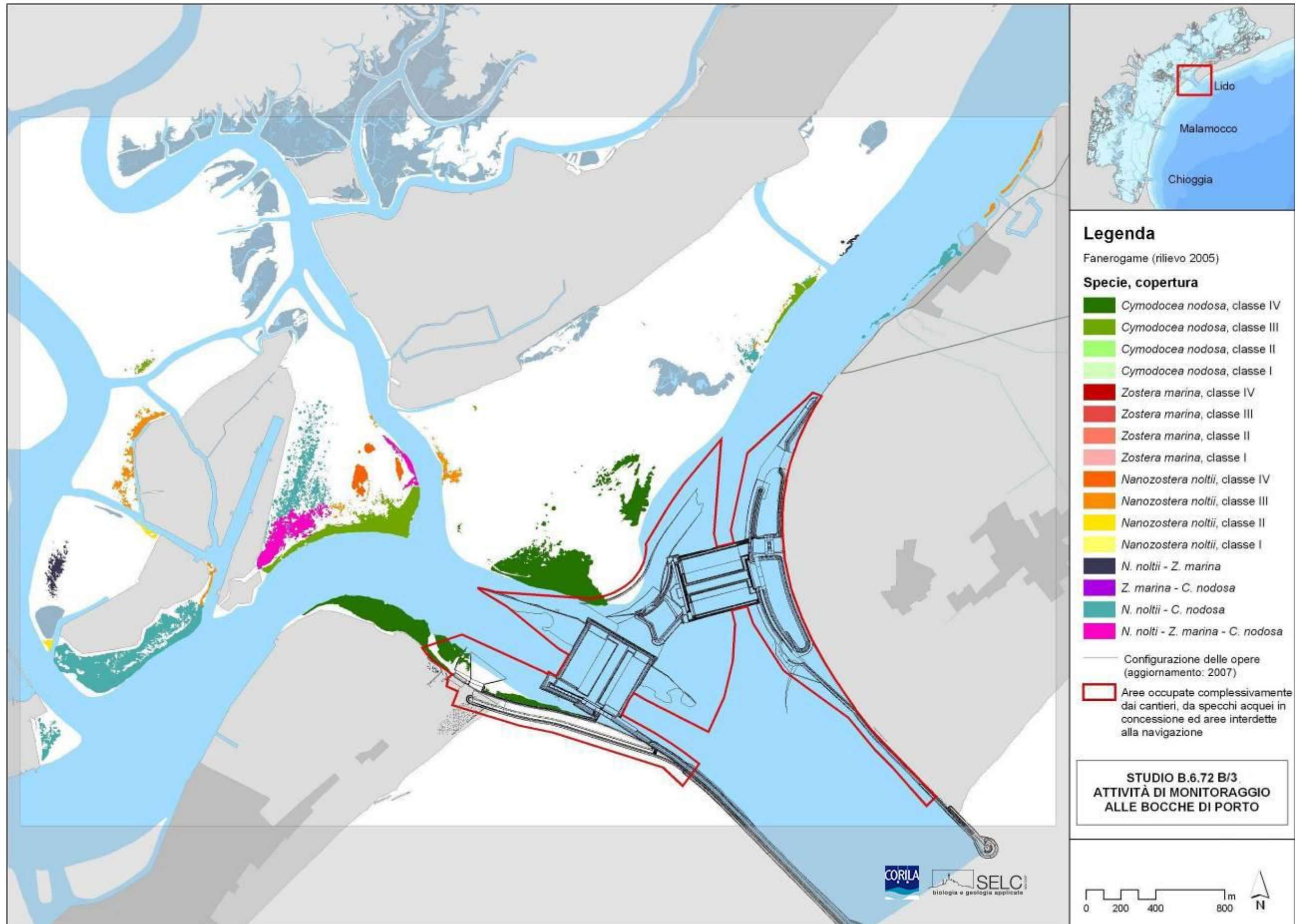


Figura A.26 - Mappatura relativa al 2005 della bocca di porto di Lido.

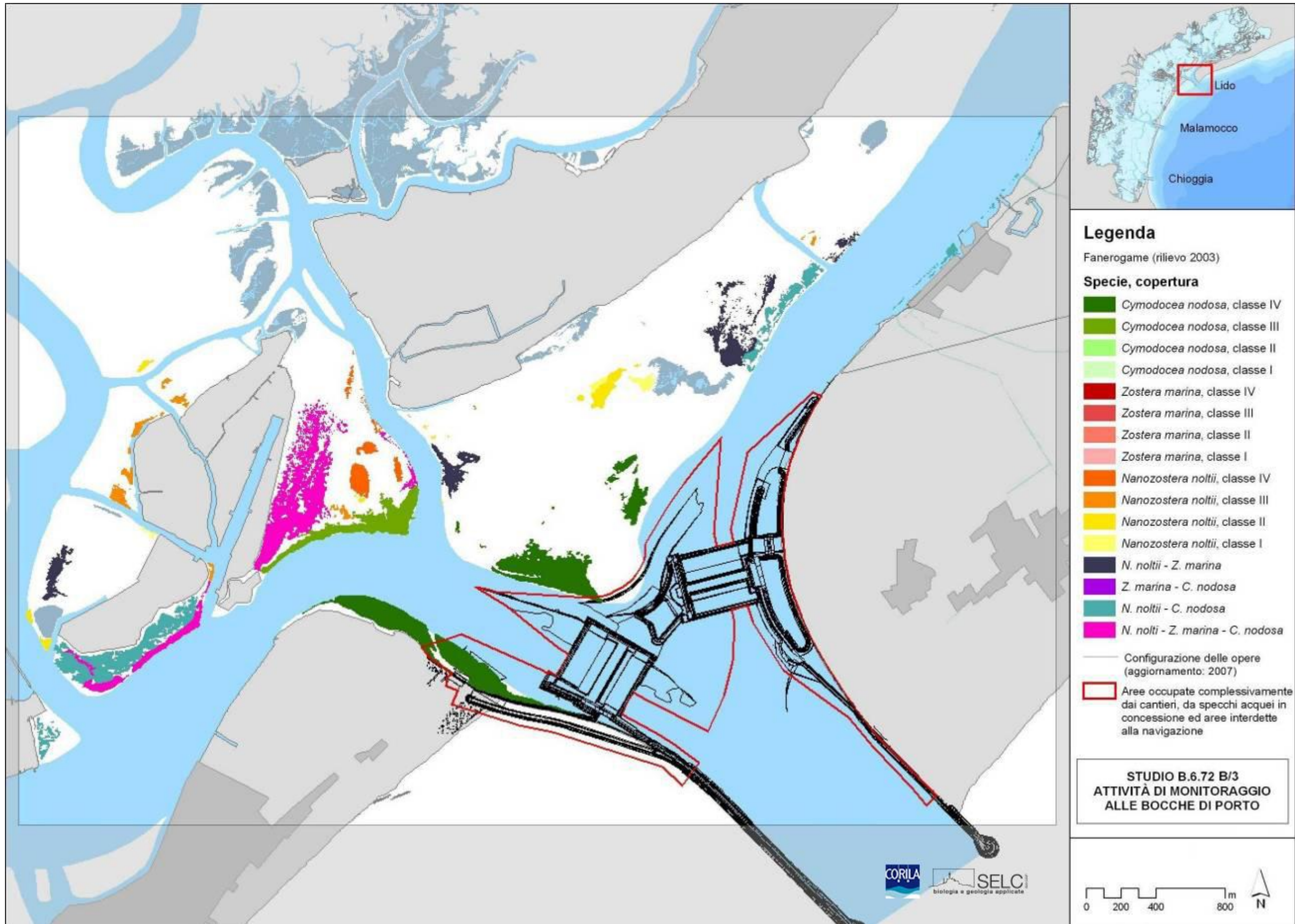


Figura A.27 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Lido.

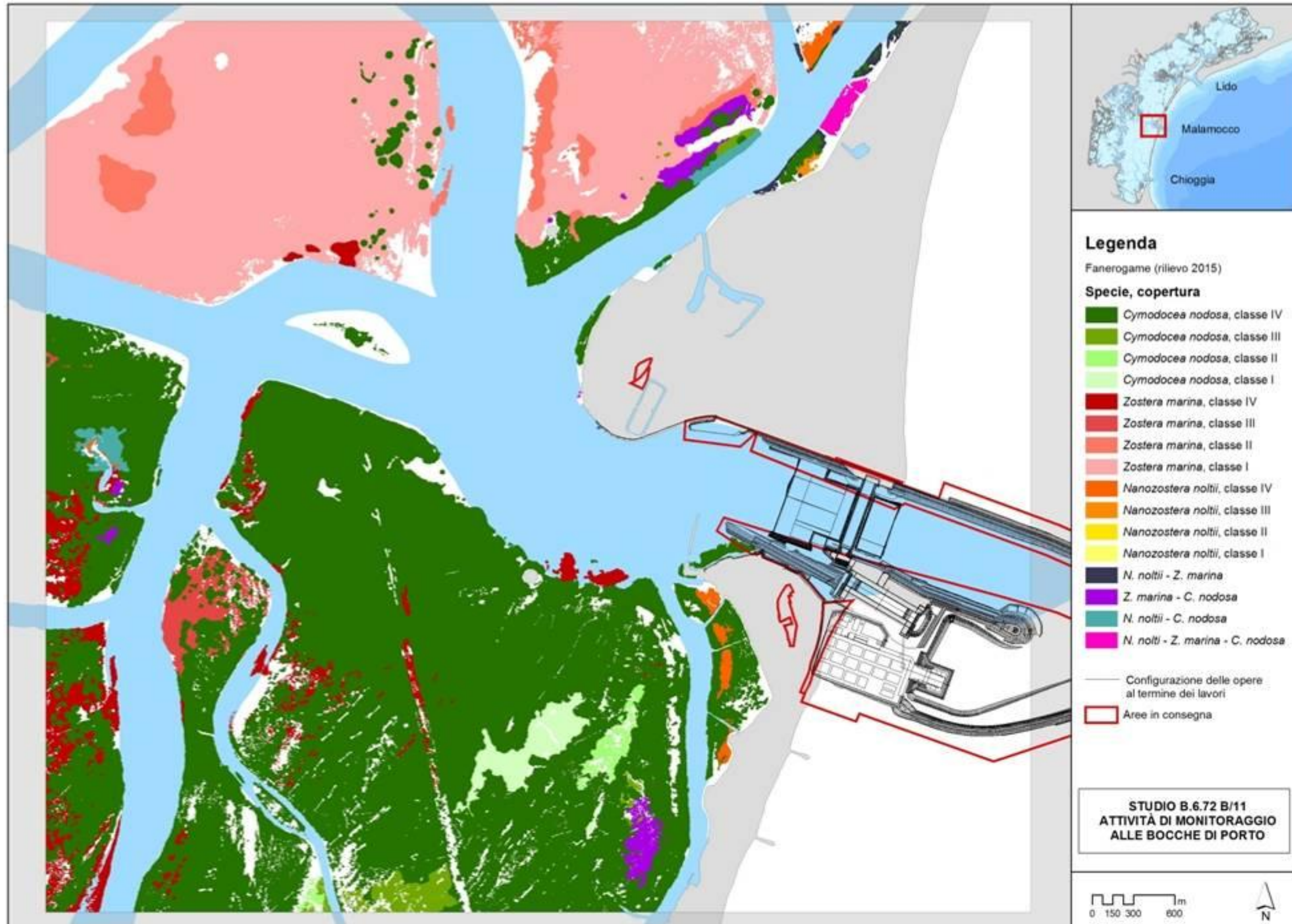


Figura A.28 - Mappatura relativa al 2015 della bocca di porto di Malamocco.

