



# Biologia Ambientale

ISSN 2611-5182

rivista del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale

---

volume 37

dicembre 2023





# Biologia Ambientale

ISSN 2611-5182

Publicazione del C.I.S.B.A., vol. 37, 2023  
Autorizzazione del Tribunale di Reggio Emilia n. 837 del 14 maggio 1993

PROPRIETÀ: **Daniela Lucchini**, Presidente del C.I.S.B.A.

DIRETTORE RESPONSABILE: **Pietro Genoni**

RESP. DI SEGRETERIA: **Roberto Spaggiari**

REDAZIONE ([biologia.ambientale@cisba.eu](mailto:biologia.ambientale@cisba.eu)):

**Giuseppe Sansoni**

**Rossella Azzoni**

**Gilberto N. Baldaccini**

**Francesca Bona**

**Giovanni Damiani**

**Raffaella Zorza**

## Comitato Scientifico

**Natale Emilio BALDACCINI**

già Ordinario di Etologia, Università di Pisa

**Roberto BARGAGLI**

senior professor Dip. di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Univ. Siena

**Corrado BATTISTI**

Stazione di ricerca LTER 'Torre Flavia', Roma

**Marco CANTONATI**

Dip. Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna

**Annalaura CARDUCCI**

Dip. Biologia, Università di Pisa

**Stefano FENOGLIO**

Dip. Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino

**Silvana GALASSI**

già Ordinario di Ecologia, Università di Milano

**Pier Francesco GHETTI**

già Ordinario di Ecologia, Università Cà Foscari, Venezia

**Stefano LOPPI**

Dip. Scienze della Vita, Università di Siena

**Lucio LUCADAMO**

Dip. Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria

**Sergio MALCEVSCI**

già Dip. di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia

**Laura MARZIALI**

CNR-IRSA Istituto di Ricerca sulle Acque, Brugherio, Monza e Brianza

**Maurizio G. PAOLETTI**

Dip. di Biologia, Università di Padova

**Roberto ROMI**

già primo ricercatore dell'Ist. Superiore di Sanità, Dip. Malattie Infettive, Roma

**Nico SALMASO**

Fondazione Edmund Mach, Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, Trento

**Luciano SANTINI**

già Ordinario di Entomologia agraria, Università di Pisa

**Paolo Emilio TOMEI**

Accademia Lucchese di Scienze, Lettere e Arti

**Mariacristina TORRISI**

ARPA Marche, Dipartimento di Ancona

**Mariagrazia VALCUVIA PASSADORE**

già Dip. Ecol. del territorio e degli amb. terrestri, Università di Pavia

**Pierluigi VIAROLI**

Dip. di Sc. Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Univ. Parma

**Luigi VIGANÓ**

CNR-IRSA Istituto di Ricerca sulle Acque, Brugherio, Monza e Brianza

**Sergio ZERUNIAN**

già Corpo Forestale dello Stato, UTB di Fogliano, Latina

**Aldo ZULLINI**

già Ordinario di Zoologia, Università Milano Bicocca

*Biologia Ambientale* pubblica articoli su temi che riguardano le connessioni tra le scienze biologiche e la protezione dell'ambiente, con particolare attenzione ai seguenti campi di studio:

- bioindicatori e biomonitoraggio
- ecotossicologia
- ecologia delle acque interne e di transizione
- ecologia dell'ambiente marino
- depurazione delle acque reflue
- gestione dell'ambiente
- igiene ambientale ed ecologia urbana
- impatto ambientale
- rinaturazione e riqualificazione ambientale
- ingegneria naturalistica
- conservazione della natura
- ecologia del paesaggio

*Biologia Ambientale* è articolata in due sezioni:

*Lavori Originali*, ospita articoli e rassegne bibliografiche originali, sottoposti a referee;

*Informazione & Documentazione*, sezione volta a favorire la circolazione di informazioni e di idee tra i soci, accoglie lavori non sottoposti a referee. È composta da tre rubriche: *Esperienze*, per resoconti, dibattiti, note tecniche e opinioni su varie tematiche della biologia ambientale, nonché sintesi di lavori già pubblicati; *Cronaca Ambiente*, per servizi e inchieste che riguardano svariati comparti ambientali, temi della sostenibilità ambientale, interviste a persone che lavorano per l'ambiente e divulgazione di buone pratiche; *Recensioni*, per segnalazioni ragionate di testi di particolare interesse o attualità per la biologia ambientale.

*Biologia Ambientale* è la rivista dedicata ai soci del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale (C.I.S.B.A.).

Per iscriversi o per informazioni: *Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale, C.P. n- 5 Poste San Maurizio 42122 Reggio Emilia*  
Segretario: *Roberto Spaggiari, tel. 334 9262826; e-mail: info@cisba.eu*

[www.cisba.eu](http://www.cisba.eu)

[info@cisba.eu](mailto:info@cisba.eu)

**Quote annuali di iscrizione** al Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale: socio ordinario: Euro 40,00; socio collaboratore Euro 30,00; socio sostenitore Euro 310,00. Conto corrente postale n. 10833424 intestato a: CISBA, RE. Conto corrente bancario: Banca Unicredit Reggio Emilia Gattalupa, IBAN: IT82T0200812827000100195936

# Biologia Ambientale

Volume 37  
Dicembre 2023

## SOMMARIO

### LAVORI ORIGINALI

- 1-15 Pascale M., Perosino G.C. – **La trota mediterranea (*Salmo ghigii*) nelle Alpi occidentali, specie autoctona od introdotta?**
- 16-22 Ciutti F., Cappelletti C., Faccenda F., Gandolfi A., Tricarico E., Carnevali L. – **Fauna ittica delle acque interne: la minaccia delle specie e delle popolazioni alloctone**
- 23-49 Padula R. – **Le diatomee della Palude di Colfiorito: biodiversità ed ecologia**

### ESPERIENZE

- es 1-6 Paoletti M.G., Gavinelli F. – **La Biodiversità, l'UNESCO, il prosecco e la qualità ambientale**
- es 7-13 Piccinini A. – **Monitoraggio dell'impatto dell'arrampicata sportiva nel Parco Naturale Regionale della Gola della Rossa e di Frasassi (Italia centrale): suggerimenti gestionali**
- es 14-19 Marini F., Bianchi A., Cutini M., Battisti C. – **Il cinghiale (*Sus scrofa* L.) nella Riserva naturale "Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco" (Italia centrale): dati di cattura, caratterizzazione della popolazione ed indagine sulla macro-mammalofauna sintopica**
- es 20-27 Grano M., Barbadoro S., Crosti R., Nucci D., Vitillo C., Sforzi A., Bini G. – **Esperienza di Citizen Science sui molluschi dulciacquicoli durante la Discesa Internazionale del Tevere-DIT 2023 e prima osservazione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Umbria**
- es 28-44 Fusaro S., Cavigioli L., Dellavedova R., Fontaneto D., Garzoli L., Laddaga L., Mosini A., Piana M., Pompilio L., Bogliani G., Erra L. – **Quanta biodiversità vive in una azienda agricola che impiega pratiche e principi agroecologici? Una stima dai risultati di un bioblitz**

### CRONACAMBIENTE

- ca 1-4 Azzoni R. – **Riflessioni sulla moda**
- ca 5-9 Azzoni R. – **Alla scoperta delle grandi alghe marine**

### RECENSIONI

- 1 Fenoglio S. – **Uomini e fiumi: storia di un'amicizia finita male**
- 2 EEA – **Investigating Europe's secondary raw materials markets**
- 3 Battisti C. – **Project management per Ecologi applicati. Basi di Problem solving per la Gestione degli Ecosistemi**

Foto di copertina

*Agricoltura e natura convivono: risaie allagate dell'azienda agricola biodinamica Cascine Orsine (Bereguardo, PV). Foto: Vannoza Della Seta, 2015*

# La trota mediterranea (*Salmo ghigii*) nelle Alpi occidentali, specie autoctona od introdotta?

Massimo Pascale<sup>1</sup>, Gian Carlo Perosino<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Via Aurora, 5. I - 10064 - Pinerolo (To). E-mail. massimopascale63@gmail.com

<sup>2</sup> Via G. Gozzano, 26/1. I - 10078 - Venaria Reale (To).

\* Referente per la corrispondenza. E-mail: gian.carlo.perosino@gmail.com;

Pervenuto il 9.3.2023; accettato il 21.3.2023

## Riassunto

La trota marmorata (*Salmo marmoratus*) è, tra i salmonidi, l'unica specie sicuramente autoctona dei corsi d'acqua alimentati dalle Alpi occidentali: dal bacino del Tanaro, lungo la catena alpina fino ad arrivare al Verbano. Alla fine degli anni Ottanta furono rinvenute alcune popolazioni di trote mediterranee nelle alte valli della Dora Riparia, del Chisone e dello Stura di Demonte. Non era chiara l'origine di quelle popolazioni, in quanto mancava la memoria storica di immissioni in quegli ambienti; non era quindi da escludere la possibilità che si trattasse di popolazioni indigene per le quali venne quindi proposta la gestione passiva, senza possibilità di utilizzo di quei pesci per immissioni altrove. Purtroppo negli anni successivi ed in particolare nell'ultimo ventennio, in gran parte del reticolo idrografico piemontese, sono state effettuate numerose immissioni di trote mediterranee (*Salmo ghigii* o simili) spacciandole per autoctone, con probabili conseguenze negative nei confronti delle popolazioni ittiche locali e soprattutto della trota marmorata, prezioso endemismo del bacino del Po.

PAROLE CHIAVE: Alpi occidentali / salmonidi (*Salmo marmoratus*, *S. ghigii*, *S. trutta* complex) / specie autoctone e alloctone

## History of Mediterranean trout in the Western Alps: native or allochthonous species?

The marble trout (*Salmo marmoratus*) is, among the salmonids, the only autochthonous trout of the watercourses fed by the Western Alps: from the Tanaro basin along the Alpine chain up to get to Verbano. At the end of the eighties, some populations of Mediterranean trout were found in the upper course of the Dora Riparia, Chisone and Stura di Demonte. The origin of those populations was not clear, as there was no historical memory of inputs into those environments; therefore, the possibility that they were indigenous populations could not be excluded and passive management was therefore proposed, without the possibility of using those fish for introduction elsewhere. Unfortunately, in the following years and in particular in the last twenty years, many Mediterranean trouts (*Salmo ghigii* or similar) have been introduced into a large part of the Piedmontese hydrographic network, passing them off as autochthonous, with probable negative consequences for the local fish populations and above all for the marble trout, a precious endemism of the Po basin.

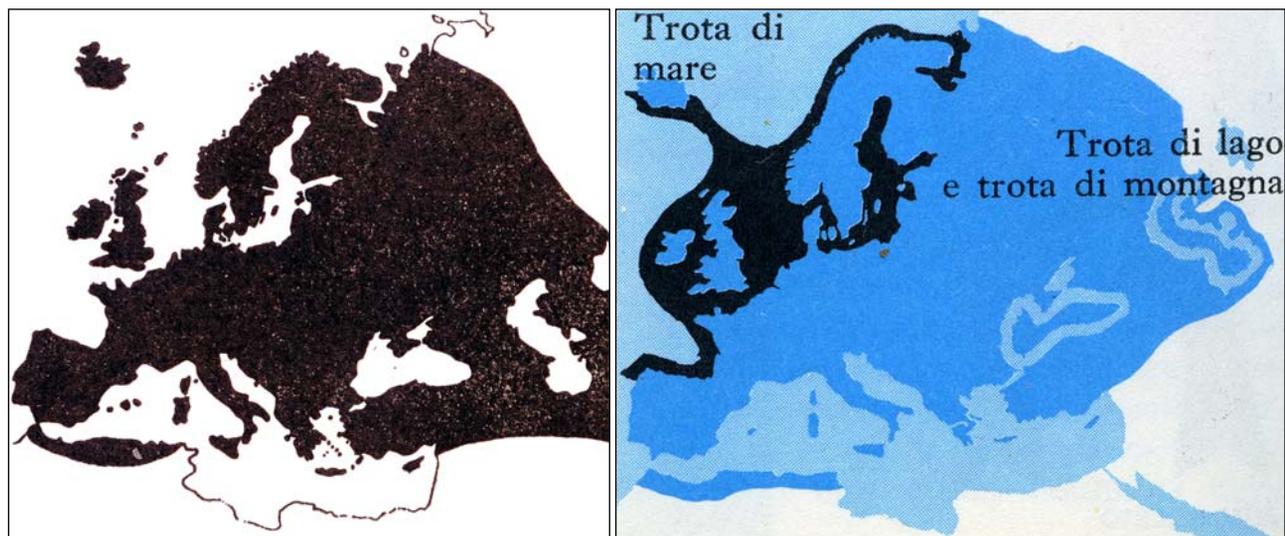
KEY WORDS: western Alps / salmonids (*Salmo marmoratus*, *S. ghigii*, *S. trutta* complex) / native and allochthonous species

## INTRODUZIONE

Fino agli inizi degli anni Novanta del secolo scorso venivano riportate nei corpi idrici piemontesi due specie salmonicole ritenute autoctone: *Salmo [trutta] marmoratus* Cuvier 1829 (trota marmorata, oggi *Salmo marmoratus*), specie caratterizzante dei tratti inferiori delle zone a salmonidi (zona a “trota marmorata/temolo”, Regione Piemonte, 1991) e *Salmo [trutta] trutta* Linnaeus 1758 (trota fario, oggi *Salmo trutta*), specie tipica dei tratti superiori delle stesse

zone (zona a “trota fario”). La nomenclatura scientifica utilizzata era quella proposta da Gandolfi *et al.* (1991). Si riteneva che la trota fario avesse un vasto areale europeo, Italia compresa (Fig. 1) e fosse quindi autoctona. La trota marmorata era indicata come specie endemica dei tributari di sinistra del fiume Po, del bacino del Tanaro e dei bacini tributari dell'Alto Adriatico, dall'Adige fino all'Isonzo.

Per quanto riguarda *Salmo trutta*, fin dall'Ottocento



**Fig. 1.** Negli anni Sessanta era diffusa l'idea di un'unica specie della cosiddetta "trout di torrente" o "trout fario" *Salmo [trutta] trutta* (oggi *Salmo trutta*) che, seppure in diverse "forme" dipendenti dalla varietà degli ambienti acquatici, occupava un areale di distribuzione comprendente tutta l'Europa, Italia compresa. A questo proposito si propongono un paio di classici esempi. A sinistra la distribuzione omogenea in tutta Europa proposta da Ladiges e Vogt nel 1965. A destra quella proposta da Muus e Dahlström nel 1967 che, nell'ambito della stessa specie, distinguono la trota di mare (area in nero), la trota di montagna (area in azzurro scuro) e la trota di lago (nei laghi freddi e di grande ampiezza).

furono effettuate massicce immissioni di questa specie (Monti, 1864) con pesci provenienti da impianti ittiogenici che, nel tempo, hanno selezionato ceppi adatti alle esigenze produttive, ma meno idonei per gli ambienti naturali, quindi poco "rustici".

In provincia di Torino, allo scopo di recuperare la "rusticità" degli individui utilizzati per le immissioni, furono realizzati gli "incubatoi di valle" (Forneris, 1989). Tali strutture funzionavano grazie all'impegno di volontari delle associazioni di pesca, insieme ai tecnici della provincia di Torino e con il coordinamento dell'Università e della Provincia; inizialmente queste strutture erano destinate alle pratiche ittiogeniche con trote fario di allevamento, acquistate allo stadio di uova embrionate e quindi immesse come avannotti o trotelle nei torrenti. Il passo successivo fu l'utilizzo di riproduttori catturati in natura da destinare alla riproduzione artificiale al fine di ottenere migliori materiali per i ripopolamenti, lavorando sulle trote marmorate e su piccole popolazioni di trote fario "particolari", di cui si parlerà in seguito.

I riproduttori venivano catturati, mantenuti separati e riprodotti artificialmente nei singoli incubatoi, secondo il principio per cui ogni vallata, cui l'incubatoio era associato, doveva avere la "sua" trota; si cercava quindi di preservare i caratteri specifici delle singole popolazioni a livello locale, nell'ambito della normale ed ampia variabilità genetica dell'insieme delle popolazioni presenti nel vasto areale di diffusione (italico per *S. marmoratus*, europeo per *S. trutta*).

Scopo del presente lavoro è la ricostruzione storica dei rinvenimenti e delle transfaunazioni di trote mediterranee nel reticolo idrografico alimentato dalle Alpi occidentali.

#### **PRIMA SEGNALAZIONE IN PIEMONTE DELLA TROTA MEDITERRANEA**

Nel biennio 1988/89 venne effettuato il primo monitoraggio regionale dell'ittiofauna nell'ambito della realizzazione della "Carta Ittica Relativa al Territorio Piemontese" (Regione Piemonte, 1991). La rete di stazioni comprendeva 297 siti di campionamento. Per ogni sito gli ittiologi compilarono una scheda con indicazioni delle specie rinvenute e delle consistenze demografiche di ciascuna e dove vennero riportate considerazioni di carattere ambientale dei corsi d'acqua esaminati ed annotazioni sui caratteri dei pesci campionati.

Nel capitolo undicesimo della Carta Ittica ("Gestione delle comunità ittiche") si sosteneva che, a proposito dei salmonidi, "eventuali ripopolamenti devono essere effettuati esclusivamente con materiale prodotto in centri pubblici che ne garantiscano la purezza genetica, in quanto nessuna certezza in tal senso può essere fornita da allevamenti privati"; in sostanza proponendo, per tutta la regione, il modello degli "incubatoi di valle" sperimentato con successo in provincia di Torino.

Nella Carta Ittica la trota fario era ancora considerata specie indigena; contemporaneamente, nel capitolo "ittiofauna: metodo di campionamento" erano riportate importanti annotazioni riguardanti gli alti bacini della Dora Riparia (torrenti Thurs e Ripa), dello Stura di Demonte e del Tanaro: "di notevole interesse naturalistico e scientifico è la presenza, attualmente molto ridotta e limitata all'alto bacino della Dora, di una varietà locale di *Salmo trutta* caratterizzata da una bella ed insolita pigmentazione; sarebbero assolutamente necessari immediati interventi atti alla tutela e valorizzazione di

questa popolazione autoctona”. Per lo Stura di Demonte (bacino del Tanaro): “Nella zona superiore, insieme alle solite trote fario di ripopolamento, è presente, con un numero più elevato di individui, una forma di trota fario particolare; essa presenta una livrea caratteristica, con fittissima punteggiatura rossa irregolare distribuita su tutto il corpo (...) Dai pescatori locali questo pesce è chiamato «trota della regina». È probabile possa trattarsi di una popolazione autoctona molto ben adattata all’ambiente del torrente montano...”. Per l’alto Tanaro (torrente Negrone): “...è da segnalare una interessante popolazione locale di trota fario, simile a quella riscontrata nell’alto Stura (...) Verosimilmente si tratta di una forma autoctona...”.

I bacini sopra segnalati sono tutti compresi nella partizione dell’arco alpino delle Alpi Cozie e Marittime, costituenti le Alpi Sud-occidentali; questa notazione di carattere geografico assume un valore particolare, illustrato nel seguito. Nessun’altra segnalazione di trote fario autoctone o presunte autoctone era presente nella Carta Ittica Regionale oltre a quelle sopra riportate, mentre la trota marmorata era segnalata, in forma pura od ibrida, in tutte le acque regionali dei corsi d’acqua della sinistra Po e nel bacino del Tanaro nelle zone montane inferiori, pedemontane e planiziali, con popolazioni più o meno consistenti. La trota fario d’immissione era segnalata in tutte le zone montane, pedemontane e talora di fondovalle, spesso in coabitazione con *Salmo marmoratus*.

Per la prima volta, alla fine degli anni Ottanta, nella storia dell’ittologia piemontese (quella documentata scientificamente), si rileva quindi la presenza di una trota fario presunta autoctona.

## STATO DELL’ARTE NELLA PRIMA METÀ DEGLI ANNI NOVANTA

Contestualmente alle prime segnalazioni derivanti dalla Carta Ittica Regionale (Regione Piemonte, 1991), nei primi anni Novanta venne identificata in val Chisone un’altra popolazione di trote fario costituita da individui con livree analoghe a quelle delle trote dei succitati bacini Ripa e Thurax (Giuffra *et al.*, 1994). I tre bacini sono adiacenti e costituiscono un unico areale delimitato, verso Ovest, dallo spartiacque che separa i due versanti delle Alpi Cozie, italiano e francese sul bacino del Rodano.

Quelle trote (che furono allora definite per la prima volta “fario mediterranee”) erano, a loro volta, simili a quelle (cosiddette “trote della regina”) segnalate nei bacini dello Stura di Demonte e dell’alto Tanaro nelle Alpi Marittime, già evidenziate nel corso della realizzazione della Carta Ittica Regionale. In sintesi le aree di presenza della trota fario “mediterranea” erano così definite:

- bacino del torrente Ripa (86 km<sup>2</sup>) sotteso alla sezione (1.541 m s.l.m.) di confluenza con il torrente Thurax

nel comune di Sauze di Cesana (testata del bacino della Dora di Cesana - Dora Riparia in provincia di Torino);

- bacino del torrente Thurax (60 km<sup>2</sup>) sotteso alla sezione (1.541 m s.l.m.) di confluenza con il torrente Ripa nel comune di Sauze di Cesana (testata del bacino della Dora di Cesana - Dora Riparia in provincia di Torino);
- bacino del Chisone (247 km<sup>2</sup>) sotteso alla sezione (616 m s.l.m.) di confluenza con il torrente Germanasca nel comune di Perosa Argentina (in provincia di Torino);
- bacino dello Stura di Demonte a monte della sezione (210 km<sup>2</sup>) di confluenza con il Vallone dei Bagni (1.030 m s.l.m. - Comune di Vinadio), vallone stesso compreso (provincia di Cuneo);
- bacino dell’alto Tanaro (Negrone; ~ 200 km<sup>2</sup> - comune di Ormea in provincia di Cuneo, con testata del bacino in territorio ligure).

Un confronto sulla genetica delle popolazioni di trota del Ripa, Chisone e Stura di Demonte (Giuffra *et al.*, 1994) mise in evidenza l’esistenza di aplotipi mitocondriali mediterranei, presenti anche nelle popolazioni del bacino del Rodano, ed adriatici, assenti nella Francia continentale. Le trote fario di questi bacini vennero considerate endemiche nel Nord Italia (forme “mediterranee”), distinte dalle “forme” atlantiche, introdotte.

In coerenza con quanto raccomandato dalla Carta Ittica Regionale, venne indicata per tali popolazioni la “gestione passiva”<sup>(1)</sup>, attuata attraverso gli incubatoi

(1) La gestione passiva delle popolazioni di trote di ceppi (presunti) indigeni nelle aree espressamente individuate comporta quanto segue:

- escludere immissioni di qualunque altra specie (o forme) di salmonidi, per evitare eventuali ibridazioni (conservazione del patrimonio genetico delle trote “locali”) e competizioni trofiche e territoriali;
- escludere immissioni con tali trote in altri ambienti del territorio piemontese;
- le popolazioni di tali trote vanno sottoposte a monitoraggi annuali per caratterizzarne le condizioni biologiche;
- con esiti dei monitoraggi positivi (buona conservazione delle popolazioni) e/o in assenza di alterazioni ambientali, si escludono interventi gestionali diretti e si ritengono inutili interventi di riqualificazione ambientale, mentre è consentita la pesca, anche con vincoli particolari;
- nel caso di esiti dei monitoraggi negativi (rischi inerenti la stabilità delle popolazioni) e/o in presenza di alterazioni ambientali, occorrono indagini sulle condizioni ecologiche dei corpi idrici, al fine di redigere programmi di rimozione delle cause di stress sulle popolazioni ittiche, anche con limitazioni della pesca sportiva;
- nelle condizioni di cui al precedente punto e/o allo scopo di incrementare le consistenze demografiche ai fini della pesca sportiva, si prevedono recuperi di soggetti per la produzione di materiale da immettere nello stesso corpo idrico.

ittici locali. Tale modalità gestionale venne mantenuta nella prima metà degli anni Novanta, pur senza ancora attribuire a quelle trote una precisa entità sistematica, ammettendo la loro presunta autoctonia in contrapposizione all'alloctonia della trota fario "atlantica". Entrambe le trote, "mediterranea" ed "atlantica" erano allora ancora riportate con un'unica denominazione scientifica: *Salmo [trutta] trutta*.

## STATO DELL'ARTE NELLA SECONDA METÀ DEGLI ANNI NOVANTA

Nella seconda metà degli anni Novanta si rafforzavano le convinzioni circa l'alloctonia della trota fario "atlantica", con alcuni dubbi anche per le popolazioni "mediterranee" ritenute autoctone, che diventarono più evidenti negli anni immediatamente successivi (Forneris *et al.*, 1996; Pascale, 1999; Nonnis *et al.*, 2002; Badino *et al.*, 2003).

Si riconosceva che la trota fario autoctona non era quella atlantica, ma poteva esserlo quella mediterranea; per quale ragione si pretendeva quindi di insistere con la gestione passiva invece che diffonderla nel resto del reticolo idrografico, sostituendo progressivamente le popolazioni di trota fario atlantica?

L'eccessivo entusiastico interesse per la trota mediterranea manifestato in quegli anni portò alla sua diffusione, tramite spostamenti di pesci anche attraverso la rete degli incubatoi di valle, in contraddizione con il principio per cui la stessa organizzazione territoriale degli incubatoi avrebbe dovuto garantire il mantenimento delle peculiarità delle diverse popolazioni ben distinte tra i vari bacini.

I primi effetti di tali operazioni vennero già alla luce durante i campionamenti dell'ittiofauna eseguiti, nel biennio 1998/1999, nell'ambito degli studi finalizzati alla "Gestione delle risorse idriche dei bacini tributari del Po" (Provincia di Torino, 2000; Perosino, 2001; Badino *et al.*, 2003). Furono campionate oltre 210 stazioni, comprensive di quelle già monitorate nel biennio 1988/1989 per la Carta Ittica Regionale (Regione Piemonte, 1991). Nei bacini del Pellice, Chisola, Sangone, Stura di Lanzo, Malone, Orco e Chiusella non vennero rinvenute trote mediterranee. Invece nei bacini del Chisone e della Dora Riparia, ove erano state segnalate in passato le popolazioni di fario mediterranea, già risultarono evidenti gli effetti della diffusione di tali trote. Per i due bacini gli ittiologi autori dei monitoraggi, nei loro specifici rapporti di settore, riportano:

Bacino del Chisone. *"Per quanto riguarda gli esemplari di trota fario (...), è stata verificata una certa eterogeneità dei fenotipi, con alcune delle trote con (...) livree attribuibili alla forma mediterranea autoctona (Forneris et al., 1996). Il Chisone è oggetto di sperimentazione, da alcuni anni, nell'ambito del*

*progetto di recupero e potenziamento delle popolazioni autoctone di salmonidi promosso dall'Amministrazione Provinciale di Torino (...) esso costituisce il principale serbatoio di produzione di trote fario autoctone, prodotte dai cinque incubatoi di valle presenti lungo l'asta principale e l'affluente Germanasca, dove la trota fario di ceppo mediterraneo è stata recentemente introdotta. Mentre nel corso principale del Chisone la percentuale degli individui con caratteristiche riferibili ad esemplari autoctoni risulta elevata, con situazioni molto significative nelle stazioni più a monte; negli affluenti la presenza di individui con fenotipo mediterraneo è sporadica, e nel solo sottobacino del Germanasca la forma mediterranea è presente costantemente in tutti i corsi d'acqua indagati",* quando invece, alla fine degli anni Ottanta, era assente (Regione Piemonte, 1991).

Bacino della Dora Riparia. *"Gli esemplari di trota fario (...) presentano una certa eterogeneità dei fenotipi, con alcune delle trote con (...) livree attribuibili alla forma mediterranea autoctona (Forneris et al., 1996). (...) Nel torrente Ripa (...) la forma mediterranea è dominante. Anche il bacino della Dora Riparia è oggetto di sperimentazione da alcuni anni, nell'ambito del progetto di recupero e potenziamento delle popolazioni autoctone di salmonidi promosso dall'Amministrazione Provinciale di Torino (...) esso costituisce il principale serbatoio di produzione di trote fario autoctone, prodotte dai due incubatoi di valle presenti nel bacino (...). In sintesi sono interessati dalla presenza di comunità di Salmo [trutta] trutta di ceppo mediterraneo i torrenti Ripa, Dora di Bardonecchia, Melezet, Thuras e Clarea".* Gran parte di questi affluenti furono già monitorati alla fine degli anni Ottanta (Regione Piemonte, 1991) senza rinvenimenti di trote mediterranee.

Pochi anni prima, nel biennio 1996/1997 venne realizzato il "Piano di gestione delle risorse idriche del bacino del Po in Provincia di Cuneo" per conto del Sistema delle Aree Protette della Fascia Fluviale del Po Cuneese (C.R.E.S.T., 1997), in occasione del quale furono effettuati campionamenti dell'ittiofauna su oltre 40 stazioni sul fiume Po (dal Monviso alla confluenza con il Pellice) e sugli affluenti. Vennero rinvenuti sporadici esemplari di trote mediterranee. Dal rapporto dedicato all'ittiofauna si riporta quanto segue: *"Negli ultimi anni si sono rinvenuti alcuni ambienti che ospitano popolazioni (...) di trota fario del ceppo mediterraneo (o presunte tali): sul torrente Ripa (alta val Susa), sulla testata del bacino del Chisone ed in alcuni ambienti del bacino dello Stura di Demonte e qualche esemplare con livrea simile è stato rinvenuto anche nell'alto bacino del Po..."*, come poi successivamente riscontrato anche da Delmastro e Balma (2007); *"si tratta di animali sicuramente più interessanti, dai punti di vista naturalistico e alieutico; sono meglio*

*adatti ai torrenti alpini e sono in grado di riprodursi autonomamente con particolare efficacia (diversamente da quanto si verifica per le trote di ceppo atlantico). In un primo momento si era ritenuto che tale trota fosse la vera fario indigena delle nostre montagne, a monte della zona a marmorata. Ma ci si rese conto che, in realtà, è probabilmente alloctona anch'essa e che è riuscita ad affermarsi in alcuni ambienti dove fu introdotta seguendo un percorso praticamente impossibile da ricostruire (...). Sembra molto probabile che nel bacino occidentale del Po, l'unico Salmonide veramente autoctono sia la trota marmorata (...); tale specie (...) dovrebbe essere l'unica oggetto delle pratiche di ripopolamento (...). Attualmente le popolazioni di Salmonidi sono caratterizzate dalla trota marmorata verso valle e dalla trota fario a monte (o almeno così dovrebbe essere), ma la seconda (...) alloctona in quanto prevalentemente di ceppo atlantico. Si potrebbe pensare di sostituirla con quella di ceppo mediterraneo che, a rigore, non è veramente indigena, ma almeno appartiene alla fauna italiana e soprattutto sarebbe in grado di consolidare la sua presenza con popolazioni più stabili per i motivi sopra esposti (...); inoltre costituirebbe una preda molto più interessante per i pescatori sportivi...”*

Tuttavia emerge un problema: *“nonostante le massicce immissioni di trote fario effettuate in passato in tutti gli ambienti, la trota marmorata (...) è comunque riuscita a conservarsi. Il processo di ibridazione non ha portato alla scomparsa del salmonide autoctono perché le fario di ceppo atlantico utilizzate per i ripopolamenti non sono molto abili nella competizione riproduttiva; questo vantaggio della marmorata sulla fario è risultato inoltre più evidente nelle zone di transizione tra gli ambienti montani e quelli di pianura (le classiche zone ittiche a trota marmorata e/o temolo). Ma nel caso in cui si riuscisse a conseguire l'obiettivo di sostituire la fario di ceppo atlantico con quella di ceppo mediterraneo si potrebbe configurare una nuova situazione: la trota marmorata si confronterebbe non più con un ecotipo con scarse capacità adattative e riproduttive, ma la competizione avrebbe luogo con esemplari capaci di ben altre prestazioni e forse addirittura in grado di imporsi definitivamente in un processo di sostituzione che non era riuscito alla fario atlantica. Si tratta di una previsione di un possibile scenario da considerare con cautela ed attenzione. Infatti risulterebbe che una politica tesa al raggiungimento di equilibri ambientali più vicini a quelli (presupposti) naturali potrebbe invece portare ad una situazione peggiore e, più grave ancora, irreversibile”.*

Siamo ormai alla fine del secolo e già si vedono i primi risultati della diffusione della trota mediterranea, “scoperta” più di dieci anni prima in alcuni ambienti degli alti bacini del Chisone e della Dora Riparia in provincia di Torino.

## **SECONDO (2004) E TERZO (2009) MONITORAGGIO REGIONALE**

Nei primi anni del terzo millennio proseguirono le azioni di diffusione della trota mediterranea in Piemonte, anche attraverso l'opera degli incubatoi operanti nelle valli Chisone e Dora Riparia. Parte di quel materiale venne utilizzato per immissioni anche in area extra provinciale, nell'alessandrino e nel bacino della Dora Baltea (in Valle d'Aosta), sulla base di protocolli d'intesa tra le diverse amministrazioni.

In occasione dei monitoraggi eseguiti nell'ambito del progetto dell'INTERREG III A “Aqua” 2000 - 2006 (Regione Valle d'Aosta, 2006) nella relazione finale si riporta che: *“nel reticolo regionale sono (...) stati rinvenuti, in popolazioni isolate di trota, alcuni aplotipi (mitotipi) mediterranei; di queste popolazioni selvatiche non è stato possibile stabilire l'origine filogenetica, che potrebbe essere riconducibile a popolazioni indigene, come derivare da transfaunazioni operate in tempi remoti”.* La provenienza di trote mediterranee, nella forma di individui isolati e non di popolazioni, potrebbe essere riconducibile a scambi di materiale ittico con l'incubatoio di valle di Quincinetto (provincia di Torino, presso il confine che separa il Piemonte dalla Valle d'Aosta), dove trote fario di ceppo mediterraneo provenienti dai torrenti Ripa e Chisone venivano stabulate prima della chiusura della struttura.

Nell'anno 2004, oltre 15 anni dopo il monitoraggio del 1988/89 che portò alla redazione della Carta Ittica (Regione Piemonte, 1991), venne effettuato il secondo monitoraggio regionale dell'ittiofauna sulle 197 stazioni della rete regionale predisposta ai sensi del D. Lgs. 152/1999 (Regione Piemonte, 2006). Parte delle stazioni coincidevano con quelle campionate nel 1988/89. In relazione al rinvenimento di trote fario mediterranee si riportano le seguenti annotazioni da parte degli ittiologi:

- Stura di Demonte a Pianche (955 m s.l.m.); *“la maggior parte delle trote fario hanno fenotipo mediterraneo”* (come già precedentemente segnalato).
- Chisone a Soucheres Basses (1.463 m s.l.m.) *“trote fario in gran parte d'immissione, con alcuni soggetti con fenotipo mediterraneo”* (risultato di immissioni a partire da soggetti prelevati in val Tronca ad opera dei locali incubatoi).
- Dora Riparia a Salbertrand (995 m s.l.m.) *“le trote fario sono in gran parte d'immissione, ma è presente qualche sporadico soggetto con fenotipo mediterraneo”* (risultato di immissioni a partire da soggetti prelevati in val Ripa ad opera dei locali incubatoi).
- Dora Baltea a Settimo Vittone (275 m s.l.m.); *“catturate alcune trote fario con fenotipo mediterraneo, immesse dalla locale società di pesca”* (nuova segnalazione; transfaunazione con materiali ittici derivanti dagli incubatoi di valle).

Nell'ambito del progetto di INTERREG IIIA "Aqua" 2000 - 2006 (Delmastro *et al.*, 2007) furono effettuati campionamenti dell'ittiofauna su 50 stazioni dell'alto bacino del Po (Delmastro e Balma, 2007) con analisi accurata delle livree delle trote fario. Gli Autori segnalano la presenza di forme mediterranee, confermando quanto emerso nel precedente studio condotto dal C.R.E.S.T. (1997); nelle conclusioni gli Autori affermano che: "si è visto precedentemente come risultino estremamente ridotte le presunte fario autoctone, secondo taluni del cosiddetto ceppo mediterraneo, ancora rappresentate da rarissimi esemplari che a tutt'oggi popolerebbero il tratto montano medio del Fiume Po ed i bacini dei torrenti Lenta e Tossiet (tuttavia, molti di questi soggetti presenterebbero fenomeni di ibridazione più o meno accentuata con esemplari del ceppo atlantico)".

Nell'anno 2009 venne effettuato il terzo monitoraggio regionale sull'insieme delle reti regionale e provinciali; vennero campionate complessivamente 428 stazioni, con il recupero di tutte le stazioni dei monitoraggi pregressi (Forneris *et al.*, 2012), con una buona copertura del territorio regionale. Le segnalazioni di trote con livrea assimilabile alla forma mediterranea riguardarono:

- Rio Freddo a Vinadio (932 m s.l.m.) nel bacino dello Stura di Demonte in provincia di Cuneo (come già precedentemente segnalato);
- torrente Corborant a Pianche (1.046 m s.l.m.) nel bacino dello Stura di Demonte in provincia di Cuneo (come già precedentemente segnalato);
- Stura di Demonte (tributario del Tanaro) a Argentera (1.450 m s.l.m.) in provincia di Cuneo (come già precedentemente segnalato);
- Germanasca di Massello a Prali (946 m s.l.m.), tributario del Chisone in provincia di Torino (risultato di immissioni a partire da soggetti prelevati in val Tronca ed in val Ripa ad opera del locale incubatoio);
- Germanasca a Pomaretto (600 m s.l.m.), tributario del Chisone in provincia di Torino (risultato di immissioni a partire da soggetti prelevati in val Tronca ed in val Ripa ad opera del locale incubatoio);
- Dora Riparia a Cesana (1.384 m s.l.m.) in provincia di Torino (come già precedentemente segnalato).

Altri studi e ricerche condotte su aree vaste (Provincia di Cuneo, 2002; Provincia di Biella, 2002; C.R.E.S.T., 2002 - 2005; Provincia di Torino, 2005a,b; Provincia di Vercelli, 2007; Puzzi *et al.*, 2009) confermarono la presenza sporadica (ma in incremento) di trote mediterranee in alcuni torrenti delle Alpi Sud-occidentali: dalla Dora Riparia verso Sud. Non risultavano ancora presenze nella restante porzione del reticolo idrografico delle Alpi Nord-occidentali. Intanto, in quegli anni,

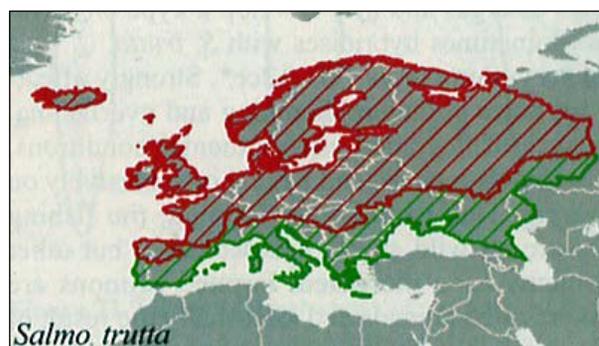
venne definitivamente sancita l'alloctonia della trota fario (*Salmo trutta* dei ceppi atlantici e danubiano) prima con Kottelat (1997) e quindi con Kottelat e Freyhof (2007; Fig. 2).

La fine del primo decennio del XXI secolo segna l'avvento degli Indici Ittici, ed in particolare dell'ISECI - Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (Zerunian *et al.* 2009); nell'ambito dell'algoritmo di calcolo dell'ISECI, vengono stilati gli elenchi delle specie alloctone, suddivisi in funzione del grado di pericolosità e la trota fario (*Salmo trutta*) è considerata tra quelle pericolose. Tale aspetto venne normato dal D.M. 260/2010 (Ministero dell'Ambiente, 2010) e poi, aggiornato come NISECI, adottato dall'ISPRA (2017).

Nel D.M. 260/2010, per quanto attiene la comunità di riferimento della zona dei salmonidi della regione padana, sono riportate le seguenti specie: "*Salmo trutta trutta* (ceppo mediterraneo), *Salmo trutta marmoratus*, *Thymallus thymallus*, *Phoxinus phoxinus*, *Cottus gobio*". Tuttavia in nota si osserva che: "le popolazioni del ceppo mediterraneo di *Salmo* [trutta] trutta hanno naturalmente un areale molto frammentato; per ogni regione andrebbe stabilito meglio l'areale". Dunque era ammessa la possibilità della presenza, nella regione padana di una specie del genere *Salmo* diversa dalla *S. marmoratus*.

## ULTIMO DECENNIO

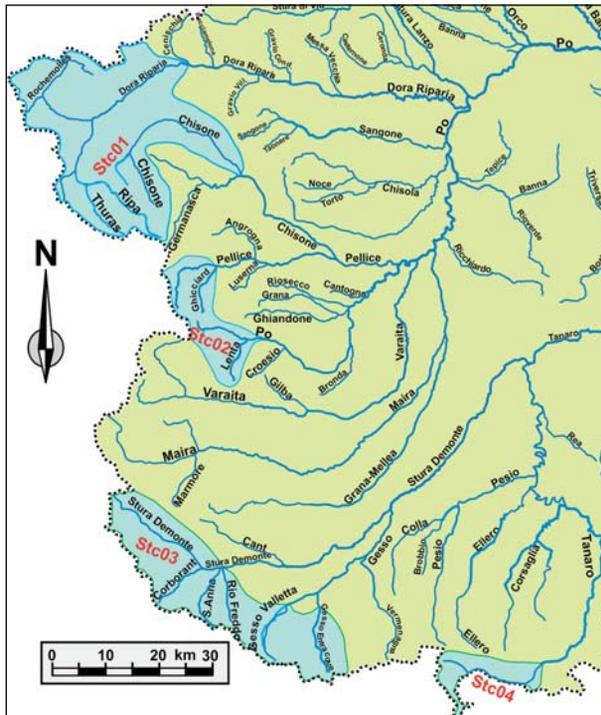
Secondo Forneris *et al.* (2016) la trota marmorata (*Salmo marmoratus*) è l'unico salmonide autoctono dei bacini alimentati dalle Alpi; vi è quindi l'assenza di specie autoctone del genere *Salmo* diverse da *S. marmoratus*. Tale ipotesi era già stata formulata dall'Associazione Italiana Ittiologi Acque Dolci (AIAD, 2013), nel quadro di revisione sistematica dei salmonidi italiani, con attribuzione alla trota fario di ceppo mediterraneo della denominazione scientifica di *Salmo ghigii*, Pomini 1941 (trota appenninica - aplotipo ME



**Fig. 2.** Distribuzione areale della trota fario (*Salmo trutta*) secondo Kottelat e Freyhof (2007). In rosso è rappresentata la porzione nella quale la specie è considerata autoctona. In verde è rappresentata quella di espansione a causa delle immissioni e nella quale quindi la trota fario è considerata alloctona.

e AD), con autoctonia limitata ai bacini appenninici, adriatici e tirrenici; inoltre si stabilì che “*la terminologia recentemente proposta di Salmo mediterraneus, Salmo farioides, Salmo cenerinus, ... non trova ad oggi alcun riscontro scientifico e comunque un’appropriata collocazione nel panorama sistematico nazionale su base storico-culturale e pertanto non deve essere presa in considerazione*”.

Nel Piano regionale per la tutela e la conservazione degli ambienti acquatici e della fauna acquatica e l’esercizio della pesca (Regione Piemonte, 2015) vengono individuate alcune popolazioni di trote con evidenti caratteri fenotipici mediterranei (ambienti indicati Stc in figura 3 secondo Merati *et al.*, 2021 e modificato secondo Pascale *et al.*, 2023) delle quali non risulta traccia o memoria di immissioni pregresse; possono essere il risultato di vecchie transfauzazioni, ma anche il “residuo” di popolazioni indigene. Per tali ragioni viene fornita dal Piano l’indicazione di



**Fig. 3.** Porzione Sud-occidentale del reticolo idrografico alpino con indicazione delle aree Stc, nelle quali si sono rinvenute/ segnalate popolazioni di trote mediterranee sulle quali non si hanno notizie certe sulle rispettive origini e per le quali non si esclude l’autoctonia; sono ascrivibili al gruppo delle *Salmo ghigii* ed in ogni caso da sottoporre a tutela attraverso la gestione passiva prevista già dal Piano Ittico regionale. Tali aree sono state individuate sulla base della letteratura disponibile (Pascale, 1999; ECOPLAN, 1990; Regione Valle d’Aosta, 2006; Delmastro e Balma, 2007; Lucarda e Forneris, 2012; Regione Piemonte, 2015; Lucarda, 2020; Splendiani *et al.*, 2020; Ciuffardi, 2021; Splendiani, 2021). L’acronimo “Stc” indica le iniziali dell’espressione “*Salmo trutta complex*” utilizzata da Splendiani *et al.* (2020).

gestione passiva di tali popolazioni. Si tratta delle “solite” popolazioni dei bacini della Dora Riparia, del Chisone, dello Stura di Demonte e dell’alto Tanaro. Il riconoscimento della presenza di queste popolazioni non dirime il quesito circa l’esistenza di una specie autoctona del genere *Salmo* diversa dalla *S. marmoratus*. L’indicazione di gestione passiva delle stesse, di fatto, indica come questo dubbio imponga prudenza nella loro gestione ai fini dei ripopolamenti.

In occasione del quarto monitoraggio regionale dell’ittiofauna (condotto da ARPA Piemonte in collaborazione con SEACOP di Torino; BOVERO *et al.*, 2021a,b,c), in alcune stazioni della zona salmonicola si sono rinvenuti esemplari di trote mediterranee, attribuite a *Salmo ghigii*. Gli stessi Autori (BOVERO *et al.*, 2021a) avvertono che: “*trote con fenotipo mediterraneo sono state rinvenute (...) anche nel Biellese e nel Verbano, dove non sembrano esserci state popolazioni simili nel passato*”. In effetti dalla lettura dei documenti disponibili in bibliografia (Carte Ittiche provinciali e altri documenti gestionali, monitoraggi effettuati per rilasci di concessioni idroelettriche) non risulta alcuna segnalazione di trote fario antecedente questo periodo. È viceversa documentata e documentabile l’immissione di *Salmo ghigii*, per lo più di origine appenninica, in corsi d’acqua delle province di Biella, Vercelli e Verbano Cusio Ossola a scopo di “ripopolamento”.

Il torrente Oropa (bacino del Cervo Tributario di destra del Sesia), presso l’omonimo santuario nel biellese, nel triennio 2013 - 2015, è stato sottoposto a monitoraggio ambientale per la realizzazione di una centrale idroelettrica (C.R.E.S.T., 2012 - 2015), durante il quale sono stati rinvenuti alcuni esemplari di *Salmo ghigii*, mai rinvenuti nei precedenti monitoraggi (Regione Piemonte, 1991; Forneris *et al.*, 2012) in tutto il bacino del Cervo. La provincia di Biella, interpellata circa questo rinvenimento, dichiarava di aver “seminato” trote mediterranee acquistate da un noto troticoltore emiliano.

Nel bacino del Sesia situazioni analoghe si sono riscontrate nei torrenti Sessera in provincia di Biella (C.R.E.S.T., 2011 - 2012) e nell’alto corso del torrente Mastallone in provincia di Vercelli (C.R.E.S.T., 2014); sono state rinvenute trote mediterranee in ambienti oggetto di studi e monitoraggi precedenti dove mai erano state segnalate. La provenienza è risultata sempre la stessa, cioè esemplari di provenienza appenninica acquistati per immissioni a fini alieutici.

In provincia di Cuneo alcuni riproduttori catturati nel bacino dello Stura di Demonte sono stati utilizzati per ottenere linee di produzione di *Salmo ghigii* in incubatoi ittici locali, poi utilizzate per immissioni nei bacini del Maira, del Varaita ed in altri corsi d’acqua del Gesso.

Dal 2005 nel bacino del Maira vige un obbligo ittigenico relativo a due impianti idroelettrici in

comune di Acceglio. I tratti oggetto dell'obbligo ittiogenico, in cui vengono immesse trotelle acquistate da trotilcoltori locali, sono sottoposti a monitoraggio per verificare l'esito delle immissioni e del prelievo alieutico; nei primi anni vennero sempre campionate trote fario di ceppo atlantico. Nel 2009, si aggiudica l'appalto per la fornitura annuale di trotelle un trotilcoltore locale che alleva e vende "fario della regina"; da allora, nei tratti oggetto d'immissione, si rinvencono trotelle con fenotipi mediterranei che, negli anni precedenti, non erano mai stati rinvenuti (Pascale, 2009, 2010).

Le popolazioni di trote mediterranee (presunte autoctone) delle aree Stc, che dovevano essere tutelate mediante gestione passiva, sono state artificialmente incrementate, talora con esemplari provenienti da aree geografiche molto lontane, con immissioni in molteplici corpi idrici e di cui si è a conoscenza solo in parte. Nel nuovo secolo la trota mediterranea/appenninica (*Salmo ghigii*) è diventata un oggetto commerciale facilmente reperibile sul mercato; come tale è stata immessa in molti bacini piemontesi.

Sul sito web di "Varese New" si riporta che, grazie all'azione dei volontari dell'Associazione Pescatori dell'Alto Verbano (A.S.D., 2021), "...per il 2021 sono previste immissioni di circa 720.000 unità...", ovvero: 410.000 trote lacustri, 120.000 marmorate e 190.000 fario mediterranee (non viene citata la provenienza).

In occasione dei due già citati monitoraggi regionali (Regione Piemonte, 1991, Forneris *et al.*, 2012), effettuati nel 1988/89 e nel 2009, caratterizzati dal maggior numero di stazioni campionate nel Verbano-Cusio-Ossola (rispettivamente 26 e 32), non furono segnalate trote mediterranee; solo in occasione del quarto monitoraggio regionale (2017/19; Bovero *et al.*, 2021a) risulta la presenza di *Salmo ghigii*; si tratta del risultato di operazioni di transfaunazione, "pratica ecologicamente non corretta" secondo AIIAD (2021) e non in linea con la normativa attuale in recepimento delle Direttive Comunitarie (DPR 357/97 e sue successive modifiche).

## LO STATO ATTUALE

In quasi tutto il reticolo idrografico delle Alpi occidentali sono state effettuate nel tempo vere e proprie transfaunazioni con "trote mediterranee", nella migliore delle ipotesi provenienti dai bacini in cui queste erano considerate come presenti in tempi non sospetti, cioè Dora Riparia, Chisone, Stura di Demonte ed alto Tanaro (Fig. 3); talora in buona fede, talora con chiari intenti commerciali. La situazione attuale non coincide con quella della seconda metà del secolo scorso; non conoscere e non riconoscere questa evoluzione può portare ad erronee deduzioni e ad interventi gestionali non corretti, con gravi ripercussioni negative sulle

specie locali, non solo salmonicole. Questa lacuna non si può escludere a priori e potrebbe aver determinato interpretazioni poco realiste sulla presunta distribuzione originaria di *Salmo ghigii*.

Lorenzoni *et al.* (2019) propongono l'autoctonia di *Salmo ghigii* nell'Appennino e nelle Alpi occidentali, senza spiegare quali sono le cosiddette "Alpi occidentali" ed utilizzando motivazioni piuttosto generiche: "...la distribuzione originaria del genere *Salmo* in Italia è oggetto di una discussione non ancora del tutto risolta, con alcuni recenti contributi che gettano nuova luce sulla questione (Gratton *et al.*, 2014; Meraner *et al.*, 2013; Splendiani *et al.*, 2016, 2017) superando quella che, al di là dei problemi legati alla nomenclatura, appariva una situazione consolidata: *Salmo marmoratus* Cuvier, 1829 presente in simpatia nel distretto padano veneto con una fario autoctona, in grado di spingersi più a sud e colonizzare anche l'Appennino nel versante adriatico; un'altra specie di fario autoctona sarebbe stata presente nel versante tirrenico e nelle isole maggiori (Zerunian, 2004; Kottelat e Freyhof, 2007; Bianco, 2014). Sui temi legati alla sistematica e alla gestione dei salmonidi esiste nell'A.I.I.A.D. un GdL specifico e per maggiori approfondimenti si rimanda al documento da esso redatto (<http://www.aiiad.it/sito/temi/salmonidi>). Sul sito indicato, l'unico documento riportato, sviluppato dal Gruppo di Lavoro sui salmonidi, è quello già citato e pubblicato nel 2013 (AIIAD, 2013), che non prevede la presenza di una fario mediterranea nel bacino del Po e quindi nelle Alpi occidentali.

Splendiani *et al.* (2020) propongono una forma mediterranea (*Salmo trutta* complex) per le Alpi Sud-occidentali, nella porzione di arco alpino nel quale il Piano Ittico Regionale (Regione Piemonte, 2015) individua le aree con presenza di popolazioni di trote mediterranee di cui non si hanno informazioni sicure circa la loro origine e che vanno sottoposte a tutela mediante la gestione passiva (Fig. 3). Ciò non significa che quelle popolazioni siano costituite da *Salmo ghigii* (espressione mai citata da Splendiani *et al.*, 2020), pur non escludendo tale ipotesi. Lo stesso Splendiani (2021) conferma l'ipotesi dell'autoctonia della fario mediterranea in Piemonte, sopravvissuta durante l'ultima glaciazione in alcune "isole" idroclimatiche delle Alpi sud-occidentali, più sgombre dai ghiacci rispetto a quanto accadeva nel resto dell'arco alpino. È bene sottolineare che in questi due lavori vengono chiaramente indicate esclusivamente le Alpi Sud-occidentali, ovvero le Alpi Marittime e Cozie.

Secondo la "Partizione delle Alpi" adottata nel 1924 in occasione del IX Congresso Geografico Italiano, le Alpi occidentali arrivano a comprendere, verso Nord, la Valle d'Aosta citando espressamente il M.te Bianco come la cima più elevata. Secondo la suddivisione di-

dattica tradizionale le Alpi occidentali corrispondono al confine italo-francese.

La Suddivisione Orografica Internazionale Unificata del Sistema Alpino (SOIUSA; Marazzi, 2005) non segue la tripartizione della catena alpina, usata soprattutto in Italia e Francia, proponendo invece due sole grandi parti: Alpi occidentali e orientali, in armonia con le classificazioni utilizzate negli altri paesi della catena alpina. Secondo il criterio della SOIUSA, quindi, le Alpi Occidentali hanno un'estensione più ampia verso Est, andando quindi a comprendere anche il Piemonte Nord-orientale (Fig. 4), distinguendo però quelle Sud-occidentali da quelle Nord-occidentali.

AIAD (2021) e ISPRA (2021) concordano con Lorenzoni *et al.* (2019) nel ritenere *Salmo ghigii* autoctona nell'Appennino e nelle Alpi occidentali, ma con esclusione della Valle d'Aosta; ciò porterebbe a considerare il bacino della Dora Baltea non appartenente

all'arco alpino occidentale; di conseguenza non lo sarebbero neppure i bacini ad Est (Sesia e Ticino), nè tantomeno, in Lombardia dove *S. ghigii* è considerata specie transfaunata (AIAD, 2021) ed alloctona (ISPRA, 2021).

## RAGIONEVOLI DUBBI

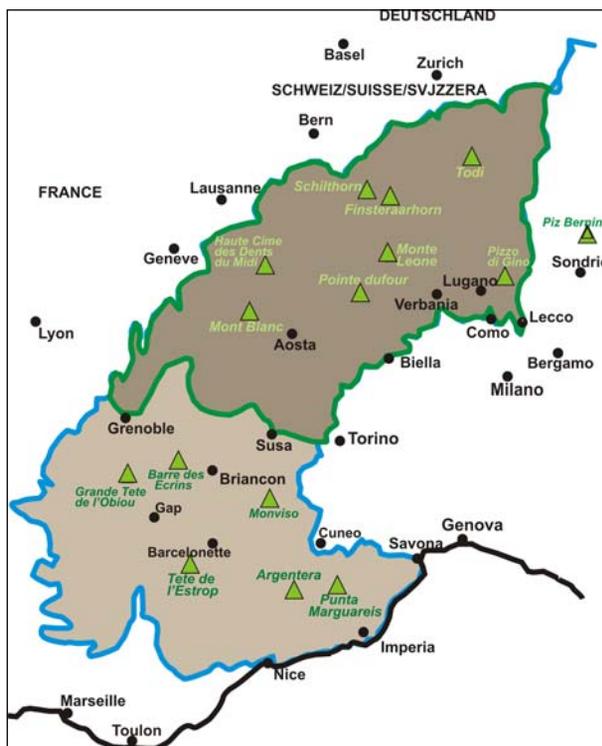
Emergono alcuni dubbi e contraddizioni relativi al dibattito sulla presenza di una trota mediterranea autoctona nelle Alpi occidentali.

A proposito dell'aspetto geografico, merita sottolineare che lo studio di Splendiani *et al.* (2020) viene riportato da AIAD (2021) per avvalorare la tesi dell'autoctonia della *Salmo ghigii* nelle Alpi occidentali. In realtà Splendiani *et al.* (2020) propongono una trota mediterranea (forse ascrivibile al gruppo delle *S. ghigii*) "esclusivamente" per le Alpi Sud-occidentali, ovvero le Alpi Marittime e Cozie (Fig. 4).

Secondo Polgar *et al.* (2022), citando Splendiani *et al.* (2016), "nel corso dell'ultima glaciazione, le Alpi Sud-occidentali non sono state interamente coperte dai ghiacci, consentendo, in limitate aree rimaste disponibili (rifugi glaciali), la sopravvivenza di popolazioni di..." *S. marmoratus* e di *S. ghigii* "... durante l'Ultimo Massimo Glaciale... circa 20.000 anni fa (...). Al contrario, nella maggior parte delle Alpi Nord-occidentali e Orientali (...) solo i corsi inferiori dei fiumi non vennero coperti dai ghiacci (...). Assumendo che la trota marmorata e *S. ghigii* vivessero in habitat simili a quelli odierni, la prima fu in grado di sopravvivere ad altitudini inferiori, mentre *S. ghigii* fu ragionevolmente spinta nell'habitat della trota marmorata dall'avanzare dei ghiacci. La competizione fra le due specie avrebbe dunque causato una rapida e diffusa estirpazione delle popolazioni di *Salmo ghigii* in tutta l'area".

L'ipotesi dei "rifugi glaciali" che hanno permesso la sopravvivenza della trota mediterranea nelle Alpi Sud-occidentali, meno coinvolte dai processi della glaciazione wurmiana è stata riproposta da Splendiani *et al.* (2020). Occorre osservare che due delle popolazioni di trota mediterranea presunte indigene e tra le prime e più importanti ad essere segnalate (Regione Piemonte, 1991), sono quelle dei torrenti Ripa e Thurras, costituenti una porzione della destra idrografica del bacino della Dora Riparia in Val di Susa (Stc01 in Fig. 3). Il ghiacciaio della val di Susa è stato tra quelli più imponenti delle Alpi occidentali; esso si spinse molto a valle, dando origine all'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana (Fig. 5), senza quindi consentire l'esistenza di ipotetici "rifugi glaciali".

Polgar *et al.*, (2022) affermano inoltre che "per quanto riguarda *S. ghigii*, le uniche popolazioni autoctone e vitali nella regione alpina italiana scientificamente documentate sono state trovate nelle Alpi



**Fig. 4.** Delimitazione dell'arco alpino occidentale secondo la Suddivisione Orografica Internazionale Unificata del Sistema Alpino (SOIUSA - Marazzi, 2005) che distingue quelle Sud-occidentali (in colore più chiaro a Sud di Torino) da quelle Nord-occidentali (verso Nord fino a comprendere il Verbano). La partizione delle Alpi proposta da SOIUSA è la più recente ed aggiornata, ma diversa da quella scolastica tradizionale. In sintesi non è facile attribuire, senza dubbi, una corretta e condivisa ripartizione geografica delle Alpi. Secondo questa partizione si considerano le Alpi occidentali comprendenti tutto il versante alpino piemontese, mentre quelle Sud-occidentali sono le Alpi Marittime e Cozie, ovvero quelle espressamente citate da Splendiani *et al.* (2020).

*Sud-occidentali (bacini dell'alto Stura di Lanzo, alta Dora Riparia, alto Chisone, alto Pellice, alto Po, alto Stura Demonte, alto Gesso e alto Tanaro;...)* Occorre osservare che il bacino dello Stura di Lanzo è collocato a Nord del limite che separa le Alpi Sud-occidentali da quelle Nord-occidentali (Fig. 4). La presenza di trote mediterranee in alcuni settori di tale bacino è da attribuire a transfaunazioni con pesci provenienti dall'area Stc1 nella seconda metà degli anni Novanta (Pascale, 1998<sup>2</sup>); nell'alto Pellice, fino all'inizio del XXI secolo, non erano state segnalate fario mediterranee; il bacino del Pellice è, peraltro, storicamente uno dei più interessati da interventi ittiogenici (campionamenti, recuperi di riproduttori e fecondazione artificiale di salmonidi) svolti attraverso l'incubatoio di Luserna S. Giovanni.

Splendiani (2021) sostiene che “...il repentino scioglimento dei ghiacciai presenti sul versante francese al termine del periodo glaciale sembra aver provocato un vero e proprio «travasò» delle acque di scioglimento glaciale verso il bacino della Durance, in Francia, portando con sé trote fario mediterranee con caratteristiche genetiche originariamente evolutesi sul versante italiano”.

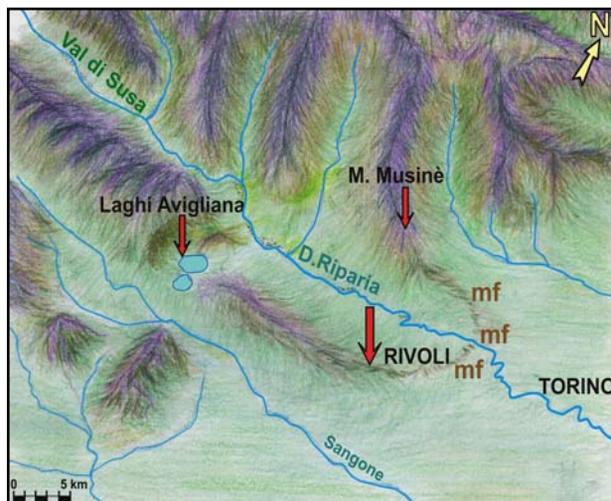
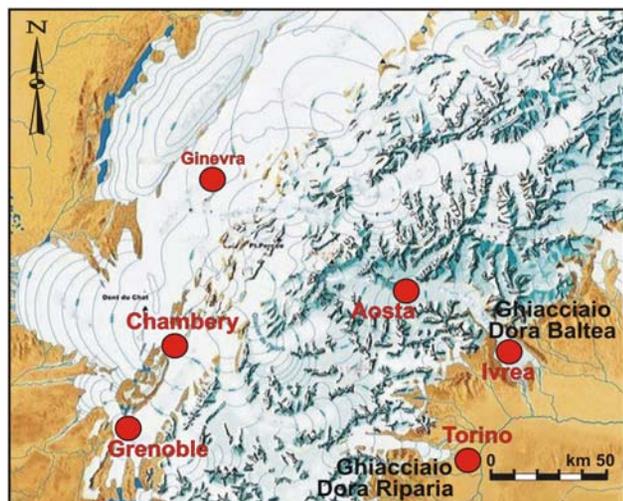
Il “...travasò delle acque di scioglimento verso il

2 Nella relazione sull'attività svolta per i consigli di valle della Provincia di Torino nel 1998, a proposito del Bacino dello Stura di Lanzo, si riporta: “Trota fario di ceppo mediterraneo/trota fario selvatica: 50.000 uova presso l'incubatoio di Chiamperotto” (frazione del comune di Ceres in val di Ala - Valli di Lanzo).

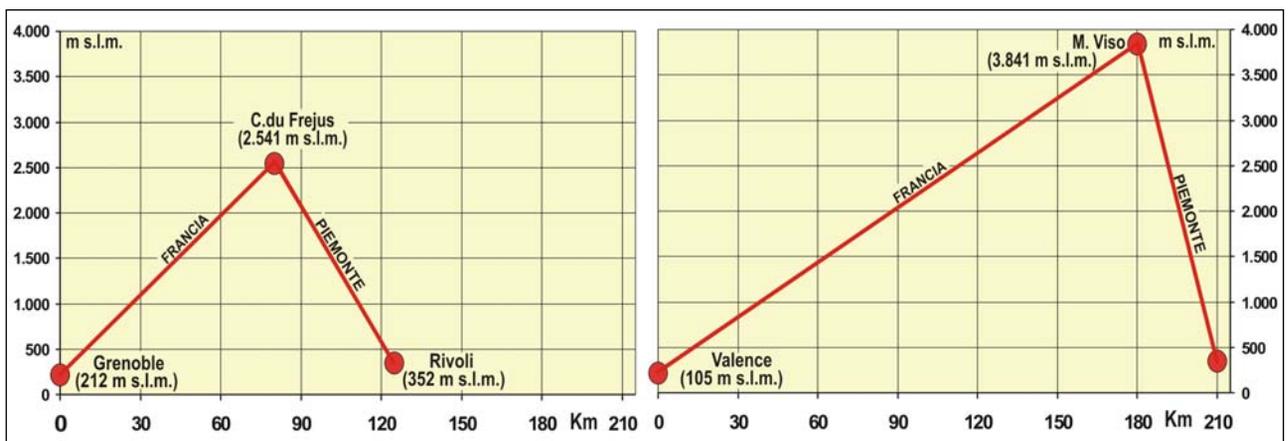
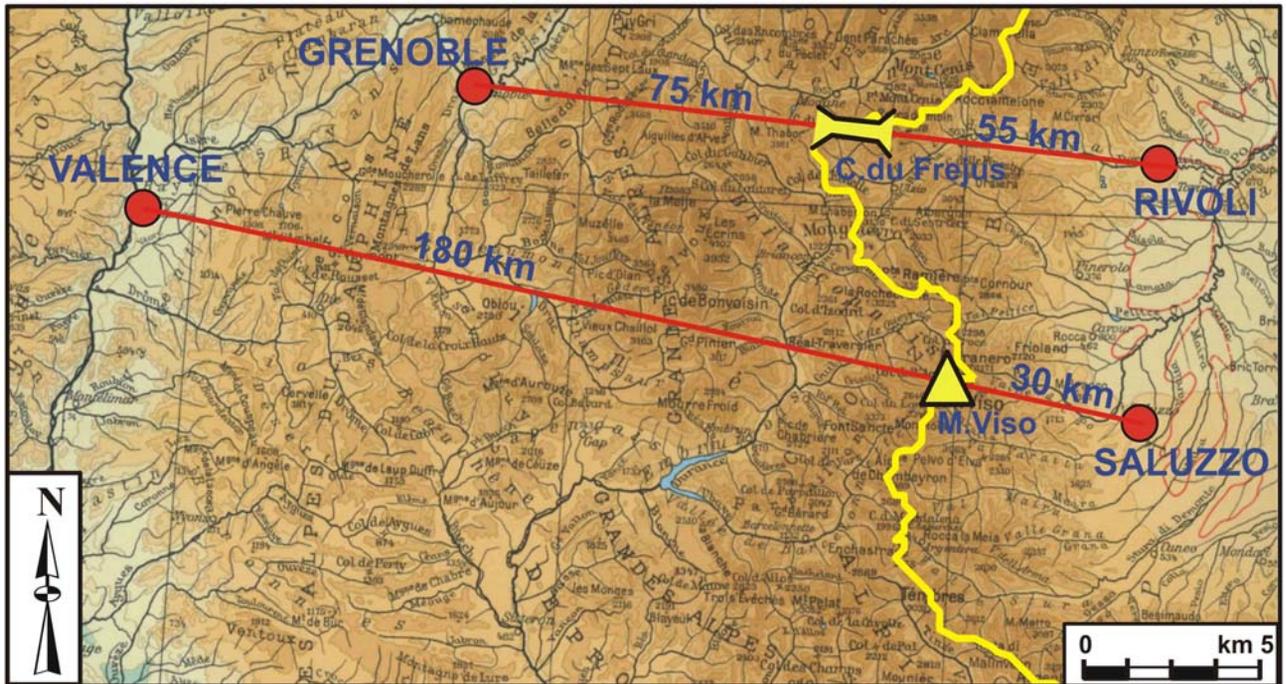
*bacino della Durance...*” sarebbe dovuto a fenomeni di cattura fluviale che avrebbero interessato la fascia altimetrica intorno allo spartiacque tra i due versanti della catena alpina. Si tratta di una ipotesi interessante ma, ad esclusione delle catture documentate dei fiumi Arno e Tanaro e del torrente Tidone e della val di Dona (Biancotti, 1979, 1981, 2004) e quelle della Catena alpina in Friuli (Venturini e Discenza, 2020), non si conoscono resti morfologici di tali eventi nelle Alpi occidentali; potrebbero anche essere avvenuti, poi molto velocemente “cancellati” dai successivi fenomeni erosivi.

