

### **Autori**

Elisa Camatti<sup>1</sup>, Francesco Acri<sup>1</sup>, Marco Anelli Monti<sup>2</sup>, Fabrizio Bernardi Aubry<sup>1</sup>, Mauro Bon<sup>3</sup>, Alessandro Buosi<sup>2</sup>, Pierpaolo Campostrini<sup>4</sup>, Francesco Cavraro<sup>2</sup>, Daniele Curiel<sup>5</sup>, Caterina Dabalà<sup>4</sup>, Chiara Facca<sup>2</sup>, Stefania Finotto<sup>1</sup>, Piero Franzoi<sup>2</sup>, Irene Guarneri<sup>1</sup>, Abdul-Salam Juhmani<sup>2</sup>, Erica Keppel<sup>6</sup>, Matteo Morgantini<sup>4</sup>, Marco Pansera<sup>1</sup>, Fabio Pranovi<sup>2</sup>, Alessandra Pugnetti<sup>1</sup>, Simone Redolfi Bristol<sup>2</sup>, Alessandro Sarretta<sup>8</sup>, Luca Scapin<sup>2</sup>, Anna Schroeder<sup>1</sup>, Marco Sigovini<sup>1</sup>, Adriano Sfriso<sup>2</sup>, Andrea Augusto Sfriso<sup>7</sup>, Davide Tagliapietra<sup>1</sup>, Yari Tomio<sup>2</sup>, Marion Adelheid Wolf<sup>2</sup>, Matteo Zucchetta<sup>9</sup>

### **Affiliazione**

- <sup>1</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Arsenale – Tesa 104, Castello 2737/F, 30122 Venezia, Italia.
- <sup>2</sup> Università Ca' Foscari Venezia, Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica (DAIS), Via Torino 155, 30170 Venezia Mestre, Italia.
- <sup>3</sup> Museo di Storia Naturale di Venezia, Santa Croce 1730, 30135 Venezia, Italia
- <sup>4</sup> CORILA, San Polo 19, 30125 Venezia, Italia.
- <sup>5</sup> SELC Soc. Coop., Via dell'Elettricità 3/d, Marghera (Ve), Italia.
- <sup>6</sup> Smithsonian Environmental Research Center Edgewater, Maryland USA 21037.
- <sup>7</sup> Università di Ferrara, Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche, Via Fossato di Mortara 17, 44121 Ferrara, Italia
- <sup>8</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI), Sede Secondaria di Padova, Corso Stati Uniti 4, 35127 Padova, Italy
- <sup>9</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Polari (ISP), Via Torino 155, 30170 Venezia Mestre, Italia

**DEIMS.ID:** <https://deims.org/cda8c930-378e-44f7-82aa-ea58bf57b611>

**Referente Macrosito:** Elisa Camatti

**Elenco dei Siti di ricerca del macrosito:** sito unico

**Tipologia di ecosistema:** marino/acque di transizione

---

Citare questo capitolo come segue: Camatti E., Acri F., Anelli Monti M. *et al.* (2021). IT16-M Laguna di Venezia, p. 531-553. DOI: 10.5281/zenodo.5584761. In: Capotondi L., Ravaioli M., Acosta A., Chiarini F., Lami A., Stanisci A., Tarozzi L., Mazzocchi M.G. (a cura di) (2021). *La Rete Italiana per la Ricerca Ecologica di Lungo Termine. Lo studio della biodiversità e dei cambiamenti*, pp. 806. DOI: 10.5281/zenodo.5570272.

---

## Descrizione del macrosito e delle sue finalità

La Laguna di Venezia è uno dei più importanti sistemi di transizione del Mediterraneo in cui, associati ad un'elevata urbanizzazione (città di Venezia e Chioggia, più isole minori), sono presenti un'intensa attività industriale e portuale ed un intenso traffico di navi ed imbarcazioni minori, per trasporto di merci e persone (Porto Marghera, stazione marittima di Venezia, porto commerciale di Chioggia).

Dal punto di vista geografico, la Laguna di Venezia è localizzata nel settore nordovest del Mare Adriatico tra le attuali foci del fiume Sile e del fiume Brenta ed è connessa con il mare attraverso tre bocche di porto (Lido, Malamocco e Chioggia). Si estende per circa 50 km di lunghezza e 10 km di ampiezza con una superficie del bacino di circa 550 km<sup>2</sup>, di cui, all'incirca, l'80% è coperto da acqua, il 10% da barene (caratteristiche nel Mediterraneo per essere presenti quasi esclusivamente nell'Alto Adriatico) e circa il 5% da isole (escludendo i lidi). Più dell'85% della superficie lagunare è caratterizzata da profondità inferiori a due metri, mentre circa il 10% della superficie lagunare è costituita da canali più profondi di cinque metri (Tagliapietra *et al.* 2009). La presenza umana ha costantemente modificato l'originale struttura del bacino cosicché la laguna attuale può essere considerata come un “*human-oriented ecosystem*”, caratterizzato ancora da forti tratti di naturalità (Solidoro *et al.* 2010).



Fig. 1 - Il macrosito Laguna di Venezia (credits to Samantha Cristoforetti, ESA)

L'acqua marina proveniente dal bacino adriatico alimenta quattro sottobacini lagunari che sono divisi da tre fasce di spartiacque. I quattro sottobacini presentano delle caratteristiche alquanto diverse: il bacino settentrionale è ancora influenzato da fiumi di risorgiva, per cui le sue condizioni sono tutt'oggi vicine alle condizioni originali. Il bacino centro-settentrionale è fortemente caratterizzato dall'attività

---

umana, ospitando la città di Venezia e la zona industriale di Porto Marghera. Il bacino centro-meridionale è attraversato da un profondo canale artificiale che unisce la bocca di Malamocco con la zona industriale, mentre il bacino meridionale si contraddistingue per le sue caratteristiche più prettamente marine.

La marea ed i venti rappresentano le principali forzanti fisiche. Le maree lagunari sono miste, con predominanza semidiurna. Le maree sono le più ampie del Mediterraneo con una media di 61 cm (calcolata nel periodo 1986-2004). Nella seconda metà dello scorso secolo sono state apportate notevoli modifiche ai fondali per il passaggio delle navi e molti canali direttamente collegati alle bocche di porto si sono approfonditi naturalmente per il gioco di maree: è aumentata l'erosione e la frequenza degli eventi di acqua alta (convenzionalmente riferiti a marea >100 cm). Nell'ultima decade il macrosito è interessato anche dalla messa in opera di un imponente sistema di paratoie mobili (Sistema MOSE) contro il fenomeno dell'innalzamento del livello marino (Ferrarin *et al.* 2013).

Circa il 60% del volume d'acqua è ricambiato ad ogni ciclo mareale, anche se il ristagno nelle aree più interne può arrivare anche a 60 giorni (Cucco e Umgiesser 2006). La maggior parte della Laguna di Venezia può essere classificata come mixo-eualina/mixo-polialina secondo il "Sistema Venezia" (Anonimo 1959), con una salinità media di circa 30 ed un range di variazione da condizioni marine (circa 37), in prossimità delle bocche di porto, a mesoaline, con influenze nelle aree più interne di apporti di acque dolci degli immissari (Zirino *et al.* 2014). A causa della bassa profondità della laguna, la temperatura dell'acqua segue le tendenze stagionali della temperatura dell'aria, con valori molto bassi durante l'inverno, anche se raramente congelanti, ed oltre 30°C durante l'estate.

Dal punto di vista biologico, le comunità bentoniche esistenti sono in gran parte riconducibili alla classica biocenosi "Lagunaire Euryhaline et Eurytherme (L.E.E.)" definita da Peres e Picard (1964). Tali comunità bentoniche sono caratterizzate da praterie a fanerogame marine (*Zostera noltei*, *Zostera marina*, *Cymodocea nodosa*, *Ruppia cirrhosa*), macroalghe (più di 300 specie, soprattutto Ulvaceae, Gracilariaceae, e Cladophoraceae), e più di 800 specie di invertebrati di substrati molli (anellidi policheti, molluschi gasteropodi e bivalvi, crostacei, echinodermi). Le comunità fitoplanctoniche sono costituite principalmente da diatomee e da fitoflagellati. Le comunità zooplanctoniche si contraddistinguono per la predominanza di copepodi e di diverse forme larvali quali bivalvi, echinodermi e crostacei bentonici. Le comunità nectoniche sono caratterizzate sia da specie residenti, sia da specie che trascorrono in laguna solo una porzione più o meno estesa del proprio ciclo vitale (migratori e visitatori occasionali). L'avifauna è dominata da comunità ornitiche nidificanti in praterie salate e svernanti in tutto il bacino lagunare ([www.atlantedellalaguna.it](http://www.atlantedellalaguna.it)).

L'ecosistema lagunare è condizionato da variabili ambientali caratterizzate da forti fluttuazioni, ma anche dagli impatti antropici dettati dalla elevata densità abitativa e produttiva della zona di gronda, dalla presenza nello specchio lagunare di agglomerati urbani sottoposti a intensi flussi turistici e ad impatti diretti come per esempio quelli legati alla pesca delle vongole (*Ruditapes philippinarum*), specie alloctona introdotta a fini alieutici nell'ultimo quarto del secolo scorso.

Tra gli eventi biologici rimarchevoli nel sito si possono citare: fioriture fitoplanctoniche stagionali, iperproliferazione di macroalghe, invasione di specie non indigene (NIS, "Non Indigenous Species") provenienti dall'acquacoltura, dal fouling e dalle acque di sentina delle navi commerciali e turistiche.

Le attività di ricerca LTER nella Laguna di Venezia sono rivolte alla comprensione della variabilità nel lungo periodo della struttura dell'ecosistema e delle sue comunità biologiche, dei rapporti tra le componenti dell'ecosistema e dei processi ecologici a queste collegate. Assume un ruolo di primo piano lo studio delle maggiori pressioni naturali e antropiche, tra le quali l'input di nutrienti di origine agricola ed urbana, l'attività industriale e portuale, il rilascio di inquinanti dai sedimenti, l'intenso traffico di navi ed imbarcazioni minori, la trasformazione e banalizzazione di morfologie ed habitat (Solidoro *et al.* 2010).

La Laguna di Venezia è un unico sito di ricerca a lungo termine all'interno del quale, in diverse aree di campionamento, vengono effettuati rilievi di variabili ambientali fisiche, chimiche e idrologiche, indagini sulla contaminazione di acque e sedimenti e sull'ecologia e distribuzione delle componenti della

---

biodiversità, in particolare per quanto riguarda le comunità fito- e zooplanctoniche, fito- e zoobentoniche, l'ittiofauna e l'avifauna, con focus particolare sulle specie non indigene e sulla pesca. Le differenti ricerche si inseriscono all'interno di un approccio trasversale e condiviso, rivolto alla valutazione degli effetti della variabilità naturale e dell'impatto antropico sulla struttura e funzionalità dell'ecosistema (rete trofica e cicli biogeochimici), e le ripercussioni sui servizi ecosistemici.