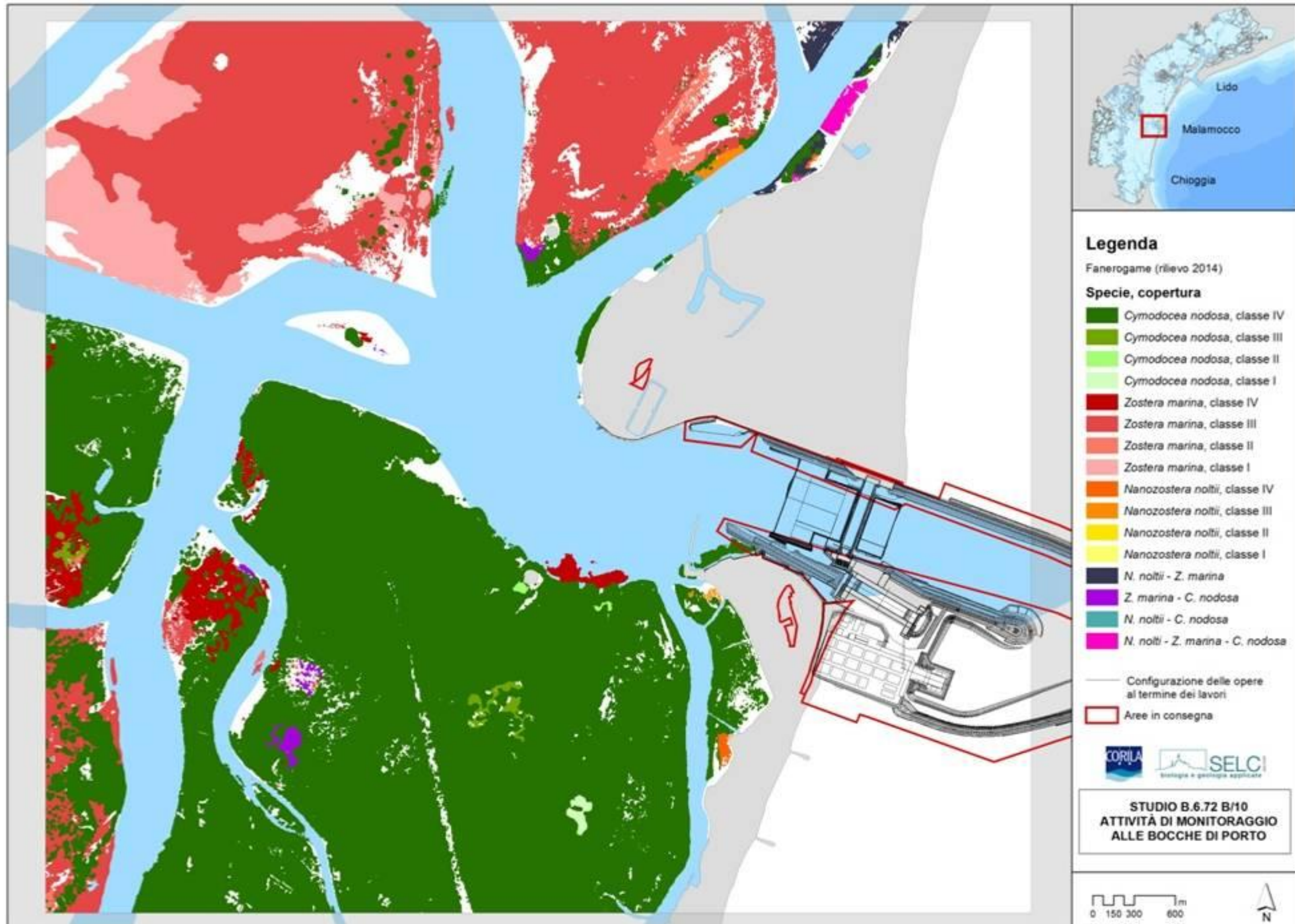


Figura A.29 - Mappatura relativa al 2014 della bocca di porto di Malamocco.

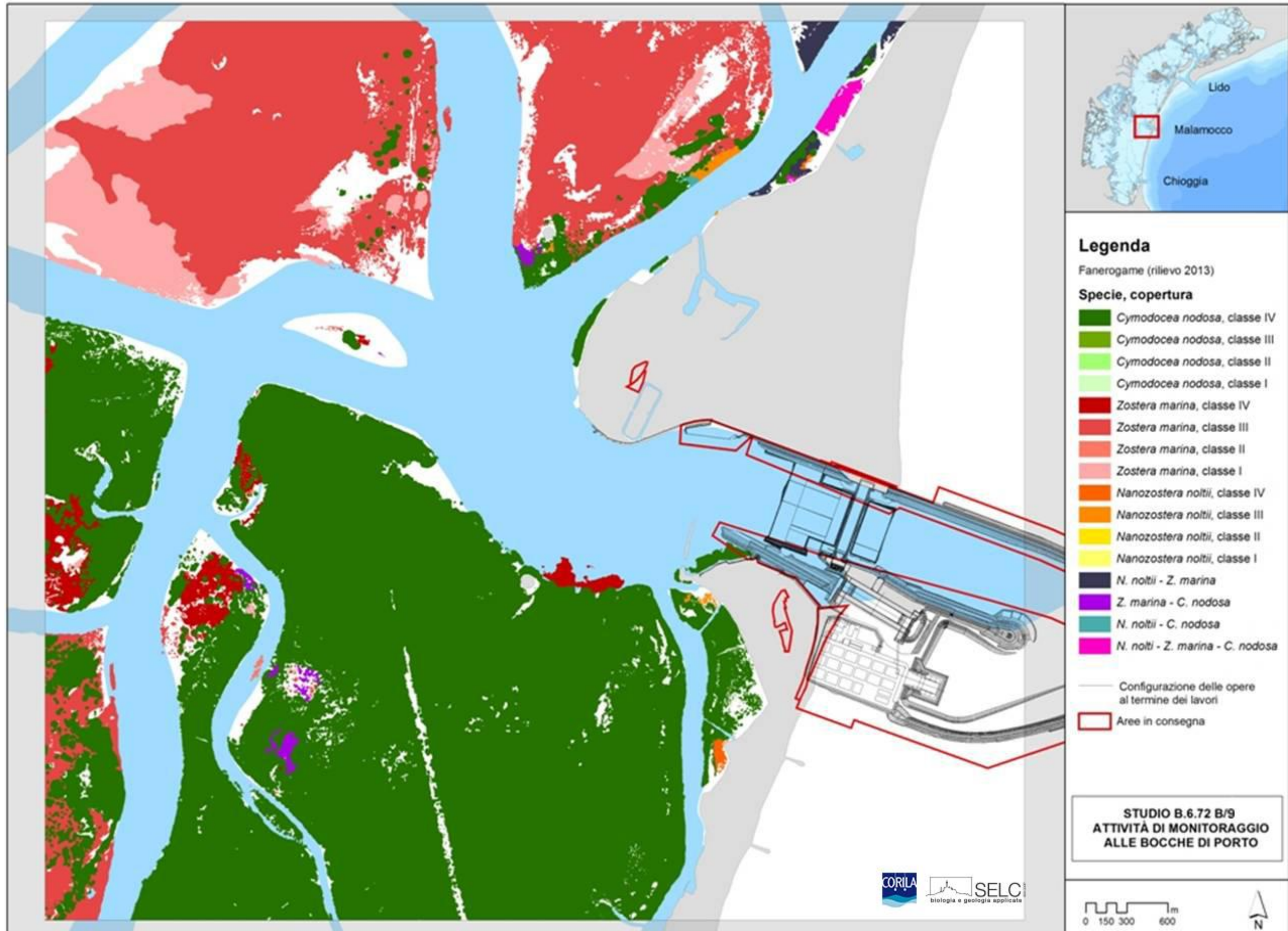


Figura A.30 - Mappatura relativa al 2013 della bocca di porto di Malamocco.

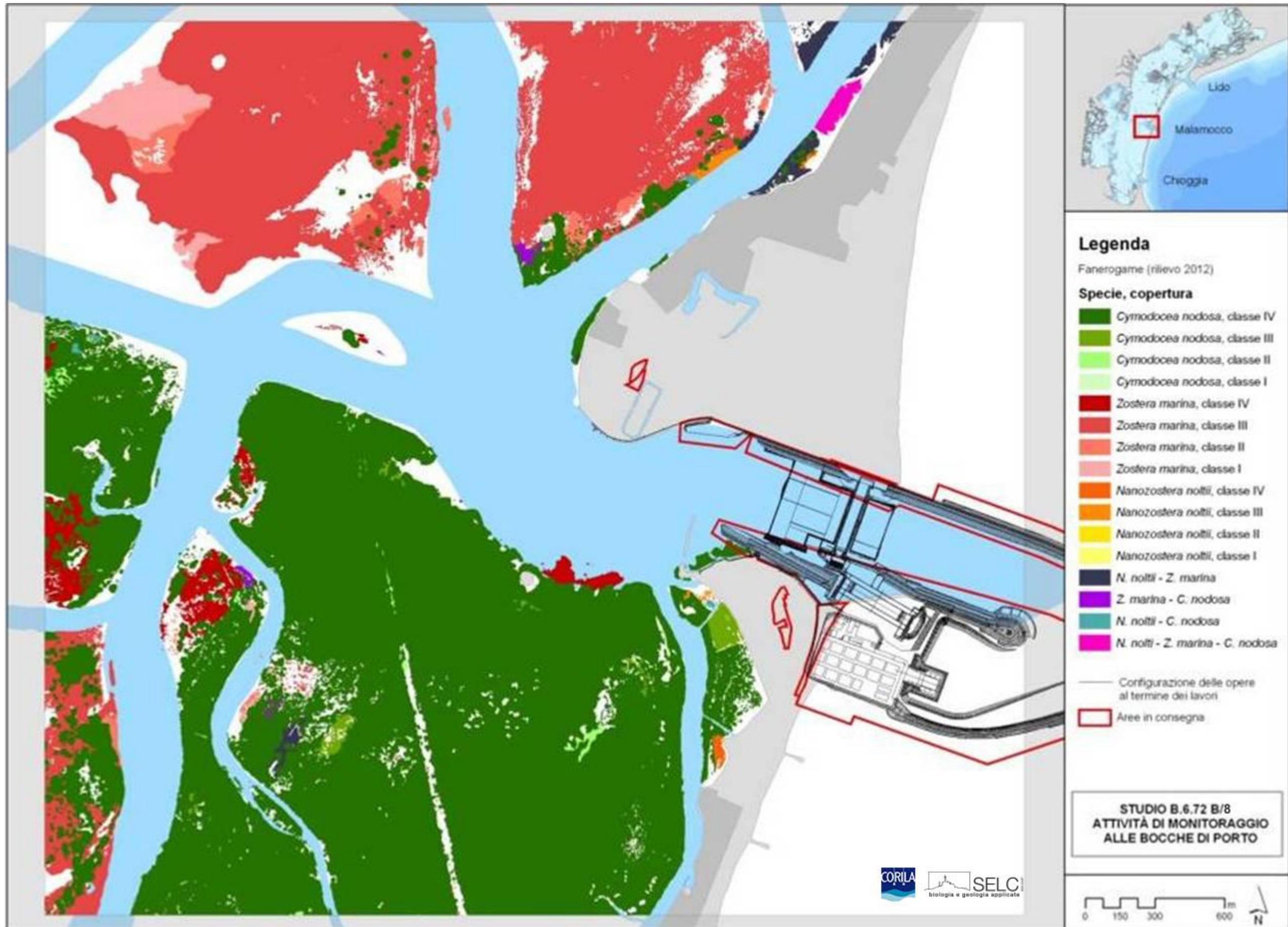


Figura A.31 - Mappatura relativa al 2012 della bocca di porto di Malamocco.

