

Stato ecologico dei maceri del Ferrarese, distribuzione della fauna in relazione ai parametri ambientali ed indicazioni per la gestione

CARLA CORAZZA

Stazione di Ecologia, Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara, Via Filippo de Pisis 24 - 44121 Ferrara (Italy) - E-mail: c.corazza@comune.fe.it

ROBERTO FABBRI

Museo Civico delle Cappuccine, Sezione Naturalistica "P. Bubani", Via Vittorio Veneto 1 - 48012 Bagnacavallo (Ra, Italy) - E-mail: eco.fabbri@gmail.com

RIASSUNTO

I maceri sono bacini artificiali d'acqua dolce tipici della Pianura Padana orientale. Vennero realizzati nei secoli scorsi per la lavorazione della canapa (*Cannabis sativa*). Caduti in disuso dopo la Seconda Guerra mondiale, nel territorio ferrarese ne rimangono circa 1420. Attualmente i maceri sono utilizzati come riserve idriche per l'irrigazione dei campi e come vasche di raccolta delle acque meteoriche in eccesso oppure sono completamente abbandonati. Svolgono un ruolo importante nelle reti ecologiche come "stepping stones" per la flora e la fauna acquatiche.

Nel 2009 la Stazione di Ecologia del Museo di Ferrara ha promosso un campionamento della fauna invertebrata acquatica di 63 maceri per valutarne la ricchezza faunistica e lo stato di conservazione. Gli invertebrati sono stati raccolti con retino immanicato a maglie da 1 mm. Parallelamente sono state rilevate la presenza di Vertebrati acquatici e 17 parametri ambientali che caratterizzano ciascun bacino. I dati di 47 maceri sono stati utilizzati per una cluster analysis sui soli parametri ambientali e per un'Analisi Canonica delle Corrispondenze (CCA) per lo studio della distribuzione della fauna in relazione ai parametri ambientali sulla base di una matrice di presenza/assenza delle specie.

È risultato che il parametro che più influenza la distribuzione della fauna è l'esistenza o meno di una connessione alla rete idrica superficiale, costituita da circa 4200 km di canali di bonifica ed irrigazione collegati al fiume Po. I maceri connessi al reticolo idrico sono invasi dalla fauna alloctona mentre le specie di maggior pregio (specie autoctone di Gasteropodi, Coleotteri acquatici, Anfibi e Rettili) preferiscono i maceri disconnessi dalla rete idrica.

Tuttavia, la presenza di un'ampia zona di rispetto non coltivata con un buon sviluppo e diversità della flora arbustiva, elofitica ed acquatica consente la coesistenza delle specie autoctone con gli alloctoni.

Sono state rilevate alcune specie interessanti come i Gasteropodi *Gyraulus laevis* e *Gyraulus acronicus*, considerati a rischio di estinzione in alcuni Paesi europei, e sono stati segnalati due Coleotteri acquatici nuovi per il Ferrarese, *Hygrotus decoratus* e *Copelatus haemorroidalis*.

È stato possibile stilare un elenco di specie autoctone che tollerano condizioni fortemente eutrofiche e la coesistenza con le specie esotiche invasive e, al contrario, un'altra lista di specie autoctone più esigenti.

È emerso quanto le piccole zone umide di acqua dolce siano vulnerabili agli effetti del cambiamento climatico globale.

Parole chiave: maceri, stagni, rete ecologica, fauna acquatica, specie esotiche invasive, eutrofizzazione, cambiamento climatico globale, gestione.

ABSTRACT

The ecological status of the retting ponds in the province of Ferrara (Italy), the distribution of their fauna in dependence of the environmental variables and some suggestions for the management.

The ponds for retting the hemp (*Cannabis sativa*) are typical artificial ecosystems of the Eastern part of the Po River plain. They were built in the past centuries and abandoned after World War Two. Now in the province of Ferrara (Italy) there are about 1420 ponds still remaining. They are used as water storage for irrigation, for the drainage of excessive water from the cultivated fields or they are completely abandoned. They have great importance as cultural heritage and as "stepping stones" for the water fauna and flora inside the ecological networks.

In 2009, the Ecological Station of the Natural History Museum of Ferrara started a sampling program of the invertebrate fauna, which was collected with a 1 mm mesh net in 63 ponds. The presence of aquatic Vertebrate species and 17 environmental variables were also recorded. The environmental data of 47 ponds were analyzed by a cluster analysis. A Canonical Correspondence Analysis (CCA) was performed on the presence/absence data of the fauna, together with the environmental variables characterizing each pond. The most influent parameter resulted to be the presence or the absence of a connection to the network of the surface channels, made of about 4200 km of canals used for both the water drainage and the agricultural watering. The ponds connected to the freshwater network, that receives water from the Po River, are invaded by alien species, whilst the most precious species (autochthonous gastropods, water beetles, amphibians and reptiles) prefer the ponds not connected to the channel network.

However it resulted that, when a pond is surrounded by a large, not exploited strip, with a well developed terrestrial vegetation with a relatively high number of species, some important native species can coexist with alien species even in ponds that communicate with the channel network.

Some interesting species were recorded, such as *Gyraulus laevis* and *G. acronicus*, two gastropods that are vulnerable to extinction in some European countries. Two species of water beetles, *Hygrotus decoratus* and *Copelatus haemorroidalis*, new to the province of Ferrara, were collected. It was possible to list both the native species which can cope high trophic levels and the coexistence with invasive alien species and, on the other side, the native species with higher ecological requirements. The ponds have proved to be highly sensitive to global climate change effects.

Key-words: ponds, freshwater fauna, ecological network, invasive alien species, climate global change, management.

INTRODUZIONE

I maceri sono bacini artificiali d'acqua dolce che venivano scavati in forma rettangolare, con sponde non cementificate, profondi all'incirca 2 metri e con una superficie massima di 6000 m². Un tempo molto diffusi nella Pianura Padana orientale, venivano usati per macerare la canapa (*Cannabis sativa*) e liberare così le fibre tessili contenute nel fusto della pianta. La canapa veniva affondata in zattere appesantite da tipici sassi arrotondati di origine fluviale, provenienti dal vicino Veneto.

La provincia di Ferrara all'inizio del '900 era il secondo produttore mondiale di canapa tessile dopo la Russia (SITTI *et al.*, 2004), e il suo territorio ospitava all'incirca 10.000 maceri (FERRARI *et al.*, 1979), concentrati nella porzione centro-occidentale.

Dopo la Seconda Guerra mondiale la coltivazione della canapa tessile declinò, fino a sparire completamente. Il numero dei maceri venne perciò ridotto drasticamente e lo spazio da essi occupato venne utilizzato per ampliare le coltivazioni o per recuperare terreno edificabile. Il tasso di chiusura rallentò a partire dal 1990 grazie alla sottoscrizione di accordi volontari fra i proprietari e la Provincia di Ferrara (UFFICIO DI PIANO PROVINCIALE, com. pers.), che mirava a tutelare questi manufatti per la loro importanza storica e culturale.

Un censimento condotto a partire dal 2004 dalla Stazione di Ecologia del Museo di Storia Naturale di Ferrara ha portato all'individuazione di circa 440 maceri situati nel comune di Ferrara (CORAZZA, 2009). Nel corso del censimento vennero registrate le rilevazioni a vista di fauna e flora e alcune informazioni di contorno per ciascun macero. Da quell'indagine è scaturito che i maceri, pur piccoli nella loro estensione (la superficie media è di circa 1000 m²) sono importanti luoghi di interesse naturalistico e perciò sono stati inseriti nella rete ecologica del comune di Ferrara, approvata nel 2009 con il Piano Strutturale Comunale, come "punti di appoggio" per la migrazione delle specie acquatiche.

Nel resto del Ferrarese, ci sono altri 983 maceri, censiti dalla Provincia sempre nel 2004.

Attualmente i maceri sono utilizzati come riserve idriche per l'irrigazione dei campi e come vasche di raccolta delle acque meteoriche in eccesso. Spesso i proprietari introducono pesci gatto o carpe per uso familiare. Tuttavia, una buona percentuale di questi bacini va incontro a periodico disseccamento nei mesi estivi o negli anni più asciutti: questi maceri temporanei sono almeno un terzo del totale rilevato nel comune di Ferrara. Si tratta dei bacini maggiormente a rischio di chiusura, poiché non viene più riconosciuta loro un'utilità agricola.



Fig. 1. Un esempio di macero (il B3) e localizzazione di Ferrara in Italia.

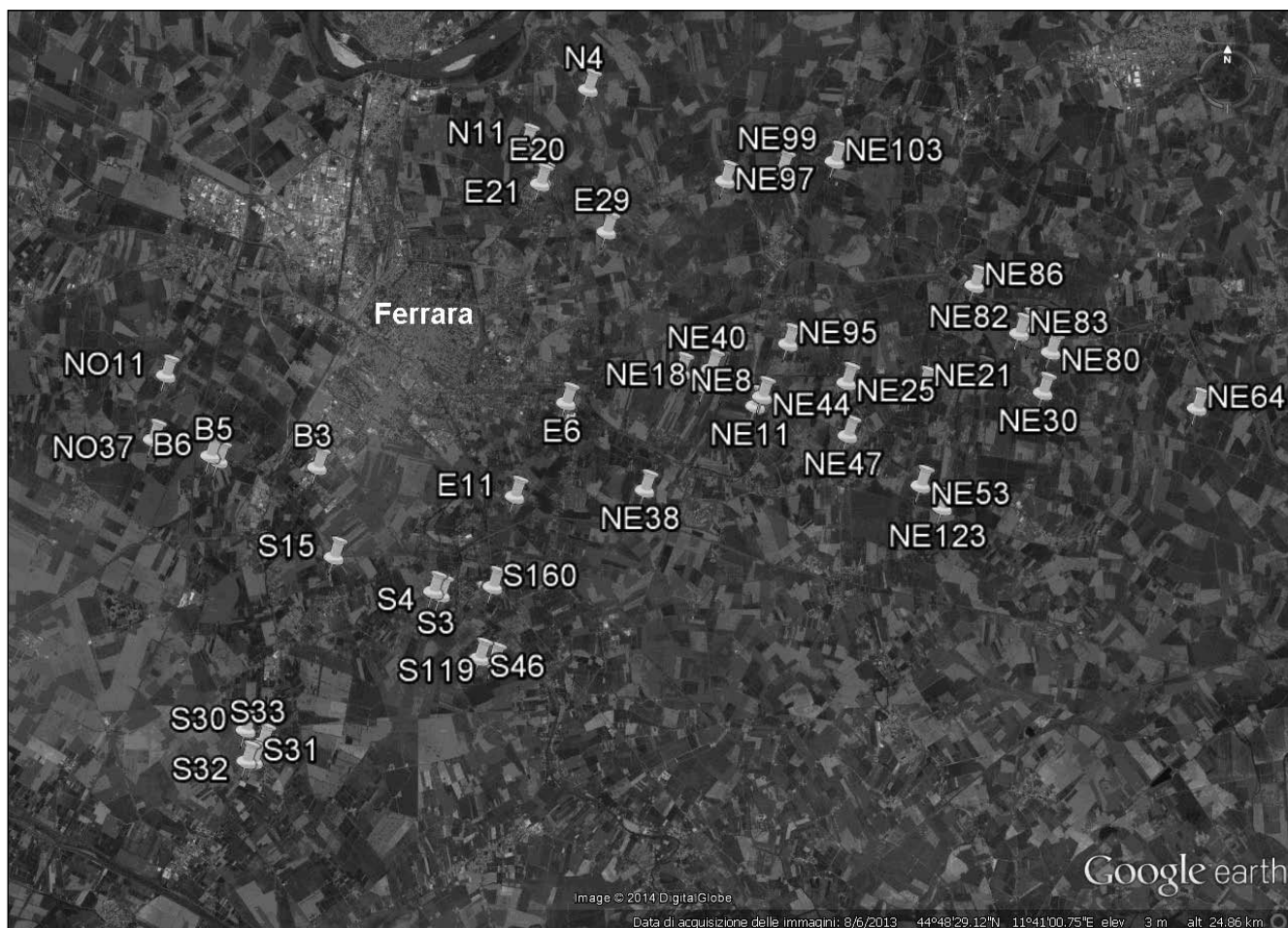


Fig. 2. Localizzazione dei maceri campionati.

