

ERICA SUBRERO* - STEFANIA POMA** - MARCO CUCCO*

Gli Odonati come indicatori delle condizioni ambientali in aree di riqualificazione ambientale del Parco fluviale del Po

ABSTRACT - *Odonata as bioindicators of restoration in the Po River Park.*

Recently there has been an increase in environmental restoration activity aimed at restoring natural habitats in agricultural and/or degraded areas. Among the most threatened habitats the lowland wetlands show a particularly critical condition, due to human activities. In this study we used the Odonata (sampling the exuviae) as indicators of the effectiveness of environmental restoration. Our aim was to collect information about ecological succession of species in areas subject to management, and to assess the time necessary to reach the characteristics of natural wetlands. To this end, in the territory of the Po river Park (Piedmont, Italy), we compared 6 sites resulting from environmental remediation and 5 of natural origin. For each site, in May-September 2011, we collected quantitative sampling of Odonata exuviae (28 species found), qualitative surveys of prevalent aquatic plants (presence/absence), environmental physical-chemical parameters (pH, temperature, conductivity, dissolved oxygen), and we measured the cover of 16 land use categories near the sampling sites.

The multivariate statistical analysis (Correspondence Analysis) showed that the Odonata population is related to the environmental condition in terms of land use and aquatic vegetation, while physical-chemical parameters were less important. The dragonfly species composition differed among sites resulting from environmental restoration, where the exuviae of *Ischnura elegans* and *Crocothemis erythraea* (pioneer species) were very abundant, and sites of natural origin, where the *C. erythraea* was absent and *I. elegans* was present in significantly smaller numbers, replaced by other more sensitive species.

The site of Canale di Breme, characterized by lotic waters, is particularly relevant because exuviae belonging to the species *Gomphus flavipes* and *Ophiogomphus cecilia*, both included in the Habitats Directive 92/43/EEC lists, were found.

KEY WORDS - Odonata, exuviae, ecological succession, restoration, Po river Park NW Italy.

* Università del Piemonte Orientale, DISIT, via T. Michel, 11 - 15121 Alessandria

** Parco fluviale del Po e dell'Orba, piazza Giovanni XXIII, 6 - 15048 Valenza (AL)

RIASSUNTO - Negli ultimi anni si è assistito ad un incremento degli interventi di riqualificazione ambientale mirati a ricostituire habitat di interesse naturalistico in zone agricole e/o degradate; tra gli ambienti più minacciati dall'attività antropica risulta particolarmente critica la situazione degli ambienti umidi planiziali. In questo studio sono stati utilizzati gli Odonati (campionando le esuvie) quali indicatori dell'efficacia degli interventi di ripristino al fine di ottenere indicazioni sulla successione ecologica delle specie nei siti oggetto di intervento nonché di verificare se e in quanto tempo essi raggiungano le caratteristiche di zone umide naturali. A tal fine, nel territorio di competenza dell'Ente di Gestione delle Aree protette del Po vercellese-alessandrino e del Bosco delle Sorti della Partecipanza di Trino, sono stati confrontati 6 siti originati da interventi di ripristino e 5 di origine naturale. Per ogni sito, nel 2011 (maggio-settembre), sono stati effettuati campionamenti quantitativi delle specie di Odonati presenti (esuvie, totale 28 specie rinvenute), sono stati registrati alcuni parametri ambientali (pH, temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto), sono stati effettuati rilevamenti qualitativi di specie vegetali acquatiche prevalenti (presenza/assenza) ed è stato considerato l'uso del suolo circostante.

L'analisi statistica multivariata (Analisi delle Corrispondenze) evidenzia che la popolazione odonatologica rispecchia la situazione ambientale in termini di uso del suolo e vegetazione acquatica ed è caratterizzata da importanti differenze in termini di composizione specifica tra i siti derivanti da riqualificazione ambientale, dove sono molto abbondanti le esuvie di *Ischnura elegans* e *Crocothemis erythraea* (specie pioniere), e i siti di origine naturale, dove la *C. erythraea* è assente e la *I. elegans* è presente in numeri significativamente minori, sostituita da altre specie più sensibili.

È importante segnalare che nel Canale di Breme, caratterizzato da acque lotiche, sono state rinvenute esuvie appartenenti alle specie *Gomphus flavipes* e *Ophiogomphus cecilia*, entrambe inserite negli elenchi della Direttiva Habitat 92/43/CEE.

INTRODUZIONE

Le zone umide sono sistemi complessi in cui opera una combinazione di diversi processi (Perrow & Davy, 2002); esse rivestono un ruolo fondamentale nel mantenimento dell'integrità ecologica di una regione poiché, nonostante ricoprano una piccola percentuale della superficie territoriale globale, svolgono un rilevante numero di funzioni, quali supporto alla biodiversità, miglioramento della qualità dell'acqua, controllo delle inondazioni e sequestro del carbonio (Zedler & Kercher, 2005). È stimato che approssimativamente la metà delle zone umide del mondo sia stata distrutta a causa dell'attività antropica, in particolare per l'urbanizzazione crescente e

l'aumento dell'agricoltura intensiva (Zedler & Kercher, 2005). Per questo motivo negli ultimi 20 anni si è verificato un aumento degli interventi di ripristino volti a ricreare e incrementare questi ambienti che, in assenza dell'attività umana, si sarebbero sviluppati e conservati in modo naturale (Young *et al.*, 2005).

I metodi per monitorare e valutare il successo degli interventi di ripristino sono spesso dispendiosi in termini di tempo e di costi, di conseguenza frequentemente sono pensati appositamente per il sito in esame (An *et al.*, 2007). Determinare delle specie target, indicative di un certo livello di qualità dell'ecosistema delle zone umide, permetterebbe di uniformare gli studi che affrontano le problematiche legate a questa tipologia di habitat e ridurre i costi associati al monitoraggio migliorandone l'efficienza (Davis, 1987; Briers & Biggs, 2003).

La ricerca di indicatori è uno strumento basilare al fine di monitorare la qualità ambientale e particolarmente utile si è rivelato lo studio delle relazioni che intercorrono tra gli habitat e le specie che li frequentano (Bried *et al.*, 2007). Considerata l'elevata sensibilità degli Odonati nei confronti delle alterazioni ambientali, la caratterizzazione della comunità odonatologica risulta utile per la valutazione del livello d'integrità degli habitat acquatici (Sato *et al.*, 2008). Questo è particolarmente vero per quanto concerne gli stadi larvali, fortemente legati alle caratteristiche ambientali degli specchi d'acqua e con capacità di spostamento molto inferiori a quelle dello stadio adulto (Raebel *et al.*, 2010).

