



ISSN 1129-504X

Biologia Ambientale

rivista del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale

volume 30

novembre 2016





Biologia Ambientale

ISSN 1129-504X

Pubblicazione del C.I.S.B.A., vol. 30, 2016
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):

Giuseppe Sansoni

Gilberto N. Baldaccini

Francesca Bona

Raffaella Zorza

Comitato Scientifico

Natale Emilio BALDACCINI

già ordinario di Etologia, Univ. di Pisa

Roberto BARGAGLI

Dip. Scienze Ambientali, Univ. di Siena

Corrado BATTISTI

Staz. di ricerca LTER 'Torre Flavia', Roma

Annalaura CARDUCCI

Dip. Biologia, Università di Pisa

Silvana GALASSI

già cattedra di Ecologia, Università di Milano

Pier Francesco GHETTI

già ordinario di Ecologia, Univ. Cà Foscari, Venezia

Stefano LOPPI

Dip. Scienze Ambientali, Univ. di Siena

Sergio MALCEVSCHI

Ist. Ecologia del territorio e degli amb. terrestri, Univ. Pavia

Maurizio G. PAOLETTI

Dip. di Biologia, Univ. di Padova

Roberto ROMI

Dip. Malattie Infettive, Parassitarie e Immunomediate,
Ist. Superiore di Sanità, Roma

Luciano SANTINI

già ordinario di Entomologia agraria, Univ. di Pisa

Paolo Emilio TOMEI

Dip. Agronomia e gestione agroecosistema, Univ. di Pisa

Mariacristina TORRISI

Dip. di Scienze Ambientali, Univ. di Camerino

Mariagrazia VALCUVIA PASSADORE

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

Pierluigi VIAROLI

Dip. Scienze Ambientali, Univ. di Parma

Luigi VIGANÓ

IRSA - CNR, Brugherio MI

Sergio ZERUNIAN

già Corpo Forestale dello Stato, UTB di Fogliano (LT)

Aldo ZULLINI

Dip. di Biotecnologie e Bioscienze, Univ. Milano Bicocca

Biologia Ambientale pubblica lavori originali su temi che riguardano le connessioni tra le scienze biologiche e la protezione dell'ambiente, con particolare attenzione agli aspetti applicativi nei 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: esperienze, note tecniche, resoconti, dibattiti, e opinioni su varie tematiche della biologia ambientale. Può ospitare *Recensioni* e accogliere anche sintesi di notizie e lavori già pubblicati ritenuti di particolare interesse o attualità.

Biologia Ambientale, viene inviata 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. 4010 Poste Rivalta, 42123 Reggio Emilia
Segretario: *Roberto Spaggiari*, tel. 334 9262826; fax 0522 363947; e-mail: info@cisba.eu

www.cisba.eu

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 30
Novembre 2016

SOMMARIO

LAVORI ORIGINALI

- Carnevale P., Fasano S.G., Oneto F., Puppo M., Raineri V. - **Biodiversità e pianificazione ambientale nelle aree protette: elaborazione della Carta della qualità naturalistica** 3
- Bona F., Franchino M., Bovio E., Badino G., Maiorana G. - **Microalgae cultivation for biofuel production: optimization of environmental conditions for the intensive culture of *Neochloris oleoabundans* (Chlorophyta)** 13
- Falasco E., Chiappetta N., Piano E. - **Analisi delle comunità di diatomee bentoniche in un fiume fortemente intermittente** 21
- Busatto T., Benatelli F., Maio G., Marconato E., Salviati S., La Piana G. - **Prima segnalazione della specie aliena ghiaccio a testa grossa *Neogobius melanostomus* (Pallas 1811) in Italia** 35
- Esposito E., Campagna D. - **Primi dati certi sulla presenza della martora (*Martes martes* Linnaeus, 1758) nel comprensorio dei Monti Lepini (Italia, Lazio meridionale)** 39
- Ferri V., De Luca L., Soccini C., Pandolfi M. - **La tartaruga azzannatrice, *Chelydra serpentina* (Linnaeus, 1758), nel fiume Tevere (Lazio)** 45

INFORMAZIONE & DOCUMENTAZIONE

- Zerunian S. - **La distruzione dell'habitat fluviale nell'alto Amaseno (Lazio)** 49
- Baldaccini G.N., Ercolini P. - **Gestione della fauna ittica alloctona: riflessioni sulla normativa di settore** 57
- Carradori R. - **Biologia e gestione del Cervo della Mesola** 67
- Recensioni**
- Castelli G. - **L'orso bruno nella Venezia Tridentina** 72
- Battisti C., Poeta G., Fanelli G. - **An Introduction to Disturbance Ecology** 73
- Marini F., Battisti C. - **Gli uccelli nidificanti nella riserva naturale di M. Soratte** 74

Foto di copertina

- 1) *Torrente Merula in periodo di forte magra. Foto Elisa Falasco 2014.*
- 2) *Ciottolo ricoperto da periphyton. Foto Elisa Falasco 2014.*
- 3) *Denticula kuetzingii Grunow (Bacillariophyceae). Foto al M.O. di Elisa Falasco 2016.*
- 4) *Microhabitat di pozza isolata sul Torrente Merula. Foto Elisa Falasco 2014*

Biodiversità e pianificazione ambientale nelle aree protette: elaborazione della Carta della qualità naturalistica

Paola Carnevale¹, Sergio G. Fasano², Fabrizio Oneto^{3*}, Marta Puppo⁴, Valter Raineri⁵

1 Regione Liguria - Dipartimento Ambiente Settore Progetti e Programmi per la Tutela e Valorizzazione Ambientale. Via D'Annunzio III Genova

2 Fraz. San Bartolomeo, 30 – 12062 Cherasco (CN)

3 CeSbIN Srl, Corso Europa 26 – 16132 Genova

4 Spazio Aperto - Via Castagneto, 17 – 16032 Camogli (GE)

5 ARPAL - Osservatorio per la Biodiversità della Liguria, Via Bombrini, 8 – 16149 Genova

** Referente per la corrispondenza: info@cesbin.it*

Pervenuto il 7.1.2016; accettato il 8.3.2016

Riassunto

Un utile supporto alla pianificazione nelle Aree Protette (Aree Natura 2000 e Parchi) può essere rappresentato da strumenti quali i GIS, composti da database naturalistici georeferenziati e dalle cartografie tematiche ad essi associate, e da protocolli e linee guida che garantiscano uniformità e standardizzazione nella gestione ed elaborazione dei dati territoriali fra i diversi soggetti operanti sul territorio. Un approccio di questo tipo è stato tentato dalla Regione Liguria, che dal 2013 ha provveduto a predisporre le Misure di conservazione e i Piani di gestione di 4 SIC sotto la propria gestione, in ottemperanza delle disposizioni della Direttiva 92/43/CEE e del DPR 357/97 e a quanto riportato dalla Legge Regionale 28/2009. Pertanto è stata definita una metodologia specifica che consentisse di fornire un quadro sintetico dei valori naturalistici riconducibili a una Carta della qualità naturalistica, applicata nell'ambito della definizione del Piano di gestione del SIC IT1342806 "M. Verruga - M. Zenone - Roccagrande - M. Pu". La metodologia, definendo a monte specie e habitat target, valutati in base alla rilevanza scientifica, legislativa, biogeografica etc, permette di trasformare tali elementi naturali, attraverso un processo di analisi oggettivo, in valori numerici associabili a una griglia territoriale in ambiente GIS. La sovrapposizione di questi strati vettoriali restituisce una valutazione del livello di importanza delle singole celle territoriali indirizzando le scelte della pianificazione. Inoltre lo strumento è implementabile e modificabile in funzione della variazione delle informazioni di base legata all'acquisizione di nuove conoscenze (studi, ricerche, monitoraggi).

PAROLE CHIAVE: GIS / gestione / conservazione / specie / habitat

Biodiversity and environmental planning in protected areas: elaboration of the Map of naturalistic quality

Geographical Information System (GIS) is a very useful and increasingly common tool for the planning and management of protected areas. The use of a spatial database according to strict protocols and guidelines ensures uniformity and standardization in the management and sharing of spatial data between different territorial actors. This type of approach has been attempted by the Liguria Region in 2013 during the drawing up of Conservation Measures and Management Plans of 4 Site of Community Interest (SCI), in accordance with the Directive 92/43/CEE, the DPR 357/97 and LR 28/2009. The development of synthetic interpretative elements is equally important, as the map of naturalistic quality developed and applied in the context of the management plan of the SCI IT1342806 "M. Verruga - M. Zenone - Roccagrande - M. Pu". This methodology involves firstly the identification of species and habitats targets, assessed by their relevance (scientific, legislative, biogeographic, etc). These elements are subsequently transformed through an objective process in numerical values and then associated to a georeferenced grid. The overlap of these layers returns an estimate of the level of importance of each cell addressing territorial planning choices. Moreover this tool can be implemented and modified according to the change of the basic information related to the acquisition of new knowledge from studies, research and monitoring.

KEY WORDS: GIS / management / conservation / species / habitat

INTRODUZIONE

Per realizzare piani gestionali di aree protette (Rete Natura 2000 e Parchi) e soddisfare le richieste della più recente normativa in materia di tutela dell'ambiente (Dir. 92/43/CEE, Dir. 2009/147/CE, D.P.R. 357/97, D.lgs 152/06, recepite in Liguria dalla Legge Regionale 28/2009) è necessario essere in possesso di strumenti affidabili e idonei a indirizzare verso scelte oggettive basate su precise informazioni territoriali. In generale si evidenzia infatti la necessità di indagini e ricerche più dettagliate per quanto riguarda la distribuzione nello spazio di specie vulnerabili in tutta l'Unione Europea, un'attività che andrebbe svolta a livello transnazionale in modo da coprire l'intera area di ripartizione naturale delle specie. Due iniziative finanziate dall'Unione Europea, *Infrastructure for Spatial Information in the European Community* (INSPIRE - <http://inspire.ec.europa.eu/>) e *Copernicus* (<http://www.copernicus.eu/> - precedentemente noto come *Global Monitoring for Environment and Security* - GMES), dimostrano l'importanza delle informazioni geografiche e il valore della messa in rete di risorse tra Stati membri.

Un utile supporto alle decisioni è fornito da strumenti quali i GIS, composti da database naturalistici georeferenziati e dalle cartografie tematiche a essi associate, e da protocolli e linee guida che garantiscano uniformità di approccio e una standardizzazione nella gestione ed elaborazione dei dati territoriali fra i diversi soggetti operanti sul territorio. In tal senso, esempi particolarmente utili sono rappresentati dalle carte di sensibilità della componente biologica nei confronti delle energie alternative, e in particolare per gli impianti finalizzati alla produzione di energia eolica (ADEME, 2007; SNH, 2009; Teofili *et al.*, 2009; CORA Faune Sauvage, 2010; Commissione Europea, 2011; Parco Naturale delle Capanne di Marcarolo, 2013).

Inoltre, a fronte della mole di dati naturalistici (specie e habitat) di cui è possibile disporre all'interno di una banca dati sulla biodiversità, occorre sottolineare come non sempre sia possibile ricondurre il valore del territorio oggetto di pianificazione alla semplice "ricchezza di specie" (biodiversità quantitativa), come evidenziato per l'avifauna nidificante in Liguria da Aluigi *et al.* (2015) e confermato a livello locale confrontando il 'Valore ornitologico' delle principali tipologie ambientali nel Parco Naturale Regionale del Beigua e nella ZPS IT1331578 "Beigua-Turchino" (Aluigi e Fasano, 2015a).

Nel processo decisionale che interessa la pianificazione di aree protette è spesso opportuno riferirsi alla conservazione della biodiversità qualitativa (vedi, ad esempio, la 'Carta del valore faunistico' del Parco Naturale Adamello Brenta in Mustoni e Chiozzini, 2007), cioè alla ricchezza specie e habitat patrimoniali, considerando la rilevanza dal punto di vista scientifico,

legislativo, biogeografico o eventuali altri valori intrinseci utili a fini gestionali o conservazionistici (per la definizione di tale rilevanza vedi, ad es., Bricchetti e Gariboldi, 1992 e 1994).

In questo caso tali elementi naturali, selezionati per le proprie "qualità" all'interno della biodiversità complessiva di un territorio, mettono, di conseguenza, in risalto il valore biologico dell'unità territoriale. La Regione Liguria, già a fine anni '90, durante il processo di elaborazione della Rete Natura 2000 regionale, effettuato con la collaborazione dell'Università degli Studi di Genova, seguì la strada di definire indici sintetici dei valori naturalistici rappresentabili su una cartografia tematica appositamente studiata (Arillo *et al.*, 1999; 2000; Arillo, 2003; Mariotti *et al.*, 2001). Ulteriori contributi si sono poi avuti per l'Avifauna nidificante, con la realizzazione di carte della "Rilevanza ornitologica" (Aluigi e Fasano, 2015b), mentre risulta scarna la bibliografia disponibile a livello europeo.

Da questo punto di vista quindi le attività e gli studi inerenti la pianificazione territoriale e coinvolgenti problematiche di conservazione della biodiversità potrebbero svolgersi secondo un iter metodologico, quale ad esempio:

- 1) individuazione e scelta degli elementi naturali da esaminare (specie e habitat target). Ad esempio ponendo attenzione a quegli habitat/specie che:
 - a) rivestono un'importanza scientifica/biogeografica (esempio: endemismi);
 - b) sono tutelati da direttive/convenzioni internazionali o da leggi regionali/nazionali;
 - c) costituiscono altri valori (specie bandiera, indicatori di qualità ambientale, specie ombrello);
 - d) sono poco diffusi o particolarmente rari sul territorio regionale;
 - e) sono riconducibili a fonti certe e dotati di georeferenziazione accurata.
- 2) determinazione di un valore numerico intrinseco alla specie nel territorio oggetto di pianificazione, in modo che la specie/habitat sia utilizzabile come un singolo valore matematico nelle elaborazioni;
- 3) gestione dei dati mediante la costruzione di carte tematiche in grado di visualizzare la qualità territoriale complessiva.

MATERIALI E METODI

Già nel 2012 la Regione Liguria, con l'Osservatorio Ligure per la Biodiversità, gestito da ARPAL, ha affrontato la tematica della pianificazione delle aree Natura 2000 terrestri liguri, che costituiscono circa il 23% del territorio regionale. Nel 2013, grazie al finanziamento della misura 3.2.3 del P.S.R. 2017-2013 è stato avviato il progetto "Natura 2000", conclusosi a dicembre 2014. È stata costituita così una task force multidisciplinare che ha avuto il compito

di supportare la Regione e gli Enti gestori di alcuni Siti Natura 2000 e Parchi nel percorso di redazione delle Misure di Conservazione e redazione dei Piani di gestione e dei Piani integrati (Piano di Gestione integrato al Piano del Parco), anche dal punto di vista metodologico. Il gruppo di lavoro si è occupato non solo di compilare i Piani di Gestione dei 4 SIC terrestri gestiti direttamente da Regione Liguria (IT1342806 “M. Verruga - M. Zenone - Roccagrande - M. Pu”, IT1343412 “Deiva - Bracco - Pietra di Vasca - Mola”, IT1324818 “Castell’Ermo - Peso Grande” e IT1315602 “Pizzo d’Evigno”), ma anche di elaborare una metodologia di lavoro da mettere a disposizione degli Enti a loro volta impegnati nella redazione dei Piani di gestione e dei Piani integrati. Uno degli aspetti più complessi è stato quello di elaborare una metodologia specifica che consentisse di fornire un quadro sintetico dei valori naturalistici utili per la definizione di una Carta della qualità naturalistica, della quale si riportano a titolo di esempio i risultati ottenuti per il SIC IT1342806 “M. Verruga - M. Zenone - Roccagrande - M. Pu”. Il SIC (Fig. 1) che appartiene alla regione biogeografica mediterranea, si estende su una superficie di circa 3.757 ettari e ricade a cavallo delle Amministrazioni delle Provincie di Genova e della Spezia (<ftp://ftp.minambiente.it/PNM/Natura2000/>).

Al fine di ottenere una rappresentazione oggettiva della qualità territoriale in termini di biodiversità, consultabile anche su cartografia tematica, si è voluto preliminarmente rendere inequivocabile il concetto di dato, specie target e reticolo di riferimento, dei quali di seguito vengono fornite le specifiche. Viene poi definita la procedura metodologica per la costruzione di una base dati implementabile in un sistema GIS per la resa cartografica; lo scopo è ricondurre l’importanza conservazionistica e gestionale dell’area di studio, nonché

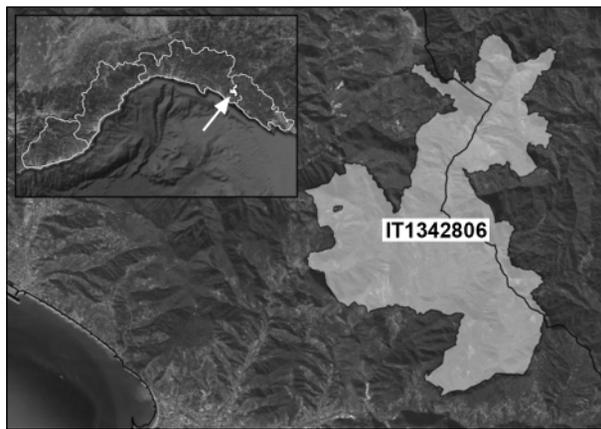


Fig. 1. Localizzazione SIC IT1342806 “M. Verruga - M. Zenone - Roccagrande - M. Pu” a cavallo delle Provincie di Genova e della Spezia.

il suo livello di conoscenza, a un reticolo e a singole celle di superficie standard il territorio oggetto di pianificazione, mediante la categorizzazione del territorio in classi di “valore naturalistico”. La banca dati così costruita costituisce inoltre un prezioso strumento di supporto alla gestione del sito e all’orientamento delle azioni di monitoraggio future.

Per essere ritenuto valido il dato di specie è stato così caratterizzato:

- definito con nomenclatura binomiale, attribuita utilizzando una tassonomia aggiornata;
- completo di:
 - data di rilevamento;
 - coordinate (UTM - WGS84 / EPSG32632);
 - *legit e determinavit*.

Analogamente il dato relativo ad Habitat inclusi in All. I della Direttiva 92/43/CEE deve essere descritto come segue:

- definito con codifica univoca della tipologia di Habitat secondo la Direttiva 92/43/CEE (Es. 9120);
- completo di:
 - nome validatore;
 - data validazione (Es. Rossi, 2014).

Le specie target sono selezionate tenendo conto di quanto riportato negli elenchi ufficiali inerenti la normativa più aggiornata e utilizzando i seguenti criteri:

- 1) specie incluse negli allegati II e/o IV della Direttiva 92/43/CEE e s.m.i. o nell’allegato I della Direttiva 2009/147/CE e s.m.i.;
- 2) specie indicatrici dello stato di conservazione di habitat, di habitat specifici, di integrità del sito o di coerenza della Rete;
- 3) specie rare o importanti dal punto di vista scientifico o gestionale.

Per le analisi, in relazione alla quantità e qualità dei dati disponibili e alle caratteristiche ecologiche degli elementi naturali considerati (habitat e specie), le informazioni sono ricondotte a un reticolo composto da ‘celle’ di opportune dimensioni derivate dal reticolo chilometrico UTM - WGS84 / EPSG32632; nel caso specifico si è scelto di adottare unità di 500 per 500 metri di lato derivate dal reticolo chilometrico UTM - WGS84 / EPSG 32632.

Al fine di sintetizzare il valore naturalistico e la complessità degli ecosistemi che caratterizzano i differenti settori dell’area di studio, è stato predisposto un indice multimetrico che utilizzasse habitat e specie quali variabili di un’equazione che ha come risultato una rappresentazione del “valore naturalistico” e della “qualità complessiva degli ecosistemi”.

Il valore dei singoli elementi naturali rappresentati da habitat e specie target può essere definito accorpondo quattro differenti parametri costruiti attraverso uno specifico punteggio, due dei quali (ruolo e priorità) coincidenti inoltre con quelli utilizzati nelle Misure

di conservazione approvate dalla Regione Liguria per ciascun SIC ricadente sul territorio regionale. I parametri sono:

– *tipologia* - tipologia della motivazione in base alla quale è stata selezionata la specie: importanza conservazionistica, scientifica, gestionale, etc.

Punteggio:

5 = Direttiva 92/43/CEE: specie o habitat prioritari;

4 = Direttiva 92/43/CEE: allegato I, allegato II, Direttiva 2009/147/CE: allegato I;

3 = Direttiva 92/43/CEE: allegato IV;

2 = Specie indicatrice di habitat, di habitat di specie, rara o importante dal punto di vista scientifico o gestionale, etc.;

1 = altro;

ruolo dell'Area protetta - importanza del sito per la salvaguardia di ciascuna specie/habitat e le relazioni funzionali che legano tale sito con altri.

Punteggio per le *specie*:

5 = la specie non è presente in altri siti regionali;

4 = la specie è presente solo in pochi altri siti liguri o è rappresentata da popolazioni particolarmente abbondanti e ben strutturate;

3 = l'Area protetta svolge un ruolo importante per garantire la connettività fra le popolazioni della specie;

2 = l'Area protetta ha un ruolo non significativo;

1 = l'Area protetta non ha alcun ruolo.

Punteggio per gli *habitat*:

5 = l'habitat non si ritrova in altri siti regionali/nazionali;

4 = l'habitat è solo in pochi altri siti liguri o presenta aspetti molto rappresentativi⁽¹⁾;

3 = l'habitat è diffuso a livello regionale, ma nel sito presenta caratteri significativamente rappresentativi;

2 = l'Area protetta ha un ruolo scarsamente significativo;

1 = l'Area protetta non ha alcun ruolo.

priorità - si intende il livello di priorità (alto, medio, basso) concernente le esigenze di conservazione all'interno del settore considerato (Punteggio: 5 = alto; 3 = medio; 1 = basso);

(1) cfr. All. III Dir. 92/43/CEE e 'Note esplicative' al Formulário Natura 2000 in: http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/standarddataforms/notes_it.pdf

valore di distribuzione – indica quanto è rappresentato, a fronte dei dati disponibili, l'elemento all'interno del sito. In questo caso, al fine di esaltare l'importanza degli elementi naturali meno rappresentati nell'area di studio, il punteggio è stato calcolato attuando i seguenti passaggi:

1. per ogni habitat e specie target si applica la formula:

$$D = 1 / p$$

dove:

D è valore dell'elemento;

p è:

- per gli habitat: il territorio occupato nell'area di studio dal singolo habitat / superficie complessiva dell'area di studio;

- per la specie: il numero di celle occupate nell'area di studio della singola specie / numero totale di celle in cui si considera divisa l'area di studio.

2. tra tutti i valori di D così calcolati viene selezionato il valore massimo relativo a habitat e specie target (D_{max});

3. il valore dell'indice si calcola infine applicando la formula:

$$I_d = (D / D_{max}) * 5$$

Dove:

D è valore dell'elemento;

D_{max} è il valore massimo tra tutti i valori di D relativo a habitat e specie target primarie;

5 è una costante con solo valore aritmetico.

Per quanto riguarda il calcolo dei valori per le specie, è possibile quindi seguire lo schema riportato nella tabella I.

In relazione ai diversi livelli conoscitivi delle specie target, si è inoltre scelto di considerare i soli dati di presenza certa delle specie (osservazioni puntuali) e non gli areali potenziali delle stesse.

L'importanza della qualità complessiva di ogni singola **specie target (QuS)** o **habitat (QuH)** è stata determinata applicando l'indice di Storie (Storie, 1978; Koreleski, 1988) modificato come suggerito da Villa (1994).

La formula è la seguente:

$$I = \Omega'(k; A_1, A_2, \dots, A_n) = k - \left[\prod_{i=1}^n (k - A_i + 1) \right] \frac{1}{k^{(n-1)}}$$

dove:

A_i è il punteggio relativo all'i-esimo parametro considerato;

Tab. I. Esempio di calcolo del valore di distribuzione per specie.

Specie	N° celle occupate	N° celle totali	p	D	D_{max}	I_d
a	10	100	0,1	10,0	10	5,00
b	30	100	0,3	3,3	10	1,65
c	50	100	0,5	2,0	10	1,00

$k = 5$, ha valore 5 visto che è il valore massimo raggiungibile dal punteggio in precedenza assegnato poiché si è ritenuto che sia un valore sufficiente a esprimere la rilevanza dei singoli fattori;

n il numero totale di parametri.

L'attribuzione dei valori di qualità a specie e habitat avviene seguendo i calcoli come riportato nella tabella II.

Il valore degli **habitat di specie (QuHs)**, la cui presenza è stata desunta da indagini di campo e soprattutto dall'analisi della cartografia ufficiale e, in particolare, dalla Carta dell'uso del Suolo (anno 2012, scala 1:10.000) e dalla Carta dei Tipi Forestali (anno 2013, scala 1:25.000) della Regione Liguria, è stato calcolato analogamente a quanto stabilito per il valore di distribuzione di habitat e specie, secondo la formula:

$$QuH_s = 2 - \text{percentuale di territorio occupato nell'area di studio dal singolo habitat di specie}$$

In questo caso, al fine di ponderare correttamente l'importanza di questo elemento, si è scelto in questa sede di assumere 2 come valore massimo acquisibile dagli habitat di specie.

Infine, il **valore della singola cella (QuC)** può essere calcolato come segue:

$$QuC = \sum QuH_i + \sum QuH_{s_i} + \sum QuS_i$$

dove:

- QuH_i è il valore dell' i -esimo habitat
- QuH_{s_i} è il valore dell' i -esimo habitat di specie
- QuS_i è il valore dell' i -esima specie

Per quanto riguarda la presenza di più punti georeferenziati riguardanti la stessa specie all'interno di una singola

Tab. II. Attribuzione dei valori di qualità a specie e habitat. Considerate due specie A e B per le quali si sono esaminati 4 parametri (A1: tipologia; A2: ruolo del settore; A3: priorità; A4: valore di distribuzione).

La prima ha il seguente punteggio:

$$A1 = 4; A2 = 1; A3 = 3; A4 = 2$$

$$I_s = 5 - [(5-4+1) * (5-1+1) * (5-3+1) * (5-2+1)] / 125 = 4.04$$

La seconda ha il seguente punteggio:

$$A1 = 4; A2 = 5; A3 = 3; A4 = 2$$

$$I_s = 5 - [(5-4+1) * (5-5+1) * (5-3+1) * (5-2+1)] / 125 = 4.80$$

cella, si è scelto di considerare ogni specie una sola volta.

Il database GIS associato ai valori così calcolati e legati alla componente spaziale, contiene i seguenti elementi:

- strato informativo poligonale relativo agli habitat;
- strato informativo poligonale relativo agli habitat di specie;
- strati informativi puntuali relativi alle osservazioni di specie.

Attraverso una serie di *query* di raggruppamento/selezione e di *overlay* topologici è possibile ottenere la rappresentazione a celle, mantenendo il legame con i dati di origine (Fig. 2). È pertanto possibile, al variare delle informazioni di base, osservare l'aggiornamento della rappresentazione cartografica.

La rappresentazione grafica sarà categorizzata, per maggiore chiarezza di rappresentazione cartografica, come unità di deviazione standard in 5 classi (la 3^a classe comprendente la media).

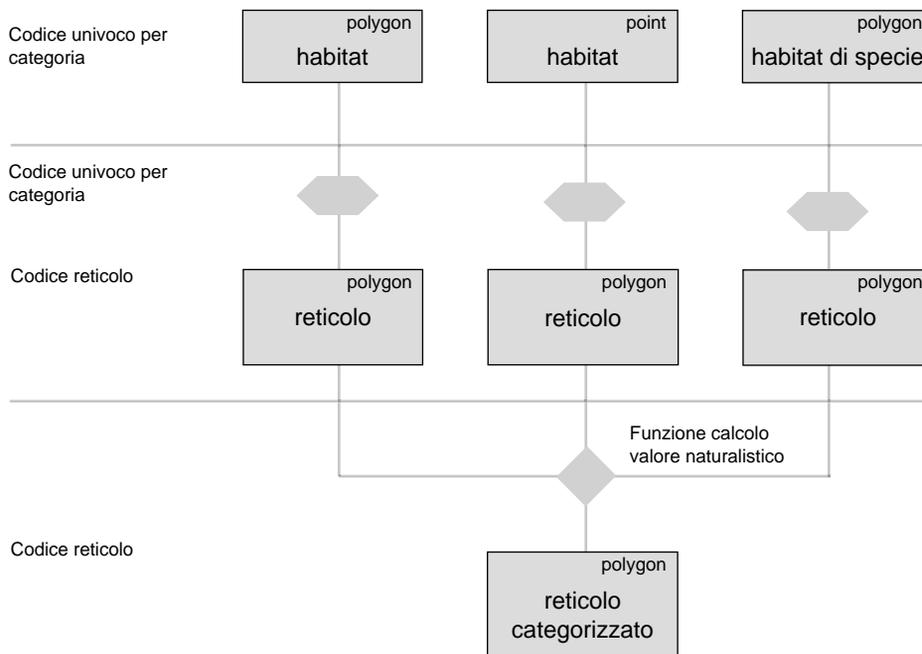


Fig. 2. Schema del processo logico nel sistema GIS per la redazione della Carta della qualità naturalistica.

RISULTATI

L'applicazione della proposta metodologica al SIC IT1342806 "M. Verruga - M. Zenone Roccagrande - M. Pu" ha permesso di elaborare una "Carta della Qualità naturalistica" del Sito. Nel caso specifico, in funzione dei parametri scelti, sono state quindi selezionate 44 specie target per cui calcolare un valore di qualità (QuS), come evidenziato nella tabella III.

Per quanto riguarda gli habitat e gli habitat di specie sono stati selezionati, sulla base degli studi propedeutici alla redazione del Piano di Gestione, 14 habitat inseriti nell'All. I della Dir. 92/43/CEE e 14 habitat di specie, per cui sono stati calcolati i relativi valori di QuH e QuHs, come riportato nelle tabelle IV e V.

Acquisiti gli elementi naturali caratterizzanti la biodiversità qualitativa del Sito, sono stati estrap-

Tab. III. Valori di QuS calcolati per le specie target del SIC IT1342806.

Nome specie	QuS	Nome specie	QuS
<i>Gladiolus palustris</i>	3,92	<i>Lacerta bilineata</i>	2,00
<i>Dictamnus albus</i>	3,08	<i>Coronella girondica</i>	1,00
<i>Drosera rotundifolia</i>	3,56	<i>Hierophis viridiflavus</i>	2,00
<i>Osmunda regalis</i>	3,08	<i>Zamenis longissimus</i>	3,20
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	3,08	<i>Natrix natrix</i>	2,00
<i>Tulipa australis</i>	1,80	<i>Hierophis viridiflavus</i>	2,00
<i>Spiranthes aestivalis</i>	4,76	<i>Aquila chrysaetos</i>	3,40
<i>Telestes muticellus</i>	4,71	<i>Circaetus gallicus</i>	3,40
<i>Salmo trutta</i>	1,00	<i>Falco peregrinus</i>	4,04
<i>Anguilla anguilla</i>	1,40	<i>Pernis apivorus</i>	4,28
<i>Bombina pachypus</i>	4,86	<i>Bubo bubo</i>	4,68
<i>Hyla meridionalis</i>	3,20	<i>Caprimulgus europaeus</i>	4,04
<i>Rana dalmatina</i>	3,70	<i>Lullula arborea</i>	4,76
<i>Rana italica</i>	3,85	<i>Sylvia undata</i>	4,04
<i>Rana temporaria</i>	1,00	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	4,71
<i>Speleomantes strinatii</i>	4,78	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	4,71
<i>Speleomantes ambrosii</i>	4,04	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	2,00
<i>Salamandra salamandra</i>	1,40	<i>Pipistrellus nathusii</i>	2,00
<i>Salamandrina perspicillata</i>	4,76	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2,00
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	2,44	<i>Nyctalus leisleri</i>	3,92
<i>Lissotriton vulgaris</i>	4,68	<i>Nyctalus noctula</i>	3,92
<i>Triturus carnifex</i>	4,84	<i>Canis lupus</i>	4,88

Tabella IV. Valori di QuH per habitat.

Habitat All. I	QuH
3130 Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei <i>Littorelletea uniflorae</i> e/o degli <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>	4,90
4030 Lande secche europee	3,90
4090 Lande oro-mediterranee endemiche a ginestre spinose	3,90
5110 Formazioni stabili xerotermofile a <i>Buxus sempervirens</i> sui pendii rocciosi (<i>Berberidion</i> p.p.)	3,76
5130 Formazioni a <i>Juniperus communis</i> su lande o prati calcicoli	3,20
6210* Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (<i>Festuco-Brometalia</i>)	4,20
6410 Praterie con <i>Molinia</i> su terreni calcarei, torbosi o argilloso-limosi (<i>Molinion caeruleae</i>)	4,70
6430 Bordure planiziali, montane e alpine di megaforie idrofile	4,89
7230 Torbiere basse alcaline	4,90
8220 Pareti rocciose silicee con vegetazione casmofitica	4,76
8310 Grotte non ancora sfruttate a livello turistico	4,14
91E0* Foreste alluvionali di <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)	4,04
9340 Foreste di <i>Quercus ilex</i> e <i>Quercus rotundifolia</i>	2,60
9540 Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici	2,60

NB: * = habitat prioritario

Tab. V. Valori di QuHs per habitat di specie (APAT, 2005).

Habitat di specie		QuHs
231	Prati stabili (foraggiere permanenti)	1,98
242	Sistemi colturali e particellari complessi	1,98
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	1,99
3113	Boschi misti a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero-frassino, carpino nero-orniello)	1,52
3115	Boschi a prevalenza di faggio	1,52
3116	Boschi a prevalenza di specie igrofite (quali salici e/o pioppi e/o ontani, etc.)	1,52
312	Boschi di conifere	1,87
313	Boschi misti di conifere e latifoglie	1,94
321	Aree a pascolo naturale e praterie	1,94
322	Brughiere e cespuglieti	1,90
323	Aree a vegetazione sclerofilla	1,99
324	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	1,95
332	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	1,99
333	Aree con vegetazione rada	1,98
511	Alvei fiumi e torrenti	1,99

lati i singoli valori di QuC delle celle costituenti il reticolo UTM in cui è stato scomposto il territorio del SIC; in questo modo la struttura del database associato al vettore cartografico è risultato conforme alla tabella VI.

Nella figura 3 è infine rappresentato il prodotto cartografico ottenuto dalla categorizzazione in 5 classi delle singole celle in cui è stato suddiviso il SIC e a cui è stato assegnato un valore di QuC.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La conoscenza dei valori naturalistici ricadenti all'interno di un'area protetta è un passaggio essenziale per poter raggiungere maggiori affinamenti sia per effettuare interventi attivi per la conservazione di tali valori, sia per predisporre regolamenti che siano meno generalisti e più aderenti a quella che è la realtà del territorio. In un territorio diversificato e molto spesso poco conosciuto e di cui si hanno solo scarse informazioni o, al contrario, di cui si possiede grande quantità di dati, il GIS permette di ottenere un quadro sintetico del territorio ed è uno strumento utile sia per comprendere i limiti dei disegni di monitoraggio ed inventario utilizzati e aiutare a migliorarli, sia per focalizzare le zone dove porre maggiore attenzione nei processi di pianificazione ai diversi livelli (comunale, regionale

e Natura 2000). Gli indici sintetici precedentemente proposti ed utilizzati per la costruzione della carta della qualità naturalistica sono stati pertanto utilizzati dalla Regione Liguria nel processo di pianificazione per determinare preliminarmente:

- alcune aree di elevato valore naturalistico all'interno del SIC in cui concentrare eventuali vincoli ma anche interventi di conservazione attiva;
- sistemi di habitat dove intervenire con l'incentivazione di attività sostenibili ai fini del miglioramento dello stato di conservazione di habitat e specie di cui è evidente il valore diffuso;
- aree dove i limitati valori naturalistici possono consentire la presenza di diverse attività umane, condotte con opportuni accorgimenti;
- habitat di specie necessari per il mantenimento della coerenza interna del Sito e delle richieste di tutela degli obiettivi di conservazione costituzionali del SIC.

Il prodotto così ottenuto è "aperto", in quanto può ricevere aggiornamenti sui valori naturalistici che nel tempo sono raccolti, anche in relazione a nuovi studi o monitoraggi svolti nel Sito, e pertanto può rappresentare una fotografia sempre adeguata al territorio che rappresenta e permettere flessibilità gestionale ed eventuale correzione degli obiettivi contenuti nel piano.

Tab. VI. Organizzazione del database GIS associato alla Carta della qualità.

N° cella	QuH complessivo habitat	QuS complessivo specie target	QuHs complessivo habitat di specie	QuC cella
x1	4,86	9,64	2,85	17,35
x2	11,45	14,85	4,33	30,63
x3	6,84	17,52	3,47	27,83

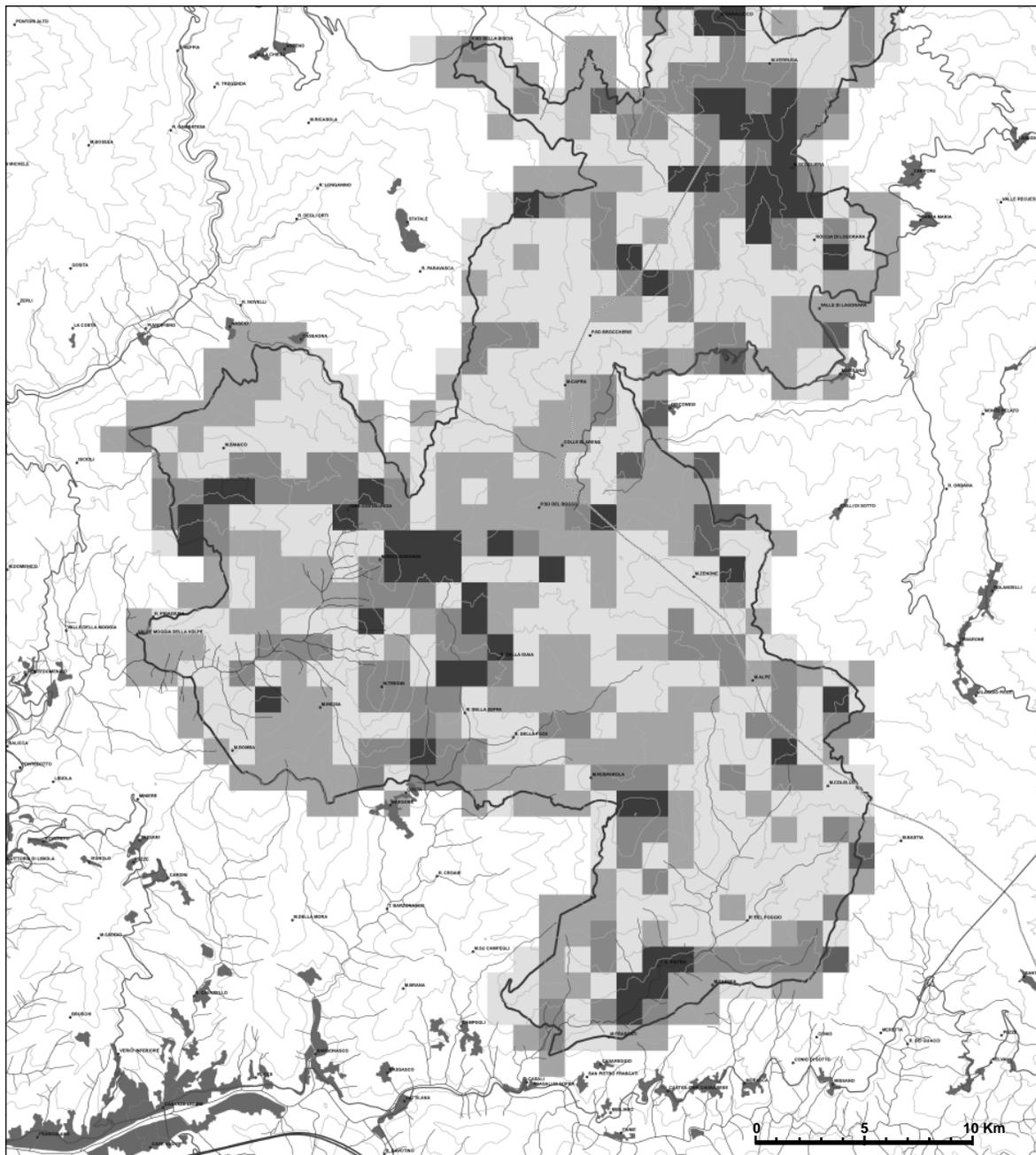


Fig. 3. Carta della qualità naturalistica realizzata nell'ambito del Progetto Natura2000 della Regione Liguria per il SIC IT1342806 "M. Verruga - M. Zenone Roccagrande - M. Pu". La carta, originariamente a colori, è qui riportata a scopo esemplificativo ed evidenza con una gradazione di grigi i livelli di qualità naturalistica di ciascuna cella, passando da tinte chiare (livelli di qualità medio/bassi) a tinte più scure (livelli di qualità alti).