Nel 2009 è stata condotta una campagna di campionamento degli invertebrati acquatici in un gruppo di maceri situati nel comune di Ferrara, con lo scopo di descrivere in dettaglio la composizione faunistica delle comunità e di valutare gli effetti sui popolamenti acquatici di diversi parametri ambientali.

MATERIALI E METODI

Area di studio

Il territorio comunale di Ferrara si estende su di una superficie di 404,35 km² ed è pertanto uno dei più vasti in Italia; la densità abitativa è di 329 abitanti per km². L'area è, come tutta la Pianura Padana, fortemente antropizzata anche se è attraversata da due siti fluviali della rete ecologica europea Natura 2000 (IT 4060016 "Fiume Po da Stellata a Mesola e Cavo Napoleonico" e IT 4060017 "Po di Primaro e Bacini di Traghetto"). Il territorio è pianeggiante (pendenza di solito inferiore allo 0,5‰; BONDESAN, 2003), salvo per la presenza di dossi rilevati che testimoniano dell'evoluzione del sistema idrografico del fiume Po e del fiume Reno. Una piccola parte del territorio ad Est è situata poco sotto il livello del mare e comunque la maggior parte del territorio non supera i 7 metri di altitudine (ASSESSORATO URBANISTICA ED EDILIZIA PRIVATA, 2004). Quasi la metà del

territorio provinciale di Ferrara è situato al di sotto del livello del mare e il mantenimento dei terreni dipende dall'azione costante degli impianti idrovori che allontanano gli eccessi di acqua meteorica. In estate la rete dei canali di bonifica, che si estende per circa 4200 km (DALLE VACCHE, 2012), viene utilizzata per fornire acqua all'irrigazione dei campi, derivandola dal fiume Po.

Campionamento

Il campionamento degli invertebrati acquatici è stato condotto fra il 20 marzo e il 15 giugno 2009 su 65 maceri del territorio comunale di Ferrara, scelti fra quelli già censiti (CORAZZA, 2009) come permanentemente inondati. Le zone con maggior sforzo di campionamento sono state quelle a sud e quelle a nord-est della città, aree prevalentemente agricole dove si concentra il maggior numero di bacini. La scelta casuale operata a tavolino è stata leggermente condizionata dalla raggiungibilità dei siti e dall'effettiva presenza di acqua. Le sigle identificative sono le stesse usate nel censimento di CORAZZA, 2009. Gli invertebrati sono stati raccolti con un retino immanicato con lato di 25 cm e maglie di 1 mm, manico da 120 cm, visitando ogni macero una sola volta e raccogliendo una retinata con più passate per ciascun lato del bacino. Le retinate hanno coinvolto anche lo strato superficiale dei sedimenti. Complessivamente, la raccolta è durata 3 minuti, suddivisi sui 4 lati, come suggerito

Parametro	Denominazione	Unità di misura/classi
Superficie mq	AREA	m ²
Collegamento rete idrica	CONNESSIONE	1/0
Trasparenza acqua	TRASPARENZA	cm
Vegetazione acquatica copertura	IDROFITE	%
Presenza elofite lungo il perimetro	ELOFITE	%
Presenze elofite sulla superficie	INTERRIMENTO	%
Presenza alberi/arbusti lungo il perimetro	ARBUSTI	%
Biodiversità vegetazione macrofitica	NSPECIE	N° di specie
Pendenza sponde	PENDENZA	gradi
Profondità H ₂ O	PROFONDITÀ	0<p<1m → classe 1 - p≥1m → classe 2
Massi su sponde	SASSI	0, 1, 2, 3
Naturalità	NATURALITÀ	Valore pesato, da 30 a 100
Ampiezza della zona di rispetto	RISPETTO	m
pH	pH	pH
Temperatura	°C	°C
Conducibilità	CONDUCIBILITÀ	μS
Totale Solidi Disciolti	TDS	mg/l

Tab. 1. Riepilogo dei 17 parametri ambientali considerati e legenda di come appaiono nei grafici di analisi multivariata.

to da BIGGS *et al.*, 1998 e PSYM MANUAL, 2002. Gli invertebrati raccolti (larve o neanidi, pupe o ninfe, esuvie, subadulti e adulti) sono stati conservati in contenitori con alcool etilico a 70° e poi analizzati in laboratorio.

Parallelamente sono stati rilevati 17 parametri ambientali: con una sonda portatile Crison MM40 abbiamo misurato pH, conducibilità (μS/cm), totale solidi disciolti (mg/l) e temperatura (°C); abbiamo poi rilevato superficie (m²), presenza di un collegamento alla rete idrica superficiale (indicata come 1/0, cioè presente/assente), profondità (suddivisa in due classi dimensionali, superiore o inferiore a 1 m), trasparenza dell'acqua (cm), copertura superficiale ad idrofite (%), perimetro occupato da elofite (%), perimetro interessato da alberi o arbusti (%), grado di interrimento (espresso come % della superficie occupata da elofite), biodiversità della vegetazione (n. di specie macrofitiche terrestri ed acquatiche rilevate), pendenza delle sponde (in gradi), ampiezza della fascia di rispetto non coltivata attorno al macero (m), presenza di sassi tipici lungo le sponde (in quattro classi di abbondanza, 0,1,2,3) e il grado di naturalità dell'ambiente circostante.

Per quest'ultimo parametro si è ragionato in questo modo: è stato attribuito soggettivamente un valore di naturalità a ciascuna tipologia di gestione del terreno circostante, tenendo conto dell'intensità dei trattamenti agrari o del disturbo che comporta (valore massimo 100 per il bosco, minimo 30 per le strade, Tab. 2); si è poi pesato l'impatto di ciascuna gestione sul macero, a seconda che fosse presente su tutti i lati o solo alcuni dei 4 lati di ogni macero, in cui ogni lato aveva il fattore moltiplicatore 0,25.

Inoltre sono state rilevate le presenze di animali come pesci, anfibi, rettili e mammiferi acquatici, talvolta in base a evidenze indirette, come il canto o la presenza di tracce e resti.

Il lavoro di smistamento e determinazione in laboratorio è sta-

to condotto da Roberto Fabbri, con il contributo di Carla Corazza per la determinazione di Anfipodi ed Isopodi e di Viller Bassi per i Gasteropodi acquatici. La nomenclatura segue le indicazioni di Fauna Europea (DE JONG, 2013) e Fauna d'Italia (RUFFO & STOCH, 2005).

I dati faunistici sono stati raccolti in una matrice di presenza/assenza, mentre i parametri ambientali sono stati tabulati in una matrice separata. Quando la determinazione degli stadi

Tipo di gestione	Punteggio qualità	Valore per singolo lato
Bosco	100	25
Prato a sfalcio	90	22,5
Medicai	80	20
Incolto	70	17,5
Parco		
Orto	60	15
Giardino		
Case con giardino		
Terreno nudo	40	10
Grano		
Mais		
Soia		
Barbabetola		
Frutteto		
Vivai e serre		
Strade	30	7,5

Tab. 2. Punteggi di qualità ecosistemica (naturalità) attribuiti ai sistemi di gestione dei terreni circostanti i maceri.

	AREA m ²	CONNESSIONE 1/0	TRASPARENZA cm	IDROFITE % superficie	ELOFITE % perimetro	INTERRIMENTO %superficie	ARBUSTI % perimetro	N. SPECIE	PENDENZA gradi	PROFONDITÀ cm	SASSI 0,1,2,3	NATURALITÀ ponderata	RISPETTO m	pH	°C	CONDUCIBILITÀ µS/cm	TDS mg/l
B3	799	1	50	45	100	0	30	22	45	1	0	87,5	30	7,57	20,3	1521	974
B5	828	0	13	1	40	0	50	9	60	2	2	45	1	8,82	23	764	485
B6	238	0	50	5	80	0	70	10	45	2	0	50	1	8,3	19,5	1022	654
E6	651	1	10	0	50	0	19	8	75	1	1	40	0,8	7,72	26,8	1026	660
E11	220	1	13	0	100	0	15	10	50	1	1	40	1,5	7,88	24,8	1694	1085
E20	1100	1	10	0	100	0	80	8	70	2	1	70	10	8,27	27,6	1415	907
E21	1380	1	18	4	100	0	70	18	67	2	3	70	3,3	8,12	28,3	1387	887
E29	1014	1	23	75	100	10	0	9	52	1	1	46,25	6	7,21	25,3	768	498
N011	672	0	90	0	100	85	40	11	52	1	0	40	0,8	7,66	17,7	2520	1617
N037	640	0	80	0	100	0	0	3	45	2	0	40	1,5	7,78	19,1	2430	1559
N4	925	1	35	0	40	0	20	8	40	1	2	49	3	7,77	29,6	2640	1699
N11	650	1	15	1	100	0	0	9	50	2	2	40	0,8	8,15	30,7	1605	1050
NE8	1175	1	15	0	100	0	50	8	75	2	1	52,5	5,5	8,68	26,3	1049	677
NE11	740	1	30	90	60	0	50	7	62	2	0	85	1,5	7,7	22,3	918	588
NE16	592	0	10	0	80	0	0	6	45	1	0	40	1,2	8,68	21,5	798	511
NE18	742	1	10	0	80	1	10	7	65	2	0	40	2	8,99	17	546	350
NE21	1380	1	18	100	100	0	20	13	52	1	0	52,5	2	7,22	26,1	1070	686
NE24	1020	1	13	10	60	0	33	5	70	1	0	40	0,8	8,66	28,9	1424	909
NE25	1020	1	10	0	100	0	40	13	47	2	1	37,5	5,5	8,62	25,5	1128	724
NE30	1300	0	45	90	75	100	0	7	37	1	0	80	3	7,29	26,3	1835	1187
NE38	1480	1	13	0	70	0	5	16	52	2	3	52,5	1,8	8,89	26	940	599
NE40	1028	1	10	0	70	5	1	7	37	1	2	40	2	8,54	17	711	455
NE42	287	1	10	1	80	20	30	11	67	1	0	40	6,5	7,5	16	1371	878
NE44	1633	0	25	5	100	0	50	19	40	1	0	40	3	7,64	25,1	666	430
NE47	350	1	18	10	100	10	50	17	52	2	0	70	6	8	24,1	1281	818
NE53	1903	1	10	25	30	0	10	7	70	1	1	77,5	9	9,22	26,4	815	521

Tab. 3. Continua.