In questo studio si è scelto di campionare le esuvie degli Odonati, le quali rappresentano un'importante risorsa di informazioni legate al comportamento e all'ecologia (Soluk, 1990). Sono stati confrontati 6 siti derivanti da interventi di ripristino e 5 di origine naturale. Per ogni sito sono stati inoltre registrati alcuni parametri ambientali (pH, temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto) e sono stati effettuati rilevamenti qualitativi di specie vegetali acquatiche (presenza/assenza) e dell'uso del suolo circostante.

Scopo del lavoro è quello di valutare l'efficacia degli interventi di ripristino, ottenendo, attraverso l'analisi della comunità odonatologica, indicazioni sulla successione ecologica delle specie di Odonati nei siti oggetto di intervento, nonché verificare se e in quanto tempo i siti indagati raggiungano le caratteristiche di zone umide naturali. L'utilizzo degli Odonati come indicatori potrà fornire utili indicazioni per pianificare futuri interventi atti a garantire la realizzazione e la conservazione di habitat peculiari per le specie.

MATERIALI E METODI

Area di studio

Lo studio è stato svolto all'interno del territorio dell'Ente di Gestione delle Aree protette del Po vercellese-alessandrino e del Bosco delle Sorti della Partecipanza di Trino (Ente - Parco), che si estende dal comune di Crescentino (VC) fino alla confluenza tra il fiume Po e il torrente Scrivia, nei pressi di Isola S. Antonio (AL). All'interno di quest'area sono stati individuati 11 siti di campionamento, di cui 6 localizzati in zone oggetto di interventi di ripristino e 5 di origine naturale (fig. 1), per una distanza massima di circa 90 km tra i siti più lontani.

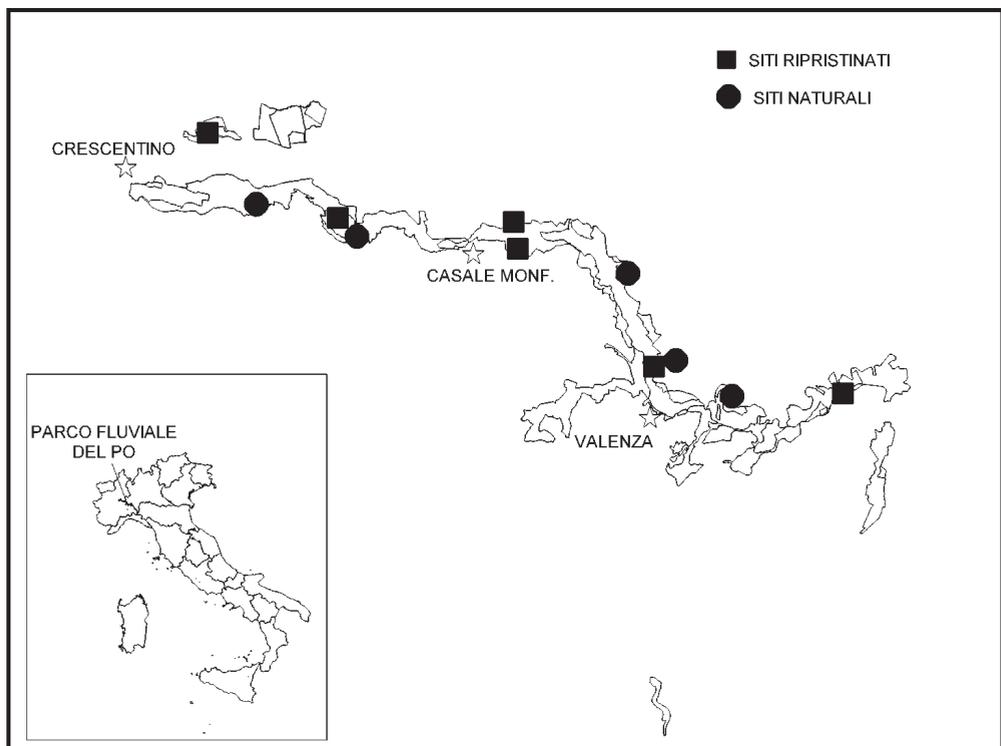


Fig. 1 - Localizzazione geografica del Parco fluviale del Po tratto vercellese-alessandrino e dei siti di campionamento.

Le aree oggetto di interventi di riqualificazione ambientale sono:

- località “Baraccone” (UTM 460576, 4998559; 460580, 4998258): è un’area oggetto di intervento di riqualificazione ambientale situata a pochi chilometri dal centro abitato di Casale Monferrato. L’attività estrattiva in questo sito di ripristino è tuttora in corso; i luoghi in cui sono stati effettuati i campionamenti sono porzioni spondali di due laghi a diverso stadio evolutivo: il lago più datato (7 anni), fortemente eutrofico a causa delle attività antropiche circostanti, presenta una ridotta porzione di canneto sommerso per quasi tutta la stagione estiva. Il secondo lago, di circa 5 anni, presenta invece un’area estesa di canneto non sommerso e uno specchio d’acqua con un’elevata copertura macrofitica soprattutto in prossimità delle sponde.
- località “Ghiaia Grande” (UTM 446634, 5000291): è uno degli interventi di ripristino più recente, ricade nei territori di Morano Po, Pontestura e Trino, in Provincia di Alessandria, e si trova all’interno del SIC omonimo (IT1180005 Ghiaia Grande, Fiume Po); l’area di riqualificazione ambientale è situata a breve distanza dalla lanca naturale omonima ed il sito di campionamento è uno specchio d’acqua poco profondo che presenta una scarsa copertura macrofitica.
- Isola Sant’Antonio (UTM 486884, 4986577): è una zona umida di recente realizzazione situata nel comune di Isola Sant’Antonio (AL) particolarmente vicina al Fiume Po e conseguentemente interessata da frequenti eventi di piena. Il campionamento è stato eseguito sulla sponda dello specchio d’acqua di maggiori dimensioni, in fase di ultimazione, caratterizzato da una comunità macrofitica poco strutturata.
- area ripristinata Belvedere (UTM 471878, 4988663): è il risultato di uno dei primi interventi di riqualificazione ambientale del Parco (circa 15 anni) ed è situato in prossimità della lanca naturale omonima; per il campionamento è stato scelto uno stagno di piccole dimensioni con acqua poco profonda caratterizzato da un ampio canneto sommerso. La vegetazione acquatica è rappresentata per il 90% da un’unica specie (*Myriophyllum spicatum*).
- Palude di San Genuario (UTM 435466, 5007619): la R.N. “Palude di San Genuario”, in comune di Fontanetto Po (VC), è un SIC di grande valore naturalistico, il cui ripristino risale al 1999. I campionamenti sono stati effettuati in uno stagno di ridotte dimensioni caratterizzato da

un'ampia fascia a canneto sommerso e da una comunità macrofitica che, in termini di ricchezza di specie, si avvicina ad alcuni siti di origine naturale.