## Abstract

The Lagoon of Venice covers a surface area of about 550 km<sup>2</sup>, roughly 80% of which is covered by water, about 10% by salt marshes and 5% by islands. The mean depth of the water column is about 1.2 m, with only 5% of the lagoon deeper than 5 m. It is connected to the Adriatic Sea through three inlets (Lido, Malamocco, Chioggia), which allow tidal flushing twice a day. The mean tidal range is 61 cm (calculated on 1986-2004), the largest in the Mediterranean. The majority of the lagoon can be classified as mixoeuhaline/mixopolyhaline according to the "Venice System" (Anonymous 1959), with a mean salinity of about 30, ranging from marine (around 37), to mesohaline (5 – 18) near the bay-head river mouths (Zirino *et al.* 2014). Because of the shallowness of the lagoon, water temperature follows the seasonal trends of air temperature, with very low values during winter, although seldom freezing, to above 30°C during summer. From the biological point of view, the benthic communities of this meso/eutrophic ecosystem, mainly belong to the "Lagunaire Euryhaline et Eurytherme (L.E.E.)" biocenosis as defined by Peres and Picard (1964). These benthic communities are characterized by seagrass meadows (*Zostera noltei*, *Zostera marina*, *Cymodocea nodosa*), over than 300 species of macroalgae and over 800 species of macroinvertebrates. The phytoplankton communities are dominated by diatoms and phytoflagellates, while the zooplankton communities are characterized by the predominance of copepods and different larval forms of e.g. bivalves, echinoderms or benthic crustaceans. The nektonic communities are made both by resident species and by species that spend only a part of their life cycle in the lagoon (migratory and occasional visitors). The avifauna is characterized by ornithic communities nesting in salty grasslands and wintering throughout the whole lagoon basin.

The research activities in the Venice Lagoon, that include analyses of environmental parameters and the study of biodiversity and ecology of phyto- and zooplankton, phyto- and zoobenthos and ichthyo- and avifauna, are aimed at understanding the long-term variability of the structure and the relationships between the components of this ecosystem and the resulting processes.

### Autori

Elisa Camatti<sup>1</sup>, Francesco Aciri<sup>1</sup>, Marco Anelli Monti<sup>2</sup>, Fabrizio Bernardi Aubry<sup>1</sup>, Mauro Bon<sup>3</sup>, Alessandro Buosi<sup>2</sup>, Pierpaolo Campostrini<sup>4</sup>, Francesco Cavarro<sup>2</sup>, Daniele Curiel<sup>5</sup>, Caterina Dabalà<sup>4</sup>, Chiara Facca<sup>2</sup>, Stefania Finotto<sup>1</sup>, Piero Franzoi<sup>2</sup>, Irene Guarneri<sup>1</sup>, Abdul-Salam Juhmani<sup>2</sup>, Erica Keppel<sup>6</sup>, Matteo Morgantini<sup>4</sup>, Marco Pansera<sup>1</sup>, Fabio Pranovi<sup>2</sup>, Alessandra Pugnetti<sup>1</sup>, Simone Redolfi Bristol<sup>2</sup>, Alessandro Sarretta<sup>8</sup>, Luca Scapin<sup>2</sup>, Anna Schroeder<sup>1</sup>, Marco Sigovini<sup>1</sup>, Adriano Sfriso<sup>2</sup>, Andrea Augusto Sfriso<sup>7</sup>, Davide Tagliapietra<sup>1</sup>, Yari Tomio<sup>2</sup>, Marion Adelheid Wolf<sup>2</sup>, Matteo Zucchetta<sup>9</sup>

### Affiliazione

<sup>1</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Arsenale – Tesa 104, Castello 2737/F, 30122 Venezia, Italia.

<sup>2</sup> Università Ca' Foscari Venezia, Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica (DAIS), Via Torino 155, 30170 Venezia Mestre, Italia.

<sup>3</sup> Museo di Storia Naturale di Venezia, Santa Croce 1730, 30135 Venezia, Italia.

<sup>4</sup> CORILA, San Polo 19, 30125 Venezia, Italia.

<sup>5</sup> SELC Soc. Coop., Via dell'Elettricità 3/d, Marghera (Ve), Italia.

<sup>6</sup> Smithsonian Environmental Research Center Edgewater, Maryland USA 21037.

<sup>7</sup> Università di Ferrara, Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche, Via Fossato di Mortara 17, 44121 Ferrara, Italia.

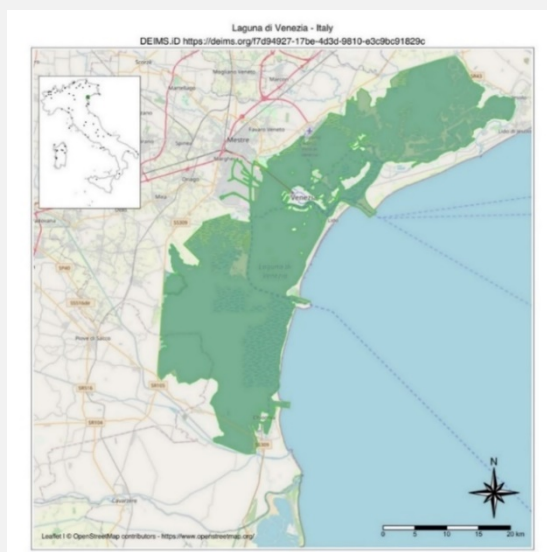
<sup>8</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI), Sede Secondaria di Padova, Corso Stati Uniti 4, 35127 Padova, Italy.

<sup>9</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Polari (ISP), Via Torino 155, 30170 Venezia Mestre, Italia.

**Sigla:** IT16-001-M

**DEIMS.ID:** <https://deims.org/f7d94927-17be-4d3d-9810-e3c9bc91829c>

**Responsabile Sito:** Elisa Camatti





## Descrizione del sito e delle sue finalità

Vedi sopra (descrizione del macrosito)

### Attività



Fig. 2 - Aree di campionamento del macrosito Laguna di Venezia (credits to Mauro Bastianini, CNR ISMAR)

Lo studio del macrosito Laguna di Venezia ha sempre trovato ampio spazio negli Istituti di Ricerca veneziani (Regio Comitato Talassografico, Centro nazionale di Studi Talassografici, Istituto di Biologia del Mare e Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse) che hanno dato origine a quelli che sono ora l'Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISMAR) e l'Università Ca' Foscari di Venezia. Fu proprio presso

il CNR di Venezia che si tenne lo storico "Simposio sulla classificazione delle acque salmastre" del 1958. In particolare, l'ecologia e la struttura delle comunità planctoniche vengono studiate dal CNR-ISMAR di Venezia fin dalla fine degli anni '60 nell'ambito di vari progetti di ricerca e convenzioni. A partire dagli anni '80, il Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università Ca' Foscari Venezia (DSA-UNIVE) ha avviato indagini sullo stato chimico delle acque e dei sedimenti lagunari e sulle associazioni di macroalghe e fanerogame marine, soprattutto in relazione agli allora frequenti fenomeni distrofici legati agli effetti dell'eutrofizzazione; a partire dall'inizio degli anni '90 è stata dedicata particolare attenzione anche all'ecologia e alla struttura della comunità nectonica e agli effetti sull'ecosistema dello sfruttamento delle risorse alieutiche. Ad oggi, il Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica dell'Università Ca' Foscari Venezia (DAIS-UNIVE)

prosegue gli studi ecologici sullo stato trofico e sulle componenti

macrofitobentoniche e nectoniche, nonché sui dati di cattura provenienti dall'attività di pesca artigianale. I censimenti dell'avifauna

acquatica svernante vengono svolti

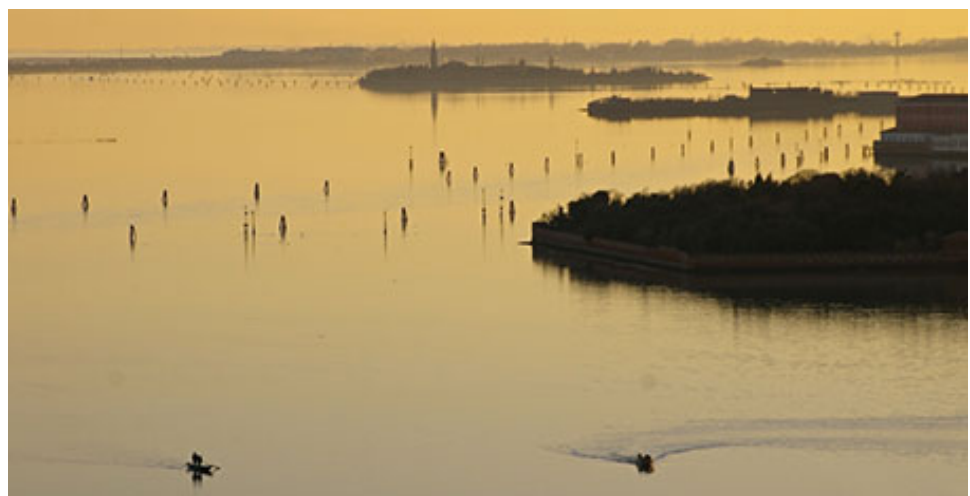


Fig. 3 - Aree di campionamento del macrosito Laguna di Venezia (credits to Mauro Bastianini, CNR ISMAR)

---

dall'Università di Venezia a partire dagli anni '90, in collaborazione con l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e la Città Metropolitana di Venezia e proseguono ad oggi per opera anche del Museo di Storia Naturale di Venezia.

Negli ultimi anni, dato l'attuale sforzo di ricerca a titolo quasi sempre volontaristico, i dati minimi garantiti a lungo termine sul macrosito sono: dati fisici, chimici e idrologici forniti dalle centraline per il monitoraggio in continuo del Provveditorato alle Opere pubbliche di Veneto Trentino Alto Adige Friuli Venezia Giulia (*ex* Magistrato alle acque di Venezia) e dati biologici quali: biomassa, abbondanza numerica e tassonomia delle macroalghe, con frequenza di campionamento da settimanale a mensile, e misure di produzione primaria in stazioni ed annate diverse; abbondanza numerica e tassonomia del fito- e dello zooplankton, con frequenza di campionamento da mensile a stagionale; comunità nectonica, tramite monitoraggi stagionali in stazioni rappresentative e relative analisi della produzione alieutica. Vengono inoltre effettuati censimenti di avifauna acquatica svernante, di specie nidificanti coloniali nonché monitoraggi di specie introdotte.

Gli enti di ricerca coinvolti nelle suddette attività di ricerca del sito sono: CNR-ISMAR Venezia, DAIS-UNIVE, Museo di Storia Naturale di Venezia, Consorzio per il coordinamento delle ricerche inerenti al sistema lagunare di Venezia (CORILA) che svolge principalmente attività di collegamento tra le diverse identità coinvolte.

