

LIFE SERESTO

HABITAT 1150* (COASTAL LAGOON) RECOVERY BY
SEAGRASS RESTORATION

A new strategic approach to meet HD & WFD objectives

RIQUALIFICAZIONE DELL'HABITAT 1150*
(LAGUNE COSTIERE) TRAMITE IL RIPRISTINO
DI PRATERIE DI FANEROGAME ACQUATICHE

Un approccio strategico per il raggiungimento degli
obiettivi della Direttiva Habitat e della Direttiva Quadro
sulle Acque

GUIDA PRATICA PER IL RICONOSCIMENTO
DELLE FANEROGAME E PER LE AZIONI DI TRAPIANTO

Programma di finanziamento europeo Life plus Natura 2012

LIFE12 NAT/IT/000331 SERESTO
HABITAT 1150* (COASTAL LAGOON) RECOVERY BY SEAGRASS RESTORATION.
A NEW STRATEGIC APPROACH TO MEET HD & WFD OBJECTIVES

Durata del progetto: 01 gennaio 2014 - 30 aprile 2018

COORDINATORE DEL PROGETTO

Prof. Adriano Sfriso

DAIS - Università Ca' Foscari Venezia

PARTNER

Magistrato alle Acque di Venezia (MAV)

Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA)

Laguna Venexiana Onlus

AUTORI

Sfriso A., Boscolo R., Facca C., Buosi A., Bonometto A., Parravicini M.

Il progetto gode del contributo dello strumento finanziario LIFE dell'Unione Europea e contribuisce al miglioramento ecologico del un sito di interesse comunitario della rete Natura 2000 SIC IT3250031 – Laguna di Venezia Settentrionale



Università
Ca'Foscari
Venezia



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



INDICE

PREMESSA

INTRODUZIONE

CAPITOLO 1 - LA VEGETAZIONE ACQUATICA NELL'HABITAT 1150* LAGUNE COSTIERE

Piante acquatiche e macroalghe

Le funzioni ecologiche delle piante acquatiche

Fattori di degrado

Le macrofite come indicatore ecologico

CAPITOLO 2 - RICONOSCIMENTO E MORFOLOGIA

Chiave di determinazione

Zostera marina

Nanozostera noltii

Cymodocea nodosa

Ruppia cirrhosa

Ruppia maritima

CAPITOLO 3 - DISTRIBUZIONE, BIOMASSA ED ACCRESCIMENTO

Distribuzione

Biomassa ed accrescimento

CAPITOLO 4 - PROCEDURE OPERATIVE PER LE AZIONI DI TRAPIANTO DELLE ZOLLE E DIFFUSIONE DI SEMI E RIZOMI

Individuazione dei siti di intervento

Messa in opera delle fascinate

Espianto e trapianto delle zolle

Dispersione attiva di semi e rizomi

PRESENTAZIONE

Le condizioni ecologiche della laguna di Venezia in questi ultimi 3-4 anni stanno rapidamente migliorando, essenzialmente a seguito di interventi atti a ridurre i carichi di nutrienti, della diminuzione delle vongole filippine (*Tapes philippinarum*) e delle attività di pesca delle stesse, principale causa della distruzione dei fondali e della risospensione dei sedimenti. La riduzione della torbidità delle acque e delle estese coperture di **Ulvaceae**, che un tempo dominavano la vegetazione lagunare, hanno favorito la ricolonizzazione delle fanerogame acquatiche, sia in laguna Sud che in laguna centrale, ma non in laguna Nord dove la disponibilità di semi prodotti dalle praterie naturali è molto limitata. Per favorire la ricolonizzazione dei fondali anche di questa parte di laguna, che presenta per lo più sedimenti nudi, e riqualificare l'Habitat 1150*, l'Università di Venezia ha coinvolto in attività di trapianto e diffusione delle fanerogame acquatiche, Amministrazioni, Istituti di Ricerca del territorio (MAV, ISPRA) e portatori di interesse, come l'associazione Laguna Venexiana Onlus.

Laguna Venexiana raggruppa ca. 2000 pescatori e cacciatori, frequentatori abituali della laguna, che parteciperanno attivamente al progetto, effettuando le azioni concrete di ripristino sotto la guida scientifica di UNIVE e di ISPRA. Il MAV avrà il compito di fornire le informazioni sulle normative vigenti, rilasciare i permessi per poter operare legalmente e di produrre la cartografia dettagliata necessaria per le varie operazioni di campo.

Gli operatori verranno formati con uno specifico corso che fornirà loro le nozioni essenziali per il riconoscimento delle specie e per operare con i metodi di trapianto meno invasivi.

Il presente volume, a carattere divulgativo, rappresenta una guida a disposizione degli operatori per il riconoscimento delle fanerogame e le tecniche di trapianto previste dal progetto.

Inoltre è presentata una descrizione delle fanerogame e della loro importanza ecologica, per sensibilizzare la popolazione sull'importanza di queste specie negli ambienti lagunari.

INTRODUZIONE

Il progetto LIFE+ Natura SeResto - “Habitat 1150* (Coastal lagoon) recovery by SEagrass RESToration. A new strategic approach to meet HD & WFD objectives” verrà realizzato grazie al contributo finanziario dell'Unione Europea nell'ambito del Programma LIFE Plus Natura 2012 (codice progetto: LIFE12 NAT/IT/000331).

Descrizione del progetto

Il progetto ha come **principale obiettivo il ripristino e la conservazione dell'habitat acquatico prioritario 1150* (Lagune costiere)** nel SIC Laguna Superiore di Venezia (IT3250031), dove tale habitat copre circa 3.660 ha, tramite trapianti diffusi di fanerogame sommerse (piante acquatiche). Nell'habitat 1150* le praterie di fanerogame svolgono, infatti, un ruolo ecologico fondamentale, poiché supportano un'elevata biodiversità (ad es. zone nursery per specie ittiche e di alimentazione per l'avifauna), aumentano la stabilità dei bassofondali (**elemento biocostruttore**) e sequestrano in modo permanente importanti quantità di CO₂. Negli ultimi decenni le praterie

di fanerogame acquatiche sono fortemente regredite nella laguna di Venezia, in particolare nell'area settentrionale, a causa di molteplici pressioni antropiche. Tuttavia, recenti vincoli normativi hanno fortemente ridotto gli elementi di pressione, limitando gli apporti di nutrienti dal bacino idrografico e regolando l'attività di raccolta di vongole.

I principali obiettivi del progetto sono:

- **ripristinare e conservare l'habitat 1150*** attraverso il trapianto e la diffusione di fanerogame sommerse, in modo da avviare un processo che renda l'ecosistema auto-sostenibile a lungo termine;
- contribuire al **raggiungimento del buono stato ecologico** dei corpi idrici di transizione, dimostrando l'efficacia delle azioni proposte nel perseguire anche gli obiettivi fissati dalla Direttiva Quadro sulle Acque (Dir. 2000/60/CE Art. 4);
- quantificare e **valorizzare i servizi ecosistemici** forniti dall'ambiente lagunare e in particolare dalle praterie di fanerogame nell' habitat 1150*.

Strategia di intervento

La strategia di intervento prevede una serie di azioni finalizzate ad innescare il processo di ricolonizzazione delle praterie di fanerogame sommerse nell'area di intervento:

1. trapianto di zolle di *Zostera marina*, *Nanozostera noltii*, *Cymodocea nodosa* e *Ruppia cirrhosa* di piccole dimensioni (D=30 cm), in 35 siti diffusi in tutta l'area di intervento. In ciascun sito verranno trapiantate 9 zolle;
2. inserimento di fascinate a protezione dei siti di trapianto maggiormente esposti alle forzanti meteomarine;
3. interventi diretti di dispersione attiva di semi e rizomi a sostegno della naturale espansione delle praterie nelle aree circostanti.

La tecnica di intervento proposta non mira, quindi, a ricreare direttamente l'intera estensione delle praterie, ma ad innescare e supportare un processo di ricolonizzazione naturale delle fanerogame utilizzando un numero molto ridotto di zolle, con un vantaggio sia in termini di costi che soprattutto di impatto sui siti donatori.

Risultati attesi

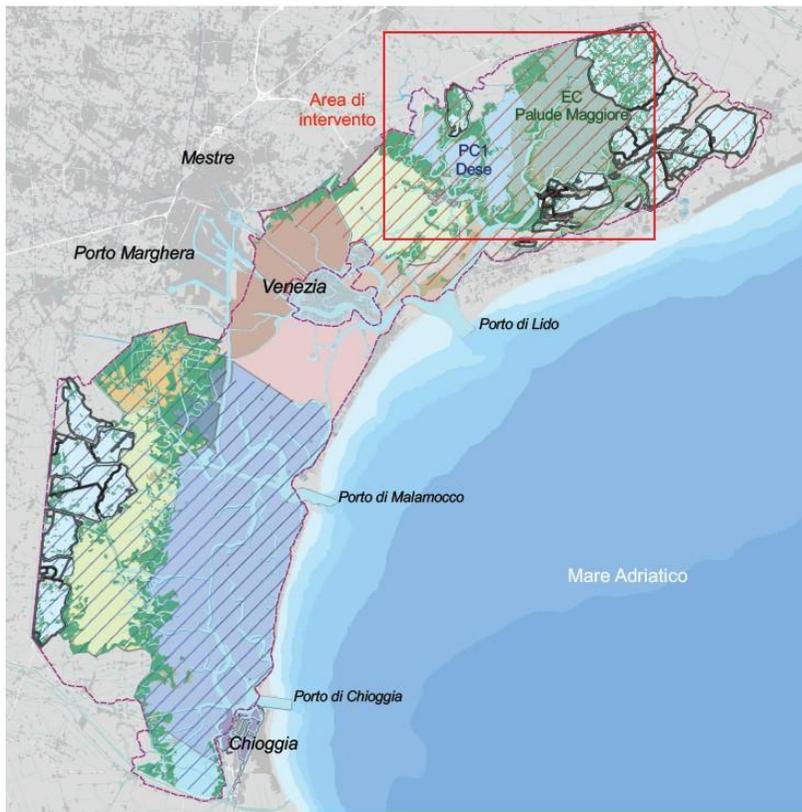
Risultati attesi dalle azioni dirette di trapianto

Il successo atteso nell'attecchimento delle 315 zolle trapiantate è dell'80% circa. **Dopo 4/5 anni si prevede che l'80% dei siti di trapianto (10x10m) siano coperti da praterie continue.** Inoltre, a partire dalle zolle trapiantate, si prevede che, per diffusione dei semi, inneschi multipli naturali e a diverso grado di sviluppo saranno presenti su una superficie ca. 10 volte maggiore di quella iniziale (circa 1.000 m² per sito).

Relativamente all'azione di dispersione attiva di semi e rizomi il successo atteso degli innesti è nell'ordine del 25%. Dopo 4/5 anni si prevede che tali innesti abbiano prodotto chiazze di praterie di fanerogame diffuse su un'area di ca. 50 ha, con una copertura e densità maggiore in prossimità dei siti di trapianto.

In 10 anni la confluenza dei singoli inneschi garantirà la produzione di praterie ben strutturate in almeno il 25-30% dell'area di intervento, equivalenti a circa 9.2 - 10.2 km², con un ulteriore incremento spontaneo negli anni successivi.

Project title: Habitat 1150* (Coastal lagoon) recovery by SEagrass RESTOration. A new strategic approach to meet both HD and WFD objectives



Map title
INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO
 Aree protette (SIC e ZPS) e Corpi Idrici definiti ai sensi della Direttiva 2000/60/CE in Laguna di Venezia



Legenda

Perimetro ZPS Laguna di Venezia

Aree SIC

IT3250030

IT3250031

barene

canali lagunari

valli da pesca arginate

Corpi Idrici 2000/60/CE

EC - Palude Maggiore

PC1 - Dese

PC2 - Millecampi

PC3 - Val di Brenta

PC4-Teneri

ENC1 - Centro-Sud

ENC2-Sacca Sessola

ENC3-Chioggia

ENC4-Bacan

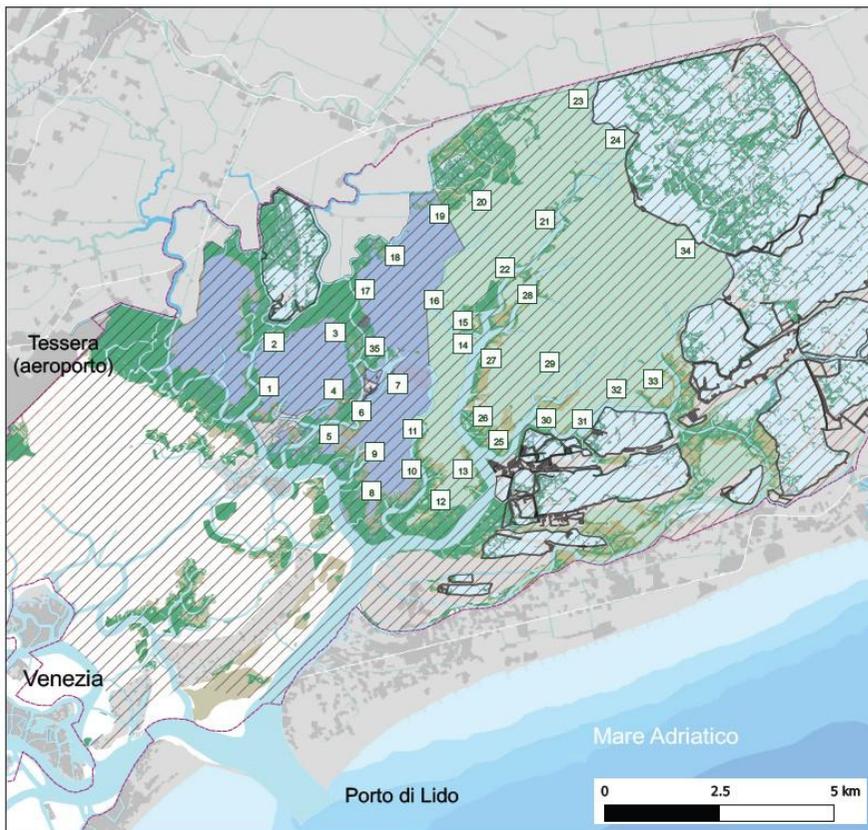
PNC1 - Marghera

PNC2 - Tessera

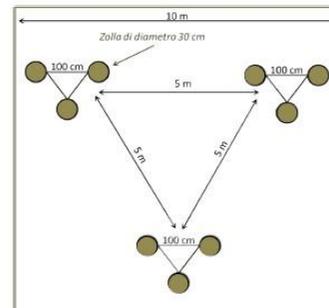


1:250000

Project title: Habitat 1150* (Coastal lagoon) recovery by SEagrass RESTORation. A new strategic approach to meet both HD and WFD objectives.