Le aree naturali sono:

- Località Ghiaia Grande (UTM 447159, 4999957): si tratta di una lanca compresa in un SIC di notevole importanza faunistica; i campionamenti hanno interessato una zona dello specchio d'acqua caratterizzata da un'estesa copertura a *Nuphar luteum*.
- Lanca del Prete (UTM 439410, 5001858): è una zona umida naturale, costituita da due laghi in connessione tra loro, situata in prossimità del comune di Palazzolo Vercellese; il campionamento è stato effettuato nello specchio d'acqua di più piccole dimensioni che presenta sponde meno ripide e un'estesa porzione di canneto in parte sommerso.
- Canale di Breme (UTM 469478, 4996239): questo sito, adiacente all'omonimo paese, si differenzia dagli altri in quanto si tratta di un corso d'acqua del reticolo idrografico minore afferente al fiume Po, caratterizzato da una vegetazione acquatica e spondale strutturata e stabile; è stato scelto per il campionamento in ragione di alcuni ritrovamenti in anni precedenti di larve di *Ophiogomphus cecilia* (All. II Dir. 92/43/CEE).
- Lanca del Boscone (UTM 477909, 4986312): è un corso d'acqua intervallato da pozze poco profonde ad acque lente situato nel territorio del comune di Suardi (PV). I campionamenti sono stati effettuati in una zona ad acqua semi-lentica caratterizzata da una comunità macrofitica abbondante e diversificata.
- Lanca Belvedere (UTM 472239, 4988983): situata nel territorio del comune di Valenza (AL), questa zona umida è caratterizzata da uno specchio d'acqua abbastanza esteso caratterizzato da una fascia a canneto e da una componente vegetale acquatica monospecifica a *Nuphar luteum*, in ragione, presumibilmente, della fase di interrimento in cui si trova la lanca.

Metodo di campionamento

Sono state campionate le esuvie degli Odonati nel periodo compreso tra il mese di maggio e il mese di settembre 2011, effettuando 5 campiona-

menti per ciascun sito in esame. È stato utilizzato il metodo del transetto orario, campionando con due operatori contemporaneamente, lungo percorsi scelti in modo da includere la tipologia di habitat idonea allo sfarfallamento. I risultati sono indicati in termini di numero di esuvie rinvenute per ora di campionamento. In ogni sito è stata campionata l'area di sponda per la profondità di circa un metro e mezzo, tenendo conto della fascia di oscillazione della falda.

Le esuvie così campionate sono state conservate inizialmente in acqua, per garantire l'idratazione sufficiente a permetterne la manipolazione, e successivamente poste in alcool etilico al 70% per assicurarne la conservazione. La determinazione a livello di specie è stata effettuata utilizzando uno stereoscopio con l'ausilio di chiavi dicotomiche (Carchini, 1983; Gerken & Sternberg, 1999).

Per ogni campionamento sono stati misurati in ciascun sito i valori di ossigeno disciolto, conducibilità, pH e temperatura utilizzando delle sonde parametriche portatili (WTW Wissenschaftlich - Technische Werkstätten, Oxi 330i/340i, Cond 330i/340i e pH 330i/340i). In corrispondenza della zona interessata dal prelievo delle esuvie è stata redatta una lista di presenza/assenza delle specie vegetali acquatiche e spondali prevalenti. Nel corso dei rilevamenti sono state rinvenute 20 specie vegetali acquatiche (tabella 1) mentre, per quanto riguarda le specie spondali, sono state elencate 12 specie particolarmente abbondanti nelle immediate vicinanze dello specchio d'acqua (tabella 1 bis).

Al fine di valutare le relazioni tra le condizioni ambientali delle fasce naturali presenti attorno al sito di campionamento e le attività antropiche, per ognuno dei siti studiati è stato considerato l'uso del suolo all'interno di un *buffer* di 300 m esternamente all'area campionata. Partendo dalle classi Corine Land Cover al IV livello ricavate dalla Carta di Uso del Suolo predisposta dall'Ente-Parco (scala 1:10000, da foto aeree del 2010) gli ambienti sono stati accorpati a livello di macrohabitat ottenendo una lista di 16 classi di uso del suolo (tabella 2 e 2 bis), e le superfici occupate da ogni categoria ambientale sono state misurate tramite un software GIS.

Statistiche

Per ogni sito di campionamento sono stati calcolati l'indice di diversità di Shannon e l'indice di dominanza di Simpson, al fine di evidenziare le differenze tra i siti ripristinati e quelli naturali in termini di struttura della popolazione di Odonati.

Tab. 1 - Specie vegetali acquatiche.

SPECIE VEGETALI acq.	SITI NATURALI					SITI RIPRISTINATI					
	G G	Breme	Belv	Prete	Bos	B 5	B 7	G G	Isola	C.na Belv	S G
<i>Potamogeton natans</i>		X		X	X	X	X	X	X		X
<i>Potamogeton lucens</i>				X			X				
<i>Carex sp.</i>			X								
<i>Chara sp.</i>		X									X
<i>Miriophyllum spicatum</i>		X		X				X		X	X
<i>Ceratophyllum demersum</i>					X				X		
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	X										
<i>Lemna minor</i>		X			X						
<i>Spirodela polyrrhiza</i>					X						
<i>Nuphar luteum</i>	X		X		X						
<i>Polygonum amphibium</i>									X		
<i>Polygonum hydropiper</i>	X			X	X		X				
<i>Myosotis sp.</i>	X				X						
<i>Veronica beccabunga</i>	X				X						
<i>Ranunculus fluitans</i>	X				X	X					
<i>Utricularia vulgaris</i>				X		X					
<i>Najas marina</i>	X										
<i>Typha latifolia</i>				X							
<i>Phragmites australis</i>			X	X						X	X

Tab. 1 bis - Specie vegetali sopracquatiche.

SPECIE VEGETALI sopracq.	SITI NATURALI					SITI RIPRISTINATI					
	G G	Breme	Belv	Prete	Bos	B 5	B 7	G G	Isola	C.na Belv	S G
<i>Phragmites australis</i>		X			X	X	X				
<i>Juncus effusus</i>	X							X			X
<i>Mentha sp.</i>							X				X
<i>Phalaris arundinacea</i>					X						
<i>Rubus caesius</i>		X			X						
<i>Portulaca oleracea</i>						X					
<i>Lycopus europaeus</i>	X										
<i>Populus alba</i>					X		X		X		
<i>Callitriche hamulata</i>	X				X						
<i>Salix alba</i>	X				X	X	X		X	X	
<i>Urtica dioica</i>		X			X						

La somiglianza in termini di composizione specifica tra i siti oggetto di studio è stata determinata calcolando per ogni coppia di siti l'indice di similarità di Jaccard:

$$J = j/(a+b-j)$$

In cui:

j = numero di specie trovati in entrambi i siti;

a = numero di specie trovate nel sito A

b = numero di specie trovate nel sito B

Tab. 2 - Categorie d'uso relative al *buffer* dei siti naturali.