Il fenomeno di cattura fluviale si manifesta a causa dell'arretramento delle testate dei bacini quale conseguenza dell'erosione, tanto più efficace, quanto maggiore è la pendenza dei versanti. Più frequentemente è il bacino soggetto a maggiore erosione quello in grado di catturare la testata del bacino adiacente. I grafici in figura 6 rappresentano, in modo schematico, le diversità delle pendenze tra i due versanti delle Alpi in un paio di ripartizioni prese come esempi. Se catture fluviali sono avvenute è più probabile che siano state le testate dei bacini del versante interno (quello italiano, molto più ripido) a catturare quelle dei bacini del versante esterno (francese, molto meno ripido).

Si afferma che il cosiddetto travasò sarebbe avvenuto con il “...repentino scioglimento dei ghiacciai...”, cioè al termine della glaciazione. Se così fosse bisognerebbe ammettere che nelle testate dei bacini interessati dalle catture fluviali erano presenti popolazioni di trote mediterranee, quelle coinvolte nel “travasò”. Quindi, al termine dell'ultima glaciazione (e/o all'inizio del post-glaciale) quelle trote



**Fig. 5.** A sinistra sono rappresentate le Alpi Nord-occidentali durante la massima estensione della glaciazione wurmiana. A destra si propone uno schema illustrante l'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana. Dall'esame delle due immagini risulta chiaramente che quello valsusino era uno dei ghiacciai più imponenti delle Alpi. La sua lingua di ablazione si spingeva fino ad invadere l'alta pianura. I residui della morena frontale (mf) segnalano la massima avanzata del fronte glaciale che giunse fino all'attuale Rivoli, poco a monte dell'area ove sorgerà la città di Torino. È quindi difficile immaginare l'esistenza, durante la massima estensione würmiana, dei cosiddetti rifugi glaciali che avrebbero consentito la sopravvivenza della trota mediterranea.



**Fig. 6.** Rappresentazioni (molto schematiche) di due esempi di profili trasversali delle Alpi occidentali dai quali si osserva la maggiore estensione (e minore pendenza dei versanti e quindi dei corsi d’acqua) della fascia esterna (parte francese) che si affaccia sull’Europa continentale. Tale disimmetria, nelle Alpi occidentali, è la più accentuata rispetto all’intero arco alpino (Forneris *et al.*, 2016). La linea gialla dell’immagine superiore rappresenta lo spartiacque tra i due versanti. Il diagramma di “Grenoble-Rivoli” è stato scelto per evidenziare il profilo caratterizzato dalla minore disimmetria rispetto all’arco alpino compreso tra i bacini del Tanaro (A Sud) e della Dora Riparia (a Nord), ovvero alle Alpi Marittime e Cozie. Base topografica del TCI, 1977.

popolavano torrenti prevalentemente caratterizzati da regimi idrologici nivoglaciali, posti ad altitudini superiori ad almeno 2.000 - 2.500 m s.l.m. e con un clima probabilmente ancora più freddo dell’attuale. Si tratta di condizioni ambientali praticamente impossibili per l’ittiofauna.

Tali considerazioni critiche non escludono l’ipotesi avanzata da Splendiani *et al.* (2020), ma neppure si può affermare con certezza che “...la trota fario sia a tutti gli effetti nativa degli affluenti del Po che scendono dalle Alpi Sud-occidentali...” (Ciuffardi,

2021). In realtà i dubbi permangono, anche per questioni storiche e geografiche. Il Piemonte occidentale, nell’area dell’alto Pinerolese, (bacino del Chisone) e dell’alta val di Susa (bacini del Ripa e del Thuras) faceva parte dell’Alta Savoia ed i contatti sociali e commerciali erano più frequenti con il versante francese che con quello italiano: non si può affatto escludere l’ipotesi di transfaunazioni dal bacino della Durance, dove le trote mediterranee sono ampiamente diffuse, al Chisone (val Troncea) ed alla Dora Riparia (Ripa e Thuras).

## CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI GESTIONALI

Sulla base di quanto proposto recentemente da alcuni Autori risulterebbe che l'areale di distribuzione di *Salmo ghigii* riguardi un po' tutta la penisola italiana. Nessun'altra specie, ad eccezione di tinca ed anguilla, ha, in Italia, areali paragonabili (o più vasti). Viceversa in ogni gruppo sistematico vi sono forme endemiche padane (distretto padano-veneto) e centro italiche (distretto tosco laziale) ben distinte (ciprinidi, gobidi) o specie padane non presenti originariamente in Italia centrale (cottidi, cobitidi). Ammettendo la presenza di una trota mediterranea (*Salmo ghigii*) autoctona del Nord e del Centro Italia, o meglio ancora, di un "gruppo delle *Salmo ghigii*", è difficile pensare che gli individui delle popolazioni delle Marche siano identici a quelli delle popolazioni della Liguria o della Toscana o di quelle presunte autoctone del bacino dell'alto Tanaro. Tali popolazioni presentano inevitabilmente caratteri diversi e distinguibili (spesso riconoscibili solo attraverso analisi genetiche), non tali, allo stato attuale, da permettere la distinzione in specie diverse. Tali diversità derivano dall'esistenza di un pool genico molto ricco e complesso, che costituisce un aspetto importante della biodiversità; esso andrebbe preservato anche in funzione del successo evolutivo non solo della specie, ma delle singole popolazioni.

Se l'espressione "gruppo delle *Salmo ghigii*" venisse considerata corretta, allora "forse" si potrebbe ascrivere a tale gruppo la *Salmo trutta* complex di Splendiani *et al.*, (2020) delle Alpi Sud-occidentali (Fig. 4), su cui però rimangono ancora molti dubbi. Quelle trote, presenti nelle aree Stc indicate in figura 3, costituiscono popolazioni afferenti alle linee evolutive mediterranea e adriatica, forse autoctone, già individuate dal Piano Ittico Regionale (Regione Piemonte, 2015) e già individuate in passato rispetto alle quali Ciuffardi (2021) esprime una riflessione condivisibile, ossia che "...l'elevatissimo valore biologico ed evolutivo di queste popolazioni di trota impone inoltre a tutti i gestori delle zone interessate la massima cautela e consapevolezza al fine di evitare ogni immissione sia di fario atlantiche, sia di trote «mediterranee domestiche»". Per tale ragione occorre prevedere la gestione passiva per le aree Stc; queste rappresentano un contesto particolare e ben delimitato, rispetto al quale è necessaria una gestione oculata ed attenta e diversa rispetto alla gestione dei

salmonidi su tutto il resto del reticolo idrografico alpino.

In sintesi, in riferimento al reticolo idrografico alimentato dai bacini impostati sulle Alpi occidentali si evidenzia quanto segue:

- la trota marmorata (*Salmo marmoratus*) è l'unica specie salmonicola sicuramente autoctona;
- la trota mediterranea (*Salmo ghigii* o altra denominazione scientifica) è alloctona/transfaunata;
- in alcune piccole porzioni dei bacini alimentati dalle Alpi Sud-occidentali (Fig. 3) sono presenti popolazioni, forse indigene, di trote mediterranee (*Salmo trutta* complex), la cui origine non è affatto chiarita, comunque di importanza naturalistica e che vanno sottoposte a rigorosa gestione passiva.

Quanto espresso, sotto il profilo della gestione alienica, implica la possibilità di immissioni esclusivamente con trote marmorate e con le modalità descritte nel rapporto AIIAD (2021) ed ancor meglio dettagliate da Lucarda (2020).

Interventi gestionali con utilizzo di *Salmo ghigii* sono ammissibili solo nei bacini dove storicamente presente e solo qualora le sue popolazioni localmente mostrino contrazioni significative.

Questo assunto, peraltro, dovrebbe valere per la gestione di tutte le specie ittiche, intervenendo prima sui fattori limitanti l'esistenza di popolazioni in sufficiente stato conservazionistico ed infine, quale *extrema ratio*, intervenendo con ripopolamenti mirati e circoscritti.

Purtroppo nel recente passato *Salmo ghigii* è stata ampiamente utilizzata per immissioni nel reticolo idrografico alimentato dalle Alpi occidentali, con evidenti gravi ripercussioni sulle popolazioni di *S. marmoratus* in misura non differente da quanto fin qui accaduto con le massicce immissioni di trote fario atlantiche.

A tal proposito si conclude riportando e condividendo quanto affermato da Splendiani (2021), secondo cui: "... per bypassare il problema degli alloctoni, già da alcuni anni sono stati commercializzati degli stock di «trota fario mediterranea» prodotti incrociando esemplari provenienti da varie regioni italiane (e spesso ibridate anche con la trota atlantica), la cui diffusione favorisce il fenomeno della "transfaunazione", cioè il mescolamento di popolazioni che si sono evolute localmente in diverse zone dell'Italia; ciò finirebbe per annullare completamente un ricchissimo mosaico di diversità genetica, già gravemente compromesso dall'ibridazione con la trota atlantica".

## BIBLIOGRAFIA

AIIAD, 2013. *Riordino del quadro sistematico delle trote italiane*. Gruppo di lavoro sui salmonidi. Versione febbraio 2013. Associazione Italiana Ittiologi d'Acqua Dolce, 66 pp.

AIIAD, 2021. *Principi guida riguardanti le immissioni di fauna ittica nelle acque interne italiane*. Approvato dall'assemblea dei soci dell'Associazione Italiana Ittiologi d'Acqua Dolce

- del 05/03/2021, 31 pp.
- A.S.D., 2021. *Per il 2021 sono previste immissioni di circa 720.000 unità*. Pescatori Alto Verbano. Varese New. <https://www.varesenews.it/category/aree-geografiche/varese-laghi/>
- Badino G., Forneris G., Pascale M., Perosino G.C., 2003. La fauna ittica della provincia di Torino. *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, **24**: 295-326.
- Biancotti A., 1979. Rapporti fra morfologia e tettonica nella pianura cuneese. *Geografia Fisica, Dinamica del Quaternario*, **2** (1979): 51-56.
- Biancotti A., 1981. Geomorfologia dell'Alta Langa (Piemonte Meridionale). *Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, **221**: 58-104.
- Biancotti A., 2004. *Catture fluviali. Atlante dei tipi geografici*. Tavola 22. Istituto Geografico Militare.
- Bianco P.G., 2014. An update on the status of native and exotic freshwater fishes of Italy. *Journal of Applied Ichthyology*, **30** (2014), 62-77.
- Bovero S., Candiotti A., Ceppa L., Giuntoli F., Pascale M., G.C. Perosino, 2021a. Stato dell'ittiofauna nei fiumi e torrenti in Piemonte. *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, **42**: 135-160.
- Bovero S., Candiotti A., Ceppa L., Giuntoli F., Pascale M., G.C. Perosino, 2021b. *Rapporto sullo stato dell'ittiofauna in Piemonte*. Assessorato Agricoltura, Caccia e Pesca. Direzione Agricoltura e Cibo, Settore Infrastrutture, Territorio Rurale, Calamità naturali in agricoltura, Caccia e Pesca. Regione Piemonte (To), 20 pp.
- Bovero S., Candiotti A., Ceppa L., Giuntoli F., Pascale M., G.C. Perosino, 2021c. *Sintesi dei monitoraggi dell'ittiofauna sulle reti regionali e provinciali del Piemonte*. Assessorato Agricoltura, Caccia e Pesca. Direzione Agricoltura e Cibo, Settore Infrastrutture, Territorio Rurale, Calamità naturali in agricoltura, Caccia e Pesca. Regione Piemonte (To) (file Excel).
- Ciuffardi L., 2021. *Un po' di scienza (storia, genetica, evoluzione... Per saperne di più)*. Ente Gestione Aree Protette del Monviso, 3 pp.
- C.R.E.S.T., 1997. *Piano di gestione delle risorse idriche del bacino del Po in Provincia di Cuneo (qualità chimica e biologica delle acque, carico antropico, ittiofauna e quadro di sintesi)*. Sistema delle Aree Protette della Fascia Fluviale del Po Cuneese (Regione Piemonte), 104 pp.
- C.R.E.S.T., 2002 - 2005. *Progetto fauna: studio idrobiologico dei torrenti Gorzente, Piota e Lemme (settori morfometria, climatologia, idrologia, qualità biologica delle acque e ittiofauna)*. Aquaprogram (Vi). Parco Naturale Regionale Capanne di Marcarolo (Regione Piemonte), 65 pp.
- C.R.E.S.T., 2011 - 2012. *Monitoraggio qualità delle acque e ittiofauna sul torrente Sessera (Portula - Bi)*. *Valutazione post-operam di impianto idroelettrico*. Idrovalsessera (Torino), 16 pp.
- C.R.E.S.T., 2012 - 2015. *Monitoraggio qualità delle acque e ittiofauna sul torrente Oropa (Oropa - Bi)*. *Valutazione post-operam di impianto idroelettrico. Qualità delle acque, ittiofauna e funzionalità fluviale*. GES s.r.l., Bussoleno (To), 16 pp.
- C.R.E.S.T., 2014. *Studio impatto ambientale per impianto idroelettrico sul torrente Mastallone (Catognetto - Vc)*. *Idrobiologia (Morfometria, pluviometria, idrologia, qualità fisico-chimica e biologica delle acque, ittiofauna, funzionalità fluviale)*. Blupower S.r.L. (To), 108 pp.
- Delmastro G.B., Balma G.A.C., 2007. La fauna ittica del tratto montano del fiume Po e dei suoi tributari. *Memorie dell'Associazione Naturalistica Piemontese*, **8**: 121-143.
- Delmastro G.B., Gaggino A., Giachino P.M., Morisi A., Rastelli M., 2007. Ricerche sugli ambienti del Po cuneese. Risultati dell'Interreg IIIA "Aqua" (la risorsa acqua all'interno delle Aree Protette dell'arco alpino occidentale) ISBN 978-88-902859-1.
- ECOPLAN S.p.A., 1990. *Valutazione di impatto ambientale sul progetto di utilizzo idroelettrico della Dora Riparia a Susa. Sezione qualità delle acque, ittiofauna*. Impianto di Pont Ventoux. Azienda Elettrica Municipale di Torino, 17 pp.
- Forneris G., 1989. *Gli incubatoti di valle: problemi connessi con i ripopolamenti tradizionali e nuove proposte metodologiche*. Regione Piemonte. EDA. Torino, 59 pp.
- Forneris G., Merati F., Pascale M., Perosino G.C., Tribaudino M., 2016. *Distribuzione della fauna ittica d'acqua dolce nel territorio italiano*. Green-crest.blog. Area tecnico-scientifica. <https://greecrestdotblog.files.wordpress.com/2018-distribuzione-fauna-ittica-in-italia.pdf>.
- Forneris G., Pascale M., Perosino G.C., 2012. *Pesci e ambienti acquatici del Piemonte*. Settore Tutela e Gestione della Fauna Selvatica e Acquatica. Regione Piemonte. Torino, 218 pp.
- Forneris G., Pascale M., Sicuro B., Palmegiano G.B., 1996. *Analisi biometrica di tre popolazioni di Salmo [trutta] trutta*. Biologia dei salmonidi; tutela e gestione delle popolazioni indigene. Atti del Quinto Convegno Nazionale A.I.I.A.D., Montecchio Maggiore (Vicenza), 1994: 53-62.
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A., 1991 - *I pesci delle acque interne italiane*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma, 616 pp.
- Giuffra E., Bernatchez L., Guyomard R., 1994. Mitochondrial control region and protein coding genes sequence variation among phenotypic forms of trout, L., from Northern Italy. *Mol. Ecol.*, **3**: 161-172.
- Gratton P., Allegrucci G., Sbordoni V., Gandolfi A., 2014. The evolutionary jigsaw puzzle of the surviving trout (*Salmo trutta* L. complex) diversity in the Italian region. A multilocus Bayesian approach. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **79**: 292-304.
- Kottelat M., 1997. European freshwater fishes. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematist and comments on nomenclature and conservation. *Biologia, Bratislava, Sect. Zool.*, **52** (suppl. 5): 1-271.
- Kottelat M., Freyhof J., 2007. *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 646 pp.
- ISPRA, 2017. *Nuovo indice dello stato ecologico delle comunità ittiche (NISECI)*. Manuali e linee guida 159/2017, 17 pp.
- ISPRA, 2021. *Check list ittiofauna Italiana ISPRA con modifiche post richieste Regioni finale 1 colore aut non aut* (file Excel). Lista delle specie ittiche d'acqua dolce di interesse alieno redatta da ISPRA nell'ambito delle relazioni tra regioni e Ministero dell'Ambiente ai fini della corretta applicazione del decreto del 2 aprile 2020.
- Ladiges W., Vogt D., 1965. *Die Süßwasserfische Europas*. Hamburg und Stuttgart, 268 pp.
- Lorenzoni M., Borghesan F., Carosi A., Ciuffardi L., De Curtis O., Delmastro G.B., Di Tizio L., Franzoi P., Maio G.,

- Mojetta A., Nonnis Marzano F., Pizzul E., Rossi G., Scalici M., Tancioni L., Zanetti M., 2019. The Check-list of the Italian freshwater fish fauna. *Italian Journal of Freshwater Ichthyology*, 2019 vol. 5 (1): 239-254.
- Lucarda A.N., 2020. *Definizione delle linee guida per la conduzione degli Incubatoi di Valle e delle disposizioni attuative del Piano Ittico Regionale (PIR) Piemonte, azione informative rivolte al mondo della pesca e ai gestori di impianti ittiogenici per illustrare come deve essere messo in atto un piano strategico di contrasto alla diffusione della trota di origine alloctona ("trota fario" o brown trout) e del suo "ibrido" con la forma autoctona Salmo marmoratus. Azioni informative di esclusiva natura tecnica rivolte ai gestori degli impianti ittiogenici per istruirli sulle operazioni indispensabili al corretto funzionamento degli stessi, in una reale strategia conservazionistica delle specie native piemontesi e di contrasto a quelle alloctone invasive.* Relazione. Assessorato Agricoltura, Caccia e Pesca. Direzione Agricoltura e Cibo, Settore Infrastrutture, Territorio Rurale, Calamità naturali in agricoltura, Caccia e Pesca. Regione Piemonte (To), 27 pp.
- Lucarda A.N., Forneris G., 2012. *Indagine sull'origine della trota fario di ceppo mediterraneo in territorio piemontese.* Progetto di ricerca in collaborazione tra Centro Tutela Biodiversità degli Ambienti Acquatici (Regione Piemonte) e Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Torino. Relazione Finale, 53 pp.
- Marazzi S., 2005. *Atlante orografico delle Alpi.* SOIUSA. Suddivisione orografica internazionale unificata del Sistema Alpino. Priuli & Verlucca. Scarmagno (To), 416 pp.
- Merati F., Pascale M., Perosino G.C., 2021. *Storia della trota mediterranea in Piemonte.* Green-crest.blog. Area tecnico-scientifica. <https://greencrestdotblog.files.wordpress.com/2021/10/2021-storia-della-mediterranea-in-piemonte.pdf>
- Meraner A., Gratton P., Baraldi F. e Gandolfi A., 2013. *Nothing but a trace left? Autochthony and conservation status of Northern Adriatic Salmo trutta inferred from PCR multiplexing, mtDNA control region sequencing and microsatellite analysis.* *Hydrobiologia*, **702**: 201-213
- Ministero dell'Ambiente, 2010. *Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.* Supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale 246 - 20/10/2000.
- Monti M., 1864. *Notizie dei pesci delle province di Como e Sondrio e del Canton Ticino.* Tipografia Carlo Franchi. Como, 134 pp.
- Muus B.J., Dahlström P., 1967. *Europas ferskvandsfisk.* G.E.C. Gads Forlag, Copenhagen, 152 pp.
- Nonnis Marzano F., Tagliavini J., Chiesa D., Pascale M., Maio G., Gandolfi G., 2002. *Caratterizzazione genetica di popolazioni appenniniche di trota fario: aspetti tassonomici e conservazionistici.* Atti IX Convegno Nazionale A.I.I.A.D. (Acquapartita, 11-13 giugno 2002): 19-24.
- Pascale M., 1998. *Relazione relativa all'attività svolta per i consigli di valle della Provincia di Torino nel 1998.* Relazione tecnica indirizzata ai Consigli di Valle, al Servizio Pesca della Provincia di Torino e al Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia dell'Università di Torino, 6 pp.
- Pascale M., 1999. *La trota fario di ceppo mediterraneo: alcune problematiche legate alla gestione delle popolazioni autoctone di salmonidi.* Atti convegno "recupero e reintroduzione di ceppi autoctoni di trota fario di ceppo mediterraneo in ambienti appenninici tipici; esperienza a confronto. Provincia di Reggio Emilia: 39-43.
- Pascale M., 2009. *Monitoraggio biologico del torrente Unerzio.* Relazione di impatto ambientale e controllo post-operam. 9 pp.
- Pascale M., 2010. *Monitoraggio biologico del torrente Unerzio.* Relazione di impatto ambientale e controllo post-operam. 8 pp.
- Pascale M., Merati F., Spairani M., Perosino G.C., 2023. *Comunità di riferimento sito-specifiche dei fiumi piemontesi. Rivista Piemontese di Storia Naturale*, **44**: 165-201.
- Perosino G.C. (a cura di), 2001. *Risorse idriche superficiali dei principali bacini della provincia di Torino.* Area Ambiente, Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna della Provincia di Torino, 97 pp.
- Polgar G.L., Iaia M., Volta P., 2022. *Autoctonia della trota peninsulare Salmo ghigii nell'arco alpino: stato attuale delle conoscenze e rischi associati alle semine di "trota fario mediterranea" in Nord Italia.* *Biologia Ambientale*, **36**: 24-44.
- Provincia di Biella, 2002. *Caratterizzazione ambientale, censimento della fauna ittica, monitoraggio biologico e individuazione degli interventi di artificializzazione dei principali ambienti ad acque correnti della Provincia di Biella.* Servizio Caccia e Pesca, Tutela e Valorizzazione Ambientale e Protezione Naturalistica della Provincia di Biella. Inedito.
- Provincia di Cuneo, 2002. *Progetto di tutela e recupero del temolo nei corsi d'acqua della Provincia di Cuneo.* Settore Tutela Fauna e Pesca dell'Amministrazione Provinciale di Cuneo, 86 pp.
- Provincia Di Torino, 2000. *Linee di gestione delle risorse idriche dei principali bacini idrografici affluenti del fiume Po in Provincia di Torino.* Area Ambiente, Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna. Servizio Gestione delle Risorse Idriche. Torino.
- Provincia di Torino, 2005a. *Fiume Po: miglioramento della fruibilità delle sponde e della capacità biogenica del corso d'acqua (Censimento e distribuzione delle specie ittiche, esame delle dinamiche relative alle migrazioni trofiche e riproduttive, interazioni con le interruzioni della continuità biologica longitudinale ed ipotesi gestionali).* Settore Tutela Fauna e Flora dell'Amministrazione Provinciale di Torino, 244 pp.
- Provincia di Torino, 2005b. *Definizione della risposta del comparto ittico alle differenti tipologie d'intervento in alveo (bacini del Chisone e della Dora Riparia).* Settore Tutela della Fauna e della Flora dell'Amministrazione Provinciale di Torino, 192 pp.
- Provincia di Vercelli, 2007. *Ambienti acquatici e fauna ittica della Provincia di Vercelli.* Assessorato Tutela Flora e Fauna. Assessorato Ambiente. Ed. A. Valterza (Casale M.to - VC), 87 pp.
- Puzzi C., Trasforini S., Bardazzi M., Polisciano N., Montonati S., Casoni A., 2009. *Monitoraggio dell'ittiofauna e redazione della Carta Ittica del Fiume Po.* Autorità di Bacino del Fiume Po. Parma, 142 pp.
- Regione Piemonte, 1991. *Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese.* Assessorato Caccia e Pesca. Torino, 186 pp.

- Regione Piemonte, 2006. *Monitoraggio della fauna ittica in Piemonte*. Direzione Pianificazione delle risorse Idriche, Torino, 97 pp.
- Regione Piemonte, 2015. *Piano regionale per la tutela e la conservazione degli ambienti acquatici e della fauna acquatica e l'esercizio della pesca (stralcio relativo alla componente ittica)*. D.C.R. 101-33331 del 29 settembre 2015. Torino, 76 pp.
- Regione Valle d'Aosta, 2006. *Individuazione, salvaguardia e riabilitazione delle popolazioni autoctone in Valle d'Aosta e in Alta Savoia*. INTERREG III A 2000 - 2006 Progetto Aqua. Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia dell'Università di Torino, 284 pp.
- Splendiani A., 2021. *La trota fario mediterranea in Piemonte, tra storia, scienza e leggenda*. Piemonte Parchi Speciale (pesci esotici, l'invasione silenziosa): 102-109. Centro Sudi Stampa Regione Piemonte. Torino.
- Splendiani A., Berrebi P., Tougard C., Righi T., Reynaud N., Fioravanti T., Lo Conte P., Delmastro G.B., Baltieri M., Ciuffardi L., Candiotta A., Sabatini A., Caputo Barucchi V.C., 2020. The role of the south-western Alps as a uni-directional corridor for Mediterranean brown trout (*Salmo trutta* complex) lineages. *Biological Journal of the Linnean Society of London*, **20**, 1-18.
- Splendiani A., Fioravanti T., Giovannotti M., Olivieri L., Ruggeri P., Nisi Cerioni P., Vanni S., Enrichetti F., Caputo Barucchi V., 2017. Museum samples could help to reconstruct the original distribution of *Salmo trutta* complex in Italy. *Journal of Fish Biology*, **90**: 2443-2451.
- Splendiani A., Ruggeri P., Giovannotti M., Pesaresi S., Occhipinti G., Fioravanti T., Lorenzoni M., Nisi Cerioni P. e Caputo Barucchi V., 2016. Alien brown trout invasion of the Italian peninsula: the role of geological, climate and anthropogenic factors. *Biological Invasions*, **18** (7), 2029-2044.
- T.C.I., 1977. *Atlante internazionale del Touring Club Italiano*. Alpi (tav. 13-14). GAMMAOFFSET, Milano, 173 pp.
- Venturini C., Discenza K., 2020. Friuli (Italia NE): un territorio di riferimento per le catture fluviali e i laghi di sbarramento quaternari. *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia*, **107**: 225-250.
- Zerunian S., 2004. *Pesci delle acque interne d'Italia*. Ministero Ambiente e Tutela del Territorio. Istituto Nazionale della Fauna Selvatica. Quaderni di conservazione della Natura 20. Tipolitografia F.G. Savigliano. Modena, 257 pp.
- Zerunian S., Goltara A., Schipant I., Boz B., 2009. Adeguamento dell'Indice dello Stato delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE. *Biologia Ambientale*, **23** (2): 15-30.

# Fauna ittica delle acque interne: la minaccia delle specie e delle popolazioni alloctone

Francesca Ciutti<sup>1\*</sup>, Cristina Cappelletti<sup>1</sup>, Filippo Faccenda<sup>1</sup>,  
Andrea Gandolfi<sup>2</sup>, Elena Tricarico<sup>3</sup>, Lucilla Carnevali<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Fondazione Edmund Mach, Centro Trasferimento Tecnologico, Via Edmund Mach 1 – 38098 San Michele all'Adige (TN).

<sup>2</sup> Fondazione Edmund Mach, Centro Ricerca e Innovazione, Via Edmund Mach 1 – 38098 San Michele all'Adige (TN).

<sup>3</sup> Università di Firenze, Dipartimento di Biologia, via Madonna del Piano 6 – 50019 Sesto Fiorentino (FI)

<sup>4</sup> ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Via Vitaliano Brancati 48, Roma

\* Referente per la corrispondenza: francesca.ciutti@fmach.it

Pervenuto il 9.3.2023; accettato il 20.4.2023

## Riassunto

Una delle principali minacce alla biodiversità della fauna ittica delle acque interne è rappresentata dall'introduzione di specie alloctone, il cui divieto di immissioni è normato sia a livello comunitario che nazionale. Vengono riportate le principali definizioni di specie autoctona, alloctona e neonativa e viene commentata la definizione di specie parautoctona. Viene infine indicata la necessità di effettuare una valutazione del rischio per qualsiasi immissione che riguardi anche la fauna ittica autoctona.

PAROLE CHIAVE: specie alloctona / specie neonativa / pesca sportiva / gestione fauna ittica

## Freshwater fish fauna: the threat from alien species and populations

Introduction of alien species represents a major threat for freshwater fish fauna. Release of alien species is regulated by European and national legislation. Definitions of native, alien and neonative species are reported, and the Italian concept of "parautoctonia" is discussed. Finally, the need for a risk assessment for any fish stocking activity, including reintroduction or reinforcement of native species, is proposed.

KEYWORDS: alien species / neonative species / angling / fish stocking

## INTRODUZIONE

Esiste ormai ampio consenso sul fatto che l'introduzione e la diffusione di specie alloctone rappresentino uno dei più importanti fattori di minaccia alla biodiversità e la seconda causa di estinzione di specie animali a livello globale (MEA, 2005; Seebens *et al.*, 2017). Tali impatti sul biota sono più evidenti negli ambienti acquatici rispetto a quelli terrestri, a causa dell'esteso rilascio di organismi sia intenzionale (es.: semine), sia involontario (ad esempio attraverso le acque di zavorra delle navi) (Sala *et al.*, 2000; Beeton, 2002; Havel *et al.*, 2015).

Le acque interne rappresentano il 3% delle acque del pianeta, di cui solo un sesto disponibile per la vita, ma la fauna ittica dulciacquicola rappresenta il 40% della diversità ittica e il 25% della fauna vertebrata (Costa *et al.*, 2021). L'alta biodiversità è dovuta al grado di isolamento naturale degli habitat di acqua dolce, in quanto ogni bacino idrografico può essere considerato, in termini ecologici, una "isola" separata da altre isole da barriere insormontabili per la fauna dulciacquicola.

A livello globale, il 23% delle specie ittiche native è considerato minacciato e sono state osservate, per que-

sta componente, notevoli variazioni nella biodiversità funzionale, tassonomica e filogenetica in più del 50% dei corsi d'acqua, che tendono conseguentemente ad essere sempre più omogenei. Tali cambiamenti derivano principalmente dall'introduzione di specie alloctone (Su *et al.*, 2021).

La Lista Rossa Europea dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN Red List) evidenzia come la fauna ittica delle acque interne in Europa sia uno dei gruppi faunistici maggiormente minacciati, con il 40% delle specie a rischio di estinzione. Fra le principali minacce sono comprese le introduzioni di specie alloctone, oltre alla presenza di dighe, alla gestione delle acque, ai periodi di siccità, all'inquinamento ed alla pesca (Costa *et al.*, 2021). Tra le principali vie di ingresso di specie alloctone di acqua dolce in Europa sono riconosciute l'acquacoltura, il commercio di animali da acquario e le semine a sostegno della pesca (Nunes *et al.*, 2015).

La Regione Biogeografica Centrale Peri-Mediterranea, che comprende l'Italia, è considerata l'area europea con il maggior numero di specie endemiche e, assieme alla Regione Ponto-Caspica, rappresenta un "hotspot di biodiversità" per la fauna ittica delle acque dolci (Reyjol *et al.*, 2007). A fronte di una situazione caratterizzata dalla presenza in Italia di numerose specie endemiche e sub-endemiche, che rappresentano il 49,1 % delle specie autoctone, si assiste ad un continuo aumento di quelle alloctone. Nel 2008 si segnalava la presenza di 44 specie esotiche (Gherardi *et al.*, 2008), numero decisamente accresciuto nelle più recenti rilevazioni: attualmente risultano segnalate sul nostro territorio 62 specie alloctone, oltre a 29 ulteriori specie non acclimatate (AIIAD, 2021). Tale incremento è almeno in parte riconducibile a revisioni della sistematica effettuate sulla base della caratterizzazione genetica e morfologica di alcune specie. Ad esempio, solo nel 2011 è stato riconosciuto come specie a sé stante, nativo delle acque italiane, il luccio italico o cisalpino *Esox cisalpinus* Bianco e Delmastro 2011 [sin. *Esox flaviae* Lucentini *et al.*, 2011] fino ad allora considerato conspecifico con il luccio europeo *Esox lucius* Linnaeus, 1758 (Gandolfi *et al.*, 1991; Zerunian, 2004), modificando di fatto lo status di quest'ultimo in alloctono per l'Italia. Analogamente, solo di recente il temolo adriatico o temolo italico è stato riabilitato come specie *Thymallus aeliani* Valenciennes, 1848 (Bianco, 2014; Dyldin *et al.*, 2017), distinguendolo così dal temolo europeo *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758), e ridefinendo pertanto lo status di quest'ultimo in specie alloctona per l'Italia.

Nel corso della storia evolutiva di una specie, qualora differenti popolazioni rimangano isolate le une dalle altre (ad esempio a seguito di modifiche naturali dell'idrografia che ne impediscano la migrazione impedendo quindi il mantenimento di un flusso genico) si possono

originare significative differenziazioni genetiche tra popolazioni, a seguito di effetti casuali o di adattamenti locali all'ambiente. È quindi importante preservare, per quanto possibile, tali differenziazioni, evitando di rimescolare e omogeneizzare in modo artificiale quanto nel corso dell'evoluzione si è separato e differenziato. Per tale motivo, anche a livello legislativo, le popolazioni e non solo le specie sono indicate come oggetto delle attività di conservazione. Le differenti popolazioni sono definite, in Biologia della Conservazione o più in generale in Ecologia, Unità di Conservazione o Unità Gestionali.

## LA CONSERVAZIONE DEGLI ECOSISTEMI, DELLE SPECIE E DELLE POPOLAZIONI

In Italia, circa il 60% delle introduzioni si è verificato negli ultimi tre decenni, con importanti modifiche delle comunità ittiche. Bacini idrografici già ricchi di specie hanno visto accrescere la diversità ittica a seguito della stabilizzazione di specie introdotte. Oltre a ciò, si rileva un trend di omogeneizzazione biotica tra gli ecosistemi anche a scala locale, dovuta ad una aumentata diffusione di specie generaliste, mediata dall'uomo (Nocita *et al.*, 2017). Allo stato attuale, delle 152 specie di pesci che popolano le acque interne, 91 sono da considerarsi alloctone (59,9%) (AIIAD, 2021).

Il recentissimo aggiornamento delle liste rosse italiane dei vertebrati certifica il peggioramento dello stato di conservazione dei pesci e dei ciclostomi, a dimostrazione della critica situazione che vivono, ormai da decenni, gli ambienti lotici e lentici in Italia. Notevole e preoccupante è, in particolare, il numero delle specie considerate come non appartenenti alla fauna autoctona italiana e, per questo, valutate come "NA" (Not Applicable). Si tratta di 52 specie (nella precedente analisi se ne contavano 47) considerate tutte alloctone e presenti in Italia solo a causa di immissioni operate dall'uomo, in gran parte legate a esigenze ludiche e "sportive" (Rondinini *et al.*, 2022).

Anche su scala globale, la conservazione della diversità ittica d'acqua dolce nei fiumi meno impattati (che rappresentano solo il 13,4% del totale dei fiumi del pianeta) ricade al di sotto dell'obiettivo di proteggere almeno il 30% della superficie terrestre entro il 2030, come proposto dalla comunità scientifica nel Global Deal for Nature (GDN) (Dinerstein *et al.*, 2019).

È chiaro che ecologi, idrobiologi o biologi della conservazione non possono che condividere la preoccupazione sul crescente numero e sull'abbondanza di alloctoni nei nostri ecosistemi, per i possibili impatti sulle specie e sulle popolazioni autoctone (es.: estinzione, ibridazione, competizione alimentare e competizione per gli habitat) e sugli ecosistemi. Qualora l'autoctonia di una specie o di una popolazione in un determinato

bacino non sia dimostrata e sia pertanto dubbia (specie e popolazioni criptogeniche), è ragionevole applicare un principio di precauzione, evitando di introdurre nuovi potenziali alloctoni o di incrementare la presenza di quelli già presenti.

Altri aspetti legati alla presenza degli alloctoni, quali quelli sociali, culturali, economici, non sono di competenza di ecologi, idrobiologi o biologi della conservazione; la mediazione tra tutti gli interessi in campo è un ruolo affidato alla politica.

Nel mondo della pesca sportiva è ancora aperto il dibattito sulla possibilità di immettere (seminare) specie considerate alloctone (o assimilabili alle autoctone), per le importanti ricadute sociali ed economiche che ne derivano. Nel presente lavoro verranno ribaditi concetti e definizioni che stanno alla base del dibattito e verranno richiamate le principali norme nazionali ed europee che stanno alla base della regolamentazione per i divieti di immissione di specie alloctone.

## DEFINIZIONI

Le specie e le popolazioni sono di norma suddivise in due “categorie”:

- autoctone, ovvero native o indigene;
- alloctone, ovvero aliene, non native, esotiche o non indigene.

Questa distinzione è ormai accettata sia in ambito scientifico che dalla legislazione ambientale. Partiamo quindi dalle due definizioni fondamentali, per poi vederne altre, utili a comprendere il quadro nel quale ci stiamo muovendo.

### *Specie o popolazione autoctona*

(*sinonimi: nativa o indigena*)

**Definizione:** *specie o popolazione naturalmente presente in una data area geografica nella quale si è originata o è giunta senza l'intervento dell'uomo (intenzionale o accidentale)* (AA.VV., 2007).

La parola chiave della definizione è “naturalmente”. Affinché una specie sia considerata autoctona per una determinata area geografica, questa deve ricadere entro l'originale areale di distribuzione della specie (definito su base storica, paleontologica, filogeografica, ecologica, ...).

Per area geografica si possono intendere contesti ambientali di dimensioni molto diverse in funzione delle capacità di dispersione delle specie e delle possibili barriere ecologiche che ne determinano l'isolamento. Questa precisazione è particolarmente rilevante per la fauna ittica italiana di acqua dolce, la cui ripartizione in numerosi distretti zoologici geograficamente distinti e in numerosissimi bacini idrografici ha dato luogo a una notevole biodiversità (espressa a vari livelli: pool genici, metapopolazioni, sottospecie e specie). Non si deve fare riferimento, pertanto, a confini nazionali o

amministrativi, ma ad areali naturali, che abbiano un significato ecologico, in particolare in relazione alle capacità di dispersione e migrazione delle differenti specie; ad esempio, uno stesso areale naturale può avere rilevanza completamente differente per un pesce o per un uccello.

Sono esempi di specie autoctone la trota marmorata *Salmo marmoratus* Cuvier, 1829 (nativa entro il distretto padano veneto sul versante alpino del bacino del Po), il luccio italico *E. cisalpinus* (nativo entro i distretti padano veneto e toscano laziale), il temolo adriatico *T. aeliani* (nativo entro il distretto padano veneto); il carpione del Garda *Salmo carpio* Linnaeus, 1758 e il carpione del Fibreno *Salmo fibreni* Zerunian e Gandolfi, 1990 sono riconosciuti come specie autoctone e rispettivamente endemiche (ovvero con distribuzione limitata ad un ambiente circoscritto) dei soli Lago di Garda e del Lago di Posta Fibreno.

### *Specie alloctona*

(*sinonimi: aliena, non nativa, esotica, non indigena*)

**Definizione:** *qualsiasi esemplare vivo di specie, sottospecie o taxon inferiore di animali, piante, funghi o microrganismi spostato al di fuori del suo areale naturale; sono compresi le parti, i gameti, i semi, le uova o i propaguli di tale specie, nonché gli ibridi, le varietà o le razze che potrebbero sopravvivere e successivamente riprodursi* (Regolamento UE 1143/14).

Le specie alloctone possono diffondersi oltre al proprio areale naturale per azione diretta dell'uomo (trasporto volontario o involontario, o mediante la creazione di corridoi di connessione come, ad esempio, il Canale di Suez) e non si deve fare riferimento – anche in questo caso – a confini nazionali, ma ad areali naturali.

Sono considerate alloctone anche le specie che arrivano in un determinato territorio per espansione naturale, ma a partire da un'area di alloctonia. Possono colonizzare un ambiente ma poi estinguersi, oppure stabilizzarsi (naturalizzarsi), senza necessariamente diventare invasive, oppure diventare invasive e produrre impatti significativi sugli ecosistemi. Si osserva che il termine “stabilizzato” è sinonimo di “naturalizzato”, ma fa sempre riferimento ad una specie introdotta e quindi aliena. Naturalizzato non vuol dire quindi nativo.

Sono esempi di specie alloctone in Italia il siluro *Silurus glanis* Linnaeus, 1758 (areale originario: Europa centro-orientale), la trota iridea *Onchorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) (areale originario: costa pacifica di tutto il continente nordamericano, espandendosi lungo lo stretto di Bering, talvolta fino alle coste siberiane, giapponesi e cinesi); la trota fario *Salmo trutta* Linnaeus, 1758 (areale originario: Europa continentale; la linea mitocondriale danubiana di questa specie deve considerarsi autoctona solo per i corsi d'acqua che appartengono al bacino idrografico del Danubio - es.

fiume Slizza in Friuli, bacino dell'Inn e della Drava in Alto Adige) (AIAD, 2021); il luccio europeo *E. lucius* e il temolo europeo *T. thymallus* (entrambi originari dell'Europa continentale).

Il fenomeno di introduzione di specie animali native di una data area di una nazione in un'altra della stessa nazione, dove non sono native, si chiama "transfaunazione". In genere, il concetto si applica ai pesci d'acqua dolce il cui limite ecologico è dato dal bacino idrografico in cui è originario. Le specie transfaunate in una determinata area sono pertanto per quel territorio specie alloctone. La definizione fa riferimento al concetto ormai superato di limite geografico continentale o nazionale. Ne sono un esempio il luccio *E. cisalpinus*, introdotto in numerose regioni italiane ed il carpine del Garda introdotto senza successo nel lago d'Iseo.

Il divieto di immissioni di specie alloctone è normato sia a livello comunitario (Direttiva 92/43/CEE, direttiva "Habitat") che nazionale (D.P.R. 357/97 e ss.mm.ii.). Una recente modifica normativa del D.P.R. 357/97, pur confermando il divieto di immissione, ha aperto alla possibilità di autorizzare immissioni in natura di specie alloctone, solo su richiesta di Regioni, Province autonome o Enti gestori di aree protette nazionali, "per motivate ragioni di rilevante interesse pubblico e comunque in modo che non sia arrecato alcun pregiudizio agli habitat e alle specie autoctone". L'autorizzazione è rilasciata dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica sulla base di un'accurata analisi del rischio.

Oltre alle norme appena riportate, è utile citare il Regolamento UE 1143/14 che definisce, tra l'altro, un elenco di specie esotiche invasive "di rilevanza unionale" in quanto ritenute particolarmente invasive nell'Unione europea, a cui è applicata una serie di divieti stringenti (tra cui il rilascio in natura, il commercio, la detenzione, la riproduzione...) e obblighi (tra cui quello di eradicazione rapida o di gestione). L'elenco, aggiornato periodicamente, al momento comprende 88 specie animali e vegetali. I pesci di acque dolci presenti nell'elenco attualmente sono: il persico sole *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758), la pseudorasbora *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846), il pesce gatto *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820), le due specie di gambusia *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853) e *G. holbrooki* Girard, 1859, *Percottus glenii* Dybowski, 1877, *Morone americana* (Gmelin, 1789), *Channa argus* Cantor, 1842 (questi ultimi 3 non segnalati in Italia).

L'Italia con il D. Lgs. 230/17 ha adeguato la normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento europeo, indicando ruoli e compiti a livello nazionale per l'applicazione dello stesso. Il decreto prevede tra l'altro sanzioni penali e amministrative in caso di violazioni dei divieti.

Tutta la documentazione (linee guida, Piani d'azione

ecc.) elaborata per dare attuazione al Reg. UE 1143/14 e al D. Lgs. 230/17, nonché la lista delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale, sono consultabili e scaricabili dal sito [www.specieinvasive.it](http://www.specieinvasive.it).

Le norme, seppur fondamentali, non sono sufficienti per contrastare adeguatamente l'introduzione in natura delle specie alloctone: è indispensabile aumentare la consapevolezza del grande pubblico, ma anche dei vari gruppi di interesse sul problema e promuovere quanto più possibile comportamenti responsabili da parte di tutti. Da questa consapevolezza è nato il progetto Life ASAP, un progetto di comunicazione focalizzato sulla corretta informazione, formazione e condivisione di buone pratiche volontarie, finalizzate a ridurre l'introduzione volontaria ed involontaria di specie aliene in ambiente naturale. Sul sito <https://www.lifeasap.eu/index.php/it/> è disponibile una serie di materiali utili per affrontare la problematica da diversi punti di vista, come, ad esempio, i codici di condotta sulla pesca ricreativa e specie aliene invasive, che intendono affiancare i divieti introdotti dalle norme comunitarie e nazionali, promuovendo buone pratiche volontarie e incoraggiando il coinvolgimento delle associazioni di categoria italiane su questa materia.

### ***Specie criptogenica***

**Definizione:** *specie la cui origine geografica è incerta; si applica a specie per le quali non è possibile definire lo status di aliena o nativa* (Carlton, 1996).

Sono spesso definite criptogeniche le specie di piccole dimensioni, poco studiate o di difficile riconoscimento, per le quali risulta problematico definire l'originale areale di distribuzione (alghe e microorganismi).

### ***Specie neonativa***

**Definizione:** *specie che si espande al di fuori dell'originale areale di distribuzione senza specifico intervento dell'uomo (effetto indiretto di attività umane)* (Essl *et al.*, 2019).

Tale termine è stato proposto di recente. Comprende specie non spostate volontariamente o involontariamente, ma diffuse per effetto indiretto delle attività umane, in relazione ai cambiamenti climatici (riscaldamento globale). Il loro numero è destinato a crescere numericamente in futuro. Viene definito il 1950 d.C. come data di riferimento (Essl *et al.*, 2019) (Fig. 1).

È bene sottolineare che i termini neonativo e naturalizzato non sono sinonimi.

### ***Specie parautoctona***

**Definizione:** *specie animale o vegetale che, pur non essendo originaria di una determinata area geografica, vi sia giunta per intervento diretto – intenzionale o accidentale – dell'uomo e quindi naturalizzata anteriormente al 1500 d.C. Vanno altresì considerate*

**parautoctone le specie introdotte e naturalizzate in altre aree geografiche prima del 1500 d.C. e successivamente diffuse attraverso fenomeni naturali di diffusione e dispersione** (D.M. 19 gennaio 2015).

Ed ecco il termine che ad oggi suscita più curiosità e aspettative: parautoctono, che è un termine solo italiano (la comunità scientifica internazionale usa il termine Archeobiota, come si può vedere dallo schema in figura 1), introdotto per cercare di chiarire e integrare la definizione di specie autoctona contenuta nel D.P.R. 357/97 riportata di seguito. Quest'ultimo (come modificato dal D.P.R. 120/2003) definisce infatti autoctona una popolazione o una specie che per motivi storico-ecologici è indigena del territorio italiano.

Il documento "Linee guida per le immissioni di specie faunistiche" (AA. VV., 2007) introduce per la prima volta il termine "parautoctono" con la seguente definizione: "Si ritiene altresì che possano essere considerate autoctone ai sensi del D.P.R. 120/03 le specie parautoctone, ossia quelle specie animali e vegetali che, pur non essendo originarie del territorio italiano, vi siano giunte – per intervento diretto intenzionale o involontario dell'uomo – e quindi naturalizzate in un periodo storico antico (anteriamente al 1500 d.C.)".

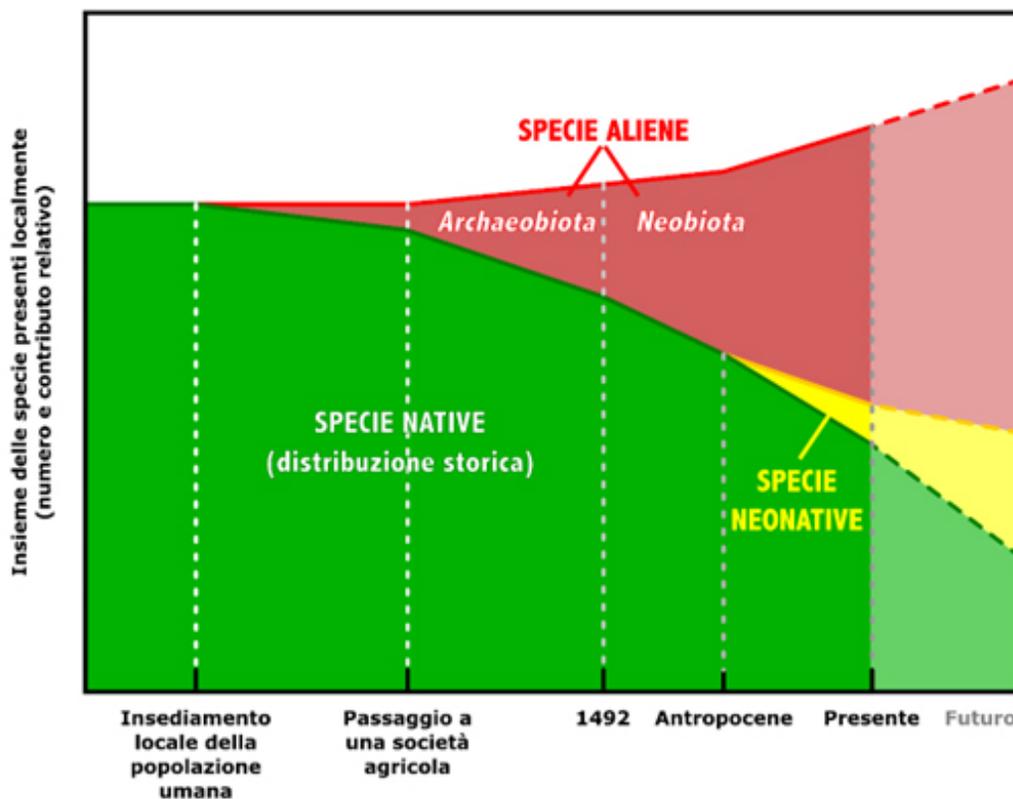
La definizione proposta nelle Linee Guida è ripor-

tata, a livello legislativo, nel D.M. 19 gennaio 2015 (Elenco delle specie alloctone escluse dalle previsioni dell'articolo 2, comma 2-bis, della Legge n. 157/1992).

Ma perché proprio il 1500 d.C.? La collocazione del limite temporale al 1500 d.C. coincide con la scoperta dell'America e con l'inizio di un periodo di cambiamenti radicali (compresi gli scambi commerciali). Tale limite per distinguere specie alloctone antiche e recenti è ampiamente accettato in ambito scientifico (i botanici utilizzano da tempo i termini di Archeofite e Neofite); in particolare in Europa e nelle Americhe si è dimostrata una distinzione particolarmente utile (Essl *et al.*, 2019).

Le specie alloctone si distinguono in "Archeobiota" (organismi animali e vegetali "antichi") e "Neobiota" (organismi "nuovi"), a seconda che siano state introdotte rispettivamente prima o dopo il 1492 (Fig. 1). Le specie parautoctone (o archeobiota) sono quindi a tutti gli effetti specie alloctone, ma, considerata la loro introduzione in tempi storici, ai sensi del D.P.R. 357/97 e ss.mm., possono essere equiparate per quanto concerne la loro gestione a delle specie autoctone.

Poche sono le specie dell'ittiofauna italiana considerate parautoctone secondo la comunità scientifica: la carpa *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (Italia), il



**Fig. 1.** Schema di specie autoctona, alloctona e neonativa (da Essl *et al.*, 2019 modificato). In futuro si prevede un aumento del numero di specie aliene e di specie che si espandono al di fuori del loro areale originario come conseguenza del cambiamento climatico indotto dall'uomo (specie neonative).

nono greco *Aphanius almiriensis* Kottelat, Barbieri e Stoumboudi, 2017 (solo per la Puglia), il persico reale *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 (per alcune regioni), il lavarello *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758) (solo in provincia di Bolzano) (AIIAD 2021).

## IMPLICAZIONI PER LA GESTIONE DELLA FAUNA ITTICA

L'introduzione e la diffusione di specie alloctone in natura è oggi riconosciuta come una delle principali minacce alla biodiversità, in particolare negli ambienti di acqua dolce; la strategia definita a livello mondiale, europeo e nazionale per contrastare gli effetti negativi di questo fenomeno ancora in crescita è basata sulla prevenzione delle introduzioni (in particolare di quelle intenzionali) in natura, sul controllo dei vettori di ingresso accidentali e su una gestione delle specie alloctone invasive già presenti in natura volta all'eradicazione o al controllo numerico.

In questo quadro, si ritiene indispensabile che le immissioni di specie ittiche alloctone a scopo alieutico siano attentamente programmate in modo da non causare

impatti negativi alla biodiversità, come previsto dalla normativa vigente, e, più in generale, che le amministrazioni pubbliche e il mondo della pesca collaborino per perseguire un modello di gestione alieutica sostenibile, svincolato dalle sistematiche immissioni di specie ittiche (sia autoctone che alloctone).

È infatti evidente che i delicati equilibri che regolano gli ecosistemi acquatici, fortemente alterati dall'introduzione delle specie alloctone, possano ugualmente risultare gravemente compromessi da significative alterazioni quantitative (derivanti da pratiche di semina massiva o di prelievo incontrollato) di alcune delle sue componenti, quali le specie autoctone oggetto di pesca.

In tal senso, l'Associazione Italiana Ittiologi Acque Dolci AIIAD considera come principio irrinunciabile che "Un'analisi del rischio dovrà essere eseguita per qualsiasi immissione che riguardi anche la fauna ittica autoctona e inserita nell'ambito della pianificazione per la gestione delle risorse ittiche", includendo pertanto nell'analisi sia le specie autoctone che le parautoctone (AIIAD 2021).

## BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., 2007. *Linee guida per l'immissione di specie faunistiche*. Quaderni di Conservazione della Natura 27, Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, 51 pp.
- AIIAD, 2021. *Principi guida riguardanti le immissioni di fauna ittica nelle acque interne italiane*. [http://www.aiiad.it/sito/images/docs/sistematica/AIIAD-Principi\\_guida\\_immissioni\\_fauna\\_ittica\\_05032021.pdf](http://www.aiiad.it/sito/images/docs/sistematica/AIIAD-Principi_guida_immissioni_fauna_ittica_05032021.pdf).
- Beeton A.M., 2002. Large freshwater lakes: present state, trends, and future. *Environmental Conservation*, **1**: 21-38.
- Bianco P.G., 2014. An update on the status of native and exotic freshwater fishes of Italy. *Journal of Applied Ichthyology*, **30**: 62-77.
- Carlton J.T., 1996. Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology*, **77**: 1653-1655.
- Costa M.J., Duarte G., Segurado P., Branco P., 2021. Major threats to European freshwater fish species. *Science of the Total Environment*, **797**. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149105>.
- Dinerstein E., Vynne C., Sala E., Joshi A.R., Fernando S., Lovejoy T.E., Mayorga J., Olson D., Asner G.P., Baillie J.E.M., Burgess N.D., Burkart K., Noss R.F., Zhang Y.P., Baccini A., Birch T., Hahn N., Joppa L.N., Wikramanayake E., 2019. A Global Deal For Nature: Guiding principles, milestones, and targets. *Science Advances*, **5**: 1-17.
- Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
- DM 19 gennaio 2015. Elenco delle specie alloctone escluse dalle previsioni dell'articolo 2, comma 2 -bis, della legge n. 157/1992.
- DPR 357/97. Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
- DPR 120/03. Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE (Direttiva Habitat) relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
- D. Lgs. 15 dicembre 2017, n. 230 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014, recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.
- Dyldin Y.V., Hanel L., Romanov V.I., Plesnik J., 2017. A review of the genus *Thymallus* (Pisces: Salmoniformes, Salmonidae, Thymallinae) with taxonomic notes. *Bullettin Lampetra*, **8**: 103-126.
- Essl F., Dullinger S., Genovesi P., Hulme P.E., Jeschke J.M., Katsanevakis S., Kühn I., Lenzner B., Pauchard A., Pyšek P., Rabitsch W., Richardson D.M., Seebens H., Van Kleunen M., Van der Putten W.H., Vilà M., Bacher S., 2019. A Conceptual Framework for Range-Expanding Species that Track Human-Induced Environmental Change. *BioScience*, **69**: 908-919.
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A., 1991. *I Pesci delle acque interne italiane*. Ist. Poligr. e Zecca dello Stato, Roma, XVI + 617 pp.
- Gherardi F., Bertolino S., Bodon M., Casellato S., Cianfanelli S., Ferraguti M., Lori E., Mura G., Nocita A., Riccardi N., Rossetti G., Rota E., Scalerà R., Zerunian S., Tricarico E., 2008. Animal xenodiversity in Italian inland waters: distribution, modes of arrival, and pathways. *Biological*

- Invasions*, **10**: 435-454.
- Havel J.E., Kovalenko K.E., Thomaz S.M., Amalfitano S., Kats L.B., 2015. Aquatic invasive species: challenges for the future. *Hydrobiologia*, **750**: 147-170. doi: 10.1007/s10750-014-2166-0.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Ecosystem and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington DC, 155 pp.
- Nocita A., Tricarico E., Bertolino S., 2017. Fine-scale analysis of heavily invaded Italian freshwater fish assemblages. *Integrative Zoology*, **12**: 500-511.
- Nunes A.L., Tricarico E., Panov V., Katsanevakis S., Cardoso A.C., 2015. Pathways and gateways of freshwater invasions in Europe. *Aquatic Invasions*, **10**: 359-370.
- Regolamento (UE) N. 1143/2014 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014 recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.
- Reyjol Y., Hugueny B., Pont D., Bianco P.G., Beier U., Caiola N., Casals F., Cowx I., Economou A., Ferreira T., Haidvogel G., Noble R., de Sostoa A., Vigneron T., Virbickas T., 2007. Patterns in species richness and endemism of European freshwater fish. *Global Ecology and Biogeography*, **16**: 65-75.
- Rondinini, C., Battistoni, A., Teofili, C. per il volume (compilatori), 2022. *Lista Rossa IUCN dei vertebrati italiani 2022*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Roma. 57 pp.
- Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., LeRoy Poff N., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M., Wall D.H., 2000. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science*, **287**: 1770-1774.
- Seebens H., Blackburn T.M., Dyer E.E., Genovesi P., Hulme P.E., Jeschke J.M., Pagad S., Pyšek P., Winter M., Arianooutsou M., Bacher S., Blasius B., Brundu G., Capinha C., Celesti-Grappo L., Dawson W., Dullinger S., Fuentes N., Jäger H., Kartes J., Kenis M., Kreft H., Kühn I., Lenzner B., Liebhold A., Mosena A., Moser D., Nishino M., Pearman D., Pergl J., Rabitsch W., Rojas-Sandoval J., Roques A., Rorke S., Rossinelli S., Roy H.E., Scalera R., Schindler S., Štajerová K., Tokarska-Guzik B., van Kleunen M., Walker K., Weigelt P., Yamanaka T., Essl F., 2017. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications* **8**, 14435. <https://doi.org/10.1038/ncomms14435>.
- Su G., Logez M., Xu J., Tao S., Villéger S., Brosse S., 2021. Human impacts on global freshwater fish biodiversity. *Science*, **371**: 835-838.
- Zerunian S., 2004. *Pesci delle acque interne d'Italia*. Quaderni di Conservazione della Natura, 20. Ministero dell'Ambiente – Istituto Nazionale Fauna Selvatica. 257 pp.

# Le diatomee della Palude di Colfiorito: biodiversità ed ecologia

Rosalba Padula

Arpa Umbria, via Pievaiola str. San Sisto – 06132 Perugia. E-mail: r.padula@arpa.umbria.it

Pervenuto il 6.12.2022; accettato il 6.4.2023

## RIASSUNTO

La Palude di Colfiorito, nella regione Umbria, è riconosciuta a livello europeo come un'area ad alto interesse naturalistico. Il presente lavoro pone l'attenzione sulle diatomee, organismi autotrofi, unicellulari, indicatori biologici indispensabili per la valutazione della qualità di un ecosistema. I dati ottenuti confermano una condizione qualitativa in delicato equilibrio: 209 sono le specie riconosciute; elevato è il numero di specie di cui non si hanno informazioni rispetto agli indici di qualità biologica (Indice di Sensibilità agli Inquinanti -IPS e Indice Trofico -TI); rispetto all'indice TI, nessuna specie è indicatrice di classe "cattiva"; gli indici di diversità biologica mostrano comunità poco diversificate, soprattutto se legate all'ambiente epifittico di *Phragmites australis*; elevato è il numero di specie rare o occasionali.

PAROLE CHIAVE: Umbria / indicatori biologici / area naturale

## The diatoms of the Colfiorito Swamp: biodiversity and ecology

The Colfiorito Swamp, in the Umbria (Italy), is recognized at the European level as an area of high naturalistic interest. The present work focused its attention on diatoms, autotrophic, unicellular organisms that are indispensable biological indicators for assessing the quality of an ecosystem. The data obtained confirm a qualitative condition in delicate balance: 209 are recognized species; high is the number of species for which no information is available with respect to biological quality indices (Index of Sensitivity to Pollutants -IPS and Trophic Index -TI); with respect to the TI index, no species is indicative of "bad" class; biological diversity indices show little diversified communities, especially when related to the epiphytic environment of *Phragmites australis*; high is the number of rare or occasional species.

Key words: Umbria / biological indicators / natural area

## INTRODUZIONE

Favorire la conoscenza di un parco regionale, tutelare un bene naturalistico di eccellenza, ampliare lo studio di un patrimonio culturale di interesse internazionale, sono obiettivi prioritari per uno studioso della biodiversità del territorio. In Umbria, un esempio di particolare rilievo è la Palude di Colfiorito, nel Comune di Foligno (PG). Unica di sette conche di origine tettonico-carsica dove l'acqua permane tutto l'anno, la zona umida della Palude di Colfiorito è il più piccolo parco della regione Umbria (Parco Naturale di Colfiorito - LR.7 - 3 marzo 1995). Situata a 760 m s.l.m., interessa un'area di circa 74 ettari ed è certificata da numerosi riconoscimenti internazionali: zona umida della Convenzione di Ramsar

(Site reference number 7IT006/76), Biotopo Corine (54.2 - Rich fens - cod. 300100505), Zona di Protezione Speciale (ZPS IT5210072), Sito di Importanza Comunitaria (SIC IT5210034) della rete Natura 2000 (Direttiva Habitat 92/43/CEE), Area IBA (Important Bird Area, dal 1989).

Il grande interesse storico e naturalistico dell'area è testimoniato da una ricca bibliografia dedicata alla conoscenza della biodiversità floristica e faunistica, al paesaggio, alle vicende storiche e geologiche dei Piani di Colfiorito. Lo studio della flora microscopica, invece, è ancora poco sviluppato e indagato. Per questo risulta necessario aggiungere questo specifico approfondimen-

to scientifico.

Gli studi biologici attualmente disponibili sulle diatomee che popolano l'area naturale sono, infatti, datati ed incompleti (Orsomando *et al.*, 2005).

Scopo della presente ricerca è caratterizzare la Palude di Colfiorito attraverso lo studio sistematico ed ecologico delle diatomee. A tal fine, nel 2016, sono stati eseguiti campionamenti nell'area umida e in differenti *habitat* ad essa collegati.

## MATERIALI E METODI

### AREA DI STUDIO

#### Descrizione dell'area di studio

L'area umida, che si sviluppa complessivamente su 105,8 ettari, può essere suddivisa in:

- ambiente lacustre (15,9 ettari) caratterizzato dalla presenza della ninfa bianca (*Nymphaea alba*) e dal millefoglio d'acqua (*Myriophyllum spicatum* e *Myriophyllum verticillatum*). La profondità massima di quest'area viene raggiunta in condizioni di piena nella zona centrale "Pianavalle" o in corrispondenza di alcune depressioni. Negli anni '90 questa è stata calcolata in circa 3 m. A seguito dell'accumulo di sedimenti, però, tale profondità oggi potrebbe essere significativamente minore;
- ambiente palustre (75,9 ettari) caratterizzato dalla presenza della cannuccia di palude (*Phragmites australis*) e dello scirpo (*Schoenoplectus lacustris*). Estese e ripetute sono le zone palustri con profondità variabili fino a pochi centimetri che la rendono particolarmente adatta all'avifauna;
- ambiente dei prati umidi (7,4 ettari) costituito da terreni spesso inondati. La zona ecotonale dei prati umidi, campi coltivati, incolti e siepi rappresenta il naturale raccordo tra la Palude e gli Altopiani circostanti; dunque, un'area sicuramente di grande interesse naturalistico.

