

Lagune, estuari e delta

Quaderni habitat

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Museo Friulano di Storia Naturale - Comune di Udine

coordinatori scientifici

Alessandro Minelli · Sandro Ruffo · Fabio Stoch

comitato di redazione

Aldo Cosentino · Alessandro La Posta · Carlo Morandini · Giuseppe Muscio

"Lagune, estuari e delta · Una frontiera fra mare e fiumi"

a cura di Alessandro Minelli

testi di

Annelore Bezzi · Mauro Bon · Francesco Bracco · Daniele Curiel · Francesca Delli Quadri ·
Giorgio Fontolan · Gilberto Gandolfi · Alessandro Minelli · Andrea Rismondo · Francesco Scarton ·
Margherita Solari · Davide Tagliapietra · Marco Ulliana · Mariacristina Villani

con la collaborazione di

Maria Manuela Giovannelli · Antonella Miola · Marco Sigovini

illustrazioni di

Roberto Zanella

progetto grafico di

Furio Colman

foto di

Nevio Agostini 7, 15, 21, 82, 87, 88, 143, 145 · Archivio Museo Friulano di Storia Naturale 81, 84, 85,
90, 107/2, 148 · Archivio Naturmedia 86, 137 · Mauro Bon 66, 132 · Massimo Buccheri 80 ·
Marco Cantonati 32 · Compagnia Generale Ripreseeree 12, 13 · Ettore Contarini 101/2, 105 ·
Giuseppe Corriero 58 · Daniele Curiel 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 · Ulderica Da Pozzo 9, 11, 16, 19,
23, 135, 144 · Vitantonio Dell'Orto 6, 20, 41, 74, 75, 77, 112, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 123, 124,
126, 127, 128, 129, 130, 131, 133, 134 · Dario Ersetti 22, 39, 79, 147 · Giorgio Fontolan 10, 18 ·
Francesco Scarton 117, 122, 142 · Paolo Glerean 138 · Giuseppe Muscio 76 · Nicola Novarini 113, 114 ·
Arnaldo Piccinini 65, 68, 69, 70, 67 · Andrea Rismondo 33, 34, 35, 36, 37 · Lorenzo Seitz 40, 46, 47, 48, 56 ·
Marco Sigovini 50, 51 · Fabio Stoch 14, 59, 60, 61, 72, 140 · Egidio Trainito 42, 44, 45, 52, 53, 54, 62, 63,
64, 71, 73 · Marco Ulliana 83, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101/1, 102, 103, 104, 106, 107/1,
108, 109, 110, 111, 139 · Roberto Valle 125 · Augusto Vigna Taglianti 57 · Francesco Zaramella 49, 141

©2009 Museo Friulano di Storia Naturale · Udine

*Vietata la riproduzione anche parziale dei testi e delle fotografie.
Tutti i diritti sono riservati.*

ISBN 88 88192 43 3

ISSN 1724-7209

In copertina: Laguna di Grado-Marano (Friuli, foto U. Da Pozzo)

QUADERNI HABITAT

Lagune, estuari e delta

Una frontiera fra mare e fiumi

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
MUSEO FRIULANO DI STORIA NATURALE · COMUNE DI UDINE

Quaderni habitat



1
Grotte e
fenomeno
carsico



2
Risorgive
e fontanili



3
Le foreste
della Pianura
Padana



4
Dune e
spiagge
sabbiose



5
Torrenti
montani



6
La macchia
mediterranea



7
Coste marine
rocciose



8
Laghi costieri
e stagni
salmastri



9
Le torbiere
montane



10
Ambienti
nivali



11
Pozze, stagni
e paludi



12
I prati aridi



13
Ghiaioni e
rupi di
montagna



14
Laghetti
d'alta quota



15
Le faggete
appenniniche



16
Dominio
pelagico



17
Laghi
vulcanici



18
I boschi
montani di
conifere



19
Praterie a
fanerogame
marine



20
Le acque
sotterranee



21
Fiumi e
boschi ripari



22
Biocostruzioni
marine



23
Lagune,
estuari
e delta



24
Gli habitat
italiani

Indice

Introduzione	7
Annelore Bezzi · Francesca Delli Quadri · Giorgio Fontolan	

Vegetazione sommersa	25
Daniele Curiel · Andrea Rismondo	

Invertebrati acquatici	39
Davide Tagliapietra · Alessandro Minelli	

I pesci	63
Gilberto Gandolfi	

Vegetazione terrestre	75
Francesco Bracco · Mariacristina Villani	

Invertebrati degli ambienti terrestri	93
Marco Uliana · Alessandro Minelli	

Vertebrati terrestri	113
Mauro Bon · Francesco Scarton	

Aspetti di conservazione e gestione	135
Annelore Bezzi · Mauro Bon · Francesco Bracco · Francesca Delli Quadri · Gilberto Gandolfi · Mariacristina Villani	

Proposte didattiche	145
Margherita Solari	

Bibliografia	151
-------------------------------	-----

Glossario	152
----------------------------	-----

Indice delle specie	154
--------------------------------------	-----



Introduzione

ANNELORE BEZZI · FRANCESCA DELLI QUADRI · GIORGIO FONTOLAN

7

■ Premessa

L'Italia è un paese con un vastissimo territorio costiero, costituito da più di 7500 km di coste di diversa tipologia. Uno degli aspetti più interessanti, dal punto di vista geomorfologico, è il rapporto tra il mare e i fiumi che vi sfociano, i quali modellano la linea di costa mediante l'apporto di acqua dolce e sedimenti. Il mare d'altro canto agisce con le maree, le onde e le fluttuazioni di livello a lungo termine (eustatismo). In questo Quaderno Habitat vengono illustrati tre ambienti che sono il risultato dell'interazione tra i fiumi e il mare: delta, lagune ed estuari. Vegetazione e fauna degli ambienti sommersi sono l'argomento dei primi capitoli, ai quali segue la corrispondente trattazione degli ambienti emersi.



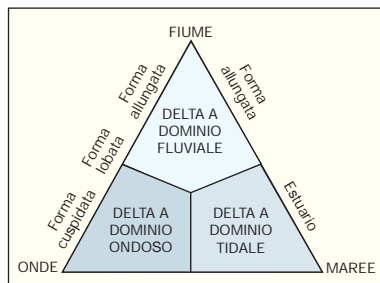
La foce del Bevano (Emilia Romagna)

■ I delta

Quando un fiume sfocia in mare, la velocità della corrente decresce drasticamente, causando la deposizione dei sedimenti. Se l'energia del moto ondoso non è sufficiente a rimuovere completamente i materiali depositati, si forma un accumulo, in parte emerso, in parte sommerso, che prende il nome di *delta*. Questo termine deriva dalla forma triangolare che molti corpi sedimentari di questo tipo mostrano in pianta, a somiglianza dell'omonima lettera maiuscola dell'alfabeto greco. In realtà, morfologia e dimensioni possono variare di molto e nella maggior parte dei casi si discostano in maniera significativa dal modello ideale del delta del fiume Nilo, che ne ha ispirato il nome in origine. In ogni delta è possibile distinguere una piana deltizia, un fronte deltizio e un prodelta.

La *piana* è una zona piatta, situata appena al di sopra del livello del mare, attraversata da canali fluviali ramificati (canali distributori) orlati da argini naturali. Vi si incontrano elementi morfologici estremamente eterogenei che consentono lo sviluppo di habitat diversificati. I processi fluviali sono prevalenti nella sua parte alta; durante le piene, grandi quantità di sedimenti fini fuoriescono dagli alvei

Il Delta del Po (fra Emilia Romagna e Veneto)



Schema di classificazione delle diverse tipologie deltizie

dei canali distributori e si accumulano sulla piana; gli argini dei canali si accrescono, ma vengono anche infranti di frequente, con formazione di ventagli di rotta e conseguente deposizione di materiale sabbioso al di fuori del canale. Nella parte inferiore della piana deltizia agiscono, invece, i processi legati ai dinamismi marini e si incontrano morfologie di tipo costiero, con frequente mescolamento di acque dolci e salate: lagune, baie, barene, piane tidali, cor-

doni di spiaggia abbandonati, dune. In questa zona i sedimenti possono essere molto eterogenei, a seconda dell'ambiente e delle modalità di deposizione.

Il *fronte deltizio* è la parte meno profonda del delta sommerso, costituita prevalentemente da sedimenti sabbiosi. Si tratta della parte più attiva del delta, la più interessante dal punto di vista morfodinamico. È qui, infatti, che il flusso d'acqua uscente perde velocità e, di conseguenza, viene meno la capacità del fluido di mantenere in sospensione il sedimento trasportato, che va ad accumularsi in strutture denominate barre di foce (perdita di competenza).

Le barre di foce assumono forme diverse in dipendenza dal comportamento idrodinamico del fiume nel momento in cui entra nel bacino ricevente. La modalità con cui l'acqua del fiume si espande in quella marina, ovvero mediante un mescolamento turbolento oppure come un corpo idrico galleggiante, dipende dalla velocità della corrente, dall'inclinazione del fondale marino, ma soprattutto dalla distribuzione di densità nella colonna d'acqua. Tale distribuzione è generalmente influenzata dalla stagionalità, con l'alternarsi di regimi di magra e di piena. La distribuzione della densità della colonna d'acqua può essere:

- omopicnale: quando l'acqua è ben mescolata, con densità simile alla superficie e al fondo;
- ipopicnale: quando l'acqua del fiume è meno densa di quella del mare, per scarso carico di sedimento, e tende a formare uno strato superficiale fino ad una certa distanza dalla foce, perdendo gradualmente il carico di sedimenti in sospensione che si depositano per decantazione; questa condizione è frequente in regime di magra;
- iperpicnale, tipico dei regimi di piena, quando l'acqua del fiume più densa di quella del mare tende a muoversi a contatto con il fondo.

La parte terminale della struttura deltizia che si sviluppa verso mare viene chiamata *prodelta*: è la parte più profonda, originata dai materiali più fini trasportati al largo e depositati in strati sul fondale marino. In sezione, questo accumulo sedimentario è caratterizzato da una forma tipicamente a cuneo e rappresenta

un significativo archivio storico e geologico; nei sedimenti che lo compongono sono infatti registrati i cambiamenti ambientali e quelli indotti dall'uomo avvenuti nel bacino fluviale da cui si sono originati i sedimenti.

Secondo uno schema classico i delta vengono classificati in base alla forma, espressione del risultato tra la mutua azione del carico solido fluviale, dell'energia del moto ondoso e dell'influenza delle maree. Il Mississippi, nel Golfo del Messico, costituisce l'esempio tipico di un *delta a dominio fluviale*, in cui l'apporto fluviale è dominante rispetto al modellamento fisico operato dal mare. Si tratta in questi casi di delta che si sviluppano in condizioni di mare poco profondo, dove correnti, onde e maree sono molto deboli, quindi in golfi o mari protetti in cui sfociano fiumi dalla portata notevole, con un grande carico di sedimento. In tali condizioni, il delta tende ad avanzare (progradare) rapidamente verso mare. Ne risulta una piana deltizia caratterizzata da una linea di costa molto articolata, con presenza di lingue di terra emerse dalla tipica forma allungata (digitazioni) che si protendono in mare, a somiglianza delle dita di una zampa d'uccello. Esse sono prodotte dal rapido avanzamento verso mare dei canali distributori, confinati ai lati da argini naturali, che vanno ad erodere le barre deposte alla foce in precedenza. In Italia le espressioni più evidenti di questa tipologia sono le foci dell'Isonzo e del Po.

Il São Francisco, in Brasile, è invece il capostipite dei *delta a dominio del moto ondoso*, dalla classica forma cuspidata. La morfologia è caratterizzata da un numero limitato di canali distributori, dalla cui foce si diparte una linea di costa



La foce dell'Isonzo (Friuli Venezia Giulia)

piuttosto regolare, a formare due ali laterali. L'azione del moto ondoso e delle correnti lungo costa prevale sulle altre componenti, asportando i sedimenti fini e portandoli al largo e ridistribuendo le sabbie lungo la riva a formare tipici cordoni litorali. La casistica nazionale è estremamente varia, contemplando quasi tutti i delta del versante tirrenico (Arno, Ombrone, Tevere, Volturno) e il Tagliamento sul versante adriatico. Nel caso in cui gli apporti solidi siano molto ridotti, la foce del fiume può venire ostruita dai sedimenti accumulati, asportati solo in occasione di eventi di piena. Ne sono un esempio le foci delle fiumare ioniche lucane (Cavone, Bradano, Basento) e calabresi (Torbido, Precariti, Barrauca, Novito), oltre al Simeto nel Golfo di Catania.

Le fasi di accrescimento dei delta cuspidati vengono segnate da cordoni sabbiosi o dune costiere intercalati da bassure che possono ospitare lame d'acqua o stagni. In alcuni casi essi si conservano nel tempo e quindi possono essere chiaramente identificati sulla piana deltizia alle spalle del delta attivo e datati come testimoni della sua storia evolutiva. Un esempio è il delta del Tagliamento, la cui formazione viene ricondotta ad un periodo di circa 2000 anni, in cui sono identificabili ben otto cordoni di dune inframezzate da depressioni.

Arno ed Ombrone condividono una storia evolutiva simile: in una prima fase (compresa all'incirca tra i 6000 ed i 2500 anni fa) essi hanno costruito la propria pianura andando a colmare ampie insenature lagunari, nelle quali sfociavano con delta interni i cui lobi sono tuttora visibili come aree più asciutte nelle immagini da satellite. Colmata la laguna essi arrivarono a sfociare diretta-



La foce dell'Allaro, una fiumara della Calabria

mente in mare solo in epoca etrusco-romana. Successivamente la crescita fu assai rapida (circa 7 km in 2500 anni), grazie agli apporti sedimentari dai bacini in rapida deforestazione, ad opera dell'uomo. Sul delta dell'Ombrone in particolare si contano tra 12 e 16 cordoni sabbiosi principali e tra alcuni di essi sono tuttora presenti stagni costieri, denominati "chiarì".

Per quanto riguarda il Po, la storia della sua evoluzione è molto complessa, e pesantemente influenzata dagli interventi umani, finalizzati alla regimentazione idraulica dei canali distributori. Secondo le descrizioni di Plinio e Polibio, durante il II-V secolo d.C. tre erano i canali distributori principali che formavano altrettanti delta cuspidati. In tempi più recenti, in presenza di un reticolo idrografico completamente modificato dagli interventi antropici, si è costruito il cosiddetto delta moderno, che si estende per circa 730 km² e presenta una forma più simile a quella dei delta digitati. Questa evoluzione è stata indotta dall'aumento del trasporto sedimentario e dalla fissazione degli argini dei canali distributori, operata dall'uomo, che ha comportato il loro rapido procedere verso mare.

Recentemente, la generale diminuzione degli apporti solidi dei fiumi avvenuta nell'ultima metà del secolo scorso ha determinato una generale fase erosiva a carico dei delta italiani, e delle coste adiacenti. Va sottolineato in proposito come la linea di riva in corrispondenza di una foce fluviale sia per sua natura estremamente effimera e soggetta a repentine variazioni sia verso mare che verso terra, in risposta alle fasi di magra o piena del fiume e agli eventi di mareggiata.



Lo sbocco al mare del Piave (Veneto)



Isonzo

Estese barre sabbiose orlano lo sbocco a mare dell'unico canale distributore dell'Isonzo, caratterizzato da un debole regime del moto ondoso e da bassi fondali (scala 1:100.000).



Po

Il delta moderno del Po, che si estende per circa 730 km² presenta una forma assimilabile a quella dei delta digitati con diversi canali distributori che si protendono verso mare con il loro carico di sedimenti (scala 1:500.000).



Ombrone

Grazie alla scarsa urbanizzazione del territorio, il delta cuspidato dell'Ombrone mostra ancora ben visibili i cordoni sabbiosi allineati specularmente sui due lati della foce a testimoniarne le diverse fasi di accrescimento (scala 1:100.000).



Tagliamento

Le forti correnti lungo riva, che dominano l'Alto Adriatico hanno determinato l'asimmetria del delta cuspidato del Tagliamento. I cordoni dunali che ne testimoniano la formazione negli ultimi 2000 anni sono stati cancellati dall'attività agricola (scala 1:200.000).



Cavone

Le correnti che trasportano le sabbie lungo riva causano la chiusura parziale della foce del Cavone sul versante ionico della Basilicata. Le barre di foce emerse verranno erose solo in occasione di eventi di piena (scala 1:25.000).