Map title
LOCALIZZAZIONE PRELIMINARE DEI SITI
DI TRAPIANTO DI FANEROGAME MARINE



- Legenda**
- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Area SIC | barene |
| IT3250031 | Veime |
| Perimetro ZPS Laguna di Venezia | valli da pesca arginate |
| EC - Palude Maggiore | siti di trapianto |
| PC1 - Dese | |

Risultati attesi in termini di qualità ecologica

Si prevede che la ricolonizzazione delle fanerogame sommerse avrà vari **effetti positivi a livello morfologico, sedimentario e trofico**.

I sedimenti verranno compattati dai rizomi, rendendo l'acqua più limpida e favorendo lo scambio dei nutrienti a livello dell'interfaccia acqua-sedimento. Ciò comporterà un aumento notevole della presenza e della produzione primaria di specie di alto valore ecologico, e la colonizzazione della vegetazione da parte dell'epifauna bentonica, particolarmente ricca in questi habitat.

Popolazioni ben strutturate di fanerogame sommerse favoriscono, inoltre, la presenza di specie dell'avifauna, ora confinate soprattutto nelle valli arginate, e di specie ittiche che vi trovano cibo e rifugio e tra questa una maggior diffusione delle specie prioritarie dell'Allegato II della Direttiva Habitat come: ***Knipowitschia panizzae***, ***Pomatoschistus canestrinii*** e ***Aphanius fasciatus***.

Monitoraggio

Gli interventi di “**ecological restoration**” hanno un peso sempre maggiore nelle strategie adottate dagli Stati Membri per raggiungere gli obiettivi ambientali fissati dalle normative ambientali europee (Dir. Habitat, Dir. 2000/60/CE). Per questo motivo, oltre al monitoraggio delle azioni dirette di ripristino delle praterie di fanerogame, è prevista un’intensa attività di monitoraggio del beneficio ambientale complessivo derivante dagli interventi realizzati.

Sono previste 3 linee di monitoraggio, finalizzate a:

1. valutare l’efficacia delle azioni dirette di ripristino delle praterie di fanerogame;
2. stimare l’incremento della biodiversità e del grado di conservazione degli habitat acquatici (*sensu* **Direttiva Habitat 92/43/CEE**) e il miglioramento della qualità ecologica (*sensu* **WFD 2000/60/CE**) nei siti di intervento;
3. raccogliere dati a supporto della quantificazione dei servizi ecosistemici (es. **aumento produttività ittica, sequestro CO₂**).

CAPITOLO 1

VEGETAZIONE ACQUATICA NELL'HABITAT 1150* LAGUNE COSTIERE

	Pagina
L'habitat 1150*	15
Piante acquatiche e macroalghe	16
Macroalghe	17
Piante acquatiche	18
Le funzioni ecologiche delle piante acquatiche	19
Fattori di degrado	21
Le macrofite come indicatore ecologico	23

L'HABITAT 1150* LAGUNE COSTIERE

E' uno degli habitat prioritari individuati dalla **Direttiva Habitat (92/43/CEE)**, promulgata con lo scopo di promuovere il mantenimento della biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali nel territorio europeo.

DESCRIZIONE DELL'HABITAT

Si definiscono “**lagune costiere**” gli ambienti acquatici costieri con acque lentiche (ferme), salate o salmastre, poco profonde, caratterizzate da notevoli variazioni stagionali in salinità e in profondità in relazione agli apporti idrici (acque marine o continentali), alla piovosità e alla temperatura che condizionano l'evaporazione.

Sono in contatto diretto o indiretto con il mare, dal quale sono in genere separati da cordoni di sabbie o ciottoli e meno frequentemente da coste basse rocciose. La salinità può variare da acque salmastre a iperaline in relazione con la pioggia, l'evaporazione e l'arrivo di nuove acque

marine durante le tempeste, la temporanea inondazione del mare durante l'inverno o lo scambio durante la marea.

Possono presentarsi prive di vegetazione o con coperture piuttosto differenziate, riferibili alle specie: **Ruppia maritima**, **Potamogeton pectinatus**, **Zostera marina**, **Cystoseira** spp. e **Chara fragilis**. (Biondi *et al.*, 2010)

In realtà la vegetazione acquatica di questo habitat varia da ambiente ad ambiente e può includere altre specie dominanti. Anche se in taluni casi è privo di vegetazione molti autori (Orfanidis, 2003; Viaroli *et al.*, 2008; Sfriso *et al.*, 2009) ritengono che in condizioni naturali questo habitat sia prevalentemente colonizzato da piante acquatiche.



PIANTE ACQUATICHE E MACROALGHE

La vegetazione acquatica comprende sia le macroalghe che le piante acquatiche che usualmente colonizzano questi ambienti.

Generalmente si formano raggruppamenti (**associazioni**) di specie diverse, perfettamente adattate alle caratteristiche ambientali, che variano soprattutto in funzione della morfologia dell'area, della tipologia del substrato (roccioso, sabbioso, fangoso), dell'idrodinamica, del livello di confinamento, della variazione di parametri come temperatura e salinità, della disponibilità di luce e di sostanze nutritive e della presenza di diversi fattori di stress come inquinanti ed attività che causano la risospensione dei sedimenti.

Le macroalghe e le piante acquatiche sono organismi acquatici che tramite la fotosintesi clorofilliana e l'energia solare sono in grado di fissare la CO_2 formando zuccheri e generando O_2 come sostanza di rifiuto.



Macroalghe

Comprendono tutti gli **organismi pluricellulari o cenocitici** (unica grossa cellula con numerosi nuclei) che hanno una struttura denominata “**tallo**” non differenziata in radici, fusti/rizomi e foglie.

Inoltre le alghe sono prive di fiori, frutti e semi e non posseggono un sistema vascolare per trasportare le sostanze nutritive dalle radici alla foglie e viceversa.

Questi organismi vegetali sono suddivisi in tre grandi gruppi: le alghe verdi (**Clorofite**), le alghe rosse (**Rodofite**) e le alghe brune (**Feofite**). Anche all’interno di queste tre distinzioni, le alghe possono avere colori e forme molto diversi (filamentose, tubulose, nastroforni, laminari, incrostanti, calcaree, etc.) che solo un’analisi degli organi riproduttivi permette di identificare. In alcuni casi di convergenza morfologica, per una corretta identificazione è addirittura necessario far ricorso ad analisi genetico-molecolari.



Ulva



Undaria

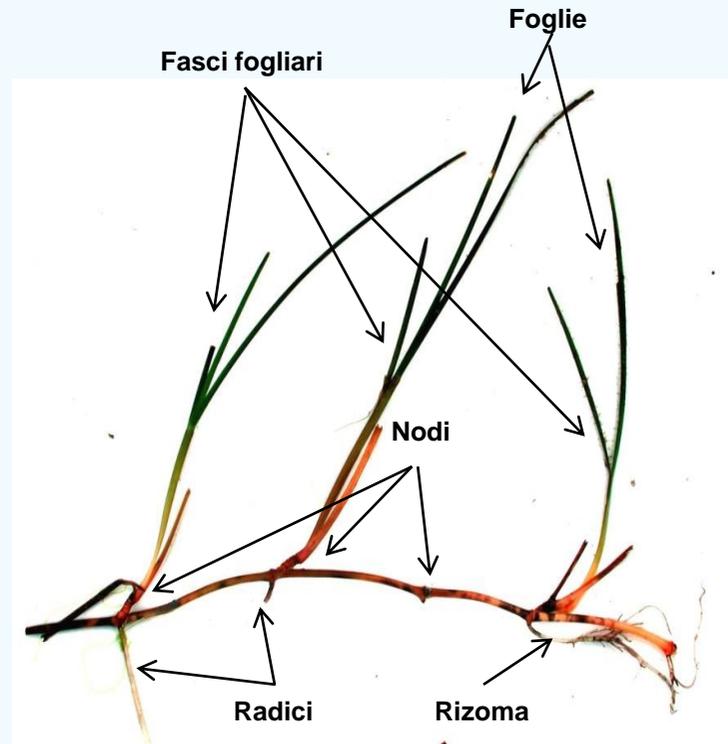


Gracilarie

Piante acquatiche

Comprendono tutti gli **organismi fotosintetici** ben strutturati. Possiedono una tipica **differenziazione in radici, fusto o rizoma e foglie** e sono **vascolarizzate** (presenza di fasci o nervature interne per il trasporto dei sali minerali e della linfa). Inoltre, durante il periodo della riproduzione, **formano fiori, frutti e semi**.

I rizomi o fusti striscianti sono suddivisi in **nodi** ed **internodi** più o meno allungati e ad ogni nodo emettono un fascio fogliare verso l'alto e delle radici verso il basso.



Esempio di un rizoma di *Cymodocea nodosa* con alcuni fasci fogliari

LE FUNZIONI ECOLOGICHE DELLE PIANTE ACQUATICHE

Nell'habitat 1150* le praterie di fanerogame (piante) acquatiche svolgono, infatti, un ruolo ecologico fondamentale, poiché:

- supportano un'elevata **biodiversità** (ad es. rifugio, alimentazione e **zone nursery** per specie bentoniche ed ittiche; alimentazione per l'avifauna, ecc.);
- aumentano la stabilità dei fondali (**elemento biocostruttore**) e sequestrano in modo permanente importanti quantità di CO₂;
- migliorano la qualità dell'acqua (ossigenazione, trasparenza, ecc.).

Pomatoschistus canestrinii



In genere, le piante acquatiche sono perenni e presentano un apparato fogliare ben sviluppato tutto l'anno, compreso l'inverno. Creano un substrato ricco di organismi bentonici e di alghe calcarizzate, dove trovano rifugio i piccoli pesci lagunari compresi quelli protetti come:

- il **Ghiozzetto di laguna** (*Knipowitschia panizzae*),
- il **Ghiozzetto cenerino** (*Pomatoschistus canestrinii*)
- il **Nono** (*Aphanius fasciatus*)

che vivono preferenzialmente in aree di buona/elevata qualità ambientale colonizzate da queste piante.



Aphanius fasciatus

Knipowitschia panizzae



Le piante acquatiche sono un habitat importante anche per molte altre specie di gobidi come *Zosterisessor ophiocephalus*, meglio noto come “Go”. Lo stesso nome “*Zosterisessor*” indica che vive preferenzialmente all’interno delle praterie di *Zostera*.

Altri pesci tipici di questo ambiente sono i “Pesci ago” presenti nella nostra laguna con più specie.

Syngnathus acus



Zosterisessor ophiocephalus



Pesce ago di rio
(*Syngnathus abaster*)



Pesce ago cavallino
(*Syngnathus typhle*)

I FATTORI DI DEGRADO

In laguna di Venezia sono presenti **5 piante acquatiche** che vivono in ambienti più o meno salati e che presentano forme, dimensioni ed adattamenti molto differenti. Sono organismi molto sensibili che risentono di impatti anche lievi.

Le principali cause di degrado, nella laguna di Venezia sono dovute principalmente ad **elevata risospensione** di sedimenti a causa di varie attività antropiche e all'immissione di nutrienti e sostanze inquinanti come i diserbanti, ampiamente utilizzati in agricoltura.

Fattori di stress possono essere dovuti a varie attività antropiche che generano pressioni in grado di determinare la variazione di questi raggruppamenti sia in termini quantitativi che qualitativi.

Si assiste prima alla sostituzione delle specie di maggior pregio come le piante acquatiche ed alcune macroalghe con specie opportunistiche come le **Ulvaceae** e le **Gracilariaceae** e poi alla totale, o quasi totale, scomparsa di questi organismi.

Negli ultimi decenni le praterie di fanerogame acquatiche sono fortemente regredite nella laguna di Venezia, in particolare nell'area settentrionale, a causa di molteplici pressioni antropiche.

Recenti vincoli normativi hanno fortemente ridotto gli elementi di pressione, limitando gli apporti di nutrienti dal bacino idrografico e regolando l'attività di raccolta di vongole.

Pesca alle vongole



Bloom algale di alghe verdi (Clorofite)

Bassofondale ricoperto da un'elevata biomassa algale (*Ulva*)



Acqua molto torbida per la presenza di elevate quantità di solidi sospesi



Successione ecologica da condizioni di elevata qualità ambientale a condizioni degradate



Piante acquatiche



Gracilariaceae



Ulvaceae



Fondo nudo

LE MACROFITE COME INDICATORE ECOLOGICO

La Direttiva 2000/60/CE ha introdotto a livello normativo l'uso di indicatori biologici per la valutazione della qualità ambientale degli ambienti acquatici.