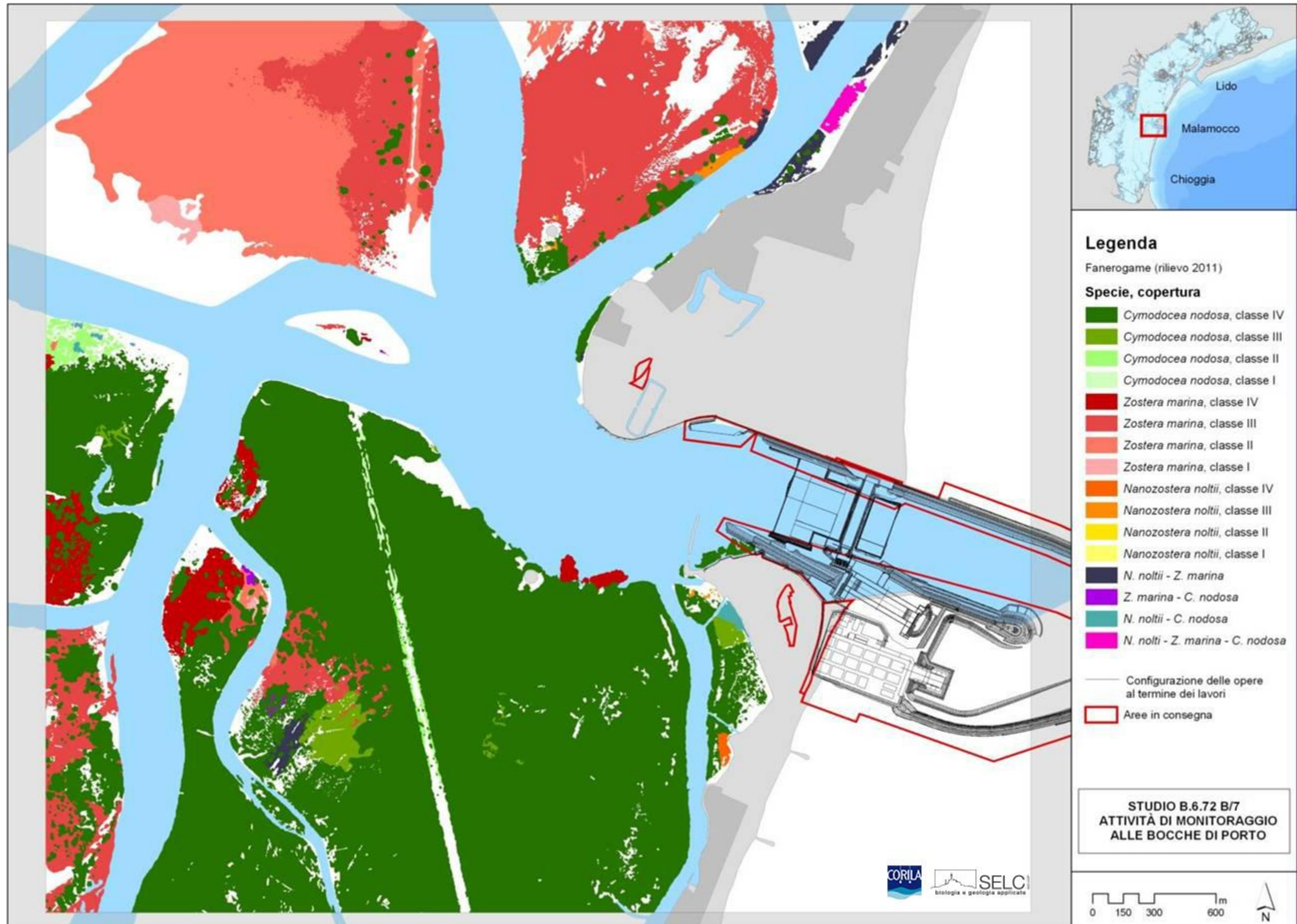


Figura A.32 - Mappatura relativa al 2011 della bocca di porto di Malamocco.

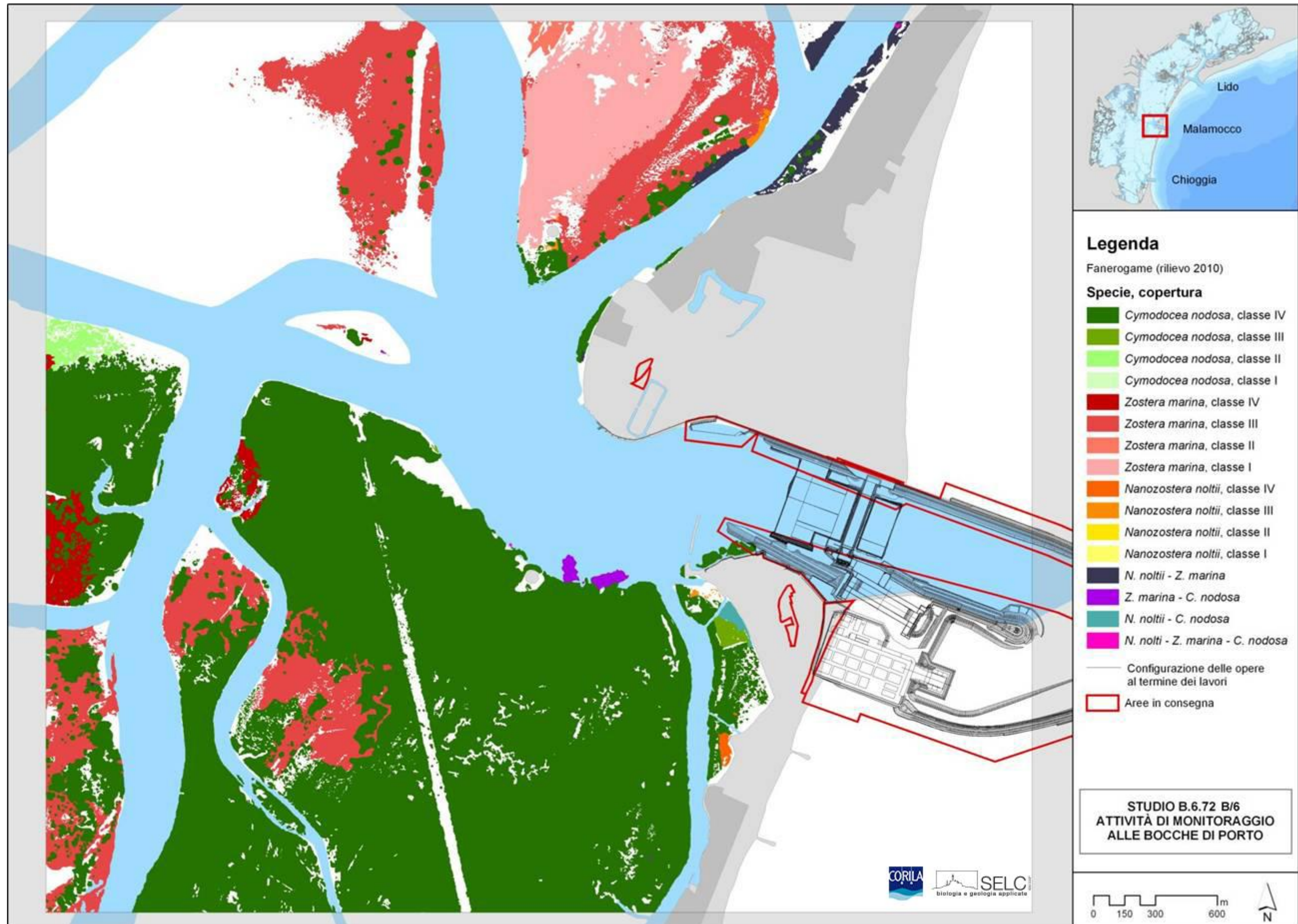


Figura A.33 - Mappatura relativa al 2010 della bocca di porto di Malamocco.

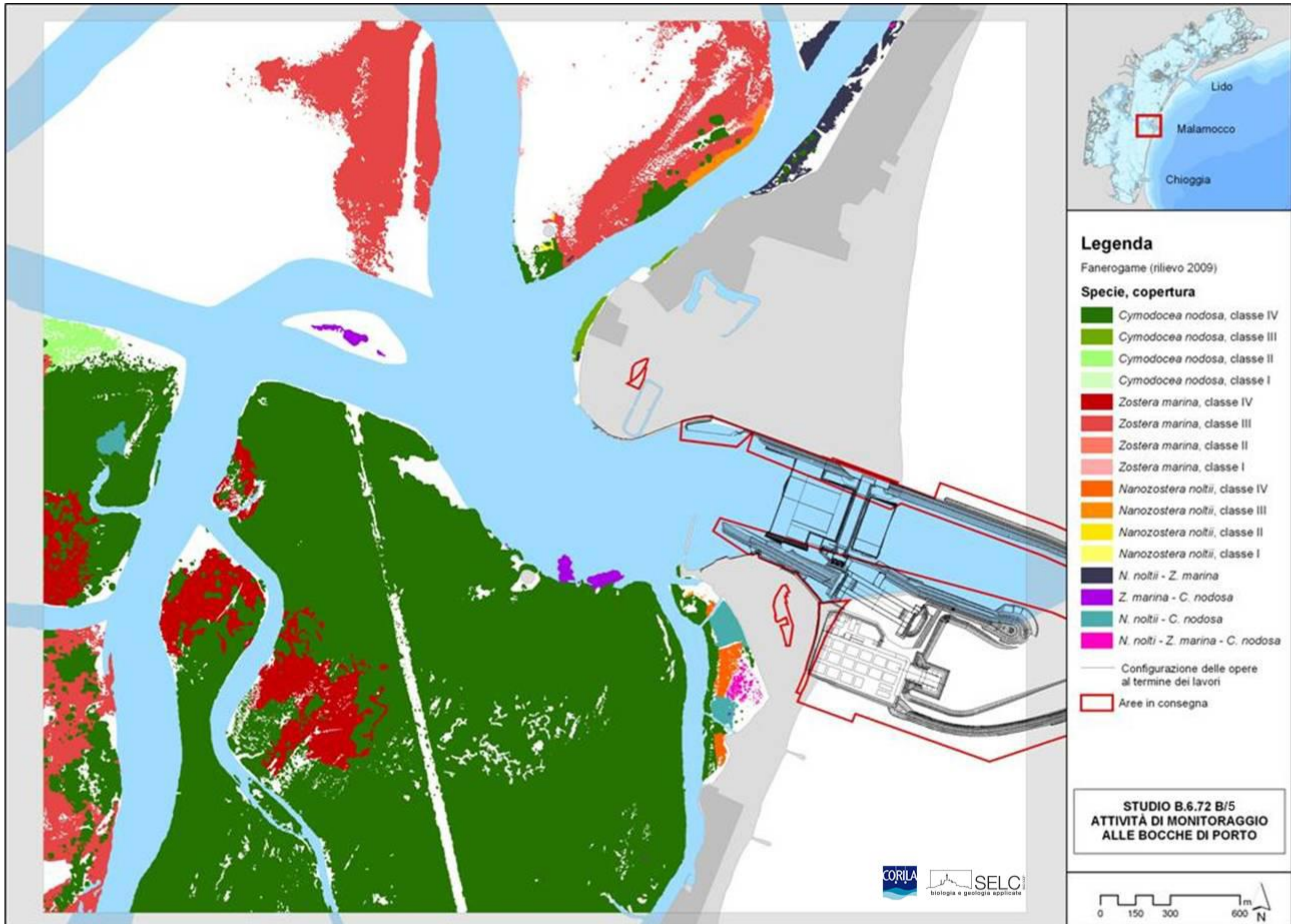


Figura A.34 - Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Malamocco.

