

SOCIETÀ VENEZIANA
DI SCIENZE NATURALI



Lavori
vol. 36

Venezia – Gennaio 2011
ISSN 0392 9450

La Società Veneziana di Scienze Naturali
si è costituita a Venezia nel Dicembre 1975

Daniele Curiel*
Chiara Miotti*
Emiliano Checchin*
Chiara Dri*
Mara Marzocchi***

La biodiversità macroalgale delle valli da pesca: confronto tra valli arginate e valli aperte

Key words: phytobenthos, Lagoon of Venice, transitional water, fishing pond, submerged vegetation.

Riassunto

Nella Laguna di Venezia, per valutare analogie e differenze tra la vegetazione acquatica sommersa di tre valli arginate governate dall'uomo (Valle Avertò, Valle Contarina e Valle Pierimpì) e di una valle aperta, non soggetta da decenni a pratiche di allevamento gestito (Valle Millecampi), sono stati confrontati dati di campionamenti effettuati tra il 2002 e il 2006. L'analisi è stata condotta utilizzando indicatori ecologici (numero di specie, ricoprimento, biomassa umida e diversità specifica) e metodologie statistiche uni- e multivariate. Le analisi rilevano similitudini tra la vegetazione delle valli arginate che differiscono dalla valle aperta per la presenza di una comunità meno ricca in numero di specie, ma più diversificata ed equilibrata con la tipologia dei siti dulciacquicoli. Nelle valli arginate si rinvenivano ancora specie appartenenti alle biocenosi eurialine ed euriterme, ormai quasi scomparse anche nella laguna (*Valonia*, *Ruppia* spp., *Lamprothamnion*, *Chara*).

Abstract

Macroalgal biodiversity: comparison between open and closed fishing ponds

In the Venice Lagoon data of sampling, performed between 2002 and 2006, has been compared to assess similarities and differences of the submerged aquatic vegetation of three embanked fishing ponds managed by man (Avertò Valley, Contarina Valley and Pierimpì Valley) and an open fishing pond unmanaged from decades (Millecampi Valley). The analysis was conducted using ecological indicators (number of species, coverage, wet biomass and species diversity) and univariate-multivariate statistics methods. Analysis shows similarities between the submerged vegetation of the three embanked fishing ponds. They differ from the open fishing pond because of fewer number of species and a more diversified community, that is balanced with the typology of freshwaters sites (*Valonia*, *Ruppia* spp., *Lamprothamnion*, *Chara*).

Introduzione

Da secoli le lagune del nord Adriatico svolgono un'importante funzione di nursery per alcune specie ittiche che vi affluiscono stagionalmente alla ricerca di condizioni termiche e trofiche ottimali per svolgere le fasi iniziali del ciclo biologico; quest'ultimo viene successivamente completato in mare dopo una migrazione (ROSSI, 1986).

I riferimenti storici fanno risalire al XV secolo la conformazione attuale di molte valli da pesca della Laguna di Venezia, soprattutto per quelle poste tra le bocche di Malamocco e di Chioggia. Inizialmente questi ambienti erano "valli aperte", parte integrante del sistema lagunare, dove venivano esercitati diritti esclusivi di pesca. Nel tempo sono state realizzate chiusure temporanee, prima con sbarramenti costituiti da pali in legno e "grasiole" (cannuccia comune) e, successivamente, con più sicure semiarginature sopravento e grasiole sottovento (BULLO, 1940; GRANZOTTO et al., 2001). La completa chiusura delle valli con argini e chiviche, che regolano le acque marine e dolci al fine di garantire, in ogni stagione, adeguate condizioni di temperatura e salinità, ha segnato il definitivo passaggio

* SELC Soc. coop., Via dell'Elettricità 3/d, 30175 Marghera-Venezia, Italia

** Università di Padova, Dipartimento di Biologia, Via Trieste 75, 35121 Padova, Italia

dalla tipologia aperta, dove si pratica la pesca vagantiva, a quella chiusa, dedita alla pesca artificiale (BULLO, 1940).

Negli ultimi secoli l'evoluzione di queste aree umide è avvenuta in stretta relazione con l'allevamento delle specie ittiche e l'attività venatoria che, da iniziale forma di guadagno integrativo, è gradualmente diventata una fonte non indifferente di profitto. In alcune valli, per richiamare maggiormente l'avifauna, viene favorito lo sviluppo di specifiche piante acquatiche e, nei mesi della caccia, viene opportunamente regolata la dinamica delle acque.

Dalle circa 60 valli da pesca presenti nel XVI-XVII secolo, si è passati, durante la dominazione austriaca, a 42, delle quali 16 arginate, 10 semiarginate, 7 a seraglia intera e 9 "valli aperte", queste ultime situate nella laguna "viva" a ridosso di Pellestrina (BOATTO e SIGNORA, 1985). Oggi nella Laguna di Venezia se ne contano solamente 15, di proprietà privata e di tipo arginato, dove prevalgono policolture di tipo estensivo e la fauna ittica trae nutrimento dalle risorse trofiche naturali (PROVINCIA DI VENEZIA, 2009a).

Esistono numerosi lavori scientifici che descrivono la biodiversità dell'avifauna e della fauna ittica delle valli (PROVINCIA DI VENEZIA, 1981, 2009b; BULLO, 1940; GRANZOTTO et al., 2001; FRANZOI e TRISOLINI, 1991), mentre sono scarse le informazioni inerenti la vegetazione sommersa (macroalghe e fanerogame marine), in riferimento sia alle specie presenti, sia alla loro distribuzione e abbondanza. Per la vegetazione acquatica sono riportate le fanerogame *Zostera marina*, *Nanozostera noltii* e *Ruppia* (*R. maritima*, *R. spiralis*, *R. cirrosa*, più note come "erba da ciossi"), le alghe appartenenti ai generi *Ulva*, *Enteromorpha* (quest'ultimo confluito nel genere *Ulva*), *Chaetomorpha*, *Gracilaria/Gracilariopsis*, *Porphyra*, *Valonia* e le Characeae (*Chara* e *Lamprothamnion*). Tra i toponimi delle "alghe" utilizzati ancora oggi dai pescatori delle valli si segnalano "grisa", "grisetta" o "gramin", riferibili a piante acquatiche (*Ruppia* o *Nanozostera*), "pelo" riconducibile a più alghe (*Gracilaria/Gracilariopsis* o *Vaucheria pilus*) e "valonea" riferibile a *Valonia* (BULLO, 1940; PROVINCIA DI VENEZIA, 1981; RALLO, 1994).