CLASSI USO DEL SUOLO	ABBREVIAZIONE	SITI NATURALI				
		Ghiaia Grande	Breme	Lanca Belvedere	Lanca del Prete	Lanca Boscone
Alneti	Aln			X		
Altro	Alt	X		X	X	
Alveo principale	Alv	X			X	
Canali	Can		X			X
Cave attive	Cav					
Formazioni arboree	Arb			X		
Formazioni di igrofite	Igr			X		
Lanche	Lan	X		X	X	
Pioppeti	Pio	X	X	X	X	X
Popolamenti alto-erbacei	Erb	X	X		X	
Strade e ferrovie	Str	X	X	X		
Risaie	Ris	X		X	X	
Saliceti	Sal	X	X	X	X	X
Seminativi	Sem		X		X	X
Specchi d'acqua artificiali	Acq	X		X		
Tessuto urbano	Urb					

Tab. 2 bis - Categorie d'uso del suolo relative al *buffer* dei siti oggetto di intervento diripristino.

CLASSI USO DEL SUOLO	SITI RIPRISTINATI					
	Baraccone 5	Baraccone 7	Ghiaia Grande	Isola S. Antonio	C.na Belvedere	San Genuario
Alneti			X		X	
Altro		X			X	
Alveo principale						
Canali	X	X				
Cave attive	X	X	X	X		
Formazioni arboree	X	X				
Formazioni di igrofite			X			X
Lanche				X		X
Pioppeti		X			X	
Popolamenti alto-erbacei	X	X	X	X	X	X
Strade e ferrovie	X			X	X	
Risaie						X
Saliceti	X	X	X	X	X	X
Seminativi	X	X	X	X		
Specchi d'acqua artificiali	X	X	X	X	X	X
Tessuto urbano		X			X	X

I valori di similarità sono stati quindi utilizzati per visualizzare i dati in forma di dendrogramma (distanza euclidea, clustering tramite legame medio).

I dati derivanti dai campionamenti delle esuvie sono stati posti in relazione con quelli relativi all'uso del suolo, ai parametri chimico-fisici e alla vegetazione attraverso l'Analisi delle Corrispondenze, una statistica multivariata particolarmente adatta per il trattamento di dati di conteggio (Gauch, 1982).

RISULTATI

Sono state campionate esuvie di 28 specie (tabella 3 e 3 bis), delle 49 segnalate come adulti nel territorio del Parco (Boano *et al.* 2007, con aggiornamenti di Nicola Scatassi, com. pers.), tra le quali di particolare interesse conservazionistico *Ophiogomphus cecilia* e *Gomphus flavipes*, *Coenagrion caerulescens* (molto rara in Piemonte) e *Anax ephippiger* (specie importante a livello biogeografico).

I risultati indicano importanti differenze tra i siti naturali e quelli oggetto di riqualificazione ambientale. In particolare è evidente come i siti naturali presentino, in media, una maggiore diversità ed una minore dominanza (Tabella 4). Tuttavia, tra i siti di ripristino, la R.N. “Palude di San Genuario” presenta valori confrontabili con quelli di uno dei migliori siti naturali, ad indicare che le aree riqualificate possono nel tempo raggiungere condizioni ambientali analoghe a quelle dei siti naturali. Tra i siti naturali invece è la lanca di Ghiaia Grande a presentare valori dei due indici più simili a quelli dei siti ripristinati, ad indicare probabili impatti antropici che insistono nell’intorno del SIC (tabella 4).

I parametri chimico-fisici non hanno rilevato relazioni significative tra questi e la comunità odonatologica. Nei siti considerati in questo studio i valori di pH, conducibilità, ossigeno e temperatura, benché abbiano degli intervalli abbastanza ampi, non sono correlati in modo significativo con la presenza delle specie di Odonati e i siti sono tra loro ampiamente confrontabili.

Dal confronto tra le medie di abbondanza delle specie (fig. 2) è evidente come nei siti ripristinati vi sia una dominanza marcata di *Ischnura elegans* e *Crocothemis erythraea*, entrambe specie pioniere, che per prime colonizzano gli specchi d’acqua artificiali. Da evidenziare il fatto che nei siti naturali *I. elegans* è presente in numeri molto inferiori, mentre *C. erythraea* è addirittura assente, sostituita presumibilmente da specie più sensibili ed esigenti.

Le altre principali differenze tra le aree naturali e quelle oggetto di ripristino sono dovute all’abbondanza di alcune specie (*Lestes viridis*, *Anax imperator*, *Platycnemis pennipes*) in singoli siti e non sono rappresentative della media delle aree ripristinate o naturali.

Come si evince dal grafico ottenuto calcolando l’Indice di Somiglianza di Jaccard (fig. 5) alcuni siti naturali ospitano una popolazione odonatologica strettamente paragonabile ad alcuni siti oggetto di interventi di ripristino ambientale. Le aree naturali in questione sono oggetto di forti pressioni di origine antropica che limitano l’instaurarsi di condizioni ambien-

Tab. 3 - Specie rinvenute nei siti naturali.

SPECIE	ABBREVIAZIONE	SITI NATURALI				
		Ghiala Grande	Breme	Lanca Belvedere	Lanca del Prete	Lanca Boscone
<i>Aeshna cyanea</i>	Aes_cya					X
<i>Aeshna mixta</i>	Aes_mix	X				X
<i>Aeshna isosceles</i>	Aes_isos					X
<i>Anax imperator</i>	Ana_imp					
<i>Anax ephippiger</i>	Ana_eph					
<i>Anax parthenope</i>	Ana_par					
<i>Somatochlora metallica/meridionalis</i>	Som_met/mer					X
<i>Gomphus flavipes</i>	Gom_fla		X			
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	Ony_for		X			
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Oph_cec		X			
<i>Crocothemis erythraea</i>	Cro_ery					
<i>Orthetrum albistylum</i>	Ort_alb					
<i>Orthetrum cancellatum</i>	Ort_can			X		
<i>Orthetrum coerulescens</i>	Ort_coe			X		X
<i>Libellula fulva</i>	Lib_ful		X			X
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Sym_fon					
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	Sym_ped					X
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Sym_san			X		X
<i>Sympetrum striolatum</i>	Sym_stri					
<i>Calopteryx splendens</i>	Cal_spl		X			X
<i>Lestes viridis</i>	Les_vir	X		X	X	X
<i>Platycnemis pennipes</i>	Pla_pen		X			X
<i>Coenagrion caerulescens</i>	Coe_coe					
<i>Coenagrion puella/pulchellum</i>	Coe_pue/pul					X
<i>Erythromma lindenii</i>	Ery_lin					
<i>Erythromma viridulum</i>	Ery_vir					
<i>Ischnura elegans</i>	Isc_ele	X		X	X	X
<i>Ischnura pumilio</i>	Isc_pum	X		X	X	X

Tab. 3 bis - Specie rinvenute nei oggetto di interventi di ripristino.