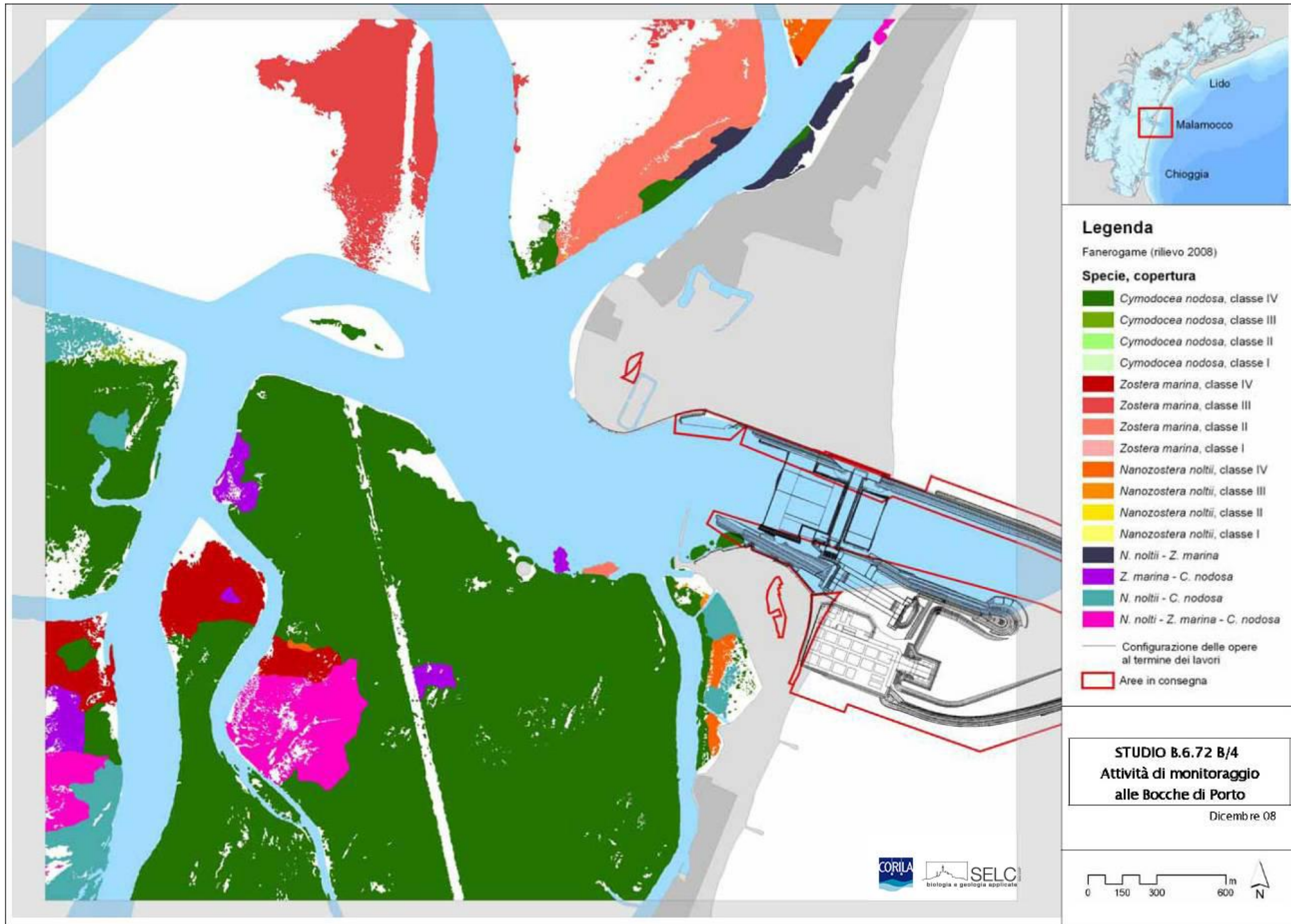


Figura A.35 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Malamocco.

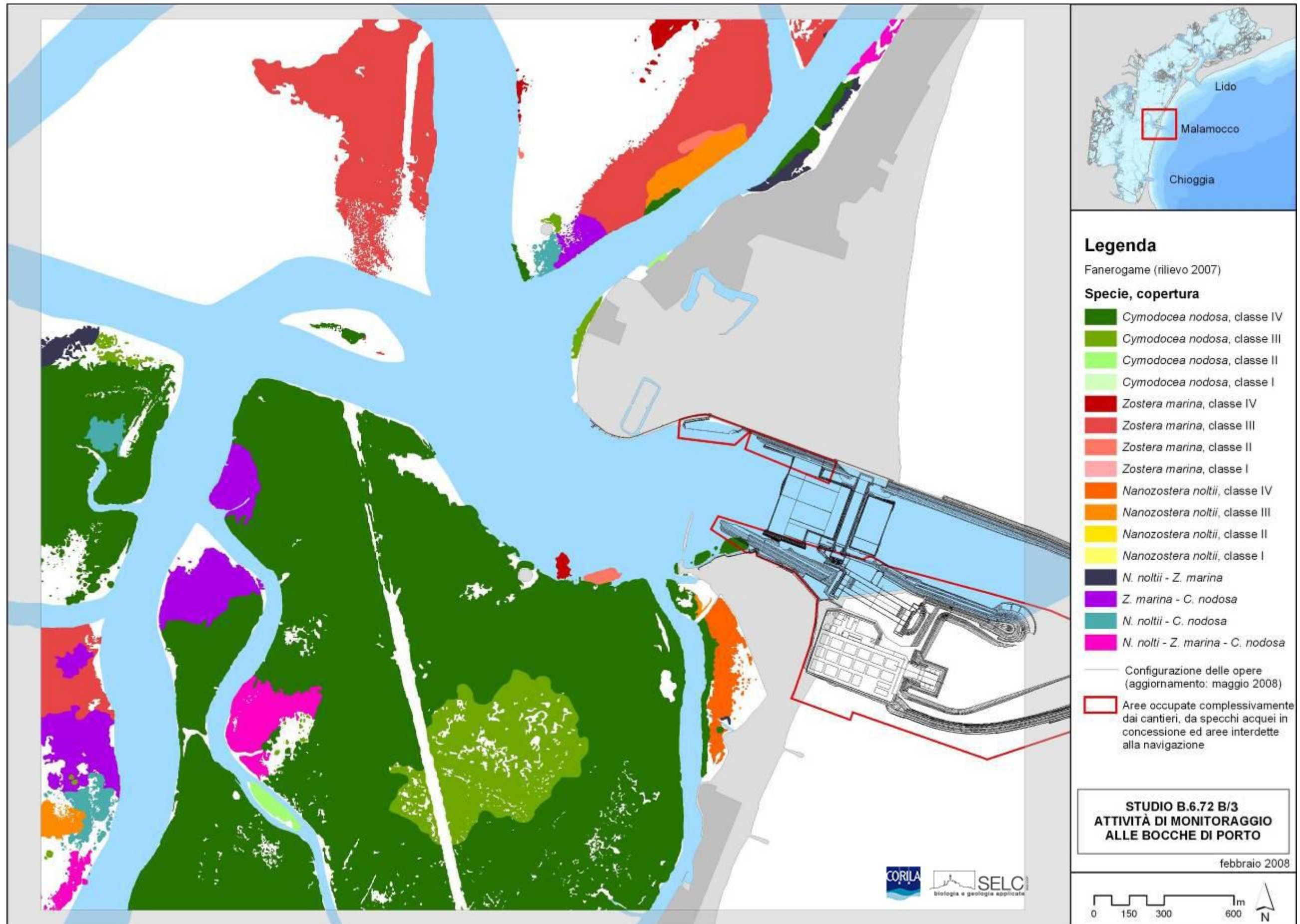


Figura A.36 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Malamocco.

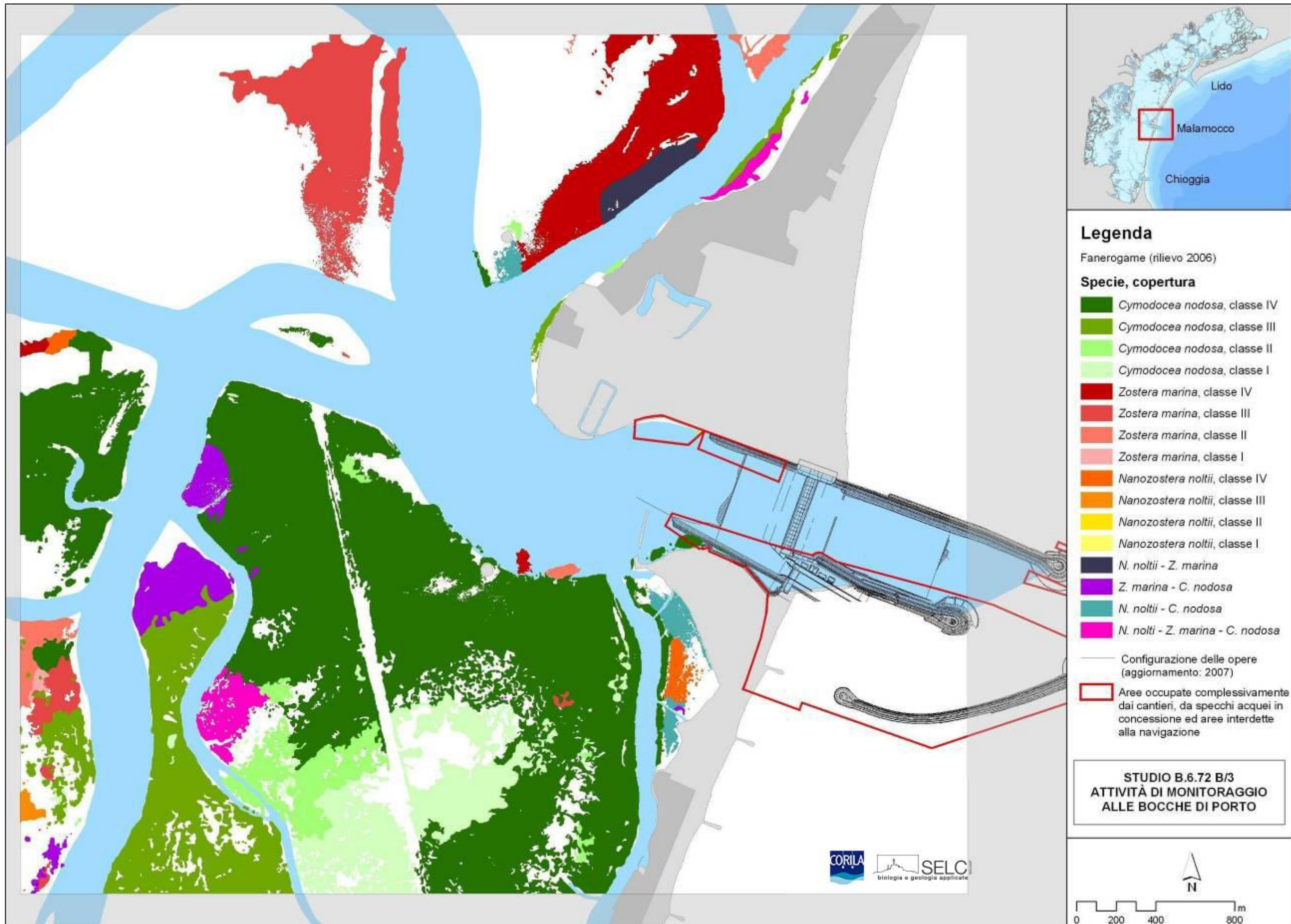


Figura A.37 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Malamocco.