Nelle lagune la valutazione dello stato ecologico avviene tramite l'utilizzo di indici biologici basati sulle piante acquatiche, sulle macroalghe, sulla macrofauna bentonica, sul fitoplancton e sulla macrofauna ittica.

Per la vegetazione acquatica è stato sviluppato il **Macrophyte Quality Index (MaQI)** (MaQI, *Sfriso et al., 2009*), che prevede la valutazione congiunta di macroalghe e fanerogame. La struttura dell'indice rispecchia la successione ecologica da ambiente inalterato, dominato da alghe di alta valenza ecologica e piante acquatiche, ad un ambiente degradato dominato da alghe opportuniste o da totale assenza di vegetazione acquatica.

Macrophyte Quality Index (MaQI)							
	Macroalghe (punteggio)			Qualità Ecologica (EQR)			
	Opportuniste 0	Indifferenti 1	Sensibili 2				
Macroalghe	Qualsiasi copertura ⁽¹⁾		≥25%	0.85		1	
			15-25%	0.65	0.75		
			≤15%	0.55	0.55		0.65
	Copertura totale ≤5%		2 species	0.45			
	Copertura totale >5%	Rhodophyta dominanti	≤2 species	0.35			
		Chlorophyta dominanti	≤2 species	0.25			
	Copertura totale ≤5%		1	0			
			0				
Assenti/Tracce ⁽²⁾			0				
Angiosperme acquatiche	<i>Ruppia cirrhosa</i> , <i>R. maritima</i> , <i>Zostera noltii</i>		assenti	<50% ⁽³⁾	50-75%	>75%	
	<i>Zostera marina</i>			<25%	25-75%	>75%	
	<i>Cymodocea nodosa</i>		assente	<25%		≥25%	
	<i>Posidonia oceanica</i>		assente		Presente		
⁽¹⁾ Numero di specie in percentuale.							
⁽²⁾ La Xanthophyceae: <i>Vaucheria</i> spp. può essere presente con una copertura fino al 100%. Presenza stagionale di Rhodophyceae e/o Chlorophyceae che non sono in grado di produrre biomasse significative.							
⁽³⁾ Copertura delle specie in percentuale							

CAPITOLO 2

RICONOSCIMENTO E MORFOLOGIA

	Pagina
Chiave di determinazione	27
<i>Zostera marina</i>	28
<i>Nanozostera noltii</i>	32
<i>Cymodocea nodosa</i>	36
<i>Ruppia cirrhosa</i>	41
<i>Ruppia maritima</i>	46

CHIAVE DI DETERMINAZIONE

Le piante acquatiche comprendono un gruppo di monocotiledoni che si è adattato a vivere in ambienti completamente sommersi. Sono piante che producono fiori conosciute come Angiosperme, ma in accordo con la classificazione più moderna, sono da attribuire al phylum delle **Magnoliophyta** Cronquist, Takhtajan & W. Zimmermann, 1966. Negli ambienti di transizione italiani sono presenti 5 famiglie: **Cymodoceaceae** N. Taylor in Womersley, 1984; **Posidoniaceae** Lotsy, 1984; **Potamogetonaceae** Dumortier, 1829; **Zosteraceae** Dumortier in Womersley, 1984; **Zannichelliaceae** Dumortier in Womersley, 1984.

Di seguito viene riportata la chiave di determinazione delle 5 specie presenti in Laguna di Venezia (Sfriso, 2010).

1. Foglie con **7 nervature simili** ed apici finemente denticolati. Rizomi rosa-rossastri molto sviluppati, non marcescenti e caratterizzati da evidenti nodi con cicatrici anulari molto ravvicinate all'origine delle ramificazioni. Grosse radici avventizie ai nodi.....**Cymodocea nodosa**

1. Foglie con **3 nervature più evidenti**. Mancano le dentellature marginali agli apici che possono essere leggermente bifidi (al microscopio) per la presenza della nervatura centrale. Rizomi bianco-nerastri, talvolta parzialmente rosati, ma poco sviluppati, marcescenti distalmente e senza anelli cicatriziali. Radici avventizie numerose ai nodi, molto sottili e gracili **2**

2. Piante di dimensioni cospicue che possono superare il metro. Foglie leggermente ricurve, larghe 3-7 mm, con apice circolare o incavato. Presenza di 3 grosse nervature interne e 2 marginali molto evidenti. Rizomi con diametro di 3-6 mm ma lunghi solo 5-15 cm, distalmente nerastri e marcescenti **Zostera marina**

2. Piante di dimensioni minori, 10-20 cm, talvolta fino a 60 cm di altezza. Foglie strette, larghe 0.7-1.5-(2) mm. Presenza di 3 grosse nervature, una centrale e due marginali. Apice smarginato o bifido. Rizomi gracili, bianco-nerastri, di 2-3 mm di diametro, lunghi qualche cm e poi marcescenti **Nanozostera noltii**

1. Foglie con **1 sola nervatura centrale** e di larghezza inferiore al mm. **3**

3. Frutti di forma regolare su lunghi peduncoli attorcigliati a spirale di 2-4-(10) cm. Guaine fogliari rigonfie di 2-3 mm**Ruppia cirrhosa**

3. Frutti di forma irregolare, su brevi peduncoli di 1-2-(4) cm. Guaine fogliari strette di 0.8-1.0-(1.5) mm **Ruppia maritima**

Zostera marina

Nomi dialettali: *alega, grisa, alga da ciossi*

È la specie più diffusa in Laguna di Venezia (copertura ca. 26 km²) e colonizza trasversalmente sia gli ambienti marinizzati che quelli a bassa salinità, ma generalmente predilige quelli a salinità intermedia: 20-30‰ e con sedimenti fini o medio-fini.

Cresce tutto l'anno, compresi i mesi invernali, anche se molto più lentamente, e produce fiori, semi e frutti tra Aprile ed inizio Giugno. In questo periodo raggiunge anche il massimo sviluppo. I fasci fogliari normalmente presentano da 2 a 7 (in media 4) foglie di diversa lunghezza racchiuse in una guaina fogliare tubulosa e membranosa lunga 5-15 cm. La foglia più giovane, e più corta, è posta nella parte più interna mentre la foglia più esterna cade ad intervalli di 28-99 giorni a seconda della stagione. In praterie ben sviluppate la densità media dei fasci fogliari è intorno a 600 unità per m² con punte stagionali fino ad oltre 1100 unità per m².

Le foglie sono leggermente arcuate, hanno una larghezza di 5-7 mm e un'altezza che può superare il metro (Sfriso & Ghetti 1998; Sfriso, 2010).



Prateria di *Zostera marina* in fioritura

È una specie facilmente riconoscibile sia esaminando le foglie che i rizomi. Le **foglie** presentano apici arrotondati con una **depressione centrale** formata dalla nervatura che la percorre centralmente.

Apice di una foglia con una depressione centrale



In senso longitudinale la foglia presenta **5 nervature** nettamente più grosse delle altre, **3 centrali e 2 marginali**.



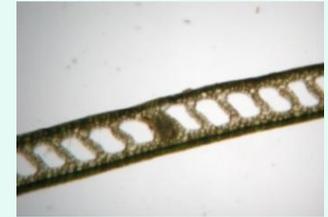
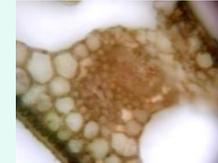
Visione superficiale di una foglia con le 5 nervature primarie.

Queste non sono altro che l'apparato vascolarizzato dove passano i minerali assorbiti dalle radici e gli zuccheri prodotti dalle foglie stesse durante la fotosintesi.

Parallelamente alle nervature primarie si intravedono 6-

8 fasci più sottili che corrispondono alle pile di cellule interne che uniscono le due facce opposte della foglia. Racchiusi tra questi fasci minori vi sono gli **spazi lacunosi** (pieni di gas) che mantengono le foglie erette nella colonna d'acqua.

Sezione trasversale di una foglia: particolare dell'apparato vascolarizzato e degli spazi lacunosi



Particolare di un fascio vascolarizzato

Numerose striature scure trasversali ad andamento irregolare uniscono i fasci maggiori. Sono ramificazioni laterali degli stessi. In sezione trasversale sono ben visibili sia gli **spazi lacunosi** che le pile di cellule dei fasci minori. Esternamente in entrambe le facce c'è uno strato di cellule epidermiche quadrangolari **prive di stomi** (aperture per scambi gassosi) poiché nelle piante acquatiche **l'anidride carbonica (CO₂) e l'ossigeno (O₂) passano direttamente attraverso i tessuti**.

Nelle lagune del Nord Adriatico *Zostera marina* è fertile in Aprile-Giugno. Produce getti fertili più lunghi delle foglie (fino a 120-130 cm) e ripetutamente ramificati (3-7 volte) con numerosi **spadici fiorali** portati da un peduncolo cilindrico biancastro. Gli spadici portano guaine cospicue (spate) lunghe 3-10 cm e larghe quanto le foglie.

Spadici fiorali



Spiga con spadice fiorale aperto



Fiori maschili e fiori femminili con apice (stigma) bifido

I **fiori**, disposti in spighe, sono molto ridotti. Quelli maschili presentano antere uniloculari che contengono il polline e quelli femminili un ovario provvisto di un corto stilo con stigma bifido. Fiori maschili e femminili sono portati dalla stessa spiga (pianta monoica = una sola casa). Per ogni fiore femminile seguono due fiori maschili per un totale di 30 fiori maschili e 15 fiori femminili.

I **frutti**, lunghi 3-5 mm, sono ovoido-ellissoidali, schiacciati e coriacei.

Frutti



I **rizomi** (3-6 mm di diametro) presentano un colore che varia dal verde (più superficialmente) al giallo-rosato e presentano nodi ed internodi più o meno distanziati senza cicatrici fogliari. A una certa distanza dalla zona di accrescimento (meristema) delle foglie i rizomi **diventano scuri e marcescenti** per cui la loro lunghezza è solamente di 10-15 cm. Pertanto penetrano i sedimenti solamente fino a 5-10 cm e **sono facilmente estirpabili**. Dai nodi sono emesse molte radichette sottili e gracili.

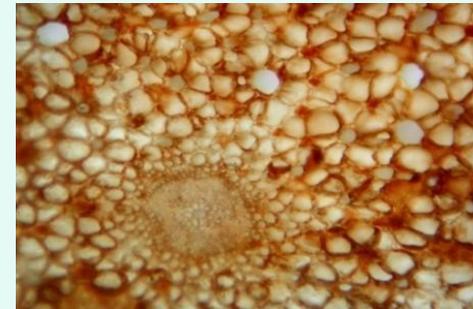
**Fascio di
*Zostera marina***



**Rizoma di
*Zostera marina***

In sezione trasversale i rizomi appaiono compatti e

presentano fasci vascolari, cellule con parete spessa parzialmente lignificata e ricche di sostanze di riserva (**amidi**).



Sezioni trasversali di rizomi con fasci vascolari, cellule parzialmente lignificate e cellule di riserva

Nanozostera noltii

Nomi dialettali: *zosterella*, *grisa*, *alga dei ciossi*

In passato era la specie più diffusa in Laguna di Venezia, attualmente presenta praterie piuttosto rade (**copertura ca. 6.2 km⁻²**) e colonizza prevalentemente i fondali a livello medio di marea degli ambienti confinati, soprattutto attorno alle barene naturali a sedimenti fini.



Piantine di
Nanozostera

Cresce tutto l'anno, compresi i mesi invernali, anche se molto più lentamente, e produce fiori, semi e frutti tra Giugno ed Agosto. In questo periodo raggiunge anche il massimo sviluppo. I **fasci fogliari** normalmente presentano da 2 a 5 (in media 2.2) foglie di diversa lunghezza racchiuse in una corta guaina fogliare tubulosa e membranosa. La foglia più giovane e più corta è posta

nella parte più interna mentre le foglie esterne cadono ad intervalli più o meno lunghi a seconda della stagione. In praterie ben sviluppate la densità media dei fasci fogliari è intorno a **6-7000 unità per m²** con punte stagionali fino a 15000 unità per m².

Le foglie sono piccole e strette. La larghezza è di 0.7-1.7 (2) mm e l'altezza normalmente varia tra 10-20 cm con punte fino a 60 cm in piante che vivono a maggior profondità.



Prateria invernale di *Nanozostera noltii*

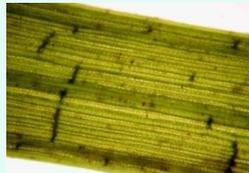
È una specie molto più piccola di *Zostera marina* con cui non può essere confusa. Anche in questo caso le foglie presentano apici arrotondati con una marcata depressione centrale formata dalla nervatura che la percorre centralmente.



Apice di una foglia con marcata depressione centrale

In senso longitudinale la foglia presenta 3 nervature nettamente più grosse delle altre, 1 centrale e 2 marginali.

Visione superficiale di una foglia con le 3 nervature primarie.



Queste non sono altro che l'apparato vascularizzato dove passano i minerali assorbiti dalle radici e gli zuccheri prodotti dalle foglie stesse durante la fotosintesi.

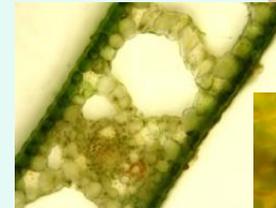
Parallelamente alle nervature primarie si intravedono 4-6 fasci più sottili che corrispondono alle pile di cellule

interne che uniscono le due facce opposte. Racchiusi tra questi fasci minori vi sono gli **spazi lacunosi** (pieni di gas) che mantengono le foglie erette nella colonna d'acqua.