Tenendo presente le caratteristiche ambientali del luogo, le pressioni indotte dal turismo e dall'agricoltura, ma anche le possibilità di approdo e di campionamento, senza dimenticare le condizioni di rappresentatività, illuminazione, distanza, l'assenza di scarichi puntuali e la disponibilità di substrati idonei, sono state individuate quattro stazioni (Fig. 1).

#### L'Idrologia

Nella Palude di Colfiorito non esiste una significativa rete idrografica superficiale in quanto i terreni permeabili fanno sì che l'acqua penetri fino a raggiungere le falde che scorrono verso occidente dando origine alle sorgenti di Rasiglia, Bagnara, Mosciano, Cassignano, Capodacqua, Nocera Umbra. La quantità d'acqua presente nella Palude, e quindi la superficie del bacino, varia

dunque in base alla stagione e agli eventi piovosi. Ma all'alimentazione dello specchio idrico contribuiscono anche alcune piccole sorgenti sotterranee, dette "polle". Tre inghiottitoi, invece, di cui il più grande è detto "Il Molinaccio", regolano il livello dell'acqua. La Palude di Colfiorito, con il suo particolare e caratteristico sistema idraulico, rimane l'unico esempio di Palude carsica con specchio lacustre perenne in tutto l'Appennino.

Tutto ciò rende evidente come tra le criticità dell'ecosistema palustre vi è senz'altro l'elevata variabilità del livello dell'acqua, storicamente regimato dalle piogge e da una soglia artificiale che consente all'acqua in esubero di fluire verso un inghiottitoio naturale.

Per poter meglio studiare questi apporti e il sistema idraulico dell'area, nel 2020 ARPA Umbria, il Comune di Foligno e l'Ente Parco hanno progettato ed installato un sistema di misura in continuo del livello dell'acqua costituito da un'asta idrometrica ancorata ad un palo metallico, il cui zero idrometrico è stato allineato con la soglia di sfioro presente nella zona del Molinaccio associata ad un misuratore idrostatico che acquisisce il livello e la temperatura dell'acqua ogni 12 ore. Il sistema, dal mese di agosto 2020, trasmette i dati al server di acquisizione di ARPA Umbria, sulla cui pagina web ([www.arpa.umbria.it](http://www.arpa.umbria.it)) sono disponibili tutti i valori puntuali e prime elaborazioni grafiche.

I dati finora disponibili (Fig. 2) hanno messo in

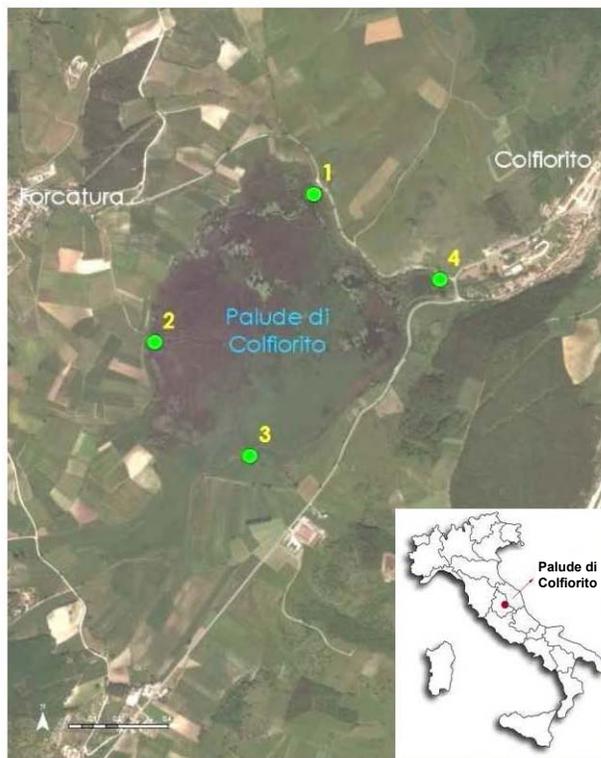
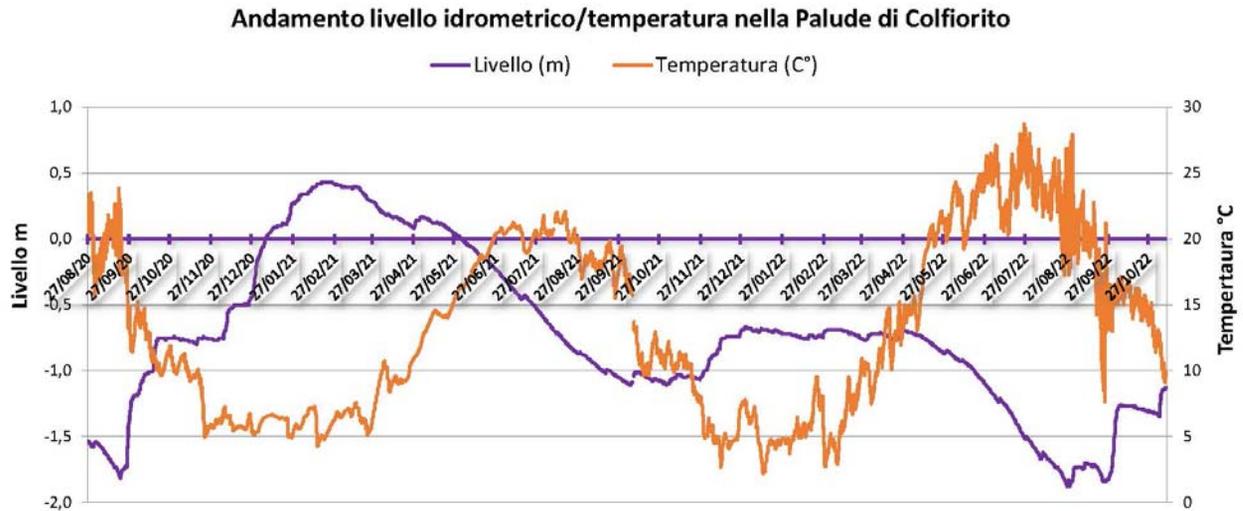


Fig. 1. Localizzazione geografica dell'area di studio e individuazione dei 4 punti di campionamento.



**Fig. 2.** Andamento del livello idrometrico e della temperatura dell'acqua, misurato con strumentazione in continuo a scansione semi-giornaliera nel periodo agosto 2020-ottobre 2022. Dati Arpa Umbria.

evidenza che la temperatura dell'acqua della Palude di Colfiorito raggiunge nel periodo invernale anche valori inferiori ai 5 °C. In particolare nel 2021 tali temperature sono state abbastanza frequenti nei mesi di gennaio, febbraio e dicembre, con valori minimi rispettivamente di 4,89 °C, 4,25 °C e 2,69 °C. Nella successiva stagione 2022 tali temperature si sono protratte fino al mese di marzo, quindi per quasi un mese in più rispetto all'anno precedente, raggiungendo anche valori molto più bassi. In particolare tra il 12 e il 14 gennaio 2022 sono state registrate temperature con valori compresi tra 2,21 °C e 2,31 °C, ma anche nei mesi di febbraio e marzo il termometro ha rilevato una minima di 2,72 °C il 28/02 e 2,87 °C il 09/03. Nel periodo estivo, invece, le temperature più elevate, superiori ai 20°C, sono state registrate a fine giugno nel 2021, mentre nel 2022 già a metà maggio il termometro ha rilevato 20,21 °C (16/05/2022). La stagione calda, inoltre, nel 2022 si è protratta fino a fine settembre (21,22 °C il 25/09/2022), mentre nel 2021 l'ultimo valore più elevato è stato registrato a fine agosto (20,08 °C il 28/08/2021).

Le altezze idrometriche registrate in automatico nel punto di misura a ridosso della soglia di esubero dell'inghiottitoio denotano una criticità verificatasi nell'inverno/primavera 2022, quando, neppure nel periodo più piovoso, è stato raggiunto lo zero idrometrico. I valori disponibili denotano, infatti, che, se nel 2021 tra gennaio e fine maggio veniva superato lo zero idrometrico (valore max 0,43 m dal 17 al 25 febbraio 2021), nel 2022, invece, il livello idrometrico più alto osservato fa riferimento al periodo compreso tra gennaio ed aprile con valori compresi tra -0,68 m/-0,77 m. Al centro della Palude, dove la profondità massima invernale può raggiungere i 2-3 metri di altezza, le acque sono state comunque sempre presenti.

### *Il Clima*

Lo studio delle microalghe nelle acque della Palude non può sottrarsi ad una attenta analisi climatica che è anche causa delle abbondanze e della tipologia delle diatomee nell'area umida. Le evoluzioni climatiche degli Altipiani di Colfiorito, studiate dalla seconda metà degli anni '90, hanno permesso con le tecniche e le conoscenze allora disponibili di confermare il periodo Olocenico (circa 10.000 anni fa) quale l'inizio della fase di inaridimento del sedimento –passaggio da terreni argillosi a torbosi– che spiega il naturale spostamento della zona dalla fase lacustre a quella palustre. Questo periodo manca di indicatori antropici ma presenta fossili animali, per lo più di grandi dimensioni, tipici del periodo glaciale Pleistocenico, caratterizzato dal clima freddo, e del successivo periodo temperato. La vegetazione fossile attesta la presenza, sui Piani Plestini, di un'antica glaciazione (90.000 anni fa). Nel periodo postglaciale si rileva poi la presenza di una pineta con prevalenza del genere *Pinus* e poi (circa 7000-5000 anni fa) di una foresta di latifoglie, che segna il passaggio dal clima mite ad uno più rigido e che perdura almeno fino a 1000 anni fa. Successivamente il paesaggio subisce un'importante variazione, dovuta all'incremento delle temperature e si fanno sempre più evidenti gli effetti delle attività umane. Negli ultimi decenni gli Altipiani si caratterizzano per la presenza di una significativa quota di vegetazione termofila tipica delle praterie e un'intensificazione delle colture agrarie.

Lo studio di alcuni parametri climatici, in epoca più moderna, è gestito dal Servizio Idrografico della Regione Umbria, che monitora periodicamente i cambiamenti di temperatura e piovosità della zona. La stazione di riferimento, che fa parte dell'attuale rete di monitoraggio regionale, è quella di Foligno che registra dati pluviometrici e termometrici dal 1951, anche se non

con regolare continuità. L'analisi dei dati disponibili per valutare eventuali e più recenti cambiamenti è stata possibile confrontando i valori degli ultimi due decenni (2000-2009 e 2010-2019) con la serie storica più antica e completa, 1960-1969, che possiamo considerare, nel nostro caso, quale serie storica di riferimento. I dati (Fig. 3) confermano che a distanza di 40 e 50 anni sono sempre più visibili gli aumenti dei periodi meno piovosi, soprattutto nella stagione autunnale e invernale; mentre per quanto riguarda le temperature si segnalano significativi aumenti che nel decennio 2000-2009 raggiungono in media di 0,5 °C, ma che nel decennio 2010-2019 superano l'importante soglia di 1 °C. Ancora più elevate ed importanti sono le criticità se si considerano le medie mensili. Nel mese di luglio del decennio 2000-2009, ad esempio, si registra un aumento di ben +3,8 °C rispetto allo stesso mese del decennio 1960-1969; e di +4,75 °C sempre nel mese di luglio del decennio 2010-2019 rispetto allo stesso mese del periodo di riferimento.

Per la biodiversità queste considerazioni sottolineano la fragilità dell'ecosistema palustre che è sicuramente messo a dura prova dagli stress ambientali, quali la forte diminuzione idrica naturale, l'evapotraspirazione e i prelievi idrici. Ancora una volta si conferma la necessità di incrementare gli studi per migliorare le conoscenze e la necessità di monitorare i cambiamenti delle comunità vegetali strettamente legati alla loro sopravvivenza.

## MATERIALE E METODI

La Palude è un ecosistema acquatico naturale, dove acqua, suolo, sostanze nutrienti, piante e animali interagiscono tra loro, creando macro- e microambienti molto particolari. Per ottenere un quadro complessivo dei diversi ambienti presenti, per questo studio i cam-

pionamenti, eseguiti secondo la Direttiva comunitaria 2000/60/CEE e le indicazioni dei Metodi Biologici di ISPRA-CNR-ISS (MLG 111/2014), sono stati svolti sia nelle acque lacustri e palustri, sia sui substrati immediatamente adiacenti.

Per poter caratterizzare il "sistema palude" ed ottenere un quadro più completo possibile della popolazione diatomea presente, si è scelto di effettuare il riconoscimento delle diatomee sia leggendo interamente due repliche per ogni ambiente considerato e per ogni data di campionamento, sia eseguendo la lettura di ciascun vetrino su 400 valve per poter definirne abbondanze ed eventuali indici di qualità (Marchetto *et al.*, 2013).

## Campionamenti

In tutta l'area di studio sono state individuate 4 stazioni di prelievo.

Stazione 1 (Il Molinaccio): è considerata la porta turistica della Palude. Il nome è dovuto alla presenza delle vestigia di un antico mulino, divenuto oggi punto di video-osservazione della Palude. Cuore del parco, l'area rappresenta zona di interesse naturalistico e storico. Comprende l'inghiottitoio, la casa del Mollaro e il pontile. L'inghiottitoio è un fenomeno carsico di superficie: quando il livello della Palude sale, funziona da troppo pieno facendo defluire nell'acquifero sottostante le acque in eccesso che, fino agli anni '40, alimentavano l'antico mulino. Il pontile rappresenta, invece, il punto di arrivo del percorso pedonale che dal "Fagiolaro" conduce intorno al lago, con una visione pressoché completa dello specchio lacustre.

Stazione 2 (Forcatura): è posizionata a valle dell'abitato di Forcatura dal quale si gode di un completo panorama dell'area umida e permette di entrare nella Palude attraverso un lungo pontile che porta ad un osservatorio situato al centro della sponda occidentale della Palude,

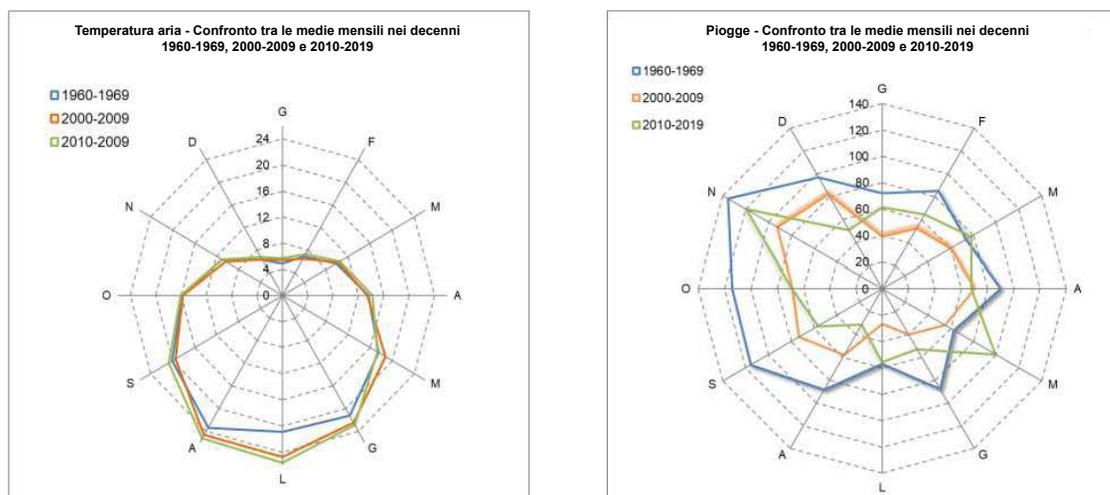


Fig. 3. Andamento medio decennale per i parametri di temperatura dell'aria e piogge nell'area di studio. Dati Servizio Idrografico Regione Umbria, stazione di Foligno.

fruibile per la pratica del birdwatching. L'area umida che circonda il pontile è un'ampia zona paludosa che si restringe fino a scomparire quando il canneto si espande talmente da quasi soffocare la casetta di osservazione. L'altezza dell'acqua, nei periodi idrici più favorevoli, non supera 150 cm. Per questi motivi la stazione risulta molto particolare, dove la presenza di piante acquatiche e spondali spesso si confondono e si sovrappongono.

Stazione 3 (Osservatorio LIPU): rappresenta il punto di campionamento più meridionale dell'area di studio. In questa zona i prelievi sono stati eseguiti all'interno del sistema Palude dove piccoli specchi d'acqua si confondono tra terreni parzialmente o interamente impaludati.

Stazione 4 (Il Fagiolaro): con tale toponimo locale viene individuata l'area più orientale della Palude dove, fino al 1989, si estendevano ampi campi coltivati a fagioli. I numerosi orti presenti in questa area a seguito dei lavori di "rivitalizzazione" degli anni '90 sono stati trasformati in area umida, caratterizzando così il paesaggio del "nuovo Fagiolaro". Traccia dell'"antica" presenza dell'area coltivata sono alcuni isolotti visibili quando il livello dell'acqua si abbassa notevolmente. In questo punto, nel periodo di massima piovosità, l'acqua non supera il metro di profondità, mentre nel periodo estivo spesso il Nuovo Fagiolaro rimane anche parzialmente scoperto ed asciutto. Le acque si presentano generalmente prive di piante acquatiche galleggianti. Sulle ampie sponde, invece, alle fitocenosi naturali e seminaturali si sono nel tempo sostituite e aggiunte specie legnose igrofile, anche di grandi dimensioni, come salici (*Salix* spp), pioppi (*Populus* spp.) e aceri (*Acer* spp.).

In ciascuna stazione sono stati prelevati campioni planctonici, epipelici ed epifitici su *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Nymphaea alba* L. 1753, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Myriophyllum* sp. R.Br. 1814.

Il campionamento planctonico è stato eseguito nelle aree più aperte della Palude, con idoneo strumento costituito da un manico e un telaio metallico (apertura di circa 8 cm) su cui è stato fissato il retino con maglie di 50 µm. All'estremità del retino è stata applicata una bottiglia svitabile per la raccolta del campione.

Per portarne a termine il riconoscimento si è, prima di tutto, proceduto alla pre-concentrazione del campione. Ma la procedura non permetteva di ottenere vetrini

leggibili e con dati sufficienti alla caratterizzazione. Per questo sono state sperimentate due diverse modalità di concentrazione del campione:

- nella prima prova, ogni campione planctonico di diatomee è stato sottoposto ad una prima centrifugazione di 100 mL di soluzione acquosa. Il campione così ottenuto (pari a 5 mL) è stato poi sottoposto a ossidazione e lavaggio/centrifugazione come da protocollo ufficiale;
- nella seconda prova è stato filtrato 1 L di campione d'acqua su "Millipore" da 2 µ, con pompa a vuoto. Il filtro è stato quindi lavato con acqua distillata e la sospensione così raccolta è stata sottoposta a ossidazione e lavaggio/centrifugazione come per la preparazione di un normale campione di diatomee. Questo secondo trattamento si è rivelato il più idoneo per ottenere un campione sufficientemente ricco di diatomee planctoniche e poter procedere alla loro identificazione.

Particolarmente articolato è stato anche il campionamento e lo studio delle diatomee epipeliche. Questa indagine si è svolta soprattutto nell'area paludosa, dove l'ambiente umido ospita ecosistemi fragili e minacciati. Il campionamento delle diatomee epipeliche nelle pozze umide a stretto contatto con le aree calpestabili ha permesso di rilevare la presenza di specie tipiche di ambienti aerei o terrestri sul sedimento molle, sul detrito fine, sul terreno di contatto tra l'esterno e l'interno della Palude. Da sottolineare anche la difficoltà di preparazione dei vetrini permanenti e la complessità del riconoscimento tassonomico che non trova per l'Umbria una approfondita bibliografia di riferimento.

In ognuna delle 4 stazioni di prelievo (Fig. 1) contemporaneamente al monitoraggio biologico sono state eseguite anche le analisi chimico-fisiche con l'aiuto di una sonda multiparametrica H20 Hydrolab, i cui risultati sono riportati in tabella I.

### Analisi dei campioni

Le diatomee sono state tutte prelevate su substrati naturali e conservate in Falcon da 50 mL. In laboratorio il campione è stato trattato come da Protocollo ISPRA-CNR-ISE (MLG 111/2014) e fissato in vetrini permanenti. Un'aliquota è stata conservata con aggiunta di Etanolo (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) al 70%. Tutti

**Tab. I.** Analisi chimico-fisiche effettuate in campo con sonda multiparametrica Hydrolab H20, durante il campionamento.

| Data                  | Aprile 2016 |             |             |             | Ottobre 2016    |             |             |             |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
|                       | 1 Pontile   | 2 Forcatura | 3 Oss. LIPU | 4 Fagiolaro | 1 Pontile       | 2 Forcatura | 3 Oss. LIPU | 4 Fagiolaro |
| T °C                  | 13,9        | 13,3        | 11,4        | 15,1        | 9,5             | 8,5         | 8,0         | 11,0        |
| pH                    | 7,5         | 7,4         | 7,1         | 8,0         | 8,0             | 7,8         | 7,5         | 8,5         |
| Cond. (µS/cm)         | 438         | 451         | 625         | 422         | 409             | 515         | 767         | 407         |
| Redox (mV)            | 150         | 83          | 80          | 140         | 141             | 48          | 32          | 82          |
| O <sub>2</sub> (mg/l) | 4,3         | 3,9         | 3,0         | 7,0         | 4,5             | 9,6         | 1,8         | 9,8         |
| Torb. (NTU)           | 6,8         | 8,7         | 14,8        | 6,8         | 2,5 (<l.r. FCU) |             |             |             |

i campioni, raggruppati per *habitat* e data, sono stati letti al microscopio ottico (Olympus BX51 e Nikon Eclipse Ni-U) a 40X e 100X per permettere il riconoscimento e le misurazioni anche degli individui più piccoli ed avere maggiore possibilità di valutare la presenza di specie r-strateghe, che figurano con un numero molto elevato di individui, e di specie k-strateghe che compaiono quasi sempre con un numero ridotto di esemplari. Per conoscere le abbondanze relative è stata eseguita la conta su 400 individui.

Per le registrazioni delle immagini ritenute più significative in .jpg/.tiff, e la misurazione degli individui (lunghezza, larghezza e conta delle strie) sono stati utilizzati il software Nikon NIS-Elements D4.4, telecamere Nikon DS-Fi2 e Nikon DS.

Per permettere il riconoscimento delle specie più fragili, che con il trattamento ossidativo avrebbero potuto subire alterazioni del frustulo e non essere correttamente fissate nel vetrino, alcuni campioni planctonici sono stati letti al microscopio invertito Olympus IX50. Il campione, in questo caso è stato trattato secondo il metodo Utermöhl (1958), in camerette cilindriche di sedimentazione da 10 mL adatte alla microscopia inversa, combinate, costituite da una colonna verticale in plexiglass e da una base in teflon.

Infine, in alcuni casi è stato usato il SEM (microscopio elettronico a scansione), da banco, JEOL Neoscope JCM-6000plus con tavolino motorizzato XY, per esaminare i campioni resi conduttivi con la metallizzazione in oro (JEOL Smart Coater). L'identificazione dei frustuli di diatomee con il SEM si è rivelata particolarmente importante per i numerosi dettagli strutturali evidenziati.

Per l'identificazione delle specie sono stati utilizzati i testi di Bey e Ector (2013), Hofmann *et al.* (2011), Krammer e Lange-Bertalot (2004), Krammer (2000-2003), Krammer e Lange-Bertalot (1986-1991); Lange-Bertalot (2001 e 2013), e consultati alcuni siti specialistici.

## RISULTATI

Lo studio relativo alle diatomee della Palude di Colfiorito ha portato al riconoscimento di 209 specie/varietà diverse (Tab. II). In particolare sono state identificate 101 specie/varietà nei campioni planctonici, 61 nei campioni epipelici e 173 nei campioni bentonici-epifittici. Nella stessa tabella sono messi in evidenza anche i luoghi in cui le specie sono state ritrovate, se in campioni planctonici (P), epipelici (E) o epifittici (BE).

In totale le diatomee identificate appartengono a 58 generi: 46 nell'ambiente planctonico di cui 23 costituiti da una sola specie; 35 generi nell'ambiente epipelico con 25 generi rappresentati da una sola specie; 52 generi nell'ambiente epifittico, con 25 generi descritti da una sola specie. Complessivamente il 38% dei generi è rappresentato da una sola specie e il 77% di questi è stato ritrovato su campioni epifittici.

I generi più comuni (Fig. 4) presenti in tutti i campioni studiati, o rappresentati da un numero di specie/varietà superiore a 10, sono *Achnantheidium*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia* e *Pinnularia*. In particolare il genere *Gomphonema* è presente con 24 specie/varietà di cui il 79% con IPS (indice di sensibilità rispetto all'inquinamento organico) "buono-elevato".

La consapevolezza che le variabili fisico-chimiche influenzano fortemente la comunità diatomica ha indotto a prendere in considerazione gli indici che ne caratterizzano la sensibilità ai nutrienti, al pH, alla presenza di ossigeno disciolto, alla temperatura, alla salinità. Per questo sono state condotte elaborazioni rispetto all'indice IPS (Cemagref, 1982), TI (Rott *et al.*, 1997) e agli indici ecologici di Van Dam *et al.*, 1994 (Tab. III).

Lo studio attraverso l'indice IPS (sensibilità all'inquinamento organico) e l'indice TI (valutazione dello stato trofico e del carico di nutrienti di origine naturale) evidenzia oltremodo che il numero di specie in classe

### I generi più abbondanti nei diversi habitat

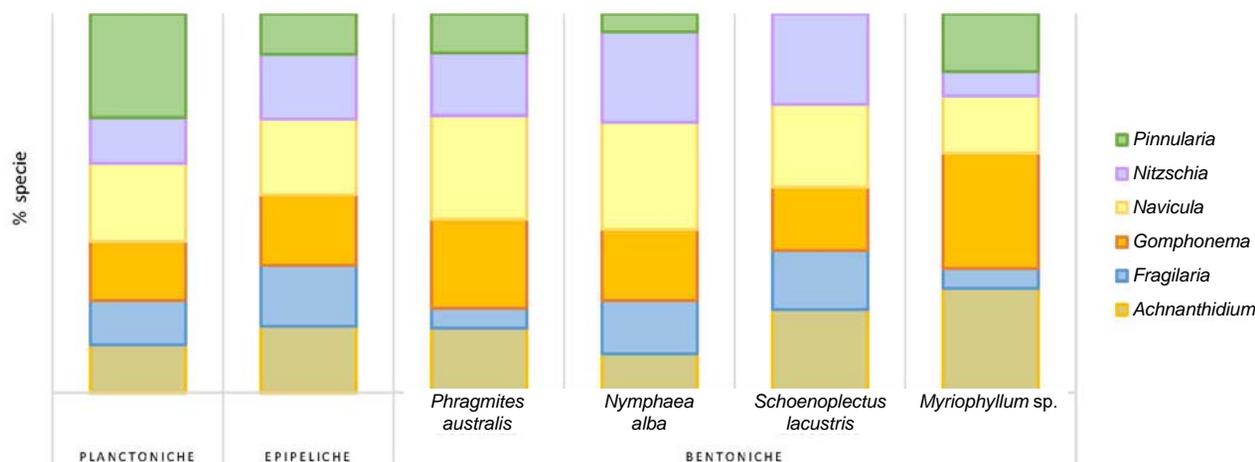


Fig. 4. Distribuzione dei (6) generi più presenti per numero di specie, nei diversi habitat.

**Tab. II.** Elenco delle diatomee (col relativo codice OMNIDIA® 6.1) riconosciute nei diversi habitat studiati.

P= Planctoniche, E= Epipeliche, BE= Bentoniche-Epifittiche.

| <i>Specie</i>  | <b>Cod.</b> | <b>P</b> | <b>E</b> | <b>BE</b> |
|--|-------------|----------|----------|-----------|
| <i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki  | ACAF        | X        |          |           |
| <i>Achnantheidium atomus</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot & Ector                   | ADAT        |          |          | X         |
| <i>Achnantheidium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot                           | ADCT        |          |          | X         |
| <i>Achnantheidium delmontii</i> Peres, Le Cohu et Barthes                                | ADMO        |          |          | X         |
| <i>Achnantheidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot                        | ADEU        |          |          | X         |
| <i>Achnantheidium exile</i> (Kützing) Heiberg  | ADEX        |          | X        |           |
| <i>Achnantheidium jackii</i> Rabenhorst  | ADJK        |          |          | X         |
| <i>Achnantheidium lineare</i> W. Smith   | ACLI        |          |          | X         |
| <i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki                                   | ADMI        | X        | X        | X         |
| <i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi                                      | ADPY        | X        | X        | X         |
| <i>Achnantheidium saprophilum</i> (Kobayasi et Mayama) Round & Bukhtiyarova              | ADSA        |          |          | X         |
| <i>Adlafia bryophila</i> (Petersen) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin                     | ABRY        |          |          | X         |
| <i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot   | ADMS        |          |          | X         |
| <i>Amphora inariensis</i> Krammer  | AINA        | X        | X        | X         |
| <i>Amphora lange-bertalotii</i> Levkov & Metzeltin var. <i>tenuis</i> Levkov & Metzeltin | ALGT        | X        | X        | X         |
| <i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing var. <i>ovalis</i>                               | AOVA        | X        | X        |           |
| <i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow  | APED        | X        | X        | X         |
| <i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Ehrenberg) Pfitzer                                      | ASPH        | X        | X        | X         |
| <i>Asterionella formosa</i> Hassall  | AFOR        | X        |          | X         |
| <i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen   | AAMB        | X        | X        | X         |
| <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen   | AUGR        | X        |          |           |
| <i>Caloneis fontinalis</i> (Grunow in Van Heurck) Cleve-Euler                            | CFON        | X        |          | X         |
| <i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski                           | CLCT        | X        |          | X         |
| <i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve   | CSIL        | X        | X        | X         |
| <i>Caloneis tenuis</i> (Gregory) Kramme  | CATE        |          |          | X         |
| <i>Caloneis vasileyevae</i> Lange-Bertalot Genkal & Vekhov                               | CVAS        |          |          | X         |
| <i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg emend Romero & Jahn                                  | CEUG        | X        |          | X         |
| <i>Cocconeis euglyptoides</i> (Geitler) Lange-Bertalot                                   | CEUO        |          |          | X         |
| <i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg   | CPED        | X        | X        |           |
| <i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bertalot                                  | COPL        |          |          | X         |
| <i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) Mann   | CRAC        |          |          | X         |
| <i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) Mann  | CAMB        | X        |          |           |
| <i>Cyclostephanos invisitatus</i> (Hohn & Hellerman) Theriot Stoermer & Håkansson        | CINV        | X        |          | X         |
| <i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt   | CDTG        | X        |          |           |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing   | CMEN        | X        |          | X         |
| <i>Cymatopleura solea</i> (Brebisson in Breb. & Godey) W. Smith var. <i>solea</i>        | CSOL        |          | X        | X         |
| <i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh   | CCYM        | X        |          | X         |
| <i>Cymbella excisa</i> Kützing var. <i>excisa</i>  | CAEX        | X        | X        | X         |
| <i>Cymbella neocistula</i> Krammer   | CNCI        |          |          | X         |
| <i>Cymbella neolanceolata</i> W. Silva   | CNLC        | X        |          | X         |
| <i>Cymbopleura subaequalis</i> (Grunow) Krammer var. <i>subaequalis</i>                  | CSAQ        |          | X        |           |

| <i>Specie</i>  | <b>Cod.</b> | <b>P</b> | <b>E</b> | <b>BE</b> |
|--|-------------|----------|----------|-----------|
| <i>Delicata delicatula</i> (Kützing) Krammer var. <i>delicatula</i>                          | DDEL        |          |          | X         |
| <i>Denticula kuetzingii</i> Grunow var. <i>kuetzingii</i>                                    | DKUE        |          |          | X         |
| <i>Denticula tenuis</i> Kützing  | DTEN        | X        |          |           |
| <i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing   | DMES        |          |          | X         |
| <i>Diatoma moniliformis</i> Kützing ssp. <i>moniliformis</i>                                 | DMON        | X        | X        | X         |
| <i>Diatoma problematica</i> Lange-Bertalot   | DPRO        |          |          | X         |
| <i>Diatoma vulgare</i> Bory 1824   | DVUL        | X        |          | X         |
| <i>Diploneis fontium</i> Reichardt   | DIFO        | X        |          |           |
| <i>Diploneis separanda</i> Lange-Bertalot  | DSEP        |          | X        | X         |
| <i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk et Klee                                   | DPST        | X        |          | X         |
| <i>Encyonema caespitosum</i> Kützing var. <i>caespitosum</i>                                 | ECAE        | X        | X        | X         |
| <i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann                 | ENMI        |          |          | X         |
| <i>Encyonema neogracile</i> Krammer  | ENNG        | X        |          | X         |
| <i>Encyonema obscurum</i> (Krasske) D.G. Mann var. <i>obscurum</i> in Round Crawford & Mann  | EOBS        |          |          | X         |
| <i>Encyonema ventricosum</i> (Agardh) Grunow in Schmidt & al.                                | ENVE        |          | X        | X         |
| <i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer  | ECES        | X        |          | X         |
| <i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer   | ENCM        |          |          | X         |
| <i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & Reichardt  | ECPM        | X        |          | X         |
| <i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & Reichardt   | ESUM        |          |          | X         |
| <i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot  | EOMI        | X        | X        | X         |
| <i>Eolimna subminuscula</i> (Manguin) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin                       | ESBM        |          |          | X         |
| <i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson  | EADN        | X        | X        | X         |
| <i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse  | EGOE        | X        |          |           |
| <i>Epithemia sores</i> Kützing   | ESOR        | X        |          |           |
| <i>Eunotia arcubus</i> Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot                                       | EARB        | X        |          | X         |
| <i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills var. <i>bilunaris</i>                             | EBIL        | X        |          | X         |
| <i>Eunotia implicata</i> Nörpel-Schempp Alles & Lange-Bertalot in Alles & al.                | EIMP        |          |          | X         |
| <i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow in Van Heurck  | EMIN        | X        |          | X         |
| <i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann ssp. <i>pygmaea</i> in Lange-Bertalot & al. | FPYG        |          |          | X         |
| <i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow in V. Heurck) D.G. Mann                                  | FSBH        |          |          | X         |
| <i>Fallacia sublucidula</i> (Hustedt) D.G. Mann  | FSLU        |          | X        |           |
| <i>Fistulifera pelliculosa</i> (Brébisson) Lange-Bertalot                                    | FPEL        |          |          | X         |
| <i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capucina</i>                                  | FCAP        |          | X        |           |
| <i>Fragilaria danica</i> (Kütz.) Lange-Bertalot  | FDAN        |          |          | X         |
| <i>Fragilaria delicatissima</i> (W. Smith) Lange-Bertalot                                    | FDEL        |          |          | X         |
| <i>Fragilaria dilatata</i> (Brébisson) Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot            | FDIL        |          |          | X         |
| <i>Fragilaria distans</i> (Grunow in Van Heurck) Bukhtiyarova                                | FDST        |          |          | X         |
| <i>Fragilaria gracilis</i> Østrup  | FGRA        | X        |          | X         |
| <i>Fragilaria nanana</i> Lange-Bertalot  | FNAN        | X        |          | X         |
| <i>Fragilaria perminuta</i> (Grunow) Lange-Bertalot  | FPPEM       |          | X        | X         |
| <i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzelti                                    | FRCP        | X        |          | X         |
| <i>Fragilaria rumpens</i> (Kütz.) G.W.F. Carlson   | FRUM        |          |          | X         |

| <i>Specie</i>  | <b>Cod.</b> | <b>P</b> | <b>E</b> | <b>BE</b> |
|--|-------------|----------|----------|-----------|
| <i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot                                   | FTEN        |          | X        |           |
| <i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen                                      | FVAU        |          |          | X         |
| <i>Fragilariforma nitzschiioides</i> (Grunow) L-B in Hofmann, Werum & Lange-Bertalot | FFNI        | X        | X        | X         |
| <i>Gomphonema acidoclinatum</i> Lange-Bertalot & Reichardt                           | GADC        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg var. <i>acuminatum</i>                        | GACU        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst                                    | GANG        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema brebissonii</i> Kützing  | GBRE        | X        |          | X         |
| <i>Gomphonema capitatum</i> Ehr.   | GCAP        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg   | GCLA        | X        |          | X         |
| <i>Gomphonema elegantissimum</i> Reichardt & Lange-Bertalot in Hofmann & al.         | GELG        |          | X        | X         |
| <i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt                     | GEXL        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg  | GGRA        |          | X        | X         |
| <i>Gomphonema lagenula</i> Kützing   | GLGN        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema micropus</i> Kützing var. <i>micropus</i>                              | GMIC        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema minutum</i> (Ag.) Agardh f. <i>minutum</i>                             | GMIN        |          | X        |           |
| <i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i>              | GOLI        | X        | X        | X         |
| <i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> (Cleve) Cleve in Van Heurck        | GOLC        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i> | GPAR        | X        | X        | X         |
| <i>Gomphonema productum</i> (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt                      | GPRO        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot                        | GPUM        | X        |          | X         |
| <i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot             | GPRI        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema rosenstockianum</i> Lange-Bertalot & Reichardt                         | GROS        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema sarcophagus</i> Gregory  | GSAR        | X        | X        | X         |
| <i>Gomphonema tergestinum</i> (Grunow in Van Heurck) Schmidt in Schmidt & al.        | GTER        |          |          | X         |
| <i>Gomphonema truncatum</i> Ehr. var. <i>capitatum</i> (Ehr.) Patrick                | GTCA        | X        |          | X         |
| <i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg  | GTRU        | X        | X        | X         |
| <i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg   | GVIB        |          |          | X         |
| <i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov   | HLMO        | X        | X        |           |
| <i>Hantzschia abundans</i> Lange-Bertalot  | HABU        | X        | X        | X         |
| <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grunow in Cleve et Grunow                         | HAMP        |          |          | X         |
| <i>Luticola ventricosa</i> (Kützing) D.G. Mann in Round Crawford & Mann              | LVEN        |          | X        |           |
| <i>Mayamaea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot var. <i>atomus</i>                   | MAAT        |          |          | X         |
| <i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) Bruder & Medlin                                   | MPMI        |          |          | X         |
| <i>Melosira varians</i> Agardh   | MVAR        | X        | X        | X         |
| <i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A. Agardh var. <i>circulare</i>               | MCIR        | X        | X        | X         |
| <i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot   | NANT        |          |          | X         |
| <i>Navicula capitatoradiata</i> Germain  | NCPR        |          |          | X         |
| <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing  | NCRY        | X        |          | X         |
| <i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot   | NCTE        | X        | X        | X         |
| <i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot                                     | NCTO        |          | X        | X         |
| <i>Navicula dealpina</i> Lange-Bertalot  | NDEA        | X        |          |           |
| <i>Navicula gregaria</i> Donkin  | NGRE        |          |          | X         |

| <i>Specie</i>  | <b>Cod.</b> | <b>P</b> | <b>E</b> | <b>BE</b> |
|--|-------------|----------|----------|-----------|
| <i>Navicula oblonga</i> Kützing  | NOBL        | X        | X        | X         |
| <i>Navicula radiosa</i> Kützing  | NRAD        | X        | X        | X         |
| <i>Navicula radiosafallax</i> Lange-Bertalot   | NRFA        |          |          | X         |
| <i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot                                       | NRCS        |          |          | X         |
| <i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot var. <i>reichardtiana</i>                       | NRCH        |          | X        | X         |
| <i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory  | NTPT        | X        |          | X         |
| <i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot var. <i>trivialis</i>                               | NTRV        | X        |          | X         |
| <i>Navicula veneta</i> Kützing   | NVEN        |          |          | X         |
| <i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg   | NVIR        |          |          | X         |
| <i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer  | NEAF        |          |          | X         |
| <i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer in Krammer & Lange-Bertalot                     | NEAM        | X        |          | X         |
| <i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve  | NEDU        |          |          | X         |
| <i>Neidium paraffine</i> Lange-Bertalot. Cavacini. Tagliaventi & Alfinito                    | NPAF        |          |          | X         |
| <i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.M. Smith   | NACI        | X        |          | X         |
| <i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bertalot   | NACD        |          |          | X         |
| <i>Nitzschia alpina</i> Hustedt  | NZAL        |          |          | X         |
| <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow f. <i>amphibia</i>  | NAMP        | X        | X        | X         |
| <i>Nitzschia conferta</i> (Richter) M. Peragallo   | NZCF        |          |          | X         |
| <i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow ssp. <i>dissipata</i>                            | NDIS        |          | X        | X         |
| <i>Nitzschia filiformis</i> (W.M. Smith) Van Heurck var. <i>filiformis</i>                   | NFIL        | X        |          | X         |
| <i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Van Heurck  | NFON        |          | X        | X         |
| <i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsc  | NIGR        | X        |          | X         |
| <i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow  | NINC        |          | X        | X         |
| <i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow                                       | NINT        |          |          | X         |
| <i>Nitzschia microcephala</i> Grunow in Cleve & Moller                                       | NMIC        |          |          | X         |
| <i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith var. <i>palea</i>                                  | NPAL        |          |          | X         |
| <i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow in Cl. & Grun | NPAD        |          |          | X         |
| <i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in van Heurck                                      | NPAE        |          |          | X         |
| <i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M. Peragallo   | NIPM        |          |          | X         |
| <i>Nitzschia recta</i> Hantzsch in Rabenhorst  | NREC        | X        | X        |           |
| <i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt  | NSOC        |          |          | X         |
| <i>Nitzschia tenuis</i> W. Smith   | NITE        |          |          | X         |
| <i>Pinnularia brebissonii</i> (Kütz.) Rabenhorst var. <i>brebissonii</i>                     | PBRE        | X        |          |           |
| <i>Pinnularia decrescens</i> (Grunow) Krammer var. <i>decrescens</i>                         | PDEC        |          |          | X         |
| <i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg  | PGIB        |          |          | X         |
| <i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve var. <i>microstauron</i>                    | PMIC        | X        | X        | X         |
| <i>Pinnularia neomajor</i> Krammer var. <i>neomajor</i>                                      | PNEO        |          |          | X         |
| <i>Pinnularia nobilis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg var. <i>nobilis</i>                          | PNOB        | X        |          |           |
| <i>Pinnularia pisciculus</i> Ehrenberg   | PPIS        | X        |          |           |
| <i>Pinnularia subgibba</i> Krammer var. <i>subgibba</i>                                      | PSGI        |          |          | X         |
| <i>Pinnularia subrupestris</i> Krammer var. <i>subrupestris</i>                              | PSRU        | X        |          |           |
| <i>Pinnularia undulata</i> Gregory   | PUDL        | X        |          |           |

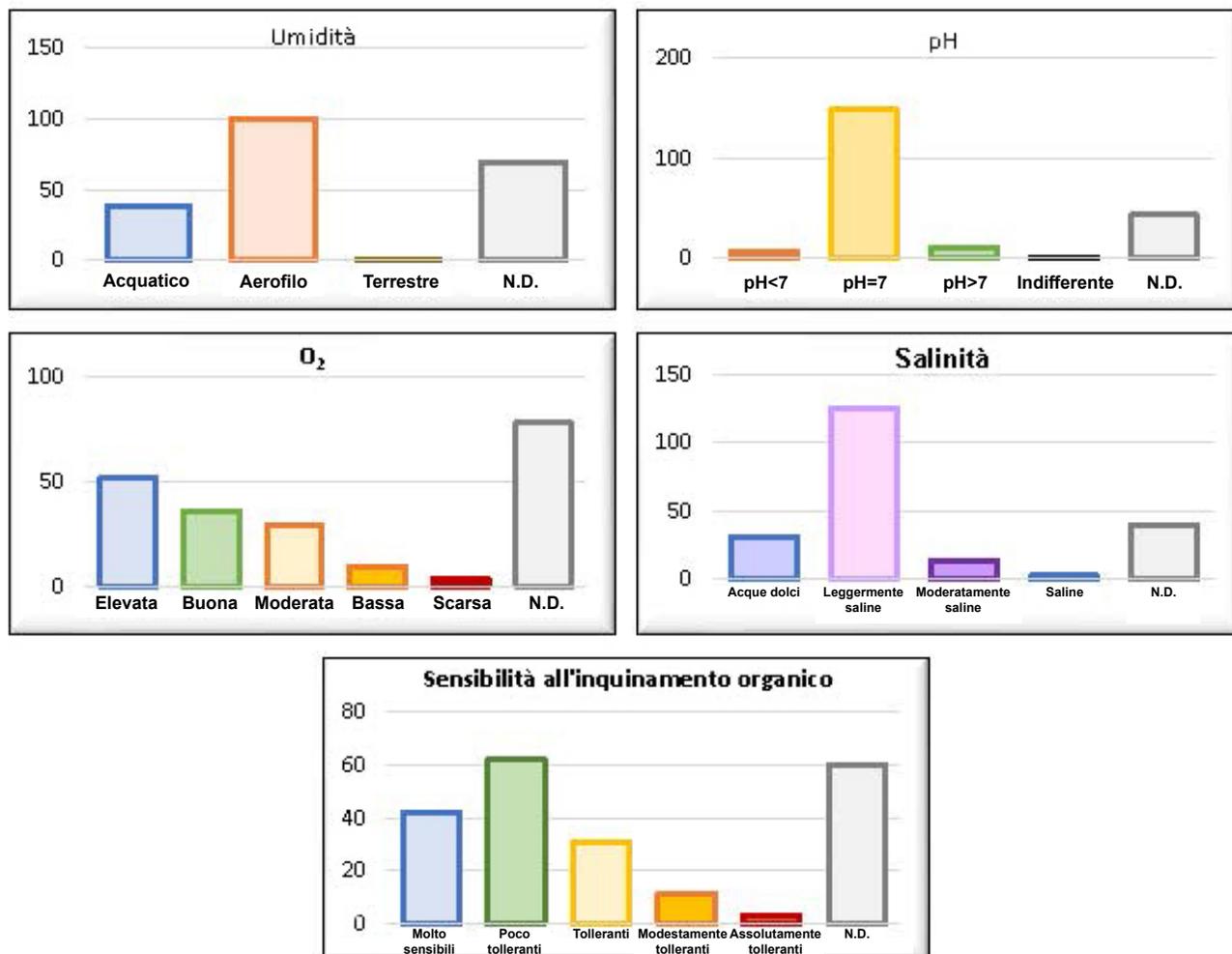
| <b>Specie</b>   | <b>Cod.</b> | <b>P</b> | <b>E</b> | <b>BE</b> |
|---|-------------|----------|----------|-----------|
| <i>Pinnularia viridiformis</i> Krammer var. <i>viridiformis</i> morphotype 1                | PVIF        | X        | X        |           |
| <i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg var. <i>viridis</i> morphotype 1              | PVIR        |          |          | X         |
| <i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) Cox   | PELG        |          | X        | X         |
| <i>Placoneis paraelginensis</i> Lange-Bertalot in Rumrich & al.                             | PPAE        | X        | X        | X         |
| <i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot                         | PLFR        | X        | X        | X         |
| <i>Planothidium lanceolatum</i> (Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot                       | PTLA        | X        |          | X         |
| <i>Platessa conspicua</i> (A. Mayer) Lange-Bertalot   | PTCO        |          | X        | X         |
| <i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun. in Van Heurck) Williams & Round                 | PSBR        |          |          | X         |
| <i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W. Smith) Morales                                       | PPRS        | X        |          |           |
| <i>Puncticulata radiosa</i> (Lemmermann) Håkansson  | PRAD        | X        |          |           |
| <i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer                                       | RSIN        | X        |          | X         |
| <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot                                  | RABB        | X        | X        | X         |
| <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müller var. <i>gibba</i>                                  | RGIB        | X        |          | X         |
| <i>Rossithidium petersenii</i> (Hustedt) Round & Bukhtiyarova                               | RPET        |          |          | X         |
| <i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G. Mann  | SEBA        | X        | X        | X         |
| <i>Sellaphora capitata</i> D.G. Mann & S.M. Mc Donald                                       | SECA        |          | X        | X         |
| <i>Sellaphora laevis</i> (Kützing) D.G. Mann  | SELA        | X        |          | X         |
| <i>Sellaphora lanceolata</i> D.G. Mann & S. Droop   | SLCL        |          |          | X         |
| <i>Sellaphora pseudopupula</i> (Krasske) Lange-Bertalot                                     | SPPU        |          | X        |           |
| <i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowksy  | SPUP        | X        |          | X         |
| <i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G. Mann  | SSEM        |          |          | X         |
| <i>Simonsenia delognei</i> Lange-Bertalot   | SIDE        |          |          | X         |
| <i>Stauroforma exiguiformis</i> (Lange-Bertalot) Flower Jones et Round                      | SEXG        |          | X        |           |
| <i>Stauroneis gracilis</i> Ehrenberg  | SGRC        | X        |          |           |
| <i>Stauroneis kriegeri</i> Patrick  | STKR        |          |          | X         |
| <i>Staurosira construens</i> Ehrenberg  | SCON        |          |          | X         |
| <i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & Moeller  | SSVE        | X        | X        | X         |
| <i>Staurosirella lapponica</i> (Grunow in Van Heurck) Williams & Round                      | STLA        | X        | X        | X         |
| <i>Staurosirella leptostauron</i> var. <i>dubia</i> (Hustedt) Flores Moreira-Filho & Ludwig | SLED        | X        |          |           |
| <i>Staurosirella pinnata</i> (Ehr.) Williams & Round  | SPIN        |          |          | X         |
| <i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kützing) Round   | STMI        | X        |          | X         |
| <i>Surirella angusta</i> Kützing  | SANG        | X        |          |           |
| <i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot               | SBKU        | X        |          | X         |
| <i>Surirella linearis</i> W.M. Smith in Schmidt & al.                                       | SLIN        | X        |          | X         |
| <i>Surirella minuta</i> Brebisson ex Kützing 1849   | SUMI        |          | X        |           |
| <i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal   | UACU        | X        |          | X         |
| <i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère   | UBIC        | X        |          | X         |
| <i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère   | UCAP        | X        |          | X         |
| <i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Compère et Bukhtiyarova                                     | UDAN        | X        |          | X         |
| <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère   | UULN        | X        |          | X         |
| <i>Urosolenia eriensis</i> (H.L. Smith) Round & Crawford in Round, Crawford & Mann          | UERI        | X        |          |           |
| <i>Urosolenia longiseta</i> (Zach.) Bukhtiyarova  | ULON        | X        |          |           |

“scarsa” è particolarmente limitato: 4 per l’indice IPS e nullo (0) per l’indice TI. Nelle classi “elevata” e “buona” si può rilevare, invece, il 67,9% per IPS e il 38,7% del TI. Questo dato è particolarmente importante perché qualifica l’ambiente naturale della Palude di Colfiorito come un ambiente di pregio dove il 100% (nel caso dell’IPS) delle specie è molto sensibile all’inquinamento organico; ne deriva che le diatomee si configurano come sentinelle dell’impronta antropica: l’immissione di inquinanti organici destabilizzerebbe fortemente gli equilibri raggiunti. Lo studio ribadisce però la necessità di migliorare questa informazione in quanto in letteratura non sono note le preferenze ecologiche di molte specie; ben oltre il 30% delle diatomee rinvenute risulta infatti non classificato, soprattutto per l’indice TI.

Nella tabella III viene presentata anche la valutazione ecologica secondo Van Dam *et al.*, 1994. Nella figura 5 viene proposta l’elaborazione dei dati secondo Van Dam *et al.* (1994) evidenziando che il 47,8% delle specie

sono aerofile; il 70,8% prediligono un pH intorno a 7; il 17,2% richiede una elevata ossigenazione delle acque, ma il 37,3% non è ancora valorizzato; il 59,8% delle specie si adatta ad acque leggermente saline; il 29,7% è poco tollerante all’inquinamento organico, percentuale che, se aggiunta alle specie che sono molto sensibili, raggiunge il 49,8% del totale. Queste percentuali sottolineano come la Palude abbia raggiunto un suo delicato e fragile equilibrio tra naturalità e presenza umana.

Lo studio ha analizzato anche la presenza di specie inserite in Red List (Fig. 6). In questo caso si fa riferimento ai lavori di Lange-Bertalot e Steindorf (1996) e di Hofmann *et al.* (2018). Anche se non sono direttamente legati alla realtà locale, sono gli unici lavori in bibliografia sufficientemente completi per produrre un quadro complessivo rispetto alla problematica. Nella Palude di Colfiorito non è stata ritrovata alcuna specie considerata estinta. Del rimanente e comunque considerevole numero di specie minacciate di estinzione, o a



**Fig. 5.** Distribuzione delle 209 pecie rinvenute nella Palude di Colfiorito sulla base delle loro preferenze ecologiche (secondo Van Dam *et al.*, 1994). Gli assi delle ordinate riportano il numero di specie. Si noti l’elevato numero di specie le cui preferenze ecologiche non sono note (N.D.).

**Tab. III.** Elenco delle specie (indicate col loro codice OMNIDIA<sup>®</sup>6.1) con valorizzazione degli indici IPS (Cemagref, 1982), TI (Rott, *et al.*, 1999) e le preferenze ecologiche secondo Van Dam *et al.* (1994). La classificazione per colori per gli indici IPS e TI rispetta le indicazioni della direttiva quadro sulle acque (2000/60/CEE). E=Elevato; B=Buono; S=Sufficiente; Sc=Scarso; C=Cattivo. Per l'indice di Van Dam *et al.*, 1994: Preferenze relative all'assorbimento di azoto: (1) sensibile N-autotrofo; (2) tollerante N-autotrofo; (3) facoltativamente N-eterotrofo; (4) obbligatoriamente N-eterotrofo. Preferenze rispetto a valori ottimali di PH: (pH<5,5) acidobiontico; (pH<7) acidofilo; (pH~7) circumneutrale; (pH>7) alcalifilo; (pH esclusivamente>7) alcalibiontico. Preferenze rispetto allo stato trofico del sistema acquatico: (1) oligotrofico; (2) oligo-mesotrofico; (3) mesotrofico; (4) meso-eutrofico; (5) eutrofico; (6) ipereutrofico; (7) indifferente. N.D.= Dato non disponibile.

| Cod. OMNIDIA <sup>®</sup> 6.1 | IPS | TI | (Van Dam <i>et al.</i> , 1994) |               |      |                |                      |                           |               |
|-------------------------------|-----|----|--------------------------------|---------------|------|----------------|----------------------|---------------------------|---------------|
|                               |     |    | Umidità                        | Assorb. Azoto | pH   | O <sub>2</sub> | Salinità             | Sensibilità inq. organico | Stato trofico |
| ACAF                          | E   | B  | N.D.                           | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | Molto sensibili           | N.D.          |
| ADAT                          | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| ADCT                          | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| ADMO                          | B   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| ADEU                          | S   |    | Aerofilo                       | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 5             |
| ADEX                          | E   | E  | N.D.                           | 1             | pH>7 | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 2             |
| ADJK                          | E   | E  | N.D.                           | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | Molto sensibili           | N.D.          |
| ACLI                          | E   | B  | N.D.                           | N.D.          | pH~7 | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| ADMI                          | E   | E  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 7             |
| ADPY                          | E   | E  | N.D.                           | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 3             |
| ADSA                          | S   | S  | N.D.                           | 4             | pH~7 | Scarsa         | Leggermente saline   | Assolutam. tolleranti     | 6             |
| ABRY                          | E   | E  | Terrestre                      | 1             | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 3             |
| ADMS                          | S   | E  | Aerofilo                       | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Acque dolci          | Poco tolleranti           | 1             |
| AINA                          | E   | B  | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 1             |
| ALGT                          |     |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| AOVA                          | S   | S  | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| APED                          | B   | S  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| ASPH                          | Sc  | S  | Aerofilo                       | 2             | pH>7 | Bassa          | Discretamente saline | Tolleranti                | 5             |
| AFOR                          | B   | B  | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| AAMB                          | B   |    | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| AUGR                          | S   |    | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| CFON                          | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| CLCT                          | B   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| CSIL                          | E   | S  | Acquatico                      | 1             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 4             |
| CATE                          | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 3             |
| CVAS                          |     | E  | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| CEUG                          | B   | B  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| CEUO                          | B   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| CPED                          | B   | S  | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Buona          | Discretamente saline | Poco tolleranti           | 5             |
| COPL                          | E   |    | N.D.                           | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | N.D.          |
| CRAC                          | C   | Sc | Aerofilo                       | 4             | pH~7 | Scarsa         | Leggermente saline   | Assolutam. tolleranti     | 6             |
| CAMB                          | S   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 5             |
| CINV                          | S   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 5             |
| CDTG                          | B   |    | Acquatico                      | N.D.          | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | N.D.                      | N.D.          |
| CMEN                          | Sc  | S  | Aerofilo                       | 3             | pH~7 | Scarsa         | Discretamente saline | Modestam.tolleranti       | 5             |
| CSOL                          | B   | S  | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| CCYM                          | B   | B  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 2             |
| CAEX                          | B   |    | Aerofilo                       | 3             | pH~7 | Scarsa         | Discretamente saline | Modestam.tolleranti       | 5             |
| CNCI                          | B   |    | Acquatico                      | 1             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| CNLC                          | B   |    | Acquatico                      | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 7             |
| CSAQ                          | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 2             |
| DDEL                          | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 1             |
| DKUE                          | B   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 3             |
| DTEN                          | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 3             |
| DMES                          | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 3             |
| DMON                          | B   | B  | N.D.                           | N.D.          | pH>7 | N.D.           | Saline               | N.D.                      | 5             |
| DPRO                          | B   |    | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Moderata       | Discretamente saline | Tolleranti                | 5             |

| Cod. OM-NIDIA*6.1 | IPS | TI | (Van Dam <i>et al.</i> , 1994) |               |              |                |                      |                           |               |
|-------------------|-----|----|--------------------------------|---------------|--------------|----------------|----------------------|---------------------------|---------------|
|                   |     |    | Umidità                        | Assorb. Azoto | PH           | O <sub>2</sub> | Salinità             | Sensibilità inq. organico | Stato trofico |
| DVUL              | B   | B  | Acquatico                      | 2             | pH>7         | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| DIFO              |     |    | N.D.                           | N.D.          | N.D.         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| DSEP              | E   | E  | N.D.                           | N.D.          | N.D.         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| DPST              | B   |    | Acquatico                      | 2             | pH~7         | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| ECAE              | B   | B  | N.D.                           | N.D.          | N.D.         | N.D.           | Leggermente saline   | Tolleranti                | 7             |
| ENMI              | B   | B  | N.D.                           | N.D.          | pH~7         | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | N.D.          |
| ENNG              | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH<7         | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 2             |
| EOBS              | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D.         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| ENVE              | B   |    | N.D.                           | N.D.          | pH~7         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| ECES              | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7         | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 1             |
| ENCM              | B   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7         | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 4             |
| ECPM              | B   |    | N.D.                           | N.D.          | pH~7         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| ESUM              | E   |    | N.D.                           | N.D.          | pH~7         | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 1             |
| EOMI              | Sc  | S  | Aerofilo                       | 3             | pH~7         | Bassa          | Leggermente saline   | Modestam. tolleranti      | 5             |
| ESBM              | Sc  | Sc | Aerofilo                       | 4             | pH~7         | Bassa          | Leggermente saline   | Modestam. tolleranti      | 5             |
| EADN              | B   | B  | Aerofilo                       | 1             | pH>7         | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| EGOE              | E   |    | Aerofilo                       | 1             | pH~7         | Elevata        | Acque dolci          | N.D.                      | N.D.          |
| ESOR              | B   | S  | Aerofilo                       | 1             | pH>7         | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| EARB              | E   |    | Aerofilo                       | 1             | pH~7         | N.D.           | Acque dolci          | Molto sensibili           | 2             |
| EBIL              | E   | E  | Aerofilo                       | 2             | Indifferente | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 7             |
| EIMP              | E   | E  | Aerofilo                       | N.D.          | pH<7         | N.D.           | Acque dolci          | N.D.                      | N.D.          |
| EMIN              | E   | S  | Aerofilo                       | N.D.          | pH<7         | N.D.           | Acque dolci          | Molto sensibili           | N.D.          |
| FPYG              | Sc  | Sc | Aerofilo                       | 3             | pH>7         | Moderata       | Discretamente saline | Tolleranti                | 5             |
| FSBH              | B   | S  | Aerofilo                       | 1             | pH~7         | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 4             |
| FSLU              | S   | S  | N.D.                           | N.D.          | N.D.         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| FPEL              | S   | S  | N.D.                           | N.D.          | pH~7         | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 2             |
| FCAP              | E   | B  | N.D.                           | N.D.          | pH~7         | N.D.           | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 3             |
| FDAN              | B   |    | Acquatico                      | N.D.          | pH~7         | N.D.           | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| FDEL              | B   | E  | Acquatico                      | N.D.          | pH~7         | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 3             |
| FDIL              | B   | S  | Acquatico                      | 1             | pH~7         | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 5             |
| FDST              | E   | B  | N.D.                           | N.D.          | N.D.         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| FGRA              | E   | E  | N.D.                           | 1             | pH~7         | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 2             |
| FNAN              | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7         | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 2             |
| FPEM              | B   | B  | N.D.                           | N.D.          | pH~7         | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | N.D.          |
| FRCP              | B   |    | N.D.                           | N.D.          | pH~7         | N.D.           | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| FRUM              | B   | E  | N.D.                           | 2             | pH~7         | N.D.           | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| FTEN              | B   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH<7         | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 2             |
| FVAU              | S   | B  | Aerofilo                       | 2             | pH~7         | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| FFNI              | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D.         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| GADC              | B   |    | Aerofilo                       | 1             | pH~7         | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 3             |
| GACU              | B   | S  | Aerofilo                       | 1             | pH~7         | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| GANG              | S   |    | N.D.                           | N.D.          | pH~7         | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 4             |
| GBRE              | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D.         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| GCAP              | B   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D.         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| GCLA              | E   |    | Aerofilo                       | 1             | pH~7         | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 4             |
| GELG              | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D.         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| GEXL              | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7         | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 1             |
| GGRA              | B   |    | Aerofilo                       | 1             | pH~7         | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 3             |
| GLGN              | Sc  |    | N.D.                           | N.D.          | N.D.         | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| GMIC              | S   | B  | Aerofilo                       | 2             | pH~7         | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| GMIN              | B   | B  | N.D.                           | N.D.          | pH~7         | N.D.           | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| GOLI              | E   | S  | Acquatico                      | 2             | pH>7         | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| GOLC              | E   | B  | Aerofilo                       | 2             | pH>7         | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | N.D.          |
| GPAR              | Sc  | Sc | Aerofilo                       | 3             | pH~7         | Bassa          | Leggermente saline   | Modestam. tolleranti      | 5             |

| Cod. OM-NIDIA <sup>®</sup> 6.1 | IPS | TI | (Van Dam <i>et al.</i> , 1994) |               |      |                |                      |                           |               |
|--------------------------------|-----|----|--------------------------------|---------------|------|----------------|----------------------|---------------------------|---------------|
|                                |     |    | Umidità                        | Assorb. Azoto | PH   | O <sub>2</sub> | Salinità             | Sensibilità inq. organico | Stato trofico |
| GPRO                           | B   | E  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 2             |
| GPUM                           | E   | E  | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 7             |
| GPRI                           | B   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| GROS                           | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| GSAR                           | S   | E  | Aerofilo                       | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 3             |
| GTER                           | B   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 2             |
| GTCA                           | B   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| GTRU                           | B   | B  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| GVIB                           | B   |    | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| HLMO                           | S   | S  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| HABU                           | Sc  | Sc | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Tolleranti                | 7             |
| HAMP                           | Sc  | Sc | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Tolleranti                | 7             |
| LVEN                           | Sc  | S  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Elevata        | Discretamente saline | Poco tolleranti           | 5             |
| MAAT                           | Sc  | S  | Aerofilo                       | 4             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Modestam. tolleranti      | 6             |
| MPMI                           | Sc  | S  | Aerofilo                       | 3             | pH~7 | Bassa          | Leggermente saline   | Modestam. tolleranti      | 5             |
| MVAR                           | B   | S  | Aerofilo                       | 3             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| M CIR                          | B   | S  | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 7             |
| NANT                           | B   | B  | N.D.                           | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 5             |
| NCPR                           | S   | S  | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| NCRY                           | B   | Sc | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 7             |
| NCTE                           | B   | B  | Aerofilo                       | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 7             |
| NCTO                           | B   |    | N.D.                           | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 7             |
| NDEA                           | B   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| NGRE                           | S   | Sc | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Bassa          | Discretamente saline | Tolleranti                | 5             |
| NOBL                           | E   | S  | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| NRAD                           | E   | E  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| NRFA                           | E   |    | N.D.                           | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 5             |
| NRCS                           | S   | S  | Aerofilo                       | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Discretamente saline | Tolleranti                | 5             |
| NRCH                           | B   | B  | N.D.                           | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | Tolleranti                | N.D.          |
| NTPPT                          | B   | S  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| NTRV                           | Sc  | S  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Moderata       | Discretamente saline | Tolleranti                | 5             |
| NVEN                           | Sc  | Sc | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Bassa          | Discretamente saline | Modestam. tolleranti      | 5             |
| NVIR                           | S   | Sc | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| NEAF                           | B   | E  | Acquatico                      | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 4             |
| NEAM                           | E   | B  | Aerofilo                       | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 2             |
| NEDU                           | B   | B  | Acquatico                      | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| NPAF                           |     |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| NACI                           | Sc  | Sc | Acquatico                      | 4             | pH~7 | Bassa          | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| NACD                           | E   | B  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Poco tolleranti           | 3             |
| NZAL                           | E   | E  | N.D.                           | 1             | N.D. | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 1             |
| NAMP                           | Sc  | Sc | Aerofilo                       | 3             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| NZCF                           | S   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| NDIS                           | B   | B  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| NFIL                           | S   | Sc | Aerofilo                       | 3             | pH~7 | Moderata       | Saline               | Tolleranti                | 5             |
| NFON                           | B   | B  | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| NIGR                           | S   | S  | Acquatico                      | N.D.          | pH~7 | Buona          | Acque dolci          | Poco tolleranti           | 3             |
| NINC                           | S   | S  | Aerofilo                       | 3             | pH~7 | Moderata       | Discretamente saline | Tolleranti                | 5             |
| NINT                           | C   | S  | Acquatico                      | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| NMIC                           | C   | Sc | Acquatico                      | 4             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| NPAL                           | C   | S  | Aerofilo                       | 4             | pH~7 | Bassa          | Leggermente saline   | Assolutam. tolleranti     | 6             |
| NPAD                           | S   | B  | Aerofilo                       | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Acque dolci          | Molto sensibili           | 1             |
| NPAE                           | S   | B  | Aerofilo                       | 4             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| NIPM                           | E   | B  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 2             |
| NREC                           | S   | S  | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 7             |

| Cod. OM-NIDIA <sup>6.1</sup> | IPS | TI | (Van Dam <i>et al.</i> , 1994) |               |      |                |                      |                           |               |
|------------------------------|-----|----|--------------------------------|---------------|------|----------------|----------------------|---------------------------|---------------|
|                              |     |    | Umidità                        | Assorb. Azoto | pH   | O <sub>2</sub> | Salinità             | Sensibilità inq. organico | Stato trofico |
| NSOC                         | S   | S  | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| NITE                         | S   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| PBRE                         | B   | B  | Acquatico                      | N.D.          | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Modestam. tolleranti      | 5             |
| PDEC                         | B   |    | Aerofilo                       | N.D.          | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 1             |
| PGIB                         | E   | B  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 7             |
| PMIC                         | S   | E  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 7             |
| PNEO                         | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| PNOB                         | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH<7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 1             |
| PPIS                         | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| PSGI                         | E   | E  | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| PSRU                         | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| PUDL                         |     |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| PVIF                         | E   |    | Aerofilo                       | 1             | pH<7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 2             |
| PVIR                         | B   | E  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 7             |
| PELG                         | B   | B  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| PPAE                         | B   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| PLFR                         | S   | S  | N.D.                           | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| PTLA                         | E   | S  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| PTCO                         | B   | B  | Acquatico                      | 1             | pH~7 | Buona          | Acque dolci          | Molto sensibili           | 7             |
| PSBR                         | S   | S  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 7             |
| PPRS                         | B   | B  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| PRAD                         | B   |    | Acquatico                      | 1             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| RSIN                         | E   | B  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 3             |
| RABB                         | B   | S  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| RGIB                         | E   | S  | Aerofilo                       | 1             | pH>7 | Moderata       | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| RPET                         | E   | E  | N.D.                           | 1             | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 1             |
| SEBA                         | B   | B  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| SECA                         |     |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| SELA                         | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 3             |
| SLCL                         |     |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| SPPU                         | Sc  |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| SPUP                         | S   | Sc | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 4             |
| SSEM                         | Sc  | S  | Aerofilo                       | 3             | pH~7 | Bassa          | Leggermente saline   | Modestam. tolleranti      | 5             |
| SIDE                         | S   | S  | Aerofilo                       | N.D.          | N.D. | Elevata        | Discretamente saline | Tolleranti                | 5             |
| SEXG                         | E   | E  | Aerofilo                       | 1             | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 1             |
| SGRC                         | E   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| STKR                         | E   | S  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| SCON                         | B   | B  | Acquatico                      | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| SSVE                         | B   | B  | Acquatico                      | 2             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 4             |
| STLA                         | E   |    | Aerofilo                       | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | N.D.          |
| SLED                         | B   |    | N.D.                           | N.D.          | N.D. | N.D.           | N.D.                 | N.D.                      | N.D.          |
| SPIN                         | B   | B  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 7             |
| STMI                         | B   |    | Aerofilo                       | 2             | pH>7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 6             |
| SANG                         | B   | Sc | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| SBKU                         | S   |    | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| SLIN                         | E   | E  | Aerofilo                       | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 2             |
| SUMI                         | S   | Sc | Aerofilo                       | N.D.          | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| UACU                         | B   | B  | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Buona          | Leggermente saline   | Tolleranti                | 5             |
| UBIC                         | S   | Sc | N.D.                           | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | N.D.                      | 5             |
| UCAP                         | B   | S  | Acquatico                      | 1             | pH~7 | Elevata        | Leggermente saline   | Molto sensibili           | 5             |
| UDAN                         | B   |    | Acquatico                      | N.D.          | pH~7 | N.D.           | Leggermente saline   | Poco tolleranti           | 5             |
| UULN                         | S   | Sc | Aerofilo                       | 2             | pH~7 | Moderata       | Leggermente saline   | Modestam. tolleranti      | 7             |
| VERI                         | Sc  |    | Acquatico                      | 1             | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 3             |
| ULON                         | S   |    | Acquatico                      | 1             | pH~7 | Elevata        | Acque dolci          | Molto sensibili           | 4             |

rischio di estinzione, o rare o in diminuzione (secondo Lange-Bertalot 43 specie in totale; secondo Hofmann 28), le maggiori criticità sono state riscontrate tra le specie tipiche dell'ambiente epifitico. Tra le specie/varietà rilevate sono risultate presenti in tutti gli ambienti *Amphora inariensis*, considerata specie minacciata e *Gomphonema sarcophagus*, *Navicula oblonga*, *Pinnularia microstauron* var. *microstauron*, *Sellaphora bacillum* tutte specie considerate "In diminuzione". Inoltre, nei campioni epifitici, soprattutto su *Schoenoplectus lacustris*, sono state ritrovate, anche se con numeri contenuti (da 2 a 10), le specie *Achnanthydium lineare*, *Encyonema neogratile*, *Encyonema obscurum* var. *obscurum*, *Gomphonema vibrio* e *Rossithidium petersenii*, tutte considerate specie "Minacciate" (RedList 3).