Occorre infatti evidenziare come tale strumenti siano efficaci tanto più è ricco e completo il contenuto informativo associato e vengano quindi ottimizzati quando vengano svolti con costanza i monitoraggi naturalistici previsti dalle Direttive Habitat ed Uccelli.

Infine è da sottolineare l'importanza dello strumento per gli amministratori territoriali competenti al rilascio di autorizzazioni, quali ad esempio la Valutazione d'Incidenza, che debbano tenere conto, nella loro espressione, del valore naturalistico delle aree interessate da piani, progetti, interventi od attività.

BIBLIOGRAFIA

- ADEME, 2007. *Schéma éolien de la Drôme*. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, 44 pp.
- Aluigi A., Fasano S.G., Baghino L., Campora M., Cottalasso R., Toffoli R., 2015. Importanza conservazionistica della Rete Natura 2000 in Liguria. - *XVII Convegno Italiano di Ornitologia: Atti del convegno di Trento*. Ed. Muse: 19-22.
- Aluigi A., Fasano S.G., 2015a. Valore ornitologico delle principali tipologie ambientali nel Parco del Beigua e nella ZPS "Beigua-Turchino" (GE-SV). - *XVII Convegno Italiano di Ornitologia: Atti del convegno di Trento*. Ed. Muse: 81-82.
- Aluigi A., Fasano S.G., 2015b. Proposta metodologica per la realizzazione di carte della 'Rilevanza ornitologica'. Esempio applicativo in Regione Liguria. - Abstract del *XVIII Convegno Italiano di Ornitologia*. Caramanico Terme (Pescara) 17-20 settembre 2015: 36.
- APAT, 2005. *La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000*. Rapporti: 36 pp.
- Arillo A., 1999. Conservazione e valorizzazione delle emergenze faunistiche. In Balbi S., Mariotti M., Patrone E. (eds.) *Conservazione della natura e gestione delle aree protette*. Quaderni della Massocca, Litografia Conti, La Spezia: 31-39.
- Arillo A., Salvio S., Cresta P., 2000. Determinazione numerica dei valori faunistici ai fini della pianificazione naturalistica del territorio: proposte metodologiche. 61° Congresso Nazionale UZI, Riassunti dei contributi scientifici: 10; S. Benedetto del Tronto 24-28 settembre 2000.
- Arillo A., 2003. Le risorse faunistiche per la gestione, la valorizzazione e la tutela del territorio: alcune esperienze. *II° Conferenza Nazionale sulle aree naturali protette* Torino 2002, Ministero dell'ambiente e Regione Piemonte, Forlì; volume 2: 105-108.
- Brichetti P., Gariboldi A., 1992. Un «valore» per le specie ornamentali nidificanti in Italia. *Riv. ital. Orn.*, **62**: 73-87.
- Brichetti P., Gariboldi A., 1994. A method for defining the value of breeding species. *Museo Reg. Sci. Nat. Torino*, Atti: 277-283.
- Commissione europea, 2011. *Documento di orientamento UE allo sviluppo dell'energia eolica in conformità alla legislazione dell'UE in materia ambientale*. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee, 126 pp.
- CORA Faune Sauvage, 2010. *Cartes d'alerte avifaune et chiroptères dans le cadre de l'élaboration du Schéma Régional Eolien en Rhône-Alpes*. DREAL Rhone-Alpes, 58 pp.
- Koreleski K., 1988. Adaptation of the Storie index for land evaluation in Poland. *Soil survey and land evaluation*, **8**: 23-29.
- Mariotti M., 2001. Una proposta metodologica: l'indice di Storie e altri componenti. In *Basi dati e cartografia della biodiversità*; grafica Cosentina, Cosenza: 182-189.
- Mustoni A., Chiozzini, S., 2007. *Piano Faunistico. Parco Naturale Adamello Brenta*. Delibera n. 2518 del 16 novembre 2007 della Giunta Provinciale della Provincia Autonoma di Trento.
- Parco Naturale delle Capanne di Marcarolo, 2013. *SIC/ZPS IT1180026 Capanne di Marcarolo - Carta di identificazione del rischio eolico*. Regione Piemonte - Parco Naturale delle Capanne di Marcarolo.
- SNH, 2009. *Strategic locational guidance for onshore wind farms in respect to the natural heritage*. Policy Statement No. 02/02, update March 2009, Scottish Natural Heritage; <http://www.snh.gov.uk/planning-and-development/renewable-energy/onshore-wind>
- Storie R.E., 1978. *Storie index soil rating*. Oakland: University of California, Division of Agricultural Sciences. Special Publication 3203.
- Teofili C., Petrella S., Verriale M., 2009. *Eolico & Biodiversità - Linee guida per la realizzazione di impianti eolici industriali in Italia*. WWF ITALIA ONLUS, 114 pp.
- Villa F., 1995. Linee guida per la rilevazione e la valutazione dei parametri ambientali richiesti per il progetto "Rete Natura 2000". SITE Notizie, *Boll. Soc. It. Ecologia*, **15**: 67-75.

Microalgae cultivation for biofuel production: optimization of environmental conditions for the intensive culture of *Neochloris oleoabundans* (Chlorophyta)

Francesca Bona, Marta Franchino, Elena Bovio, Guido Badino, Giuseppe Maiorana*

DBIOS Università degli Studi di Torino. Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino

* corresponding author: giuseppe.maiorana@unito.it

Received 3.11.2016; accepted 3.31.2016

Abstract

Microalgae have the potential to produce environmental friendly biofuels, in view of the growing need for alternatives to fossil resource exploitation. Indeed microalgae grown under nitrogen stress may accumulate significant amount of lipids, which are the raw material for biodiesel. The aim of this study was to optimize culture conditions to increase lipid production on the freshwater green alga *Neochloris oleoabundans*. In a first experiment, we supplied growth medium in two different modes, fed batch and batch; for this latter we used increasing salt concentration. In the second part of the study, we tested 4 different operational modes of cultivation (batch, semicontinuous, N-limitation, N-starvation). Experiments have been performed in glass cultivation tubes. We obtained higher concentrations using batch than fed-batch, in term of maximum algal biomass (4-4.7 and 3.8 g L⁻¹ respectively). These results showed that the fed-batch micronutrient depletion limited the growth, while high salt concentration did not affect the algal growth in the batch cultures. The second part of the study showed that the maximum biomass concentration was reached in batch N-limited condition. N-limitation resulted as the preferable culture condition in term of lipid concentration, without a substantial difference between semicontinuous and batch. These findings highlight that *N. oleoabundans* is a halotolerant strain thus being potentially suitable for substrates with high electrolytic concentration, including wastewater and brackish water. Moreover, our results show that N-limitation combines a good increase in the percentage of lipids with adequate biomass productivity, thus being a valid option in microalgae feeding system for energy production.

KEYWORDS: green algae / lipids / algal nutrients / nitrogen limitation / nitrogen starvation

Microalge per la produzione di biocarburanti: ottimizzazione delle condizioni di coltura di *Neochloris oleoabundans* (Chlorophyta)

Le microalge hanno delle ottime potenzialità come produttori di biocarburanti, in un'ottica di favorire fonti energetiche alternative allo sfruttamento di idrocarburi fossili. Infatti, le microalge coltivate in carenza di azoto possono accumulare notevoli quantità di lipidi, che sono la materia prima per il biodiesel. Lo scopo di questo studio è stato quello di ottimizzare le condizioni di coltura per aumentare la produzione di lipidi dell'alga verde *Neochloris oleoabundans*. In un primo esperimento abbiamo fornito terreno di coltura in due modalità differenti, *fed batch* (sistema statico con aggiunta periodica di nutrienti) e *batch* (sistema statico senza aggiunta successiva di nutrienti). Nel *batch* abbiamo testato concentrazioni saline crescenti. Nella seconda parte dello studio abbiamo testato 4 diverse modalità operative di coltura (*batch*, semicontinuo, N-limitazione, N-deprivazione).

Gli esperimenti sono stati condotti in tubi di coltura in vetro aerati con una miscela di aria e CO₂. Abbiamo ottenuto valori più alti di biomassa algale utilizzando colture *batch* piuttosto che *fed-batch* (rispettivamente 4-4,7 g L⁻¹ e 3,8 g L⁻¹). Questi risultati hanno mostrato che l'esaurimento dei micronutrienti nel *fed-batch* ha limitato la crescita, mentre l'alta concentrazione di sali non influenza la crescita delle alghe nelle colture *batch*. La seconda parte dello studio ha evidenziato che la concentrazione massima della biomassa è stata raggiunta in condizioni *batch* N-limitate. L'N-limitazione è quindi risultata la condizione di coltura preferibile in termini di concentrazione di lipidi, senza sostanziali differenze tra semicontinua e *batch*. Questi risultati sottolineano che *N. oleoabundans* è un ceppo alotollerante quindi adatto anche a mezzi di coltura con salinità medio-elevata, come acque reflue e salmastre. Inoltre, i nostri risultati dimostrano che l'N-limitazione combina una buona percentuale di lipidi con una adeguata produttività di biomassa, rappresentando così una valida modalità di coltura finalizzata alla produzione di energia.

PAROLE CHIAVE: alghe verdi / lipidi / nutrienti algali / azoto limitazione / carenza di azoto

INTRODUCTION

Microalgae are considered a source for the production of biodiesel with great potential, thanks to some characteristics: a) high lipid content of some strains; b) their high rate of growth without employment of agricultural land, high quality water or pesticides as for plants; c) their high convert capacity (more than 10% of solar radiation into biomass, compared to plants (less than 0.5%)) (Zhou *et al.*, 2015). The third generation of biodiesel production (Tab. I) involves the use of those microalgae strains that have the potential for high lipid accumulation. Microalgae grown under nitrogen stress may address their metabolism towards lipid accumulation, especially triacylglycerols (TAG), which are the ideal raw material for the production of biodiesel. The total lipid content of various species varies from 1% to 85% of the dry weight, with increases of more than 40% under conditions of nutrient limitation (Chisti, 2007).

However, a lot of challenges have to be overcome before allowing large-scale microalgae production. For example, it is necessary to develop competitive and sustainable exploitation systems (Wijffels & Barbosa, 2010; Pruvost *et al.*, 2011), and to select appropriate microalgae strains combining features affecting in a positive manner any step of the global process from biomass production to lipid extraction and valorisation as biofuel (Rodolfi *et al.*, 2009).

It is also necessary to clarify the role of two of the main limiting factors for lipid and biomass productivity: a) the cell density, that can cause self-shading, and b) the way nutrients are supplied. Indeed different cultivation conditions may affect the cell lipid content. Under nitrogen deficiency the protein and chlorophyll content decreases, while carbohydrates and lipid increase (Sun *et al.*, 2014). The cultivation of microalgae under nitrogen stress may be carried out by nitrogen starvation or nitrogen limitation. Under N-starvation, microalgae grow in a medium lacking nitrogen supply, while under N-limitation algae are cultivated with a constant but insufficient nitrogen supply. Using N-starvation to increase algae lipid content, is a well-known process: indeed, under nitrogen-starvation conditions, many algae alter their lipid biosynthetic pathways for the formation and accumulation of neutral lipids, mainly in the form of TAGs (Hu *et al.*, 2008; Gouveia & Oliveira, 2009; Pruvost *et al.*, 2009; Rodolfi *et al.*, 2009;

Pruvost *et al.*, 2011; Breuer *et al.*, 2012; Sun *et al.*, 2014; Baldissertotto *et al.*, 2014), while the N-limitation is less studied or it is meant as progressive starvation (Rodolfi *et al.*, 2009; Feng *et al.*, 2011; Griffiths *et al.*, 2012; Harwati *et al.*, 2012).

In this study we selected *Neochloris oleoabundans* as test organism for its well known potential in biodiesel production (Tornabene *et al.*, 1983; Li *et al.*, 2008; Gouveia *et al.*, 2009; Pruvost *et al.*, 2009; Wang & Lan, 2011; Sun *et al.*, 2014; Giovanardi *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2016). We carried out a series of laboratory experiments to test *Neochloris* growth by varying a) the medium concentration and b) the operational mode to supply it (batch vs. semicontinuous; N-limitation vs. N-starvation). The ultimate goal of this work was to optimize culture conditions to obtain an adequate balance between lipid and biomass productivity.

MATERIALS AND METHODS

Culture conditions of microalgae inoculum

N. oleoabundans UTEX #1185 was cultivated in 250 ml flasks maintained in sterile condition in an CO₂ incubator (Sanyo MCO-19AIC) flushed with air/CO₂ (97/3, v/v) to support growth and maintain pH within a desired range. In the incubator the temperature was 28 ± 2 °C and the continuous artificial illumination of 200 μmol m⁻² s⁻¹ (expressed as PPF - Photosynthetic Photon Flux Density) was provided by daylight LED. To allow the mixing of the culture an orbital shaker with 150 rpm rotation speed was used.

Algae were cultured in BG11 medium (Rippka *et al.*, 1979). pH was adjusted with HCl 1 M to pH 7.0 and the medium was autoclaved.

After six days of culture, microalgae were pelleted by centrifugation at 2000 rpm for 30 min (centrifuge ALC CWS 4236), re-suspended with 200 mL of physiological solution, followed by a second centrifugation and resuspension with fresh medium for the experiments. Initial biomass was between 0.2 and 0.7 g L⁻¹ depending on the specific experiment (see after).

General experimental conditions

Experiments have been performed in glass tubes of working volume of 0.4 L and diameter of 5 cm, placed in a thermostat (ASAL Climatic Hood 810) to maintain

Tab. I. Classification of biofuels.

1st generation	biofuels produced by fermentation of usually edible biomass: wheat, barley, corn, potato or sugars from sugarcane, sugar beet, etc.
2nd generation	fuels produced from a wide array of different feedstocks, especially but not limited to non-edible lignocellulosic biomass, such as agricultural and forest residues or even municipal solid wastes
3rd generation	fuels produced from microalgal biomass, which has a very distinctive growth yield as compared with classical lignocellulosic biomass. Production of biofuels from algae usually relies on their lipid content

a temperature of $28 \pm 2^\circ\text{C}$. The lighting was continuously supplied through six cool daylight fluorescent tubes that provided the overall culture $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Each experimental condition was performed in triplicate. Biomass was estimated experimentally by measuring a) the optical density (OD) at 750 nm using a spectrophotometer (LKB Biochrom Ultrospec 4050); b) concentration (dry weight) according to Chini-Zittelli *et al.* (2000). Daily productivity was estimated as the difference between two subsequent biomass concentrations. Growth rate was calculated as the difference between two subsequent logarithmic biomass concentrations.

Algal growth in different nutrient supply modes

The aim of a first series of experiments is to detect the maximum biomass obtained under the experimental conditions described above, assuming that a high biomass concentration was the main limiting factor. For this purpose, we used the fed-batch as nutrient supply mode: BG11 medium was used at the beginning of the experiment, then, in order to avoid limitation of macronutrients, they were periodically added. The timing and the amount of macronutrients supplied depended on the uptake by algae. The latter was estimated considering the theoretical elementary biomass composition (N:P:Mg:Fe:Ca, 10:1:0.5:0.2:0.5), combined with the experimental daily productivity. Macronutrients were added on day 5 and 9. This experiment lasted for 14 days starting with an initial biomass concentration of 0.3 g L^{-1} .

We performed another experiment to detect a possible growth inhibition due to high salt concentration. Three different culture media were prepared: a) BG11 with the

composition reported above; b) 2-BG11: where nutrient concentrations were doubled; c) 3-BG11 where nutrient concentrations were tripled. These tests were carried out in batch without addition of nutrients. Initial biomass was 0.2 g L^{-1} , indeed a low value of this parameter allowed to obtain a growth curve that well describes all the growth phases. Analyses of biomass were carried out periodically, following the methods described above.

Algal growth and lipid production in different operational modes

A second series of experiments was designed to compare algal growth and lipid production obtained with different operational modes. N-limitation and N-starvation were tested in batch and in semicontinuous operational mode (Tab. II). In the semicontinuous we daily removed 50% of the culture volume by replacing the correspondent volume of fresh medium. In all experiments an higher initial biomass concentration was chosen, in order to sustain the daily dilution (0.7 g L^{-1}).

In the N-limitation experiment, the culture conditions were as follows: a) semicontinuous nitrogen limitation (SL). A modified BG11 medium with a nitrogen concentration of 24.75 mg L^{-1} was used as medium for the culture and for daily dilutions (10% of nitrogen in replete medium); b) batch nitrogen limitation (BL). The medium used was a modified 2-BG11 with an initial nitrogen concentration of 24.75 mg L^{-1} as SL. The same proportion of nitrogen (10%) that was added daily for the dilution in SL using a NaNO_3 concentrate sterile stock solution.

In the N-starvation experiment, the corresponding culture conditions were the following: a) also for the

Tab. II. Design of the experiments.

Experiment	Factor	Mode	Initial conditions	Nutrient addition
Supply modes	High algal density	Fed-batch	BG11	Addition of macronutrients
		Batch	BG11	No
	Medium concentration	Batch	2-BG11	No
		Batch	3-BG11	No
Operational modes	N-Limitation	Semicontinuous	BG11 with N at 10% of standard concentration	Dilution using BG11 with N at 10% of standard concentration
		Batch	2-BG11 with N at 10% of standard concentration	Daily addition of N
	N-Starvation	Semicontinuous	BG11 with N at 10% of standard concentration	Dilution using BG11 without N
		Batch	2-BG11 with N at 10% of standard concentration	No addition

semicontinuous nitrogen starvation (SS), the modified BG11 medium was used with a initial nitrogen concentration of 24.75 mg L^{-1} , but the medium used for the daily dilution was without a nitrogen source, therefore nitrogen consumption during culture growth leads to a progressive nitrogen starvation; b) in the batch nitrogen starvation (BS), the modified 2-BG11 medium with a nitrogen concentration of 24.75 mg L^{-1} was used as for SS.

Tab. II reports the factor investigated and the operational modes for each experiment.

Lipid extraction and analysis

In the semicontinuous/batch tests, samples for lipid analysis were centrifuged at 3500 rpm for 20 minutes. Biomass were re-suspended with physiological solution, followed by a second centrifugation. Pelletized biomass was frozen and lyophilized. The total lipids were extracted from microalgae biomass using the method of Bligh & Dyer (1959). Lipid content was measured spectrophotometrically after carbonization of the extracted material with a 2:1 methanol/chloroform solution, according to Marsh & Weinstein (1966). Tripalmitin (Sigma-Aldrich, Milan, Italy) was used as standard (Holland & Gabbott, 1971). Lipid content has been calculated as percentage of dry weight and lipid concentration as the product of the lipid content and biomass concentration.

RESULTS AND DISCUSSION

Algal growth in different nutrient supply modes

In the first series of experiments, the supply mode was tested in order to ascertain what could be the role a) of high algal density with possible self-shading or accumulation of toxic metabolites and b) of medium nutrient concentration on algal biomass growth. Regarding the first issue, in the fed-batch the maximum biomass was 3.8 g L^{-1} , which can be considered an appreciable production value. Indeed, according to the literature, *N. oleoabundans* growth in synthetic freshwater media in batch mode ranges from 0.5 to 3.15 g L^{-1} (Li *et al.*, 2008; Gouveia & Oliveira, 2009; Gouveia *et al.*, 2009; Pruvost *et al.*, 2009; Sun *et al.*, 2014), depending on different culture conditions.

Data on algal growth at three different initial BG11

concentrations are reported in Fig. 1 and Tab. III. Growth showed the same trend in the three modes until day 7. This means that a higher nutrient concentration did not affect the algal growth. Data obtained measuring optical density were very similar (data not shown). This finding agrees with some previous papers (Vazquez-Duhalt & Arredondo-Vega, 1990; Arredondo-Vega *et al.*, 1995; Renimel *et al.*, 2008) in which *N. oleoabundans* was defined as a brackish and halotolerant species. This feature makes it extremely versatile and suitable to be cultivated using different water resources (from fresh to seawater), with advantages in terms of environmental and economical sustainability.

The highest biomass (4.6 g L^{-1}) was reached in 3-BG11 at day 9; 2-BG11 reached its peak (4.1 g L^{-1}) at day 8 and BG11 at day 7 (4.0 g L^{-1}). In 3-BG11 nutrients are higher promoting an increase in algal growth for a longer period, while at lower concentrations after 7-8 days growth slowed possibly due to nutrient depletion. In the fed-batch the highest biomass was lower than in the enriched BG11: we can assert that the addition of only macronutrients is non effective to promote a higher growth. These results indirectly show that the limiting factor in the fed-batch is not only the high algal density but also the micronutrient depletion.

Average daily biomass productivity (Tab. III) in batch ranged between 0.54 and $0.56 \text{ g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

These data are similar to those obtained in other studies: Li *et al.* (2008) found a biomass productivity of $0.63 \text{ g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$, while Pruvost *et al.* (2009) showed a slightly

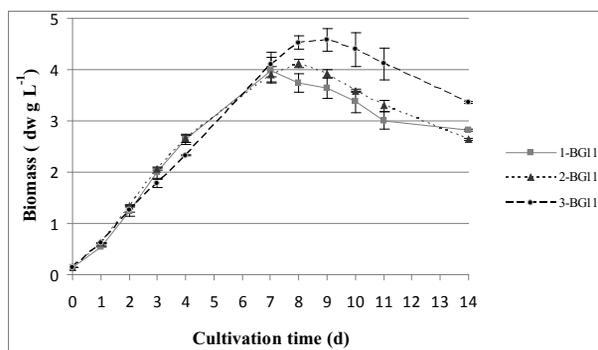


Fig. 1. Algal growth (g L^{-1} dry weight) at three different BG11 concentrations. Error bars are standard deviations.

Tab. III. Average daily productivity, growth rate and biomass doubling time of *Neochloris oleoabundans* at three BG11 concentrations; the first seven days were taken into account for the calculation. Each experimental condition was performed in triplicate.

	Productivity ($\text{g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$)		Growth rate		Biomass Doubling time (d^{-1})	
	mean	max	mean	max	mean	min
BG11	0.55 ± 0.04	0.74 ± 0.02	0.47	1.29	1.48	0.53
2-BG11	0.54 ± 0.02	0.73 ± 0.01	0.47	1.41	1.49	0.54
3-BG11	0.56 ± 0.03	0.64 ± 0.04	0.47	1.44	1.47	0.48

lower value ($0.53 \text{ g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$). Otherwise, our productivity data are much higher than those obtained by Gouveia *et al.* (2009), Griffiths *et al.* (2012), and by Sun *et al.* (2014) who reported values up to $0.29 \text{ g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

These results can have important operational implications in the setting-up of batch culture systems: it seems preferable in terms of biomass productivity to supply all the necessary nutrients at the beginning, rather than adding them during algae growth. *N. oleoabundans* growth was not affected by high nutrients concentration present in 2 and 3-BG11, while the absence of the micronutrients addition lowered the biomass production. In a strictly freshwater strain it should be expected a growth reduction in environment characterized by high salt concentrations, but this seems not the case with *N. oleoabundans*. These findings are applicable when using nitrate as N source. On the other hand *N. oleoabundans* was proven to be a promising strain for wastewater treatment (Wang & Lan, 2011; Franchino *et al.*, 2013; Giovanardi *et al.*, 2013), where high ammonia concentration can occur. In this case, the fed-batch mode can be preferred as nutrient supply mode (Levine *et al.*, 2011).

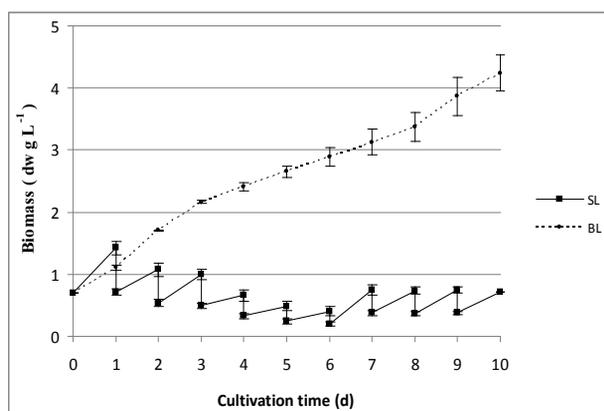


Fig. 2. Algal growth (g L^{-1} dry weight) in semicontinuous N-limitation (SL) and batch N-limitation (BL). Error bars are standard deviations.

Comparison among different operative conditions for the optimization of lipid production

Fig. 2 shows the algal growth in N-limited medium, in batch and semicontinuous modes. The maximum biomass concentration in batch was 4.24 g L^{-1} (day 10). Semicontinuous reached the steady state from day 2 until the end of the experiment. The maximum productivity for the semicontinuous was $0.725 \text{ g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (starting day), while the batch attained $0.603 \text{ g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (day 1).

Fig. 3 shows the algal growth (expressed as dry weight) in N-starvation for both operational modes. The cultivation in batch reaches a maximum concentration of 3.20 g L^{-1} after 8 days; the semicontinuous mode supported the algal growth only for the first 2 days, as from the third day the deficiency of N combined with the dilution of the medium did not allow the maintenance of the steady state and the biomass decreased. Data expressed as OD follow the same trend (data not shown).

Tab. IV summarizes data concerning the average daily productivity, growth rate and doubling time for all the operational modes. In N-limited cultures, daily

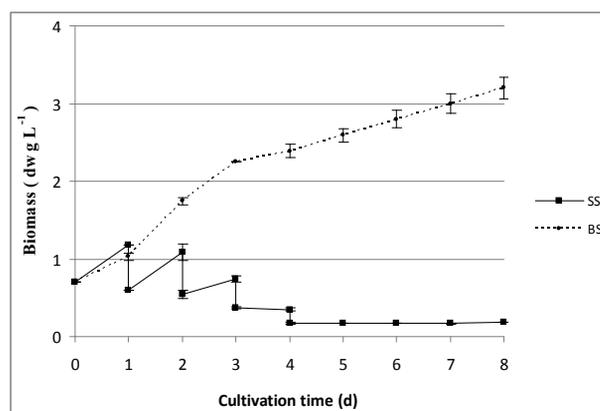


Fig. 3. Algal growth (g L^{-1} dry weight) in semicontinuous N-starvation (SS) and batch N-starvation (BS). Error bars are standard deviations.

Tab. IV. Average daily productivity, growth rate and doubling time of *Neochloris oleoabundans* in the four operational modes. **SL**= semicontinuous N-limited; **BL**= batch N-limited; **SS**=semicontinuous N-starved; **BS** = batch N-starved. In SS, during the last days of the experiment, *N. oleoabundans* didn't grow, therefore only the first five days were taken into account for the calculation of the starved cultures, while the whole duration of the tests was considered for the limitation mode. Each experimental condition was performed in triplicate.

	Productivity ($\text{g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$)		Growth rate		Doubling time (d^{-1})	
	mean	max	mean	max	mean	min
SL	0.37 ± 0.02	0.70 ± 0.11	0.55	0.71	1.20	1.00
BL	0.35 ± 0.03	0.66 ± 0.05	0.20	0.46	5.50	1.50
SS	0.23 ± 0.02	0.50 ± 0.11	0.28	0.60	4.50	1.20
BS	0.38 ± 0.02	0.68 ± 0.03	0.26	0.51	4.80	1.40

Tab. V. Maximum total lipids (% on biomass and concentration in the culture) in the four cultivation procedures. Maximum values were obtained in day 4 for starved cultures and in day 7 for limited ones. Data are expressed as mean \pm standard deviation. **SL** = semicontinuous N-limited, **BL** = batch N-limited, **SS** = semicontinuous N-starved and **BS** = batch N-starved

	SL	BL	SS	BS
Lipid content (%)	28.6 \pm 0.18	30 \pm 0.112	46 \pm 0.069	32.8 \pm 0.085
Lipid concentration (g L ⁻¹)	0.95 \pm 0.109	0.932 \pm 0.066	0.295 \pm 0.018	0.366 \pm 0.014

productivity is comparable in batch and semicontinuous; it must be noticed that to achieve these productivities, the culture in the semicontinuous must have a higher growth rate due to the lower biomass. In both cases, the highest productivity was attained in the first part of our experiment. In N-starved cultures it can be noticed a higher biomass productivity in batch (0.38 g L⁻¹ d⁻¹ in BS and 0.23 g L⁻¹ d⁻¹ in SS) while the growth rate and doubling time were almost the same. From the comparison of all of the culture conditions, it can be noted that despite the stress conditions, BS reaches biomass productivities comparable with those of SL and BL, while the extreme conditions of SS does not allow to maintain an acceptable growth.

For batch and N-starved conditions, a comparison can be made with data obtained by Gouveia *et al.* (2009), who showed a mean biomass productivity of 0.03 g L⁻¹ d⁻¹, therefore one grade of magnitude less. For N limitation, the most similar operational mode is the progressive starvation adopted by Li *et al.* (2008) and Griffiths *et al.* (2012), who obtained a biomass productivity of approximately 0.30 g L⁻¹ d⁻¹.

The comparison in terms of total lipids production (Tab. V) allows further considerations. For each cultivation mode, we chose the day in which the maximum in lipid production has been attained. For N-limited conditions the maximum was reached after 7 days, while the harsher conditions of N-starvation led to an earlier peak in lipid production, attained at day 4. The higher value in terms of lipid content (%) on dry weight was achieved in SS (46%). In general, the N-starved cultures showed a higher lipid content in comparison with N-limited ones. In terms of commercial production, it may be more significant to analyze lipid production as lipid concentration in the culture. With this regard, N-limitation resulted as the preferable culture condition, without a substantial difference between semicontinuous and batch (0.95 g L⁻¹ in SL and 0.93 g L⁻¹ in BL).

These values are consistent with recent literature, mostly referring to starvation and to batch conditions, while for semicontinuous and limitation data are scarce. *N. oleabundans* has been proved to be a good lipid producer (Li *et al.*, 2008; Pruvost *et al.*, 2009; Griffiths *et al.*, 2012). Our results are higher than those obtained by Klok *et al.* (2013), who reached a lipid content of 16.6% and biomass productivity of

0.26 g L⁻¹ d⁻¹ under N-limitation condition. Sun *et al.* (2014) obtained a content of TAGs of only 25% and a biomass productivity of 0.205 g L⁻¹ d⁻¹, even adding Fe³⁺ to the medium.

CONCLUSION

The first series of experiments confirm the wide tolerance range of *N. oleabundans* for the medium saline concentration and therefore its potential to be cultured in wastewater and brackish water. This enlarges the cultivation possibilities for different purposes (biodiesel, biomass production, wastewater treatment). Moreover, our results suggest that it is preferable to supply the adequate amount of nutrients (in accordance with the goal of the cultivation) since the first cultivation day, instead of adopting a fed-batch. This study is the first that has compared four possible operational modes in order to optimize biomass and lipid production for the selected strain. In particular, the most innovative aspect is that N-depletion is a good alternative to N-starvation in view of an increase of lipid production. N-starvation determines a significant increase of the percentage of lipid content but also a significant reduction of biomass productivity, for this reason lipid concentration should be always used to compare different studies, since it combines lipid and biomass data. With this regard, our results highlight the higher lipid concentration obtained using N-limitation, which can be considered as a valid option in microalgae feeding system from energy production. This operational mode has the advantage of matching a good increase in the percentage of lipids with adequate biomass productivity.

In conclusion, *N. oleabundans* is a suitable species for production due to its high lipid productivity under standardized conditions and for its plasticity towards culture media.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank all the participants to the AlgaENRG Project for their support, Rocco Mussat Sartor for his support in algal cultivation, Elisa Falasco for reviewing an early draft of the manuscript, Mario Tredici for his scientific expertise. This work has been funded by Regione Piemonte and Italian Ministry of Education and Research.

REFERENCES

- Arredondo-Vega B.O., Band-Schmidt C.J., Vazquez-Duhalt R., 1995. Biochemical composition of *Neochloris oleoabundans* adapted to marine medium. *Cytobios* **83**: 201-205.
- Baldissarotto C., Giovanardi M., Ferroni L., Pancaldi S., 2014. Growth, morphology and photosynthetic responses of *Neochloris oleoabundans* during cultivation in a mixotrophic brackish medium and subsequent starvation. *Acta Physiol. Plant* **36**: 461-472.
- Bligh E.G., Dyer W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* **37**: 911-917.
- Breuer G., Lamers P.P., Martens D.E., Draaisma R.B., Wijffels R.H., 2012. The impact of nitrogen starvation on the dynamics of triacylglycerol accumulation in nine microalgae strains. *Bioresour. Technol.* **124**: 217-226.
- Chini-Zittelli G., Pastorelli R., Tredici M.R., 2000. A Modular Flat Panel Photobioreactor (MFPP) for indoor mass cultivation of *Nannochloropsis* sp. under artificial illumination. *J. Appl. Phycol.* **12**: 521-526.
- Chisti Y., 2007. Biodiesel from microalgae. *Biotechnol. Adv.* **25**: 294-306.
- Feng P., Deng Z., Hu Z., Fan L., 2011. Lipid accumulation and growth of *Chlorella zofingiensis* in flat plate photobioreactors outdoors. *Bioresour. Technol.* **102** (22): 10577-10584.
- Franchino M., Comino E., Bona F., Riggio V., 2013. Growth of three microalgae strains and nutrient removal from an agro-zootechnical digestate. *Chemosphere* **92**: 738-744.
- Giovanardi M., Ferroni L., Baldissarotto C., Tedeschi P., Maietti A., Pantaleoni L., Pancaldi S., 2013. Morpho-physiological analyses of *Neochloris oleoabundans* (Chlorophyta) grown mixotrophically in a carbon-rich waste product. *Protoplasma* **250**: 161-174.
- Giovanardi M., Baldissarotto C., Ferroni L., Longoni P., Cella R., Pancaldi S., 2014. Growth and lipid synthesis promotion in mixotrophic *Neochloris oleoabundans* (Chlorophyta) cultivated with glucose. *Protoplasma* **251**: 115-125.
- Gouveia L., Oliveira A.C., 2009. Microalgae as a raw material for biofuels production. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* **36**: 269-274.
- Gouveia L., Marques A.E., da Silva T.L., Reis A., 2009. *Neochloris oleoabundans* UTEX #1185: a suitable renewable lipid source for biofuel production. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* **36**: 821-826.
- Griffiths M.J., van Hille R.P., Harrison S.T.L., 2012. Lipid productivity, settling potential and fatty acid profile of 11 microalgal species grown under nitrogen replete and limited conditions. *J. Appl. Phycol.* **24** (5): 989-1001.
- Harwati T.U., Willke T., Vorlop K.D., 2012. Characterization of the lipid accumulation in a tropical freshwater microalgae *Chlorococcum* sp. *Bioresour. Technol.* **121**: 54-60.
- Holland D.L., Gabbott P.A., 1971. A micro-analytical scheme for the determination of protein, carbohydrate, lipid and RNA levels in marine invertebrate larvae. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* **51**: 659-668.
- Hu Q., Sommerfeld M., Jarvis E., Ghirardi M., Posewitz M., Seibert M., Darzins A., 2008. Microalgal triacylglycerols as feedstocks for biofuel production: perspectives and advances. *Plant J.* **54**: 621-639.
- Klok A.J., Martens D.E., Wijffels R.H., Lamers P.P., 2013. Simultaneous growth and neutral lipid accumulation in microalgae. *Bioresour. Technol.* **134**: 233-243.
- Levine R.B., Costanza-Robinson M.S., Spatafora G.A., 2011. *Neochloris oleoabundans* grown on anaerobically digested dairy manure for concomitant nutrient removal and biodiesel feedstock production. *Biomass Bioenerg.* **35**: 40-49.
- Li Y., Horsman M., Wang B., Wu N., Lan C.Q., 2008. Effects of nitrogen sources on cell growth and lipid accumulation of green alga *Neochloris oleoabundans*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **81** (4): 629-636.
- Marsh J.B., Weinstein D.B., 1966. Simple charring method for determination of lipids. *J. Lipid Res.* **7** (4): 574-576.
- Pruvost J., Van Vooren G., Cogne G., Legrand J., 2009. Investigation of biomass and lipids production with *Neochloris oleoabundans* in photobioreactor. *Bioresour. Technol.* **100** (23): 5988-5995.
- Pruvost J., Van Vooren G.V., Guic B., Couzinet-Mossion A., Legrand J., 2011. Systematic investigation of biomass and lipid productivity by microalgae in photobioreactors for biodiesel application. *Bioresour. Technol.* **102** (1): 150-158.
- Renimel I., Lamy C., Dupont D., Darnault S., 2008. *Cosmetic slimming composition containing an extract of biomass of the alga Neochloris oleoabundans*. United States Patent US 20080038290 A1 - Filed: June 13, 2007 - Publication date: February 14, 2008.
- Rippka R., Deruellese J., Waterbury J.B., Herdman M., Stanier R.Y., 1979. Generic assignments, strain histories and properties of pure culture of cyanobacteria. *J. Gen. Microbiol.* **111**: 1-61.
- Rodolfi L., Chini Zittelli G., Bassi N., Padovani G., Biondi N., Bonini G., Tredici M.R., 2009. Microalgae for oil: strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in a low-cost photobioreactor. *Biotechnol. Bioeng.* **102** (1): 100-112.
- Silva H.R., Cavenaghi Prete C.E., Zambrano F., De Mello V.H., Tischer C.A., Andrade D.S., 2016. Combining glucose and sodium acetate improves the growth of *Neochloris oleoabundans* under mixotrophic conditions. *AMB Expr.* **6**: 10.
- Sun X., Cao Yu., Xu H., Liu Y., Sun J., Qiao D., Cao Yi., 2014. Effect of nitrogen-starvation, light intensity and iron on triacylglyceride/carbohydrate production and fatty acid profile of *Neochloris oleoabundans* HK-129 by a two-stage process. *Bioresour. Technol.* **155**: 204-212.
- Tornabene T.G., Holzer G., Lien S., Burris N., 1983. Lipid composition of the nitrogen starved green alga *Neochloris oleoabundans*. *Enzyme Microb. Technol.* **5** (6): 435-440.
- Vazquez-Duhalt R., Arredondo-Vega B.O., 1990. Oil production from microalgae under saline stress. In: Grassi G., Gosse G., dos Santos G., (eds.), *Biomass for Energy and Industry, 5th E.C. Conference*. Elsevier Applied Science, London & New York. Vol I: 1.547-1.551.
- Wang B., Lan C.Q., 2011. Optimising the lipid production of the green alga *Neochloris oleoabundans* using box-behnken experimental design. *Can. J. Chem. Eng.* **89**: 932-939.
- Wijffels R.H., Barbosa M.J., 2010. An outlook on microalgal biofuels. *Science* **329** (5993): 796-799.
- Zhou X., Yuan S., Chen R., Ochieng R.M., 2015. Sustainable production of energy from microalgae: Review of culturing systems, economics, and modelling. *J. Renewable Sustainable Energy* **7**: 012701.