In SCHIFFNER e VATOVA (1938) e in VATOVA (1940) sono riportati dati macroalgali dettagliati sulle valli della Laguna di Venezia, con liste di specie divise per valli e per stagioni. Dati più recenti sulla presenza, abbondanza e distribuzione della vegetazione acquatica sommersa di alcune valli della laguna nord (Valle Dogà e Valle Cavallino) e meridionale (Valle Averno, Valle Contarina e Valle Pierimpì) si trovano in CURIEL et al. (1996, 2008). Il confronto tra queste due serie di dati (anni 40 e recenti), evidenzia valori simili in ricchezza di specie, ma cambiamenti nella composizione di circa 2/3 della flora algale.

Allo scopo di valutare la biodiversità delle valli da pesca anche in relazione ad interventi di gestione antropica, nel presente lavoro viene confrontata la vegetazione acquatica di tre valli arginate governate dall'uomo (Valle Averno, Valle Contarina e Valle Pierimpì) e di una valle aperta, Valle Millecampi, dove, dagli anni '40, non viene più svolta alcuna pratica di allevamento gestito.

Area di studio e metodologia

Le valli oggetto della presente ricerca (Contarina, Averno, Pierimpì e Millecampi) sono situate nella laguna meridionale, tra la bocca di porto di Malamocco e quella di Chioggia, ai limiti della gronda lagunare tra la Provincia di Venezia e quella di Padova (Fig. 1).

Nelle valli arginate Contarina (510 ha), Averno (641 ha) e Pierimpì (455 ha), accomunate dalla presenza di vasti specchi d'acqua liberi e di modesti apparati di barena, sono condotte pratiche di allevamento di tipo estensivo (PROVINCIA DI VENEZIA, 2009a). Nel catasto austriaco del 1846 e in Bullo (1940) queste tre valli sono considerate semiarginate. Nella primavera-estate del 2003, in queste valli

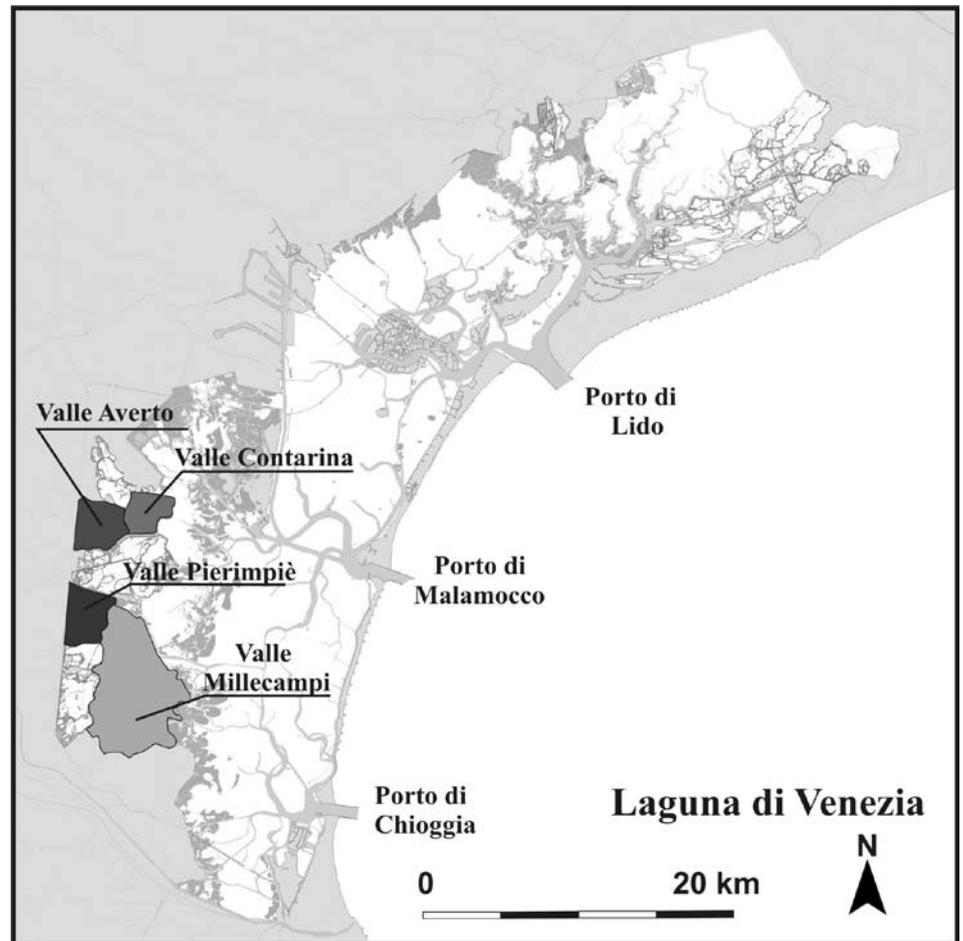
sono stati condotti campionamenti della vegetazione acquatica (macroalghe e fanerogame marine) in 32 stazioni (Averto: 9; Contarina: 12; Valle Pierimpì: 11) (CURIEL et al., 2008).

Per Valle Millecampi (1581 ha), che nel catasto austriaco del 1830 e in BULLO (1940) è riportata come valle aperta al normale flusso delle maree, le vicende sono più complesse. Nata come valle semiarginata, negli anni ha subito variazioni di perimetro, modifiche idrauliche, arginature e riaperture, attività di vallicoltura, pesca e caccia, con periodi di gestione e di abbandono (ZECCHIN, 1994). In questa valle, nella primavera-estate del 2002 e nel 2006, sono stati effettuati campionamenti in 6 stazioni.

Pur riferendosi a periodi diversi, i campionamenti della vegetazione acquatica sono stati condotti con la medesima metodica e le determinazioni di laboratorio eseguite dal medesimo personale tecnico. In ogni stazione è stata campionata una superficie di fondale pari a 1,5 m², utilizzando un guadino con maglia di 1 mm. In presenza di fanerogame marine sono stati raccolti alcuni ciuffi per la caratterizzazione delle epifite macroalgali delle lamine fogliari. In campo è stata inoltre rilevata la copertura vegetale percentuale nell'intorno della stazione di campionamento.

In laboratorio, per ogni taxon sono stati determinati il ricoprimento specifico (BOUDOURESQUE, 1971) e, per quelli di maggiore dimensione, anche la biomassa (g peso umido/m²). Tali parametri hanno permesso il calcolo di altri indicatori, quali l'indice di diversità Hurlbert (ES) e la Dominanza Quantitativa (DQ) per il ricoprimento e per la biomassa. L'analisi delle comunità è stata infine approfondita con tecniche di analisi multivariata mediante il software PRIMER (CLARKE e WARWICK, 1994; ANDERSON et al., 2008). Nelle tabelle 1 e 2 sono riportati, rispettivamente, l'elenco delle specie rinvenute nelle valli e un quadro di sintesi degli indicatori.

