



## Macrofite

MAURO IBERITE

55

In un bacino lacustre, in condizioni di naturalità, le comunità vegetali acquatiche e ripariali presentano una distribuzione caratteristica in cinture concentriche legate essenzialmente al livello dell'acqua e alla natura dei sedimenti. In generale il substrato sabbioso-limoso dei fondali che degradano dolcemente favorisce la presenza della vegetazione che può raggiungere livelli di copertura piuttosto elevati. I laghi



Salcerella comune (*Lythrum salicaria*)

vulcanici hanno in genere acque profonde e trasparenti che possono ospitare la vegetazione fino a 15-20 metri di profondità. È possibile schematizzare una sequenza tipica delle cinture di vegetazione di un lago con linea di costa più o meno piatta che non abbia subito alcun tipo di intervento antropico. In particolare, per un lago vulcanico con acque limpide, profonde a basso tenore di calcio, tale sequenza teorica può essere così illustrata:

1. prati su suoli idromorfi, caratterizzati da giunchi (*Juncus*), equiseti (*Equisetum*) e zigoli (*Cyperus*)
2. vegetazione arborea e arbustiva palustre costituita da salici (*Salix*), pioppi (*Populus*), ontano comune (*Alnus glutinosa*) e subordinatamente frassino meridionale (*Fraxinus oxycarpa*)
3. vegetazione riparia a grandi carici della sponda emersa, con carici (*Carex*), giaggiolo palustre (*Iris pseudacorus*), coltellaccio maggiore (*Sparganium erectum*), salcerella comune (*Lythrum salicaria*), mazza d'oro comune (*Lysimachia vulgaris*)
4. vegetazione ubicata in corrispondenza dell'interfaccia terra/acqua, fino ad una profondità di 2 m circa; è caratterizzata dalla presenza di grandi elofite (canneti) quali la cannuccia di palude (*Phragmites australis*), la liscia a foglie strette (*Typha angustifolia*) e la liscia lacustre (*Schoenoplectus lacustris*)
5. idrofite natanti (pleustofite), cioè flottanti liberamente alla superficie dell'acqua o nello strato infracquatico superiore, non ancorate al substrato quali la lenticchia d'acqua (*Lemna* sp. pl.), l'azolla (*Azolla filiculoides*), l'epatica acquatica (*Riccia fluitans*); queste comunità sono molto sensibili al moto ondoso, per cui prediligono acque calme e riparate dove il movimento dell'acqua è pressoché assente

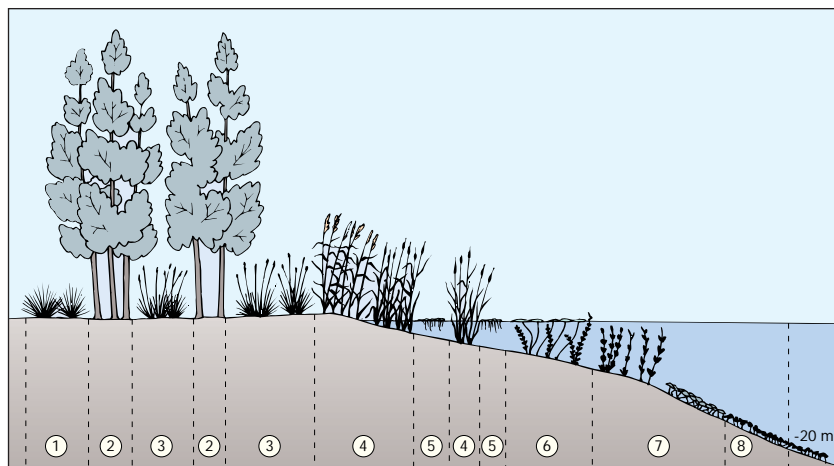
Vegetazione lungo le rive del Lago di Nemi (Lazio): in primo piano la cannuccia di palude (*Phragmites australis*) e, in acqua, miriofillo comune (*Myriophyllum spicatum*) e brasca nodosa (*Potamogeton nodosus*)

6. idrofite radicate (rizofite) flottanti, con parte dell'apparato vegetativo sommerso e parte galleggiante sul pelo dell'acqua (lamineto), compresi gli organi riproduttori come le ninfee (*Nymphaea*, *Nuphar*), la brasca nodosa (*Potamogeton nodosus*) il poligono anfibio (*Polygonum amphibium* f. *aquatica*) e il miriofillo verticillato (*Myriophyllum verticillatum*); questa cintura si insedia su substrato ricco in nutrienti, in acque a limitato moto ondoso profonde da 0,5 a 3 m circa, in genere all'esterno dei canneti o nelle schiarite di questi; in questa zona, in acque basse si insediano le cenosi dei potamogeti di piccola taglia spesso misti a zannichellia (*Zannichellia palustris*) e caracee

7. vegetazione caratterizzata da rizofite sommerse affioranti solo durante la fioritura e la fruttificazione quali la brasca arrotondata (*Potamogeton perfoliatus*) e la brasca trasparente (*P. lucens*), il miriofillo comune (*Myriophyllum spicatum*), la valisneria (*Vallisneria spiralis*) o completamente sommerse come il ceratofillo (*Ceratophyllum demersum*), la ranocchina maggiore (*Najas marina*) che spesso tipizzano con elevati indici di copertura la fascia più esterna di questa cintura; questa fascia si sviluppa fino a circa 5-6 m di profondità in base alla trasparenza dell'acqua

8. vegetazione sommersa a grandi caracee (*Chara tomentosa*, *C. hispida*) di acque profonde oligotrofe o mesotrofe; queste cenosi sono particolarmente importanti nei laghi vulcanici in quanto si sviluppano su fondali profondi fino a 15-20 m, in acque limpide, con coperture ed estensioni elevate, e sono quindi da considerare i principali produttori primari dell'ecosistema lacustre.

È comunque fondamentale sottolineare che i laghi vulcanici, per la loro morfologia imbutiforme, hanno queste cinture spesso ridotte per l'acclività del fon-



Seriazione della vegetazione lungo le rive di un lago vulcanico (i numeri fanno riferimento al testo)

do; in alcuni settori del lago a volte manca del tutto lo spazio ecologico di loro competenza. Inoltre, anche le attività umane hanno ulteriormente ridotto le comunità vegetali attraverso il disturbo meccanico e l'inquinamento.

## ■ Flora e vegetazione

I laghi vulcanici dell'Italia peninsulare presentano nell'insieme una varietà di ambienti molto complessa e articolata per le caratteristiche morfologiche del bacino. È necessario, inoltre, tener presente che lo stato delle conoscenze non è omogeneo e in taluni casi gli studi si riferiscono ad uno o due decenni fa. Nonostante queste disparità è possibile delineare le caratteristiche della vegetazione che questi peculiari ecosistemi ospitano. La cintura della vegetazione palustre formata da prati umidi, giuncheti, cariceti e canneti presenta il maggior impatto antropico di tipo meccanico per cui ha risentito maggiormente di tagli, diradamenti e rettifiche della linea di costa.

Nella maggioranza dei casi sono rimaste solo le elofite propriamente dette (canneti) mentre tutte le altre tipologie sono scomparse per far posto a coltivi, strade, porticcioli o centri urbani. Il canneto è dominato dalla cannuccia di palude, la più resistente delle elofite, alla quale si accompagnano rari individui di erba-sega comune (*Lycopus europaeus*), morella rampicante (*Solanum dulcamara*), vilucchione bianco (*Calystegia sepium*). Questa è la situazione che ritroviamo nei grandi laghi di Bolsena e Bracciano e in quelli di Nemi e Albano. Il canneto è frammentario e diffuso solo nei settori lontani dai centri abitati e dai coltivi; dove il fondale lo permette può estendersi anche per decine di metri verso il centro lago. Spesso la cannuccia è sostituita dalla canna comune (*Arundo donax*) che meglio tollera l'eutrofizzazione ed è favorita dal rimaneggiamento del suolo. Da segnalare al Lago di Bolsena la presenza del giunco fiorito (*Butomus umbellatus*), specie divenuta ormai molto rara nei laghi peninsulari. Le porzioni sommerse del fusto della cannuccia costituiscono inoltre un supporto per i muschi acquatici. Queste specie, molto sensibili alle alterazioni ambientali, sono ormai divenute molto rare. Sono stati comunque segnalati per i laghi di Bracciano e di Albano due specie (*Fontinalis squamosa* e *Amblystegium riparium*) buone indicatrici di qualità ambientale.

Le cenosi dominate dalla lisca a foglie strette e dalla lisca lacustre sono in genere molto più rare e ridotte a pochi lembi. La prima necessita di condi-



Brasca comune (*Potamogeton natans*) nel Lago di Martignano (Lazio)



zioni ecologiche particolari, suolo profondo e organico; non essendo poi una pianta stolonifera come la cannuccia non sopporta l'estirpazione per cui soccombe alle pratiche di "pulizia" delle zone litoranee lacustri. La lisca lacustre è invece una specie pioniera e tende a colonizzare la fascia più profonda dei canneti raggiungendo i 2-3 m di profondità, compenetrandosi con la vegetazione delle idrofite flottanti quasi sempre rappresentate dai lamineti a poligono anfibio. Questa situazione può essere osservata a Bolsena, Vico, Nemi e ai laghi di Monticchio.

Nella riserva regionale del Lago di Vico e in quella dei laghi di Monticchio possiamo trovare ancora quelle cenosi dei prati umidi, cariceti, giuncheti e boschi ripariali che dovrebbero essere il naturale contorno di tutti i nostri laghi vulcanici. Il giunchetto meridionale (*Holoschoenus australis*), diverse specie di giunchi (*Juncus effusus*, *J. articulatus*, *J. inflexus*) e il coltellaccio maggiore (*Sparganium erectum*) caratterizzano i giuncheti, accompagnate dal giaggiolo palustre, dai capellini comuni (*Agrostis stolonifera*), dal ranuncolo sardo (*Ranunculus sardous*) dalla menta acquatica (*Mentha aquatica*) e dal caglio delle paludi (*Galium palustre*). Nei laghi di Monticchio è presente inoltre una rara formazione di una ciperacea di grandi dimensioni, il falasco (*Cladium mariscus*) di elevato pregio naturalistico. Le cenosi a grandi carici cespitose, costituite da carice spondicola (*Carex riparia*), carice falsocipero (*C. pseudocyperus*) e carice pannocchiata (*C. paniculata*), possono essere localmente molto estesi.



Lisca lacustre (*Schoenoplectus lacustris*)

Un discorso a parte meritano gli "aggallati" dei laghi di Monticchio, rappresentati da tappeti galleggianti formati dai rizomi della cannuccia che decomponendosi formano un substrato fertilissimo per lo sviluppo delle carici. Il carice falsocipero rappresenta la specie caratteristica di queste isole galleggianti. Anche questa tipologia di vegetazione è divenuta oggi assai rara a causa del disturbo antropico (taglio dei canneti, riassetto degli argini ed eutrofizzazione dei bacini).

La vegetazione forestale palustre costituisce infine un aspetto importante e suggestivo per i laghi di Monticchio; il frassino meridionale, l'ontano comune, i salici (*Salix cinerea*, *S. alba*) e il pioppo bianco (*Populus alba*) sono le specie arbustive e arboree che li tipizzano costituendo dei veri lembi di foresta ripariale ormai scomparsa in numerosi biotopi lacustri.

Anche la cintura delle idrofite flottanti ha subito, a causa dell'uomo, delle trasformazioni notevoli. Sono queste le piante più appariscenti per le loro fioriture bianche (ninfea bianca - *Nymphaea alba*, e ranucoli), gialle (ninfea gialla, morso di rana - *Hydrocharis morsus-ranae*) e rosa (poligono anfibio), ma purtroppo occupano la zona litoranea da 50 cm a 3 m di profondità utilizzata per la pesca e per gli approdi delle barche.

Nei laghi vulcanici peninsulari, alla fine degli anni '50, tale cintura era presente ed estesa in molti laghi, quali quelli di Bolsena, Bracciano e Albano. Attualmente essa è quasi del tutto scomparsa o ridotta a limitatissimi lembi di poligono anfibio.



Foresta che circonda i laghi di Monticchio (Basilicata)



Ninfea gialla (*Nuphar luteum*) e, in secondo piano, ninfea bianca (*Nymphaea alba*)

Specie rare e interessanti rimangono ancora in alcuni laghi a testimoniare una potenzialità di recupero non ancora del tutto esaurita. Il Lago di Bolsena ad esempio conserva ancora il ranuncolo a foglie capillari (*Ranunculus tri-chophyllus*) e alcuni individui di ninfea gialla. Il Lago di Vico e quelli di Monticchio hanno gli aspetti più interessanti. Il primo con la brasca nodosa che si associa al poligono anfibio, accompagnati dai rari ranuncoli di Baudot e peltato (*R. baudotii* e *R. peltatus*). I secondi con la rara ninfea bianca, specie emblematica della vegetazione rizofitica flottante, che ancora costruisce una cenosi ben strutturata; quest'ultima specie è segnalata anche per i piccoli bacini degli Astroni presso Napoli



Giaggiolo palustre (*Iris pseudacorus*)

(Campania) per i quali purtroppo mancano studi dettagliati. La cintura delle idrofite sommerse nel complesso ha risentito in minor misura delle trasformazioni ambientali, almeno nei grandi laghi dove l'ecosistema ha ancora una discreta capacità di autoregolazione (omeostasi). Nei bacini minori invece questa capacità è molto ridotta e l'impatto antropico può portare una notevole rarefazione di queste idrofite con la dominanza di specie molto tolleranti quali il miriofillo comune (Lago di Nemi). In generale questa cintura non presenta una copertura molto elevata, è sempre sommersa e, durante l'estate, affiorano solo le esili infiorescenze del miriofillo e delle brasche (arrotondata e trasparente).

Nei diversi laghi la composizione floristica è varia, ma in generale il miriofillo comune, il ceratofillo e la brasca arrotondata costituiscono le specie dominanti; le accompagnano la vallisneria (Bolsena, Albano), la brasca increspata (*P. crispus*) (Martignano, Monticchio) e la brasca trasparente (Bolsena, Vico, Albano). Questa vegetazione raggiunge i 5 m di profondità, ma nei laghi più torbidi e disturbati si arresta intorno a 3 m ed è rappresentata quasi esclusivamente dal miriofillo comune sempre con copertura ridotta (Lago di Nemi). Da segnalare la presenza dell'idrofita esotica nordamericana *Elodea canadensis* (peste d'acqua comune) che sta colonizzando anche i nostri laghi peninsulari (Bolsena, Bracciano, Martignano e Albano).

Le cenosi delle idrofite sommerse, in condizioni di spiccata trofia, sono caratterizzate dalla brasca delle lagune (*Potamogeton pectinatus*); ciò si verifica in corrispondenza di foci di canali, fossi e nei porticcioli.

È necessario infine sottolineare come da questa situazione generale si differenzino i laghi di Vico e Monticchio dove il numero delle idrofite è maggiore rispetto agli altri laghi, ma ancor di più le cenosi sono estese e strutturate e la specie dominante non è mai il miriofillo. Nella fascia più esterna delle idrofite sommerse, fra 4 e 6 m di profondità, il ceratofillo diviene più competitivo rispetto alle altre specie e tende a formare una cenosi monofitica compatta; questo è ciò che ritroviamo in quasi tutti i laghi considerati. Un aspetto particolare è costituito dalla ranocchina maggiore e da quella minore (*Najas marina* e *N. minor*) che caratterizzano una comunità annuale a sviluppo tardo-estivo autunnale, che succede ad altre associazioni di idrofite a diversa profondità fra 2 e 5 m. Le cenosi dominate dalle idrofite di piccole dimensioni (parvopotameti), sempre con estensioni molto limitate, si rinvencono nei laghi di Bolsena e Albano in uno spessore d'acqua in media di 30 cm, alla foce dei canali e nei diradamenti del canneto operati dall'uomo. Le comunità sono dominate da zannichellia e brasca palermitana (*Potamogeton pusillus*), specie termofile tipiche di acque poco profonde e basiche.

L'ultima cintura di vegetazione della zona litoranea è caratterizzata dalle alghe del gruppo delle caracee.

La profondità dell'acqua fra 6 e 20 m riduce notevolmente la quantità di luce che raggiunge il fondo, per cui nessuna fanerogama può sopravvivere. Le caracee invece trovano a queste profondità le condizioni ideali al loro sviluppo. Nei laghi dell'Italia peninsulare queste cenosi sono state poco



Ninfea bianca (*Nymphaea alba*)

studiate, in particolare per la difficoltà di campionamento.