Analisi delle comunità di diatomee bentoniche in un fiume fortemente intermittente

Elisa Falasco*, Nicolò Chiappetta, Elena Piano

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, via Accademia Albertina 13 – 10123 Torino

* *Referente per la corrispondenza: elisa.falasco@unito.it*

Pervenuto il 6.10.2016; accettato il 26.10.2016

RIASSUNTO

I fiumi mediterranei sono naturalmente caratterizzati da scarsità ed assenza idrica durante il periodo estivo. I recenti cambiamenti climatici uniti all'uso indiscriminato delle risorse idriche hanno portato all'inasprimento di questo fenomeno, in termini di frequenza e intensità, coinvolgendo aree sempre più vaste e fiumi finora definiti permanenti. L'individuazione di strumenti in grado di rilevare questo impatto è perciò molto importante. Nel nostro studio abbiamo affiancato al campionamento tradizionale delle diatomee una metodologia sperimentale in grado di considerare l'enorme eterogeneità di habitat che si viene a creare durante il periodo estivo nei fiumi intermittenti. Oggetto del nostro studio è il Merula (Liguria), su cui sono state individuate una stazione a regime idrologico permanente e una a regime intermittente. In ciascuna stazione sono stati individuati un transetto e 5 microhabitat, differenti in termini di connessione rispetto al corso d'acqua principale, velocità della corrente, profondità, composizione del substrato, vegetazione acquatica, ombreggiamento. I campionamenti sono stati condotti mensilmente, con un'intensificazione in agosto e settembre (totale 96 campioni). La cluster analysis effettuata sulla base della composizione delle comunità dei transetti ha definito tre raggruppamenti corrispondenti a differenti livelli di disturbo fisico (assente, intermedio e elevato). Inoltre, dall'analisi NMDS, è emerso come nei periodi dell'anno caratterizzati da stabilità idrologica, le comunità dei transetti e quelle dei microhabitat siano simili in termini compositivi. Al contrario, questa differenza aumenta significativamente col procedere della secca: si osserva un progressivo differenziamento delle comunità rinvenute mediante le due tipologie di campionamento ad indicare l'inclusione di specie particolari nei campioni prelevati dai microhabitat.

PAROLE CHIAVE: diatomee / eterogeneità / fiumi intermittenti / microhabitat

Analysis of benthic diatom communities in a temporary stream

Mediterranean rivers are naturally characterized by water scarcity and dryness during the summer. Recently, climate changes joined to the unappropriated use of the water resources have increased the extent of this phenomenon, in terms of both frequency and intensity, involving areas so far unaffected by this events and rivers defined as permanent. In this context, the identification of tools useful to detect this kind of impact is very important. In our study, we sampled benthic diatoms by following two different approaches: the first traditional, the second experimental, taking into account the great habitat heterogeneity which characterizes intermittent streams in summer. Two sampling stations, respectively characterized by permanent and intermittent flows, were chosen on the Merula stream (Liguria). In each station we collected diatom samples from 1 transect and 5 microhabitats, different in terms of connection with the main flow, current velocity, water depth, substrate composition, percentage of aquatic vegetation and shading. Samplings were conducted monthly, with an intensification during August and September. In total 96 diatom samples were analysed. The cluster analysis performed on the species composition of the transect communities, defined three groups corresponding to three different levels of physical disturbance (absent, intermediate and high). In addition, in accordance with the results obtained from NMDS analysis, under hydrological stability transects and microhabitat communities were similar in terms of species composition. On the contrary, the communities obtained from these two types of sampling approaches significantly differed during summer, underlying the inclusion of particular species in samples from microhabitats.

KEY WORDS: diatoms / heterogeneity / intermittent streams / microhabitats

INTRODUZIONE

Il clima mediterraneo è caratterizzato da inverni temperati e piovosi e da estati calde e secche, con forte irraggiamento solare ed alti tassi di evaporazione (Buffagni, 2004). Gli ambienti interessati da questo tipo di clima presentano un forte contrasto stagionale, che ha un impatto particolarmente incisivo sui corsi d'acqua. I fiumi mediterranei infatti, sono caratterizzati da un regime idrologico irregolare con fenomeni di forte magra o secca durante il periodo estivo, alternati a piene ed inondazioni nel corso della stagione invernale. Questi corsi d'acqua vengono perciò definiti "temporanei" o "intermittenti" e presentano una portata discontinua a seconda delle stagioni con forti ripercussioni sull'intero ecosistema (Boulton, 1989).

La particolare idrologia dei fiumi temporanei ha una grande influenza sui processi abiotici e sugli habitat; inoltre, la variabilità del flusso è un fattore che condiziona molteplici aspetti del metabolismo degli organismi acquatici (Buffagni, 2004). Negli ultimi anni l'utilizzo, spesso indiscriminato, delle risorse idriche da parte delle attività antropiche, ha fortemente contribuito all'inasprimento del fenomeno naturale delle secche. I tratti fluviali soggetti a scarsità idrica sono sempre più diffusi, anche al di fuori delle idroecoregioni in area mediterranea, ed il mantenimento del deflusso minimo vitale, molto spesso, non viene rispettato.

Al giorno d'oggi, lo studio delle diatomee bentoniche è largamente utilizzato per la valutazione della qualità dei corsi d'acqua: la loro grande sensibilità al disturbo fisico-chimico, nonché la semplicità di campionamento, le rendono un ottimo bioindicatore ambientale. Il protocollo di campionamento attualmente in vigore prevede che si selezioni per il prelievo un transetto standard il più possibile rappresentativo del sito in questione (European Committee for Standardization, 2003). Questa modalità di campionamento però non tiene conto dell'elevata eterogeneità che caratterizza i fiumi intermittenti durante il periodo estivo. Le pozze isolate che si creano con il progredire della secca, infatti, differiscono dal corso d'acqua principale in termini di parametri sia fisici sia chimici: la temperatura della colonna d'acqua e la concentrazione di nutrienti aumentano, mentre la concentrazione di ossigeno disciolto diminuisce (Lake, 2003). Una metodologia di campionamento che includa l'analisi di questi peculiari microhabitat potrebbe quindi riflettere maggiormente la grande biodiversità che caratterizza questi ambienti (Smucker e Vis, 2010; 2011). Siti omogenei, infatti, ospitano generalmente comunità di diatomee con bassi valori di evenness, diversità e ricchezza specifica.

Studi recenti hanno dimostrato l'importanza di utilizzare ai fini del monitoraggio, oltre alla composizione in specie, anche metriche complementari come, ad esempio, le forme di crescita e le guild ecologiche.

Queste ultime, in particolare, classificano le specie in gruppi eterogenei da un punto di vista tassonomico ma omogenei da un punto di vista funzionale, in quanto le specie appartenenti alla stessa categoria sono in grado di condividere le stesse risorse. Per quanto riguarda le diatomee, sono state distinte 3 guilds ecologiche sulla base della tolleranza alla limitazione dei nutrienti e al disturbo di tipo fisico (Passy, 2007). In particolare sono state definite le seguenti categorie: *low profile*, *high profile* e *motili*. Le specie *low profile* presentano tipicamente piccole dimensioni ed una forma di crescita adnata, prostrata o eretta; tollerano il disturbo di tipo fisico, ma sono svantaggiate dall'abbondanza di nutrienti. La guild *high profile* comprende specie di maggiori dimensioni, generalmente in grado di formare colonie, favorite da alte concentrazioni di nutrienti ma non tolleranti il disturbo fisico. La guild *motili*, infine, comprende specie in grado di muoversi rapidamente sul substrato e slegate sia dalla limitazione delle risorse sia dal disturbo fisico, poiché in grado di spostarsi e selezionare habitat idonei per la propria proliferazione (Passy, 2007). Una quarta guild, quella delle *planctoniche*, è stata individuata successivamente e contiene specie tipiche di ambienti lentici con adattamenti morfologici che permettono loro di resistere alla sedimentazione (Rimet e Bouchez, 2012).

La tendenza a classificare i taxa sulla base dei rispettivi gruppi funzionali ha preso recentemente piede nell'ambito degli studi ecologici (Stenger-Kovács *et al.*, 2013; Elias *et al.*, 2014); questo approccio però presenta ancora delle connotazioni sperimentali e potrebbe necessitare di eventuali modifiche. B-Béres *et al.* (2014) hanno infatti evidenziato alcuni limiti per quanto riguarda la classificazione nelle guild finora utilizzate, proponendo ulteriori suddivisioni all'interno delle tre categorie. In particolare, gli autori hanno evidenziato differenze significative tra specie appartenenti alla stessa guild, in relazione alle sensibilità ai nutrienti.

Il nostro studio si pone come obiettivo l'analisi delle comunità diatomiche presenti in un corso d'acqua mediterraneo fortemente intermittente, il torrente Merula, mediante un metodo di campionamento sperimentale, che prende in considerazione l'enorme eterogeneità di habitat che si viene a creare durante il periodo estivo. Questo metodo è stato affiancato al campionamento tradizionale. Le risposte delle comunità di diatomee così raccolte sono state analizzate sia a livello di composizione in specie sia a livello di guild ecologiche. La presenza di potenziali specie indicatrici, in grado di rispondere al disturbo creato dalla secca, è stata testata attraverso analisi statistiche.

MATERIALI E METODI

L'area di studio è situata nel Ponente Ligure, più precisamente in Val Merula (nel comune di Andora), al

confine tra la provincia di Savona e quella di Imperia. Questa zona appartiene all'Idroecoregione 9 "Alpi mediterranee" (HER 9) ed è caratterizzata dalla presenza di rocce sedimentarie ricche di calcari e da un tipico clima a regime mediterraneo. In questo studio è stato preso in esame un solo corpo idrico, il torrente Merula, caratterizzato da un regime fortemente intermittente durante il periodo estivo. Sono state selezionate due stazioni di prelievo: la prima in un tratto superiore, non soggetto a secche stagionali (di seguito indicato come "Monte") ed una più a valle in una sezione soggetta a secche estive frequenti ed intense (di seguito indicato come "Valle"). In ciascuna stazione di campionamento sono stati individuati un transetto (T) e 5 microhabitat (MH), questi ultimi scelti in modo da rappresentare la maggiore eterogeneità possibile di habitat in termini di velocità della corrente, presenza di macrofite, ombreggiamento, composizione del substrato e profondità. Abbiamo definito ciascun MH come un buffer ideale di circa 40 cm di raggio, al centro del quale è stato selezionato un ciottolo. Quando presenti, le pozze isolate sono state considerate MH prioritari per il campionamento.

Nel T sono stati misurati temperatura, pH, conducibilità e ossigeno disciolto mediante una sonda multiparametrica HYDROLAB QUANTA. Lungo il transetto, sono state eseguite 3 misurazioni della velocità della corrente con l'ausilio di un mulinello idrometrico HYDROBIOS KIEL. In contemporanea, è stata rilevata la profondità della colonna d'acqua. Inoltre, sono stati prelevati campioni di acqua destinati alla successiva analisi in laboratorio dei nutrienti (nitrati e fosfati) e dei solidi in sospensione (TSS). Per quanto riguarda i MH, sono state registrate una misura di velocità e una di profondità in corrispondenza del ciottolo selezionato. Inoltre è stato valutato il grado di connessione con il flusso principale (connesso, semi-isolato o isolato). In tutti i MH isolati sono stati inoltre rilevati i parametri della sonda e sono stati raccolti i campioni d'acqua per l'analisi dei nutrienti e dei TSS.

I campioni di diatomee sono stati raccolti seguendo sia un approccio tradizionale (T), sia sperimentale (MH). Il prelievo tradizionale si è svolto nel transetto individuato per la registrazione dei parametri fisico-chimici ed è stato effettuato secondo il protocollo standard (European Committee for Standardization, 2003). Il prelievo nei MH è stato eseguito raccogliendo il perifiton dal ciottolo selezionato nel centro del buffer. In ciascun sito sono dunque stati raccolti 6 campioni, mantenuti separati per l'analisi delle comunità. Le campagne di prelievo si sono svolte mensilmente tra aprile e ottobre 2014, con un'intensificazione in agosto e settembre, in cui sono stati effettuati prelievi ogni due settimane. In totale sono stati raccolti 96 campioni di diatomee.

Il trattamento in laboratorio è stato eseguito secondo il protocollo standard (UNI EN 13946, 2005), tramite

ossidazione con il perossido di idrogeno (H_2O_2) ed acido cloridrico (HCl). I vetrini sono stati montati utilizzando la resina Naphrax® ad alto indice di rifrazione. Infine l'osservazione è avvenuta con un microscopio ottico dotato di un obiettivo 100X utilizzato ad immersione in olio di cedro. Il riconoscimento delle diatomee, a livello di specie, è stato effettuato sulla base delle principali flore diatomiche esistenti e recenti articoli di sistematica (Krammer e Lange-Bertalot, 1986-1991a, b; Lange-Bertalot e Metzeltin, 1996; Krammer, 1997a, b, 2002, 2003; Reichardt, 1999; Lange-Bertalot 2001; Werum e Lange-Bertalot, 2004; Blanco *et al.*, 2010; Hofmann *et al.*, 2011; Bey e Ector, 2013; Falasco *et al.*, 2013; Ector *et al.*, 2015).

Per l'analisi dei dati è stato utilizzato il software R® con l'ausilio dei pacchetti *vegan* (Oksanen *et al.*, 2016) e *indic species* (De Caceres e Legendre, 2009). Le differenze in termini di composizione in specie delle comunità prelevate nei T sono state analizzate tramite una cluster analysis. Sulla base dei gruppi così individuati, è stata applicata l'ISA (Indicator Species Analysis), che ha permesso di evidenziare possibili specie indicatrici del disturbo creatosi durante la secca. Inoltre, questa stessa analisi è stata applicata su alcune delle variabili ambientali rilevate nei MH, al fine di individuarne le specie indicatrici. Infine, una tecnica di ordinamento, l'NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling), è stata utilizzata per valutare le differenze tra le comunità di monte e di valle, campionate sia nei T sia nei MH. L'analisi delle guilds ecologiche è stata effettuata sulle 15 specie più frequenti ed abbondanti nei diversi campioni, tramite un grafico a bolle.

RISULTATI

I parametri ambientali e chimici rilevati nelle due stazioni di prelievo sono presentati in tabella I. La velocità della corrente è mediamente più bassa nella stazione di valle, così come la profondità. La conducibilità media nei due siti è paragonabile, così come l'ossigeno disciolto. Nel sito di valle, tuttavia, questi due parametri subiscono forti variazioni durante il periodo estivo, in particolare nelle pozze, in cui si raggiungono picchi negativi di ossigeno disciolto inferiori al 40%. Il pH è mediamente più basico nella stazione di valle, differenza che è stata rilevata in particolare nelle pozze isolate. La concentrazione di materiale fine in sospensione è molto bassa, non significativa. La concentrazione di fosforo è mediamente bassa sia nel sito di monte sia a valle, denotando un ambiente oligotrofico. Leggermente più elevati sono i livelli di nitrati, specialmente nella stazione di valle.

Per quanto riguarda le comunità diatomiche, sono stati analizzati 96 campioni per un totale di 148 specie identificate (Tab. II). La cluster analysis effettuata sulle comunità diatomiche dei T, ha permesso di individuare

Tab. I. Risultati (media \pm deviazione standard) dei parametri fisico-chimici rilevati nelle due stazioni di monitoraggio sia in T sia in MH durante tutte le campagne di prelievo.

	velocità (m/s)	profondità (cm)	conducibilità (μ S/cm)	ossigeno disciolto %	ossigeno disciolto mg/L	pH	temperatura ($^{\circ}$ C)	TSS (mg/L)	P-PO ₄ (mg/L)	N-NO ₃ (mg/L)
MONTE (media \pm dev.st)	0,16 \pm 0,23	27,63 \pm 17,63	435 \pm 9,39	99,8 \pm 6,17	9,20 \pm 0,45	7,18 \pm 2,83	19,06 \pm 2,83	2,19 \pm 2,09	0,007 \pm 0,012	0,381 \pm 0,127
VALLE (media \pm dev.st)	0,10 \pm 0,17	19,79 \pm 18,03	459 \pm 61,17	96,0 \pm 33,18	8,66 \pm 3,05	8,34 \pm 0,43	20,89 \pm 3,39	1,37 \pm 1,37	0,011 \pm 0,014	0,517 \pm 0,359

tre gruppi distinti in termini di composizione in specie (Fig. 1). In particolare, si può notare un gradiente legato a condizioni di disturbo crescente. Le comunità del mese di aprile, sia a monte che a valle ('Gruppo 1'), si distinguono significativamente dagli altri campioni. Il secondo gruppo ('Gruppo 2'), è caratterizzato da condizioni di disturbo intermedie ed è costituito principalmente dai campioni prelevati in giugno e luglio (sia a monte sia a valle). Sono inoltre comprese le comunità del primo campionamento di agosto (agosto 1) e ottobre raccolte nella stazione di monte, in cui si registra solo una lentificazione del corso d'acqua. Il terzo gruppo ('Gruppo 3'), che si separa maggiormente dagli altri due, racchiude le comunità più disturbate dalla secca, prelevate durante le campagne estive di agosto e settembre e, nel sito a valle, in ottobre.

Grazie all'utilizzo del metodo ISA è stato poi possibile individuare quali fossero le specie indicatrici di ciascuno dei gruppi individuati nella cluster analysis (Tab. III). Il gruppo con disturbo assente ('Gruppo 1')

è risultato caratterizzato da una comunità generalmente più matura, composta prevalentemente da specie colonizzatrici secondarie. Sono risultati significativamente rappresentativi di questo gruppo sia taxa considerati oligosaprobi, come *Encyonopsis cesatii*, *Gomphonema angustum* e *Gomphonema cymbelliclinum*, sia specie β -mesosaprobie e polisaprobie, come ad esempio *Nitzschia palea*. I taxa indicatori di questo primo gruppo sono generalmente poco tolleranti il disturbo fisico, in particolare le specie appartenenti al genere *Gomphonema*. Da segnalare, in questo primo raggruppamento, la presenza significativa di *Gomphonema angustum*, classificato nella Lista Rossa di Lange-Bertalot e Steindorf (1996) come "in decrescita". Il gruppo caratterizzato da disturbo intermedio ('Gruppo 2') include come significativamente rappresentative specie epifitiche, legate alla presenza di macrofite in alveo, e in grado di tollerare livelli moderati di inquinamento organico. Di particolare interesse in questo gruppo sono *Cocconeis pediculus* e *Nitzschia gessneri*; quest'ultima, in par-

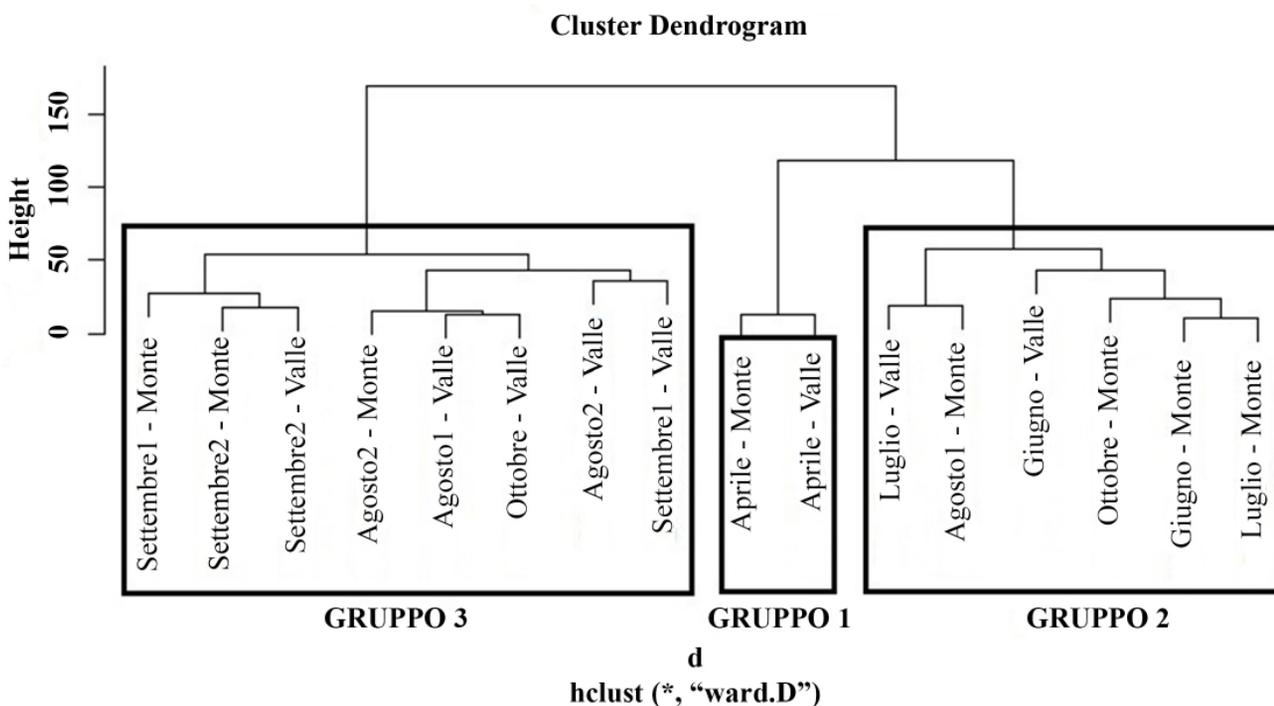


Fig. 1. Risultato grafico della cluster analysis effettuata sulle comunità diatomiche. In evidenza, i tre gruppi individuati che corrispondono a condizioni crescenti di disturbo misurato in termini di intermittenza del corso d'acqua.

Tab. II. Checklist delle specie di diatomee rinvenute sul torrente Merula e relativo acronimo utilizzato in Omnidia 5.3. Appartenenza di ciascuna specie a una, o più, delle 4 guilds ecologiche: *low profile*, *high profile*, *motili* e *planctoniche*. La presenza di una specie nelle stazioni di monte (M) o di valle (V) è rappresentata dal segno “+”; N.B. in ciascuna colonna sono rappresentate le specie raccolte sia nel T sia nei 5 MH di ciascuna stazione.

NOME.x	CODICE	Low profile		High profile		Motili		Planctoniche		Aprile		Giugno		Luglio		Agosto1		Agosto2		Settembre1		Settembre2		Ottobre	
		M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
<i>Achnanthydium affine</i> (Grun) Czarneki	ACAF	+								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Achnanthydium draartii</i> Rimet & Cou�	ADRU																								+
<i>Achnanthydium gracillimum</i> (Meister) Lange-Bertalot	ADGL	+																							+
<i>Achnanthydium jacksonii</i> Rabenhorst	ADJK	+																							+
<i>Achnanthydium latecephalum</i> Kobayasi	ADLA	+																							+
<i>Achnanthydium lineare</i> W.Smith	ACLI	+																							+
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (K�tz.) Czarneki f. anormale	ADMT	+																							+
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (K�tz.) Czarneki	ADMI	+																							+
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	ADPY	+																							+
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi f. anormale	ADPT	+																							+
<i>Achnanthydium straubianum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	ADSB	+																							+
<i>Adafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot	ADMS								+																+
<i>Amphora ovalis</i> (K�tz.) K�tz.	AOVA	+																							+
<i>Amphora pediculus</i> (K�tz.) Grunow	APED	+																							+
<i>Aulacoseira</i> sp.	AULA																								+
<i>Brachysira neoxilis</i> Lange-Bertalot	BNEO	+																							+
<i>Caloneis elongata</i> Manguin Bourrelly & Manguin	CELO								+																+
<i>Caloneis lanceolata</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	CLCT																								+
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg emend Romero & Jahn	CEUG	+																							+
<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg	CLNT	+																							+
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	CPED	+																							+
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg f. anormale	CPAB	+																							+
<i>Cocconeis placentalis</i> Ehrenberg f. anormale	CPTG	+																							+
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	CDTG																								+
<i>Cymbella affinis</i> K�tz.	CAFF	+																							+
<i>Cymbella excisa</i> K�tz. var. <i>excisa</i>	CAEX	+																							+
<i>Cymbella excisa</i> K�tz. var. <i>excisa</i> f. anormale	CETG	+																							+
<i>Cymbella excisiformis</i> Krammer	CEXF	+																							+
<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske	CHUS	+																							+
<i>Cymbella laevis</i> Naegeli in K�tz.	CLAE	+																							+
<i>Cymbella lanceolata</i> (Krammer) Krammer	CLTL	+																							+
<i>Cymbella parva</i> (W.Sm.) Kirchner	CPAR	+																							+
<i>Cymbella subtruncata</i> Krammer	CSUT	+																							+
<i>Cymbella tropica</i> Krammer	CTRO	+																							+
<i>Cymbella vulgata</i> Krammer	CVUL	+																							+
<i>Cymbopleura amphicephala</i> Krammer	CBAM	+																							+

NOME.x	CODICE	GUILDS		Aprile		Giugno		Luglio		Agosto1		Agosto2		Settembre1		Settembre2		Ottobre	
		Low profile	High profile	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	DKUE		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	DTEN		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	DEHR		+																
<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing	DMON		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing f. anormale	DMOT		+			+													
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	DVUL		+			+						+							
<i>Diploneis parma</i>	DPAR	+											+						
Cleve sensu Krammer & Lange-Bertalot	DSEP	+						+						+					
<i>Diploneis separanda</i> Lange-Bertalot	ENMI		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ecyonema minutum</i> (Hilse) Mann	ESLE		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ecyonema silesiacum</i> (Bleisch) Mann	ENVE		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ecyonema ventricosum</i> (Agardh) Grunow	ECES		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ecyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	ECMT		+																+
<i>Ecyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer f. anormale	ECPM		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ecyonopsis minuta</i> Krammer & Reichardt	ESUM		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ecyonopsis subminuta</i> Krammer & Reichardt	EOMI		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	ESBM		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eolimna subminuscula</i> (Manguin) Moser et al.	EADN		+																
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	EUFN		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eucocconeis flexella</i> (Kützing) Meister	EULA		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eucocconeis laevis</i> (Oestrup) Lange-Bertalot	EUNO		+																+
<i>Eunotia</i> sp.	FPEL		+																
<i>Fistulifera pelliculosa</i> (Brébisson) Lange-Bertalot	FSAP		+																+
<i>Fistulifera saprophila</i> (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	FALP		+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fragilaria alpestris</i> Krasske ex Hustedt	FAPO		+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fragilaria amphicephaloides</i> Lange-Bertalot	FAUT		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fragilaria austriaca</i> (Grunow) Lange-Bertalot	FCCT		+																+
<i>Fragilaria capucina</i> Desm (Grunow) Lange-Bertalot f. anormale																			
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kütz)	FRUT		+																+
Lange-Bert. ex Bukht. f. anormale	FDEL		+																
<i>Fragilaria delicatissima</i> (Smith) Lange-Bertalot	FGRA		+																+
<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup	FGRT		+																
<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup f. anormale	FLAT		+																
<i>Fragilaria lata</i> (Cleve-Euler) Renberg	FPFM		+																+
<i>Fragilaria perminuta</i> (Grunow) Lange-Bertalot	FRCP		+																+
<i>Fragilaria recapitulata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	FRUM		+																+
<i>Fragilaria rumpens</i> (Kütz.) Carlson	FVAU		+																+
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	FRUS		+																+
<i>Frustulia</i> species			+																

NOME.x	CODICE	GUILDS		Aprile M V	Giugno M V	Luglio M V	Agosto1			Agosto2			Settembre1			Settembre2			Ottobre M V
		Low profile	High profile				M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	GANT		+	+															
<i>Gomphonema</i> sp.	GOMP		+			+													
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehr.	GCAP		+			+													
<i>Gomphonema cymbellinum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GCBC		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema elegantissimum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GELG		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt	GEXL														+				+
<i>Gomphonema lateripunctatum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GLAT		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	GMIC		+	+		+									+				+
<i>Gomphonema minutum</i> (Ag.) Agardh	GMIN		+			+									+				+
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	GOLI		+	+	+	+	+	+	+										+
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GPAR		+	+		+									+				+
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GPRI		+			+				+									+
<i>Gomphonema species</i> f. <i>anormale</i>	GOMT		+			+													
<i>Gomphonema subclavatum</i> Grunow	GSCL		+																
<i>Gomphonema tenocultum</i> Reichardt	GTNO		+			+				+					+				+
<i>Gomphonema tergestinum</i> (Grunow) Schmidt	GTER		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema vidalii</i> Beltrami & Ector	GVID		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Halamphora montana</i> (Krauske) Levkov	HLMO		+			+													
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grunow	HAMP																		
<i>Melosira varians</i> Agardh	MVAR		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh	MCIR		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich	NAAM																		+
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	NANT																		+
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	NCPR		+																+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	NCRY		+																+
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	NCTE		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	NCTO		+			+													+
<i>Navicula dealpina</i> Lange-Bertalot	NDEA																		+
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	NRAD		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	NRCH		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula subalpina</i> Reichardt	NSBN		+																+
<i>Navicula tripunctata</i> (Müller) Bory	NTP		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula veneta</i> Kützing	NVEN		+																+
<i>Neidium hustedtii</i> Bastow var. <i>ellipticum</i> Bastow	NEHD																		+
<i>Nitzschia acidoclimata</i> Lange-Bertalot	NACD																		+
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	NAMP		+																+
<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	NIAR		+	+															+
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grunow var. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow	NDME		+																+

NOME..x	CODICE	GUILDS		Aprile		Giugno		Luglio		Agosto1		Agosto2		Settembre1		Settembre2		Ottobre	
		Low profile	High profile	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	NDIS		+																
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	NFON		+																
<i>Nitzschia gessneri</i> Hustedt	NGES		+																
<i>Nitzschia heufferiana</i> Grunow	NHEU		+																
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	NINC		+																
<i>Nitzschia lacuum</i> Lange-Bertalot	NILA		+																
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) Smith	NLJA		+																
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow	NMIC		+																
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow	NPAD		+																
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	NPAL		+																
<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M.Peragallo	NIPM		+																
<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow emend Lange-Bertalot	NIPU		+																
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	NREC		+																
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	NSJO		+																
<i>Nitzschia solgensis</i> Cleve-Euler	NSOL		+																
<i>Nitzschia</i> species f. anormale	NIZT		+																
<i>Nitzschia subtilis</i> Grunow	NISU																		
<i>Nitzschia tabellaria</i> (Grunow) Grunow	NTAB																		
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	PLFR	+																	
<i>Psammothidium chlidanos</i> (Hohn & Hellerman) Lange-Bertalot	PCHL	+																	
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun) Williams & Round	PSBR		+																
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	RSIN		+																
<i>Reimeria uniseriata</i> Sala Guerrero & Ferrario	RUNI		+																
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot	RABB		+																
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) Mann	SEBA																		
<i>Sellaphora stroemii</i> (Hustedt) Kobayasi	SSTM																		
<i>Sellaphora ventraloides</i> (Hustedt) Falasco & Ector	SVTL																		
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	SSMI																		
<i>Stauroneis venter</i> (Ehr.) Cleve & Moeller	SSVE		+																
<i>Surirella angusta</i> Kützing	SANG																		
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	SBKU																		
<i>Synedra acus</i> Kützing	SACU																		
<i>Synedra delicatissima</i> W.Smith	SYDE																		
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Mann	THUN																		
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	UBIC		+																
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compère	UULN		+																
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compère f. anormale	UULT		+																

Tab. III. Elenco delle specie indicatrici evidenziate tramite l'analisi 'ISA', eseguita sui tre gruppi di disturbo identificati mediante la cluster analysis. Il gruppo a disturbo assente corrisponde al codice '1', il gruppo a disturbo intermedio corrisponde al codice '2' mentre il gruppo a disturbo elevato al codice '3'.

Nome	Codice	Disturbo	p-value
<i>Cymbella affinis</i>	CAFF	1	0,001
<i>Encyonema minutum</i>	ENMI	1	0,002
<i>Encyonema silesiacum</i>	ESLE	1	0,045
<i>Encyonema ventricosum</i>	ENVE	1	0,001
<i>Encyonopsis cesatii</i>	ECES	1	0,045
<i>Fragilaria recapitellata</i>	FRCP	1	0,001
<i>Gomphonema angustum</i>	GANT	1	0,001
<i>Gomphonema cymbelliclinum</i>	GCBC	1	0,001
<i>Gomphonema micropus</i>	GMIC	1	0,005
<i>Gomphonema olivaceum</i>	GOLI	1	0,001
<i>Meridion circulare</i>	MCIR	1	0,004
<i>Navicula cryptotenella</i>	NCTE	1	0,001
<i>Navicula reichardtiana</i>	NRCH	1	0,001
<i>Nitzschia dissipata</i>	NDIS	1	0,001
<i>Nitzschia linearis</i>	NLIN	1	0,045
<i>Nitzschia palea</i>	NPAL	1	0,024
<i>Cocconeis pediculus</i>	CPED	2	0,001
<i>Gomphonema vidalii</i>	GVID	2	0,013
<i>Nitzschia gessneri</i>	NGES	2	0,001
<i>Achnanthisidium straubianum</i>	ADSB	3	0,033

ticolare, è classificata come "in pericolo" nella Lista Rossa delle diatomee. Il 'Gruppo 3', ad elevato disturbo, presenta un'unica specie come significativamente rappresentativa, *Achnanthisidium straubianum*, tollerante e tipica di ambienti meso-eutrofici, con una preferenza per i substrati calcarei (Falasco *et al.*, 2013).

L'ISA effettuata sulla base del livello di connessione al corso d'acqua principale, ha evidenziato come la categoria che comprende i MH connessi al flusso non presenti alcuna specie indicatrice (Tab. IV). Al contrario, nelle pozze isolate sono significativamente rappresentative le seguenti specie: *Caloneis lancettula*, *Encyonopsis cesatii* e *Gomphonema* spp. Nei microhabitat semi-isolati, l'unica specie risultata significativa è *Cymbella laevis*.

Tab. IV. Elenco delle specie indicatrici evidenziate tramite l'analisi 'ISA', eseguito sulle categorie relative al livello di connessione dei MH con il flusso principale. 'CONNESSO'='C'; 'ISOLATO'='I'; 'SEMI'='S'; 'CONNESSO + SEMI'='C+S'; 'ISOLATO + SEMI'='I+S'.

Nome	Codice	Connessione	p.value
<i>Cocconeis pediculus</i>	CPED	C+S	0,043
<i>Cymbella excisiformis</i>	CEXF	C+S	0,003
<i>Caloneis lancettula</i>	CLCT	I	0,047
<i>Encyonopsis cesatii</i>	ECES	I	0,002
<i>Gomphonema</i> spp.	GOMP	I	0,034
<i>Cyclotella distinguenda</i>	CDTG	I+S	0,045
<i>Nitzschia palea</i>	NPAD	I+S	0,049
<i>Cymbella laevis</i>	CLAE	S	0,022

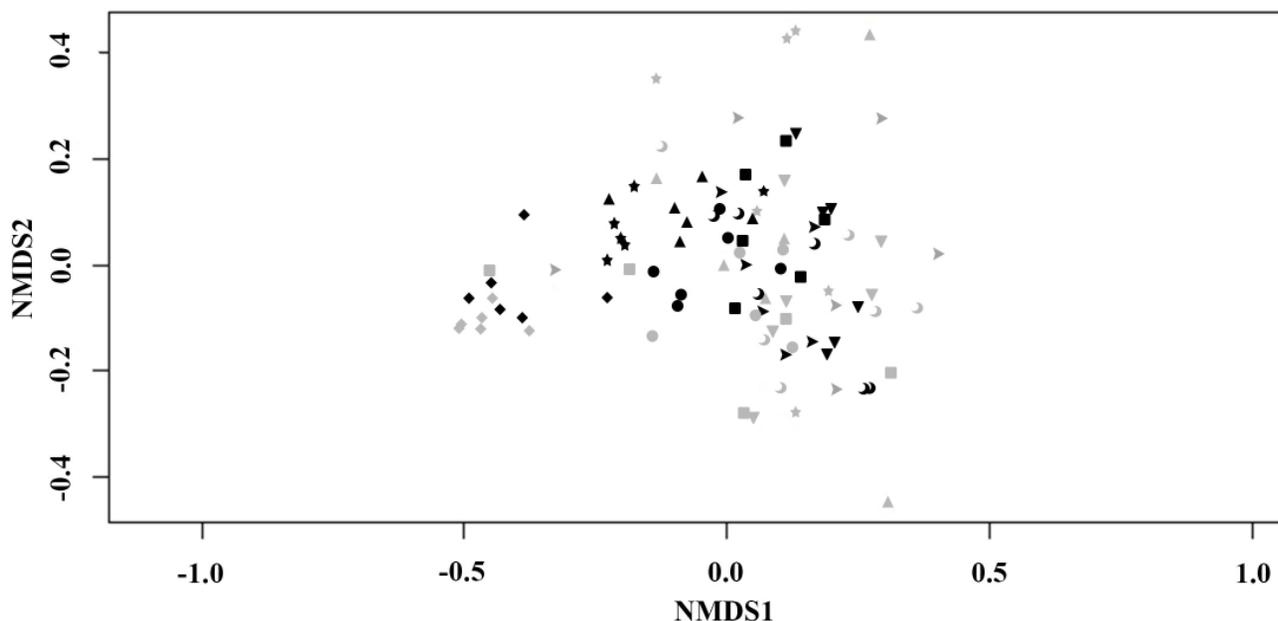


Fig. 2. Risultato grafico dell'NMSD dove si evidenzia lo scostamento delle comunità del mese di aprile e la maggiore dispersione delle comunità dei mesi successivi. I siti di monte sono rappresentati con il colore nero mentre i siti di valle con il colore grigio. La differenziazione mensile è stata eseguita secondo il seguente criterio: Aprile = rombo, Giugno = stella, Luglio = triangolo, Agosto 1 = cerchio, Agosto 2 = triangolo rivolto verso destra, Settembre 1 = luna, Settembre 2 = triangolo rovesciato, Ottobre = quadrato.

Se si considerano insieme i MH isolati e semi-connessi, risulta significativamente indicativa *Nitzschia palea*, specie ad ampia distribuzione, caratteristica di ambienti sia lotici che lentic, indicatrice di inquinamento; viene infatti classificata come polisaprobica, ipereutrafentica e neutrofila (Falasco *et al.*, 2013). In questa stessa categoria risulta significativa la presenza della specie planctonica *Cyclotella distinguenda*.

Il risultato grafico dell'analisi NMDS, che comprende sia i campioni prelevati con il metodo tradizionale (T) sia quelli prelevati dai diversi microhabitat (MH), è presentato in figura 2. Dal grafico si nota come i valori di aprile (rombi), rappresentanti le condizioni più stabili e meno disturbate, si discostino spazialmente da quelli dei mesi successivi. Inoltre non si notano differenze sostanziali tra i siti di monte e di valle, a significare che il disturbo a valle è minimo. In questa campagna di prelievo, le diverse metodologie di campionamento non hanno evidenziato importanti variazioni, con il risultato che le comunità dei T e dei MH appaiono piuttosto raggruppate. Nel corso della stagione estiva, invece, si nota un aumento delle differenze tra comunità di monte e di valle, queste ultime maggiormente soggetti al disturbo dovuto ai fenomeni di secca estiva. Inoltre, mentre si evidenziano lievi differenze tra le comunità campionate nei T e nei MH del sito a monte, nel sito a valle si nota una maggiore dispersione dei campioni, a significare una maggiore eterogeneità dell'habitat e variabilità delle comunità in base alla procedura di campionamento.

L'analisi delle guilds ecologiche delle comunità di monte e di valle, è rappresentata rispettivamente nei grafici a bolle delle Figure 3 e 4. Le comunità del tratto a monte, sono molto ben rappresentate dalla guild *low profile*, specialmente ad aprile, ma anche nei mesi estivi successivi. In questi campioni, infatti, prevalgono nettamente le specie *Achnanthydium minutissimum* (n° 1) e *Achnanthydium pyrenaicum* (n° 4). Durante la campagna di agosto2, si nota una drastica diminuzione delle due specie sopra citate, che viene compensata da un aumento graduale di alcune rappresentati del genere *Encyonopsis*. In particolare le specie *Encyonopsis minuta* (n° 14), *Encyonopsis ssubminuta* (n° 16) e *Cymbella subtruncata* (n° 12) prevalgono fino alla campagna settembre2, mentre ad ottobre la situazione sembra ridirigersi verso le condizioni iniziali. Per quanto riguarda le altre guild, le abbondanze relative sono molto più modeste. I valori massimi delle specie appartenenti alla guild *high profile* sono stati osservati ad agosto2 e settembre1. Le specie interessate sono *Gomphonema elegantissimum* (n° 30), *Gomphonema lateripunctatum* (n° 31) e *Fragilaria perminuta* (n° 29). Per la guild *motili*, ritroviamo tra le specie più abbondanti *Denticula kuetzingii* (n° 40). La guild *planctoniche* è scarsamente rappresentata da un'unica specie, *Synedra acus* (n° 50).