SPECIE	ABBREVIAZIONE	SITI RIPRISTINATI					
		Baraccone 5	Baraccone 7	Ghiala Grande	Isola S. Antonio	C.na Belvedere	San Genuario
<i>Aeshna cyanea</i>	Aes_cya						
<i>Aeshna mixta</i>	Aes_mix	X					X
<i>Aeshna isosceles</i>	Aes_isos						X
<i>Anax imperator</i>	Ana_imp					X	X
<i>Anax ephippiger</i>	Ana_eph				X		
<i>Anax parthenope</i>	Ana_par	X					
<i>Somatochlora metallica/meridionalis</i>	Som_met/mer						
<i>Gomphus flavipes</i>	Gom_fla						
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	Ony_for						
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Oph_cec						
<i>Crocothemis erythraea</i>	Cro_ery				X	X	X
<i>Orthetrum albistylum</i>	Ort_alb				X		
<i>Orthetrum cancellatum</i>	Ort_can						X
<i>Orthetrum coerulescens</i>	Ort_coe						
<i>Libellula fulva</i>	Lib_ful						
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Sym_fon				X		
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	Sym_ped					X	
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Sym_san						
<i>Sympetrum striolatum</i>	Sym_stri						X
<i>Calopteryx splendens</i>	Cal_spl						
<i>Lestes viridis</i>	Les_vir	X	X				X
<i>Platycnemis pennipes</i>	Pla_pen						
<i>Coenagrion caerulescens</i>	Coe_coe			X			
<i>Coenagrion puella/pulchellum</i>	Coe_pue/pul						X
<i>Erythromma lindenii</i>	Ery_lin	X	X				
<i>Erythromma viridulum</i>	Ery_vir	X	X				X
<i>Ischnura elegans</i>	Isc_ele	X	X	X	X		X
<i>Ischnura pumilio</i>	Isc_pum	X		X	X	X	

Tab. 4 - Indici di diversità a parametrici chimico fisici.

	SITI NATURALI					SITI RIPRISTINATI					VALORI MEDI		
	1. Ghiaia Grande	2. Breme	3. Lanca Belvedere	4. Lanca del prete	5. Lanca Boscone	6. Baraccome 5	7. Baraccome 7	8. Ghiaia Grande	9. Isola Sant'Antonio	10. C.na Belvedere	11. San Genuario	NATURALI	RIPRISTINI
INDICE DI SHANNON	0,595	1,195	1,176	0,999	1,733	0,45	0,943	0,718	0,804	0,672	1,651	1,139	0,873
INDICE DI SIMPSON	0,718	0,387	0,382	0,402	0,305	0,83	0,516	0,526	0,55	0,669	0,244	0,439	0,556
N° INDIVIDUI	271	56	30	98	159	110	23	137	111	26	219	123	104
RICCHEZZA SPECIE	4	6	6	3	14	7	4	3	6	4	10	7	6
pH	7,4	7,4	7,2	7,3	7,4	7,4	8	8	7,7	7,5	7,5	7,4	7,7
TEMPERATURA (°C)	22,3	19,5	23,6	24,6	21,5	29,3	29,8	29,8	28,4	28,1	31,6	22,3	29,5
CONDUCIBILITA' (µS/cm)	525	386	526	522	548	641	676	305	538	318	246	501,4	454
OSSIGENO (mg/l)	7,1	8,23	9,1	6,11	5,12	10,6	13,96	12,9	11,3	5,51	8,3	7,1	10,4

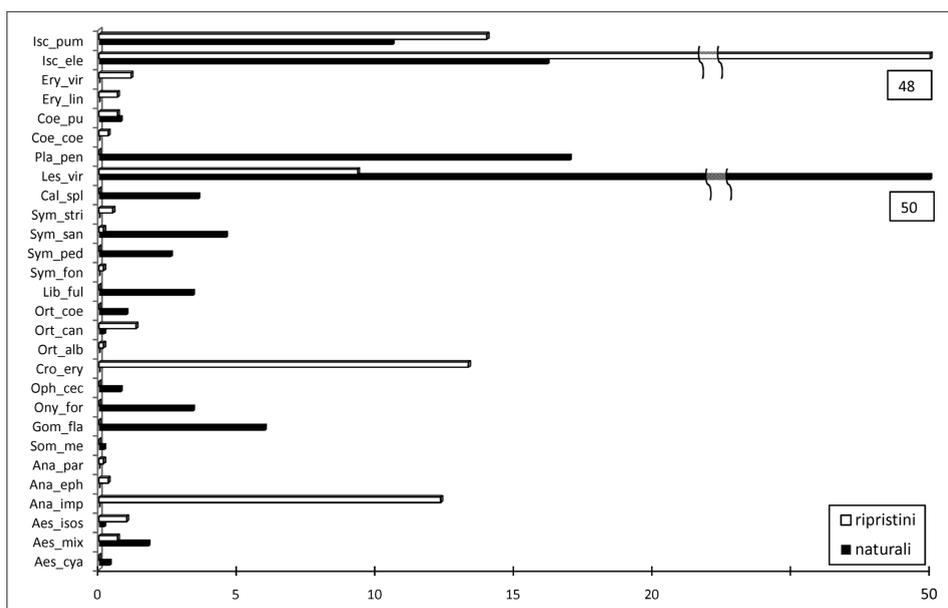


Fig. 2 - Grafico di confronto tra i valori medi di abbondanza di ogni specie.

tali ottimali. Particolarmente interessante risulta l'area di riqualificazione ambientale "Palude di San Genuario", in cui gli interventi di ripristino sono ultimati da più di dieci anni e che è attualmente caratterizzato da ampi canneti e specchi d'acqua libera; lo specchio d'acqua oggetto del

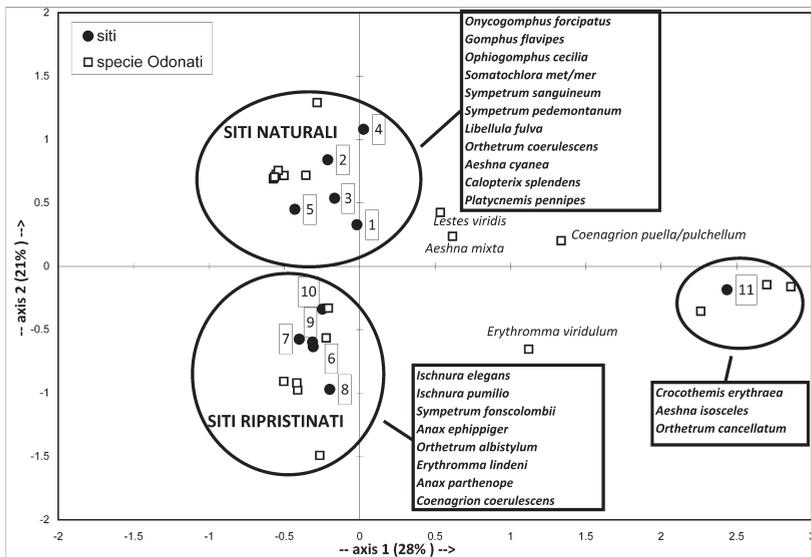


Fig. 3a - Analisi delle Corrispondenze specie Odonati - siti (numerati come in tab. 4).