Nei laghi di Bolsena e Bracciano e nel piccolo bacino di Martignano le cenosi a caracee si estendono per aree molto vaste fino a 20 m di profondità. Le specie dominanti sono di grandi dimensioni (*Chara tomentosa* e *C. hispida*), le cenosi sono spesso monofitiche e producono una biomassa notevole. Nel Lago di Bolsena, ad esempio, le caracee sono presenti lungo tutto il perimetro, anche se non con la continuità descritta alla fine degli anni sessanta; ciò testimonia le buone condizioni del bacino lacustre nonostante la fascia litoranea delle elofite e delle idrofite fanerogame sia stata molto alterata. Pur essendoci una disomogeneità di dati riguardanti la vegetazione dei laghi vulcanici dell'Italia peninsulare, è comunque possibile trarre alcune conclusioni. La flora è nel complesso poco ricca in specie, inoltre quelle che determinano la fisionomia delle diverse fasce sono le più comuni e tolleranti i fattori di disturbo quali la cannuccia, la lisca lacustre, la brasca arrotondata, il miriofillo comune e il ceratofillo.

Nonostante ciò la presenza di specie rare (la ranocchina minore e il giunco fiorito) o sensibili alle alterazioni ambientali (il ranuncolo a foglie capillari, la brasca palermitana, la ninfea gialla e la porracchia dei fossi o *Ludwigia palustris*), evidenziano una condizione non ancora del tutto compromessa e le potenzialità di recupero di questi ecosistemi.

Alcuni bacini, in particolare Monticchio e Vico, sono siti ad elevata diversità sia floristica che vegetazionale e conservano gli ultimi lembi di una vegetazione ormai scomparsa altrove.

Anche grandi bacini come Bolsena e Bracciano, pur ospitando specie cosmopolite e ad ampio spettro ecologico, mantengono consistenti comunità a caracee, indicatrici di discrete condizioni di trofia. Queste alghe infatti, presenti soprattutto in acque da oligotrofe a mesotrofe, sono ritenute sensibili a un alto contenuto di fosfati nell'acqua; l'aumento di questi nutrienti viene considerato una delle principali cause della loro progressiva scomparsa. Esse infine, caratterizzando le parti più profonde della zona litoranea, costituiscono il "filtro" e il "polmone" dell'intero ecosistema.



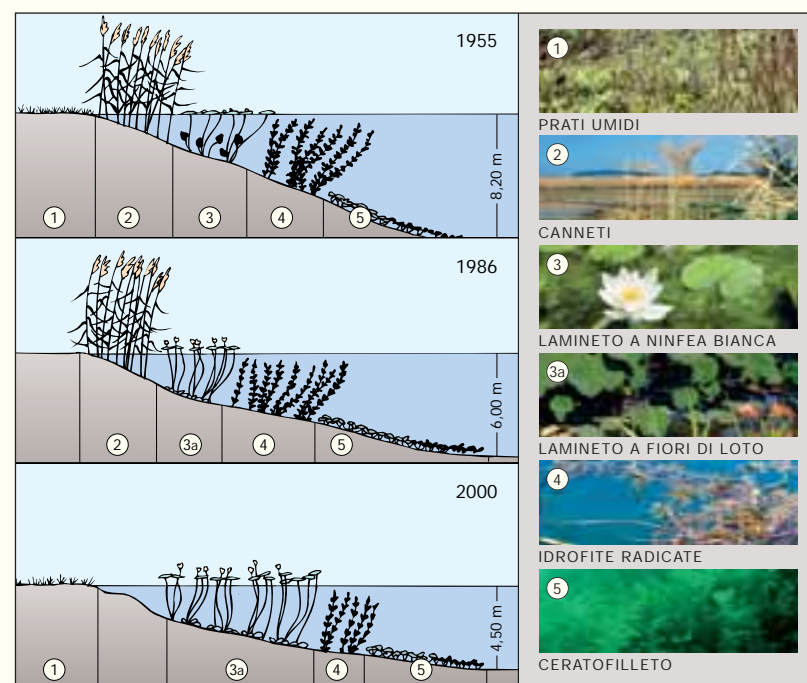
Cannuccia di palude (*Phragmites australis*)



Il Lago di Monterosi è situato a 237 m s.l.m. nella cavità di un cratere del settore NE dell'apparato vulcanico sabatino, il cui centro è occupato dal Lago di Bracciano, e rappresenta uno dei rari esempi di lago-stagno osservabili nel Lazio. Per questo bacino è possibile ricostruire un'analisi temporale delle variazioni cenologiche in quanto esiste uno studio che risale al 1955 ed uno più recente del 1987.

Il bacino lacustre, pressoché circolare, è alimentato da una sorgente, ma le variazioni del livello stagionale, che si aggirano intorno al metro, dipendono quasi esclusivamente dalle piogge e dalle pratiche agricole. La profondità massima attuale è di circa 5 m, ma negli anni '50 superava gli 8 m; la variazione è dovuta ad alcuni smottamenti e al naturale processo d'interramento.

La cintura delle elofite, caratterizzata da cannuccia di palude, lisca a foglie strette e lisca lacustre, era negli anni '50 pressoché continua lungo il perimetro del lago; alla fine degli anni '80 la tifa aveva esteso la sua popolazione evidenziando una condizione di maggior eutrofia. Attualmente, a causa dei continui tagli, i canneti sono estremamente rarefatti e discontinui. Inoltre, già negli anni '50, i prati umidi e i giuncheti erano molto ridotti, ma era ancora presente un cospicuo contingente di specie di questi ambienti: porracchia dei fossi (*Ludwigia palustris*), zigolo comune (*Cyperus longus*), mestolaccia comune (*Alisma plantago-aquatica*), menta acquatica (*Mentha aquatica*), graminone natante (*Glyceria fluitans*), sedano d'acqua (*Apium nodiflorum*). Nello studio successivo quasi tutte queste specie era-



no scomparse, tranne la porracchia dei fossi, pianta palustre di notevole pregio ambientale, rarissima nel Lazio.

Le idrofite hanno subito una trasformazione ancora maggiore sia a causa dell'accentuarsi dell'eutrofizzazione sia per l'introduzione, agli inizi degli anni '80, del fior di loto (*Nelumbo nucifera*). Questa bellissima ninfea di origine asiatica ha grandi fiori rosa e un caratteristico frutto che ricorda la coppa forata di un annaffiatoio, ha ampie foglie peltate che emergono dalla superficie dell'acqua e un rizoma che può crescere fino a 20 m l'anno.

Negli anni '50 le idrofite si presentavano in tre fasce concentriche lungo tutto il perimetro del lago. A ridosso del canneto si estendeva il lamineto a ninfea bianca e ranuncolo peltato, seguito dalle rizofite (brasca arrotondata, brasca increspata e miriofillo comune) fino alla profondità di 5 m. La zona centrale fino agli 8 m era invece dominata da una cenosi compatta di ceratofillo. Alla fine degli anni '80 la situazione era completamente cambiata. La cintura delle idrofite flottanti era invasa dal fior di loto; delle specie autoctone il ranuncolo peltato era sparito e la ninfea bianca ridotta a pochi individui; il fior di loto ha completamente soppiantato la specie

nostrana creando una cintura compatta e monofitica fra 1 e 3 m di profondità. I vigorosi rizomi di questa pianta impediscono a qualunque altra specie di crescere. Oltre i 3 m le idrofite sommerse sono attualmente rappresentate da miriofillo e ceratofillo; le diverse specie di brasche sono scomparse ad eccezione della brasca increspata presente con pochi individui. Fra tutte la più vigorosa è il ceratofillo, con elevate coperture specialmente nella zona più profonda. L'introduzione di una specie aliena (fior di loto) e le trasformazioni ambientali (interramento, pratiche agricole e alleutiche) hanno provocato un generale degrado dell'ecosistema con notevole perdita di biodiversità.

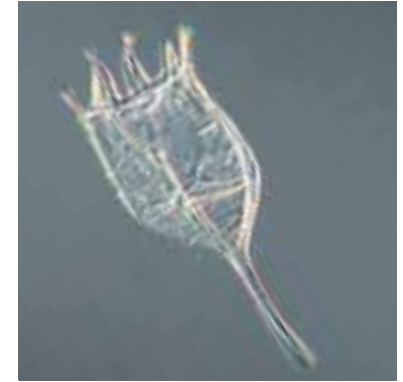
A specie rare e indicatrici di acque oligotrofe (ranuncolo peltato, brasca arrotondata, graminone natante, sedano d'acqua) si sono sostituite altre ad ampio spettro ecologico. Il fior di loto, seppur contenuto nel suo espandersi dall'asportazione dei rizomi, sta soppiantando le specie autoctone, comprese le rizofite sommerse. La presenza di alcune specie rare e indicatrici di qualità delle acque (porracchia dei fossi, ninfea bianca) testimoniano comunque che l'ambiente non è ancora irrimediabilmente compromesso.

## Zooplankton

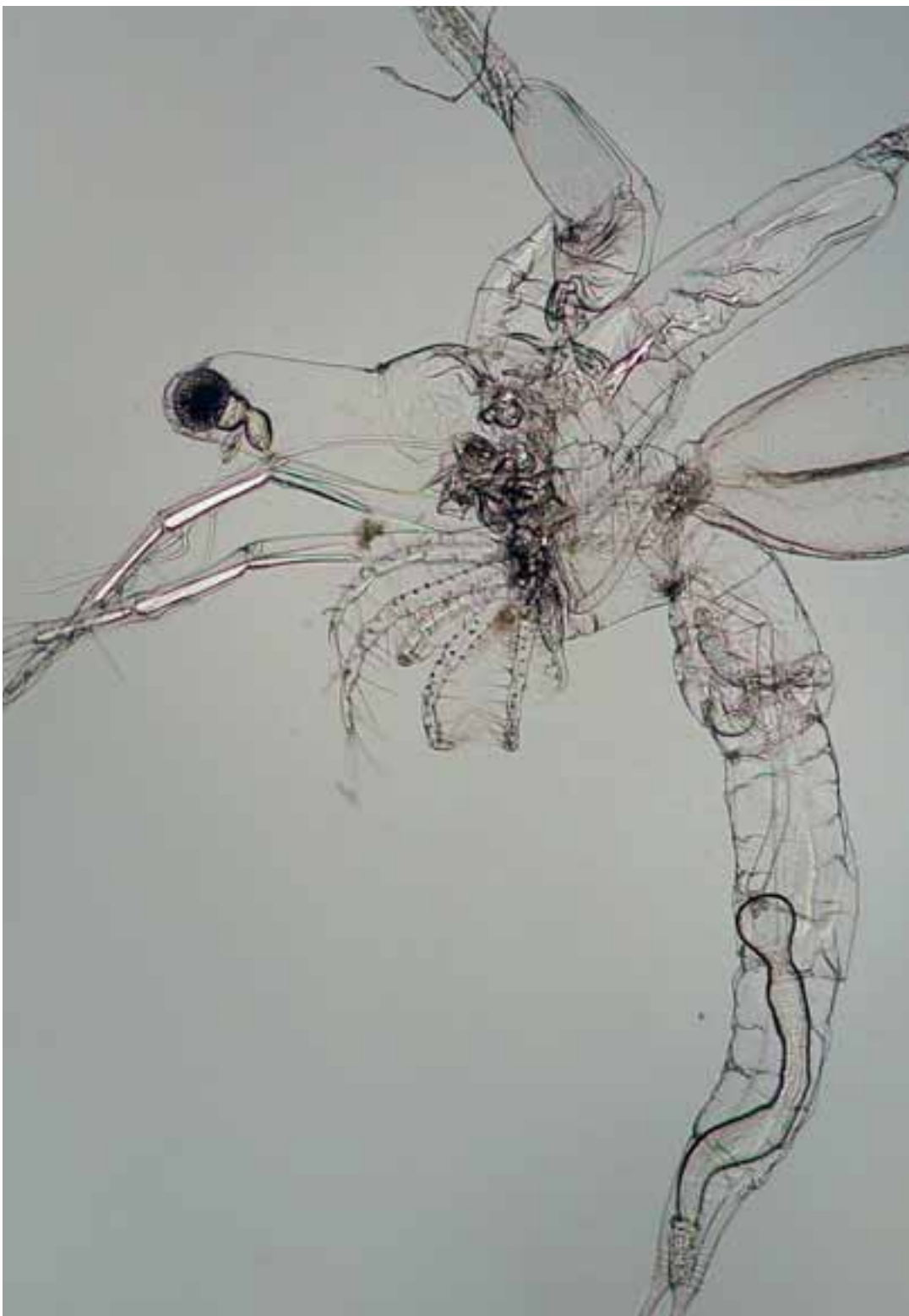
FIORENZA GABRIELLA MARGARITORA · DARIA VAGAGGINI

Fin dagli inizi del '900 le caratteristiche peculiari e l'elevata valenza naturalistica dei laghi vulcanici sono state un forte stimolo per lo sviluppo di ricerche sui popolamenti animali presenti nelle acque. I primi lavori pubblicati da Losito nel 1904 rappresentano la vera e propria scoperta e descrizione dello zooplankton che alberga nel Lago di Bracciano, con affascinanti dettagli ecologici e tassonomici che a tutt'oggi "catturano" il popolo dei limnologi. Successivamente numerose ricerche, portate avanti soprattutto dal gruppo idrobiologico dell'Università "La Sapienza" di Roma, hanno ben investigato la composizione e le dinamiche stagionali delle biocenosi zooplanctoniche presenti in buona parte dei laghi vulcanici dell'Italia peninsulare, pur rimanendo ancora alcuni ambienti per i quali sarebbe estremamente necessario un approfondimento delle conoscenze.

Prima di affrontare discorsi specifici è utile ricordare che fanno parte dello zooplankton tutti gli organismi che vivono fluttuanti in sospensione nelle acque, soggetti al trasporto da parte dei venti e delle correnti. Secondo Hairston, limnologo dei nostri giorni, lo zooplankton rappresenta un superbo sistema per ricerche ecologiche ed evoluzionistiche di tutti i tipi; tale affermazione trova le sue radici soprattutto nel ruolo primario che lo zooplankton riveste nell'ambito della catena trofica. I meccanismi di controllo delle sue variazioni temporali e spaziali sono, infatti, sia di tipo "bottom up", cioè in relazione alla dinamica del fitoplankton, che di tipo "top down", cioè dipendenti dalla predazione da parte dei pesci. Le variazioni stagionali quali- e quantitative del fitoplankton e le dinamiche della fauna ittica rappresentano dunque, anche nei laghi vulcanici, i principali elementi che influenzano lo zooplankton; ovviamente non deve essere trascurata l'influenza dei parametri abiotici, importanti soprattutto per comprendere la dinamica di quelle specie adattate ad un intervallo ristretto di caratteristiche fisico- chimiche.



*Keratella cochlearis*



*Leptodora kindtii*

Come sottolineato nei capitoli precedenti, i laghi vulcanici hanno come caratteristica peculiare l'elevata profondità in rapporto ad una superficie non molto estesa. Tale situazione è estremamente favorevole allo sviluppo di una distribuzione verticale (variabile temporalmente) dei popolamenti zooplanctonici lungo la colonna d'acqua, in relazione sia alle diverse caratteristiche abiotiche che alle complesse interazioni di tipo biotico (competizione, predazione).

### ■ Caratteristiche e distribuzione dello zooplancton

Lo zooplancton dei laghi vulcanici è costituito da rotiferi, cladoceri e copepodi. Ad ognuno di questi gruppi appartengono specie con differenti caratteristiche adattative, che strutturano una comunità notevolmente complessa.

I rotiferi sono microrganismi di dimensioni variabili da 0,04 a 1,5 mm. Il nome del gruppo deriva dall'organo rotatorio presente all'estremità anteriore dell'animale, che garantisce, attraverso il battito asincrono di numerose ciglia, un movimento del corpo di tipo elicoidale e contemporaneamente un'efficiente cattura ed incanalamento del cibo verso la bocca. Sono organismi filtratori di batteri e fitoplancton, tranne quelli del genere *Asplanchna* che sono predatori di protozoi ed altri rotiferi. La riproduzione avviene per partenogenesi, quando le condizioni ambientali sono favorevoli alla sopravvivenza della specie, e per riproduzione anfigonica al sopraggiungere di condizioni ostative. Le uova durature, prodotte mediante fecondazione, possono rimanere vitali anche per



*Asplanchna priodonta*

un tempo molto lungo, in attesa del ritorno di un ambiente idoneo allo sviluppo della specie.