## Risultati

Il sito LTER Laguna di Venezia nel corso degli anni ha dimostrato la sua peculiarità di area “hot-spot” per lo studio e la comprensione dei processi connessi ai cambiamenti locali e globali e alle loro ripercussioni sui servizi ecosistemici. Esempio paradigmatico è il crescente rinvenimento di specie non indigene proprie di varie comunità e livelli trofici, oltre a evidenze di cambiamenti nel tempo dei diversi comparti, abiotico e biotico.

La lunga serie di dati presa in esame ha permesso di delineare alcuni andamenti temporali significativi.

### Lo stato trofico

Nel secolo scorso l'ambiente lagunare ha sofferto di due contrastanti pressioni che ne hanno fortemente modificato la normale struttura estuarina. Da una parte vi è stato un aumento del carico organico, legato a fenomeni di eutrofizzazione, con una conseguente incremento della saprobietà, che ha fortemente selezionato le specie all'interno della laguna (Tagliapietra *et al.* 2012; Solidoro *et al.* 2010), dall'altra vi è stato un aumentato apporto di acque marine dovuto allo scavo del Canale dei Petroli concomitante con una riduzione dell'apporto idrico fluviale. Ne è risultato così un ambiente fortemente saprobico, spostato verso condizioni tipiche della regione mesoalina e una corrispondente forte perdita delle aree tipicamente poli- ed oligoaline. Tale ambiente è mantenuto vitale non tanto da processi autodepurativi quanto dal ricambio mareale e quindi in un equilibrio precario, soprattutto per le zone interne più difficilmente raggiungibili dalle maree e caratterizzate dall'accumulo di sedimenti pelitici (<63  $\mu\text{m}$ ) ricchi in sostanza organica.

Con particolare riferimento allo stato trofico degli ultimi 40 anni, i primi dati sulle concentrazioni di nutrienti nei sedimenti lagunari sono disponibili dal 1948 (Giordani-Soika & Perin 1974), mentre per le acque risalgono ai primi anni '60 (Cossu & De Fraja-Frangipane 1985). Nei sedimenti superficiali di tutta la laguna tra il 1948-49 e il 1983 le concentrazioni di fosforo totale (TP) sono aumentate di 18.9 volte (da  $24 \pm 16 \mu\text{g g}^{-1}$  (mean  $\pm$  std) a  $454 \pm 126 \mu\text{g g}^{-1}$ ), poi è iniziata una lenta diminuzione (Sfriso *et al.* 2019). Similmente le concentrazioni di azoto totale (TN) sono variate da  $1.00 \pm 0.86 \text{ mg g}^{-1}$  nel 1948-49 a  $1.86 \pm 2.20 \text{ mg g}^{-1}$  nel 1968-73 per poi scendere a  $0.69 \pm 0.75 \mu\text{g g}^{-1}$  nel 2011. Variazioni più significative si sono osservate in laguna centrale soprattutto per quanto riguarda il fosforo organico (OP) e l'azoto totale che sono diminuiti del 40 e 71% rispettivamente (media di 34 stazioni: OP da 104 a  $62 \mu\text{g cm}^{-3}$ ; TN da 1.21 a  $0.35 \text{ mg cm}^{-3}$ ).

---

Significative diminuzioni sono state osservate anche per le concentrazioni di nutrienti nella colonna d'acqua. Particolarmente rilevante è stata la diminuzione della concentrazione di ammoniaca che nei canali industriali di Porto Marghera è passata da 2600-3800  $\mu\text{M}$  negli anni 1962-64 a meno di 10  $\mu\text{M}$  nel 2014 (Sfriso *et al.* 2019). Nel 2011 la media tardo-primaverile ed autunnale in tutta la laguna (118 stazioni) era di  $7.99 \pm 6.81$  e  $3.44 \pm 3.80$   $\mu\text{M}$ , rispettivamente, mentre il fosforo reattivo (RP) era solamente di  $0.14 \pm 0.19$  e  $0.20 \pm 0.20$   $\mu\text{M}$ .

In laguna centrale tra il 1987 e il 2014 nel periodo tardo primaverile l'RP è passato da una media di 0.76  $\mu\text{M}$  (34 stazioni) a 0.19  $\mu\text{M}$  (45 stazioni) mentre l'ammoniaca è variata tra 5.15 e 2.01  $\mu\text{M}$ . Contemporaneamente la concentrazione di azoto inorganico disciolto (DIN) è passata da una media di 10.1  $\mu\text{M}$  a 5.9  $\mu\text{M}$ .

Similmente, con la diminuzione delle biomasse macroalgali (media 65 stazioni: 4.78  $\text{Kg m}^{-2}$  in peso fresco nel 1987, 0.11  $\text{kg m}^{-2}$  nel 1998 e 1.05  $\text{kg m}^{-2}$  nel 2014) il pH è passato da valori medi di 8.81 nel 1987 a 8.24 nel 2014. L'ossigeno disciolto da una saturazione del 274% nel 1987 a 113-150% negli anni successivi e la Chlorofilla-*a* da  $3.61 \pm 5.62$  a  $1.32 \pm 1.58$   $\mu\text{g dm}^{-3}$  (Sfriso *et al.* 2019).

### La comunità fitoplanctonica e le macroalghe

Nel decennio 1997-2007 ad un incremento della salinità è corrisposta una diminuzione del fosforo in tutte le matrici ambientali, delle specie azotate e dei silicati. A questa diminuzione ha fatto seguito un decremento della biomassa macroalgale, evidenziata da varie mappature di copertura macroalgale, e di quella fitoplanctonica mediante dati di clorofilla *a* e conteggi al microscopio. Per quanto riguarda l'andamento della temperatura, dei livelli di ossigeno disciolto e del pH non sono stati osservati variazioni significative. Un forte decremento di questi parametri era già stato rilevato durante la drastica diminuzione delle biomasse algali avvenute nei primi anni '90 (Sfriso *et al.* 2019). Il continuo monitoraggio ha altresì permesso di seguire particolari situazioni di stress ambientale quali ad esempio il periodo di siccità nell'estate del 2003 (Bernardi Aubry *et al.* 2013) e il fenomeno di ipossia nella parte centro-settentrionale della laguna nell'estate 2013 (Bastianini *et al.* 2014). L'analisi della serie temporale fitoplanctonica ha anche messo in luce come i popolamenti lagunari seguano un ciclo unimodale con un unico picco estivo legato al massimo di temperatura e di luce e poco influenzato dalla variazione dei macronutrienti disciolti mai limitanti la crescita delle microalghe. Accanto ad un *pool* di specie con ampia valenza ecologica e comuni a tutte le stazioni, sono state anche individuate specie poco abbondanti ma rappresentative di ogni area indagata (Bernardi Aubry *et al.* 2013; Bernardi Aubry *et al.* 2017). Il monitoraggio ha permesso inoltre di individuare nuove NIS arrivate in laguna negli ultimi anni (Mozetic *et al.* 2018). Per le macroalghe la laguna si è rivelata il sito del Mediterraneo più ricco di introduzioni, seconda solo alla laguna di Thau in Francia (Sfriso and Marchini 2014; Marchini *et al.* 2015). Infine, l'ampio *data set* ha consentito l'elaborazione di indici di qualità delle acque basati sulle macrofite (Sfriso *et al.* 2007, 2009, 2014; European Commission 2013, decisione della Commissione (UE) 2013/480 del 20 settembre 2013) e, più recentemente, sul fitoplancton in ottemperanza alle richieste della direttiva quadro sulle acque (Water Framework Directive 2000/60/EC; Facca *et al.* 2013, 2018) e incluso nella Decisione della Commissione (UE) 2018/229 del 12 febbraio 2018.



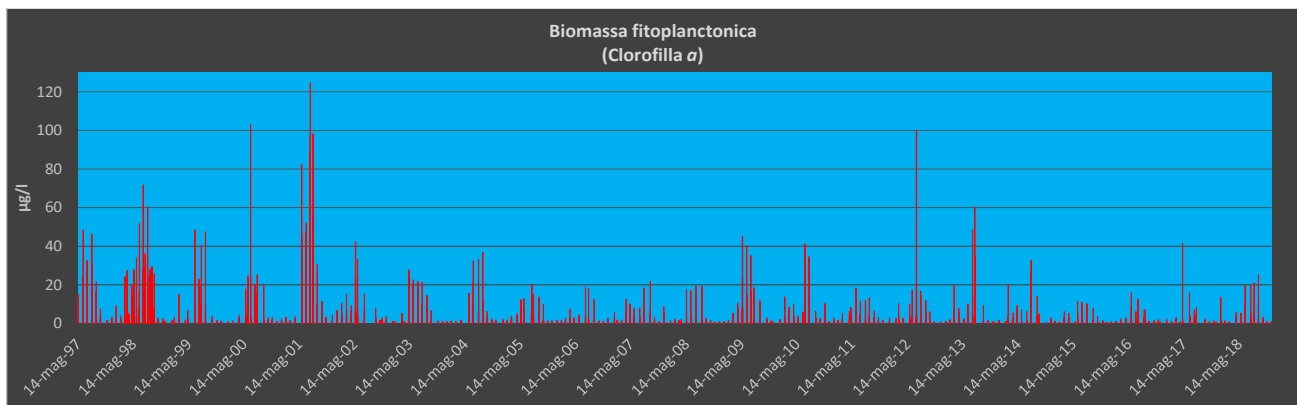


Fig. 4 - Andamento temporale della biomassa fitoplanctonica in Laguna di Venezia (1997-2018)

La prima mappatura delle biomasse macroalgali nella Laguna Veneta risale al 1980 (Sfriso and Facca 2007) mentre quella delle fanerogame marine al 1990 (Caniglia *et al.* 1990). Dal 1988 sono state studiate le variazioni temporali della biomassa in toto e di varie specie macroalgali e delle fanerogame marine in una trentina di stazioni. Gli ultimi accrescimenti su scala temporale riguardano alcune specie tra le più diffuse in laguna: *Ulva rigida*, *Gracilariopsis longissima*, *Gracilaria gracilis* e *Agarophyton vermiculophyllum*, la specie macroalgale non indigena più abbondante in laguna (ca. 67.000 tonnellate in peso fresco nel 2014 su una biomassa algale totale di ca. 450.000 tonnellate) (Sfriso and Sfriso 2017; Sfriso *et al.* 2018). Attualmente, rispetto agli anni '80 le biomasse si sono drasticamente ridotte a meno del 10% e sono abbastanza stabili con piccole fluttuazioni stagionali. Tuttavia, la dominanza delle specie più abbondanti in passato è completamente cambiata con prevalenza delle alghe rosse sulle verdi e con la diffusione di numerose specie aliene. Infatti, la Laguna di Venezia è un hot-spot di macroalghe aliene con più di 30 specie verificate che rappresentano ca. il 32% della biomassa globale (Sfriso *et al.* 2018) anche se numericamente sono meno del 10% delle specie attualmente presenti (Sfriso and Curiel 2007).