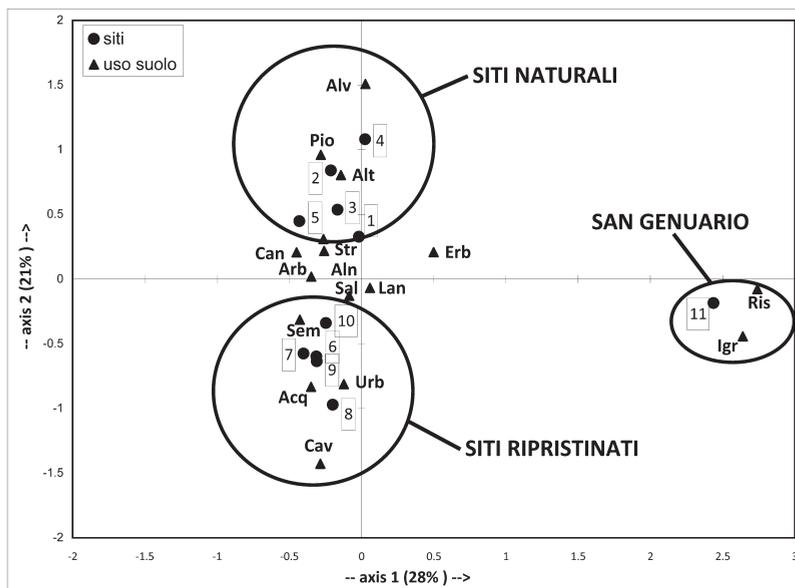


Fig. 3b - Analisi delle Corrispondenze classi uso del suolo (abbreviate come in tab. 2) - siti (numerati come in tab. 4).

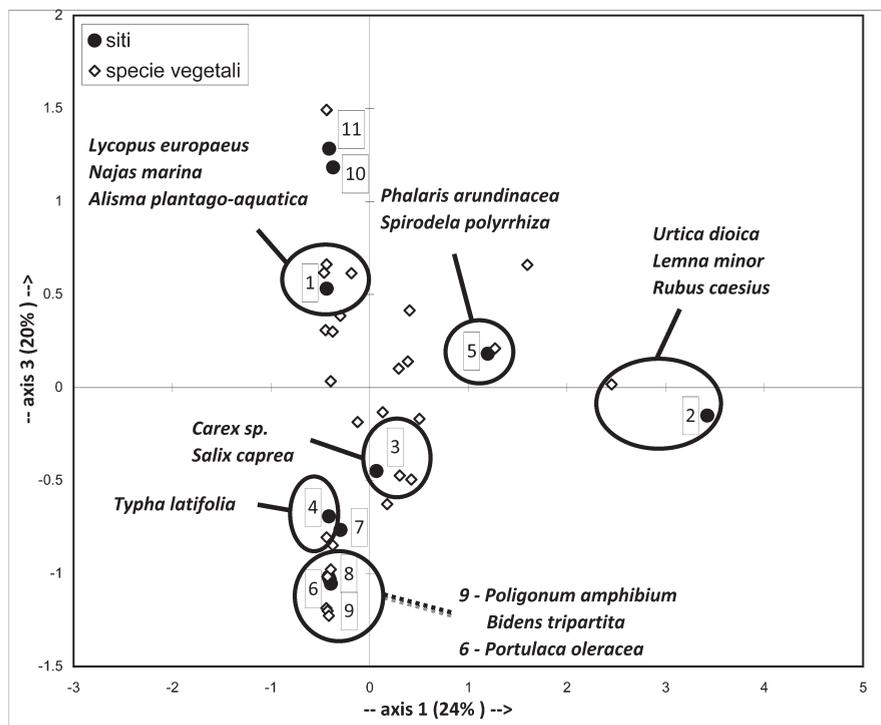


Fig. 4 - Analisi delle Corrispondenze siti - Odonati (specie) - specie vegetali. Questo grafico evidenzia la presenza esclusiva di alcune specie vegetali nei siti di origine naturale (1, 2, 3, 4 e 5).

campionamento è caratterizzato da una struttura della vegetazione acquatica e spondale e da condizioni ambientali confrontabili con quelle delle aree naturali, che hanno consentito lo sviluppo di una popolazione di Odonati ben strutturata e stabile, paragonabile a quella che caratterizza la “Lanca del Boscone”, sito naturale di particolare valore naturalistico in cui è stato rinvenuto il maggior numero di specie.

L’Analisi delle Corrispondenze effettuata considerando l’uso del suolo nel *buffer* con estensione di 300 m evidenzia una netta distinzione tra le classi di uso dominanti nei siti ripristinati rispetto a quelli naturali (fig. 3b). In particolare, i dintorni delle zone umide naturali risultano caratterizzati principalmente dalla presenza di pioppeti e dell’alveo principale, mentre nell’intorno delle zone ripristinate prevalgono i seminativi e il tessuto ur-

bano, ad evidenziare maggiori pressioni antropiche in questi ultimi ambienti e la maggiore distanza dal fiume Po. La R.N. “Palude di San Genuario” si discosta dai restanti ripristini per la presenza quasi esclusiva di risaie nel suo intorno.

Le differenze nell’uso del suolo circostante i siti si traduce in una distribuzione degli Odonati che vede le specie più sensibili abbondanti nei siti di origine naturale e le specie pioniere localizzate quasi esclusivamente nei siti oggetto di riqualificazione ambientale (fig. 3a).

Nell’analisi relativa alla vegetazione è interessante notare come tutti i siti di origine naturale presentino almeno una specie vegetale esclusiva mentre solo due dei siti ripristinati presentino specie vegetali assenti altrove (fig. 4). Questo è legato ad una generale maggiore diversità della comunità macrofita nei siti naturali e ad una struttura della vegetazione più banale nei siti di ripristino che porta ad una dominanza di specie di Odonati pioniere e generaliste nelle aree riqualificate. Il Canale di Breme si discosta dagli altri siti anche in termini di specie vegetali (*Urtica dioica*, *Rubus caesius*, *Lemna minor*) e di Odonati (*Onychogomphus forcipatus*, *Gomphus flavipes*, *Ophiogomphus cecilia*), per la sua natura di corso d’acqua corrente.