La taxocenosi a rotiferi, tipica dei laghi vulcanici, presenta generalmente un numero di specie variabile da 10 a 15, se consideriamo la zona pelagica, che può aumentare fino a 20 se vengono incluse anche le specie che vivono strettamente legate a microhabitat litorali (zone di canneto, zone con vegetazione sommersa). In genere però le specie litorali hanno comparsa molto sporadica e cicli brevi. In laghi con volume d'acqua consistente, come quelli vulcanici, i rotiferi si riproducono quasi esclusivamente per partenogenesi, in quanto le fluttuazioni dei parametri chimico-fisici non sono mai repentine, non esiste il problema del prosciugamento e la profondità elevata permette alle specie di trovare, lungo la colonna d'acqua, un optimum di condizioni per lo sviluppo. Raramente nella zona litorale compare qualche femmina con uova durature; tale situazione può essere dovuta a particolari condizioni locali che si verificano nella fascia costiera (ad esempio aumento notevole della temperatura o condizioni chimiche fortemente alterate dalla vegetazione).

Nella zona pelagica, presente praticamente in tutti i bacini, troviamo il genere *Keratella* (*Keratella cochlearis* e *K. quadrata*, a volte affiancate da *K. tecta*) che, insieme ai generi *Hexarthra*, *Synchaeta*, *Conochilus* e *Trichocerca*, predilige acque calde e si ritrova spesso negli strati più superficiali del bacino. Al contrario *Kellicottia longispina*, *Polyarthra* gr. *vulgaris-dolichoptera* (ubiquiste nei laghi vulcanici) e il genere *Filinia* (*F. terminalis* e *F. longiseta*) tipicamente albergano negli strati d'acqua più freddi e presentano massimi di densità nei periodi invernali. La descrizione dei rotiferi dei bacini vulcanici si conclude con il genere *Asplanchna* (*Asplanchna priodonta* e *A. girodi*), predatore di altri rotiferi e sempre presente nella comunità. Le specie e i generi fin qui citati hanno cicli, come si vedrà in seguito, ben individuabili stagionalmente; a questi si affiancano generi come *Brachionus*, *Lecane*, *Pompholyx*, *Ploesoma* e *Testudinella*, caratterizzati invece da comparse sporadiche e tipici dell'uno o dell'altro bacino.

Tra i crostacei, i cladoceri sono microrganismi di dimensioni generalmente comprese tra 0,2 e 4 mm; alcune specie però possono raggiungere anche dimensioni maggiori (ad esempio *Leptodora kindtii* arriva fino a 12 mm). Salvo rare eccezioni, sono caratterizzati da un carapace bivalve che racchiude il tronco, lasciando libero il capo, a sua volta ricoperto da uno scudo cefalico. Cinque o sei paia di arti fogliacei, dotati di numerose setole, convogliano



*Kellicottia longispina*





*Daphnia hyalina*

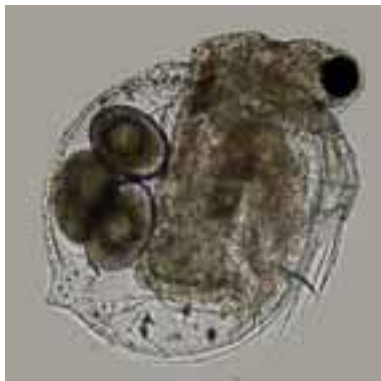
con il loro movimento le particelle di cibo verso la bocca. La maggior parte delle specie sono filtratrici di fitoplancton, batteri e detrito; fanno eccezione pochi generi predatori di rotiferi o di altri cladoceri. Anche i cladoceri beneficiano di una doppia modalità riproduttiva, la partenogenesi in condizioni ambientali favorevoli e l'anfigonia quando sopraggiungono caratteristiche ambientali non adatte allo sviluppo della specie. Lo sviluppo è diretto (salvo che in *Leptodora*), privo di stadi larvali, e avviene nella

camera incubatrice situata sul dorso della femmina; per partenogenesi può essere prodotta una progenie numerosa in tempi molto rapidi. Le uova dure sono racchiuse, invece, in una struttura di membrane, denominate ezipio, situata sempre nella zona dorsale dell'animale, che viene rilasciata in occasione della muta e trattiene le uova fino alla schiusa, che può avvenire anche dopo molto tempo.

Nella zona pelagica dei laghi vulcanici sono presenti generalmente 4-5 specie di cladoceri. Tra le specie del genere *Daphnia*, molto frequente è *Daphnia hyalina* che si sviluppa nella maggior parte dei bacini vulcanici, più rare sono *D. galeata* e *D. rosea* (la prima rinvenuta nel Lago di Bolsena, la seconda in quello di Monterosi). *Daphnia hyalina* si presenta come specie aciclica tipica di laghi di elevata profondità, è presente infatti anche in molti laghi subalpini. Una caratteristica peculiare di questa specie, che si ritrova ad esempio nei laghi di Nemi e Bracciano, è la variazione ciclica (in genere stagionale) di alcune caratteristiche fenotipiche, che va sotto il nome di cicломorfosi. In particolare, nella stagione estiva la specie tende ad aumentare in senso verticale le dimensioni del capo, sviluppando il cosiddetto "elmetto", e in alcuni casi interviene anche un allungamento della spina terminale ed una riduzione della taglia corporea. Tali adattamenti, secondo alcuni autori, sono da mettere in relazione con i cambiamenti della temperatura dell'acqua e quindi della sua densità, e assicurerebbero un migliore galleggiamento dell'organismo. Altre teorie, più accreditate, valutano invece la cicломorfosi come una difesa adattativa verso la predazione a vista; lo sviluppo estivo del coregone potrebbe, nei bacini prima citati, essere responsabile di queste variazioni fenotipiche, che creano in linea di massima una riduzione della parte visibile del corpo e un aumento di quella invisibile (elmetto), diminuendo così per l'animale il rischio di essere predato.



*Bosmina longirostris*



*Ceriodaphnia pulchella*

Altri cladoceri che compaiono nella zona pelagica, praticamente di tutti i laghi vulcanici, sono *Bosmina longirostris* e *Diaphanosoma lacustris* (nei laghi di Vico e Monterosi è presente invece *D. brachyurum*), entrambe filtratrici, tipiche di strati d'acqua a temperatura più elevata. Nella zona litorale, ma tipicamente planctonica, si rinviene con una certa frequenza anche *Ceriodaphnia pulchella*.

Tra i cladoceri predatori, assenti però nei laghi di Vico, Monterosi, Mezzano e Monticchio, *Leptodora kindtii* è la specie

più diffusa, legata ad acque calde e dipendente nel suo ciclo stagionale dalle densità dei cladoceri di dimensioni minori (come *B. longirostris*). Una particolarità degna di nota è la presenza ormai da diversi anni di *Bythotrephes longimanus* esclusivamente nel Lago di Bolsena, specie anch'essa predatrice e molto diffusa soprattutto nei laghi subalpini. Le forme di resistenza che caratterizzano i cladoceri favoriscono la colonizzazione relativamente rapida di nuovi ambienti e, con buona probabilità, *B. longimanus* è in una fase di espansione del proprio areale da Nord a Sud della penisola.

La biodiversità del gruppo aumenta notevolmente spostandosi verso la zona litorale. Qui i diversi microhabitat permettono la sopravvivenza anche di 15 - 20 specie, che vivono però in stretto contatto con le macrofite acquatiche (generi *Eurycercus* e *Simocephalus*), oppure sono bentoniche, cioè si alimentano direttamente sul fondo del bacino (ad esempio il genere *Alona*). Le specie più frequenti sono: *Acroperus harpae*, *Simocephalus vetulus*, *Eurycercus lamellatus*, *Alona rectangula* e *Chydorus sphaericus*.

I copepodi nello zooplancton dei laghi vulcanici sono rappresentati da due ordini, i calanoidi e i ciclopoidi. Questi organismi, le cui dimensioni sono variabili da 0,5 a 4 mm, hanno un corpo allungato, costituito da cefalotorace e addome, quest'ultimo formato da quattro segmenti privi di arti e terminante con una furca armata di setole, spesso utilizzata per il riconoscimento tassonomico. Delle due paia di antenne che caratterizzano i crostacei, nei copepodi il primo è lungo e utilizzato per il nuoto, il secondo ha dimensioni ridotte. La riproduzione è di tipo anfigonico, con formazione di uova subitane all'interno di sacche ovigere portate dalla femmine a livello dell'addome. In alcune specie le uova non schiudono immediatamente, ma vengono deposte e aspettano, per svilupparsi, condizioni ambientali favorevoli (uova durature). Lo sviluppo è sempre indiretto; dall'uovo schiudono delle larve dette nauplii,

fitofaghe, che si trasformano successivamente in copepoditi (simili all'adulto) e infine in adulti. L'alimentazione nello stadio adulto può essere ancora fitofaga, ma in molti casi diventa predatoria o mista, con preferenza per rotiferi o piccoli cladoceri.

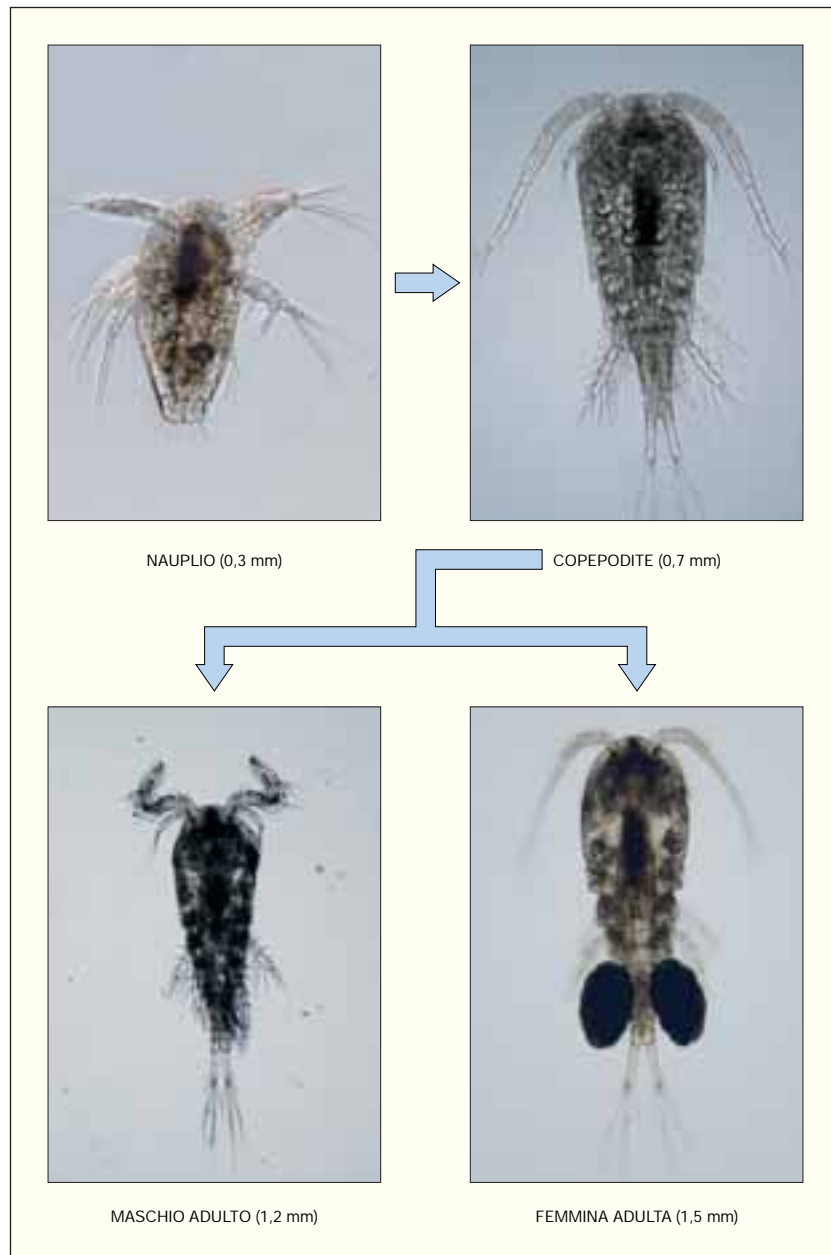
Il numero di specie di copepodi pelagici nei bacini vulcanici varia in genere da 4 a 5. Tra i calanoidi, *Eudiaptomus padanus etruscus* è specie aciclica ed ubiquista in questi ambienti; una particolarità da segnalare è la sua presenza negli anni '60 nei laghi di Nemi e Vico; attualmente recenti ricerche hanno evidenziato la sua scomparsa da entrambi i bacini. La forte eutrofizzazione dei due ambienti intorno agli anni '70, causata da scarichi civili e sostanze fertilizzanti sversati direttamente nelle acque, può essere responsabile di questa scomparsa derivante da una probabile alterazione del pabulum alimentare della specie. *Eudiaptomus padanus etruscus* è infatti una specie filtratrice e nel suo spettro alimentare sono poco edibili i gruppi algali come i cianobatteri che si sviluppano generalmente a seguito di un aumento di trofia.

Pur non essendoci studi approfonditi, un altro calanoide è segnalato per un lago vulcanico particolare, il Lago di Averno, che per la sua natura tipicamente salmastra ospita *Calanipeda aquaedulcis*, specie diffusa nella nostra penisola anche in altri stagni e laghi costieri.

I generi tipicamente planctonici tra i ciclopoidi, presenti nei laghi vulcanici, sono *Cyclops*, *Mesocyclops* e *Thermocyclops*. Un'associazione di specie tipica che spesso si riscontra in questi bacini è costituita da *Cyclops abyssorum*



*Eudiaptomus padanus etruscus*

Sviluppo dei ciclopoidi (*Cyclops abyssorum*)

e *Mesocyclops leuckarti* o *Thermocyclops crassus*; la prima specie è tipicamente frigostenoterma, le seconde sono invece tipiche di acque più calde. La convivenza di queste specie, come si vedrà in seguito, è strutturata in maniera tale da evitare interazioni di tipo competitivo. Nei prelievi di zooplancton nella zona pelagica compaiono occasionalmente anche ciclopoidi associati alla vegetazione o al fondo; tra questi ricordiamo *Eucyclops serrulatus*, *E. macruioides*, *Megacyclops viridis* e *Macrocyclus albidus*.

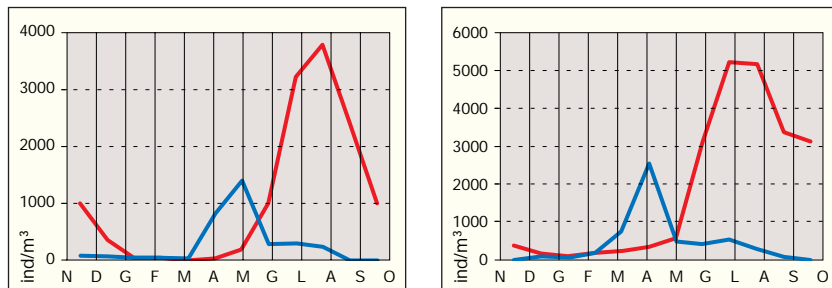
*Mesocyclops leuckarti*

### ■ Dinamiche spazio-temporali dello zooplancton

Studi sull'ecologia dello zooplancton sono stati condotti nei laghi di Bracciano, Martignano, Nemi, Vico, Monterosi e nel Lago Albano. La dinamica delle comunità zooplanctoniche in questi bacini presenta un elevato livello di complessità, determinato, in primo luogo, dalle numerose interazioni tra le specie appartenenti ai tre gruppi e, in secondo luogo, dalla variazione degli altri popolamenti (fitoplancton e ittiofauna) e dei parametri chimico-fisici. Il numero totale di specie zooplanctoniche generalmente rinvenuto nella zona pelagica è variabile da 20 a 25. I copepodi si presentano come il gruppo dominante a livello di densità e biomassa, esibendo spesso popolazioni ricche di stadi naupliari e di copepoditi. Il gruppo è presente tutto l'anno con elevate abbondanze, soprattutto per il comportamento aciclico di *Eudiaptomus padanus etruscus* che mostra buone densità in tutte le stagioni, con un massimo all'inizio del periodo primaverile. I ciclopoidi, invece, si alternano stagionalmente: in primavera *Cyclops abyssorum* è ai massimi di densità, all'inizio dell'estate comincia a diminuire e compare al suo posto *Mesocyclops leuckarti*, che in piena estate presenta un picco di densità e scompare a fine autunno, lasciando nuovamente "la scena" a *C. abyssorum*.

Nei periodi di convivenza tra *C. abyssorum* e *M. leuckarti* si può osservare una distribuzione spaziale diversa delle due specie lungo la colonna d'acqua; *C. abyssorum*, da specie frigostenoterma, tende a permanere negli strati d'acqua più profondi e freddi, mentre *M. leuckarti* si rinviene nella fascia più superficiale. Una tale distribuzione, oltre ad essere in accordo con le esigenze ecologiche di queste due specie, è essenziale per evitare la competizione alimentare, che inevitabilmente si instaurerebbe essendo entrambe specie predatrici. In





Alternanza stagionale nel Lago di Bracciano (Lazio): a sinistra tra *Daphnia hyalina* (blu) e *Diaphanosoma lacustris* (rosso); a destra tra *Cyclops abyssorum* (blu) e *Mesocyclops leuckarti* (rosso)

alcuni bacini *M. leuckarti* è sostituito da *Thermocyclops crassus*, con cui raramente convive, ma sostanzialmente rimane analoga sia la variazione temporale che quella spaziale, pur non avendo le due specie una sovrapposizione alimentare in quanto *T. crassus* allo stadio adulto rimane fitofago.