NE64	714	1	18	8	80	0	3	6	50	1	1	46,25	0,8	8,14	28	817	524
NE80	199	1	15	0	20	0	30	5	57	1	1	40	0,8	7,88	24,8	1694	1085
NE81	1125	1	70	5	70	0	0	7	63	1	0	40	2	7,82	28	1629	1050
NE82	837	1	20	0	70	0	80	10	75	2	1	40	2	7,8	25,9	1346	861
NE83	810	1	20	100	95	10	2	12	37	1	1	40	0,8	7,38	27,6	1237	796
NE84	823	1	10	100	90	0	5	12	60	1	3	40	1,8	7,14	25,4	1850	1203
NE86	204	1	10	0	10	0	0	3	90	2	2	40	0,8	7,93	28,9	627	401
NE95	1449	1	10	0	100	0	33	14	57	1	3	77,5	3	8,28	26,6	1415	907
NE97	876	1	20	0	100	0	10	11	37	2	1	52,5	1	7,91	27,3	667	427
NE99	302	1	65	90	80	0	27	13	45	1	1	40	1	7,45	23,9	1530	979
NE123	1650	1	35	100	100	10	40	10	45	1	0	65	8,5	7,3	20,7	685	436
S3	4600	1	50	35	80	0	2	6	45	2	3	40	1,5	8,34	25	772	493
S4	2540	1	10	20	100	0	10	8	52	2	0	45	1,5	8,03	21,3	718	461
S15	1053	0	40	35	100	0	30	10	52	2	0	37,5	12,5	8,52	21,7	1622	1037
S29	324	0	55	90	100	10	10	9	45	1	0	80	5,5	7,96	17,6	1718	1100
S31	528	0	90	18	100	0	60	10	45	2	0	52,5	5,5	7,68	18,6	1475	946
S32	666	0	50	0	0	0	100	14	45	1	1	100	8	7,66	16	1330	849
S46	550	1	10	0	8	0	0	3	30	1	0	40	0	9,43	23,1	599	380
S119	516	1	10	100	100	0	5	6	52	1	0	53,75	3	6,98	15,5	1328	852
S148	205	1	10	0	35	0	50	7	75	1	0	40	1,5	7,92	19,6	835	534
S160	1813	1	10	0	100	0	20	10	57	1	0	45	1,5	8,16	22,3	1110	712
Media	969	-	27	25	78	6	27	10	54	-	-	51,5	3,7	8,01	23,6	1241	797
d.s.	741	-	23	38	29	19	26	4	13	-	-	16,4	4,9	0,57	4,1	505	326

Tab. 3. Valori dei parametri misurati in 47 maceri. Il coefficiente di correlazione lineare fra trasparenza e conducibilità delle acque è $r = 0,526$ e quello tra copertura ad idrofite e pH è $r = -0,583$. Le sigle identificative attribuite ai maceri (CORAZZA, 2009) derivano dal nome della circoscrizione amministrativa in cui si trovano e dal numero progressivo di rilevamento all'interno di ogni circoscrizione: perciò, ad esempio, il macero B3 è il terzo macero censito all'interno della circoscrizione B = via Bologna, mentre N = Nord, NO = Nord Ovest, NE = Nord Est, S = Sud.

giovanili era certa, i dati di larve ed adulti sono stati accorpati. Le due matrici sono state utilizzate per un'Analisi Canonica delle Corrispondenze (CAA) (TER BRAAK, 1986; 1987): questa analisi consente di incorporare i dati ambientali nell'analisi delle corrispondenze. Nel grafico planare risultante, i parametri ambientali sono riportati come frecce, che indicano la direzione del cambiamento del parametro considerato. Quanto più è lunga la freccia, tanto maggiore sarà il gradiente del parametro. I due gruppi di dati (parametri e specie oppure parametri e campioni) vengono così strettamente correlati. Le analisi sono state condotte con il software MVSP (KOVACH, 1998), considerando tutte le specie anche se rilevate una sola volta. La CCA è stata condotta sia applicando l'opzione che riduce il peso delle specie rare sia senza applicare tale opzione. I parametri misurati secondo classi discrete di valori (connessione, profondità, presenza di sassi lungo il perimetro) sono stati resi in grafico come centroidi. Nei grafici non vengono mostrati i vettori più corti (meno influenti).

Per la discussione dei risultati sono state calcolate le correlazioni lineari fra trasparenza e conducibilità dell'acqua e fra pH e estensione della copertura ad idrofite. Il pH è un parametro che varia durante la giornata, è più basso (acido) nelle prime ore del mattino e nella notte, quando prevale la respirazione sui fenomeni fotosintetici, con emissione di CO₂ che acidifica l'acqua, mentre si innalza (basico) di giorno, quando i fenomeni fotosintetici prevalgono sulla respirazione. I nostri campionamenti si sono svolti sempre dalla mattinata inoltrata fino al tardo pomeriggio, cioè in piena fase fotosintetica.

Per avere una qualche distinzione sul grado di trofia si è considerato il valore del pH in relazione all'orario di campionamento, considerando "meno eutrofici" i maceri con i valori più bassi registrati nelle ore attorno a mezzogiorno e nel primo pomeriggio.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Tutti i parametri da noi scelti sono stati rilevati correttamente nel 72% dei casi, ovvero in 47 maceri. I risultati qui discussi si riferiscono a questi maceri; altre considerazioni faunistiche che terranno conto anche dei maceri qui non trattati verranno pubblicati in FABBRI & PEDERZANI, in preparazione. I valori dei parametri misurati sono riportati in Tab. 3.

I bacini privi di connessione con la rete idrica superficiale sono 11. L'area varia da un minimo di 199 m² ad un massimo di 4600 m²; la trasparenza dell'acqua da 10 a 90 cm; la presenza di vegetazione arbustiva, idrofite ed elofite lungo il perimetro o nella superficie va da 0 a 100%; il numero di specie vegetali di contorno varia fra 3 e 22; la distanza media di rispetto fra terreni coltivati e sponde va da 0 a 30 m; il pH varia da 6,98 a 9,40; la temperatura dell'acqua varia fra 15,5 e 30,7°C; la conducibilità presenta un minimo di 546 µS/cm e un massimo di 2640 µS/cm; i solidi disciolti variano fra 350 e 1659 mg/l. Il grado di naturalità va da 37,5 (macerò completamente attorniato da colture industriali a forte impatto e da una strada) a 100 (macerò circondato da bosco).

Esiste una correlazione positiva fra conducibilità e trasparenza dell'acqua (e quindi anche con i solidi disciolti) con $r = 0,526$ e una correlazione negativa fra estensione della copertura ad idrofite e pH con $r = -0,583$.

Dal punto di vista faunistico sono stati campionati 1085 individui suddivisi in 65 taxa di invertebrati, mentre sono state rilevate 15 specie di Vertebrati acquatici.

Fra gli invertebrati (Tab. 4) i taxa raccolti più spesso sono stati i Chironomidi, il Coleottero Ditiscide *Hydroglyphus geminus* (sin. *Hydroglyphus pusillus*; DE JONG, 2013, on line), il Crostaceo esotico *Procambarus clarkii*, l'Efemerottero *Cloeon* sp., gli Eterotteri Corixinae e il Gasteropode alloctono *Physella acuta*.

		N° rilevamenti	frequenza %	Solo nei maceri collegati alla rete idrica	Solo nei maceri staccati dalla rete idrica
R	Diptera Chironomidae larve	29	62		
R	Coleoptera Dytiscidae <i>Hydroglyphus geminus</i> (Fabricius, 1792)	26	55		
R	Crustacea <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852) •	23	49		
R	Ephemeroptera Baetidae <i>Cloeon</i> Leach, 1815 sp.	20	43		
R	Heteroptera Corixidae Corixinae	18	38		
R	Mollusca Gastropoda <i>Physella acuta</i> (Drapanaud, 1805) •	18	38		
R	Heteroptera Gerridae	17	36		
R	Odonata <i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820) larve	16	34		
R	Crustacea <i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	14	30		
R	Heteroptera <i>Notonecta</i> Linnaeus, 1758 sp.	13	28		
R	Oligochaeta	13	28		
R	Crustacea <i>Palaemonetes antennarius</i> (H. Milne Edwards, 1837)	12	26		
R	Heteroptera <i>Plea minutissima</i> (Leach, 1817)	11	23		
R	Diptera Culicidae	11	23		
R	Crustacea <i>Proasellus banyulensis</i> (Racovitza, 1919)	11	23		

Tab. 4. Continua.

R	Crustacea Cladocera	10	21		
R	Crustacea Ostracoda	7	15		
R	Coleoptera Hydrophilidae	6	13		
R	Crustacea Copepoda	6	13		
R	Crustacea Gammaridae <i>Echinogammarus</i> Stebbing, 1899 sp.	6	13	X	
R	Coleoptera Dytiscidae <i>Laccophilus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	5	11		
R	Coleoptera Dytiscidae <i>Ranthus suturalis pulverosus</i> (Stephens, 1828)	5	11		
R	Coleoptera Dytiscidae <i>Noterus clavicornis</i> (De Geer, 1774)	5	11		
R	Coleoptera Hydrophilidae sp. larva	5	11		
R	Mollusca Gastropoda <i>Gyraulus albus</i> (O.F. Müller, 1774)	5	11		
A	Odonata <i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820) adulti	4	9	X	
R	Odonata Anax larve	4	9	X	
R	Diptera Limoniidae	4	9		
R	Odonata <i>Coenagrion</i> Kirby, 1890 larve	3	6	X	
A	Odonata <i>Orthetrum albistylum</i> (Sélys, 1848) adulti	3	6	X	
R	Diptera Tipulidae	3	6	X	
R	Coleoptera Dytiscidae <i>Laccophilus variegatus</i> (Germar et Kaulfuss, 1817)	3	6		
R	Coleoptera Dytiscidae larvae	3	6		
R	Oligochaeta Hirudinoidea spp.	3	6		
R	Crustacea Gammaridae <i>Synurella ambulans</i> (F. Müller, 1846)	3	6		
A	Odonata <i>Orthetrum</i> Newman, 1833 sp. adulti	2	4		
A	Odonata <i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758) adulti	2	4	X	
R	Heteroptera <i>Naucoris (Ilyocoris) cimicoides</i> (Linnaeus, 1758)	2	4	X	
R	Coleoptera Heteroceridae	2	4	X	
R	Coleoptera Dytiscidae <i>Coelambus impressopunctatus</i> (Schaller, 1783)	2	4		
R	Coleoptera Dytiscidae <i>Copelatus haemorroidalis</i> (Fabricius, 1787)	2	4		
R	Coloeoptera Dytiscidae <i>Hydroporus palustris</i> (Linné, 1761)	2	4		
R	Coleoptera Dytiscidae <i>Hygrotus decoratus</i> (Gyllenhal, 1810)	2	4	X	
R	Coleoptera Dytiscidae <i>Hygrotus inaequalis</i> (Fabricius, 1777)	2	4		
R	Mollusca Gastropoda <i>Planorbis</i> Muller, 1874 sp.	2	4		
R	Mollusca Gastropoda <i>Gyraulus laevis</i> (Alder, 1838)	2	4	X	
R	Odonata <i>Erythromma</i> Charpentier, 1840 larva	1	2	X	
R	Odonata <i>Erythromma viridulum</i> Charpentier, 1840 larve	1	2		X
A	Odonata <i>Sympetrum fonscolombii</i> (Selys, 1840) adulti	1	2	X	
R	Odonata <i>Sympetrum</i> Newman, 1833 larve	1	2	X	
R	Odonata <i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832) larve	1	2	X	
R	Heteroptera	1	2		X
R	Diptera Psychodidae	1	2	X	
R	Coleoptera Hydraenidae	1	2	X	
R	Coleoptera Elmidae larva	1	2		X
R	Coleoptera Curculionidae <i>Bagous</i> (Germar, 1817) sp. (acquatico)	1	2	X	
R	Coleoptera Haliplidae <i>Haliplus variegatus</i> Sturm, 1834	1	2	X	
R	Coleoptera Haliplidae <i>Peltodytes caesus</i> (Duftschmid, 1805)	1	2		X
R	Coleoptera Dytiscidae <i>Hydroporus pubescens</i> (Gyllenhal, 1808)	1	2	X	
R	Mollusca Gastropoda <i>Planorbis corneus</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	X	
R	Mollusca Gastropoda <i>Gyraulus</i> cfr. <i>acronicus</i> (Férussac, 1807)	1	2		X
R	Mollusca Gastropoda <i>Galba truncatula</i> (O.F. Müller, 1774)	1	2		X
R	Ephemeroptera Caenidae	1	2	X	
R	Oligochaeta Hirudinoidea <i>Helobdella</i> Blanchard, 1896 sp.	1	2	X	
R	Crustacea Talitridae sp.	1	2	X	

Tab. 4. Invertebrati acquatici presenti. Con la lettera R vengono indicati quelli effettivamente raccolti con retino per acquatici, con la A vengono indicati quelli avvistati. Il pallino (●) indica le specie alloctone.