#### La comunità zooplanctonica

Sensibile alle variazioni delle condizioni ambientali (Hays *et al.* 2005), la comunità zooplanctonica ha manifestato cambiamenti significativi della sua composizione soprattutto in termini di introduzioni di specie non indigene (NIS). A partire dal 1992, anno della sua prima segnalazione in laguna, il copepode *Acartia tonsa* è diventato dominante nelle aree interne e centrali del bacino, soprattutto nei periodi caldi (Comaschi *et al.* 2000; Camatti *et al.* 2006; Ferrarin *et al.* 2013; Camatti *et al.* 2019). A questo evento si è affiancata una drastica diminuzione di quelle che fino agli anni '80 erano invece le specie dominanti, *Acartia margalefi* e *Paracartia latisetosa*, tipica quest'ultima degli ambienti più confinati (Camatti *et al.* 2001; Acri *et al.* 2004; Camatti *et al.* 2019). Dai monitoraggi di anni più recenti è emerso inoltre l'ingresso di altre NIS: tra queste, alcune specie appartenenti al gruppo dei copepodi (crostacei planctonici che costituiscono circa l'80% dell'intera comunità zooplanctonica lagunare) ed al gruppo degli organismi gelatinosi, quali le meduse (Malej *et al.* 2017; Vidjak *et al.* 2018). Nel caso dei copepodi, oltre all'introduzione di *A. tonsa*, datata 1992, sono stati recentemente segnalati (2014) i copepodi *Pseudodiaptomus marinus* ed *Oithona davisae*. *Pseudodiaptomus marinus*, originario della regione indo-pacifica, è ben noto per la sua capacità invasiva e dal 2007 è stato segnalato in diversi siti europei. Si è diffuso ad un ritmo inaspettatamente veloce negli ultimi dieci anni. L'alto potenziale invasivo di *P. marinus* è supportato da specifici tratti biologici, ecologici e comportamentali (Sabia *et al.* 2015). Nessuna informazione, tuttavia, è disponibile sui possibili effetti dannosi sulle comunità zooplanctoniche bentoniche e iperbentoniche. *Pseudodiaptomus marinus* è stato spesso indicato come adatto all'allevamento di massa come alimento negli allevamenti di acquacoltura ed è anche idoneo come specie bersaglio negli studi ecotossicologici. Tutti questi aspetti rendono questa specie di particolare interesse per i temi di ricerca ecologica a lungo termine, ma anche applicata. Anche la prima segnalazione di *O. davisae* in laguna è coerente con le caratteristiche della specie che vive in ambienti temperati. In diverse zone del

mondo, *O. davisae* è risultata essere una delle specie non indigene più abbondanti nelle acque di zavorra delle navi (Kasyan 2010; Lawrence and Cordell 2010; Vidjak *et al.* 2018). Per quanto riguarda gli organismi gelatinosi, dall'estate 2016 la Laguna di Venezia è interessata da intensi *bloom* di *Mnemiopsis leidyi*. Questo ctenoforo, originario delle coste atlantiche del continente americano, venne osservato solo una volta in Mare Adriatico, nell'ottobre 2005, per poi non venir più segnalato per oltre 10 anni. *M. leidyi* ricopre un ruolo importante nella rete trofica predando la componente planctonica, incluse le forme larvali di pesci anche di importanza commerciale come le sardine e le acciughe (Malej *et al.* 2017). Pur essendo inoffensivo per l'uomo, risulta notevolmente impattante a livello di attività commerciali andando ad intasare, nelle sue fasi di *bloom* estivi, le reti da pesca e riducendone drasticamente la relativa efficienza.



Fig. 5 - Le specie non indigene *Pseudodiaptomus marinus*, a sinistra, ed *Oithona davisae*, a destra (credits to Marco Pansera ed Elisa Camatti, CNR ISMAR)

### La comunità macrozoobenthonica

Seguire le variazioni a lungo termine delle comunità di invertebrati bentonici in un macrosito esteso oltre 500 chilometri quadrati non è una cosa semplice. Questa attività comporta un grande sforzo sia in termini di attività di campo sia, e soprattutto, nelle attività di laboratorio, necessitando tra l'altro di una vasta competenza tassonomica. È per questo che lo studio su ampia scala delle comunità macrozoobentoniche si basa da circa un ventennio su attività di monitoraggio condotte nell'ambito di studi per la riqualificazione ecologica della Laguna di Venezia legati alle opere di protezione dalle acque alte, oppure richiesti dalle direttive europee quali la Water Framework Directive, Dir. 2000/60/CE (Acri *et al.* 2012; Armeli Minicante *et al.* 2015). A questi nell'ultimo decennio si è aggiunta l'attività di monitoraggio semestrale delle comunità alle bocche di porto per verificare il possibile impatto dei cantieri delle barriere mobili, il cosiddetto MOSE (Magistrato alle Acque di Venezia – CORILA 2010-17; AA.VV. 2017).

La Laguna di Venezia, come tutti i sistemi estuarini, è scomponibile in zone fisiografiche diverse. Alla scala più ampia la zonazione riflette fortemente l'ambiente fisico plasmato dall'idrologia (in

particolare ricambio idrico e salinità), ma a mano a mano che aumenta la risoluzione geo-topografica emerge l'importanza dei fattori edafici e biologici, come la tessitura dei fondali, il contenuto in sostanza organica, la presenza di vegetazione. Su questa base concettuale nel primo decennio di questo secolo è stata prodotta una zonazione fisiografica su scale gerarchiche (Tagliapietra *et al.* 2011). Questa zonazione riflette bene la struttura di base della biodiversità lagunare con una progressiva riduzione della ricchezza specifica ed un aumento delle specie saprobiche spostandosi verso le zone più interne (Tagliapietra *et al.* 2012).



Fig. 6 - Le specie non indigene, partendo dall'alto, *Didemnum vexillum* a sinistra, *Teredo bartschi* al centro, e *Polycera hedgpethi* a destra, in basso a sinistra *Callinectes sapidus* e *Bursatella leachii* in basso a destra (credits to Davide Tagliapietra, Marco Sigovini ed Irene Guarneri, CNR-ISMAR)

È ormai stato assodato come il continuo rimaneggiamento dei fondali legato alla diffusa pesca, spesso abusiva, della vongola filippina (*Ruditapes philippinarum*) abbia contribuito ad un “lavaggio” dei fondali con risospensione dei sedimenti, perdita della frazione fine (Pranovi *et al.* 2003; Pranovi *et al.* 2004; Sfriso *et al.* 2005) e concomitante ossidazione ed asporto della sostanza organica verso un *sinking* marino. Si è assistito così dall'inizio di questo secolo ad uno spostamento delle comunità verso configurazioni sempre più marine e diversificate al quale ha anche sicuramente contribuito la diffusione delle fanerogame marine (Tagliapietra *et al.* 2010, 2016, 2017). L'ambiente polialino, tipico delle lagune, risulta ancora più compromesso che in passato con possibile deterioramento di importanti funzioni lagunari quali quelle di *nursery*. Lo spostamento verso comunità tipiche di ambienti più eualini avviene però in maniera complessa all'interno del mosaico lagunare, al punto che, su scala lagunare, si può osservare la sostituzione di oltre la metà delle specie bentoniche rilevate in eventi di campionamento consecutivi. Gli eventi anossici non sono più ricorrenti e generalizzati come negli anni '70 ed '80, tuttavia sono stati osservati episodi anche gravi con forte interessamento della colonna d'acqua e morie di pesci che fanno pensare non solo a meccanismi asfittici ma anche a intossicazioni acute, probabilmente mediate da fenomeni putrefattivi a carico delle comunità bentoniche. Tra queste si

segnalano i letti di ostriche (*Crassostrea gigas*), recentemente in espansione. Le condizioni meno severe degli habitat bentonici lagunari rilevate in questi ultimi anni hanno probabilmente favorito la stabilizzazione di popolazioni di invertebrati alloctoni quali l'ascidia coloniale *Didemnum vexillum*, che in altre regioni del mondo è fortemente impattante sulle colture di bivalvi quali mitili e ostriche ma che in Laguna di Venezia sembra limitata dalle eccessive temperature estive (Tagliapietra *et al.* 2012; Ordóñez *et al.* 2015), la teredine *Teredo bartschi*, fortemente impattante sulle opere marittime in legno oppure il nudibranco *Polycera hedgpetii* (Keppel *et al.* 2012), ma anche di specie già presenti da tempo, il cui rinvenimento era prima sporadico ed è ora comune, come per l'opistobranco *Bursatella leachii* o per grande granchio blu *Callinectes sapidus*. Per quanto molte di queste specie non indigene siano ritenute di origine subtropicale o tropicale, bisogna mantenersi cauti nell'attribuirne sommariamente l'espansione al cambiamento climatico, sia in quanto spesso non è assodato il loro areale di origine, sia in quanto i complessi processi biogeografici che portano alla loro diffusione e stabilizzazione non sono ancora pienamente chiariti.

#### La comunità nectonica

L'ambiente lagunare veneziano presenta una varietà di habitat le cui caratteristiche dipendono non solo dal già citato gradiente salino, ma anche da fattori bio-fisico-chimici peculiari di piccole aree in ciascuno dei 4 sottobacini. La distanza dal mare e la presenza di praterie di fanerogame ben strutturate favoriscono la diversità e la biomassa delle specie nectoniche che abitano la laguna (Scapin *et al.* 2018a). La famiglia dei signatidi, in particolare, è rappresentativa della biodiversità e dell'abbondanza della fauna



Fig. 7 - *Nerophis ophidion* in prateria a *Zostera marina*  
(credits to DVS Digital Video, nell'ambito di LIFE SeResto LIFE12 NAT/IT/000331)

nectonica, essendo presenti in Laguna di Venezia 9 delle 10 specie segnalate nel bacino Mediterraneo. Osservazioni spaziali in 8 anni di campionamento hanno permesso di individuare le forzanti che determinano la scelta dell'habitat da parte delle singole specie. Si è visto, infatti, che mentre i generi *Nerophis* e *Hippocampus* e la specie *Syngnathus typhle* tendono ad evitare gli habitat non a fanerogame, preferendo praterie ben strutturate dominate o da *Cymodocea nodosa* o da *Zostera marina*, *Syngnathus abaster* è meno specialista e può essere abbondante anche nelle aree a macroalghe (Scapin *et al.* 2018b). Le specie di signatidi, individuate come specialistiche delle praterie, sono considerate “specie bandiera” per *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina* e possono essere usate come indicatori dello stato di conservazione e, grazie ad un approccio predittivo, possono fornire informazioni sull'efficacia di interventi di ripristino



---

ecologico. Confrontando, infatti, i popolamenti di praterie ben strutturate già presenti in alcune aree del bacino lagunare con le osservazioni fatte durante attività di trapianto di fanerogame, è possibile ipotizzare quale possa essere il trend di ricolonizzazione delle nuove formazioni, non solo per i signatidi ma anche per altre specie tipiche di questi habitat, come *Zosterisessor ophiocephalus* e *Salaria pavo* (Scapin *et al.* 2016). Sono state, inoltre, rilevate le caratteristiche floristiche (specie dominante, lunghezza delle foglie, densità delle piante e dei rizomi, etc.) che determinano la selezione dell'habitat da parte dei signatidi e l'importanza delle strutture di transizione tra un habitat e l'altro (bordo della prateria, sua estensione, tipologia di habitat confinanti; Scapin *et al.* 2018a). L'eterogeneo mosaico di habitat che caratterizza la laguna è, infatti, un fattore determinante per la diversità e la biomassa della fauna nectonica e la compromissione delle strutture morfologiche e delle biocenosi strutturanti è la principale causa di rischio per le specie non commerciali (Scapin *et al.* 2018a).