Lo studio dei campioni prelevati nel corso del 2016 analizza anche i risultati derivanti dalla conta su 400

valve (Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua – MLG 111). I risultati di questa analisi sono:

- attraverso la conta su 400 valve sono state riconosciute 142 specie in totale, pari al 68% di tutte le specie determinate nella lettura dei vetrini permanenti;
- le specie presenti in tutti i campioni sono: *Achnanthydium minutissimum*, *Epithemia adnata*, *Gomphonema truncatum*, *Navicula oblonga*;
- l'analisi delle abbondanze relative (Fig. 7) mette in evidenza come sia elevato il numero delle specie rare o occasionali. L'ambiente epifitico è quello in cui è stato rinvenuto il maggior numero di specie (134; 40 in ambiente planctonico e 61 in ambiente epipelico), ed anche quello in cui la popolazione risulta più stabile in quanto le percentuali delle specie rinvenute con maggiore frequenza e più comuni, risultano essere

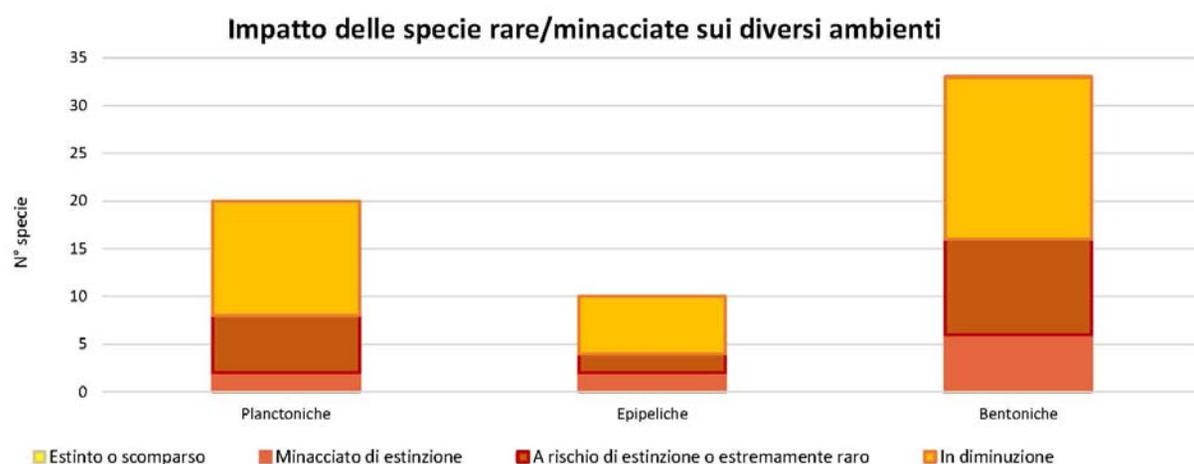


Fig. 6. Distribuzione delle specie Estinte, Minacciate di estinzione, A rischio di estinzione, In diminuzione, nei diversi ambienti di studio.

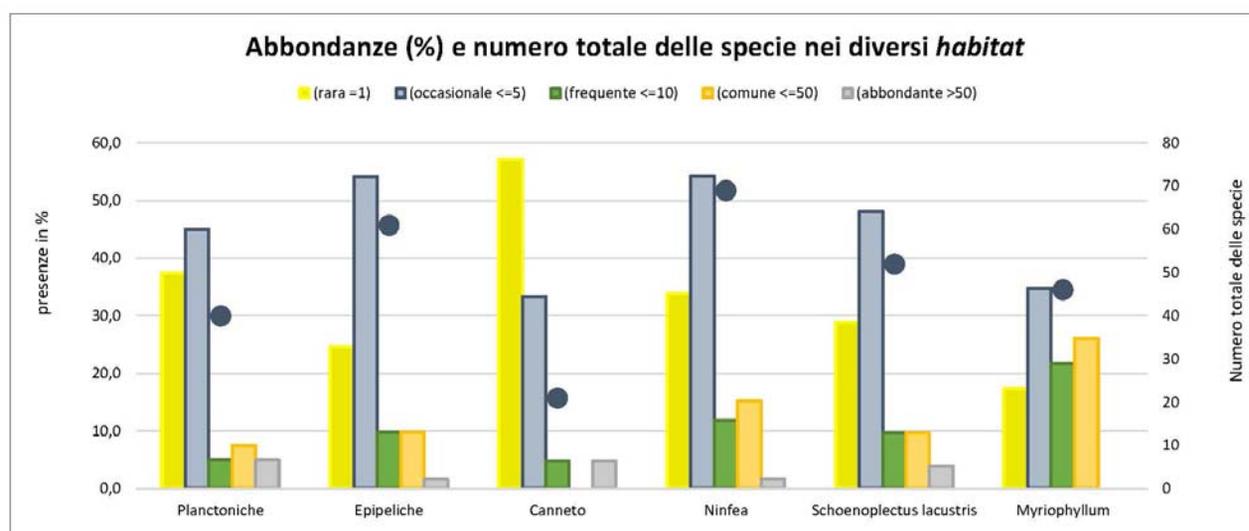


Fig. 7. Analisi delle abbondanze nei diversi habitat: specie rare (=1), occasionali ( $\leq 5$ ), frequenti ( $\leq 10$ ), comuni ( $\leq 50$ ) e abbondanti ( $> 50$ ), in rapporto al numero totale delle specie (pallino blu).

- superiori al 34%;
- nonostante la Direttiva Europea sulle Acque valuti la Palude di Colfiorito (N01003AL) stabilmente in classe “Sufficiente”, se si potesse applicare l’indice EPI-L per la valutazione della qualità ecologica dei laghi, lo studio relativo alle sole diatomee potrebbe fornire un giudizio di qualità “Elevato” per tutti gli habitat. Ciò non ridimensiona la considerazione che ci troviamo di fronte ad un sistema a rischio, e sottolinea come la variabilità biologica del luogo e dunque la presenza di questi organismi microscopici, debba essere tutelata e ancor più approfondita;
- l’analisi degli indici di  $\alpha$ -diversità (Fig. 8) rappresentati dall’Indice di Shannon (Shannon e Weaver, 1949)  $H'$  (la diversità della composizione specifica della comunità) e dall’Indice di Simpson (1949) “c” (la concentrazione della dominanza di una o poche specie) indica che, se pur le comunità biotiche si adattano alle pressioni naturali e/o antropiche del territorio, l’ambiente planctonico e quello epifitico della *Phragmites*, risultano le più sofferenti perché la comunità è meno diversificata e prevalgono specie pioniere come *Achnanthydium minutissimum*, o tipiche del plancton lacustre come *Aulacoseira ambigua*, che si caratterizza per avere zigoti che sopravvivono nei sedimenti.

## DISCUSSIONE

Le acque della Palude di Colfiorito sono caratterizzate da una biodiversità floristica e faunistica che la rendono unica nel sistema carsico degli Altipiani Plestini dell’Appennino umbro-marchigiano. Biodiversità sicuramente condizionata dalle variazioni del livello idrico che influenza anche i valori chimico-fisici delle acque. Nonostante la Palude sia una conca carsica perennemente inondata, le oscillazioni stagionali e annuali del livello idrico sono fortemente determinate dalle variazioni meteorologiche ma anche dalla batimetria irregolare, dalla natura calcarea del terreno e dalla presenza di

sorgenti sotterranee e di inghiottitoi. L’ampia conca di forma rotondeggiante, sempre più spesso si prosciuga durante i mesi estivi lasciando un’area inaridita estesa, mentre resistono all’essiccamento le due depressioni più importanti poste nell’area centrale della Palude e vicine tra loro, la Pianavella grande e la Pianavella piccola.

Le analisi chimico-fisiche effettuate nel periodo 2000-2020 definiscono condizioni qualitative tendenti al peggioramento, che tuttavia non comportano una diversa valutazione della qualità trofica dell’area umida, ma devono comunque considerarsi un campanello di allarme anche in relazione alla perdita di biodiversità.

La formazione idrofitica più tipica che si può osservare nella Palude di Colfiorito è costituita dalla *Nimphaea alba* il cui sviluppo ed estensione dipendono dalla profondità e dalla permanenza dell’acqua. La vegetazione elofitica che si trova soprattutto nella parte più esterna dello specchio d’acqua è, invece, prevalentemente composta dalla cannuccia di palude (*Phragmites australis*) che, con i suoi 59 ettari circa, ne caratterizza e determina il paesaggio e dallo scirpo (*Schoenoplectus lacustris*). Queste piante si sviluppano dove il terreno è ricoperto d’acqua dall’autunno all’inizio dell’estate e rimane fangoso durante le altre stagioni.

Lo studio delle diatomee in ambiente planctonico, epipelico e epifitico si è rivelato di grande interesse non solo per il numero di specie riconosciute (209) ma anche per le loro caratteristiche ecologiche.

Il calcolo dell’indice di qualità delle acque attraverso l’utilizzo delle diatomee bentoniche lacustri (EPI-L) non è applicabile. Ad oggi, infatti, per ogni campione analizzato non oltre il 49% delle specie riconosciute possono essere utilizzate per il calcolo dell’indice. Si coglie dunque l’occasione per segnalare quanto lavoro è ancora necessario perché queste informazioni diventino inappuntabili.

Gli indici di sensibilità all’inquinamento organico (IPS) e allo stato trofico e al carico di nutrienti di origine naturale (TI), caratterizzano le specie determinate in

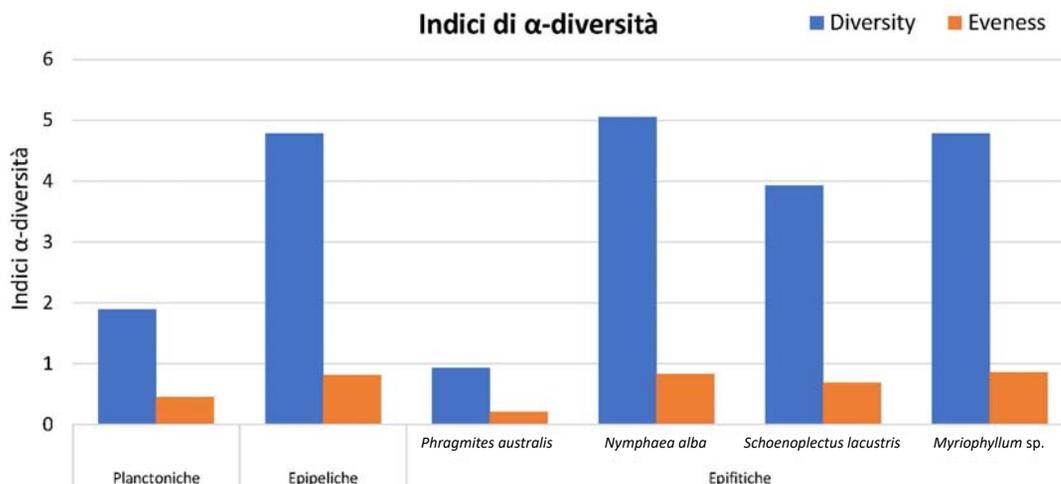


Fig. 8. Indici di  $\alpha$ -diversità Shannon ( $H'$ ) e Simpson (c) nei diversi habitat.

modo alquanto differente (Fig. 9). L'indice IPS inserisce un buon numero di specie in classe "elevata" e "buona", pari a circa il 70% in tutti gli ambienti, mentre l'indice TI ne classifica in tale giudizio un numero inferiore, pari a circa il 40%. Bisogna però precisare che l'indice TI, non prende in considerazione un numero di specie molto elevato, pari ad oltre il 25% in ogni ambiente.

Il lavoro mette in evidenza anche le importanti lacune rispetto alla verifica di presenza delle specie rare e/o minacciate (Fig. 10). Per la Palude di Colfiorito si segnala un'alta percentuale di specie considerate non minacciate o con dati insufficienti (il 79% secondo Lange-Bertalot e l'87% secondo Hofmann).

Lo studio ecologico che risulta dalle elaborazioni dei dati acquisiti nel 2016, mette in evidenza, dunque, un ambiente molto delicato dove il buon livello di biodiversità diatomica è sicuramente rappresentativo di un ambiente in equilibrio con le attività umane, ma rafforza la necessità di continuare a lavorare per la tutela e la protezione dell'ambiente.

### CONCLUSIONI

La Direttiva Quadro sulle acque considera la Palude di Colfiorito Corpo Idrico Naturale, Macrotipo L4, Tipo M1 (lago mediterraneo polimitico). Le classificazioni ecologiche ottenute ai sensi di tale direttiva per il periodo 2009-2012, 2013-2015 e 2015-2017 (Arpa Umbria, 2017) mostrano una situazione stabile nel tempo sia per gli elementi di qualità biologica (fitoplancton) che chimica (parametri chimico-fisici di base). Il giudizio complessivo è uno Stato Ecologico Sufficiente (RQE medio 0,52). Ma in effetti lo studio delle diatomee mette in evidenza diverse peculiarità e il carattere di unicità di questo ambiente:

- il numero di specie/varietà ritrovate in ambiente planctonico è molto elevato (101);
- sulla pianta semi-acquatica *Shoenoplectus lacustris* è stato ritrovato un alto numero di diatomee (133 specie), mentre, sulla cannuccia di palude sono state riconosciute molte specie (9) del genere *Achnanthe-dium*. Considerando il carattere pioneristico di questo

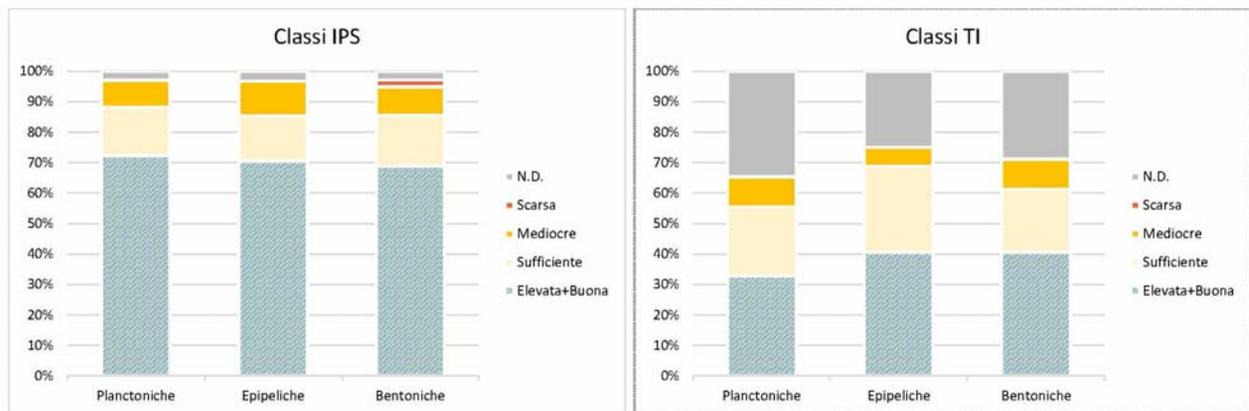


Fig. 9. Inquadramento ecologico e confronto delle classi di qualità IPS e TI (Inquinamento organico) nei diversi ambienti studiati. Si noti la percentuale di specie non classificate (N.D.).

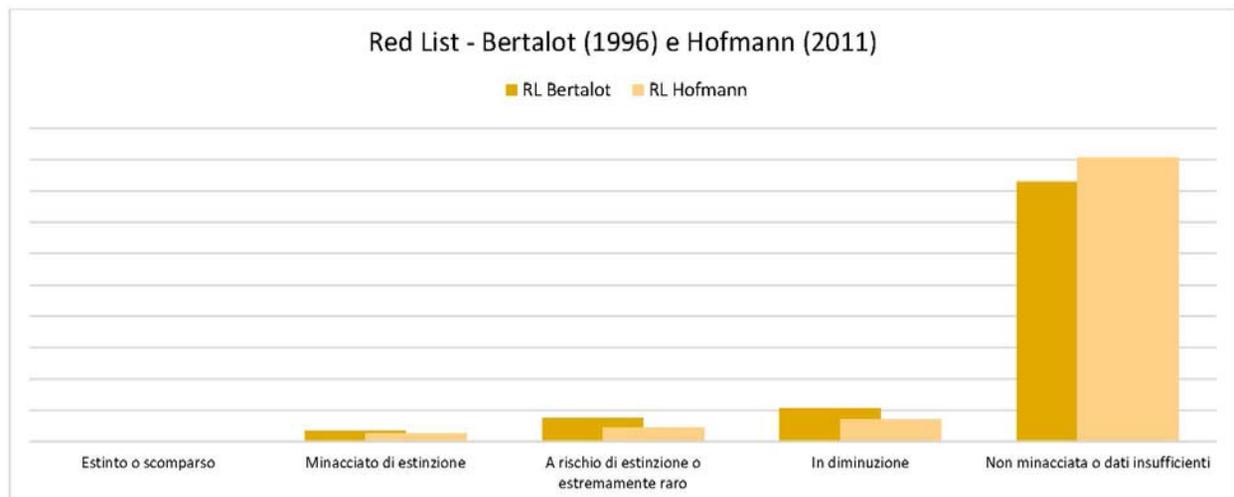


Fig. 10. Analisi delle specie in Red List secondo Lange-Bertalot (1996) ed Hofmann (2011).

genere, ciò potrebbe essere interpretato come indice di una popolazione ancora non stabile, una situazione di precarietà, in via di formazione;

- praticamente assenti (<2%), secondo la normativa europea sulle acque, le specie classificate in classe "scarsa";
- l'ambiente epifittico è quello in cui sono maggiormente presenti specie rare o minacciate di estinzione o in diminuzione.

La mancanza di liste floristiche storiche di diatomee tipiche della Palude è una difficoltà oggettiva per valutare se e in che termini, la situazione si sia evoluta nel tempo. Non possiamo ad oggi, infatti, spiegare come il sempre più scarso apporto di acque piovane ed il costante aumento di temperatura delle acque, possano agire sulla popolazione diatomica. L'elevato numero di specie evidenziate, 209 specie/varietà, stabilisce un punto di partenza per studi futuri, ma per spiegare possibili effetti

indotti dai cambiamenti climatici è necessario sicuramente portare avanti ulteriori studi di approfondimento.

A completamento dello studio sulle diatomee presenti nella Palude di Colfiorito, si riportano in Allegato 1 le immagini delle diatomee più frequenti presenti nell'ambiente planctonico, epipelico e epifittico; nell'Allegato 2 quelle più abbondanti e nell'Allegato 3 alcune diatomee osservate al microscopio elettronico (SEM).

#### RINGRAZIAMENTI

Ritengo doveroso ringraziare la collega Valentina Della Bella, indispensabile supporto in tutte le fasi di prelievo dei campioni; le colleghe Bianca Rita Eleuteri e Laura Picchiarelli per la disponibilità che hanno offerto come responsabili per il comune di Foligno del Parco Regionale di Colfiorito e del Museo Naturalistico per recuperare dati storici e documenti, per fornire supporto organizzativo e per coordinare importanti occasioni di divulgazione con le scuole del territorio oltre che sociali. Ringrazio infine il prof. Bruno Granetti per il grande sostegno morale e tecnico.

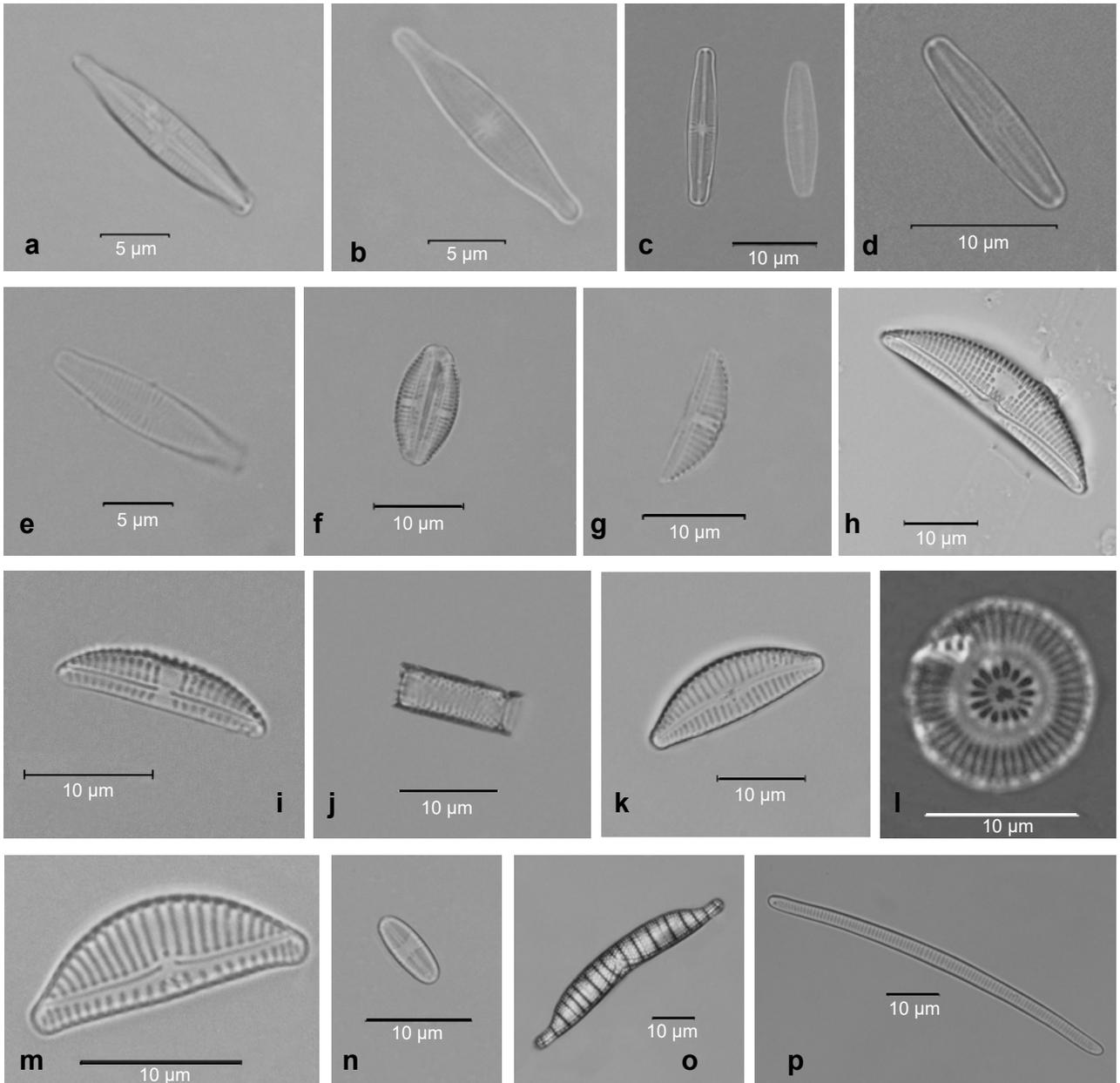
#### BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

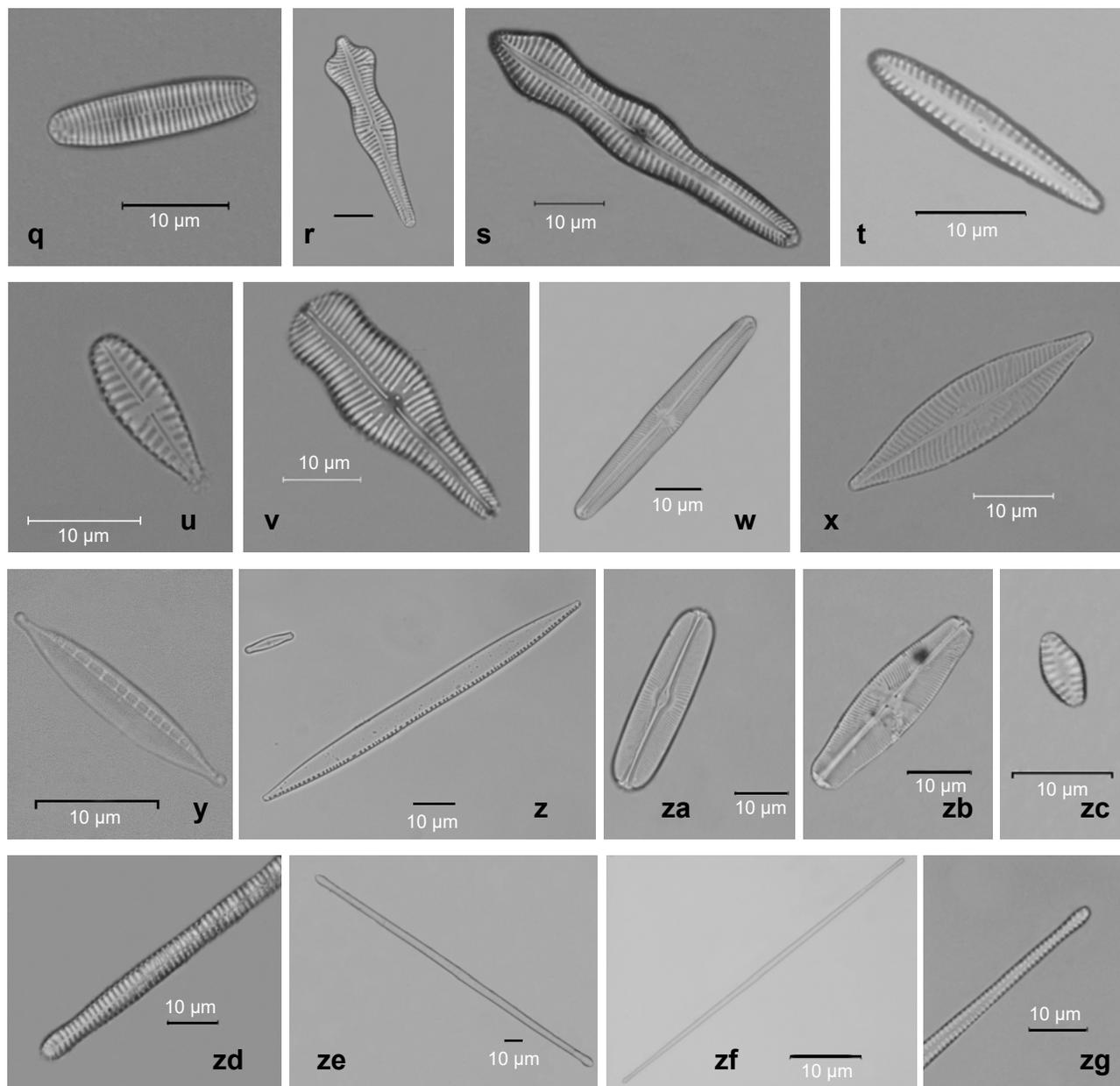
- Arpa Umbria, autori vari, 2017. *Valutazione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici lacustri (2013-2015)*. Marzo 2017.
- Bey M., Ector L., 2013. *Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhône-Alpes. Tomes 1, 2, 3, 4, 5, 6*. Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement RHÔNE-ALPES. 1182+27 pp.
- CEMAGREF, 1982. *Etude de Méthodes Biologiques Quantitatives d'Appréciation de la Qualité des eaux. Rapport*. Q.E. Lyon-A.F.B. Rhone-Méditerranée-Corse. 218 pp.
- DIRETTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (GU L 27 del 22.12.2000).
- Hofmann, G., Werum, M., Lange-Bertalot, H., 2011. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Bestimmungsflorea Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. A.R.G. Gantner Verlag K.G (908 pp).
- Hofmann G., Lange-Bertalot H., Werum M., Klee R., 2018. *Rote Liste der limnischen Kieselalgen*. Naturschutz und Biologische Vielfalt **70** (7), 601-708.
- ISPRA-IS-ISE-IRSA CNR-ENEA, 2014. *Metodi biologici per le acque superficiali interne*. MLG 111/2014, Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali. Seduta del 27 novembre 2013 Doc.n.38/13CF.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1986-1991. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Ettl.H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D. (eds), 2/1. Bacillariophyta. Naviculaceae: 876 pp.; 2/2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae: 596 pp.; 2/3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae: 576 pp.; 2/4. Achnantheaceae: 437 pp. G. Fisher, Stuttgart, New York.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 2004. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Ettl.H., Gärtner G., Heynig H. & Mollenhauer D. (eds), 2/4. Bacillariophyta. Achnantheaceae: 468 pp. G. Fisher, Stuttgart, New York.
- Krammer K., 2000-2003. *Diatoms of Europe*. Vol.1. The genus Pinnularia: 703 pp.; Vol.2 Navicula: 526 pp.; Vol.3. Cymbella: 584pp.; Vol.4. Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella: 530 pp. H. Lange-Bertalot, A.R.G. Gantner Verlag K.G. Ruggell
- Lange-Bertalot H., 2001. *Diatoms of Europe*. Vol.2 (Navicula sensu stricto, 10 genera separated from Navicula sensu stricto, Frustulia)"- Edited H.Lange-Bertalot. 526 pp. 526 pp. Lange-Bertalot H., 2013. *Diatomen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. K. Scientific Books. 908 pp.
- Lange-Bertalot H., Steindorf A., 1996. *Rote Liste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyta) Deutschlands*. Schr. - R.f. Vegetationskde, **28**: 663-677.
- Marchetto A., Lugliè A., Padedda M.P., Mariani M.A. Sechi N., 2013. *Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi*. CNR-Istituto per lo studio degli Ecosistemi di Verbania. 154 pp.
- Orsomando E., Dell'Uomo A., Torrisi M., 2005. *L'arrossamento delle acque del Fagiolaro*. Estratto da Plestia Colfiorito XXVIII Mostra Mercato e Sagra della Patata Rossa della Montagna Umbro-Marchigiana. 12-21 agosto 2005: 23-38.
- Rott E., Hofmann G., Pall K., Pfister P., Pipp E., 1997. *Indikationslisten für Aufwuchsalgen*. Teil 1. Saprobienliste Indikation - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien. 73 pp.
- Rott E., Pipp E., Pfister P., Van Dam H., Orther K., Binder N., Pall K., 1999. *Indikatorlisten für aufwuchsalgen in Österreichischen fließgewässern*. Teil 2: Trophieindikation. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, Wien, Austria.
- Shannon C.E., Weaver W., 1949. The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press *Techn. J.* **27**: 37-42.
- Simpson E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* **163**: 688.
- Utermöhl H., 1958. Zur vervollkommnung der qualitativen Phytoplankton metodik. *Mitt. Int. Verein. Limnol.* **9**: 1-38.
- Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J., 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherland. *Nether. J. Aqu. Ecol.*, **28**(1): 117-133. <http://diatoms.org> <https://naturalhistory.museumwales.ac.uk/diatoms> <https://www.algaebase.org>

## ALLEGATO 1

Di seguito si riportano alcune immagini delle diatomee più “frequenti” (n° valve > 10 su 400) nell’intera Palude.

- |    |  |    |  |    |  |
|----|--|----|--|----|--|
| a  | <i>Achnanthyidium jackii</i> , epivalva          | b  | <i>Achnanthyidium jackii</i> , ipovalva            | c  | <i>Achnanthyidium minutissimum</i>                 |
| d  | <i>Achnanthyidium saprophilum</i> , epivalva     | e  | <i>Achnanthyidium saprophilum</i> , ipovalva       | f  | <i>Amphora indistincta</i> , connettivale          |
| g  | <i>Amphora indistincta</i>                       | h  | <i>Amphora lange-bertalotii</i> var. <i>tenuis</i> | i  | <i>Amphora pediculus</i>                           |
| j  | <i>Aulacoseira ambigua</i>                       | k  | <i>Cymbella excisa</i>                             | l  | <i>Discostella pseudostelligera</i> (contrasto)    |
| m  | <i>Encyonema ventricosum</i>                     | n  | <i>Eolimna minima</i>                              | o  | <i>Epithemia adnata</i>                            |
| p  | <i>Eunotia bilunaris</i>                         | q  | <i>Fragilariforma nitzschioides</i>                | r  | <i>Gomphonema acuminatum</i>                       |
| s  | <i>Gomphonema brebissonii</i>                    | t  | <i>Gomphonema elegantissimum</i>                   | u  | <i>Gomphonema olivaceum</i>                        |
| v  | <i>Gomphonema truncatum</i>                      | w  | <i>Navicula oblonga</i>                            | x  | <i>Navicula trivialis</i>                          |
| y  | <i>Nitzschia dissipata</i> ssp. <i>dissipata</i> | z  | <i>Nitzschia intermedia</i>                        | za | <i>Sellaphora bacillum</i>                         |
| zb | <i>Sellaphora capitata</i>                       | zc | <i>Staurosira venter</i>                           | zd | <i>Ulnaria biceps</i> , particolare dell'estremità |
| ze | <i>Ulnaria biceps</i>                            | zf | <i>Ulnaria danica</i>                              | zg | <i>Ulnaria danica</i> , particolare dell'estremità |





a *Achnantheidium jackii*, epivalva

d *Achnantheidium saprophilum*, epivalva

g *Amphora indistincta*

j *Aulacoseira ambigua*

m *Encyonema ventricosum*

p *Eunotia bilunaris*

s *Gomphonema brebissonii*

v *Gomphonema truncatum*

y *Nitzschia dissipata* ssp. *dissipata*

zb *Sellaphora capitata*

ze *Ulnaria biceps*

b *Achnantheidium jackii*, ipovalva

e *Achnantheidium saprophilum*, ipovalva

h *Amphora lange-bertalotii* var. *tenuis*

k *Cymbella excisa*

n *Eolimna minima*

q *Fragilariforma nitzschioides*

t *Gomphonema elegantissimum*

w *Navicula oblonga*

z *Nitzschia intermedia*

zc *Staurosira venter*

zf *Ulnaria danica*

c *Achnantheidium minutissimum*

f *Amphora indistincta*, connettivale

i *Amphora pediculus*

l *Discostella pseudostelligera* (contrasto)

o *Epithemia adnata*

r *Gomphonema acuminatum*

u *Gomphonema olivaceum*

x *Navicula trivialis*

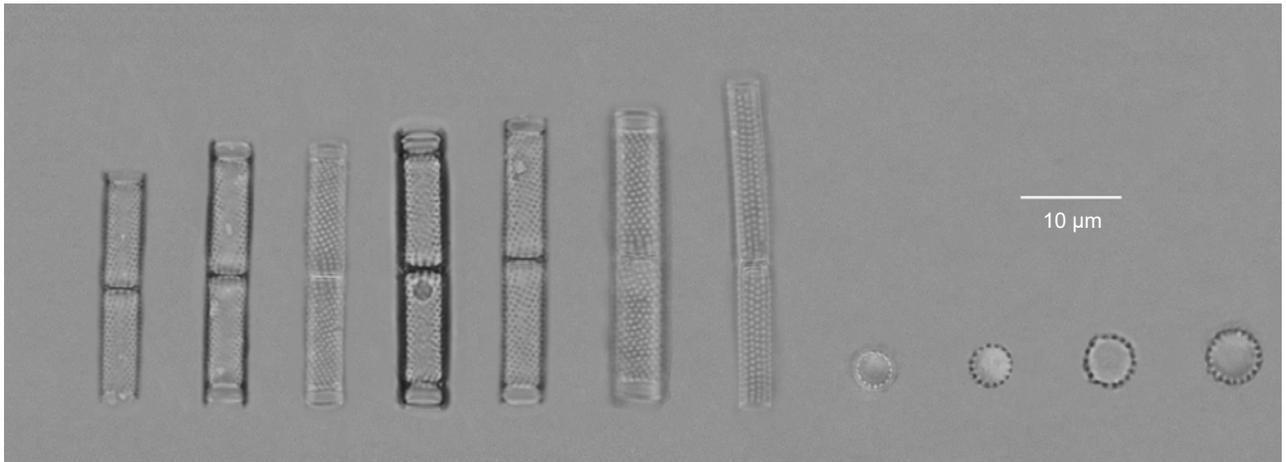
za *Sellaphora bacillum*

zd *Ulnaria biceps*, particolare dell'estremità

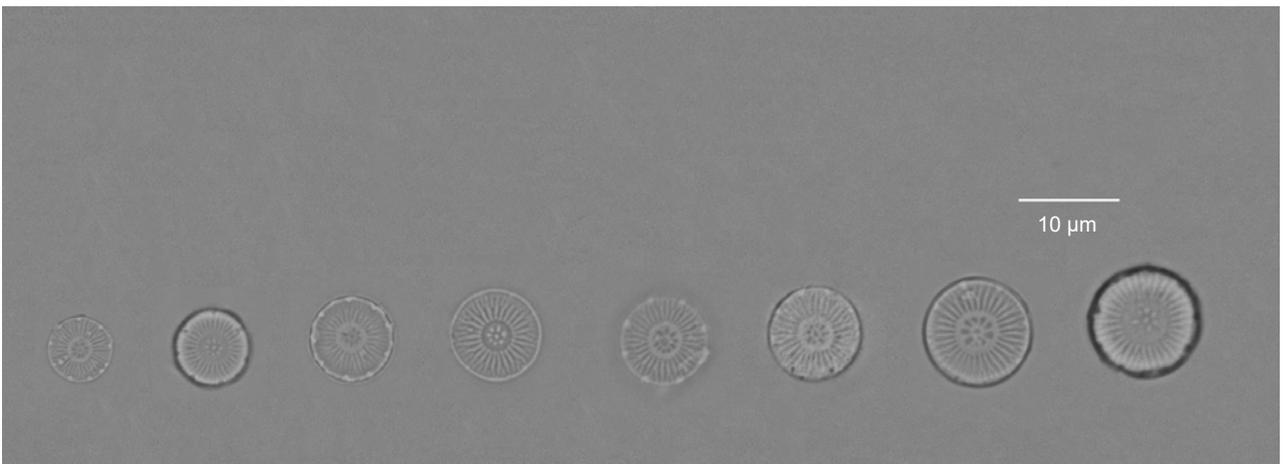
zg *Ulnaria danica*, particolare dell'estremità

**ALLEGATO 2**

Di seguito le immagini delle specie più “abbondanti” ritrovate nell’intera Palude (n° valve >50 su 400).

**Specie dominanti in ambiente planctonico**

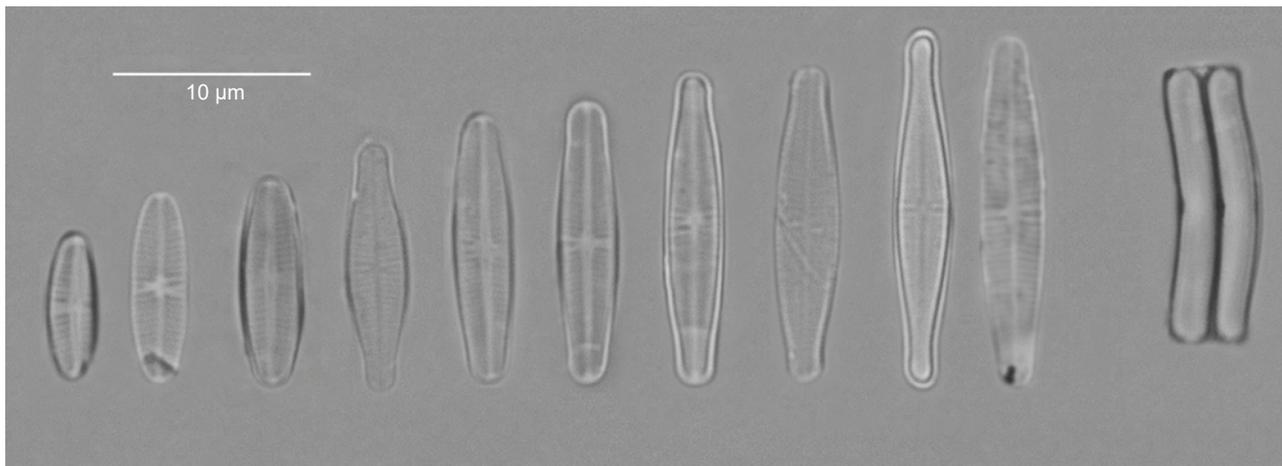
**Fig. 1.** Variabilità morfologica di *Aulacoseira ambigua* in vista connettivale e valvare.



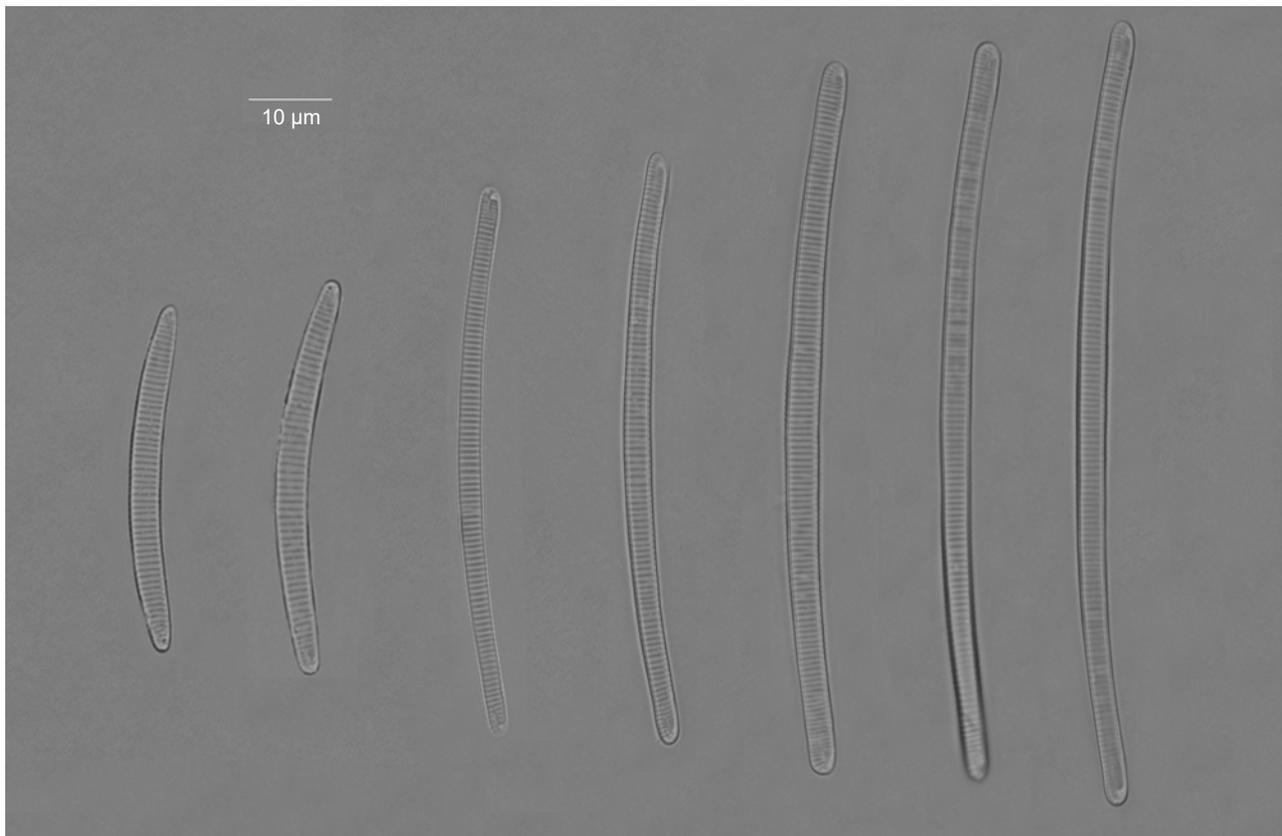
**Fig. 2.** Variabilità morfologica di *Discostella pseudostelligera* in vista valvare.

**Specie dominante in ambiente epipelico**

**Fig. 3.** Variabilità morfologica di *Sellaphora bacillum* in vista valvare.

**Specie dominanti in ambiente epifitico**

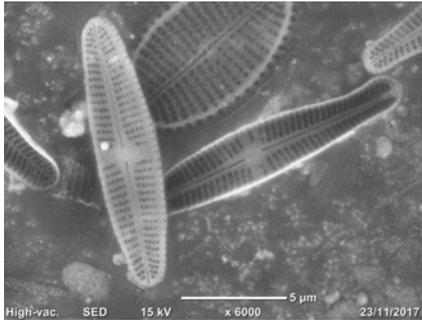
**Fig. 4.** Variabilità morfologica di *Achnantheidium minutissimum* in vista valvare e connettivale.



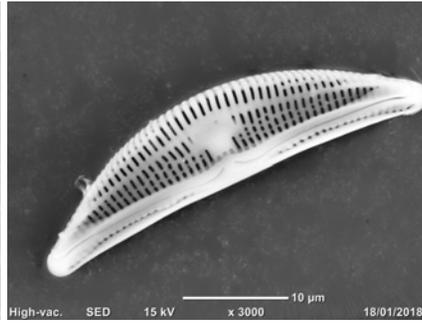
**Fig. 5.** Variabilità morfologica di *Eunotia bilunaris* in vista valvare.

ALLEGATO 3

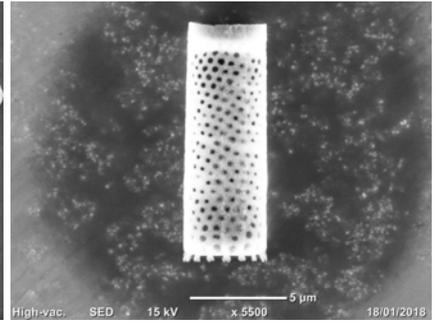
Immagini di diatomee studiate al microscopio elettronico a scansione (SEM)



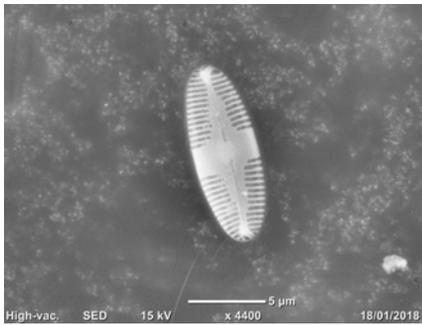
*Achnanthisdium jackii* ADJK, *Achnanthisdium minutissimum*, ADMI, *Cocconeis euglypta* CEUG -vista valvare -6000 ingrandimenti



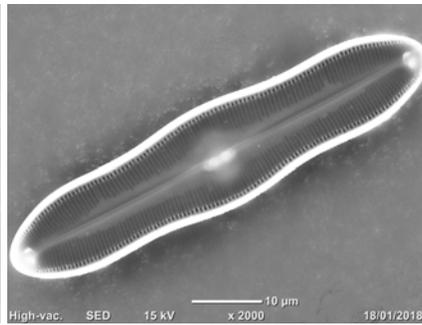
*Amphora lange-bertalotii var. tenuis* ALGT -vista valvare



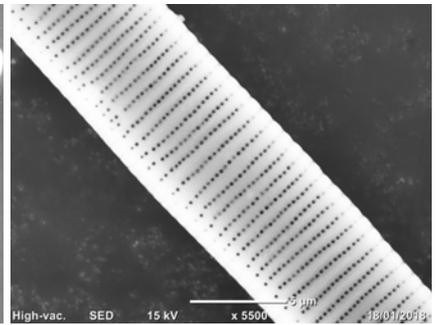
*Aulacoseira ambigua* AAMB -vista connettivale con il particolare delle spine corte e curvatura a destra delle areole -5500 ingrandimenti



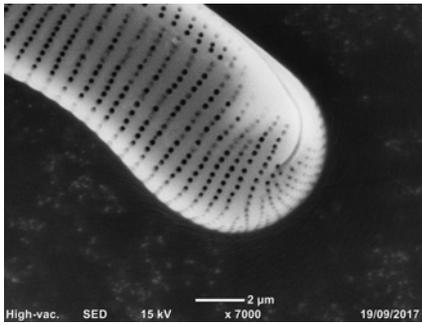
*Caloneis fontinalis* CFON -vista valvare -4400 ingrandimenti



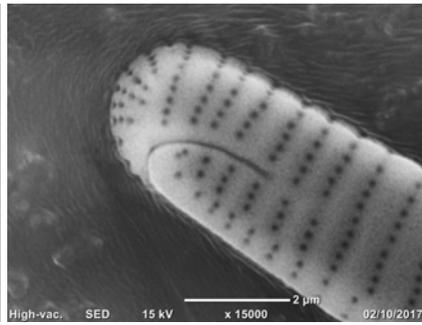
*Caloneis silicula* CSIL -vista della valva interna con le evidenze delle terminazioni centrali e terminali del rafe -2000 ingrandimenti



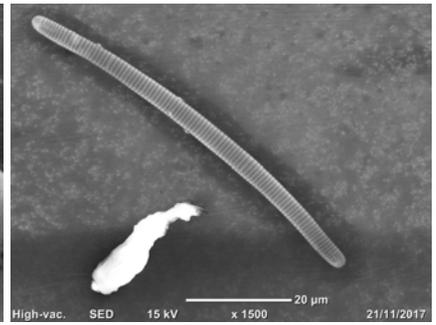
*Eunotia arcubus* EARB -vista valvare, particolare delle striae uniseriate nella porzione centrale della valva -5500 ingrandimenti



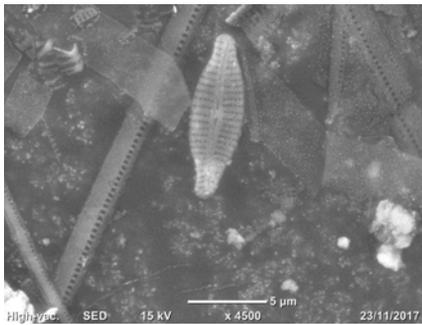
*Eunotia arcubus* EARB -vista valvare, particolare della terminazione della valva, visibili le striae e la chiusura del canale del rafe -7000 ingrandimenti



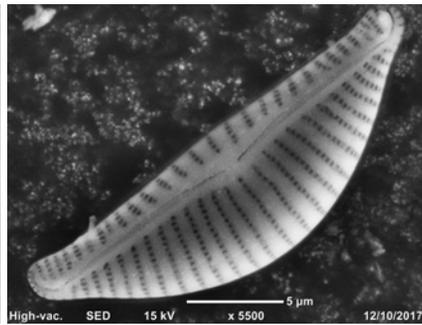
*Eunotia bilunaris* EBIL -vista valvare, particolare della terminazione della valva, visibili le striae e la chiusura del canale del rafe -15000 ingrandimenti



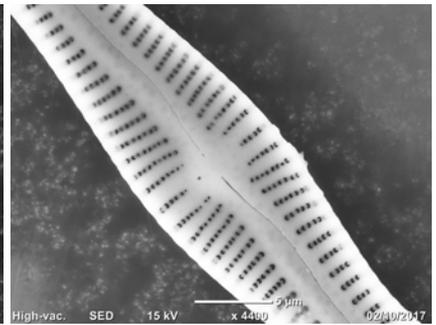
*Eunotia bilunaris* EBIL -vista valvare -1500 ingrandimenti



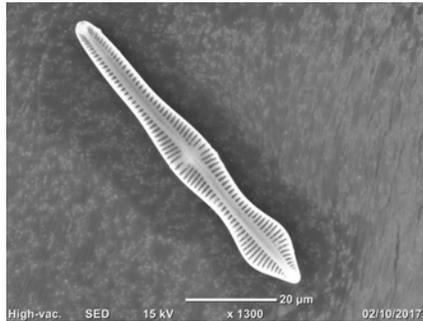
*Encyonopsis minuta* ECPM -vista valvare -4500 ingrandimenti



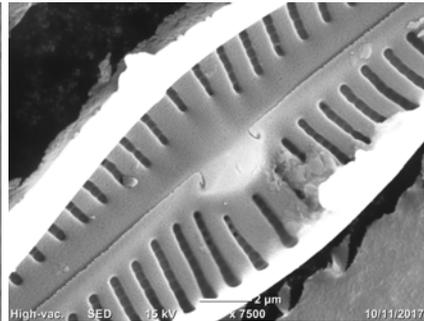
*Encyonema ventricosum* ENVE -vista valvare, con evidenza delle disposizioni delle striae, dello stigma, del canale del rafe -5500 ingrandimenti



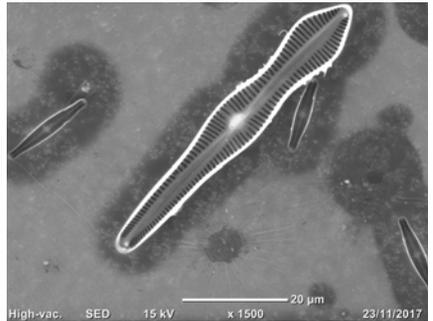
*Gomphonema brebissonii* GBRE -ingrandimento della porzione centrale della valva in vista valvare, visibile l'andamento ondulato del rafe e lo stigma -4400 ingrandimenti



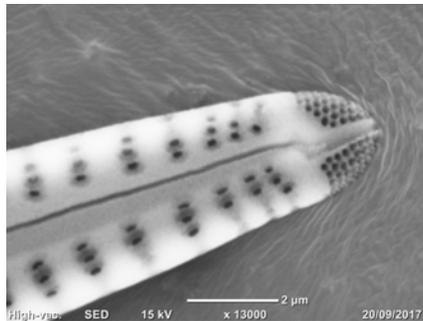
*Gomphonema brebissonii* GBRE -vista valvare -1300 ingrandimenti



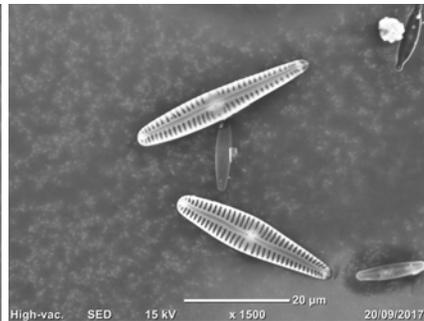
*Gomphonema brebissonii* GBRE -vista valvare, particolare della valva vista dall'interno, evidenti le terminazioni centrali del rafe e forma e disposizione delle strie -7500 ingrandimenti



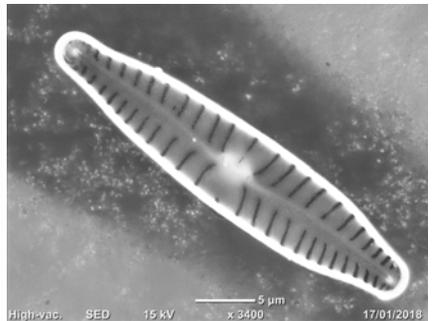
*Gomphonema brebissonii* GBRE -vista valvare, forme, terminazioni del rafe e striae come appaiono osservate dal suo interno -1500 ingrandimenti



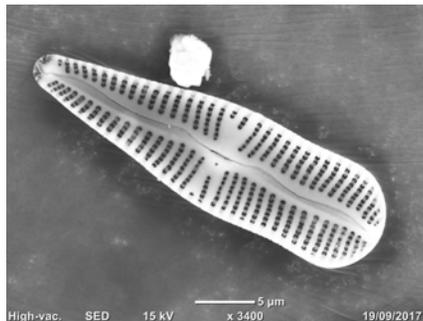
*Gomphonema pumilum* GPUM -vista valvare, particolare dei pori apicali all'estremità inferiore della valva -13000 ingrandimenti



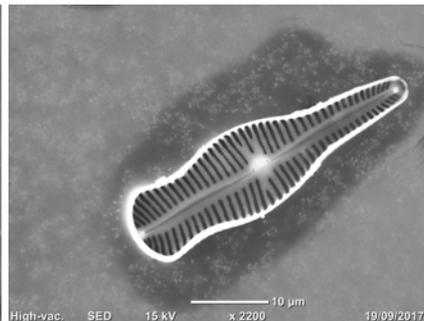
*Gomphonema pumilum* GPUM -vista valvare -1500 ingrandimenti



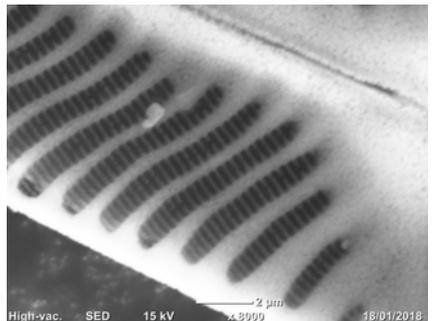
*Gomphonema sarcophagus* GSAR -vista valvare, valva osservata dal suo lato interno -3400 ingrandimenti



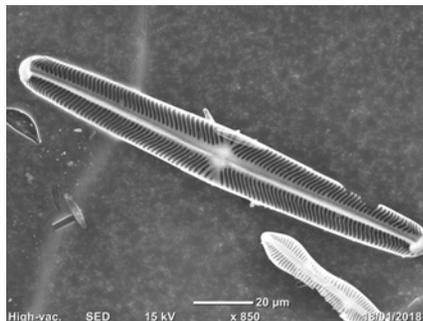
*Gomphonema truncatum* GTRU -vista valvare -3400 ingrandimenti



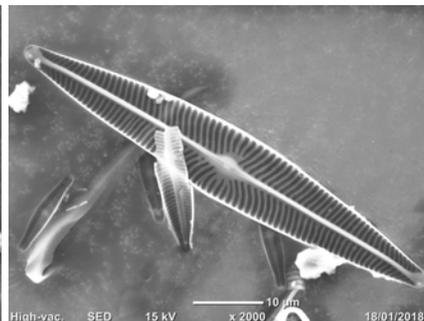
*Gomphonema truncatum* GTRU -vista valvare, valva osservata dal suo lato interno -2200 ingrandimenti



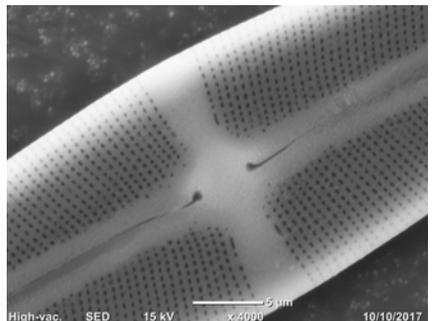
*Navicula oblonga* NOBL -vista valvare, dettaglio delle striae centrali -8000 ingrandimenti



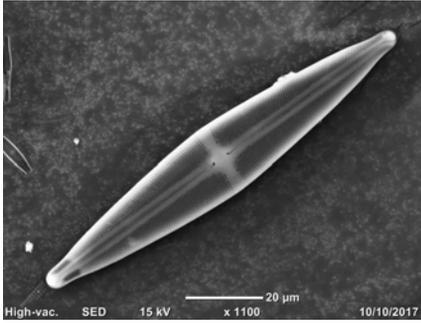
*Navicula oblonga* NOBL -vista valvare -850 ingrandimenti



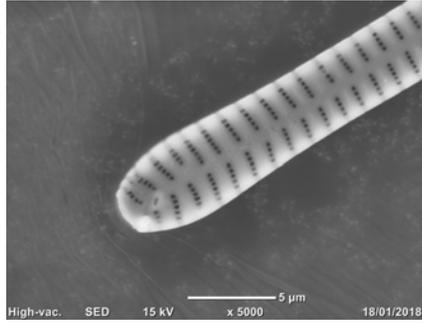
*Navicula radiosa* NRAD -vista valvare -2000 ingrandimenti



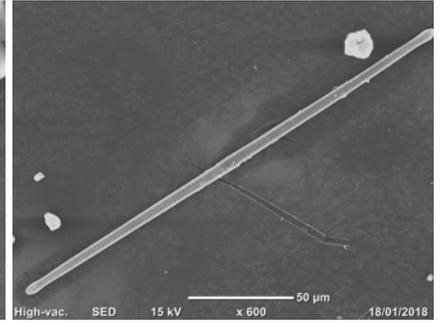
*Stauroneis gracilis* SGRC -vista valvare, particolare dell'area centrale, disposizione delle striae, delle terminazioni del rafe e della fascia centrale a forma di fiocco -4000 ingrandimenti



*Stauroneis gracilis* SGRC -vista valvare -1100 ingrandimenti



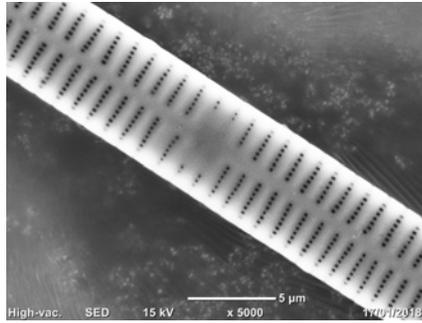
*Ulnaria biceps* UBIC -vista valvare, particolare della terminazione della valva -5000 ingrandimenti



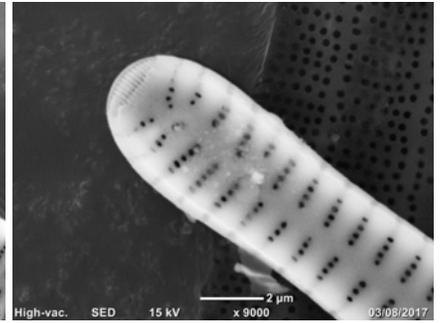
*Ulnaria biceps* UBIC -vista valvare -600 ingrandimenti



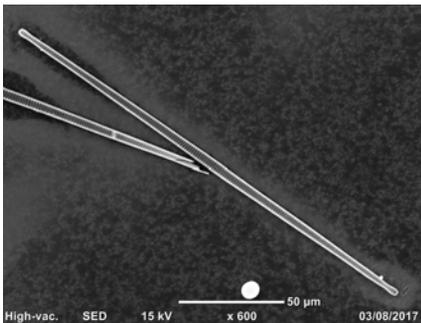
*Ulnaria capitata* UCAP -vista valvare -500 ingrandimenti



*Ulnaria danica* UDAN -vista valvare, particolare dell'area centrale, forma e disposizione delle strie e della fascia rettangolare -5000 ingrandimenti



*Ulnaria danica* UDAN -vista valvare, particolare dell'estremità della valva con i pori apicali -9000 ingrandimenti



*Ulnaria danica* UDAN -vista valvare -600 ingrandimenti

# LA BIODIVERSITÀ, L'UNESCO, IL PROSECCO E LA QUALITÀ AMBIENTALE

**Maurizio Guido Paoletti<sup>1</sup> e Federico Gavinelli<sup>2\*</sup>**

*1. Università di Padova, Italia*

*2. DAFNAE, Department Agronomy, Food, Natural Resources, Animals, Environment, Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Italia*

*\* Referente per la corrispondenza: E-mail: federico.gavinelli@gmail.com*

*Pervenuto il 22.3.2023; accettato il 22.4.2023*

## RIASSUNTO

L'entrata del territorio delle Colline del Prosecco di Conegliano e Valdobbiadene nell'elenco dei Patrimoni mondiali UNESCO risulta un'occasione per consacrare, confermare e preservare nel tempo un territorio che viene gestito da anni come estesa area di produzione tra le più redditizie nell'ambito vitivinicolo veneto ed italiano garantendone la tipicità e il terroir stesso. Si ritiene però necessario porre ulteriore attenzione alle caratteristiche naturalistiche e ambientali necessarie per una viticoltura più sostenibile relazionandosi a queste tematiche in modo più approfondito ed oculato, riconoscendo il valore e la potenzialità della biodiversità e del paesaggio come fattori attivi della produzione. Una conduzione agronomica più sostenibile è possibile tramite l'utilizzo di metodi innovativi su questo territorio al fine di ridurre gli eventi di erosione del suolo e la perdita di biodiversità e dei servizi ecosistemici. Lo studio continuo degli ecosistemi, anche utilizzando bioindicatori, e la conoscenza e possibile scoperta di sempre nuovi endemiti possono accrescere e caratterizzare in modo più diretto il valore del *terroir* ed il valore intrinseco del prodotto stesso.