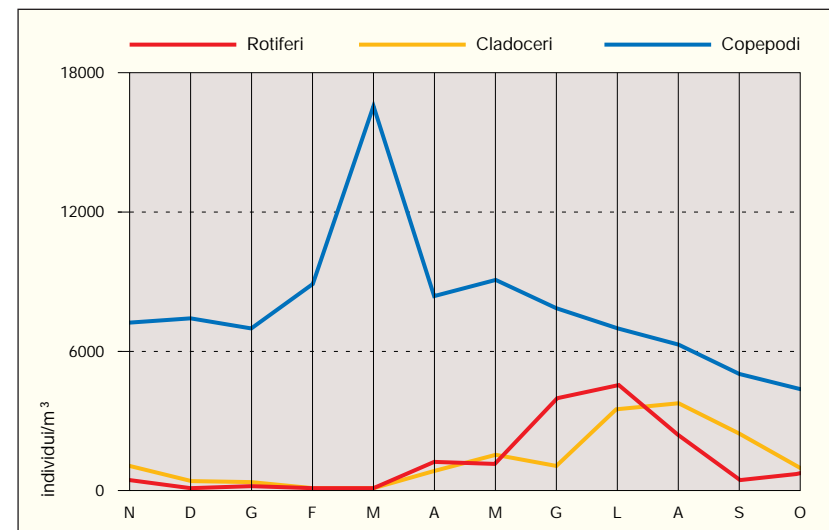
Tra i cladoceri *Daphnia hyalina* è presente tutto l'anno, ma le massime densità vengono registrate soprattutto in primavera, periodo in cui abbondano specie algali particolarmente edibili; in estate la specie subisce un vero e proprio declino con un netto crollo delle abbondanze. Tale fenomeno, noto anche in altre tipologie lacustri (come i laghi subalpini), può essere imputato secondo alcuni autori principalmente alla predazione da parte della fauna ittica, che la ciclomorfosi è in grado di evitare solo parzialmente. *Daphnia hyalina* frequenta più o meno indistintamente tutte le profondità, ma è stata notata spesso una sua migrazione verticale durante la giornata lungo la colonna d'acqua, in relazione alla presenza di predatori invertebrati quali il dittero *Chaoborus flavicans*, specie che allo stadio larvale preda preferenzialmente gli stadi giovanili.

Approfittando del declino estivo di *D. hyalina*, nella stagione più calda compaiono, con densità consistenti, *Diaphanosoma lacustris* e *Bosmina longirostris*, entrambe specie filtratrici che possono beneficiare di una maggiore disponibilità alimentare. Entrambe le specie si limitano agli strati d'acqua superficiali prediligendo temperature più elevate. Negli ambienti in cui è presente, anche il predatore *Leptodora kindtii* si sviluppa in estate, nutrendosi prevalentemente di rotiferi e di *B. longirostris*. Anche per i cladoceri è dunque evidente uno sfasamento stagionale nello sviluppo delle diverse specie, meccanismo atto a garantire una minore sovrapposizione della nicchia trofica. Una particolarità da segnalare per *D. lacustris* riguarda la modalità riproduttiva; infatti, al contrario degli altri cladoceri che quasi mai presentano in questi bacini forme di resistenza, questa specie produce uova durature prima del suo declino autunnale e, come osservato nel Lago Albano, l'anno

successivo la colonizzazione avviene a partire dalla zona litorale, con progressivo spostamento verso quella pelagica.

L'andamento stagionale dei rotiferi mostra, generalmente, basse densità del gruppo nel periodo autunno-invernale, in cui sono presenti le poche specie frigotenotermiche, e un netto aumento in primavera, a carico soprattutto dei generi *Keratella*, *Hexarthra* e *Synchaeta*, presenti quando la massa d'acqua tende a riscaldarsi. La maggior parte delle specie si concentra negli strati d'acqua superficiali (fino ad un massimo di 10 m di profondità), dove è più elevata la densità del fitoplancton. Il declino estivo del gruppo è dovuto probabilmente ad una interferenza di tipo competitivo con i cladoceri (soprattutto *B. longirostris*) che, comparando in questo periodo, sono maggiormente efficienti nella cattura degli organismi fitoplanctonici.

I rotiferi in laghi in condizioni oligo-mesotrofe non compaiono con densità particolarmente elevate e lo sviluppo delle diverse specie è piuttosto equilibrato con assenza di dominanze; in laghi invece in cui il carico di nutrienti è elevato, e quindi esiste una tendenza all'eutrofia, è frequente assistere alla dominanza di una o due specie; si verificano cioè, come nel caso del Lago di Nemi all'inizio degli anni '80, delle vere e proprie esplosioni di densità. Si tratta di specie opportuniste, spesso del genere *Brachionus* che, approfittando di una aumentata biomassa fitoplanctonica edibile e di un rapido turnover, crescono in modo esponenziale raggiungendo densità elevatissime (nel caso del Lago di Nemi fino a 100.000 individui per m³).



Andamento stagionale dei gruppi zooplanctonici nel Lago di Bracciano (Lazio)

## Zoobentos

MARCELLO BAZZANTI · LUCIANA MASTRANTUONO

Le comunità zoobentoniche sono rappresentate da un insieme di organismi che durante tutto o parte del loro ciclo vitale vivono a stretto contatto con il substrato (sedimenti di varia granulometria e vegetazione acquatica). In base alla grandezza dei loro componenti, si possono riconoscere un microbentos (organismi più piccoli di 0,06 mm), un meiobentos (organismi di dimensioni comprese tra 0,5 e 0,06 mm) ed un macrobentos (che comprende forme di dimensioni maggiori di 0,5 mm); le scale di riferimento sono indicative e variano a seconda degli Autori.

Le principali caratteristiche dei gruppi tassonomici costituenti lo zoobentos delle acque interne sono state ampiamente illustrate in altri volumi della serie Quaderni Habitat, ed in particolare nei volumi "Pozze, stagni e paludi" e "Laghetti d'alta quota", ai quali si rimanda per questo aspetto.

Ai fini dello studio dello zoobentos, si definisce come zona litorale lacustre un'area che va dal bordo dell'acqua ad una profondità massima che è correlata al profilo più o meno inclinato del fondale e alla trasparenza delle acque. Questi due fattori sono fondamentali poiché la zona colonizzata dalla comunità litorale in pratica si identifica con la profondità massima in cui si può sviluppare la vegetazione acquatica. Dopo tale limite inizia la zona sublitorale che si spinge fino all'inizio della zona ipolimnica, da cui si estende infine la zona profonda del lago.

Va precisato che nei laghi vulcanici del Lazio si hanno conoscenze dettagliate sul meiobentos ed il macrobentos per la zona litorale e sul solo macrobentos per quelle sublitorale e profonda; per i laghi di Monticchio e quello di Averno non esistono invece studi approfonditi.



Lago Albano (Lazio)



*Palaemonetes antennarius*

L'eterogeneità dei substrati litorali esige l'utilizzo di molteplici strumenti per poter raccogliere, osservare e studiare gli organismi bentonici e si incontrano numerose difficoltà nell'esecuzione di un prelievo che sia anche quantitativo.

Gli organismi associati al substrato vegetale sono quelli che mostrano i maggiori problemi a causa del significativo impedimento che la presenza della vegetazione crea al movimento in acqua degli strumenti di campionamento. Infatti per questo tipo di substrato si deve utilizzare, generalmente, una draga a trascinamento che può essere anche azionata a mano, se si tratta di acque di profondità modesta ove ci si possa immergere direttamente; se la profondità dell'acqua è maggiore, la draga viene trascinata da un'imbarcazione mediante una robusta sagola di nylon.

Questo tipo di draga può essere appesantita con strutture di acciaio che ne facilitano l'uso in acque più profonde, dove altrimenti tenderebbe a disporsi verticalmente. Nei casi in cui è possibile, si ricorre anche all'intervento di subacquei, che possono effettuare i campionamenti direttamente a profondità più precise.

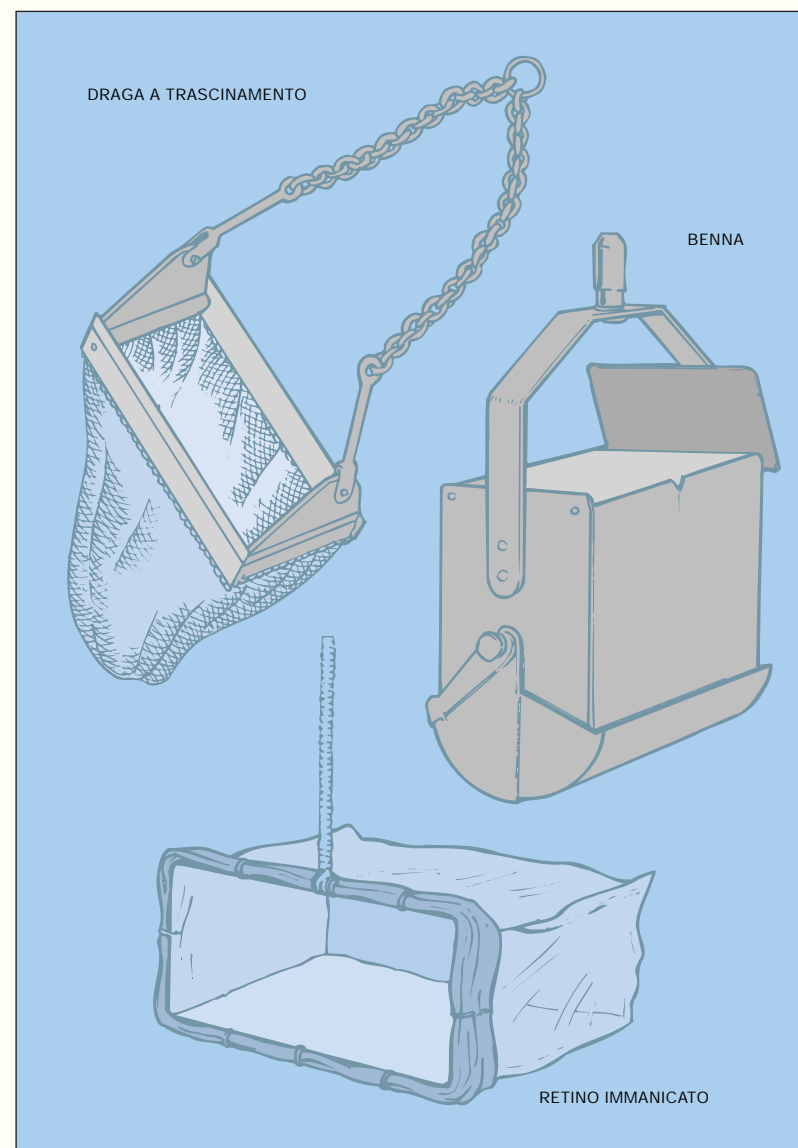
Gli organismi associati al substrato sabbioso litorale si possono campionare con le medesime draghe, ovvero con apposite draghette a chiusura, per un prelievo di tipo quantitativo. Per raccogliere i minuti rappresentanti della fauna interstiziale, che vive negli spazi tra i granelli di sabbia, si scavano delle buche profonde lungo la battigia, filtrando poi con un retino a maglia fitta l'acqua interstiziale che si raccoglie nella buca.

Per i substrati ciottolosi si possono usare retini immanicati oppure prelevare direttamente i ciottoli per raccogliere gli invertebrati attaccati ad essi, mentre sul substrato roccioso bisogna provvedere a raschiare superfici di dimensioni predefinite staccando con una certa accuratezza gli organismi che le colonizzano.

Per il substrato composto da sabbie, limo, fanghi e argilla si adoperano sia nella zona litorale che in quella sublitorale e profonda benne a chiusura o caricatori singoli o multipli (multicorer). Tali strumenti vengono azionati manualmente in acque basse o tramite un verricello a mano o elettrico in acque profonde e forniscono dati di tipo quantitativo.



Ostracode del genere *Candona* (0,8 mm), rappresentante del meiobentos



Strumenti per il campionamento dello zoobentos



**Gruppi zoologici rinvenuti nell'area litorale lacustre dei laghi vulcanici dell'Italia centrale e preferenze per i diversi substrati**

	VEGETAZIONE	SABBIA	LIMO	CIOTTOLI	ROCCIA
Idroidi					
Poriferi					
Turbellari					
Nematodi					
Rotiferi					
Gastrotrichi					
Oligocheti					
Irudinei					
Tardigradi					
Cladoceri					
Copepodi					
Ostracodi					
Isopodi					
Decapodi					
Anfipodi					
Efemerotteri					
Odonati					
Eterotteri					
Tricotteri					
Coleotteri					
Lepidotteri					
Ditteri					
Acari					
Briozoi					
Gasteropodi					
Bivalvi					

**Numero di taxa identificati in due substrati (vegetazione e sabbia) in alcuni laghi vulcanici del Lazio**

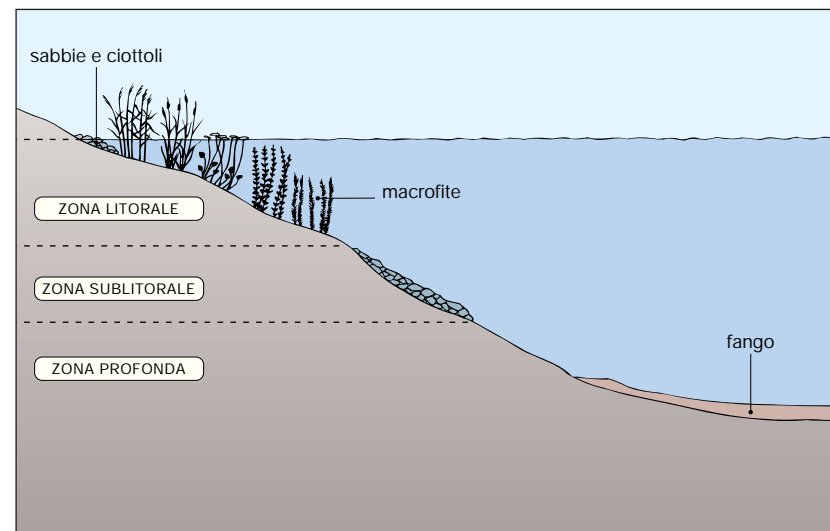
	BRACCIANO	MARTIGNANO	VICO	MONTEROSI	ALBANO	NEMI
vegetazione (totale 262)	125	117	108	83	78	61
sabbia (totale 186)	100	59	116	-	76	64

**Lo zoobentos della zona litorale**

Le zone litorali dei laghi rivestono grande interesse ecologico e naturalistico, in primo luogo perché rappresentano un'area lacustre caratterizzata da una molteplicità di substrati (mosaico ambientale) e dunque dalla maggiore presenza di specie di invertebrati (elevata diversità), che raggiungono anche densità solitamente cospicue.

La complessità delle comunità bentoniche e la loro abbondanza numerica sono fattori di basilare importanza per sostenere una catena alimentare equilibrata nell'ecosistema lacustre, poiché consentono un efficiente utilizzo e ricircolo della materia organica ed inorganica e favoriscono il mantenimento di una elevata biodiversità complessiva, ed in ultima analisi di una condizione ecologica ottimale, caratteristica di un ambiente pulito. Questa condizione è fondamentale anche per mantenere integri i valori estetici del sistema, altamente apprezzabili per un migliore uso ricreativo e per assicurare inoltre un adeguato livello produttivo della fauna ittica, di indubbio rilievo anche come attività economica complementare.