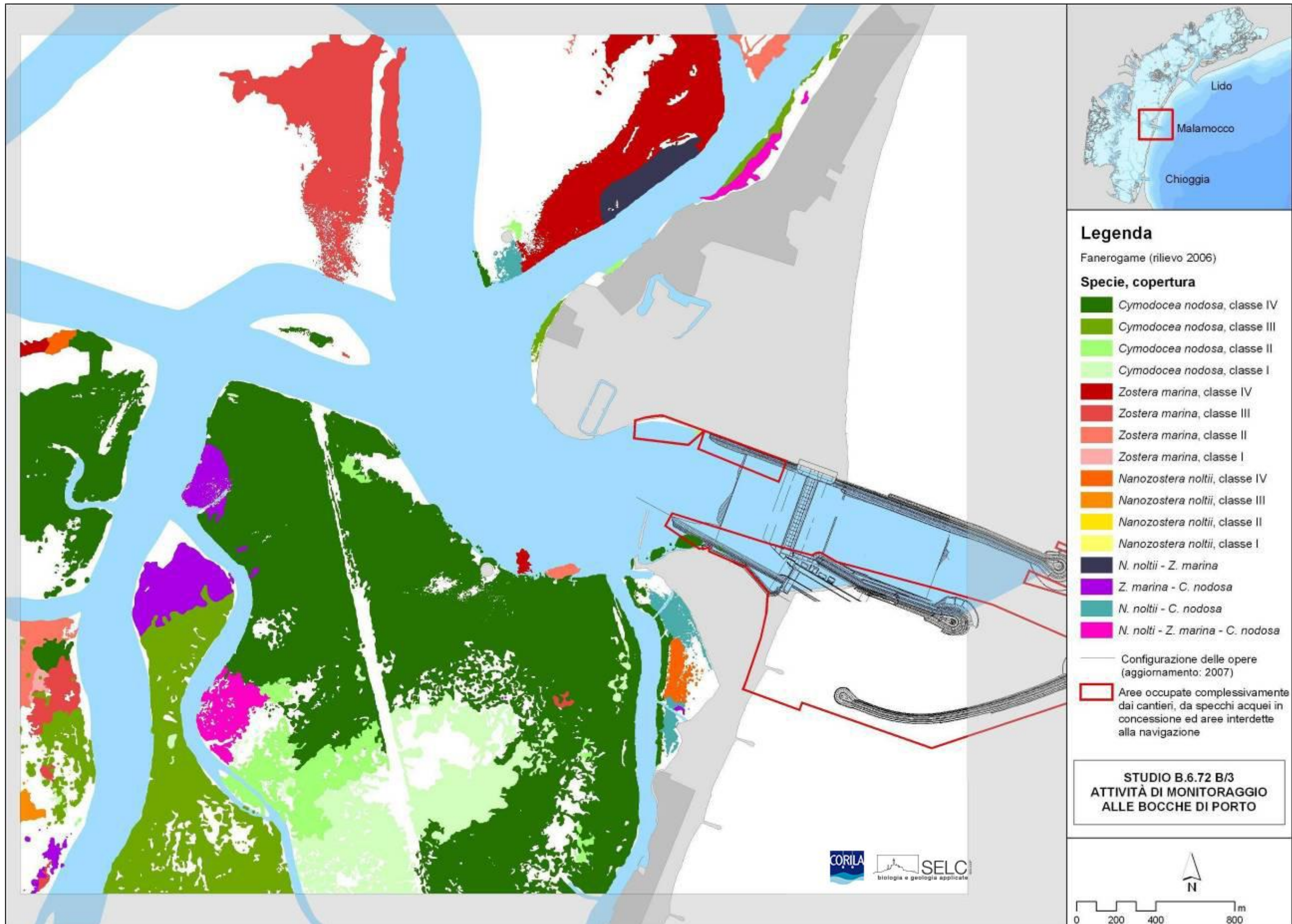


Figura A.37 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Malamocco.

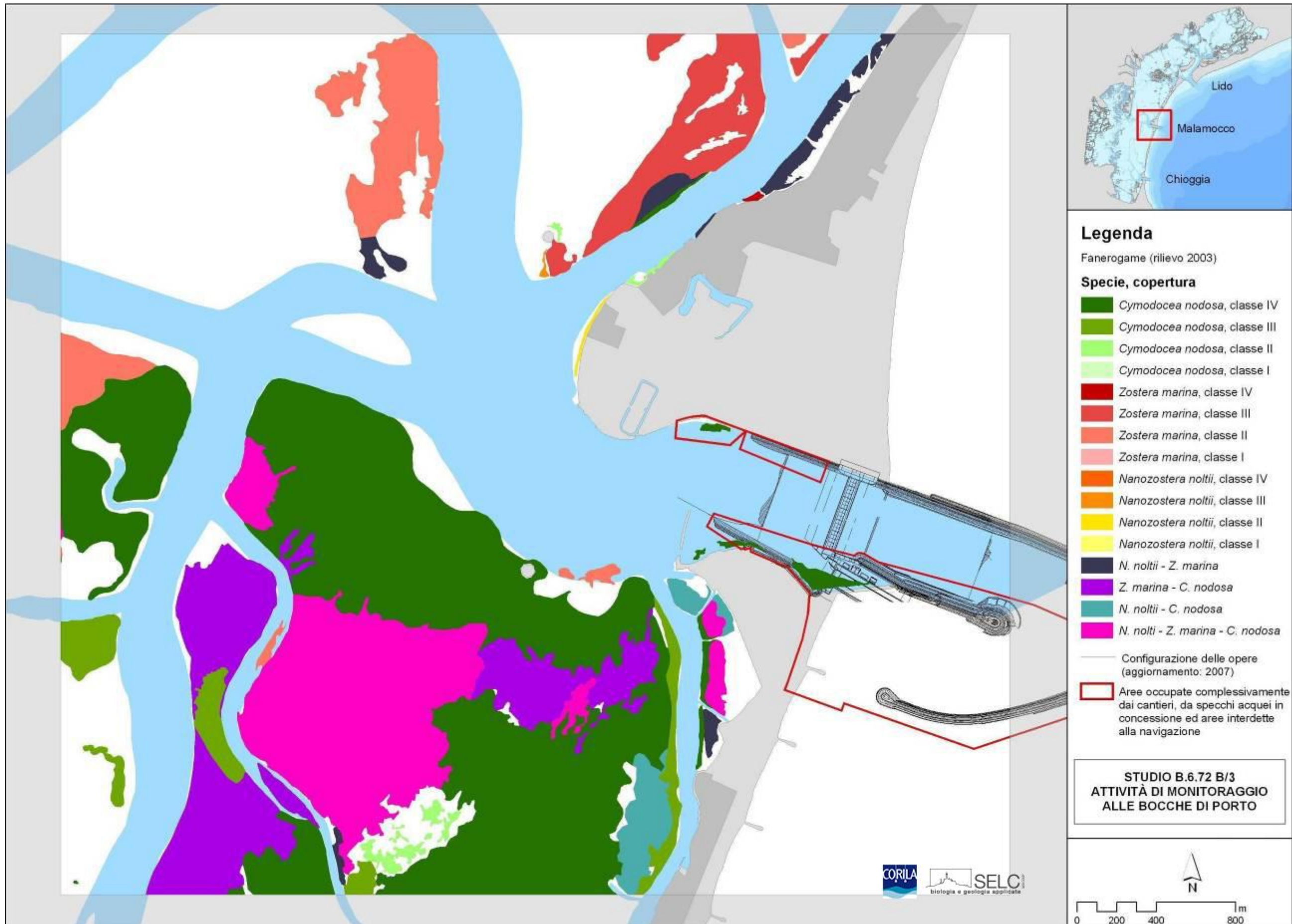


Figura A.38 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Malamocco.

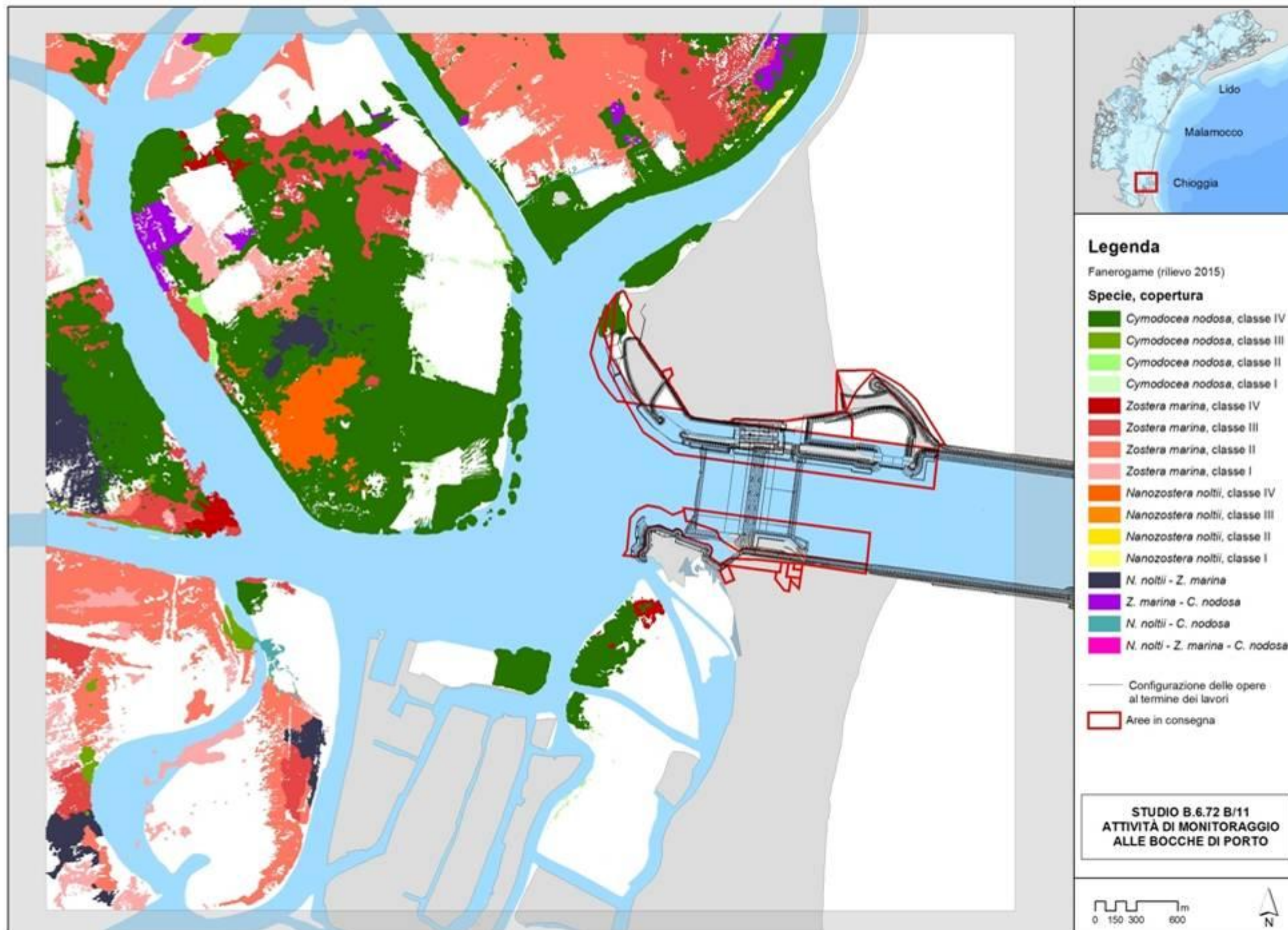


Figura A.39 - Mappatura relativa al 2015 della bocca di porto di Chioggia.

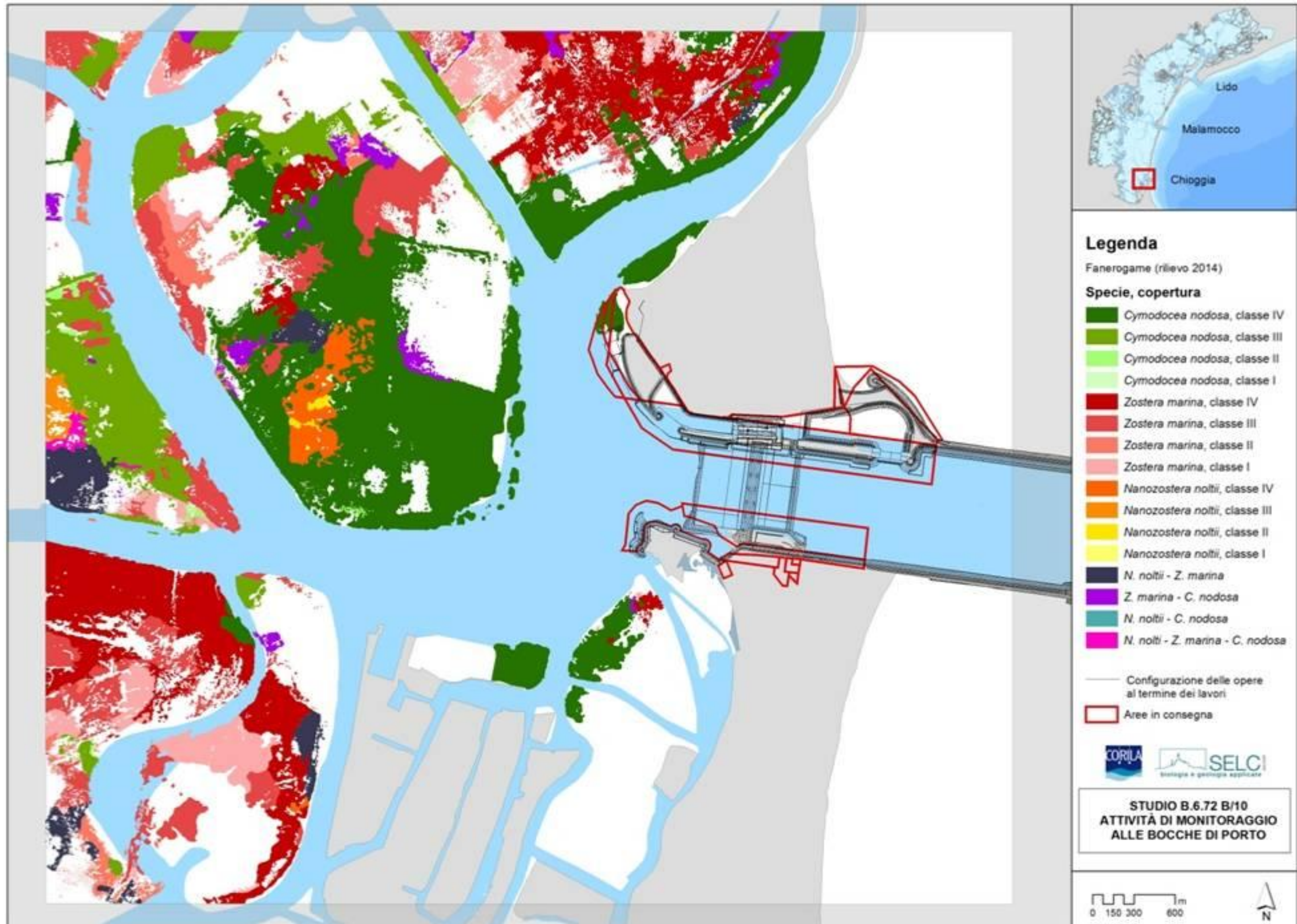


Figura A.40 - Mappatura relativa al 2014 della bocca di porto di Chioggia.