PAROLE CHIAVE: bioindicatori / sostenibilità / agroecologia / viticoltura / suolo / servizi ecosistemici / lombrichi

## ABSTRACT: Biodiversity, UNESCO, Prosecco and environmental quality

The entry of the Prosecco Hills of Conegliano and Valdobbiadene into the list of UNESCO World Heritage Sites is an opportunity to consecrate, confirm and preserve over time a region that has been managed for years as an extensive wine production among the most profitable in the Veneto and Italian wine-growing area, guaranteeing its typicality and the terroir itself. However, paying further attention to the natural and environmental characteristics is necessary for a more sustainable viticulture by relating to these issues more in-depth and prudently, recognizing the value and potential of biodiversity and the landscape as active factors in production. More sustainable agronomic management through innovative methods would guarantee a decrease in soil erosion, biodiversity loss, and ecosystem services. The continuous study of ecosystems adopting bioindicators and the knowledge and possible discovery of ever-new endemics can increase and characterize in a more direct way the terroir's value and the product's intrinsic value.

KEYWORDS: bioindicators / sustainability / agroecology / viticulture / soil / ecosystem services / earthworms

## INTRODUZIONE

Le Colline del Prosecco di Conegliano e Valdobbiadene dal 2019 sono presenti nella lista del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO (UNESCO, 2019). Quest'evento è sicuramente un'occasione per consacrare, confermare e preservare nel tempo un territorio che viene gestito da anni come estesa area di produzione tra le più redditizie

nell'ambito vitivinicolo veneto ed italiano. Il riconoscimento come sito UNESCO risulta di importanza fondamentale per salvaguardare il peculiare settore produttivo che rappresenta. Tale scelta implica l'intento di salvaguardare anche gli aspetti ambientali del territorio e la biodiversità. Pertanto il riconoscimento dell'UNESCO, che

comporta indubbiamente ricadute economiche positive, dovrebbe allo stesso tempo stimolare una discussione globale sulle strette relazioni e connessioni esistenti tra ambiente produttivo ed ambiente naturale e biodiversità.

In Italia, precedenti a questa iniziativa relativa alle Colline del Prosecco, ritroviamo solamente i

riconoscimenti UNESCO delle aree vitivinicole delle Langhe-Roero e del Monferrato in Piemonte (per il Barolo e Barbera) e della Val d'Orcia in Toscana (per il Montepulciano). Tale scelta garantisce la tipicità di queste aree –sottolineando la produzione vitivinicola– e del *terroir*, ma si ritiene necessario porre ulteriore attenzione alle caratteristiche naturalistiche e ambientali necessarie per una viticoltura più sostenibile. Per fare ciò bisognerebbe relazionarsi a queste tematiche in modo scientifico più approfondito ed oculato, riconoscendo il valore e la potenzialità della biodiversità e del paesaggio come fattori attivi della produzione.

Sebbene per questo territorio veneto siano stati formalizzati vari organi che dovrebbero orientare e dirigere questa iniziativa, incluso un comitato scientifico, si ha tuttavia l'impressione che questi organi deputati alla gestione del sito UNESCO abbiano una conoscenza solo aneddotica delle questioni relative a biodiversità, ambiente e sostenibilità e che, pertanto, i ripetuti richiami ad esse all'interno dei documenti prodotti abbiano una finalità prevalente di *greenwashing*.

## L'AREA DEL PROSECCO

L'area delle Colline del Prosecco di Conegliano e Valdobbiadene si estende sulle Prealpi venete e colli subalpini caratterizzati da un sistema geomorfologico a *hogback* che fornisce un distintivo carattere montano, con viste panoramiche e un paesaggio organicamente evoluto e continuo composto da vigneti, boschi, piccoli villaggi e agricoltura. Dal XVII secolo, l'uso diffuso dei ciglioni (terrazzi erbosi usati per coltivare zone con forti pendenze) ha creato un caratteristico motivo a scacchiera con file parallele e verticali ai pendii. Nell'Ottocento si sviluppò l'impianto del vigneto a losanghe detto *a bellussera* che ha

contribuito ulteriormente all'estetica del paesaggio. Gli appezzamenti dedicati ai vigneti, impiantati sui ciglioni, convivono con boschetti, siepi e filari di alberi che fungono da corridoi di collegamento tra i diversi habitat; peraltro negli ultimi anni gli spazi dei boschi si vanno di molto restringendo.

Nonostante mutazioni periodiche e sfide poste da parassiti, guerre, povertà e industrializzazione della viticoltura, molti degli attributi come i vigneti, i ciglioni e gli elementi architettonici si dimostrano in buono stato di conservazione e sono stati mantenuti lembi di bosco sebbene il paesaggio e la sostenibilità dell'ecosistema potrebbe essere vulnerabile a cambiamenti irreversibili dovuti alle pressioni della produzione di Prosecco all'interno di un mercato globale in crescita.

L'insieme dei processi naturali e antropici ha plasmato e modellato il paesaggio ma l'intensività delle attività umane di produzione può interferire enormemente sulla conservazione del suolo, delle acque e, più in generale, sulla naturalità del territorio e sulla tipicità stessa. Occorre porre attenzione costante sui fattori che

possono entrare in conflitto con il patrimonio naturale dell'area e discutere nello stesso tempo dei concetti chiave legati ad uno stile di produzione agronomica che sia il più possibile sostenibile.

## DISCUSSIONE

I concetti di base per lo **sviluppo sostenibile di un'area a conduzione vitivinicola** su cui



**Fig. 1.** Profilo di suolo presso il Monte Cesen, Valdobbiadene. La presenza di *Eophila crodabepis*, in particolare, può favorire la formazione di un *mull* forestale (Gavinelli *et al.*, 2018).



**Fig. 2.** *Eophila crodabepis* (Paoletti *et al.*, 2018): lombrico endemico profondo scavatore di grandi dimensioni (30-50 cm) della zona del prosecco D.O.C. (Gavinelli *et al.*, 2016).

iniziare ad avviare una disanima sono: **biodiversità, suolo, grotte e vegetazione.**

Per **biodiversità** (Wilson, 1988; Paoletti *et al.*, 1988) si intende la somma di tutta la varietà delle specie viventi –animali,

vegetali e microorganismi– che coesistono in un luogo. È il risultato di una colonizzazione che si è sviluppata nel tempo geologico soprattutto per le specie che vivono nel suolo o addirittura all'interno delle grotte che caratterizzano una

parte consistente dell'area di cui parliamo. Circa l'80% delle specie di invertebrati è di origine orientale (principalmente di provenienza balcanica) e alcune di esse, considerate endemiche per l'area, sono addirittura di origine asiatica (Paoletti, 1978). Varrebbe la pena quindi proteggere questi endemiti che possono sottolineare e caratterizzare in modo diretto il livello della sostenibilità delle aziende agricole che ulteriormente accrescerebbero il concetto di *terroir* ed il valore intrinseco del prodotto stesso.



**Fig. 3.** *Octodrilus zicsiniello* (Csuzdi *et al.*, 2019): lombrico endemico profondo scavatore (20-30 cm), presente nella zona del prosecco.



**Fig. 4.** *Octodrilus complanatus*, lombrico profondo scavatore (20-35 cm) a vasta distribuzione.



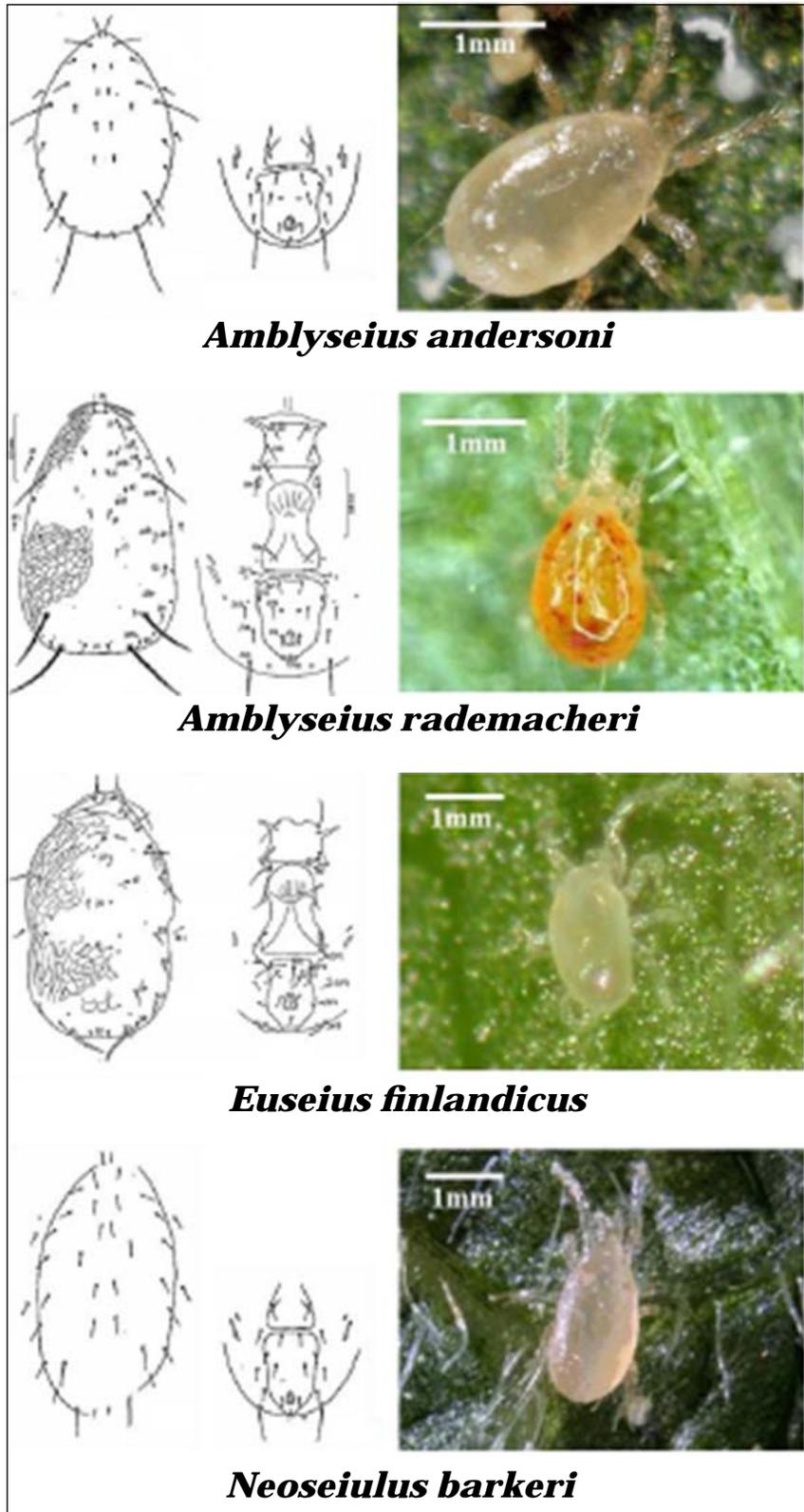
**Fig. 5.** *Lumbricus terrestris* (25-35 cm) lombrico profondo scavatore ad ampia distribuzione, Cartizze, Valdobbiadene. La specie produce gallerie prevalentemente verticali e ha un ruolo importante nell'interramento di lettiera ed altri piccoli residui di potatura. Nell'immagine centrale e in quella di destra si nota il visibile impatto sulla lettiera e sul suolo: ogni piccolo accumulo di residui di foglie e di frammenti di potatura corrisponde ad una galleria verticale di questa specie.

**I suoli** di queste aree, con le proprie e distintive caratteristiche fisico chimiche, si sono formati grazie all'interazione di batteri, funghi ed invertebrati del suolo e mostrano la presenza di una biodiversità e una tipicità esclusive. Il ruolo dei lombrichi ad esempio è di vitale importanza, in particolare quello di alcune specie di profondi scavatori di grandi dimensioni (25-40 cm) che, tramite l'attività di escavazione e riciclo della sostanza organica, permettono un aumento della porosità del suolo stesso, il miglioramento della ciclizzazione della sostanza organica e il sequestro di azoto e carbonio nel suolo, intervenendo in maniera consistente nella creazione dei suoli di tipo *mull* forestali (Gavinelli *et al.*, 2018) (Fig. 1). In quest'area del Prosecco, infatti, è stato possibile rilevare e descrivere due nuove specie endemiche: *Eophila crodabepis* ed *Octodrilus zicsiniello* (Fig. 2 e 3) (Paoletti *et al.*, 2016; Csuzdi *et al.*, 2018). Altre specie non endemiche di profondi scavatori come *Octodrilus complanatus*, *Lumbricus terrestris* ed *Eophila gestroi* (Gavinelli *et al.*, 2018) possono essere molto utili (Fig. 4, 5 e 6).

Proteggere i suoli evitando il più possibile le lavorazioni meccaniche, il calpestamento e i trattamenti fitosanitari, e la semplifica-



**Fig. 6.** *Eophila gestroi* (20-40 cm) endogeo profondo (Paoletti *et al.*, 2013).



**Fig. 7.** Quattro specie più diffuse di acari *Phytoseiidae*, predatori di altri acari parassiti del vigneto in particolare di *Tetranychidae*. La presenza dei fitoseidi è legata ad ambienti con vegetazione (siepi e boschetti polifitici) (Gavinelli *et al.*, 2020).

zione dell'ambiente, può garantire una minore erosione dei suoli e evitare la conseguente perdita di sostanza organica e l'accumulo di residui di fungicidi, erbicidi o insetticidi (Paoletti, 2002; Paoletti, 2006; Fusaro *et al.*, 2018; Stellin *et al.*, 2018).

Le **grotte** sono presenti in gran numero nell'area collinare e prealpina. Esse ospitano una comunità di invertebrati molto diversificata, all'interno della quale si annovera una quarantina di specie endemiche, esclusive per l'area (Paoletti, 1977; 1978).

**L'inquinamento** del suolo e delle acque possono danneggiare questi organismi in maniera pesante (Paoletti *et al.*, 2009).

**Vegetazione: boschi e siepi.** La copertura degli interfilari dei vigneti con vegetazione spontanea o utilizzando mix di sementi di piante erbacee locali, la presenza di boschetti polifiti e siepi, dove possibile complesse (con strato erbaceo, arbustivo e arboreo), sono pratiche che possono favorire l'insediamento e la sopravvivenza di predatori e parassitoidi naturali competitori dei parassiti dei vigneti, come possono esserlo gli acari fitoseidi, i lelapidi ed alcuni coleotteri (Fig. 7, 8 e 9). Sarebbe altresì utile garantire la presenza di impollinatori ed in-

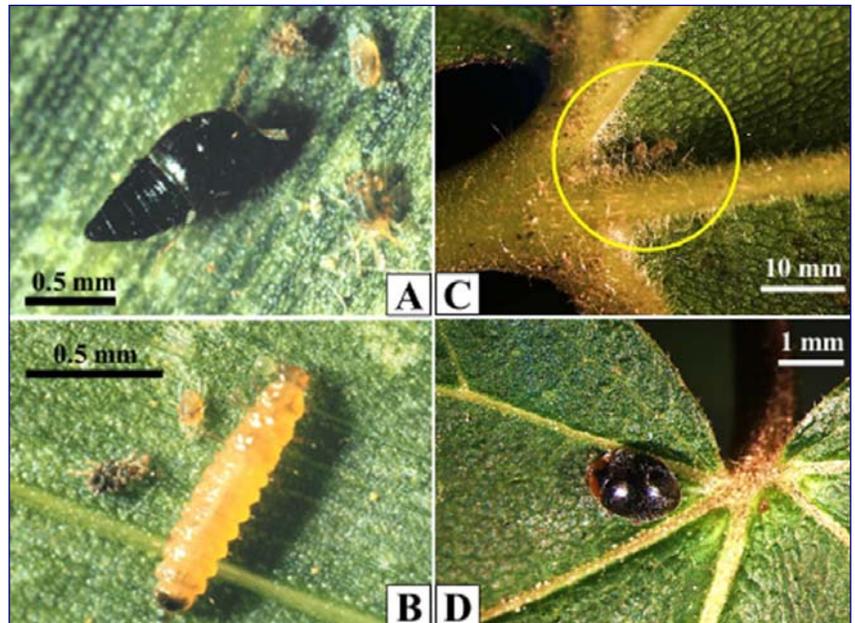
setti glicifagi che possono apportare particolari enzimi, entrare nel processo di fermentazione delle uve e caratterizzare il **terroir** del vino stesso (Foroni *et al.*, 2016; Gavinelli *et al.*, 2020).

**CONCLUSIONI**

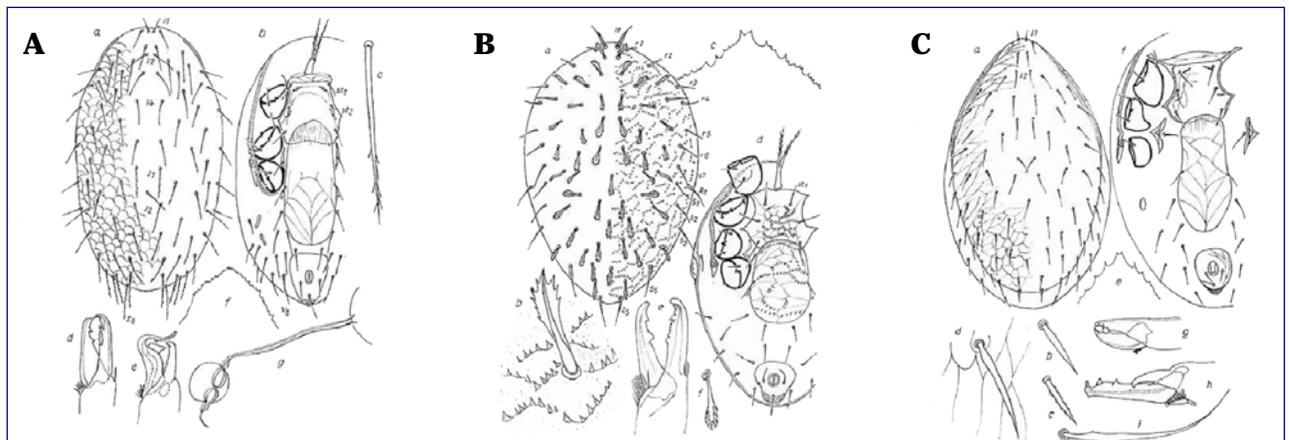
**Cosa fare?**

Promuovere ricerche **on-farm** sulla caratterizzazione delle aziende agricole coinvolte, tramite la parte-

cipazione attiva dei produttori e impostando con loro pratiche di conservazione e miglioramento della sostenibilità dei vigneti nel paesaggio, procedendo su tre pilastri della sostenibilità: ambientale, economica e sociale aprendo ed estendendo la ricerca anche ad altre possibili risorse e vitigni. Risulta necessario infine studiare e monitorare la sostenibilità ambientale delle gestioni agronomiche tramite l'impiego di efficienti bioindicatori (Paoletti,



**Fig. 9.** *Oligota flavicornis* (Coleoptera: Staphylinidae) adulto (A) e la relativa larva (B). Ingrandimento di acari predatori (C) e esemplare di *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) (D). Tali predatori vivono nei vigneti e possono svernare in siepi o boschi (Gavinelli *et al.*, 2020).



**Fig. 8.** Tre specie di *Hypoaspis* (Mesostigmata: Lelapidae predatori (Karg, 1987). **A:** *H. (Geolaelaps) pinnae*, **B:** *H. (Cosmolaelaps) aciphila*, **C:** *H. (Cosmolaelaps) lingua*; figure da Karg, 1987 (Gavinelli *et al.*, 2020).

2002; Paoletti, 2006; Paoletti *et al.*, 2013; Sommaggio e Paoletti, 2018; Fusaro *et al.*, 2018); per una visione generale si invita alla visione del video Paoletti, 2012, *I lombrichi per un'agricoltura sostenibile* e Paoletti, 2015 *VeneTerroir - maggior biodiversità per un miglior vino*.

### Cosa non fare!

Occupare tutti gli spazi disponibili con vigneti sottovalutan-

do gli inconvenienti della monocultura è un azzardo che rischia di accrescere il degrado del paesaggio, l'erosione, le frane, la sparizione di specie endemiche con la distruzione delle popolazioni di lombrichi profondi scavatori essenziali al mantenimento di suoli fertili.

Un enoturismo istruito richiede un paesaggio godibile e ricco di diversità, di biodiversità.

I produttori devono essere custodi attenti del patrimonio di biodiversità e di resilienza che hanno ereditato dal passato e devono evitare i luoghi comuni pubblicitari pretestuosi e mendaci.

Non possiamo dimenticare, infine, l'insegnamento di Andrea Zanzotto, di David Attenborough e di David Pimentel che da queste parti hanno vissuto o sono passati.

## BIBLIOGRAFIA

- Csuzdi C., Szederjesi T., Fernandez Marchán D., De Sosa I., Gavinelli F., Dorigo L., Pamio A., Dreon A.L., Fusaro S., Moretto E., Paoletti M.G., 2018. DNA Barcoding of the Italian anecic *Octodrilus* species with description of *Oc. zicsiniello* sp. nov. (Clitellata, Megadrili). *Zootaxa* 4496 (1): 43. DOI: 10.11646/zootaxa.4496.1.5.
- Foroni F., Vignando M., Aiello M., Parma V., Paoletti M.G., Squartini A., Rumiat R.I., 2017. The smell of terroir! Olfactory discrimination between wines of different grape variety and different terroir, *Food Quality and Preference*. **58**: 18-23. ISSN 0950-3293, <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.12.012>.
- Fusaro S., Gavinelli F., Lazzarini F., Paoletti M.G., 2018. Soil Biological Quality Index based on earthworms (QBS-e). A new way to use earthworms as bioindicators in agroecosystems. *Ecological Indicators*. Vol. **93**: 1276-1292. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.007>
- Gavinelli F., Fusaro S., Ivan D., Ragusa S., Paoletti M.G., 2020. Unpredicted ecological and ecosystem services of biodiversity. Spontaneous vegetation, hedgerows, and maple trees as useful landscape components to increase predatory mite population in agroecosystems. *Applied Soil Ecology*, **154**, 103584, ISSN 0929-1393, <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103584>.
- Gavinelli F., Barcaro T., Dorigo L., Dreon A.L., Toniello V., Pamio A., Csuzdi Cs., Blakemore R., Squartini A., Moretto E., Fernandez Marchan D., De Sosa I., Nicolussi G., Paoletti M.G., 2018. Importance of the large deep-burrowing and anecic earthworms in forested and cultivated areas (especially vineyards) of the North-Eastern Italy. *Applied Soil Ecology*. Vol. **123**: 751-774. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.07.012>.
- Paoletti M.G., Blakemore R.J., Csuzdi C., Dorigo L., Dreon A.L., Gavinelli F., Lazzarini F., Manno N., Moretto E., Porco D., Ruzzier E., Tonello V., Squartini A., Concheri G., Zanardo M., Alba-Tercedor J., 2016. Barcoding *Eophila crodabepis* sp. nov. (Annelida, Oligochaeta, Lumbricidae), a large stripy earthworm from alpine foothills of Northeastern Italy similar to *Eophila tellinii* (Rosa, 1888). PLOS ONE, 11(3):e0151799. DOI: 10.1371/journal.pone.0151799.
- Paoletti M.G., Sommaggio D., Fusaro S., 2013. Proposta di Indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS-e) basato sui Lombrichi e applicato agli Agroecosistemi. *Biologia Ambientale* **27** (2): 25-43.
- Paoletti M.G., Celi M., Cipolat C., Tisat L., Faccio A., Del Re A.A.M., Bocelli R., 2009. Cave dwelling invertebrates: possible bioindicators of cave pollution, an Italian case. *Contrib. Nat. Hist.* **12**: 1029-1047.
- Paoletti M.G., Stinner B.R. Lorenzoni G.G. 1988. *Agricultural Ecology and Environment*. Elsevier, 636 pp.
- Paoletti M.G., 2006. *Uomo ed Ambiente. Biodiversità, bioindicatori ed organismi geneticamente modificati. Biologia Ambientale*, **20** (2): 87-95.
- Paoletti M.G., 2002. La Biodiversità negli agroecosistemi e bioindicatori di qualità ambientale. *Urbanistica*, **118**: 116-122.
- Paoletti M.G., 1978. Cenni sulla fauna ipogea delle Prealpi Bellunesi e colli subalpini. *Le grotte d'Italia*, **4** (7): 45-198.
- Paoletti M.G., 1977. Problemi di biologia del suolo in relazione allo studio di alcuni Catopidae delle Venezie. *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*, **30**: 35-64.
- Sommaggio D., Paoletti M.G., 2018. *Gli invertebrati come bioindicatori di un paesaggio sostenibile*. Manuale. Webster, Libreria Universitaria. Padova. pp.278. ISBN: 886292934X.
- Stellin, F., Gavinelli, F., Stevanato, P., Concheri, G., Squartini A., Paoletti, M.G., 2018. Effects of different concentration of glyphosate (Roundup 360®) on earthworms (*Octodrilus complanatus*, *Lumbricus terrestris* and *Aporrectodea caliginosa*) in vineyards in the North-East of Italy. *Applied Soil Ecology*, **123**: 802-808. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.07.028>.
- UNESCO, 2019. *Decisions adopted during the 43<sup>rd</sup> session of the World Heritage Committee Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage world heritage committee*. Forty-third session, Baku, Republic of Azerbaijan. 30 June - 10 July 2019. WHC/19/43.COM/18. Paris, 23 July 2019. pp.345
- Wilson E.O. 1988. *Biodiversity*. National Academy of Sciences, 488 pp.

# Monitoraggio dell'impatto dell'arrampicata sportiva nel Parco Naturale Regionale della Gola della Rossa e di Frasassi (Italia centrale): suggerimenti gestionali

**Alessandra Piccinini**

*Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università degli studi di Siena, 53100, Siena.*

*E-mail: alessand.piccinini@student.unisi.it*

*Pervenuto il 19.3.2023; accettato il 19.5.2023*

## Riassunto

L'arrampicata sportiva sta diventando negli ultimi anni uno sport sempre più praticato e apprezzato. Questa attività ricreativa si svolge spesso in aree naturali protette, come nel caso del Parco Naturale Regionale della Gola della Rossa e di Frasassi (Marche). Gli impatti ambientali dell'arrampicata sportiva sono stati considerati in diversi studi e vanno dal calpestio di specie vegetali all'utilizzo del "gesso da arrampicata" con diverse implicazioni di tipo ecologico. In questo caso è stato preso in considerazione l'impatto ai piedi delle falesie sulla vegetazione (per calpestio) e sulle specie ornitiche (disturbo alla nidificazione). Nello specifico si propone un metodo esperto basato sulla valutazione delle aree più frequentate, quindi soggette ad un uso più intensivo, assumendo questa variabile come *proxy* di disturbo da fruizione ed ottenendo così una graduatoria utile a individuare i siti prioritari da monitorare. Si suggeriscono quindi delle metodologie per il monitoraggio delle specie vegetali e dell'avifauna presenti, potenzialmente impattate. Tra le misure da attuare nelle aree prioritarie rientra la comunicazione finalizzata alla sensibilizzazione dei fruitori del sito.

PAROLE CHIAVE: calpestio / nidificazione / disturbo / vegetazione / area protetta

## Monitoring the impact of sport climbing in Natural Regional Park of Gola della Rossa and Frasassi (Central Italy): suggestions for management

Sport climbing is becoming in recent years an increasingly popular sport. This recreational activity often takes place in protected natural areas, such as the Natural Regional Park of Gola della Rossa and Frasassi (Marche). The environmental impacts of sport climbing have been considered in several studies and range from the trampling of plant species to the use of "climbing chalk" with different ecological implications. In this case, the impact at the foot of the cliffs on vegetation (by trampling) and on bird species (disturbance on nesting) was taken into account. Specifically, an expert-based method for assessment of the most frequented areas is proposed, therefore subject to more intensive use, in order to establish priorities for actions. Methodologies for monitoring plant species and birds present, potentially impacted, have been suggested. In conclusion, it is essential to sensitize the users of the site.

KEYWORDS: trampling / nesting / disturbance / vegetation / protected area

## INTRODUZIONE

Le aree naturali protette nascono allo scopo di conservare e valorizzare la biodiversità di un territorio. Le attività antropiche che possono generare pressioni sull'ambiente naturale, causando il cambiamento degli ecosistemi e minacciando gli habitat sono estre-

mamente articolate e differenti in modalità e regime di manifestazione (Newbold *et al.* 2015; Vitousek *et al.* 1997). Tra queste rientrano le attività sportive, come l'*hiking*, la progressione su vie ferrate, il *trail running* e l'arrampicata, condotte in ambienti montani su specifiche

tipologie ecosistemiche (es., falesie). Se queste attività, da un lato generano disturbo alle comunità biologiche, dall'altro contribuiscono al benessere fisico e sociale e rappresentano un approccio utile a usufruire dei servizi ecosistemici culturali offerti da questi sistemi

ambientali (Cordell, 2015). Attraverso un'adeguata gestione delle aree protette è possibile conciliare i due aspetti (impatto ecologico e opportunità sociale) e limitare gli impatti sulle componenti ambientali sensibili.

L'arrampicata sportiva in particolare si è evoluta negli ultimi cento anni passando da sport di nicchia ad attività popolare (deCastro-Arrazola *et al.*, 2021). Sempre più persone sono attratte da questo sport, incluso nei Giochi Olimpici di Tokio 2020 (Bogges *et al.*, 2021), e si prevede un aumento del numero di *climbers* nei prossimi anni. Tale attività si presenta sia come sport indoor, in palestre appositamente attrezzate, sia come sport outdoor, su pareti rocciose (F.A.S.I., 2019).

Ci sono diverse tipologie di arrampicata su roccia: nello specifico, quella sportiva prevede la scalata naturale lungo pareti rocciose. Queste sono già provviste di ancoraggi metallici, installati con un trapano, che permettono l'utilizzo di un sistema di moschettoni ed una corda al fine di assicurarsi dalla caduta (F.A.S.I., 2019). Mediamente la distanza tra gli ancoraggi è di 2 m e la lunghezza massima della progressione non supera i 40 m. La parete rocciosa così attrezzata prende il nome di "via" ed il sito in cui è possibile praticare l'attività quello di "falesia" (Marrosu e Balvis, 2020).

Solitamente il passaggio da arrampicata in palestra a quella su roccia viene effettuato senza avere la consapevolezza del potenziale danno alla biodiversità presente nelle aree interessate. Questa mancanza potrebbe comportare una alterazione del sistema ambientale (ad es., una riduzione della ricchezza in specie animali e vegetali che caratterizzano gli habitat rupestri) (Burgin e Hardiman, 2012).

Oltre alle varie attrezzatu-

re necessarie, spesso viene anche utilizzato il gesso da arrampicata: il carbonato idrossido di magnesio ( $1-4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3-5\text{H}_2\text{O}$ ). Questo si presenta sotto forma di polvere bianca ed è impiegato anche in altre discipline sportive allo scopo di contenere la sudorazione delle mani e rendere la presa più efficace (Ropp, 2013; Shand, 2006).

Diversi studi si sono occupati di valutare l'impatto dell'arrampicata, concentrandosi sia sui danni causati alla vegetazione presente ai piedi della parete rocciosa e sulla "via" (Kuntz e Larson, 2006; Tessler e Clark, 2016; Vogler e Reisch, 2011), anche legato all'utilizzo del carbonato di magnesio idrossido (Hepenstrick *et al.*, 2020), sia per le specie ornitiche che popolano il sito (Covy *et al.*, 2019). Nonostante il crescente interesse da parte della comunità scientifica, non c'è ancora un metodo standardizzato per misurare tale impatto e di conseguenza gli studi effettuati suggeriscono risultati diversi tra loro (Bogges *et al.*, 2021). Tuttavia gli autori concordano sul fatto che il crescente sviluppo di questa disciplina sportiva possa, almeno in linea potenziale, rappresentare un disturbo per gli ecosistemi in questione (deCastro-Arrazola *et al.*, 2021).

L'obiettivo di questo lavoro è quello di proporre un sistema di valutazione rapida degli impatti conseguenti all'attività di arrampicata sportiva, così da poter suggerire azioni di mitigazione da parte dell'Ente parco. Nello specifico, si propone un metodo per l'identificazione a priori delle aree più frequentate nelle quali concentrare gli sforzi. Si suggeriscono, infine, alcuni approcci finalizzati al monitoraggio delle specie vegetali presenti ai piedi della parete e di quelle ornitiche localmente nidificanti.

## AREA DI STUDIO

Il Parco Naturale Regionale della Gola della Rossa e di Frasassi, nelle Marche, è presente nella Rete Natura 2000 come "Zona di Protezione Speciale" (ZPS IT5320017) e comprende due Siti di Interesse Comunitario (SIC) ovvero la Gola della Rossa (IT5320004) e la Gola di Frasassi (IT5320003) (Parco Naturale Gola della Rossa e di Frasassi, 2023). Il parco, con la sua estensione di 10.026 ha, è il più grande delle Marche (Fig. 1). L'area ospita una grande biodiversità tra cui 105 specie di uccelli nidificanti, 40 specie di mammiferi, 29 di rettili ed anfibi e 1250 specie vegetali (Parco Naturale Gola della Rossa e di Frasassi, 2023).

L'attività di arrampicata sportiva rappresenta l'unico elemento di criticità per l'habitat 8210 "Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica" (Regione Marche, 2007), protetto dall'Unione Europea con la Direttiva 92/43/CEE (Soriano *et al.*, 2012). In questa categoria di habitat troviamo la presenza di uccelli di importante valore ecologico e conservazionistico quali l'aquila reale (*Aquila chrysaetos*), il falco pellegrino (*Falco peregrinus*) ed il lanario (*Falco biarmicus*) (Angelini, 2007; Fasce P. e Fasce L., 2007). In particolare è da sottolineare che nella zona della Gola di Frasassi nidifica l'unica coppia di aquila reale della provincia di Ancona (Regione Marche, 2016). La nidificazione delle tre specie ornitiche menzionate è legata alle pareti rocciose e la problematica che maggiormente le affligge è appunto il disturbo arrecato ai siti di nidificazione dall'attività di arrampicata sportiva (Regione Marche, 2007).

Dal punto di vista botanico, in quest'area è presente *Moehringia papulosa*, specie endemica marchigiana, considerata in pericolo di estinzione (CR) secondo i criteri IUCN (Soriano *et al.*, 2012).

L'elevata biodiversità riscon-

trata concorre a rendere l'area di importante valore naturalistico.

In totale nel Parco sono presenti 20 falesie caratterizzate da un'altitudine che varia da 180 m a 800 m s.l.m. e da un numero di vie che va da 11 a 134 (Nardi, 2019).

## METODI

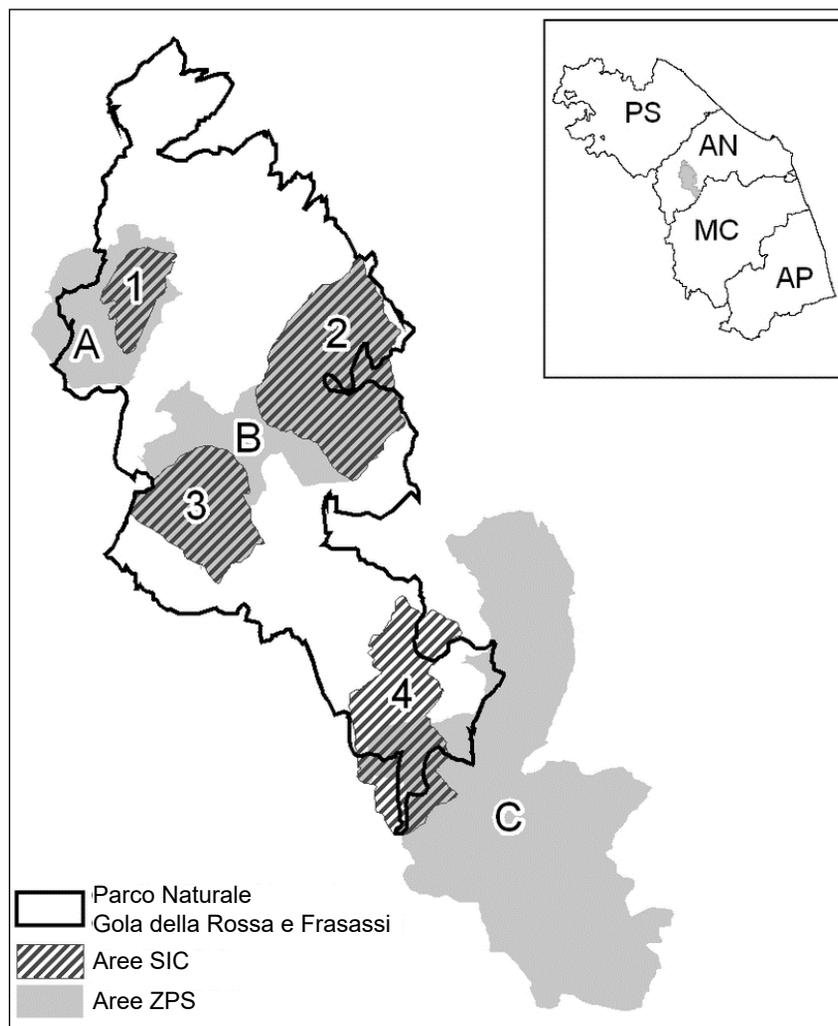
### Affollamento della falesia: valutazione del project team

Al fine di fornire una priorità nel monitoraggio dei vari siti di arrampicata, è possibile valutare a priori l'affluenza dei *climbers* alle falesie attraverso una procedura semplificata (Tab. I). In particolare i parametri che rendono una falesia potenzialmente più frequentata rispetto ad un'altra sono (i) l'avvicinamento, ovvero la distanza dall'inizio del sentiero alla parete rocciosa, (ii) la 'varietà' (difficoltà+numerosità) delle vie presenti, (iii) la 'qualità', valutata sullo stato della chiodatura e del substrato roccioso e (iv) l'esposizione cardinale. Per quanto riguarda l'avvicinamento, si assume che le falesie con minor tempo di avvicinamento saranno quelle maggiormente frequentate, poiché più facilmente raggiungibili. Per 'varietà' si intende l'eterogeneità nel grado di 'difficoltà' delle vie e la numerosità (numero di vie), assumendo che, in linea generale, un maggiore numero di vie mostri anche una variabilità maggiore nel grado di difficoltà disponibile. Infine, un'ulteriore distinzione può

essere effettuata sulla base dello stato della chiodatura e della roccia, intese nel loro complesso come variabile "qualità", supponendo che sia preferibile avere un buono stato di entrambe per poter definire buona le qualità di una falesia.

È stata considerata anche l'esposizione della parete al sole nel periodo di maggior affluenza, ossia in primavera-estate, quando la disponibilità di ombra e riparo sarà preferita dagli scalatori.

Ad ogni variabile è stato as-



**Fig. 1.** Rappresentazione del Parco Naturale Regionale della Gola della Rossa e di Frasassi con le relative SIC e ZPS (Biondi *et al.*, 2007).

**Tab. I.** Variabili utilizzate per la valutazione dell'affollamento delle falesie con i rispettivi punteggi.

|   | Avvicinamento       | Varietà               | Qualità                                   | Esposizione   |
|---|---------------------|-----------------------|---|---|
| 1 | Più di 20 minuti    | Meno di 20 vie        | Non buona                                 | Poco praticabile per la maggior parte del periodo considerato |
| 2 | Dai 10 ai 20 minuti | Tra le 20 e le 40 vie | Buona in alcuni punti e peggiore in altri | Praticabile principalmente in primavera e poco in estate      |
| 3 | Meno di 10 minuti   | Più di 40 vie         | Buona                                     | Praticabile durante tutto il periodo considerato              |

segnato un punteggio da 1 a 3, dove “1” rappresenta la condizione peggiore e “3” la migliore. I punteggi così assegnati vengono poi sommati in modo da ottenere un punteggio cumulativo per ogni falesia. Per quanto riguarda l’area di studio in esame i punteggi sono stati assegnati sia sulla base delle indicazioni presenti nella guida “Calcicare di Marca” (Nardi, 2019) sia grazie al contributo del *project team*, formato da quattro *climbers* fruitori delle falesie in esame. Il metodo esperto applicato per la valutazione rappresenta una metodologia rapida ed economica che permette di identificare le minacce considerate principali dal professionista. Per questo motivo tale approccio potrebbe essere affetto da bias derivati dalla soggettività

dell’esperto, che potrebbe valutare una minaccia come principale perché, ad esempio, più facilmente individuabile.

I punteggi delle diverse variabili considerate possono poi essere sommati aritmeticamente ottenendo un punteggio di Magnitudine totale di pressione potenziale (“bassa”, “media”, “alta”), seguendo un approccio di *threat analysis* (Tab. I) (Salafsky *et al.*, 2008; revisione in Battisti *et al.*, 2016).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Le falesie che mostrano i valori più elevati (>8) di Magnitudine totale di pressione potenziale sono risultate: Cagliostro, Castelletta, Chez maxime, Colle tordina, Falcioni, Falesia del tempietto, L’altromondo, La sbarra, Latifon-

do, Moai, Pontechiaradovo, Sulfuria e Valgiubola.

Tali falesie andrebbero considerate prioritarie e messe sotto osservazione da parte dell’Ente parco: su queste si potrebbero avviare progetti pilota di monitoraggio di eventuali impatti su alcune componenti target (es., vegetazione e uccelli nidificanti; cfr. paragrafo successivo) e di definizione di misure di mitigazione.

Inoltre, allo scopo di affinare la valutazione, due ulteriori variabili potrebbero essere considerate nella quantificazione della Magnitudine totale, ovvero la ‘bellezza’ del sito, cioè la caratterizzazione estetico-paesaggistica e la ‘accessibilità’, intesa come lo spazio disponibile ai piedi della parete dove poter sostare.

**Tab. II.** Elenco delle falesie con i relativi punteggi ottenuti per somma aritmetica.

| Falesia               | Avvicinamento | Qualità | Varietà | Esposizione | Magnitudine |
|-----------------------|---------------|---------|---------|-------------|-------------|
| Baffoni               | 1,5           | 2,5     | 1,5     | 2,5         | 8           |
| Cagliostro            | 1             | 2,6     | 2       | 2,7         | 8,3         |
| Castelletta           | 2,8           | 2,2     | 3       | 2,2         | 10,2        |
| Chez maxime           | 2,6           | 2,2     | 3       | 2,6         | 10,4        |
| Colle tordina         | 1,2           | 2,4     | 2       | 2,8         | 8,4         |
| Falcioni              | 1,6           | 2,6     | 2,8     | 2           | 9           |
| Falesia del picchio   | 2             | 2       | 1       | 2           | 7           |
| Falesia del tempietto | 2,2           | 2,2     | 1,6     | 2,6         | 8,6         |
| Gorgovivo             | 2             | 3       | 1       | 2           | 8           |
| L’altromondo          | 1             | 3       | 2,3     | 2,6         | 9           |
| La sbarra             | 3             | 2,8     | 2       | 2,6         | 10,4        |
| Latifondo             | 2,8           | 2,2     | 1,6     | 2,6         | 9,2         |
| Moai                  | 1             | 2,8     | 2,2     | 2,2         | 8,2         |
| Muro del lamento      | 1,5           | 2       | 2,5     | 2           | 8           |
| Ossario               | 1,3           | 2,3     | 1       | 1,6         | 6,3         |
| Pontechiaradovo       | 2,5           | 1,7     | 2       | 2           | 8,3         |
| Sollero               | 1,5           | 3       | 1       | 2,5         | 8           |
| Sulfuria              | 1,8           | 2,6     | 2,2     | 2,2         | 8,8         |
| The river             | 2             | 2       | 1       | 2,5         | 7,5         |
| Valgiubola            | 2,5           | 2       | 2       | 2,5         | 9           |

## Suggerimenti per futuri monitoraggi

### *Monitoraggio della vegetazione ai piedi della parete*

Per quanto riguarda l'impatto sulla vegetazione presente nel terreno sottostante la parete rocciosa, si propone di eseguire un'analisi dell'abbondanza/densità/copertura e della diversità delle specie vegetali, con comparazione tra aree scalate (aree 'trattamento') e non scalate (aree 'controllo') il più possibile comparabili tra loro. La metodologia prevede l'utilizzo di *plot* di ampiezza pari a 1 m<sup>2</sup> quando possibile, oppure 50 cm<sup>2</sup>, in base allo spazio disponibile, all'interno dei quali vengono quantificate le coperture di ciascuna specie (ad es., utilizzando una scala Braun-Blanquet: Wikum e Shanholtzer, 1978) e ottenendo poi le frequenze relative sul totale. Ciò potrà consentire di ottenere una serie di indici di ricchezza normalizzata (es., Margalef) e di diversità (es., Shannon-Wiener, Pielou, *evenness*) con possibilità di esplicitare spazialmente tali valori attraverso curve diversità/dominanza (es., Whittaker plots, k-dominance plots ecc; Magurran e McGill, 2010). Allo scopo di integrare nella valutazione l'eventuale presenza di specie aliene è possibile calcolare la loro ricchezza come percentuale, ottenuta dal numero di specie aliene diviso il numero totale di specie per ogni *plot* (Kuntz e Larson, 2006). Il monitoraggio dovrebbe essere ripetuto ogni 3-5 anni come proposto da Dagan *et al.* (2019) sulla base dell'affluenza al sito, verificata prima a priori poi sul campo. Oltre che consentire una comparazione tra le aree 'trattamento' e 'controllo', tali variabili di stato (legate alla diversità di specie vegetali) potranno essere correlate con quelle di pressione (numero e densità di

frequentatori, ecc.), seguendo un approccio PSIR (Pressioni, Stato, Impatto, Risposta), già applicato a studi di vegetazione (es., Masoudi e Amiri, 2015). Dunque nei siti in cui il punteggio di magnitudine ha rivelato una pressione potenziale "alta" l'approccio PSIR potrà essere utile allo scopo di valutare come varia l'impatto sulla vegetazione in base alle risposte adottate per ridurre la pressione.

### *Monitoraggio delle specie ornitiche*

Per quanto riguarda le specie ornitiche che nidificano sulle pareti interessate dalla arrampicata, il monitoraggio può essere effettuato attraverso protocolli di campionamento condotti nei siti a maggiore affluenza, il cui regime di campionamento dipenderà dagli obiettivi di ricerca (per un esempio, da maggio ad agosto, come proposto da Covy *et al.*, 2019). Le osservazioni andrebbero effettuate sia sull'abbondanza/diversità delle specie che sulla diversità (usando, ad esempio, 'curve di stress'; Magurran e McGill, 2010), così da valutare il disturbo generale e specifico. Queste valutazioni vanno poi associate al numero dei *climbers* presenti durante l'osservazione (indicatore di pressione).

Per quanto riguarda la nidificazione sugli strapiombi e sui tetti lungo la parete rocciosa il suo monitoraggio può coinvolgere gli scalatori che frequentano le falesie. La proposta è quella di includere i fruitori dei siti di arrampicata sportiva ed incentivarli a segnalare la presenza di eventuali nidi così da permettere la chiusura dell'area fino all'abbandono di questi.

## CONCLUSIONI

In conclusione si propongono le seguenti iniziative al fine di gestire al meglio l'impatto dell'arrampicata sportiva.

### *1. Identificare le aree più soggette all'impatto dell'arrampicata sportiva*

La valutazione dell'affluenza alle falesie permette di identificare a priori i siti maggiormente interessati da questa tipologia di disturbo antropogeno (in grado di arrecare stress a specie e comunità). Le variabili proposte potrebbero risultare idonee per questo tipo di analisi, ma è da considerare che non sono le sole a giocare un ruolo nella scelta da parte dei *climbers*. A tal proposito una validazione di questo approccio può essere opportuna, al fine di stabilire se ciò che è stato osservato corrisponde alla realtà.

### *2. Collaborazione con gli scalatori*

Al fine di ridurre gli impatti dati dall'affluenza massiccia alle aree è possibile creare una piattaforma digitale in cui essi possano comunicare agli altri scalatori lo stato di affluenza, così da invitarli a scegliere altre aree quando possibile e non sovraccaricare i siti. Allo stesso modo gli scalatori potrebbero notificare agli ornitologi professionisti e all'Ente gestore la presenza di eventuali nidi che comporterebbe la sola chiusura dei settori interessati, così da ridurre il disturbo per le specie ornitiche.

### *3. Sensibilizzazione e informazione*

Trovandosi all'interno di un'area naturale protetta, gli scalatori dovrebbero essere sensibilizzati alla tutela dell'ambiente che li ospita. Dal momento che la maggior parte dei *climbers* tendenzialmente frequenta un corso di arrampicata indoor prima di confrontarsi con l'arrampicata outdoor, questo potrebbe includere una lezione formativa, preferibilmente tenuta da un esperto del settore, sui comportamenti da tenere in falesia per quanto riguarda il rispetto dell'ambiente e delle specie presenti.

#### 4. Disincentivare la creazione di gruppi numerosi

Negli ultimi periodi si sta assistendo alla creazione di eventi a pagamento, organizzati in modo più o meno strutturato, che invitano gli scalatori a ritrovarsi in una data area per dedicare uno o più giorni all'arrampicata su

roccia. Questo tipo di iniziative determina un impatto maggiore, come calpestio o disturbo alla fauna, rispetto a piccoli gruppi indipendenti. Una corretta informazione e sensibilizzazione, come quella proposta precedentemente, potrebbe andare a ridurre questo trend. L'alternativa potrebbe es-

sere organizzare piccoli gruppi in periodi differenti così da non sovrapporre l'area.

#### Ringraziamenti

Si ringrazia la Professoressa Letizia Marsili per il supporto dato alla realizzazione di questo elaborato.

#### Bibliografia

- Angelini J., 2007. Lanario *Falco biarmicus*. In: Giacchini P. (a cura di). *Atlante degli Uccelli Nidificanti nella Provincia di Ancona*. Provincia di Ancona, IX Settore Tutela dell'Ambiente – Area Flora e Fauna: 98-99.
- Battisti C., Poeta G., Fanelli G., 2016. *An introduction to disturbance ecology*. Springer: 47-52.
- Biondi E., Galassi S., Pinzi M., Allegrezza M., Ventrone F., Angelini E., 2007. Individuation and comments of the habitats (Directive 92/43 /CEE) present in a central Apennines territory: The Regional Park of Gola della Rossa e di Frasassi. *Fitosociologia* **44**: 289-298.
- Boggess L. M., Harrison G. R., Bishop G., 2021. Impacts of Rock Climbing on Cliff Vegetation: A Methods Review and Best Practices (D. Rocchini ed.). *Applied Vegetation Science* **24**(2). doi: 10.1111/avsc.12583.
- Burgin S., Hardiman N., 2012. Extreme sports in natural areas: looming disaster or a catalyst for a paradigm shift in land use planning? *Journal of Environmental Planning and Management*, **55**: 921-940.
- Cordell H. K., 2015. *Outdoor Recreation Trends and Futures: A Technical Document Supporting the Forest Service 2010 RPA Assessment*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station.
- Covy N., Benedict L., Keeley W.H., 2019. Rock Climbing Activity and Physical Habitat Attributes Impact Avian Community Diversity in Cliff Environments. *PLOS ONE*, **14**(1): e0209557. doi: 10.1371/journal.pone.0209557.
- Dagan D.T., Sharp R.L., Walendziak N., 2019. Longitudinal Variation in Rock Climbing Impacts in the Red River Gorge Area of the Daniel Boone National Forest. *Journal of Forestry*, **117**(1): 9-12. doi: 10.1093/jofore/fvy056.
- deCastro-Arrazola I., March-Salas M., Lorite J., 2021. Assessment of the Potential Risk of Rock-Climbing for Cliff Plant Species and Natural Protected Areas of Spain. *Frontiers in Ecology and Evolution*, **9**: 611362. doi: 10.3389/fevo.2021.611362.
- F.A.S.I., 2019. Federazione Arrampicata Sportiva Italiana. Recuperato (<http://www.federclimb.it/1-arrampicata-sportiva/storia.html>).
- Fasce P., Fasce L., 2007. Stato delle ricerche sull'aquila reale in Italia. In: Magrini M., Perna P., Scotti M. (eds), *Aquila reale, lanario e Pellegrino nell'Italia peninsulare - stato delle conoscenze e problemi di conservazione*. Atti del Convegno, Serra San Quirico (Ancona), 26-28 marzo 2004. Parco regionale Gola della rossa e di Frasassi: 25-35.
- Hepenstrick D., Bergamini A., Holderegger R., 2020. The Distribution of Climbing Chalk on Climbed Boulders and Its Impact on Rock-dwelling Fern and Moss Species. *Ecology and Evolution*, **10**(20): 11362-11371. Doi: 10.1002/ece3.6773.
- Kuntz K. L., Larson D. W., 2006. Influences of Microhabitat Constraints and Rock-Climbing Disturbance on Cliff-Face Vegetation Communities. *Conservation Biology*, **20**(3): 821-832. doi: 10.1111/j.1523-1739.2006.00367.x.
- Magurran A.E., McGill B.J. (Eds.), 2010. *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. OUP Oxford.
- Marrosu G.M., Balvis T., 2020. Environmental Impact Assessment in Climbing Activities: A New Method to Develop a Sustainable Tourism in Geological and Nature Reserves. *Geoheritage*, **12** (1): 11-16. doi: 10.1007/s12371-020-00427-w.
- Masoudi M., Amiri E., 2015. A new model for hazard evaluation of vegetation degradation using DPSIR framework, a case study: Sadra Region, Iran. *Polish Journal of Ecology*, **63**(1): 1-9.
- Nardi M., 2019. *Calcere di marca*. Versante Sud: 106-222.
- Newbold T., Hudson L.N., Hill S.L.L., Contu S., Lysenko I., Senior R.A., Börger L., Bennett D.J., Choimes A., Collen B., Day J., De Palma A., Díaz S., Echeverria-Londoño S., Edgar M.J., Feldman A., Garon M., Harrison M.L.K., Alhousseini T., Ingram D.J., Itescu Y., Kattge J., Kemp V., Kirkpatrick L., Kleyer M., Laginha Pinto Correia D., Martin C.D., Meiri S., Novosolov M., Pan Y., Phillips H.R.P., Purves D.W., Robinson A., Simpson J., Tuck S.L., Weiher E., White H.J., Ewers R.M., Mace G.M., Scharlemann J.P.W., Purvis A., 2015. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, **520**(7545): 45-50. doi: 10.1038/nature14324.
- Regione Marche, 2007. *Piano di Gestione dei Siti Natura 2000 – P.S.R. Marche 2007-2013 Asse 3 Misura 3.2.3. Area di progetto n. 18 “Gola*

- della Rossa e di Frasassi" – ZPS IT5320017, SIC IT5320004 e SIC IT5320003.
- Parco Naturale Gola della Rossa e di Frasassi, 2023. L'area protetta. Recuperato (<https://parcogolarossa.it/area-protetta-3/>).
- Ropp R.C., 2013. Encyclopedia of the Alkaline Earth Compounds. Oxford: Elsevier.
- Salafsky N., Salzer D., Stattersfield A.J., Hilton-Taylor, C.R.A.I.G., Neugarten R., Butchart S.H., Wilkie D., 2008. A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology*, **22**(4): 897-911.
- Shand M. A., 2006. *The Chemistry and Technology of Magnesia*. Hoboken: Wiley.
- Soriano P., Estrelles E., Bianchelli M., Galìè M., Biondi E., 2012. Conservation aspects for chasmophytic species: Phenological behavior and seed strategies of the Central Apennine threatened endemism *Moehringia papulosa* Bertol. *Plant Biosystems*, **146**: 143-152.
- Tessler M., Clark T.A., 2016. The Impact of Bouldering on Rock-Associated Vegetation. *Biological Conservation*, **204**: 426-433. doi: 10.1016/j.biocon.2016.10.004.
- Vitousek P.M., Mooney H., Lubchenco J., Melillo J.M., 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science*, **277**: 494-499.
- Vogler F., Reisch C., 2011. Genetic Variation on the Rocks - the Impact of Climbing on the Population Ecology of a Typical Cliff Plant: Impact of Rock Climbing. *Journal of Applied Ecology*, **48**(4): 899-905. doi: 10.1111/j.1365-2664.2011.01992.x.
- Wikum D.A., Shanholtzer G.F., 1978. Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. *Environmental management*, **2**(4): 323-329.

# Il cinghiale (*Sus scrofa* L.) nella Riserva naturale “Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco” (Italia centrale): dati di cattura, caratterizzazione della popolazione ed indagine sulla macro-mammalofauna sintopica

Francesca Marini<sup>1\*</sup>, Alessandro Bianchi<sup>2</sup>, Maurizio Cutini<sup>2</sup>, Corrado Battisti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Città metropolitana di Roma Capitale, Servizio Aree protette Viale Giorgio Ribotta 41/43 – 00144 Roma; f.marini@cittametropolitanaroma.it; c.battisti@cittametropolitanaroma.it

<sup>2</sup> Università degli studi Roma Tre, Dipartimento di Scienze, viale Marconi, 446 – 00146 Roma; ale.bianchi19@stud.uniroma3.it; maurizio.cutini@uniroma3.it

\* Referente per la corrispondenza: f.marini@cittametropolitanaroma.it;

Pervenuto il 3.4.2023; accettato il 21/5/2023

## Riassunto

Attualmente la popolazione di cinghiali (*Sus scrofa*) in Italia mostra sia un incremento della consistenza numerica che una espansione dell'areale di distribuzione, attribuibili a fattori ambientali e antropogeni. Scopo di questo lavoro è stato quello di caratterizzare la popolazione di cinghiale, a seguito di interventi di cattura, e di alcuni altri macro-mammiferi sintopici nella Riserva naturale “Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco” (Roma, Italia centrale) mediante fototrappolamento, nell'ambito di un Piano di controllo numerico diretto a questa specie. Nel periodo 2021-2022, nell'ambito di 12 sessioni di trappolamento, sono stati catturati 68 individui di cinghiale. L'efficienza di cattura per gabbia/trappola è risultato di 1,44 individui. Il rapporto maschi/femmine (sex ratio) è risultato di 1,47. L'indagine preliminare sulla macro-teriofauna sintopica nei diversi ambienti indagati (bosco, mosaico, frutteto e oliveto) ha permesso di rilevare, oltre al cinghiale, anche altre specie (*Vulpes vulpes*, *Canis lupus*, *Meles meles*, *Lepus europaeus*, *Hystrix cristata*). Il bosco ha registrato i valori più alti di diversità, equiripartizione e ricchezza normalizzata al campione; l'oliveto ha mostrato i valori più bassi di tali indici.

PAROLE CHIAVE: cinghiale / fototrappolamento / dati di cattura / ricchezza / diversità / equiripartizione

## Abstract - The wild boar (*Sus scrofa* L.) in the “Macchia di Gattaceca and Macchia del Barco” nature reserve (central Italy): capture data, population structure and survey on syntopic macro-mammals

Currently the population of wild boars (*Sus scrofa*) in Italy shows an increase both in numbers and in the distribution area, attributed to a large number of environmental and anthropogenic factors. The aim of this paper was to characterize the population of wild boar and other medium-large mammals present in the “Macchia di Gattaceca and Barco” nature reserve by mammal camera-trapping. The field work has been carried out during the removal actions carried out by the local Park Agency. In the period 2021-2022, 68 individuals of wild boar were captured in 12 trapping sessions. The sex ratio was 1.47. The capture efficiency was 1.44 ind./cage. The camera trapping sessions allowed to record other macro-mammals syntopic with wild boar (*Vulpes vulpes*, *Canis lupus*, *Meles meles*, *Lepus europaeus*, *Hystrix cristata*) in different habitat types (forest, mosaic, orchard and olive grove). Forest appeared to be the most diversified habitat types, with greater richness normalized and evenness; the least rich (and with low evenness) appears to be the olive grove.

KEY WORDS: wild boar / mammal camera-trapping / cath data / richness / diversity / evenness

## INTRODUZIONE

Attualmente la popolazione di cinghiali (*Sus scrofa* L.) in Italia presenta sia un incremen-

to della consistenza numerica, che un'espansione dell'areale di distribuzione (Massei e Genov,

2000; Pedrotti e Toso, 2002; Spagnesi e De Marinis, 2002), anche grazie all'introduzione a scopo

venatorio di capi di provenienza estera –in modo particolare dei paesi dell’Est europeo– e all’ibridazione con il suino domestico che ha reso la specie più prolifica (Massei *et al.*, 2014; Tack *et al.*, 2018).

Le conseguenze sono, in generale, un maggior impatto della specie su zoocenosi ed ecosistemi (Massei e Genov, 2004; Barrios-Garcia e Ballari, 2012, Scandurra *et al.*, 2016, Genov *et al.*, 2017). Da un punto di vista sociale sono stati evidenziati i danni economici alle attività agricole (Santilli *et al.*, 2002, Riga *et al.*, 2011), con situazioni di rischio per l’incolumità pubblica e relativi conflitti (Perco, 1999; Cerofolini, 2006; Carradori, 2010; Madden e McQuinn, 2014; Frank *et al.*, 2015). A tale riguardo, l’incremento di cinghiali in aree urbane e suburbane, può incrementare il rischio di incidenti stradali e favorire problemi di convivenza sociale, nonché la diffusione delle zoonosi (Jansen *et al.*, 2007; Rossi *et al.*, 2011; Boadella *et al.* 2012).

Tale insieme di fattori susiste anche nell’area periurbana di Roma. Pertanto, scopo del presente lavoro è stato quello di caratterizzare la popolazione di cinghiale nella Riserva naturale “Macchia di Gattaceca e del Barco”, in occasione degli interventi realizzati nell’ambito di un Piano di controllo numerico da parte dell’Ente gestore. Tale Piano è stato finalizzato alla acquisizione da parte dell’Ente gestore (Città metropolitana di Roma Capitale) di una serie di elementi conoscitivi indispensabili per orientare ed indirizzare le attività gestionali dell’area protetta nei confronti di specie problematiche. Durante le attività di cattura è stata raccolta una serie di altri dati sulla macro-mammalofauna presente.

## MATERIALI E METODI

### Area di studio

L’area di studio comprende l’intera Riserva naturale “Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco” (comuni di Mentana, Monterotondo, Sant’Angelo Romano; centroide: 42°03’02.0”N 12°40’20.9”E), nel territorio metropolitano di Roma Capitale.

L’area protetta istituita con Legge regionale n. 29/1997 si estende per 997 ettari tra la Valle del Tevere ed i Monti Cornicolani, all’interno della Sabina Romana (Regione Lazio, Italia Centrale).

Il paesaggio della Riserva mostra una elevata frammentazione paesistica: sono presenti il pascolo bovino e ovino e circa la metà del territorio è coltivato prevalentemente a oliveti e foraggiere. La formazione forestale più estesa nei vari frammenti boschivi è un querceto caducifoglio, in gran parte governato a ceduo, dominato dal cerro (*Quercus cerris*), localmente accompagnato dal farnetto (*Quercus frainetto*). Negli strati inferiori prevale il carpino orientale (*Carpinus orientalis*) (Giardini *et al.*, 2014).

Il territorio è caratterizzato da diffusi fenomeni di erosione carsica che si manifestano attraverso sprofondamenti carsici (*sinkhole*), doline, grotte e campi carreggiati, tra cui il Pozzo del Merro (Giardini, 2012; Battisti *et al.*, 2017).

Dal punto di vista climatico, la riserva appartiene alla regione temperata del termotipo collinare. La zona mostra un’aridità limitata ai mesi di luglio e agosto. Le precipitazioni sono abbondanti, con un maggiore stress termico nei mesi autunnali e invernali (Blasi, 1994; Pesaresi *et al.*, 2017).