Le pluriannuali osservazioni spaziali, che hanno permesso di definire i rapporti tra specie e habitat, hanno fornito anche le informazioni necessarie alla definizione di un indice di qualità ecologica (Bioindicatore degli habitat dei pesci – HFBI, Habitat Fish Bio- Indicator) ai fini della *Water Framework Directive* 2000/60/EC (WFD2060/CE), incluso nella Decisione della Commissione (UE) 2018/229 del 12 febbraio 2018 (Franco *et al.* 2009; Catalano *et al.* 2017).

Per quanto attiene all'analisi delle serie di dati di pesca, si osserva che, a fronte di una elevata vulnerabilità potenziale della comunità nectonica ai cambiamenti climatici, poche sono le catture di specie termofile in ambiente lagunare (Pranovi *et al.* 2013).

### L'avifauna

Passando all'ambiente aereo, il complesso delle zone umide della Laguna di Venezia costituisce un'area di eccezionale valore per lo svernamento degli uccelli acquatici, con valori medi per il quinquennio 2014-2018 pari a 488.000 individui totali, con un picco raggiunto nel 2017 di quasi 600.000 uccelli. Sulla base dei dati disponibili, la Laguna di Venezia costituisce la più importante zona umida italiana (Bon e Scarton 2012). Nell'arco degli ultimi vent'anni si è osservato un eccezionale incremento nel numero di uccelli (da 100.000 a circa 500.000) ed un aumento, di minore intensità, ma comunque molto rilevante, nel numero di specie. È molto probabile che anche le zone umide lagunari siano interessate dalle modifiche dei quartieri di svernamento che sono state già dimostrate in altri comprensori umidi europei, dove si è verificato un sensibile incremento di uccelli acquatici che un tempo svernavano più a sud. Con tutta probabilità ciò è da mettere in relazione all'incremento della temperatura invernale che si è osservato su vasti settori dell'Europa centro-occidentale. Altre cause sono invece dovute a situazioni estremamente localizzate, quali la gestione venatoria all'interno del comprensorio vallivo.

Qui di seguito si elencano i principali progetti, nonché le attività di monitoraggio nell'ambito dell'applicazione di Direttive europee e nazionali, all'interno dei quali negli anni si sono inserite le ricerche LTER del sito Laguna di Venezia:

- Attività di monitoraggio previste nell'ambito della *Water Framework Directive* (Dir. 2000/60/CE),
- Progetto CE LIFE-WATERS (1997-1999) sulla qualità delle acque lagunari,
- Bn-B13 CORILA ossia attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari, per tutti gli elementi di qualità per la caratterizzazione degli habitat vicini e degli scambi,
- Programma di attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia (MELa), MAV-CVN, Rete SAMANET per parametri ambientali,
- Progetti LIFE Lagoon Refresh (LIFE16 NAT/IT/000663) e SeResto (LIFE12 NAT/IT/000331),
- Progetto RITMARE: collegamenti con i monitoraggi in essere del consorzio internazionale OSD,
- Programmi di Ricerca CORILA (2000-2004, 2004-2007, rispettivamente “Stima dei flussi d'acqua delle sostanze organiche e inorganiche, disciolte e particellate, e degli organismi planctonici



---

attraverso le tre bocche di porto della Laguna di Venezia” e “Struttura, dinamica e caratteristiche funzionali delle comunità biologiche dominate da macrofite e da alghe planctoniche nella Laguna di Venezia”),

- Progetto IPA Adriatico BALMAS (2013-2016) “Ipa Adriatic Cbc Programme-Ballast Water Management For Adriatic Sea Protection Balmas”, SOLVE-RITMARE (2016-2017) “Il plancton della Laguna di Venezia a supporto della costruzione di modelli concettuali e dell’utilizzo di strumentazione automatica”.

Il mantenimento del sito attraverso progetti di ricerca o attività riconosciute in ambito nazionale risulta ormai imprescindibile per poter garantire la continuazione della raccolta di dati e, quindi, la formazione di serie temporali continue e congruenti (Pugnetti *et al.* 2013).

## Divulgazione

Alcuni degli enti coinvolti nelle attività di ricerca nel sito (Museo di Storia Naturale di Venezia, CNR ISMAR, Università Ca’ Foscari) da anni sono impegnati nell’erogazione, progettazione ed ideazione di strumenti didattici, formativi e divulgativi di alto livello, con interventi di varie tipologie, dai seminari ai laboratori progettuali e dimostrazioni pratiche, rivolti alla cittadinanza e soprattutto alle scuole di primo e secondo livello. Tali attività hanno permesso di veicolare risultati e messaggi in campo ambientale e relativi al sito Laguna di Venezia in modo immediato ed efficace, nonché partecipativo (<https://msn.visitmuve.it>; <http://www.ismar.cnr.it>; <https://www.unive.it>). Tra queste, si ricorda il Cammino LTER 2016 (Bergami *et al.* 2018; Armeli Minicante *et al.* 2018), evento itinerante di comunicazione informale della scienza con l’obiettivo di divulgare e dare ampia visibilità alle attività della rete LTER, coinvolgendo, a vari livelli, la società civile. L’attività è consistita in una serie di percorsi naturalistici che hanno visto la Laguna di Venezia come meta finale di arrivo.

Le attività di divulgazione al pubblico tecnico e alla cittadinanza sono state parte integrante del progetto LIFE SeResto (LIFE12 NAT/IT/000331), il cui obiettivo principale è stato il ripristino delle fanerogame acquatiche nel SIC IT3250031 – Laguna di Venezia Settentrionale. Nei 52 mesi di progetto dal 2014 al 2018, sono state organizzate 4 conferenze, 5 visite guidate, 1 lezione all’anno a studenti universitari e vari seminari nelle scuole secondarie superiori. Sono stati, inoltre, realizzati 7 video che illustrano le attività di progetto dedicate non solo al ripristino ma anche al monitoraggio dello stato ecologico del bacino settentrionale. Il progetto ha avuto particolare divulgazione nel territorio perché uno dei partner era l’associazione non-profit Laguna Venexiana ONLUS, che si occupa di promuovere attività di ripristino ambientale tra “fruitori”, soprattutto amatoriali, dell’habitat lagunare.

## Prospettive future

Uno dei prossimi obiettivi del macrosito sarà l’aggiornamento dello stato trofico, della produzione primaria e della tassonomia delle macrofite, del fitoplancton, dello zooplancton e della macrofauna bentonica ed ittica che dal 2018 si inseriscono anche nell’ambito del Programma di ricerca quadriennale Venezia2021 che avrà lo scopo di fornire agli enti gestori gli strumenti conoscitivi per comprendere gli effetti a breve, lungo e medio termine dell’attività di regolazione delle maree, indirizzando ove opportuno e possibile le eventuali misure aggiuntive di mitigazione.

Al fine di contribuire ad una sempre più esaustiva conoscenza relativa alla biodiversità del macrosito, nonché ad un corretto e tempestivo monitoraggio ed inquadramento della problematica legata all’introduzione e la diffusione di specie aliene invasive, ma anche a una miglior conoscenza delle specie autoctone, si intensificherà l’uso di tecniche più avanzate di biologia molecolare, come il DNA-barcoding e -metabarcoding, da affiancare alle metodologie classiche di indagine tassonomica (Schroeder *et al.* 2020). Verranno inoltre introdotte tecniche di stima di parametri funzionali delle comunità planctoniche mirate all’identificazione di geni (e funzioni) la cui espressione cambia nelle differenti condizioni, andando quindi ad individuare eventuali cambiamenti nella composizione della comunità rispetto ai diversi impatti antropici e alle numerose forzanti ambientali. Inoltre, sono iniziati

---

studi su contaminanti quali le nanoparticelle d'argento, elemento un po' meno tossico del mercurio, ma molto di più degli altri metalli e molto diffuso in laguna, e le microplastiche nei sedimenti e nel biota e di altri contaminanti emergenti. Le centraline multiparametriche esistenti (SAMANet), unitamente a quelle posizionate per il Programma di ricerca Venezia2021, rappresentano un'opportunità per fornire un costante quadro delle caratteristiche delle acque lagunari.

Comunque, alla luce del parallelismo delle attività a lungo termine previste dalla WFD 2000/60/CE e svolte sul sito LTER stesso, si andrà verso una proposta di accorpamento delle stesse e di approfondimento maggiore di certi processi. Alcune stazioni appartenenti alla rete di monitoraggio ai sensi della WFD2000/60/CE (complessivamente circa un centinaio di stazioni), considerate rappresentative di specifici ambienti lagunari, potrebbero essere selezionate con lo scopo di eseguire studi ecologici più approfonditi supportando l'interpretazione dei dati raccolti durante le campagne periodiche.

Obbiettivo comune del macrosito sarà la creazione di conoscenze scientifiche integrate ed aggiornate, utili per la gestione sostenibile dell'ecosistema laguna di Venezia nonché per fornire risposte ed indicazioni "basate sulla conoscenza" per i decisori politici e le nuove politiche di pianificazione di interventi nell'area.

## **Abstract**

The study of the LTER research site Lagoon of Venice has always found large space in the Venetian Research Institutes. Ecology and structure of planktonic communities have been studied by the CNR-ISMAR of Venice since the end of the 1960s. Since 1980, macroalgae and marine phanerogams have been studied by the Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics of the Ca' Foscari University of Venice (DAIS-UNIVE), while the ecology and structure of the nektonic community and the effects on the ecosystem of exploitation of fishery resources have been studied since the beginning of the 90s, and the censuses of wintering aquatic avifauna have been carried out since the 1990s, in collaboration with Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA) and the Metropolitan City of Venice. The long-term data of the site are: physical, chemical and hydrological data, biological data such as biomass, numerical abundance and taxonomy and primary production of macroalgae and aquatic angiosperms; numerical abundance and taxonomy of phytoplankton, zooplankton and benthonic communities and of nektonic communities with related analyzes of fishery production; and censuses of wintering aquatic avifauna, colonial breeding species and monitoring of introduced species.