Fig. 1. Ubicazione delle valli da pesca oggetto dello studio



Risultati

ANALISI FLORISTICA E INDICATORI STRUTTURALI

Complessivamente nelle 4 valli da pesca sono stati identificati 47 taxa così ripartiti: 16 Ulvophyceae (34%), 25 Rhodophyceae (54%), 3 Phaeophyceae (6%), 1 Xanthophyceae (2%) e 2 Angiosperme (4%). Nelle tre valli chiuse il numero di specie complessivo rilevato è simile, variando da 19 taxa nella Valle Contarina (VC) a 20 taxa nelle valli Averno (VA) e Pierimpiè (VP). In queste tre valli anche nell'analisi per singole stazioni, il trend appare omogeneo, dal momento che il numero di taxa varia da 6 a 12 per le valli Contarina e Averno e da 6 a 11 per Valle Pierimpiè. Nella valle aperta Millecampi (VM) il numero complessivo di taxa (32) è risultato superiore a quello delle tre valli arginate, variando da 5 a 25 per stazione. Il numero medio di taxa per stazione non denota rilevanti differenze tra le quattro valli; un valore lievemente superiore e una maggiore variabilità, invece, sono presenti in VM (media $10,5 \pm 7,4$ taxa) rispetto alle altre tre valli (da $7,9 \pm 2,0$ a $8,4 \pm 1,4$ taxa).

Il confronto degli elenchi floristici indica come solamente 14 taxa (29%) siano comuni in tutte le 4 valli, 18 siano esclusivi della VM e 15 esclusivi delle tre valli arginate. Nelle valli chiuse (VA, VC e VP) si rileva una maggiore omogeneità in quanto, dei 29 taxa che ne compongono l'elenco floristico generale, il 30% è comune a tutte le valli e il 65% è presente almeno in due valli.

Nella Valle Millecampi, l'ecologia delle specie algali evidenzia come la vegetazione acquatica sia correlata ad un maggior grado di marinizzazione, essendo presenti diverse Rhodophyceae che si ritrovano anche nella vicina laguna aperta (*Antithamnion cruciatum*, *Dasya baillouvia*, *Gracilaria bursa-pastoris*, *Gracilariopsis longissima*, *Laurencia obtusa*, *Polysiphonia* spp., *Radicilingua thysanorhizans*). L'abbondanza della Xanthophyceae *Vaucheria submarina*, oramai molto diffusa nella laguna, conferma similarità con l'adiacente laguna aperta.

Nelle tre valli da pesca arginate, nonostante sia presente un maggior numero di stazioni, il numero di taxa complessivo è inferiore rispetto a quello registrato in Valle Millecampi, ma si rinvencono comunque specie caratteristiche di questi ambienti, alcune poco diffuse anche nelle aree di gronda della laguna. Tra queste specie si segnalano le fanerogame marine *Nanozostera noltii* (presente in VM sino al 1990: CANIGLIA *et al.*, 1990) e *Ruppia maritima*, che favoriscono lo sviluppo di alcune epifite delle lamine fogliari (es. *Audouinella* spp., *Polysiphonia* spp., e la corallina *Lithophyllum pustulatum*). *Nanozostera* e *Ruppia*, essendo specie ad ampia valenza ecologica, ben si adattano alla minore salinità delle acque, ai limitati battenti idrici e alla morfologia variegata delle valli arginate. È poi significativa la presenza di *Lamprothamnion papulosum* (Charales) che, assieme a *Chara* (qui non rinvenuta, ma segnalata nella Valle Averno in gestione al WWF; CURIEL *et al.*, 1996), è presente solamente nelle valli da pesca arginate, dove la salinità è più bassa rispetto a quella della laguna aperta. Un'altra specie presente nelle tre valli arginate, ma rara nella laguna aperta, è *Valonia aegagrophila*, che in Laguna nord si rinviene solo nelle valli arginate Dogà e Cavallino ed è assente nell'adiacente Palude Maggiore sin dagli anni '90 (CURIEL *et al.*, 1997; SFRISO e CURIEL, 2007). L'assenza di alien species è un ulteriore elemento che suggerisce un "isolamento" delle tre valli arginate. Sono oltre 20, infatti, le alien species rinvenute nella laguna in questo ultimo decennio (CURIEL *et al.* 2006a) e tra queste va ricordata l'alga verde *Prasiola crispa*, specie nuova anche per il Mediterraneo, la cui segnalazione è avvenuta proprio in Valle Millecampi.

INDICATORI STRUTTURALI

Anche i valori di copertura e di ricoprimento evidenziano differenze tra le tre valli arginate e Valle Millecampi. Nelle valli arginate (Fig. 2-4) la copertura media nell'intorno delle stazioni è variata dal 45% di VP al 95% di VA. Nella

Tab. 1. Elenco dei taxa rinvenuti e loro distribuzione nelle quattro valli esaminate. Sono riportati i valori di Dominanza Quantitativa (ricoprimento) superiore ad 1; quelli inferiori sono indicati con x.

	Valle Millecampi	Valle Contarina	Valle Averto	Valle Pierimpìe
Ulvophyceae				
<i>Chaetomorpha ligustica</i> (Kützing) Kützing	x	---	---	---
<i>Chaetomorpha linum</i> (O. F. Müller) Kützing	x	51	59	48
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing	x	x	2	7
<i>Cladophora dalmatica</i> Kützing	x	---	---	---
<i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillwyn) Kützing	---	---	6	x
<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing	x	---	---	3
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing	x	9	2	2
<i>Cladophora</i> sp.	---	---	x	x
<i>Epicladia flustrae</i> Reinke	---	x	x	x
<i>Entocladia viridis</i> Reinke	x	x	x	x
<i>Lamprothamnion papulosum</i> (Wallr.) J.Groves	---	5	8	---
<i>Prasiola crispa</i> (Lightfoot) Kützing	x	x	---	x
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	---	---	---	x
<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus	---	x	---	x
<i>Ulva laetevirens</i> Areschoug	43	---	---	20
<i>Valonia aegagropila</i> C. Agardh	---	8	---	---
Phaeophyceae				
Ectocarpales indet.	x	---	---	---
<i>Hincksia</i> sp.	x	---	---	---
<i>Myrionema orbiculare</i> J. Agardh	x	---	---	---
Rhodophyceae				
<i>Antithamnion cruciatum</i> (C. Agardh) Nägeli	x	---	---	---
<i>Audouinella</i> sp. 1	x	x	x	x
<i>Audouinella</i> sp.2	---	---	x	---
<i>Bangia fuscopurpurea</i> (Dillwyn) Lyngbye	x	x	x	x
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightfoot) Roth	x	x	x	4
<i>Chondria capillaris</i> (Hudson) M. J. Wynne	1	x	4	---
<i>Dasya baillouviana</i> (S.G. Gmelin) Montagne	x	---	---	---
<i>Dasya</i> sp.	x	---	---	---
<i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenvinge	x	---	---	---
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i> (S.G. Gmelin) P.C. Silva	x	---	---	---
<i>Gracilariopsis longissima</i> (S.G. Gmelin) Steentoft et al.	3	---	---	---
<i>Grateloupia filicina</i> (J. V. Lamouroux) C. Agardh	1	---	---	2
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J. V. Lamouroux	x	---	---	---
<i>Lithophyllum pustulatum</i> (J. V. Lamouroux) Foslie	---	x	x	x
<i>Pneophyllum fragile</i> Kützing	x	x	---	---
<i>Polysiphonia elongata</i> (Hudson) Sprengel	x	---	---	---
<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harvey	x	---	x	x
<i>Polysiphonia spinosa</i> (C. Agardh) J. Agardh	---	x	x	---
<i>Polysiphonia</i> sp. 1	---	x	x	---
<i>Polysiphonia</i> sp. 2	x	---	---	---
<i>Polysiphonia</i> sp. 3	x	---	---	---
<i>Radicalingua thysanorhizans</i> (Holmes) Papenfuss	x	---	---	---
<i>Spermothamnion repens</i> (Dillwyn) Rosenvinge	x	---	x	---
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harvey	x	---	---	---
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) K. M. Drew	---	---	x	---
Xantophyceae				
<i>Vaucheria submarina</i> (Lyngbye) Berkley	51	---	---	---
Angiosperme				
<i>Nanozostera noltii</i> (Hornemann) Tomlinson et Posluzny	---	8	---	---
<i>Ruppia maritima</i> L.	---	18	13	12