### Protocolli di cattura e campionamento da fototrappole

Nel corso del 2021-2022, durante le attività previste dal Piano di contenimento del cinghiale, all’interno della Riserva naturale sono stati posizionati 4 foraggiatori automatici in corrispondenza dei siti di cattura (gabbie trappola o chiusini), con annesse fototrappole per monitorare la frequentazione dei cinghiali alle governe ed acquisire dei primi dati sulla macro-mammalofauna sintopica.

I foraggiatori sono stati temporizzati in modo da offrire contemporaneamente le risorse alimentari (mais) ai cinghiali e incrementare la probabilità di contattare altri macro-mammiferi. I foraggiatori automatici sono costituiti da un contenitore conico in ABS, resistente agli urti ed alle intemperie, che può contenere fino a kg 18 di cibo granulare. Il contenitore sovrasta il distributore di mangime che, ruotando, sparge il cibo nella zona circostante. Il timer veniva attivato un’ora prima del tramonto.

La distanza tra fototrappola e foraggiatore è stata mediamente di 3 m in modo da garantire una adeguata visione degli animali. I quattro chiusini utilizzati per la cattura dei cinghiali, sono stati collocati all’interno di due aziende agricole private comprese nella Riserva naturale. Il posizionamento delle gabbie trappola è stato condizionato da diversi fattori: sicurezza per i visitatori e fruitori della Riserva, facile accessibilità con automezzi per trasporto materiali (trasportini, foraggiatori, gabbie trappola, e ritiro degli animali catturati), distanza dalla viabilità e frequenza dei visitatori.

Per le indagini mediante fototrappolamento sono stati utilizzati dispositivi modello Boly Guard BG310 18Mp che si attivano grazie ad un sensore a infrarossi passivo

(PIR) ad alta sensibilità in grado di scattare foto fino a 18 Mb o video clip di 720p HD. La presenza di un LED IR a raggi infrarossi invisibili ha consentito di scattare immagini in ore crepuscolari e notturne. Tale approccio ha comunque alcuni punti di debolezza, nel momento in cui, oltre a dati faunistici di presenza/assenza, volessero essere ottenuti dati quantitativi: infatti, mentre è possibile identificare il numero di individui presenti in una certa immagine, non è altrettanto possibile controllare il livello di pseudo-replicazione dei dati (individui conteggiati più volte; cfr. Battisti e Dodaro, 2011). È necessario, pertanto, sviluppare un metodo che consenta di elaborare velocemente le immagini, stabilendo regole volte ad evitare la soggettività dell'operatore che effettua le analisi delle immagini e i problemi di indipendenza dei dati (pseudoreplicazione). A tale scopo, le immagini ottenute sono state suddivise in sessioni temporali. Si è assunto che per tempi inferiori a 30 minuti gli animali non si allontanano dalla fototrappola: dopo tale intervallo, gli animali ulteriormente registrati sono stati considerati come indipendenti da quelli registrati dalle precedenti immagini. Per ogni sessione è stato calcolato il numero massimo di individui avvistati contemporaneamente. Ogni

sessione riporta data e ora inizio e ora di fine, n. massimo di individui registrati, anche appartenenti a specie diverse dal cinghiale (istricce, tasso, volpe, lupo, lepre, cani, umani). Le fototrappole, fissate su un paletto di legno, sono state posizionate in modo da inquadrare l'area su cui veniva regolarmente distribuito il mais da foraggio (1,5 kg/gabbia trappola).

I dati raccolti sono stati registrati in formato Excel e utilizzati per determinare la ricchezza e calcolare gli indici di abbondanza a livello di comunità di macro-mammiferi e, a livello di specie, per stabilire la classe di età e il sesso.

Le catture dei cinghiali sono state effettuate con gabbie trappola o chiusini, ovvero strutture mobili realizzate in ferro zincato e rete a maglia intrecciata, comprensive di un pannello anteriore di ingresso dotato di una porta a ghigliottina. Le casse di contenimento e trasporto dei cinghiali (125 x 56 x 72 cm) sono state realizzate in alluminio. Una volta immobilizzato l'animale, ad esso veniva applicata una targhetta auricolare identificativa obbligatoria. Gli animali catturati sono stati traslocati verso altre aree (Aziende Faunistico venatorie selezionate in base ad una gara specifica).

I valori medi (e deviazione standard) di dimensione sono stati

comparati con il test U di Mann-Whitney utilizzando il software PAST (versione 1.89) per le analisi statistiche (Hammer *et al.*, 2001).

## RISULTATI

### Dati di cattura, struttura per classi d'età, rapporto tra i sessi

Nel corso delle 12 sessioni condotte tra gennaio 2021 e febbraio 2022 sono stati catturati 68 individui di cinghiale. L'efficienza di cattura per gabbia/trappola è risultata di 1,44 individui.

È stato possibile ottenere una caratterizzazione per il sesso su 42 individui: 25 maschi e 17 femmine (sex ratio: 1,47). Per 26 esemplari non è stato determinato il sesso. Il 25% dei cinghiali è costituito da striati (0-5 mesi), il 41% da rossi (5-12 mesi), il 28% da neri con età inferiore a 18 mesi (sub-adulti) il 3% da verri, il 3% da neri con età corrispondente a 24 mesi (adulti).

### Dati da fototrappolamento

Le quattro fototrappole hanno permesso di raccogliere 455 sessioni utili che hanno rispettato i requisiti metodologici (cfr. Materiali e Metodi) in cui sono state rilevate 330 sessioni ascrivibili a esemplari di cinghiale mentre le rimanenti riguardano altre specie di mammiferi (Tab. I).

Complessivamente la specie

**Tab. I.** Specie di macro-mammiferi fototrappolati nei diversi ambienti indagati: n = numeri di individui registrati; fr = frequenza relativa sul totale dei contatti.

|                         | bosco      |       | frutteto  |       | lago /mosaico |       | oliveto    |       | totali     |       |
|-------------------------|------------|-------|-----------|-------|---------------|-------|------------|-------|------------|-------|
|                         | n          | fr    | n         | fr    | n             | fr    | n          | fr    | n          | fr    |
| <i>Sus scrofa</i>       | 58         | 0,356 | 70        | 0,875 | 91            | 0,938 | 111        | 0,965 | <b>330</b> | 0,725 |
| <i>Vulpes vulpes</i>    | 66         | 0,405 | 0         | 0     | 6             | 0,062 | 0          | 0     | <b>72</b>  | 0,158 |
| <i>Lepus europaeus</i>  | 0          | 0     | 2         | 0,025 | 0             | 0     | 1          | 0,009 | <b>3</b>   | 0,007 |
| <i>Meles meles</i>      | 2          | 0,012 | 0         | 0     | 0             | 0     | 0          | 0     | <b>2</b>   | 0,004 |
| <i>Hystrix cristata</i> | 36         | 0,221 | 6         | 0,075 | 0             | 0     | 2          | 0,017 | <b>44</b>  | 0,097 |
| <i>Canis lupus</i>      | 1          | 0,006 | 2         | 0,025 | 0             | 0     | 1          | 0,009 | <b>4</b>   | 0,009 |
| <b>Totali</b>           | <b>163</b> |       | <b>80</b> |       | <b>97</b>     |       | <b>115</b> |       | <b>455</b> |       |

più frequente è risultata il cinghiale, con un numero di record (oltre il 70%) significativamente superiore alla volpe comune, la seconda specie più trappolata ( $\chi^2 = 296,61$ ,  $p < 0,001$ ). Anche nei frutteti, mosaici e oliveti il cinghiale è risultato la specie più contattata, con frequenze percentuali oscillanti tra l'87,5 e il 96,5%.

Considerando separatamente i dati ottenuti nell'ambiente boschivo, la comunità di mammiferi trappolata è apparsa più uniforme, senza una netta dominanza del cinghiale. In questi ambienti, la volpe è risultata la specie più campionata (>40%), seguita dal cinghiale e dall'istrice (Tab. I). Oltre al cinghiale, considerando solo le specie più abbondanti ( $n > 5$  record in almeno un ambiente), la volpe comune è risultata significativamente più frequente nel bosco rispetto ai frutteti e agli oliveti ( $\chi^2 = 28,088$ ;  $p < 0,001$ , 2 g.d.l.); l'istrice è risultata più frequente nel bosco rispetto ai mosaici ( $\chi^2 = 35,74$ ;  $p < 0,001$ ; Tab. I).

Considerando i parametri di comunità dei mammiferi trappolati, il bosco appare l'ambiente più diversificato, con maggiore ricchezza normalizzata al campione e più alta equiripartizione delle frequenze; l'ambiente meno ricco, diversificato ed equiripartito (bassa evenness) è risultato l'oliveto (Tab. II).

**Tab. II.** Struttura di comunità di macro-mammiferi fototrappolati. H': indice di diversità di Shannon-Wiener; e: indice di equiripartizione (evenness); Dm: indice di ricchezza normalizzata di Margalef.

|           | <b>bosco</b> | <b>frutteto</b> | <b>mosaico</b> | <b>oliveto</b> | <b>Tot</b> |
|-----------|--------------|-----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>H'</b> | 1,153        | 0,496           | 0,232          | 0,19           | 0,849      |
| <b>e</b>  | 0,716        | 0,358           | 0,335          | 0,137          | 0,473      |
| <b>Dm</b> | 0,785        | 0,685           | 0,211          | 0,632          | 0,817      |

L'analisi di ordinamento mostra una maggiore somiglianza tra gli ambienti antropogeni (oliveto, mosaico, frutteto), con i boschi ben distinti dalle altre tipologie (Fig. 1).

## DISCUSSIONE

I dati di cattura e fototrappolamento ottenuti dall'indagine (numero di individui catturati, classi di età e sesso) hanno permesso di stabilire una caratterizzazione preliminare della popolazione di cinghiali e degli altri macro-mammiferi, potenzialmente utile ai fini dell'elaborazione di un eventuale piano di gestione faunistica.

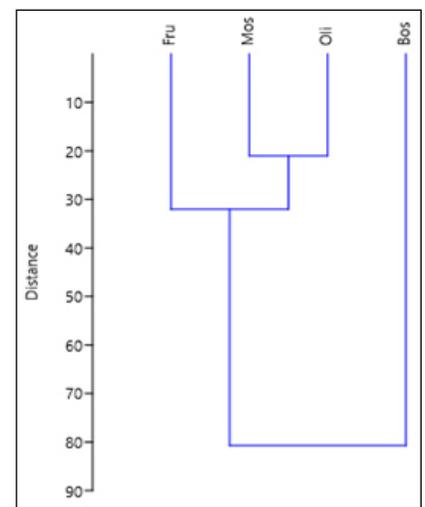
Seguono alcune considerazioni, sia di carattere aneddótico (esperienze acquisite durante le catture), sia ottenute sulla base della analisi dei dati d'indagine della letteratura:

– L'attrattività delle governe sugli animali è fortemente influenzata dalla relazione tra la loro densità e le risorse trofiche disponibili nell'ambiente: quando la densità scende al di sotto di un certo valore soglia, la contattabilità degli animali crolla vistosamente, dato che il foraggiamento che avviene alle governe non rappresenta più una reale attrattiva per animali che possono trovare sufficienti risorse nell'ambiente naturale (Marsan *et al.*, 2016);

– Il rapporto maschi/femmine

rilevato nella presente indagine risulta sbilanciato a favore dei maschi. Solitamente, nelle popolazioni naturali di cinghiale, il rapporto maschi/femmine è paritario, spesso con una leggera e quasi impercettibile prevalenza delle femmine; valori che si discostano da un rapporto 1:1 possono essere indice di squilibrio all'interno della popolazione, della azione di peculiari pressioni selettive o, ancora, collegabili a una maggiore mobilità (e contattabilità) dei maschi in determinati periodi dell'anno (Massei e Toso, 1993).

– Per quanto attiene la proporzione tra le classi di età, in genere quelle giovanili sono le più rappresentate. Il campione degli animali catturati mostra un netto sbilanciamento verso gli individui di età inferiore ai 12 mesi che rispecchia la selettività dei chiusini nel catturare preferenzialmente le classi d'età più giovani. L'esperienza maturata in diversi contesti locali ha ampiamente dimostrato che recinti e trappole risultano selettivi rispetto alle classi d'età che compongono una popolazione



**Fig. 1.** Ordinamento delle comunità di macro-mammiferi (Paired UPGMA; Euclidea). Bos: bosco; Fru: frutteto; Mos: mosaico; Oli: oliveto.

- di cinghiale; essi catturano in percentuale superiore alla loro presenza soggetti giovani, mentre tra gli adulti sono le femmine ad essere catturate più frequentemente (Monaco *et al.*, 2010).
- La frequentazione dei cinghiali delle aree agricole è legata probabilmente alla possibilità di reperire una quantità maggiore di fonti alimentari in questi ambienti.
  - Riguardo alla presenza di specie ottenuta da fototrappolamento, la specie più frequente in assoluto è il cinghiale, mentre le meno frequenti sono quelle più piccole ed elusive (es. mustelidi). Anche l'ampiezza dell'home-range determina le probabilità di una specie di essere fotografata, quindi specie con home-range differenti avranno probabilità

diverse di essere fototrappolate. Questi fattori, come qualsiasi altra caratteristica intrinseca (ecomportamentale) ed estrinseca (ambientale: condizioni meteorologiche, schermatura vegetazionale, stagionalità e ora del giorno, collocazione delle fototrappole, disturbi) può rendere difficile ottenere dati attendibili sui rapporti di abbondanza presenti in natura: pertanto, il tasso di fototrappolamento può non corrispondere alla loro abbondanza relativa (Rovero e Zimmermann, 2016).

- Gli ambienti più ricchi di mammiferi sintopici sono risultati i boschi, probabilmente per il loro ruolo di rifugio e la complessità strutturale (maggiore numero di nicchie disponibili), pur se valgono le considerazio-

ni espresse al punto precedente, riguardo l'attendibilità della tecnica di fototrappolamento.

Ulteriori indagini saranno necessarie per confermare i dati riportati e per stimare, con più accuratezza, la struttura di popolazione di cinghiale nella Riserva naturale così da adattare le azioni di intervento.

### Ringraziamenti

Un doveroso ringraziamento agli Operatori Specializzati Ambiente della Città metropolitana di Roma Capitale (Servizio 3°, Dip. III) che hanno fornito un grande supporto operativo durante le fasi di cattura e trasporto degli animali, oltre a suggerimenti logistici e tattico-operativi nelle varie fasi del progetto. Due anonimi revisori hanno fornito utili suggerimenti che hanno migliorato una prima stesura del manoscritto.

### BIBLIOGRAFIA

- Amici A., Serrani F., 2004. Linee guida per la gestione del Cinghiale (*Sus scrofa*) nella Provincia di Viterbo. Università della Tuscia, Dipartimento di Produzioni Animali – Provincia di Viterbo, Assessorato Agricoltura, Caccia e Pesca, 81 pp.
- Battisti, C., Dodaro, G., 2011. **Attendibilità dei dati nelle consulenze ambientali: una proposta di scheda sintetica di autovalutazione.** *Biologia Ambientale*, **25**, 63-67.
- Battisti, C., Giardini, M., Marini, F., Di Rocco, L., Dodaro, G., Vignoli, L., 2017. Diversity metrics, species turnovers and nestedness of bird assemblages in a deep karst sinkhole. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, **63(2)**, 8-16.
- Barrios-García M.N., Ballari S.A. 2012. Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. *Biological Invasions*, **14**: 2283-2300.
- Blasi C., Michetti L., 2002. *La carta del Fitoclima d'Italia* (scala 1:250.000). International Symposium of Biodiversity & Phytosociology. Ancona, 18-19/09/2003.
- Blasi C., 1994. Il Fitoclima del Lazio. *Fitosociologia*, **27**: 151-197.
- Boadella, M., Vincente, J., Ruiz-Fons, F., de la Fuente J., Gortázar C., 2012. Effects of culling Eurasian wild boar on the prevalence of *Mycobacterium bovis* and Aujeszky's disease virus. *Preventive Veterinary Medicine*, **107**: 214-221.
- Carradori R., 2010. **Fauna selvatica e incidenti stradali.** *Biologia Ambientale*, **24**: 80-87.
- Cerofolini A., 2006. Danni agli autoveicoli cagionati dalla fauna selvatica. *Silvae* 4, Corpo Forestale dello Stato, Roma.
- Frank B., Monaco A., Bath K. A., 2015. Beyond standard wildlife management: a pathway to encompass human dimension findings in wild boar management. *European Journal of Wildlife Research*, **61**: 723-730.
- Genov P., Focardi S., Morimando F., Scillitani L., Ahmed A., 2017. Ecological impact of wild boar in natural ecosystems. In: *Ecology, Conservation and Management of Wild Pigs and Peccaries*. Cambridge University Press, Cambridge, UK: 404-419.
- Giardini L., Marini F., Battisti C., 2014. Piano per il contenimento dell'impatto causato dalla presenza del cinghiale (*Sus scrofa*, Linnaeus, 1758) nella Riserva naturale Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco. Amministrazione Provinciale di Roma, IV Dipartimento, Servizio 5 Aree Protette e Parchi Regionali, 41 pp.
- Giardini L., Teofili C., Calò C.M., 2011. Piano per la riduzione del danno da cinghiale nella riserva naturale regionale Nazzano Tevere – Farfa. RNR Nazzano Tevere-Farfa, dicembre: 80.
- Giardini M. (a cura di), 2012. *Sant'Angelo Romano (Monti Cornicolani, Roma). Un territorio ricco di storia e di natura*. Comune di Sant'Angelo Romano - Regione Lazio, Assessorato Ambiente e Sviluppo Sostenibile. Graica Ripoli, Tivoli. 368 pp.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan

- P.D., 2001. PAST-palaeontological statistics, ver. 1.89. *Palaeontologia electronica*, **4**(1): 1-9.
- Jansen A., Luge E., Guerra, B., Wittschen P., Gruber A.D., Loddenkemper, C., 2007. *Leptospirosis* in Urban Wild Boars, Berlin, Germany. *Emerging Infectious Diseases*, **13**: 739-742.
- Madden F., McQuinn B., 2014. Conservation's blind spot: the case for conflict transformation in wildlife conservation. *Biological Conservation*, **178**: 97-106.
- Marsan D.A., Balduzzi D.A., Salvidio D.S., 2016. [Relazione tecnico-scientifica finalizzata all'elaborazione del piano di controllo del Cinghiale mediante catture e abbattimenti selettivi nell'area del Parco e nelle zone limitrofe a mare della SS. 1 Aurelia.](#)
- Massei G., Kindberg J., Licoppe A., Gačić D., Šprem N., Kamler J., Baubet E., Hohmann U., Monaco A., Ozoliņš J., Cellina S., Podgórski T., Fonseca C., Markov N., Pokorný B., Rosell C., Náhlik A., 2014. Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science*, **71**: 492-500.
- Massei G., Genov P., 2000. *Il Cinghiale*. Calderini edagricole, Bologna, 189 pp.
- Massei G., Genov P., 2004. The environmental impact of wild boar. *Galemys*, **16**: 135-145.
- Massei G., Toso S., 1993. *Biologia e gestione del cinghiale*. Istituto Nazionale per La Fauna Selvatica. Documenti tecnici n.5.
- Meriggi A., Benasso G., Ponti F., Torchio I., 1990. Cinghiale, Raccolta delle lezioni tenute durante il Corso per caccia di selezione- Provincia di Pavia.
- Pesaresi S., Biondi E., Casavecchia S., 2017. Bioclimates of Italy. *Journal of Maps*, **13**: 955-960.
- Pedrotti L., Toso S., 2002. Cinghiale (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). In: Spagnesi M., De Marinis A. (Eds), Mammiferi d'Italia. *Quaderni di Conservazione della Natura*, **14**: 249-252.
- Perco F., 1999. Problemi tecnici e sociali del controllo degli ungulati nelle aree protette. Obiettivi e tecniche di gestione della fauna ungulata nelle aree protette dell'Appennino. Federparchi Edizioni, 96 pp.
- Riga F., Genghini M., Cascone C., Di Luzio P., 2011. *Impatto degli Ungulati sulle colture agricole e forestali: proposta per linee guida nazionali*. Manuali e linee guida ISPRA 68/2011.
- Santilli F., Galardi L., Banti P., Cavallini P., Mori L., 2002. La prevenzione dei danni alle colture da fauna selvatica. Gli ungulati: metodi ed esperienze. ARSIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, Firenze, Quaderno n. 16.
- Scandurra A., Magliozzi L., Fulgione D., Aria M., D'Aniello B., 2016. Lepidoptera Papilionoidea communities as a sentinel of biodiversity threat: the case of wild boar rooting in a Mediterranean habitat. *Journal of Insect Conservation*, **20**: 353-362.
- Spagnesi M., De Marinis A. M., 2002. *Mammiferi d'Italia*. Quad. Cons. Natura, 14, Min. Ambiente, Ist. Naz. Fauna Selvatica, Bologna.
- Tack, J., Williams J., 2018. Un'analisi scientifica sulla dimensione e distribuzione della popolazione, i principali fattori ambientali responsabili, gli impatti e le implicazioni per la gestione. Organizzazione europea dei proprietari terrieri, Bruxelles, 56 pp.

# Esperienza di *Citizen Science* sui molluschi dulciacquicoli durante la Discesa Internazionale del Tevere-DIT 2023 e prima osservazione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Umbria

Mauro Grano<sup>1\*</sup>, Sergio Barbadoro<sup>2</sup>, Roberto Crosti<sup>3</sup>,  
Debora Nucci<sup>4</sup>, Chiara Vitillo<sup>5</sup>, Andrea Sforzi<sup>5</sup>, Gianluigi Bini<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Via Val Cenischia 24, Roma, Italia

<sup>2</sup> ADA - Associazione per la Didattica e l'Ambiente APS

<sup>3</sup> ISPRA, Dipartimento BIO

<sup>4</sup> Associazione Malakos, Città di Castello (PG)

<sup>5</sup> Associazione Citizen Science Italia ETS

\* Referente per la corrispondenza: [elaphe58@yahoo.it](mailto:elaphe58@yahoo.it)

Pervenuto il 13.6.2023; accettato il 10.7.2023

## Riassunto

Un'esperienza di *Citizen Science*, incentrata sui molluschi dulciacquicoli, è stata realizzata durante un evento di carattere turistico sportivo che ha visto numerosi partecipanti scendere il fiume Tevere in canoa da Città di Castello fino a Roma. Oltre al grande coinvolgimento dei partecipanti e al conseguente aumento di consapevolezza sulle tematiche di conservazione della natura, i risultati delle osservazioni hanno consentito di segnalare per la prima volta la presenza in Umbria del mollusco alloctono *Corbicula fluminea* e la diffusa presenza dell'autoctono *Theodoxus fluviatilis fluviatilis*, specie considerata indicatrice della qualità dei corpi idrici.

PAROLE CHIAVE: bioindicatori / qualità corpi idrici

## Citizen Science experience on freshwater molluscs during the Tiber river canoe Descent-DIT 2023 and first observation of *Corbicula fluminea* in Umbria

A Citizen Science experience, focused on freshwater molluscs, was undertaken during a touristic sport event with many participants paddling on the Tiber River from Città di Castello to Rome. In addition to the great involvement of the participants and the consequent increase of awareness on environment conservation, the results of the observations made possible to report for the first time the presence in Umbria of the allochthonous mollusc *Corbicula fluminea* and the spread of the autochthonous *Theodoxus fluviatilis fluviatilis*, which is considered an indicator of surface waters quality.

KEY WORDS: bioindicators / water bodies quality

## INTRODUZIONE

La biodiversità a livello globale e lo stato dell'ambiente in generale sono minacciati da diversi fattori, tra cui i cambiamenti climatici, la perdita degli habitat e l'introduzione di specie aliene invasive. Il valore della diversità de-

gli organismi viventi è stato ampiamente riconosciuto dalla comunità scientifica internazionale. Attraverso la Convenzione per la Diversità Biologica (CBD, 1992) nazioni in tutto il mondo hanno stilato un piano strategico di salvaguardia

dell'ambiente, impegnandosi a rispettare, preservare e mantenere il patrimonio comune di conoscenza delle comunità locali.

Il coinvolgimento diretto delle persone nella raccolta di dati scientifici svolge un ruolo di sempre

maggior importanza per il raggiungimento degli obiettivi di tutela ambientale (Sforzi *et al.*, 2019). Per questo la comunità scientifica si sta adoperando per includere i cittadini nella conduzione di attività di ricerca e salvaguardia della natura. Le persone sono incoraggiate ad avere un ruolo attivo e questo ha favorito lo sviluppo e la diffusione di progetti e iniziative di *Citizen Science*, ovvero il coinvolgimento di persone di varie età, formazione ed estrazione sociale in attività di raccolta, analisi e interpretazione di dati a fini scientifici (Martellos, 2017; Sforzi *et al.*, 2019).

Spesso il ridotto numero di ricercatori professionisti limita la raccolta di dati di dettaglio su larga scala, obiettivo che è invece possibile realizzare grazie alla partecipazione di attivisti e volontari disponibili a dedicare il proprio tempo libero per finalità di ricerca. Per questo il potenziale della *Citizen Science* in vari settori della scienza è enorme ed ancora in gran parte da realizzare (Erwin e Johnson, 2000; Sforzi *et al.*, 2019). Per questo motivo si è deciso di realizzare una prima esperienza di *Citizen Science* in occasione dell'evento turistico e sportivo denominato 44<sup>a</sup> Discesa Internazionale del Tevere organizzato dalla Associazione "Discesa Internazionale del Tevere". Le finalità di questa esperienza erano legate tanto all'aumento delle conoscenze sulla biodiversità del fiume quanto ai benefici legati al coinvolgimento dei partecipanti su questi temi.

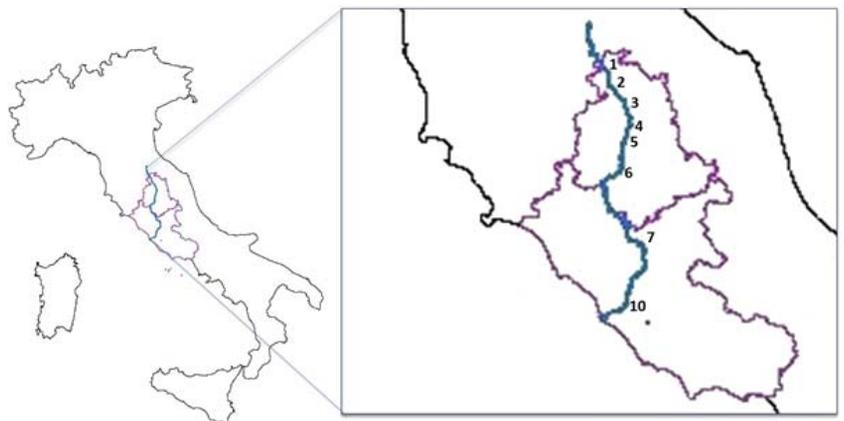
## MATERIALI E METODI

La 44<sup>a</sup> Discesa Internazionale del Tevere si è svolta dal 22 Aprile al 1 Maggio 2023 con un itinerario di 10 tappe lungo il fiume con partenza da Città di Castello (PG) e arrivo a Roma (Fig. 1). All'edizione si sono iscritti circa 150 partecipanti con una media di circa 50 persone

a tappa. La preparazione ed il coinvolgimento dei partecipanti sono stati realizzati in due fasi: la prima ha previsto un seminario *online* organizzato dall'Associazione Italiana Canoa Canadese, dove uno degli autori (MG) ha fornito informazioni sulla biologia e sulle caratteristiche dei molluschi dulciacquicoli. La seconda fase, invece, è stata realizzata poco prima della partenza, direttamente sulle sponde del Tevere a Città di Castello, a cura del Museo Malacologico Malakos, dove due degli autori (GB e DN) hanno fornito approfondite informazioni sulla biologia dei molluschi dulciacquicoli ed effettuato un breve campionamento dimostrativo in acqua (Fig. 2 e 3). Inoltre ai partecipanti è stata fornita una scheda plastificata, con le foto a colori e le caratteristiche dei molluschi dulciacquicoli più frequenti nel Tevere, dotata di porta badge per evitarne la perdita (Fig. 4).

Di fatto molte delle aree percorse lungo il fiume, pur essendo habitat idonei per molluschi, non sono di facile raggiungimento da parte di "ordinari" team di ricerca, sia per mancanza di accesso dalle sponde sia per la necessità di un mezzo nautico e della capacità di poterlo guidare; per questo motivo il coinvolgimento dei

canoisti è risultato ottimale per le finalità della ricerca oltre che per aumentare la consapevolezza, sulla biodiversità fluviale, dei partecipanti. I molluschi trovati durante le soste del percorso sono stati fotografati, messi su piattaforme di social media, "geo taggati" e resi rintracciabili attraverso #teveremolluschifantastici, direttamente dai singoli partecipanti all'evento. Non tutte le tappe avevano la stessa lunghezza o lo stesso numero di soste e partecipanti; le tappe n. 8 e 9 non avevano soste in luoghi idonei per poter individuare molluschi (Fig. 1; Tab. I). Successivamente alla fine della Discesa si è operato un *social media data mining* utilizzando l'hashtag del progetto. Le determinazioni sono state eseguite solo attraverso le fotografie, in quanto per precisa scelta degli organizzatori si è preventivamente deciso di non raccogliere campioni, ma limitarsi alle osservazioni. Tutti i dati raccolti sono stati inseriti in un database elettronico. In alcune tappe vi era la presenza di un facilitatore in campo per le attività di *Citizen Science* (SB e MG) sul fiume. I "designer" del progetto sono stati due degli autori (MG e RC), mentre MG è stato anche il coordinatore scientifico.



**Fig. 1.** Fiume Tevere e tratto di fiume interessato dall'esperienza di *Citizen Science*.

## RISULTATI

### *Ancylus fluviatilis* O.F. Müller, 1774

Autoctona - Considerata come specie a Minor Preoccupazione (Least Concern) nella Red List IUCN per l'Europa (Cuttelod *et al.*, 2011). La conchiglia di questo piccolo mollusco è di un colore variabile da giallastro chiaro a bruno

rossastro, sottile, traslucida e presenta una scultura reticolata (Welter-Schultes, 2012). La lunghezza è di 3,5-8 mm, l'altezza è di 2-3,5 mm. *Ancylus fluviatilis* predilige le acque veloci e le zone di risacca dei grandi laghi, stabilmente attaccato alle rocce sommerse o parzialmente sommerse, nutrendosi di diatomee e cianobatteri (Glöer, 2019). Questa specie è presente in N.

Africa, Europa e SW Asia (Welter-Schultes, 2012), in Italia è presente nelle macroregioni Continentale, Peninsulare e Insulare (Bodon *et al.*, 2021). Durante l'evento di Citizen Science, *A. fluviatilis* è stato rinvenuto sotto delle rocce parzialmente sommerse lungo le rive del Tevere in località Magliano Sabina in provincia di Rieti.

### *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)

Autoctona - Bivalve appartenente alla famiglia Unionidae, inserita come specie Quasi Minacciata (Near Threatened) nella Red List IUCN per l'Europa; è elencata come protetta in documenti normativi sottoscritti da alcuni Paesi membri della Comunità Europea (Allegato 1 della "Bundesartenschutzverordnung", ovvero l'Ordinanza Federale Tedesca sulla protezione delle specie). Gli esemplari adulti della specie possono raggiungere una taglia di 12-16 cm e svolgono



**Fig. 2 e 3.** Incontro sul fiume per introduzione all'ecologia dei molluschi di fiume.

**Tab. I.** Descrizione delle tappe della Discesa dove ci sono state soste idonee per poter incontrare molluschi dulciacquicoli; numero di specie segnalate e presenza o meno di un facilitatore durante la tappa.

| Tappa | Tratto                           | N. specie | Facilitatore |
|-------|----------------------------------|-----------|--------------|
| 1     | Città di Castello-Trestina       | 3         | SI           |
| 2     | Trestina-Umbertide               | 3         | SI           |
| 3     | Umbertide-Pretola                | 2         | SI           |
| 4     | Pretola-Torgiano                 | 2         | NO           |
| 5     | Torgiano-Casalina                | 2         | NO           |
| 6     | Diga Corbara-Baschi              | 2         | NO           |
| 7     | Scalo in Teverina-Ponte Felice   | 3         | SI           |
| 10    | Roma Ponte Mazzini-Ponte Marconi | 6         | SI           |



**Fig. 4.** Schede plastificate con laccio porta badge per evitare dispersione in acqua.

un ruolo ecologico molto importante essendo organismi filtratori che si nutrono della sostanza organica e del materiale particolato presente nei sedimenti e in colonna d'acqua. Questi molluschi sono in grado di filtrare fino a 40 l/h di acqua e normalmente vivono parzialmente infossati nel sedimento in posizione orizzontale (Gaglioti, 2022). Il guscio è giallastro o bruno verdastro, sottile e fragile, il legamento è lungo e stretto, la cerniera è priva di denti (Welter-Schultes, 2012). *Anodonta cygnea* è presente in Europa fino alla Regione Caucasicca (Welter-Schultes, 2012), in Italia è presente nelle macroregioni Continentale e Peninsulare (Bodon *et al.*, 2021). Durante l'evento di *Citizen Science*, *A. cygnea* è stata rinvenuta, seppur con pochi esemplari, spiaggiata nello strato fangoso lungo le rive del Tevere a Roma nei pressi di Ponte Sant'Angelo e all'Isola Tiberina.

***Bithynia tentaculata*** (Linnaeus, 1758)

Autoctona - Considerata come specie a Minor Preoccupazione (Least Concern) nella Red List IUCN per l'Europa. Distribuita nel Palearctico (Glöer, 2019), in Italia è presente nelle macroregioni Continentale, Peninsulare e Insulare (Bodon *et al.*, 2021). Vive in acque in movimento e stagnanti, anche in corpi idrici ad essiccazione temporanea, sul fondale fangoso e sulle piante; dove presente, di solito risulta molto abbondante. Sembra prediligere una vegetazione abbondante, substrato fangoso, sopportando anche acque inquinate. Nelle acque troppo correnti di solito si rifugia nella parte inferiore delle pietre (Grano e Di Giuseppe, 2021). La conchiglia è alta 11 mm e larga 8 mm (Glöer, 2019). Durante l'evento di *Citizen Science*, *B. tentaculata* è stata rinvenuta, seppur con pochi esemplari, nello strato fangoso

lungo le rive del Tevere a Roma nei pressi di Ponte Sant'Angelo.

***Corbicula fluminea*** (O.F. Müller, 1774)

Alloctona - Bivalve invasivo originario del sudest asiatico. Questa specie presenta un areale di distribuzione abbastanza ampio (Asia, Nord e Sud America, Europa e parte dell'Africa). Per quanto concerne l'Europa, intorno al 1970 la distribuzione sembrava limitata alla zona caspico-caucasica (Illies, 1978). In seguito, la specie fu segnalata anche in Francia e Portogallo (Mouthon, 1981), in Olanda e Germania (Blanken, 1990; Kinzelbach, 1991), in Spagna (Araujo *et al.*, 1993) e infine in Belgio (Swinnen *et al.*, 1998). In Italia, Mienis (1991) la segnala per la Sicilia (Trapani) sulla base di esemplari raccolti da Giorgio S. Coen intorno al 1940 e conservati nell'Università Ebraica di Gerusalemme, in Israele. Lo stesso Autore (Mienis, 1991) formula varie ipotesi su tale ritrovamento, osservando come la data di raccolta corrisponda alla prima segnalazione per il Nord America, avvenuta nel 1938 (Hanna, 1966). Le prime segnalazioni certe di questa specie in Italia (Bedulli *et al.*, 1995) sono riferite ad ambienti di acque correnti, e in particolare nel corso principale del medio-basso Po e nei rami deltizi del Po di Goro, di Venezia e della Donzella (Fabbri e Landi, 1999; Malavasi *et al.*, 1999). La specie è stata anche segnalata nel lago di Garda (Nardi e Braccia, 2004; Ciutti *et al.*, 2007), nel lago Maggiore (Kamburska *et al.*, 2013), nel fiume Senio in provincia di Ravenna (Pezzi, 2008), nel canale Emiliano Romagnolo (Stagioni, 2009), nel fiume Ticino in provincia di Pavia (Nicolini e Lodola, 2011), nel fiume Serchio in provincia di Lucca (Ercolini e Cenni, 2015). Recentemente la specie è stata segnalata per la prima volta nel Lazio nel lago Albano e nei canali

di Maccarese (Grano e Di Giuseppe, 2020), successivamente nel Tevere a Roma (Grano *et al.*, 2020) e nel fiume Arrone, fiume Aniene e Fosso Vaccina (Pieri *et al.*, 2023). Durante l'evento di *Citizen Science*, *C. fluminea* è stata rinvenuta per la prima volta in Umbria, ed esattamente nei tratti del fiume Tevere prospicienti le località di Casalina, Parlesca e Fanciullata in provincia di Perugia. In tutte queste località gli esemplari rinvenuti erano numerosi e di diverse classi di età, fatto che induce a pensare che le popolazioni umbre siano molto consistenti e ormai stabili e riproduttive. Ritrovata anche a Roma in vari punti del percorso urbano e suburbano del fiume.

***Galba truncatula*** (O.F. Müller, 1774)

Autoctona - Considerata come specie a Minor Preoccupazione (Least Concern) nella Red List IUCN per l'Europa. La conchiglia di *Galba truncatula* è di colore marrone con 5-6 spire finemente striate, alta 5-9 mm e larga 2-4 mm. Vive in molti ambienti acquatici con predilezione per quelli ricchi di vegetazione. È una specie calciofila (> 0,3 °d) e tollera valori di pH fino a 9.6 (Økland, 1990). Questa specie è presente in tutto il Palearctico (Glöer, 2019), in Italia è presente nelle macroregioni Continentale, Peninsulare e Insulare (Bodon *et al.*, 2021). Durante l'evento di *Citizen Science*, *G. truncatula* è stata rinvenuta particolarmente numerosa sopra alcune rocce parzialmente sommerse lungo le rive del Tevere a Roma nei pressi di Ponte Sant'Angelo.

***Sinanodonta woodiana*** (Lea, 1834)

Alloctona - Bivalve d'acqua dolce di grandi dimensioni, può raggiungere i 30 cm di lunghezza, provvisto di conchiglia sottile e leggera, di forma ovale e con

la porzione anteriore sempre più corta della posteriore. La cerniera è priva di denti, gli umboni sono poco sporgenti, percorsi da sottili rughe parallele, più o meno rilevate. Le valve sono unite tra loro da un legamento elastico. La superficie esterna è percorsa da evidenti strie di accrescimento ed è ricoperta da un sottile strato di periostraco che va dal color verde, negli esemplari giovani, al bruno-nerastro negli adulti. La superficie interna è madreperlacea nella quale si distinguono le impronte dei muscoli adduttori (Renda e Niero, 2014). *Sinanodonta woodiana* è una specie originaria dell'Asia orientale; il suo areale di distribuzione è molto ampio, dal bacino del fiume Amur (Russia Asiatica) alla Cambogia, Cina, Giappone, Thailandia, Malaysia e Taiwan (Baba, 2000). In Italia è stata segnalata per la prima volta in Emilia-Romagna da Fabbri e Landi (1999); altri ritrovamenti si sono poi succeduti nel Lazio (Manganelli *et al.*, 1998), nel Veneto e Toscana (Niero, 2003), Marche, Piemonte, Umbria e Lombardia (Solustri e Nardi, 2006) e Campania (De Vico *et al.*, 2007) con una diffusione complessiva evidenziata da Cianfanelli *et al.*, (2007). Successivamente, *S. woodiana* è stata segnalata anche in Sicilia (Colomba *et al.*, 2013), Basilicata e Calabria (Renda e Niero, 2014). Tra gli ospiti di *S. woodiana*, Watters (1997) indica l'amur nero (*Mylopharyngodon piceus*), la carpa erbivora (*Ctenopharyngodon idellus*), la carpa argentata (*Hypophthalmichthys molitrix*), la carpa macrocefala (*Aristichthys nobilis*), la carpa comune (*Cyprinus carpio*), la mosquito fish (*Gambusia affinis*) e la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Il trasporto antropico di questi pesci, per svariati scopi (l'allevamento a scopo alimentare,

l'acquariologia, il controllo della vegetazione lacustre e delle larve di zanzara), ha contribuito ad una rapida espansione dell'areale di distribuzione di questo mollusco (Watters, 1997). Durante l'evento di Citizen Science, *S. woodiana* è stata rinvenuta, anche con popolazioni di una certa consistenza, praticamente in tutti i tratti del Tevere percorsi.

### ***Theodoxus fluviatilis fluviatilis*** (Linnaeus, 1758)

Autoctona - Considerata come specie a Minor Preoccupazione (Least Concern) nella Red List IUCN per l'Europa. La conchiglia è costituita da 3-3,5 volute con una spira generalmente bassa. Il colore e i disegni del guscio sono molto variabili. La specie vive generalmente in acque correnti dei fiumi, nei laghi, più raramente nei torrenti e gradisce acque con alto livello di ossigenazione. La specie è minacciata dall'inquinamento e dalle alterazioni dell'ecosistema fluviale; per questo motivo viene considerata una specie indicatrice del buono stato ecologico dei corpi idrici. Questa specie è presente nel Palearctico con eccezione della Siberia (Glöer, 2019); in Italia è presente nelle macroregioni Continentale e Peninsulare (Bodon *et al.*, 2021). *Theodoxus f. fluviatilis* si nutre prevalentemente di diatomee; Jacoby (1985) ha condotto uno studio sull'alimentazione e riporta nell'intestino una ratio con diatomee (65%), detriti e batteri (30%) e alghe verdi (5%). Durante l'evento di Citizen Science, *T. f. fluviatilis* è stata rinvenuta, in maniera del tutto inaspettata, sotto alcune rocce parzialmente sommerse lungo le rive del Tevere in località Trestina e Parlesca in provincia di Perugia, Gallese Scalo in provincia di Viterbo e infine a Roma nelle vicinanze di Ponte Sant'Angelo.

### ***Unio mancus turtonii*** Payraud, 1826

Autoctona - Considerata come specie a Minor Preoccupazione (Least Concern) nella Red List IUCN per l'Europa. Bivalve di acqua dolce di medio-grandi dimensioni con una lunghezza massima di 10-12 cm. La conchiglia è di forma ovale allungata e presenta una porzione anteriore corta e delimitata da un margine rotondo; la porzione posteriore allungata è sensibilmente più lunga di quella anteriore e ha il margine appuntito. La conchiglia ha un aspetto solido conferito dal consistente spessore che la rende piuttosto pesante. Il colore esterno è verde scuro-bruno, mentre la parte interna è madreperlacea. Questo mollusco vive nelle acque debolmente correnti dei fiumi, nei canali, in acque stagnanti o lacustri, e tollera ampie escursioni dei parametri chimici e ambientali. Gli esemplari vivono quasi completamente infossati nei sedimenti sabbiosi o fangosi, lasciando sporgere all'esterno solo la parte posteriore della conchiglia. La sottospecie nominale *Unio mancus* è presente nella Regione Mediterranea dalla Spagna all'Iran (Welter-Schultes, 2012), in Italia la sottospecie *U. mancus turtonii* è presente nelle macroregioni Continentale, Peninsulare e Insulare (Bodon *et al.*, 2021). Durante l'evento di Citizen Science, *U. mancus turtonii* è stata rinvenuta in località Trestina, Parlesca, Fanciullata e Torgiano in provincia di Perugia e anche a Roma nelle vicinanze di Ponte Sant'Angelo.

In generale, la maggior parte delle segnalazioni realizzate dai partecipanti della Discesa è avvenuta durante le tappe con la presenza del facilitatore e circa il 15% dei partecipanti ha avuto un ruolo attivo, almeno in una sosta, nell'esperienza di Citizen Science.

## CONCLUSIONI

### I dati raccolti

In generale, lo stato di conservazione dei molluschi dulciacquicoli in Europa è minacciato (Lopes-Lima *et al.*, 2016); il 44% è a rischio di estinzione con un declino nelle popolazioni dell'11% a causa di pressioni/minacce quali l'inquinamento, la frammentazione a causa di sbarramenti artificiali, sottrazione di acqua dall'alveo per scopi agricoli e presenza di specie invasive (Cuttelod *et al.*, 2011; Lopes-Lima *et al.*, 2016).

Il fenomeno delle specie alloctone è sempre più attuale anche per la crescita che si è verificata negli ultimi anni e che deriva dalle sempre maggiore globalizzazione dei mercati. Nonostante il problema sia ampiamente conosciuto e studiato, anche per gli sviluppi economici e socio-sanitari che comporta, le conoscenze su alcune specie sono scarse e le misure da adottare per prevenire o contenere le introduzioni di specie alloctone sono ancora insufficienti soprattutto per gruppi di invertebrati come i molluschi (Cianfanelli e Bodon, 2014) spesso trasportati da altre specie che li ospitano. Monitorare una popolazione alloctona alla prima segnalazione è necessario per determinare le possibilità di gestione della stessa (Tamborini *et al.*, 2018).

Alla luce delle suddette considerazioni, la scoperta della presenza del mollusco alloctono dal grande potenziale di invasività, *Corbicula fluminea*, in Umbria, attribuisce a questo prima esperienza di *Citizen Science*, una notevole valenza. Un secondo aspetto da evidenziare è l'entusiasmo con il quale i partecipanti all'evento hanno contribuito, non solo segnalando specie di notevoli dimensioni, come *Sinanodonta woodiana*, *Anodonta cygnea* e *Unio mancus*

*turtonii*, ma andando a cercare e trovare specie di pochi millimetri come *Ancylus fluviatilis*, *Theodoxus fluviatilis*, *Galba truncatula* e *Bithynia tentaculata*.

Per quanto l'esperienza sul Tevere di *Citizen Science* non possa restituire dati di abbondanza sulle specie né sulla reale distribuzione in assenza di un disegno sperimentale sistematico con sforzo di campionamento equivalente e/o normalizzato lungo tutta l'asta fluviale, la validità è stata comunque dimostrata dal rapporto tra unionidi "iconici" quali l'autoctona *Anodonta cygnea* e l'alloctona *Sinanodonta woodiana*.

Il rapporto tra queste specie è simile a quello trovato in studi scientifici sia a livello regionale (Ercolini, 2015), sia europeo (Poznańska-Kakareko *et al.*, 2021). La competizione tra le due specie potrebbe incrementare, inoltre, in una previsione di innalzamento delle temperature. Poznańska-Kakareko *et al.* (2021) hanno, infatti, dimostrato come, con l'aumentare della temperatura, *Sinanodonta woodiana* tenda a spostarsi su substrati simili a quelli utilizzati da *Anodonta cygnea*, specie molto legata alla tessitura del substrato.

### L'esperienza di *Citizen Science*

A nostra conoscenza questo è il primo esperimento di *Citizen Science* sui molluschi in Italia che vede coinvolti dei partecipanti lungo una discesa fluviale.

A livello globale altre esperienze importanti sono già state comunque realizzate sia finalizzate alla conservazione di specie autoctone (Haake, 2022; Tolin, 2023), sia finalizzate alla conoscenza di specie alloctone invasive che di fatto hanno arrecato un danno ecologico ed economico a causa della loro presenza nei fiumi studiati (Miralles *et al.*, 2016; Brümmer *et al.*, 2021). Gli esempi sopra citati

sono importanti perché evidenziano due diverse determinanti che hanno portato al coinvolgimento dei cittadini volontari.

Nell'ambito della *Citizen Science* il facilitatore è quella figura che forma e/o motiva e/o guida i gruppi di partecipanti (Lorke *et al.*, 2019); nell'attività sul Tevere in presenza di un facilitatore, pur in assenza di un disegno sperimentale specifico atto a testare l'efficacia della sua presenza, si è avuto un numero maggiore di segnalazioni di specie di molluschi (Tab. 1) a conferma, comunque, del ruolo chiave che ha la presenza di un facilitatore in un programma di *Citizen Science* (Hidalgo *et al.*, 2021).

Molti progetti di *Citizen Science* hanno realizzato, o si sono avvalsi di, applicazioni o programmi creati per essere installati su dispositivi smartphone. Tranne alcune app di raccolta dati molto utilizzate, come ad esempio iNaturalist (che ha diversi milioni di download ed è strutturata sia per la realizzazione di progetti di *Citizen Science* sia per la condivisione su database scientifici) l'utilizzo di app potrebbe non essere proficuo, in particolare in assenza di un facilitatore che invogli il download e l'uso.

Di contro esperienze dei social media come database per la raccolta di informazioni, da utilizzare tramite tecniche di data mining, si è dimostrato utile anche alla ricerca scientifica legata alla biodiversità in diversi campi di studio (Stafford *et al.*, 2010; Pace *et al.*, 2019). Anche nel futuro, attraverso i social media, sarà comunque possibile, da parte di chiunque, rintracciare le diverse segnalazioni secondo la logica "open source" che contraddistingue la *Citizen Science*. Il coinvolgimento anche nelle prossime edizioni dei partecipanti alla Discesa permetterà di avere maggiori dati sulla distribuzione delle specie sia nello spazio sia nel tempo.

## Ringraziamenti

Un ringraziamento particolare va a tutti i partecipanti e agli organizzatori della 44<sup>a</sup> Discesa Internazionale del Tevere l'associazione "ASD

Discesa Internazionale del Tevere" ([www.tibertour.com](http://www.tibertour.com); [www.disce-sainternazionaledeltevere.org](http://www.disce-sainternazionaledeltevere.org)), alla Associazione Italiana Canoa Canadese, alla Associazione Citizen

Science Italia e al Museo Malacologico Malakos di Città di Castello. Si ringrazia inoltre la dott.ssa Beatrice Santucci del Museo Malacologico Malakos.

## Bibliografia

- Araujo R., Moreno D., Ramos A., 1993. The Asiatic clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Europe. *American Malacological Bulletin*, **10** (1): 39-49.
- Baba K., 2000. An area-analytical zoogeographical classification of Palearctic Unionaceae species. *Bollettino Malacologico*, **36** (5-8): 133-140.
- Bedulli D., Castagnolo L., Ghisotti F., Spada G., 1995. Bivalvia, Scaphopoda, In: Minelli A., Ruffo S., La Posta S. (a cura di), *Checklist delle specie della fauna italiana*, 18. Calderini, Bologna.
- Blanken E., 1990. *Corbicula fluminea* Müller, 1774 nieuw in Nederland. *Correspondentieblad van de Nederlandse Malacologische Vereniging*, **252**: 631-632.
- Bodon M., Cianfanelli S., Nardi G., 2021. Mollusca (terrestrial and inland water species). In: Bologna M.A., Zapparoli M., Oliverio M., Minelli A., Bonato L., Cianferoni F., Stoch F. (eds.), *Checklist of the Italian Fauna*. Version 1.0. Last update: 2021-05-31.
- Brümmer F., Tersteegen J., Rapp L., Beck R., Schenk-Trautmann T., Ramm A., Liebich D., 2021. Monitoring the invasive quagga mussel by recreational divers in a citizen science project. *FOG-Freiberg Online Geoscience*, 58.
- CBD, 1992. Convention on Biological Diversity, 1992. [www.cbd.int/meetings/BDCONF](http://www.cbd.int/meetings/BDCONF).
- Cianfanelli S., Bodon M., 2014. I Molluschi alloctoni del Lazio. In: *Alieni. La minaccia delle specie alloctone per la biodiversità del Lazio*. Palombi Ed.: 50-55.
- Cianfanelli S., Lori E., Bodon M., 2007. Non-indigenous freshwater molluscs and their distribution in Italy. In Gherardi F. (Ed.), *Biological invader inland waters: profiles, distribution, and threats*. Springer, Dordrecht. Chapter 5: 103-121.
- Ciutti F., Girod A., Mariani M., 2007. Considerazioni su una popolazione di *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) nel Lago di Garda sud-orientale (Italia). *Natura Bresciana*, **35**: 121-124.
- Colomba M.S., Liberto F., Reitano A., Di Franco D., Sparacio I., 2013. On the presence of *Dreissena polymorpha* Pallas, 1771 and *Sinanodonta woodiana woodiana* (Lea, 1834) in Sicily (Bivalvia). *Biodiversity Journal*, **4** (4): 571-580.
- Cuttelod A., Seddon M., Neubert E., 2011. European red list of non-marine molluscs (p. 97). Luxembourg: *Publications Office of the European Union*.
- De Vico G., Maio N., Castagnolo L., 2007. Prima segnalazione di *Anodonta (Sinanodonta) woodiana* (Lea, 1834) (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) per il sud Italia. *Notiziario S.I.M.*, **25** (1-2): 23-25.
- Ercolini P., 2015. *Anodonta (Sinanodonta) woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia, Unionidae), nel comprensorio di bonifica idraulica della Versilia (Toscana nord-occidentale). *Biologia Ambientale*, **29** (1): 15-20.
- Ercolini P., Cenni M., 2015. Prima segnalazione di *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) nelle acque del fiume Serchio (Lucca). *Biologia Ambientale*, **29** (1): 71-74.
- Erwin T., Johnson P., 2000. Naming species, a new paradigm for crisis management in taxonomy: rapid journal validation of scientific names enhanced with more complete descriptions on the internet. *Coleopt. Bull.* **54**: 269-278.
- Fabbri R., Landi L., 1999. Nuove segnalazioni di molluschi, crostacei e pesci esotici in Emilia-Romagna e prima segnalazione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) in Italia (Mollusca Bivalvia, Crustacea Decapoda, Osteichthyes Cypriniformes). *Quaderno di studi e notizie di storia naturale della Romagna*, **12**: 9-20.
- Gaglioti M., 2022. *Anodonta cygnea*. Il filtratore rimasto all'asciutto. *Report Number 01/2022*: 1-6.
- Glöer P., 2019. The freshwater gastropods of the West-Palaearctics. Vol. 1. Muchow, 299 pp.
- Grano M., Di Giuseppe R., 2020. Un nuovo mollusco alloctono nel Lazio: *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae). *Alleryana*, **38** (1): 34-37.
- Grano M., Di Giuseppe R., 2021. I molluschi terrestri e dulciacquicoli (Mollusca: Gastropoda, Bivalvia) di Castel di Guido (Lazio, Italia centrale). Checklist preliminare. *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino*, **38** (1-2): 149-168.
- Grano M., Nistri R., Di Giuseppe R., 2020. Aggiornamento sui molluschi alloctoni nel fiume Tevere a Roma (Bivalvia). *Alleryana*, **38** (2): 117-121.
- Haake D., 2022. Case Studies in Community-Driven Stream Science: Urban Salt and Rural Mussels. In AGU Fall Meeting Abstracts, Vol. 2022, pp. SY33A-05.
- Hanna G.D., 1966. Introduced mollusks of western North America. *Occasional papers of the California Academy of Sciences*, **48**: 1-108.
- Illies J. (ed.), 1978. *Limnofauna Europaea*. 2nd edition, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 552 pp.
- Jacoby J., 1985. Grazing effects on periphyton by *Theodoxus fluviatilis* (Gastropoda: Prosobranchia). *Cytologia*, **24**: 487-489.
- Kamburska L., Lauceri R., Beltrami M., Boggero A., Cardecchia A., Guarneri, I., Manca M., Riccardi N., 2013. Establishment of *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) in Lake Maggiore: a spatial approach to trace the invasion dynamics. *BioInvasions Records*, **2** (2): 150-117.
- Kinzelbach R., 1991. Die Körbchenmuscheln *Corbicula fluminalis*,

- Corbicula fluminea* und *Corbicula fluviatilis* in Europa (Bivalvia: Corbiculidae). *Mainzer Naturw. Archives*, **29**: 215-228.
- Lopes-Lima M., Sousa R., Geist J., Aldridge D. C., Araujo R., Bergengren J., Zogaris S., 2017. Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges. *Biological reviews*, **92** (1): 572-607.
- Lorke J., Golumbic Y.N., Ramjan C., Atias O., 2019. Training needs and recommendations for citizen science participants, facilitators and designers. Research report from COST WG2 workshop - Systematic review on training requirements and recommendations for Citizen Science Riga November 12-13th, 2018.
- Malavasi D., Fabbri R., Bernardoni A., 1999. Prima segnalazione nel tratto medio del fiume Po di *Corbicula fluminea* Müller (Mollusca Bivalvia Corbiculidae). *Pianura*, **11**: 183-185.
- Manganelli G., Bodon M., Favilli L., Castagnolo L., Giusti F., 1998. Checklist delle specie della fauna d'Italia, molluschi terrestri e d'acqua dolce. Errata ed addenda, 1. *Bollettino Malacologico*, **33** (9-12): 151-156.
- Martellos S., 2017. Il ruolo dell'informazione e della Citizen Science. *Biologia Ambientale*, **31**: 147-150.
- Mienis H.K., 1991. Some remarks concerning asiatic clams invading Europe with a note on sample of *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) from Trapani, Sicily. *Notiziario della Società Italiana di Malacologia*, **9**: 137-139.
- Miralles L., Dopico E., Devlo-Delva F., Garcia-Vazquez E., 2016. Controlling populations of invasive pygmy mussel (*Xenostrobus securis*) through citizen science and environmental DNA. *Marine pollution Bulletin*, **110** (1): 127-132.
- Mouthon J., 1981. Sur la présence en France et au Portugal de *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) originaire d'Asie. *Basteria*, **45**: 109-116.
- Nardi G., Braccia A., 2004. Prima segnalazione di *Corbicula fluminea* (O. F. Müller, 1774) per il Lago di Garda (Provincia di Brescia) (Mollusca Bivalvia, Corbiculidae). *Bollettino Malacologico*, **39**: 181-184.
- Nicolini L., Lodola A., 2011. Densità di popolazione e biometria di *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), bivalve alloctono invasivo nel fiume Ticino (Pavia). *Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Biologica*, **89**: 145-147.
- Niero I., 2003. Sulla presenza in Veneto e centro Italia di *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Mollusca, Bivalvia). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, **54**: 29-33.
- Ókland J., 1990. Lakes and snails. Environment and Gastropoda in 1.500 Norwegian lakes, ponds and rivers. *Oegstgeest*, 516 pp.
- Pace D.S., Giacomini G., Campana I., Paraboschi M., Pellegrino G., Silvestri M., Arcangeli A., 2019. An integrated approach for cetacean knowledge and conservation in the central Mediterranean Sea using research and social media data sources. *Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems*, **29**(8): 1302-1323.
- Pezzi M., 2008. Prima segnalazione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) nel fiume Senio (provincia di Ravenna) (Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae). *Quaderno della Stazione Ecologica Civico Museo di Storia naturale di Ferrara*, **18**: 89-92.
- Pieri E., Bonifazi A., De Bonis S., Caprioli R., Amorosi V., Tintea R., Lombardo M.F., 2023. Nuovi dati sulla distribuzione nel Lazio del bivalve alieno *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae). *Convegno CISBA Ecosistemi acquatici e cambiamenti climatici*. 2-3 marzo 2023 Reggio Emilia.
- Poznańska-Kakareko M., Wiśniewski K., Szarmach D., Witkowska A., Kakareko T., Kobak J., 2021. Importance of substratum quality for potential competitive niches overlap between native and invasive unionid mussels in Europe. *Science of the Total Environment*, **799**, 149345.
- Renda W., Niero I., 2014. Nuove segnalazioni di *Sinanodonta woodiana woodiana* (Lea, 1834) (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) per il sud Italia. *Notiziario S.I.M.*, **32** (2): 14-16.
- Hidalgo S.E., Perelló J., Becker F., Bonhoure I., Legris M., Cigarini A., 2021. Participation and co-creation in citizen science. Chapter 11. In: Vohland K. et al. (Eds). 2021. *The Science of Citizen Science*. Springer: 199-218.
- Sforzi A., Vitillo C., Anselmi M., 2019 - Report dei BioBlitz 2013-2018 del Museo di Storia Naturale della Maremma. Supplemento al n. 24 degli "Atti del Museo di Storia Naturale della Maremma", 80 pp.
- Solustri C., Nardi G., 2006. Una nuova stazione di *Anodonta woodiana woodiana* (Lea, 1834) nell'Italia centrale (Bivalvia, Unionidae). *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna*, **23**: 1-8.
- Stafford R., Hart A.G., Collins L., Kirkhope C.L., Williams R.L., Rees S.G., Goodenough A.E., 2010. Eu-social science: the role of internet social networks in the collection of bee biodiversity data. *PLoS one*, **5** (12), e14381.
- Stagioni P.L., 2009. *Corbicula fluminea*. Segnalazioni Faunistiche n. 94-98. *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna*, **28**: 191-197.
- Swinnen F., Leyenen M., Sablon R., Duvivier L., Van Maele R., 1998. The Asiatic clam *Corbicula* (Bivalvia: Corbiculidae) in Belgium. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Biologie*, **68**: 47-53.
- Tamborini D., Trasforini S., Puzzi C., 2018. Molluschi. In: BISI F., Montagnani C., Cardarelli E., Manenti R., Trasforini S., Gentili R., Ardenghi N.M.G., Citterio S., Bogliani G., Ficetola F., Rubolini D., Puzzi C., Scelsi F., Rampa A., Rossi E., Mazzamuto M.V., Wauters L.A., Martinoli A. *Strategia di azione e degli interventi per il controllo e la gestione delle specie alloctone in Regione Lombardia*.
- Tolin A., 2023. Citizen Science Monitoring of Freshwater Mussels (Unionidae) in the Huron River Watershed, Michigan (Doctoral dissertation).
- Watters G.T., 1997. A Synthesis and Review of the expanding range of the Asian freshwater *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae). *The Veliger*, **40** (2): 152-156.
- Welter-Schultes F., 2012. *European non-marine molluscs, a guide for species identification*. Planet Poster Edition, 679 pp.

# Quanta biodiversità vive in una azienda agricola che impiega pratiche e principi agroecologici? Una stima dai risultati di un bioblitz

**Silvia Fusaro<sup>1\*</sup>, Luca Cavigioli<sup>2</sup>, Roberto Dellavedova<sup>2</sup>, Diego Fontaneto<sup>2,3</sup>, Laura Garzoli<sup>2,3</sup>, Lorenzo Laddaga<sup>2</sup>, Andrea Mosini<sup>2</sup>, Manuel Piana<sup>2</sup>, Lucia Pompilio<sup>2</sup>, Giuseppe Bogliani<sup>4</sup>, Luisa Erra<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Laboratorio VitaLab, NaturaSì, San Vendemiano, Treviso

<sup>2</sup> Società di Scienze Naturali del Verbano Cusio Ossola

<sup>3</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA), Verbania

<sup>4</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia

\*Referente per la corrispondenza: fusaro.silvia.17@gmail.com

Ricevuto il 19.10.2023; accettato il 1.12.2023

## Riassunto

Sono sempre più frequenti iniziative di *citizen science*, come il bioblitz, un censimento di breve durata delle specie che popolano un'area, frutto della collaborazione fra specialisti e appassionati di natura. Nel presente articolo vengono riportati i risultati ottenuti durante un bioblitz avvenuto il 14 maggio 2023 nell'azienda biodinamica Cascine Orsine di Bereguardo (PV). È stata rilevata la presenza di 207 specie: 102 specie di piante, 105 specie di animali, tra cui 31 di uccelli, 2 di anfibi, 4 di rettili, 2 di mammiferi e 66 di invertebrati. Tre specie di piante e cinque di uccelli sono tutelate dalle normative vigenti. Un'azienda agricola che coniuga le esigenze produttive con il rispetto degli equilibri ambientali in un'ottica di complesso organismo aziendale agroecologico, in prossimità di aree naturali protette, può configurarsi come zona di transizione. Infatti, il mantenimento di un mosaico di aree seminaturali accanto ai coltivi, assumendo una funzione di corridoio ecologico, può favorire lo sviluppo della biodiversità. L'iniziativa di bioblitz ha permesso altresì di sensibilizzare il pubblico sull'importanza della biodiversità per incrementare la sostenibilità ambientale nelle aree agricole.

PAROLE CHIAVE: Biodiversità / Bioblitz / Agricoltura biodinamica / Agricoltura sostenibile / *Citizen science* / Flora / Fauna

## How much biodiversity lives on a farm that applies agroecological practices and principles? An estimate from the results of a Bioblitz

Citizen science initiatives, such as the bioblitz, a short-term assessment of the species that inhabit an area, the result of collaboration between specialists and nature lovers, are becoming increasingly common. This article reports the results obtained during a bioblitz, which took place on 14<sup>th</sup> May 2023 on the biodynamic farm Cascine Orsine, located in Bereguardo (PV, Italy). The presence of 207 species was detected: 102 species of plants, 105 species of animals, including 31 of birds, 2 of amphibians, 4 of reptiles, 2 of mammals, 66 of invertebrates. Three plant and five bird species are protected by current legislation. A farm that combines production needs with respect for environmental balances in a complex agroecological farm organism perspective, in the proximity of protected natural areas, can be configured as a transition zone. The maintenance of a mosaic of semi-natural areas alongside cropfields, by assuming the function of an ecological corridor, can in fact favour the development of biodiversity. The bioblitz initiative also raised awareness on the importance of biodiversity for increasing environmental sustainability in agricultural areas.

**Key words:** Biodiversity / Bioblitz / Biodynamic agriculture / Sustainable farming / Citizen Science / Flora / Fauna

## INTRODUZIONE

Negli ultimi due decenni sono apparse sempre più frequenti iniziative di *citizen science*, che coinvolgono il pubblico e lo avvicinano a vari ambiti della scienza. Il termine "*citizen science*" è stato coniato nel 1995 dal sociologo britannico Alan Irwin (Irwin, 1995). Irwin sottolineò che la scienza dovrebbe rispondere alle preoccupazioni dei cittadini, cercando di soddisfarne i bisogni. Affermò come il processo di produzione di conoscenze attendibili potesse essere sviluppato e messo in atto dai cittadini stessi che, conoscendo il contesto locale, possono sviluppare nuove prospettive per la scienza, al di fuori degli ambiti istituzionali.

Le iniziative di *citizen science* possono consistere nella raccolta di dati di carattere naturalistico, contribuire alla conoscenza collettiva del mondo naturale e alla sensibilizzazione pubblica sul tema della biodiversità e sono state ampiamente adottate da educatori, scienziati e professionisti della conservazione sia all'estero (Aceves-Bueno *et al.*, 2017; Parker *et al.*, 2018; Benöhr, 2021), che in Italia (De Felici *et al.*, 2021; Lo Parrino e Tomasi, 2021; Ferretti *et al.*, 2022; Martellos *et al.*, 2022). È stato altresì riconosciuto che tali iniziative possono influenzare positivamente aspetti imprescindibili della vita delle persone come la salute, l'istruzione, il benessere e la cultura (Postles e Bartlett, 2018).