---

## Bibliografia citata

### Riviste ISI

- Acri F., Bernardi Aubry F., Berton A., Bianchi F., Boldrin A., Camatti E., Comaschi A., Rabitti S., Socal G. (2004). Plankton communities and nutrients in the Venice Lagoon. Comparison between current and old data. Special Issue of the Journal of Marine Systems devoted to “Lagoon of Venice. Circulation, Water Exchange and Ecosystem Functioning”. *Journal of Marine Systems* 51: 321-329, DOI: 10.1016/j.jmarsys.2004.05.019.
- Anonymous (1959). Final resolution. The Venice System for the Classification of Marine Waters according to salinity. *Archivio de Oceanografia e Limnologia* 11(suppl): 243-45.
- Bernardi Aubry F., Pugnetti A., Roselli L., Stanca E., Acri F., Finotto S., Basset A. (2017). Phytoplankton morphological traits in a nutrient enriched, turbulent Mediterranean microtidal lagoon (Lagoon of Venice, Northern Adriatic Sea). *Journal of Plankton Research*, DOI: 10.1093/plankt/fbx008.
- Bernardi Aubry F., Acri F., Bianchi F., Pugnetti A. (2013). Looking for patterns in the phytoplankton community of the Mediterranean microtidal Venice Lagoon: evidence from ten years of observations. *Scientia Marina*, 77 (1): 47-60.
- Camatti E., Pansera M., Bergamasco A. (2019). The Copepod *Acartia tonsa* Dana in a Microtidal Mediterranean Lagoon: History of a Successful Invasion. *Water* 11. <https://doi.org/10.3390/w11061200>.
- Cucco A., Umgiesser G. (2006). Modeling the Venice Lagoon residence time. *Ecol. Modell.* 193, 34-51. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.07.043>.
- Facca C., Bernardi-Aubry F., Socal G., Ponis E., Acri F., Bianchi F., Giovanardi F., Sfriso A. (2013). Description of a multimetric phytoplankton Index (MPI) for the assessment of transitional waters. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 79:145-15479. pp. 145-154 (ISSN 0025-326X). DOI: 10.1016/j.marpolbul.2013.12.025.
- Franco A., Torricelli P., Franzoi P. (2009). A habitat-specific fish-based approach to assess the ecological status of Mediterranean coastal lagoons, *Marine Pollution Bulletin* 58, 1704-1717, ISSN: 0025-326X.
- Ferrarin C., Ghezzi M., Umgiesser G., Tagliapietra D., Camatti E., Zaggia L., Sarretta A. (2013). Assessing hydrological effects of human interventions on coastal system: numerical applications to the Venice Lagoon. *Hydrology and Earth System Sciences* 17 (5): 1733-1748, DOI: 10.5194/hess-17-1733-2013.
- Hays G.C., Richardson A.J., Robinson C. (2005). Climate change and marine plankton. *Trends Ecol. Evol.*, 20: 337-344. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.03.004>.
- Kasyan V.V. (2010). Holoplankton of ship ballast water in the port of Vladivostok. *Russ.Mar. Biol.* 36 (3), 167-175.
- Keppel E., Sigovini M., Tagliapietra D. (2012). A new geographical record of *Polycera hedgpethi* Er. Marcus, 1964 (Nudibranchia: Polyceridae) and evidence of its established presence in the Mediterranean Sea, with a review of its geographical distribution, *Marine Biology Research* 8 (10): 969-981. DOI: 10.1080/17451000.2012.706306.
- Lawrence D. and Cordell J. (2010). Relative contributions of domestic and foreign sourced ballast water to propagule pressure in Puget Sound, Washington, USA. *Biological Conservation* 143: 700-709.
- Malej A., Tirelli V., Lučić D., Paliaga P., Vodopivec M., Goruppi A., Ancona S., Benzi M., Bettoso N., Camatti E., Ercolessi M., Ferrari C.R., Shiganova T. (2017). *Mnemiopsis leidyi* in the northern Adriatic: here to stay? *Journal of Sea Research*, ISSN: 1385-1101.

- 
- Marchini A., Ferrario J., Sfriso A., Occhipinti-Ambrogi A. (2015). Current status and trends of biological invasions in the Lagoon of Venice, a hotspot of marine NIS introductions in the editerranean Sea. *Biological Invasions*, 17: 2943-2962.
- Mozetič P., Cangini M., Francé J., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Bužančić M., Cabrini M., Cerino F., Calić M., D'adamo R., Drakulović D., Finotto S., Fornasaro D., Grilli F., Kraus R., Kužat N., Marić Pfannkuchen D., Ninčević Gladan Z., Pompei M., Rotter A., Servadei I., Skejić S. (2017). Phytoplankton diversity in Adriatic ports: Lessons from the Port Baseline Survey for the management of harmful algal species. *Marine Pollution Bulletin*, algal species. *Mar. Pollut. Bull.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.029>.
- Ordóñez V., Pascual M., Fernández-Tejedor M., Pineda M.C., Tagliapietra D., Turon X. (2015). Ongoing expansion of the worldwide invader *Didemnum vexillum* (Ascidiacea) in the Mediterranean Sea: high plasticity of its biological cycle promotes establishment in warm waters, *Biological invasions* 17 (7), 2075-2085.
- Pansera M., Camatti E., Schroeder A., Zagami G., Bergamasco A. (2021). The non-indigenous *Oithona davisae* in a Mediterranean transitional environment: coexistence patterns with competing species. *Scientific Reports*, 11, 8341. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87662-5>.
- Pranovi F., Libralato S., Raicevich S., Granzotto A., Pastres R., Giovanardi O. (2003). Mechanical clam dredging in Venice Lagoon: effects on ecosystem stability evaluated with a trophic mass-balance model. *Marine Biology* 143: 393-403.
- Pranovi F., Da Ponte F., Raicevich S., Giovanardi O. (2004). A multidisciplinary study of the immediate effects of mechanical clam-harvesting in the Venice Lagoon. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 43-52.
- Pranovi F., Caccin A., Franzoi P., Malavasi S., Zucchetta M., Torricelli P. (2013). Vulnerability of artisanal fisheries to climate change in the Venice lagoon. *Journal of Fish Biology*, 83: 847-863. DOI: 10.1111/jfb.12124.
- Pugnetti A., Acri F., Bernardi Aubry F., Camatti E., Cecere E., Facca C., Franzoi P., Keppel E., Lugliè A., Mistri M., Munari C., Padedda B.M., Petrocelli A., Pranovi F., Pulina S., Satta C.T., Sechi N., Sfriso A., Sigovini M., Tagliapietra D., Torricelli P. (2013). The Italian Long-Term Ecosystem Research (LTER-Italy) network: results, opportunities, and challenges for coastal transitional ecosystems. *Transitional Waters Bulletin* 7 (1), 43-63.
- Sabia L., Zagami G., Mazzocchi M., Zambianchi E., Uttieri M. (2015). Spreading factors of a globally invading coastal copepod. *Mediterranean Marine Science*, 16(2), 460-471. DOI: <http://dx.doi.org/10.12681/mms.1154>.
- Scapin L., Zucchetta M., Facca C., Sfriso A., Franzoi P. (2016). Using fish assemblage to identify success criteria for seagrass habitat restoration, *Web Ecology* 16, 33-36, ISSN: 1399-1183.
- Scapin L., Zucchetta M., Sfriso A., Franzoi P. (2018). Local habitat and seascape structure influence seagrass fish assemblages in the Venice lagoon: the value of conservation at multiple spatial scales. *Estuaries and Coasts*, vol. in press available on-line, ISSN: 1559-2731.
- Scapin L., Cavraro F., Malavasi S., Riccato F., Zucchetta M., Franzoi P. (2018b). Linking pipefishes and seahorses to seagrass meadows in the Venice lagoon: Implications for conservation, *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 28, 282-295.
- Schroeder A., Stanković D., Pallavicini A., Gionechetti F., Pansera M., Camatti E. (2020). DNA metabarcoding and morphological analysis-Assessment of zooplankton biodiversity in transitional waters. *Marine Environmental Research* 104946. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104946>.
- Sfriso A., Facca C., Marcomini A. (2005). Sedimentation rates and erosion processes in the lagoon of Venice. *Environment International*, 31(7), 983-992.
- Sfriso A., Facca C., Ghetti P.F. (2007). Rapid Quality Index (R-MaQI), based mainly on macrophyte associations, to assess the ecological status of Mediterranean transitional environments. *Chemistry and Ecology*, 23 (6), 1-11.

- 
- 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., Curiel D. (2007). Check-list of marine seaweeds recorded in the last 20 years in Venice lagoon and a comparison with the previous records. *Botanica Marina*, 50, 22-58.
- 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.
- Sfriso A., Marchini A. (2014). Updating of non-indigenous macroalgae in the Italian Coasts. New introductions and cryptic species. *Biologia Marina Mediterranea*, 21 (1), 60-69.
- Sfriso A., Facca C., Bonometto A., Boscolo R. (2014). Compliance of the Macrophyte Quality index (MaQI) with the WFD (2000/60/EC) and ecological status assessment in transitional areas: The Venice lagoon as study case. *Ecological Indicators*, 46, 536-547.
- Sfriso A.A., Sfriso A. (2017). In situ biomass production of Gracilariaceae and *Ulva rigida*: The Venice Lagoon as study case. *Botanica Marina, Special Issue Phycomorph*, 60 (3), 271-283.
- Sfriso A., Buosi A., Mistri M., Munari C., Franzoi P., Sfriso A.A. (2019). Long-term changes of the trophic status in transitional ecosystems of the northern Adriatic Sea, key parameters and future expectations: The lagoon of Venice as a study case. In: Mazzocchi M.G., Capotondi L., Freppaz M., Lugliè A., Campanaro A. (Eds) *Italian Long-Term Ecological Research for understanding ecosystem diversity and functioning. Case studies from aquatic, terrestrial and transitional domains*. *Nature Conservation*, 34, 193-215.
- Tagliapietra D., Sigovini M., Volpi Ghirardini A. (2009). A review of terms and definitions to categorise estuaries, lagoons and associated environments. *Mar. Freshw. Res.* 497-509.
- Tagliapietra D., Keppel E., Sigovini M., Lambert G. (2012). First record of the colonial ascidian *Didemnum vexillum* Kott, 2002 in the Mediterranean: Lagoon of Venice (Italy). *BioInvasions Rec.* 1, 247-254. <https://doi.org/10.3391/bir.2012.1.4.02>.
- Tagliapietra D., Sigovini M., Magni P. (2012). Saprobity: A unified view of benthic succession models for coastal lagoons. *Hydrobiologia*, 686: 15-28.
- Tagliapietra D., Pessa G., Cornello M., Zitelli A., Magni P. (2016). Temporal distribution of intertidal macrozoobenthic assemblages in a *Nanozostera noltii*-dominated area (Lagoon of Venice) *Marine Environmental Research* 114, 31-39.
- Vidjak O., Bojanić N., de Olazabal A., Benzi M., Brautović I., Camatti E., Hure M., Lipej L., Lučić, D., Pansera M., Pećarević M., Pestorić B., Pigozzi S., Tirelli V. (2018). Zooplankton in Adriatic port environments: Indigenous communities and non-indigenous species. *Mar. Pollut. Bull.* <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.055>.
- Zirino A., Elwany H., Neira C., Maicu F., Mendoza G., Levin L.A. (2015). Salinity and its variability in the Lagoon of Venice, 2000-2009. *Adv. Oceanogr. Limnol.* 5, 41. <https://doi.org/10.4081/aio.2014.5350>.