La situazione del tratto a valle (Fig. 4), appare diversa: nonostante la guild *low profile* sia comunque prevalente, le comunità sono meglio ripartite tra le varie guild ecologiche. La diminuzione del genere *Achnanthydium* nel corso della stagione estiva è più graduale rispetto al

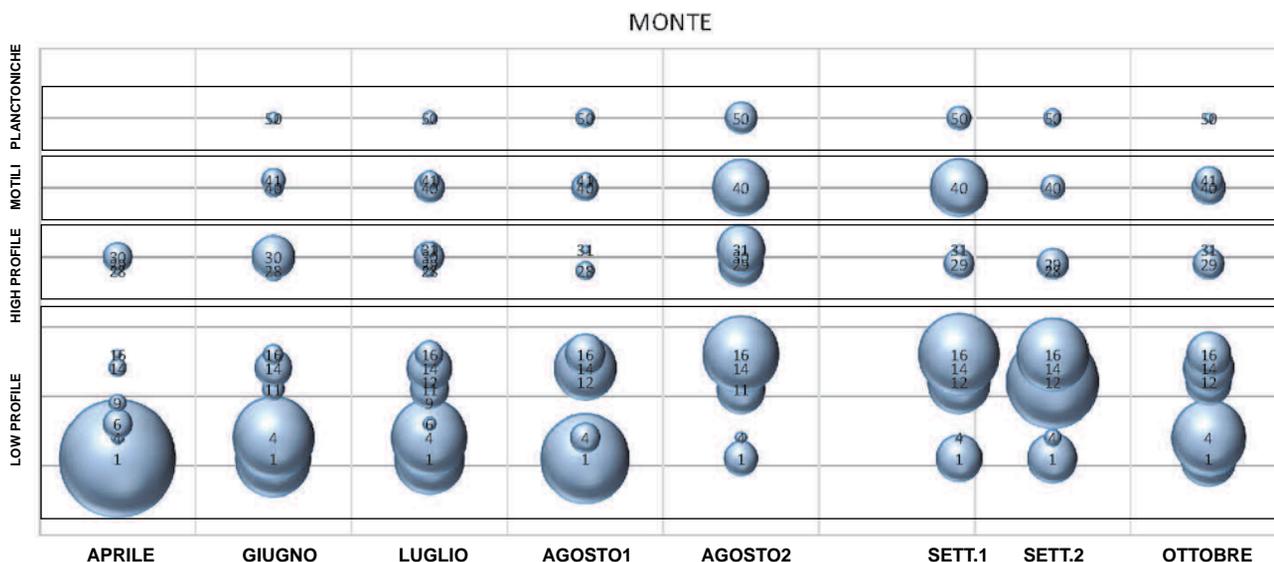


Fig. 3. 'Grafico a bolle' rappresentante i valori di abbondanza relativa delle specie appartenenti al tratto di monte. In ascissa è rappresentato l'intero periodo interessato dallo studio, mentre in ordinata sono elencate le 4 classi ecologiche di appartenenza. Ogni specie è rappresentata da una 'bolla' di ampiezza proporzionale all'abbondanza relativa all'interno della comunità e identificata con un numero. 1=ADMI; 4=ADPY; 6=BNEO; 9=CAEX; 11=CEXF; 12=CSUT; 14=ECPM; 16=ESUM; 28=DMON; 29=FPPEM; 30=GELG; 31=GLAT; 40=DKUE; 41=DTEN; 50=SACU. Gli acronimi utilizzati per indicare le specie sono gli stessi presenti in Omnidia 5.3 ed in tabella I.

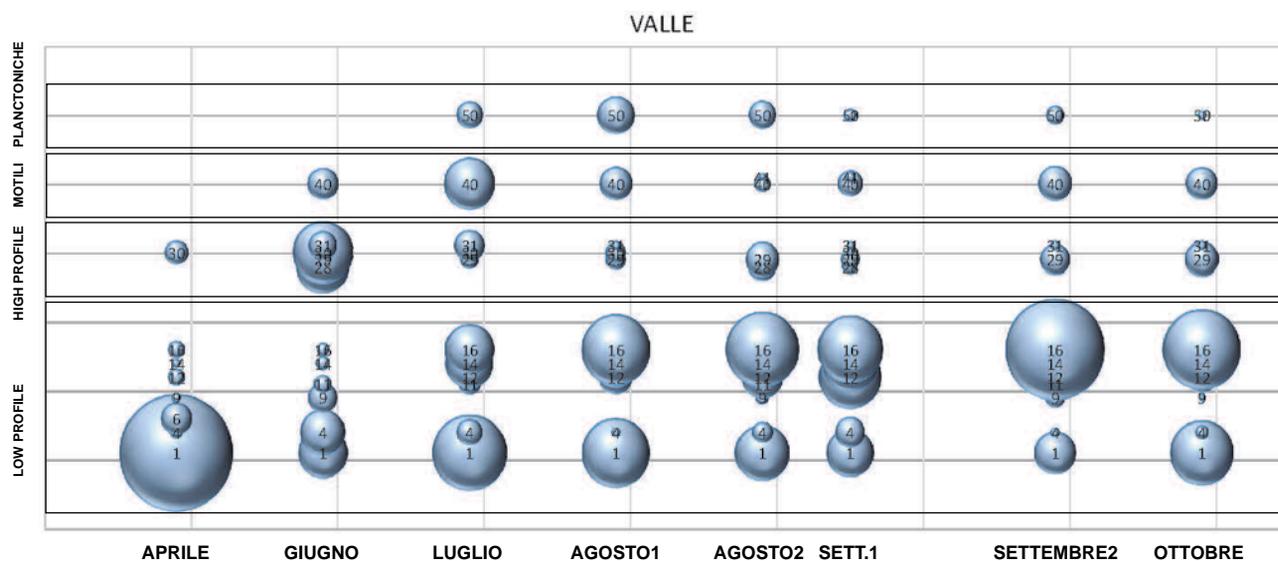


Fig. 4. ‘Grafico a bolle’ rappresentante i valori di abbondanza relativa delle specie appartenenti al tratto di valle. In ascissa è rappresentato l’intero periodo interessato dallo studio, mentre in ordinata sono elencate le 4 classi ecologiche di appartenenza. Ogni specie è rappresentata da una ‘bolla’ di ampiezza proporzionale all’abbondanza relativa all’interno della comunità e identificata con un numero. 1=ADMI; 4=ADPY; 6=BNEO; 9=CAEX; 11=CEXF; 12=CSUT; 14=ECPM; 16=ESUM; 28=DMON; 29=FPFM; 30=GELG; 31=GLAT; 40=DKUE; 41=DTEN; 50=SACU. Gli acronimi utilizzati per indicare le specie sono gli stessi presenti in Omnidia 5.3 ed in tabella I.

tratto di monte, mentre l’abbondanza del genere *Encygnopsis* è molto più accentuata: le specie rappresentative di questo genere infatti, sono ancora dominanti nel mese di ottobre. Infine, i valori di abbondanza relativa massima delle altre guild ecologiche vengono raggiunti prima rispetto al sito di monte. Già a giugno infatti si nota un aumento delle specie *high profile*, mentre le specie *motili* aumentano significativamente a luglio. La situazione delle *planctoniche* rimane pressoché simile.

DISCUSSIONE

Le peculiari condizioni climatiche che caratterizzano i corsi d’acqua a regime intermittente, influiscono sensibilmente sullo sviluppo delle comunità bentoniche che ne fanno parte (Novais *et al.*, 2014). Nel corso di questo lavoro, è stato evidenziato come le comunità diatomiche del fiume Merula mostrino risposte differenti al disturbo fisico nel corso dei diversi mesi dell’anno. Queste differenze seguono un gradiente di disturbo crescente: nel mese di aprile, quando il disturbo è pressoché minimo, le comunità risultano sostanzialmente differenti da quelle estive, che, a loro volta mostrano una variazione lungo un gradiente temporale al crescere del disturbo provocato dalla siccità. Questi dati ci confermano, ancora una volta, come l’elevata stagionalità di questi ambienti si ripercuota sugli organismi che li popolano.

Nell’intento di valutare se alcune specie fossero indicatrici di alcuni periodi dell’anno o meno, è emerso che le comunità di aprile sono costituite prevalentemente da specie colonizzatrici secondarie, sintomo di

un buon grado di maturità e del raggiungimento di un certo equilibrio all’interno del perifiton. Le specie in questione sono generalmente poco o mediamente tolleranti il disturbo fisico e potrebbero essere limitate dal fenomeno dell’intermittenza. Dall’analisi ISA, è inoltre emerso come le pozze connesse con il flusso principale non siano contraddistinte da alcuna specie indicatrice, diversamente dalle pozze isolate. Ciò significa che le cosiddette ‘pools’ sono effettivamente dei microhabitat peculiari, che ospitano specie non presenti nel tratto principale, e in quanto tali possono assumere particolare importanza nella fase di monitoraggio. Nel caso dei fiumi intermittenti, il solo campionamento tradizionale risulta non esaustivo e non in grado di riflettere pienamente l’enorme eterogeneità dell’ecosistema che si viene a creare durante il periodo estivo.

Per quanto riguarda l’approccio sperimentale utilizzato in questa ricerca (MH), si può notare come non siano state evidenziate particolari differenze in termini di composizione delle comunità, nei siti di valle e di monte relativi al mese di aprile. Le condizioni del corso d’acqua, in questo periodo, sono infatti piuttosto stabili e non presentano significative perturbazioni. La situazione è invece diversa man mano che si analizzano i dati dei mesi successivi. È possibile notare dal grafico dell’NMDS come, con il procedere della siccità, le comunità del sito di monte e di valle si differenzino in maniera significativa, così come i campioni prelevati nel transetto e quelli provenienti dai microhabitat. Inoltre la dispersione dei campioni di valle è maggiore di quelli

di monte. In questa sezione, infatti, i fenomeni di secca hanno un impatto maggiore sulle comunità bentoniche e, di conseguenza, si registra una più elevata variabilità delle comunità diatomiche che riflette a sua volta una maggiore eterogeneità dei microhabitat.

Nel torrente Merula, sia nel tratto a valle che in quello a monte, esiste una spiccata dominanza della guild *low profile*, specialmente nel mese di aprile. Ciò nonostante, durante il periodo estivo, quando la corrente diminuisce e aumenta la concentrazione dei nutrienti, è stato registrato in entrambi i siti un incremento delle specie appartenenti alla guild *high profile* e, in parte, alla guild *motili*, in accordo con il trend tipico evidenziato da precedenti studi in ambito mediterraneo (Gallo *et al.*, 2013; Lai *et al.*, 2014). Durante il mese di ottobre, la situazione sembra ridirigersi verso le condizioni iniziali anche se i rapporti tra le guild non sono ancora gli stessi di aprile.

CONCLUSIONI

Il fenomeno dell'intermittenza sta rivestendo sempre più importanza, sia nelle idroecoregioni mediterranee, sia in quelle alpine, in cui l'uso indiscriminato delle risorse da parte dell'uomo assume un ruolo fondamentale. Per questo motivo, l'individuazione di strumenti in grado di rilevare gli impatti creati dalla scarsità idrica sulla componente biotica è molto importante. Il torrente

Merula, preso in esame durante questo studio, presenta tutte le caratteristiche tipiche di un fiume a regime mediterraneo e le comunità diatomiche presenti al suo interno risentono degli effetti di un regime idrico intermittente. La grande eterogeneità che si crea all'interno dei MH rischia sovente di non venire completamente rappresentata tramite il solo utilizzo del protocollo di campionamento standard, ossia il transetto (Mossino *et al.*, 2015). In questo contesto, un campionamento più approfondito, come quello proposto nel nostro studio, presenta numerosi vantaggi mantenendo perlopiù invariato lo sforzo di campionamento. L'analisi delle comunità dei microhabitat restituisce una più chiara panoramica delle specie presenti nei tratti disturbati, caratterizzati da elevata eterogeneità. Inoltre, può fornire importanti informazioni riguardo la distribuzione ed autecologia delle specie di diatomee.

RINGRAZIAMENTI

Desideriamo ringraziare Anna Risso e Marco Bodon (ARPAL) per aver fornito preziose informazioni e consigli durante l'impostazione del disegno sperimentale. Ringraziamo Sabrina Mossino, Marta Franchino, Alberto Doretto, Giacomo Bozzolino, Leonardo Manzari e Irene Conenna per l'aiuto nel lavoro di campo e di laboratorio. Questo lavoro è parte di un assegno di ricerca vinto dalla dott.ssa Elisa Falasco nel 2014 dal titolo: "Diatom communities and droughts in Mediterranean rivers", cofinanziato dall'Università degli Studi di Torino.

BIBLIOGRAFIA

- B-Béres V., Török, P., Kókai Z., Krasznai E.T., Tóthmérész B., Bácsi I., 2014. Ecological diatom guilds are useful but not sensitive enough as indicators of extremely changing water regimes. *Hydrobiologia*, **738**: 191-204.
- Bey M.Y., Ector L., 2013. *Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhône-Alpes*. Tome 1-6. Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Rhône-Alpes, 1182 pp.
- Blanco S., Cejudo-Figueiras C., Álvarez-Blanco I., Bécares E., Hoffmann L., Ector L., 2010. *Atlas de las diatomeas de la cuenca del Duero*. Área de Publicaciones. Universidad de León, León (Spain), 386 pp.
- Boulton A.J., 1989. Over-summarizing refugees of aquatic macroinvertebrates in two intermittent streams in Victoria. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, **113**: 23-34.
- Buffagni A., 2004. *Classificazione ecologica a carattere lenticolo-tico in fiumi mediterranei*. Quad. Ist. Ric. Acque 122, Roma (Italy), IRSA, 190pp.
- De Caceres, M., Legendre, P., 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. Ecology, URL <http://sites.google.com/site/miqueldecaceres/>
- Ector L., Wetzel C.E., Novais M.H., Guillard D., 2015. *Atlas des diatomées des rivières des Pays de la Loire et de la Bretagne*. DREAL Pays de la Loire, Nantes. 649 pp.
- Elias C.L., Calapez A.R., Almeida S.F.P., Feio M.J., 2014. From perennial to temporary streams: an extreme drought as a driving force of freshwater communities' traits. *Marine and Freshwater Research*, **66**: 469-480.
- European Committee for Standardization, 2003. *Water Quality Guidance Standard for the Routine Sampling and Pretreatment of Benthic Diatoms from Rivers*. European Standard EN 13946. European Committee for Standardization: Brussels, 14 pp.
- Falasco E., Piano E., Bona F., 2013. Guida al riconoscimento e all'ecologia delle principali diatomee fluviali dell'Italia nord occidentale. *Biologia Ambientale*, **27**: 1-292.
- Gallo L., Battezzatore M., Corapi A., De Filippis A., Mezzotero A., Lucadamo L., 2013. Environmental analysis of a regulated Mediterranean stream based on epilithic diatom

- communities – the Crati River case (southern Italy). *Diatom Research*, **28**: 143-156.
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H., 2011. *Diatomeenim Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Koeltz Scientific Books, Königstein: 908 pp.
- Krammer K., 1997a. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 1. Allgemeines und *Encyonema* Part. *Bibl. Diatomol.*, **36**: 1-382.
- Krammer K., 1997b. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 2. *Encyonema* part, *Encyonopsis* and *Cymbellopsis*. *Bibl. Diatomol.*, **37**: 1-469.
- Krammer K., 2002. *Cymbella*. In: H. Lange-Bertalot (ed.), *Diatoms of Europe*. 3. A.R.G. GantnerVerlag K. G., Rugell: 584 pp.
- Krammer K., 2003. *Cymboplectra*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. In: H. Lange-Bertalot (ed.), *Diatoms of Europe*. 4. A.R.G. GantnerVerlag K.G., Rugell: 530 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1986. *Bacillariophyceae Teil: Naviculaceae*. 1. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 2. Fischer Verlag, Stuttgart: 876 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1988. *Bacillariophyceae Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. 2. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 2. Fischer Verlag, Stuttgart: 610 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1991a. *Bacillariophyceae Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. 3. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 2. Fischer Verlag, Stuttgart: 598 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1991b. *Bacillariophyceae Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema*. 4. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 2. Fischer Verlag, Stuttgart: 437 pp.
- Lai G.G., Padedda B.M., Virdis T., Sechi N., Lugliè A., 2014. Benthic diatoms as indicators of biological quality and physical disturbance in Mediterranean watercourses: a case study of the Rio Mannu di Porto Torres basin, Northwestern Sardinia, Italy, *Diatom Research*, **29**: 11-26.
- Lake P.S., 2003. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. *Freshwater biology*, **48**: 1161-1172.
- Lange-Bertalot H., 2001. *Navicula sensu stricto*, 10 Genera separated from *Navicula sensu lato*, *Frustulia*. In: H. Lange-Bertalot (ed.), *Diatoms of Europe*. 2. A.R.G. GantnerVerlag K.G., Rugell: 526 pp.
- Lange-Bertalot H., Metzeltin D., 1996. Indicators of Oligotrophy. In: H. Lange-Bertalot (ed.), *Iconographia Diatomologica*. 2. Koeltz, Koenigstein: 390 pp.
- Lange-Bertalot H., Steindorf A., 1996. Rote liste der limnischen-kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, **28**: 633-677.
- Mossino S., Piano E., Bona F., Falasco E., 2015. Diatomee nei corsi d'acqua mediterranei: prelevo dove devo? *Biologia Ambientale*, **29** (1): 1-8.
- Novais M.H., Morais M.M., Rosado J., Dias L.S., Hoffmann L., Ector L., 2014. Diatoms of temporary and permanent watercourses in southern Europe (Portugal). *River Research and Applications*, **30**: 1216-1232.
- Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., Minchin P.R., O'Hara R.B., Simpson G.L., Solymos P., Stevens M.H.H., Wagner H., 2016. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.3-5. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Passy S.I., 2007. Diatom ecological guilds display distinct and predictable behaviour along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquatic Botany*, **86**: 171-178.
- R Core Team, 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria <http://www.R-project.org/>
- Reichardt E., 1999. Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. Die Artenum *G. affine/insigne*, *G. angustum/micropus*, *G. acuminatum* sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen. In: H. Lange-Bertalot (ed.), *Iconographia Diatomologica*. 8. A.R.G. GantnerVerlag K. G., Rugell.
- Rimet F., Bouchez A., 2012. Life-forms, cell-sizes and ecological guilds of diatoms in European rivers. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, **406**: 1-12.
- Smucker N.J. and Vis M.L., 2010. Using diatoms to assess human impacts on streams benefits from multiple-habitat sampling. *Hydrobiologia*, 654: 93-109.
- Smucker N.J., Vis M.L., 2011. Contribution of habitat sampling and alkalinity to diatom diversity and distributional patterns in streams: implications for conservations. *Biodiversity and Conservation*, **20**: 643-661.
- Stenger-Kovács C., Lengyel E., Crossetti L.O., Üveges V., Padišák J., 2013. Diatom ecological guilds as indicators of temporally changing stressors and disturbances in the small Torna-stream, Hungary. *Ecological Indicators*, **24**: 138-147.
- UNI EN 13946, 2005. *Qualità dell'acqua - Norma guida per il campionamento di routine ed il pretrattamento di diatomee bentoniche da fiumi*. Norma EN 13946.
- Werum M., Lange-Bertalot H., 2004. Diatoms in Springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts. In: H. Lange-Bertalot (ed.), *Iconographia Diatomologica*. 13. Koeltz, Koenigstein: 417 pp.

Prima segnalazione della specie aliena ghiozzo a testa grossa *Neogobius melanostomus* (Pallas 1811) in Italia

Thomas Busatto^{1*}, Ferdinando Benatelli¹, Giuseppe Maio², Enrico Marconato², Stefano Salviati², Giovanni La Piana¹.

¹ Libero professionista, via A. Palladio 20 – 30175 Venezia; t.busatto74@gmail.com

² Aquaprogram s.r.l. - Via L. Della Robbia, 48 36 – 100 Vicenza

* Referente per la corrispondenza: t.busatto74@gmail.com

Pervenuto il 12.2.2016; accettato il 24.2.2016

Riassunto

Nel maggio 2012 due esemplari di *Neogobius melanostomus* sono stati catturati nel Canale Po di Levante, il ramo più a nord del Delta del Po. Ad oggi questo rappresenta il primo rilevamento della presenza di questa specie in Italia, ma ulteriori catture sono state segnalate successivamente in occasione di alcune gare di pesca sportiva in zone limitrofe al primo ritrovamento. Come già documentato dalla letteratura internazionale, si tratta di una specie invasiva che può potenzialmente ampliare in tempi brevi il proprio areale di distribuzione nel bacino Padano-Veneto.

PAROLE CHIAVE: *Neogobius melanostomus* / specie esotiche / Po di Levante

First record of alien species *Neogobius melanostomus* (Pallas 1811) in Italy

Two specimens of the alien species Round goby were found along the river Po Delta: it's the first finding of the species in Italy. The area is vocated to sport fishing and during some competitions other speciemens have been hooked. International literature describes the species as invasive with an high potential to spread along water bodies and in the nearby.

KEYWORDS: *Neogobius melanostomus* / alien species / Po di Levante

INTRODUZIONE

Il ghiozzo a testa grossa, *Neogobius melanostomus*, conosciuto come “Round goby”, è una specie originaria del Mar Nero, Mar Caspio, Mar d'Azov, e parte più orientale del Mare di Marmara (Copp *et al.*, 2005; Kottelat e Freyhof, 2007), oltre del reticolo idrografico limitrofo, dove la specie è anche stata a lungo utilizzata come risorsa alimentare. La prima presenza al di fuori dell'areale originario si riferisce intorno agli Anni Cinquanta al Lago di Aral (Miller, 1986), nel cui bacino per diverse decine di anni ha costituito una discreta fonte di reddito, ma che ora appare scomparsa a causa delle mutate condizioni ambientali e, in particolare, dell'aumento della salinità del lago. Al contrario, risulta invece introdotta nel 1990 con successo e tuttora presente nel Mar Baltico: viene infatti segnalata nella

Baia di Danzica nel 1990 (Skóra e Stolarski, 1993) e dal 2004 sulle coste tedesche dove verosimilmente deve essere arrivata attraverso il sistema di canali usualmente utilizzati per la navigazione che dal Fiume Volga va fino alle coste polacche e tedesche (Copp *et al.*, 2005), mentre in direzione ovest la sua presenza è segnalata anche nel Golfo di Pomerania e nei piccoli laghi ad esso connessi (Sapota, 2012). Un recente studio ha messo in evidenza che le ragioni della sua diffusione nel Mar Baltico in direzione delle coste svedesi, norvegesi e finlandesi sono in realtà da imputare sia ad attività antropiche, considerata l'elevata presenza di porti, sia a condizioni locali del moto ondoso (Kotta *et al.*, 2016).

N. melanostomus ha invaso in pochi anni zone molto più a nord dell'areale di distribuzione originario, essendo

stata ritrovata sul Fiume Volga a monte di Mosca e nel di Bacino artificiale di Rybysnsk dove la sua presenza è stata riconfermata nel 2010 e nel quale pare sia ormai naturalizzata (Stolbunov *et al.*, 2013). Dal Mar Nero attraverso il Danubio ha raggiunto l’Austria nel 2000 e la Germania nel 2004 (Kottelat e Freyhof, 2007), per poi estendersi verso ovest in Belgio dove è stata catturata nelle acque salmastre del Fiume Schelda nel 2010 (Verreicken *et al.*, 2011). Sempre attraverso il reticolo danubiano, nel 2003 ha potuto raggiungere verso sud la Slovacchia (Stráňai e Andreji, 2004), nel 2011 il Fiume Sava in Croazia (Piria *et al.*, 2011). Recentemente poi ha colonizzato anche tre grandi corsi d’acqua che sfociano nel Mare del Nord: il Fiume Weser (Brunken *et al.*, 2012), il Fiume Elba (Hempel e Thiel, 2013) e il Fiume Oder nel 2013 (Schomaker e Wolter, 2014). Nel 1990 è stata introdotta nella regione dei Grandi Laghi in America Settentrionale, presso il Fiume Saint Clair su entrambe le sponde, statunitense e canadese (Jude *et al.*, 1992). Da quel momento le segnalazioni si sono succedute fino a coprire l’intero reticolo idrografico compreso tra il Minnesota a ovest, l’Indiana a sud e il Distretto di New York a est. Studi recenti hanno evidenziato come la presenza del ghiozzo a testa grossa nel territorio di introduzione americano abbia causato la contrazione di popolazioni di specie locali entrando in competizione alimentare e spaziale con esse.

In generale, l’introduzione di questa specie in una nuova area geografica appare un fatto accidentale; riguardo ai mezzi di diffusione utilizzati per colonizzare nuove aree, si ipotizza che le grandi distanze coperte da *N. melanostomus* siano imputabili al rilascio di uova e larve dall’acqua di sentina di imbarcazioni, visto che la specie non possiede grandi capacità natatorie, ma non si esclude che essa sia anche in grado di diffondersi autonomamente con una velocità media di migrazione di quasi 4 km all’anno (Schomaker e Wolter, 2014). Permane l’ipotesi che in alcuni casi la diffusione di grandi proporzioni come quella osservata nel Golfo di Danzica (130 km² coperti tra il 1997 e il 2001), sia dovuta a introduzioni multiple e prolungate nel tempo come in aree portuali interessate da forte traffico di navi commerciali.

N. melanostomus vive in acque dolci e salmastre come hanno dimostrato le capacità di diffusione sia in corsi d’acqua sia in zone costiere. Come molti Gobidi, è una specie bentonica, presente sui fondi sassosi e sabbiosi o su strutture marine come moli e banchine oltre che su banchi di molluschi, ed è in grado di resistere a correnti elevate ancorandosi al substrato grazie al disco pelvico. Nelle aree in cui le popolazioni sono state meglio analizzate, ovvero nel Golfo di Danzica, la sex ratio è di 2-3 femmine ogni maschio e questo tende ad essere sessualmente maturo un anno prima rispetto alle femmine che effettuano la loro prima deposizione

a circa 3 anni. Il periodo riproduttivo coincide con la primavera-estate quando il maschio mostra una livrea quasi completamente nera e tende a costruire un nido sotto pietre, conchiglie o piante acquatiche, per proteggere le uova, deposte frequentemente anche da diverse femmine. Queste, a loro volta, possono deporre più volte nel corso di un anno e il periodo di incubazione dell’embrione dura circa 18-20 giorni, mentre lo stadio larvale è quasi assente.

Il ghiozzo a testa grossa ha una dieta generalista, composta principalmente da crostacei, larve di insetti, piccoli pesci e, soprattutto, molluschi (Polačik *et al.*, 2009; Števove e Kováč, 2013), non disdegnando neppure carcasse di pesci di cui attacca principalmente i tessuti molli come occhi e interiora: si ritiene che quest’ultima preferenza alimentare sia stata a lungo sottostimata nell’analisi dei contenuti intestinali della specie, visto che probabilmente questi scompaiono velocemente essendo facilmente assimilabili (Polačik *et al.*, 2015).

DATI RIFERIBILI AGLI ESEMPLARI CATTURATI

Il ritrovamento dei due esemplari di ghiozzo a testa grossa (Fig. 1) è avvenuto l’8 maggio 2012 nel corso di un campionamento di fauna ittica tramite elettropesca, nel fiume Po di Levante nei pressi di Porto Viro (45°02’18.4”N; 12°11’42.1”E), in Veneto (Fig. 2). Il corso d’acqua in questo tratto presenta difese spondali formate da massi ciclopici per prevenire l’erosione dell’argine dal moto ondoso creato dai natanti e dalle chiatte; la profondità massima è di 6 m, ma nel punto di cattura essa è attorno al 1,5 m. La conducibilità dell’acqua è molto variabile, data la vicinanza con il mare, e si presenta con valori medi elevati, attorno a 1000 µS/cm. Al momento del campionamento il tratto era popolato da numerose altre specie quali *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), *Alburnus arborella* (Bonaparte, 1841), *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), *Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758), *Pseudorasbora parva* (Temminck



Fig. 1. Esemplare di *Neogobius melanostomus* appena catturato nel Fiume Po (8 maggio 2012).

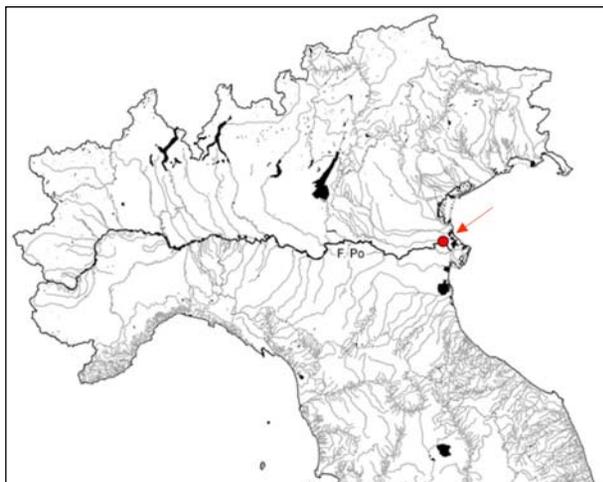


Fig. 2. Bacino del Fiume Po: punto di cattura in cui è stato rinvenuto *N. melanostomus* nei pressi del Delta.

& Schlegel, 1846), *Rhodeus sericeus* (Pallas, 1776), *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), *Alosa fallax* (Lacépède, 1803), *Liza ramada* (Risso, 1827), *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), *Silurus glanis* Linnaeus, 1758, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758). I due esemplari di Gobiidae sono stati subito riconosciuti come estranei alla fauna ittica locale grazie alla grossa macchia scura sulla prima pinna dorsale, che non è presente nelle specie di ghiozzi indigeni che popolano il corso d'acqua, e ha fatto pensare a una specie esotica di nuova introduzione. Un esame più approfondito in laboratorio ha decisamente fatto propendere per la determinazione degli esemplari come *N. melanostomus*. Per il rilevamento dei dati elencati in Tabella I sono stati utilizzati bilancia elettronica, calibro elettronico e stereomicroscopio.

I due esemplari di *N. melanostomus* sono stati depositati presso il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze, dove sono conservati in alcool al 75%.

Essi presentano le seguenti caratteristiche generali:

- corpo relativamente allungato con testa ampia, tanto larga quanto profonda
- colorazione in vivo marrone-giallo con ampie macchie sui fianchi
- il primo raggio ramificato della seconda pinna dorsale lungo quanto il penultimo raggio
- presenza di scaglie nell'area dorsale della testa
- scaglie cicloidi e ctenoidi

- frenum del disco pelvico con piccoli lobi laterali, lungo circa $\frac{1}{3}$ rispetto alla lunghezza totale del disco.

Le caratteristiche presentate dagli esemplari catturati sono state confrontate con la descrizione della specie data da Skora *et al.* (1999) e Miller (1986). Le dimensioni e i caratteri meristici sono riportati nella tabella I.

DISCUSSIONE

N. melanostomus è attualmente una delle specie con la maggior capacità invasiva in termini di estensione dell'areale, essendo stata introdotta in gran parte dei Paesi Europei, nell'Asia occidentale e in Nord America, sia negli Stati Uniti che in Canada. Dopo il primo ritrovamento effettuato in Italia nel 2012 (descritto nel presente lavoro), numerose altre catture negli anni successivi hanno confermato che la specie si sta diffondendo velocemente e si è ormai naturalizzata nel tratto di Po studiato. *N. melanostomus* ha una dieta poco specializzata e si riproduce più volte l'anno, presentando quindi le caratteristiche ecologiche tipiche di una specie invasiva. Nelle aree nelle quali la specie è stata introdotta, essa ha velocemente preso campo riuscendo ad avanzare anche naturalmente e ad occupare facilmente varie nicchie ecologiche sia di specie marine che di acque salmastre e dolci.

Non è chiaro come la specie sia arrivata in Italia ma è difficile immaginare una migrazione spontanea di *N. melanostomus* seguendo la via marina: infatti, pur trattandosi di una specie dotata di una certa eurialinità, è improbabile che sia stato in grado di risalire l'Adriatico, avanzando lungo le coste del Mediterraneo, dato che non è mai stata segnalata la sua presenza in tale area.

Tra le ipotesi più accreditabili sono da considerare il trattenimento di uova o avannotti nell'acqua di sentina di navi e piccole imbarcazioni turistiche provenienti dal centro Europa oppure l'immissione accidentale a seguito di semine di pesce, dato che nell'area si svolgono numerose competizioni di pesca sportiva. Si tratta quindi dell'introduzione di specie aliena che sfugge facilmente al controllo e che, avendo i natanti come mezzo prevalente di diffusione, presenta elevate capacità di ampliamento dell'areale di introduzione, come le recenti nuove segnalazioni fanno presumere. Tuttavia il fatto che la specie sia comparsa per la prima volta in Italia proprio in un tratto fortemente vocato alla pesca sportiva riapre la discussione sul problema dell'inquinamento degli stock di pesci destinati alla pratica alieutica da parte di specie non desiderate come purtroppo si verifica ancora frequentemente nel nostro Paese (Gherardi *et*

Tab. I. Caratteri dei due esemplari *N. melanostomus* catturati nel Delta del Po.

Dimensioni (mm)	Peso (g)	Sesso	Scaglie in serie laterale	Formula raggi
96	10	maschio	55	D1 VI; D2 I+15; A I+12; P 18; V I+5
95	8	maschio	55	D1 VI; D2 I+15; A I+12; P 18; V I+5

al., 2008; Nocita e Zerunian, 2007), dato che molto spesso gli allevamenti di pesci esistenti in Italia, da cui partono tali stock, rappresentano solo un punto di passaggio di animali provenienti da altri Paesi, in gran parte dell'Europa dell'Est, che qui vengono stabulati per un breve periodo e poi rivenduti e trasportati in varie parti d'Italia, e questa pratica determina uno tra i più elevati tassi di specie ittiche alloctone, sia esotiche che transfaunate, presenti su tutto il territorio. La posizione del Canale Po di Levante dove è stata rinvenuta la specie è davvero peculiare all'interno del bacino idrografico Tartaro-Canalbianco-Po di Levante, connesso a monte con i Laghi di Mantova e a Ovest con la linea navigabile Po Brondolo che collega la laguna

di Chioggia a Venezia. Il Canale rappresenta inoltre lo sbocco a mare commerciale e diportistico di Rovigo, quindi le potenzialità di diffusione di *N. melanostomus* sono molto elevate e se non verranno attuate misure di contenimento nei confronti della specie è ipotizzabile un forte ampliamento del suo areale di introduzione nel Nord Italia sia in acque dolci/salmastre che marine.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano vivamente la Dott.ssa Annamaria Nocita del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze per il supporto offerto nella verifica di validità della determinazione della specie aliena, nella revisione del testo e per la disponibilità offerta alla conservazione degli esemplari.

BIBLIOGRAFIA

- Brunken H., Castro J.F., Hein M., Verwold A., Winkler M., 2012. Erstnachweis der Schwarzmund-Grundel *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in der Weser. First records of round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in the river Weser. *Lauterbornia*, **75**: 31-37.
- Copp G.H., Bianco P.G., Bogutskaya N.G., Eros T., Falka I., Ferreira M.T., Fox M.G., Freyhof J., Gozlan R.E., Grabowska J., Kováč V., Moreno-Amich R., Naseka A.M., Peňáz M., Povž M., Przybylski M., Robillard M., Russell I. C., Stakėnas S., Šumer S., Vila-Gispert A., Wiesner C., 2005. To be, or not to be, a non-native freshwater fish? *Journal of Applied Ichthyology*, **21**: 242-262.
- Gherardi F., Bertolino S., Bodon M., Casellato S., Cianfanelli S., Ferraguti M., Lori L., Mura G., Nocita A., Riccardi N., Rossetti G., Rota E., Scalera R., Zerunian S., Tricarico E., 2008. Animal xenodiversity in Italian inland waters: distribution, modes of arrival, and pathways. *Biological Invasions*, **10**: 435-454.
- Hempel M., Thiel R., 2013. First records of the round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in the Elbe River, Germany. *Bioinvasions Records*, **2**: 291-295
- Kotta J., Nurkse K., Puntilla R., Ojaveer H., 2016. Shipping and natural environmental conditions determine the distribution of the invasive non-indigenous round goby *Neogobius melanostomus* in a regional sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **169**: 15-24.
- Kottelat M., Freyhof J., 2007. *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland, 646 pp.
- Jude D., Reider R.H., Smith G.R., 1992. Establishment of Gobiidae in the Great Lakes Basin. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1992, **49**(2): 416-421.
- Miller P.J., 1986. Gobiidae. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.-C., Nielsen J., Tortonese E. (eds.), *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris, **3**: 1019-1085.
- Nocita A., Zerunian S., 2007. L'ittiofauna aliena nei fi umi e nei laghi d'Italia. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 93-96.
- Piria M., Šprem N., Jakovlić I., Tomljanović T., Matulić D., Treer T., Aničić I., Safner R., 2011. First record of round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in the Sava River, Croatia. *Aquatic Invasions*, **6**, (19): 153-157.
- Polačik M., Janáč M., Jurajda P., Adámek Z., Ondračková M., Trichkova T., Vassilev M., 2009. Invasive gobies in the Danube: how do they utilize the new environment? *Ecology of Freshwater Fish*, **18**: 640-649.
- Polačik M., Jurajda P., Blažek R., Janáč M., 2015. Carcass feeding as a cryptic foraging mode in round goby *Neogobius melanostomus*. *Journal of Fish Biology*, **87**: 194-199.
- Sapota M.R., 2012. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Neogobius melanostomus*. – From: *Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS* www.nobanis.org, Date of access 27/01/2016.
- Schomaker C., Wolter C., 2014. First record of the round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in the lower River Oder, Germany. *BioInvasions Records* **3** (3): 185-188.
- Skóra K.E., Stolarski J., 1993. New fish species in the Gulf of Gdansk *Neogobius* sp [cf. *Neogobius melanostomus* (Pallas 1811)], *Bulletin of the Sea Fisheries Institute*, **1** (128): 83.
- Skóra K.E., Olenin S., Gollasch S., 1999. *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811) Gobiidae, Osteichtys (Black spotted goby). In: Gollasch S., Michin D., Rosenthal H., Voight M. (Eds.). *Exotics across the ocean. Case histories on introduced species: their general biology, distribution, range expansion and impact*. Logos Verlag Berlin. (MAS-CT-97-0111). 69-73 pp.
- Števove B., Kováč V., 2013. Do invasive bighead goby *Neogobius kessleri* and round goby *N. melanostomus* (Teleostei, Gobiidae) compete for food? *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, **410**: 87-101.
- Stolbunov I.A., Malin M.I., Karabanov D.P., 2013. Finding of round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) from the Rybinsk Reservoir. *Biologiya Vnutrennikh*, **4**: 94-96.
- Štráňai I., Andreji A., 2004. The first report of round goby, *Neogobius melanostomus* (Pisces, Gobiidae) in the waters of Slovakia. *Folia Zoologica*, **53**(3): 335-338.
- Verreicken H., Breine J.J., Snoeks J., Belapaire C., 2011. First record of the round goby, *Neogobius melanostomus* (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae) in Belgium. *Acta ichthyologica et piscatoria*, **41** (2): 137-140.

Primi dati certi sulla presenza della martora (*Martes martes* Linnaeus, 1758) nel comprensorio dei Monti Lepini (Italia, Lazio meridionale)

Carmine Esposito^{1*}, David Campagna²

¹ Via della Neccia est n. 31, I-00049 Velletri (Roma)

² Via Colle San Giudico n.106, I-00038 Valmontone (Roma)

* Referente per la corrispondenza: lupetto6819@gmail.com

Pervenuto il 8.7.2016; accettato il 1.8.2016

Riassunto

La martora (*Martes martes*) sui Monti Lepini (Italia, Lazio meridionale) è segnalata fino all'immediato dopoguerra. Successivamente, se si escludono poche e generiche indicazioni, nessuna ricerca ha mai fornito prove concrete della sua presenza.

Gli autori, nel 2014, grazie ad alcune foto realizzate mediante delle fototrappole, hanno finalmente confermato con certezza la presenza della martora in due differenti siti dei Monti Lepini.

PAROLE CHIAVE: Martora / *Martes martes* / primi dati certi / fototrappole / Monti Lepini / Lazio meridionale / Italia

First reliable data on the presence of the Pine marten (*Martes martes*) in the area of the Monti Lepini (Southern Lazio, Italy)

There were reports of Pine martens (*Martes martes*) on the Monti Lepini up until the immediate post-war period. Thereafter, other than a few generic indications, no research has ever provided hard evidence of its presence. In 2014, thanks to some photographs taken with camera traps, the authors finally confirmed with certainty the presence of the Pine marten at two different sites on the MontiLepini.