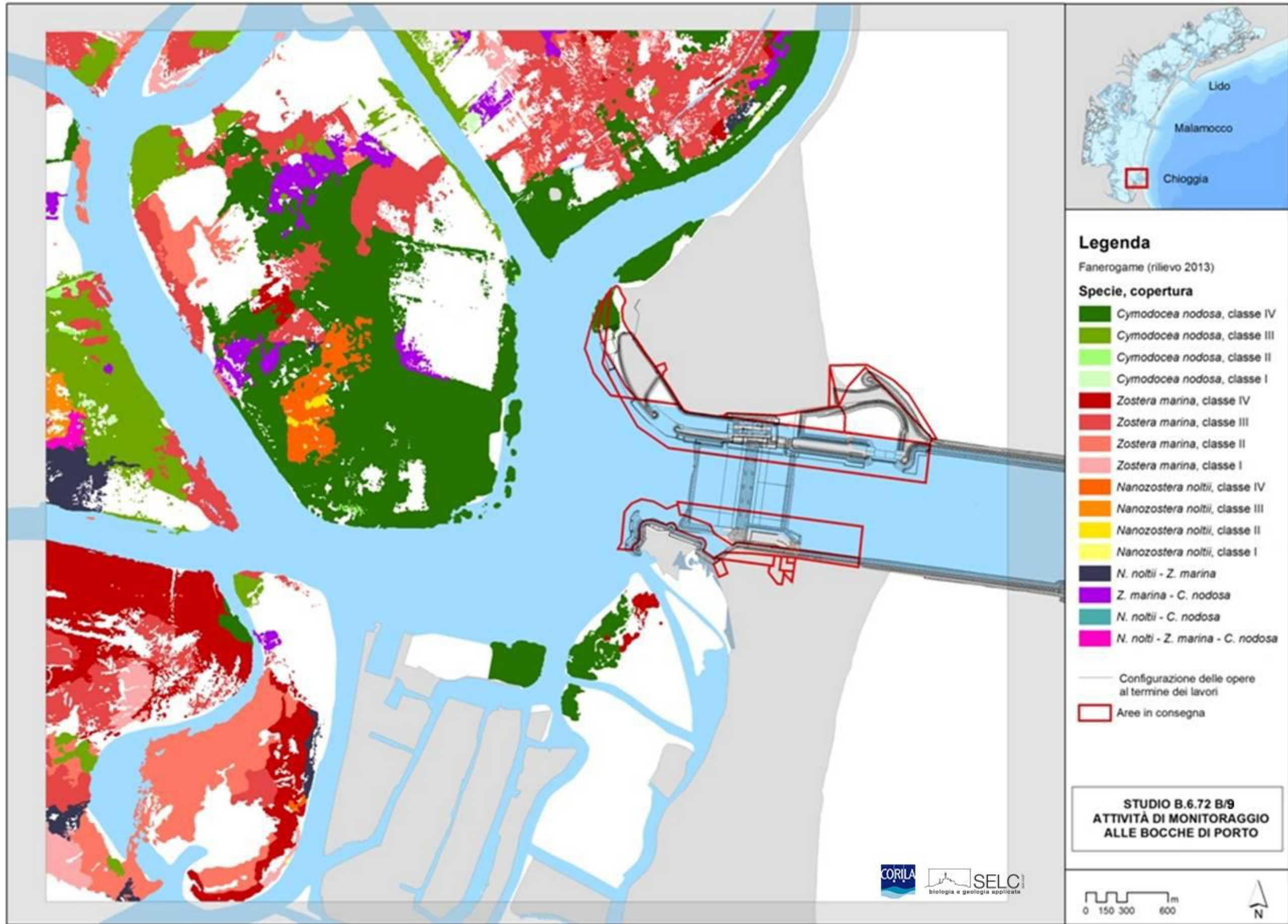


Figura A.41 - Mappatura relativa al 2013 della bocca di porto di Chioggia.

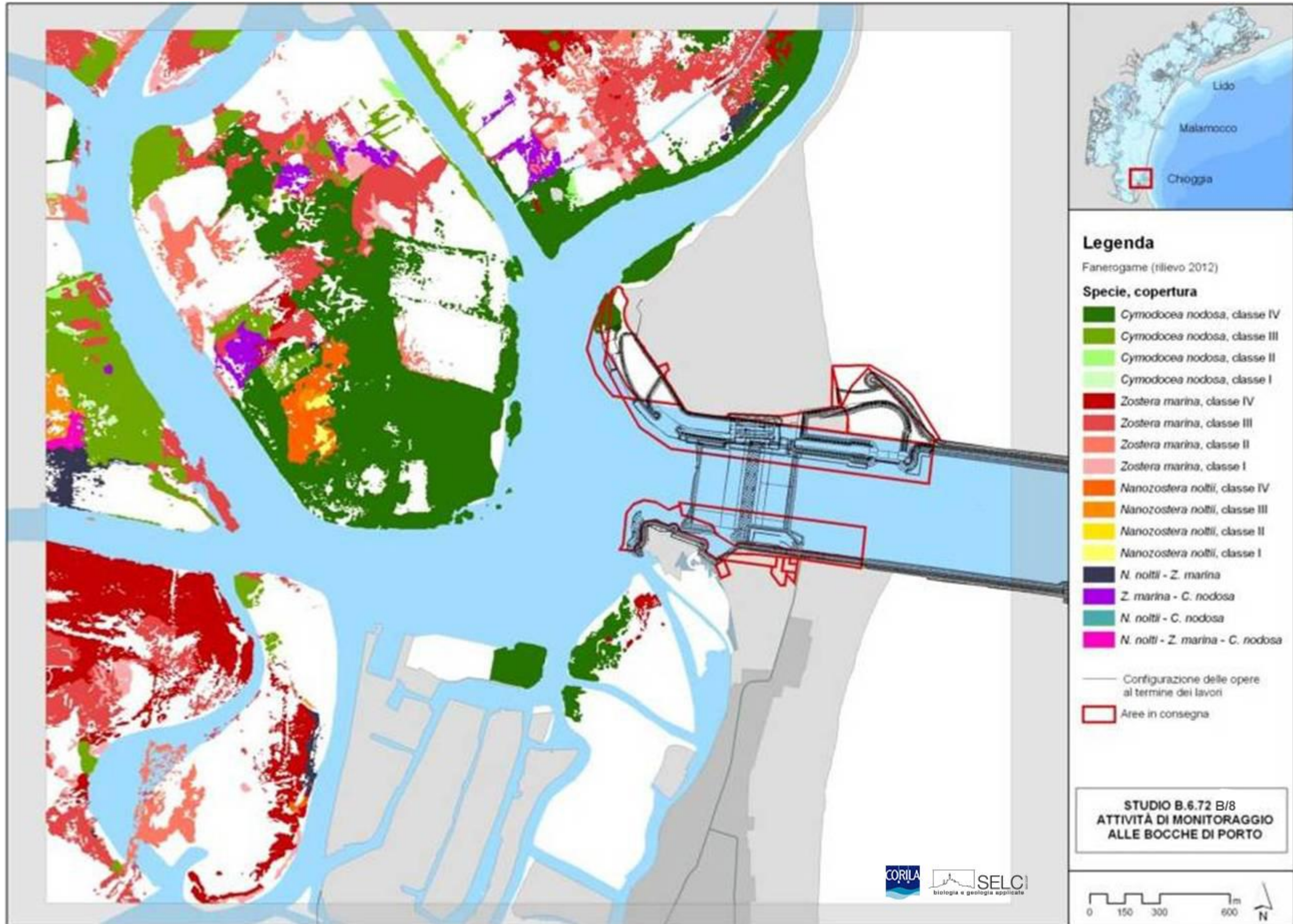


Figura A.42 - Mappatura relativa al 2012 della bocca di porto di Chioggia.

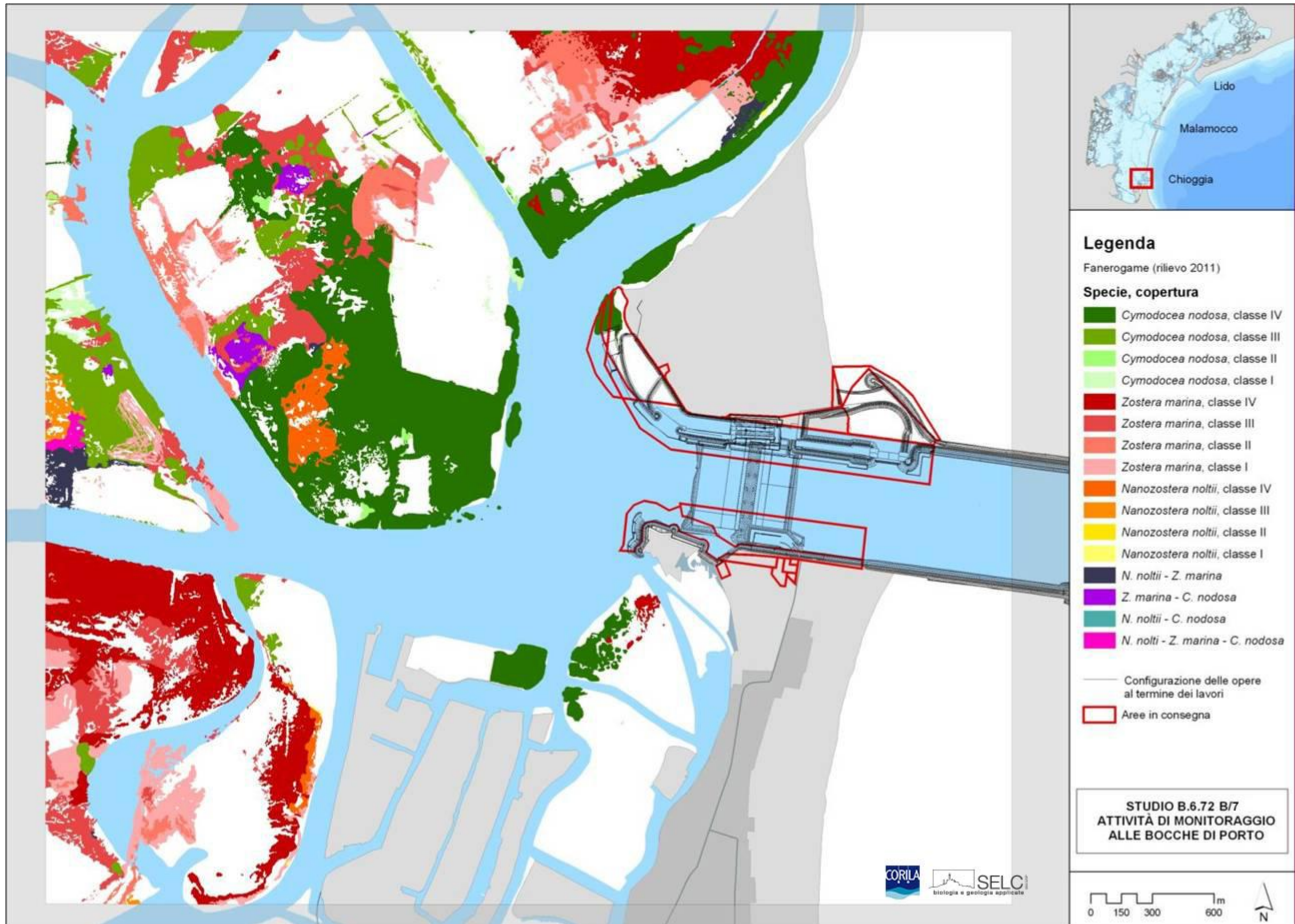


Figura A.43 - Mappatura relativa al 2011 della bocca di porto di Chioggia.