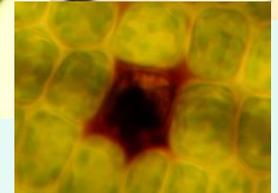
Sezione trasversale di una foglia



Particolare di un fascio vascularizzato



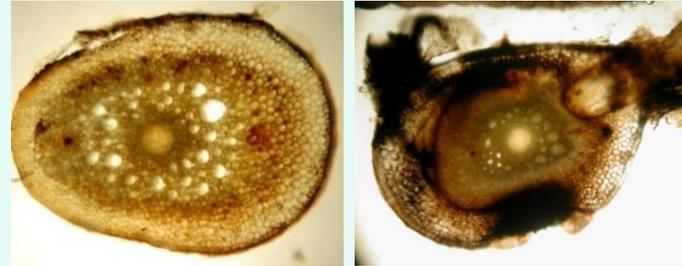
Cellula tannica



Anche in questa specie striature scure trasversali, ad andamento irregolare, uniscono i fasci maggiori. Esse sono ramificazioni laterali dei fasci maggiori. In sezione trasversale sono ben visibili sia gli spazi lacunosi che le pile di cellule dei fasci minori.

Sono presenti **cellule di color bruno-rossastro ricche di tannini** per evitare il pascolo degli organismi erbivori.

I **rizomi** (1.2-2 mm di diametro) sono di color verde chiaro o rosati da giovani e rosso-nerastri da vecchi. Presentano corti nodi ed internodi più o meno distanziati senza cicatrici fogliari. Anche in questo caso a una certa distanza dalla zona di accrescimento (meristema) delle foglie i rizomi diventano scuri e marcescenti per cui la loro **lunghezza è solamente di 10-15 cm**. Come per *Zostera marina* penetrano nei sedimenti solamente fino a 5-10 cm e sono facilmente estirpabili.



Sezioni trasversali di rizomi

Rizoma di *Nanozostera noltii*



Generalmente prevale il colore nerastro, soprattutto se crescono in sedimenti fini ed anossici che, tuttavia, sono il loro habitat preferito. Infatti, in sedimenti sabbiosi le piante divengono rade ed esili (filano) e crescono poco.

Dai nodi sono emesse molte radichette sottili e gracili (300-400 μm) da cui emergono numerosissimi sottili peli assimilatori.



Sezione trasversale di una radichetta con numerosi peli assimilatori

Questa specie, in luglio-settembre, produce getti fertili più corti delle foglie e non ramificati. Lo spadice è portato da un breve peduncolo cilindrico e la spata è simile alla guaina fogliare ma appena più larga delle foglie.

I **fiore** sono 3-12 riuniti in uno spadice lineare. I fiori maschili sono ridotti ad antere uniloculari e quelli femminili a un ovario provvisto di stimma sessile e bifido. Il numero dei fiori maschili è quasi doppio dei femminili.

I **frutti** misurano ca. 2 mm e hanno forma ellissoidale schiacciata.

Spadice con fiori



Frutti di *Nanozostera* posti in modo alternato in uno spadice lineare



Cymodocea nodosa

Nomi dialettali: *alega, grisa, alga da ciossi*

Questa specie è quella che attualmente in Laguna di Venezia presenta la massima espansione grazie al miglioramento dello stato di ossidazione dell'ambiente anche se la **copertura (ca. 24 km²)** è un po' minore di quella di *Zostera marina*. Colonizza gli ambienti ad elevata salinità e a granulometria grossolana. In presenza di entrambe queste condizioni presenta le maggiori dimensioni. Infatti, **l'altezza media arriva a 100-120 cm con estremi fino a 150 cm**. È presente sia nelle aree marinizzate sia in quelle confinate ad elevata salinità ma in tal caso, poiché la granulometria è fine le piante rimangono più piccole e gracili.

Cresce solo da Maggio a Dicembre poiché è una specie di origine subtropicale. D'inverno rimangono i rizomi con la base dei fasci fogliari e al massimo 1-2 corte foglie. A causa delle sue maggiori esigenze termiche difficilmente si riproduce per seme, solitamente **la sua diffusione avviene per accrescimento e dispersione dei rizomi**.

I **fasci fogliari** normalmente presentano da 2 a 4 (in media 3) foglie di diversa lunghezza, racchiuse in una guaina fogliare tubulosa e membranosa di alcuni cm.



Giovani fasci fogliari di *Cymodocea nodosa* attaccati ad un pezzo di rizoma

Diversamente dalle altre specie i **fasci fogliari** si staccano nettamente dai rizomi. Le piante presentano foglie dritte di 3-5 mm di larghezza e **rizomi** con **evidenti cicatrici fogliari** che formano una rete compatta fino a ca. 30 cm di profondità. La loro colorazione è di un colore arancio intenso e non presentano mai parti distali annerite poiché non si degradano durante l'accrescimento. Inoltre le radici sono molto grosse e lunghe.



Particolare dei rizomi

Per queste caratteristiche è **la miglior pianta per compattare i sedimenti ed è quasi impossibile eradicarla** poiché rimangono sempre dei pezzi di rizomi in grado di garantire nuovi getti.

In praterie ben sviluppate la densità media dei **fasci**

fogliari è intorno a **1000-3000 unità per m²** in funzione della profondità. Popolazioni più profonde sviluppano piante più grandi e meno dense e viceversa.

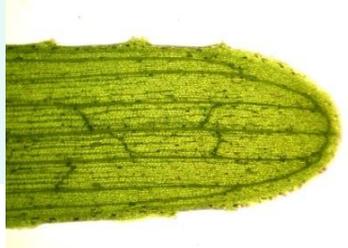


Carote di *Cymodocea* con evidenza le lunghe e grosse radici



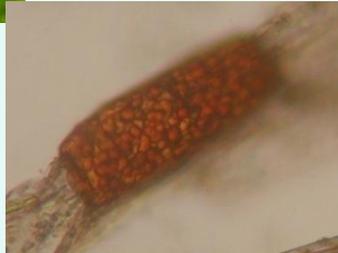
Anche questa specie è facilmente riconoscibile sia esaminando le foglie che i rizomi. Le foglie presentano apici arrotondati senza depressioni centrali. Ai lati della foglia sono presenti dei dentelli uncinati (**creste**) rivolti all'indietro che contengono numerose cellule rossastre ricche di tannini.

Apice di una foglia con i caratteristici dentelli laterali



Dentello laterale con cellule tanniche

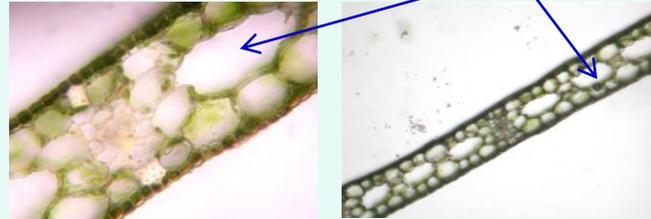
Particolare di una cellula tannica



evidenti delle altre, ed unite da ponti di fasci trasversali di connessione tra le nervature primarie.

In sezione trasversale le cellule interne sono molto grosse e gli spazi lacunosi pieni di gas per mantenere le foglie erette sono più piccoli ed ellissoidali.

Le cellule dei setti che separano gli **spazi lacunosi** sono al massimo 2 o 3.



Sezione trasversale di una foglia con in evidenza gli spazi lacunosi

Inoltre le due file di cellule corticali esterne adibite alla fotosintesi sono ben evidenti per il colore più scuro e la forma quadrangolare. All'interno contengono piccoli cloroplasti sede della fotosintesi. Come nelle altre piante acquatiche **mancano gli stomi** per gli scambi gassosi che avvengono direttamente per diffusione.

In senso longitudinale la foglia presenta **7 nervature** più

I **rizomi** sono la parte più interessante di questa specie per la loro vitalità e l'**elevata capacità biostrutturante** poiché penetrano i sedimenti fino in profondità (ca. 30 cm) senza decomporsi nel tempo ma formando una densa rete di rizomi che permane nel tempo. Le stesse radici, molto più grosse e lunghe di quelle delle altre specie, contribuiscono ad un ottimale compattamento dei sedimenti evitando i fenomeni di erosione.

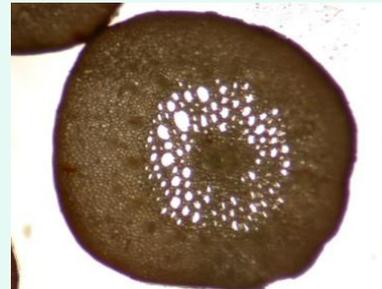
Ovviamente ciò è possibile poiché i sedimenti grossolani dove vivono sono più ossidati.

Rizoma di *Cymodocea nodosa* con in evidenza le cicatrici fogliari



In sezione trasversale i **rizomi** mostrano una struttura molto compatta che dà loro maggior resistenza ed ampi tubi per il trasporto dei sali minerali in tutta la pianta.

Caratteristica di questa specie è di essere **epifitata da molte piccole alghe calcarizzate** che formano una crosta continua di carbonato di calcio sulle foglie più vecchie, ormai non più produttive. Queste incrostazioni quando le foglie cadono e si degradano rimangono nei sedimenti arricchendoli di calcare e **sottraendo permanentemente elevate quantità di CO₂**.



Sezione trasversale di un rizoma



Foglia ricoperta da alghe calcarizzate

Cymodocea nodosa in laguna di Venezia **si riproduce molto raramente**. Sono presenti piante maschili e femminili separate (piante dioiche). È molto raro avvistare piante fiorite, tuttavia, occasionalmente si trovano dei **semi** che sono completamente diversi da quelli delle **Zosteraceae** o delle **Ruppiaceae**. Sono discoidali appiattiti con un uncino da dove poi inizia la radicazione. Mediamente misurano **1 cm di diametro** e sono portati a due a due dalle piante femminili.



Frutti di *Cymodocea* posti alla base di un fascio fogliare

Radichetta prodotta dalla parte uncinata del seme



Seme discoidale

Piantine con semi maturi



Ruppia cirrhosa

Nomi dialettali: *alega, grisa, alga da ciossi*

Questa specie era quasi completamente scomparsa dalla laguna aperta mentre è **sopravvissuta come specie dominante nelle valli da pesca chiuse** come quelle della laguna Nord (Val Dogado, Valle Grassabò, Valle Cavallino, Valle Ca' da Riva etc.). Predilige gli ambienti parzialmente dissalati o sottoposti ad elevate fluttuazioni della salinità e sedimenti molto fini ed anossici.

È presente tutto l'anno, compresi i mesi invernali, anche se a basse temperature lo sforzo di crescita compensa appena le perdite dovute alla respirazione.

Produce fiori, semi e frutti tra Luglio ed Agosto. In questo periodo raggiunge anche il massimo sviluppo.

I **fasci fogliari** vengono emessi direttamente dai rizomi o da lunghi steli erbacei. Questi portano pacchetti di 3-5 foglioline di 15-17 cm di lunghezza per **0.8-1.0 mm di larghezza** che si assottigliano fino a 0.5-0.6 mm all'apice.

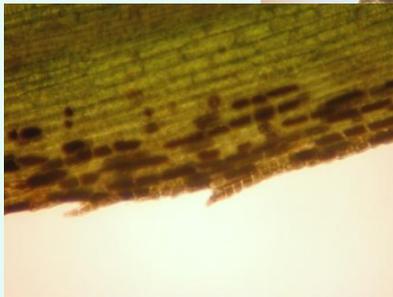
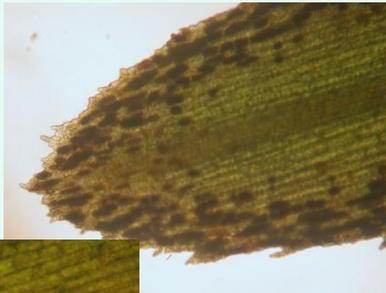
In praterie ben sviluppate i fasci fogliari possono superare il metro d'altezza. **La densità dei fasci fogliari è elevatissima e varia da 5000 a 31800 unità per m².**



Caratteristici peduncoli fiorali a cirro di *Ruppia cirrhosa*

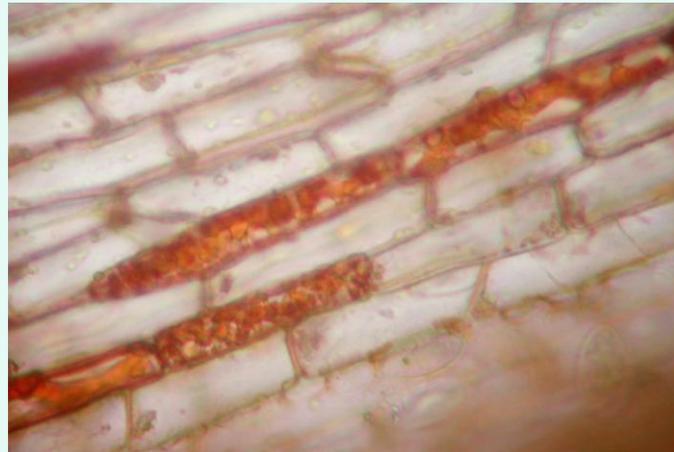
Le foglioline hanno una sola nervatura centrale. Le parti terminali sono regolarmente seghettate con numerosi dentelli apicali che presentano 2-3 cellule prominenti. Singoli **dentelli spiniformi rivolti verso l'alto** sono emessi ad intervalli regolari lungo i bordi di tutta la parte apicale delle foglioline. I dentelli sono semplici, misurano 30-50 μm di lunghezza e sono costituiti da 3-6-(12) cellule impilate di 10-12 μm di diametro.