La zona litorale nei laghi vulcanici italiani può raggiungere circa 20 metri di profondità, nelle migliori condizioni di trasparenza e di declivio del fondale. Nei laghi di origine vulcanica, inoltre, la forma del cono è fondamentale perché può determinare la condizione di fondale molto scosceso e quindi la presenza di una zona litorale ristretta, come avviene, ad esempio, nel Lago



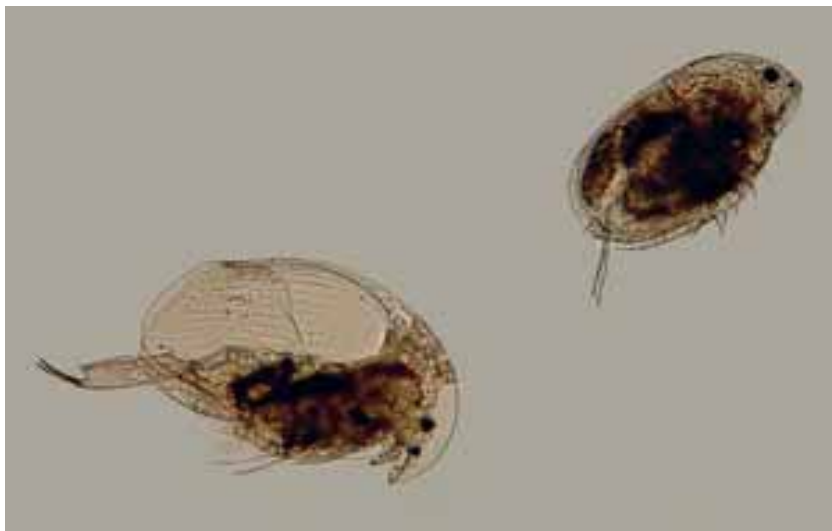
Sezione di un lago che illustra le zone di insediamento dello zoobentos

di Nemi e nel Lago Albano; ovvero nel caso di una caldera ampia (ad esempio nel Lago di Bolsena) può presentare sponde a declivio dolce e zone litorali molto ampie.

Le comunità ad invertebrati delle zone litorali hanno una composizione che si differenzia a seconda dei vari substrati cui sono associate e che possono essere così sintetizzati: a) la vegetazione acquatica; b) i sedimenti sabbiosi; c) i sedimenti limosi; d) i sedimenti ciottolosi; e) il substrato roccioso.

Il substrato che ospita il maggior numero di specie di invertebrati è quello con vegetazione, e ciò in funzione dell'ampia diversificazione dei microhabitat, mentre il substrato roccioso è quello che presenta la minore ricchezza specifica.

Gli invertebrati colonizzano i diversi substrati in relazione alle loro caratteristiche autoecologiche (le preferenze alimentari, quelle termiche, di luce e altre) e fra queste il tipo di movimento risulta molto importante. Infatti, possiamo distinguere: specie natanti (soprattutto microcrostacei, quali cladoceri e copepodi), che sono in grado di muoversi agevolmente sia in acqua libera che a diretto contatto col substrato; specie vagili o reptanti, sostanzialmente "camminatrici", quali numerose larve di insetti, idracari, ostracodi, isopodi ed anfipodi; specie striscianti, come i turbellari e i gasteropodi; specie sessili, fisse al substrato, come le spugne, gli idroidi e i briozoi; specie fossorie, che vivono infossate nei sedimenti, come numerosi oligocheti, nematodi e bivalvi.



Cladoceri associati alla vegetazione acquatica (*Acroperus harpae* e *Macrothrix hirsuticornis*)

**Gli invertebrati associati alla vegetazione acquatica.** La vegetazione acquatica, che nei laghi vulcanici si può spingere sino a circa 20 m di profondità, è di rilevante importanza nell'economia lacustre innanzitutto perché offre sostegno, nutrimento e rifugio ad un'elevata varietà di organismi bentonici. I vari tipi vegetazionali si dispongono in fasce o "cinture di vegetazione" secondo quanto illustrato nel capitolo Macrofite. Gli invertebrati mostrano diversa distribuzione con la profondità, in relazione alle loro esigenze ecologiche e a diversi fattori dominanti fra cui: il tipo di piante presenti (facies vegetazionale), le condizioni fisico-chimiche prevalenti (temperatura, luce, ossigeno, etc.), l'alimento presente (popolamenti batterici, algali, materiale organico particellato, etc.). Questo substrato ospita il maggior numero di specie, che, nei laghi vulcanici laziali sinora studiati, ammontano a 262, con valori che variano da un minimo di 61 (Lago di Nemi) ad un massimo di 125 (Lago di Bracciano). La ricchezza specifica è generalmente maggiore nei laghi più grandi, ma essa è altamente correlata allo stato ambientale; il peggioramento della qualità dell'acqua porta infatti a una riduzione più o meno marcata del numero di specie presenti.

Gli organismi più abbondanti in questo substrato sono i microcrostacei (cladoceri come *Acroperus harpae*, *Simocephalus vetulus*, *Alona rectangula* e copepodi come *Macrocyclops albidus*, *Eucyclops macrurus* e numerosi arpaticoidi), mentre gli oligocheti (*Amphichaeta leydigii*, *Chaetogaster diastrophus*, *Nais communis*, *Stylaria lacustris*), le larve di ditteri chironomidi (ortocladini, *Tanytarsus*, *Paratendipes*, *Parachironomus*) e i nematodi (*Theristus setosus*, *Tobrilus gracilis*,



Arpaticoidi frequenti tra le macrofite spiaggiate (*Onychocamptus mohammed* e *Nitokra hibernica*)

Lo zoobentos dei laghi vulcanici non presenta specie esclusive di questa tipologia lacustre; tuttavia, in questi ambienti sono presenti alcune specie endemiche o comunque di elevato interesse per la conservazione, che meritano di essere citate.

Tra i molluschi gasteropodi è di particolare interesse *Belgrandia latina*; descritta nel 1965, è specie endemica italiana, sinora da ritenersi esclusiva dei laghi vulcanici laziali (Bolsena, Vico, Bracciano e Martignano); la sua lunghezza è di circa 2,2 mm.

È specie endemica italiana anche il coleottero idrenide *Limnebius nitiduloides*, specie di piccole dimensioni (3 mm) diffuso dalla Liguria alla Sicilia, rinvenuto frequentemente nel Lago di Bolsena. Non si tratta di specie esclusiva lacustre; frequenta anche ruscelli e paludi.

Tra gli odonati, la libellula *Cordulegaster trinacriae* è segnalata nel comprensorio del Lago di Bracciano; non si

sviluppa presumibilmente nelle acque lacustri, ma nei piccoli ruscelli contigui, mentre frequenta le rive del lago come territorio di caccia. Inserita nella Direttiva Habitat e sottoposta pertanto a rigorosa tutela, è specie endemica italiana, diffusa dal Lazio alla Sicilia. Il Lago di Bracciano si trova pertanto al limite settentrionale del suo areale di distribuzione.

Infine, merita di essere ricordato non per il suo interesse conservazionistico, ma per la sua dannosità, un crostaceo decapode, il gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*); si tratta di una specie aliena invasiva ed aggressiva, che scava profonde gallerie lungo le rive dei bacini e dei canali, in via di rapida espansione nell'Italia appenninica e settentrionale. Preda altri invertebrati, pesci ed anfibi, danneggiandone in alcuni casi seriamente le popolazioni locali. È stato purtroppo segnalato recentemente (2003) per il Lago di Bolsena e per quello di Bracciano (2005).



*Cordulegaster trinacriae*

*Ethmolaimus pratensis*, *Trypila glomerans*) rappresentano come numero di specie la componente più significativa. Sono molto caratteristici di questo substrato gli organismi vagili (soprattutto ostracodi, idracari e larve di insetti), striscianti (turbellari e molluschi) e sessili (spugne, idre e briozoi). In alcuni dei laghi vulcanici centro-italiani va inoltre sottolineata anche la presenza di entità tassonomiche particolarmente interes-

santi, come nel caso del piccolo Lago di Monterosi, in cui è stata rinvenuto un nemertino (genere *Prostoma*), che è un invertebrato estremamente raro, e che rappresenta l'unico rinvenimento nei laghi vulcanici del Lazio. Altro interessante reperto è il gasteropode *Helisoma duryi*, raro in Italia, trovato per la prima volta nel Lago Albano nel 1990 e solo recentemente nel vicino Lago di Nemi (2001).



Idracaro frequente tra la vegetazione acquatica

**Gli invertebrati associati ai sedimenti sabbiosi.** Il sedimento sabbioso è presente nella fascia marginale dei laghi a partire dal bordo dell'acqua fino ad una profondità di circa 1-1,5 m. Lungo il perimetro lacustre la sua estensione varia considerevolmente nei differenti laghi sia in relazione alle caratteristiche morfologiche della conca lacustre, sia al grado di fruizione umana del litorale. Infatti i laghi considerevolmente antropizzati per scopi ricreazionali e di notevoli dimensioni quali i laghi di Bracciano e Bolsena, presentano ampi tratti litorali in cui la naturale fascia vegetazionale ad elofite è stata progressivamente eliminata per acquisire spazi liberi per la balneazione. In queste zone, una volta eliminata la vegetazione, il substrato sottostante viene rapidamente dilavato della sua frazione più fine dal moto ondoso, e dunque rimane in situ la frazione sabbiosa, che va ad estendersi anche per ampi tratti, se siamo in presenza di un declivio dolce. All'interno di questo substrato, all'apparenza privo di organismi, vive un popolamento di invertebrati molto ricco di specie (anche se in numero inferiore a quello presente nel substrato a vegetazione) e numericamente abbondante. Nei laghi vulcanici studiati nell'Italia centrale sono stati infatti rinvenuti un totale di 186 taxa, il 57% dei quali appartenenti a oligocheti, chironomidi e nematodi, che sono i gruppi dominanti anche dal punto di vista quantitativo. Gli invertebrati presenti sono generalmente caratterizzati da piccole dimensioni, adatti a muoversi più facilmente nel substrato, e le specie tipiche hanno, come nei sedimenti più profondi, corpo vermiforme e movimento ondulatorio. Per questa ragione gli invertebrati dominanti sia come numero di specie che come densità sono gli oligocheti (40 taxa alcuni dei quali tipici di questo substrato, quali *Amphychaeta leydigii*, *Psammoryctides barbatus*, *Aulodrilus plurisetus*, *Haplo-*



*taxis gordioides*), le larve dei ditteri chironomidi (37 taxa di cui svariati ortocladini) e i nematodi (29 taxa fra cui *Chromadorita leuckarti*, *Mononchus truncatus*, *Aphanolaimus aquaticus*, *Paractinolaimus macrolaimus*). Ad essi si associa una molteplicità di altri organismi appartenenti a numerosi gruppi faunistici, alcuni particolarmente legati a questo substrato come bivalvi (*Pisidium*, *Sphaerium*), copepodi arpattoicoidi e numerosi altri, fra i quali gasteropodi (*Valvata*, limneidi), turbellari, ostracodi, isopodi e anfipodi e svariate larve di insetti appartenenti a odonati, efemerotteri, tricotteri e ditteri. Gli eccezionali organismi meiobentonici che vivono in profondità nelle sabbie, ciechi e depigmentati, fanno parte della cosiddetta fauna interstiziale, cui è dedicata una apposita scheda.

**Gli invertebrati associati ai sedimenti limosi.** I sedimenti limosi possono occupare le profondità al di sotto di 1 m fino al margine della scarpata (circa 20 m), naturalmente in assenza di vegetazione acquatica.

Gli organismi dominanti nei sedimenti limosi sono quelli tipici delle zone sublitorali e profonde, vale a dire invertebrati che vivono infossati nel substrato fine e ricco di nutrimento (soprattutto popolamenti batterici e materiale organico) e che all'occorrenza sono anche in grado di tollerare deficit di ossigeno. Come per il sedimento sabbioso hanno corpo tipicamente vermiforme e movimenti ondulatori, che facilitano gli spostamenti all'interno di un sedimento soffice. Questo sedimento è stato studiato nel Lago di Nemi dove le specie dominanti sono fra quelle tipiche del bentos profondo (oligocheti come *Tubifex tubifex* e



Gasteropode del genere *Physa*

*Limnodrilus hoffmeisteri*; larve di ditteri chironomidi come quelli del genere *Chironomus*; nematodi dei generi *Dorylaimus* e *Tobrilus*).

**Gli invertebrati associati ai sedimenti ciottolosi e rocciosi.** Questo substrato è solitamente presente in misura nettamente inferiore rispetto agli altri, si può trovare esclusivamente in zone marginali (intorno a 0,5-1 m di profondità) e mostra sempre una distribuzione discontinua lungo il perimetro lacustre. I gruppi di invertebrati che lo caratterizzano non sono estremamente numerosi perché devono presentare una morfologia adattata ai substrati duri, che sostanzialmente richiedono capacità di aderire o di strisciare su di essi. Le specie più caratteristiche appartengono ai molluschi gasteropodi (quali *Physa acuta* e *Theodoxus fluviatilis*) e ai turbellari (come *Dugesia tigrina* e *Dendrocoelum lac-teum*), che sono i principali componenti di questa fauna. Ad essi si associano alcuni altri organismi, che si collocano principalmente sotto i ciottoli o i massi di maggiori dimensioni, come alcune specie di irudinei (appartenenti ai generi *Helobdella* ed *Erpobdella*), in grado di aderire al substrato e di nascondersi alla vista, e numerose larve di insetti (efemerotteri, odonati, tricotteri) in grado di ancorarsi con le zampe entro gli interstizi liberi fra ciottoli e sedimenti sottostanti. Il substrato roccioso si può trovare raramente nei nostri laghi vulcanici, solitamente in laghi grandi (ad esempio nel Lago di Bolsena) e in aree estremamente limitate. Su questo substrato troveremo soprattutto specie striscianti (turbellari e gasteropodi del genere *Ancylus*) e sessili (soprattutto idroidi).



Microturbellario associato ai sedimenti sabbiosi

I diversi habitat di acque sotterranee rappresentano una riserva di biodiversità ed una componente essenziale del ciclo delle acque sia sotto l'aspetto idrologico che biologico ed il fatto che non esista regione del pianeta in cui non siano presenti consente di raggrupparli in un "ecoregno".

L'ambiente interstiziale è l'insieme degli spazi delimitati da elementi mobili quali sabbie, ghiaie e ciottoli e contenenti acqua, di diversa origine, che, in relazione con acque epigee di varia natura (laghi, mari e fiumi), costituisce l'elemento sostanziale per il popolamento di questo peculiare dominio. Non esistono dei veri e propri "confini" chimico-fisici tra i vari habitat interstiziali e vi sono numerose possibilità di relazioni tra l'ambiente epigeo ed ipogeo, non necessariamente circoscritte nello spazio e nel tempo. L'insieme dell'idrosfera sotterranea e dei suoi popolamenti è un sistema articolato e molti fra gli organismi che si rinvenivano solo in questi ecosistemi appaiono estremamente specializzati. Le differenti condizioni, più restrittive, determinano infatti nuove caratteristiche del popolamento: la colonizzazione "dall'alto" delle specie epigee rallenta e gli organismi stigobi prevalgono: si assiste alla massiccia presenza di crostacei e all'assenza pressoché totale di insetti.

La fauna interstiziale mostra caratteristiche biologiche e morfologiche strettamente correlate a condizioni ambientali così particolari che hanno causato una forte pressione selettiva portando ad adattamenti simili, per convergenza adattativa, anche tra gruppi filogeneticamente distanti. Di solito questi organismi presentano una particolare biologia riproduttiva e funzioni metaboliche commisurate alla scarsità di nutrienti.

Le dimensioni corporee appaiono ridotte, il corpo è appiattito con spostamento laterale delle appendici locomotorie,

quasi totalmente depigmentato e privo di organi visivi (fotorecettori); questa carenza è compensata da recettori di sostanze chimiche e tattili.

All'interno del sistema delle acque sotterranee, l'ambiente interstiziale di arenili di laghi vulcanici è stato sicuramente quello meno studiato. Le prime ricerche risalgono agli anni '70 ed hanno interessato il Lazio. Tali studi, riferiti soprattutto a copepodi arpatticoidi, hanno consentito di descrivere nuove specie e definire per i taxa già noti nuove stazioni di raccolta. Si tratta di un gruppo di crostacei prevalentemente bentonici caratterizzati da ridotte dimensioni (in genere tra 0,2 e 2,5 mm), ampiamente diffusi in tutti gli ambienti acquatici. All'interno di questo ordine i membri del genere *Parastenocaris* sono apparsi come elementi tipici: *P. pasquinii* e *P. amalasuntae*, specie endemiche della fauna italiana, sono state identificate proprio nell'ambiente interstiziale delle sabbie (psammon) del Lago di Bolsena, mentre altre specie del genere come ad esempio *P. italica* e *P. orcina*, descritte rispettivamente per l'ambiente interstiziale dei corsi d'acqua e per grotte, hanno mostrato un'ampia valenza ecologica riuscendo a popolare anche l'ambiente interstiziale dei laghi vulcanici laziali.

Un altro genere endemico italiano recentemente descritto è *Simplicaris*; la specie *S. veneris* è esclusiva del Lago di Vico.