Tacina

Una tipica immagine del versante ionico della Calabria: la scarsa portata della fiumara Tacina non è sufficiente a rimuovere completamente i sedimenti che tendono ad ostruirne la foce (scala 1:25.000).

■ Gli estuari

Quando la marea è la forzante principale, le foci fluviali assumono una tipica configurazione longitudinale ad imbuto, spesso con banchi allungati nel verso dell'asta fluviale. La penetrazione del mare all'interno del fiume può raggiungere valori dell'ordine delle centinaia di chilometri e il processo fisico dominante è quello del mescolamento tra acque dolci e salate: in questi casi si parla di *estuari*.

Il termine estuario ha tuttavia, nella letteratura oceanografica, una valenza più generale. L'UNESCO utilizza la definizione di Pritchard: l'estuario, quindi, è "un corpo di acqua costiera semichiuso che ha una comunicazione libera con il mare aperto e dentro il quale l'acqua marina si diluisce significativamente con quella dolce proveniente dal reticolo idrografico superficiale". In altri termini, è la mescolanza evidente tra masse d'acqua dolci e salate a costituire, entro bacini semichiusi, le condizioni estuarili. Così, è comune applicare il termine di estuario alle aree interne lagunari (come la Laguna di Venezia e il suo estuario), dove trova sbocco un numero sufficiente di corsi d'acqua che diluiscono le caratteristiche marine del bacino e generano un marcato gradiente di salinità tra margine lagunare e bocche. Secondo il medesimo principio, gli stessi immissari lagunari possono essere periodicamente investiti dall'intrusione del cuneo salino, estendendo l'ambito estuarile anche ai tratti terminali di questi corsi d'acqua.

Dunque, questa definizione è troppo generica per fornire una distinzione più precisa dei diversi contesti geomorfologici soprattutto nella distinzione tra



La foce del Mignone (Lazio): in periodi di magra le acque ristagnano senza raggiungere il mare

lagune ed estuari. L'estuario potrebbe più propriamente essere indicato come "la parte verso mare di una valle fluviale inondata dal mare, soggetta alle fluttuazioni della marea e all'incontro tra le acque dolci e quelle salate".

L'acqua di mare, quindi, può entrare nei corsi d'acqua o identificare un'area di commistione, in ragione dell'efficacia delle correnti di marea nel contrastare quelle fluviali. Secondo questa puntualizzazione, in virtù delle limitate escursioni di marea, in ambito italiano non è facile individuare connotati tipicamente estuarili a larga scala. Le coste italiane sono classificate infatti nella categoria delle coste microtidali (ovvero con ampiezza di marea inferiore ai 2 m) presentando escursioni di marea in genere inferiori ai 30 cm. Questo significa che, se paragonati a quanto si osserva lungo le coste atlantiche della Francia e della Spagna del nord, con maree superiori ai 4 m, i fenomeni indotti dalla marea, lungo le nostre coste, sono assai meno evidenti.

Per questo motivo non sono presenti in Italia grandi fiumi ad estuario, mentre corsi d'acqua minori con scarsi apporti solidi possono presentare un confinato ma significativo ambito estuarile in bacini semichiusi, come le lagune (Grado-Marano, Caorle, Venezia) o le piccole sacche (Scardovari, Canarin, Goro) del Delta del Po. Un esempio di foce in mare aperto a connotato estuarile può essere identificato nel Fiume Magra, che sfocia nel Mar Ligure: studi idrografici compiuti sul suo tratto terminale hanno infatti identificato una stratificazione con permanenza sul fondo di acque a salinità paragonabile a quella marina, che giungono in condizioni di bassa portata fino a 5-7 km dalla foce.



L'area della sacca di Goro nel Delta del Po (Emilia Romagna)



Casoni nella Laguna di Grado-Marano

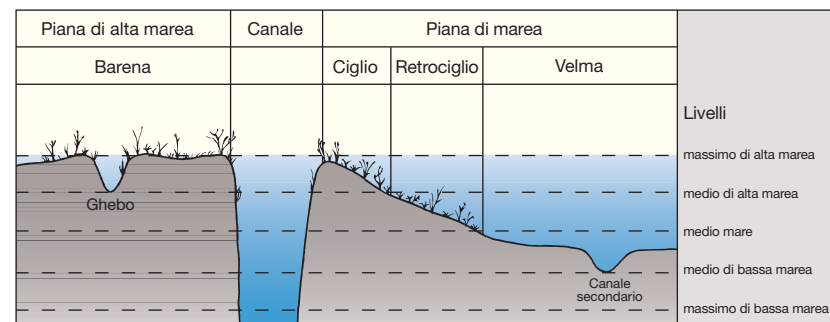
■ Le lagune

Nel quadro italiano, il nord Adriatico è caratterizzato da un'escursione di marea fuori dalla norma, con valori medi sizigiali di 1.1-1.2 m, che inserita in un contesto di coste prevalentemente basse ed interessate da un moto ondoso di importanza limitata è in grado di originare morfologie e habitat di rilevante importanza. Queste condizioni; unitamente agli apporti sedimentari significativi dei maggiori fiumi alpini, hanno consentito la formazione delle grandi lagune di Grado-Marano e di Venezia.

Quelli nord adriatici sono, dunque, gli unici casi italiani di vere lagune, intese come porzioni di mare semichiusate per la presenza di penisole o sistemi di isole barriera e regolate dal flusso e riflusso della marea attraverso una o più aperture di comunicazione con il mare (bocche tidali). Nessuno specchio d'acqua che ha nella toponomastica il termine di "laguna" e che sia ubicato in ambiente con marea praticamente assente, come nei mari Ligure, Tirreno e Ionio, merita in realtà questo nome.

L'origine delle lagune nord-adriatiche viene fatta risalire a 6000-5000 anni fa, quando il mare ha inondato le vaste pianure alluvionali, generando ampie baie confinate dai delta fluviali in rapida formazione. Da questi ultimi (Isonzo, Tagliamento, Piave, Adige), i sedimenti sono stati progressivamente trasportati lungo riva, fino a distribuirsi sotto forma di lidi, separando quindi dal mare le grandi baie (poi regolate dal flusso-riflusso mareale) e dando vita alle lagune.

Più nel dettaglio, secondo gli studi basati su sedimenti profondi, la parte centrale della Laguna di Venezia cominciò a formarsi circa 6000 anni fa, mentre nel settore meridionale della laguna e del delta dell'Adige i primi depositi lagunari sembrano risalire ad un'epoca leggermente più antica. Per quanto riguarda l'area più a nord, i primi cordoni di dune del sistema costiero del Piave risalgono a poco più di 5000 anni fa, mentre i sedimenti lagunari rinvenuti a 6 m di profondità datano a circa 6000 anni fa.



Schema delle morfologie lagunari

A provocare le maree è la forza di attrazione che la Luna, ma anche il Sole, esercitano nei confronti della terra. Per questo motivo le fasi che si susseguono all'interno di un mese lunare (29,5 giorni) determinano significative differenze nell'entità della marea (escursioni di marea).

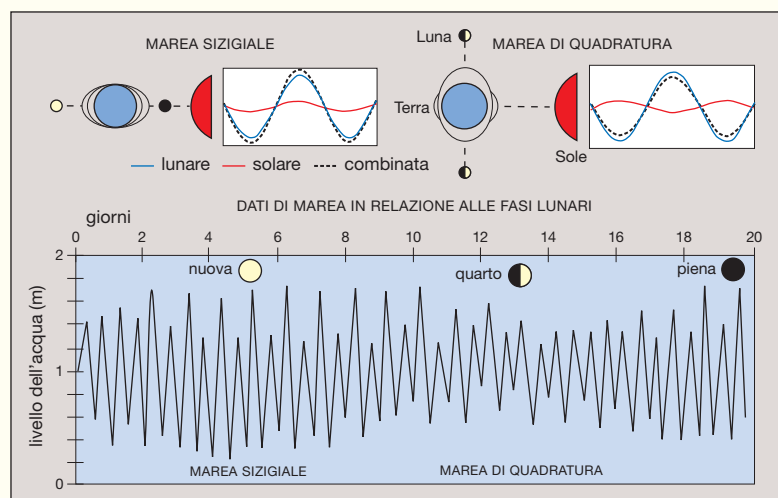
Quando si è in fase di luna nuova, la Luna si trova su una linea immaginaria che congiunge il Sole e la Terra e perciò non è visibile; quando la luna è piena è invece interamente visibile perché collocata sullo stesso allineamento ma dal lato opposto rispetto al Sole.

Durante queste due fasi lunari, dette di sизigia l'attrazione del Sole e della Luna si sommano e quindi si hanno le massime differenze tra l'alta e la bassa marea ("maree sизigiali").

Viceversa quando la Luna è posta su una linea ad angolo retto rispetto alla congiungente Sole-Terra, siamo nella fase di quadratura (la luna è visibile solo a metà), e ne risultano delle maree ridotte dette "maree di quadratura".



La Laguna di Grado-Marano (Friuli Venezia Giulia) durante la bassa (sopra) e alta (sotto) marea



Nel settore compreso tra il Piave e il Tagliamento, i sedimenti lagunari depositati al di sopra della pianura pleistocenica sono datati attorno al 5000 a.C. Procedendo verso est, nella Laguna di Marano, testimonianze dell'ingressione marina si collocano tra i 5500 ed i 4200 anni fa.

La Laguna di Grado sembra invece essersi formata in epoca più tarda, in corrispondenza della presenza romana nell'area, e la sua genesi viene ricondotta al processo di migrazione verso est della foce del Fiume Isonzo.

I fattori naturali che concorrono alla formazione ed al mantenimento delle lagune sono, in primo luogo, quelli legati alla complessa idrodinamica, strettamente regolata dall'azione della marea: il reticolo idrografico lagunare è costituito da una fitta rete di canali di diversa ampiezza e profondità, che consentono l'espansione all'interno del bacino delle masse d'acqua che entrano dalle bocche lagunari. Ogni bocca individua alle spalle un bacino lagunare, separato da quello attiguo da un partiacque, linea immaginaria che rappresenta il punto di separazione tra le masse d'acqua entranti nella laguna da due bocche attigue. Tra i partiacque di bacini adiacenti vi è mescolamento di masse d'acqua solo in casi eccezionali (forti venti), pertanto le acque che fluiscono in fase di marea montante attraverso una bocca defluiscono attraverso la stessa bocca in fase di marea calante.

È possibile operare una distinzione all'interno della rete di canali lagunari: quelli di maggiori dimensioni sono i canali principali, che dalla zona di foce lagunare si sviluppano verso l'interno; rappresentano spesso il relitto dell'antica idrografia fluviale precedente all'ingressione marina, e in alcuni casi tendono a raccordarsi ai corsi d'acqua tributari della laguna stessa. Di dimensioni e profondità minori sono i canali secondari, che si diramano da quelli principali e distribuiscono e ricevono le acque dai terreni lagunari.

In condizioni di sизigia, quando l'escursione di marea è massima, l'acqua che fluisce attraverso le bocche lagunari raggiunge le massime velocità, anche superiori ad 1 m/s, e viene rapidamente veicolata attraverso il canale principale e di seguito attraverso i canali secondari, fino a raggiungere le piane di marea. A mano a mano che il sistema di canali si moltiplica, la velocità diminuisce sino all'ordine dei cm/sec. Quando dai canali l'acqua giunge alla piana di marea, la velocità della corrente diminuisce bruscamente, a causa dell'espansione laterale della massa d'acqua. Durante le fasi di riflusso il processo si ripete in senso inverso: il canale principale fa da collettore a tutti i canali secondari distribui-



Torcello nella Laguna di Venezia (Veneto)



Il ricambio d'acqua in laguna avviene attraverso modesti canali (ghebbi), soprattutto durante le alte maree

ti sulla piana di marea e le acque lagunari defluiscono verso mare, raggiungendo la massima velocità in corrispondenza delle foci lagunari.

Questo modello idrodinamico è responsabile dell'immissione, del trasporto e della deposizione dei sedimenti all'interno delle lagune, dando origine alle diverse morfologie presenti nel bacino. Le tipiche morfologie che caratterizzano le lagune costiere alto adriatiche possono essere raggruppate in tre distinte categorie o zone morfologiche, in relazione alla loro posizione rispetto al livello del mare:

- le barene, le isole, i cordoni litorali e la costa interna della laguna sono poste sopra il livello medio delle alte maree;
- i canali principali e le bocche lagunari si situano sotto il livello medio delle basse maree;
- vi sono poi le morfologie proprie delle aree intertidali, ovvero situate tra il livello medio delle basse maree e quello delle alte maree, e che vengono periodicamente inondate. Ad esse appartengono tipicamente le velme, ovvero i bassifondi lagunari ed i canali secondari, che emergono quando la bassa marea fa defluire le acque verso il mare.

Le *isole* sono terreni mai sommersi dalle alte maree che possono costituire relitti di antichi cordoni litoranei oppure essere state originate a seguito dell'accumulo di sedimenti trasportati dai fiumi.

Le *barene* sono le morfologie più caratteristiche degli ambienti lagunari. Si tratta di rialzi morfologici tabulari, costituiti prevalentemente da sedimenti limoso-argillosi, che solo in casi eccezionali vengono sommersi dalle acque. La superficie delle barene presenta una topografia irregolare e al loro interno possono essere presenti ristagni d'acqua (chiari), il cui ricambio d'acqua avviene attraverso modesti e tortuosi canali (*ghebbi* o *ghebi*), soprattutto durante le alte maree.

A causa della complessità dei processi che hanno determinato la formazione delle lagune (apporto di acque dolci e materiali dai fiumi, ingressione marina e successivo arretramento del livello delle acque), una classificazione delle barene può essere individuata sulla base della loro differente genesi:

- barene di antichi bordi fluviali o localizzate ai lati dei corsi d'acqua che ancora si immettono in laguna, formando apparati caratteristici, allungati e stretti, chiamate "punte dei lovi";



Le barene possono essere stabilizzate dalla vegetazione (il prato barenicolo "Zangheri", Emilia Romagna)

- barene costituite dalla parte tuttora emergente dell'antica pianura costiera invasa dalle acque salmastre: sono localizzate sul bordo lagunare verso la terraferma e nei loro sedimenti è presente uno spesso strato di depositi di origine continentale, al quale se ne sovrappone uno sottile di tipo lagunare;
- barene residue di ambiente palustre, caratterizzate da strati di torba nei sedimenti: si sono formate dalla deposizione entro il bacino lagunare di alluvioni fluviali che, a seguito di emersione, sono state ricoperte da vegetazione palustre. Dopo la diversione delle acque dolci, non ricevono più apporti di sedimenti sufficienti a contrastare il loro rapido sprofondamento, dovuto soprattutto al costipamento delle torbe;
- barene di canale: sono morfologie lagunari in equilibrio con una sedimentazione sufficiente a compensare il lento sprofondamento. La forma è tipicamente concava, con una zona centrale più depressa; il lato che fiancheggia il canale è generalmente ripido, mentre l'altro digrada dolcemente verso una palude o una velma. La loro formazione trova luogo in corrispondenza dei punti di convergenza dei flussi lagunari e nelle zone di partiacque, dove in condizioni ideali, la velocità risultante delle masse d'acqua è prossima allo zero. La crescita in altezza avviene perché le acque che fluiscono su di esse durante le alte maree di sizigia, rallentate dalla vegetazione, rilasciano parte del loro carico solido. La crescita in estensione è dovuta al rallentamento che correnti di marea di diversa intensità e direzione esercitano reciprocamente. Quest'ultima tipologia costituisce per alcuni Autori la barena in senso stretto,



La foce dell'Agri (Basilicata)

frutto della deposizione di sedimenti provenienti esclusivamente dal mare.