		N° rilevamenti	frequenza %	Solo nei maceri collegati alla rete idrica
A-R	<i>Pelophylax kl. esculentus</i> (Linnaeus, 1758)	29	62	
A	<i>Myocastor coypus</i> Molina, 1872 •	24	51	
R	<i>Gambusia holbrooki</i> Girard, 1859 •	21	45	
R	<i>Pseudorasbora parva</i> Temminck & Schlegels, 1825 •	14	30	X
A	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758) •	13	28	
A	<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) •	9	19	
A	<i>Ictalurus melas</i> Rafineqsque, 1820 •	8	17	
R	<i>Lissotriton vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	5	11	
A-R	<i>Lithobates catesbeianus</i> (Shaw, 1802) •	5	11	
A	<i>Emys orbicularis</i> (Linnaeus, 1758)	3	6	
R	<i>Pseudepidalea viridis</i> (Laurenti, 1758)	3	6	
R	<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)	2	4	
A	<i>Trachemys scripta</i> Schoepff, 1792 •	2	4	
A	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758 •	2	4	X
A	<i>Natrix natrix</i> Linnaeus, 1758	2	4	

Tab. 5. Vertebrati acquatici presenti. Con la lettera R vengono indicati quelli effettivamente raccolti con retino per acquatici (anche come larve) e con la A vengono indicati quelli avvistati. Il pallino (•) indica le specie alloctone.

La tabella elenca anche gli Odonati adulti, non campionati ma avvistati. I taxa rari, rinvenuti soltanto 1 o 2 volte, sono 30.

Fra i Vertebrati (Tab. 5), la specie più frequente è stato il klepton *Pelophylax esculentus*, seguito da *Myocastor coypus* e *Gambusia holbrooki*.

Tra i Vertebrati, ben 9 specie su 15 sono esotiche mentre soltanto 2 sono le specie alloctone accertate fra gli invertebrati (*Physella acuta* e *Procambarus clarkii*).

Analisi multivariate

La cluster analysis (Fig. 3) evidenzia 2 gruppi principali di parametri.

Nel cluster più numeroso il grado di naturalità del contesto territoriale va di pari passo con l'ampiezza della zona di rispetto e si lega alla presenza di alberi e arbusti, al numero complessivo di specie macrofite, all'estensione delle elofite lungo il perimetro.

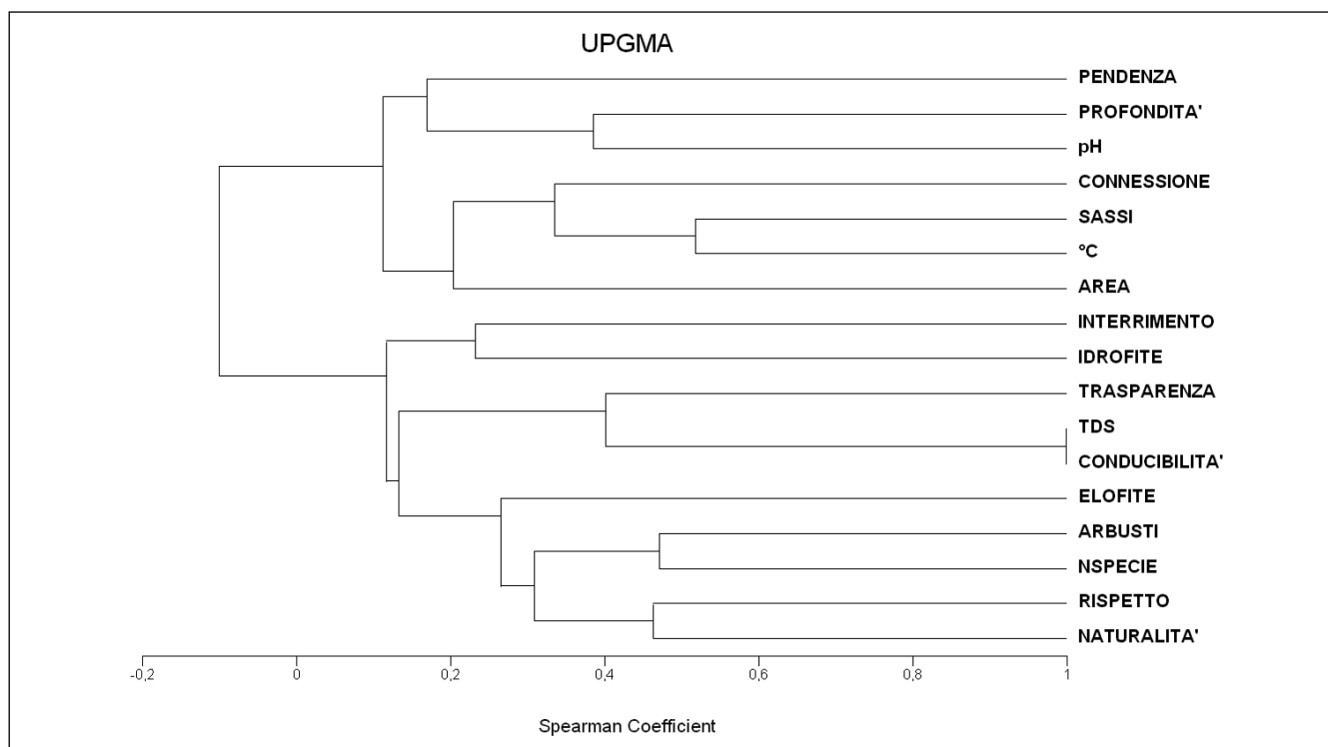


Fig. 3. Cluster analysis dei parametri analizzati.

Eigenvalues con specie rare sottopesate	Axis 1	Axis 2	Axis 3		Eigenvalues con specie rare non sottopesate	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Eigenvalues	0,284	0,114	0,093		Eigenvalues	0,373	0,265	0,258
Percentage	12,301	4,971	4,045		Percentage	6,698	4,755	4,626
Cum. Percentage	12,301	17,273	21,312		Cum. Percentage	6,698	11,453	16,079
Cum.Constr.Percentage	26,182	36,763	45,372		Cum.Constr.Percentage	15,109	25,835	36,271
Spec.-env. correlations	0,913	0,841	0,835		Spec.-env. correlations	0,943	0,905	0,895

Tab. 6. Significatività della CCA, nel caso di specie rare sottopesate (a sx) e non sottopesate (a dx), in riferimento alle Figg. 4, 5 e 7.

Esiste poi un legame con trasparenza delle acque e conducibilità/solidi disciolti, collegato all'estensione della copertura ad idrofite ed al grado di interrimento del macero.

L'altro cluster evidenzia come la presenza di connessione alla rete idrica superficiale si associ alla presenza di sassi lungo le sponde, alla temperatura ed all'area del bacino, per collegarsi poi al pH, alla pendenza delle sponde ed alla profondità.

La CCA è stata condotta sia applicando l'opzione che sottostima le specie rare (Fig. 4) che senza applicare tale opzione (Fig. 5). In entrambi i casi (Tab. 6), i valori associati al primo asse sono piuttosto elevati, e depongono a favore di una buona significatività delle analisi.

Il fattore determinante per gli effetti sui popolamenti dei maceri risulta essere la presenza o l'assenza di connessioni alla rete idrica superficiale.

Al contrario non compare mai il vettore AREA, per cui l'estensione del macero è evidentemente un fattore che non influenza

la composizione delle comunità, rilevate per altro sempre lungo la sponda.

Quasi tutti i maceri privi di connessione sono ben visibili nei quadranti di destra della Fig. 4 (B6, NE30, NE44, NO11, NO37, S15, S29, S31, S32). Gli altri due maceri non connessi alla rete idrica sono B5, collocato nel quadrante 4, con acqua poco trasparente (disco di Secchi 12,5 cm) e molto profondo (classe 2), e NE 16, posto nel quadrante 3, con acqua poco trasparente (disco di Secchi 10 cm) e poco profondo (classe 1).

Fra i maceri dei quadranti 1 e 2 si registrano i più alti valori di trasparenza delle acque, con gli 80-90 cm di disco di Secchi dei maceri NO11, NO37 e S31 e altri maceri con valori che variano da 45 a 65 cm. I maceri NO11, NO37 e N4 sono quelli con i più alti valori di conducibilità: abbiamo visto infatti che esiste un nesso forte fra trasparenza delle acque e conducibilità. Il parametro trasparenza appare in parte collegato alla presenza abbondante di idrofite, arbusti ed elofite e di un elevato nu-

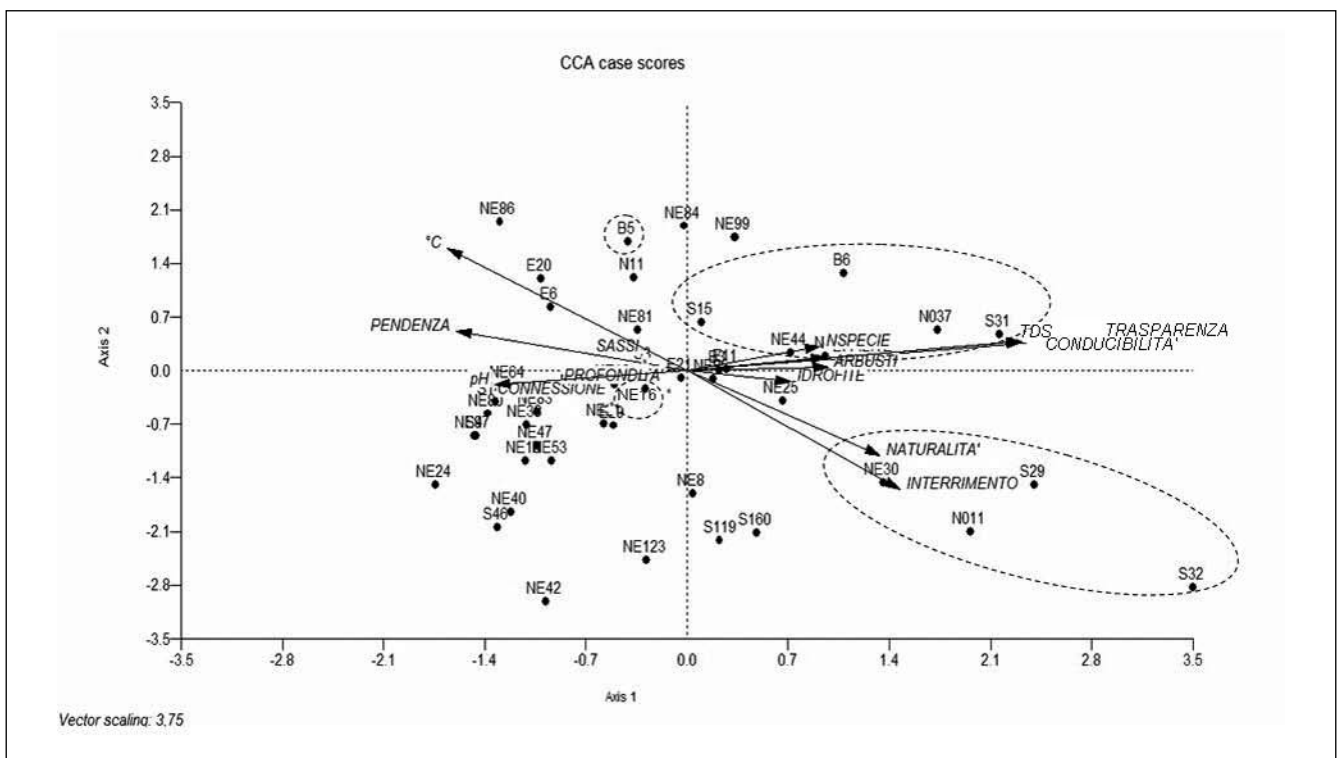


Fig. 4. Ordinamento dei maceri secondo i 17 parametri considerati, con attenuazione del peso delle specie rare. Nei circoli sono racchiusi i maceri senza collegamento alla rete idrica.