*Parastenocaris amalasuntae*

La stima della qualità dell'acqua nei laghi viene solitamente ottenuta in base alla misurazione di alcuni parametri standard (trasparenza, contenuti di ossigeno ipolimnico, di clorofilla a e di fosforo totale nelle acque), ma la diagnosi della qualità ecologica complessiva non può prescindere dalla ricerca e dall'utilizzo dei parametri faunistici (bioindicatori e bioindici) utili a un corretto biomonitoraggio.

Gli studi condotti finora nei laghi vulcanici del Lazio sulla comunità ad invertebrati litorali nei due più importanti substrati (vegetazione e sabbia) hanno consentito di isolare alcuni dei parametri più significativi per questa finalità quali: ampiezza della fascia colonizzata da vegetazione, numero di taxa di invertebrati (ricchezza specifica), indice di diversità biotica (H di Shannon), numero di specie di cladoceri, abbondanza percentuale del cladocero *Chydorus sphaericus* (bioindicatore di acque ricche di nutrienti), numero di specie di nematodi, numero di specie di molluschi, ed alcuni altri.

Come si vede, questi parametri sono molto numerosi e in alcuni casi di lunga e complessa acquisizione, ed inoltre devono essere valutati nel loro insieme piuttosto che utilizzati singolarmente. Per questo motivo si riportano solo quelli che in modo più evidente tendono a diminuire col peggioramento delle condizioni ambientali, allo scopo di evidenziare la qualità ecologica valutata nel litorale dei laghi vulcanici studiati.

Substrato a vegetazione	BRACCIANO 1998	MARTIGNANO 1996	VICO 1985	ALBANO 1986	NEMI 1981	NEMI 2001
ricchezza specifica	125	117	108	78	61	71
indice di diversità (H)	4,1	3,3	3,6	3,2	2,2	3,4
n° specie di cladoceri	13	16	12	8	3	8
qualità ecologica	○○	○○	○○●	○	●	○
Substrato a sabbia	BRACCIANO 1990	MARTIGNANO 1996	VICO 1994	ALBANO 1986	NEMI 1981	NEMI 2001
ricchezza specifica	100	59	115	76	64	59
indice di diversità (H)	3,2	3,4	3,6	3,2	2,7	4,1
n° specie di nematodi	18	19	20	13	9	7
qualità ecologica	○○●	○	○	○	●	●
● pessima ○ medio-buona ○ buona ○● molto buona ○○ ottima						

Bioindicatori e bioindici utilizzati per la stima della qualità ecologica di alcuni laghi vulcanici laziali

## ■ Lo zoobentos della zona sublitorale e profonda

I sedimenti sublitorali e profondi costituiscono una zona estremamente importante per il metabolismo dei laghi, sia per la loro tendenza ad accumulare i nutrienti, che per la loro capacità a rilasciarli nelle acque libere quando si creano particolari condizioni chimiche (anossia).

Le comunità bentoniche sono costituite da numerose specie, appartenenti a diversi gruppi zoologici, che possono vivere in particolari condizioni ambientali mediante adattamenti fisiologici (pigmenti respiratori che presentano un'elevata affinità per l'ossigeno, glicolisi anaerobica), morfologici (presenza di branchie accessorie, maggiore irrorazione nella parte terminale del corpo) e comportamentali (abitudini a vivere in tubuli sopraelevati dal fondo, movimenti natatori), che permettono loro di superare gli eventi sfavorevoli provenienti dal contatto con i fondi e con le acque deossigenate.

Per le sue caratteristiche ambientali legate all'assenza di luce, la zona sublitorale e profonda ospita unicamente organismi zoobentonici che si alimentano di sostanza organica (detritivori) di origine animale e vegetale in decomposizione e proveniente dalla zona litorale o da quella pelagica, oppure si cibano di altri invertebrati (predatori).

Essi vivono come elementi sedentari (fossori) o mobili (striscianti o deambulanti sul sedimento e talvolta natanti per piccoli tratti, talora solo durante le ore notturne).



I nematodi sono frequenti nei sedimenti

In tutti i laghi la zona sublitorale e quella profonda ospitano un numero di specie più basso rispetto a quello riscontrabile nella zona litorale, con una riduzione consistente dei gruppi zoologici rappresentati. Questo fenomeno dipende principalmente dalla monotonia del substrato, costituito da sabbie sottili, limo ed argilla e dal conseguente scarso numero di microhabitat a disposizione della fauna, nonché dalla severità delle condizioni chimico-fisiche (eutrofizzazione e deossigenazione delle acque ipolimniche). La profondità è quindi il gradiente ambientale più importante soprattutto nei laghi profondi, quali generalmente quelli vulcanici, dove essa svolge un ruolo determinante sulla composizione e struttura della comunità bentonica. In generale, i taxa dominanti in queste zone del lago, sia come densità che come biomassa, sono oligocheti e ditteri chironomidi, a cui vanno aggiunti pochi altri gruppi, quali turbellari, crostacei (anfipodi e isopodi), ditteri (ceratopogonidi e caoboridi) e molluschi (gasteropodi e bivalvi).

Ricerche condotte negli ultimi decenni nei laghi vulcanici laziali hanno consentito di delineare con precisione il popolamento macrobentonico profondo. Le specie che vivono nella zona profonda dei laghi sono buoni indicatori biologici in quanto, grazie alla loro ampia distribuzione batimetrica ed alla relazione diretta con il substrato, risentono dell'eutrofizzazione e delle sue conseguenze in maniera più accentuata ed articolata degli altri popolamenti animali. In base alle comunità presenti è stato anche possibile effettuare una classificazione trofica di questi ambienti.



Oligochete tubificide di profondità del Lago di Martignano (Lazio)

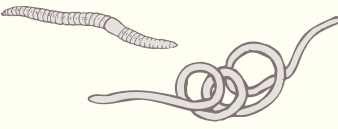





Si ritiene pertanto utile riassumere, seppure brevemente, i risultati sinora ottenuti, sulla base dei quali per ognuno dei laghi studiati vengono brevemente illustrati i taxa rinvenuti (riportando tra parentesi quelli dominanti) la loro distribuzione batimetrica, e le condizioni ambientali generali della zona ipolimnica.

Si riporta di seguito la valenza ecologica dei taxa indicatori, che in base alla loro dominanza, hanno permesso la caratterizzazione sintetica dello stato ambientale generale dei laghi vulcanici del Lazio.

- Lago di Bolsena. Comunità composta da 43 taxa, dei quali sono ben rappresentati pressoché a tutte le profondità gli oligocheti (*Potamothenix hammoniensis*), i chironomidi (*Procladius* e *Paratendipes*), gli isopodi (*Proasellus* gr. *coxalis*) ed i bivalvi (*Pisidium* spp.). La fauna mostra una riduzione delle abbondanze e delle presenze di alcuni taxa soprattutto nei mesi di stratificazione termica estiva, come effetto della deossigenazione, solo nella parte più profonda del lago (120-150 m). Il giudizio complessivo sullo stato di trofia del lago è di oligo-mesotrofia.

- Lago di Vico. Comunità composta da 49 taxa, soprattutto oligocheti (*Dero digitata*, *Potamothenix heuscheri*, *Pelosciolex velutinus* e *Tubifex tubifex*) e chironomidi (*Micropsectra*, *Tanytarsus*, *Procladius*, *Microtendipes* gr. *pedellus* e *Paratendipes*). Sono inoltre presenti turbellari (*Dugesia tigrina*), isopodi (*Proasellus* gr. *coxalis*), ditteri caoboridi (*Chaoborus flavicans*) e bivalvi (*Pisidium* spp. e *Musculium lacustre*). La peculiarità della fauna del Lago di Vico è

Taxa	intolleranti	tolleranti	
OLIGOCHETI			
Lumbriculidae gen. spec.			
<i>Pelosciolex velutinus</i>			
<i>Psammoryctides barbatus</i>			
<i>Potamothenix heuscheri</i>			
<i>Potamothenix hammoniensis</i>			
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>			
<i>Limnodrilus claparedeianus</i>			
CROSTACEI			
<i>Echinogammarus veneris</i>			
<i>Niphargus</i> sp.			
<i>Proasellus</i> gr. <i>coxalis</i>			
DITTERI			
<i>Procladius choreus</i>			
<i>Micropsectra</i> sp.			
<i>Microtendipes</i> gr. <i>pedellus</i>			
<i>Paratendipes</i> sp.			
<i>Chironomus</i> gr. <i>plumosus</i>			
<i>Chironomus</i> (altre specie)			
<i>Chaoborus flavicans</i>			
MOLLUSCHI			
<i>Pisidium</i> spp.			
Gastropoda gen. spec.			

Valenza ecologica di alcuni taxa in base alla loro capacità di tollerare l'eutrofizzazione

senz'altro l'elevato numero di taxa (segno di buone condizioni ambientali) nella zona superiore, mentre possiamo osservare una drastica riduzione della biodiversità dai 30 m alla massima profondità (scompaiono, per esempio, i generi *Pisidium* e *Micropsectra*), a causa di una forte deossigenazione estiva che riguarda buona parte dell'ipolimnio. Il giudizio complessivo è di meso-eutrofia.

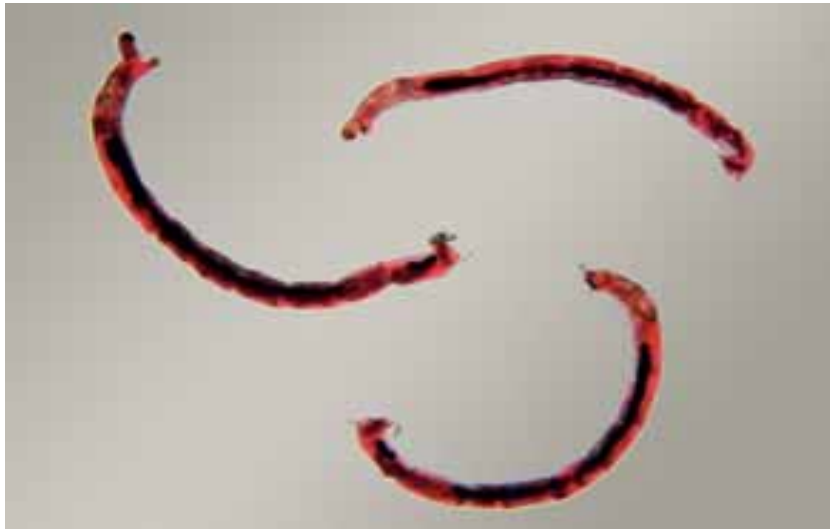
- Lago di Bracciano. Comunità composta da ben 50 taxa, di cui la gran parte appartenente a oligocheti (*Potamothenix heuscheri*, *P. hammoniensis*, *Psammoryctides barbatus* e in minor misura il lumbriculide *Bythonomus lemani*) e chironomidi (*Micropsectra*, *Procladius*, *Microtendipes* gr. *pedellus* e *Paratendipes*). Sono presenti anche tricladi (*Dugesia tigrina*), nematodi (*Dorylaimus stagnalis* e *Ironus tenuicaudatus*), irudinei (*Dina lineata*), isopodi (*Proasellus* gr. *coxalis*), anfipodi (*Echinogammarus veneris* presente fino a 80-100 metri di profondità e *Niphargus* sp. che colonizza i sedimenti dagli 80 m in poi), bivalvi (*Pisidium* spp.) e gasteropodi (*Valvata piscinalis*, *Bithynia tentaculata* e *Belgrandia latina*). La presenza di diversi taxa anche a profondità elevate è in relazione con le ancora buone condizioni della zona profonda del lago, in cui l'ossigeno rimane presente in quantità apprezzabile anche nella stagione di stratificazione termica. Il giudizio è pertanto di oligo-mesotrofia. Va sottolineata inoltre l'elevata stabilità delle caratteristiche composizionali e strutturali della comunità negli anni, che sta ad indicare una situazione ambientale decisamente buona e pressoché invariata che rende questo lago uno dei migliori, come qualità ambientale, a livello nazionale.

- Lago di Martignano. La comunità è rappresentata da un numero di taxa inferiore (36). Oligocheti (*Potamothenix heuscheri*, *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri* e *Psammoryctides barbatus*) e chironomidi (*Micropsectra*, *Microtendipes* gr. *pedellus*, *Procladius* e *Chironomus* gr. *plumosus*) caratterizzano il bentos sublitorale e profondo di questo lago vulcanico che presenta numerose specie in comune con il vicino Lago di Bracciano. A differenza di quest'ultimo però, in questo bacino mancano nella zona profonda le specie appartenenti ad isopodi ed anfipodi; anche a Martignano si verifica una forte riduzione di alcuni taxa e delle loro densità nella zona più profonda (dai 40 ai 60 m) a causa di una forte deossigenazione ipolimnica estiva. Il giudizio è di oligo-mesotrofia.



Bivalvi del genere *Pisidium*

- Lago di Monterosi. La comunità è composta da 32 taxa, di cui principalmente oligocheti (*Dero digitata*, *Potamotheix heuscheri* e *Limnodrilus hoffmeisteri*) e ditteri caoboridi (*Chaoborus flavicans*), e secondariamente nematodi (*Tobrilus gracilis*) e ditteri chironomidi (*Procladius* e *Chironomus* gr. *plumosus*). Questo lago di modesta estensione ospita quindi una comunità composta principalmente da elementi tolleranti condizioni tipiche di un forte arricchimento in sostanza organica proveniente dalla decomposizione delle macrofite, con conseguente deossigenazione estiva ed elevati valori di pH. Il giudizio è comunque di meso-eutrofia.
- Lago di Nemi. Agli inizi degli anni '80 il popolamento sublitorale e profondo era composto da soli 16 taxa, tra cui dominava l'oligochete *Potamotheix heuscheri* a tutte le profondità di campionamento. Esso costituiva, inoltre, l'unica specie della zona più profonda del lago. Le restanti specie erano presenti soprattutto sino a 10 m di profondità. Tra i chironomidi erano abbondanti *Chironomus* gr. *plumosus* e *Procladius choreus*, notoriamente tolleranti; ad essi si aggiungeva il caoboride *Chaoborus flavicans* in basse quantità. Il lago manifestava quindi nettamente le conseguenze di un marcato inquinamento organico di tipo cronico con totale deossigenazione ipolimnica da giugno fino a novembre inoltrato. In uno studio più recente (2001-2002), condotto dopo circa dieci anni dalla deviazione degli scarichi che arrivavano al lago, il numero delle specie dei chironomidi risultava leggermente aumentato ed appariva per la prima volta *Chironomus* gr. *plumosus* alla massima profondità in inver-



Larve di chironomidi tanitarsini

no ed il bivalve *Pisidium* spp. a 10 m per tutto l'anno. La zona profonda del lago rimane comunque quella tipica ancora dei laghi ad elevata trofia (ambiente fortemente eutrofo), anche se la deossigenazione si è rivelata meno severa.

- Lago Albano. Comunità composta da 27 taxa, prevalentemente oligocheti (*Potamotheix heuscheri* e *Tubifex tubifex*), e chironomidi (*Procladius choreus* e, secondariamente, *Tanytarsus* sp. e *Chironomus* gr. *plumosus*). Questi due gruppi si spingono fino ai 95 m di profondità. Fino a 50 m sono stati inoltre raccolti l'anfipode *Echinogammarus* cfr. *veneris* e l'isopode *Proasellus* gr. *coxalis*, e fino a 65 m i bivalvi *Pisidium* spp. Oltre i 120 m di profondità non è mai stato reperito alcun taxon a causa della totale anossia dovuta ad uno stato di meromissi che sembra perdurare da alcune centinaia di anni. La zona sublitorale e l'inizio di quella profonda indicano nel complesso una condizione di meso-eutrofia.

Benchè molti taxa risultino comuni ai laghi studiati a causa della loro vicinanza topografica, le differenze negli aspetti strutturali, quali la ricchezza tassonomica, le densità delle specie indicatrici e la loro distribuzione batimetrica sono invece molto più marcate e vanno attribuite alle condizioni ambientali differenti tra i vari bacini. Queste sono in relazione con eventuali fenomeni di pressione antropica e/o a interventi di risanamento che permettono il recupero della loro qualità o ne mantengono pressoché inalterate le condizioni originali.



Esemplare di anfipode del genere *Echinogammarus*



## Vertebrati

MARCO SEMINARA

99

### ■ Pesci

La presenza e la distribuzione della fauna ittica nelle acque dei laghi vulcanici italiani sono dettate da numerosi fattori, ciascuno con un diverso ordine d'importanza. Il primo aspetto discriminante riguarda il fatto che praticamente tutti i più importanti laghi vulcanici italiani, escludendo i due piccoli laghi di Monticchio e il Lago d'Averno,

sono per così dire concentrati nel Lazio. Essi appartengono quindi al distretto ittiogeografico toско-laziale, che ospita in origine nel suo reticolo idrografico un numero di specie ittiche autoctone (una decina) sicuramente inferiore rispetto a quello padano-veneto da cui è separato dallo spartiacque appenninico, e tuttavia non disprezzabile data la natura peninsulare di queste regioni e gli eventi geologici recenti che le hanno interessate.