Apice dentellato di una foglia



Particolare dei dentelli marginali e delle cellule tanniche

Nella parte apicale, ma in genere su tutta la lamina fogliare, sono presenti numerose **cellule tanniche** di color bruno-rossastro che generalmente sono più rigonfie di quelle epidermiche e misurano: 15-20 x 25-50-(75) μm . Queste sono presenti anche negli steli e nelle guaine basali. In tal caso sono esili, molto allungate e misurano: 8-12-(14) x 300-400-(500) μm .



Cellule tanniche allungate di uno stelo

La parte basale, attaccata ai rizomi è avvolta da una **guaina fogliare rigonfia di 2.0-2.5 mm di larghezza** per 12-15 mm di lunghezza. La parte apicale della guaina presenta 2 orecchiette ottuse, larghe 700-800 μm .

Guaina fogliare
rigonfia

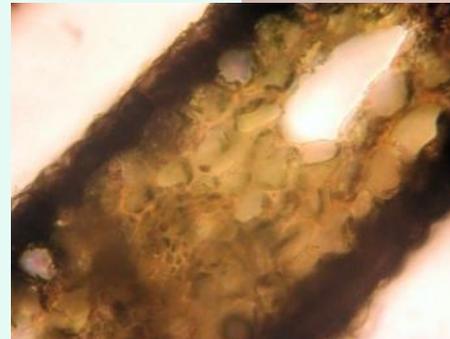


Orecchietta
ottusa

La sezione trasversale delle foglie è schiacciata ed ellittica, molto più allungata di quella di *Ruppia maritima* e presenta un fascio vascolare centrale e due piccole lacune laterali fortemente schiacciate con diametro maggiore di 70-80-(100) μm .

Esternamente si vede lo strato epidermico con cellule arrotondato-quadrangolari di 15-20 μm di diametro. Poi vi sono 1-3 strati di cellule midollari che lateralmente costeggiano le lacune ripiene di gas. Al centro della fogliolina vi sono invece i **fasci vascolari**. Lo spessore della sezione trasversale è di 170-200 μm .

Sezione
trasversale
ellittica di una
foglia con in
evidenza le lacune



Particolare
Sezione
trasversale di
uno stelo

La riproduzione avviene vegetativamente tramite accrescimento e diffusione dei rizomi oppure, sessualmente con produzione di fiori, frutti e semi.

Le **infiorescenze** sono portate da **peduncoli fiorali molto lunghi**: 10-15-(20) cm di lunghezza per 0.7-1.0 mm di diametro. Questi sono **avvolti a spirale** e danno origine a (3)-5-10 fiori femminili pedunculati (carpelli) che poi producono altrettanti frutti. Spesso i frutti sono abortiti e in tal caso non sono pedunculati. I **frutti maturi sono simmetrici** ed hanno forma ellissoidale. Mediamente misurano ca. 2 mm di lunghezza per 1.0-1.2 mm di larghezza e presentano un apice rostrato.



Frutti abortiti



Frutti maturi simmetrici

I fiori maschili sono corti e portano numerose sacche

polliniche (antere) globose di 0.8-1.1 x 1.3-1.6 mm, a forma di chicco di caffè, anche queste ricche di cellule tanniche. Le antere presentano un peduncolo cortissimo e rimangono avvolte dalle guaine fogliari.



Fiori maschili con sacche polliniche globose



I **rizomi** sono molto esili, mediamente hanno un diametro di 0.8-1.2 mm e presentano numerosi nodi ed internodi. Gli internodi sono piuttosto corti, mediamente misurano 0.7-1.0 cm, e presentano una colorazione giallastra. Dai nodi sono emessi sia steli erbacei che fasci fogliari e numerose radichette lunghe alcuni cm e che presentano un diametro di 300-330 μm .



Particolare di un rizoma con numerosi nodi ed internodi

In sezione trasversale, i rizomi presentano una tipica struttura vascolare centrale con alcuni vasi a pareti parzialmente lignificate di color bruno-rossastro.

Sono presenti anche numerosi ampi spazi vuoti che danno alla sezione un aspetto trabecolare.

I rizomi di **Ruppia** penetrano nei sedimenti fino a 5-7 cm e sono facilmente estirpabili. Similmente a **Nanozostera**, anche in questo caso i **rizomi** crescono per brevi tratti e poi **divengono nerastri e tendono a marcire**. Le radichette sono sottili ed esili.



Sezione trasversale di un rizoma di *Ruppia cirrhosa*

Ruppia maritima

Nomi dialettali: *alega, grisa, alga da ciossi*

Mentre la specie precedente può facilmente superare il metro d'altezza *Ruppia maritima* presenta dimensioni più contenute arrivando al massimo a **30-40 cm**. **Colonizza i chiari di barena** pertanto è soggetta a condizioni estreme di temperatura e di salinità. In condizioni ottimali raggiunge il suo massimo sviluppo in luglio e poi rapidamente regredisce soprattutto per le temperature troppo elevate. Comunque periodi di elevata piovosità, di forte insolazione o di maree particolarmente alte o basse possono variare di molto il suo sviluppo.

Attualmente questa è **la specie più rara**, sia a causa della riduzione delle barene naturali e quindi del suo habitat, sia dell'arricchimento di nutrienti che favorisce l'accrescimento di alghe nitrofile come le **Ulvaceae** e le **Cladophoraceae** che ricoprono completamente i chiari di barena impedendone l'accrescimento od eliminandola del tutto.



Prateria in
un chiaro
di barena



Pianta ben
sviluppata

Le piantine sono molto esili e dai rizomi vengono emessi numerosi, ma corti, **fasci fogliari** che portano ciascuno 3-5 foglioline ben impacchettate. Queste misurano 2-3-(5) cm di lunghezza per **0.4-0.7-(0.9) mm di larghezza** e si assottigliano all'apice fino a 0.2-0.15 mm. Presentano una sola nervatura centrale. La parte basale dei fasci fogliari, è avvolta da una guaina molto più stretta di quella di ***Ruppia cirrhosa*** essendo larga ca. la metà: 0.8-1.0-(1.5) mm.

**Fasci fogliari
con in evidenza
le foglioline
e le guaine fogliari**



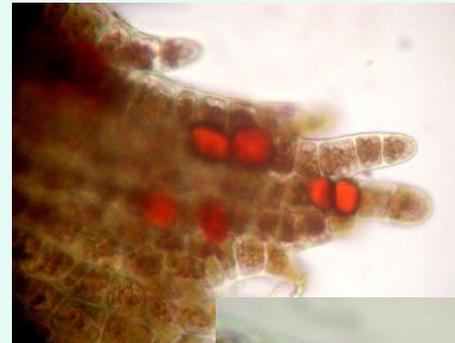
Le parti terminali delle foglioline sono fortemente irregolari con numerose proliferazioni (**dentelli**) o fasci di proliferazioni. Singoli dentelli spiniformi rivolti verso l'apice sono emessi ad intervalli regolari anche lungo i bordi di tutta la parte apicale delle foglioline conferendo loro un aspetto seghettato.

I dentelli sono semplici e costituiti da 3-6-(12)

cellule impilate di 8-10-(12) μm di diametro.

Anche in questo caso **sono presenti numerose cellule piene di tannini, sostanze polifenoliche che quando per una lesione vengono a contatto con le proteine le rendono non assimilabili**. Questo evita o riduce il pascolo degli organismi erbivori.

**Apice fogliare
con dentelli e
cellule tanniche**



**Particolare di
un dentello
e di cellule
tanniche**



La sezione trasversale delle foglioline di *Ruppia maritima* mostra due **grosse lacune piene di gas** per tenere le foglie erette anche se nei chiari di barena sono quasi sempre distese a causa della bassa profondità.

Questa specie ha una **vita molto effimera** e come tutte le piante soggette a forti stress va rapidamente in riproduzione.



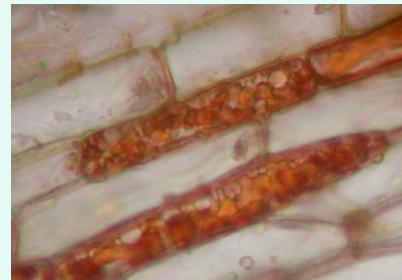
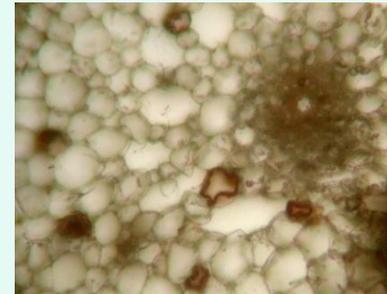
Sezione trasversale di una fogliolina

Produce fiori maschili e femminili ben distinti in piante separate. Quelli maschili producono delle antere o sacche polliniche in corti peduncoli fiorali. Le antere sono avvolte da guaine fogliari che le proteggono dal pascolo degli organismi erbivori (**grazing**) grazie anche all'abbondante presenza delle cellule tanniche.



Fiore maschile con antere avvolte dalle guaine fogliari

Particolare del fascio fogliare centrale, di alcune cellule a parete lignificata e di lacune vuote



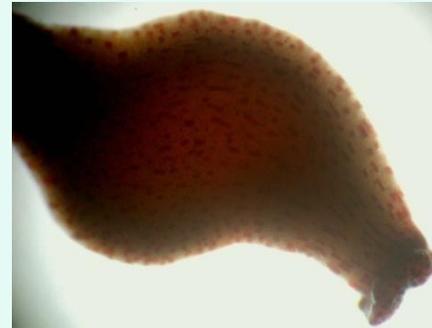
Lunghe cellule tanniche delle guaine

Le **antere** sono **globose e a forma di chicco di caffè**, mediamente misurano 500 x 550 µm. I **fiori femminili** (infiorescenze) sono **portati da corti peduncoli fiorali** di 2-3-(4) cm di lunghezza e 350-450 µm di diametro che la distinguono dalla specie precedente. Questi sono dritti o appena ricurvi e danno origine a (3)-5-9 fiori femminili pedunculati che poi producono altrettanti frutti.

Alcuni però possono abortire e non svilupparsi affatto. I **frutti** maturi sono **fortemente asimmetrici** ed hanno forma sinusoidale. Mediamente misurano ca. 2 mm di lunghezza per 1.0-1.3 mm di larghezza e presentano un apice rostrato di 400-450 µm di diametro.



Particolare delle antere ricche di polline di un fiore maschile



Particolare di frutto sinusoidale



Infiorescenza femminile



Frutti maturi

CAPITOLO 3

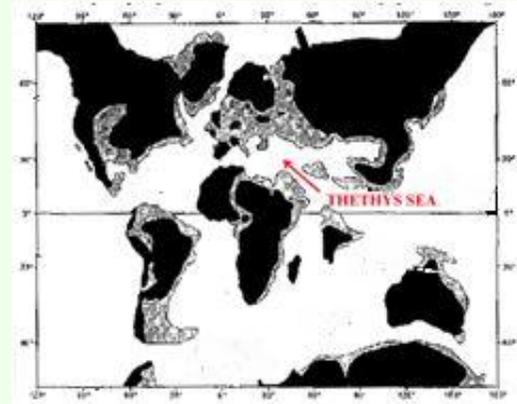
DISTRIBUZIONE, BIOMASSA E ACCRESIMENTO

	Pagina
Distribuzione	53
<i>Zostera marina</i>	54
<i>Nanozostera noltii</i>	55
<i>Cymodocea nodosa</i>	56
Biomassa e accrescimento	57

DISTRIBUZIONE

Le fanerogame marine hanno origini che risalgono a milioni di anni fa. Due hanno una struttura simile anche se le dimensioni sono diverse ed appartengono alla stessa famiglia delle **Zosteraceae**. Si tratta di **Zostera marina** e **Nanozostera noltii** o (**Zostera noltii**) detta anche **Zosterella** per le sue dimensioni minori. Sono due **specie relitte** che originano dall'antico mare "Tetide" (che ha dato origine al Mar Mediterraneo) e poi sopravvissute nonostante i cambiamenti verificatesi nel **Messiniano (7-5 Milioni di anni fa)**. In quest'ultimo periodo il Mediterraneo si è chiuso evaporando quasi completamente, poi si è riaperto formando lo stretto di Gibilterra ed è stato invaso dalle acque atlantiche che hanno lo hanno ripopolato con specie nuove.

Di seguito saranno riportate informazioni di dettaglio riguardanti le tre specie che presentano una maggior diffusione in Laguna di Venezia: **Nanozostera noltii**, **Zostera marina** e **Cymodocea nodosa**.