## Riviste NON ISI

- Bastianini M., Bernardi Aubry F., Acri F., Braga F., Facca C., Sfriso A., Finotto S. (2014). The Redentore fish die-off in the lagoon of Venice: an integrated view. *Riunione Scientifica Annuale Gruppo di Algologia – Società Botanica Italiana*, p. 35 libro degli abstract.
- Camatti E., Acri F., Bianchi F., Comaschi A. (2001). Variazioni pluriannuali nelle abbondanze del copepode *Acartia margalefi* Alcaraz in laguna di Venezia (1971-1999). *Biol. Mar. Medit.*, 8 (1): 523-528.
- Caniglia G., Borella S., Curiel D., Nascimbeni P., Paloschi F., Rismondo A., Scarton F., Tagliapietra D., Zanella L. (1990). Cartografia della distribuzione delle fanerogame marine nella laguna di Venezia. *Giornale Botanico Italiano*, 124(1), 212.



- 
- Comaschi A., Acri F., Bianchi F., Bressan M., Camatti E. (2000). Temporal changes of species belonging to *Acartia* genus (Copepoda: Calanoida) in the northern basin of the Venice lagoon. *Boll. Mus. civ. Stor. nat. Venezia*, 50 (1999) 2000: 189-193.
- Giordani-Soika A., Perin G. (1974). L'inquinamento della laguna di Venezia: Studio delle modificazioni chimiche e del popolamento sottobasale dei sedimenti lagunari negli ultimi vent'anni. *Bollettino Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, 26(1), 25-68.
- Sfriso A., Buosi B., Wolf M.A., Sfriso A.A. (2018). Spreading of alien macroalgae in the Venice lagoon, the Italian hot-spot of non-indigenous species: biodiversity and Standig crop. *Biologia Marina Mediterranea*, 25 (1), 134-136.
- Tagliapietra D., Keppel E., Pessa G., Rismondo A., Sigovini M. (2010). Changes in benthic macroinvertebrate community in the Venetian Lagoon (Italy), *Rapp. Comm., int. Mer Médit.*, 39: 673.
- Tagliapietra D., Zanon V., Frangipane G. (2006). Zonazione abiotica e biodiversità bentonica in una laguna costiera, *Biologia Marina Mediterranea* (ISSN: 1123-4245) 13(2): 102-103.
- Tagliapietra D., Zanon V., Frangipane G., Umgiesser G., Sigovini M. (2011). Physiographic zoning of the Venetian Lagoon., *Scientific research and safeguarding of Venice, 2007-2010 Results. CORILA, Venice*, 7:161-164.

## Libri o capitoli di libro

- Bon M., Scarton F. (a cura di) (2012). Lo svernamento degli uccelli acquatici in provincia di Venezia (1993-2012). *Provincia di Venezia*, pp. 198.
- Camatti E., Comaschi A., Socal G. (2006). Ciclo annuale del mesozooplankton. In (Guerzoni, S. Tagliapietra, D. eds.) *Atlante della laguna. Venezia tra terra e mare*. Marsilio Editori Venezia. 78-79.
- Pérès J.M., Picard J. (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station d'Endoume*, 31 (47): 1-137.
- Solidoro C., Bandelj V., Cossarini G., Libralato S., Melaku Canu D., Aubry Bernardi F., Camatti E., Socal G., Tagliapietra D., Ciavatta S., Facca C., Pastres R., Sfriso A., Franzoi P., Pranovi F., Torricelli P., Raicevich S., Sigovini M. (2010). Response of Venice Lagoon Ecosystem to Natural and anthropogenic Pressures over the Last 50 Years, in 'Coastal Lagoons: Systems of Natural and Anthropogenic Change', edited by Hans Paerl and Mike Kennish, *Marine Science Book Series*, CRC press, Taylor and Francis UK. ISBN: 978-1-4200883-0-4.
- Tagliapietra D., Anelli Monti M., Checchin E., Curiel D., Miotti C., Pranovi F., Sigovini M. (2017). La comunità bentonica: breve storia alle bocche di porto, Benthic community at the Venice lagoon inlets: a brief history, in: Campostrini P., Dabalà C., Del Negro P., Tosi L. (editors), *Il controllo ambientale della costruzione del MOSE. 10 anni di monitoraggi tra mare e laguna di Venezia*, pp. 477. ISBN: 9788889405321 <http://www.monitoraggio.corila.it/documenti.html>, 353-374.

## Report

- Catalano B., Penna M., Riccato F., Fiorin R., Franceschini G., Antonini C., Zucchetta M., Cicero A.M., Franzoi P. (2017). Manuale per la classificazione dell'Elemento di Qualità Biologica "Fauna Ittica" nelle lagune costiere italiane – Applicazione dell'indice nazionale HFBI (Habitat Fish Bio-Indicator) ai sensi del D.Lgs 152/2006. ISPRA, Manuali e Linee Guida, vol. 168/2017.
- Cossu A., De Fraja-Frangipane E. (1985). Stato delle conoscenze sullo inquinamento della laguna di Venezia – Progetto Venezia, Ministero dei Lavori Pubblici, Magistrato alle Acque, Consorzio Venezia Nuova, Venezia, 4 vol. I.
- European Commission (2013). Commission Decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member

---

State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC (notified under document C (2013) 5915), pp. 47.

- Facca C., Bernardi Aubry F., Giovanardi F., Ponis E. (2018). Multimetric Phytoplankton Index (MPI) per la valutazione dello stato ecologico dei sistemi di transizione dell'ecoregione Mediterraneoalinee. Guida implementazione della direttiva 2000/60/CE; linee guida per l'applicazione del Multimetric Phytoplankton Index (MPI) <http://www.sintai.isprambiente.it/>.
- Magistrato alle Acque di Venezia – CORILA (2010-17). Studio B.6.72 B/5-12 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Macrozoobenthos. I Rapporto di Valutazione. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova (Reports annuali dal 2010 al 2017).
- Acri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Buosi A., Campolin M., Checchin E., Curiel D., Dabalà C., Dall'Angelo C., Dametto L., Dri C., Facca C., Fiorin R., Franzoi P., Keppel E., Miotti C., Riccato F., Scapin L., Sfriso A., Sfriso A., Sigovini M., Stocco M., Tagliapietra D., Zucchetta M. (2012). Piano di monitoraggio dei corpi idrici della laguna di Venezia finalizzato alla definizione dello stato ecologico, ai sensi della Direttiva 2000/60/CE. CORILA – ARPAV. Relazione finale. pp. 118.
- Armeli Minicante S., Buosi A., Cavarro F., Checchin E., Curiel D., Facca C., Fiorin R., Franzoi P., Miotti C., Riccato F., Scapin L., Sfriso A., Sfriso A., Sigovini M., Tagliapietra D., Zucchetta M. (2015). Piano di monitoraggio della laguna di Venezia ai sensi della Direttiva 2000/60/CE finalizzato alla definizione dello stato ecologico (D.Lgs. N. 152/2006 s.m.i.). II Ciclo di Monitoraggio, periodo 2013 – 2015. CORILA – ARPAV. Rapporto tecnico finale, pp. 158.

## Prodotti del macrosito. Ultimi 10 anni

### Riviste ISI

- Bernardi Aubry F., Pugnetti A., Roselli L., Stanca E., Acri F., Finotto S., Basset A. (2017). Phytoplankton morphological traits in a nutrient enriched, turbulent Mediterranean microtidal lagoon (Lagoon of Venice, Northern Adriatic Sea). *Journal of Plankton Research*, DOI: 10.1093/plankt/fbx008.
- Bernardi Aubry F., Acri F., Bianchi F., Pugnetti A. (2013). Looking for patterns in the phytoplankton community of the Mediterranean microtidal Venice Lagoon: evidence from ten years of observations. *Scientia Marina*, 77 (1): 47-60.
- Camatti E., Pansera M., Bergamasco A. (2019). The Copepod *Acartia tonsa* Dana in a Microtidal Mediterranean Lagoon: History of a Successful Invasion. *Water* 11. <https://doi.org/10.3390/w11061200>.
- Facca C., Bernardi-Aubry F., Socal G., Ponis E., Acri F., Bianchi F., Giovanardi F., Sfriso A. (2013). Description of a multimetric phytoplankton Index (MPI) for the assessment of transitional waters. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 79:145-15479, pp. 145-154 (ISSN 0025-326X), DOI: 10.1016/j.marpolbul.2013.12.025.
- Franco A., Torricelli P., Franzoi P. (2009). A habitat-specific fish-based approach to assess the ecological status of Mediterranean coastal lagoons, *Marine Pollution Bulletin* 58, 1704-1717, ISSN: 0025-326X.
- Ferrarin C., Ghezzi M., Umgiesser G., Tagliapietra D., Camatti E., Zaggia L., Sarretta A. (2013). Assessing hydrological effects of human interventions on coastal system: numerical applications to the Venice Lagoon. *Hydrology and Earth System Sciences* 17 (5): 1733-1748, DOI: 10.5194/hess-17-1733-2013.
- Keppel E., Sigovini M., Tagliapietra D. (2012). A new geographical record of *Polycera hedgpethi* Er. Marcus, 1964 (Nudibranchia: Polyceridae) and evidence of its established presence in the Mediterranean Sea, with a review of its geographical distribution, *Marine Biology Research* 8 (10): 969-981, DOI: 10.1080/17451000.2012.706306.