KEY WORDS: Pine marten / *Martes martes* / First reliable data / camera traps / Monti Lepini / Southern Lazio / Italy

La martora (*Martes martes*) è presente in gran parte del Paleartico occidentale, dall'Europa settentrionale al Mediterraneo con l'esclusione della penisola balcanica e di gran parte di quella iberica. In Asia, la sua distribuzione va dalla Siberia occidentale fino all'Iran. In Italia, la specie predilige i boschi maturi di alto fusto, sia di latifoglie sia di conifere, dalle Alpi fino all'Appennino meridionale, isole maggiori comprese; tuttavia, in alcune regioni italiane, essa è presente anche nella macchia mediterranea, in ambienti di gariga, in aree agricole e a volte anche nelle periferie urbane (De Marinis *et al.*, 2002; Genovesi e De Marinis, 2003; Aulagnier *et al.*, 2011).

La sua distribuzione sembra, però, essere molto discontinua a causa di diversi fattori, quali assenza

di dati (per difetto di ricerca e per il comportamento elusivo dell'animale), perdita e frammentazione degli habitat idonei, densità a volte basse, difficoltà di distinguere con certezza i suoi segni di presenza da quelli della congenera faina, che vive in simpatria, ma è più comune, adattabile e in competizione per le stesse risorse trofiche (Vercillo e Ragni, 2010; Balestrieri *et al.*, 2010a; Sinibaldi, 2012; Fusillo e Marcelli, 2014), il tutto reso ancora più complicato dall'incapacità nel saper distinguere le due specie soprattutto in quei casi in cui non si hanno sufficienti caratteri diagnostici (Genovesi e De Marinis, 2003). Queste cause hanno reso la martora una delle specie di carnivori meno conosciute della mammalofauna italiana.

Questa discontinuità di dati rispecchia in pieno la

situazione nel Lazio. Se si analizza, infatti, la distribuzione conosciuta del mustelide in questa regione, si osserva che esso è relativamente ben censito soprattutto nella parte nord-occidentale; a macchia di leopardo nella zona orientale, corrispondente alla fascia appenninica; pochi i dati nella parte centrale e completamente assenti in quella meridionale (Angelici, 2009; Sinibaldi, 2012). L'unica area, limitrofa ai Monti Lepini, dove la martora è presente, è quella dei Colli Albani (Badaloni, com. pers., 2014). In questo comprensorio, infatti, la specie è segnalata da tempo anche con dati recenti (Borghini, 2016). Nel resto della catena preappenninica, come sui Monti Ausoni e Aurunci, la specie non è mai stata rilevata e manca anche nel Parco Nazionale del Circeo (Montemaggiori, 2000; Corsetti e Martullo, 2000, 2004; Martullo *et al.*, 2001; Corsetti, 2002; Martullo e Corsetti, 2010).

Nel comprensorio dei Monti Lepini e nelle zone limitrofe, in passato, la martora era presente. Ghigi (1911) riporta testualmente: “*Si trova in scarso numero nei comuni di Terracina, S. Felice Circeo, Cisterna di Roma*”; mentre per i Lepini cita “*Sezze e Sermoneta*”. Le ultime segnalazioni risalgono all'immediato dopoguerra. Alcuni anziani pastori e cacciatori dei Lepini riferiscono, infatti, che faine e martore venivano uccise per rivenderne le pelli, soprattutto delle seconde, essendo più pregiate (Mazzocchi, com. pers., 2015).

Studi condotti negli anni '70 e '80 hanno sempre fornito poche ed incerte informazioni sulla sua presenza: Marchetti (1974) e Pratesi e Tassi (1977) riportano soltanto dati generici, Sciscione (1982) considera la specie assente, mentre Corsi (1988) segnala soltanto un indizio di presenza (escremento) e alcuni dati indiretti.

Per gli anni '90, un altro lavoro (Calò e Verucci, 1993) cita, ancora in modo generico, la presenza della martora sui Lepini e, sempre per questo decennio, uno degli autori della presente nota, durante una ricerca sul lupo, il 9/4/1990 ha osservato un esemplare in una faggeta sul versante SW del Monte Semprevisa, nel comune di Bassiano (LT) a circa 1.100 m s.l.m. (Esposito, 1994). Lo stesso dato, anche se ripreso in seguito da altri autori (Sarrocco, 2005; AA.VV., 2006; Giunti *et al.*, 2009; AA. VV., 2011) è stato considerato come meritevole di conferma (Amori *et al.*, 2002) perché privo di altri riscontri e raccolto in condizioni che non hanno permesso una piena attribuzione della specie (osservazione avvenuta per breve tempo e con scarsa illuminazione).

Infine, in tempi più recenti, la presenza della martora è sempre stata esclusa dal comprensorio lepino (Corsetti, 2006). Gli unici due lavori che citano la specie sono di Zapparoli (2009) e Angelici (2009), che riportano lo stesso ed unico dato, raccolto da Mattocchia nel 2008, e lo collocano nei pressi dell'abitato del comune di Segni, in provincia di Roma. In realtà, tale segnalazione

è errata perché rilevata non nel comune di Segni, ma di Rocca Massima, in provincia di Latina (Mattocchia, com. pers., 2014). Probabilmente il dato, a causa di questa contraddizione e di nessuna prova certa, non è stato più riconfermato in nessun lavoro successivo (Sinibaldi, 2012; Amori e Capizzi, 2015).

In virtù di questa situazione, a partire dal 2011, gli autori hanno promosso una campagna di ricerca sulla martora nei Monti Lepini che ha monitorato anche altre specie rare, come il lupo (*Canis lupus*) e il gatto selvatico (*Felis silvestris*), o di cui non si avevano segnalazioni, come lo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*) (Esposito, 2013). Tale impegno, nel 2014, ha finalmente ottenuto dei risultati, documentando per la prima volta la specie in due distinti siti dei Monti Lepini.

Data l'elusività della martora e l'inattendibilità di metodi di ricerca, come la raccolta di escrementi e l'osservazione delle impronte, e non potendo effettuare delle analisi genetiche, i dati sul campo sono stati raccolti utilizzando una tecnica d'indagine di recente e sempre maggiore diffusione, quella del fototrappolaggio, ormai usata in tanti lavori scientifici, sia in Italia che all'estero (Kelly e Holub, 2008; Forconi *et al.*, 2009; Vercillo *et al.*, 2010; Manzo *et al.*, 2011; Grelli *et al.*, 2012; Fusillo e Marcelli, 2014). Le fototrappole sono delle fotocamere e/o videocamere digitali che permettono di realizzare foto o filmati, a colori o in bianco e nero, e di registrarli su supporti di memoria (SD-Card), di giorno, ma anche di notte, grazie a flash o illuminatori a infrarossi. Esse sono attivate da un sensore di movimento che rileva il passaggio di un soggetto con temperatura differente da quella ambientale.

Sono stati utilizzati 4 modelli di fototrappole: due Boskon Guard BG-530, una LTL Acorn, una Scout Guard SG-560D e una Reflex Trap C. Esse sono state generalmente fissate ad alberi, spesso rivolte verso sentieri o piste utilizzati dagli animali selvatici, ad altezze variabili da circa 40 a 180 cm, ed hanno funzionato continuamente da un minimo di una settimana ad un massimo di due mesi. I luoghi del posizionamento sono stati scelti casualmente, cercando di coprire una più ampia e differente varietà di ambienti, prediligendo comunque le aree in cui la specie è generalmente presente, come i boschi maturi di alto fusto. Lo spettro altitudinale è variato da 249 a 1.419 m che rappresenta la quota più alta. In totale, i siti campionati sono stati 15 ricadenti in tutte e tre le Province del comprensorio (Latina, Roma e Frosinone) per un totale di ben 12 comuni. Per attirare gli animali sono state utilizzate delle esche olfattive.

Il monitoraggio è iniziato nell'agosto del 2011 ed è tuttora in corso. È avvenuto sia di giorno sia di notte e fino ad ora ha totalizzato circa 10.800 ore di funzionamento. Di tutti i siti sono state registrate le coordinate GPS, l'altitudine e le caratteristiche ambientali.

Per motivi conservazionistici gli autori non hanno

volutamente indicato i punti precisi di rilevamento e comunque sono disponibili per qualsiasi informazione e chiarimento.

Sono state realizzate in totale 12 foto a colori che riguardano la martora: 6 in un primo sito e 6 in un secondo. Per la determinazione della specie si sono

utilizzati i caratteri morfologici tipici, come la forma, la dimensione e il colore del corpo, delle orecchie, del mantello, della macchia golare, del rinario, ecc. (Genovesi e De Marinis, 2003; Fusillo e Marcelli, 2014). Tutto il materiale è stato inoltre sottoposto alla supervisione di un esperto che ha dato un'ulteriore conferma sulla



Foto 1-6. Foto della martora scattate nella prima località di rilevazione (Monte Lupone, comune di Segni, 860 m s.l.m.).

determinazione.

La prima località di rilevazione, in ordine cronologico, è situata sul versante orientale del Monte Lupone, nel comune di Segni, ad una quota di 860 m s.l.m. L'ambiente è caratterizzato da un bosco maturo, costituito da alberi di faggio (*Fagus sylvatica*), di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e acero (*Acer obtusatum* e *A. pseudoplatanus*) e da un sottobosco, formato soprattutto da biancospino (*Crataegus monogyna*), rovo (*Rubus ulmifolius*) e rosa canina (*Rosa canina*). L'esemplare è stato fotografato una prima volta il 19 febbraio 2014, alle ore 01:05-06 con 3 scatti e alle 21:33 dello stesso giorno con 1 scatto; in seguito, il 24 dello stesso mese, alle ore 00:14 ed il giorno dopo alle ore 20:57, entrambi con 1 scatto (vedi foto 1-6).

La seconda località si trova invece sul versante sud-est del Monte Semprevisa, nel comune di Carpineto Romano, ad una quota di 1.214 m s.l.m., in una faggeta in cui sono presenti anche alberi di tasso (*Taxus baccata*) e agrifoglio (*Ilex aquifolium*). Anche qui il sottobosco è costituito soprattutto da cespugli di biancospino

(*Crataegus monogyna*), rovo (*Rubus ulmifolius*) e rosa canina (*Rosa canina*), ma è meno fitto e compatto del primo sito. In questo caso, la martora è stata fotografata il 16 luglio 2014 alle ore 07:20-21, per un totale di 6 scatti di cui i primi 3 sono praticamente identici perché l'animale è fermo nella stessa posizione (vedi foto 7-10).

Le due stazioni dei Lepini sopra citate sono molto distanti tra loro e, considerando che questo mustelide ha in Italia home range di circa 160-540 ettari (Antonelli, 1996), si può concludere che si tratti di due individui differenti.

Durante la ricerca sono state monitorate anche altre specie di mammiferi selvatici che convivono con la martora, come il riccio (*Erinaceus europaeus*), la lepre (*Lepus* sp.), lo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*), l'istrice (*Hystrix cristata*), il lupo (*Canis lupus*), la volpe (*Vulpes vulpes*), il tasso (*Meles meles*), il gatto selvatico (*Felis silvestris*) e il cinghiale (*Sus scrofa*).

Un discorso a parte merita ovviamente la faina (*Martes foina*) che, tra i mammiferi più comuni, è risultata presente in tutte le 15 località dove è stata collocata la



Foto 7-10. Foto nella seconda località di rilevazione (Monte Semprevisa, comune di Carpineto Romano, 1.214 m s.l.m.). La foto in alto a sinistra è rappresentativa di tre scatti (praticamente identici perché l'animale resta fermo nella stessa posizione).

fototrappola, comprese le due dove è presente anche la martora, a dimostrazione di quanto sia più diffusa della sua congenere e che, anche sui Lepini, esiste una sovrapposizione della nicchia trofica delle due specie.

Alla luce delle attuali conoscenze, è difficile poter tracciare un quadro chiaro sulla situazione passata e presente della martora sui Lepini, anche perché, come si è visto, sino ad oggi non c'è mai stato nessun lavoro specifico che abbia fornito una prova certa della sua presenza.

L'ipotesi più verosimile è che questo mustelide fosse presente fino all'immediato dopoguerra, poi, a causa di molteplici fattori legati all'uomo, come la caccia e la frammentazione spaziale e ambientale a cui questa specie è sensibile (Sinibaldi, 2012), esso si sia estinto o ridotto drasticamente, un po' come è avvenuto per altre specie (Esposito, 1994; Esposito e Proietti, 2003). Anche la realizzazione delle strade potrebbe aver contribuito a causare la scomparsa della martora che, come tanti altri animali selvatici, rimane spesso vittima di incidenti stradali (Dinetti, 2009; Battisti *et al.*, 2012). Queste modificazioni dell'habitat hanno inoltre determinato un isolamento geografico dei Lepini, tale da non permettere un flusso genetico e una dispersione degli animali con il resto della catena appenninica.

Da diversi anni, questo mustelide ha comunque ampliato il suo areale di distribuzione, rioccupando

nuovi territori, come è successo ad esempio nell'Italia settentrionale (Mantovani, 2010; Balestrieri *et al.*, 2010b). Un'altra possibilità, quindi, da non escludere, è quella che, dopo un'estinzione a livello locale, la martora sia tornata sui Lepini perché proveniente da altre aree, come è successo per lo scoiattolo, che di recente ha ricolonizzato il comprensorio, giungendo probabilmente dai vicini Colli Albani (Esposito, 2013).

Solo più specifiche ed approfondite indagini, magari a livello genetico (Vercillo *et al.*, 2014), potranno in futuro chiarire l'origine della presenza di questa specie. Per ora le ricerche proseguono e ben presto verranno ampliate anche al resto della Catena dei Volsci (Monti Ausoni e Aurunci) a cui i Lepini appartengono.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare, in particolar modo, il dott. Luca Lapini del Museo Friulano di Storia Naturale, per aver determinato il materiale fotografico riguardante la martora, ed esprimono la più sincera gratitudine a tutti quelli che in vario modo hanno contribuito alla realizzazione di questa ricerca: Domenico Cascianelli, Davide Esposito, Germano Fedrigo, Francesca Malaspina, Mario Mazzocchi, Gianluca Nardi, Riccardo Novaga, Gianni Piagno, Giuseppe Piscopo, Raffaele Principi, Sabrina Salici, Carlo Santucci, Mirko Stella, Alessandro Valentini.

Un grazie anche a Kikko, Lara e Oscar.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2006. *Carta delle Vocazioni Faunistiche della Provincia di Latina*. Univ. La Sapienza - Roma, 74 pp.
- AA.VV., 2011. *Piano Faunistico Venatorio della Provincia di Latina 2011-2015*. Provincia di Latina Ass.to Agricoltura, Caccia e Pesca, 208 pp.
- Amori G., Corsetti L., Esposito C., 2002. *Mammiferi dei Monti Lepini*. Quad. Cons. Natura, 11, Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna Selvatica, 210 pp.
- Amori G., Capizzi D., 2015. I mammiferi dei Monti Lepini (Lazio). In: Corsetti L., Angelini C., Copiz R., Mattoccia M. & Nardi G. (eds.), *Biodiversità dei Monti Lepini*. Atti del convegno, Carpineto Romano (RM), 17 maggio 2014. Edizioni Belvedere, Latina, *Le Scienze*, 25: 325-332.
- Angelici F.M., 2009. Martora *Martes martes* (Linnaeus, 1758). In: Amori G., Battisti C., De Felici S. (eds.), *I mammiferi della provincia di Roma. Dallo stato delle conoscenze alla gestione e conservazione delle specie*. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche dell'Agricoltura, Stilgrafica, Roma: 192-193.
- Antonelli F., 1996. *Analisi della sovrapposizione di nicchia ecologica tra faina e martora in condizioni di simpatria*. Tesi di Laurea, Università di Roma "La Sapienza".
- Aulagnier S., Haffner P., Mitchell-Jones A.J., Moutou F., Zima J., 2011. *Guida dei mammiferi d'Europa, Nord Africa e Vicino Oriente*. Emmebi Edizioni Firenze, 272 pp.
- Balestrieri A., Remonti L., Ruiz-Gonzales A., Gomez-Moliner B.J., Prigioni C., 2010a. Lowland-dwelling Martens (*Martes foina*, *M. martes*) in NW Italy: a case of competitive exclusion?, VII Congr. It. Teriologia, *Hystrix, It. J. Mamm.*, (N.S.) Supp. 2010: 68.
- Balestrieri A., Remonti L., Ruiz-Gonzales A., Gomez-Moliner B.J., Vergara M., Prigioni C., 2010b. Range expansion of the pine marten (*Martes martes*) in an agricultural landscape matrix (NW Italy), *Mammalian biology*, 75: 412-419.
- Battisti C., Amori G., De Felici S., Luiselli L., Zapparoli M., 2012. Mammal road-killing from a Mediterranean area in central Italy: evidence from an atlas dataset. *Rend. Fis. Acc. Lincei*, 23: 217-223.
- Borghini C., 2016. Lista Vertebrati. Comunicazione dell'autore alla Lista Vertebrati. <http://lista.cilea.it/cgi-bin/mailman/>

- listinfo/vertebrati.
- Calò C.M., Verucci P., 1993. *I Mammiferi Selvatici nella provincia di Roma*. Provincia di Roma, assessorato all'Ambiente, WWF, Delegazione Lazio. Stilgraf Roma, 132 pp.
- Corsetti, L., Martullo, S., 2000. Il sottosistema faunistico. In: Piemontese L. (eds.), *Per il Piano del Parco dei Monti Aurunci, Quaderni del L.U.P.T.*, Napoli, Università degli Studi di Napoli "Federico II", **4**: 91-116.
- Corsetti L. (eds.) 2002. *Parco dei Monti Aurunci, wilderness mediterranea*, Edizioni Belvedere, Latina, 159 pp.
- Corsetti L., Martullo S., 2004. *La fauna del Parco Naturale dei Monti Aurunci: stato delle conoscenze e linee guida per la conservazione*. Studio finalizzato alla redazione del Piano del parco. Relazione tecnica redatta per il L.U.P.T., Università degli Studi di Napoli "Federico II".
- Corsetti L. (eds.) 2006. *Lepini - anima selvaggia del Lazio*. Ed. Belvedere, Latina, 248 pp.
- Cursi G., 1988. *Contributo alla conoscenza della mammalofauna dei Monti Lepini*. Tesi di Laurea, Università degli studi di Roma "La Sapienza", Anno Accademico 1987/88, 233 pp.
- De Marinis A.M., Genovesi P., Spagnesi M., 2002. Martora *Martes martes* (Linnaeus, 1758). In: Spagnesi M., De Marinis A. M. (eds.), *Mammiferi d'Italia*. Min. Ambiente Ist. Naz. Fauna Selvatica, *Quad. Cons. Natura*, **14**: 240-241.
- Dinetti M., 2009. Le infrastrutture di trasporto: un fattore di pressione sui mammiferi *Road ecology* e la rete IENE. In: Amori G., Battisti C., De Felici S. (eds.), *I mammiferi della provincia di Roma. Dallo stato delle conoscenze alla gestione e conservazione delle specie*. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche dell'Agricoltura, Stilgrafica, Roma: 319-320.
- Esposito C., 1994. Il lupo (*Canis lupus*) sui Monti Lepini (Lazio). Notizie e considerazioni sulla sua presenza. In: Corsetti L. e Nardi G. (eds.), *Ricerche sulla Fauna dei Monti Lepini, Quad. Mus. St. Nat. Patrica* (FR), **4**: 151-182.
- Esposito C., Proietti M., 2003. Ricerche sul lupo (*Canis lupus*) nel comprensorio dei Monti Lepini (Lazio meridionale). In: Boscagli G., Vielmi L., De Curtis O. (eds.), *Atti del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Il lupo e i Parchi, il valore scientifico e culturale di un simbolo della natura selvaggia*. Santa Sofia 12-13 Aprile 2002: 193-199.
- Esposito C., 2013. Lo scoiattolo comune (*Sciurus vulgaris*) sui Monti Lepini (Italia, Lazio meridionale): evidenze di una ricolonizzazione. *Biologia Ambientale*, **27** (2): 21-24.
- Forconi P., Di Martino V., Forlini P., 2009. *Mammiferi come studiarli con le fototrappole*. Tipografia Editrice Temi, Trento, 147 pp.
- Fusillo R., Marcelli M., 2014. *Il gatto selvatico, la martora e altri mammiferi nel Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni. Fototrappolaggio, distribuzione ed ecologia*. PNCVDA, Quaderni della Biodiversità n. 1, 285 pp.
- Genovesi P., De Marinis A.M., 2003. *Martes martes* (Linnaeus, 1758). In: Boitani L., Lovari S., Vigna Taglianti A. (eds.), *Fauna d'Italia. Mammalia III. Carnivora - Artiodactyla*. Vol. XXXVIII. Edizioni Calderinide Il Sole 24 ORE, Milano: 104-113.
- Ghigi A., 1911. Ricerche faunistiche e sistematiche sui mammiferi d'Italia che formano oggetto di caccia. *Natura*, **2** (10-11): 289-337.
- Giunti M., Piazzi A., Forte A. (eds.), 2009. *La Rete Ecologica della Provincia di Latina*. Relazione tecnica conclusiva. Provincia di Latina, 330 pp.
- Grelli D., Vercillo F., Convito L., Ragni B., 2012. Fototrappolamento, genetica non invasiva e trappolamento meccanico: metodiche a confronto per il monitoraggio di *Martes martes*. In Fabrizio M., (eds.), *Atti del Convegno Il foto-video trappolaggio in Italia: primi risultati di una nuova tecnica di ricerca scientifica per la fauna selvatica*. 9 luglio 2011-Pettorano sul Gizio (AQ). I quaderni del Centro Studi per le Reti Ecologiche. Volume **4**: 30-33.
- Kelly M.J., Holub E.L., 2008. Camera trapping of carnivores: trap success among camera types and across species, and habitat selection by species, on Salt Pond Mountain, Giles Country, Virginia. *Northeast Nat.*, **15**: 249-262.
- Mantovani S., 2010. Recenti segnalazioni della martora, *Martes martes*, in provincia di Cremona. *Pianura – Scienze e storia dell'ambiente padano*, **25**: 95-107.
- Manzo E., Bartolomei P., Rowcliffe J.M., Cozzolino R., 2011. Estimation of population density of European pine marten in central Italy using camera trapping. *Acta Theriol* DOI 10.1007/s 13364-011-0055-8.
- Marchetti L., 1974. La fauna: 11-16. In: AA.VV., *Un Parco Naturale dei Monti Lepini*. Italia Nostra e Consorzio Serv. Cult. Latina, 28 pp.
- Martullo S., Esposito C., Corsetti L., 2001. *La distribuzione della meso e macroteriofauna nel Parco Naturale dei Monti Aurunci (Lazio)*, III Congresso Italiano di Teriologia, Sanremo, 21-23 settembre 2001, Riassunti: 91.
- Martullo S., Corsetti L., 2010. La rete ecologica specie specifica. In: Valle N. e Perrotto C. (eds.), *Rete ecologica dei Monti Lepini, Ausoni e Aurunci*. Gangemi Editore, Roma: 44-57.
- Montemaggiori A., 2000. *Compilazione dello stato delle conoscenze dei Vertebrati terrestri del Parco Nazionale del Circeo*. Relazione tecnica, Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università "La Sapienza" Roma, 183 pp.
- Pratesi F., Tassi F., 1977. *Guida alla natura del Lazio e Abruzzo*, Arnoldo Mondadori Edit., 319 pp.
- Sarrocchio S. (eds.) 2005. *Piano di gestione dei siti natura 2000, "Monti Lepini Centrali" e "Monte Semprevisa e Pian della Faggeta"*. Documento di sintesi. Regione Lazio, Ass. Amb., ARP, 50 pp.
- Sciscione L., 1982. Insettivori, Lagomorfi, Roditori, Carnivori ed Artiodattili. In: AA.VV., *Contributi alla conoscenza della Fauna dei Monti Lepini e qualche proposta di intervento*. Regione Lazio, XIII Com. Mont. dei Monti Lepini, Priverno (LT): 256-286.
- Sinibaldi I., 2012. Martora *Martes martes*. In: Capizzi D., Mortelliti A., Amori G., Colongelo P., Rondini C., (eds.), *I mammiferi del Lazio. Distribuzione, ecologia e conservazione*. Edizioni ARP, Roma: 100-101.
- Vercillo F., Grelli D., Convito L., Ragni B., 2010. Confronto tra metodiche di monitoraggio – fototrappole, genetica non invasiva e trappole meccaniche: il caso di *Martes martes*. VII Congr. It. Teriologia, *Hystrix, It. J. Mamm.* (n.s.) Supp. 2010: 113.
- Vercillo F., Ragni B., 2010. Ecologia a confronto tra *Martes martes* e *Martes foina* in Italia, VII Congr. It. Teriologia, *Hystrix, It. J. Mamm.*, (N.S.) Supp. 2010: 53.
- Vercillo F., Grelli D., Ragni B., 2014. L'analisi genetica non invasiva per il monitoraggio di *Martes martes*: pregi e difetti. IX Congr. It. Teriologia, *Hystrix, It. J. Mamm.*, 25 Supp. 2014: 48.
- Zapparoli M., 2009. Mammiferi nelle aree urbane e suburbane della provincia di Roma. In: Amori G., Battisti C., De Felici S. (eds.), *I mammiferi della provincia di Roma. Dallo stato delle conoscenze alla gestione e conservazione delle specie*. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche dell'Agricoltura, Stilgrafica, Roma: 249-264.

La tartaruga azzannatrice, *Chelydra serpentina* (Linnaeus, 1758), nel fiume Tevere (Lazio)

Vincenzo Ferri*^{1,2}, Lorenzo De Luca³, Christiana Soccini¹, Mirko Pandolfi⁴

¹ via Valverde 4, I-01016 Tarquinia, Italy

² L.Z.B.E., Department of Biology, Univ. Roma 2 "Tor Vergata", via Cracovia 3, Roma

³ Via Cianfroni, 7, 00013 Mentana, Roma, Italy

⁴ Via Leon Battista Alberti, 18, 00068 Rignano Flaminio, Roma, Italy

* drvincenzoferri@gmail.com

Pervenuto il 8.9.2016; accettato il 6.10.2016

Riassunto

La tartaruga azzannatrice, *Chelydra serpentina* (Linnaeus, 1758), è una grossa e robusta tartaruga acquatica con un areale originario che comprende gran parte del Nord America. La sua diffusione in altri paesi si deve al commercio di esotici per la terraristica, dove risulta una specie popolare per l'aspetto e le dimensioni raggiunte. Negli ultimi dieci anni diversi individui, sicuramente abbandonati, sono stati segnalati e catturati anche in zone umide italiane: si riportano le segnalazioni riguardanti il fiume Tevere nel Lazio.

PAROLE CHIAVE: tartaruga azzannatrice / *Chelydra serpentina* / fiume Tevere / riproduzione

The common snapping turtle, *Chelydra serpentina* (Linnaeus, 1758), in the Tiber River (Latium)

The common snapping turtle, *Chelydra serpentina* (Linnaeus, 1758), is a large and robust aquatic turtle with a widespread native distribution throughout North America. Its diffusion in other countries is to the exotic pet trade: it is a popular species due to its characteristics and impressive adult size.

Over the past decade several individuals, definitely abandoned, have been reported and caught in Italian wetlands. We report its catches and observations in the Tiber River of Latium.

KEY WORDS: common snapping turtle / *Chelydra serpentina* / Tiber River / reproduction

INTRODUZIONE

La tartaruga azzannatrice comune, *Chelydra serpentina* (Linnaeus, 1768), è una grossa e robusta tartaruga acquatica, con individui che hanno raggiunto una lunghezza del carapace di 49 cm ed un peso di 29 kg. Il caratteristico carapace, brunastro o verdastro, è composto da tre file di squame appiattite e seghettate nella parte posteriore (Ernst *et al.*, 1994; Ferri e Soccini, 2015).

Questa specie aveva il suo areale originario nel Nord

America, dalle Montagne Rocciose a tutta la costa orientale degli Stati Uniti, dalla Nuova Scozia e dai Grandi Laghi a nord, alla Florida, al sistema fluviale del Mississippi e al fiume Nueces in Texas (Ernst *et al.*, 1994).

In realtà oggi la specie è diffusa nell'intero territorio continentale degli Stati Uniti (Ferri e Soccini, 2015; Congdon *et al.*, 1994), anche in ambienti acquatici molto alterati come canali e bacini artificiali. E non

mancano popolazioni alloctone in altre parti del mondo, come quelle naturalizzate in località del Giappone, all'interno di risaie e di sistemi fluviali molto urbanizzati (Kobayashi *et al.*, 2006; Kobayashi, 2007). Il percorso principale di queste introduzioni negli U.S.A. e all'estero è stato il commercio di animali domestici esotici (Telecky, 2001). Tra gli appassionati terraristi, infatti, *C. serpentina* è una specie popolare per le sue caratteristiche e le importanti dimensioni raggiunte da adulta.

La tartaruga azzannatrice comune è un onnivoro opportunisto con una dieta generalista composta da svariate macrofite acquatiche e da crostacei, molluschi, anellidi, pesci, anfibi, altri piccoli rettili, piccoli mammiferi e uccelli che frequentano i suoi habitat. Prevalentemente crepuscolare, si aggira lentamente sui fondali e presso le sponde per foraggiare o catturare le sue prede (Alexander, 1943; Aresco *et al.*, 2007).

Grazie alle ampie tolleranze termiche, *C. serpentina* può vivere all'aperto virtualmente in qualsiasi località degli Stati Uniti e questo potrebbe avvenire in molti dei paesi esteri in cui è tuttora commercializzata. La modalità di introduzione è quella degli abbandoni da parte di proprietari disaffezionati o spaventati dalle dimensioni o dall'aggressività. Attualmente soltanto in Giappone la specie è stata dichiarata invasiva, nel 2005, in quanto si riproduce negli ambienti di introduzione (Kobayashi *et al.*, 2006; Kobayashi, 2007).

La possibilità che *C. serpentina* possa rivelarsi invasiva anche in Europa è stata considerata solo recentemente (Kopecký *et al.*, 2013; Kikillus *et al.*, 2010) attraverso studi di distribuzione potenziale delle specie di cheloni commercializzate, e potenzialmente introdotte, in rapporto con l'evoluzione delle condizioni bioclimatiche (Ficetola *et al.*, 2007, 2009; Masin *et al.*, 2014).

Per l'Italia (con il D.M. 19.4.1996) e altri Paesi (es. in Germania) sono in vigore da diversi anni normative che mettono al bando l'importazione, il commercio e la detenzione di questa specie a causa del potenziale pericolo rappresentato dal suo morso.

Questo non ha purtroppo ostacolato il commercio illegale della tartaruga azzannatrice comune in Italia e ripetute segnalazioni di individui adulti o subadulti rinvenuti in zone umide italiane provano la persistenza di un mercato clandestino e il deprecabile comportamento di considerato abbandono che caratterizza la maggioranza degli allevatori di cheloni esotici (Bologna *et al.*, 2000; Monaco, 2014).

Negli ultimi dieci anni gli AA. sono riusciti a raccogliere segnalazioni di osservazione e cattura di almeno 8 individui adulti di *C. serpentina* lungo il tratto di fiume Tevere che scorre in provincia di Roma, di cui 3 originali. Si riportano questi dati e si segnala l'osservazione di un individuo che almeno in una occasione lungo la

sponda del fiume nel comune di Monterotondo (Roma) ha attuato un comportamento che poteva assimilarsi alla ricerca di un sito per la deposizione delle uova.

MATERIALI E METODI

Area di studio

L'ambito fluviale del Tevere, nel tratto interessato da questo lavoro, è caratterizzato in sponda destra da banchi tufacei con forre, speroni, terrazzamenti boscati e altopiani. Sulla sponda sinistra, con pendici più dolci e utilizzate per il pascolo o per monoculture di tipo specializzato, si trovano banchi argillosi, sabbiosi o calcarei, con comunità pioniere di erbe annuali che si sviluppano su suolo umido, fangoso, ma che sopportano periodi di disseccamento del substrato. Diffuse su entrambe le sponde le cortine laterali di *Arundo donax* o di canneti ripariali a *Phragmites australis*, adattate a sopportare periodi di sommersioni prolungate e scarsa ossigenazione. I canneti occupano aree periodicamente inondate a sponde basse, con erosione minore e il flusso di corrente più lento. Fasce arbustive ripariali caratterizzate dalla presenza di salici (*Salix purpurea*, *S. eleagnos*) colonizzano le scarpate di sponda e costituiscono spesso la zona di vegetazione legnosa a diretto contatto con la corrente, occupando aree a sedimentazione intensa e irregolare e soggette a ripetute variazioni del livello delle piene (Fanelli *et al.*, 2007).

Metodi

Le segnalazioni di *Chelydra serpentina* nel Lazio derivano dalle osservazioni originali degli Autori e di collaboratori e da originali segnalazioni sul web, confermate richiedendo i report ufficiali, archiviati presso le banche dati dell'Ufficio Biodiversità del Corpo Forestale dello Stato di Roma e dell'Osservatorio per la Biodiversità del Lazio presso il Dipartimento Biologia Università di Roma 2 "Tor Vergata".

I rilievi sul campo sono stati svolti nell'ambito dei monitoraggi di *Lithobates catesbeianus* (De Luca *et al.*, 2014; Ferri e Manenti, 2014) utilizzando metodologie abituali di osservazione ed in particolare scrutando con attenzione tutte le parti di sponda o gli oggetti emersi del fiume Tevere potenzialmente utilizzabili quali siti di termoregolazione (*basking*) fuori dall'acqua dalle testuggini e tartarughe acquatiche, con l'uso di una macchina fotografica *Sony a* munita di un teleobiettivo 200x o con un binocolo *Celestron* 8x56. Sono state complessivamente impiegate 53 ore di campionamento, su transetti di circa 250 metri per complessivi 13,25 km (Soccini *et al.*, 2016). Le catture sono avvenute utilizzando retini o direttamente con le mani durante la fase di *basking* sulla sponda.

Tab. I. Osservazioni e catture^(*) di tartaruga azzannatrice comune, *Chelydra serpentina*, nel tratto di Fiume Tevere compreso tra i comuni di Gallese (VT) e Magliano Sabina (RI) e il tratto fluviale inurbato di Roma, nel periodo 2010-2015. L'individuo 2 è stato segnalato da V. Ferri; gli individui 6 e 8 sono stati segnalati da L. De Luca. L'individuo di Castelnuovo di Porto è raffigurato in Fig. 1.

Comune	Località	Dati GPS	anno
1 Gallese (VT)	Scalo Teverina, Fiume Tevere	33T 290522.00 m E - 4694798.00 m N	2011
2 Ponzano Romano (RM)	Fiume Tevere	33T 298677.00 m E - 4683766.00 m N	2012
3 Filacciano (RM)	Fiume Tevere	33T 301757.00 m E - 4682538.00 m N	2011
4 Poggio Mirteto (RI)	Fiume Tevere	33T 304494.74 m E - 4678669.93 m N	2012 ^(*)
5 Castelnuovo di Porto (RM)	Presso "Rotonda" SP15a/SP6c	33T 298699.64 m E - 4663168.35 m N	2014 ^(*)
6 Monterotondo (RM)	Monterotondo Scalo, F.Tevere	33T 298780.80 m E - 4659919.88 m N	06/2014
7 Roma	F. Tevere fronte Colle Salario	33T 293418.57 m E - 4650700.91 m N	2014 ^(*)
8 Monterotondo (RM)	Monterotondo Scalo, F.Tevere	33T 298780.81 m E - 4659921.00 m N	08/2014

RISULTATI

Nel periodo 2010-2015 sono stati accertati 8 rilevamenti di *C. serpentina* nel tratto di Fiume Tevere di circa 30 km compreso tra i comuni di Gallese (RM) e Magliano Sabina (RI) e il tratto fluviale inurbato iniziale di Roma (Castel Giubileo-Ponte Milvio) (Tab. I).

Di queste osservazioni tre hanno riguardato individui catturati e affidati dal CFS a centri di recupero autorizzati (osservazioni 4, 5, 7 in Tab. I); due hanno riguardato grossi individui osservati e fotografati a distanza con cellulare da pescatori in prossimità delle sponde (osservazioni 1, 3 in Tab. I); due osservazioni, infine, sono state effettuate direttamente dagli Autori. Tutti i rilevamenti hanno riguardato individui con dimensioni adulte (le descrizioni ricevute dai pescatori intervistati indicavano in almeno 30-40 cm la lunghezza del carapace); il corpo delle tartarughe appariva incrostate di fango rappreso o verdastro per proliferazione di alghe filamentose.

Quattro osservazioni hanno riguardato individui in *basking* in punti difficilmente raggiungibili dalle sponde (isole fangose o tronchi appena affioranti), a distanza

di 10-15 metri dal rilevatore.

L'individuo di Monterotondo Scalo è stato osservato due volte, a fine giugno e a fine agosto e durante il primo rilievo poneva in atto comportamenti di potenziale ricerca di un punto di nidificazione.

La tartaruga era infatti intenta a vagare lungo una sponda fangosa e parzialmente inerbita, fermandosi spesso annusando a terra e compiendo poi movimenti a scatto laterali come a voler spianare il punto con il piastrone. Alla distanza di osservazione non è stato possibile verificare il sesso dell'individuo (Aresco *et al.*, 2007; Ferri e Soccini, 2015).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le diverse e accertate segnalazioni di tartaruga azzannatrice, nel tratto del Fiume Tevere del Lazio indagato, provano un perdurante e preoccupante commercio illegale di questo chelone a dispetto del divieto derivante dal D.M. 19.4.1996 "Animali pericolosi". Si tratta, infatti, di abbandoni relativamente recenti in quanto due degli individui catturati e poi affidati dal CFS a C.R.A.S. autorizzati, non dimostravano più di 4-5 anni di età. Data la grande adattabilità e valenza ecologica di questo Chelydridae e la nostra osservazione (la prima per l'Italia in ambiente naturale), di un individuo adulto in atteggiamenti assimilabili a quelli di una femmina matura alla ricerca di un sito adatto per la deposizione delle uova (Obbard e Brooks, 1980; Petokas e Alexander, 1980; Congdon *et al.*, 1987; Congdon *et al.* 1994), non è difficile ipotizzare la riproduzione effettiva della specie in questa regione.

Gli Autori ed i loro collaboratori della Sezione Lazio della Societas Herpetologica Italica continueranno il monitoraggio di questa e altre specie di Cheloni alloc-toni, abbandonati lungo il fiume Tevere e negli altri corsi d'acqua del Lazio, portando a conoscenza dei risultati la struttura operativa dell'Agenzia Regionale per i Parchi - Regione Lazio, con la quale concertare le migliori strategie di gestione.



Fig. 1. Un individuo adulto di tartaruga azzannatrice, *Chelydra serpentina*, ritrovato vagante presso il Fiume Tevere nel territorio di Castelnuovo di Porto (foto V. Ferri, 2014).