Le *velme o piane di marea* sono fondali lagunari che emergono solo durante le basse maree, soprattutto quelle sizigiali e quindi non presentano condizioni idonee per una colonizzazione da parte delle specie vegetali pioniere. Sono caratterizzate da bassissime pendenze (qualche dm/km) e da un sistema di canali secondari defluenti verso il canale principale. Questi canali sono meandreggianti e larghi alcuni metri; il loro livello di base coincide con quello medio delle basse maree sizigiali, per cui la loro profondità massima (poco al di sopra del metro) è funzione dell'escursione di marea e coincide con il punto di confluenza con il canale principale. Infine, tra gli ambienti più tipici



Barene, velme e canali nella Laguna di Grado-Marano

presenti nelle nostre lagune vanno ricordate le *valli da pesca*, bacini lagunari arginati e sottratti all'escursione mareale, utilizzati fin da epoca antica per l'allevamento e la cattura del pesce. Queste aree occupano attualmente vaste porzioni sia della Laguna di Venezia che di Grado e Marano, nonché di Caorle e Caleri. Questi bacini lagunari sono separati dal bacino principale da arginature che regolano l'immissione di acque salmastre e di acque dolci dall'entroterra. Per quanto riguarda i sedimenti in generale si osserva una progressiva diminuzione della granulometria dalle bocche lagunari verso le aree più interne. Tali variazioni sono in genere legate al livello energetico dell'ambiente: minore dove il bacino è più profondo, più riparato e più lontano dal mare; più elevato invece in prossimità delle bocche, nella immediata vicinanza dei canali e delle zone dove l'acqua è meno profonda e il fondale risente degli effetti delle onde di vento e delle correnti di marea. Sedimenti sabbiosi si depositano in prossimità delle bocche lagunari, a formare spesso morfologie caratteristiche note come delta di flusso (sul lato lagunare) e delta di riflusso (sul lato verso mare). Le sabbie diventano progressivamente più fini lungo i canali principali e più all'interno, soprattutto in corrispondenza delle piane di marea, la componente sabbiosa fine viene progressivamente sostituita dalla componente fangosa, che diventa dominante proseguendo verso l'interno della laguna, per divenire esclusiva, nella sua frazione più fine, lungo la fascia più prossima alla costa interna lagunare, nonché ai partiacque.

Vegetazione sommersa

DANIELE CURIEL · ANDREA RISMONDO

■ Premessa

In condizioni ambientali ottimali, la vegetazione delle acque salmastre ha una distribuzione differenziata tra la parte del bacino direttamente soggetta alle acque marine e quella più interna che risente del fenomeno del confinamento delle acque o che può essere interessata dall'apporto di acque dolci.

Allontanandosi dalle zone dove avvengono gli scambi con il mare, la vegetazione sommersa si semplifica perché, oltre a mutare la tipologia dei sedimenti, che da prevalentemente sabbiosi diventano limosi e più soggetti alla risospensione, si modificano anche le caratteristiche morfologiche e chimico-fisiche delle acque. La maggior parte del fitobenthos delle lagune è tipicamente di origine marina, con specie che sono per lo più in grado di supportare notevoli riduzioni di salinità. La dominanza delle specie marine è dovuta al fatto che gli organismi tipici delle acque interne raramente sono in grado di adattarsi a condizioni di salinità superiore al 5‰. Dove gli apporti delle acque dolci sono limitati, la salinità è un fattore non rilevante per regolare la presenza e l'abbondanza della vegetazione sommersa ma sono importanti la trasparenza dell'acqua, la sedimentazione, l'idrodinamismo e la disponibilità di nutrienti. Trattandosi di ambienti a bassa profondità (anche inferiori a 40-50 cm), gli eventi meteomarinari e le attività antropiche, ad esempio gli allevamenti di molluschi, possono facilmente innescare eventi di risospensione che riducono la trasparenza delle acque e limitano la compattezza dei sedimenti.

Quando si raggiungono condizioni distrofiche di durata stagionale, si verificano variazioni limitate nella struttura delle comunità e la resilienza delle comunità vegetali permette un ripristino delle condizioni tipiche in tempi ragionevoli; se le condizioni distrofiche perdurano su scala pluriennale, la vegetazione sommersa si modifica sostanzialmente con la progressiva sostituzione di specie a ciclo vitale lungo e di elevato valore ecologico (come fanerogame marine, alghe brune come *Cystoseira barbata*, *Fucus virsoides*) con specie a ciclo vitale breve (come ulvacee, cianoficee).



Chaetomorpha



Sargassum nella Laguna di Venezia

■ Le macroalghe: alghe verdi

Rispetto all'ambiente marino dove a prevalere sono le alghe rosse, negli ambienti di transizione sono le alghe verdi i vegetali più rappresentati, soprattutto per abbondanza. Queste alghe sono generalmente eurivalenti e trovano condizioni ottimali soprattutto nei bassifondi delle aree interne e confinate dove il ricambio idrico è limitato e i nutrienti sono abbondanti. Negli ambienti di transizione del nord Adriatico, dalle piallasse ravennati alle estese lagune di Venezia e Grado-Marano, l'alga più nota per frequenza e abbondanza è *Ulva laetevirens* dal tallo laminare allargato, comunemente conosciuta come lattuga di mare. Le altre specie del genere *Ulva* (*U. rotundata*, *U. curvata*) o *Gayralia oxisperma* (simile morfologicamente ma con un solo strato di cellule nella lamina) non raggiungono mai i livelli di distribuzione e biomassa di *U. laetevirens*. Un'altra componente algale molto diffusa è quella delle enteromorfe, recentemente accorpate al genere *Ulva*. Sono alghe verdi di ambiente eutrofico con il tallo tubulare semplice o ramificato delle dimensioni da pochi centimetri a 50-60 cm. Si segnalano tra le più comuni *U. intestinalis*, *U. clathrata* e *U. flexuosa*. Nei mesi estivi, i gas presenti nelle cavità e prodotti dalla fotosintesi sollevano i talli dal fondale e si formano ammassi flottanti sulla superficie dell'acqua.

Molto frequenti nei mesi estivi, soprattutto negli specchi acquei interni alle valli da pesca o in associazione con le fanerogame marine sono i tappeti continui



Ulva laetevirens

ed uniformi delle alghe verdi filamentose *Chaetomorpha aerea* e *C. linum* (forse conspecifiche). Nei mesi estivi si rinvencono spesso frammiste alle alghe verdi del genere *Cladophora* (es. *C. sericea*, *C. albida*, *C. rupestris*, ecc.). Negli anni '80 e nei primi anni '90, tutte le lagune del nord Adriatico sono state afflitte dalla proliferazione di queste macroalghe verdi delle quali la specie prevalente per estensione e biomassa è stata *Ulva laetevirens*.

Segnalati sin dagli anni '40-'50 nelle valli salse del Polesine, nelle Valli di Comacchio e nella Laguna di Venezia, ma oggi assai più rari e limitati alle sole aree vallive, sono i talli a forma subsferica di 3-8 cm dell'alga verde *Valonia aegagropila*. Queste macroalghe possono costituire estese coltri uniformi e continue, dello spessore anche di 30-40 cm e dalle biomasse umide di oltre 10 kg/m². Nelle valli da pesca dove la salinità è mantenuta costante su valori di poco superiori al 10 per mille per favorire anche l'attività venatoria, sui fondali si rinvencono alghe verdi appartenenti ai generi *Chara* e *Lamprothamnion* (*L. papulosum*) frammiste alle fanerogame marine *Nanozostera noltii* o *Ruppia* (*R. maritima* e *R. spiralis*) o all'alga verde *Valonia*. Queste macroalghe spesso non vengono prese in considerazione dagli algologi marini perché presenti solo negli ambienti di transizione e nelle adiacenti acque correnti.

Se in questi ambienti salmastri sono presenti dei substrati coerenti, si possono poi rinvenire alcune macroalghe che difficilmente si trovano sui substrati mobili perché necessitano di un substrato solido su cui ancorarsi. Sia nelle aree vivificate, sia in quelle interne prossime alla conterminazione, nei livelli più elevati bagnati solo durante le alte maree (al limite tra il mediolitorale e il sopralitorale), si rinvencono le alghe verdi del genere *Blidingia* (*B. minima*, *B. ramifera*) resistenti all'emersione. Il livello delle maree e il moto ondoso provocato dalle imbarcazioni può innalzare anche di 20-30 cm il livello colonizzato. Al di sotto, a partire dal livello del medio mare, nel mediolitorale, si inizia ad osservare l'alga verde filamentosa distica *Bryopsis plumosa* a cui segue, ma solo in ambienti vivificati come la Laguna di Venezia, l'alga verde a tallo cilindrico a ramificazione dicotoma *Codium fragile* subsp. *tomentosoides*. Quest'alga, originaria del Pacifico e dei mari asiatici, è oramai presente nel nord Adriatico fin dagli anni '70-'80. Pur essendo considerata tra le alghe più invasive per capacità di adattamento a differenti condizioni di salinità e temperatura, si rinviene, almeno a Venezia, con talli isolati.



L'alga verde *Valonia aegagropila*

Sui substrati incoerenti e coerenti degli ambienti di transizione si incontrano da oltre un decennio diverse specie endemiche di altri mari, giunte grazie all'azione volontaria ed involontaria dell'uomo. Sino all'apertura del Canale di Suez, l'introduzione di nuove specie in Mediterraneo avveniva accidentalmente attraverso lo stretto di Gibilterra. Con l'apertura del Canale di Suez il Mar Rosso ed il Mar Mediterraneo, rimasti separati per oltre 10 milioni di anni, sono stati rimessi in comunicazione.

Per ragioni idrologiche ed ecologiche le migrazioni avvengono prevalentemente verso il Mediterraneo e hanno preso il nome di "migrazione lessepsiana".

Questa lenta ma continua introduzione di specie è diventata, negli ultimi 20-30 anni, trascurabile rispetto a quella molto più veloce con la quale l'uomo ha favorito con specifici vettori l'introduzione di nuove specie lungo le coste del Mediterraneo. Gli ambienti di transizione, storicamente sede di rilevanti attività economiche (pesca, aree portuali, ecc.) sono di conseguenza i principali siti di arrivo delle nuove specie. Se si adattano alle nuove condizioni ambientali, hanno modo di diffondersi sino a trovare nel tempo un equilibrio con le specie autoctone; altre non trovano nel nuovo ambiente le condizioni ottimali e la loro diffusione è limitata o scompaiono del tutto.

In Mediterraneo i due esempi più visti di ambienti di transizione che hanno subito l'introduzione di numerose specie esotiche sono la Laguna di Thau in Francia e la Laguna di Venezia. In quest'ultima, dai primi anni '90 ad oggi, sui substrati prospicienti Chioggia e Venezia sono state segnalate oltre 20 specie che, per il fatto di trovarsi esternamente al loro potenziale areale distributivo, possono essere correttamente definite specie esotiche (*alien species* o NIS - *Non indigenous species*).

Per alcune di queste specie esotiche si sono avute solo poche segnalazioni (es. *Sorocarpus* sp., *Prasiola* sp.), probabilmente perché non si sono adattate alle nuove e complesse condizioni lagunari; altre, invece, negli anni si sono diffuse e si sono integrate con le specie autoctone (es. *Antithamnion nipponicum*, *Grateloupia turuturu*, *Codium fragile* subsp. *tomentosoides*). Alcune hanno invece avuto una rapida diffusione e sono diventate elementi dominanti della comunità macroalgale con diffusione capillare e abbondanze rilevanti (*Sargassum muticum*, *Undaria pinnatifida*, *Polysiphonia morrowii*). Un caso del tutto particolare, che coinvolge oramai diverse lagune del Mediterraneo e le coste atlantiche della Francia e dei mari del nord, è quello delle due alghe brune, *Sargassum* e *Undaria*.

Le due specie, pur avendo cicli vitali differenti, perennante *Sargassum* e annuale *Undaria*, nel clima del Nord Adriatico hanno talli osservabili da ottobre e novembre e scompaiono tra giugno e luglio. La loro eradicazione è stata sperimentata in varie località ma, sino ad ora, con scarsi risultati perché dispongono di sistemi di diffusione efficienti basati sulla produzione di milioni di spore che si disperdono con le correnti di marea, o sull'elevata vitalità dei frammenti liberi di tallo.



Undaria

■ Alghe rosse

Le alghe rosse, come nell'ambiente marino, costituiscono numericamente una parte cospicua della vegetazione acquatica degli ambienti di transizione, soprattutto di quelli più vivificati come la Laguna di Venezia e la Laguna di Grado-Marano.

Essendo ecologicamente sensibili soprattutto alla riduzione della salinità e all'aumento della torbidità (naturale o indotta), nelle valli, nelle sacche o nelle piallasse tra l'Emilia e il Veneto o verso l'interno delle estese lagune di Venezia e di Grado-Marano, hanno una presenza limitata e permangono solamente le specie più tolleranti in grado di adattarsi alle acque ricche in

nutrienti e sedimenti provenienti dai fiumi. Sui fondali incoerenti, tra le specie tipicamente salmastre si segnalano quelle del genere *Gracilaria* (*G. bursa-pastoris*, *G. armata*, *G. gracilis*); *Gracilariopsis longissima* (già nota come *Gracilaria verrucosa*), da sola o in associazione con *Ulva*, negli anni '80 costituiva estese coltri macroalgali.

Oggi, il fenomeno della proliferazione appare più limitato nelle due grandi lagune del nord Adriatico mentre, si ripresenta quasi annualmente negli ambienti di transizione di medio-piccole dimensioni dell'area del Delta del Po anche se con minori intensità rispetto al passato. Con le correnti e venti, i talli di *Gracilaria/Gracilariopsis* rotolano sul fondale e si accumulano in aree riparate dove possono proliferare.

Nei mesi estivi nelle aree a minore idrodinamismo della Laguna di Venezia e di Grado-Marano si rinvenivano anche coperture più o meno estese di *Spyridia filamentosa*.

Soprattutto nei mesi primaverili ed estivi, sui fondali incoerenti privi di coperture macroalgali, la presenza di substrati naturali coerenti come valve di molluschi (*Tapes*, *Cerastoderma*, *Cassostrea* o concrezioni di serpulidi) o di substrati artificiali (pietre, ciottoli) favorisce la presenza di alghe rosse con portamento a pulvino dell'altezza di 5-10 cm.

Tra le più appariscenti si segnalano le forme filamentose ramificate di *Ceramium* (*C. virgatum* di colore rosso cupo o *C. diaphanum* che alterna bande chiare a bande scure), gli *Antithamnion* (*A. cruciatum* e nella Laguna di Vene-



Gracilaria

zia *A. nipponicum*, originario dei mari orientali); tra le forme laminari ramificate appariscenti sono soprattutto *Nitophyllum punctatum* e *Radicilingua thysanorhizans*.

Un cospicuo numero di alghe rosse si rinviene inoltre sulle lamine fogliari delle fanerogame marine, soprattutto di *Cymodocea nodosa*. Sulle foglie più vecchie (esterne) si sviluppa una ricca comunità di specie di medio-piccola dimensione tra cui si segnalano fra le forme filamentose *Ceramium*, *Antithamnion*, *Chondria capillaris* o *Chondria dasyphylla* e varie specie del genere *Polysiphonia*. Abbondanti sono poi soprattutto nei mesi di scarsa o nulla crescita della foglia le alghe rosse coralline incrostanti del genere *Hydrolithon* e *Pneophyllum fragile*.

Nella Laguna di Grado-Marano, ma soprattutto in quella di Venezia dove sono presenti numerosi substrati coerenti artificiali (pietre, rive delle isole, strutture di segnalazione, ecc.), si possono osservare specie caratteristiche di questi substrati. Al di sopra del livello medio della marea, frequente è la presenza di *Gelidium pusillum* e di *Gigartina acicularis* che hanno talli filamentosi ramificati ben ancorati al substrato e in grado di resistere all'emersione per alcune ore; al di sotto del livello medio della marea, si possono osservare le specie del genere *Polysiphonia* (*P. morrowii* specie originaria dei mari orientali, *P. harvey*, *P. denudata*) e più in basso *Rhodymenia ardissoni*, alga sciafila che segnala la carenza di luce causata in questi ambienti dalla torbidità dell'acqua.



Polysiphonia morrowii

■ Alghe brune

Le alghe brune non trovano negli ambienti di transizione condizioni ideali per un loro sviluppo. Nei substrati coerenti delle due lagune più grandi, si rinvengono con specie di pregio ecologico solamente nelle aree più soggette all'apporto delle acque marine con *Fucus virsoides* (specie ad affinità boreale presente in Mediterraneo solamente nel nord Adriatico), *Cystoseira barbata* o *Petalonia fascia*; più internamente si possono osservare anche con *Dictyota dichotoma* var. *dichotoma* e *Scytosiphon lomentaria*.

Sulle foglie delle fanerogame marine caratteristica è la presenza delle specie microscopiche dei generi *Myrionema*, *Leptonematella* e delle forme filamentose *Hinksia* ed *Ectocarpus*. Queste ultime sono inoltre le sole macroalghe brune che, in presenza di disponibilità di nutrienti e ridotta idrodinamica, possono dar luogo a fioriture anche su substrati incoerenti. Nella Laguna di Venezia questo è avvenuto soprattutto tra le fanerogame marine quando, in seguito alla loro proliferazione estiva, i talli filamentosi delle *Ectocarpales* si aggregano alle foglie delle rizofite costituendo ammassi di dimensioni progressivamente maggiori.