Un tipo di iniziativa di *citizen science* è il bioblitz, un'indagine intensiva di breve durata sulla biodiversità di una specifica area, concordata e pubblicizzata preventivamente, in cui specialisti, studenti, insegnanti e altri membri della comunità, come semplici interessati o appassionati di natura, collaborano per ottenere un conteggio generale delle specie pre-

senti (Baker *et al.*, 2014). Il termine "bioblitz" è stato utilizzato per la prima volta nel 1996 negli Stati Uniti e, negli anni successivi, molti eventi simili sono stati realizzati in numerosi stati del mondo (Postles e Bartlett, 2018; Benöhr, 2021; Paez-Vacas *et al.*, 2023; Meeus *et al.*, 2023). In Italia esiste un coordinamento centrale dei bioblitz, gestito dal Consorzio Universitario per la Ricerca Socioeconomica e per l'Ambiente (CURSA), che riunisce le Università del Molise, della Toscana e di Ferrara (<https://www.bioblitzitalia.it>). Fra le finalità di un bioblitz si possono annoverare:

- la raccolta di dati su alcuni gruppi di organismi viventi con un ruolo nella ricerca, nel monitoraggio, nella conoscenza della distribuzione, nella scoperta e nell'identificazione di specie nuove;
- il coinvolgimento del pubblico, il contributo alla costruzione di una comunità, l'educazione e la sensibilizzazione attraverso una comunicazione efficace (Meeus *et al.*, 2021; 2023).

Eventi di *citizen science*, come il bioblitz, legati ad un luogo specifico, possono essere, quindi, non solo uno strumento per la raccolta di dati scientifici, ma avere anche un forte potenziale per combinarsi sinergicamente con i programmi di educazione ambientale rivolti alla popolazione locale. Infatti, la *citizen science* può dare agli attori locali gli strumenti, le conoscenze e le emozioni necessarie per affrontare le urgenti sfide di conservazione che stiamo vivendo in questo momento (Benöhr, 2021).

Il luogo scelto come sede di un bioblitz può essere naturale o seminaturale, come un parco o un'area protetta (Baker *et al.*, 2014), il corso di un fiume (Benöhr, 2021), ma anche ambienti urbani e antropizzati, come grandi città (Paez-Vacas *et al.*, 2023). Recentemente anche

aziende agricole sono state sede di eventi di bioblitz, come l'azienda agricola biodinamica San Michele, situata a Cortellazzo (VE) nel 2021 (<https://www.naturasi.it/eventi/pronti-attenti-bioblitz>).

Il presente articolo ha l'obiettivo di divulgare i risultati ottenuti durante il bioblitz avvenuto il 14 maggio 2023 nell'azienda agricola biodinamica Cascine Orsine (Beregardo, PV) progettato e guidato da naturalisti, biologi e ricercatori della Società di Scienze Naturali del Verbano Cusio Ossola (<https://www.scienzenaturalivco.org/>).

## MATERIALI E METODI

### Area di studio

Sede del bioblitz del 14 maggio 2023, durato dalle 10:00 alle 16:00, è stata l'azienda agricola Cascine Orsine, nota anche come Zelata (<https://www.cascineorsine.it/>), situata nella regione Lombardia a Bereguardo (PV) (Fig. 1).

I terreni aziendali si trovano a scavalco del terrazzo fra il piano fondamentale della pianura (Pleistocene), dove prevalgono le coltivazioni, e il solco olocenico, che include i terreni più umidi, solo in parte coltivati e occupati dalle formazioni forestali sotto descritte e da lanche e canali; questi ultimi in parte alimentati da acque di risorgiva che emergono ai piedi del terrazzo fra Pleistocene e Olocene. Gran parte del territorio è incluso nei siti Natura 2000, rispettivamente ZSC - Zona Speciale di Conservazione IT2080002 "Basso corso e sponde del Ticino" e ZPS - Zona di Protezione Speciale IT2080301 "Boschi del Ticino".

L'azienda si estende per 700 ha di superficie, di cui 350 coltivati con metodo biodinamico dal 1976. Koepf *et al.* (2006) affermano che l'agricoltura biodinamica comporta la creazione di un complesso organismo aziendale produttivo

agroecologico con un fitto mosaico di aree coltivate, un elevato numero di specie e aree di vegetazione seminaturale, in cui si rispettano i cicli naturali e stagionali. Jeanneret *et al.* (2021) sostengono che gestioni agricole di questo tipo, particolarmente rispettose dell'ambiente, che si inseriscono in una ecologia di paesaggio, favoriscono la biodiversità e l'efficienza dei servizi ecosistemici. In questo modo si rende possibile l'interazione sinergica fra le attività umane e produttive con le risorse naturali (compresa la biodiversità) riducendo al minimo gli input esterni e gli sprechi. L'agricoltura biodinamica applica consuete pratiche di agricoltura biologica che permettono di preservare la fertilità del suolo, il compostaggio e la rotazione delle colture, con evidenti ripercussioni positive sulla biodiversità (Stein-Bachinger *et al.*, 2021; Gong *et al.*, 2022). In aggiunta, il metodo biodinamico utilizza due preparati caratteristici come irrorazioni sul campo (denominati preparato 500 e 501) (Spaccini *et al.*, 2012; Giannattasio *et al.*, 2013; Goldstein *et al.*, 2019;

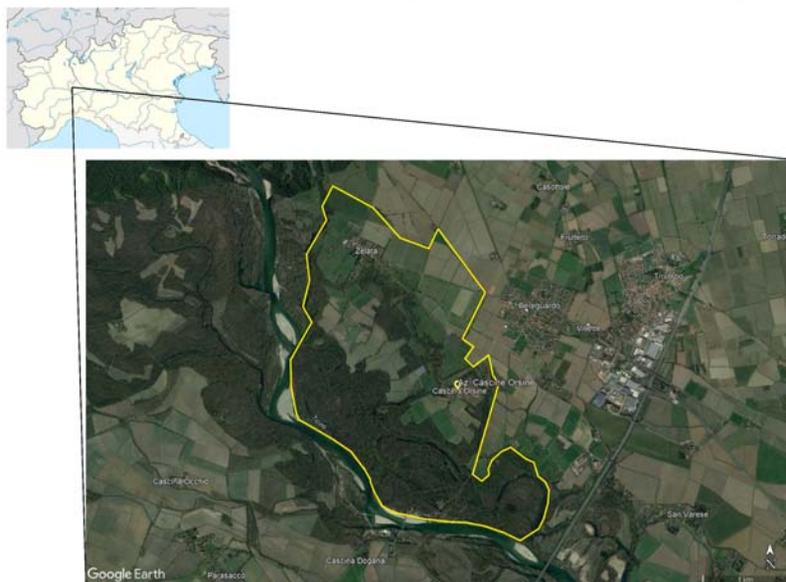
Zanardo *et al.*, 2023) e additivi per il compostaggio del letame (Santoni *et al.*, 2022), i cui effetti sulla biodiversità non sono stati ancora ampiamente provati, ma non sono verosimilmente negativi (Hendgen *et al.*, 2018; Bosco *et al.*, 2022) o evidenziano una tendenza positiva per alcuni gruppi di organismi (Mäder *et al.*, 2002; Christel *et al.*, 2021).

Le principali colture prodotte dall'azienda Cascine Orsine sono riso, farro, orzo, grano tenero, pisello proteico, mais. Le risaie sono mantenute allagate nel periodo estivo. Nell'azienda si pratica anche l'allevamento di vacche da latte (attualmente sono ospitati 130 capi in lattazione). Sono presenti delle aree gestite a marcita, una tecnica di coltivazione tipica delle aree lombarde e piemontesi in progressiva rarefazione nella Pianura Padana, che consiste in prati stabili a sommersione invernale e ad irrigazione estiva, che forniscono foraggi freschi per il bestiame anche d'inverno (Bove *et al.*, 2020). Infatti, durante l'inverno, grazie alla predisposizione di opportune pendenze e ad una oculata gestio-

ne dell'acqua, è mantenuto un sottile velo d'acqua sul manto erboso, impedendo così il formarsi del gelo e permettendo la continua crescita dell'erba.

Circa 350 ha, che equivalgono a metà della proprietà aziendale, sono occupati da siepi, fasce inerbite, sponde vegetate di corsi d'acqua, vegetazione spontanea, costituita da querceti planiziali e foreste ripariali, ambienti che sono sopravvissuti nel Parco del Ticino e in poche altre aree protette come parchi e riserve naturali, ma sono ormai scomparsi dal paesaggio circostante fortemente antropizzato. In corrispondenza dell'area interessata dal bioblitz le specie di alberi d'alto fusto più comuni sono la farnia (*Quercus robur* subsp. *robur*), il salice bianco (*Salix alba*), il pioppo nero (*Populus nigra*) e bianco (*Populus alba*); dove la falda è costantemente superficiale, si insediano i boschi di ontano nero (*Alnus glutinosa*) (Perracino, 2010).

Fra i mammiferi, negli scorsi decenni, sono ricomparse alcune specie che non erano state più avvistate dalla fine del '700, come ad esempio il capriolo (*Capreolus capreolus*), introdotto più a nord nel Parco del Ticino e che poi ha esteso il suo areale avendo trovato una zona favorevole nei boschi della Zelata, l'area specifica che interessa l'azienda agricola Cascine Orsine (Bogliani, 2004). In quest'area si trovano anche la martora (*Martes martes* Linnaeus, 1758), che ha recentemente colonizzato questa porzione di boschi planiziali, e lo scoiattolo rosso (*Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758); è assente lo scoiattolo grigio (*Sciurus carolinensis* Gmelin, 1788), specie aliena invasiva che, in altre aree della Pianura Padana, esercita una forte pressione competitiva nei confronti dello scoiattolo rosso (Bertolino *et al.*, 2014). I boschi della Zelata sono



**Fig. 1.** Localizzazione dell'azienda agricola biodinamica Cascine Orsine, sede dell'evento di bioblitz. In giallo i confini aziendali [immagine elaborata da Wikipedia e da Google Earth].

la sede di colonie di aironi nidificanti (garzaie) già da almeno gli anni '30 del secolo scorso (Moltoni, 1936) che, con alterne tendenze numeriche e spostamenti locali, sono ancora presenti (Fasola *et al.*, 2023).

### **GRUPPI DI ORGANISMI OGGETTO DELLA RICERCA E METODI DI INDAGINE**

Il bioblitz presso l'azienda agricola Cascine Orsine ha previsto il coinvolgimento del pubblico con 10 accompagnatori biologi e naturalisti. Può essere definito come un "bioblitz guidato", secondo la distinzione fornita da Meeus *et al.* (2023), in cui gli esperti guidano i partecipanti in gruppi. Le persone possono partecipare attivamente alla ricerca degli organismi (aumentando così la probabilità di contattare più specie) o semplicemente osservare gli esperti che effettuano i rilevamenti.

I seguenti gruppi di organismi sono stati oggetto di indagine.

#### **Flora**

La flora è stata censita lungo l'itinerario che collega l'ingresso dell'azienda fino al bosco umido di ontano nero (*A. glutinosa*). In particolar modo, sono stati condotti tre rilievi floristici in corrispondenza della vegetazione erbacea e delle siepi al margine della pista sterrata e presso la vegetazione acquatica del canale. Contestualmente sono stati raccolti ed essiccati campioni per i *taxa* dall'identificazione più complessa.

#### **Uccelli**

Il censimento dell'avifauna è stato effettuato con osservazione diretta, a vista e/o ascolto, con supporto di binocolo 10x e cannocchiale stabilizzato 30x. Le osservazioni sono state annotate su taccuino e geolocalizzate tramite l'applicazione NaturaList, riferita

al portale di raccolta dati Ornitho.it. La metodologia prevedeva l'esecuzione di un sopralluogo per individuare il percorso migliore su cui effettuare il bioblitz. Successivamente, durante il bioblitz, il gruppo condotto dall'esperto ha effettuato un transetto andata e ritorno sullo stesso percorso, raccogliendo sistematicamente tutte le osservazioni con la metodologia predetta. Il culmine del transetto è un punto di osservazione sulla garzaia della Zelata, dove è stato possibile osservare molti nidi di ardeidi attivi, a distanza di rispetto e protetti dalla vegetazione per non recare inutile disturbo.

#### **Mammiferi**

Data l'elusività delle specie, in particolare, con la partecipazione di un numero elevato di persone all'evento, l'indagine sulla presenza di mammiferi all'interno delle pertinenze dell'azienda agricola è stata svolta principalmente mediante la ricerca di tracce indirette (e.g. feci, impronte sul terreno umido, resti, etc.). Per quanto riguarda i chiroterteri è stata effettuata un'ispezione dei siti potenzialmente rilevanti per la presenza di *roost* (siti di rifugio) di specie antropofile e non, come grondaie, sottotetti, soffitte, edifici rurali dedicati all'allevamento e una *bat box* posizionata anni prima nell'azienda in una delle pertinenze di fronte al caseggiato principale. Ai partecipanti sono stati inoltre mostrati testi bibliografici divulgativi, campioni museali, e sono state date informazioni per segnalare la presenza di mammiferi protetti, in difficoltà o colonie di pipistrelli.

#### **Rettili e anfibi**

Il censimento si è basato su metodologie diverse e complementari, in linea con l'eco-etologia delle specie potenzialmente presenti nell'area indagata.

In particolare, per quanto riguarda i rettili, sono stati percorsi dei transetti lungo strade sterrate e canali, con particolare attenzione per gli ecotoni dove la vegetazione non sfalciata offriva potenziale rifugio e siti di termoregolazione idonei. Sono stati inoltre ricercati gli animali anche al di sotto di siti di rifugio (come massi o tronchi, ad esempio), che sono stati successivamente ricollocati nella posizione in cui erano stati trovati. Le ricerche si sono concentrate nelle prime ore del mattino in modo da intercettare i rettili prima che entrassero in attività.

Metodologia simile è stata utilizzata per la ricerca degli anfibi anche se, in questo caso, particolare attenzione è stata riservata alle raccolte d'acqua e ai canali. Per la batracofauna è stato inoltre possibile effettuare censimenti al canto. Le vocalizzazioni degli anfibi sono infatti specie-specifiche e permettono il riconoscimento delle specie territoriali.

#### **Invertebrati epigei**

La raccolta di insetti è avvenuta a vista e mediante l'utilizzo di retino da farfalle e retino da sfalcio, camminando lungo transetti seguendo le strade sterrate e i canali irrigui. L'identificazione degli organismi raccolti è avvenuta sul campo, anche con l'uso di lenti di ingrandimento per l'osservazione di caratteri tassonomici.

#### **Odonati**

Il campionamento delle libellule è stato svolto nelle ore centrali della giornata mediante la ricerca visiva degli adulti in volo (stadi immaginali) utilizzando binocolo 10x40 ingrandimenti e retino entomologico, lungo 2 transetti posizionati accanto ai canali irrigui nella zona individuata per il bioblitz (Ketelaere e Plate, 2001). L'identificazione degli individui a

livello di specie è stata effettuata a vista, ovvero su individuo vivo in mano mediante osservazione dei principali caratteri diagnostici, e si è spinta fino al sesso relativamente alle specie che evidenziano dimorfismo sessuale, seguendo Dijkstra *et al.* (2020). Casi dubbi sono stati risolti acquisendo immagini digitali da sottoporre a successive valutazioni, evitando il prelievo diretto di individui.

### Ragni

I ragni sono stati raccolti percorrendo i sentieri e i margini ecotonali, con ricerca a vista e occasionali sfalci con retino entomologico nelle zone a vegetazione erbacea e lungo i margini boschivi.

### Invertebrati edafici

Sono stati effettuati 10 punti di campionamento di *hand sorting* o vaglio manuale (Paoletti *et al.*, 2013) sia in aree coltivate, sia in aree inerbite e di siepe. Questa tecnica consiste nell'estrazione di una zolla di terra delle dimensioni di 50cm x 50cm x 20cm con l'uso di una forca-vanga, nel posizionamento della zolla su un telo chiaro e nel successivo sminuzzamento e vaglio manuale di tutta la quantità di terra estratta, prelevando gli organismi visibili ad occhio nudo. Gli esemplari di lombrichi sono stati prelevati e messi in alcol puro, per poter osservare i caratteri diagnostici al microscopio e poterli così determinare a livello di specie.

### RISULTATI

All'evento hanno partecipato 211 persone, di cui 29 bambine e bambini sotto i 14 anni, divise in una decina di gruppi, ognuno accompagnato e guidato nelle osservazioni da un membro della Società di Scienze Naturali del Verbano Cusio Ossola (Fig. 2). Le escursioni dei gruppi nei vari ambienti sia col-



**Fig. 2.** Immagini di ambienti dell'azienda agricola biodinamica Cascine Orsine e dei partecipanti al bioblitz.

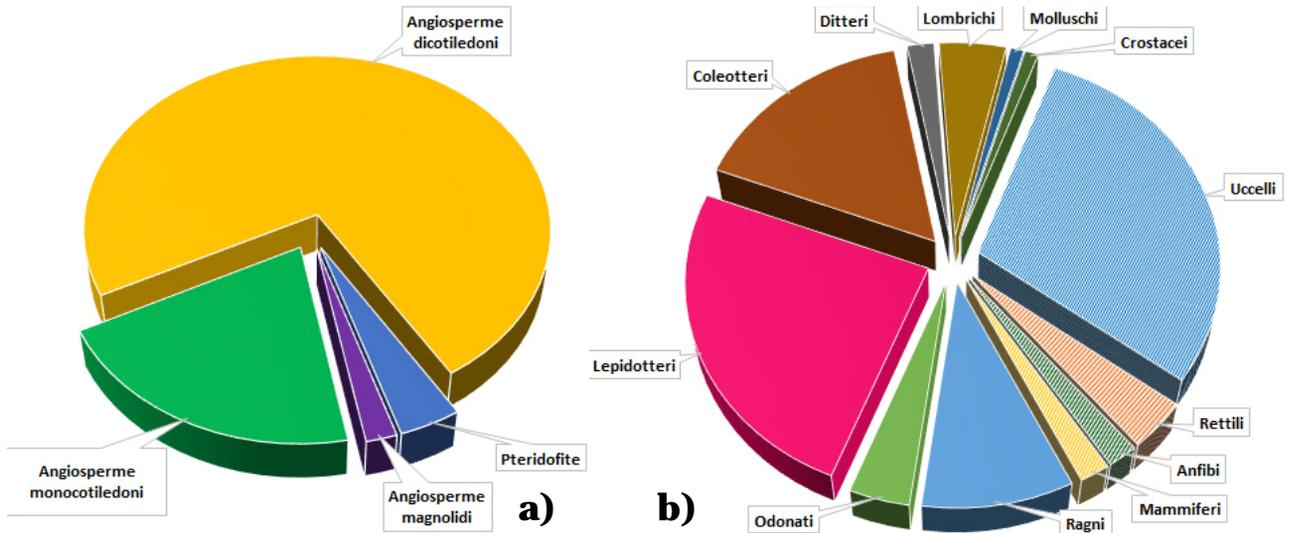
**Tab. I.** Sintesi dei dati raccolti durante il bioblitz svoltosi il 14 maggio 2023 presso l'azienda agricola biodinamica Cascine Orsine.

| Gruppi di organismi | N° di specie (o morfospécie) | N° di famiglie rappresentate |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>Vegetali</b>     | <b>102</b>                   | <b>36</b>                    |
| pteridofite         | 4                            | 2                            |
| angiosperme         |                              |                              |
| magnolidi           | 2                            | 2                            |
| monocotiledoni      | 21                           | 5                            |
| dicotiledoni        | 75                           | 27                           |
| <b>Animali</b>      | <b>105</b>                   | <b>62</b>                    |
| uccelli             | 31                           | 22                           |
| rettili             | 4                            | 3                            |
| anfibi              | 2                            | 2                            |
| mammiferi           | 2                            | 2                            |
| ragni               | 10                           | 8                            |
| odonati             | 4                            | 4                            |
| lepidotteri         | 26                           | 4                            |
| coleotteri          | 17                           | 12                           |
| ditteri             | 2                            | 2                            |
| lombrichi           | 5                            | 1                            |
| molluschi           | 1                            | 1                            |
| crostacei           | 1                            | 1                            |
| <b>Totale</b>       | <b>207</b>                   | <b>98</b>                    |

tivati, sia semi-naturali dell'azienda agricola hanno portato al censimento totale di 207 specie, rappresentanti di 98 famiglie (Tab. I).

I grafici di figura 3 mostrano la ripartizione percentuale fra i principali *taxa* intercettati durante il bioblitz. Nella tabella II sono

elencate in dettaglio le specie vegetali e nella tabella III sono elencate le specie animali censite durante il bioblitz (Fig. 4).



**Fig. 3.** Ripartizione percentuale delle specie fra i principali *taxa* intercettati durante il bioblitz. **a)** Principali *taxa* vegetali; **b)** Principali *taxa* animali. Colori tratteggiati: *taxa* appartenenti alla fauna vertebrata; Colori pieni: *taxa* appartenenti alla fauna invertebrata.

**Tab. II.** Elenco delle specie vegetali, divise per gruppi, censite durante il bioblitz, secondo la nomenclatura della checklist della flora italiana (Bartolucci *et al.*, 2018; Galasso *et al.*, 2018) e la recente edizione della Flora d'Italia (Pignatti, 2017-2019). In **grassetto nero** le specie alloctone; in **grassetto rosso** le tre specie protette (maggiori dettagli nel testo).

| Pteridofite  |                  |   |
|--|------------------|---|
| Specie   | Famiglia         | Nome volgare italiano                         |
| <i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth               | Athyriaceae      | Felce femmina                                 |
| <i>Equisetum arvense</i> L.                          | Equisetaceae     | Equiseto dei campi                            |
| <i>Equisetum palustre</i> L.                         | Equisetaceae     | Equiseto palustre                             |
| <i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.                     | Equisetaceae     | Coda di cavallo maggiore                      |
| Angiosperme - Magnolidi                              |                  |   |
| Specie   | Famiglia         | Nome volgare italiano                         |
| <i>Lemna gibba</i> L.                                | Araceae          | Lenticchia d'acqua spugnosa                   |
| <i>Aristolochia clematidis</i> L.                    | Aristolochiaceae | Aristolochia clematite                        |
| Angiosperme - Monocotiledoni                         |                  |   |
| Specie   | Famiglia         | Nome volgare italiano                         |
| <i>Carex acuta</i> L. [cfr.]                         | Cyperaceae       | Carice acuta                                  |
| <i>Carex elata</i> All. subsp. <i>elata</i>          | Cyperaceae       | Carice elevata                                |
| <i>Scirpus sylvaticus</i> L.                         | Cyperaceae       | Lisca dei prati                               |
| <b><i>Limniris pseudacorus</i> (L.) Fuss</b>         | <b>Iridaceae</b> | <b>Giaggiolo acquatico, Iris delle paludi</b> |
| <i>Juncus effusus</i> L. subsp. <i>effusus</i>       | Juncaceae        | Giunco comune                                 |
| <i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski                | Poaceae          | Forasacco rosso                               |
| <i>Bromus hordeaceus</i> L. subsp. <i>hordeaceus</i> | Poaceae          | Forasacco peloso                              |
| <b><i>Ceratochloa cathartica</i> (Vahl) Herter</b>   | <b>Poaceae</b>   | <b>Forasacco purgativo</b>                    |
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.                   | Poaceae          | Gramigna rossa                                |
| <i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i> | Poaceae          | Erba mazzolina comune                         |

|  |                       |  |
|--|-----------------------|--|
| <i>Holcus lanatus</i> L. subsp. <i>lanatus</i>   | Poaceae               | Bambagione pubescente  |
| <i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>murinum</i>  | Poaceae               | Orzo selvatico, Orzo murino  |
| <i>Lolium arundinaceum</i> (Schreb.) Darbysh. subsp. <i>arundinaceum</i>                   | Poaceae               | Festuca falascona  |
| <i>Lolium multiflorum</i> Lam.   | Poaceae               | Loglio maggiore  |
| <i>Phalaris arundinacea</i> L. subsp. <i>arundinacea</i>                                   | Poaceae               | Scagliola palustre   |
| <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin.   | Poaceae               | Cannuccia di palude  |
| <i>Poa annua</i> L.  | Poaceae               | Fienarola annuale  |
| <i>Poa pratensis</i> L. subsp. <i>pratensis</i>  | Poaceae               | Fienarola dei prati  |
| <i>Poa trivialis</i> L.  | Poaceae               | Fienarola comune, Spannocchina                                       |
| <i>Sparganium erectum</i> L. (cfr.)  | Typhaceae             | Coltellaccio maggiore  |
| <i>Typha latifolia</i> L.  | Typhaceae             | Lisca maggiore, Tifa a foglie larghe                                 |
| <b>Angiosperme - Dicotiledoni</b>  |                       |  |
| <b>Specie</b>  | <b>Famiglia</b>       | <b>Nome volgare italiano</b>   |
| <i>Sambucus nigra</i> L.   | Adoxaceae             | Sambuco nero   |
| <i>Chenopodium album</i> L. subsp. <i>album</i>  | Amaranthaceae         | Farinello comune   |
| <i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville   | Apiaceae              | Sedanina d'acqua   |
| <i>Chaerophyllum temulum</i> L.  | Apiaceae              | Cerfoglio inebriante   |
| <i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>   | Apiaceae              | Carota   |
| <b><i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte</b>  | <b>Asteraceae</b>     | <b>Assenzio dei fratelli Verlot</b>                                  |
| <i>Centaurea nigrescens</i> Willd.   | Asteraceae            | Fiordaliso nerastro  |
| <i>Cichorium intybus</i> L.  | Asteraceae            | Cicoria comune   |
| <b><i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.</b>   | <b>Asteraceae</b>     | <b>Cespica annua, Erigeron annuale</b>                               |
| <b><i>Erigeron canadensis</i> L.</b>   | <b>Asteraceae</b>     | <b>Saepolla canadese</b>   |
| <b><i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz &amp; Pav.</b>                                      | <b>Asteraceae</b>     | <b>Galinsoga ciliata</b>   |
| <i>Lactuca sativa</i> L. subsp. <i>serriola</i> (L.) Galasso, Banfi, Bartolucci & Ardenghi | Asteraceae            | Lattuga selvatica, Scarola   |
| <i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>communis</i>  | Asteraceae            | Lassana comune   |
| <i>Matricaria chamomilla</i> L.  | Asteraceae            | Camomilla  |
| <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill subsp. <i>asper</i>   | Asteraceae            | Grespino spinoso   |
| <i>Taraxacum officinale</i> Weber  | Asteraceae            | Tarassaco comune, Dente di leone, Piscia cane, Piscialetto, Soffione |
| <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill subsp. <i>arvensis</i>                                  | Boraginaceae          | Non ti scordar di me minore  |
| <i>Myosotis scorpioides</i> L. subsp. <i>scorpioides</i>                                   | Boraginaceae          | Non ti scordar di me delle paludi                                    |
| <i>Symphytum officinale</i> L.   | Boraginaceae          | Consolida maggiore   |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. subsp. <i>bursa-pastoris</i>                    | Brassicaceae          | Borsa del pastore comune   |
| <i>Nasturtium officinale</i> W.T.Aiton   | Brassicaceae          | Crescione d'acqua  |
| <b><i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser</b>   | <b>Brassicaceae</b>   | <b>Crescione di Chiana, C. anfibio</b>                               |
| <i>Humulus lupulus</i> L.  | Cannabaceae           | Luppolo  |
| <b><i>Lonicera japonica</i> Thunb.</b>   | <b>Caprifoliaceae</b> | <b>Caprifoglio giapponese</b>  |
| <i>Saponaria officinalis</i> L.  | Caryophyllaceae       | Saponaria comune   |
| <i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.   | Caryophyllaceae       | Centocchio acquatico   |
| <i>Stellaria graminea</i> L.   | Caryophyllaceae       | Centocchio gramignola  |
| <i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>media</i>                                      | Caryophyllaceae       | Centocchio comune  |
| <i>Convolvulus arvensis</i> L.   | Convolvulaceae        | Vilucchio comune   |
| <i>Euphorbia cyparissias</i> L.  | Euphorbiaceae         | Euforbia cipressina  |

|   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| <b><i>Robinia pseudoacacia</i> L.</b>                                       | <b>Fabaceae</b>       | <b>Robinia, Acacia</b>                 |
| <i>Trifolium campestre</i> Schreb.  | Fabaceae              | Trifoglio campestre                    |
| <i>Trifolium pratense</i> L. subsp. <i>pratense</i>                         | Fabaceae              | Trifoglio pratense, Trifoglio violetto |
| <i>Trifolium repens</i> L.  | Fabaceae              | Trifoglio ladino, Trifoglio bianco     |
| <i>Quercus robur</i> L. subsp. <i>robur</i>                                 | Fagaceae              | Farnia                                 |
| <b><i>Quercus rubra</i> L.</b>  | <b>Fagaceae</b>       | <b>Quercia rossa</b>                   |
| <i>Geranium molle</i> L.  | Geraniaceae           | Geranio volgare                        |
| <i>Glechoma hederacea</i> L.  | Lamiaceae             | Edera terrestre                        |
| <i>Lamium album</i> L. subsp. <i>album</i>                                  | Lamiaceae             | Falsa ortica bianca                    |
| <i>Mentha aquatica</i> L.   | Lamiaceae             | Menta d'acqua                          |
| <i>Stachys palustris</i> L.   | Lamiaceae             | Stregona palustre                      |
| <i>Malva sylvestris</i> L.  | Malvaceae             | Malva selvatica                        |
| <b><i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk.</b>                                  | <b>Oleaceae</b>       | <b>Ligustro a foglie ovali</b>         |
| <i>Chelidonium majus</i> L.   | Papaveraceae          | Celidonia                              |
| <i>Papaver rhoeas</i> L. subsp. <i>rhoeas</i>                               | Papaveraceae          | Papavero                               |
| <i>Callitriche stagnalis</i> Scop. [cfr.]                                   | Plantaginaceae        | Callitriche degli stagni               |
| <i>Plantago lanceolata</i> L.   | Plantaginaceae        | Piantaggine                            |
| <i>Plantago major</i> L.  | Plantaginaceae        | Piantaggine maggiore, Cinquenervia     |
| <i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. subsp. <i>anagallis-aquatica</i>      | Plantaginaceae        | Veronica acquatica, Crescione          |
| <b><i>Veronica persica</i> Poir.</b>  | <b>Plantaginaceae</b> | <b>Veronica di Persia</b>              |
| <i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre                                  | Polygonaceae          | Poligono pepe d'acqua                  |
| <i>Polygonum aviculare</i> L. subsp. <i>aviculare</i>                       | Polygonaceae          | Poligono degli uccelli                 |
| <i>Rumex acetosa</i> L. subsp. <i>acetosa</i>                               | Polygonaceae          | Acetosa                                |
| <i>Rumex hydrolapathum</i> Huds. [cfr.]                                     | Polygonaceae          | Tabacco di palude                      |
| <i>Rumex obtusifolius</i> L. subsp. <i>obtusifolius</i>                     | Polygonaceae          | Romice comune                          |
| <i>Ranunculus acris</i> L.  | Ranunculaceae         | Ranuncolo comune                       |
| <b><i>Ranunculus sceleratus</i> L.</b>                                      | <b>Ranunculaceae</b>  | <b>Ranuncolo tossico, R. di palude</b> |
| <i>Crataegus monogyna</i> Jacq.   | Rosaceae              | Biancospino comune                     |
| <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.                                      | Rosaceae              | Olmaria                                |
| <i>Geum urbanum</i> L.  | Rosaceae              | Cariofillata comune                    |
| <i>Potentilla argentea</i> L.   | Rosaceae              | Potentilla argentata                   |
| <b><i>Potentilla indica</i> (Andrews) Th. Wolf</b>                          | <b>Rosaceae</b>       | <b>Fragola matta</b>                   |
| <i>Potentilla reptans</i> L.  | Rosaceae              | Cinquefoglia comune                    |
| <i>Prunus avium</i> (L.) L.   | Rosaceae              | Ciliegio selvatico                     |
| <i>Prunus domestica</i> L. subsp. <i>insititia</i> (L.)<br>Bonnier & Layens | Rosaceae              | Susino selvatico                       |
| <i>Rubus caesius</i> L.   | Rosaceae              | Rovo bluastro                          |
| <i>Rubus ulmifolius</i> Schott  | Rosaceae              | Rovo comune                            |
| <i>Galium aparine</i> L.  | Rubiaceae             | Attaccamani                            |
| <i>Acer campestre</i> L.  | Sapindaceae           | Acero campestre                        |
| <b><i>Acer negundo</i> L.</b>   | <b>Sapindaceae</b>    | <b>Acero americano</b>                 |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> L.   | Sapindaceae           | Acero montano                          |
| <b><i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle</b>                           | <b>Simaroubaceae</b>  | <b>Ailanto, Albero del paradiso</b>    |
| <i>Parietaria officinalis</i> L.  | Urticaceae            | Erba vetriola                          |
| <i>Urtica dioica</i> L. subsp. <i>dioica</i>                                | Urticaceae            | Ortica comune                          |
| <i>Verbena officinalis</i> L.   | Verbenaceae           | Verbena comune                         |

**Tab. III.** Elenco delle specie animali, divise per gruppi, censite durante il bioblitz. In **grassetto nero** le specie alloctone. In **grassetto rosso** le specie incluse nell'allegato 1 della Direttiva Uccelli (Direttiva 2009/147/CE) o negli allegati 2 e 4 della Direttiva Habitat (Direttiva 1992/43/CEE). indet. = specie indeterminate.

| <b>Fauna vertebrata</b>  |                          |  |
|--|--------------------------|--|
| <b>Rettili</b>   |                          |  |
| <b>Specie</b>  | <b>Famiglia</b>          | <b>Nome volgare italiano</b>                           |
| <b><i>Hierophis viridiflavus</i> (Lacépède, 1789)</b>                                    | <b>Colubridae</b>        | <b>Biacco</b>  |
| <i>Natrix helvetica</i> (Lacépède, 1789)   | Natricidae               | Biscia d'acqua, Natrice del collare                    |
| <b><i>Podarcis muralis</i> (Laurenti, 1768)</b>  | <b>Lacertidae</b>        | <b>Lucertola muraiola</b>                              |
| <b><i>Zamenis longissimus</i> (Laurenti, 1768)</b>                                       | <b>Colubridae</b>        | <b>Saettone</b>  |
| <b>Anfibi</b>  |                          |  |
| <b>Specie</b>  | <b>Famiglia</b>          | <b>Nome volgare italiano</b>                           |
| <b><i>Hyla intermedia</i> (Boulenger, 1882)</b>  | <b>Hylidae</b>           | <b>Raganella italiana</b>                              |
| <b><i>Pelophylax kl. esculentus</i> (Linnaeus, 1758)/<br/><i>Pelophylax lessonae</i></b> | <b>Ranidae</b>           | <b>Rana verde del complesso lessona/<br/>esculenta</b> |
| <b>Mammiferi</b>   |                          |  |
| <b>Specie</b>  | <b>Famiglia</b>          | <b>Nome volgare italiano</b>                           |
| <i>Capreolus capreolus</i> (Linnaeus, 1758)  | Cervidae                 | Capriolo   |
| <i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758   | Suidae                   | Cinghiale  |
| <b>Uccelli</b>   |                          |  |
| <b>Specie</b>  | <b>Famiglia</b>          | <b>Nome volgare italiano</b>                           |
| <i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758   | Anatidae                 | Germano reale  |
| <i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)  | Apodidae                 | Rondone  |
| <i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758  | Ardeidae                 | Airone cenerino  |
| <b><i>Ardea purpurea</i> Linnaeus, 1766</b>  | <b>Ardeidae</b>          | <b>Airone rosso</b>                                    |
| <i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)  | Ardeidae                 | Airone guardabuoi                                      |
| <i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)  | Accipitridae             | Poiana comune  |
| <i>Columba livia</i> var. <i>domestica</i> Gmelin, 1789                                  | Columbidae               | Piccione domestico                                     |
| <i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758   | Columbidae               | Colombaccio  |
| <i>Corvus cornix</i> Linnaeus, 1758  | Corvidae                 | Cornacchia grigia                                      |
| <i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758)  | Picidae                  | Picchio rosso maggiore                                 |
| <b><i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1766)</b>  | <b>Ardeidae</b>          | <b>Garzetta</b>  |
| <i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)   | Muscicapidae             | Pettiroso  |
| <i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758  | Falconidae               | Gheppio comune   |
| <i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758  | Fringillidae             | Fringuello   |
| <i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)  | Corvidae                 | Ghiandaia  |
| <i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758  | Hirundinidae             | Rondine comune   |
| <i>Merops apiaster</i> Linnaeus, 1758  | Meropidae                | Gruccione comune                                       |
| <b><i>Microcarbo pygmeus</i> (Pallas, 1773)</b>  | <b>Phalacrocoracidae</b> | <b>Marangone minore</b>                                |
| <i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758   | Motacillidae             | Ballerina bianca, Batticoda                            |
| <b><i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)</b>                                     | <b>Ardeidae</b>          | <b>Nitticora</b>                                       |
| <i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)  | Oriolidae                | Rigogolo   |
| <i>Parus major</i> Linnaeus, 1758  | Paridae                  | Cinciallegra   |
| <i>Passer italiae</i> (Vieillot, 1817)   | Passeridae               | Passera d'Italia                                       |
| <b><i>Pernis apivorus</i> (Linnaeus, 1758)</b>   | <b>Accipitridae</b>      | <b>Falco pecchiaiolo occidentale</b>                   |
| <i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)  | Phalacrocoracidae        | Cormorano comune                                       |

|   |                          |                              |
|---|--------------------------|------------------------------|
| <i>Phasianus colchicus</i> Linnaeus, 1758             | Phasianidae              | Fagiano comune               |
| <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)                     | Corvidae                 | Gazza eurasiatica            |
| <i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758                  | Sittidae                 | Picchio muratore             |
| <i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758                | Sturnidae                | Storno comune                |
| <b><i>Threskiornis aethiopicus</i> (Latham, 1790)</b> | <b>Threskiornithidae</b> | <b>Ibis sacro</b>            |
| <i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758                   | Turdidae                 | Merlo                        |
| <b>Fauna invertebrata</b>                             |                          |                              |
| <b>Odonati</b>  |                          |                              |
| <b>Specie</b>   | <b>Famiglia</b>          | <b>Nome volgare italiano</b> |
| <i>Anax imperator</i> Leach, 1815                     | Aeshnidae                | Imperatore comune            |
| <i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)              | Calopterygidae           | Splendente di fonte          |
| <i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linnaeus, 1758)         | Gomphidae                | Gonfo comune                 |
| <i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)         | Coenagrionidae           | Codazzurra comune            |
| <b>Lepidotteri</b>                                    |                          |                              |
| <b>Specie</b>   | <b>Famiglia</b>          | <b>Nome volgare italiano</b> |
| <i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758)                     | Nymphalidae              | Vanessa io, Occhio di pavone |
| <i>Aricia agestis</i> [Denis & Schiffermüller], 1775  | Lycaenidae               |                              |
| <i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)           | Lycaenidae               | Piccolo argus                |
| <i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)         | Nymphalidae              | Ninfa minore, Panfila        |
| <i>Colias crocea</i> (Geoffroy, 1785)                 | Pieridae                 | Crocea, Limoncella           |
| <i>Cupido argiades</i> (Pallas, 1771)                 | Lycaenidae               |                              |
| <i>Erynnis tages</i> (Linnaeus, 1758)                 | Hesperiidae              | Tagete                       |
| <i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)             | Pieridae                 | Cedronella                   |
| <i>Hesperia comma</i> (Linnaeus, 1758)                | Hesperiidae              | Esperia                      |
| <i>Issoria lathonia</i> Linnaeus, 1758                | Nymphalidae              | Latonia                      |
| <i>Lycaena phlaeas</i> Linnaeus, 1761                 | Lycaenidae               | Argo bronzeo                 |
| <i>Lycaena tityrus</i> (Poda, 1761)                   | Lycaenidae               |                              |
| <i>Lysandra bellargus</i> (Rottemburg, 1775)          | Lycaenidae               | Bellargo                     |
| <i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)               | Nymphalidae              |                              |
| <i>Melitaea didyma</i> (Esper, 1778)                  | Nymphalidae              |                              |
| <i>Melitaea phoebe</i> [Denis & Schiffermüller], 1775 | Nymphalidae              |                              |
| <i>Ochlodes sylvanus</i> (Esper, 1777)                | Hesperiidae              | Silvano                      |
| <i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)                   | Pieridae                 | Pieride del navone           |
| <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)                  | Pieridae                 | Cavolaia minore, Rapaiola    |
| <i>Plebejus argus</i> (Linnaeus, 1758)                | Lycaenidae               | Argo                         |
| <i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)             | Nymphalidae              | Vanessa C-bianco             |
| <i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)          | Lycaenidae               | Icaro, Argo azzurro          |
| <i>Pontia edusa</i> (Fabricius, 1777)                 | Pieridae                 |                              |
| <i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)             | Hesperiidae              | Atteone lineato              |
| <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)              | Nymphalidae              | Atalanta, Vulcano            |
| <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)                | Nymphalidae              | Vanessa del cardo            |
| <b>Coleotteri</b>                                     |                          |                              |
| <b>Specie</b>   | <b>Famiglia</b>          | <b>Nome volgare italiano</b> |
| <i>Amara</i> sp.                                      | Carabidae                |                              |
| <i>Apoderus coryli</i> (Linnaeus, 1758)               | Attelabidae              | Apodero del nocciolo         |

| <i>Cetonia aurata</i> (Linnaeus, 1758)             | Scarabaeidae      | Cetonia dorata                       |
|--|-------------------|--------------------------------------|
| <i>Chrysomela populi</i> Linnaeus, 1758            | Chrysomelidae     | Crisomela del pioppo                 |
| <i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758    | Coccinellidae     | Coccinella a 7 punti                 |
| <b><i>Lucanus cervus</i> (Linnaeus, 1758)</b>      | <b>Lucanidae</b>  | <b>Cervo volante</b>                 |
| <i>Ocypus olens</i> (Müller, 1764)                 | Staphylinidae     | Cocchiere del diavolo                |
| <i>Oedemera nobilis</i> (Scopoli, 1763)            | Oedemeridae       |                                      |
| <i>Poecilus</i> sp.                                | Carabidae         |                                      |
| indet.   | Scarabaeidae      |                                      |
| indet.   | Elateridae        |                                      |
| indet.   | Buprestidae       |                                      |
| indet.   | Chrysomelidae     |                                      |
| indet.   | Curculionidae     |                                      |
| indet.   | Staphylinidae     |                                      |
| indet.   | Carabidae         |                                      |
| indet.   | Tenebrionidae     |                                      |
| Ditteri  |                   |                                      |
| Specie   | Famiglia          | Nome volgare italiano                |
| indet.   | Tipulidae         |                                      |
| indet.   | Syrphidae         |                                      |
| Lombrichi  |                   |                                      |
| Specie   | Famiglia          | Nome volgare italiano                |
| <i>Aporrectodea georgii</i> (Michaelsen, 1890)     | Lumbricidae       |                                      |
| <i>Aporrectodea jassyensis</i> (Michaelsen, 1891)  | Lumbricidae       |                                      |
| <i>Aporrectodea sineporis</i> (Omodeo, 1952)       | Lumbricidae       |                                      |
| <i>Perelia gestroi</i> (Cognetti de Martiis, 1905) | Lumbricidae       |                                      |
| <i>Proctodrilus antipai</i> (Michaelsen, 1891)     | Lumbricidae       |                                      |
| Molluschi  |                   |                                      |
| Specie   | Famiglia          | Nome volgare italiano                |
| <i>Arion</i> sp.                                   | Arionidae         |                                      |
| Crostei  |                   |                                      |
| Specie   | Famiglia          | Nome volgare italiano                |
| <b><i>Procambarus clarkii</i> (Girdard, 1852)</b>  | <b>Cambaridae</b> | <b>Gambero rosso della Louisiana</b> |
| Ragni  |                   |                                      |
| Specie   | Famiglia          | Nome volgare italiano                |
| <i>Agelena</i> sp.                                 | Agelenidae        |                                      |
| <i>Micrommata</i> sp.                              | Sparassidae       |                                      |
| <i>Philodromus</i> sp.                             | Philodromidae     |                                      |
| <i>Pisaura</i> sp.                                 | Pisauridae        |                                      |
| <i>Tegenaria</i> sp.                               | Agelenidae        |                                      |
| <i>Tetragnatha</i> sp.                             | Tetragnathidae    |                                      |
| <i>Tibellus</i> sp.                                | Philodromidae     |                                      |
| <i>Trochosa</i> sp.                                | Lycosidae         |                                      |
| indet.   | Gnaphosidae       |                                      |
| indet.   | Linyphiidae       |                                      |

## DISCUSSIONE

Una recente metanalisi ha sottolineato che il 75% dei progetti di *citizen science* non ha prodotto nessun articolo scientifico *peer-reviewed* e, quindi, i dati raccolti da questi progetti non sono mai stati validati e resi pubblici per la scienza (Davis *et al.*, 2023). Questo articolo si propone, pertanto, di rendere fruibili i dati raccolti durante il bioblitz affinché possano aumentare la conoscenza della biodiversità locale e arricchire le informazioni sulla distribuzione delle varie specie intercettate. Questo bioblitz ha reso possibile stilare una lista di 207 specie di flora e fauna, che trovano un habitat adatto in una azienda coltivata con il metodo biodinamico, come l'azienda agricola Cascine Orsine, in cui fin dall'inizio della sua storia, nel 1976, è stato deciso di lasciare buona parte della superficie aziendale per lo sviluppo della vegetazione naturale o seminaturale. Inoltre, degno di nota è che, fra quelle censite, 3 specie di piante [Giaggiolo acquatico - *Limniris pseudacorus*, Ranuncolo tossico - *Ranunculus sceleratus*, Crescione di Chiana - *Rorippa amphibia*] sono tutelate dalla Legge Regionale 31 marzo 2008 - n. 10 (LR 10/2008) "Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea" per la regione Lombardia (Tab. II). Per quanto concerne gli uccelli, tutti protetti dalla legge italiana, evidenziamo la presenza di 5 specie [Airone rosso - *Ardea purpurea*, Nitticora - *Nycticorax nycticorax*, Falco pecchiarolo occidentale - *Pernis apivorus*, Garzetta - *Egretta garzetta*, Marangone minore - *Microcarbo pygmeus*] che godono di uno status di tutela particolare ai sensi della Direttiva "Uccelli" 2009/147/CE (sono inserite in Allegato 1), cioè specie per le quali



**Fig. 4.** Immagini di indagini sul campo e di alcune specie di fauna osservate durante il bioblitz. a) *Calopteryx virgo*; b) *Hierophis viridiflavus*; c) esemplare adulto di *Aporrectodea* sp. identificato in seguito al microscopio; d) Botanico mentre raccoglie un campione da essiccare per procedere successivamente all'identificazione.

gli stati membri devono attivare misure speciali di conservazione dei loro habitat, per garantirne sopravvivenza e riproduzione nelle loro aree di distribuzione (Tab. III). Pertanto, quest'area assume importanza, per fini conservazionistici, anche a livello europeo. *L. pseudacorus*, *R. sceleratus* e *R. amphibia* appartengono alla categoria C2 della LR 10/2008 "specie di flora spontanea con raccolta regolamentata" e sono presenti in tutto il territorio della Lombardia con il seguente status: da poco frequente a comune (*L. pseudacorus*); raro sui rilievi, più comune in pianura (*R. sceleratus*); raro (*R. amphibia*) (Regione Lombardia, 2010).

Tra le specie di uccelli, 5 appartenenti alla famiglia Ardeidae, di cui 3 inserite in allegato 1 della Direttiva "Uccelli", sono legate alla zona di bosco planiziale, dove è presente una delle garzaie stabili più importanti in Nord Italia, la garzaia della Zelata (Provini *et al.*, 2015; Fasola *et al.*, 2023)

interamente inclusa nei confini aziendali. Le aree con vegetazione seminaturale dell'azienda, lasciate a bosco o siepe, possono offrire un habitat adatto per un ampliamento della colonia e tutta la superficie aziendale, non interessata dall'uso di pesticidi o sostanze chimiche di sintesi, mantenendo allagate le risaie e gestendo a marcita alcune aree, può fornire una vasta area di foraggiamento per consolidare la stanzialità di queste specie durante tutto l'anno. Provini *et al.* (2015), infatti, hanno rilevato che l'andamento della popolazione di uno degli ardeidi, l'airone cenerino, presente anche nell'azienda Cascine Orsine, dal 2002 ha fatto riscontrare una diminuzione, probabilmente dovuta a tecniche di coltivazione del riso in asciutta. Le risaie sono riconosciute come il principale ambiente di alimentazione degli ardeidi, ma la gestione di queste in asciutta provoca inevitabilmente una diminuzione della disponibilità di prede. La scelta dell'azienda Cascine Orsi-

ne di mantenere allagate le risaie nel periodo estivo e assicurare la presenza costante di aree umide sicuramente crea un ambiente più ospitale e favorisce la presenza di queste specie di uccelli.

Indubbiamente questa lista di specie non è esaustiva di tutta la biodiversità dei gruppi di organismi indagati presenti nell'area oggetto di studio, dato che il bioblitz è stato effettuato in un solo giorno, nel mese di maggio, e con osservazioni non sistematiche. Inoltre, il periodo primaverile può essere ottimale per il rilevamento della presenza di alcuni gruppi di organismi, ma non per altri. Infatti, per alcuni *taxa* come gli odonati, ad esempio, il periodo migliore per massimizzare il numero di *taxa* osservabili è il mese di luglio, quando è possibile intercettare il picco di volo di specie a fenologia precoce e tardiva. Il numero di specie censite può rappresentare, comunque, una stima della biodiversità presente nell'area. A questo proposito, Parker *et al.* (2018) hanno constatato che i bioblitz sono più economici, più rapidi e più adatti alle piccole aree rispetto a molti metodi alternativi di valutazione rapida della biodiversità. Entrando nel dettaglio dei gruppi di organismi indagati, Foster *et al.* (2013), confrontando l'efficacia di un bioblitz con quella di un'indagine tradizionale ad opera di esperti per il rilevamento dell'erpetofauna e dei piccoli mammiferi, hanno riscontrato un'efficacia simile di entrambi i metodi per rilevare salamandre, serpenti e piccoli mammiferi, ma il rilevamento di anuri e di specie rare ed elusive è stato meno performante con il bioblitz. Spiegano che questo può essere dovuto, in parte, alla limitazione temporale del bioblitz, che fa sì che le specie non attive in quel periodo o poco appariscenti non vengano rileva-

te, come è stato anche riportato da Ramírez Bravo *et al.* (2022). Infatti, il 49,3% delle specie complessivamente rilevate durante il bioblitz oggetto del presente articolo è costituito da piante, organismi sessili e per lo più facilmente individuabili, il 15% da specie di uccelli, osservabili da lontano mediante un binocolo o un cannocchiale arrecando loro poco disturbo, e il 12,6% da specie di lepidotteri, fra gli invertebrati più appariscenti e carismatici. Il restante 23,2% delle specie intercettate rappresenta gruppi di vertebrati più elusivi, come rettili, anfibi e mammiferi, e di invertebrati edafici, di piccole dimensioni o poco carismatici, che necessitano di metodi meno speditivi per essere rilevati (Fig. 3).

Per quanto riguarda i mammiferi, è stato possibile accertare, solo per via indiretta (con l'osservazione di impronte), la presenza di capriolo (*C. capreolus*) e cinghiale (*S. scrofa*). Infatti, per macro- e micromammiferi, molto elusivi, si presume che la mancanza di osservazioni dirette sia dovuta anche al gran numero di partecipanti all'evento. Per quanto riguarda i chiroterti, invece, che foraggiano nelle zone forestali e trovano riparo nel cavo degli alberi o sotto le cortecce, il metodo principale di indagine utilizzabile per il riscontro di specie di pipistrelli in breve tempo, ovvero l'indagine che utilizza metodi bioacustici (ausilio di bat-detector), non è stato impiegato poiché il bioblitz si è svolto durante il giorno e non in orario crepuscolare-notturno. Gli altri ambienti ispezionati in cascina non presentavano vocazionalità all'ospitalità di chiroterti, nemmeno delle specie antropofile appartenenti ai generi *Pipistrellus* e *Hypsugo*. In particolare, è stato rilevato durante l'ispezione che

la bat-box posizionata in azienda anni prima presentava alcuni difetti di progettazione come spazi troppo ampi tra i pannelli interni (è stato infatti trovato un nido di piccione all'interno) e decorazioni esterne forate a forma di pipistrello che aumentano la luminosità interna della bat box.

Per quanto riguarda l'unica specie di crostacei rilevata, si tratta della specie invasiva *Procambarus clarkii*, un decapode noto in Pianura Padana poiché può provocare gravi danni agli argini e alla flora e fauna autoctone (Sauty-Grosset *et al.*, 2016). Sebbene la presenza di queste specie sia già ampiamente rilevata nella zona del Ticino e tributari (Garzoli *et al.*, 2014), si sottolinea come i bioblitz possano anche contribuire, come in questo caso, all'ottenimento di informazioni puntuali, non solo delle specie autoctone (come l'indicazione di presenza del cervo volante - *Lucanus cervus*, inserito in allegato 2 della Direttiva "Habitat"), ma anche di quelle non-native al fine di sviluppare strategie di *early warning* (i.e. sistemi di allerta precoce relativamente all'arrivo di una specie alloctona in un nuovo ecosistema, che permettono la valutazione dell'invasività e delle conseguenze dell'introduzione, nonché l'attuazione tempestiva di strategie gestionali già ottimizzate in altri siti), gestione e controllo.

Trattandosi di un'azienda agricola e, quindi, sede di attività produttive di coltivazione e allevamento di bestiame, seppur inserita nel contesto di un'area naturale protetta, ed essendo ubicata nella zona climatica temperata, il numero totale delle specie intercettate (207 – Tab. I) è da considerarsi piuttosto elevato. È possibile confrontare questo risultato con altri bioblitz avvenuti in altre

aree del mondo. Ad esempio, un bioblitz in un parco metropolitano nel centro della città di Quito (Ecuador) che conserva aree di foresta secondaria con numerosi siti di vegetazione nativa nella zona climatica equatoriale, ha permesso di intercettare 69 specie totali (Paez-Vacas *et al.*, 2023). Baker *et al.* (2014) riassumono il numero di specie totali, complessive dei *taxa* di mammiferi, uccelli, rettili, anfibi, insetti, piante, funghi, pesci, molluschi ed altri invertebrati (ragni), censite durante tre eventi di bioblitz lungo il fiume Mississippi in tre aree protette del Mississippi National River and Recreation Area, in Minnesota: nel Parco Regionale Crosby Farm (309 ha) sono state censite 563 specie, nella Stazione di Ordway Field (121 ha) 611 specie e, presso la Sorgente Coldwater (37 ha), 574 specie. Un altro bioblitz durato due giorni avvenuto nel 2021 nell'azienda agricola biodinamica San Michele, situata a Cortellazzo (VE), in Italia, ha reso possibile il censimento di 166 specie (dati non pubblicati). I conteggi di specie durante bioblitz avvenuti in aree protette sono prevedibilmente maggiori rispetto a quello presentato in questo articolo, probabilmente perché le aree protette presentano un'alta concentrazione di biodiversità, ma il risultato ottenuto durante un bioblitz in un'altra azienda agricola biodinamica, contesto analogo a quello qui discusso, sebbene con meno storia rispetto a quella di Cascine Orsine, è paragonabile seppur inferiore.

Avere un'azienda agricola con un metodo di coltivazione rispettoso dell'ambiente, come quello biodinamico, che mantiene al proprio interno aree lasciate a vegetazione seminaturale a completamento dell'organismo aziendale agroecologico e nelle

vicinanze di aree protette, come nel caso dell'azienda Cascine Orsine, potrebbe rappresentare una ospitale "zona di transizione". Questa, infatti, risulta essere un importante elemento della rete di corridoi ecologici funzionale per fornire risorse come fonti di cibo, siti di nidificazione o di rifugio per la biodiversità, presumibilmente concentrata nelle contigue aree naturali protette.

In merito alla possibile interazione fra biodiversità e gestione dell'agroecosistema, una recente review afferma, genericamente, che il metodo di coltivazione biodinamico migliora la qualità del suolo e la biodiversità, senza però entrare nei dettagli dei risultati, e che potrebbe procurare benefici per l'ambiente, ma che ulteriori sforzi dovrebbero essere fatti per fornire maggiori informazioni agli agricoltori e agli altri portatori di interesse (Santoni *et al.*, 2022). Bosco *et al.* (2022) hanno studiato più in dettaglio gli effetti dei tre principali regimi di gestione di un agroecosistema (biologico, biodinamico e convenzionale), e la loro interazione con la copertura vegetale del suolo, sulle comunità di invertebrati dei vigneti nella Svizzera occidentale. Nel complesso, i vigneti biologici e, in misura minore, i vigneti biodinamici hanno fornito condizioni migliori per l'abbondanza di invertebrati rispetto ai vigneti convenzionali. È stata riscontrata, infatti, un'interazione significativa tra gestione e copertura vegetale del suolo per gli invertebrati epifiti, con un aumento lineare positivo dell'abbondanza degli invertebrati, corrispondente all'aumento della copertura vegetale, nei vigneti biologici, una relazione curvilinea positiva nei vigneti biodinamici, ma una relazione curvilinea negativa nei vigneti convenzionali (Bosco *et al.*, 2022). Una metanalisi sviluppata

da Christel *et al.* (2021) e basata su 100 pubblicazioni scientifiche ha fatto emergere che, considerando vari bioindicatori della qualità biologica del suolo, come batteri, funghi, lombrichi, artropodi e nematodi, complessivamente il 43% di questi bioindicatori risulti migliorato nell'agricoltura biodinamica, rispetto, non solo a quella convenzionale, ma anche a quella biologica.

Questo bioblitz, svoltosi proprio in un'azienda agricola biodinamica, ha potuto arricchire la conoscenza del patrimonio di biodiversità, sia di flora, sia di fauna vertebrata e invertebrata, che può convivere e interagire con le colture e gli animali allevati in un'azienda inserita in un'area naturale protetta, e ha sensibilizzato il pubblico verso l'importanza delle specie selvatiche, che forniscono parte del valore aggiunto ai prodotti dell'azienda agricola. Questa, quindi, non deve essere considerata meramente come "sede produttiva", ma anche come "habitat" da tutelare e continuamente migliorare. Gli incentivi all'uso di pratiche sostenibili in agricoltura previsti dai Piani Strategici della Politica Agricola Comune (PAC) 2023-2027 perseguono proprio questo obiettivo.

Dal punto di vista funzionale, questa biodiversità dell'agroecosistema, accanto all'attività produttiva agricola, favorisce la diversificazione e la complessità dell'ambiente e l'efficienza dei servizi ecosistemici, come ad esempio l'impollinazione, la fertilizzazione naturale dei suoli, il contenimento naturale delle pesti agricole, la preservazione della risorsa acqua, imprescindibili per promuovere la sostenibilità ambientale dell'agricoltura, permettendo di utilizzare meno input esterni per la coltivazione (Tamburini *et al.*, 2020; Jeanneret *et al.*, 2021).

## CONCLUSIONI

Questo bioblitz ha permesso di evidenziare come una azienda agricola, gestita con il metodo biodinamico e inserita nel contesto di un'area naturale protetta, possa ospitare diverse specie di elevato interesse naturalistico, soprattutto se mantiene un mosaico di aree seminaturali accanto a quelle coltivate. I dati raccolti, divulgati nel presente articolo, possono essere considerati una stima della macro-biodiversità visibile ed apprezzabile ad occhio nudo dalle persone in visita, senza particolari strumentazioni

per il campionamento.

Questo evento ha permesso, inoltre, di sensibilizzare i partecipanti sull'importanza di un'agricoltura rispettosa dell'ambiente, dei cicli naturali e delle stagioni, facendoli entrare nell'azienda, in modo che avessero un'esperienza diretta del metodo di coltivazione e allevamento e si rendessero conto delle molteplici sinergie fra biodiversità "coltivata e allevata" e biodiversità selvatica locale. Questa sempre più profonda consapevolezza della biodiversità in tutte le sue forme, anche in agricoltura, è il primo

passo per attuare quanto previsto dalla Nature Restoration Law, proposta di legge approvata il 12 luglio 2023 dal Parlamento Europeo (European Parliament).

## Ringraziamenti

Si ringrazia EcorNaturaSi S.p.A. Società benefit per aver organizzato l'evento di Bioblitz e l'azienda agricola biodinamica Cascine Orsine per averlo ospitato. Si ringrazia il Dott. Federico Gavnelli per l'aiuto nella determinazione delle specie di lombrichi. Si ringrazia il faunista Fabio Dartora per la competenza e il supporto tecnico.