BIBLIOGRAFIA

- Alexander M.M., 1943. Food habits of the snapping turtle in Connecticut. *Journal of Wildlife Management* **7** (1943): 278-282.
- Aresco M., Margaret J., Gunzburger S., 2007. Ecology and Morphology of *Chelydra serpentina* in Northwestern Florida. *Southeastern Naturalist* **6.3**: 435-48.
- Bologna M.A., Bagnoli C., Carpaneto G., 2000. *Specie alloctone occasionalmente reperite nel Lazio. Anfibi e Rettili del Lazio*. Palombi Editore, Roma, 118 pp.
- Congdon, J.D., Breitenbach G.L., van Lobensels R.C., Tinkle D.W., 1987. Reproduction and nesting ecology of snapping turtle (*Chelydra serpentina*) in southeastern Michigan. *Herpetologica* **43**: 39-54.
- Congdon J.D., Dunham A.E., Van Lobensels R.C., 1994. Demographics of Common Snapping Turtles (*Chelydra serpentina*): Implications for Conservation and Management of Long-Lived Organisms. *American Zoologist* **34.3**: 397-408.
- De Luca L., Pandolfi M., Rivola A., Ferri V., Manenti R., 2014. Nuove segnalazioni di *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) nel Lazio (Amphibia, Anura, Ranidae). *Atti X Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica*, Genova: 157-162.
- Ernst C.H., Barbour R.W., Lovich J.E., 1994. *Turtles of the United States and Canada*. Smithsonian Institution Press Washington, D.C. xxxviii + 578 pp.
- Fanelli G., Bertarelli M., Bianco M., Caroselli V., Cazzagon P., D'Angeli D., De Corso S., De Sanctis M., Gioia P., Serafini Sauli A., Testi A., Pignatti S., 2007. Carta della vegetazione della Provincia di Roma. Provincia di Roma, Roma.
- Ferri V., Manenti R., 2014. Bullfrog spreading in Italy: new insights from the field. July 9, 2014. By Amphibians.org. In Franco Andreone, Latest News. <http://www.amphibians.org/news/bullfrog-spreading-in-italy>.
- Ferri V., Soccini C., 2015. *Guida alle tartarughe e Testuggini del Mondo*. Franco Muzzio Editore, Roma, 482 pp.
- Ficetola G.F., Thuiller W., Míaud C., 2007. Prediction and validation of the potential global distribution of a problematic alien invasive species – the American bullfrog. *Divers Distrib.* **13**: 476-485.
- Ficetola G.F., Thuiller W., Padoa-Schioppa E., 2009. From introduction to the establishment of alien species: bioclimatic differences between presence and reproduction localities in the slider turtle. *Divers Distrib.* **15**: 108-116.
- Kikillus K.H., Hare K.H., Hartley S., 2010. Minimizing false-negatives when predicting the potential distribution of an invasive species: a bioclimatic envelope for the red-eared slider at global and regional scales. *Anim Conserv* **13** (suppl. 1): 5-15.
- Kobayashi R., Hasegawa M., Miyashita T., 2006. Home Range and Habitat Use of the Exotic Turtle *Chelydra serpentina* in the Inbanuma Basin, Chiba Prefecture, Central Japan. *Current Herpetology* **25.2**: 47-55.
- Kobayashi R., 2007. The Risk of Establishment of Snapping Turtles and Alligator Snapping Turtles in Japan: Development of a Method for Monitoring Exotic Pet Release Using News Articles. *Bulletin of the Herpetological Society of Japan* **2**: 101-10.
- Kopecký O., L. Kalous L., Patoka J., 2013. Establishment Risk from Pet-trade Freshwater Turtles in the European Union. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* **410**, 02, 2013: 1-11. Published on line: <http://dx.doi.org/10.1051/kmae/2013057>.
- Masin S., Bonardi A., Padoa-Schioppa E., Bottoni L., Ficetola G.F., 2014. Risk of invasion by frequently traded freshwater turtles. DOI 10.1007/s10530-013-0515-y. *Biol Invasions* (2014) **16**: 217-231.
- Monaco A. (Ed.), 2014. *Alieni. La minaccia delle specie alloctone per la biodiversità del Lazio*. Palombi Editori, Roma, pp. 256.
- Obbard, M.E., Brooks R.J., 1980. Nesting migrations of the Snapping Turtle (*Chelydra serpentina*). *Herpetologica* **36**: 158-162.
- Petokas, P.J., Alexander M.M., 1980. The nesting of *Chelydra serpentina* in northern New York. *Journal of Herpetology* **14**: 239-244.
- Soccini C., Ferri V., De Luca L., Pandolfi M., Battisti C., 2016. Monitoring the invasion of *Lithobates catesbeianus* within populations of native amphibians in Italy. *Proceedings XI Congr. Societas Herpetologica Italica*, Trento, 22/09-30/09/2016: 23.
- Telecky T.M., 2001. United States import and export of live-turtles and tortoises. *Turtle Tortoise News*, **4**: 8-13.

La distruzione dell'habitat fluviale nell'alto Amaseno (Lazio)

Sergio Zerunian

Ctr. Ponte la Vetrina – 04010 Maenza (LT); zerunians@virgilio.it

Pervenuto il 31.8.2016; accettato il 13.9.2016

Riassunto

Viene descritta la distruzione dell'habitat fluviale nella parte alta del Fiume Amaseno, avvenuta fra il 2014 e il 2016. L'accaduto viene commentato sia per quanto riguarda la perdita di biodiversità, sia in relazione alla Direttiva "Habitat" 92/43/CEE essendo il tratto in oggetto un Sito d'Importanza Comunitaria.

PAROLE CHIAVE: Fiume Amaseno / biodiversità / habitat / distruzione / Direttiva 92.43.CEE

The destruction of the habitat in the upper Amaseno River (Latium)

It is described the river habitat destruction in the upper Amaseno River, which occurred between 2014 and 2016. The actions is commented both in terms of the loss of biodiversity, both in relation to the "Habitat" Directive 92/43/EEC being the stretch concerned a Site of Community Importance.

KEY WORDS: Amaseno River / biodiversity / habitat / destruction / Directive 92.43. EEC

La perdita di biodiversità rappresenta il più grave problema ambientale della nostra epoca a livello planetario, per il quale è stata già ampiamente superata la soglia critica con lo sfioramento della "zona di sicurezza" entro cui la Terra può sostenere la vita umana (Foley, 2010). Secondo Wilson (2016) la distruzione degli habitat è la prima causa responsabile della perdita di biodiversità; gli habitat più vulnerabili, con il massimo tasso di estinzione per unità di superficie, sono i fiumi, i torrenti e i

laghi delle regioni tropicali e temperate. Nel nostro Paese molteplici cause minacciano l'integrità morfologica, gli equilibri ecologici nonché la vita di specie e comunità nei fiumi e nei laghi; in un nostro lavoro dei primi anni Duemila (Zerunian, 2002) abbiamo individuato una serie di attività antropiche che producono conseguenze con effetti deleteri per i pesci d'acqua dolce (Tab. I).

Il Fiume Amaseno è un corso d'acqua di circa 40 km che scorre nel Lazio, tra le province di Fro-

sinone e Latina. Nasce nei Monti Ausoni e presenta un regime idrologico perenne grazie ad alcune sorgenti site in prossimità del centro abitato di Amaseno; separa quindi i Monti Ausoni dai Monti Lepini, scorre nella parte orientale della Pianura Pontina per sfociare infine, attraverso il canale Portatore in cui confluiscono anche il Fiume Ufente e il canale Linea Pio VI, nel Mar Tirreno fra il Promontorio del Circeo e la città di Terracina (Fig. 1). La parte ricadente nel territorio del Comune di Prossedi

Tab. I. Attività dell'uomo e loro conseguenze con effetti deleteri per i pesci d'acqua dolce in Italia, raggruppate in funzione del tipo di danni che provocano alle comunità ittiche (da Zerunian, 2002).

I. Danni diretti

con perdita di diversità biologica per rarefazione o estinzione locale di alcune specie

- I.1. Inquinamento prodotto dalle attività industriali
- I.2. Inquinamento prodotto dalle attività agricole
- I.3. Costruzione di sbarramenti trasversali lungo i corsi d'acqua (dighe, chiuse, ecc.)
- I.4. Pesca eccessiva e pesca illegale
- I.5. Eccessiva captazione di acqua e conseguente riduzione delle portate di torrenti e fiumi
- I.6. Immissione di specie aliene predatrici o portatrici di patologie

II. Danni indiretti

con perdita di diversità biologica per rarefazione o estinzione locale di alcune specie, come conseguenza della perdita di diversità ambientale

- II.1. Inquinamento prodotto dagli insediamenti urbani e zootecnici
- II.2. Canalizzazione dei corsi d'acqua
- II.3. Interventi sugli alvei (cementificazioni, prelievi di ghiaia, ecc.)

con variazioni della diversità biologica in seguito a immissioni e ripopolamenti effettuati in modo irrazionale

- II.4. Immissione di specie aliene con nicchia ecologica simile a quella di specie indigene e competizione con quest'ultime
- II.5. Inquinamento genetico di popolazioni indigene conseguente all'ibridazione con individui della stessa specie o dello stesso genere di origine alloctona immessi per fini di ripopolamento

rappresenta l'ultimo tratto fluviale con caratteristiche idromorfologiche naturali dell'intera Provincia di Latina (a questo si possono aggiungere altri due tratti, però poco più che puntiformi: il primo del Fiume Ninfa-Sisto e il primo del Torrente Capo d'Acqua), la cui rete idrografica è rappresentata prevalentemente da canali di bonifica e corsi d'acqua canalizzati. Le ricerche che maggiormente hanno contribuito alla conoscenza ittiologica ed ecologica del Fiume Amaseno, anche se risultano oggi un po' datate, sono quella di Zerunian (1984) e quella coordinata da Zerunian e Leone (1996).

Nel lavoro di Zerunian (1984) viene individuata la comunità ittica dell'alto corso del Fiume Amaseno. In questa, per importanza faunistica, spiccano le presenze del ghiozzo di ruscello (*Gobius nigricans*) e della lampreda di ruscello (*Lampetra planeri*); risultano inoltre presenti il cavedano (*Leuciscus cephalus*), la rovella (*Rutilus rubilio*), il barbo (*Barbus plebejus*) e, nelle aree dove rallenta la veloci-

tà della corrente, il cobite (*Cobitis taenia bilineata*). Il primo tratto del fiume con acque perenni viene

definito scarsamente antropizzato e vengono ipotizzate misure di salvaguardia, come l'istituzione di un'a-

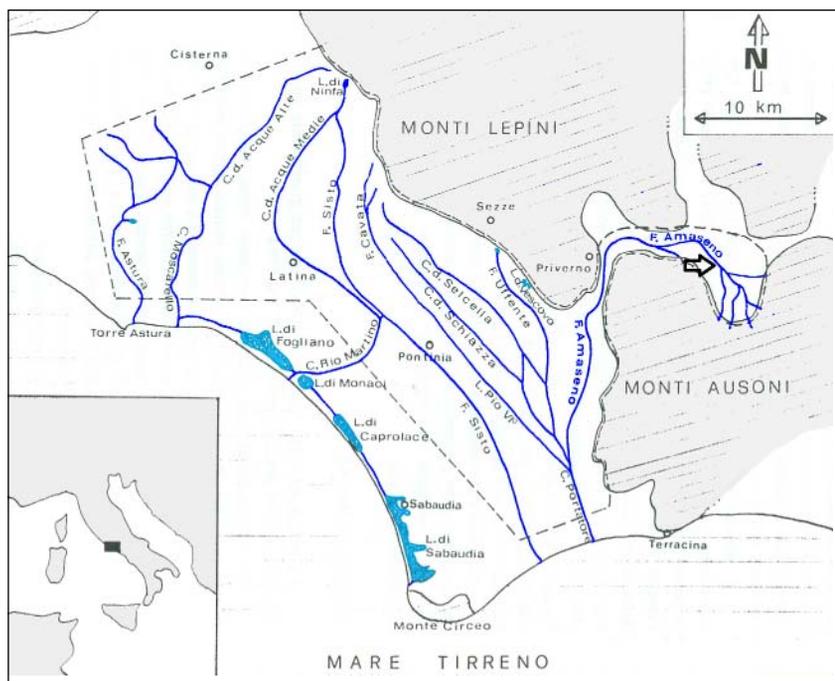


Fig. 1. I principali corsi d'acqua presenti nella Pianura Pontina. La parte del Fiume Amaseno che separa i Monti Ausoni dai Monti Lepini rappresenta l'ultimo tratto fluviale con caratteristiche idromorfologiche naturali dell'intera Provincia di Latina. La freccia indica il luogo oggetto delle osservazioni e delle foto riprodotte nelle figure 2 e 7.

rea protetta di livello regionale, al fine di tutelare il quadro idromorfologico con caratteristiche naturali e le specie di maggior interesse ittiologico. Viene infine ipotizzata la reintroduzione della trota macrostigma (*Salmo trutta macrostigma*), verosimilmente presente in passato.

Nella ricerca (1995) e nella successiva pubblicazione curata da Zerunian e Leone (1996) viene fornito un dettagliato quadro bio-ecologico del tratto fluviale in oggetto (Fig. 2). Chierici, Egaddi e Moroni (in Zerunian e Leone, 1996) riportano che "Il fiume scorre con acque limpide in un alveo a massi con ricca vegetazione. La varietà di microhabitat e la buona qualità delle acque in questa sezione fluviale rendono possibile, soprattutto in regime idrologico di morbida, la colonizzazione del corso d'acqua da parte di una comunità macrobentonica ben strutturata e diversificata (E.B.I. = 11; I C.Q.). In magra si rileva una flessione dell'Indice Biotico, che scende a 9-10 (II-I C.Q.), mostrando che l'ambiente, seppure in modo lieve, risente dell'effetto di qualche turbativa. Pur trovandoci a pochi chilometri dalla sorgenti, l'Amaseno in corrispondenza della stazione 1 ha le caratteristiche di un corso d'acqua che riceve molti nutrienti; vale inoltre la pena verificare la destinazione degli scarichi delle stalle che si trovano a monte di questo tratto."

Come già accennato, fra gli elementi di maggiore interesse faunistico del primo tratto del Fiume Amaseno spicca la presenza di una popolazione di ghiozzo di ruscello (*Gobius nigricans*; Fig. 3), che rappresenta la più meridionale dell'intero areale della specie e che presenta valori nei caratteri morfometrici che la separano significativamente dalle altre (Zerunian e Gandolfi, 1986). Su questa popola-

zione sono stati compiuti studi riguardanti il comportamento riproduttivo (Zerunian *et al.*, 1988) e l'ecologia della riproduzione (D'Onofrio *et al.*, 1988), che hanno permesso di evidenziare interessanti e complessi aspetti della biologia della specie. Il ghiozzo di ruscello, endemita dell'Italia centrale tirrenica nonché specie bentonica ste-

noecia dotata di modeste capacità di spostamento all'interno dei corsi d'acqua, veniva quindi inserito fra le otto specie di maggiore interesse nel Piano d'azione generale per la conservazione dei Pesci d'acqua dolce italiani (Zerunian, 2003); nelle misure di conservazione veniva posta particolare attenzione sui rischi derivanti dall'artificializ-



Fig. 2. Alto corso del Fiume Amaseno al confine fra le Province di Frosinone e Latina, gennaio 1995. (Foto dell'autore)



Fig. 3. Un esemplare di ghiozzo di ruscello, *Gobius nigricans*, catturato nel Fiume Amaseno e fotografato in acquario. (Foto dell'autore, 1984)

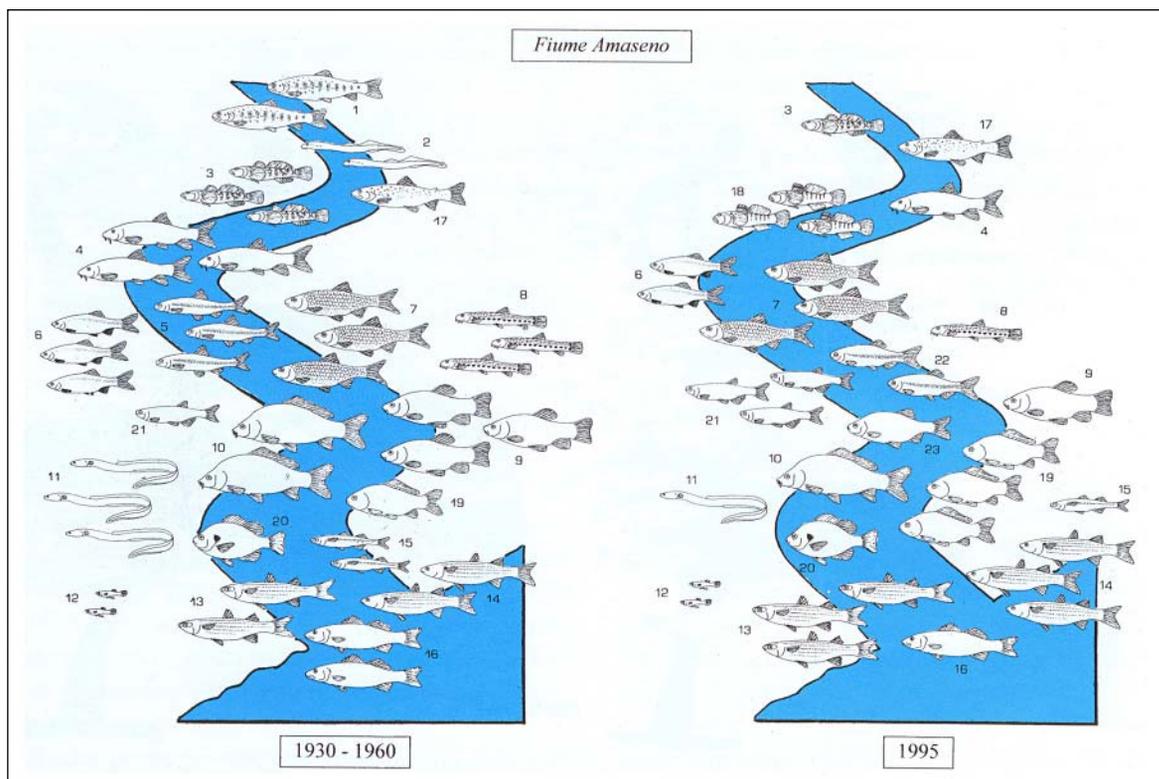


Fig. 4. Cambiamenti nella comunità ittica del Fiume Amaseno avvenuti fra il 1960 e il 1995. (Disegno di Anna Rita Taddei; da Zerunian e Taddei, 1996a). Per l'elenco delle specie si rimanda all'articolo citato.

zazione degli alvei, dagli eccessivi prelievi idrici, dall'inquinamento delle acque, dalla competizione con altri Gobidi alloctoni aventi simile nicchia ecologica.

Per completare le informazioni sul quadro ittologico dell'alto Amaseno vogliamo citare due approfondimenti del lavoro coordinato da Zerunian e Leone (1996): il primo relativo all'evoluzione in tempi brevi della comunità ittica del Fiume Amaseno in seguito ad interventi antropici (Zerunian e Taddei, 1996a; Fig. 4), il secondo riguardante la competizione fra l'indigeno ghiozzo di ruscello e l'alloctono ghiozzo padano (Zerunian e Taddei, 1996b; Fig. 5). Nella prima ricerca veniva evidenziato che fra il 1960 e il 1980 si era verificata l'estinzione locale della trota macrostigma; fra il 1980 e il 1995 si era verificata la probabile estinzione locale della lampreda di ruscel-

lo e una significativa contrazione di alcune specie, fra cui il ghiozzo di ruscello. Nella seconda ricerca veniva ricostruita la presenza del ghiozzo padano nell'Amaseno,

comparso nel tratto medio del fiume in seguito a ripopolamenti ittici effettuati dalla Provincia di Latina nel 1981, e diffusosi verso monte a una velocità di 0,8 km/anno

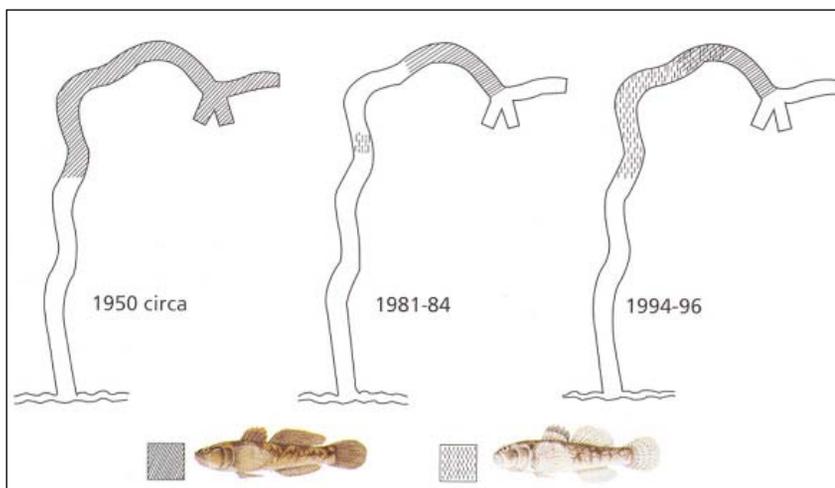


Fig. 5. Aree del medio e dell'alto Amaseno occupate dall'indigeno ghiozzo di ruscello (in basso a sinistra) e dall'alloctono ghiozzo padano (in basso a destra) in tre diversi periodi della seconda metà del Novecento. (dati di Zerunian e Taddei, 1996b; disegno tratto da Zerunian, 2002)

fino a interagire e competere con il ghiozzo di ruscello; nella competizione la specie indigena risultava perdente perché meno aggressiva e territoriale rispetto alla specie alloctona, che occupava tutti i "rifugi" disponibili necessari per dare inizio al comportamento riproduttivo e alla successiva deposizione e difesa delle uova. *Gobius nigricans* risultava così relegato in un piccolo tratto dell'alto corso del fiume. Riteniamo infine che i dati relativi al ghiozzo di ruscello presenti nella Carta della biodiversità ittica delle acque correnti del Lazio (Sarrocco *et al.*, 2012) non aggiungano nulla al quadro appena descritto. La specie viene considerata presente in ben tre stazioni della Provincia di Latina, di cui la più consistente risulterebbe quella del Fiume Amaseno; a nostro avviso (anche alla luce del successivo esame di foto eseguite sul materiale raccolto) si tratta di un grossolano errore, essendo stati attribuiti a *Gobius nigricans* esemplari appartenenti a *Padogobius martensii*.

Dal 2006 (anno in cui la Commissione Europea ha adottato con propria decisione l'elenco dei pSIC della Regione Biogeografica Mediterranea) il primo tratto con acque perenni del Fiume Amaseno e un piccolo fosso con acque temporanee affluente di sinistra costituiscono un SIC, Sito d'Importanza Comunitaria, facente parte della Rete Natura 2000 prevista dalla Direttiva "Habitat" 92/43/CEE:

IT6050023 "Fiume Amaseno (alto corso)". Nella scheda tecnica prodotta dalla Regione Lazio è riportato che "Il sito costituisce uno dei rari esempi laziali di corsi d'acqua ben conservati. Fra le comunità ittiche più interessanti e meglio conservate sia per l'integrità dell'habitat che per le limitate semine di materiale alloctono (trote) e per la presenza di popolazioni al margine dell'areale." Nel SIC "Fiume Amaseno (alto corso)" sono presenti due tipologie di habitat d'acqua dolce individuate nell'Allegato I della Direttiva "Habitat" (per un approfondimento relativo al Lazio vedi Calvario *et al.*, 2008): Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del *Ranuncolion fluitantis* e *Callitricho-Batrachion*; Fiumi mediterranei a flusso permanente con il *Paspalo-Agrostidion* e con filari ripariali di *Salix* e *Populus alba*. Sono presenti varie specie di pesci ed anfibri riportate nell'Allegato II della stessa Direttiva: le specie ittiche già riportate in questa nota, tranne il cavedano (vedi dati di Zerunian, 1984); la salamandrina dagli occhiali (*Salamandrina perspicillata*) e il tritone crestato italiano (*Triturus carnifex*). Tutti i soggetti interessati e sensibili alla conservazione della natura nel territorio delle Province di Frosinone e Latina, e più in generale della Regione Lazio, hanno ritenuto un fatto molto positivo e di garanzia per il raggiungimento degli obiettivi specifici l'inserimento dell'alto

corso del Fiume Amaseno nel sistema europeo Rete Natura 2000.

Nel mese di agosto 2016 abbiamo compiuto delle osservazioni sull'alto corso del Fiume Amaseno, nel primo tratto con acque perenni, ed abbiamo constatato gravi alterazioni dell'ambiente naturale che sono venute a sommarsi ad altri elementi di disturbo messi in atto in periodi precedenti (Tab. II). La prima alterazione, databile al 2014, ha riguardato il taglio degli ontani (*Alnus* sp.) storicamente presenti sulla sponda destra del fiume; sono venute così meno le varie funzioni positive svolte dalla vegetazione ripariale a vantaggio dell'ecosistema fluviale e della sua comunità ittica (Fig. 6). La seconda alterazione ha riguardato un'ulteriore riduzione della portata (dopo quella già presente a causa del prelievo idrico per l'irrigazione di campi coltivati a foraggio utilizzato nell'allevamento bufalino intensivo, divenuta nel tempo sempre più consistente) conseguente alla realizzazione di una centralina idroelettrica; per quanto ne sappiamo, tale struttura è stata realizzata ed è entrata in funzione nel 2015 senza che il relativo progetto contenesse la Valutazione d'incidenza prevista dall'art. 6 della Direttiva "Habitat" e dall'art. 5 del D.P.R. n. 357/1997 e n. 120/2003 (integrativo e sostitutivo del precedente) che rappresentano le norme di recepimento della direttiva nel nostro Paese. La terza alterazione,

Tab. II. Elementi che hanno contribuito alla distruzione dell'habitat fluviale dell'alto Amaseno, e a renderlo progressivamente non più idoneo ad ospitare una comunità ittica.

Azioni antropiche e di animali domestici	anno o periodo delle azioni
Costruzione di uno sbarramento trasversale	circa 1950
Immissione di reflui provenienti da stalle per l'allevamento bufalino	a partire dal 1980
Riduzione della portata per l'irrigazione di campi a foraggio	a partire dal 1980
Taglio della vegetazione arborea ripariale (ontani)	2014
Riduzione della portata per l'alimentazione di una centralina idroelettrica	2015
Danneggiamento della vegetazione acquatica da parte di capre	2016

da noi osservata per diversi giorni consecutivi nell'agosto 2016, ha riguardato il grave danneggiamento della vegetazione acquatica operato da un branco di capre di circa 150 unità intenzionalmente portate a pascolare dentro l'alveo del fiume. Tutto ciò ha prodotto la distruzione dell'habitat fluviale, con la scomparsa in un tratto del fiume (evidenziato da una freccia nella Fig. 1) della comunità ittica.

Nello stesso periodo delle osservazioni sull'ambiente, abbiamo effettuato dei campionamenti faunistici nel primo tratto a monte e nel primo tratto a valle rispetto a quello evidenziato nella figura 1. Sono stati catturati esemplari di cavedano, di rovella e di ghiozzo padano; particolare attenzione è stata rivolta alla diagnosi di quest'ultimo, che ad un'osservazione superficiale può essere confuso con il ghiozzo di ruscello: l'esame di decine di esemplari ha portato a una sicura attribuzione alla specie *Padogobius martensii*.

Gli elementi che dal 2014 al 2016 hanno portato alla distruzione dell'habitat fluviale dell'alto Amaseno sono ben visibili nella foto della figura 7, e risaltano dalla comparazione fra questa e la foto della figura 2. Nella foto scattata nell'agosto del 2016 risultano evidenti: a) l'assenza quasi totale di vegetazione arborea ripariale; b) l'estrema riduzione della portata idrica causata dall'irrigazione di campi di granturco e dall'alimentazione di una centralina idroelettrica (a destra nella foto); c) un branco di capre mentre si nutre dentro l'alveo fluviale.

Alcune specie ittiche, come la rovella, il cavedano e forse anche il barbo, sono ancora presenti nei tratti a monte e a valle di quello osservato; è quindi ipotizzabile che, se venisse ridotto il prelievo idrico e si controllassero gli scarichi delle stalle dove viene praticato l'alleva-

mento bufalino in forma intensiva, potrebbero prima ricostituirsi delle ben strutturate e diversificate comunità vegetale e di macroinver-

tebrati e, poi, potrebbe aver luogo la ricolonizzazione spontanea da parte di una frazione della comunità ittica indigena costituita da

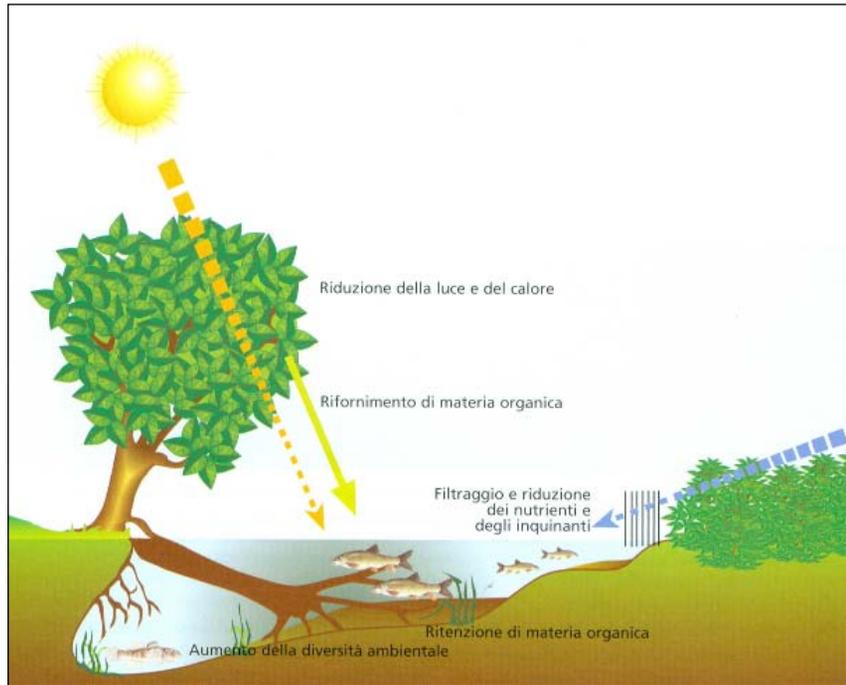


Fig. 6. Effetti positivi delle fasce di vegetazione arborea e arbustiva sull'ecosistema fluviale e sulla sua comunità ittica. (da Schiemer e Zalewski, 1992, ridisegnato; disegno tratto da Zerunian, 2002)



Fig. 7. Alto corso del Fiume Amaseno al confine fra le Province di Frosinone e Latina (stesso luogo della fig. 2), agosto 2016. (Foto dell'autore)

specie (come quelle appartenenti alla famiglia dei Ciprinidi) dotate di buone capacità di spostamento nei corsi d'acqua. La popolazione di ghiozzo di ruscello risulta invece con alta probabilità estinta nell'intero fiume, perché il tratto oggetto delle osservazioni era l'ultimo noto occupato dalla specie; in altre parole si trattava dell'ultimo "rifugio ecologico" di *Gobius nigricans* nel Fiume Amaseno. Forse l'estinzione ha avuto luogo già nel 2014, in seguito all'aumento di temperatura dell'acqua (particolarmente nocivo per le uova e gli embrioni presenti nel periodo tardo primaverile) conseguente al taglio della vegetazione arborea ripariale; diversamente, potrebbe aver avuto luogo fra il 2015 e il 2016 in seguito alle altre azioni riportate nella tabella II che hanno ridotto il fiume a un misero rigagnolo ed hanno gravemente alterato la rete alimentare dell'ecosistema acquatico.

Nonostante vada usata prudenza nel definire estinta una specie a livello globale o a quello regionale (secondo l'IUCN la categoria "estinto" va assegnata solo

alle specie per le quali si ha la definitiva certezza che anche l'ultimo individuo sia deceduto), riteniamo verosimile che nel tratto alto del Fiume Amaseno si sia verificata negli ultimi 50 anni una serie di estinzioni di specie ittiche stenoece: prima la trota macrostigma, poi la lampreda di ruscello e, infine, il ghiozzo di ruscello. Sono ancora presenti specie euriecie come il cavedano, ed altre a discreta valenza ecologica come la rovella; significativa è divenuta negli ultimi anni la presenza dell'alloctono ghiozzo padano, che ha occupato la nicchia ecologica lasciata libera dal ghiozzo di ruscello.

In conclusione, il caso descritto prova che le misure di salvaguardia degli habitat e delle specie contenute nella Direttiva "Habitat" 92/43/CEE e nei due D.P.R. di recepimento (n. 357/1997 e n. 120/2003) esistono solo sulla carta. Per quanto riguarda il SIC IT6050023 "Fiume Amaseno (alto corso)" né le Amministrazioni territorialmente interessate (Regione Lazio, Province di Frosinone e di Latina, Comuni di Amaseno e di Prossedi) né gli Organi deputati

a vigilare sul rispetto delle leggi (Magistratura e Corpi di Polizia nazionali, provinciali e comunali) sono intervenuti per impedire l'evidente danno ambientale; va comunque detto che la normativa citata assegna alla Regioni e alle Province autonome le competenze relative alla conservazione degli habitat e delle specie. Pur in assenza di opere ad alto impatto ambientale (come la cementificazione di circa 8 km del medio-alto Amaseno messa in cantiere alla fine degli anni '80 dall'Ente Regionale Sviluppo Agricolo Lazio, e bloccata grazie alle azioni intraprese da un locale Comitato per la tutela del Fiume Amaseno: vedi Zerunian, 1989), la distruzione dell'habitat fluviale dell'alto Amaseno è avvenuta in seguito alla somma di varie "piccole" azioni compiute con un'ottica di esclusivo sfruttamento delle risorse naturali, senza alcuna considerazione e rispetto per habitat, specie e comunità biotiche. E così, per incuria e negligenza, vari pezzi del meraviglioso puzzle che costituisce la biodiversità della Terra sono stati danneggiati o sono andati perduti.

BIBLIOGRAFIA

- Calvario E., Sebasti S., Copiz R., Salomone F., Brunelli M., Tallone G., Blasi C. (eds.), 2008. *Habitat e specie d'interesse comunitario nel Lazio*. Agenzia Regionale Parchi Lazio, 400 pp.
- D'Onofrio E., Gibertini G., Zerunian S., 1988. Aspetti della biologia riproduttiva di *Gobius nigricans* (Osteichthyes, Gobiidae). *Atti LII Conv. U.Z.I., Camerino* (1988) - *Boll. Zool.*, **55** (supl.): 58.
- Foley J., 2010. Limiti per un pianeta sano. *Le Scienze*, **500**: 46-49.
- Sarrocchio S., Maio G., Celauro D., Tancioni L. (eds.), 2012. *Carta della biodiversità ittica delle acque correnti del Lazio*. Edizioni ARP (Agenzia Regionale Parchi), Roma, 191 pp.
- Schiemer F., Zalewski M., 1992. The importance of riparian ecotones for diversity and productivity of riverine fish communities. *Netherl. Journ. Zool.*, **42**: 323-335.
- Wilson E.O., 2016 - *Metà della Terra. Salvare il futuro della vita*. Codice ed., Torino, 243 pp.
- Zerunian S., 1984. I Pesci del Fiume Amaseno e dei corsi d'acqua della Pianura Pontina (Lazio). *Quaderni Ist. Idrobiol. Acquac. Brunelli*, **4** (1): 26-67.
- Zerunian S., 1989. Fiume Amaseno, cronaca di una morte annunciata. *Pescare*, **27** (3): 38-39.
- Zerunian S., 2002. *Condannati all'estinzione? Biodiversità, biologia, minacce e strategie di conservazione dei Pesci d'acqua dolce indigeni in Italia*. Edagricole, Bologna, X + 220 pp.

- Zerunian S., 2003. *Piano d'azione generale per la conservazione dei Pesci d'acqua dolce italiani*. Ministero dell'Ambiente e Ist. Naz. Fauna Selvatica, Quad. Cons. Natura n° 17, 123 pp.
- Zerunian S., D'Onofrio E., Gibertini G., 1988. The biology of *Gobius nigricans* (Osteichthyes, Gobiidae). I. Observations on the reproductive behaviour. *Bollettino di Zoologia - Italian Journal of Zoology*, 55 (4): 293-298.
- Zerunian S., Gandolfi G., 1986. Considerazioni sui Gobidi d'acqua dolce presenti nel basso Lazio (Pisces, Gobiidae). *Rivista di Idrobiologia*, 25 (1-3): 69-80.
- Zerunian S., Leone M. (eds.), 1996. *Monitoraggio delle acque interne e Carta ittica della Provincia di Latina: i bacini campione del Fiume Amaseno e del Lago di Fondi*. Amm. Provinciale Latina, 264 pp.
- Zerunian S., Taddei A.R., 1996a. Evoluzione in tempi brevi delle comunità ittiche in seguito ad interventi antropici: i casi del Fiume Amaseno e del Lago di Fondi. *Atti VI Conv. naz. A.I.I.A.D.*, Varese Ligure (1996): 429-442.
- Zerunian S., Taddei A.R., 1996b. Competizione tra specie indigene e specie introdotte: il Ghiozzo di ruscello e il Ghiozzo padano nel Fiume Amaseno (Osteichthyes, Gobiidae). *Atti VI Conv. naz. A.I.I.A.D.*, Varese Ligure (1996): 443-450.

Gestione della fauna ittica alloctona: riflessioni sulla normativa di settore

Gilberto Natale Baldaccini^{1*}, Paolo Ercolini²

1) Via Rosso di San Secondo – 55041 Lido di Camaiore (LU)

2) Via di Coli e Spezi, 2653/b – 55054 Piano del Quercione (LU)

* Referente per la corrispondenza: gilbaldaccini@libero.it

Pervenuto il 17.10.2016; accettato il 28.10.2016

Riassunto

Gli Autori effettuano una rassegna della normativa regionale italiana sulla pesca nelle acque interne evidenziando gli aspetti relativi al controllo delle specie alloctone. Dai risultati si evince come la normativa non sempre appare del tutto coerente con i principi a cui si ispira. Infatti, se da un certo punto di vista, ogni singola regione sembra protesa a impedire l'arrivo delle specie aliene, secondo i dettami della normativa nazionale e le raccomandazioni di buona parte della comunità scientifica, è anche possibile osservare un fatto del tutto contraddittorio che vede, sempre più numerose, le forme alloctone tutelate al pari delle specie ittiche tipiche di un certo territorio. Appare evidente come tale azione sia in buona parte influenzata dagli interessi alieutici che, per il mero divertimento della pesca sportiva, fanno spesso dimenticare il significato che può assumere la tutela delle specie ittiche autoctone e l'importante ruolo che potrebbero invece assumere i pescatori sportivi.

PAROLE CHIAVE: pesca / specie alloctone / persico trota

Management of non-native fish fauna: reflections on sector regulations

The Authors carried out a review of the Italian regional regulations on inland fishing highlighting aspects of the control of alien species. The results show how the legislation is not always entirely consistent with the principles that inspired it. In fact, on a certain point of view, each region seems stretched out to prevent the arrival of alien species, according to the dictates of national legislation and good recommendations of the scientific community, it is also possible to observe a quite contradictory that see, more and more numerous, the protected non-indigenous forms like the indigenous fishes of a certain territory. It seems evident that such action is mainly influenced by fishery interests, for the mere enjoyment of sport fishing, they often forget the meaning that can take the protection of native fish species and the important role that could instead hire the sports fishermen.

KEY WORDS: fishing / non-native species / largemouth bass

INTRODUZIONE

L'invasione di specie aliene è ormai riconosciuta come una seria minaccia all'ambiente e all'economia in ogni parte del mondo, tant'è che sin dal 1979 accordi internazionali (convenzione di Berna) hanno decretato misure di contrasto alla loro diffusione. L'Italia ha ratificato tale accordo con una legge specifica (L. 593/81), introducendo di fatto nel quadro normativo nazionale le basi per un concreto controllo delle specie aliene. Successivamente altre nor-

mative nazionali hanno recepito direttive e convenzioni e ne hanno modificate di precedenti per regolamentare il controllo delle immissioni a tutela degli habitat (es. DPR n. 120 del 3 marzo 2003). Un recente decreto del Ministero dell'Ambiente (Decr. MATTM 19 gen. 2015) ha infine definito il significato di specie parautoctona che individua le entità introdotte dall'uomo, che si sono naturalizzate anteriormente al 1500 DC.

Rispetto agli accordi inter-

nazionali e alla normativa che ne discende, c'è da rilevare che, con netto anticipo, la letteratura scientifica aveva affrontato, con una vasta gamma di lavori, il problema delle invasioni biologiche. Primo fra tutti, Elton (1958) affrontò l'ecologia dell'invasione dando il via ad un filone di letteratura scientifica che ancora oggi prolifera. Nel contempo prese avvio il dibattito sulla effettiva consistenza del problema, dibattito che ancora oggi appare vivo (Davis *et al.*, 2001) e

che sta forse condizionando il diffondersi di approcci decisivi per la sua risoluzione. In Italia il confronto tra diversi punti di vista si è percepito soprattutto nell'ambito dell'idrobiologia, con particolare riguardo alle acque interne, dove l'accertata presenza di specie aliene ha un andamento in continua crescita (Tricarico *et al.*, 2010; Bianco, 2014). In modo particolare per la gestione delle popolazioni ittiche, già da tempo sono aperti accessi dibattiti tra i ricercatori che abbracciano la filosofia della conservazione naturalistica e quelli più propensi ad accettare strategie che tengano conto, non tanto della originaria appartenenza, quanto degli effetti ecologico-funzionali che le specie possono esercitare sulle comunità (Zerunian, 2007).