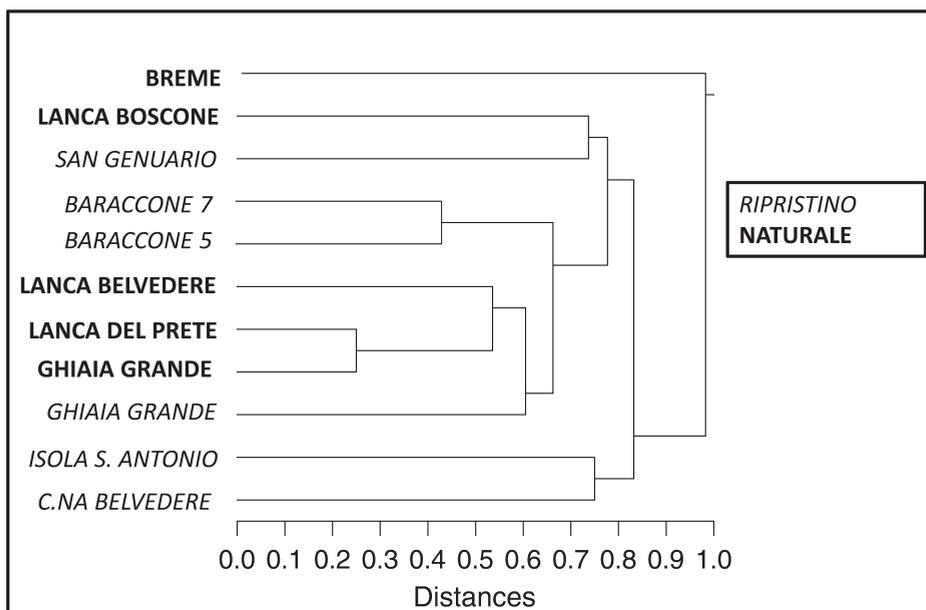


Fig. 5 - Dendrogramma della somiglianza tra i siti in base all’indice di similarità di Jaccard.

DISCUSSIONE

In questo studio sono state rinvenute esuvie di 28 specie, delle 49 segnalate sulla base delle osservazioni di individui adulti nel territorio del Parco, tra le quali di particolare interesse *Ophiogomphus cecilia* e *Gomphus flavipes*, inserite negli allegati II e IV della Direttiva Habitat, *Coenagrion caerulescens*, molto rara in Piemonte (Boano *et al.*, 2007) e *Anax ephippiger*.

Le analisi statistiche effettuate sui dati raccolti in questo studio rivelano importanti relazioni tra la struttura della comunità di Odonati e le variabili ambientali considerate. Sono inoltre evidenti notevoli differenze tra le zone umide naturali e i siti oggetto di riqualificazione ambientale.

Nonostante il numero di individui e la diversità in specie tra i siti naturali e quelli ripristinati siano confrontabili, sono evidenti le differenze in termini di eterogeneità di Shannon e di dominanza di Simpson, i cui valori indicano in media una maggiore diversità di specie nelle zone umide naturali ed una maggiore dominanza in quelle derivanti da riqualificazione ambientale. Un solo sito ripristinato (Palude di San Genuario) si discosta dai valori medi, presentando un elevato valore di eterogeneità e un basso indice di dominanza. Tra le zone umide naturali la lanca di Ghiaia Grande risulta essere significativamente impattata, come si evince dai valori dei due indici presi in considerazione. I risultati del nostro studio sono simili a quanto osservato in un'area ripristinata nei pressi di Vienna (Funk *et al.*, 2009) ma differiscono rispetto a uno studio effettuato nelle Landes francesi, dove le differenze tra siti ripristinati e siti naturali sono evidenti solo per la fase adulte mentre non risultano nei conteggi di esuvie (D'Amico *et al.*, 2004).

Una delle più importanti differenze, in accordo con i risultati di due studi relativi al monitoraggio della riqualificazione di una sezione del Danubio pesantemente modificata dall'uomo (Chovanec *et al.*, 2000, 2002), risulta essere la dominanza di *Ischnura elegans* nei siti non naturali. Questo Zigottero, insieme alla congenere *Ischnura pumilio* e, nel caso specifico, a *Crocothemis erythraea*, caratterizza le raccolte d'acqua di recente realizzazione, sia artificiali che naturali, e presenta un'elevata capacità di tollerare condizioni ambientali tipiche di ambienti pionieri o degradati. Il presente studio fornisce risultati simili a quello di Chovanec *et al.* (2002) che mostra inoltre come negli anni seguenti la percentuale di *I. elegans* diminuisce a favore di specie di Odonati meno generaliste e più sensibili.

In questo studio si è osservato che i parametri chimico-fisici non sono correlati con la distribuzione delle specie degli Odonati nei siti indagati e che i siti ripristinati presentano valori paragonabili a quelli delle zone di

origine naturale. Situazioni simili sono state riscontrate in altri casi. Ad esempio i risultati di uno studio effettuato in Brasile che confronta il tratto di un fiume a monte e a valle di un insediamento urbano evidenziano come, ad esclusione di una variazione nell'ossigeno disciolto che potrebbe essere legata ad una maggiore eutrofizzazione dei siti a valle della città, nessuno dei parametri dell'acqua rilevati presenta effetti statisticamente significativi sulla struttura della popolazione di Odonati (De Paiva Silva *et al.*, 2010).

I risultati delle Analisi delle Corrispondenze evidenziano una significativa relazione tra la distribuzione delle specie e l'uso del suolo in prossimità del luogo di campionamento. Esiste una netta distinzione tra le zone umide naturali, caratterizzate da un intorno meno antropizzato, e i siti oggetto di riqualificazione ambientale, i quali presentano situazioni meno naturali e maggiore pressione antropica. È possibile ipotizzare che l'antropizzazione del territorio, particolarmente elevata nell'intorno dei siti ripristinati, crei o possa creare in futuro un'instabilità delle condizioni ambientali che, secondo recenti studi, può essere considerata come un fattore limitante alla distribuzione degli Odonati, in particolare per le specie sensibili, legate a determinati habitat, che risentono di ridotte variazioni del livello di qualità dell'ambiente (Harabis *et al.*, 2011).

Uno studio effettuato nella regione Lazio basato sul monitoraggio della popolazione macrobentonica (Mancini *et al.*, 2005) ha dimostrato che la realizzazione di un'area protetta non conduce automaticamente ad un miglioramento della qualità delle condizioni ambientali; ha inoltre verificato che le dimensioni dell'area non svolgono un ruolo fondamentale nel preservare la comunità macrobentonica. Secondo questo studio, il fattore che maggiormente incide a scala locale e regionale sulla qualità delle acque è il grado di antropizzazione del territorio.