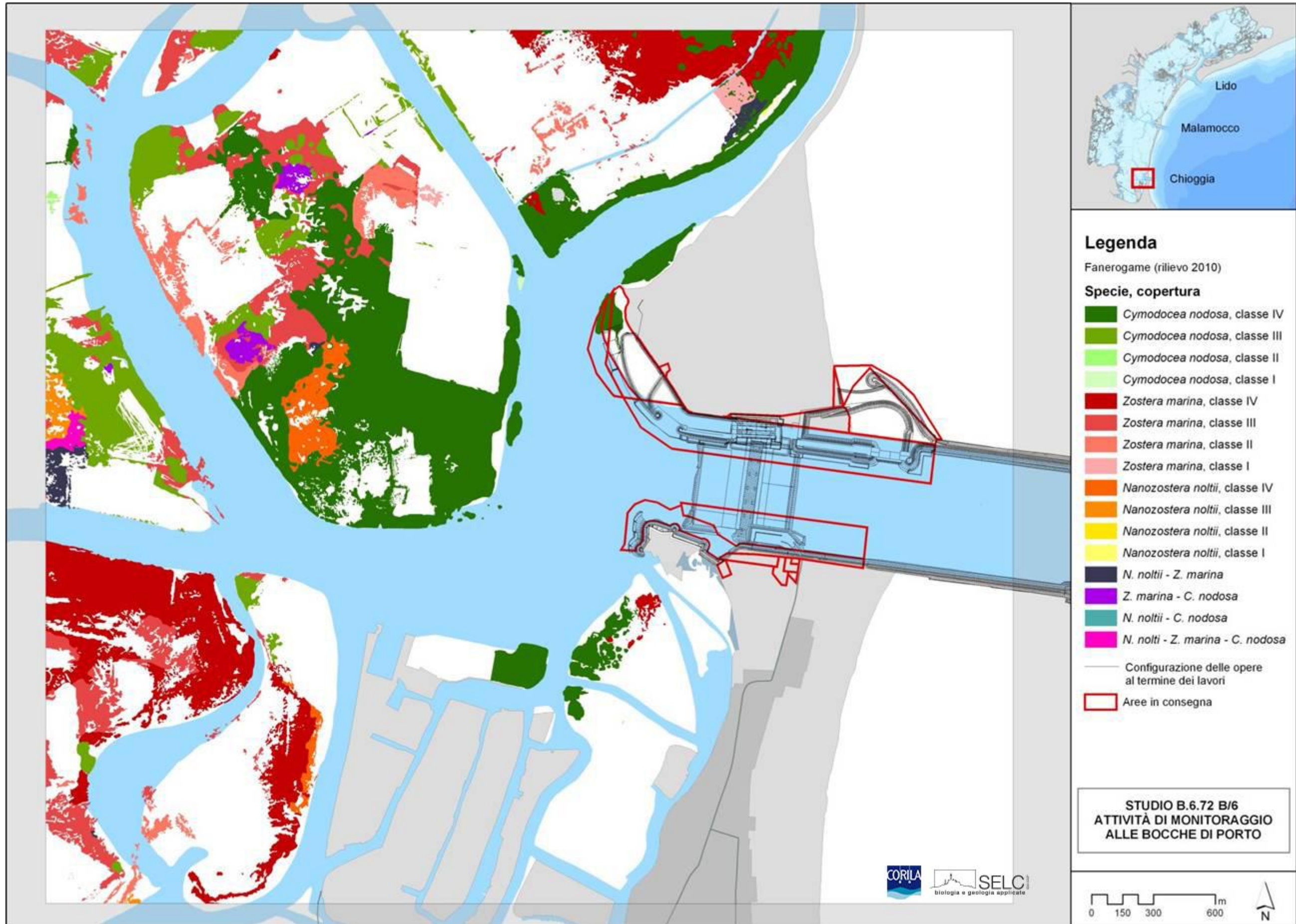


Figura A.44 - Mappatura relativa al 2010 della bocca di porto di Chioggia.

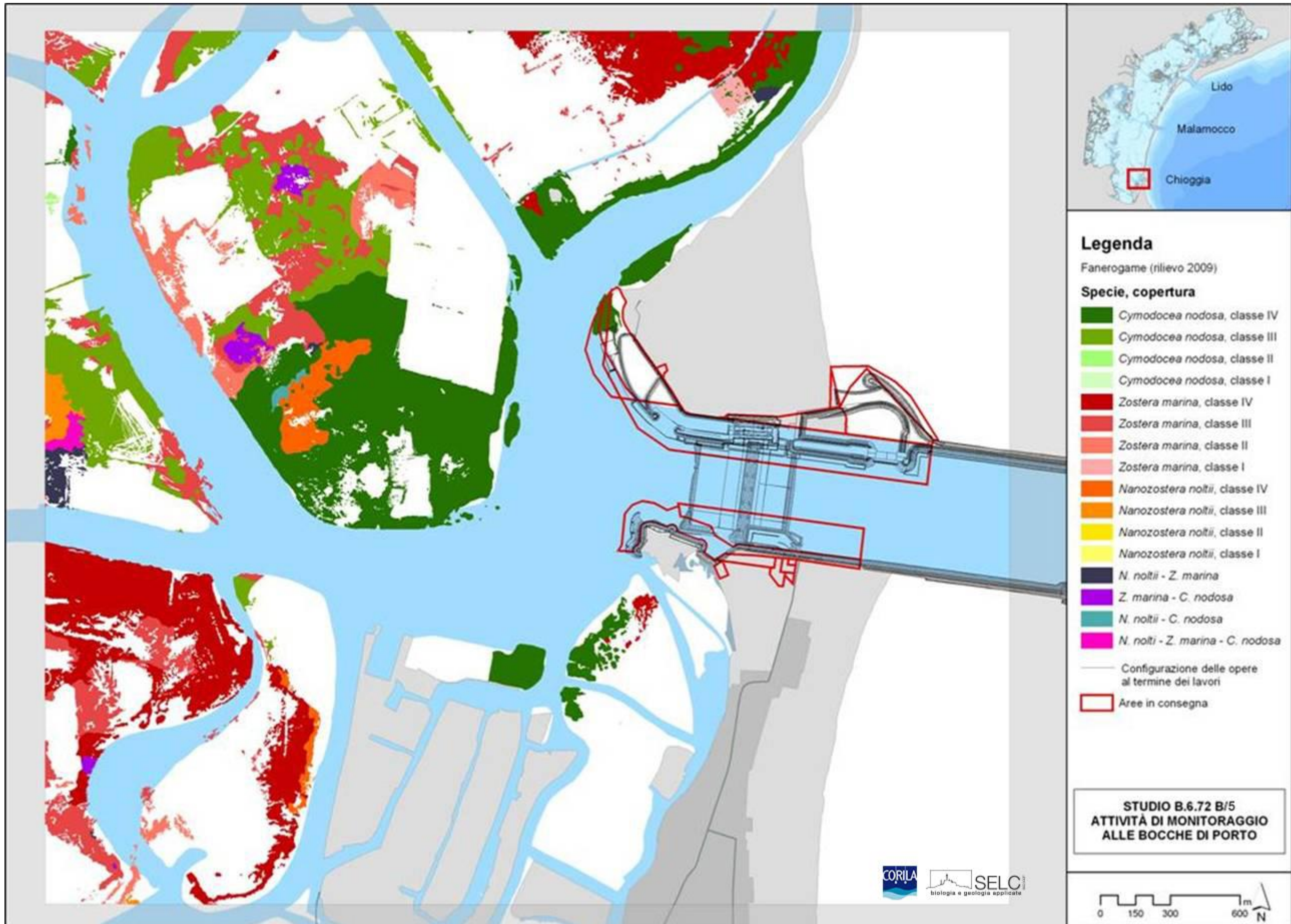


Figura A.45 - Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Chioggia.

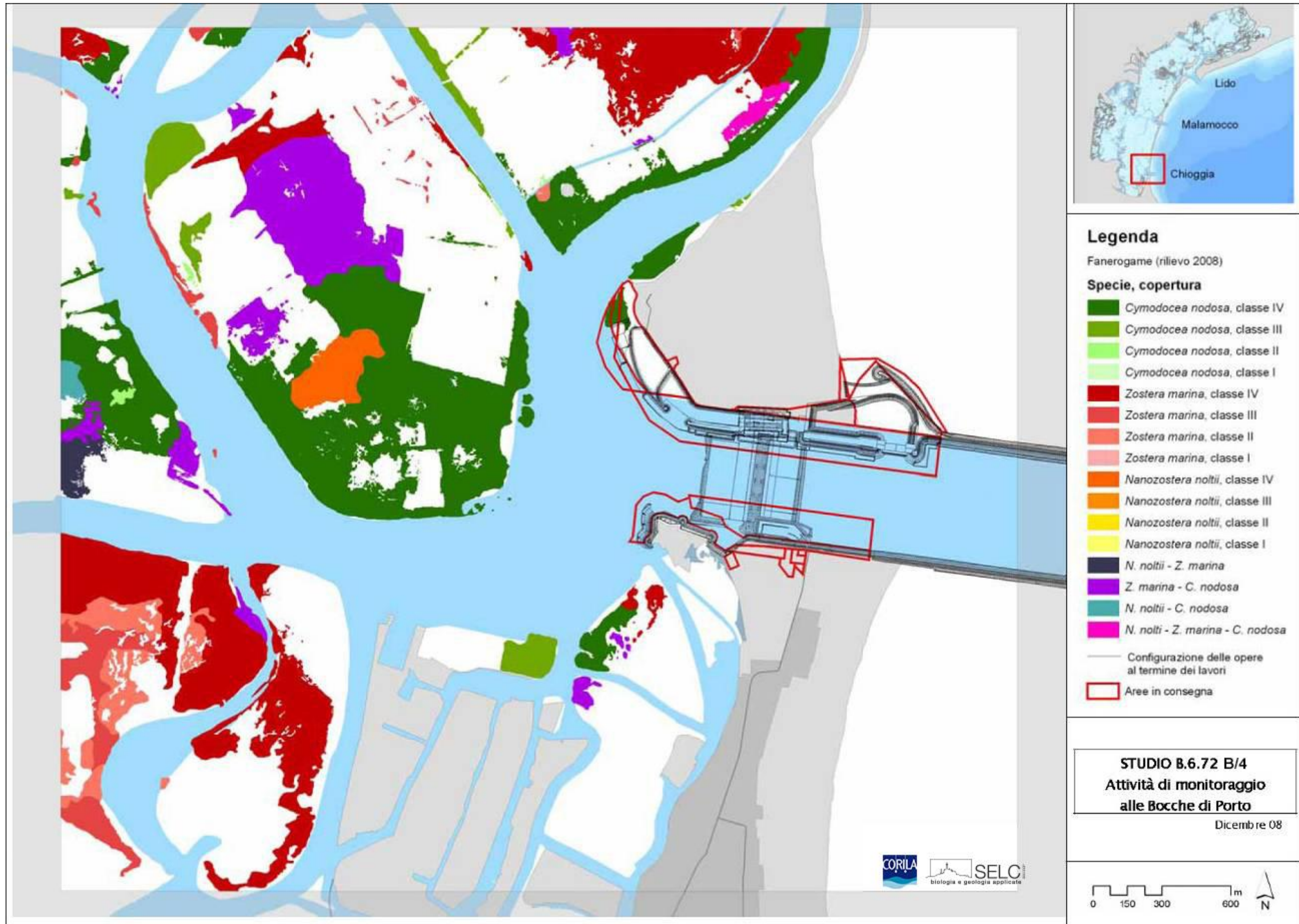


Figura A.46 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Chioggia.