Tab. 2. Indicatori di sintesi della vegetazione acquatica delle valli esaminate.

	Valle Millecampi	Valle Contarina	Valle Averto	Valle Pierimpìe
N. specie totale	32	19	20	19
Rhodophyceae	19	8	11	6
Ochrophyceae	3	---	---	---
Ulvophyceae	9	9	8	12
Xantophyceae	1	---	---	---
Angiosperme	---	2	1	1
N. specie medio/st.	10,5±7,4	7,9±2,0	8,4±1,9	8,1±1,4
Copertura media/st. (%)	20	95	80	43
Ricoprimento medio/st. (%)	5	95	77	45
Indice Hurlbert medio/st.	3,2±2,6	6,5±2,3	6,7±2,1	7,0±1,7
Biomassa umida (min-max) Kg/m²	0,0-0,2	0,8-11,7	0,2-4,1	0,1-3,1
Biomassa umida media/st. (Kg/m²)	0,1±0,1	4,5±3,0	1,6±1,1	1,4±1,1

VC il ricoprimento è costituito prevalentemente da *Chaetomorpha linum* (DQ 51%), *Lamprothamnion papulosum* (DQ 5%), *Valonia aegagrophila* (DQ 8%) e dalle fanerogame *Nanozostera noltii* (DQ 8%) e *Ruppia maritima* (DQ 18%). Nella VA al ricoprimento contribuiscono soprattutto *Chaetomorpha linum* (DQ 59%), *Cladophora* spp. (DQ 10%), *Ruppia maritima* (DQ 13%) e *Lamprothamnion papulosum* (DQ 8%); sono invece assenti *Valonia aegagrophila* e la fanerogama *Nanozostera noltii*. Nella VP alle coperture nelle stazioni contribuiscono principalmente *Chaetomorpha linum* (DQ 48%), *Cladophora* spp. (DQ 12%), la fanerogama *Ruppia maritima* (DQ 12%), alle quali si aggiunge, con una significativa abbondanza, *Ulva laetevirens* (DQ 20%).

Nella Valle Millecampi (Fig. 5), come in diversi siti della laguna aperta, i fondali risultano prevalentemente privi di vegetazione e si rinvergono quasi esclusivamente *Ulva laetevirens* (DQ 43%), *Vaucheria submarina* (DQ 51%) e, in quantità minori, *Gracilariopsis longissima/Gracilaria bursa-pastoris* (DQ 4%).

Il trend dei valori di biomassa è in accordo con quelli registrati per la copertura e il ricoprimento, anche se le differenze tra le valli sono più accentuate per la diversa capacità che hanno le singole specie algali di trattenere acqua al loro interno. Alle biomasse umide nella Valle Contarina (variate da 0,8 a 11,7 kg/m² a stazione, con media per stazione di 4,5 kg/m²) contribuiscono quasi esclusivamente *Valonia aegagropila* e, secondariamente, *Chaetomorpha linum*. In Valle Averno e Valle Pierimpì i valori di biomassa umida sono inferiori (0,2-4,1 kg/m² a stazione in VA e media per stazione di 1,6 Kg/m², 0,1-3,1 kg/m² a stazione in VP e media 1,4 Kg/m²); la specie prevalente è *Chaetomorpha linum*, alla quale si associano *Cladophora* spp. e *Ulva laetevirens*. Nella Valle Millecampi le biomasse umide sono sempre molto più basse o nulle.

Analizzando la Dominanza Quantitativa (DQ) in riferimento alle biomasse, si osserva come nella Valle Contarina siano rilevanti *Chaetomorpha linum* (DQ 42%), *Valonia aegagropila* (DQ 34%) e *Cladophora sericea* (DQ 13%) e come siano, invece, meno importanti *Ruppia maritima* e *Nanozostera noltii* (DQ 7% e 2%). In Valle Averno sono dominanti *Chaetomorpha linum* (DQ 50%), *Cladophora* spp. (DQ 21%) e le alghe rosse *Chondria capillaris* e *Polysiphonia* spp. (DQ 7% e 13%) che prevalgono su *Lamprothamnion papulosum* (DQ 6%) e *Ruppia maritima* (DQ 3%). Nella Valle Pierimpì, dove le biomasse sono semplificate, si evidenzia la prevalenza di *Chaetomorpha linum* (DQ 59%), *Ulva laetevirens* (DQ 18%) e *Cladophora* spp. (DQ 16%). Nella Valle Millecampi la biomassa umida è ancor più semplificata, essendo dovuta principalmente alla sola *Ulva laetevirens* (DQ 86%) e secondariamente a *Vaucheria submarina* (DQ 5%) e *Gracilariopsis longissima* (DQ 6%).

L'indice di diversità di Hurlbert (ES) denota valori di diversità medi relativamente simili tra le tre valli arginate, mentre quello registrato nella Valle Millecampi ha un valore medio circa la metà di quello delle valli arginate (Tab. 2). Il Kruskal-Wallis test rileva una differenza statisticamente significativa ($P < 0,05$) nei valori degli indici di diversità di Hurlbert tra le quattro valli e i test a coppie (U test) confermano la presenza di differenze statisticamente significative ($P < 0,05$) tra la Valle Millecampi e le tre valli arginate. Non si rilevano mai, invece, differenze statisticamente significative per gli indici nel confronto a coppie tra le tre valli arginate ($P > 0,05$).