Particolare è il caso delle due alghe brune endemiche dei mari orientali rinvenute sino ad ora nel nord Adriatico nella sola Laguna di Venezia a partire dai primi anni '90, *Undaria pinnatifida* e *Sargassum muticum*. Per le rilevanti dimensioni dal tallo e le abbondanze che sono in grado di costituire, queste due specie, presenti solo sui substrati coerenti artificiali, svolgono un'azione competitiva nei confronti delle specie autoctone.

Una menzione deve essere fatta per le alghe del genere *Vaucheria*. Nei bassi fondali delle lagune di Venezia e di Grado-Marano nell'ultimo decennio si è verificata un'elevata diffusione di queste macroalghe, che rispetto a tutte le altre non necessitano di un substrato coerente per ancorarsi perché si sviluppano parzialmente immerse nei sedimenti sabbiosi-fangosi. La più comune e segnalata sin dal 1800 è *Vaucheria dichotoma* var. *marina*, oggi identificata come *V. submarina* ma, negli ultimi anni, nella Laguna di Venezia è stata rinvenuta anche *V. piloboloides*. Queste macroalghe svolgono un importante ruolo di compattazione del piano sedimentario riducendo, per quanto possibile, la risospensione dei sedimenti durante gli eventi meteomarinari.



Fucus virsoides

Le particolari condizioni ambientali presenti negli ambienti salmastri, variabili per tenore di salinità (10-40 ‰), temperatura (anche maggiore di 30°C), torbidità (disco Secchi sino a 10-30 cm) e ossigeno disciolto (da condizioni anossiche a sovrassaturazione), permettono la sopravvivenza solamente di organismi fitoplanctonici ad ampia valenza ecologica che nell'arco dell'anno manifestano un'elevata variabilità qualitativa. Oltre ai fattori abiotici, un importante ruolo è svolto anche dai fattori biotici, quali ad esempio la presenza o assenza di predatori erbivori. Per comprenderne la variabilità nell'arco dell'anno, si tenga conto che nella Laguna di Venezia nei primi anni del 2000 si sono avuti minimi in inverno di 1×10^5 cellule/litro e massimi in primavera-estate di 19×10^6 cellule/litro.

Tra i taxa più abbondanti si segnalano in tutti gli ambienti di transizione le bacillariofite e le pirrofiti, più comunemente conosciute come diatomee e dinoflagellate. Le diatomee sono dotate di una parete silicizzata (frustulo) formata da due valve che si incastrano tra loro, mentre le dinoflagellate sono particolari poiché hanno caratteri citologici intermedi tra i procarioti e gli eucarioti.



Nitzschia (circa 2000x)

Nella Laguna di Venezia, tra le più comuni e abbondanti diatomee si segnalano quelle appartenenti ai generi *Chaetoceros*, *Cocconeis*, *Nitzschia*, *Thalassiosira* e *Skeletonema*, tra le forme che costituiscono tubuli mucilluginosi e sono anche epifite di fanerogame marine, *Navicula* e *Melosira*; tra le dinoflagellate sono frequenti le specie dei generi *Prorocentrum* e *Gyrodinium*.

Nella Laguna di Grado e Marano si segnalano per frequenza ed abbondanza le diatomee *Synedra*, *Navicula* e *Rhizosolenia*, tra le dinoflagellate *Exuviella*, *Gymnodinium* e *Prorocentrum*. Nelle lagune salmastre dell'Emilia-Romagna comuni sono le diatomee dei generi *Nitzschia*, *Thalassiosira*, *Skeletonema* e *Melosira*, mentre, per le dinoflagellate, quelle dei generi *Prorocentrum*, *Peridinium* o del genere *Glenodinium* che spesso hanno dato luogo a importanti fioriture.

Meno abbondanti, ma non trascurabili per importanza, sono le microalghe appartenenti alle clorofite (alghe verdi), tra le quali vanno segnalate le specie appartenenti alle volvocali (con *Dunaliella* tipica nei bacini ipersalati) e alle clorococcali (con *Chlorella*).



Cocconeis (circa 2000x)

■ Le fanerogame marine

I fondali lagunari possono essere ricoperti o meno e con differente densità da praterie di fanerogame marine, un piccolo ma importante gruppo di piante a fiore alle cui formazioni è dedicato l'intero Quaderno Habitat "Praterie a fanerogame marine".

In Adriatico sono presenti *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Nanozostera noltii*, *Cymodocea nodosa* e due specie del genere *Ruppia*.

Il successo di queste macrofite nell'ambiente subacqueo di limitato battente è dovuto allo sviluppo di vari adattamenti morfologici e fisiologici tra cui meritano menzione l'adattamento all'ambiente salino, l'adattamento alla sommersione (habitus idrofítico), la capacità di resistenza all'azione del movimento ondoso e delle correnti di marea, l'impollinazione e la disseminazione idrofila.

I principali fattori che regolano la presenza e lo schema di distribuzione delle fanerogame marine sui fondali delle lagune costiere, in ordine di importanza, sono: la distribuzione granulometrica dei sedimenti, la torbidità del battente idrico, l'andamento termico, l'idrodinamismo locale e il conseguente ricambio



Posidonia oceanica

SPECIE	DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA
<i>Posidonia oceanica</i>	Golfo di Trieste incluso litorale di Grado Costa occidentale dell'Istria Litorale veneziano ("matte" morta)
<i>Zostera marina</i>	Costa occidentale dell'Istria Golfo di Trieste Laguna di Venezia e di Grado-Marano Aree lagunari del Delta del Po
<i>Nanozostera noltii</i>	Baie e ridossi istriani Costa occidentale dell'Istria Golfo di Trieste Laguna di Venezia e di Grado-Marano Aree lagunari del Delta del Po
<i>Cymodocea nodosa</i>	Baie e ridossi istriani Laguna di Venezia e di Grado-Marano Presenze puntiformi lungo i lidi di Jesolo, Eraclea e Caorle
<i>Ruppia</i> sp. pl.	Aree barenali e di gronda delle lagune nord adriatiche in genere

Distribuzione delle fanerogame marine nel Mare Adriatico



Nanozostera noltii

delle acque, l'eutrofizzazione e la conseguente presenza di macroalghe infestanti. La qualità delle acque e dei sedimenti e i fattori idro-morfologici dei bacini favoriscono infatti l'una o l'altra specie esistente.

Ruppia è presente in una varietà di microambienti, nelle lagune e nei bacini costieri adriatici, che non possono essere univocamente caratterizzati in quanto a salinità, dal momento che troviamo il genere sia nelle valli da pesca di Venezia e Grado-Marano, sia in alcuni habitat di gronda caratterizzati da salinità moderatissima ed ancora più a mare, nei chiari barenali sottoposti ad elevata concentrazione salina.

Nanozostera noltii, nelle lagune nord-adriatiche, è specie tipica delle paludi e delle velme, aree più interne e confinate, a salinità inferiore a quella del mare e soggette pressoché ciclicamente ad emersione.

Tale caratteristica non è sempre confermata, giacché nei bacini più ampi e morfologicamente più articolati, come la Laguna di Venezia, la specie può presentare più fenotipi, colonizzando da un lato le cinture barenali a velma con tappeti bassi e fitti e assicurando così la protezione morfologica di queste strutture, ma formando dall'altro ampie praterie su fondali più pronunciati, raggiungendo dimensioni e lunghezze fogliari nettamente maggiori. Il suo comportamento, in Alto Adriatico, è sostanzialmente omogeneo, dal momento che può essere trovata nella Laguna di Venezia e in quella di Grado Marano, sui medesimi apparati morfologici, quindi sulle velme e sulle "gengive" dei canali, su fondi nettamente limosi. Scarsissima e presente in modo estremamente localizzato negli altri bacini adriatici minori, la specie è segnalata vicino alle chiuse o ai canali di ingresso delle acque come a Comacchio.

N. noltii è sottoposta, a partire dalla fine degli anni '90, ad un intenso processo generalizzato di ritiro dalle aree lagunari di barena, particolarmente marcato nella Laguna di Venezia, che viene collegato ad una pluralità di cause, come il generale aumento della torbidità e prolungate emersioni in concomitanza di periodi di forte riscaldamento ed insolazione.

L'intensificazione dei processi erosivi, soprattutto nelle lagune sottoposte a forti pressioni di origine antropica, in questo senso, non può essere sottovalutata come concausa.



Ruppia

Zostera marina, di dimensioni maggiori, con foglie di 6-7 mm di larghezza e lunghe fino al metro, vive quasi sempre sommersa in acque maggiormente mosse e meno confinate, preferendo fondi a sabbie limose.

L'areale di distribuzione comprende acque francamente lagunari come è il caso delle lagune di Venezia e di Grado-Marano, dove forma estese praterie, le aree deltizie padane e le lagune salmastre del litorale romagnolo dove si presenta con popolazioni più rarefatte e puntiformi, prevalentemente situate nei canali di collegamento al mare. Non può escludersi un interessamento di acque francamente marine, dal momento che lungo il litorale gradese di levante, fuori della bocca del Primero, priva come è di strutture di protezione artificiali e caratterizzata da una notevole naturalità dei fondali, esiste tutta una alternanza di scanni e bassure estesamente colonizzate da *Z. marina* - in alternanza con *Cymodocea nodosa* - che si avvantaggia, con ogni probabilità, dei sedimenti misti sabbiosi limosi e della presenza di acque dolci in uscita. *Zostera marina* esibisce la massima eurialinità tra le specie analizzate tollerando salinità comprese tra il 5 per mille e l'acqua di mare; per questo motivo, paradossalmente, è in grado di spingersi verso la gronda e comunque in direzioni di flussi di acqua dolce più di quanto possa fare *Nanozostera noltii*.

La specie, nelle lagune di Venezia e Grado-Marano, partecipa a costituire estesi letti vegetati che si estendono da posizioni vivificate ad altre a medio confinamento, evitando aree soggette a stagnazione delle acque dal momen-



Foglie di *Zostera marina*

to che la gamma di temperatura favorevole per questa macrofita trova il limite superiore attorno ai 25-27°C.

Cymodocea nodosa, dotata di un robusto e fitto apparato radicale, si rinviene in prossimità delle bocche di porto e comunque dove la componente sabbiosa del sedimento è predominante e in condizioni di idrodinamismo medio ed elevato. Specie stenohalina, stenta a resistere in condizioni di elevata torbidità e se lungo le coste alto adriatiche raggiunge profondità anche di 10 metri nei ridossi istriani, non va invece oltre i 4 metri di profondità nelle aree delle bocche di porto lagunari, su qualche raro scanno deltizio e negli altri bacini adriatici come quelli pugliesi. *Cymodocea nodosa* è una specie di origine sub-tropicale, presenta un'elevatissima stagionalità, soprattutto nelle lagune alto adriatiche dove la temperatura del battente può andare sottozero in inverno e superare i 30°C in estate.

Nella stagione fredda, la macrofita presenta una strategia di conservazione dell'apparato radicale e dei fusti ipogei, dove sono immagazzinate le sostanze di riserva, che può prevedere la perdita dell'intero compartimento epigeo, cioè di tutte le foglie. Solo con il sensibile rialzo termico, solitamente a maggio, assistiamo ad una rapida ed intensa ripresa che dà vita, nello spazio di pochi giorni, a nuovi prati fittissimi di un verde brillante.

Nelle bocche di porto, sugli scanni costieri o comunque nelle lagune del Basso Adriatico, nei mesi invernali la macrofita conserva, anche se ridotto, l'apparato fogliare, comunque degradato e coperto da epifite.



Cymodocea nodosa



Invertebrati acquatici

DAVIDE TAGLIAPIETRA · ALESSANDRO MINELLI

39

Delta, estuari e lagune sono ecosistemi costieri di transizione caratterizzati da gradienti di molti importanti fattori ambientali, quali il ricambio idrico, la salinità, la struttura dei sedimenti, la torbidità ed il carico di nutrienti.

Il gradiente di transizione è generalmente orientato perpendicolarmente alla linea di costa, dal mare verso l'entroterra principalmente lungo l'asse dell'estuario, dei rami fluviali o delle loro estensioni nei bacini lagunari, dando origine ad un cambiamento progressivo da mare verso terra dell'habitat e di conseguenza delle comunità biologiche che abitano questi ambienti.



La foce dell'Idume presso Lecce (Puglia)

■ Il variare della biodiversità

A mano a mano che ci si addentra in un ecosistema di transizione si assiste alla progressiva riduzione del numero di specie: questo fenomeno si verifica sia procedendo dal mare verso terraferma sia procedendo dal fiume verso il mare, con un minimo di biodiversità nella zona d'incontro tra fiume e mare.

L'accumulo di sostanza organica in zone soggette a lento ricambio e lo scarso idrodinamismo giocano un ruolo chiave nella disponibilità di ossigeno che diviene un fattore fortemente limitante, aumentando la vulnerabilità della biocenosi. Nelle lagune mediterranee, dove l'apporto di acque continentali è molto ridotto e la salinità del mare non viene sensibilmente diluita, la riduzione del numero di specie lungo l'asse mare-terra è principalmente attribuita all'idrologia dei bacini ed alle proprietà del sedimento e solo in maniera secondaria alla salinità.

La marea è un forte acceleratore del ricambio e la sua natura ciclica genera modelli distributivi spazio-temporali caratteristici. I tempi di emersione e sommersione dettati dal regime mareale sono un altro importante fattore strutturante le comunità biologiche negli ambienti di transizione.

Conchiglie spiaggiate di *Cerastoderma*



Particolare della conchiglia del bivalve
Acanthocardia spinosa

La maggior parte delle specie che vivono negli ambienti di transizione è di origine marina, perciò il grado di connessione con il mare influisce molto sul reclutamento delle specie che richiedono una fase larvale di dispersione marina, con ripercussioni sulla biodiversità e sulla struttura delle comunità. È quindi lecito aspettarsi che spostandosi dal mare verso terraferma la progressiva divergenza delle condizioni ambientali da quelle marine sia tollerata progressivamente da un minor numero di specie. Per le specie di origine fluviale la situazione è speculare; scendendo verso la

foce vanno incontro ad un progressivo allontanamento dalle condizioni tipiche del fiume ed il numero delle specie tolleranti le nuove situazioni ambientali andrà via via riducendosi. La transizione dall'ambiente continentale a quello marino, in delta, estuari e lagune, combina questo doppio sfumare di biodiversità dal mare verso il fiume e dal fiume verso il mare.

■ Le zone e la loro fauna

Un metodo empirico di classificazione delle acque di transizione e costiere sulla base della salinità è stato proposto nel 1958 a seguito del Simposio di Venezia dell'IUCN, un evento nel quale i maggiori esperti internazionali si riunirono per giungere ad una classificazione condivisa. Vennero così riconosciute le seguenti zone, in base alla salinità: iperalina ≥ 40 ‰; eualina 40-30‰; mixoalina 30-0,5‰; limnetica $< 0,5$ ‰.

La maggior parte degli ambienti di transizione cade nell'ampia zona mixoalina che è stata così ulteriormente suddivisa: mixoeualina con salinità ≥ 30 ‰ ma inferiore al mare adiacente; (mixo-)polialina 30-18‰; (mixo-)mesoalina 18-5‰; (mixo-)oligoalina 5-0,5‰.

La zonazione basata sulla salinità è però molto variabile nel tempo e tiene in considerazione solo su uno dei fattori del gradiente di transizione. La zonazione fisiografica è invece basata sulle più evidenti caratteristiche morfologiche e strutturali dell'ambiente, è meno variabile nel tempo e può essere integrata, dove opportuno, dal "Sistema Venezia". Vediamo allora quale è la zonazione fisiografica di massima di un ambiente di transizione tipico come una laguna costiera.

Muovendoci dal mare verso il fiume, un bacino lagunare può essere suddiviso in tre grandi porzioni. La prima è la zona della bocca di porto nella quale

l'energia delle maree subisce un aumento dovuto al restringimento delle bocche stesse, qui troveremo, sia all'interno che all'esterno della bocca, sedimenti composti generalmente da sabbie o sabbie siltose che si allargano a ventaglio, a formare i cosiddetti delta di marea. I canali conducono quindi ad una seconda zona, il bacino centrale, generalmente poco profondo. È questa la zona dove sono minime le energie marine e fluviali e si verifica un'abbondante sedimentazione di sedimenti fini. Essendo la parte più estesa, il bacino centrale non è omogeneo e progredisce verso bassofondali più interni caratterizzata dalla presenza di barene lungo i bordi dei canali. Sarà la partita giocata tra l'energia delle maree, l'energia dei fiumi e l'idrodinamica in generale a decidere quanto le barene si approssimeranno al mare, riducendo gli spazi acquei aperti del bacino centrale.