**Mappa dei continenti 70 milioni di anni fa.
Inizio formazione del Mediterraneo
(Cretaceo)**

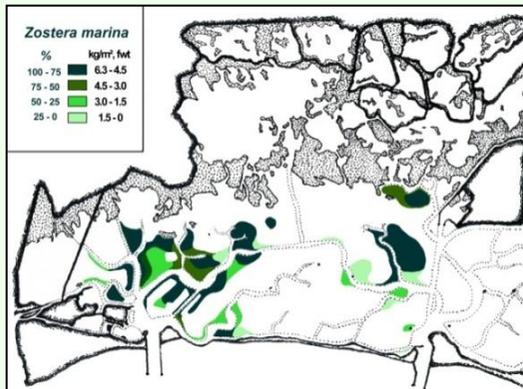
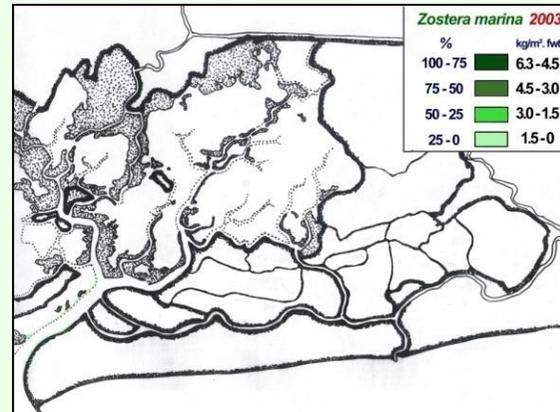
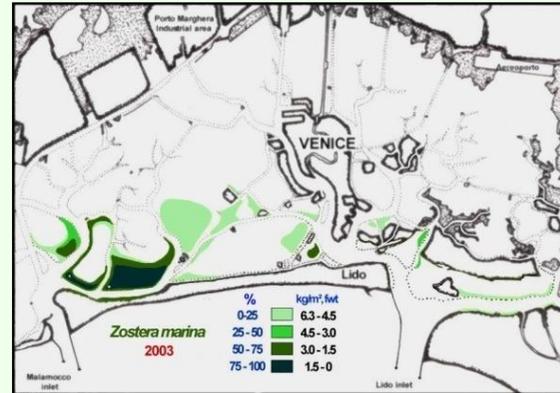


**Chiusura e successiva apertura
dello stretto di Gibilterra
con evaporazione delle acque del Mediterraneo**

Zostera marina

Nella **mappatura** effettuata nel **2003** (Sfriso & Facca, 2007), la biomassa istantanea di questa specie è stata valutata in ca. **90 Kton pu** (peso umido) e la produzione netta annuale in **369 Kton**.

Durante il massimo sviluppo la biomassa totale può superare i **6 kg pu m⁻²** mentre il valore medio annuale è di ca. **3.1 kg pu m⁻²**. In estate le foglie costituiscono buona parte della biomassa mentre in inverno si riducono notevolmente e il loro peso diviene equivalente a quello dei rizomi (Sfriso & Marcomini, 1997, 1999; Sfriso & Ghetti, 1998).

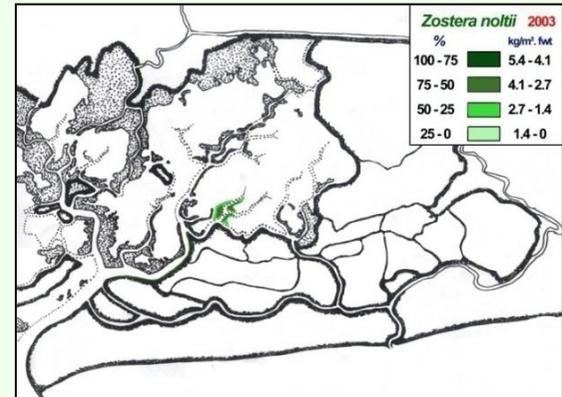
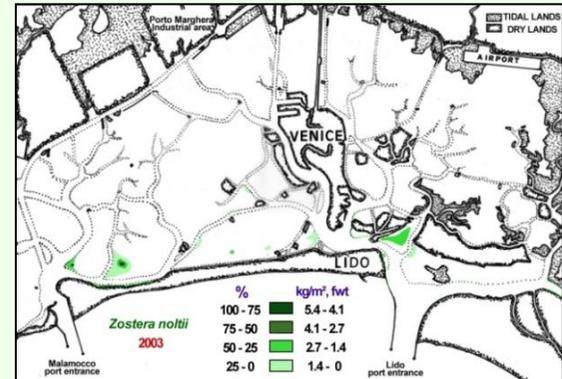
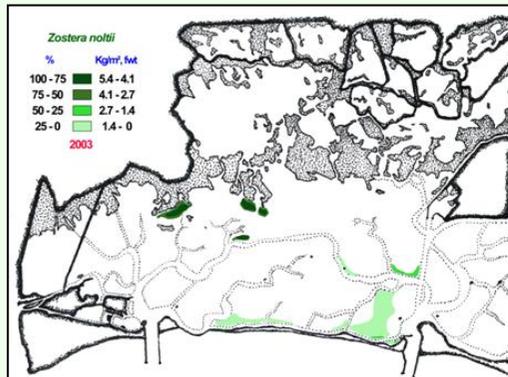


Mappatura di *Zostera marina*
Giugno 2003

Nanozostera noltii

Nella **mappatura** effettuata nel **2003** (Sfriso & Facca, 2007), la biomassa istantanea di questa specie è stata valutata in ca. **10 Kton pu** (peso umido) e la produzione netta annuale in **22 Kton**.

Durante il massimo sviluppo la biomassa totale può superare i **5 kg pu m⁻²** mentre il valore medio annuale è di ca. **2.6 kg pu m⁻²**. In estate le foglie costituiscono buona parte della biomassa mentre in inverno si riducono notevolmente e il loro peso diviene equivalente a quello dei rizomi (Sfriso & Marcomini, 1997, 1999; Sfriso & Ghetti, 1998).

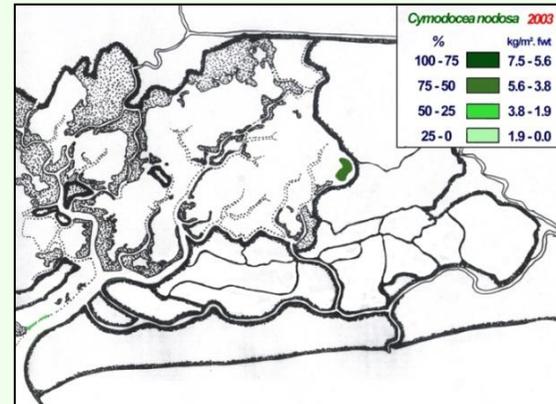
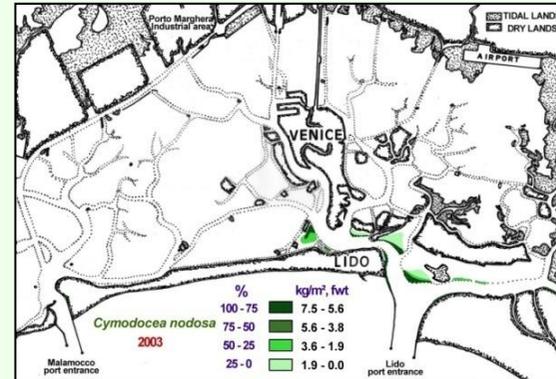
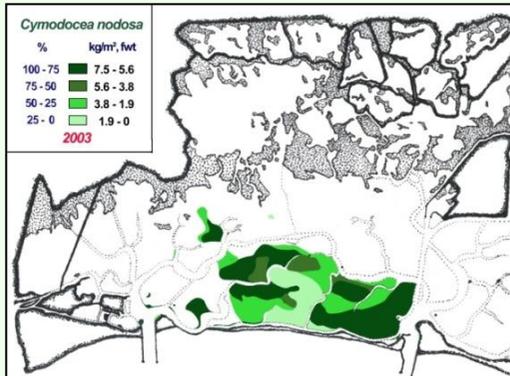


Mappatura di *Nanozostera noltii*
Giugno 2003

Cymodocea nodosa

Nella **mappatura** effettuata nel **2003** (Sfriso & Facca, 2007), la biomassa istantanea di questa specie è stata valutata in **ca. 109 Kton pu** (peso umido) e la produzione netta annuale in **406 Kton**.

Durante il massimo sviluppo la biomassa totale può superare i **7 kg pu m⁻²** mentre il valore medio annuale è di ca. **4.0 kg pu m⁻²**. In estate le foglie costituiscono buona parte della biomassa mentre in inverno, quando le foglie mancano quasi completamente, la biomassa dei rizomi è assolutamente dominante (Sfriso & Marcomini, 1997, 1999; Sfriso & Ghetti, 1998).



Mappatura di *Cymodocea nodosa*
Giugno 2003

BIOMASSA E ACCRESCIMENTO

L'accrescimento delle piante e delle alghe, oltre che dalla luce, temperatura e da vari parametri ambientali è regolato dalla disponibilità di sostanze nutritive dette "Nutrienti", essenzialmente costituiti da composti dell'azoto e del fosforo. Le concentrazioni dei Nutrienti sono fondamentali per regolare la tipologia di produttori primari nell'ambiente e la loro velocità di produzione. Ovviamente un loro eccesso porta ad un degrado dell'ambiente e la sostituzione delle piante acquatiche a lento accrescimento prima con macroalghe e poi con organismi più semplici e produttivi.

All'interno dei tessuti di uno stesso gruppo di produttori i Nutrienti variano in base alla localizzazione delle aree di accrescimento o stagionalmente durante le varie fasi di crescita. Possono essere abbondanti in inverno durante le fasi di dormienza ed esauriti rapidamente all'inizio dell'accrescimento primaverile-estivo.



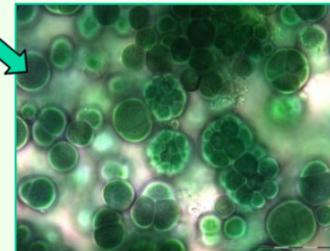
Piante



Macroalghe



Fitoplancton



Cianobatteri

Nelle Tabelle sottostanti e in alto a destra sono riportati i dati di **copertura** in Km², **biomassa istantanea** e **produzione netta** espressi in chilotonnellate di peso umido su metro quadro (**Kton pu**) per le tre specie di fanerogame della Laguna di Venezia (Sfriso & Facca 2007).

Zostera marina			
Laguna		Biomassa Istantanea	Produzione netta
	km ²	Kton, pu	
Sud	16.6	68	271
Centrale	9.4	22	98
Nord	0	0	0
Totale	26	90	369

Nanostera noltii			
Laguna		Biomassa Istantanea	Produzione netta
	km ²	Kton, pu	
Sud	4.32	7.0	15.4
Centrale	1.64	2.2	5.1
Nord	0.26	0.6	1.3
Totale	6.2	9.8	21.7

Cymodocea nodosa			
Laguna		Biomassa Istantanea	Produzione netta
	km ²	Kton, Pu	
Totale	23.6	109	406

Nella Tabella sottostante sono riportati i dati globali di **copertura**, la **biomassa istantanea** (standing crop), i dati di **produzione netta** e **produzione lorda** per le tre specie di fanerogame marine presenti in Laguna di Venezia in base al rilievo effettuato nel 2003 Venezia (Sfriso & Facca 2007).

Fanerogame marine (Laguna Veneta)							
Specie	Superficie		Standing crop		Produzione netta		Produzione lorda
	km ²	%	Kton, pu	%	Kton, pu		
<i>Cymodocea nodosa</i>	23.6	42	109	52	406	51	812
<i>Zostera marina</i>	26.0	47	90	43	369	46	737
<i>Nanozostera noltii</i>	6.2	11	10	5	22	3	43
Totale	55.9	100	209	100	796	100	1592

In *Zostera marina* l'accrescimento giornaliero dei **getti** varia da 2 a 6 cm d⁻¹ (media annuale 3.6 cm d⁻¹) mentre quello dei **rizomi** è compreso tra 0.05 e 0.27 cm d⁻¹ (media 0.16 cm d⁻¹).

In termini percentuali l'accrescimento dei **getti** è di 1.1-4.5% d⁻¹ (media 1.9 cm d⁻¹). Il rapporto tra la produzione netta annuale e la massima biomassa **P/B** è di 3.3.

In termini di lunghezza totale la **produzione annuale** per metro quadro delle **foglie** è stata stimata in **ca. 8000 metri**, corrispondenti a **ca. 15 kg pu**, ca. 2.22 kg ps (peso secco), ca. 835 g Carbonio e **3062 g di CO₂**.

Per quanto riguarda i **rizomi** la **produzione annuale** per metro quadro è stata stimata in **ca. 360 metri**, corrispondenti a **ca. 5.9 kg pu**, ca. 0.81 kg ps, ca. 258 g Carbonio e **ca. 946 g di CO₂**.

Globalmente, la **produzione netta annuale per metro quadro** corrisponde a **ca. 20.9 kg pu**, ca. 3.03 kg ps, ca. 1093 g Carbonio e **ca. 4008 g di CO₂** equivalenti a **40.1 ton di CO₂ per ettaro**.

Questo valore dovrebbe essere almeno raddoppiato per tener conto anche degli organismi calcarizzati presenti in questo tipo di ambiente.

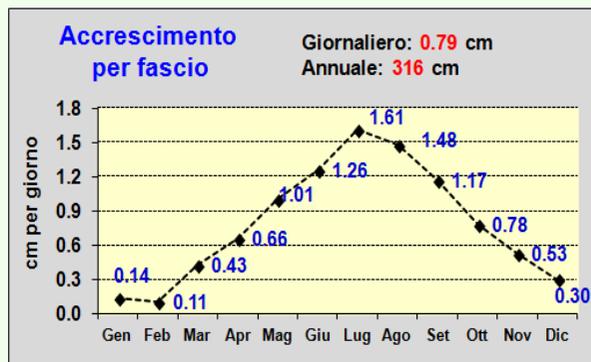


Accrescimento annuale di *Zostera marina*

In *Nanozostera noltii* l'accrescimento giornaliero dei **getti** varia da **0.11 a 1.61 cm d⁻¹** (media annuale **0.79 cm d⁻¹**) mentre quello dei **rizomi** è molto basso e in termini di peso varia tra **0.97 e 10.2 g m⁻² d⁻¹**.