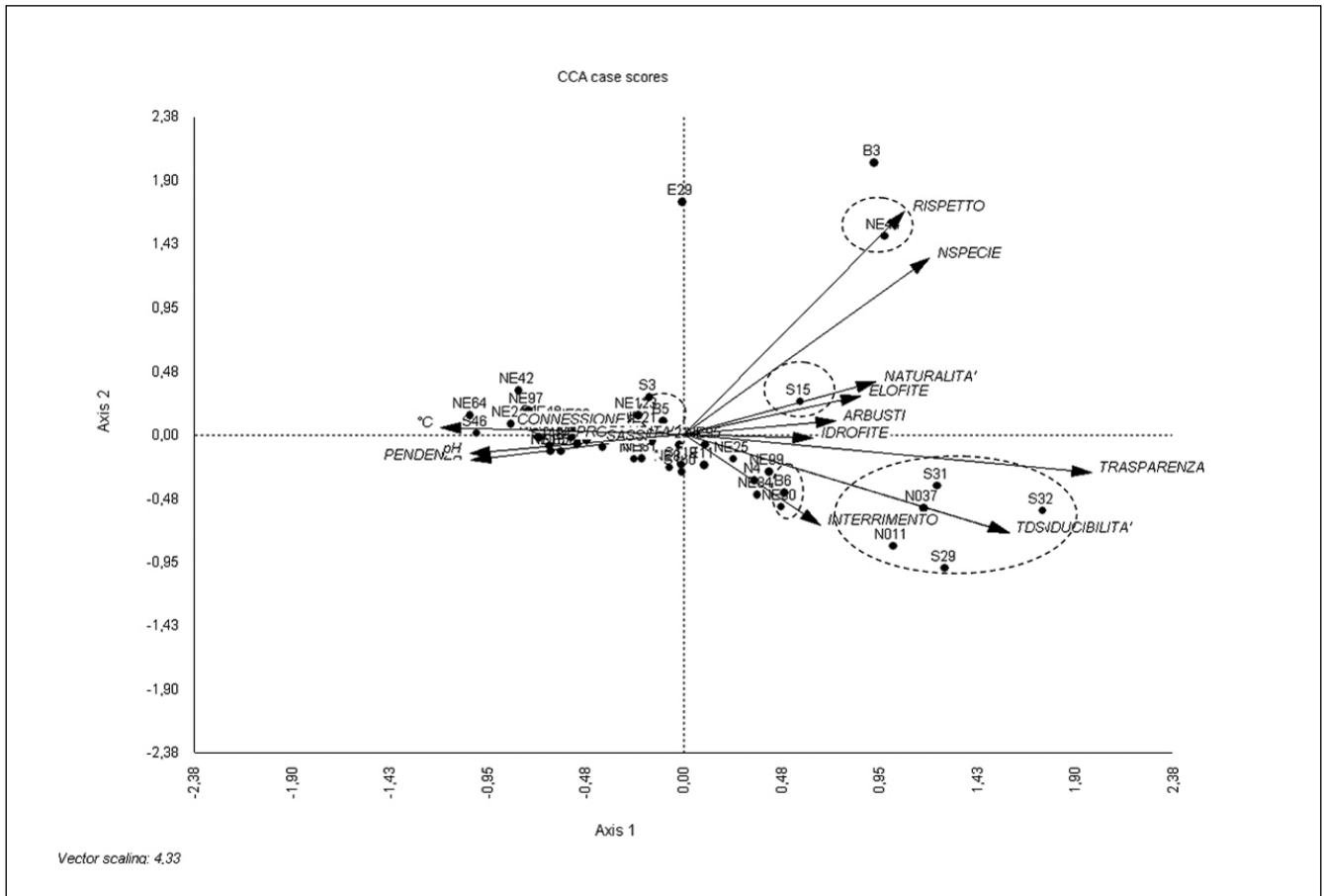


Fig. 5. Ordinato dei maceri secondo i 17 parametri, senza attenuazione del peso delle specie rare. Compare il ruolo della fascia di rispetto e si accentua quello della diversità della vegetazione. Nei cerchi sono racchiusi i maceri non collegati alla rete idrica (NE16 non è visibile).

mero di specie vegetali (Fig. 4), ma la correlazione non è forte quanto quella trasparenza-conducibilità.

I maceri non connessi alla rete idrica si suddividono a loro volta in due gruppi e la causa va ricercata nel diverso grado di interrimento e naturalità: nel quadrante 1 i maceri S15, NE 44, B6, NO37 e S31 non presentano segni di interrimento e hanno scarsa naturalità; invece i tre maceri del quadrante 2 (NE30, NO11, S29) hanno segni talvolta notevoli (85-100%) di un processo di chiusura in atto ad opera di elofite e una buona tendenza alla naturalità (80, 40, 80).

L'ultimo macero non collegato ai fossati circostanti da considerare è S32, che non ha tracce di elofite o idrofite sulla superficie ma è il macero più anomalo, si trova all'estremo destro del gradiente ed è l'unico, essendo completamente circondato da alberi e arbusti, ad avere il valore 100% di naturalità che lo distingue nettamente dagli altri, con un trasparenza media dell'acqua abbastanza elevata (50 cm) e una conducibilità anch'essa abbastanza elevata (1330 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ma non estrema. La sua area di rispetto è larga in media 8 metri.

Per quel che riguarda la parte sinistra del grafico, che raccoglie i maceri collegati alla rete idrica, nel quadrante 3 di Fig. 4 si collocano i bacini poco profondi, qualcuno con poche elofite all'interno, mentre i maceri più profondi tendono al quadrante 4.

Come già visto nella cluster analysis, la presenza di connessione

si accompagna a maggiore pendenza delle sponde: la possibilità per l'acqua di raggiungere livelli elevati ostacola l'espansione delle elofite e quindi l'addolcimento delle sponde. Anche la presenza di sassi è legata a maggiore pendenza: testimoniano di un uso attuale del bacino ai fini irrigui, in cui i sassi un tempo usati per affondare la canapa vengono ora utilizzati come rinforzo delle sponde.

I valori di pH hanno talvolta superato le 9 unità, indicando un'attività fotosintetica piuttosto intensa, dovuta alla forte presenza del fitoplancton, tipica di ambienti eutrofici. I valori di pH incrementano in una direzione opposta rispetto ai vettori che segnalano, nei quadranti di destra di Fig. 4, un sviluppo buono della vegetazione acquatica e ripariale: laddove la vegetazione è ben sviluppata, c'è meno proliferazione del fitoplancton e meno produzione primaria. In generale questo accade nei maceri non collegati alla rete idrica, che sono in stato di abbandono e quindi lasciati ad uno sviluppo spontaneo della vegetazione, con un pH minore.

Alcuni maceri hanno presentato un pH basso in relazione all'orario di campionamento: B3, E29, NE21, NE44, NE84, S31, S32. Il valore più basso è il 6,98 del macero S119 misurato però alle ore 18.40: questo macero ha un notevole sviluppo sia di idrofite superficiali (100%) che di elofite lungo il perimetro (100%).

I maceri E29, NE21, NE84 hanno una copertura ad idrofite



Fig. 6. Vista dall'alto dei maceris S31 e S32.

alta (75-100%). Per idrofite si intendono qui soprattutto piccole piante galleggianti come *Lemna minor*, *Lemna gibba*, *Lemna trisulca*, *Spyrodela polyrrhiza* e le esotiche *Azolla filiculoides* e *Wolffia arrhiza*.

In B3 al momento del campionamento la superficie non era coperta da piccole idrofite, ma in questo macero abbiamo trovato comunque condizioni poco favorevoli allo sviluppo del fitoplancton. Infatti, per un quarto della sua estensione era presente *Ceratophyllum submersum*, una pianta che non radica veramente sul fondo ma è capace di vivere completamente sommersa. Venne rilevata anche nel 2006 e nel 2008, quando ricopriva interamente il fondale. I ceratofilli (in particolare *C. demersum*), sono in grado di secernere delle sostanze (zolfo elementare, composti di zolfo, composti lipofilici labili, altre sostanze non note; HILT & GROSS, 2008; PELECHATA & PELECHATY, 2010) che agiscono come allelopatici per il fitoplancton. L'allelopatia viene indicata come un meccanismo importante per le interazioni fra macrofite e fitoplancton nei laghetti di bassa profondità (HILT & GROSS, 2008). *C. demersum* ostacola lo sviluppo del fitoplancton in alcuni laghetti norvegesi attraverso un ampio gradiente di concentrazioni di fosforo, garantendo acqua limpida nei laghi con una profondità inferiore a 1,9 m (MJELDE & FAAFENG, 1997). Per *C. submersum* è dimostrata una capacità allelopatica in vitro (BAMBA, 2013). Le interazioni allelopatiche in situ sono complesse, intrecciate con la competizione per i nutrienti e gli effetti talvolta sono taxon-specifici, cioè per esempio alcune specie di cianofite sembrano essere affette, altre no (PELECHATA & PELECHATY, 2010) e la flora epifitica sembra meno sensibile (HILT & GROSS, 2008). Per quel che riguarda NE44, la componente più sviluppata è

quella ad elofite periferiche (100% del perimetro), con piante come *Phragmites australis*, *Typha latifolia* e *Mentha aquatica*; la diversità di specie è piuttosto elevata, con ben 19 specie macrofite rilevate. Questo macero a settembre 2007 risultò essere completamente ricoperto dalla felce galleggiante *Salvinia natans*. Questa felce, considerata in declino in Europa (ALLEN, 2011) e inserita come "vulnerabile" nella lista rossa delle piante italiane (ROSSI *et al.*, 2013), ha popolazioni fluttuanti da un anno all'altro, assorbe azoto preferibilmente sotto forma di ione ammonio ma se necessario anche come ione nitrato (JAMPEETONG & BRUX, 2009a) e, pur essendo tipica di ambienti eutrofizzati per il suo veloce tasso di accrescimento, non è ben adattata a vivere in condizioni di carenza di ossigeno e non sopporta anossie estreme (JAMPEETONG & BRUX, 2009b). La presenza di questa specie, seppur non rilevata continuativamente, è un altro elemento che indica nel macero NE44 condizioni di minor eutrofizzazione.

Si conferma il grado relativamente basso di trofia di S31 e S32. Questi 2 maceris mostrano condizioni ambientali molto simili (Fig. 6): sono vicini fra di loro (a circa 100 metri) sono ai margini dello stesso campo coltivato e sono entrambi circondati da un'abbondante vegetazione periferica che comprende farnie piuttosto mature e determina un certo ombreggiamento dell'acqua, per cui le idrofite occupano meno del 20% della superficie in S31 e sono del tutto assenti in S32.

È possibile che la presenza di una consistente fascia arboreo-arbustiva, oltre ad ombreggiare lo specchio d'acqua sfavorendo la fotosintesi e lo sviluppo del fitoplancton e delle idrofite, riduca l'ingresso di nutrienti in acqua.