Paludi e barene si susseguono verso il margine lagunare sino alla terza grande zona costituita dalla foce lagunare del fiume, caratterizzata da barene dapprima mesoaline e quindi oligoaline dominate dal canneto, alle quali si sostituiscono ambienti progressivamente meno salati, fino a raggiungere l'ambiente fluviale vero e proprio. È utile ricordare come in quasi tutte le lagune italiane gli interventi di bonifica abbiano ampiamente ridotto la zona della foce lagunare e delle paludi oligoaline.

Nei delta dominati dalle maree l'energia fluviale è tale che il bacino centrale scompare e con esso la sua capacità di intrappolare i sedimenti fini che sono depositati oltre la linea di foce.



La Laguna di Venezia

Il granchio comune o granchio verde (*Carcinus aestuarii* (= *C. mediterraneus*)) è un crostaceo decapode caratteristico degli ambienti di transizione e costieri del Mediterraneo e del Mar Nero. Lo *status* di specie è tuttavia in discussione, in quanto per alcuni autori si tratterebbe di una semplice sottospecie di *Carcinus maenas*, la forma affine e vicariante (che occupa cioè la stessa nicchia ecologica) presente lungo le sponde atlantiche europee.

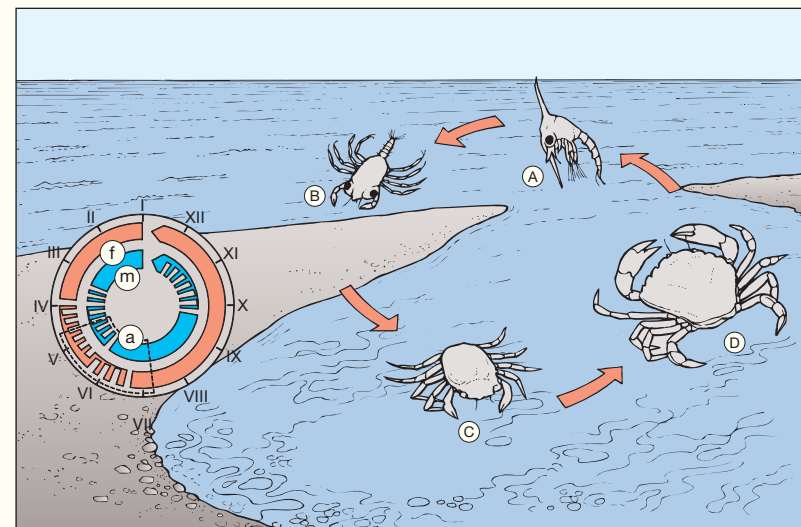
La specie mostra un notevole adattamento all'elevata variabilità spaziale e temporale delle condizioni ambientali in lagune, estuari e delta, tollerando ad esempio valori di salinità superiori a quella marina o molto bassi, fino a condizioni oligoaline, e temperature comprese tra valori prossimi allo zero e 30°C circa. L'ampia valenza ecologica della specie ha un riscontro anche nelle abitudini alimentari onnivore, per quanto

prevalga un comportamento predatore e spazzino. Quando è presente con elevate densità, il granchio comune è in grado di regolare le abbondanze delle specie predate (bivalvi, policheti ed altri invertebrati), influenzando significativamente sulla struttura della comunità. A sua volta costituisce un'importante risorsa alimentare per uccelli limicoli e specie ittiche estuarine e marine come anguille, gobidi e branzini.

Come tutti gli Artropodi, il granchio deve compiere nel corso della propria vita numerose mute che consentono la crescita tramite la sostituzione dell'esoscheletro ormai troppo piccolo. Questo processo può essere suddiviso in quattro fasi: la pre-muta, la muta vera e propria, che dura solo poche ore, la post-muta ed infine l'inter-muta, fase di "riposo" e preparazione al ciclo successivo. In genere i maschi (m) adulti mutano in primavera ed in autunno, mentre le fem-



Carcinus aestuarii



Ciclo del granchio e, a sinistra, lo schema relativo alla muta (in tratteggio i periodi della muta, in tratto continuo quelli dell'intermuta (per le abbreviazioni si veda il testo))

mine (f) presentano solo la prima muta, ritardata rispetto al maschio. Durante quest'ultima fase avviene l'accoppiamento (a). Le femmine ovigere compaiono in un periodo variabile tra autunno ed inverno a seconda della località. Presso numerosi estuari e lagune mediterranee si segnala una migrazione invernale delle femmine verso il mare, dove di frequente ha luogo la schiusa delle uova. Segue una fase larvale planctonica, in cui si succedono gli stadi di protozoa, zoea (A) e megalopa (B). Al termine di quest'ultima fase la larva, raggiunto nuovamente l'ambiente estuarino o lagunare, si insedia quale organismo bentonico, in preferenza entro habitat protetti come le praterie di fanerogame, dove troverà riparo durante la fase giovanile (C). Da questo momento si susseguono diverse mute l'anno, con sempre minor frequenza, che si stabilizzeranno alla maturità sessuale (D).

Lo sfruttamento del granchio come risorsa alieutica assume rilevanza solo nell'area alto-adriatica, dove sussiste una forma tradizionale di pesca, principalmente a Burano e Chioggia, di elevato interesse etnologico ed economico. Il bersaglio di tale attività è il granchio in muta, denominato "*moléca*", subito estratto dall'acqua per impedire la ricalcificazione dell'esoscheletro. La conoscenza del ciclo vitale è di estrema importanza nel processo di selezione, ed i pescatori "*molecant*" hanno elaborato un sistema accurato di denominazioni per le varie fasi: *gransio bon*, individuo che deve ancora mutare; *gransio mato* o *duro*, che non muterà più nella stagione di pesca; *spiantano*, prossimo alla muta; *capelùo*, nel momento di distacco della corazza; *mastruzzo* o *struzzo*, poche ore dopo la muta. Anche la femmina con gli ovari maturi (*masanéta*), raccolta in autunno, è considerata di pregio ed immessa nel mercato.



Nassarius mutabilis

■ Il popolamento bentonico

In analogia al susseguirsi dei diversi tipi di fondale, che da sabbiosi diventano progressivamente limo-sabbiosi, limosi e quindi argillosi, i popolamenti di macroinvertebrati bentonici evolvono dalle comunità classicamente attribuite alle biocenosi delle sabbie fini ben classate dei delta mareali, alle biocenosi delle sabbie fini superficiali e alle biocenosi delle sabbie fangose degli ambienti riparati delle aree più aperte del bacino centrale, fino alle

biocenosi lagunare eurialina ed euriterma delle parti più interne.

Partiamo quindi da un'immaginaria bocca di porto, la zona dei delta mareali, prima sul lato a mare e quindi sul lato interno.

Nella zona antistante le bocche troviamo specie legate a substrati con alto contenuto in sabbia e ad acque mosse. Alcune specie di bivalvi qui presenti ci sono ben note per la loro ricorrenza sui mercati ittici, come la vongola (*Chamelea gallina*) e il canalicchio o capa longa (*Ensis minor*), la cui forma a rasoio ne permette il subitaneo infossamento in caso di pericolo. Frequenti sono anche alcune veneridi come *Tellina pulchella*, *T. nitida*, *T. fabula*, *Donax semistriatus* e *D. trunculus*.

I frequentatori delle spiagge hanno sicuramente familiarità con *Acanthocardia tuberculata* e *A. echinata*, bivalvi dalla bella conchiglia a forma di cuore se osservata da sopra, la cui superficie è caratterizzata da costole radiali longitudinali ricche di tubercoli più o meno pronunciati (che ne hanno suggerito i nomi) e segnata da profondi solchi intercostali. A tutti questi elementi si accompagnano il minuscolo *Lentidium mediterraneum*, di cui spesso, a bassa marea, rimangono intrappolati fra le secche milioni di esemplari, presto destinati ad arricchire il fine detrito conchigliare sulla riva, la bianca *Spisula subtruncata* e la più grossa *Macra stultorum*.

È facile riconoscere anche alcuni gasteropodi come il murice (*Bolinus brandaris*), assieme al cugino *Hexaplex trunculus*, entrambi attivi predatori di bivalvi e le cui ovature, dall'aspetto simile a bianche spugne, si trovano spesso spiaggiate lungo gli arenili e *Nassarius mutabilis*, globosa chiocciolina che agisce un po' da spazzino nutrendosi prevalentemente di animali morti.

Alcune famiglie di molluschi destano particolare interesse in quanto le specie che vi appartengono si susseguono in maniera caratteristica lungo il gradiente di transizione; è questo il caso dei bivalvi veneridi, tra i quali soprattutto

Chamelea gallina, e dei gasteropodi nassariidi, rappresentati in questa zona da *Nassarius mutabilis*.

Tra i policheti citiamo *Owenia fusiformis*, verme filtratore tubicolo, che vive nel sedimento in un tubo formato cementando granelli di sabbia, e *Arenicola marina*, responsabile della costruzione dei monticelli di sabbia dall'aspetto di grossi spaghetti che si notano durante la bassa marea sui fondali sabbioso-limosi. Questo animale è molto apprezzato come esca e può tollerare anche notevoli diminuzioni di salinità. Altro polichete interessante è *Sabellaria spinulosa*, le cui colonie cominciano negli ultimi anni a ricoprire i substrati duri con un compatto strato di tubi costruiti con sabbia cementata dall'aspetto complessivo di un alveare. Essendo dei biocostruttori, questi policheti sono importanti come creatori di barriere che divengono presto un substrato per altri organismi.

Tra i crostacei troviamo alcune specie di granchi portunidi con discrete abilità natatorie appartenenti genere *Liocarcinus*, come il granchio di sabbia (*Liocarcinus vernalis*). Sotto costa fa la sua comparsa il granchio che potremmo definire il re delle lagune, *Carcinus aestuarii*, al quale è dedicata una scheda. Tra gli anfratti di frangiflutti e moli foranei si nasconde quello che forse è il più robusto dei granchi mediterranei, il favollo (*Eriphia spinifrons*), accompagnato nella zona mediolittorale dal velocissimo granchio ballerino (*Pachygrapsus marmoratus*).

Tra gli echinodermi riconosciamo *Echinocardium cordatum* e *Schizaster canaliciferus*, due ricci di mare a forma di cuore che vivono infossati nei sedimenti,



Granchio di sabbia (*Liocarcinus vernalis*)



Echinocardium cordatum

mentre sui substrati rocciosi troviamo *Paracentrotus lividus*, il classico riccio di mare che provoca tanti dolori agli incauti bagnanti che scendono lungo le massicciate artificiali con cui sono spesso costruiti i moli.

L'isopode *Tylos latreillei* trascorre le ore del giorno infossato nella sabbia asciutta, in genere lontano dalla battigia, e al tramonto esce all'aperto per recarsi sulla spiaggia bagnata, dove si nutre a spese di materiali organici diversi: animali marini spiaggiati, alghe, etc. Prima dell'alba è già nuovamente

a riposo, nella sabbia asciutta. A proposito di questa specie, è degna di nota l'imponente migrazione osservata la sera del 10 agosto 1968 sulla spiaggia di Volano da Antonio Giordani Soika, attento ed instancabile studioso della storia naturale delle lagune venete e del Delta padano. Milioni di individui, che formavano una colonna quasi compatta larga una dozzina di metri, camminavano lungo la riva, sulla sabbia umida, diretti verso sud.

Molte di queste specie entrano in laguna e s'insediano nella zona interna del delta di marea. Qui il canalicchio tabacchina (*Solen marginatus*) sostituisce *Ensis minor*, mentre riduce la sua presenza *Chamelea gallina*, affiancata da altri veneridi come *Dosinia lupinus* e *Paphia aurea*. La vongola filippina (*Tapes philippinarum*) inizia qui la sua presenza che sarà massima nella zona successiva. Questa specie, introdotta in Alto Adriatico negli ultimi vent'anni, ha le caratteristiche tipiche delle specie invasive, quali un alto tasso di riproduzione e un'ampia tolleranza per fattori ambientali estuarini e lagunari, sia per i sistemi altamente impattanti con cui viene raccolta. A fianco della vongola filippina è ormai consolidata, in questi ambienti, la presenza di altre specie esotiche introdotte, in particolare il bivalve *Scapharca inaequivalvis* e il gasteropode *Rapana venosa*. La diffusione della *Scapharca* è abbastanza facile da spiegare, trattandosi di specie resistente all'anossia, in quanto può contare sull'emoglobina come pigmento respiratorio. Causa di problemi è la presenza del grosso gasteropode *Rapana venosa*, di origine indopacifica: è, infatti, una specie predatrice, che pascola sugli insediamenti di mitili e ostriche. Le sue carni sono eduli, ma poco apprezzate.

I diffusissimi mitili (*Mytilus galloprovincialis*) trovano in questa zona il loro massimo lagunare. Qui venivano infatti posizionati gli allevamenti, prima di essere spostati di qualche miglio fuori costa, dove l'apporto di acque salmastre stimola la crescita del fitoplancton e dove le condizioni ambientali nei



Mitilo (*Mytilus galloprovincialis*)

periodi critici estivi ed invernali sono più stabili, garantendo un periodo di crescita più prolungato.

Declina l'abbondanza di *Nassarius mutabilis*, sostituito da altri nassariidi quali *Nassarius corniculus*, *N. nitidus* e, in minor misura, *Cyclope neritea*. I nassariidi passano il loro tempo infossati nel sedimento, lasciando sporgere il solo sifone con il quale sondano l'acqua, in attesa di percepire l'odore degli animali morti o feriti di cui si nutrono. Il loro olfatto è particolarmente sviluppato; possiedono all'interno del sifone un sensore chimico che permette loro di localizzare con precisione odori che provengono da distanze di decine di metri.

La zona adiacente alle bocche di porto ospita spesso rigogliose praterie di fanerogame marine, con prevalenza di *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina*. L'ambiente è ricco di specie in quanto vede associati gli organismi che traggono beneficio dai sedimenti ricchi in sostanza organica che si accumulano alla loro base agli organismi che scelgono le fronde come habitat. Tra i primi troviamo in abbondanza sia oligocheti sia policheti sedentari, come il capitellide *Notomastus latericeus*, tubicolo nelle fasi giovanili mentre da adulto vive in gallerie nel sedimento.

Tra gli invertebrati che popolano le fronde troviamo isopodi come *Idotea baltica*, che assomigliano a piccoli frammenti di foglia. Li si vede talvolta "navigare" aggrappati proprio a pezzi di foglia che usano come natante, spinti dal battito dei loro pleopodi a forma di paletta. Frequenti sono pure i tanaidacei come *Apseudes latreillei*, che vivono in piccoli tubi sulla superficie delle fanerogame



Palaemon elegans

e che distinguono facilmente dagli isopodi per avere il primo paio di zampe dotato di chele. Tra le fronde vive un grande numero di anfipodi, come il gammaride *Gammarus aequicauda* e graziosi gamberetti come *Palaemon elegans*, dalle esili zampe anellate di giallo e azzurro, e *Palaemon adspersus*, che piluccano qualsiasi particella riescano a raccogliere. Tra i brucatori del film microalgale che cresce sulle lamine fogliari troviamo varie specie di gasteropodi, tra cui particolarmente diffuse sono le *Gibbula*, per esempio *G. adriatica*, ed i piccoli gasteropodi ceritiidi *Bittium reticulatum* e *B. scabrum*.

In questo ambiente ricco di vegetazione sommersa fanno la loro comparsa anche *Asterina gibbosa*, graziosa stella marina di un paio di centimetri di diametro, e il piccolo ed affascinante antozoo *Anemonia viridis*, del quale conosce le fastidiose urticature chiunque si sia avventurato nelle praterie sottomarine senza adeguata protezione.