In termini di lunghezza totale la **produzione annuale per metro quadro delle foglie** è stata stimata in **ca. 14474 metri**, corrispondenti a **ca. 4.01 kg pu**, ca. 0.54 kg ps (peso secco), ca. 169 g Carbonio e **620 g di CO₂**. Per quanto riguarda i **rizomi** la produzione annuale per metro quadro è stata stimata in **ca. 360 metri**, corrispondenti a **ca. 1.68 kg pu**, ca. 0.23 kg ps, ca. 71 g Carbonio e **ca. 260 g di CO₂**. Globalmente la **produzione netta annuale per metro quadro corrisponde a ca. 5.69 kg pu**, ca. 0.78 kg ps, ca. 240 g Carbonio e **ca. 880 g di CO₂** equivalenti a **8.8 ton di CO₂ per ettaro**. Questo valore dovrebbe essere almeno raddoppiato per tener conto anche degli organismi calcarizzati presenti in questo tipo di ambiente.

Comunque una prateria a *Zostera marina* è almeno 4 volte più produttiva di una a prateria a *Nanozostera noltii*.



Accrescimento annuale di *Nanozostera noltii*

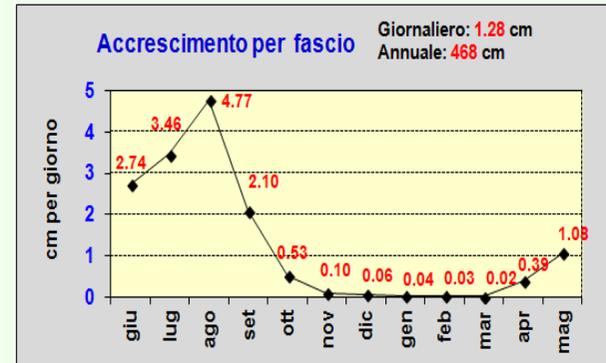
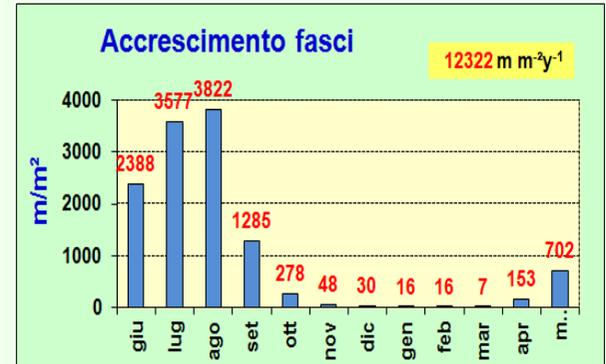
In *Cymodocea nodosa* l'accrescimento giornaliero dei **getti** varia da **0.02 a 4.77 cm d⁻¹** (media annuale **1.28 cm d⁻¹**) mentre quello dei rizomi è difficilmente misurabile poiché questi formano una rete compatta.

In termini di lunghezza totale la **produzione annuale per metro quadro delle foglie** è stata stimata in **ca. 12322 metri**, corrispondenti a **ca. 16.0 kg pu**, ca. 3.44 kg ps (peso secco), ca. 1250 g Carbonio e **4584 g di CO₂**.

Per quanto riguarda i **rizomi** la **produzione annuale per metro quadro** è stata stimata in **ca. 3.11 kg pu**, ca. 0.54 kg ps, ca. 175 g Carbonio e **ca. 643 g di CO₂**.

Globalmente la **produzione netta annuale per metro quadro** corrisponde a **ca. 19.1 kg pu**, ca. 3.98 kg ps, ca. 1425 g Carbonio e **ca. 5227 g di CO₂** equivalenti a **52.3 ton di CO₂** per ettaro. Questo valore dovrebbe essere almeno raddoppiato per tener conto anche degli organismi calcarizzati presenti in questo tipo di ambiente.

Comunque una prateria a *Cymodocea nodosa* è in assoluto la più produttiva in confronto alle altre specie.



Accrescimento annuale di *Cymodocea nodosa*

CAPITOLO 4

PROCEDURE OPERATIVE PER LE AZIONI DI TRAPIANTO DELLE ZOLLE E DIFFUSIONE DI SEMI E RIZOMI

	Pagina
Individuazione dei siti di intervento	65
Messa in opera delle fascinate	67
Espianto e trapianto delle zolle	68
Espianto delle zolle	68
Trapianto delle zolle	69
Dispersione attiva di semi e rizomi	72
Tecniche di prelievo e innesto dei rizomi	73

INDIVIDUAZIONE DEI SITI DI INTERVENTO

Le **aree di intervento** sono state individuate in via preliminare sulla base delle caratteristiche morfologiche dell'area e delle condizioni ambientali riscontrate nei monitoraggi condotti negli anni passati.

La localizzazione esatta dei siti di trapianto e successiva dispersione dei semi e rizomi verrà individuata mediante un sopralluogo, per verificare nel dettaglio l'esposizione, la limpidezza delle acque circostanti, la profondità dei fondali e l'eventuale presenza di significative biomasse algali nell'area.

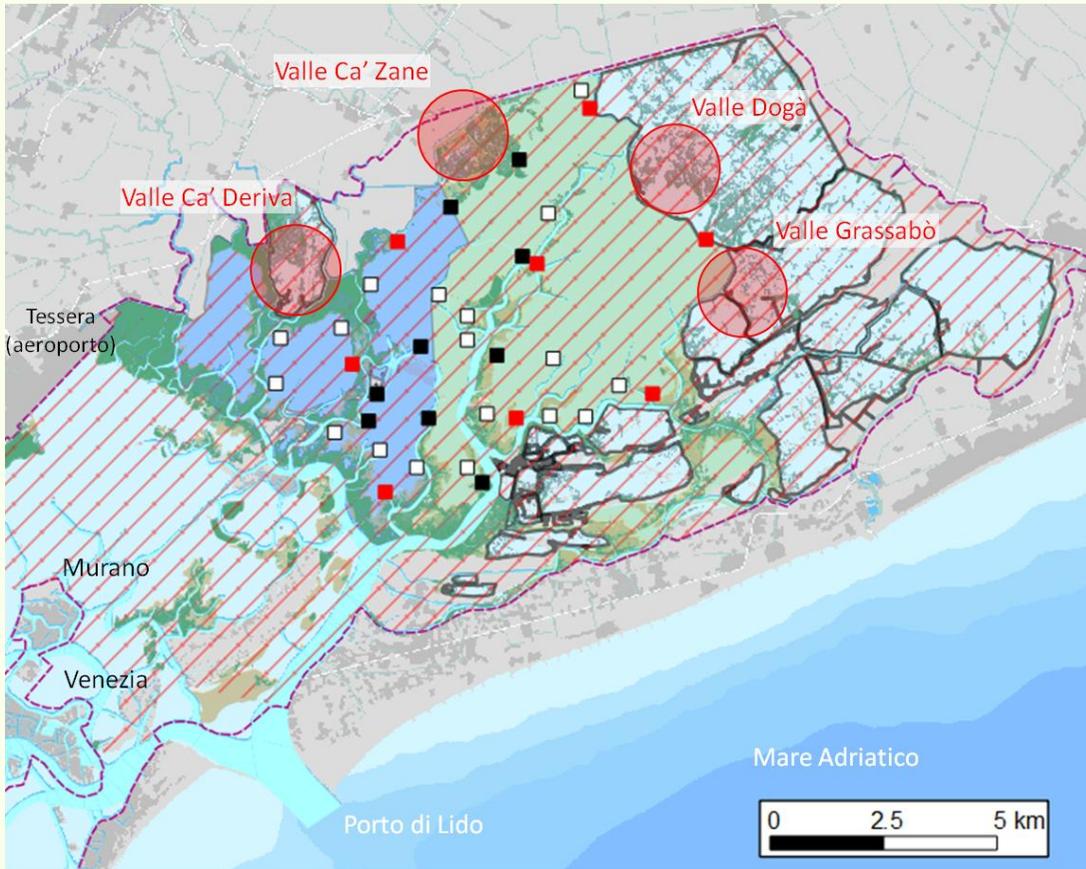
I 35 siti (17 nel 2014 - I anno di intervento, 18 nel 2015 - II anno) saranno individuati generalmente presso i bordi delle barene, in modo da essere protette dai venti dominanti. Per ciascun sito, localizzato con precisione tramite GPS, verrà predisposta una cartografia di dettaglio dell'area circostante.

La scelta delle specie di fanerogame da trapiantare in ciascun sito dipende principalmente dalla profondità del fondale e dalla granulometria dei sedimenti e dalla presenza/assenza di macroalghe, soprattutto **Ulveaceae** che potrebbero contrastare l'attecchimento delle piante.

In presenza di sedimenti a granulometria intermedia, medio-fine, saranno trapiantate **Nanozostera noltii** a circa 20-30 cm sotto il livello medio di marea e **Zostera marina** almeno 50 cm sotto lo stesso livello in modo da garantire le condizioni ottimali per l'attecchimento e l'accrescimento. In caso di sedimenti estremamente fini sarà preferito il trapianto di **Ruppia cirrhosa**.

In caso di fondali più profondi e granulometria più grossolana, verrà valutata la possibilità di trapiantare anche zolle di **Cymodocea nodosa**.

Quando permesso dalle condizioni morfologiche delle aree individuate, per una maggior possibilità di successo sarà da preferibile il trapiantato di due specie; ad esempio due gruppi di 3 carote di **Nanozostera noltii** nella parte più prossima alla barena e un gruppo di **Zostera marina** in quella più esterna.



Mapa con l'individuazione di massima dei 35 siti di intervento.

I quadrati neri e rossi evidenziano i siti di trapianto del I anno (aprile/maggio 2014).

I quadrati rossi indicano i siti in cui il monitoraggio dei parametri ecologici sarà condotto con maggiore intensità.

I cerchi rossi indicano le valli che hanno dato la loro disponibilità a prelevare le zolle da trapiantare nei 35 siti individuati dal progetto per i trapianti iniziali.

MESSA IN OPERA DELLE FASCINATE

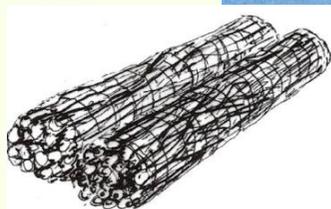
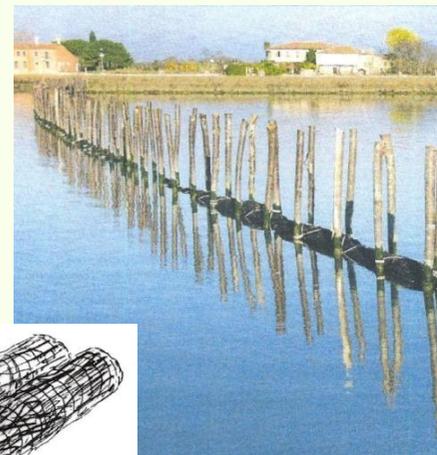
Prima di procedere con i trapianti delle zolle, le aree individuate verranno protette con l'inserimento di **fascinate** di ramaglie di essenze locali di **ca. 50 cm d'altezza**, fissate al fondale mediante pali di 5-6 cm di diametro. Infissi nei sedimenti. Le ramaglie delle fascinate saranno legate attraverso fibre naturali o spago di canapa in modo da non immettere sostanze nocive nell'ambiente.

Le fascinate saranno posizionate in moduli per un'estensione totale **fino a 30 m lineari**, orientati in modo tale da proteggere le zolle trapiantate dai venti dominanti o dal moto ondoso. Le fascinate saranno posizionate a circa cinquanta metri dai trapianti, in modo da garantire un buon ricambio idrico e da evitare l'accumulo di macrofite che possano ostacolare l'accrescimento delle specie oggetto di trapianto. Queste strutture dovranno rimanere in loco per almeno un anno, fino all'attecchimento delle zolle trapiantate. Successivamente sarà valutato se rimuoverle o lasciarle in loco fino al

completo disfacimento.

Tali strutture oltre a svolgere una funzione di **protezione delle piante** dalle forzanti idrodinamiche, favoriscono la deposizione del materiale in sospensione e quindi la trasparenza della colonna d'acqua, evitando che il sedimento copra le superfici delle foglie limitandone l'accrescimento.

Fascinate in loco



Modulo di fascinate di arbusti

ESPIANTO E TRAPIANTO DELLE ZOLLE

In ciascun sito di intervento verranno trapiantate 9 piccole zolle da 30 cm di diametro.

Il diametro delle carote di 30 cm garantisce una certa estensione dei rizomi in modo che le carote abbiano maggiori capacità di attecchimento ma ciò richiede un notevole sforzo operativo e l'uso di un carotatore pesante e di difficile manualità.

Il prelievo delle zolle di fanerogame da trapiantare verrà effettuato nelle valli da pesca arginate che si sono offerte di fornire il materiale necessario (Valle Ca' da Riva, Valle Ca' Zane, Valle Dogado e Valle Grassabò). Le stesse valli, oltre alle 9 zolle per sito, forniranno anche il materiale necessario per le successive azioni dirette di dispersione attiva dei rizomi, che avrà inizio in concomitanza con il trapianto delle zolle e proseguirà con cadenza triennale per tutta la durata del progetto.

Espianto delle zolle

Considerato che i fondali delle valli da pesca sono costituiti da sedimenti fini, le operazioni di espianto dovranno essere per quanto possibile effettuate dalla barca, per non arrecare disturbo ai fondali.

Per l'operazione di espianto delle carote verrà usato un **carotatore da 30 cm** di diametro prelevando i primi 15-20 cm di sedimento con i rizomi delle specie selezionate. Per agevolare le operazioni, visti i bassofondali costituiti da sedimenti estremamente soffici, l'espianto potrebbe anche essere effettuato usando un **tubo in PVC da 30 cm** di diametro e 30-40 cm d'altezza infisso manualmente nei sedimenti asportandone la parte superficiale con i rizomi e i fasci fogliari delle specie da espiantare.