Nella Valle Millecampi il numero di alghe rosse è più elevato rispetto a quello delle tre valli arginate (19 vs 6-11 entità) e il rapporto tra le Rhodophyta e le Chlorophyta ($R/C=2,1$) conferma così una maggiore influenza delle acque marine. Le valli arginate si caratterizzano, invece, per un numero più simile tra alghe rosse e alghe verdi (soprattutto in Valle Contarina e in Valle Averno con R/C rispettivamente pari a 0,9 e 1,4). Nella Valle Pierimpì, il prevalere delle alghe verdi (12 entità) sulle rosse (6 entità) evidenzia le differenze già segnalate rispetto alle altre due valli arginate ($R/C=0,5$), probabilmente da collegare al più accentuato confinamento e ai limitati apporti marini.

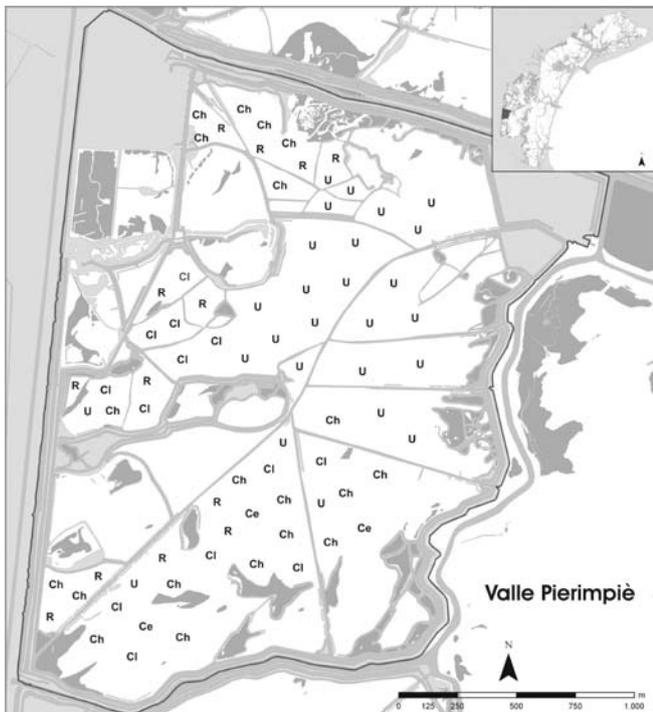
Nella pagina accanto

Fig. 2. Valle Pierimpì: distribuzione delle principali specie della vegetazione sommersa.

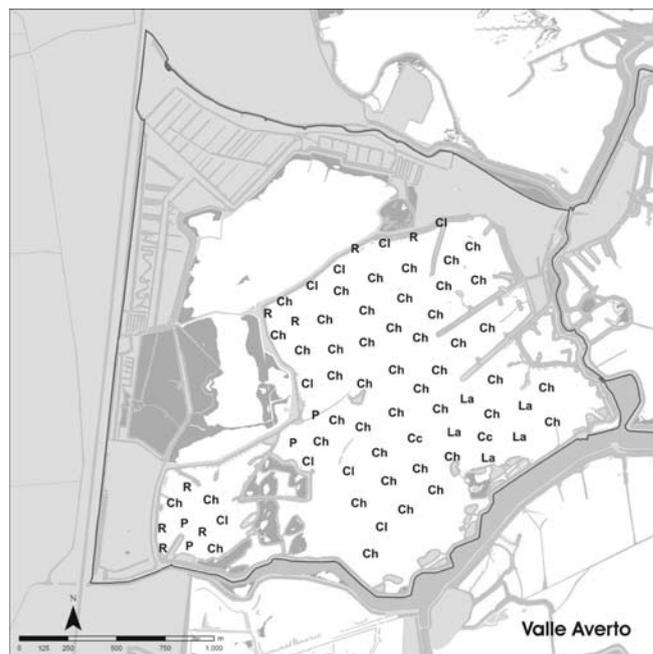
Fig. 3. Valle Averno: distribuzione delle principali specie della vegetazione sommersa.

Fig. 4. Valle Contarina: distribuzione delle principali specie della vegetazione sommersa.

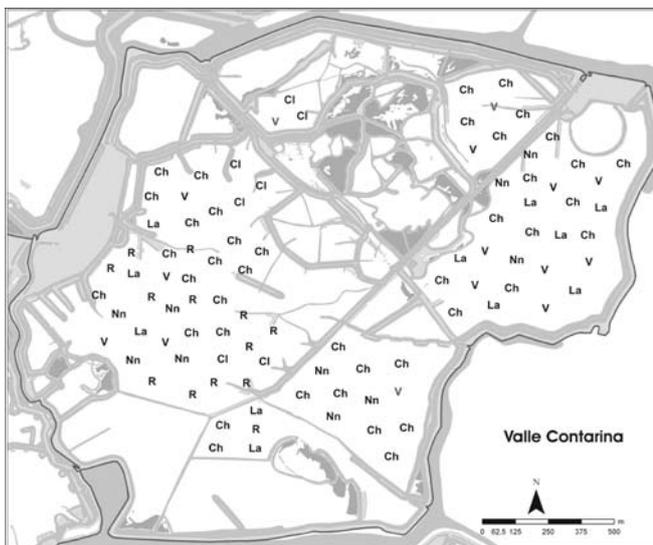
Fig. 5. Valle Millecampi: distribuzione delle principali specie della vegetazione sommersa.



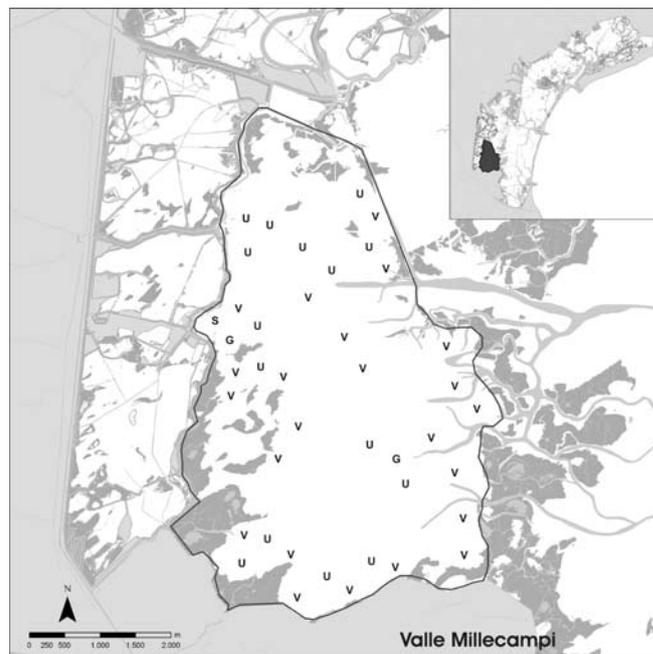
2



3



4



5

- U** = *Ulva* spp.
- Ch** = *Chaetomorpha* spp.
- Cl** = *Cladophora* spp.
- V** = *Valonia aegagropila*
- La** = *Lamprothamnion papulosum*
- G** = *Gracilaria/Gracilariopsis*
- Cc** = *Chondria capillaris*
- Ce** = *Ceramium diaphanum*
- S** = *Spyridia filamentosa*
- P** = *Polysiphonia* spp.
- Zm** = *Zostera marina*
- Nn** = *Nanozostera noltii*
- R** = *Ruppia maritima*