## BIBLIOGRAFIA

- Aceves-Bueno E., Adeleye A. S., Feraud M., Huang Y., Tao M., Yang Y., Anderson S. E., 2017. The accuracy of citizen science data: a quantitative review. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 98 (4): 278-290 doi: [10.1002/bes2.1336](https://doi.org/10.1002/bes2.1336)
- Baker G. M., Duncan N., Gostomski T., Horner M. A., Manski D., 2014. The bioblitz: good science, good outreach, good fun. *Park Science*, 31 (1): 39-45.
- Bartolucci F., Peruzzi L., Galasso G., Albano A., Alessandrini A., Ardenghi N.M.G., Astuti G., Bacchetta G., Ballelli S., Banfi E., Barberis G., Bernardo L., Bouvet D., Bovio M., Cecchi L., Di Pietro R., Domina G., Fascetti S., Fenu G., Festi F., Foggi F., Gallo L., Gottschlich G., Gubellini L., Iamónico D., Iberite M., Jiménez-Mejías P., Lattanzi E., Marchetti D., Martinetto E., Masin R.R., Medagli P., Passalacqua N.G., Peccenini S., Pennesi R., Pierini B., Poldini L., Prosser F., Raimondo F.M., Roma-Marzio F., Rosati L., Santangelo A., Scoppola A., Scortegagna S., Selvaggi A., Selvi F., Soldano A., Stinca A., Wagensommer R.P., Wilhalm T., Conti F., 2018. An updated checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems*, 152 (2): 179-303 - doi: [10.1080/11263504.2017.1419996](https://doi.org/10.1080/11263504.2017.1419996).
- Benöhr J., 2021. The home river bioblitz. Effects of citizen science on peoples' place attachment. Master's Thesis. Evolution, Ecology, and Systematics - Ludwig-Maximilians-Universität, München.
- Bertolino S., di Montezemolo N. C., Preatoni D. G., Wauters L. A., Martinoli A., 2014. A grey future for Europe: *Sciurus carolinensis* is replacing native red squirrels in Italy. *Biological Invasions*, 16: 53-62.
- Bogliani G., 2004. I Mammiferi del Parco Ticino. Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino, Magenta. 162 pp.
- Bosco L., Siegenthaler D., Ruzzante L., Jacot A., Arlettaz R., 2022. Varying responses of invertebrates to biodynamic, organic and conventional viticulture. *Frontiers in conservation science*, 3: 837551 doi: [10.3389/fcsc.2022.837551](https://doi.org/10.3389/fcsc.2022.837551).
- Bove M., Branduini P., Molina G., 2020. La Marcita. Storia di un'antica invenzione contadina che parla di futuro all'agricoltura italiana. Magenta (MI), 60 pp.
- Christel A., Maron P.-A., Ranjard L., 2021. Impact of farming systems on soil ecological quality: a meta-analysis. *Environmental Chemistry Letters*, 19 (4603-4625) - doi: [10.1007/s10311-021-01302-y](https://doi.org/10.1007/s10311-021-01302-y).
- Davis L.S., Zhu L., Finkler W., 2023. Citizen Science: Is It Good Science? *Sustainability*, 15: 4577 - doi: [10.3390/su15054577](https://doi.org/10.3390/su15054577).
- Dijkstra K-D.B., Schroeter A., Lewington R., 2020. Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe. Second edition. Bloomsbury Publishing, London, 336 pp.
- De Felici S., Mazzei P., Sbordoni V., Cesaroni D., 2021. Scientists by chance: reliability of non-structured primary biodiversity data. Insights from Italian Forums of Natural Sciences. *Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography*, 36: s002 - doi: [10.21426/B636049648](https://doi.org/10.21426/B636049648).
- Fasola M., Pellitteri-Rosa D., Pinoli G., Alessandria G., Boncompagni E., Boano G., Brangi A., Carpegna F., Cassone P., Della Toffola M., Ferlini F., Gagliardi A., Gargioni A., Gola A., Grattini N., Gustin M., Lavezzi F., Maffezzoli L., Martignoni C., Musumeci R., Pirota G., Provini I., Ravasini M., Re A., Riboni B., Tamietti A., Viganò E., Morganti M., 2023. Five decades of breeding populations census for 12 species of colonial waterbirds in northwestern Italy. *Scientific Data* 10: 239. doi: [10.1038/s41597-023-02072-8](https://doi.org/10.1038/s41597-023-02072-8).
- Ferretti S., Doria G., Borgo E., Caracciolo D., Ottonello D., Soddu L., Tognoni M., Galli L., 2022. Parrots and parakeets in Genoa (Northwest Italy): preliminary report of a census

- and population dynamic analysis through citizen involvement. *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography*, 37: 5008. doi: [10.21426/B637154915](https://doi.org/10.21426/B637154915).
- Foster M.A., Muller L.I., Dykes S.A., Wyatt R.P., Gray M.J., 2013. Efficacy of BioBlitz surveys with implications for sampling nongame species. *Journal of the Tennessee Academy of Science*, 88: 56-62.
- Galasso G., Conti F., Peruzzi L., Ardenghi N.M.G., Banfi E., Celestigrapow L., Albano A., Alessandrini A., Bacchetta G., Ballelli S., Bandini Mazzanti M., Barberis G., Bernardo L., Blasi C., Bouvet D., Bovio M., Cecchi L., Del Guacchio E., Di Pietro R., Domina G., Fascetti S., Gallo L., Gubellini L., Guiggi A., Iamónico D., Iberite M., Jiménez-Mejías P., Lattanzi E., Marchetti D., Martinetto E., Masin R.R., Medagli P., Passalacqua N.G., Peccenini S., Pennesi R., Pierini B., Podda L., Poldini L., Prosser F., Raimondo F.M., Roma-Marzio F., Rosati L., Santangelo A., Scoppola A., Scortegagna S., Selvaggi A., Selvi F., Soldano A., Stinca A., Wagensommer R. P., Wilhelm T., Bartolucci F., 2018. An updated checklist of the vascular flora alien to Italy. *Plant Biosystems*, 152 (3) 556-592. doi: [10.1080/11263504.2018.1441197](https://doi.org/10.1080/11263504.2018.1441197).
- Garzoli L., Paganelli D., Rodolfi M., Savini D., Moretto M., Occhipinti-Ambrogi A., Picco A.M., 2014. First evidence of microfungus “extra oomph” in the invasive red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. *Aquatic Invasions*, 9(1): 47-58.
- Giannattasio M., Vendramin E., Fornasier F., Alberghini S., Zanardo M., Stellin F., Concheri G., Stevanato P., Ertani A., Nardi S., Rizzi V., Piffanelli P., Spaccini R., Mazzei P., Piccolo A., Squartini A., 2013. Microbiological Features and Bioactivity of a Fermented Manure Product (Preparation 500) Used in Biodynamic Agriculture. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 23(5): 644-651. doi: [10.4014/jmb.1212.12004](https://doi.org/10.4014/jmb.1212.12004).
- Goldstein W.A., Koepf H.H., Koopmans C.J., 2019. Biodynamic preparations, greater root growth and health, stress resistance, and soil organic matter increases are linked. *Open Agriculture*, 4: 187 – 202. doi: [10.1515/opag-2019-0018](https://doi.org/10.1515/opag-2019-0018).
- Gong S., Hodgson J. A., Tschardt T., Liu Y., van der Werf W., Batáry P., Knops J.M.H., Zou Y., 2022. Biodiversity and yield trade-offs for organic farming. *Ecology letters*, 25(7): 1699-1710. doi: [10.1111/ele.14017](https://doi.org/10.1111/ele.14017).
- Hendgen M., Hoppe B., Döring J., Friedel M., Kauer R., Frisch M., Dahl A., Kellner H., 2018. Effects of different management regimes on microbial biodiversity in vineyard soils. *Scientific Reports*, 8: 9393. doi: [10.1038/s41598-018-27743-0](https://doi.org/10.1038/s41598-018-27743-0).
- Irwin A., 1995. Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development. New York: Routledge.
- Jeanneret Ph., Aviron S., Alignier A., Lavigne C., Helfenstein J., Herzog F., Kay S., Petit S., 2021. Agroecology landscapes. *Landscape Ecology*, 36: 2235 – 2257. doi: [10.1007/s10980-021-01248-0](https://doi.org/10.1007/s10980-021-01248-0).
- Ketelaere R., Plate C., 2001. Manual Dutch Dragonfly Monitoring Scheme. Report VS 2001.028, Dutch Butterfly Conservation, Wageningen.
- Koepf H.H., Schaumann W., Haccius M., 2006. Agricoltura biodinamica. 4<sup>a</sup> edizione. Editrice Antroposofica. 366 pp.
- Lo Parrino E., Tomasi F., 2021. Using citizen science to monitor non-native species: the case of *Lethocerus patruelis* (Stål, 1855) (Hemiptera: Belostomatidae) in Italy. *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography*, 36: 5006. doi: [10.21426/B636053604](https://doi.org/10.21426/B636053604).
- Mäder P., Fliessbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U., 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 296 (5573): 1694-7 - doi: [10.1126/science.1071148](https://doi.org/10.1126/science.1071148). PMID:12040197.
- Martellos S., Seggi L., Conti M., 2022. Age-related mobile digital divide in citizen science: the CSMON-LIFE experience. *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography*, 37 (s: 009). doi: [10.21426/B637257830](https://doi.org/10.21426/B637257830).
- Meeus S., Silva-Rocha I., Adriaens T., Brown P., Chartosia N., Claramunt-López B., Martinou A.F., Pocock M., Preda C., Roy H.E., Tricarico E., Groom Q.J., 2021. BioBlitz is More than a Bit of Fun. *Biodiversity Information Science and Standards*, 5: e74361. doi: [10.3897/biss.5.74361](https://doi.org/10.3897/biss.5.74361).
- Meeus S., Silva-Rocha I., Adriaens T., Brown P.M.J., Chartosia N., Claramunt-López B., Martinou A.F., Pocock M.J.O., Preda C., Roy H.E., Tricarico E., Groom Q.J., 2023. More than a Bit of Fun: The Multiple Outcomes of a Bioblitz – *BioScience*, 73 (3): 168-181. doi: [10.1093/biosci/biac100](https://doi.org/10.1093/biosci/biac100).
- Moltoni E., 1936. Le garzaie in Italia con osservazioni particolareggiate su alcune di esse e sugli aironi ivi nidificanti. *Rivista italiana di ornitologia*, 6: 109-148, 211-269.
- Paez-Vacas M., Bustamante M.R., Baer N., Oleas N.H., Argoti M.A., Espinoza S., Lozano Z., Morales-Espín B., Gavilanez M.M., Donoso D.A., Franco-Mena D., Brito J., Pinto C.M., Salazar L., Endara M.-J., Falconí-López A., Bravo-Vera E., Sánchez-Lara E., Rivera-Albuja J., Mena L., Muñoz-Lara K., Navas D., Ortiz-Galarza F.M., Pamballo T., Pineda D., Rivadeneira J., Segura S., Valencia K., Vásquez-Barba P., Salazar-Valenzuela D., 2023. Citizen science as a tool for education: First Bioblitz in Quito, Ecuador - Congress on Sustainability, Energy and City 2022 - IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1141: 012004. doi: [10.1088/1755-1315/1141/1/012004](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1141/1/012004).
- Paoletti M.G., Sommaggio D., Fusaro S., 2013. Proposta di Indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS-e) basato sui Lombrichi e applicato agli Agroecosistemi. *Biologia Ambientale*, 27(2): 25-43. Scaricabile da: [http://www.cisba.eu/images/rivista/biologia\\_ambientale/Ba2013-2Completo.pdf](http://www.cisba.eu/images/rivista/biologia_ambientale/Ba2013-2Completo.pdf)
- Parker S.S., Pauly G.B., Moore J., Fraga N.S., Knapp J.J., Principe Z., Brown B., Randall J., Cohen B., Wake T.A., 2018. Adapting the bioblitz to meet conservation needs. *Conservation Biology*, 32(5): 1007-1019. doi: [10.1111/cobi.13103](https://doi.org/10.1111/cobi.13103).
- Pignatti S., 2017-2019. Flora d'Italia. II Edizione. 4 Voll., Edagricole, Bo-

- logna.
- Perracino M., 2010. Atlante dei SIC della Provincia di Pavia. Regione Lombardia e Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Milano.
- Postles M., Bartlett M., 2018. The rise of BioBlitz: Evaluating a popular event format for public engagement and wildlife recording in the United Kingdom. *Applied Environmental Education & Communication*, 17(4): 365-379. doi: [10.1080/1533015X.2018.1427010](https://doi.org/10.1080/1533015X.2018.1427010).
- Provini I., Romagnoli L. e Fasola M., 2015. Monitoraggio e tutela degli ardeidi coloniali nidificanti nel parco del Ticino. Contributo al Convegno sul Monitoraggio Ardeidi [scaricabile da: <https://ente.parcoticino.it/wp-content/uploads/2015/04/Contributo-Convegno-Monitoraggio-Ardeidi.pdf>].
- Ramírez Bravo O.E., Camargo Rivera E.E., Jiménez González A., 2022. Ciencia ciudadana y biodiversidad en entornos urbanos: Lecciones aprendidas en la Ciudad de Puebla y su zona conurbada en el centro de México. *Cuadernos de Biodiversidad*, 62: 03.
- Regione Lombardia, 2010. Flora e piccola fauna protette in Lombardia. Centro Flora Autoctona della Regione Lombardia (CFA).
- Santoni M., Ferretti L., Migliorini P., Vazzana C., Pacini G.C., 2022. A review of scientific research on biodynamic agriculture. *Organic Agriculture* doi: [10.1007/s13165-022-00394-2](https://doi.org/10.1007/s13165-022-00394-2).
- Souty-Grosset C., Anastacio P.M., Aquiloni L., Banha F., Choquer J., Chucholl C., Tricarico E., 2016. The red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Europe: impacts on aquatic ecosystems and human well-being. *Limnologica*, 58: 78-93.
- Spaccini R., Mazzei P., Squartini A., Giannattasio M., Piccolo A., 2012. Molecular properties of a fermented manure preparation used as field spray in biodynamic agriculture. *Environmental Science and Pollution Research Int.* 19: 4214-4225. doi: [10.1007/s11356-012-1022-x](https://doi.org/10.1007/s11356-012-1022-x).
- Stein-Bachinger K., Gottwald F., Haub A., Schmidt E., 2021. To what extent does organic farming promote species richness and abundance in temperate climates? A review. *Organic Agriculture*, 11: 1-12. doi: [10.1007/s13165-020-00279-2](https://doi.org/10.1007/s13165-020-00279-2).
- Tamburini G., Bommarco R., Wanger T.C., Kremen C., van der Heijden M.G.A., Liebman M., Hallin S., 2020. Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Science Advances* 6: eaba1715. doi: [10.1126/sciadv.aba1715](https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1715).
- Zanardo M., Giannattasio M., Sablok G., Pindo M., La Porta N., Lorenzetti M., Noro C., Stevanato P., Concheri G., Squartini A., 2023. Metabarcoding analysis of the bacterial and fungal communities during the maturation of preparation 500, used in biodynamic agriculture, suggests a rational link between horn and manure. *Environment, Development and Sustainability*. doi: [10.1007/s10668-023-03144-w](https://doi.org/10.1007/s10668-023-03144-w).

### Sitografia

- Azienda agricola biodinamica Cascine Orsine – Bereguardo (PV) <https://www.cascineorsine.it/>
- Bioblitz Italia: <http://www.bioblitzitalia.it/>
- Bioblitz nell'azienda agricola biodinamica San Michele – Cortellazzo (VE) <https://www.naturasi.it/eventi/pronti-attenti-bioblitz>
- European Parliament - Nature Restoration Law: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0277\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0277_EN.html) [accesso in data: 20/11/2023]
- Parco Regionale del Ticino (Lombardia): <https://www.parcoticino.it/>
- Società di Scienze Naturali del Verbano Cusio Ossola: <https://www.scienzeaturalivco.org/>

## Riflessioni sulla moda

L'industria della moda nella sua globalità ha un costo ambientale molto elevato: è responsabile dell'8-10% delle emissioni globali annuali di CO<sub>2</sub>, di oltre un terzo della quantità di microplastiche presenti negli oceani, del 20% della contaminazione industriale delle acque mondiali e produce più di 92 milioni di tonnellate all'anno di rifiuti tessili (Focus).

Il mercato del tessile-abbigliamento è fortemente globalizzato: nel mondo milioni di produttori e miliardi di consumatori sono coinvolti nella cosiddetta catena lineare del valore, che è lunga e complessa; essa parte dall'agricoltura e dall'industria chimica (per la produzione delle fibre) e prosegue con la manifattura, la logistica e il dettaglio, il consumo e lo scarto. Ogni passaggio della produzione determina un impatto ambientale dovuto all'uso di acqua, materiali, energia e prodotti chimici, molti dei quali sono pericolosi non solo per l'ambiente ma anche per i lavoratori e per i consumatori.

Mentre la maggior parte delle ricadute ambientali della moda si registra nei paesi di produzione del tessile e dell'abbigliamento, i rifiuti che derivano dal settore sono rintracciabili in tutto il mondo (nature).

### Il tessile-abbigliamento

La complessità del settore produttivo deriva dall'intersecarsi di due componenti principali: la varietà dei materiali e la varietà delle lavorazioni possibili.

La produzione globale attuale di fibre tessili è quasi triplicata rispetto a quella del 1975 e oggi il

60% delle fibre tessili è sintetico: il poliestere –fabbricato attraverso processi ad alta intensità di carbonio– è la fibra più comunemente utilizzata; il rimanente 40% delle fibre è rappresentato in gran parte dal cotone (eea).

La produzione delle fibre naturali e artificiali/sintetiche è responsabile di una buona parte dell'impatto ambientale del tessile: la coltivazione del cotone è considerata particolarmente problematica in quanto richiede enormi quantità di suolo e di acqua nonché fertilizzanti e pesticidi; l'allevamento dei bachi da seta consuma risorse naturali contribuendo così al riscaldamento globale mentre quello degli animali da lana genera emissioni di gas serra; fra le fibre sintetiche il poliestere –pur presentando numerosi aspetti ambientalmente positivi quali un minor consumo di acqua in fase di produzione e un minor consumo di risorse energetiche in fase di

utilizzo– contribuisce a una forma di inquinamento delle acque molto preoccupante: quella delle microfibre e delle sostanze tossiche da queste rilasciate (EPRS). Il lavaggio dei capi sintetici genera infatti il 35% del rilascio di microplastiche primarie nell'ambiente, rilascio stimato pari a mezzo milione di tonnellate di microfibre all'anno (Europarl).

I principali aspetti ambientali della filatura delle fibre artificiali riguardano il consumo energetico e l'uso di agenti chimici, da cui deriva il rischio di inquinamento delle acque reflue e la generazione di emissioni in aria. All'interno del processo di filatura delle fibre naturali sono invece le operazioni che precedono la lavorazione propriamente detta quelle più impattanti; ad esempio, la preparazione della lana prevede il lavaggio, la sbiancatura e la sterilizzazione: si generano dunque emissioni in acqua e in aria nonché rifiuti solidi.



Fonte: Fashion network

Nei processi di filatura possono inoltre essere impiegati agenti chimici ausiliari che andranno rimossi prima delle fasi successive.

Nella fase di produzione dei tessuti si distinguono tre diverse tecniche: la tessitura, la maglieria e la produzione di tessuti non tessuti, da cui derivano famiglie di prodotti con caratteristiche molto diverse. Gli impatti ambientali associati a questi processi produttivi sono sostanzialmente legati al consumo energetico delle macchine e al consumo dei prodotti chimici che vengono caricati sul filo da lavorare allo scopo di facilitare il processo.

L'impatto ambientale della tessitura è superiore a quello della maglieria a causa del maggior numero di processi di preparazione e dell'utilizzo di bozzima per rafforzare l'ordito: quest'ultima è composta da amidi naturali o da agenti chimici e quindi, con il lavaggio per la sua successiva rimozione, può inquinare le acque reflue. Va sottolineato che negli ultimi decenni i produttori di macchinari tessili hanno innovato le macchine ottimizzando l'efficienza energetica, riducendo il consumo di prodotti ausiliari e le emissioni in aria.

Con lo scopo di migliorare la qualità dei prodotti finiti o per dotarli di proprietà particolari, i tessuti subiscono alcuni processi detti di nobilitazione. Tali processi – che nella pratica possono essere eseguiti in stadi diversi del processo di produzione – sono quelli che più contribuiscono all'impatto ambientale della filiera tessile: in termini di consumo d'acqua (ad esempio per la preparazione dei bagni e per i lavaggi), di energia (per scaldare i bagni e per asciugare il materiale) e di agenti chimici.

Le lavorazioni di nobilitazione sono molto diversificate in funzione del tipo di prodotto da realizzare, della natura della fibra

impiegata e del tipo di supporto tessile in trattamento.

La nobilitazione comprende i pretrattamenti, la tintura o la stampa, e i finissaggi. I pretrattamenti hanno lo scopo di rimuovere materiali estranei dalle fibre, migliorare caratteristiche come l'uniformità e l'idrofilia (per aumentare l'affinità con i coloranti), rilassare la tensione delle fibre sintetiche; essi consumano energia e utilizzano acqua e prodotti chimici fra cui gli agenti stabilizzanti, che sono scarsamente biodegradabili e in grado di formare derivati complessi molto stabili.

La tintura è in realtà applicabile in tutte le fasi della lavorazione: da prima della filatura, ai filati, ai tessuti, ai capi finiti. Si utilizzano diverse classi di coloranti distinti in base alla loro natura chimica e al meccanismo con cui si legano alla specifica fibra da tingere; in genere la tintura consuma notevoli quantità di acqua e di energia a causa delle temperature necessarie e all'elevato rapporto tra volume del bagno e peso della merce da tingere. Dopo la tintura i coloranti non legati e gli agenti ausiliari devono essere rimossi attraverso un lavaggio, aumentando quindi la quantità di acque di scarico e il consumo di energia necessaria per asciugare il materiale. Il processo di stampa è ancora più complesso e usa una vasta gamma di sostanze chimiche: coloranti o pigmenti e agenti ausiliari.

I trattamenti di finissaggio hanno invece lo scopo di migliorare alcuni aspetti specifici o di conferire nuove proprietà estetiche o tecniche; esempi ne sono quelli che permettono di ridurre la manutenzione dei capi finiti (ad esempio, idro- e oleorepellenti) o aumentarne la resistenza ad agenti esterni (ad esempio: resistenza alle fiamme). Anche in questo caso gli impatti ambientali sono riconducibili

al consumo di acqua e all'uso di prodotti chimici.

Il confezionamento, infine, comprende i processi di preparazione, taglio e cucitura necessari per la realizzazione dei capi finiti. Queste operazioni sono generalmente manuali e non determinano grandi problematiche ambientali sebbene generino le problematiche legate al trasporto dei materiali grezzi e dei capi finiti conseguente al fatto che la maggior parte delle aziende che eseguono queste lavorazioni si trova nei paesi in via di sviluppo ([ecosign](#)).

### **Il fast fashion**

Fino a qualche anno fa il termine *fast fashion* era sconosciuto ai più.

Usato per la prima volta sul *New York Times* nel 1989, indica un metodo di produzione di abiti di bassa qualità a prezzi molto bassi, e il lancio continuo di nuove collezioni in tempi brevissimi: l'obiettivo dei marchi *fast fashion* è dunque quello di offrire ai consumatori le ultime tendenze della moda a un prezzo abbordabile.

Come alcuni ipotizzano, l'origine lontana del *fast fashion* va ricercata nella meccanizzazione dell'industria tessile, fatto che permise la produzione di capi in serie. Ma il vero debutto dei primi marchi realmente *fast fashion* va situato intorno agli anni '70 del XX secolo, anche se è solo negli anni '90 e 2000 che il fenomeno porta i colossi del settore ad avere una diffusione globale e capillare. Da allora i grandi marchi del *fast fashion* hanno conquistato il mercato, arrivando a competere per diffusione e fatturato con le realtà del lusso.

Vendere abbigliamento a basso costo significa anche produrlo a basso costo: la produzione viene delocalizzata e in tale contesto i più svantaggiati sono i lavoratori, sia per il basso salario sia per le

condizioni lavorative. In genere, inoltre, le aziende che si basano sul *fast fashion* non prendono in considerazione gli aspetti ambientali della propria produzione ([quifinanza](#)). A scala globale, il sistema moda applica infatti un modello produttivo che concentra nei paesi occidentali le fasi di design del prodotto, la sua commercializzazione e il suo consumo e trasferisce la fase di produzione e fine vita nei paesi in via di sviluppo.

Purtroppo i capi d'abbigliamento del *fast fashion* inquinano anche quando vengono dismessi: si stima che in Italia nel 2015 solo l'11 % dei capi d'abbigliamento e della biancheria per la casa sia stato raccolto per essere avviato a seconda vita ([europarl](#)).

### L'usato

Fino a poco tempo fa la raccolta differenziata dei rifiuti tessili non era obbligatoria; essa veniva abitualmente effettuata principalmente mediante contenitori stradali e per lo più affidata a cooperative sociali che organizzavano la gestione della filiera di raccolta e le prime operazioni di selezione ([ecomondo](#)). Le operazioni di selezione hanno lo scopo di separare ciò che è destinato al riutilizzo in cicli di consumo da ciò che è destinato al riciclo per ottenere pezzame industriale o materie prime seconde per l'industria, e da ciò che è destinato allo smaltimento.

Dall'inizio del 2022, invece, in Italia è entrato in vigore l'obbligo di raccogliere in modo differenziato i rifiuti tessili (D. Lgs. 116/2020) e ciò anticipa di tre anni l'attuazione di uno dei decreti del "Pacchetto di direttive sull'economia circolare" adottato dalla UE nel 2018 ([altraeconomia](#)).

Va segnalato infine che la vita dei prodotti tessili si è sensibilmente ridotta negli ultimi decenni e che gli indumenti usati possono

essere esportati al di fuori dell'Unione Europea ([europarl](#)).

I paesi africani importano il 30% degli abiti usati mondiali: i capi arrivano dall'Europa, dagli USA, dalla Corea, dal Giappone e questi abiti usati muovono una quota importante dell'economia di paesi come Tanzania, Ghana, Kenya o Nigeria.

I paesi ricchi, una volta selezionati i capi usati di migliore qualità per la vendita sul mercato interno del "seconda mano", inviano in Africa gli abiti usati chiusi in balle il cui contenuto è ignoto; queste vengono acquistate da commercianti locali che scelgono il materiale di qualità passabile per porlo in vendita e gettano il resto come rifiuto. Lo sviluppo del "seconda mano" che si sta registrando nei paesi occidentali sta dunque avendo forti conseguenze sul mercato africano, ove vengono esportati solo i capi di qualità peggiore ([solomodasostenibile](#)).

L'invasione degli abiti usati è un problema molto serio: ad esempio, il 40% di tutto l'abbigliamento inviato in Ghana finisce nelle discariche e quello che non finisce in discarica va a insozzare spiagge e oceano ([panbianconews](#)); altro esempio è quello di Old Fadama, una piccola comunità limitrofa al mercato di Kantamanto (Accra), ove si accumulano pile di spazzatura alte più di 10 metri e gli abiti inzuppati dalla pioggia attirano zanzare che possono trasmettere malattie ([julietmaingi](#)).

### La moda circolare

L'economia circolare rappresenta un modello di produzione e consumo in grado di generare competitività a fronte del cambiamento nell'approccio tradizionale al mercato, ai clienti, alle risorse naturali. Innovazione tecnologica, sostenibilità ambientale, efficienza energetica e utilizzo delle fonti rin-

novabili rendono l'economia circolare un sistema virtuoso nel quale si impongono nuovi parametri: condivisione, prestito, riutilizzo, riparazione, ricondizionamento e riciclo ([enelgreenpower](#)).

Anche la moda può e vuole diventare circolare: sebbene l'espressione *circular fashion* sia comparsa solo nel 2014, oggi si registra una certa attività intorno a questo concetto.

Grazie a un movimento che ha coinvolto i marchi e le loro catene di approvvigionamento su scala globale, la moda si sta progressivamente ripulendo dalle sostanze pericolose; nell'ultimo decennio l'obiettivo dell'eliminazione delle sostanze pericolose è infatti presente nelle strategie d'impresa e spesso si basa su parametri più restrittivi di quelli delle norme di legge.

Un passaggio decisivo della *circular fashion* è la progettazione: la durata dei capi, la quantità di scarti e le possibilità di recupero e riciclo dipendono dalla scelta del materiale, dalla costruzione del capo e dai processi di tintura e finissaggio decisi dal designer. La formazione relativa alle nuove tecniche di progettazione e alla conoscenza dei materiali diventa quindi un'attività indispensabile perché i *fashion designer* assumano il loro ruolo nel contesto della moda circolare, ma questo aspetto sembra ancora in gran parte da sviluppare.

La lotta ai cambiamenti climatici, la difesa della biodiversità e la riduzione dell'impatto della moda sugli oceani sono invece obiettivi concreti dei marchi della moda: nel 2019 un gruppo di grandi imprese (oltre 200 marchi che garantiscono circa 1/3 del fatturato globale) ha sottoscritto il *Fashion Pact* e i progressi già registrati sono incoraggianti.

Per quanto concerne il riciclo dei materiali tessili, infine, sono gli scarti pre-consumo a presentare

attualmente il maggiore potenziale. Si registra un rapido sviluppo nel riciclo dei materiali a base cellulosica (principalmente scarti di cotone) che vengono utilizzati nella produzione di fibre artificiali quali il rayon. Sul fronte delle fibre sintetiche –in fase di produzione e nell'ultimo decennio– si è riscontrata una quota fino al 15% di poliestere proveniente dal riciclo delle bottiglie in PET; il riciclo degli scarti tessili di poliestere è invece ancora molto limitato, sebbene la

tecnologia stia progredendo. Sono in crescita anche le più tradizionali tecnologie di riciclo meccanico di lana e cotone. Ma soprattutto sono in crescita i marchi che utilizzano fibre riciclate nei loro prodotti o che intendono incrementarne le quote ([renewablematter](#)).

### **Conclusioni**

L'industria della moda è considerata uno tra i settori più inquinante al mondo ma il percorso per ridurre gli impatti negativi

sull'ambiente, sulla salute e sulla società è già avviato.

La vera sfida è quella di accelerare tutti i processi –sia dal lato produzione che dal lato consumi– per giungere al più presto a risultati tangibili.

**Rossella Azzoni**

---

### **Informazioni sull'autrice:**

Socio fondatore ed ex Presidente CISBA, dirigente biologo in quiescenza di ARPA Lombardia.  
E-mail: [ross.azzoni@yahoo.com](mailto:ross.azzoni@yahoo.com)

## Alla scoperta delle grandi alghe marine

Le alghe sono fondamentali nell'equilibrio del pianeta in quanto liberano ogni anno una gran parte dell'ossigeno che si trova in atmosfera.

In considerazione della grande variabilità morfologica, del livello di complessità strutturale del tallo e della dimensione degli organismi appartenenti al gruppo, le alghe vengono generalmente suddivise in microalghe e macroalghe.

Oltre ad espletare funzioni ecologiche, le alghe si rivelano molto versatili e si prestano a diversi usi: questa nota si focalizza su funzioni e utilizzazioni delle grandi alghe marine.

### Le macroalghe

Le macroalghe – che non rappresentano una categoria tassonomica definita ma fanno capo a tre raggruppamenti: *Phaeophyceae*, *Chlorophyta* e *Rhodophyta* – sono alghe generalmente marine che possono raggiungere parecchi metri di lunghezza (alcuni talli possono raggiungere i 65 metri se non soggetti a intenso pascolo); ciascun raggruppamento si distribuisce lungo fasce a diversa profondità fino al limite massimo di penetrazione della luce. Come produttori primari sono alla base della catena trofica marina sostenendo numerose comunità di animali erbivori i quali possono anche trovarvi rifugio contro i predatori; le macroalghe e i loro detriti sono un'importante fonte di cibo anche per gli organismi bentonici nella zona intertidale.

Si stima che esistano 1800

specie di macroalghe brune, 6200 di macroalghe rosse e 1800 di macroalghe verdi; le brune sono quelle che raggiungono le dimensioni maggiori.

Come detto, la maggior parte delle macroalghe vive in acqua salata (o almeno salmastra); sebbene alcuni generi flottino liberamente nelle acque, esse normalmente necessitano di un punto di ancoraggio e quindi generalmente colonizzano le zone costiere. Alcune specie vivono nelle pozze di marea resistendo ai rapidi cambiamenti di temperatura e salinità e all'occasionale essiccamento, al ritmo delle maree.

Come noto, le alghe si distinguono dalle fanerogame marine in quanto non possiedono né foglie né radici né fusto, e tantomeno producono semi; il loro corpo – il tallo – è costituito da cellule poco differenziate in grado di assorbire dall'acqua tutto il nutrimento necessario mentre la funzione di ancoraggio al substrato è svolta da peduncoli, detti rizoidi, o placche basali.

Le macroalghe presentano forme differenti e anche la consistenza e la tessitura al tatto sono molto differenti: possono essere cartilaginee, mucillaginose, spugnose e perfino rocciose, in quanto le cellule sono impregnate di carbonato di calcio (Leandro *et al.*; Pereira L.).

### Le foreste algali

Le macroalghe sono elementi fondamentali degli ecosistemi marini costieri temperati di tutto il mondo, ove rappresentano uno

dei principali produttori primari e assumono un ruolo chiave nel funzionamento dell'ecosistema. Esse non solo sono dotate di un'elevata capacità di sequestro del carbonio ma forniscono anche inestimabili servizi ecosistemici in molti sistemi costieri poco profondi; di conseguenza, variazioni nella composizione macroalgale possono avere ripercussioni sull'intero ecosistema costiero.

Negli ecosistemi marini costieri le Laminariales e le Fucales sono le alghe che più contribuiscono a comporre la volta vegetale nelle zone intertidali e subtidali; colonizzano soprattutto i fondi rocciosi fino al limite della zona fotica. Queste alghe brune creano habitat dalla struttura complessa e giocano un ruolo chiave nel sostenere la biodiversità e le reti alimentari; la struttura tridimensionale della cupola vegetale offre inoltre protezione ai primi stadi vitali di molte specie. Nonostante siano connotate da parecchie caratteristiche condivise, esse possono mostrare peculiarità proprie come ad esempio la capacità di dispersione: le Fucales sono dotate di propaguli grandi e facilmente affondabili e quindi la loro capacità di disseminazione si limita a pochi metri mentre le Laminariales sono caratterizzate da propaguli piccoli che forniscono un potenziale di dispersione di centinaia di metri.

Le foreste marine sono influenzate da numerosi fattori ambientali quali la luce, la turbolenza, i nutrienti e la temperatura; sono però l'inquinamento costiero, la pesca eccessiva, il riscaldamento

degli oceani, e altri disturbi creati dall'uomo quelli che determinano il declino generalizzato delle macroalghe e di conseguenza quello del funzionamento ecosistemico ([Medrano Cuevas A.](#)).

Le Laminariales, ad esempio, sembrano risentire in modo particolare dell'innalzamento della temperatura dovuto al cambiamento climatico in quanto sono alghe di acque fredde ([Merzouk A. et al.](#)). La densità e l'abbondanza delle Laminariales stanno diminuendo nelle aree marine europee meridionali compreso il Mediterraneo, ove la loro presenza è sempre stata scarsa e limitata alle acque profonde ([Araujo R.M. et al.](#)).

### Le macroalghe come bioindicatori

Le comunità di macroalghe rispondono ai cambiamenti ambientali e trofici in tempi relativamente brevi e si rivelano quindi buoni indicatori di qualità degli ecosistemi costieri.

In una determinata zona costiera si sviluppa un'associazione vegetale stabile composta da proprie specie caratteristiche, comunità che può venire modificata da cambiamenti significativi delle condizioni ambientali; ogni specie è infatti caratterizzata da uno specifico intervallo di tolleranza alle diverse condizioni e pressioni ambientali.

La direttiva europea *Water Framework Directive* (2000/60/EC) inserisce le macroalghe fra gli elementi di qualità biologica (EQB) da utilizzare per la classificazione dello stato ecologico delle acque marino costiere; a livello nazionale il D.M. 260/2010 indica il [metodo CARLIT](#) (CARtografia LITorale) come strumento idoneo per valutare tale EQB.

Il CARLIT è un metodo cartografico che studia lo sviluppo lineare dei popolamenti macro-

algali in ambienti marini ove l'intervallo di marea è inferiore a 2 metri e si applica lungo coste prevalentemente rocciose (con scogliere non necessariamente continue costituite almeno per l'80% da substrati naturali); il metodo è basato sul campionamento visuale delle comunità algali superficiali associato all'osservazione delle caratteristiche geomorfologiche del substrato.

Nei mari italiani la qualità elevata è caratterizzata dalla presenza di comunità dominate dal genere *Cystoseira* (esclusa *Cystoseira compressa*), cioè da alghe brune strutturanti; in situazioni di moderato disturbo delle acque diventano dominanti le specie più tolleranti alle pressioni (come alcune alghe rosse) mentre nel caso di forti perturbazioni si registra la dominanza di specie opportuniste come quelle dell'ordine delle Ulvales ([ARPAT](#), [ARPAL](#)).

### Gli usi delle macroalghe

Le grandi alghe marine sono in grado di produrre una notevole varietà di metaboliti secondari quali pigmenti, vitamine, composti fenolici e steroidi; inoltre producono amminoacidi, proteine, acidi grassi saturi e insaturi nonché polisaccaridi come sostanze direttamente coinvolte nei propri processi di sviluppo, crescita e riproduzione: proprio grazie alla produzione di queste molecole le macroalghe assumono una grande importanza anche a livello commerciale.

L'uso alimentare umano è probabilmente il più conosciuto: i paesi asiatici, e Cina e Giappone in particolare, sono noti per essere consumatori di macroalghe da secoli; anticamente esse facevano parte anche della cultura culinaria delle aree costiere mediterranee.

Si conoscono più di 600 specie di macroalghe edibili a cui vie-

ne riconosciuto un notevole valore nutrizionale: esse sono poco caloriche ma nel contempo ricche in vitamine, minerali e fibre; tale valore nutrizionale varia in relazione all'area geografica di raccolta, alla stagione, allo stadio di crescita, alla parte utilizzata. Come gli altri vegetali, le macroalghe possono essere commercializzate e mangiate in molte forme: fresche, essiccate, in fiocchi, in farine o polveri, o come componenti di altri prodotti alimentari ([Leandro et al.](#)).

Le più note sono le Kombu, – un'ampia gamma di alghe brune fra cui *Saccharina japonica* e *Laminaria digitata* – ricche di minerali come Mg, I, Ca, Fe e Zn ([ISS](#)); la Wakame (*Undaria pinnatifida*), altra alga bruna ricca di Ca, Mg, vitamina C e vitamine del gruppo B ([Wikipedia](#)); le Nori – alghe rosse di varie specie del genere *Porphyra* – che contengono proteine, vitamine e sali minerali ([Wikipedia](#)).

Tre sono i più noti derivati ad uso alimentare:

- la carragenina, ricavata da due alghe rosse della costa rocciosa dell'Atlantico settentrionale (*Chondrus crispus* e *Gigartina mamitosa*); è una gelatina di largo uso alimentare utilizzata come gelificante, addensante ed emulsionante, e indicata nelle etichette alimentari come E 407. Fu introdotta su scala industriale negli anni '30 del Novecento ma era già usata nel 600 a.C. in Cina e nel 400 d.C. in Irlanda ([Wikipedia](#))
- l'agar-agar, ricavato da alghe rosse appartenenti a diversi generi quali *Gelidium*, *Gracilaria*, *Gelidiella*, *Pterocladia* e *Sphaerococcus*; è un polisaccaride usato come gelificante e catalogato con il numero E 406 tra gli additivi alimentari codificati dalla UE. La sua gelatina ha la proprietà di non alterare il sapo-

re naturale dei cibi con cui viene in contatto ([Wikipedia](#))

- gli alginati, altri agenti gelificanti ricavati da più generi di alghe brune (quali *Ascophyllum*, *Laminaria*, *Lessonia*, *Macrocystis*); sono sali dell'acido alginico, un polisaccaride lineare che rappresenta il biopolimero marino più abbondante. Sono utilizzati come stabilizzanti ed emulsionanti e, in particolare, come sferificanti nella cucina molecolare ([Wikipedia](#)).

Le macroalghe sono utili anche nell'alimentazione animale: paesi come l'Islanda, la Francia e la Norvegia le utilizzano abitualmente per l'alimentazione degli animali domestici, sia come prodotti sia come nutraceutici ([Leandro et al.](#)). Ma l'aspetto più promettente di una dieta animale a base di macroalghe riguarda la riduzione delle quantità di metano emesse nell'atmosfera dai ruminanti. Come noto, il metano è un gas serra che determina un effetto climalterante molto più elevato di quello dell'anidride carbonica ([ISPRA](#)). È altrettanto noto che i ruminanti si nutrono di cibo fibroso e che nel rumine sono presenti batteri, protozoi e funghi responsabili della digestione microbica degli alimenti, processo che porta alla produzione di gas inutilizzabili: le alghe contengono una sostanza che interferisce con gli enzimi digestivi coinvolti in tale digestione ([Roque B.M. et al.](#)).

In Australia, ad esempio, la sperimentazione che usa alghe del genere *Asparagopsis* (Rhodophyta) sotto forma di integratori specifici per ruminanti sta passando alla fase commerciale, visti gli ottimi risultati che ha prodotto: si parla di riduzioni delle emissioni di metano di oltre l'80 % ([rinno-vabili.it](#)); uno studio della Queen's University di Belfast sta invece testando alghe marine brune e verdi,

native dei mari irlandesi e britannici, per formulare integratori alimentari per ruminanti: in questo caso la riduzione delle emissioni di metano in atmosfera si attesterebbe intorno al 30% ([ruminantia.it](#)).

Inoltre le macroalghe (e i prodotti derivati) vengono utilizzate in agricoltura per migliorare la produzione vegetale poiché contengono un certo numero di composti che stimolano la crescita delle piante: esse inducono la germinazione precoce dei semi nonché la crescita delle radici e della parte aerea della pianta, aumentano la resistenza alle gelate e agli stress biotici, e aumentano la capacità di assorbimento dei nutrienti.

Entrando nel merito di altri campi, occorre segnalare che la cosmesi è sempre più orientata all'utilizzo di ingredienti naturali poiché essi offrono benefici ma non presentano i rischi dei più convenzionali ingredienti chimici: si sta quindi interessando alle macroalghe poiché contengono composti biodisponibili, cioè nutrienti attivi che vengono assorbiti rapidamente dalla pelle. In cosmesi le macroalghe possono essere usate in due modi: come stabilizzanti o emulsionanti per la preparazione del prodotto oppure come ingrediente attivo nel prodotto stesso, ad esempio nei trattamenti anti-età o doposole.

In farmacologia le sostanze derivate dalle macroalghe sono molto studiate e utili. Le sostanze vengono utilizzate sia come principi attivi che come eccipienti; si riconoscono attività antibatteriche, anticoagulanti, antivirali, antitumorali e immunoregolatrici ([Leandro et al.](#)).

Un esempio interessante di uso nell'industria è quello che concerne la produzione della "carta ecologica *Alga Carta*", fabbricata utilizzando le alghe che proliferano in eccesso nella Laguna di Ve-

nezia e che rischiano di danneggiare il fragile ecosistema lagunare. A causa della presenza di nutrienti in eccesso e delle alte temperature estive, alla fine degli anni '80 la laguna risultò infatti infestata da una quantità anomala di alghe; all'iniziale processo di raccolta e smaltimento seguì la ricerca di una possibilità per riciclare questo materiale. Una delle soluzioni fu quella di utilizzarlo nella fabbricazione della carta, in parziale sostituzione della cellulosa e di altri materiali; in fase di produzione in cartiera le alghe raccolte ogni anno vengono fatte essiccare e tritate fino a ottenere uno sfarinato che viene miscelato con fibre certificate FSC; la quantità di alghe utilizzata nella produzione è generalmente del 5%-10% ([Wikipedia](#)).

Recentemente si è studiata la possibilità di ricavare bioplastica dalle macroalghe, siano esse raccolte in natura o coltivate; rispetto alla bioplastica derivata dalle coltivazioni vegetali terrestri, quella ricavata dalle alghe presenta almeno due vantaggi: non si pone in concorrenza rispetto all'uso del suolo e non consuma acqua ([Cordis](#)).

Si sta studiando anche la possibilità di produrre biocarburante dalle macroalghe, sfruttandone l'elevato contenuto in zuccheri: dalla fermentazione si ricava bioetanolo che, miscelato con combustibili di derivazione fossile, consente di produrre il carburante E10 (cioè al 10% di etanolo). Attualmente il prezzo del biocarburante a base di alghe è ancora troppo alto ma si stima che la tecnologia di produzione diventerà redditizia nell'arco di venticinque anni ([euronews](#)).

### **La coltivazione delle macroalghe**

Quello delle grandi alghe marine viene considerato il comparto produttivo caratterizzato dalla maggiore velocità di crescita a li-

vello mondiale, con un valore di 9 miliardi di dollari su base annua ([Safeseaweedcoalition](#)).

Secondo la FAO (Food and Agriculture Organization) la produzione globale di macroalghe (coltivate e raccolte in mare o sulla battigia) è triplicata passando dalle 118.000 tonnellate del 2000 alle 358.200 tonnellate del 2019. L'Asia garantisce circa il 97 % della produzione mondiale, ed il 99 % di tali macroalghe viene coltivato; la Cina è il maggior produttore mondiale in termini di produzione da acquacoltura (56,8 % del totale) seguita dall'Indonesia, che produce il 28,6 % delle macroalghe coltivate ([FPPN](#)). In Europa sono Francia e Norvegia a dominare una produzione ancora molto limitata, nella quale solo il 32 % è coltivato e il rimanente 68 % raccolto direttamente nell'ambiente naturale ([France24](#)).

I sette taxa più coltivati al mondo sono *Eucheuma* spp., *Kappaphycus alvarezii*, *Gracilaria* spp., *Saccharina japonica*, *Undaria pinnatifida*, *Pyropia* spp. e *Sargassum fusiforme*.

Nella sua forma più semplice la coltivazione consiste nella raccolta controllata di parte della biomassa presente in natura, nella forma più avanzata nel controllo dell'intero ciclo vitale dell'alga ([Wikipedia](#)).

Numerosi fattori come la capacità rigenerativa del tallo, la morfologia delle specie e la sensibilità ai parametri ambientali – quali temperatura, irraggiamento, nutrienti e moto dell'acqua – influiscono sulla buona riuscita della coltivazione su larga scala. La metodologia di coltivazione dipende soprattutto dalle caratteristiche delle diverse macroalghe: alcune specie richiedono metodi in fase singola attraverso la moltiplicazione vegetativa mentre altre – quelle che nascono da spore – richiedono processi multifase. Numerose

tecniche di coltivazione delle macroalghe – dai sistemi intensivi ai sistemi in mare aperto – sono periodicamente sperimentate ma i metodi che garantiscono i migliori risultati commerciali sono ancora quelli a bassa tecnologia, cioè quelli che richiedono l'intervento di molta mano d'opera ([Prasad Behera et al.](#)).

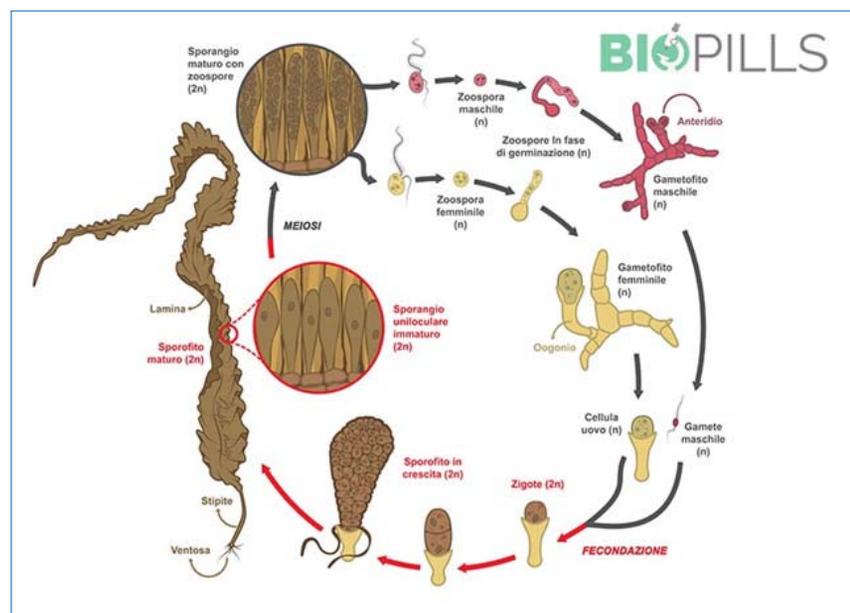
Visto che l'Europa ricopre attualmente una quota marginale del mercato mondiale delle alghe marine, la promozione dell'alghicoltura – sia di macroalghe marine che di microalghe – è un caposaldo degli orientamenti strategici per l'acquacoltura della UE per il periodo 2021-2030. L'alghicoltura può infatti contribuire al raggiungimento di alcuni obiettivi del Green Deal europeo quali la decarbonizzazione, la riduzione dell'inquinamento (mediante l'assorbimento dei nutrienti), la conservazione e il ripristino della biodiversità, la protezione degli ecosistemi e lo sviluppo di servizi ambientali.

Per evitare di ripetere negli oceani gli errori commessi sulla terraferma, la coltivazione del-

le macroalghe in mare non dovrà però influire sull'equilibrio degli ecosistemi marini, ad esempio creando problemi di competizione con le fanerogame marine.

Mentre le attuali coltivazioni a scala medio-piccola sono considerate a basso rischio ambientale, lo sviluppo della coltivazione di macroalghe su larga scala richiede una conoscenza più completa dei possibili impatti per valutare rischi e benefici. Le imponenti installazioni di coltivazione possono infatti introdurre fattori di stress su ampie aree per tempi lunghi, ombreggiando il fondale e influenzando le comunità di organismi sottostanti l'installazione e all'interno della colonna d'acqua.

Sono quindi necessarie ricerche finalizzate e un attento monitoraggio per colmare le lacune conoscitive e per consentire di autorizzare le nuove coltivazioni sulla base di decisioni informate. I Paesi che intendono avviare la coltivazione di macroalghe devono quindi porsi come priorità quelle di disporre di modelli (biologici e idrodinamici) per la valutazione del rischio, di capire la capacità di



Ciclo vitale delle alghe kelp (*immagine* di Luigi Suglia).

carico dei corpi idrici e di selezionare i siti nei quali i cambiamenti ambientali si prospettino minimi. Il monitoraggio, inoltre, dovrà verificare le condizioni *ex ante* delle popolazioni naturali per assicurarsi che la gestione della coltivazione sia accettabile (Campbell I. *et al.*).

Nonostante tutte le regioni marittime della UE siano riconosciute come terreno fertile, lo sviluppo dell'alghicoltura europea è ostacolato da alcuni fattori: un quadro normativo frammentato e poco coerente, i costi di produzione elevati, la produzione su piccola scala, la conoscenza limitata sia dei mercati sia delle richieste dei consumatori e anche dei rischi ambientali di tale coltivazione. Per rendere la produzione di alghe un settore solido e sostenibile, una comunicazione della Commissione

Europea ha individuato 23 azioni specifiche finalizzate a migliorare il quadro di *governance* e le normative, ottimizzare il contesto imprenditoriale, colmare le lacune in materia di conoscenze, ricerca, tecnologia e innovazione nonché accrescere la consapevolezza sociale e l'accettazione del mercato nei confronti dei prodotti a base di alghe (Commissione Europea).

Nel 2022 la Commissione Europea ha inoltre attivato la piattaforma "EU4Algae" per accelerare lo sviluppo dell'industria delle alghe e promuoverne l'utilizzo: essa ha l'obiettivo di migliorare la cooperazione fra i coltivatori, i produttori, i venditori, il mondo accademico e i ricercatori, gli sviluppatori di tecnologie, gli investitori, le autorità pubbliche e le ONG (Maritime-forum).

## Conclusioni

Quando si parla di alghe spesso la mente corre all'immagine negativa degli ammassi verdi o marrone spiaggiati sulla battigia: essi sono semplicemente la conseguenza di fattori quali il vento, le correnti o le mareggiate che strappano le macroalghe dalla loro base.

A questa percezione negativa si contrappone la realtà: questi organismi sono infatti in grado di offrire grandi opportunità per aiutare il pianeta. Come sempre, è però necessario trovare il giusto equilibrio fra l'utilizzazione di un sistema naturale e la sua protezione.

**Rossella Azzoni**

---

### Informazioni sull'autrice:

Socio fondatore ed ex Presidente CISBA, dirigente biologo in quiescenza di ARPA Lombardia.

E-mail: ross.azzoni@yahoo.com

Stefano Fenoglio.

**UOMINI E FIUMI: storia di un'amicizia finita male.**

Rizzoli ed., 2023, 240 pp., 18 €

<https://www.rizzolilibri.it/libri/uomini-e-fiumi/>

È un vero piacere recensire un libro di cui si conoscono la genesi, l'autore e gli argomenti trattati, spesso in grado di generare un profondo interesse! Interesse che, ne possiamo esser certi, stimoleranno molti lettori di Biologia Ambientale, e in special modo coloro che, per motivi professionali, si confrontano tutti i giorni con il tema principale, che scaturisce sin dalle prime pagine: il rapporto tra uomini e fiumi.

L'autore è ben conosciuto nel mondo della biologia ambientale: docente di Zoologia all'Università di Torino, è stato uno dei primi istruttori ai corsi CISBA sul monitoraggio biologico dei fiumi e fa tuttora parte del Comitato Scientifico di questa rivista.

Ma Stefano Fenoglio è anche un naturalista che ama i fiumi, li conosce e li frequenta da molti anni e li sa raccontare con passione autentica e grande competenza.

Questa nuova pubblicazione è una rara occasione per la biologia ambientale italiana: poter far conoscere al grande pubblico una



prospettiva scientifica su un tema attualissimo, la gestione dei fiumi, e spiegare come recuperare quel rapporto simbiotico millenario che è andato perduto nell'arco di pochi decenni.

È anche una lettura stimolante per chi i fiumi li sorveglia e li studia quotidianamente sotto aspetti specialistici ma che, preso dalle incombenze quotidiane, magari dopo ore al microscopio o all'analisi dei dati, rischia a volte di perderne la visione generale. Il libro di Stefano Fenoglio è uno

strumento prezioso per esprimere con forza le evidenze scientifiche di un approccio ecologico ai fiumi, visti non come sistemi da "ingabbiare perché non facciano danni" ma come ecosistemi da preservare e da valorizzare.

«I fiumi sono stati l'ambiente naturale che più di ogni altro ci ha permesso di diventare ciò che siamo» ci ricorda l'autore. E il libro demolisce alcune credenze che fanno da sfondo alle affermazioni di non pochi politici e amministratori pubblici, che parlano di fiumi solo in occasione di eventi drammatici come le alluvioni, e non perdono occasione per dire che *occorre pulirli, scavarli, canalizzarli* ulteriormente, ignorando le conseguenze negative dal punto di vista idraulico ed ecologico.

Il libro scorre piacevolmente, proprio come il corso sinuoso di un fiume libero di divagare, e diventa un racconto intriso di riferimenti storici e di aneddoti interessanti e anche umoristici. Anche se il sottotitolo può far pensare che ci siano poche speranze per il futuro del rapporto tra i corsi d'acqua e il genere umano, c'è nel libro un quieto ottimismo di fondo che lascia scorgere la strada da intraprendere per curare i fiumi e quindi anche un po' noi stessi.

**Francesca Bona**

EEA Report – No 12/2022

**Investigating Europe's secondary raw materials markets**

Cos'è una Materia Prima Secondaria (MPS)?

Per MPS si intendono i prodotti, i materiali o le sostanze che si ottengono da operazioni di riciclo di materiali di scarto, cioè dal loro recupero e dalla loro rielaborazione; essi potranno essere destinati all'uso originale o a un ad altro uso. Il processo di riciclo termina

nel momento in cui viene prodotta una Materia Prima Secondaria che non può essere distinta dalla Materia Prima Primaria e può essere commercializzata nello stesso modo.

Questo rapporto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente si concentra sul mercato delle MPS e descrive uno schema d'analisi finalizzato a valutarne la funzionalità; utilizza otto diversi materiali di prova: alluminio, carta e cartone, legno, vetro, plastiche, tessili, frazione

minerale dei rifiuti di costruzione e demolizione, fertilizzanti e ammendanti organici. Solo tre di questi mercati risultano funzionare bene: quello dell'alluminio, quello di carta e cartone, e quello del vetro; già avviati da molto tempo, questi mercati sono internazionali e aperti ed occupano una significativa quota di mercato nelle rispettive forniture. I mercati degli altri cinque materiali non funzionano bene a causa della loro piccola dimensione, della scarsa domanda

(nonostante la fornitura crescente) e della mancanza di adeguate specifiche tecniche.

Le sfide principali da affrontare riguardano proprio i criteri per definire la *End of Waste* (cioè la cessazione della qualifica di rifiuto) e la presenza di sostanze pericolose nei materiali di riciclo; dal lato della domanda si dovrà invece combattere la mancanza di fiducia nelle MPS e la conseguente scarsa

propensione ad investire in tecnologie.

Il rapporto segnala inoltre la mancanza di adeguate informazioni destinate ai portatori di interesse e l'assenza di un meccanismo di monitoraggio per verificare l'andamento dei mercati e individuare strategie di miglioramento. Sottolinea infine il fatto che ci sono poche strade da percorrere per rendere più scorrevole il mercato

delle MPS: la prima riguarda il miglioramento degli strumenti normativi europei e l'armonizzazione degli standard tecnici, la seconda riguarda l'opportunità di considerare le esternalità ambientali positive nel meccanismo di tassazione delle MPS.

Il rapporto EEA è scaricabile in formato pdf al seguente [link](#).

**Mirca Galli**

**Battisti C., 2023. Project management per Ecologi applicati. Basi di Problem solving per la Gestione degli Ecosistemi.**

Edizioni Efesto, Roma, 274 pp. € 19.50 (sconto se acquistato via [link](#))

Non capita facilmente di affrontare in un testo i temi della formazione del personale qualificato per la gestione degli ecosistemi, specialmente in aree protette.

In questi contesti, infatti, le azioni di conservazione sono focalizzate su obiettivi e valutazioni delle minacce. Problemi ambientali, sociali ed economici fanno emergere criticità indotte in particolare dalla pressione umana.

L'occasione per comprenderne i contenuti è dunque data dall'uscita di questo interessante volume dell'amico Prof. Corrado Battisti che ancora una volta (dopo avere trattato a lungo le problematiche collegate alla frammentazione ambientale, criticità peraltro insite nel paradigma della valutazione



di efficacia di gestione delle stesse aree protette) trova nei temi fondati sulla *human dimension* un forte nuovo motivo di impegno.

In questo senso gli esempi nel libro non mancano, a cominciare dall'applicazione dei più importanti e recenti strumenti esistenti quali sono la Threat Analysis

(TAN) e la Threat Reduction Assessment (TRA).

Attraverso questi approcci, la conoscenza delle relazioni esistenti tra criticità e componenti ambientali, per giungere alla riduzione delle minacce, costituiscono i presupposti essenziali per garantire tutela degli habitat e specie e per proporre, prima di tutto, strategie di gruppo con la figura del Project Management.

Un libro economico, sia nel prezzo così come nella sua veste editoriale, che io ho già comprato, ma dal forte impatto per la miniera di informazioni che non solo un "gestore professionista" ecologo, zoologo o botanico dovrebbe avere nella sua libreria, se non altro anche per la capacità con cui l'Autore ha saputo tradurre argomenti ed esperienze in capitoli esposti con chiarezza e semplicità e che raramente trovano ospitalità nell'arcipelago della divulgazione scientifica.

**Pietro Giovacchini**

**La rivista.** Per favorire la tempestiva pubblicazione dei lavori e consentire grafici e illustrazioni a colori, i singoli articoli accettati sono pubblicati *online* sul sito del CISBA (<http://www.cisba.eu/rivista/tutti-i-numeri-della-rivista>) nell'area riservata ai Soci; il riassunto degli articoli e le recensioni sono disponibili a tutti nell'area a libero accesso. Ogni lavoro è accompagnato dal DOI (Digital Object Identifier), un identificatore unico e persistente di proprietà intellettuale immediatamente azionabile in rete dai motori di ricerca. Alla chiusura del numero tutti gli articoli sono raccolti nel fascicolo della Rivista *online*.

**Manoscritti.** I lavori (in italiano o inglese) proposti per la pubblicazione nella sezione *Lavori originali*, accompagnati dalla dichiarazione che l'articolo non è già stato pubblicato o sottoposto ad altro editore, compatibilmente con il loro contenuto, devono essere suddivisi nei seguenti paragrafi: Introduzione, Materiali e metodi, Risultati, Discussione, Conclusioni, Ringraziamenti (opzionale), Bibliografia. Di norma, la lunghezza dei manoscritti non deve superare 25 pagine (figure e tabelle comprese). Le rassegne (*review*) possono essere strutturate diversamente, a discrezione dell'Autore. Prima di essere accettati, i contributi vengono sottoposti a revisione del Comitato Scientifico. Qualora un lavoro sia già stato pubblicato o sottoposto all'attenzione di altri editori (circostanza che deve essere chiaramente segnalata) potrà essere preso in considerazione per essere pubblicato, in forma sintetica, nella sezione *Informazione & Documentazione*. Quest'ultima, essendo finalizzata a favorire la circolazione di informazioni, esperienze, note tecniche, articoli divulgativi e resoconti, non richiede la struttura editoriale tipica dei *Lavori Originali*. Le fonti informative potranno essere riportate nel testo, anche sotto forma di collegamenti a pagine web o di note a piè di pagina. Per i lavori di ricerca destinati alla rubrica *Esperienze* è preferibile accorpare le fonti nel paragrafo Bibliografia, accompagnate dai relativi richiami nel testo. I lavori destinati alla rubrica *Cronaca Ambiente* dovranno contenere orientativamente un massimo di 10.000 caratteri, più eventuali figure; in coda all'articolo dovranno essere riportati l'indirizzo e-mail e 'Informazioni sull'autore', in forma molto concisa. I contributi della sezione *I&D* vengono revisionati solo dalla Redazione per l'accettazione.

**Titolo e Autori.** Il titolo deve essere informativo e il più possibile conciso; deve essere indicato anche un titolo breve (massimo cinquanta caratteri) da utilizzare come intestazione delle pagine successive alla prima. Il titolo deve essere seguito dal nome (per esteso) e dal cognome di tutti gli Autori. I nomi degli Autori devono essere indicati con le rispettive affiliazioni (relative al periodo in cui hanno partecipato al lavoro); per l'Autore corrispondente indicare anche l'indirizzo corrente, quello e-mail e il numero telefonico.

**Riassunto, parole chiave, titolo inglese, abstract e key words** sono richiesti per tutti gli articoli destinati alla sezione *Lavori Originali*. Il riassunto (lunghezza massima 250 parole) deve sintetizzare lo scopo dello studio, descrivere la sperimentazione, i principali risultati e le conclusioni; deve essere seguito dalle parole chiave (*evitando* i termini già contenuti nel titolo), separate da una barra obliqua. Devono essere altresì riportati in lingua inglese il titolo, il riassunto (*abstract*) e le parole chiave (*key words*).

**Figure e tabelle.** Le figure, con la relativa didascalia e numerate con numeri arabi, possono essere inserite direttamente nel testo. Le tabelle devono essere complete di titolo e numerate con numeri romani. Occorre curare titoli, legenda e didascalie in modo da rendere le tabelle e le figure autosufficienti, cioè comprensibili anche senza consultare il testo. Per le figure (grafici, disegni o fotografie di buona qualità), si raccomanda di verificare con opportune riduzioni l'aspetto finale e la leggibilità delle scritte, tenendo conto che saranno stampate riducendone la base a 8 cm (una colonna) o 17 cm (due colonne). Nella scelta degli accorgimenti grafici privilegiare sempre la facilità e immediatezza di lettura agli effetti estetici. **Importante:** i grafici e le illustrazioni inseriti in un file di testo non sono sufficienti per la realizzazione tipografica (comportano una perdita di nitidezza e difficoltà in fase di impaginazione); è perciò necessario **inviare sempre i grafici e le figure anche come file indipendenti**. Per i grafici realizzati con fogli elettronici inviare il file contenente sia i grafici che i dati di origine al fine di consentirne il ridimensionamento o eventuali modifiche

al formato, volte a migliorarne la leggibilità. I file delle foto e delle figure al tratto vanno inviati preferibilmente in formato TIF o JPG (con risoluzione minima 300 dpi e base 8 o 17 cm).

**Bibliografia.** In tutti gli articoli destinati alla sezione *Lavori Originali* o alla rubrica *Esperienze*, al termine del testo, deve essere riportata la bibliografia in ordine alfabetico. Ad ogni voce riportata nella bibliografia deve necessariamente corrispondere il riferimento nel testo e viceversa. Le citazioni bibliografiche devono essere riportate nel testo attenendosi ai seguenti esempi: (Hellawell, 1986; Corbetta e Pirone, 1988; Dutton *et al.*, 1994), oppure: "... secondo Pulliam (1996)..."; "Dutton *et al.* (1994) ritengono ...". Per la formattazione e la punteggiatura, attenersi strettamente ai seguenti esempi: Dutton I.M., Saenger P., Perry T., Luker G., Worboys G.L., 1994. An integrated approach to management of coastal aquatic resources. A case study from Jervis Bay, Australia. *Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems*, 4: 57-73. Hellawell J.M., 1986. *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York, 546 pp. Pulliam H.R., 1996. Sources and sinks: empirical evidence and population consequences. In: Rhodes O.E., Chesser R.K., Smith M.H. (eds.), *Population dynamics in ecological space and time*. The University of Chicago Press, Chicago: 45-69. Corbetta F., Pirone G., (1986-1987) 1988. I fiumi d'Abruzzo: aspetti della vegetazione. In: Atti Conv. Scient. "I corsi d'acqua minori dell'Italia appenninica. Aspetti ecologici e gestionali", Aulla (MS), 22-24 giugno 1987. Boll. Mus. St. Nat. Lunigiana 6-7: 95-98.

**Proposte di pubblicazione.** Gli articoli devono essere inviati in formato digitale a [biologia.ambientale@cisba.eu](mailto:biologia.ambientale@cisba.eu). Dopo una preliminare valutazione redazionale, i manoscritti dei *Lavori originali* saranno sottoposti alla lettura di revisori scientifici (*referee*); l'Autore referente per la corrispondenza sarà informato delle decisioni dalla Redazione. Per evitare ritardi nella pubblicazione e ripetute revisioni del testo, si raccomanda vivamente agli Autori di prestare la massima cura anche alla forma espositiva che deve essere concisa, chiara, scorrevole e in buona lingua (italiano o inglese), evitando neologismi superflui. Tutte le abbreviazioni e gli acronimi devono essere definiti per esteso alla loro prima occorrenza nel testo. I **nomi scientifici** delle specie devono essere in corsivo e, alla loro prima occorrenza, scritti per esteso e seguiti dal nome dell'Autore descrittore, anche abbreviato (es. *Arvicola terrestris* Linnaeus, 1758, oppure *Arvicola terrestris* L.). Nelle occorrenze successive, il nome del genere va sostituito dalla sola iniziale (salvo nei casi in cui la presenza di altri generi possa creare confusione) e il nome dell'Autore può essere ommesso (es. *A. terrestris*). Per i **nomi volgari** dei generi e delle specie usare l'iniziale minuscola (es. l'arvicola, l'arvicola terrestre); per le categorie tassonomiche superiori al genere, in latino usare sempre l'iniziale maiuscola (es. sottofamiglia Arvicolinae, fam. Muridae), mentre per i corrispondenti nomi volgari, in italiano e in inglese, usare l'iniziale minuscola (es. i mammiferi/mammals, i cladoceri/cladocera, le graminacee/gramineous plants ecc.). La Redazione si riserva il diritto di apportare ritocchi linguistici e grafici e di respingere i manoscritti che non rispettano i requisiti delle presenti norme per gli Autori. Le opinioni espresse dagli Autori negli articoli firmati non rispecchiano necessariamente le posizioni del C.I.S.B.A.

**Bozze ed estratti.** Le bozze di stampa sono inviate all'Autore referente per la corrispondenza, che deve impegnarsi ad una accurata correzione del testo. A seguito della pubblicazione sul sito del CISBA, l'Autore referente riceve il file dell'articolo in formato PDF che, per essere diffuso su altri siti, deve ottenere l'autorizzazione dalla redazione di Biologia Ambientale. Alla chiusura del numero l'Autore referente riceve il PDF completo della Rivista.

**Foto di copertina.** Oltre alle illustrazioni a corredo del proprio articolo, gli Autori sono invitati a inviare una o più foto candidate alla copertina della rivista (complete di una breve didascalia, dell'anno e del nome dell'Autore della foto stessa e preferibilmente attinenti al lavoro presentato). La redazione si riserva di scegliere, tra le foto pervenute, quella ritenuta più adatta al numero in uscita.

# Biologia Ambientale

volume 37

dicembre 2023

## SOMMARIO

Lavori originali

- 1-15 Pascale M., Perosino G.C. – **La trota mediterranea (*Salmo ghigi*) nelle Alpi occidentali, specie autoctona od introdotta?**
- 16-22 Ciutti F., Cappelletti C., Faccenda F., Gandolfi A., Tricarico E., Carnevali L. – **Fauna ittica delle acque interne: la minaccia delle specie e delle popolazioni alloctone**
- 23-49 Padula R. – **Le diatomee della Palude di Colfiorito: biodiversità ed ecologia**

Esperienze

- es 1-6 Paoletti M.G., Gavinelli F. – **La Biodiversità, l'UNESCO, il prosecco e la qualità ambientale**
- es 7-13 Piccinini A. – **Monitoraggio dell'impatto dell'arrampicata sportiva nel Parco Naturale Regionale della Gola della Rossa e di Frasassi (Italia centrale): suggerimenti gestionali**
- es 14-19 Marini F., Bianchi A., Cutini M., Battisti C. – **Il cinghiale (*Sus scrofa* L.) nella Riserva naturale "Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco" (Italia centrale): dati di cattura, caratterizzazione della popolazione ed indagine sulla macro-mammalofauna sintopica**
- es 20-27 Grano M., Barbadoro S., Crosti R., Nucci D., Vitillo C., Sforzi A., Bini G. – **Esperienza di Citizen Science sui molluschi dulciacquicoli durante la Discesa Internazionale del Tevere-DIT 2023 e prima osservazione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Umbria**
- es 28-44 Fusaro S., Cavigioli L., Dellavedova R., Fontaneto D., Garzoli L., Laddaga L., Mosini A., Piana M., Pompilio L., Bogliani G., Erra L. – **Quanta biodiversità vive in una azienda agricola che impiega pratiche e principi agroecologici? Una stima dai risultati di un bioblitz**

Cronac  
Ambiente

- ca 1-4 Azzoni R. – **Riflessioni sulla moda**
- ca 5-9 Azzoni R. – **Alla scoperta delle grandi alghe marine**

Recensioni

- 1 Stefano Fenoglio – **Uomini e fiumi: storia di un'amicizia finita male**
- 2 EEA – **Investigating Europe's secondary raw materials markets**
- 3 Battisti Corrado – **Project management per Ecologi applicati. Basi di *Problem solving* per la Gestione degli Ecosistemi**