Si dovrà fare attenzione che tutte le foglie della carota siano inserite verticalmente all'interno del carotatore in modo che non vengano tagliate e non venga ridotta così la vitalità della zolla stessa.

Le **carote** prelevate dovranno essere adagate in secchi forati, a loro volta immersi in ceste di maggiori dimensioni in modo da rimanere umide fino al momento del trapianto.



Secchi per tenere umide le carote espiantate

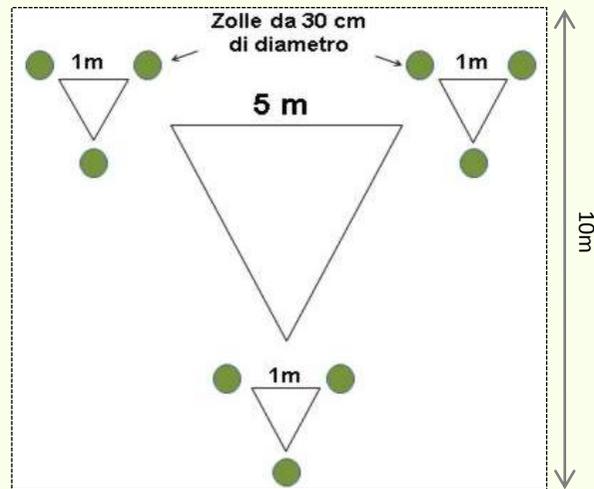


Carotatore da 30 cm per gli espanti

Sarebbe opportuno effettuare gli espanti dalle valli il giorno prima dei trapianti, in modo da essere pronte per il giorno successivo in cui verrà effettuato il trapianto.

Trapianto delle zolle

In ciascun sito verranno trapiantate **9 zolle di diametro di ca. 30 cm**, disposte all'interno di un'area di **10x10 m** (ca. 100 m²). Le zolle saranno trapiantate a gruppi di 3 zolle, distanti ciascuna ca. 1 m l'una dall'altra e i tre gruppi di zolle a loro volta saranno distanziati di ca. 5 m. La disposizione dei trapianti sarà a triangolo.



Schema del trapianto delle zolle in ciascun sito.

Per il trapianto di ciascuna zolla sarà necessario predisporre un foro nel fondale di dimensioni pari alle dimensioni della zolla stessa (diametro di 30 cm circa).

Per facilitare anche le operazioni di trapianto si suggerisce l'utilizzo di un **carotatore di dimensioni minori (10-15 cm di diametro)**, effettuando più fori fino ad ottenere l'invaso di 30 cm necessario per il trapianto delle carote o di aiutarsi manualmente con un paletta d'acciaio.

In alternativa ad un carotatore, può essere utilizzato un **tubo di PVC o di Plexiglas di 10-15 cm di diametro**, con un tappo apicale in modo da effettuare i fori con facilità e minor sforzo.



Trapianto manuale di una carota

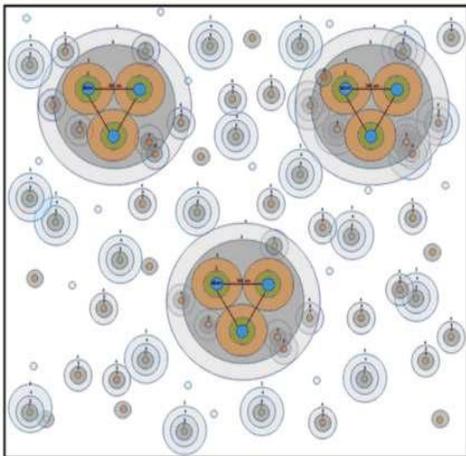


Carotatore da 10 cm per effettuare i fori per le zolle

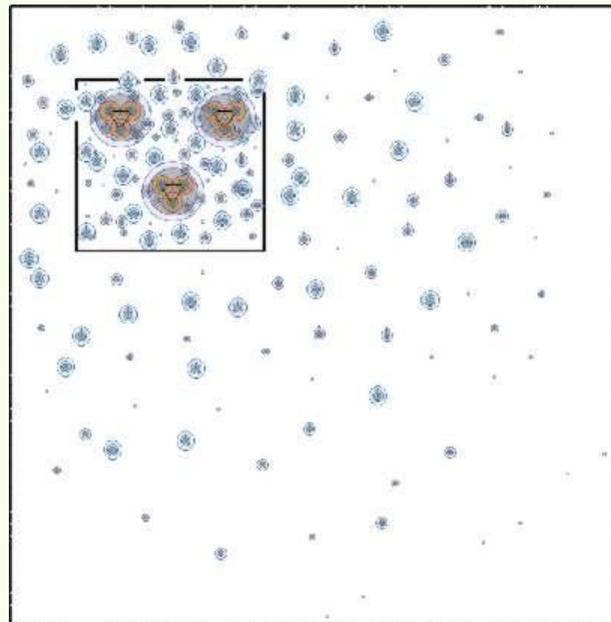


Carota trapiantata

Si prevede che, negli anni successivi al trapianto e nei siti in cui l'attecchimento avrà successo, abbia inizio una **dispersione naturale dei semi prodotti dalle zolle trapiantate**. I semi che attecchiranno cresceranno e a loro volta saranno nuovi inneschi per la dispersione naturale delle fanerogame, che col tempo si prevede possano confluire progressivamente in piccole praterie diffuse e poi in un'unica prateria compatta.



Schema dell'espansione attesa del sito di trapianto (10x10m). Ogni cerchio corrisponde ad 1 anno.

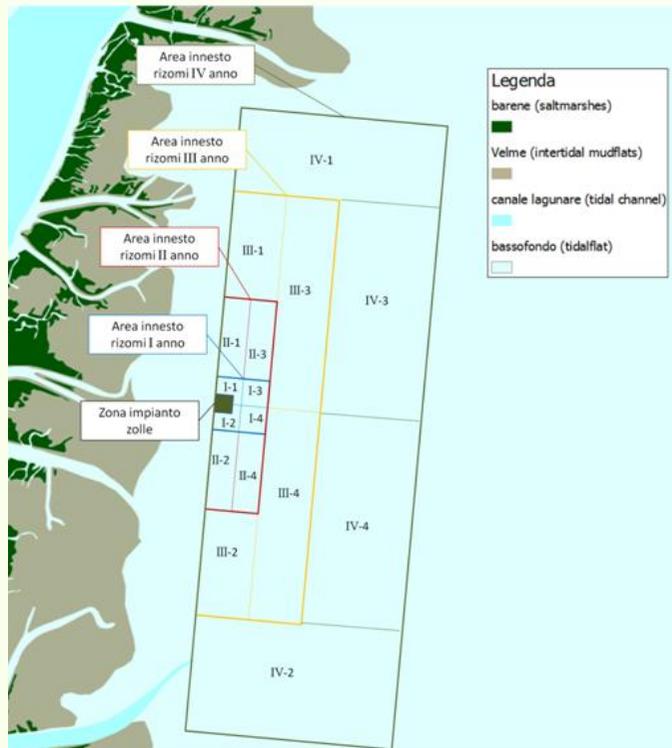


Espansione naturale tramite semi e rizomi nella zona circostante al sito di trapianto

DISPERSIONE ATTIVA DI SEMI E RIZOMI

A supporto della naturale diffusione dei semi e propagazione delle zolle tramite rizomi, è **prevista un'azione attiva di dispersione dei semi e rizomi** nell'area circostante i siti di trapianto, in modo da accelerare il processo di ricolonizzazione delle fanerogame. I rizomi verranno prelevati nelle stesse valli che forniranno le zolle o dalle fanerogame presenti nei siti di intervento quando queste avranno raggiunto una consistenza adeguata.

In ciascuna stazione **l'azione di dispersione dei rizomi sarà effettuata trimestralmente in tutti i 35 siti**. Per semplificare le operazioni in campo e garantirne l'aderenza con quanto pianificato, le aree in cui effettuare la dispersione dei rizomi verranno suddivise in 4 zone/anno (una zona per ciascuna uscita) e delimitate da paletti di riferimento.



Schema di massima con la delimitazione delle zone di innesto dei rizomi per ciascun anno e per ciascuna uscita

È previsto che vengano innestati un numero di singoli **fasci fogliari** di **almeno 400/anno/stazione** (circa un centinaio per stazione ad uscita).

Le superfici e la densità di dispersione attiva dei rizomi previste sono quindi le seguenti:

- **I anno:** innesti su circa 0.1 ha, pari a circa 4/5 rizomi/10 m², distanziati di circa 1,5 m;
- **II anno:** innesti su circa 0.4 ha, pari a circa 10 rizomi/100 m², distanziati di circa 2/3 m;
- **III anno:** innesti su circa 1.5 ha, pari a circa 2/3 rizomi/100 m², distanziati di circa 5/6 m;
- **IV anno:** innesti su circa 4 ha, pari a circa 1 rizoma/100 m², distanziati di circa 10m.

Nell'arco di 4 anni saranno innestati quindi **circa 1500 - 1600 rizomi/sito**, con densità di impianto decrescente a distanza maggiore dal sito di trapianto delle zolle.

A queste densità, nella stagione riproduttiva che è particolarmente importante per **Zostera marina**, vanno aggiunti gli **innesti di semi** che verranno prelevati dalle piante fruttificate e affondati nelle aree di intervento circa 3-4 cm al di sotto della superficie dei sedimenti.

Tecniche di prelievo e innesto dei rizomi

Le operazioni di espianto e diffusione dei rizomi e dei semi richiedono uno sforzo minore rispetto al trapianto delle carote, poiché sia la fase di espianto che quella di trapianto non richiedono l'uso di carotatori.

Per l'espianto dei rizomi dai siti donatori anziché prelevare intere zolle di fanerogame, è preferibile raccogliere direttamente i rizomi singolarmente a mano o con l'aiuto di un rastrello.



Raccolta di rizomi tramite rastrello. La quantità di materiale visibile nella foto è sufficiente per l'innesto di circa 30 rizomi con fasci fogliari.

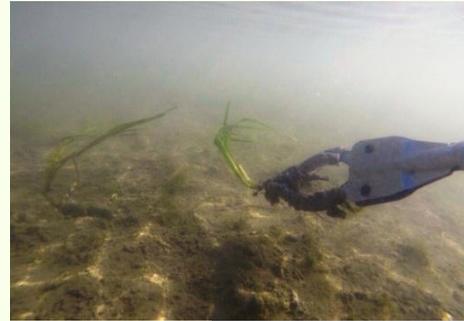
I **rizomi** con i **fasci fogliari** così prelevati vanno riposti in una vaschetta con dell'acqua e mantenuti umidi fino al momento dell'impianto nelle aree precedentemente identificate nel minor tempo possibile.



Rizomi pronti per essere innestati nel fondale.

Per il trapianto dei **rizomi** nel fondale è previsto l'utilizzo di una **pinza**, eventualmente col manico allungabile. I rizomi andranno innestati uno ad uno, inserendoli 3-4 cm al di sotto della superficie dei sedimenti.

In fase di trapianto dei rizomi andrà verificato che nell'area prevista per le operazioni di dispersione non ci sia una presenza significativa di macroalghe nel fondale, in particolare di **Ulva**, che impedirebbe l'attecchimento degli stessi.



Utilizzo della pinza per l'infissione dei rizomi nel sedimento



Fasci fogliari appena trapiantati nel sedimento

La **dispersione attiva dei semi** verrà effettuata soprattutto per la diffusione di *Zostera marina*, poiché gli spadici che li contengono sono facilmente visibili ed asportabili.

I semi possono essere staccati manualmente con l'intera spiga dalle piante fruttificate ed essere inseriti 3-4 cm sotto la superficie dei sedimenti con l'aiuto della stessa pinza usata per i rizomi.



Spadici con semi di *Zostera marina*



Rizoma con fascio fogliare pronto per il trapianto



Pinza per il trapianto di semi e rizomi

BIBLIOGRAFIA

- Biondi, E., Blasi, C. (2009). Manuale italiano di interpretazione degli habitat (Direttiva 92/43/EEC). Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. <http://vnr.unipg.it/habitat/>.
- Orfanidis, S., Panayotidis, P., Stamatis, N. (2003). An insight to the ecological evaluation index (EEI). *Ecological Indicators*, **3**: 27-33.
- Sfriso, A. (2010). Chlorophyta multicellulari e fanerogame acquatiche. Ambienti di transizione italiani e litorali adiacenti. I Quaderni di ARPA. ARPA Emilia-Romagna, Bologna, Odoya srl, pp. 320.
- Sfriso, A., Marcomini, A. (1997). Macrophyte production in a shallow coastal lagoon. Part I: Coupling with chemico-physical parameters and nutrient concentrations in waters. *Marine Environmental Research*, **44**: 351-375.
- Sfriso, A., Ghetti, P.F. (1998). Seasonal variation in the biomass, morphometric parameters and production of rhizophytes in the lagoon of Venice. *Aquatic Botany* **61**: 207-223.
- Sfriso, A., Marcomini, A. (1999). Macrophyte production in a shallow coastal lagoon. Part II: Coupling with sediment, SPM and tissue carbon, nitrogen and phosphorus concentrations. *Marine Environmental Research*, **47**: 285-309.
- 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**:117-141
- Viaroli, P., Bartoli, M, Giordani, G., Naldi, M., Orfanidis, S., Zaldivar, J.M. (2008). Community shifts, alternative stable states, biogeochemical controls and feedbacks in eutrophic coastal lagoons: a brief overview. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **18** (S1), S105-S117.