Quando nella CCA le specie rare vengono tenute in maggiore

Nei nostri campioni sono presenti due specie di Isopodi: oltre ad *A. aquaticus*, considerato più caratteristico dell'Italia settentrionale, abbiamo trovato spesso anche *Proasellus banyulensis* per il quale STOCH (2005) segnala invece una distribuzione più meridionale oppure costiera. Talvolta le due specie coesistevano nello stesso bacino, tuttavia *P. banyulensis* nella CCA si colloca nella parte destra del grafico, cioè sembra preferire i bacini privi di connessione idrica; questo Isopode può comparire anche in bacini temporanei (DELLA BELLA, 2005), pur essendo molto più frequente in quelli permanenti.

Il genere *Cloeon* appartiene alla famiglia Baetidae, composta da Efemerotteri poco sensibili all'inquinamento organico e tolleranti di condizioni addirittura ipertrofiche (MENETREY *et al.*, 2008). Un solo macero, S3, presentava anche gli Efemerotteri Caenidae, al contrario amanti di condizioni oligotrofiche (MENETREY *et al.*, 2008).

Hydroporus pubescens è segnalato come specie più frequente in biotopi temporanei (DELLA BELLA, 2005), che colonizza in periodo primaverile (STOCH, 2005). Rinvenuto una sola volta nel macero S46, nella classe dei maceri poco profondi, suggerisce che gli altri maceri ad esso vicini nel grafico (in particolare NE40 e NE24, anch'essi con profondità inferiore al metro) possano subire a volte condizioni di siccità.

Altre specie evidenziate come tolleranti di situazioni connesse alla rete idrica sono il Curculionide acquatico a larve fitofaghe *Bagous* sp., gli Hydraenidae, *Sympetrum fonscolombii* (adulti).

Nei maceri non connessi alla rete idrica con acque trasparenti si associano invece gli Anfibi *Lissotriton vulgaris*, *Pseudepidalea viridis*, *Bufo bufo*, il Rettile *Natrix natrix*, i Gasteropodi *Galba truncatula*, *Planorbis* sp., *Planorbarius corneus*, *Gyraulus acronicus*, *Gyraulus laevis*, le larve di Elmidae, le larve dell'Odonato *Erythomma viridulum*, l'Isopode *Proasellus banyulensis*, così come le larve di Culicidae e i piccoli crostacei (Ostracoda, Cladocera, Copepoda), *Notonecta* sp., *Plea minutissima*, i Coleotteri *Ranthus suturalis* e *Laccophilus minutus*. I piccoli Crostacei hanno un ruolo importante nei processi di colonizzazione delle acque temporanee (BOIX *et al.*, 2004), supportando nuovamente l'ipotesi che i maceri non collegati alla rete idrica possano sperimentare condizioni di siccità, ipotesi che però non coincide completamente con la presenza di *Proasellus banyulensis*. La significatività della presenza dei piccoli Crostacei in mancanza del collegamento idrico può essere correlata anche ad una minore predazione da parte dei pesci.

Nel gradiente di specie spicca, lungo il secondo asse della Fig. 6, la posizione della rana toro *Lithobates catesbeianus* e del Gasteropode *Gyraulus albus*: la contrapposizione fra la prima specie, situata nel 3° quadrante che individua gli esotici dei maceri connessi alla rete idrica, e quella del piccolo gasteropode, situato all'estremo opposto del secondo asse, esattamente su di esso, marca la differenza fra le condizioni ambientali che favoriscono da un lato una delle specie invasive più "virulente" e dall'altro, specie autoctone tipiche però di ambienti permanentemente inondata (*G. albus* non tollera il disseccamento estivo; SEDDON, 2014).

Quando le specie rare vengono maggiormente considerate (non riportiamo il grafico perchè poco leggibile), si evidenzia come la presenza di un'ampia fascia di rispetto e di una buona diversità macrofittica acquatica e terrestre favorisca, anche nei maceri collegati alla rete idrica, la presenza di larve di *Crocotthe-*

mis erythraea e *Sympetrum* sp., i Coleotteri acquatici *Copelatus haemorroidalis*, *Hydroporus palustris*, *Hygrotus decoratus*, *Hygrotus inaequalis*, *Coelambus impressopunctatus*, le larve di Coleotteri Hydrophilidae, l'Eterottero *Naucoris (Ilyocoris) cimicoides*, gli Hirudinoidea.

Considerazioni su alcuni taxa

Gyraulus laevis: rilevata due volte nei maceri NE84 e NE99 (che distano circa 6 km in linea d'aria fra di loro e mostrano entrambi un notevole sviluppo di idrofite ed elofite), è un Gasteropode che in diversi Paesi europei è specie considerata "critically endangered" secondo gli standard IUCN (VAN DAMME, 2012).

Gyraulus cfr. *acronicus*: è specie anch'essa considerata esposta a qualche rischio in Europa per la scomparsa degli habitat idonei (ANIMAL BASE, 2013, on line)

Gyraulus albus: al contrario delle sue congeneriche precedenti, viene considerata tollerante rispetto a livelli medi di inquinamento e non sembra sottoposta a particolari minacce (SEDDON, 2014). Però non tollera il disseccamento e, nei nostri risultati, è associata infatti ai maceri profondi e collegati alla rete idrica.

Physella acuta, Gasteropode di provenienza nord-americana, è la più antica introduzione per l'Italia (HALGASS & VANNOZZI, 2010) di animali provenienti dall'America. La prima segnalazione risale infatti al 1866 dove la specie fu trovata nei dintorni di Pisa; per secoli venne considerata specie autoctona, descritta nel 1868 da Issel come *Physa pisana*. È ormai estremamente diffusa nel mondo, tollera condizioni di siccità ed inquinamento e le sue uova, racchiuse in una matrice adesiva, vengono facilmente trasportate dagli uccelli e dalle attività umane. Questa specie probabilmente ha causato per competizione la drastica riduzione delle popolazioni dell'autoctona *Physa fontinalis* Draparnaud, 1801, che è diventata molto rara.

Synurella ambulans: unica specie del genere in Italia (RUFFO & STOCH, 2005), questo Crostaceo Anfipode, segnalato già nel 1977 per i corsi d'acqua della pianura veneta (MINELLI & TREVISANELLO, 1985), è in espansione nell'Europa occidentale e viene considerata da alcuni una specie invasiva ponto-caspica (BOETS *et al.*, 2010). Tuttavia, non mancano coloro che avanzano dubbi sulla sua esoticità per l'Europa occidentale (SIDOROV & PALATOV, 2012). MINELLI & TREVISANELLO (1985) la considerano infatti un elemento padano-illirico-carpatico. È stata segnalata nel 2005 per gli affluenti di destra del Po in provincia di Cuneo (MORISI, 2005). È una delle specie di Anfipodi più comuni negli stagni (STOCH, 2005), tuttavia nel nostro caso è stata rilevata solo 3 volte.

Proasellus banyulensis: dai nostri risultati sembra che questo Crostaceo Isopode sia meno tollerante di *Asellus aquaticus* nei confronti degli ambienti eutrofizzati ed invasi dagli alloctoni, preferendo nel nostro caso i bacini disconnessi dalla rete idrica.

Palaemonetes antennarius: è un gamberetto carnivoro (COSTANTINI & ROSSI, 2001; CIBINETTO *et al.*, 2005) che in condizioni di scarsità di cibo può assumere comportamenti cannibalistici

ma che in abbondanza di cibo preferisce nutrirsi di altri piccoli animali e in particolare di Isopodi. La presenza di sassi a rinforzo delle sponde che si associa all'esistenza del collegamento alla rete idrica può essere una delle ragioni per cui questo gamberetto riesce a coesistere con l'esotico *Procambarus clarkii*: i sassi forniscono al gamberetto interstizi e rifugi contro la predazione e probabilmente ostacolano l'attività di scavo del gambero rosso nelle sponde.

Hydroglyphus geminus: la seconda specie per frequenza fra gli invertebrati, è molto diffuso in Italia. Questa specie è uno dei Dytiscidae a più ampia valenza ecologica (SINDACO, 2011), in grado di sopravvivere in qualsiasi tipo di ambiente (anche effimero come le pozze piovane nei solchi delle ruote), rarefacendosi solo nelle acque limpide correnti e nei laghetti alpini. Viene segnalato come Coleottero ottimo colonizzatore di stagni di recente formazione (www.microcosmo.nl): si tratta quindi di una specie con caratteristiche di opportunisti, che può ben collocarsi in ambienti non di nuova formazione ma disturbati quali i maceri.

Hygrotus decoratus, raccolto nei maceri B3 e S3, e *Copelatus hamorroidalis*, raccolto nei maceri B3 e NE44, sono Coleotteri Dytiscidi di nuova rilevazione per la provincia di Ferrara (FABBRI & PEDERZANI, in prep.). *H. decoratus* è entità vulnerabile e presente in poche stazioni del nord e del centro Italia.

Elmidae: questa famiglia di Coleotteri conta 46 specie in Europa. Tutte hanno larve acquatiche, anche se qualche adulto conduce poi vita terrestre. Appaiono minacciati da condizioni di scarsità di ossigeno, aumento della temperatura dell'acqua, improvvisi aumenti di flusso dell'acqua (come nel caso di forti acquazzoni) e dall'inquinamento soprattutto da detergenti per cui possono essere buoni indicatori ambientali (ELLIOTT, 2008). Le larve di questi Coleotteri sono state da noi ritrovate nel macero S15, uno di quelli non collegati alla rete idrica, in coerenza con le suddette caratteristiche del taxon.

Trachemys scripta: di questa testuggine acquatica invasiva, abbiamo rinvenute due sottospecie, *T. scripta scripta* o testuggine palustre dalle guance bianche, e *T. scripta elegans*, testuggine dalle guance rosse. Nelle analisi ecologiche è stata considerata solo la specie nominale.

CONCLUSIONI

La diffusione delle specie esotiche invasive è un fenomeno che in tutto il mondo sta condizionando il funzionamento degli ecosistemi, con perdita del loro valore economico e della biodiversità. I cambiamenti ecologici, economici ed evolutivi provocati dalle specie esotiche sono tanto profondi che alcuni biologi hanno suggerito l'avvento di una nuova era geologica, l'Omogocene, in cui tutti i continenti e le loro acque sono connessi dalle attività antropiche in una sorta di nuova "Pangea" in cui i popolamenti biologici terrestri ed acquatici sono mescolati (STRAYER, 2010).

Le ricadute sono evidenti per gli ecosistemi di acqua dolce che su-

biscono l'invasione di molte specie esotiche. In Italia le acque dolci ospitano almeno 112 specie alloctone (TRICARICO *et al.*, 2010).

Nella Pianura Padana l'invasione di specie aliene è un fenomeno molto intenso: i traffici commerciali che l'attraversano ormai da millenni in tutte le direzioni hanno convogliato in questo territorio moltissime specie animali e vegetali di provenienza esotica, per volontà esplicita di importazione oppure accidentalmente. Infatti, per quel che riguarda ad esempio la flora, Emilia-Romagna e Lombardia sono le regioni italiane con la più alta percentuale (>12%) di specie esotiche (CELESTI-GRAPOW *et al.*, 2010). Molte di queste specie si sono potute insediare facilmente in un territorio profondamente manipolato (deforestazione, bonifica delle zone umide, interventi sugli alvei dei fiumi, inquinamento, agricoltura industriale, allevamenti zootecnici, urbanizzazione, ecc.) ed artificialmente allontanato dalle sue condizioni di equilibrio.

In particolare l'estremità orientale della Pianura, situata lungo il tratto terminale del fiume Po, subisce le conseguenze delle attività produttive dell'intero territorio padano, sul quale insiste all'incirca un quarto dell'intera popolazione italiana che genera il 40% del PIL nazionale (AUTORITÀ DI BACINO FIUME Po, 2006).

CASTALDELLI *et al.* (2013) hanno rilevato una variazione nella composizione della fauna ittica in 14 canali della provincia ferrarese, monitorati fra il 1991 e il 2009: da una situazione iniziale con 22 specie di pesci di cui 8 esotiche, si è passati a 17 specie con 13 esotiche. 10 specie native si sono localmente estinte.