Ma le controversie che impediscono una visione univoca del problema non sono solo di natura scientifica: se escludiamo infatti le implicazioni di natura sanitaria, che possono trovare tutti concordi nella lotta a specie esotiche moleste come la zanzara tigre (*Aedes albopictus* Skuse 1894) (Sabatini *et al.*, 1990), sorgono spesso motivazioni di natura socio-economica che determinano comportamenti completamente incoerenti nei confronti degli sgraditi ospiti. Infatti, se è evidente come la lotta a specie come *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi e Hagaki, 1974, nematode parassita dell'anguilla, sia intrapresa con tutta veemenza e senza alcuna incertezza pena il grave danno arrecato al patrimonio ittico (Ciccotti, 2007) (anche se occorre precisare che non sempre la lotta a questi alieni, invasivi e dannosi, viene presa comunque con la dovuta tenacia e le necessarie risorse), è altrettanto evidente che motivazioni socio-economiche possono aver determinato, deliberatamente o casualmente, l'introduzione di nuove specie e incentivato azioni di

tutela, con particolare riguardo alla fauna ittica. Nel presente lavoro si cercano di evidenziare i suddetti aspetti, sulla base di quanto riportato dalla vigente normativa regionale per la gestione del patrimonio ittico, con particolare riguardo alle specie esotiche.

MATERIALI E METODI

È stata presa in esame la normativa (Leggi e Regolamenti), aggiornata al 2016, reperibile nei vari siti web delle Regioni italiane, relativa al settore della pesca sportiva nelle acque interne, prestando particolare attenzione alle specie alloctone. L'esame è stato indirizzato verso le disposizioni impartite dalle Amministrazioni regionali competenti, che contengono (o dovrebbero contenere) gli indirizzi principali a cui si deve attenere una eventuale normativa a livello territoriale¹. Tra le specie alloctone ci si è soffermati prevalentemente sul persico trota (*Micropterus salmoides* Lacépède, 1802) in quanto ritenuta specie emblematica, per storia, interesse alieno e diffusione, ma anche sulle altre specie alloctone che, a seconda del livello di invasività e di impatto sulle comunità originarie, interesse commerciale e sportivo, possono aver indotto comportamenti differenti nel legislatore. La tabella I riporta le specie alloctone soggette a misure di tutela nella normativa regionale, mentre quelle soggette a misure di contenimento sono elencate nella tabella II.

RISULTATI

Dall'esame della normativa reperibile sui siti regionali si rileva come un'azione decisa contro le specie alloctone, senza frapporte distinzioni, venga intrapresa da un esiguo numero di Regioni.

La **Regione Campania** (L.R. n. 17 23/11/2013), ad es., vieta l'immissione delle specie alloctone, demandando alle province il compito di adottare tutte le cautele per evitarne la diffusione incontrollata, sebbene non vengano esplicitamente suggeriti o imposti comportamenti per il loro contenimento; tra le poche specie alloctone citate (Tab. II) non è annoverato il persico trota.

La **Regione Piemonte** già con L.R. 29 dicembre 2006 n. 37 vieta il rilascio nelle acque del territorio regionale di ogni esemplare catturato appartenente alle specie di fauna ittica alloctona individuate con apposito piano ittico regionale (Del. Cons. Reg. 29/09/2015, n. 101-33331). Tra queste anche il persico trota che già veniva esplicitamente sottoposto a pesca illimitata, senza rispetto di periodi o limiti di taglia (DPGR 10 gennaio 2012 n. 1/R). Nel suddetto piano ittico regionale si conferma la necessità di assoggettare a interventi di contenimento, riduzione ed eradicazione, le specie alloctone censite e quelle che dovessero essere segnalate, senza alcuna distinzione. Si propongono inoltre gestioni differenziate del pesce catturato, come: eliminazione delle carcasse; utilizzo a fini alimentari; utilizzo nella mangimistica e attivazione di protocolli di intesa per una loro ricollocazione nei bacini di provenienza danubiana. Unica eccezione al contenimento delle specie esotiche è data dalla trota iridea (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792), contemplata nelle immisioni in alcune acque della Regione, per l'ormai accertata incapacità di naturalizzazione.

La **Regione Marche** con L.R. 3 giugno 2003 n. 11 e s.m.i. vieta l'immissione di specie ittiche non autoctone con la sola

¹ In attesa dell'eventuale trasferimento di funzioni previsto dalla Legge 7 aprile 2014, n. 56.

eccezione della carpa erbivora (*Ctenopharyngodon idellus* Val., 1844), e prevede sanzioni per l'immissione di specie aliene con importi raddoppiati per reiterazione dell'infrazione e quadruplicati nel caso del siluro (*Silurus glanis* L., 1758). Il Calendario 2016² evidenzia il divieto di immettere nei corsi d'acqua la trota iridea (nel rispetto della sentenza della Corte Costituzionale n. 288/2012 che ha dichiarato l'illegittimità costituzionale dell'articolo della L.R. che ne prevedeva invece l'immissione).

Non fa menzione della carpa erbivora la cui presenza nelle acque regionali, peraltro, non è stata accertata dalla carta ittica regionale³, mantenendo valide le attenzioni previste dalla legge regionale per questa specie esotica (Tab. I). Concede alle province (in attesa dell'effettivo esercizio delle funzioni trasferite) la possibilità di consentire la pesca notturna per la cattura del siluro e disporre misure atte al contenimento di altre specie alloctone (Tab. II).

La **Regione Lombardia** (L.R. 31/2008) prevede specifiche azioni di contenimento (divieto di rilascio dei soggetti catturati e soppressione) per le specie alloctone ritenute dannose (Tab. II), ma consente deroghe per quelle individuate con apposito documento tecnico (DPGR 11 febb. 2005 n. 7/20557) "da considerarsi non sempre e comunque dannose per l'equilibrio delle comunità ittiche". In tale documento tecnico si inserisce il persico trota in un elenco contenente altre 11 specie alloctone, per le quali si attua di fatto un'azione di tutela (Tab. I). Queste, in casi

specifici e in particolari ambienti, possono anche essere oggetto di ripopolamento da parte delle province (L.R. 31/2008) e soggette a limiti di pesca in quanto non comprese nell'elenco delle specie ittiche dannose (Regol. Reg. 22 mag. 2003, n. 9, modif. con R.R. 8 febb. 2010, n. 4).

La **Provincia di Bolzano** (L.P. 12 dicembre 2011, n. 14) tende alla salvaguardia delle specie autoctone consentendo l'allontanamento dalle acque di "tartarughe palustri immesse" senza fare altri riferimenti alle specie alloctone. Nel regolamento relativo alla pesca (D.P.P. 8 maggio 2001, n. 19, allegato A) si menzionano specie esotiche come trota iridea, salmerino di fonte (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814), coregone (*Coregonus lavaretus* L.) e lucioperca (*Sander lucioperca* L.) tra le specie soggette a misure minime e periodi di divieto alla pesca. Mentre non si fa menzione di alcun provvedimento contro le specie alloctone e non viene citato il persico trota, evidentemente assente dalle acque della provincia.

La **Provincia di Trento** con L.P. 12 dic. 1978, n. 60, e s.m.i. (ultima modifica rilevata: L.P. 27 dicembre 2011, n. 18) esercita una, seppur generica, azione contro le specie alloctone. Il regolamento attuativo della suddetta norma (D.P.G.P. 3 dic. 1979, n. 22-18/Leg.), prevede periodi di divieto e misure minime con un apposito allegato dove non figurano specie esotiche. Contempla inoltre la possibilità (art. 18) che con regolamenti interni i concessionari di acque pubbliche possano, tra l'altro, introdurre la "misura per le specie per le quali non è prevista dal regolamento" senza precisare l'esclusione di specie alloctone. Con ciò dando la possi-

bilità di tutelare specie alloctone come nel caso di un'associazione di Trento⁴, affiliata FIPSAS, che riporta in un regolamento interno, approvato nel 2016 ai sensi dell'art. 18, che stabilisce i periodi e le taglie minime per varie specie ittiche tra cui compaiono il salmerino di fonte, la trota iridea, il persico trota e il lucioperca (anche se per queste ultime due specie non è previsto alcun limite al periodo di pesca). Un successivo regolamento (D.P.G.P. 7 dic 2012, n. 2637), richiamando la Carta Ittica, riassume gli obiettivi di gestione naturalistica che mirano a conservare le popolazioni e le specie indigene "togliendo per quanto possibile le specie esotiche acclimatate negli ambienti naturali", limitando gli eventuali ripopolamenti alle specie indigene, senza tuttavia adottare specifici provvedimenti contro le specie alloctone.

La **Regione Veneto** è una delle regioni più attente al problema delle specie alloctone. Con apposita normativa (L.R. 28 aprile 1998, n. 19 e s.m.i.) prevede "la pesca autorizzata ai fini del contenimento delle specie aliene invasive". Demanda ai regolamenti provinciali e relative carte ittiche la stesura di un elenco di specie alloctone invasive già presenti sul territorio regionale di cui è proibita l'introduzione, la reintroduzione e la reimmissione in acqua dopo la cattura e le conseguenti metodologie di riduzione o eradicazione. Prevede, altresì, la stesura di un elenco di specie alloctone di importanza sportiva, per le quali individuare acque vocate alla loro tutela. Con regolamento regionale possono essere previste deroghe su specie che hanno storicamente dimostrato carattere di non invasivi-

2 http://www.arcipescafisa.it/upload/upl1/DGR_Calendario_Pesca_2016.pdf

3 <http://www.provincia.pu.it/pescafluviale/progetti/carta-ittica-regionale/>

4 <http://www.fipsastrentino.it/tesse-ramento/regolamento>

Tab. I. Specie alloctone, di origine estera o traslocate (*), soggette a misure di tutela (limiti di cattura per taglia, periodo e quantità) nelle varie regioni italiane. Nella normativa delle Regioni non rappresentate non sono state rilevate forme di tutela (Campania, Calabria) o non è stato possibile reperire dati (Val d'Aosta, Puglia).

	Pie- monte	Lom- bardia	Tren- to	Bol- zano	Ve- neto	Friu- li	Ligu- ria	Em. Rom.	To- scana	Um- bria	La- zio	Mar- che	Abruz- zo	Mo- lise	Basi- licata	Sici- lia	Sar- degna
Carpa erbivora (Ctenopharyngodon idellus)	x						x			x	x						x
Carpa argento (Aristichthys nobilis)	x						x										
Carpa testa grossa (Hypophthalmichthys molitrix)	x						x										
Salmerino di fonte (Salvelinus fontinalis)	x	x	x	x	x	x				x							
Trota iridea (Oncorhynchus mykiss)	x	x	x	x	x	x	x			x	x			x		x	x
Coregone (Coregonus lavaretus)	x			x	x												x
Bondella (Coregonus oxyrhynchus)	x												x				
Temolo (Thymallus thymallus)*																	x
Gambusia (Gambusia holbrooki)	x																
Persico trota (Micropterus salmoides)	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Persico sole (Lepomis gibbosus)	x																
Persico reale (Perca fluviatilis)*																	x
Lucioperca (Stizosteidon lucioperca)	x	x	x	x					x								
Pesce re (Odontesthes bonariensis)																	x
Luccio (Esox lucius)*																	x

tà o sovrapposizione ai patrimoni ittici originali. A tal proposito, con regolamento regionale per la disciplina della pesca delle acque del Garda (12 agosto 2013, n. 2, BUR n. 72/2013), si fissano periodi e limiti per coregone e persico trota.

La **Regione Friuli Venezia Giulia** ha istituito l'Ente Tutela Pesca (L.R. 12 maggio 1971, n. 19 e s.m.i.) al quale sono assegnate le

principali competenze per la tutela della fauna ittica e degli ambienti acquatici. Annualmente elabora il calendario, approvato dalla Giunta Regionale, riguardante l'esercizio della pesca sportiva nelle acque interne fornendo tutte le indicazioni necessarie alla tutela. Il calendario trova riscontro nella normativa regionale periodicamente modificata e integrata coerentemente con le normative comunitarie e nazionali

in termini di lotta alle specie alloctone. Il calendario 2015 (Allegato alla delibera della Giunta Regionale n. 1906 del 17 ottobre 2014) indica le misure minime anche per il persico trota, per il salmerino di fonte e per la trota iridea. Una lotta dichiarata viene invece imposta contro il naso comune o "savetta dell'Isonzo" (*Chondrostoma nasus nasus* L.) e il siluro, che, se catturati, vanno trattenuti e soppressi (Tab. II).

Tab. II. Specie alloctone, di origine estera o traslocate (*), verso le quali sono intraprese azioni mirate di contenimento (divieto di immissione, divieto di rilascio dopo cattura, soppressione dopo cattura, divieto di trasporto, ecc.), espressamente citate nella normativa. Nella normativa delle regioni non riportate non sono state rilevate azioni mirate selettive o non è stato possibile reperire dati.

	Pie- monte	Lom- bardia	Friuli	Em. Rom.	To- scana	Um- bria	Mar- che	Cam- pania	Basi- licata	Sici- lia
Anguilla americana (<i>Anguilla rostrata</i>)										x
Naso (<i>Chondrostoma nasus</i>)			x							
Gardon (<i>Rutilus rutilus</i>)	x	x					x			x
Carassio (<i>Carassius carassius</i>)		x							x	x
Carassio dorato (<i>Carassius auratus</i>)	x	x								
Rodeo amaro (<i>Rhodeus sericeus</i>)	x	x								x
Pseudorasbora (<i>Pseudorasbora parva</i>)	x	x					x			x
Alborella sett.le (<i>Alburnus a. alborella</i>)*									x	
Barbo d'oltralpe (<i>Barbus barbus</i>)	x	x								
Blicca (<i>Blicca bjoerkna</i>)		x								x
Cobite orien. (<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>)	x	x								
Siluro (<i>Silurus glanis</i>)	x	x	x	x	x	x	x			x
Pesce gatto (<i>Ameiurus melas</i>)	x				x			x	x	x
Pesce g. punteggiato (<i>Ictalurus puntatus</i>)		x								
Pesce gatto nebuloso (<i>Ictalurus nebulosus</i>)		x								
Pesce gatto africano (<i>Clarias gariepinus</i>)		x						x		x
Aspio (<i>Aspius aspius</i>)	x	x					x			
Trota iridea (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)									x	
Temolo (<i>Thymallus thymallus</i>)*									x	
Coregone (<i>Coregonus lavaretus</i>)									x	
Acerina (<i>Gymnocephalus cernuus</i>)		x								x
Lucioperca (<i>Stizosteidon lucioperca</i>)	x									
Luccio (<i>Esox lucius</i>)*									x	
Persico sole (<i>Lepomis gibbosus</i>)	x							x	x	x
Persico trota (<i>Micropterus salmoides</i>)	x									x
Persico reale (<i>Perca fluviatilis</i>)*					x				x	
Abramide (<i>Abramis brama</i>)		x								
Salmerino di fonte (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	x									

Non viene fatta menzione di specie alloctone nella legge sulla pesca (L.R. 1 aprile 2014 n. 8) della **Regione Liguria**, salvo quando nel paragrafo relativo all'uso dell'elettrostorditore se ne consente l'uso anche per "le specie invadenti", senza, peraltro, specificare quali. La norma demanda alla carta ittica competenze relative alla tutela della biodiversità e dell'equilibrio ecologico e vieta genericamente l'immissione di materiale ittico; prevede misure minime e periodi interdetti alla pesca anche per specie esotiche (Tab. I), tra cui il persico trota e la trota iridea.

La **Regione Emilia Romagna** appare particolarmente impegnata nella lotta alle specie alloctone tanto che con L.R. 11/2012 e s.m.i. (aggiornata al 2015) vieta l'immissione e la reimmissione nelle acque interne di specie ittiche estranee alla fauna autoctona; prevede inoltre l'adozione di specifici atti per il contenimento di specie particolarmente invasive, proponendo soluzioni per la gestione degli esemplari catturati. In seguito, però, consente l'individuazione di specie alloctone per l'allevamento e la pesca a pagamento e tra queste, nel piano ittico regionale 2010, figura anche il persico trota. La medesima specie compare in alcuni piani ittici provinciali, sia tra le specie per le quali viene fissato un limite di grandezza per la cattura (Calendario ittico 2016 per il territorio di Reggio Emilia⁵), sia tra quelle inserite tra le specie alloctone (Programma ittico 2015 Città Metropolitana di Bologna⁶),

fatto quest'ultimo che può generare problemi di interpretazione.

La **Regione Toscana** con L.R. 7/2005 vieta l'immissione di specie ittiche alloctone, salvo deroghe date dalle province. Con apposito regolamento attuativo (DPGR 22/98/2005 - 54/R) prevede limiti quantitativi e dimensionali di cattura per persico trota, vietandone anche la pesca nell'intervallo compreso tra il 1 maggio e il 30 giugno, e limiti dimensionali per lo storione, senza specificarne il nome scientifico e quindi non tenendo conto, non solo della possibile transfaunazione per le specie italiane, ma nemmeno della possibile presenza di specie aliene, es. come *Acipenser transmontanus* Rich., 1836, sebbene quest'ultima non sembri in grado di costituire popolazioni stabili (Zerunian, 2002). Nel regolamento non si fa alcuna menzione specifica sulle specie alloctone, salvo consentire la pesca con la canna senza limiti di tempo per siluro e pesce gatto (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820).

La L.R. 22 ottobre 2008, n. 15 e s.m.i. della **Regione Umbria** detta le norme per la tutela, conservazione e incremento della fauna ittica. Vieta "la reimmissione nel corso d'acqua ove si svolge la gara di pesca delle trote prelevate durante la gara di pesca di Salmonidi nonché degli esemplari appartenenti alle specie alloctone indicate dalla Giunta regionale". Prevede l'adozione di norme regolamentari attualmente rappresentate dal R.R. n. 2 del 15 febb. 2011, dove si stabiliscono limiti di lunghezza e periodi di pesca anche per specie alloctone come lucioperca e persico trota. Nel Piano Ittico preadottato con delibera della giunta n. 1739 del 22/12/2014 si suggerisce l'a-

dozione di buone pratiche per la gestione delle specie alloctone, passando in rassegna tutte quelle presenti nella Regione e fornendo indicazioni per il loro contenimento che non prevedono comunque immediate misure. Si sottolinea la necessità di attenersi alla normativa nazionale sull'immissione di specie esotiche: "pertanto, considerando che solo una rigorosa analisi dei rischi può permettere di escludere che un taxon alloctono possa determinare un impatto sulle biocenosi naturali, il divieto di immissione in natura deve intendersi esteso a tutte le specie alloctone ad eccezione di quelle per le quali, sulla base di una adeguata valutazione tecnico-scientifica, sia stato accertato che l'immissione in natura non comporta rischi per la conservazione delle diverse componenti ambientali tutelate dal già citato DPR 357/97".

Con L.R. 7 dic. 1990, n. 87 e s.m.i. la **Regione Lazio** prevede programmi annuali di intervento e la stesura della carta ittica come strumento di gestione e tutela degli habitat, senza tuttavia fare alcuna menzione delle specie alloctone. Stabilisce lunghezze minime e periodi di tempo interdetti alla pesca di varie specie alloctone (Tab. I) tra cui il pesce re (*Odontesthes bonariensis* Valenc., 1835), Aterinide introdotto nel 1974 nel lago di Nemi (Gelosi e Colombari, 2004).

Nella **Regione Abruzzo** la L.R. n. 44/1985 e s.m.i. (l'ultimo aggiornamento reperibile sul web è costituito dalla L.R. 3 apr. 1995, n. 34) prevede periodi di divieto e misure minime per il persico trota (ribadite anche dal calendario ittico del 2014). Stabilisce che i ripopolamenti ittici debbano essere effettuati prevalentemente

5 <http://www.provincia.re.it/page.asp?IDCategoria=701&IDSezione=5235&ID=94801>

6 <http://www.cittametropolitana.bo.it/cacciapesca/Engine/RAServePG.php/P/262011140405/T/Piano-ittico-e-calendario-pesca-provinciale>

“con specie ittiche nazionali⁷” nelle zone di protezione. Vieta di immettere nelle acque pubbliche ittiofauna senza autorizzazione e di “introdurre nel territorio regionale specie ittiche estranee alla fauna indigena, salvo che si tratti di animali destinati ai giardini zoologici, ai musei, ai circhi e agli spettacoli”.

La legge non esplicita comportamenti specifici per il contenimento delle specie alloctone. Il Calendario Ittico regionale del 2014 vieta anche la pesca della bondella (*Coregonus oxyrinchus* L.), attuando per questa specie esotica la massima protezione.

La L.R. 30 lug 1998, n. 7 (e s.m.i. rilevabili fino al 2011) della **Regione Molise**, stabilisce che ogni immissione di specie ittiche estranee alla fauna locale (e quindi sembrerebbe riferito anche alle specie traslocate da altre regioni zoogeografiche italiane: n.d.r.) deve essere autorizzata dal Presidente della Giunta Regionale. Tali immissioni avvengono solo al fine di migliorare qualitativamente il patrimonio ittico ed in forma sperimentale. È consentita, solo per gare autorizzate, l'immissione di trota iridea. Predispose la carta ittica regionale e i piani provinciali per la tutela, l'incremento e lo sviluppo della pescosità. La carta ittica ha carattere vincolante per quanto attiene la scelta delle specie ittiche da immettere nelle acque regionali. Limita la pesca per periodo e per taglie anche per persico trota, per tutte le specie di trota (quindi senza escludere l'iridea: n.d.r.) e un generico salmerino. Nella carta ittica del 2005 non

sembra sia presente alcuna specie di salmerino mentre sono descritte, tra le altre già citate, specie alloctone o traslocate, come pesce gatto, carassio (*Carassius auratus* L.), alborella comune (*Alburnus a. alborella* De Filippi, 1844), persico sole (*Lepomis gibbosus* L.).

La **Regione Basilicata** con L.R. 9 lug. 2009 n. 20, individua nel Piano Ittico Regionale lo strumento con cui promuovere la conservazione, l'incremento e l'equilibrio biologico delle specie ittiche e nella carta ittica quello per definire i criteri di scelta delle specie ittiche, gli interventi di ripopolamento e riequilibrio ambientale. Vieta l'immissione nelle acque interne di specie ittiche estranee alla fauna locale (e quindi anche traslocate: n.d.r.), salvo deroghe per motivi scientifici. Consente “il ripopolamento, l'allevamento e l'immissione di specie ittiche solo se della stessa specie della fauna locale, preferendo l'immissione di ceppi autoctoni”. Al medesimo articolo delega alle province la possibilità di “autorizzare la cattura di specie ittiche per motivi di studio o per ridurre le presenze che determinino situazioni di squilibrio biologico, mediante interventi organizzati”.

Nel piano ittico regionale vigente si sottolinea la necessità di salvaguardare l'ambiente fluviale dall'immissione di specie alloctone, tra le quali figurano, distribuite nelle varie zonazioni, trota iridea, temolo, coregone, trota marmorata, salmerino, luccio, alborella comune (“settentrionale”), carassio. Si auspica un maggior controllo delle specie alloctone anche per il ruolo di predatrici che rivestono, aggiungendo all'elenco suddetto anche il persico sole, il persico reale, il persico trota e il pesce gatto. Per il luccio e per il persico trota sono tuttavia fissati limiti e periodi di pesca con obbligo di rilascio dopo cattura.

Nella **Regione Calabria** la salvaguardia della fauna delle acque interne viene demandata con L.R. 29/2001 alle province con l'adozione di tutti i provvedimenti necessari con particolare riguardo, tra l'altro, alle misure limite, senza tuttavia fare alcuna menzione sulle specie esotiche.

Per la **Regione Sicilia** non sembra reperibile normativa specifica regionale in materia di pesca delle acque interne. Le singole province hanno emesso propri regolamenti. Citiamo ad esempio il regolamento del consiglio provinciale di Enna n. 10/2007 che prevede periodi di divieto di pesca e limiti di taglia per varie specie tra cui il persico trota, il coregone e la trota iridea, attuando per esse, di fatto, un'azione di tutela. Tale regolamento, facendo assoluto divieto di immettere o reimmettere una consistente lista di specie alloctone, sembra farne presumere la presenza in Sicilia. Per contro obbliga a rilasciare dopo cattura ogni esemplare di amur (carpa erbivora: n.d.r.), per la quale raccomanda anche una particolare attenzione nella detenzione prima del rilascio. Prevede inoltre immissioni, da parte dell'ente, di specie come la stessa amur e la trota iridea, oltre alle specie prettamente autoctone.

Il regolamento della provincia di Siracusa (delib. C.P. n. 5/2011) prevede un regime di pesca controllato (limiti di taglia) per varie specie tra cui anche il persico trota. Tali catture, se inferiori alla taglia consentita devono, essere rimesse in libertà. Non sono specificatamente previsti limiti analoghi per carassio e rovello (*Rutilus rubilio* Bonaparte, 1837) quest'ultima endemica della regione italo-penninsulare, ma presente in Sicilia in seguito ad immissioni (Zerunian,

⁷ Rispetto al primo impianto normativo il termine “autoctone” è stato successivamente sostituito con “nazionali”. Sebbene sia difficile interpretarne le motivazioni, sembra che il nuovo termine sia servito per attenuare il significato di autoctone, includendo in esse le transfaunazioni.

2002). Non sono previste misure di contenimento delle specie alloctone.

Con un unico atto (Decreto Ass. Difesa Ambiente, 10 maggio 1995, n. 412) la **Regione Sardegna** regola anche la pesca nelle acque interne fissando limiti di misura e periodo anche per specie alloctone come trota iridea e persico trota, o traslocate come una non meglio definita trota europea. Non vengono menzionate le altre specie alloctone storicamente presenti così come riportato dalla letteratura scientifica (Sotglu *et al.*, 2014; Orrù e Cau, 2012; Zanetti *et al.*, 2010).

Nel calendario ittico venatorio 2016⁸ della **Regione Valle d'Aosta**, emanato dal Consorzio Regionale (istituito con L.R. 10 maggio 1952, n. 2) a cui sono demandate le competenze in materia di pesca, si prevedono misure minime per alcune specie autoctone, ma non si prevedono misure di contenimento delle specie alloctone, evidentemente perché non se ne è accertata la presenza in ambito regionale o perché il problema non è ancora stato affrontato.

DISCUSSIONE

L'architettura della normativa nel settore della pesca sportiva risulta molto complessa e articolata, non esente da stridenti contraddizioni. In linea generale quasi tutte le regioni si adoperano per una lotta, più o meno decisa, alle specie alloctone, vietandone l'immissione, anche con sanzioni consistenti. Nella maggior parte, tuttavia, si riservano evidenti misure di salvaguardia per buona parte delle specie ormai accertate sul territorio di competenza,

acclimatate o naturalizzate. Solo poche regioni cercano di attuare misure di contenimento a tutte le specie alloctone, senza distinzioni di sorta. Nella maggior parte della normativa regionale troviamo forme di tutela indiretta per varie specie alloctone tra le quali spiccano il persico trota, il salmerino di fontana, la trota iridea, inserite negli elenchi contenenti le specie per le quali viene limitato il periodo di pesca, definita la taglia minima e la quantità massima asportabile (Tab. I). Sono poche le specie alloctone comuni a tutte le regioni, la cui presenza è stata accertata o presunta, soggette a interventi di contenimento, riduzione ed eradicazione, in genere semplicemente vietandone il trasporto, l'immissione, il rilascio post cattura e prescrivendone la soppressione (Tab. II). Tra queste la più perseguita è senz'altro il siluro, specie ritenuta a impatto elevato sulla comunità acquatica (Zerunian, 2002) e non solo da parte del mondo scientifico.

Il persico trota, detto anche *black bass* o boccalone, è la specie più frequentemente sottoposta a forme di tutela, insieme alla trota iridea. Ma, mentre quest'ultima non è in grado di naturalizzarsi, il persico trota è in grado di riprodursi e adattarsi molto bene negli ambienti acquatici italiani. Originario del Nord America, è diffuso dai Grandi Laghi alla Florida (Tortonese, 1975) ed è stato introdotto in Italia nel 1897, nelle acque del lago di Monate (Razzetti *et al.*, 2013). La specie ben presto fu diffusa in altri ambienti acquatici delle varie regioni italiane (Marinelli *et al.*, 2004; Gherardi *et al.*, 2007). Ritenuto in grado di "esercitare un'azione quasi sempre di equilibrio, contribuendo a limitare i fenomeni di sovrappopolamento da parte delle famiglie eccessivamente prolifiche" (Sommani, 1967), la specie

era considerata, già nel suo areale geografico, un valido strumento di lotta nell'ambito della biomanipolazione di ambienti eutrofizzati per il contenimento di specie ittiche zooplanctivore (Moss *et al.*, 1996). Non è da escludere quindi che le motivazioni della sua introduzione in ambienti eutrofizzati, siano in parte da ricercare nel tentativo di ripristinare l'equilibrio della rete trofica. Nel lago di Massaciuccoli, ad es., la presenza del persico trota è stata accertata negli anni '90 (Alessio *et al.*, 1994), ma la sua introduzione sembra risalire alla fine degli anni '70, proprio a seguito di disinvolti tentativi di riequilibrare la rete trofica (dato inedito). Ma in egual misura e forse anche con maggiori effetti, è stato l'elevato interesse alieutico e sportivo (Nocita e Zerunian, 2007) la motivazione per cui questa specie, come molte altre ormai presenti sul territorio nazionale, è stata introdotta, deliberatamente o accidentalmente, in molti ambienti acquatici italiani. La stessa introduzione in bacini per la pesca a pagamento, spesso situati in aree golenali, può aver facilitato la sua diffusione in acque libere durante piene eccezionali.

L'azione competitiva del persico trota con specie autoctone predatrici, come il luccio o il persico reale, è ancora motivo di dibattito e non può essere del tutto esclusa, data l'accertata sovrapposizione della nicchia trofica tra le varie specie (Alessio, 1983; Lorenzoni *et al.*, 2002; Marinelli *et al.*, 2006; Traversetti *et al.*, 2016). La specie è considerata a impatto medio sulla fauna autoctona secondo Zerunian *et al.*, 2009.

La notevole diffusione del persico trota negli ambienti acquatici italiani, anche in virtù del suo istinto predatorio e della notevole resistenza, ha favorito la crescita di un forte interesse nel mondo della

8 <http://www.pescavda.it/images/calendario%20ittico%202016.pdf>

pesca sportiva⁹, tanto da far sorgere associazioni in tutta Italia, con il conseguente incremento di attrezzature di pesca specializzate per facilitarne la ricerca e la cattura.

È evidente come il legislatore, nella stesura di normative e regolamenti volti alla tutela del patrimonio faunistico delle acque interne, non abbia potuto fare a meno di considerare tali aspetti. Come già evidenziato da Nocita (2007) per la Toscana, spesso la normativa, pur dimostrando interesse per il contenimento delle specie alloctone, assicura per molte di queste un'azione di tutela al pari di quella operata per le specie autoctone, invocando l'assenza di accertata capacità invasiva o dannosità sul resto della comunità ittica.

CONCLUSIONI

Dall'esame delle varie normative è risultato evidente come, nella maggior parte delle regioni, si rilevi un adeguamento della normativa rispetto al problema delle invasioni biologiche, determinato dalle direttive comunitarie in materia, dagli accordi internazionali e dalle leggi nazionali di recepimen-

to. Tuttavia, come già accennato, emergono spesso contraddizioni tra gli intenti dichiarati e le azioni che in concreto si vanno a svolgere. Nella maggior parte delle normative, infatti, viene espressamente dichiarata lotta alle specie alloctone, ma poi tra queste si selezionano specie da tutelare, al pari delle autoctone. Non sempre si forniscono chiari obblighi su come mettere in pratica le azioni di contenimento delle specie alloctone, limitandosi quindi a vietarne l'immissione senza intraprendere azioni dirette per l'eradicazione, o almeno il contenimento, di quelle già insediate. È ragionevole supporre che l'impostazione dell'architettura normativa sia influenzata dagli effetti della mediazione tra legislatore e portatori di interessi, con i quali viene prestabilita una partecipazione collaborativa. Non sempre, poi, è chiaro il ruolo del mondo scientifico a cui si demanda la stesura delle carte ittiche e che, peraltro, non sempre esprime una posizione omogenea sull'approccio al problema. D'altronde forse proprio dal mondo della ricerca, da cui vengono i moniti per i pericoli connessi con la presenza di specie alloctone, non sempre scaturiscono elementi certi e inoppugnabili sugli effetti che queste possono avere sulla

fauna locale o sulle biocenosi in genere (se si escludono alcuni casi emblematici, cfr. Zerunian, 2003), sui quali basare le scelte della normativa.

Al fine di contrastare il comportamento del singolo individuo che, per interesse strettamente personale, si arroga il diritto di gestire a suo piacimento la diffusione di specie da un luogo all'altro, la normativa specifica, volta a regolamentare l'attività alieutica, può avere una forte valenza educativa in termini di tutela del patrimonio faunistico proprio di una data area geografica.

Gli strumenti normativi esaminati sembrano invece esprimere lo scarso convincimento su come approcciarsi a questo argomento proprio da parte dei primi fruitori delle comunità ittiche che, anteponendo alla razionalità di scelte incisive, l'emotività scaturita dal mero interesse alieutico e sportivo, scelgono di non affrontare effettivamente il problema dei possibili danni provocati dalle specie alloctone. Ciò nella consapevolezza che solo con la concreta collaborazione di chi vive sul fiume gran parte del proprio tempo libero sia possibile attuare tentativi di contenimento o di eradicazione delle specie alloctone.

9 <http://portale.fipsas.it/Sezioni/Attivit%C3%A0AgonisticheAI/Blackbass/InfoGare>

BIBLIOGRAFIA

- Alessio G., 1983. Le black-bass, *Micropterus salmoides* (Lacep.), dans les eaux italiennes. Un antagoniste du brochet? *Bull. Fr. Piscic.*, **292**: 1-17.
- Alessio G., Baldaccini G.N., Bianucci P., Duchi A., Esteban Alonso J., 1994. Fauna ittica e livello trofico del lago di Massaciuccoli: dati preliminari. In Cenni M. (ed.) Atti del seminario "Problemi di eutrofizzazione e prospettive di risanamento del Lago di Massaciuccoli" Massarosa, dic. 1992. Parco Naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli, Pisa: 167-180.
- Bianco P.G., 2014. Invasione degli esotici: l'Italia nel contesto globale. Atti XIII Cong. Naz. AIIAD – Sansepolcro (Ar). *It. J. Fresh. Ichthyol.*, (1): 107.
- Ciccotti E., 2007. Il caso dell'anguilla europea, tra gestione e conservazione. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 57-66.
- Davis M.A., Thompson K., Grime J.P., 2001. Charles S. Elton and the dissociation of invasion ecology from the rest of ecology. *Diversity and Distribution*, **7**: 97-102.
- Elton C.S., 1958. *The ecology of invasions by animals and plants*. Methuen, London, 180 pp.
- Gelosi E., Colombari P.T., 2004. *Manuale della Pesca*. Quaderni ARSIAL, Roma, 466 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., Scalera R., Zerunian S., Tricarico E., 2007. Animal xenodiversity in Italian inland waters: distribution, modes of arrival, and pathways. *Biological Invasions*, **10**: 435-454.
- Lorenzoni M., Corboli M., Dörr A.J.M., Giovanazzo G., Selvi S., Mearelli M., 2002. Diets of *Micropterus salmoides* Lac. and *Esox lucius* L. in lake Trasimeno (Umbria, Italy) and their diet overlap. *Bull. Fr. Piscic.*, **365/366**: 537-547.
- Marinelli A., Scalici M., Gibertini G., 2004. Osservazioni preliminari sull'introduzione del persico trota (*Micropterus salmoides*, Lacépède 1802) nel Lago di Bracciano (Lazio). *Biologia Ambientale*, **18** (1): 251-254.
- Marinelli A., Scalici M., Gibertini G., 2006. Alimentazione del persico trota (*Micropterus salmoides*, Lacépède 1802) nel Lago di Bracciano (Lazio). Descrizione della nicchia trofica. *Biologia Ambientale*, **20** (1): 301-303.
- Moss B., Madgwick J., Phillips G., 1996. *A guide to the restoration of nutrient-enriched shallow lakes*. Broads Authority, Norfolk NR3 1BQ, 180 pp.
- Nocita A., 2007. La fauna ittica del bacino dell'Arno. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 97-105.
- Nocita A., Zerunian S., 2007. L'ittiofauna aliena nei fiumi e nei laghi d'Italia. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 93-96.
- Orrù F., Cau A., 2012. Introduzione, naturalizzazione ed invasione di specie ittiche alloctone: il caso dei ciprinidi in Sardegna. *Atti XIV Congr. Naz. AIIAD – Torino, 15-17 nov. 2012* (in preparazione).
- Razzetti E., Maretti S., Puzzi C., Nardi P.A., Sanguini G., Bernini F., 2013. Le collezioni ittologiche storiche e le carte ittiche attuali utilizzate come strumenti per lo studio di alterazioni nell'ittiofauna della Lombardia. *Museologia Scientifica Memorie*, **9**: 168-172.
- Sabatini A., Raineri V., Trovato G., Coluzzi M., 1990. *Aedes albopictus* in Italia e possibile diffusione della specie nell'area mediterranea. *Parassitologia*, **32**: 301-304.
- Sommani E., 1967. Variazioni apportate all'ittiofauna italiana dall'attività dell'uomo. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **2**: 149-166.
- Sotglu G., Bovero S., Gazzaniga E., Repetto R., Angelini C., Favelli M., Tessa G., 2014. I drastici cambiamenti nella composizione dell'ittiofauna delle acque interne della provincia di Sassari negli ultimi cinquanta anni. *Atti XV Congr. Naz. AIIAD – Gorizia 14-15 nov. 2014* (in preparazione).
- Tortonese E., 1975. *Osteichthyes*. Fauna D'Italia. Ed. Calderini, 636 pp.
- Traversetti L., Dorr A.J.F., Scalici M., 2016. Contributo del gamberetto d'acqua dolce *Palaemonetes antennarius* (H. Milne-Edwards, 1837) alla rete trofica del lago di Bracciano. *Atti XV cong. Naz. AIIAD*.
- Tricarico E., Cianfanelli S., Lori E., Mazza G., Nocita A., Zerunian S., Gherardi F., 2010. Le specie alloctone animali nelle acque interne italiane. *Studi Trent. Sci. Nat.*, **87**: 11-114.
- Zanetti M., Turin P., Piccolo D., Bellio M., Floris B., Bua R., Cottiglia C., Liggi G., 2010. Distribuzione della fauna ittica nei principali bacini idrografici della Provincia di Cagliari. *Studi Trent. Sci. Nat.*, **87**: 269-271.
- Zerunian S., 2002. *Condannati all'estinzione?* Edagricole, Bologna, 220 pp.
- Zerunian S., 2003. *Piano d'azione generale per la conservazione dei pesci d'acqua dolce italiani*. Quad. Cons. Natura, 17, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Zerunian S., 2007. Primo aggiornamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 43-48.
- Zerunian S., Goltara A., Schipani I., Boz B., 2009. Adeguamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE. *Biologia Ambientale*, **23** (2): 15-30.

Biologia e gestione del Cervo della Mesola

Riccardo Carradori

Via del Grecale 4/A – 51100 Pistoia; riccardo.carradori@libero.it

Pervenuto il 4.9.2016; accettato il 7.10.2016

Riassunto

Il bosco della Mesola è un bosco planiziale litoraneo fisicamente isolato dal territorio circostante che ha favorito la differenziazione di un cervo con caratteristiche morfologiche e genetiche parzialmente diverse dagli altri cervi. L'area (Riserva Naturale dal 1977, gestita dal Corpo Forestale dello Stato dal 1954) ha selezionato un cervide con caratteristiche tipiche delle specie adattate ad ambienti scarsamente produttivi. La salvaguardia della specie avviene attraverso il controllo del daino, identificato come competitore, e la creazione di nuclei di cervi che si riproducano al di fuori della Riserva. Gli studi condotti sul Cervo della Mesola comprendono attività di ricerca genetica mitocondriale per arrivare alla definizione di sottospecie e allo studio dello stato sanitario della popolazione.

PAROLE CHIAVE: Bosco della Mesola / Cervo della Mesola / sottospecie / gestione / controllo / conservazione

Biology and management of red deer of Mesola

The deer of Mesola shows unique body morphology due to his isolation and to a poor and harsh environment. The Forestry State Corp manages the Bosco della Mesola since 1954; from 1977 the area has been declared Natural Reserve. Researches and studies have been developed to understand the sanitary status, the peculiar DNA characteristics of Bosco della Mesola deer and interspecific competitions, especially with fallow deer. Researchers are setting up *ex situ* as well as *in situ* conservation strategies.