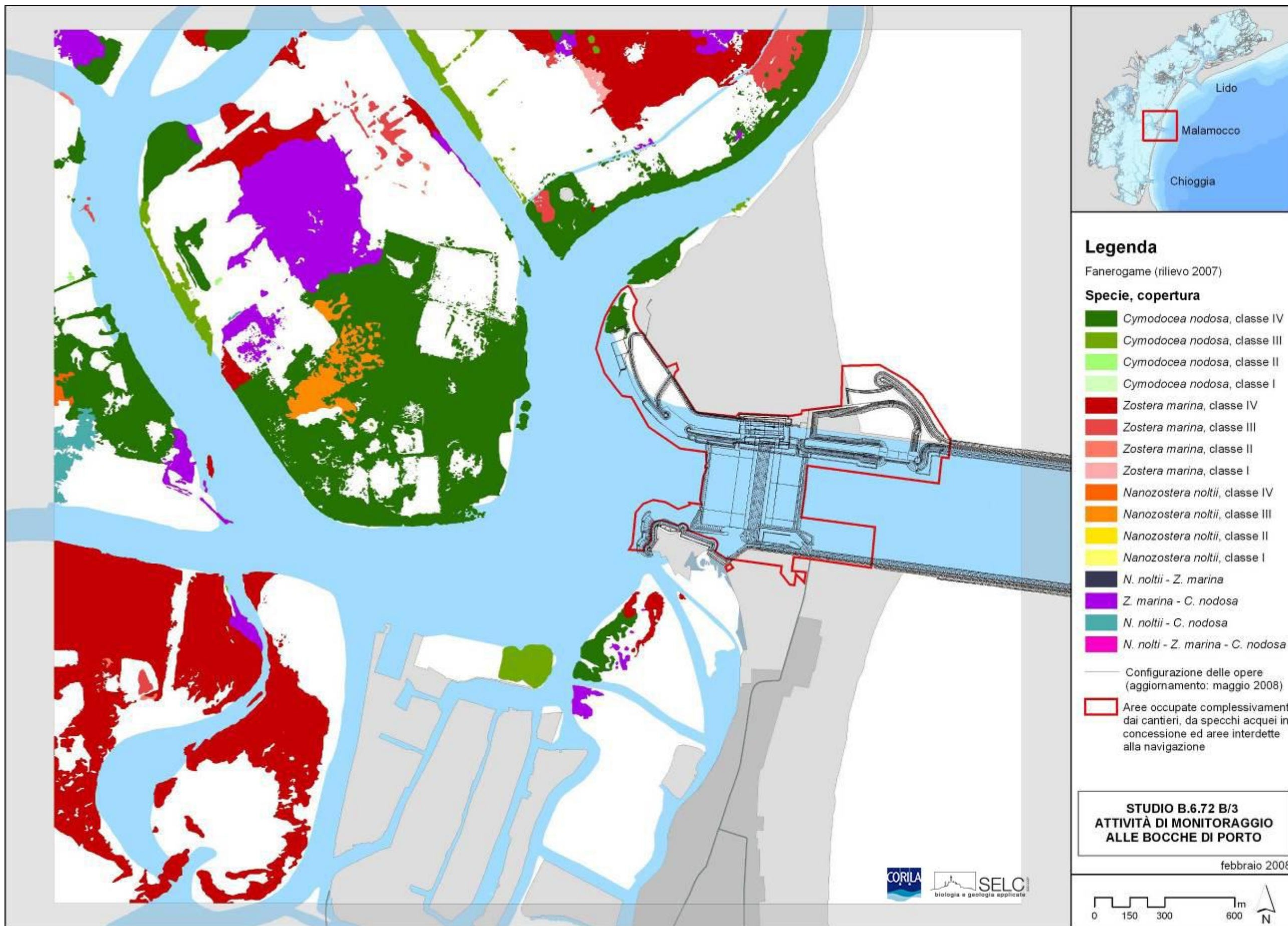


Figura A.47 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Chioggia.

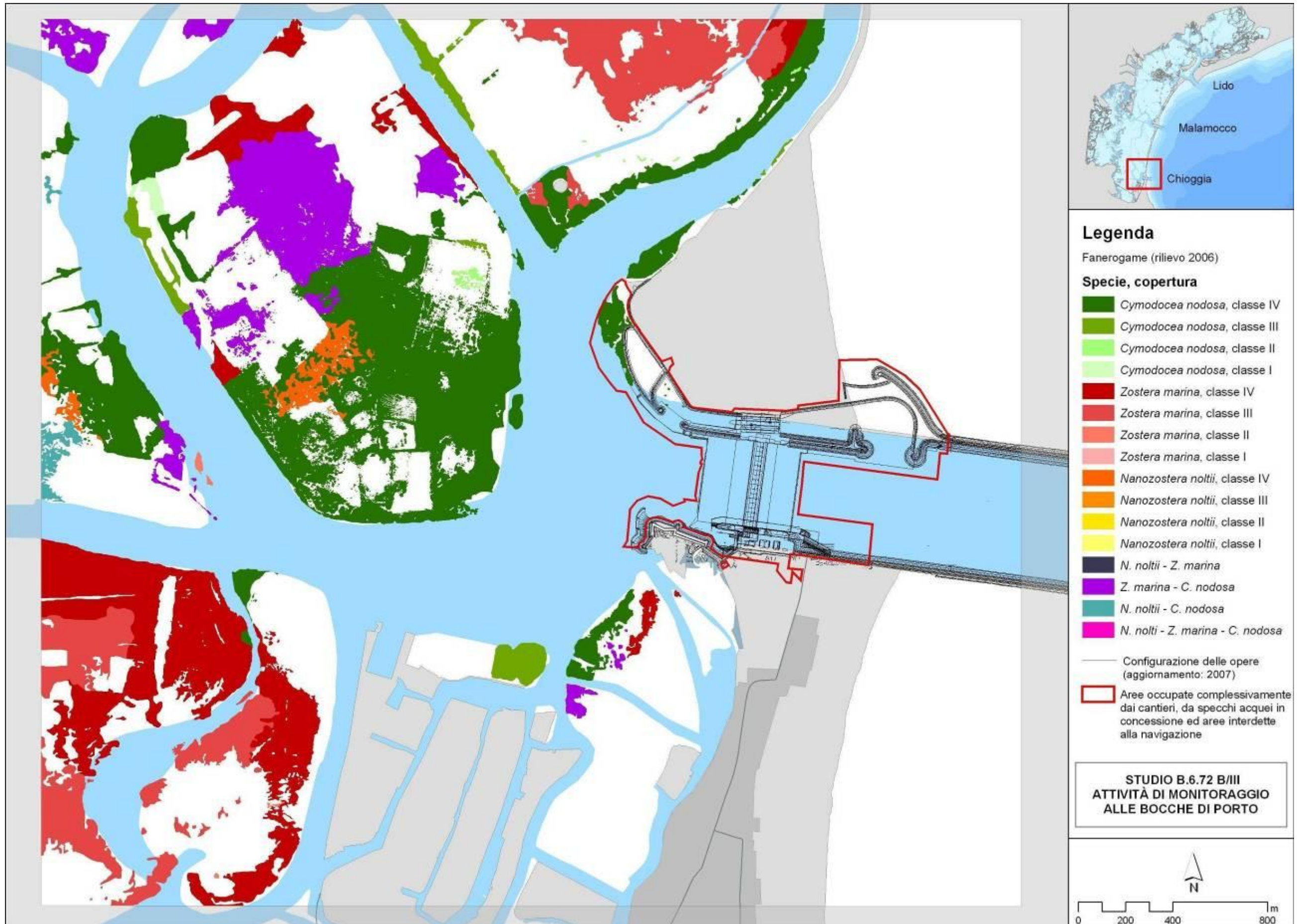


Figura A.48 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Chioggia.

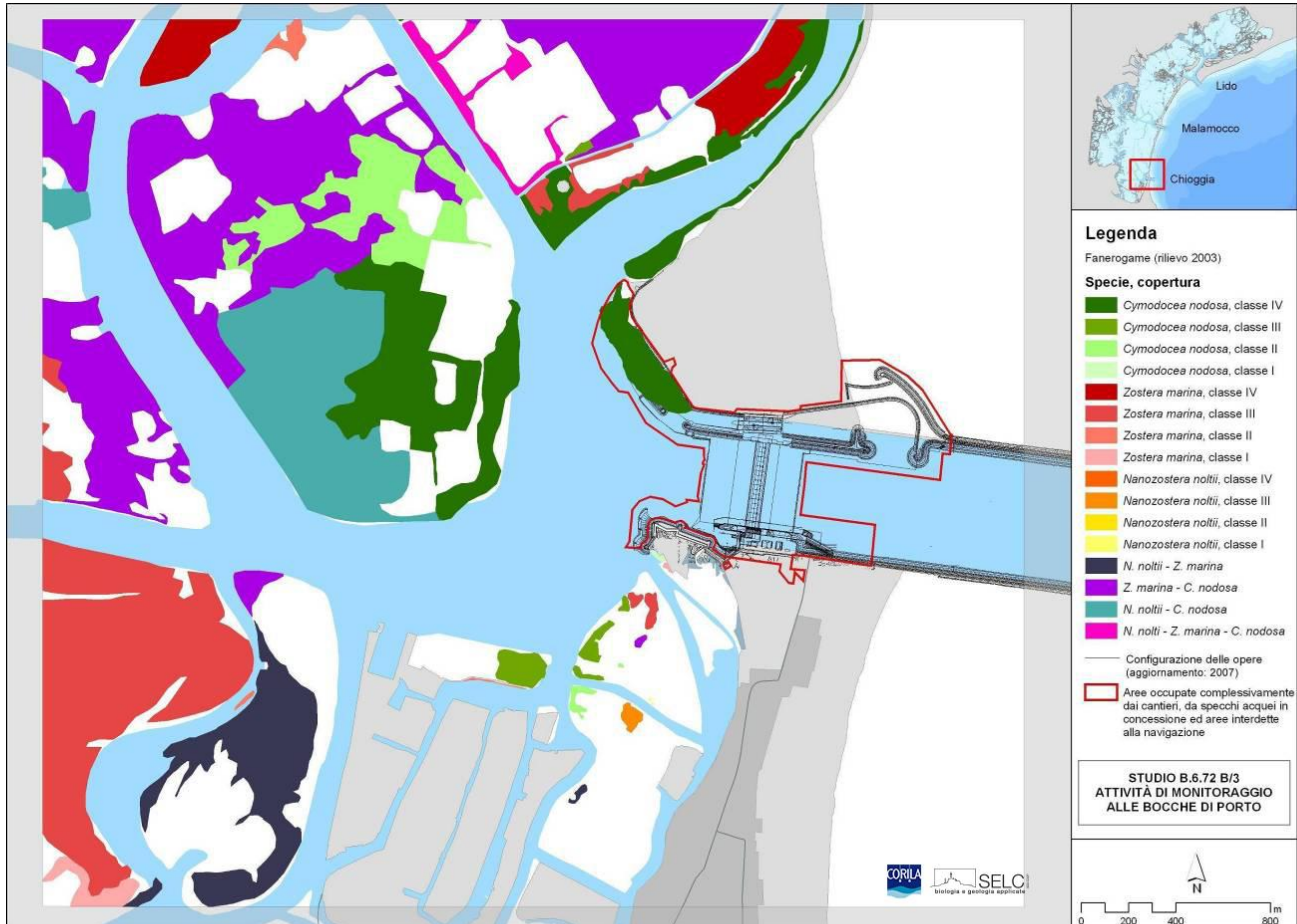


Figura A.49 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Chioggia.