- Malej A., Tirelli V., Lučić D., Paliaga P., Vodopivec M., Goruppi A., Ancona S., Benzi M., Bettoso N., Camatti E., Ercolessi M., Ferrari C.R., Shiganova T. (2017). *Mnemiopsis leidyi* in the northern Adriatic: here to stay? *Journal of Sea Research*, ISSN: 1385-1101. <http://dx.doi.org/10.1016/j.seares.2017.04.010>.
- Marchini A., Ferrario J., Sfriso A., Occhipinti-Ambrogi A. (2015). Current status and trends of biological invasions in the Lagoon of Venice, a hotspot of marine NIS introductions in the editerranean Sea. *Biological Invasions*, 17: 2943-2962.
- Mozetič P., Cangini M., Francé J., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Bužančić M., Cabrini M., Cerino F., Calić M., D'adamo R., Drakulović D., Finotto S., Fornasaro D., Grilli F., Kraus R., Kužat N., Marić Pfannkuchen D., Ninčević Gladan Z., Pompei M., Rotter A., Servadei I., Skejić S. (2017). Phytoplankton diversity in Adriatic ports: Lessons from the Port Baseline Survey for the management of harmful algal species. *Marine Pollution Bulletin*, algal species. *Mar. Pollut. Bull.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.029>.
- Ordóñez V., Pascual M., Fernández-Tejedor M., Pineda M.C., Tagliapietra D., Turon X. (2015). Ongoing expansion of the worldwide invader *Didemnum vexillum* (Ascidiacea) in the Mediterranean Sea: high plasticity of its biological cycle promotes establishment in warm waters, *Biological Invasions* 17 (7), 2075-2085.
- Pranovi F., Caccin A., Franzoi P., Malavasi S., Zucchetta M., Torricelli P. (2013). Vulnerability of artisanal fisheries to climate change in the Venice lagoon. *Journal of Fish Biology*, 83: 847-863. DOI: 10.1111/jfb.12124.
- Pugnetti A., Acri F., Bernardi Aubry F., Camatti E., Cecere E., Facca C., Franzoi P., Keppel E., Lugliè A., Mistri M., Munari C., Padedda B.M., Petrocelli A., Pranovi F., Pulina S., Satta C.T., Sechi N., Sfriso A., Sigovini M., Tagliapietra D., Torricelli P. (2013). The Italian Long-Term Ecosystem Research (LTER-Italy) network: results, opportunities, and challenges for coastal transitional ecosystems. *Transitional Waters Bulletin* 7 (1), 43-63.
- Sabia L., Zagami G., Mazzocchi M., Zambianchi E., Uttieri M. (2015). Spreading factors of a globally invading coastal copepod. *Mediterranean Marine Science*, 16(2), 460-471. DOI: <http://dx.doi.org/10.12681/mms.1154>.
- Scapin L., Zucchetta M., Facca C., Sfriso A., Franzoi P. (2016). Using fish assemblage to identify success criteria for seagrass habitat restoration, *Web Ecology* 16, 33-36, ISSN: 1399-1183.
- Scapin L., Zucchetta M., Sfriso A., Franzoi P. (2018). Local habitat and seascape structure influence seagrass fish assemblages in the Venice lagoon: the value of conservation at multiple spatial scales. *Estuaries and Coasts*, vol. in press available on-line, ISSN: 1559-2731.
- Scapin L., Cavraro F., Malavasi S., Riccato F., Zucchetta M., Franzoi P. (2018b). Linking pipefishes and seahorses to seagrass meadows in the Venice lagoon: Implications for conservation, *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 28, 282-295.
- Sfriso A., Facca C., Ghetti P.F. (2007). Rapid Quality Index (R-MaQI), based mainly on macrophyte associations, to assess the ecological status of Mediterranean transitional environments. *Chemistry and Ecology*, 23 (6), 1-11.
- 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., Curiel D. (2007). Check-list of marine seaweeds recorded in the last 20 years in Venice lagoon and a comparison with the previous records. *Botanica Marina*, 50, 22-58.
- 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.
- Sfriso A., Marchini A. (2014). Updating of non-indigenous macroalgae in the Italian Coasts. New introductions and cryptic species. *Biologia Marina Mediterranea*, 21 (1), 60-69.

- 
- Sfriso A., Facca C., Bonometto A., Boscolo R. (2014). Compliance of the Macrophyte Quality index (MaQI) with the WFD (2000/60/EC) and ecological status assessment in transitional areas: The Venice lagoon as study case. *Ecological Indicators*, 46, 536-547.
- Sfriso A.A., Sfriso A. (2017). In situ biomass production of Gracilariaceae and *Ulva rigida*: The Venice Lagoon as study case. *Botanica Marina, Special Issue Phycomorph*, 60 (3), 271-283.
- Sfriso A., Buosi A., Mistri M., Munari C., Franzoi P., Sfriso A.A. (2019). Long-term changes of the trophic status in transitional ecosystems of the northern Adriatic Sea, key parameters and future expectations: The lagoon of Venice as a study case. In: Mazzocchi M.G., Capotondi L., Freppaz M., Lugliè A., Campanaro A. (Eds) *Italian Long-Term Ecological Research for understanding ecosystem diversity and functioning. Case studies from aquatic, terrestrial and transitional domains*. *Nature Conservation*, 34, 193-215.
- Tagliapietra D., Sigovini M., Volpi Ghirardini A. (2009). A review of terms and definitions to categorise estuaries, lagoons and associated environments. *Mar. Freshw. Res.* 497-509.
- Tagliapietra D., Keppel E., Sigovini M., Lambert G. (2012). First record of the colonial ascidian *Didemnum vexillum* Kott, 2002 in the Mediterranean: Lagoon of Venice (Italy). *BioInvasions Rec.* 1, 247-254. <https://doi.org/10.3391/bir.2012.1.4.02>.
- Tagliapietra D., Sigovini M., Magni P. (2012). Saprobity: A unified view of benthic succession models for coastal lagoons. *Hydrobiologia*, 686: 15-28.
- Tagliapietra D., Pessa G., Cornello M., Zitelli A., Magni P. (2016). Temporal distribution of intertidal macrozoobenthic assemblages in a *Nanozostera noltii*-dominated area (Lagoon of Venice) *Marine Environmental Research* 114, 31-39.
- Vidjak O., Bojanić N., de Olazabal A., Benzi M., Brautović I., Camatti E., Hure M., Lipej L., Lučić D., Pansera M., Pećarević M., Pestorić B., Pigozzi S., Tirelli V. (2018). Zooplankton in Adriatic port environments: Indigenous communities and non-indigenous species. *Mar. Pollut. Bull.* <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.055>.
- Zirino A., Elwany H., Neira C., Maicu F., Mendoza G., Levin L.A. (2015). Salinity and its variability in the Lagoon of Venice, 2000-2009. *Adv. Oceanogr. Limnol.* 5, 41. <https://doi.org/10.4081/aiol.2014.5350>.

## Riviste NON ISI

- Bastianini M., Bernardi Aubry F., Acri F., Braga F., Facca C., Sfriso A., Finotto S. (2014). The Redentore fish die-off in the lagoon of Venice: an integrated view. *Riunione Scientifica Annuale Gruppo di Algologia – Società Botanica Italiana*, p. 35 libro degli abstract.
- Sfriso A., Buosi B., Wolf M.A., Sfriso A.A. (2018). Spreading of alien macroalgae in the Venice lagoon, the Italian hot-spot of non-indigenous species: biodiversity and Standig crop. *Biologia Marina Mediterranea*, 25 (1), 134-136.
- Tagliapietra D., Keppel E., Pessa G., Rismondo A., Sigovini M. (2010). Changes in benthic macroinvertebrate community in the Venetian Lagoon (Italy), *Rapp. Comm., int. Mer Médit.*, 39: 673.
- Tagliapietra D., Zanon V., Frangipane G., Umgiesser G., Sigovini M. (2011). Physiographic zoning of the Venetian Lagoon., *Scientific research and safeguarding of Venice, 2007-2010 Results*. CORILA, Venice, 7:161-164.

## Libri o capitoli di libro

- Bon M., Scarton F. (a cura di) (2012). *Lo svernamento degli uccelli acquatici in provincia di Venezia (1993-2012)*. Provincia di Venezia, pp. 198.
- Solidoro C., Bandelj V., Cossarini G., Libralato S., Melaku Canu D., Aubry Bernardi F., Camatti E., Socal G., Tagliapietra D., Ciavatta S., Facca C., Pastres R., Sfriso A., Franzoi P., Pranovi F.,

---

Torricelli P., Raicevich S., Sigovini M. (2010). Response of Venice Lagoon Ecosystem to Natural and anthropogenic Pressures over the Last 50 Years, in 'Coastal Lagoons: Systems of Natural and Anthropogenic Change', edited by Hans Paerl and Mike Kennish, Marine Science Book Series, CRC press, Taylor and Francis UK. ISBN: 978-1-4200883-0-4.

Tagliapietra D., Anelli Monti M., Checchin E., Curiel D., Miotti C., Pranovi F., Sigovini M. (2017). La comunità bentonica: breve storia alle bocche di porto, Benthic community at the Venice lagoon inlets: a brief history, in: Campostrini P., Dabalà C., Del Negro P., Tosi L. (editors), Il controllo ambientale della costruzione del MOSE. 10 anni di monitoraggi tra mare e laguna di Venezia, 477 pp. ISBN 9788889405321 <http://www.monitoraggio.corila.it/documenti.html>, pp. 353-374.

## Report

Catalano B., Penna M., Riccato F., Fiorin R., Franceschini G., Antonini C., Zucchetta M., Cicero A.M., Franzoi P. (2017). Manuale per la classificazione dell'Elemento di Qualità Biologica "Fauna Ittica" nelle lagune costiere italiane – Applicazione dell'indice nazionale HFBI (Habitat Fish Bio-Indicator) ai sensi del D.Lgs 152/2006. ISPRA, Manuali e Linee Guida, vol. 168/2017.

Facca C., Bernardi Aubry F., Giovanardi F., Ponis E. (2018). Multimetric Phytoplankton Index (MPI) per la valutazione dello stato ecologico dei sistemi di transizione dell'ecoregione Mediterraneoalinea. Guida implementazione della direttiva 2000/60/CE; linee guida per l'applicazione del Multimetric Phytoplankton Index (MPI), <http://www.sintai.isprambiente.it/>.

Magistrato alle Acque di Venezia – CORILA (2010-17). Studio B.6.72 B/5-12 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Macrozoobenthos. I Rapporto di Valutazione. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova (Reports annuali dal 2010 al 2017).

Acri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Buosi A., Campolin M., Checchin E., Curiel D., Dabalà C., Dall'Angelo C., Dametto L., Dri C., Facca C., Fiorin R., Franzoi P., Keppel E., Miotti C., Riccato F., Scapin L., Sfriso A., Sfriso A., Sigovini M., Stocco M., Tagliapietra D., Zucchetta M. (2012). Piano di monitoraggio dei corpi idrici della laguna di Venezia finalizzato alla definizione dello stato ecologico, ai sensi della Direttiva 2000/60/CE. CORILA – ARPAV. Relazione finale, pp. 118.

Armeli Minicante S., Buosi A., Cavarero F., Checchin E., Curiel D., Facca C., Fiorin R., Franzoi P., Miotti C., Riccato F., Scapin L., Sfriso A., Sfriso A., Sigovini M., Tagliapietra D., Zucchetta M. (2015). Piano di monitoraggio della laguna di Venezia ai sensi della Direttiva 2000/60/CE finalizzato alla definizione dello stato ecologico (D.Lgs. N. 152/2006 s.m.i.). II Ciclo di Monitoraggio, periodo 2013 – 2015. CORILA – ARPAV. Rapporto tecnico finale, pp. 158.