ANALISI STATISTICA

Con le tecniche statistiche di analisi multivariata, sono state approfondite alcune evidenze emerse dall'applicazione degli indicatori univariati (numero di specie complessivo, copertura generale del manto vegetale, ricoprimento, biomassa umida e indice di diversità) in merito alla maggiore similarità rilevata tra le tre valli arginate rispetto alla valle aperta di Millecampi.

La Custer Analysis e la Multi Dimensional Scaling (MDS) (Fig. 6), già alla similarità del 10%, separano la comunità vegetale delle stazioni di Valle Millecampi da quelle delle valli arginate Contarina, Aerto e Pierimpiè. Le valli Contarina e Aerto mostrano tra loro una maggiore similarità nella vegetazione acquatica rispetto a quella di Valle Pierimpiè. L'analisi SIMPER conferma come la separazione delle stazioni della Valle Millecampi da quelle delle altre

tre valli sia dovuta alla maggiore abbondanza soprattutto di *Ulva laetevirens*, *Gracilaria longissima* e *Vaucheria submarina*. A caratterizzare l'omogeneità delle tre valli arginate concorrono soprattutto *Chaetomorpha linum*, *Cladophora sericea*, *Valonia aegagropila*, *Lamprothamnion papulosum*, le fanerogame *Ruppia maritima* e *Nanozostera noltii* e le relative epifite delle lamine fogliari, quali *Ceramium diaphanum*, *Entocladia viridis* e *Epicladia flustrae*. Alla similarità del 35%, le stazioni della Valle Pierimpì si discostano da quelle delle valli Contarina e Averno, per la maggiore diffusione e abbondanza di *Ulva laetevirens* e *Ulva intestinalis* e per l'assenza della fanerogama *Nanozostera noltii* e di *Lamprothamnion papulosum* (Charales).

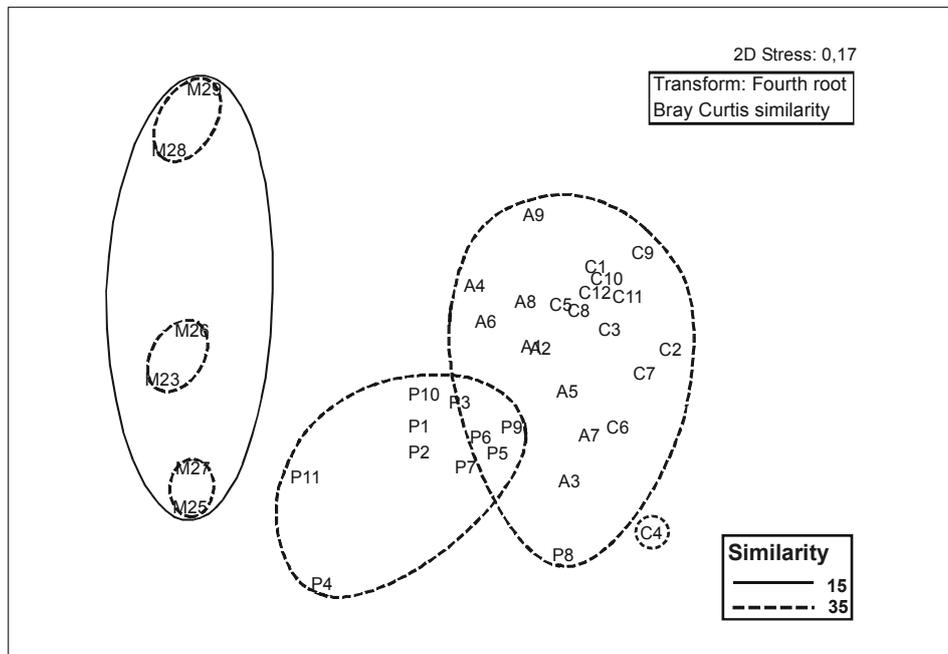
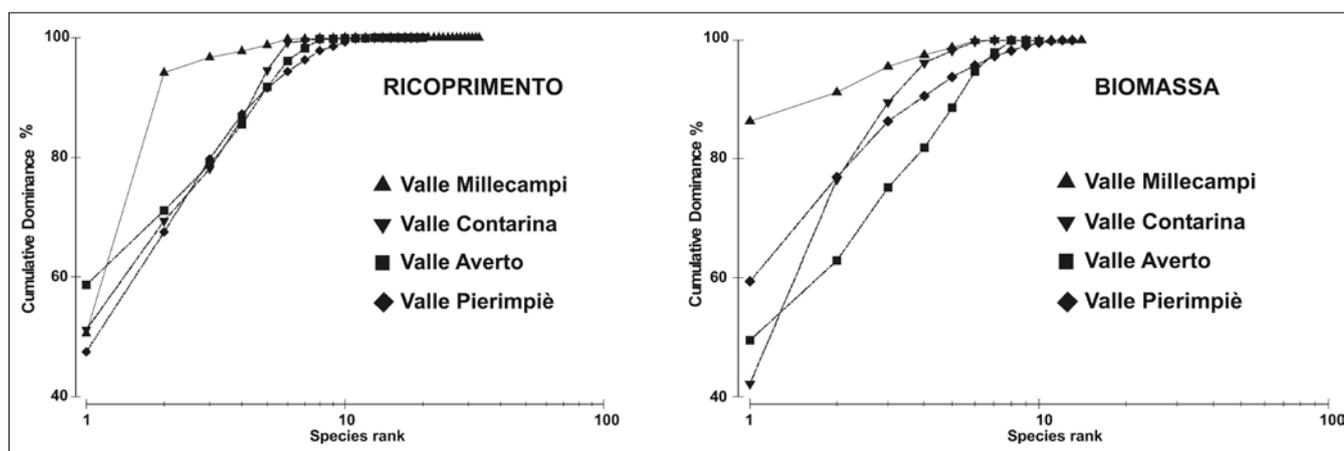


Fig. 6. Analisi MDS delle 28 stazioni di campionamento M=Millecampi; C=Contarina; A=Averno; P= Pierimpì)

L'analisi statistica ANOSIM conferma un'elevata diversità tra la vegetazione sommersa di Valle Millecampi rispetto a quelle di Valle Contarina (Global R=0,992), Valle Averno (Global R=0,964) e Valle Pierimpì (Global R=0,812). Differenze statisticamente elevate, ma inferiori rispetto alle precedenti, si rilevano pure tra la vegetazione sommersa di Valle Pierimpì e Valle Contarina (Global R=0,719), mentre può essere ritenuta moderata quella presente tra Valle Averno e Valle Contarina (Global R=0,474). L'analisi PERMANOVA fornisce una valutazione più selettiva dal momento che, nel confronto a coppie, rileva sempre differenze statisticamente significative tra tutte le valli (P perm <0,001).