Nell'ambiente di prateria delle zone più prossime alle bocche è presente anche *Pinna nobilis*, un bel bivalve di grandi dimensioni - inserito nell'allegato IV della Direttiva Habitat - dalla forma appunto, pinnata, il cui ventaglio si erge anche per una trentina di centimetri dal fondale ed il cui bisso veniva filato e tessuto in alcune località italiane (famosa era Isola di Sant'Antioco in Sardegna). Vi si accompagnano il canestrello scuro (*Chlamys varia*) e il lucinide *Loripes lacteus*. Quest'ultimo è un bivalve particolare, in quanto ospita nelle branchie dei batteri simbiotici che fissano l'anidride carbonica presente nell'acqua, usando l'energia ricavata dall'ossidazione dei solfuri, abbondanti nei sedimen-



Pinna nobilis

Il legno, tra i substrati rigidi disponibili alle comunità bentoniche, presenta la doppia funzione di supporto a popolamenti incrostanti e di risorsa trofica per alcuni organismi, principalmente batteri, funghi ed invertebrati xilofagi ("divoratori del legno").

L'azione di batteri e funghi è molto lenta, per cui gran parte del degrado macroscopico del legno è opera degli invertebrati.

Questi comprendono sia molluschi bivalvi appartenenti alla famiglia delle teredini, tra cui le più diffuse sono *Bankia carinata*, *Lyrodus pedicellatus*, *Nototeredo norvegica* e *Teredo navalis*, che scavano ampie gallerie, larghe anche quanto un dito, sia crostacei, gli isopodi *Limnoria lignorum* e *Limnoria tripunctata* e l'anfipode *Chelura terebrans*, responsabili di una più fitta trama di cunicoli.

La storia evolutiva di tali organismi si è svolta in gran parte all'interno di ambienti quali lagune, estuari e delta, dove massiccia è la presenza del legno a contatto con l'acqua. Attualmente negli ambienti fortemente antropizzati la maggior parte del legno presente è posto in opera dall'uomo, ed il suo degrado provoca costi elevati.

Le teredini hanno corpo vermiforme alla cui estremità anteriore si trova la piccola conchiglia, che i processi evolutivi hanno trasformato da protezione dell'animale a strumento di scavo, rendendola simile alla testa di una fresa che il mollusco fa ruotare con movimenti del robusto piede.

La colonizzazione da parte di questi organismi avviene per insediamento delle larve planctoniche e successiva propagazione all'interno del legno, lun-

go tutto il tratto immerso. Le dinamiche di dispersione della singola specie sono condizionate dalla durata della fase larvale, che si prolunga per due o tre settimane in *T. navalis*, ma dura solo poche ore in *L. pedicellatus*. La galleria, rivestita internamente di uno strato calcareo, ha dimensioni quasi impercettibili nel primo tratto ma aumenta notevolmente in diametro e lunghezza con la crescita dell'organismo. Il legno viene sminuzzato e parzialmente sfruttato come risorsa alimentare tramite una digestione coadiuvata da batteri simbiotici.

Salinità e temperatura sono i principali fattori ambientali che ne determinano la distribuzione spaziale. *T. navalis*, eurialina (tolleranza salinità del 10 ‰), è la specie maggiormente adattata ad ambienti estuarini. *Lyrodus pedicellatus* trova il

suo *optimum* in condizioni meno dissalate, mentre le altre specie necessitano acque più schiettamente marine.

Anche i crostacei xilofagi sono ampiamente distribuiti in estuari, delta e lagune. Pur mancando una forma larvale planctonica, la diffusione è comunque garantita dalle correnti che trasportano gli individui verso nuovi siti.

L'attacco del legno da parte di tali organismi è ristretto alla fascia mediolitorale e, in sinergia con il moto ondoso, causa il distacco degli strati più esterni, determinando nei pali fortemente degradati una tipica conformazione a "clessidra" all'altezza del medio mare.

Malgrado il sistema delle gallerie sia spesso decisamente instabile, esso rappresenta un nuovo habitat colonizzato da numerose altre specie di invertebrati.



La teredine *Lyrodus pedicellatus*



L'effetto "clessidra" causato dall'attività di organismi xilofagi



Upogebia pusilla

ti ridotti presenti alla base delle fanerogame, e trasferiscono poi ai bivalvi parte dei composti organici ottenuti dalla fissazione dell'anidride carbonica.

Il bacino centrale si può dividere a sua volta in due grandi fasce. La prima, più esterna, a valle verso il mare, è caratterizzata da un susseguirsi di facies della classica biocenosi delle sabbie fangose degli ambienti riparati e la seconda, più interna, a monte verso il fiume e la terraferma, caratterizzata da alcune facies della biocenosi lagunare euriali-

na ed euriterma. Nella fascia esterna del bacino centrale i bivalvi veneridi caratteristici sono *Paphia aurea* e le arselles (*Tapes decussatus*). Fortissima, come si è detto, è la presenza, se non l'assoluta dominanza, di *Tapes philippinarum*. Altre specie di bivalvi caratteristiche di questa zona sono *Corbula gibba*, *Gastrana fragilis* e *Loripes lacteus*.

La ricchezza del fitoplancton e l'abbondanza di particelle organiche in sospensione spiega la diffusione di altri efficienti filtratori come *Mytilaster minimus* e l'ostrica *Crassostrea gigas*. Quest'ultima specie è diffusissima in questa fascia e nella fascia più interna; anch'essa introdotta nelle lagune e negli estuari italiani attorno alla metà del secolo scorso, si è rapidamente diffusa, creando in alcuni siti vere e proprie scogliere in miniatura che rappresentano un habitat di substrato duro particolarmente importante per la promozione della biodiversità in ambienti caratterizzati altrimenti da substrati fangosi.

Sui fondali abbondano i gasteropodi *Nassarius reticulatus* e *Cyclope neritea*, accanto a numerosi esemplari di *Cerithium vulgatum* e *C. alucaster* dalla conchiglia allungata che può raggiungere gli otto centimetri. *Bittium* e *Gibbula* sono diffusi anche in questa fascia, sui fondali coperti da macrofite.

Tra i policheti erranti, si rileva la presenza di predatori di considerevoli dimensioni, dell'ordine di alcune decine di centimetri, quali *Nephtys hombergi*, *Marphysa* e *Glycera*.

In questa fascia la presenza di policheti nereidi come *Alitta* (= *Neanthes*) *succinea*, i saltarelli *Perinereis cultrifera*, *P. rullieri* e la tremolina *Hediste diversicolor* inizia ad essere importante anche se il suo apice sarà nella zona seguente. Gli apparati boccali di questi policheti sono, fatti i debiti rapporti di scala, impressionanti e terribili; tra i predatori gli eunicidi come *Marphysa* possiedono parecchie paia di mandibole di varia forma mentre *Glycera* possiede una caratteristica faringe estroflettibile dotata di quattro mandibole ad uncino. Pur non essen-

do definibili solamente come predatori, i nereidi possiedono due poderose mandibole falciformi e seghettate, accompagnate da una serie di dentelli conici. Tra i policheti sedentari troviamo alcuni tubicoli quali *Amage adspersa* e i maldanidi, detti vermi bambù per la particolare struttura segmentata del loro corpo, che assomiglia appunto ad una canna di bambù.

I cirratulidi del genere *Cirriformia* sono policheti sedentari di colore arancione-rossastro, dotati nella parte anteriore di un manicotto di lunghi filamenti simili a

tentacoli che dona loro l'aspetto di una medusa. Vivono infossati appena sotto la superficie del sedimento dal quale emergono i filamenti tentacolari con i quali catturano e portano alla bocca le particelle organiche di cui si nutrono.

L'elevata eutrofizzazione delle lagune, degli estuari e dei delta, soprattutto nel bacino centrale, spiega anche l'abbondanza, tra i policheti, di specie tipiche degli ambienti ad alto carico organico, come *Capitella capitata*, *Heteromastus filiformis* e *Polydora* spp.

I policheti del genere *Polydora* non sono presenti solo nelle aree ricche di sostanza organica. Mangiando un'ostrica od osservandone la parte interna delle valve capita facilmente di notare delle vescicole nerastre coperte da un sottile strato di madreperla e contenenti fango: sono le tane di *Polydora cornuta* (= *P. ligni*) e *P. ciliata*. Questo polichete possiede infatti la capacità di perforare il guscio delle ostriche, aiutandosi con setole specializzate e, probabilmente, con secrezioni acide, fino a penetrare sino alla cavità interna. Avvertendo un corpo estraneo, il mantello dell'ostrica secerne attorno al foro del polichete uno strato di madreperla con la quale forma una camera entro la quale il verme alla fine vive.

Lungo i bordi dei canali si notano numerosi fori larghi quanto un dito; sono le aperture di ventilazione delle tane di un particolare crostaceo, *Upogebia pusilla*, nota ai pescatori come esca pregiata. Questo decapode talassinide di colore verde-beige chiaro, vagamente somigliante ad uno scampo, raggiunge una lunghezza di una decina di centimetri e vive in gallerie a forma di Y che si spingono nel fondale fino alla profondità di una cinquantina di centimetri.

I gusci dei gasteropodi, soprattutto di *Nassarius nitidus*, di *Cyclope neritea* e di *Cerithium* sono spesso abitati dal paguro *Diogenes pugilator* che è molto abbondante in quest'ambito lagunare, soprattutto lungo i bordi dei più larghi ghebi tra le barene e in prossimità delle praterie di fanerogame.



Il paguro *Diogenes pugilator*



Cereus pedunculatus

Antozoo caratteristico di questa fascia è *Cereus pedunculatus*, che si attacca con il disco basale ai gusci di conchiglie che giacciono appena al di sotto della superficie del sedimento, dal quale sporge con la corona di tentacoli del disco orale.

Nelle aree più vivificate sono presenti alcuni echinodermi come le oloturie *Trachythyone tergestina* e *T. elongata*, piccoli cetrioli di mare lunghi pochi centimetri, e la stella di mare *Asterina gibbosa* nelle praterie di fanerogame.

Sui substrati duri come le rive dei canali costruite in mattoni, pietra o cemento, i pali e le briccole (gruppi di pali che delimitano i canali navigabili) si possono incontrare molti crostacei tra cui gli anfipodi *Corophium acherusicum*, *C. acutum*, *C. sextonae*, *Stenothoe tergestina* e *Jassa marmorata* ed il cirripede *Balanus amphitrite*, il dente di cane riconoscibile per le sue striature verticali violacee su fondo bianco.

Entriamo ora nella fascia più interna del bacino centrale, una zona ad alta sedimentazione che si distingue per la consistente presenza di barene, i fondali sono limo-argillosi e le acque spesso dissalate. Tutti gli abitanti di questa fascia sopportano generalmente bene sia la diluizione delle acque marine e la diminuzione di salinità che ne consegue, sia acque relativamente stagnanti.

I bivalvi che caratterizzano questa zona sono *Cerastoderma glaucum*, *Abra segmentum* (= *A. ovata*) e, nelle zone più dissalate caratterizzate anche da risorgenze di acqua di falda, *Scrobicularia plana*. *Cerastoderma glaucum* è

DIALETTO VENETO	ITALIANO	BINOMIO LATINO
BIVALVI bevarassa, biberazza, pevarassa canestrello scuro capa longa capa regina capa tonda, capa margarotta capparòzzolo capparòzzolo col scorzo fin capparòzzolo, còncolo peòcio pissotto, longòn tabacchina	vongola pettine vario cannicchio cuore cuore di laguna vongola filippina locca peperina, locca di fango vongola verace mitilo, cozza vongola gialla cannicchio	<i>Chamaelea gallina</i> <i>Chlamys varia</i> <i>Ensis minor</i> <i>Acanthocardia tuberculata</i> , <i>A. echinata</i> <i>Cerastoderma glaucum</i> <i>Tapes philippinarum</i> <i>Scrobicularia plana</i> <i>Tapes decussatus</i> <i>Mytilus galloprovincialis</i> <i>Paphia aurea</i> <i>Solen marginatus</i>
GASTEROPODI bombolin garùsolo	bombolino murice	<i>Nassarius mutabilis</i> <i>Bolinus brandaris</i>
ANELLIDI tremolina	tremolina	<i>Hediste diversicolor</i>
CROSTACEI corbòla corbòla salvadega grancella gransio poro rosegapali	granchio di sabbia favollo, graciporo granchio ballerino	<i>Upogebia pusilla</i> <i>Callinassa tyrrenha</i> <i>Liocarcinus vernalis</i> <i>Eriphia spinifrons</i> <i>Pachygrapsus marmoratus</i>

Nomi veneti, italiani e scientifici di alcuni caratteristici invertebrati del bentos lagunare citati nel testo



Nassarius sp.

molto abbondante in questa fascia; la forma tondeggiante, leggermente a cuore, non gli consente di spingersi molto in profondità nel substrato, dal quale spesso sporge divenendo facile preda dei granchi.

Scrobicularia plana è un bivalve di oltre cinque centimetri di lunghezza, di colore biancastro e con una forma appiattita che ne facilita l'infossamento nei sedimenti fangosi. I lunghi sifoni spazzano la superficie del sedimento, producendo tracce stellate attorno ai fori da cui sporgono. *Abra segmentum*

ricorda *Scrobicularia* per la forma appiattita e per i lunghi sifoni, ma è molto più piccola avendo una lunghezza di circa un centimetro. Anche questo bivalve alterna una dieta da detritivoro alla filtrazione dell'acqua e può essere rinvenuto in dense popolazioni, soggette peraltro ad ampie fluttuazioni numeriche.

È in questa fascia che *Nassarius nitidus* cede progressivamente il passo a *Cyclope neritea*. Più che la generale tolleranza ai fattori ambientali, è probabile che siano le modalità riproduttive a determinare la distribuzione di questi due nassariidi. *Nassarius nitidus* depone, preferibilmente sulle foglie delle fanerogame, file di capsule a forma di ogiva contenenti un centinaio di uova; da queste nascono larve che, prima di insediarsi, trascorrono poco meno di un mese come forme planctoniche trasportate dalle correnti. *Cyclope neritea*, invece, non ha stadio dispersivo larvale; essa depone, su substrati duri come gusci di conchiglie, uova singole dalle quali escono degli adulti in miniatura che possono da subito confrontarsi con un ambiente meno stabile.

Un polichete sedentario tipico di questa zona è lo spionide *Streblospio shrubsolei*. Questo piccolo anellide di circa mezzo centimetro di lunghezza ama gli ambienti prossimi agli estuari, il suo tasso di crescita è molto alto e le sue colonie sono numerosissime, cosicché rappresenta una buona sorgente di cibo per gli avannotti di molte specie di pesci.

Alle specie ricordate si associano altri policheti, come *Alitta succinea* e il predatore *Nephtys hombergii*. Particolarmente interessante è il comportamento del nereide *Alitta succinea*, che trascorre la maggior parte della sua esistenza nei fondali, ma li abbandona, durante la notte, nel momento in cui raggiunge la maturità sessuale. I gameti di questo verme, pertanto, vengono liberati dell'acqua in prossimità della superficie e questo spiega la ragione per cui in certi momenti dell'anno, verso mezzanotte, si possono contare anche 4-5000 uova di *Alitta* per litro d'acqua.

Tra gli anfipodi sono comuni *Microdeutopus gryllotalpa* che si nutre di frammenti di alghe, la detritivora *Melita palmata* ed il filtratore *Erichthonius punctatus*. I substrati duri di questa fascia sono incrostati dai balani (*Balanus eburneus* e *B. improvisus*), che si spingono, spesso in gran numero, fino alla zona seguente.

La nostra curiosità sarà senz'altro attratta da monticelli di fango che si innalzano dal fondale dei chiari tra le barene; questi segnalano il foro d'uscita delle complesse gallerie di un altro crostaceo talassinide, *Callianassa tyrrhena*, che si estendono anche per oltre mezzo metro sotto la superficie del sedimento. Gli autori anglosassoni chiamano questo crostaceo *ghost shrimp*, cioè gambero fantasma, a causa del suo aspetto bianco traslucido, che in effetti suggerisce l'idea del fantasma di un gambero o di uno scampo. Altra caratteristica della specie è il grande sviluppo di uno dei due chelipedi, usato per scavare le gallerie.

Non possiamo trascurare due comunissimi gasteropodi anfibi, *Truncatella subcylindrica* e *Myosotella myosotis*, immancabili nelle barene. Di questo piccolo mondo che vive al confine tra l'acqua e la terra vanno ricordati, infine, gli anfipodi dell'arenile, appartenenti ai generi *Talitrus*, *Talorchestia* ed *Orchestia*: sono animaletti di origine marina, assai vivaci nei loro movimenti scattanti, a salti, con cui si muovono sulla sabbia umida o tra i detriti spiaggiati in cui trovano il loro nutrimento.