Un altro importante fattore, accanto a quello geografico, è certamente quello climatico, che unitamente alla modesta altitudine dei laghi laziali, determina nelle loro acque, come illustrato nel capitolo Idrochimica, temperature non troppo fredde, con condizioni di omeotermia invernale e stratificazione della massa d'acqua in estate. Con l'unica eccezione del lago-stagno di Monterosi (Lazio), che si attesta sui 5 metri di profondità massima, quest'ultima è sempre cospicua nei bacini vulcanici italiani rispetto all'area di superficie, anche per i più piccoli di essi. Questo aspetto produce una differenziazione di habitat (il ripario-costiero, il sublitorale con vegetazione o roccia, il bentonico profondo e ancora l'ambiente di acque libere, superficiali o profonde), in grado di offrire risorse trofiche e siti riproduttivi ad un'ampia varietà di specie ittiche. In queste acque lacustri sono perciò presenti praticamente tutte le specie autoctone del distretto toско-laziale, ad esclusione dei salmonidi stenotermi freddi più esigenti del genere *Salmo*.

Le specie più strettamente reofile risultano presenti solo in determinate aree di alcuni di questi bacini, poiché in generale non trovano in queste acque le condizioni di temperatura ed ossigenazione adeguate alla loro fisiologia, in particolare



Cavedano (*Leuciscus cephalus*)

Svasso maggiore (*Podiceps cristatus*)



in estate, e non dispongono che di rare zone di litorale ghiaioso-ciottoloso come letto di frega adeguato alla deposizione litofila. Un aspetto importante nel condizionare la presenza di specie reofile nei laghi vulcanici risiede nella morfologia del bacino imbrifero sversante in questi invasi: solitamente infatti, questo è di modesta superficie rispetto al lago, con forti dislivelli tra spartiacque e linea di riva, e dunque con sponde relativamente ripide che solo eccezionalmente vedono la presenza di corsi d'acqua perenni. Assai più facilmente i tributari di questi laghi sono "fossi" con portate stagionali e comunque pulsanti in dipendenza dagli eventi atmosferici, e quindi inadatti ad ospitare una fauna ittica stabile. Anche le portate degli emissari risultano spesso estremamente ridotte.

Le specie ittiche presenti originariamente nelle acque dei laghi vulcanici sono in numero relativamente modesto: il luccio (*Esox lucius*), la tinca (*Tinca tinca*), la scardola (*Scardinius erythrophthalmus*), l'alborella (*Alburnus alburnus alborella*), il latterino (*Atherina boyeri*), oltre a rovello (*Rutilus rubilio*), cagnetta (*Salaria fluviatilis*), cobite comune (*Cobitis taenia bilineata*), ghiozzetto (*Padogobius nigricans*), cui si aggiungono specie a più ampia diffusione come l'anguilla (*Anguilla anguilla*), il barbo (*Barbus plebejus*), il cavedano (*Leuciscus cephalus*), il vairone (*Leuciscus souffia*) e la lasca (*Chondrostoma genei*), o specie che, pur appartenendo alla fauna italiana, non erano anticamente presenti nei laghi del centro e del meridione d'Italia, come il persico reale (*Perca fluviatilis*), il triotto (*Rutilus erythrophthalmus*), il ghiozzetto padano (*Padogobius martensii*) e il ghiozzetto di laguna (*Knipowitschia panizzae*). Queste ultime due specie sono endemiche



Cagnetta (*Salaria fluviatilis*)

italiane. Abbiamo poi specie aliene introdotte in tempi molto antichi e naturalizzate nelle acque italiane - ad esempio la carpa (*Cyprinus carpio*) e il carassio (*Carassius carassius*) di cui è ormai accertata una provenienza asiatica - cui segue un notevolissimo elenco di specie introdotte a partire dagli inizi del 1900, fino ai giorni nostri, con un flusso tuttora in atto, proveniente sia dal territorio nazionale, sia dal continente ame-



Gambusia (*Gambusia holbrooki*)

ricano, dall'Europa occidentale o balcanica, dall'Africa e dall'Asia. Tra queste vanno citate, in quanto stabilmente radicate in tutti i laghi vulcanici laziali, specie come il persico sole (*Lepomis gibbosus*), il coregone (*Coregonus lavaretus*) e la gambusia (*Gambusia holbrooki*), mentre sono acquisizioni più recenti il persico trota (*Micropterus salmoides*), il pesce gatto (*Ictalurus melas*), la pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*), l'acerina (*Gymnocephalus cernuus*) e, fortunatamente di sporadica segnalazione, il pesce gatto africano (*Clarias gariepinus*). L'agone (*Alosa fallax lacustris*), clupeiforme planctofago introdotto nei laghi laziali negli anni '30, è un elemento dalla particolare ecologia intraspecifica, le cui popolazioni dulciacquicole derivano da una sottospecie diadroma (*Alosa fallax nilotica*) a gravitazione mediterranea. Per l'agone, non si hanno più notizie di catture in tempi recenti.

Il numero complessivo di queste ultime specie purtroppo eguaglia e supera quello delle specie originariamente presenti, con il risultato che, ad oggi, sono presenti complessivamente nei laghi vulcanici italiani circa 30 specie ittiche. Una interessante aggiunta a questa complicata lista di taxa proviene dalla ricorrente introduzione di mugilidi (soprattutto *Mugil cephalus*) operata dai pescatori nelle acque di alcuni laghi laziali, quali Albano, Martignano, Bracciano. Lo scopo è quello di sfruttare il rapido accrescimento che questi pesci eurialini mostrano di avere in acqua dolce, pescandoli poi quando hanno raggiunto cospicue dimensioni. Non potendosi riprodurre in ambiente lacustre, questi pesci sono perfettamente controllabili quanto a consistenza dello stock presente.

La specie autoctona più emblematica dell'ecosistema lacustre è sicuramente il luccio, un grande predatore d'attesa che, grazie ad una notevole longevità, raggiunge in questi laghi dimensioni che possono superare i 130 cm, e i 20 chilogrammi di peso. Tutta la biologia del luccio è strettamente legata alla vegetazione sommersa: è questa che offre al mimetico predatore lo "sfondo" nel quale dissimulare i suoi agguati, così come, nell'immediato sottoriva, supporto e protezione per le uova di tipo adesivo che vengono deposte non appena la temperatura delle acque risale oltre i 12°C. I piccoli lucci si nutrono inizialmen-

te di plancton e piccoli invertebrati, ma la loro spiccata ittiofagia non tarda a manifestarsi: già a 4-5 cm di lunghezza iniziano a predare avannotti e piccoli pesci, anche della loro specie. Questa tendenza costituisce anzi un serio ostacolo alle possibilità di allevamento, poiché il cannibalismo precoce impedisce il mantenimento e l'accrescimento in densità elevate di questi pesci. È interessante segnalare come il luccio possa integrare una dieta fondamentalmente piscivora con prede provenienti da altre classi di vertebrati legati all'acqua: anfi-bi anuri come rane e rospi, bisce d'acqua, arvicole acquatiche e, nel caso di individui di più grandi dimensioni, pulcini di anatidi e ralliformi e anche ratti.

In tempi più recenti, la fascia di vegetazione costiera emersa e sommersa ha subito pressoché ovunque una riduzione drastica, sia di estensione che di integrità complessiva, fattore che ha influito negativamente sull'abbondanza del luccio, come anche delle altre specie legate al litorale di questi laghi, eliminando o alterando gravemente la maggior parte delle aree riproduttive del sottocosta.

Questo discorso vale anche per il persico reale: questa specie raggiunge i 50 cm di lunghezza e, a dispetto del nome specifico (*Perca fluviatilis*), trova la sua migliore ambientazione nei laghi di una certa profondità, con un livello trofico non troppo elevato e con un'ampia cintura di vegetazione macrofita sommersa. Quest'ultima gioca un ruolo fondamentale nella stagione riproduttiva, quando le femmine vi depongono, a profondità relativamente basse, piccole e numerosissime uova (circa 150.000 per chilogrammo di peso), racchiuse in



Luccio (*Esox lucius*)

lunghi nastri gelatinosi disposti a festoni. L'importanza della vegetazione sommersa è altrettanto decisiva nella successiva fase di sviluppo, quando offre alimento e riparo all'avannotto che, riassorbito il sacco del tuorlo, inizia ad alimentarsi: dapprima di plancton costituito da piccoli crostacei associati alla vegetazione, poi di piccoli invertebrati come larve d'insetti e gamberetti del genere *Palaemonetes*,



Persico reale (*Perca fluviatilis*)

infine di piccoli pesci quando l'habitus predatorio è completamente raggiunto. Soprattutto in età giovanile, ma anche a volte in fase pienamente adulta, il persico reale mostra uno spiccato gregarismo: non è inconsueto osservare nutriti banchi di questi pesci nei pressi della fascia litorale vegetata, sfiorandone i contorni e pattugliandone il confine anche a discrete profondità.

Tinca, scardola e rovello sono tra i ciprinidi più legati alla vegetazione litorale, oltre che per la riproduzione (deposizione fitofila), anche perché questa costituisce una voce presente e importante nella loro dieta. La prima è localmente molto apprezzata e quindi ricercata dai pescatori, le altre costituiscono assieme agli altri piccoli ciprinidi le prede elettive delle numerose specie ittiofaghe che frequentano il litorale, come il luccio, il persico reale, l'anguilla e il persico trota. In realtà, l'interesse di quest'ultimo predatore va oltre, prendendo in considerazione anche specie più tipiche di acque libere (alborella, latterino) e profonde (coregone), dimostrando quella estrema versatilità che gli ha guadagnato una rapidissima affermazione nei laghi in cui è stato introdotto.

Sempre tra le specie introdotte un discorso a parte merita il coregone, la cui storia nei laghi vulcanici del centro Italia ha inizio ai primi del '900, con l'introduzione nel Lago di Bolsena di novellame proveniente dai laghi lombardi. Era questa una forma ibrida derivante da almeno due specie d'oltralpe, ma già "stabilizzata" e riproduttiva, al punto da esser già stata classificata, appunto, come specie a sé (*Coregonus lavaretus*). Alcuni autori considerano ancora questa specie appartenente alla famiglia dei salmonidi, sottofamiglia coregonine, mentre altri le attribuiscono una famiglia propria, coregonidi appunto. A seguito di ripetute introduzioni, il coregone ha attecchito in tutti i laghi laziali, ed in particolare Bolsena, Bracciano, Martignano, Vico, Albano e Nemi, diventando specie molto ricercata per le sue carni e quindi oggetto di pesca professionale (vedi scheda a pagg. 104-105). Come gli affini salmonidi, anche il coregone può facilmente essere oggetto di riproduzione artificiale a scopo di ripopolamento. Nel periodo riproduttivo, che va per questa specie frigidofila da dicembre a gennaio-febbraio, viene pescato nei pressi delle rive ghiaiose e sassose, dove si

I laghi vulcanici rientrano nella classificazione di "acque principali", per le quali è previsto l'esercizio della pesca professionale. Questa è distinta dalla pesca sportiva per il tipo di licenza che richiede e per gli attrezzi di cui è consentito l'uso. Particolari disposizioni o limitazioni sono stabilite dagli Uffici Pesca delle varie province nel cui territorio ricadono i differenti laghi, ma gli strumenti impiegati (o "mestieri") sono sostanzialmente gli stessi ovunque.

Tra le reti possiamo distinguere le altane o oltane, utilizzate per la pesca dei coregoni o, con maglia più piccola, dei lattorini e delle alborelle. Si tratta di reti di monofilamento di nylon molto sottile, mai poste in contatto col fondo, mantenute verticali superiormente da galleggianti e inferiormente da filo piombato o da anelli di metallo posti a distanze regolari. Sono per lo più utilizzate come derivanti, cioè trasportate dalle correnti, ma possono anche essere ancorate, magari ad una delle estremità, rimanendo fluttuanti alla profondità prescelta.

Un tipo particolare di rete volante, utiliz-

zata nei laghi della provincia di Roma e chiamata vollarò o cefalàra, è una rete rettangolare da circuizione che viene calata da almeno due natanti in modo da circondare il banco di pesci, chiudendone le estremità; il vollarò può essere chiuso tramite un cavo anche nella sua parte bassa, per poi essere salpato.

Reti tipicamente da posta sono le reti da fondo o persichiere, formate da un unico "panno" di monofilamento e maglia adeguata (di solito 8 mm per le alborelle, 30-50 mm per altri ciprinidi e per il persico reale), come anche il tremaglio o tramaglio, molto utilizzato in mare e che trova applicazione nelle acque lacustri nella zona litorale, in particolare per la cattura di tinche, persici reali e carpe. Questa rete verticale, che si cala sul fondo in prossimità della vegetazione sommersa, è costituita da tre "panni" di rete accostati (da cui il nome), dei quali quello centrale è più abbondante e a maglia più piccola, e i due laterali a maglia molto grande. Il pesce, incappando nella rete, forma immediatamente un sacco nel quale resta imprigionato.

Altra rete impiegata nel sottocosta è la sciabica, una rete a sacco con ali laterali che proseguono in lunghi cavi che ne consentono il salpaggio da terra (operato da un numero variabile di persone, fino ad una dozzina) mentre la rete struscia sul fondo. Questa operazione può in qualche caso risultare traumatica per l'integrità della vegetazione e del substrato costiero, specie se le dimensioni della sciabica sono cospicue e l'operazione viene ripetuta più volte in aree contigue.

Uno strumento da posta fissa comune a tutti i laghi in cui si eserciti una pesca professionale è il bertovello (martavello, cocullo), attrezzo ad inganno di varia lunghezza e dimensione, costituito da un cono di rete sostenuto da anelli rigidi e fornito di concamerazioni a imbuto, per cui il pesce che entra può solo proseguire nella camera successiva, ma non uscire. L'ultima camera può essere aperta dall'esterno e viene periodicamente controllata dai pescatori, senza rimuovere l'attrezzo che può essere lasciato sul posto per un'intera stagione. Per invitare

i pesci ad entrare, l'attrezzo è dotato di due ali laterali e una centrale che guidano i pesci verso l'imboccatura: quest'ultima è quasi sempre rivolta verso la riva, che è raggiunta dall'ala centrale di rete allo scopo di intercettare i pesci che si muovono parallelamente ad essa. Nel bertovello possono anche essere collocate delle esche per aumentarne la pescosità.

Questi strumenti sono soprattutto utilizzati per la cattura delle anguille nel sottocosta nel periodo settembre-dicembre, quando mostrano una spiccata mobilità in particolare durante forti perturbazioni; ma catturano anche, sia pure in minor misura e in periodi differenti, molte scardole e grossi lucci, varie specie di persici, carpe, tinche e altri ciprinidi.

Altri strumenti di pesca professionale, diversi dalle reti, sono i filaccioni, o file, o lenzàre: sono lenze di varia lunghezza e consistenza, munite di molti ami e utilizzate prevalentemente per la cattura di pesci di fondo. Nei laghi qui trattati, vengono adoperate quasi esclusivamente per la pesca delle anguille (vedi foto).





porta per la deposizione. Grazie alla possibilità di spremere praticamente a secco sia i maschi che le femmine, i pescatori portano a terra le uova già fecondate, che vengono poi poste in speciali contenitori (bottiglie di Zug) simili a grosse bottiglie (8-10 litri di capacità) prive di fondo e capovolte. Una continua corrente di acqua a 6-8°C, applicata all'imboccatura delle bottiglie, mantiene in continuo movimento e ossigenate le uova che altrimenti, essendo di tipo adesivo, si incollerebbero alle pareti del contenitore subendo asfissia ed attacchi di muffe. Attualmente in alcuni laghi vulcanici laziali, in particolare nel Lago di Vico, si producono quantitativi di coregone che, oltre a sostenere il ripopolamento locale, vengono immessi anche in altri laghi del distretto e persino in laghi dell'Italia settentrionale.

Un'altra vicenda inerente le introduzioni di specie esotiche in laghi vulcanici riguarda il Lago di Nemi, in cui fu introdotto il pesce re (*Odontheistes bonariensis*, un aterinide di origine argentina ad alimentazione prevalentemente planctofaga ed elevata tolleranza alle alte temperature estive), che avrebbe dovuto sopperire alla scomparsa del coregone avvenuta a seguito dell'eutrofizzazione del bacino negli anni '70, occupandone la nicchia ecologica, e fornendo carni dalle ottime qualità organolettiche. La scelta naturalmente fu anche guidata dal fatto che il Lago di Nemi, vulcanico appunto e privo di immissari ed emissari, garantiva il completo controllo sul ciclo vitale del pesce re. Ancora oggi, con il coregone di nuovo presente nelle acque del lago, permane una popolazione di pesce re che è oggetto di pesca sportiva.