Fig. 7. Curve di K-dominanza per ricoprimento e biomassa umida della vegetazione delle quattro valli prese in esame.



Le curve di K-dominanza (Fig. 7) realizzate sui dati di ricoprimento e biomassa umida, denotano per le valli Contarina, Avertò e Pierimpiè, un andamento simile che si discosta però da quello mostrato, per ambedue i parametri, da Valle Millecampi, dove si rileva una minore omogeneità della dominanza a causa del prevalere di una o due specie sulle altre.

Conclusioni

Il confronto della vegetazione acquatica sommersa tra alcune valli da pesca della Laguna di Venezia ha evidenziato differenze nella struttura e composizione delle macroalghe e delle fanerogame marine tra le valli arginate (Contarina, Avertò e Pierimpiè) e la valle aperta di Millecampi. Gli indicatori esaminati e la tipologia delle specie rilevate concordano nell'indicare una maggiore incidenza delle acque marine nella Valle Millecampi, dove si rilevano, infatti, similitudini con l'adiacente laguna aperta.

Il maggior numero di alghe rosse rispetto a quelle verdi e la prevalenza relativa di *Ulva laetevirens*, *Gracilaria/Gracilariopsis* e *Vaucheria submarina* sono tutti elementi che indicano similitudini con la vegetazione acquatica delle vicine aree lagunari prive di fanerogame marine (MIOTTI et al., 2007; CURIEL et al., 2006b; SFRISO e LA ROCCA, 2005; MAG.ACQUE-SELC, 2009). Le ridotte coperture e i limitati ricoprimenti algali di Valle Millecampi sono simili a quelli che, in questi ultimi anni, si rinvergono nell'adiacente laguna aperta, dove sono assenti le fanerogame marine e i fondali sono nudi o caratterizzati dalla presenza localizzata di *Ulva*, *Vaucheria* o di alghe rosse riconducibili a *Gracilaria/Gracilariopsis*, *Solieria filiformis* o *Spyridia filamentosa*.

Nelle tre valli arginate della laguna (Avertò, Contarina e Pierimpiè) si rileva uno stato ecologico più equilibrato per struttura e composizione delle comunità vegetali. Ciò appare ancor più evidente se si considerano anche quelle della laguna nord (Valle Cavallino e Valle Dogà, in CURIEL et al., 2008), dove si rinvergono più specie di pregio ecologico e in equilibrio con la tipologia di siti che sono vivificati sia dalle acque dolci, sia dalle acque marine (es. *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*, *Nanozostera noltii*, *Ruppia* spp., *Valonia aegagropila*, *Lamprothamnium papulosum*, *Chaetomorpha*). Nelle valli chiuse della laguna nord e sud si rinvergono ancora biocenosi eurialine ed euriterme considerate prioritarie nelle SDF/ASPIM (BIONDI e BLASI, sito web) quali:

- Associazione a *Ruppia cirrhosa* e/o *Ruppia maritima*;
- Associazione a *Nanozostera noltii* in ambiente eurialini ed euritermi;
- Associazione a *Zostera marina* in ambiente eurialini ed euritermi;
- Associazione a *Chaetomorpha linum*, *Gracilariopsis* spp. e *Valonia aegagropila*;
- Associazione a *Lamprothamnium papulosum*.

Il livello ecologico delle specie rinvenute nelle tre valli arginate della Laguna sud appare, nel complesso, inferiore a quello delle valli della Laguna nord. Nelle valli della Laguna sud si rinvergono ancora, però, alcune specie che nei primi anni '90 erano presenti nelle aree di gronda lagunare ed ora sono quasi del tutto scomparse: l'alga verde *Valonia aegagropila*, la fanerogama *Ruppia maritima* e specie algali caratteristiche di ambienti a bassa salinità, come le Charales *Lamprothamnium* o *Chara* (quest'ultima nella Valle Avertò in gestione al WWF). In questi ambienti, resi fortemente confinati dall'uomo, l'apporto di nutrienti attraverso le acque dolci, le ridotte profondità e lo scarso idrodinamismo, in alcuni mesi dell'anno (primavera-estate) possono però favorire lo sviluppo di alghe verdi pleustofitiche, quali *Chaetomorpha* e *Cladophora* e, con condizioni più accentuate, come nella Valle Pierimpiè, anche di *Ulva*. Nelle valli arginate della Laguna nord (Valle Dogà e Valle Cavallino) dove gli apporti delle acque dolci dei fiumi Sile e Piave Vecchia sono di qualità superiore rispetto a quelli che raggiungono le tre

valli arginate della Laguna sud (Canale Novissimo e canaletta Lugo) e il flusso delle acque marine è più incisivo, si rinvergono le fanerogame *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina* (CURIEL et al., 2008) e l'allevamento delle specie ittiche risulta più produttivo (PROVINCIA DI VENEZIA, 2009a).

L'indice di diversità di Hurlbert, le curve di K-dominanza e l'analisi statistica multivariata confermano le valutazioni fatte su basi ecologiche e fitosociologiche circa le differenze tra le tre valli arginate e la valle aperta di Millecampi. Le curve di dominanza sono diverse sia per ricoprimento, sia per biomassa; la diversità specifica, inoltre, risulta circa doppia nelle valli arginate rispetto alla valle aperta di Millecampi. L'analisi MDS, già alla similarità del 10%, separa le stazioni delle valli Contarina, Avertò e Pierimpì da quelle della valle Millecampi.

Le differenze nella struttura e composizione della vegetazione acquatica tra le tre valli arginate e la valle aperta sono probabilmente dovute a trasformazioni avvenute nei secoli, finalizzate a scopi produttivi, ma vincolate ancora da processi e ritmi naturali. Tali interventi, pur modificando il naturale e delicato equilibrio delle comunità fito-zoobentoniche e ittiche, poiché intervengono sui flussi idrici, sulla salinità e sulla morfologia di questi ambienti, hanno permesso, anche se in modo controverso e discutibile, la parziale conservazione nel tempo di taluni ambienti lagunari di gronda. I più bassi livelli della salinità hanno contribuito a preservare talune specie, come *Valonia*, le Charales (*Lamprothamnium* e *Chara*) e la fanerogama *Ruppia*. Nel secolo scorso, gli interessi legati alla caccia e alla pesca hanno talvolta risparmiato queste zone umide dalle bonifiche per usi agricoli o per contrastare la malaria.