Ci avviciniamo così alla zona dell'estuario, dove l'apporto fluviale abbatte fortemente la salinità delle acque ed arricchisce i sedimenti di sostanza organica.



Un anfipode del genere *Talitrus*

Tubicoli del polichete *Ficopomatus enigmaticus*

il polichete errante *Hediste diversicolor*, molto noto come esca, trova l'ambiente più favorevole. Pur essendo molto resistente, ha bisogno di una certa quantità di ossigeno per cui lo si ritrova spesso nella zona intermareale.

Questo polichete è semelparo ossia si riproduce una sola volta nella vita, che dura al massimo qualche anno. L'emissione dei gameti avviene in maniera pressoché sincrona per l'intera popolazione. Uova e spermatozoi si liberano attraverso una lacerazione della parete del corpo, quasi sempre in prossimità del capo. Non tutti gli animali della stessa età si riproducono però lo stesso anno, alcuni ritardatari maturano l'anno successivo, costituendo così una riserva preziosa nel caso che eventi imprevedibili compromettano il successo riproduttivo dei fratelli.

Sui substrati duri troviamo briozoi victorellidi, l'idrozoa *Cordylophora caspia* e il polichete tubicolo *Ficopomatus enigmaticus*, specie introdotta, capace di creare barriere di notevoli dimensioni.

Gli anfipodi *Gammarus aequicauda*, *Leptocheirus pilosus* ed il tanaidaceo *Heterotanais oerstedii* formano nei primi tatti di questo settore popolazioni importanti, ma si rinvencono anche in altre zone del bacino centrale, a causa della loro ampia tolleranza ai fattori ambientali.

I bassofondali particolarmente ricchi di sostanza organica, nei quali l'ossigeno disponibile è molto scarso, sono abitati da policheti capitellidi, tra i quali *Capitella capitata* e *Heteromastus filiformis*. Tale è l'affinità di *Capitella* per questo tipo di sedimenti che le sue larve paiono attratte dall'idrogeno solforato che da questi scaturisce. Accanto a *Capitella* si rinvencono spesso, piccolissimi esilissimi ed abbondantissimi gli appartenenti ad alcune specie di oligocheti tubificidi. Capitellidi e oligocheti, peraltro, sono abbondanti anche in ambienti ricchi di sostanza organica e non dissalati, come nei depositi che si formano alla base delle fanerogame marine.

Sui bassi fondali *Cerastoderma* lascia il passo a *Scrobicularia*, mentre i piccolissimi gasteropodi del genere *Hydrobia* accompagnano i crostacei anfipodi *Corophium orientale* e *C. insidiosum* nei chiari tra le barene.

Corophium è una sorta di caterpillar in miniatura; lungo uno o due centimetri, possiede due robustissime antenne lunghe circa la metà del corpo che assomigliano ai bracci di un escavatore meccanico, con le quali smuove il sedimento raggranellando il particolare di cui si nutre. È in questa zona che

■ Il popolamento planctonico

Il mesozooplancton (animali planctonici compresi tra 0,2 e 2 mm) svolge un ruolo molto importante come fonte di alimento per larve di pesci ed altri animali filtratori. Le sue variazioni stagionali nelle densità planctoniche seguono quelle del fitoplancton con un leggero ritardo, i massimi di abbondanza si riscontrano tra la fine della primavera e l'estate. È nota l'importanza del plancton per tutti gli organismi filtratori del benthos, ma in genere i naturalisti meno esperti sottovalutano il ruolo che il plancton ha nella dieta dei vertebrati.

Una tangibile riprova se ne può avere da un esame del contenuto stomacale dei più comuni pesci che vivono negli stessi bacini. È stato ben documentato il regime alimentare planctofago dei giovani di cinque specie di pesci di importanza commerciale, come il branzino (*Dicentrarchus labrax*), l'orata (*Sparus auratus*) e tre specie di cefali, il muggine calamita (*Liza ramada*), il muggine musino (*L. saliens*) ed il muggine dorato (*L. aurata*). I giovani di tutte queste specie, fino ad una lunghezza di cinque centimetri, hanno regime alimentare planctofago, le loro prede preferite sono calanoidi, larve di policheti e naupli di cirripedi. Anche i latterini o acquadelle o anguelle (*Atherina boyeri*) sono attivi consumatori di plancton. Gli individui di taglia piccola si nutrono soprattutto della frazione più minuta dello zooplancton, costituita dagli stadi larvali più precoci (naupli) di crostacei copepodi e cirripedi, nonché da larve di policheti e di molluschi. Successivamente, all'aumentare dell'età i pesciolini rivolgono la loro attenzione soprattutto alle componenti del plancton di maggiori dimensioni quali i crostacei misidacei e larve di decapodi, oltre che ad organismi bentonici, soprattutto piccoli policheti ed anfipodi.

In prossimità della bocca verso il mare, dove le fluttuazioni in salinità sono più pronunciate, la biocenosi è ricca in specie, con cladoceri, copepodi ciclopidi e arpaticoidi neritici (per esempio *Oithona* spp., *Oncaea* spp., *Euterpina acutifrons*) e tunicati (appendicolarie).

Nelle lagune, lo zooplancton è principalmente marino (neritico, cioè di mare aperto) in prossimità delle bocche di porto e nella fascia più esterna del bacino centrale, ma nella fascia interna del bacino centrale comprende altresì una componente autoctona, costituita cioè da organismi che nelle acque salmastre possono compiere tutto il loro ciclo vitale, e anche forme di origine dulcia-

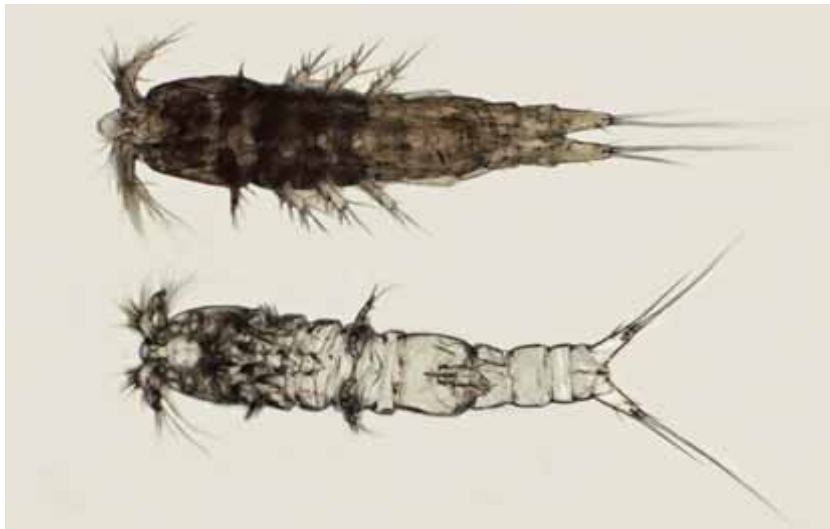
L'arpaticoida *Euterpina acutifrons*

quicola. Componente importante del meroplancton sono le larve di varie specie di anellidi policheti, molluschi gasteropodi e bivalvi e crostacei cirripedi e decapodi.

All'interno della componente marina del plancton, l'importante gruppo dei copepodi è rappresentato da parecchie specie: tra i calanoidi, tipici del plancton neritico, troviamo *Acartia clausi* e *Paracalanus parvus*; tra i ciclopoidi, *Oithona nana*, *O. similis*, *O. plumifera*, tra i pecilostomatoidi *Oncaea* sp., *Corycaeus* sp. e tra gli arpattoicoidi, infine, *Euterpina acutifrons* e *Microsetella norvegica*. Tra i cladoceri, più abbondanti nei mesi estivi, le specie più frequenti sono *Podon polyphemoides* e *Penilia aviostis*. Altri gruppi zoologici presenti, almeno stagionalmente, sono i tunicati (appendicolarie), le idromeduse, i turbellari, i nematodi, gli ostracodi, gli anfipodi, i misidacei, i chetognati (*Sagitta* sp.) ed inoltre uova e larve di pesci.

Una presenza assai curiosa, anche se non regolare, è quella di *Noctiluca miliaris*, organismo unicellulare di forma sferica di dimensioni (quasi un millimetro di diametro) eccezionali per un organismo fatto di una sola cellula, capace di emettere luce se stimolato da movimenti energetici dell'acqua, fenomeno facilmente osservabile in quelle occasioni (tra la primavera e l'estate) in cui *Noctiluca* si moltiplica, in numero sterminato nelle acque costiere.

Nella componente del bacino centrale, soprattutto nella parte interna, riconosciamo larve di crostacei cirripedi, alcuni rotiferi (due specie di *Synchaeta* e *Brachionus plicatilis*) e numerosi copepodi: *Canuella perplexa*, *Halicyclops* sp.,



Il copepode *Canuella perplexa*

Calanipeda aquaedulcis, *Harpacticus* sp., *Microarthridium fallax*, *Acartia margalefi* e *A. tonsa*.

Nella Laguna di Venezia la stagionalità delle abbondanze zooplanctoniche vede un minimo a gennaio, con specie dominanti *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Centropages* spp. e *Oithona* spp., un leggero picco ad aprile e un periodo di crescita dominato da *Acartia tonsa* fino al massimo di luglio seguito da un rapido progressivo calo nei tre mesi seguenti. I massimi ed i minimi assoluti, rispettivamente estivi



Il copepode *Calanipeda aquaedulcis*

ed invernali, si registrano nelle aree più interne della laguna, legati soprattutto alla termofilia delle specie dominanti. Le larve di policheti, molluschi, crostacei decapodi e pesci raggiungono i massimi durante la tarda primavera. Sempre nella Laguna di Venezia, negli ultimi cinquant'anni si sono verificati cambiamenti notevoli nella composizione specifica dello zooplancton lagunare, soprattutto a carico del genere *Acartia*. La specie più tipicamente marina *A. clausi* è ancora abbondante nelle zone marinizzate delle bocche di porto, mentre la specie salmastra *A. latisetosa* è diventata sempre più rara; *A. margalefi* tipicamente occupa zone con caratteristiche intermedie fra le due, ma a partire dagli anni '80 si è andata progressivamente riducendo a favore di *A. tonsa* che, segnalata per la prima volta nella Laguna di Venezia nel 1992, è ora divenuta la specie dominante della comunità.

Nella parte oligoalina, laddove in prossimità del fondo si ha una risalita verso monte di una massa di acque marine salate, più dense, che si incunea al di sotto delle acque fluviali fa riscontro il mescolarsi, nel plancton, di altrettante componenti salmastre e fluviali. Al plancton d'acqua dolce, costituito soprattutto da rotiferi, si aggiunge la presenza di copepodi marini e di qualche larva di un altro gruppo zoologico tipicamente marino, i policheti.

Un vero e proprio plancton, naturalmente, esiste nel mare e nelle acque interne non correnti, nei laghi soprattutto, mentre può essere discutibile l'identificazione di un vero e proprio plancton in ambiente fluviale. Nelle correnti del fiume, infatti, oltre agli organismi nuotatori (pesci, essenzialmente) si incontrano organismi tipici dei fondali, che sono stati strappati a forza dal loro ambiente naturale e vengono portati alla deriva verso valle, mentre è difficile immaginare una vera e propria popolazione di piccoli organismi fluviali, incapaci di rilevanti spostamenti attivi, che possono vivere perennemente a mezz'acqua senza essere portati via, inesorabilmente, verso il mare.



I pesci

GILBERTO GANDOLFI

63

La fauna ittica delle acque salmastre lagunari, dei delta e degli estuari comprende un complesso di specie che possono essere suddivise in diverse categorie considerando le caratteristiche dei loro cicli biologici: specie costantemente presenti per tutto l'arco dell'anno; specie anadrome, i cui individui adulti transitano per riprodursi in acque interne e gli stadi giovanili compiono il percorso inverso per accrescersi in mare; specie catadrome, i cui individui adulti si recano in mare per riprodursi ed i giovani risalgono in acque interne; specie presenti in ambienti salmastri per periodi più o meno lunghi nel corso dell'anno, con spostamenti in mare compiuti sia per la riproduzione, avendo uova flottanti che in acque interne non avrebbero possibilità di svilupparsi, sia per evitare condizioni ambientali sfavorevoli; specie marine e dulcicole saltuariamente presenti in acque salmastre.



Il latterino (*Atherina boyeri*)

■ Specie residenti

Sono pesci tipicamente eurieci, cioè in grado di tollerare ampie e rapide variazioni dei parametri chimici e fisici dell'ambiente; per queste loro capacità di adattamento, possono permanere costantemente negli ambienti lagunari. Questo complesso di ambienti è popolato da una fauna ittica residente abbastanza diversificata, sia per le differenti condizioni ambientali dei singoli ambienti, sia per le influenze sulla fauna determinate dai tempi e dalle modalità di formazione degli ambienti lagunari nella loro particolare ubicazione geografica. Infatti, i popolamenti delle specie ittiche delle acque interne sono stati influenzati nel loro complesso da eventi che si sono succeduti a partire dal Messiniano, durante una crisi di salinità del Mediterraneo che si è verificata circa 5 milioni di anni fa, ma nell'Alto Adriatico hanno subito anche influenze sia da parte di eventi precedenti, del medio Pliocene, quando il distretto padano-veneto è stato interessato da connessioni che allora esistevano tra l'Adriatico e la Paratetide, sia da eventi più recenti, durante il Pleistocene, determinati dai fenomeni di glacia-

Ghiozzo nero (*Gobius niger jozo*)



Pesce ago (*Syngnathus acus*)

zione. Per quanto riguarda in generale la fauna ittica delle acque interne, il distretto padano-veneto è più ricco di specie e di forme endemiche rispetto alla parte peninsulare ed insulare dell'Italia, per i motivi sopra accennati e anche per una maggiore abbondanza di acque interne e, di conseguenza, per una maggiore abbondanza e varietà di ambienti di transizione tra le acque dolci e quelle marine.

La caratteristica comune alle specie residenti nelle acque lagunari, se comparsate alle specie marine o dulcicole appartenenti agli stessi generi o alle stesse famiglie, è quella di avere taglia più ridotta. Vivendo in un ambiente fortemente instabile, con frequenti e rapide variazioni di temperatura, di disponibilità di ossigeno disciolto, di salinità delle acque, di disponibilità alimentari, le popolazioni di queste specie anticipano al massimo la maturità sessuale e di conseguenza riducono le dimensioni degli individui adulti. Adottano in altri termini una strategia di crescita delle popolazioni, definita di tipo *r*, nella quale gli adulti producono un grande numero di discendenti che li sostituiscono rapidamente. Le nuove generazioni sfruttano a loro volta le condizioni favorevoli dell'ambiente e raggiungono rapidamente la maturità sessuale, riuscendo a sopravvivere, sia pure in numero ridotto, quando subentrano le fasi ambientali critiche. In ambienti lagunari le crisi ambientali si verificano in genere in estate, per il riscaldamento delle acque scarsamente profonde e per la conseguente diminuzione dell'ossigeno, che si scioglie in quantità inversamente proporzionale alla temperatura; al contrario, le piene autunnali dei fiumi portano nelle lagune grandi quantità di nutrienti che, passata la fase critica invernale dovuta alle basse temperature, innescano in primavera una fase di elevata produzione nelle reti trofiche di questi ambienti. Ricordiamo qui le specie residenti comuni a tutte le lagune italiane.

Il latterino (*Atherina boyeri*) è specie gregaria, si alimenta prevalentemente di zooplancton ed è adattabile anche in ambienti d'acqua dolce.

Anche il minuscolo nono (*Aphanius fasciatus*) è specie gregaria con ampia valenza ecologica: predilige zone riparali delle lagune ricche di vegetazione acquatica, ma vive anche in acque dolci e in pozze con elevate concentrazioni di salinità.

Il pesce ago (*Syngnathus acus*) ed il pesce ago di rio (*Syngnathus abaster*), dal sottile corpo filiforme, vivono nelle lagune su fondali sabbiosi o melmosi con abbondante vegetazione acquatica, eventualmente compiendo migrazioni di svernamento in acque costiere. Sono specie gregarie che si alimentano a spe-

se di zooplancton. Le femmine depongono le uova fecondate nella tasca incubatrice dei maschi i quali, attraverso connessioni sanguigne, provvedono ad alimentare gli embrioni fino al completamento dello sviluppo.