In questa situazione è piuttosto logico che i maceri che scambiano acqua con la rete idrica superficiale costituiscano il ricettacolo per svariatissimi alloctoni: i 4200 km di canali che attraversano la provincia vengono alimentati tutti con acqua proveniente dal fiume Po attraverso l'antico ramo del Volano (DALLE VACCHE, 2012; CASTALDELLI, 2013). La regimazione dei canali di irrigazione, che vengono tenuti in asciutta quasi totale durante i mesi invernali e riempiti di acqua in estate, costituisce un altro fattore di disturbo che favorisce le specie più opportuniste che sono quasi sempre le specie esotiche (si pensi alla straordinaria capacità del gambero rosso della Louisiana di resistere in assenza di acqua all'interno delle proprie gallerie o di spostarsi al di fuori dell'acqua; GHERARDI, 2006; GHERARDI & ACQUISTAPACE, 2007). Spesso in inverno non vengono rispettati i livelli di deflusso minimo vitale. Le sponde dei canali di frequente hanno una pendenza vicina ai 90° che rende difficoltosa l'emersione degli adulti delle specie anfibe di Vertebrati ed Insetti come le libellule. Le sponde vengono sfalciate (e talvolta diserbate chimicamente o con il fuoco) senza rispettare i criteri di alternanza che sarebbero auspicabili per una gestione condotta nell'ottica delle reti ecologiche, ai fini della costituzione e della conservazione di un maggior numero di nicchie vitali.

I pattern di invasione delle specie esotiche non hanno nulla di casuale (STRAYER, 2010): non sono casuali l'identità tassonomica ed i tratti biologici delle specie invasive, le caratteristiche ecologiche degli ecosistemi di provenienza e di quelli di insediamento, la localizzazione geografica degli ecosistemi che forniscono e ricevono le specie. Nel nostro caso abbiamo verificato un'incidenza notevole degli alloctoni fra le specie di Vertebrati (60%), molto minore fra gli invertebrati (3%).

Tutte le specie esotiche rilevate, tranne il Gasteropode *Physella acuta*, sono giunte in Italia per introduzione volontaria, prevalentemente per allevamento a scopo commerciale e, in un caso (*Gambusia holbrooki*), come agente di lotta biologica contro le larve delle zanzare. In accordo con STRAYER (2010) è quindi evidente anche in questa parte della Pianura Padana la non casualità delle invasioni.

Un paio delle specie rinvenute (*Pseudorasbora parva* e *Procambarus clarkii*) rientrano nell'elenco dei 100 peggiori invasori in Europa (DAISIE, 2009), ma anche le altre hanno notevoli impatti sui nostri ecosistemi. Ad esempio, la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, oltre ad essere un potente predatore, è portatrice sana di alcuni ceppi della malattia fungina causata dal *Batrachochytrium dendrobatidis* (GERVASI *et al.* 2013), mortale per gli Anfibi autoctoni ed associata al declino globale ed all'estinzione degli Anfibi.

I nostri studi hanno dimostrato che i maceri disconnessi dalla rete idrica sono quelli che possono dare garanzie di sopravvivenza alle specie più esigenti, in particolare agli Anfibi, che in questo modo limitano anche gli effetti della predazione da parte dei pesci.

Tuttavia è emerso quanto sia importante mantenere ampie fasce di rispetto, gestite con la maggiore naturalità possibile e con una buona diversità di specie vegetali, attorno ai corpi idrici: la presenza di una buona flora arborea, arbustiva ed elofitica riduce il grado di trofia delle acque, facilitando lo sviluppo di piante acquatiche (se il bacino non viene completamente ombreggiato), attenua la pendenza delle sponde, favorendo le specie anfibe e costituendo rifugi per la piccola fauna, e consente la sopravvivenza di specie abbastanza rare anche nei maceri connessi alla rete idrica. I maceri dotati di queste condizioni di rispetto, pur se collegati alla rete idrica (B3 ed S3 in particolare), sono in grado di ospitare specie rare e vulnerabili.

L'area dei maceri non è emersa come un fattore importante per la distribuzione della fauna, probabilmente perché le comunità sono state campionate solo in prossimità delle sponde.

È da sottolineare come la tipologia di gestione del terreno circostante al macero sia strettamente correlata all'ampiezza dell'area di rispetto: ci sono coltivazioni, come quella del mais, dove l'area di rispetto risulta molto ridotta, per l'esigenza di recuperare anche la più piccola superficie sfruttabile, mentre altre coltivazioni, come quella dell'erba medica, appaiono più "rilassate" e più rispettose.

Alcune specie sono risultate molto interessanti: i maceri accolgono ancora *Gyraulus laevis*, Gasteropode considerato in via di estinzione in molti Paesi europei, e alcuni Ditiscidi come *Hygrotus decoratus* e *Copelatus haemorrhoidalis*, segnalati raramente in Emilia-Romagna e per la prima volta nel Ferrarese (vedi FABBRI & PEDERZANI, in prep.). Fra gli Isopodi si separa il ruolo di *Asellus aquaticus*, apparso più tollerante del disturbo, da quello di *Proasellus banyulensis* che preferisce i bacini disconnessi dalla rete idrica. La frequenza di quest'ultima specie fa ipotizzare qualche effetto del riscaldamento climatico globale (il territorio ferrarese ha subito un aumento delle temperature medie di circa 2 gradi nel ventennio 1991-2008; MARLETTO, 2009) che favorisce la migrazione verso nord di specie a distribuzione un tempo più meridionali.

Il Crostaceo decapode *Palaemonetes antennarius* sembra tol-

lerare la coesistenza con le specie esotiche e gli ambienti più eutrofici.

Le rane verdi sono ancora abbastanza diffuse. Al momento, considerando la tipologia di canto riscontrata (PASQUALINI, 2013), le rane da noi individuate sembrerebbero appartenere a *Pelophylax klepton esculentus*, ma i casi di alloctonia individuati nelle zone di Ravenna e Forlì-Cesena, con la presenza di *Pelophylax ridibundus* e *P. kurtmuelleri* (LAGHI *et al.*, 2013; PASQUALINI, 2013) inducono qualche cautela nel considerare gli esemplari da noi rilevati come francamente autoctoni.

In sintesi, le specie di invertebrati tolleranti che vengono ritrovate nei maceri connessi alla rete idrica e in presenza di specie esotiche sono *Ischnura elegans* (larve ed adulti), *Synurella ambulans* ed *Echinogammarus* sp., *Palaemonetes antennarius*, *Asellus aquaticus*, gli Anfipodi Talitridae, i Coleotteri *Hydroporus pubescens*, *Hydrogliphus geminus* e gli Hydraenidae spp., l'Efemerottero *Cloeon* sp., le larve di Coenagrionidae e di *Erythromma* sp., il Curculionide acquatico *Bagous* sp., *Sympetrum fonscolombii* (adulti).

Le specie più esigenti sono invece: gli Efemerotteri Caenidae, i Gasteropodi *Galba truncatula*, *Planorbis* sp., *Planorbarius corneus*, *Gyraulus acronicus*, *Gyraulus laevis*, le larve degli Odonati *Erythomma viridulum*, *Crocothemis erythraea* e *Sympetrum* sp., l'Isopode *Proasellus banyulensis*, così come le larve di Culicidae e i piccoli crostacei (Ostracoda, Cladocera, Copepoda), i Coleotteri acquatici *Copelatus haemorrhoidalis*, *Hydroporus palustris*, *Hygrotus decoratus*, *Hygrotus inaequalis*, *Coelambus impressopunctatus*, le larve di Coleotteri Hydrophilidae, l'eterottero *Naucoris (Ilyocoris) cimicoides*, gli Hirudinoidea. Fra questi taxa più esigenti va collocato anche *Gyraulus albus* che preferisce i maceri collegati alla rete idrica ma evita le situazioni ricche di alloctoni.

Un raffronto effettuato nel 2013 fra i dati archiviati in GIS e le ortofoto pubblicate da Google Earth che, per il comune di Ferrara, sono in gran parte aggiornate al 2012-2013, ha consentito di stabilire che, dal censimento in poi, il numero dei maceri si è ridotto solo di pochissime unità.

Purtroppo, il macero B3, complessivamente uno dei migliori, ha subito una profonda trasformazione: nel 2013 sono scomparsi *Ceratophyllum submersum* (BUSI *et al.*, in stampa) ed i Coleotteri acquatici (FABBRI, com. pers.) e le condizioni delle acque sono parse piuttosto negative. Le foto aeree dell'agosto 2012 mostrano un forte abbassamento del livello dell'acqua, tornato poi a crescere nel 2013: il 2012 è stato l'anno della più grave siccità mai registrata in Emilia-Romagna, dovuta ad un'estate con piogge estremamente scarse (praticamente assenti sul settore centro-orientale), temperature eccezionalmente elevate e ad un andamento meteorologico precedente (2011) in grado di "bruciare" gran parte delle riserve idriche dei terreni normalmente presenti all'inizio della stagione estiva (PRATIZZOLI, 2012). Per contro, l'anno 2013 è stato caldo (+1,06°C rispetto ai valori medi 1961-90) ma con precipitazioni superiori alla norma (+14% nell'Italia settentrionale), con un consistente contributo pluviometrico di eventi estremi (DESIATO *et al.*, 2014). *Ceratophyllum submersum* è specie piuttosto sensibile alle alte temperature (>35°C) che, nel lungo periodo, ne inibiscono la fotosintesi (HYLDGAARD *et al.*, 2014). Nel macero B3 il periodo prolungato di alte temperature (con 30 giorni di

massime oltre 35 °C; PRATIZZOLI, 2012) e la siccità del 2012 hanno distrutto l'ecosistema esistente e i forti apporti idrici dell'anno successivo hanno convogliato nel bacino molti nutrienti in assenza di fattori di controllo del fitoplancton.

Le piccole zone umide d'acqua dolce sono quindi molto vulnerabili agli effetti del cambiamento climatico, che è un ulteriore fattore di disturbo che favorisce la diffusione delle specie alloctone.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo Viller Bassi per le determinazioni dei Molluschi Gasteropodi, Ferdinando Pederzani per l'identificazione di alcuni Coleotteri Idrodefagi, Sara Lefosse per lo smistamento dei campioni di Crostacei e Valentina Della Bella per le utili osservazioni sul manoscritto.