Al contrario, nelle aree di laguna aperta come Valle Millecampi, regolate dai flussi naturali delle maree, il mantenimento del delicato equilibrio ecologico si è spesso trovato in contrasto con interventi antropici o con pratiche di pesca non congrue con i processi naturali. Nel tempo, ciò ha alterato le caratteristiche dei sedimenti, la morfologia e la dinamica delle acque con conseguenze sulle comunità biologiche. Spesso ha prevalso lo sfruttamento sulla conservazione e, per fini economici, mancanza di gestione o abbandono, questi spazi hanno subito modifiche e in parte perso le peculiarità delle comunità bentoniche. L'abbandono delle valli aperte a favore di quelle chiuse, ha reso tali aree progressivamente inattive, prive di gestione o dedite alla pesca vagantiva. Nel tempo è così venuto a mancare il delicato equilibrio tra produzione e conservazione, e tali aree hanno spesso subito le complesse vicende e trasformazioni che hanno coinvolto la laguna aperta.

Oltre alla riduzione o perdita di importanti entità morfologiche lagunari (barene, paludi, velme, chiari) che favoriscono la biodiversità, le trasformazioni avvenute negli anni hanno determinato una maggiore diffusione delle acque marine nelle aree di gronda, evento che ha favorito, anche nelle aree vallive aperte, la colonizzazione da parte di specie marine. Al contrario, gli apporti di acque dolci, sempre più ridotti e ricchi in particolato sospeso, hanno ostacolato lo sviluppo delle specie macroalgali prettamente dulciacquicole.

Bibliografia

- ANDERSON M.J., GORLEY R.N., CLARKE K.R., 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E: Plymouth, UK, 214 pp.
- BIONDI E., BLASI C. (sito web) - Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. <http://vnr.unipg.it/habitat/>.
- BOATTO V., SIGNORA W., 1985. Le valli da pesca nella laguna di Venezia. Padova.
- BOUDOURESQUE C. F., 1971. Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys*, 3 (1): 79-104.
- BULLO G., 1940. Le valli salse da pesca e la vallicoltura. Officine grafiche Carlo Ferrari, Venezia, pp. 187.

- CANIGLIA, G., BORELLA, S., CURIEL, D., NASCIBENI, P., PALOSCHI, F., RISMONDO, A., SCARTON, F., TAGLIAPIETRA, D., ZANELLA L., 1990. Carta Distributiva delle Fanerogame marine. Scala 1:50.000. Consorzio Venezia Nuova, Min.LL.PP., Magistrato alle Acque di Venezia.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M., 1994. Change in marine communities. An approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, UK, pp. 137.
- CURIEL D., PRANOVI F., MARZOCCHI M., BELLEMO G., 1996. I popolamenti macrobentonici di una valle da pesca, La Valle Averte nella Laguna Veneta. *Ambiente Risorse Salute*, 43: 25-30.
- CURIEL D., SOLAZZI A., MARZOCCHI M., SCATTOLIN M., 1997. Il macrofitobentos della Palude Maggiore (Laguna di Venezia). *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.*, 22: 81-89.
- CURIEL D., SFRISO A., RISMONDO A., 2006a. The macrophytes alien species in the Lagoon of Venice. ECSA 41st International Congress, Venezia 15-20 October 2006, pp. 108.
- CURIEL D., RISMONDO A., MIOTTI C., CHECCHIN E., DRI C., GENTILIN S., 2006b. Le macroalghe dei substrati incoerenti della Laguna di Venezia. *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, 57: 29-44.
- CURIEL D., BOSCOLO N., MARZOCCHI M., 2008. Il macrofitobentos delle valli da pesca della Laguna di Venezia. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.*, 33: 59-70.
- FRANZOI P., TRISOLINI R., 1991. Rimonta del novellame. *Laguna*, 2: 24-29.
- GRANZOTTO A., FRANZOI P., LONGO A., PRANOVI F., TORRICELLI P., 2001. La pesca nella Laguna di Venezia: un percorso di sostenibilità nel recupero delle tradizioni. Lo stato dell'arte - rapporto sullo sviluppo sostenibile. Fondazione Eni Enrico Mattei, pp.60.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA-SELCA, 2009. MELa4 (2007-2009) - OP/416. Monitoraggio di mantenimento delle conoscenze sullo stato delle acque e del macrobenthos. Rilievo delle comunità bentoniche di substrato molle (macrobenthos). Prodotto dal concessionario Consorzio Venezia Nuova.
- MIOTTI C., PIERINI A., RISMONDO A., CURIEL D., 2007. Variazioni delle coperture e delle biomasse macroalgali della Laguna di Venezia: 2002-2005. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.*, 32: 15-24.
- PROVINCIA DI VENEZIA, 1981. Periodico bimestrale dell'Amministrazione Provinciale di Venezia n° 5/6 settembre/dicembre, pp. 84.
- PROVINCIA DI VENEZIA, 2009a. Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune della provincia di Venezia. Ed. Arti Grafiche Zoppelli. Venezia, pp. 203
- PROVINCIA DI VENEZIA, 2009b. Valli Veneziane. Natura storia e tradizioni delle valli da pesca a Venezia e Caorle. VENEZIA, Ed. Cicero editore, pp. 191.
- RALLO G., 1994. Il sito ambientale e naturalistico". In: La Valle Millecampi. Studi sul territorio, l'ambiente e il paesaggio. In: F. Zecchin (La Garangola eds.), Provincia di Padova, pp. 60.
- ROSSI R., 1986. Occurrence, abundance and growth of fish fry in Scardovari Bay, a nursery ground of the Po River Delta (Italy). *Archo Oceanogr. Limnol.*, 20: 259-279.
- SCHIFFNER V., VATOVA A., 1938. Le Alghe della Laguna Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae, Myxophyceae. In: La Laguna di Venezia, Minio M. (Ed.), Venezia, 3: 1-250.
- SFRISO A., LA ROCCA B., 2005. Aggiornamento sulle macroalghe presenti lungo i litorali e sui bassofondali della laguna di Venezia. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.*, 30: 45-56.
- SFRISO A., CURIEL D., 2007. Check list of seaweeds recorded in the last 20 years in Venice lagoon, and a comparison with the previous records. *Bot. Mar.*, 50: 22-58.
- VATOVA A., 1940. Distribuzione geografica delle alghe della Laguna di Venezia e fattori che la determinano. *Thalassia*, 4: 1-37.
- ZECCHIN F., 1994. La Valle Millecampi. Studi sul territorio, l'ambiente e il paesaggio. La Garangola, Provincia di Padova, pp. 60.