La bavosa pavone (*Salaria pavo*) è una specie caratterizzata da comportamento territoriale individuale, legata all'ambiente bentonico e presente su fondali sui quali vi siano oggetti duri (sassi, pietre, legni sommersi o altro) adatti a costituire un riparo. Le femmine depongono le uova nel nido del maschio, che provvede alla loro difesa fino alla schiusa. La specie è caratterizzata da un vistoso dimorfismo sessuale.

Il ghiozzo nero (*Gobius niger jozo*), tipico abitatore del bacino del Mediterraneo, ha caratteristiche biologiche simili a quelle della bavosa pavone: un dimorfismo sessuale che si accentua nel periodo riproduttivo, cure parentali esercitate dal maschio, alimentazione basata su invertebrati bentonici o piccoli pesci. Sia il ghiozzo nero che la bavosa pavone hanno scarsa capacità adattative nei confronti di acque fortemente dissalate.

In ambiti lagunari scarsamente influenzati da acque salate e nei canali adiacenti alle lagune è presente anche lo spinarello (*Gasterosteus aculeatus*). In Italia la specie è assente nelle regioni meridionali e in Sicilia; altrove sono note sia popolazioni che vivono in acque salmastre, sia popolazioni d'acqua dolce, anche a grande distanza dalla costa. Nel periodo riproduttivo i maschi dello spinarello assumono una livrea vistosa, costruiscono un nido utilizzando materiale vegetale, corteggiano le femmine inducendole a deporre nel nido le uova



Spinarello (*Gasterosteus aculeatus*)



Valli da pesca nella Laguna di Venezia

e, dopo la fecondazione, difendono le uova stesse e provvedono ad ossigenarle ed a mantenerle pulite con continui movimenti delle pinne pettorali.

Nelle lagune dell'Alto Adriatico sono presenti, oltre al ghiozzo nero, anche altre specie della famiglia dei gobiidi.

Il ghiozzo go' (*Zosterisessor ophiocephalus*) è la specie di maggiore taglia tra i gobiidi adattati agli ambienti lagunari, potendo raggiungere una taglia

superiore ai 20 centimetri. Vive su fondali fangosi, nei quali gli individui di entrambi i sessi scavano tane individuali tra le radici delle fanerogame acquatiche. Nel periodo riproduttivo, che inizia alla fine di febbraio e si prolunga fino a maggio, le tane assumono una conformazione più complessa e sono occupate da un maschio adulto, alcuni maschi immaturi e 2-4 femmine.

Il ghiozzetto cenerino (*Pomatoschistus canestrinii*) è una specie endemica dell'Alto Adriatico, che frequenta i fondali sabbiosi. Nel periodo riproduttivo il maschio occupa un territorio che fa capo ad un piccolo oggetto sommerso (valve di molluschi, legni sommersi, rizomi di macrofite o altro), sotto al quale le femmine depongono le uova. Il maschio si prende cura di queste e la schiusa avviene nel volgere di pochi giorni. La presenza del ghiozzetto cenerino in una piccola laguna alla foce del F. Sinni nel Golfo di Taranto è con ogni probabilità dovuta a un'introduzione accidentale assieme al novellame di mugilidi destinati all'allevamento.

Il ghiozzetto di laguna (*Knipowitschia panizae*) è una specie di taglia minima, superando raramente i 4 centimetri, quasi endemica delle acque italiane, estendendo la sua presenza fino alle lagune della Dalmazia. Segnalazioni relative alla Laguna di Lesina e ad ambienti lagunari della costa tirrenica riguardano con ogni probabilità popolazioni accidentalmente introdotte e acclimatate in tempi recenti. Il ghiozzetto di laguna vive su fondali fangosi e nel periodo riproduttivo il comportamento territoriale del maschio è simile a quello della specie precedente, ma il rifugio utilizzato come nido è quasi sempre costituito da una valva di piccoli bivalvi del genere *Cerastoderma*, sotto alla quale il maschio si rifugia a curare le uova, dopo avere ricoperto di fango la mezza conchiglia per occultarla. Si adatta bene ad acque dissalate, più della specie precedente.

Nello Stagnone di Marsala, infine, è presente *Pomatoschistus tortonesei*, un altro rappresentante della famiglia dei gobiidi, tipico delle lagune ubicate sulla costa africana del Mediterraneo centrale. Anche questa specie è di taglia minima, addirittura inferiore rispetto alla precedente; la sua biologia è praticamente sconosciuta.

■ Specie catadrome

Dopo essersi alimentati in acque interne, gli adulti di queste specie si spostano nelle acque salmastre, per poi recarsi a svolgere la fase riproduttiva in mare. Attuano così una migrazione talassotoca, mentre i giovani compiono il percorso inverso. Pertanto, la loro presenza in acque salmastre è limitata a determinati periodi dell'anno.

Estuari e delta dei fiumi italiani sono interessati dal transito di un'unica specie catadroma, l'anguilla (*Anguilla anguilla*). È noto che gli individui adulti, compiuta una migrazione di migliaia di chilometri fino a raggiungere il Mare dei Sargassi, qui giunti da tutte le acque europee, vi si riproducono e muoiono dopo l'emissione dei gameti. Le larve (leptocefali), trascinate dalla Corrente del Golfo verso le coste europee per un tempo variabile da uno a oltre due anni, sono depigmentate ed hanno una caratteristica forma appiattita. Giunte sulle piattaforme continentali delle coste atlantiche o penetrate nel Mediterraneo, a una lunghezza di circa 7 cm subiscono una metamorfosi assumendo una forma cilindrica. In questo stadio, detto di cieca, iniziano a risalire lungo le acque interne, soprattutto di notte durante le fasi di marea montante. Nelle acque italiane la risalita avviene da ottobre nelle acque più occidentali fino a febbraio in quelle dell'Adriatico. Le giovani anguille si distribuiscono in un'ampia gamma di ambienti: acque salmastre costiere, canali, stagni, fiumi e torrenti, laghi. Preferiscono fondi molli e acque ricche di vegetazione, dove svolgono un ruolo da predatore cibandosi di invertebrati e piccoli pesci, con un'attività prevelante nelle ore crepuscolari e notturne. La loro permanenza in acque dolci o salmastre dura qualche anno, 3-4 per quelle che stazionano in acque salmastre o planiziali, fino a 7-8 per quelle localizzate in acque più fredde. Le prime sembrano destinate a differenziarsi in senso maschile, le seconde in senso femminile. Il differenziamento si manifesta comunque dopo la migrazione a mare. Infatti, gli adulti che in autunno iniziano la migrazione riproduttiva non hanno ancora gonadi sviluppate.

Con la maturità modificano le loro caratteristiche morfologiche, variando la colorazione del dorso da bruno-giallastra a bruno-nerastra, quella del ventre da giallastro ad argenteo, gli occhi divengono più grandi, la pelle si ispessisce, le pinne pettorali divengono più appuntite e l'intestino inizia a degenerare perché i riproduttori cessano di alimentarsi durante la loro lunga migrazione. Si trasformano nelle cosiddette anguille argentine, che hanno lunghezze e pesi variabili da meno di 45 cm e meno di 200 g per quelle destinate a differenziarsi come maschi, fino a oltre 1 m e 2 kg per le femmine.

Anguilla (*Anguilla anguilla*)

Storione cobice (*Acipenser naccarii*)

■ Specie anadrome

Gli individui adulti di queste specie, dopo essersi alimentati in mare, si portano stagionalmente nei rami dei delta, negli estuari e nelle lagune, per risalire i fiumi fino a raggiungere aree adatte alla riproduzione. Compiono così una migrazione potamotoca; al contrario, dopo un periodo di permanenza nelle acque interne, gli individui giovani compiono il percorso inverso per svolgere la fase di crescita in acque marine fino al raggiungimento della maturità sessuale.

I pesci ossei caratterizzati dal compiere migrazioni riproduttive nelle acque interne italiane comprendono l'alosa e tre diverse specie di storioni. A questi si aggiungono due specie di lamprede, che appartengono ad una classe zoologica ben distinta.

I riproduttori di alosa (*Alosa fallax*) risalgono i fiumi italiani in primavera, per riprodursi su fondali ghiaiosi, anche a notevole distanza dal mare. I giovani nati, compiuta una prima fase di crescita nel fiume, scendono in autunno a mare dove permangono per svolgere la fase di accrescimento e dove raggiungono la maturità sessuale. Recentemente, differenze nel numero di branchiospine hanno portato a considerare le popolazioni del Tirreno separabili a livello di sottospecie (*rhodanensis*) rispetto a quelle dell'Adriatico (*nilotica*).

Delle tre specie di storioni che un tempo risalivano in primavera i maggiori fiumi italiani, quella di maggiore taglia, lo storione ladano (*Huso huso*), tipica del Mar Caspio, del Mar Nero e del Mare Adriatico, da alcuni decenni è stata rilevata nel Po in modo sporadico e pare essere prossima all'estinzione. Analoga sorte sembra riguardare anche lo storione comune (*Acipenser sturio*), che aveva una distribuzione più ampia, risalendo per la riproduzione tutti i maggiori fiumi dell'Alto Adriatico e anche il Tevere e altri fiumi che sfociano nel Mare Tirreno. La terza specie, lo storione cobice (*Acipenser naccarii*), endemica del Mare Adriatico e di taglia inferiore rispetto alle precedenti (giungendo raramente oltre 150 cm e 30 kg) sembra essere in grado di compiere l'intero ciclo vitale in acque dolci, come dimostra la persistenza nel medio corso del Po e nel tratto inferiore del Ticino di una modesta popola-

Storione ladano (*Huso huso*)

zione a monte di sbarramenti non superabili nel corso delle migrazioni. Negli ultimi anni è in atto una operazione di ripopolamento dello storione cobice con esemplari provenienti da allevamenti, che sono immessi nel Po e nei fiumi del Veneto.

Tra le quattro specie di lamprede presenti nelle acque italiane, due compiono migrazioni riproduttive nei fiumi dopo avere svolto la fase trofica in mare come ectoparassiti di pesci o di mammiferi marini. La lampreda di mare (*Petromyzon marinus*) risale in primavera o all'inizio dell'estate, a volte attaccata ai fianchi di alose o di storioni in migrazione. La presenza di questa specie riguarda tutti i fiumi italiani, mentre una seconda specie, la lampreda di fiume (*Lampetra fluviatilis*), risale solo negli estuari dei fiumi che sfociano nel Mar Ligure e nell'alto e medio Tirreno.

In complesso, le popolazioni delle specie che compiono obbligatoriamente migrazioni riproduttive dal mare alle acque interne o viceversa, sono tra quelle che maggiormente hanno risentito degli interventi dell'uomo responsabili del degrado ambientale. Oltre agli effetti negativi provocati dal generale inquinamento delle acque che incidono sullo sviluppo delle uova e delle fasi iniziali di accrescimento delle specie che compiono migrazioni potamotiche, la messa in opera di dighe o di sbarramenti trasversali nei fiumi impediscono agli adulti di queste specie di raggiungere i fondali adatti alla riproduzione. Ugualmente, nel caso delle anguille, in molti casi è impossibile raggiungere tratti dei corsi d'acqua un tempo sfruttati per la fase trofica.



Lampreda di mare (*Petromyzon marinus*)

■ Specie presenti stagionalmente

Si tratta di specie marine che si alimentano temporaneamente nelle lagune e negli estuari, a volte risalendo i fiumi anche per lunghi tratti, ma tornano in acque marine sia per riprodursi, sia per svernare.

Frequenti in tutte le acque salmastre della penisola sono cinque specie appartenenti alla famiglia dei mugilidi: il cefalo (*Mugil cephalus*), con avannotti che entrano in acque interne da agosto a dicembre e adulti che migrano in mare dall'estate all'inizio dell'autunno; il muggine calamita (*Liza ramada*), con avannotti che entrano in acque interne in autunno o al termine dell'inverno e adulti che migrano in mare negli ultimi mesi dell'anno; il muggine dorato (*Liza aurata*), con avannotti che entrano in acque interne in autunno o al termine dell'inverno e adulti che migrano in mare da settembre a novembre; il muggine musino (*Liza sapiens*), con avannotti che entrano in estate e adulti che migrano in mare in estate; il muggine labbrone (*Chelon labrosus*), con avannotti che entrano in acque interne da aprile a giugno e adulti che migrano in mare da febbraio ad aprile.

Si tratta in ogni caso di pesci gregari caratterizzati da una dieta a base di organismi planctonici durante gli stadi giovanili, mentre gli adulti si nutrono di alghe e detrito ricco di sostanze organiche.

Queste specie sono tipiche di ambienti lagunari ed estuari su fondali fangosi e sabbiosi; alcune risalgono i fiumi per tratti più o meno lunghi, essendo in grado di tollerare variazioni di salinità delle acque. In particolare, il muggine calamita negli ultimi decenni ha ampliato nel Po il percorso di risalita, spingendosi in estate fino a oltre 200 km dal delta, probabilmente in seguito a modificazioni recenti dei fondali, molto più ricchi di materiale organico rispetto al passato.

Altre specie che utilizzano le acque salmastre come aree di accrescimento degli stadi giovanili sono la spigola (*Dicentrarchus labrax*) e l'orata (*Sparus aurata*). Al termine dell'inverno e in primavera gli avannotti delle due specie entrano nelle lagune dove si nutrono di organismi zooplanctonici. Meno tolleranti di acque dissalate e temperature fredde, rispetto ai mugilidi, ritornano



Spigola (*Dicentrarchus labrax*)

in mare durante i mesi invernali. Gli adulti della spigola predano soprattutto crostacei e pesci, mentre quelli dell'orata si nutrono in prevalenza di molluschi bivalvi.

Le cinque specie di mugilidi, la spigola e l'orata sono tradizionalmente oggetto di allevamento in ambienti salmastri chiusi, le cosiddette valli da pesca. Non riuscendo questi pesci a riprodursi in ambienti salmastri, l'allevamento parte da avannotti (novellame) prelevati all'atto della rimonta verso le acque interne, oppure prodotti con tecniche di riproduzione artificiale attuata dopo avere indotto con ormoni gonadotropi la maturazione delle gonadi.

Nelle lagune e nei tratti terminali dei fiumi dell'Alto Adriatico vive la passera (*Platichthys flesus luscus*). Anche per questa sottospecie la riproduzione ha luogo in mare nel tardo autunno ed in inverno. Le larve, che ancora hanno una simmetria bilaterale, entrano in acque interne dove subiscono una metamorfosi a dimensioni di poco oltre 10 mm: l'occhio sinistro migra sul lato destro affiancandosi all'occhio destro; il piccolo pesce acquisisce abitudini bentoniche e il fianco sinistro perde gradualmente la pigmentazione. La passera si nutre di piccoli invertebrati.

Presente in acque lagunari ed estuariali lungo le coste italiane è infine il ghiozzetto minuto (*Pomatoschistus minutus elongatus*), di dimensioni leggermente superiori rispetto ai congeneri presenti costantemente nelle lagune. Si riproduce in mare e utilizza le acque interne per la fase trofica, tornando in mare nei periodi più freddi o in occasione di piene fluviali.



Pesca con grandi balance alle foci del Mignone (Lazio)

■ Specie occasionali

Quando sussistano particolari condizioni, come le piene autunnali dei fiumi o la penetrazione estiva del cuneo salino, che si verifica in regime di basse portate estive, negli ambienti salmastri può essere rilevata occasionalmente la presenza di alcune specie tipicamente dulcicole o marine che manifestano così la loro capacità di vivere in acque con salinità ben diversa da quella alla quale sono normalmente esposte.

Non è raro, ad esempio, osservare alcune specie di ciprinidi in acque estuariali o qualche luccio (*Esox lucius*) nelle zone più dissalate delle lagune. A volte, nelle stagioni più calde, anche la trota fario (*Salmo trutta*), pesce tipico delle acque montane e collinari, si spinge fino a mare alla ricerca di acque più fresche.

Questo comportamento occasionale ricorda le regolari migrazioni anadrome delle trote che popolano i fiumi tributari del Mar Nero, dell'Atlantico settentrionale e del Mare del Nord: le acque del Mediterraneo sono invece troppo calde e salate in rapporto alle esigenze di questa specie.

Ancora più frequenti sono le segnalazioni di specie marine costiere, ad esempio la sardina (*Sardina pilchardus*), lo spratto (*Sprattus sprattus*), l'ombrina (*Umbrina cirrosa*), la triglia di fango (*Mullus barbatus*) e la sogliola (*Solea solea*). Si tratta comunque di presenze puramente episodiche di specie che non resistono a significative variazioni di salinità.



Sogliola (*Solea solea*).