Coregone (*Coregonus lavaretus*)

## ■ Anfibi e rettili

Sicuramente i litorali dei laghi vulcanici italiani hanno da sempre offerto ampie estensioni di canneti e terreni allagati la cui vocazione ad ospitare anfibi è di certo elevata. È altrettanto vero però che le acque lacustri, diversamente dalla miriade di piccole acque astatiche presenti sul territorio, non offrono a quelle specie che non abbiano particolari adattamenti la protezione necessaria soprattutto nella fase riproduttiva, e successivamente in quella di vita larvale. Questi sono habitat con presenza di numerosi predatori rappresentati da molte specie ittiche, da bisce d'acqua e testuggini, da molti uccelli in grado di predare nel sottoriva (soprattutto ardeidi) e dalla varietà di insetti acquatici che sia come larve che come adulti popolano la vegetazione sommersa fin dall'immediato sottocosta (ad esempio larve di odonati, larve e adulti di coleotteri diti-sci, neanidi e adulti di eterotteri acquatici).

Questa osservazione permette di comprendere immediatamente perché possiamo reperire nel litorale dei laghi un numero assai limitato di specie di anfi-bi anuri: il rospo comune (*Bufo bufo*) e assai raramente il rospo smeraldino (*Bufo viridis*), le rane verdi del complesso ibridogenetico B-H, cioè *Rana ber-geri* e *Rana hispanica* (quest'ultima ibrido stabilizzato di *R. bergeri* x *R. ridi-bunda*, non più presente nell'areale), raramente la raganella italiana (*Hyla intermedia*). Le specie presenti sono infatti solo quelle parzialmente "prote-tte" dalla predazione, sia per adattamenti propri dell'adulto che lo rendono



Rospo comune (*Bufo bufo*)

repellente al predatore, sia per adattamenti riguardanti il rivestimento delle masserelle o dei nastri di uova, indigesto o poco appetibile anche per molti predatori invertebrati, sia infine per adattamenti relativi alla strategia riproduttiva (detta di tipo r), che prevede il rilascio di un'ingentissima quantità di uova, atta a garantire la sopravvivenza di un sufficiente numero di individui al termine della metamorfosi.

Questa situazione generale non impedisce naturalmente che altre specie (ad esempio il tritone crestato italiano, *Triturus carnifex*) presenti nell'areale e considerate genericamente "pioniere", cioè tendenti ad espandere la loro diffusione colonizzando nuovi corpi d'acqua, risultino talora presenti con pochi individui in settori più protetti e inaccessibili del litorale (ad esempio pantani con ampia copertura di vegetazione emergente come giunchi e canne palustri).

Le specie di rettili che possiamo trovare associate alle acque dei laghi vulcanici sono la natrice tassellata (*Natrix tessellata*), tendenzialmente piscivora, la biscia dal collare (*Natrix natrix*) e la testuggine palustre (*Emys orbicularis*). A queste si affiancano di frequente in alcuni laghi le specie del genere *Trachemys*, esotiche provenienti dal Nord America che vengono vendute al pubblico come animaletti da compagnia, ma che di frequente sono rilasciate in natura una volta raggiunta una taglia non più "gestibile". È noto come di recente siano stati catturati esemplari di taglia considerevole che si andavano a nutrire del pesce ammagliato nelle reti dei pescatori professionisti.



Natrice tassellata (*Natrix tessellata*)

Tra gli uccelli molte sono le specie legate all'ambiente lacustre in generale, inclusi i laghi vulcanici. Tra i nidificanti tipici, migratori o stanziali, legati alle più ampie estensioni di canneto, vi sono lo svasso maggiore (*Podiceps cristatus*), il tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*), il tarabusino (*Ixobrychus minutus*), il germano reale (*Anas platyrhynchos*) e occasionalmente la canapiglia (*Anas strepera*), la gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*), il porciglione (*Rallus aquaticus*), la folaga (*Fulica atra*), il martin pescatore (*Alcedo atthis*). Ricordiamo tra i rapaci il nibbio bruno (*Milvus migrans*), sempre di pattuglia sui bacini lacustri, e tra i passeriformi legati agli habitat lentici l'usignolo di fiume (*Cettia cetti*), la canaiola (*Acrocephalus scirpaceus*), il cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*), il pendolino (*Remiz pendulinus*), il beccamoschino (*Cisticola juncidis*). Sono inoltre presenti la cutrettola (*Motacilla flava*), per la sua predilezione a collocare il nido nelle coltivazioni cerealicole adiacenti gli ambienti umidi, la ballerina gialla (*Motacilla cinerea*), altro motacillide legato per la riproduzione alla presenza di acqua corrente, il gruccione (*Merops apiaster*), per esigenze legate al reperimento di terrapieni e sponde escavabili tipicamente presenti intorno alle zone umide. Talvolta la struttura geomorfologica di alcuni laghi vulcanici, con la contemporanea presenza di acqua, dirupi scoscesi e pareti rocciose, può localmente favorire specie rupicole quali il rondone (*Apus apus*), il falco pellegrino (*Falco peregrinus*), il passero solitario (*Monticola solitarius*) e il



Tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*)





Moriglioni (*Aythya ferina*) nel Lago di Bracciano (Lazio)

gheppio (*Falco tinnunculus*), come avviene presso il Lago Albano dove le specie citate coesistono come nidificanti.

Censimenti accurati dell'avifauna svernante, di passo e nidificante sono disponibili per un numero limitato di ambienti, in particolare per quelli inseriti in aree di tutela. Tipicamente, sono i censimenti degli uccelli acquatici svernanti che forniscono il maggior numero

di dati per questi laghi, sia come numero di individui che come ricchezza di specie. Nei laghi più grandi (Bolsena e Bracciano) svernano lo svasso piccolo (*Podiceps nigricollis*) e lo svasso maggiore, che fanno registrare importanti densità (alcune centinaia di individui). In misura minore sono rappresentati tra i ciconiformi il tarabuso (*Botaurus stellaris*), l'airone bianco maggiore (*Egretta alba*) e l'airone cenerino (*Ardea cinerea*). Presente anche la quasi totalità degli anseriformi italiani, con tutte le anatre di superficie e le anatre tuffatrici e tra le ocche quella selvatica (*Anser anser*) come unica rappresentante del gruppo, più volte segnalata nei laghi di Bracciano e Vico. Tra i rapaci, oltre al nibbio bruno, vanno menzionati il falco di palude (*Circus aeruginosus*) e l'albanella reale (*Circus cyaneus*). Anche alcuni uccelli limicoli trovano riparo e sostentamento durante la stagione fredda lungo le fasce perilacustri dei bacini: ne sono un esempio la pavoncella (*Vanellus vanellus*) tra i caradridi e il beccaccino (*Gallinago gallinago*) tra gli scolopacidi. Nella famiglia dei laridi figurano il gabbiano comune (*Larus ridibundus*) e il gabbiano reale (*Larus cachinnans*), mentre tra i passeriformi citiamo il forapaglie castagnolo (*Acrocephalus melanopogon*), la pispola (*Anthus pratensis*) e il migliarino di palude (*Emberiza schoeniclus*). Negli anni più recenti, durante l'inverno, trovano rifugio notturno nei canneti litorali (in special modo sul Lago di Vico) ingentissime quantità di storni (*Sturnus vulgaris*), la cui ridondante presenza garantisce il sostentamento anche ai rapaci svernanti in zona, quali il gheppio ed il falco pellegrino.

Tra i frequentatori invernali meno comuni la strolaga mezzana (*Gavia arctica*) per i laghi di Bolsena e Bracciano, l'occasionale comparsa dello svasso collarosso (*Podiceps grisegena*) avvistato nel Lago di Averno e nel Lago di Vico e dello svasso cornuto (*Podiceps auritus*) osservato nel Lago di Vico e nel Lago di Bracciano, ove appare irregolarmente anche la pesciolina (*Mergus albellus*). Altro frequentatore invernale è la canapiglia, già citata tra i nidificanti, che staziona sul Lago di Vico con densità da non sottovalutare, mentre il codone (*Anas acuta*), solitamente scarso nell'entroterra, mostra una certa regolarità nel frequentare i laghi laziali. Meno abitudinaria tra le anatre la moretta grigia (*Aythya marila*),



Nibbio bruno (*Milvus migrans*)



Sgarza ciuffetto (*Ardeola ralloides*)

anch'essa presente, seppure localizzata, in alcuni laghi interni, e la rara moretta tabaccata (*Aythya nyroca*).

Fattori molto importanti per lo svernamento di massa sono la disponibilità trofica (legata alla presenza di abbondanti macrofite sommerse o di terreni allagati per le specie vegetariane, ma anche alla ricchezza di pesce per quelle ittiofaghe), l'integrità ecologica degli ambienti, il livello di disturbo antropico, al quale però diverse specie hanno di recente dimostrato di sapersi adattare: è il caso del cormorano (*Phalacrocorax carbo sinensis*), oggi in evidente espansione nei laghi vulcanici, o del moriglione (*Aythya ferina*), anatra tuffatrice svernante regolare in Italia e osservabile da sempre nella Riserva

Regionale del Lago di Vico, ma ormai da alcuni inverni e in notevole quantità (diverse centinaia di individui) anche dalla passeggiata lungolago di Anguillara Sabazia (Lago di Bracciano).

Una particolare attenzione merita la formazione sui laghi di grandi assembramenti di gabbiano comune e soprattutto di gabbiano reale (alcune centinaia, a volte migliaia di individui) durante lo svernamento: il comportamento "pendolare" di queste specie, acquisito grazie al notevole opportunismo alimentare, si esplica tra le discariche e i laghi, divenuti soprattutto quartieri-dormitorio, ma anche purtroppo collettori di ciò che di tossico o inquinante questi uccelli possono evacuare dopo i pasti in discarica.

Tra i migratori, una grande varietà di specie può beneficiare del sistema dei laghi vulcanici, anche per la loro strategica dislocazione lineare sul territorio, che offre una certa continuità di habitat lungo l'asse migratorio interno. La presenza di specie di passo inoltre è legata, oltre che allo specchio d'acqua vero e proprio, alla estensione e qualità della fasce litorali e ripariali, ma anche alla loro combinazione con aree aperte o boscate più o meno allagate, che aumentano l'eterogeneità ambientale a favore di una maggiore diversità dell'avifauna.

Oltre alle già citate specie svernanti, che durante i passi subiscono notevoli incrementi numerici, molte altre contribuiscono ad arricchire periodicamente la diversità specifica di questi ambienti. Tra gli ardeidi risulta irregolare il transito di airone rosso (*Ardea purpurea*), sgarza ciuffetto (*Ardeola ralloides*) e nitticora (*Nycticorax nycticorax*). Analogamente si comportano gli altri trampolieri di gros-

sa taglia: cicogna nera (*Ciconia nigra*), bianca (*Ciconia ciconia*), spatola (*Platalea leucorodia*), mignattaio (*Plegadis falcinellus*), fenicottero (*Phoenicopterus roseus*) e gru (*Grus grus*), mentre mostra un comportamento regolare durante la migrazione la garzetta (*Egretta garzetta*). Grazie alla destinazione a pascolo di bovini ed equini allevati allo stato brado di aree circumlacuali, anche l'airone guardabuoi (*Bubulcus ibis*), in netta espansione su tutto il territorio nazionale, fa segnalare sporadicamente la sua presenza.

La marzaiola (*Anas querquedula*), anatra migratrice per antonomasia, è migratrice regolare, come pure il codone (*Anas acuta*), che nel caso dei laghi laziali contravviene la sua naturale ten-

denza a transitare scarsamente nell'entroterra. A questi due anatidi si aggiunge l'oca lombardella (*Anser albifrons*), pure migratrice regolare. Irregolare invece la presenza della volpoca (*Tadorna tadorna*) e decisamente accidentale quella della rara casarca (*Tadorna ferruginea*). Tra i rapaci sono di comparsa irregolare il falco pescatore (*Pandion haliaetus*) e l'albanella minore (*Circus pygargus*). Si associano regolarmente alle fasce di vegetazione palustre i rallidi del genere *Porzana* (voltolino e schiribilla, rispettivamente *P. porzana* e *P. parva*), mentre per i caradriformi, quasi totalmente rappresentati, figurano come irregolari solamente il cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*), l'avocetta (*Recurvirostra avosetta*) e l'albastrello (*Tringa stagnatilis*). Ai già citati laridi si vanno ad aggiungere regolarmente il mignattino e il mignattino piombato (*Chlidonias niger* e *C. hybridus*) e il gabbianello (*Larus minutus*). Tra i comuni passeriformi di canneto citiamo forapaglie (*Acrocephalus schoenobaenus*) e scalciaiola (*Locustella luscinioides*), mentre irregolare è la presenza del basettino (*Panurus biarmicus*), uccello simbolo dei canneti, e del pettazzurro (*Luscinia svecica*), altro utilizzatore della vegetazione ripariale durante i movimenti migratori. Lo spioncello (*Anthus spinoletta*) e il topino (*Riparia riparia*), entrambi legati all'acqua durante gli spostamenti migratori, transitano stagionalmente nel comprensorio dei laghi vulcanici.

Per completare il quadro relativo all'avifauna lacustre non devono essere dimenticate specie come il cigno reale (*Cygnus olor*), il fistione turco (*Netta rufina*) e l'oca del Canada (*Branta canadensis*), le cui presenze sono da attribuire prevalentemente al frutto di locali immissioni.

Garzetta (*Egretta garzetta*)

La normale attrattiva esercitata dall'acqua quale elemento vitale sulla totalità dei mammiferi che possono essere presenti sul territorio circostante un lago fa sì che molte specie si possano rinvenire con una certa regolarità lungo le sue sponde: il cinghiale (*Sus scrofa*) alla ricerca dell'insoglio nelle aree allagate, la volpe (*Vulpes vulpes*) in caccia sul limitare delle acque nel tentativo di sorprendere folaghe e anatre, il tasso (*Meles meles*) in cerca di lombrichi nel terreno ammorbidito dall'umidità, la donnola (*Mustela nivalis*) frequentatrice del margine dei canneti, la puzzola (*Mustela putorius*), di abitudini prevalentemente notturne, che mostra una generale preferenza per gli ambienti umidi e gli specchi d'acqua, presso i quali cerca rane e piccoli vertebrati. Poche sono però le specie strettamente legate all'acqua, che da questa dipendono per il loro ciclo vitale.

Tra gli insettivori sicuramente frequenta le sponde dei laghi il toporagno d'acqua (*Neomys fodiens*), mentre della presenza sulle rive lacustri di *N. anomalus*, il toporagno acquatico di Miller, non vi è certezza, nonostante il suo areale comprenda ampiamente i territori in cui sono presenti i nostri bacini vulcanici.

Per quanto riguarda i chiroteri, anche se difficilmente potremmo definirne una dipendenza dall'acqua, pure è ben nota l'abitudine di alcune specie, come il pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*), il vespertilio di Capaccini (*Myotis*



Volpe (*Vulpes vulpes*)

*capaccinii*) o il vespertilio di Daubenton (*M. daubentonii*), di cacciare alla sua superficie insetti e, per l'ultimo di questi, anche avannotti di pesci.

Tra i roditori autoctoni solo l'arvicola terrestre (*Arvicola terrestris*) può essere considerata a tutti gli effetti strettamente legata all'acqua, anche se la sua distribuzione sulle sponde lacustri è molto irregolare.

Tra i roditori rivestono una notevole importanza due specie introdotte. La prima è il ratto delle chiaviche (*Rattus norvegicus*), abile nuotatore, oramai sinantropico e frequente serbatoio e vettore di malattie anche molto pericolose, che l'animale può diffondere nell'ambiente acquatico o trasmettere (direttamente o indirettamente) all'uomo, come la leptospirosi. La seconda è la nutria (*Myocastor coypus*), grande roditore sudamericano in continua espansione nei maggiori bacini fluviali e lacustri italiani inclusi i vulcanici, la cui presenza ha implicazioni dannose a carico di argini in cui vengono escavate le tane, e della vegetazione riparia le cui fitocenosi subiscono l'attività trofica della nutria nei confronti di alcuni elementi, che mostrano una preoccupante rarefazione.

La presenza di coltivazioni agrarie e orticole contigue ai bacini lacustri costituisce una condizione ulteriormente favorevole alla persistenza della nutria, in quanto soddisfa una parte delle sue esigenze alimentari. La lotta a questa specie ha assunto grande sviluppo in diverse regioni italiane, ma l'obiettivo dell'eradicazione totale è difficile da raggiungere soprattutto per la sua grande prolificità.



Arvicola terrestre (*Arvicola terrestris*)