KEY WORDS: Red deer / "Bosco della Mesola" deer / managing / cull / conservation / subspecies

La popolazione di cervi della Riserva Naturale dello Stato "Bosco della Mesola" è geograficamente confinata nell'area del delta del Po; l'isolamento ha prodotto un ecotipo adattato a un ambiente scarsamente produttivo, con caratteristiche morfologiche e genetiche parzialmente differenti da tutti gli altri cervi (Lorenzini *et al.*, 2005). La sopravvivenza del nucleo di cervo della Mesola è a rischio per l'esiguità della popolazione, il basso tasso riproduttivo e la competizione interspecifica con il daino, oltre che per la bassa variabilità genetica. Per questo è stato creato un Programma di Conservazione coordinato dal Corpo Forestale dello Stato, per conto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del

Territorio e del Mare, con la collaborazione dell'Università di Siena, dell'ISPRA e dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana.

STORIA DEL CERVO DELLA MESOLA

Verso la fine dell'Alto Medioevo, il cervo rosso era diffuso in tutta la Penisola Italiana. Nel corso del medioevo e del Rinascimento, i massicci disboscamenti e l'attività venatoria ridussero il numero complessivo degli individui e l'areale divenne discontinuo (Alfieri, 1971). Tra il 1578 e il 1583 il duca Alfonso II d'Este fece costruire, nei pressi del delta del Po, un castello circondato da un bosco di un migliaio di ettari e un muro di circa dodici chilometri.

Alla fine del XVI secolo il bosco si estendeva su circa 5000 ettari; successivamente fu sottoposto a pesanti tagli, a intenso pascolo e a un'elevata pressione venatoria. Nel 1919 il bosco fu acquistato dalla Società delle Bonifiche Ferraresi e gestito come riserva di caccia fino alla Seconda Guerra Mondiale (Cencini, 1979). Nel 1954, il Gran Bosco della Mesola fu acquistato dal Corpo Forestale dello Stato e dal 1977 è diventato Riserva Naturale Statale ed è gestito dal Corpo Forestale dello Stato tramite l'Ufficio per la Biodiversità. Nel periodo 1994-1999, il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali finanziò un importante progetto di ricerca e studio. Nel 1998 la Regione Emilia Romagna presentò il cervo della Mesola come popolazione autoctona, ipotizzò la necessità

di fondare altri nuclei e lo classificò come *taxon* a priorità di conservazione. (AA.VV., 1999)

CARATTERISTICHE

Il cervo della Mesola è caratterizzato da dimensioni corporee modeste: i maschi adulti pesano in media 110 kg e le femmine adulte 74 kg. Negli individui adulti, il dimorfismo dimensionale tra i sessi è piuttosto ridotto: i maschi pesano in media il 40-50% in più rispetto alle femmine, contro una norma del 70% circa. I maschi raggiungono le dimensioni finali non prima di 10 anni mentre, di norma, questo avviene a 7-8 anni (Mattioli *et al.*, 2003). Le misure principali sono dell'8-15% inferiori rispetto ad altre popolazioni europee (Mattioli, 1993). I palchi hanno un piano di costruzione semplificato rispetto alla struttura tipica della specie. Tra gli adulti prevalgono i palchi con sei punte totali, tre per stanga (oculare, mediano e punta terminale), mentre nel cervo rosso il tipico palco degli adulti è costituito da due stanghe con 12 ramificazioni totali: 6 per stanga. Nelle stanghe del cervo della Mesola, spesso mancano l'ago (la seconda punta basale) e la corona terminale. Tra gli adulti, i palchi a struttura più complessa sono osservabili, quasi sempre, non prima dei 10 anni. Infine, in entrambi i sessi, il mantello estivo possiede una leggera maculatura bianca diffusa soprattutto nell'area delle cosce (Mattioli, 1993). Il cervo della Mesola ha caratteristiche adattate ad ambienti poco produttivi (p. es. i cervi della Sardegna, o delle brughiere delle highlands scozzesi). Le valli malariche e il mare hanno operato come una fascia di protezione per i cervi ma le risorse trofiche di scarsa quantità e qualità hanno contribuito a selezionare fenotipi poco esigenti, di taglia ridotta, che tendono a investire meno

energie in alcuni caratteri, come il palco (Geist, 1971; 1987; 1998). Il confronto con altre popolazioni di cervo rosso in Europa e con la sottospecie sarda *Cervus elaphus corsicanus*, ha messo in evidenza come il cervo della Mesola sia caratterizzato da un genotipo mitocondriale dalla sequenza significativamente diversa (Lorenzini *et al.*, 2005). L'identificazione di caratteristiche genetiche distintive rappresenta un risultato importante, a conferma della singolarità e del valore di un'entità faunistica di alto significato biologico e culturale; sebbene Zachos *et al.* (2014) identifichino il cervo della Mesola come *Cervus elaphus* sottospecie *italicus*, l'Unione Mondiale per la Conservazione della Natura appare più cauta, indicando tre linee principali di differenziazione per il cervo. La prima occupa le aree dell'Europa centrale e occidentale, la seconda spazia dall'Europa orientale al medio Oriente e la terza localizzata in Nord Africa (*Cervus elaphus barbarus*) e Sardegna (*Cervus elaphus corsicanus*). *C. e. barbarus* e *C. e. corsicanus* non sarebbero che sinonimi e devono, quindi, essere considerati come una singola sottospecie (Lorenzini e Garofalo, 2015). La questione appare ancora controversa ed è auspicabile una revisione della tassonomia delle sottospecie in tempi brevi.

ANDAMENTO DELLA POPOLAZIONE

Dalla originaria gestione come riserva di caccia a territorio coltivabile, la popolazione ha subito una serie di fluttuazioni fino alla quasi scomparsa del secondo dopoguerra (Tab. I). Con l'introduzione del daino (Perco, 1984) si registra una variazione delle risorse trofiche disponibili e, di conseguenza, del rendimento riproduttivo del nucleo di cervi, sia nella diminuzione

della fertilità sia nell'aumento della mortalità infantile (Mattioli, 1993). Nel 1992, il nucleo della Mesola scese a 54 capi dei quali 39 all'interno del recinto dell'Elciola. Nel 1994-95, con l'attivazione di nuove misure gestionali come la drastica riduzione del daino e interventi di miglioramento ambientale, le condizioni fisiche dei cervi migliorarono con conseguenze positive per il rendimento riproduttivo: il tasso di natalità passò da 2,7 piccoli nati ogni 10 femmine adulte (1994-96) a 3,7 piccoli ogni 10 femmine (1997-98), il tasso di sopravvivenza invernale dei piccoli raddoppiò e il tasso di mortalità degli adulti scese dal 12% al 6% (Mattioli *et al.*, 2003). Il nucleo complessivo dei cervi raggiunse 67 individui nel 1999 e circa 120 individui nel 2006. Fino agli anni '90 il bracconaggio aveva impedito il naturale incremento del nucleo. Gli episodi di bracconaggio registrati più di recente rappresentano, invece, un atto di sfida in risposta a particolari interventi attivati dall'organismo di gestione (abbattimento dei daini) e sono stimati nel prelievo indicativo medio di circa un capo per anno o meno (Lovari e Nobili, 2010). Le ultime ricerche stimano una consistenza di circa 150 capi (Lovari e Nobili, 2010).

RELAZIONI INTERSPECIFICHE

Nel Bosco della Mesola, il cervo convive con il daino (*Dama dama*), un cervide spesso considerato potenziale competitore per altri ungulati, a causa delle sue abitudini alimentari opportuniste, per le dimensioni corporee e per le abitudini gregarie. Inoltre questa specie sembra mostrare una marcata aggressività interspecifica. In condizioni naturali, nel Parco Regionale della Maremma (GR), Ferretti *et al.* (2008) hanno documentato una marcata interferenza

Tab. I. Andamento della popolazione di Cervo della Mesola dal 1896 al 1982. Poiché i dati sono stati raccolti con metodi e finalità diverse non permettono di seguire in maniera lineare l'andamento demografico.

Periodo	Numero di esemplari
1896-1906	circa 15 individui abbattuti (Costantini, 1907)
1936	30-40 esemplari abbattuti (Castelli, 1941)
1938	25-30 esemplari abbattuti (Castelli, 1941)
1945 - 1947	circa 10 esemplari presenti (Mattioli, 1993)
Fine anni 70	circa 40 individui (Boldreghini, 1969)
1980	100 - 120 individui (Perco, 1984)
1982	90 individui (di cui 54 nel recinto dell'Elciola) (Mattioli, 1993).

comportamentale del daino verso il capriolo (*Capreolus capreolus*), anche mediante aggressioni dirette. In natura, in un'area in cui erano presenti anche il capriolo e l'alloctono cervo coda bianca, Bartos *et al.* (2002) non solo non hanno documentato interferenze dirette, ma hanno registrato una relazione positiva tra il tempo trascorso nell'area di alimentazione e il numero di individui, sia di cervo che di daino, presenti nello stesso campo suggerendo che possa trattarsi di cooperazione antipredatoria. Al momento non sono noti studi che attestino la competizione tra cervo rosso e daino; tuttavia si tratta di due cervidi che, per caratteristiche ecologiche, fisiologiche e morfologiche, possono mostrare un elevato potenziale per la competizione. Entrambi sono capaci di nutrirsi tanto di vegetali ricchi in fibra che di erbe più nutrienti. Inoltre prediligono prati, campi, stadi intermedio-maturi delle successioni forestali, aree con elevato indice ecotonale. La consistenza della popolazione di daino nella Riserva, tra il 1980 e il 1993, è verosimilmente oscillata tra 350 e 1000 esemplari (Mattioli *et al.*, 2003; Lorenzini *et al.*, 1998). Nel primo decennio degli anni 2000 la popolazione di daino oscillava tra 950 e 1000 individui (Lovari e Nobili, 2010). Il consumo di vegetali operato dal daino ha causato la drastica riduzione delle specie più utilizzate e un aumento delle

erbe meno appetite (Mattioli *et al.*, 2003). Nel sottobosco si è assistito alla riduzione sostanziale della flora del suolo, delle aree cespugliate e alla compromissione della rigenerazione del bosco stesso (Mattioli *et al.*, 2003). Tutto questo ha comportato una riduzione della qualità dell'habitat per il cervo. Considerando che la superficie disponibile è ridotta (meno di 1000 ha) e che l'habitat è poco produttivo, è verosimile che il carico del daino sull'ambiente contribuisca a determinare i bassi tassi riproduttivi registrati per il cervo (Mattioli, 1993; Mattioli *et al.*, 2003).

ATTIVITÀ DI MIGLIORAMENTO AMBIENTALE

Nella Riserva sono realizzati interventi finalizzati a favorire la disponibilità di risorse alimentari naturali e viene fornito foraggiamento integrativo durante i periodi dell'anno più critici. Gli interventi di incremento dell'offerta trofica, effettuati a partire dal 1994-95, hanno portato a un netto miglioramento delle condizioni fisiche dei cervi con effetti determinanti sulla dinamica di popolazione (Mattioli *et al.*, 2003). Per le superfici aperte a prato-pascolo è stata mantenuta alta la produttività del cotico erboso attraverso sfalci periodici, risemine, concimazioni, innaffiature. Gli sfalci sono essenziali per stimolare il ringiovanimento del cotico, altrimenti destinato a lignificarsi con conseguente calo

del contenuto di nutrienti; inoltre permette di tenere sotto controllo erbe infestanti inappetibili (*Solidago* sp., *Cynoglossum* sp.) o favorite dal pascolo (*Euphorbia* sp.). Per le aree che necessitavano di una vera e propria ricostruzione sono state eseguite arature, concimazioni, risemine, spesso anche recinzioni temporanee per evitare gli effetti del calpestio e del pascolo nella prima fase di assestamento. Per il bosco l'obiettivo principale è quello di stimolare la ricrescita del sottobosco, sia attraverso interventi selvicolturali di diradamento con tagli selettivi, sia attraverso recinzioni temporanee in grado di impedire il sovrapascolo. Un'integrazione alimentare a base di mangime ad alto contenuto energetico (pellettato e mais) è fornita in mangiatoia ai cervi, indicativamente per un quantitativo pari a circa 0,5 kg/giorno/ind. durante il periodo tardo estivo e invernale. In annate caratterizzate da siccità prolungate sono state eseguite irrigazioni di soccorso utilizzando motopompe carrellabili. In inverno si esegue anche foraggiamento integrativo a base di erba medica disidratata.

ATTIVITÀ DI CONTROLLO DEL DAINO

Nel Piano di gestione della Riserva del 1984 (AA.VV., 1984) si evidenziava come il daino fosse in grado di creare notevoli problemi gestionali e se ne suggeriva l'eradicazione. A questo scopo, già a partire dal 1980, erano stati realizzati alcuni recinti per la cattura. Nel periodo compreso tra gli inverni 1982-1983 e 1995-1996 sono stati catturati e allontanati 1683 daini. Una delle problematiche maggiori connesse con l'attuazione delle catture è legata all'area dove rilasciare i daini catturati visto che il rilascio di specie alloctone sul territorio nazionale è vietato. Inoltre,

nel tempo, l'efficacia nelle catture è diminuita drasticamente: nelle ultime stagioni venivano catturati solo pochi esemplari, soprattutto giovani al primo anno di vita (Lovari e Nobili, 2010). Per questo, alle catture, si sono affiancate attività di abbattimento che, progressivamente, hanno preso sempre più campo. Inoltre sono stati attuati accorgimenti per migliorare l'efficienza del prelievo: il bosco è stato diviso in 5 unità di gestione faunistica con tratti di recinzione temporanei, per procedere più agevolmente al controllo del daino, alla gestione del cervo e iniziare gli interventi selvicolturali. Sono state predisposte anche altre linee di recinzione per frazionare ulteriormente i settori principali; in tale modo è stato più agevole catturare gli animali procedendo, successivamente, all'abbattimento degli esemplari più difficilmente catturabili. Complessivamente le energie impiegate per giungere alla eradicazione del daino sono state ingenti: partendo da una consistenza iniziale pari a circa 1000 individui e prevedendo un incremento utile annuo pari al 30%, per la riduzione del daino in 3 anni si è proceduto secondo uno schema di intervento che prevedeva un prelievo di 1600 capi. Il programma di contenimento del daino dal 1996-97 al 2000-01 ha portato al prelievo di circa 900 capi tramite abbattimento alla cerca. Negli anni 2004-2005 è stato possibile effettuare l'abbattimento di circa 600 capi, con conseguente miglioramento delle condizioni ambientali (persistenza della germinazione, presenza di strato erbaceo, altezza da terra della chioma, ricacci dalle ceppaie) (Lovari e Nobili, 2010). Attualmente si è giunti alla eradicazione completa del daino (Nobili, *in voce*). Vista l'entità dell'intervento, è stato indispensabile il pieno coinvolgimento delle di-

verse associazioni territoriali, anche come tramite verso l'opinione pubblica. Va ricordato come le maggiori associazioni ambientaliste avessero dato parere favorevole al controllo del daino già negli anni '80.

Durante le operazioni di controllo, in alcuni casi, è stato possibile catturare gli esemplari di cervo presenti nel recinto in un'ottica di realizzare la banca genetica del cervo ed eseguire rilevamenti biometrici e sanitari. Inoltre dal 1995 al 1998 sono state effettuate, mediante telenarcosi, 63 tra catture e ricatture, con la marcatura di 45 esemplari sui 60 censiti (75%) (Hmwe *et al.*, 2006). Il sistema utilizzato (avvicinamento su automezzo presso i siti di alimentazione nelle ore serali) ha consentito un'elevata efficienza da cattura e un solo caso di mortalità (1,6 %) (Hmwe *et al.*, 2006). Sono state eseguite biopsie muscolari e prelievi di siero per gli accertamenti sanitari. Dai peli prelevati sono state eseguite analisi genetiche per stabilire il livello di consanguineità: la limitata variabilità espone la popolazione ai rischi di un elevato tasso di inincrocio (*inbreeding*) e può avere un considerevole impatto sulla sopravvivenza futura. (Lorenzini *et al.*, 1998). C'è in progetto la cattura di nuovi esemplari di cervo per apporre marche auricolari per consentirne l'identificazione a distanza mediante strumenti ottici. Gli studi proseguono nella conoscenza delle dimensioni della popolazione e dei suoi principali parametri demografici (proporzione sessi, natalità, reclutamento post-invernale); questi dati rappresentano il pre-requisito per una corretta gestione della popolazione e per una pianificazione oculata delle catture e dei trasferimenti.

Una delle misure di conservazione più efficaci nel caso del cervo della Mesola, è quella di costituire

nuove sottopopolazioni in aree con caratteristiche ambientali simili al Bosco della Mesola, prive di daini, lontane dalle aree di presenza di altri cervi rossi. È necessario che i nuclei di nuova formazione e la popolazione originale non siano geneticamente isolati, ma si favorisca il flusso genico attraverso lo scambio degli individui più idonei. Deve essere favorita la riproduzione dei soggetti che presentino la massima variabilità genetica, per contrastare l'aumento di consanguineità. I nuclei riproduttivi all'esterno del sito originario sono indispensabili anche per prevenire rischi sanitari derivanti dall'aver un unico nucleo isolato. Allo stato attuale esistono tre nuclei di cervo oltre a quello della Riserva Naturale. Dato che è tutt'altro che chiaro fino a che punto i tratti fisici dei cervi della Mesola siano fissati geneticamente e quanto invece siano modificabili attraverso la dieta, future ricerche dovranno chiarire se utilizzando diete ad alto contenuto energetico e minerale, si potranno avere effetti importanti sui fenotipi; i nuclei alternativi alla popolazione principale potrebbero essere fondamentali per la verifica dell'ipotesi.

È di particolare importanza divulgare gli interventi realizzati e da realizzare nell'ambito del programma di conservazione. Lo spostamento di capi in un'altra area potrebbe essere visto come un'azione che, venendo a togliere l'esclusività, sottrae tipicità e, quindi, attrattiva alla Riserva. Questa visione può essere superata solo con un'accorta informazione tendente a evidenziare che l'ambiente naturale della Riserva, intesa come "punto focale" e "serbatoio" di biodiversità esportabile, sarà qualificato ancor più da un programma di conservazione nazionale. Occorre far conoscere meglio le peculiarità del cervo della Mesola, la sua unici-

tà zoogeografica, il suo valore conservazionistico. Il successo dei progetti di reintroduzione è a tal punto influenzato dagli aspetti di carattere socio-economico-culturale da rendere indispensabili lo studio e la conoscenza delle attitudini del pubblico nei confronti della specie e dei possibili approcci gestionali a essa rivolti. A causa dei conflitti sociali determinati dalla presenza

del cervo in molti contesti ambientali, per i danni alle colture agricole e per gli incidenti stradali causati, sarebbe auspicabile realizzare uno studio dei livelli di conoscenza, delle aspettative e delle attitudini del pubblico nei confronti della fauna selvatica e del suo habitat. Sulla base degli esiti della ricerca sarà possibile delineare, per ciascun gruppo d'interesse (ambientalisti,

coltivatori, cacciatori, etc.), le criticità sulle quali intervenire e calibrare eventuali programmi educativi o strategie di comunicazione.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Corpo Forestale dello Stato, Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Punta Marina, Ravenna e, in particolare, il Dottor Giovanni Nobili per la preziosa collaborazione nella stesura del presente articolo.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., 1984. *Riserva Naturale Gran bosco della Mesola. Piano di Gestione Naturalistica per il decennio 1980-1989*. A cura di B. Minerbi, Ministero Agricoltura e Foreste: 189 pp.
- AA.VV., 1999. *Carta delle Vocazioni Faunistiche dell'Emilia-Romagna*. RER, Bologna, 640 pp.
- Alfieri N., 1971. Aspetti storici e topografici del Bosco della Mesola. Bollettino annuale musei ferraresi, **1**.
- Bartos L., Vankova D., Miller K.V., Siler J., 2002. Interspecific competition between white-tailed, fallow, red and roe deer. *Journal of Wildlife Management*, **66**: 522-527.
- Boldreghini P. 1969. Profilo della fauna di Vertebrati delle valli e dei boschi del litorale ferrarese-ravennate. *Natura e montagna*, **9**: 41-47.
- Castelli G., 1941. *Il cervo europeo*. Olimpia, Firenze, 393 pp.
- Cencini C., 1979. I boschi della fascia costiera emiliano-romagnola. B. Menegatti (curatore), *Ricerche geografiche sulle pianure orientali dell'Emilia-Romagna*. Patron, Bologna: 55-109.
- Costantini L. 1907. *Monografia del Tenimento di Mesola*. Istituto S. Spirito, Bergamo, 79 pp.
- Ferretti F., Sforzi A., Lovari S., 2008. Intolerance amongst deer species at feeding: roe deer are uneasy banqueters. *Behavioural Processes*, **78**: 487-491.
- Geist V., 1971. The relation of social evolution and dispersal in ungulates during the Pleistocene, with emphasis on the Old World deer and the genus *Bison*. *Quaternary Research*, **1**: 285-315.
- Geist V., 1987. On the evolution of optical signals in deer: a preliminary analysis. In: C.M. Wemmer (ed.), *Biology and management of the Cervidae*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC: 235-255.
- Geist V., 1998. *Deer of the World: their evolution, behavior, and ecology*. Stackpole Books, Mechanicsburg: 421 pp.
- Hmwe S.S., Zachos F.E., Eckert I., Lorenzini R., Fico R., Hartl G.B., 2006. Conservation genetics of the endangered red deer from Sardinia and Mesola with further remarks on the phylogeography of *Cervus elaphus corsicanus*. *Biological Journal of the Linnean Society*, **88**: 691-701.
- Lorenzini R., Garofalo L., 2015. Insights into the evolutionary history of *Cervus* (Cervidae tribe Cervini) based on Bayesian analysis of mitochondrial marker sequences with first indications for a new species. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, **53** (4): 340-349
- Lorenzini R., Mattioli S., Fico R., 1998. Allozyme variation in native red deer *Cervus elaphus* of Mesola Wood, northern Italy: implications for conservation. *Acta Theriologica Suppl.*, **5**: 63-74.
- Lorenzini R., Fico R., Mattioli S., 2005. Mitochondrial DNA evidence for a genetic distinction of the native red deer of Mesola, northern Italy, from the Alpine populations and the Sardinian subspecies. *Mammalian Biology*, **70**: 187-198.
- Lovari S., Nobili G. (a cura di), 2010. *Programma nazionale di conservazione del cervo della Mesola*. Quad. Cons. Natura, n. 36, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali - Corpo Forestale dello Stato, I.S.P.R.A. 103 pp.
- Mattioli S., 1993. Antler conformation in red deer of the Mesola Wood, northern Italy. *Acta Theriologica*, **38**: 443-450.
- Mattioli S., Fico R., Lorenzini R., Nobili G., 2003. Mesola red deer: physical characteristics, population dynamics and conservation perspectives. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, **14**: 87-94.
- Perco F., 1984. Ricerca sui Cervidi. In: B. Minerbi (curatore), *Riserva Naturale Gran Bosco della Mesola: piano di gestione naturalistica 1980-1989*. Ministero Agricoltura e Foreste: 107-175.
- Zachos F., Mattioli S., Ferretti F., Lorenzini R., 2014. The unique Mesola red deer of Italy: taxonomic recognition (*Cervus elaphus italicus* nova ssp., Cervidae) would endorse conservation. *Italian Journal of Zoology*, **81** (1): 136-143.

RECENSIONI

Guido Castelli

L'orso bruno nella Venezia Tridentina (ristampa anastatica)

A cura di **Corradino Guacci** (presidente Società Italiana per la Storia della Fauna). Palladino Ed., Campobasso, 2016, pag. 225, 7 cartine, 20 €, stampa.palladino@gmail.com

Sono passati ottantuno anni (1935) da che Guido Castelli dette alle stampe il suo volume. Forse troppi per pensare ad una recensione nel senso classico del termine.

Ma in un Paese dove la cultura della Conservazione della Natura stenta così tanto ad affermarsi, il cimento con la ristampa di un volume ferocemente ambientalista, in senso *ante-litteram*, pubblicato ottantuno anni prima merita un'attenzione del tutto particolare.

Certo è che quando fondammo la Società Italiana per la Storia della Fauna un pensiero al volume di Castelli e alla breve corrispondenza che ebbi con l'ormai anziano Gian Giacomo Gallarati Scotti, poco prima della sua scomparsa, andò.

Ora, tornando ad osservare dopo tanti anni la Cartolina dell'Ordine di San Romedio dedicata alla "maggior fauna italiana" e vedendo che manca il lupo (ci sono lo stambecco, l'orso e il camoscio), mi torna anche in mente, quasi con tenerezza, la preoccupazione che mi espresse Gallarati Scotti a proposito del fatto che la battaglia per la conservazione del lupo appenninico (*Canis lupus italicus*, Altobello 1921), che in quegli anni ci vedeva strenuamente impegnati, potesse costituire un rischio per la conservazione dell'orso marsicano (*Ursus arctos marsicanus*, Alto-



bello 1921). Altri tempi, altre sensibilità, altro livello di conoscenze sui meccanismi degli ecosistemi, ma ... un amore immenso per l'orso e tutto quello che lo circondava. Fianco a fianco con Castelli e con pochi, pochissimi altri.

Non ho dubbi che Guido Castelli sia stato davvero un "precursore sul campo" dell'alacre lavoro che la nostra Società (S.I.S.F.) –pochi mezzi, pochi uomini, tante idee e tanta passione– si apprestava ad affrontare: mettere le mani in una lacuna enorme della storia del Paese. Troppe volte mi era capitato, nella mia attività professionale di biologo faunista, di provare a ricostruire la storia di una specie animale in un determinato territorio trovandomi nel vuoto assoluto. A volte è bastato tentare di risalire a solo pochi decenni indietro per rendermi conto che le tracce nella memoria documentale erano pressoché inesistenti e solo qualche tradizione orale, qualche leggenda

locale o al più qualche toponimo potevano aiutare a capire se la specie era stata presente... chissà fino a quando.

Come non essere grati ad un uomo come Castelli che –certamente non finanziato da alcuno– arriva a produrre una documentazione come quella presente nel suo volume. Assolutamente indispensabile per chiunque abbia voluto o voglia metter mani –ancora oggi– al delicatissimo tema "orso sulle Alpi". Riproporre i numeri e i temi di rilevanza ambientale che Guacci e Pedrotti hanno citato, rispettivamente nella Introduzione e nella Prefazione, sarebbe una ridondanza, ma almeno sottolineare quale enorme lavoro deve aver affrontato Castelli –considerando le risorse personali e gli strumenti di comunicazione dell'epoca– permettetemi di farlo. Un'impresa letteralmente titanica che solo una grande passione e sensibilità hanno consentito di portare a compimento.

Ed entrando anche nel suo pensiero conservazionista "più generale", intendo dire non solo quello riservato alla specie *Ursus arctos*, come non restare grati e affascinati dalla capacità di Castelli nel preconizzare quella che sarebbe poi stata la strada che il nascente ambientalismo italiano avrebbe percorso nella seconda metà del '900?! Questa riflessione mi sorge spontanea pensando al momento difficile che –oggi, a metà del 2016, mentre scrivo– il mondo ambientalista sta attraversando per cercare di difendere la nostra Legge sulle Aree Protette (la 394/91). Essa è stata il frutto di un lunghissimo lavoro di sensibilizzazione, del quale certamente Castelli va considerato un

vate inascoltato al suo tempo, ed oggi corre il serio rischio di essere vanificata nei suoi contenuti più qualificanti, grazie ad una classe politica del tutto ignara che declina la Conservazione della Natura solo in base a quanto rende nel breve termine... sul piano elettorale! All'autore di una recensione spetta di solito anche il poco simpatico –ma intellettualmente onesto

–compito di “fare le pulci” ad un volume, ma in questo lavoro pulci non ce ne sono. Dobbiamo solo inchinarci di fronte a chi – all'epoca voce nel deserto – tentava, in tutta modestia, di far capire agli italiani che i valori del Paese talvolta... camminano su quattro zampe. E un grazie sincero lo dobbiamo anche alla Società Italiana per la Storia della Fauna e al suo infaticabile

Presidente che, con l'ostinazione dei montanari, ha portato a compimento non solo il prezioso lavoro della ristampa, ma –cosa assai più importante– ci ha rimesso sotto gli occhi il lavoro di un uomo che ben più avrebbe meritato in termini di riconoscimenti delle istituzioni. –

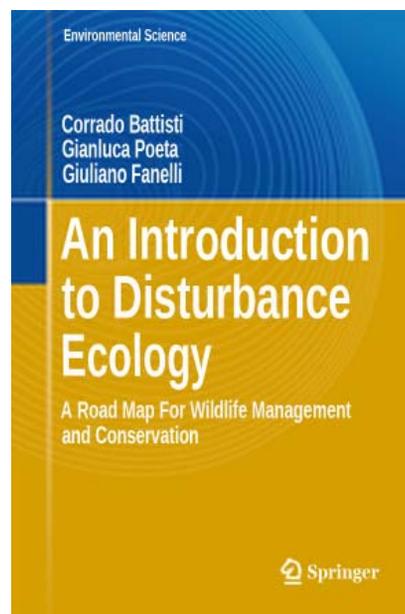
Giorgio Boscagli
già Segretario del Gruppo Orso
Italia e del Gruppo Lupo Italia

Battisti C., Poeta G., Fanelli G.
An Introduction to Disturbance Ecology
A Road Map for Wildlife Management and Conservation.

Environmental Series, Springer, 2016. Link: <http://www.springer.com/la/book/9783319324753>

Questo testo, edito da Springer, affronta, secondo ottiche e prospettive differenti, i temi dell'ecologia del disturbo e dell'analisi delle minacce, fornendo concetti e approcci schematici utili in condizioni critiche a gestori di aree protette e biologi della conservazione.

Il volume è anche rivolto a dottorandi e ricercatori che lavorano nel campo dell'ecologia applicata e della conservazione. L'indice comprende due parti: una prima incentrata sull'inquadramento teorico-disciplinare dell'ecologia del disturbo, e una seconda dedicata all'analisi delle minacce di derivazione antropica. Nello specifico la prima parte del testo si apre affrontando la tematica dell'eterogeneità, diversità e dinamismo dei sistemi naturali inquadrando nell'arena delle scienze della complessità, per poi proporre una revisione del concetto di 'disturbo' nella ecologia di base.



Una volta elencate le definizioni del concetto (moltissime disponibili in letteratura!) un capitolo è dedicato al ruolo e agli effetti dei disturbi in natura, dedicando un paio di paragrafi a fenomeni opposti che si possono osservare in seguito alla manifestazione degli eventi di disturbo (arricchimento vs. semplificazione delle comunità) e alla differenza tra effetto e risposta di un sistema naturale a tali eventi (differenziando gli effetti tra organismi vagili e sessili).

L'ecologia ha a disposizione molte metriche uni- e bivariate di base che consentono una quantifi-

cazione degli effetti di un disturbo: queste vengono anche trattate sinteticamente. Il cuore della prima parte si basa sulla definizione del regime di un disturbo (e ai tanti possibili attributi che consentono una loro quantificazione: estensione, durata, frequenza, intensità, magnitudine, ecc.) e alla classificazione generali di queste perturbazioni attuata da molti autori con differenti criteri.

La seconda parte accenna alla disciplina della *threatanalysis* che ha consentito di ottenere una tassonomia universale e standardizzata dei disturbi, stavolta antropogeni, nonché del loro regime che facilita la definizione di priorità di azione da parte dei *conservationpractitioners*. Un capitolo finale è stato curato dal Prof. Franco Pedrotti che ha sviluppato il tema della mappatura di disturbi e minacce, con particolare riferimento alle scienze della vegetazione.

Questo testo rappresenta uno strumento sintetico (una 'road map') che può facilitare la comprensione di una serie di fenomeni di varia origine e tipologia, che sono spesso le cause di impatti su componenti ambientali (specie, comunità, ecosistemi, processi) ma che altrettanto spesso vengono non quantificati e trattati confusamente e superficialmente.

Francesca Marini, Corrado Battisti
Gli uccelli nidificanti nella riserva naturale di Monte Soratte. Check-list, distribuzione locale e status di conservazione. Città metropolitana di Roma Capitale, 2016, 142 pag.

Le aree protette costituiscono un bene comune, nonché, secondo una accezione ecologica, un ambito che garantisce un ampio spettro di servizi eco sistemici. Il “valore” di biodiversità rappresentato dalle aree protette, sia esso naturalistico, archeologico, storico, culturale ed estetico-percettivo, deve essere gestito in modo responsabile.

Per questo motivo la Città Metropolitana di Roma Capitale, attraverso il “Servizio Aree protette e parchi regionali”, ha avviato una serie di monitoraggi nelle Riserve di propria competenza finalizzati alla realizzazione di Atlanti della



biodiversità, strumento conoscitivo e operativo fondamentale per indirizzare qualsiasi strategia di gestione e conservazione.

Gli uccelli costituiscono un gruppo che riveste un rilevante inte-

resse ecologico, sia perché comprende un gran numero di specie legate ai più diversi habitat e di grande valore in termini di conservazione (si pensi alle specie inserite nelle Dir 79/409/CEE e 147/2009/CE), sia perché queste stesse specie possono svolgere una funzione di indicatore di qualità ambientale.

L'Atlante degli uccelli nidificanti nella Riserva naturale Monte Soratte non costituisce solo un documento scientifico ad uso di tecnici e professionisti, ma uno strumento a disposizione di studenti, insegnanti e fruitori dell'area protetta; esso vuole inoltre fungere da stimolo per ulteriori studi in collaborazione con Università e centri di ricerca e per progetti didattici da sviluppare con le scuole, che possono utilizzare l'Atlante come documento di base e di indirizzo per attività di educazione ambientale.

IMPRESSO NEL MESE DI NOVEMBRE MMXVI
DALLA «MAURI ARTE GRAFICA» - CREMONA

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 né sottoposto ad altro editore, vengono sottoposti a *referee*. Compatibilmente con il loro contenuto, devono essere suddivisi nei seguenti paragrafi: Introduzione, Materiali e metodi, Risultati, Discussione, Conclusioni, Ringraziamenti (opzionale), Bibliografia. Le rassegne (*review*) possono essere strutturate diversamente, a discrezione dell'autore. Qualora il lavoro sia già stato pubblicato o sottoposto all'attenzione di altri editori, la circostanza deve essere chiaramente segnalata: in tal caso il lavoro 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, idee ed esperienze, accoglie anche lavori che non soddisfano interamente i requisiti dei *Lavori originali* e che, perciò, non sono sottoposti a *referee*.

Titolo e Autori. Il titolo deve essere informativo e, se 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. Di ogni autore (contrassegnato da un richiamo numerico) deve essere riportato l'indirizzo postale completo dell'Istituto nel quale è stato svolto lo studio. Il nome dell'autore referente per la corrispondenza con i lettori deve essere contrassegnato anche da un asterisco; il suo indirizzo di posta ordinaria deve essere seguito anche dal numero di telefono e dall'indirizzo di posta elettronica; tramite quest'ultimo verranno inviate le bozze per la correzione.

Riassunto, parole chiave, titolo inglese, abstract e key words sono richiesti per tutti gli articoli. 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 (massimo 5), separate da una barra obliqua. Devono essere altresì riportati in lingua inglese il titolo e un *abstract* (massimo 250 parole), seguiti dalle *key words* separate da una barra obliqua.

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). Non inviare carte, tavole o grafici a colori senza essersi accertati che la loro stampa in bianco e nero assicuri comunque l'agevole riconoscibilità delle diverse sfumature o retinature. 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 DOC 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**.

Bibliografia. 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. 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. Qualora le eccessive dimensioni dei file non ne consentano l'invio per posta elettronica, inviare i singoli file in messaggi separati, oppure scrivere una e-mail alla redazione che metterà a disposizione un altro servizio di consegna (es. via FTP).

Dopo una preliminare valutazione redazionale, i manoscritti dei *Lavori originali* saranno sottoposti alla lettura di revisori scientifici (*referee*); l'autore indicato come 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, anche abbreviato (es. *Arvicola terrestris* Linnaeus, 1758, oppure *Arvicola terrestris* L.). Nelle occorrenze successive, il genere può essere sostituito dalla sola iniziale 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 usare l'iniziale maiuscola quando sono intese in senso sistematico (es. sottofamiglia Arvicolinae, fam. Muridae o Muridi), mentre quando sono intese nel senso comune è preferibile usare l'iniziale minuscola (es. i mammiferi, i cladoceri, le graminacee).

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, estratti, anteprima di stampa. Le bozze di stampa saranno inviate all'autore indicato come referente per la corrispondenza, che deve impegnarsi ad una correzione molto accurata e al nuovo invio alla redazione entro 5 giorni lavorativi; trascorso tale periodo, il lavoro può essere pubblicato con le sole correzioni dell'editore. All'autore referente per la corrispondenza sarà inviato il numero della rivista e, tramite posta elettronica, il file dell'articolo in formato PDF (a colori, qualora lo sia l'originale), utilizzabile per la diffusione telematica e per riprodurre il numero desiderato di estratti a stampa. A revisione ultimata, in attesa della stampa, l'autore può liberamente diffondere l'anteprima dell'articolo che riceverà dalla redazione.

Formato dei file. Per assicurare la compatibilità con i programmi di videoscrittura e di impaginazione, il file va inviato in formato Microsoft® Word (preferibilmente salvato nel formato della sua penultima versione commerciale) o Rich Text Format (*.RTF). I grafici saranno stampati in bianco e nero; per quelli realizzati con fogli elettronici inviare il file contenente sia i grafici che i dati di origine (preferibilmente salvato nella penultima versione commerciale di Microsoft® Excel) al fine di consentirne il ridimensionamento o eventuali modifiche al formato, volte a migliorarne la leggibilità. I file delle figure al tratto vanno inviati preferibilmente in formato *.TIF; quelli delle fotografie preferibilmente in formato *.JPG (con risoluzione minima 300 dpi e base 8 o 17 cm). Per formati di file diversi da quelli sopra indicati, precisare il software utilizzato. Per chiarimenti tecnici contattare Giuseppe Sansoni (tel. 0585 841592, biologia.ambientale@cisba.eu).

Foto di copertina. Oltre alle illustrazioni a corredo del proprio articolo, **gli autori possono 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 30

novembre 2016

Poste Italiane s.p.a. - Spedizione in abbonamento postale - D.L. 353/2003
(conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 2, DCB - Reggio Emilia

SOMMARIO

Lavori originali

- 3 Carnevale P., Fasano S.G., Oneto F., Puppo M., Raineri V. - **Biodiversità e pianificazione ambientale nelle aree protette: elaborazione della Carta della qualità naturalistica**
- 13 Bona F., Franchino M., Bovio E., Badino G., Maiorana G. - **Microalgae cultivation for biofuel production: optimization of environmental conditions for the intensive culture of *Neochloris oleoabundans* (Chlorophyta)**
- 21 Falasco E., Chiappetta N., Piano E. - **Analisi delle comunità di diatomee bentoniche in un fiume fortemente intermittente**
- 35 Busatto T., Benatelli F., Maio G., Marconato E., Salviati S., La Piana G. - **Prima segnalazione della specie aliena ghiaccio a testa grossa *Neogobius melanostomus* (Pallas 1811) in Italia**
- 39 Esposito E., Campagna D. - **Primi dati certi sulla presenza della martora (*Martes martes* Linnaeus, 1758) nel comprensorio dei Monti Lepini (Italia, Lazio meridionale)**
- 45 Ferri V., De Luca L., Soccini C., Pandolfi M. - **La tartaruga azzannatrice, *Chelydra serpentina* (Linnaeus, 1758), nel fiume Tevere (Lazio)**

Informazione &
documentazione

- 49 Zerunian S. - **La distruzione dell'habitat fluviale nell'alto Amaseno (Lazio)**
- 57 Baldaccini G.N., Ercolini P. - **Gestione della fauna ittica alloctona: riflessioni sulla normativa di settore**
- 67 Carradori R. - **Biologia e gestione del Cervo della Mesola**

Recensioni

- 72 Castelli G. - **L'orso bruno nella Venezia Tridentina**
- 73 Battisti C., Poeta G., Fanelli G. - **An Introduction to Disturbance Ecology**
- 74 Marini F., Battisti C. - **Gli uccelli nidificanti nella riserva naturale di M. Soratte**