BIGLIOGRAFIA

- ALLEN D., 2011 - *Salvinia natans*. In: *IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 June 2014.
- ASSESSORATO URBANISTICA ED EDILIZIA PRIVATA, 2004 - *PSC Ferrara: nuovo piano urbanistico comunale. Documento preliminare integrato*. Comune di Ferrara.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, 2006 - *Caratteristiche del bacino del fiume Po e primo esame dell'impatto ambientale delle attività umane sulle risorser idriche*. AdbPo, 643 pp.
- BAMBA D., 2013 - *Effet du macrophyte Ceratophyllum submersum sur les communautés phytoplanctoniques naturelles des réservoirs de Bama et de Boura au Burkina Faso*. Mémoire de fin de cycle, Diplôme de master recherche en analyse des populations des espaces fauniques et halieutiques, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 72 pp.
- BIGGS J., FOX G., NICOLET P., WALKER D., WHITFIELD M. & WILLIAMS P., 1998 - *A guide to the methods of the National Pond Survey*. Pond Action, Oxford, 22 pp.
- BOETS P., LOCK K. & GOETHALS P.L.M., 2010. First record of *Synurella ambulans* (Müller 1846) (Amphipoda: Crangonictidae) in Belgium. *Belgian Journal of Zoology*, 140 (2): 244-245.
- BOIX D., SALA J., QUINTANA X.D. & MORENO-AMICH R., 2004 - Succession of the animal community in a Mediterranean temporary ponds. *Journal of the North American Benthological Society*, 23: 29-49.
- BONDESAN M., 2003 - Il rischio geologico. Il progetto ambientale della città. *Studi e ricerche per il PSC di Ferrara*. Munarin S. & Tosi M.C., Eds., pp. 107-108. Il Poligrafico Casa Editrice, Padova.
- BUSI S., CASELLA P., TESINI E., SOANA E., CELLAMARE C., STANTE L., CORAZZA C., FARINA R., CASTALDELLI G. & BARTOLI M. in stampa. Metabolismo ecosistemico e dinamiche dell'azoto nei maceri, ambienti lentici artificiali inseriti nel contesto agricolo padano. *Atti del XXIV Congresso della Società Italiana di Ecologia*, Ferrara, 15-17 settembre 2014.
- CASTALDELLI G., PLUCHINOTTA A., MILARDI M., LANZONI M., GIARI L., ROSSI R. & FANO E.A., 2013 - Introduction of exotic fish species and decline of native species in the lower Po basin, north-eastern Italy. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 23: 405-417.
- CELESTI-GRAPPOW L., PRETTO F., CARLI E. & BLASI C. (a cura di), 2010 - *Flora alloctona invasiva d'Italia*. Casa Editrice Università La Sapienza, Roma, 207 pp.
- CIANFANELLI S., LORI E. & BODON M., 2007 - Alien freshwater molluscs in Italy and their distribution. In: Gherardi F. (ed.), *Biological Invasions of Inland waters: profiles, distribution, and threats*. Springer, The Netherlands: 103-121.
- CIBINETTO T., CASTALDELLI G., MANTOVANI S., FANO E.A., 2005 - Valutazione della nicchia trofica potenziale di *Palaemonetes antennarius* (Crustacea: Palaemonidae) e di *Diamysis mesohalobia* (Crustacea: Mysidacea). *15th Meeting of the Italian Society of Ecology*, 12-14 September 2005, Torino, disponibile on line.
- COSTANTINI M.L. & ROSSI L., 2001 - Laboratory study of the grass shrimp feeding preferences. *Hydrobiologia*, 443 (1-3): 129-136.
- CORAZZA C., 2009. *Le stagioni dei maceri. Passato, presente e futuro delle isole d'acqua ferraresi*. Edizioni Belvedere (LT), "le scienze", 104 pp.
- CORAZZA C., DE CURTIS O., FABBRI R., 2013 - Malattie pericolose per le specie e codice di comportamento per tecnici, ricercatori e amatori. In: *Fauna minore. Tutela e conservazione in Emilia-Romagna*, a cura di Palazzini M., Biondi M.V., Simonati W. e Corazza C., Regione Emilia-Romagna, Assessorato Ambiente e Riqualificazione urbana, Servizio Parchi e Risorse forestali, Pazzini Editore, 189 pp.
- DAISIE, 2009. Handbook of alien species in Europe. *Springer*, 399 pp.
- DALLE VACCHE F., 2012 - *Ferrara ed il suo consorzio di bonifica. Dieci domande e dieci risposte*. Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, 1 pp.
- DELLA BELLA V., 2005 - *Composizione tassonomica, organizzazione funzionale e struttura in taglia della macrofauna a invertebrati di biotopi temporanei e permanenti del litorale tirrenico*. Scuola di Dottorato in Biologia Animale, Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma "La Sapienza", XVII Ciclo, 2001-2004, 150 pp.
- DE JONG Y.S.D.M. (Ed.), 2013 - Fauna Europaea version 2.6. *Web Service available online at* <http://www.fauaueur.org>
- DESIATO F., FIORAVANTI G., FRASCHETTI P., PERCONTI W., PIERVITALI E., PAVAN V., 2014 - *Gli indicatori del clima in Italia nel 2013*. ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma, 76 pp.
- ELLIOTT M.J., 2008 - The ecology of riffle beetles (Coleoptera: Elmidae). *Freshwater Reviews*, 1 (2): 189-203.
- FABBRI R. & PEDERZANI F., in prep. I Coleotteri acquatici dei maceri ferraresi. *Quaderni del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*.
- FERRARI I., GANDOLFI G., GERDOL R. & MANTOVANI E., 1979 - I maceri del ferrarese. *Natura*, 70 (4): 371-330.
- GERVASI S.S., URBINA J., HUA J., CHESTNUT T., RELYEA R.A. & BLAUSTEIN A.R., 2013 - Experimental Evidence for American Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) Susceptibility to Chytrid Fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*). *Ecohealth*, 10 (2): 166-171.
- GHERARDI F., 2006 - Crayfish invading Europe: the case study of *Procambarus clarkii*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 39 (3): 175-191.
- GHERARDI F. & ACQUISTAPACE P., 2007 - Invasive crayfish in Europe: the impact of *Procambarus clarkii* on the littoral community of a Mediterranean lake. *Freshwater Biology*, 52: 1249-1259.
- HALLGASS A. & VANNOZZI A., 2010 - Molluschi continentali alloctoni: dati ed ipotesi sull'introduzione in Italia dal Neolitico ad oggi. *Atti del I Convegno del Forum Natura Mediterraneo*, www.naturamediterraneo.com, Selva di Paliano (FR) - 20/21 marzo 2010. On line.
- HILT S. & GROSS E., 2008 - Can allelopathically active submerged macrophytes stabilise clear-water states in shallow lakes? *Basic and Applied Ecology*, 9: 422-432.
- HYLDGAARD B., SORREL B. & BRIX H., 2014 - Closely related freshwater macrophyte species, *Ceratophyllum demersum* and *C. submersum*, differ in temperature response. *Freshwater Biology*, 59(4): 777-788.

- HULME P.E., 2007 - Biological invasion in Europe: drivers, pressures, states, impacts and responses. In Hester R., Harrison RM (Eds), *Biodiversity under threat issues in environmental science and technology*. Royal society of Chemistry, Cambridge, 25: 56-80.
- JAMPEETONG A. & BRIX H., 2009a - Nitrogen nutrition of *Salvinia natans*: Effects of inorganic nitrogen form on growth, morphology, nitrate reductase activity and uptake kinetics of ammonium and nitrate. *Aquatic Botany*, 90 (1): 67-73.
- JAMPEETONG A. & BRIX H., 2009b - Oxygen stress in *Salvinia natans* Interactive effects of oxygen availability and nitrogen source. *Environmental and Experimental Botany* 66: 153-159.
- KOVACH W.L., 1998 - MVSP - *A multivariate statistical Package for Windows, ver. 3.x*. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK, 127 pp.
- LAGHI P., MISEROCCHI D. & VALLI M., 2013 - Determinazione genetica della presenza delle rane verdi alloctone *Pelophylax ridibundus* e *Pelophylax kurtmuelleri* (Amphibia, Anura, Ranidae) in due località della Romagna. *Quaderni del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*, 1: 75-78.
- MARLETTO V., a cura di, 2009 - *Atlante idroclimatico dell'Emilia-Romagna 1961-2008*. Arpa Emilia-Romagna, Servizio IdroMeteoClima, 84 pp.
- MENETREY N., OERTLI B., SARTORI M., WAGNER A. & LACHAVANNE J.B., 2008 - Eutrophication: are mayflies (Ephemeroptera) good bioindicators for ponds? *Hydrobiologia*, 507: 125-135.
- MINELLI A. & TREVISANELLO E., 1985 - Considerazioni sulla fauna legata alle macrofite in un tratto del fiume Sile (Italia Nordorientale). *Lavori - Società Veneta di Scienze Naturali*, 10: 79-96.
- MJELDE M. & FAAFENG B., 1997 - *Ceratophyllum demersum* hampers phytoplankton development in some small Norwegian lakes over a wide range of phosphorous concentrations and geographical latitude. *Freshwater Biology*, 37: 355-365.
- MORISI A., 2005 - Sulla presenza di *Synurella ambulans* O. F. Mueller, 1846 nella provincia di Cuneo Amphipoda, Crangonyctidae. *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, 26: 111-121.
- PASQUALINI V., 2013 - *Implicazioni eco-evolutive e conservazionistiche dell'introduzione di rane verdi non native del complesso Rana (Pelophylax) esculenta in Italia*. Dottorato di Ricerca in Biologia Animale XXIV Ciclo, Dipartimento di Biologia e Biotecnologie "Charles Darwin", Sapienza Università di Roma, 62 pp.
- PELECHATA A. & PELECHATY M., 2010 - The in situ influence of *Ceratophyllum demersum* on a phytoplankton assemblage. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, Institute of Oceanography, University of Gdańsk, Polonia, 39 (1): 95-101.
- PRATIZZOLI W., a cura di, 2012 - *Note Agrometeorologiche annata 2011-2012*. Arpa Emilia-Romagna, Servizio IdroMeteoClima, 14 pp.
- PSYM MANUAL, 2002 - A guide to monitoring the ecological quality of ponds and canals using PSYM, 15 pp., on line at <http://www.derbyshirebiodiversity.org.uk/news/files/PSYMmanual.pdf>.
- ROSSI G., MONTAGNANI C., GARGANO D., PERUZZI L., ABELI T., RAVERA S., COGONI A., FENU G., MAGRINI S., GENNAI M., FOGGI B., WAGENSOMMER R.P., VENTURELLA G., BLASI C., RAIMONDO F.M., ORSENIGO S. (Eds.), 2013 - *Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 58 pp.
- RUFFO S. & STOCH F. (Eds), 2005 - *Checklist e distribuzione della fauna italiana. 10.000 specie terrestri e delle acque interne*. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2ª serie, Sezione Scienze della Vita, 16, 307 pp.
- SEDDON M.B., 2014 - *Gyraulus albus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2014.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 July 2014.
- SIDOROV D. & PALATOV D., 2012 - Taxonomy of the spring dwelling amphipod *Synurella ambulans* (Crustacea: Crangonyctidae) in West Russia: with notes on its distribution and ecology. *European Journal of Taxonomy*, 23: 1-19.
- SINDACO R. (Ed.), 2011 - *Programma di sviluppo rurale PSR 2007-2013. Monitoraggio sulla Misura 214 - azione 9: interventi a favore della biodiversità nelle risaie*. Regione Piemonte, 58 pp.
- SITTI R., RODA R., TICCHIONI C., 2004 - Il lavoro della canapa nel ferrarese. *Edizioni Arstudio*, Portomaggiore (FE), 96 pp.
- STOCH F. (a cura di), 2005 - Pozze, stagni, paludi. *Quaderni Habitat*, Ministero dell'Ambiente e Museo Friulano di Storia Naturale, 158 pp.
- STRAYER, D.L., 2010 - Alien species in fresh waters: ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future. *Freshwater Biology* 55 (1): 152-174.
- TER BRAAK C.J.F., 1986 - Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167-1179.
- TER BRAAK C.J.F., 1987 - The analysis of vegetation-environmental relationship by Canonical Correspondence Analysis. *Vegetatio*, 64: 69-77.
- TRICARICO E., CIANFANELLI S., LORI E., MAZZA G., NOCITA A., ZERUNIAN S., GHERARDI F., 2010 - Le specie alloctone animali nelle acque interne italiane. *Studi Trentini di Scienze Naturali*, 87: 111-114.
- VAN DAMME D., 2012 - *Gyraulus laevis*. In: *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2013.2. www.iucn.org. Download on 03 May 2014.
- WELTER SCHULTES F., 2013 - Species summary for *Gyraulus acronicus*. In: *Animal Base*, on line at <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/>, downloaded on 24 July 2014.

SITOGRAFIA

- <http://www.bonificaferrara.it/index.php/il-consorzio/la-storia>
<http://www.microcosmos.nl/> per notizie su *Hydroglyphus pusillus-geminus*.