Gli studi delle relazioni che intercorrono tra gli habitat, le specie e l'individuazione di efficienti organismi indicatori presentano importanti risvolti conservazionistici: nei siti indagati in questo studio risulta di particolare rilievo il Canale di Breme, che ospita una popolazione di Gomphidae rappresentata da tre specie (*Onychogomphus forcipatus*, *Gomphus flavipes*, *Ophiogomphus cecilia*), due delle quali, *Gomphus flavipes* e *Ophiogomphus cecilia*, inserite negli elenchi della Direttiva Habitat. Il sito del Canale di Breme è stato scelto in ragione di dati raccolti negli anni passati relativi al campionamento di alcune larve di *O. cecilia* e si differenzia dagli altri per il fatto di essere caratterizzato da acque mediamente correnti. Il paesaggio nell'intorno del luogo di ritrovamento delle esuvie di Gomphidae è fortemente antropizzato, situazione che rende potenzialmente a rischio il sito.

L'analisi statistica applicata ai dati relativi alla vegetazione acquatica e spondale evidenzia una buona correlazione tra le specie di Odonati rinvenute nei siti e la ricchezza e struttura della comunità vegetale. Nei siti di origine naturale è particolarmente significativa la presenza di un buon numero di specie vegetali acquatiche, che si traduce in una comunità macrofittica maggiormente strutturata. Alcuni studi dimostrano che la composizione specifica delle biocenosi vegetali acquatiche e sopracquatiche ha un'importanza minore per gli Odonati rispetto alla struttura; questi insetti sono infatti sensibili non tanto a cambiamenti delle specie vegetali quanto ad alterazioni nell'altezza e nella copertura della vegetazione che influenzano sull'abbondanza, sulla diversità e sullo sforzo riproduttivo degli Odonati (Foote *et al.*, 2005). Ulteriori studi confermano come la struttura della comunità vegetale acquatica e sopracquatica sia alla base della diversità degli Odonati (Samways & Steytler, 1996) e come, per gli individui adulti sia di Anisotteri sia di Zigotteri, la copertura percentuale delle macrofite e l'estensione del canneto siano tra le variabili più importanti (Clark & Samways, 1996).

Gli Odonati sono ottimi indicatori dell'eterogeneità dell'habitat e dei processi idrologici delle zone umide. La possibilità di campionare le esuvie risulta essere uno dei principali vantaggi nell'utilizzo di questo ordine di insetti per il monitoraggio, in particolare, delle aree di recente realizzazione (Chovanec *et al.*, 2001). La composizione specifica della comunità Odonatologica desumibile attraverso il campionamento delle esuvie, in siti di intervento di ripristino ambientale consente di individuare la migliore linea progettuale e contemporaneamente di valutare il livello di efficacia dell'intervento stesso.

I risultati ottenuti in questo studio confermano che gli Odonati sono ottimi indicatori dell'efficacia degli interventi di ripristino, ma che è necessario proseguire la ricerca in questa direzione, al fine di disporre di maggiori e più dettagliate informazioni relative alle variabili che influenzano la distribuzione degli Odonati sul territorio. A questo scopo è necessario approfondire la conoscenza sui metodi di campionamento delle esuvie, che forniscono informazioni sulla popolazione larvale degli Odonati, e che sono state fino ad ora molto meno trattate se confrontate con gli studi relativi agli individui adulti (Raebel *et al.*, 2010). Individuare determinate specie di Odonati e conoscere l'habitat in cui esse abitualmente si riproducono e si sviluppano è essenziale per intraprendere azioni finalizzate alla protezione di aree di particolare interesse naturalistico e ambientale ed è di grande utilità per migliorare le attività di gestione degli interventi di riqualificazione ambientale.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Servizio Vigilanza dell'Ente Parco (in particolare Nicola Scatassi), il personale della Sede Operativa dell'Ente-Parco per il supporto tecnico ed informatico (in particolare Giampaolo Boffito e Luca Cristaldi), Elisa Riservato e Giovanni Boano per i consigli e l'interessamento.

BIBLIOGRAFIA

- AN S., LI H., GUAN B ZHOU C., WANG Z., DENG Z., ZHI Y., LIU Y., XU C., FANG S., JIANG J., LI H., 2007 – China's Natural Wetlands: Past Problems, Current Status, and Future Challenges. *Ambio*, 36(4): 335-342.
- BOANO G., SINDACO R., RISERVATO E., FASANO S., BARBERO R., 2007 – Atlante degli Odonati del Piemonte e della Valle d'Aosta. Memorie Associazione Naturalistica Piemontese, VI: 1-160.
- BRIED J.T., HERMAN B. D., ERVIN G.N., 2007 – Umbrella potential of plants and dragonflies for wetland conservation: a quantitative case study using the umbrella index, *Journal of Applied Ecology*, 44: 833-842.
- BRIERS R.A., BIGGS J., 2003 – Indicator taxa for the conservation of pond invertebrate diversity. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, 13: 323-330.
- CARCHINI G., 1983 – Odonati. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, vol. 21.
- CHOVANEC A., SCHIEMER F., CABELA A., GRESSLER S., GR TZER C., PASCHER K., RAAB R., TEUFL H., WIMMER R., 2000 – Constructed inshore zone sas river corridors through urban areas - The Danube in Vienna: preliminary results. *Regulated Rivers: Research & Management*, 16: 175-187.
- CHOVANEC A., WARINGER J., 2001 – Ecological integrity of river-floodplain systems-assessment by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). *Regulated Rivers: Research & Management*, 17: 493-507.
- CHOVANEC A., SCHIEMER F., WAIDBACHER H., SPOLWIND R., 2002 – Rehabilitation of a heavily modified river section of the Danube in Vienna (Austria): biological assessment of landscape linkages on different scales. *International Review of Hydrobiology*, 87: 183-195.
- CLARK T.E., SAMWAYS M.J., 1996 – Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in the Kruger National Park, South Africa. *Journal of Applied Ecology*, 33: 1001-1012.
- D'AMICO F., DARBLADE S., AVIGNON S., BLANC-MANEL S., ORMEROD S.J., 2004 – Odonates as indicators of shallow lake restoration by liming: comparing adult and larval responses. *Restoration Ecology*, 12: 439-446.
- DAVIS J.A., ROLLS S.W., BALLA S.A., 1987 – The role of the Odonata and aquatic Coleoptera as indicators of environmental quality in wetlands. In *The Role of Invertebrates in Conservation and Biological Survey*, Mayer, JD (Ed). Western Australian Department of Conservation and Land Management, Australia: 31-42.

- DE PAIVA SILVA D., DE MARCO P., RESENDE D.C., 2010 – Adult odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: a case study. *Ecological Indicators*, 10: 744-752.
- FOOTE A.L., HORNING L.R., 2005 – Odonates as biological indicators of grazing effects on Canadian prairie wetlands. *Ecological Entomology*, 30: 273-283.
- FUNK A., RECKENDORFER W., KUCERA-HIRZINGER V., RAAB R., SCHIEMER F., 2009 – Aquatic diversity in a former floodplain: Remediation in an urban context. *Ecological Engineering*, 35: 1476-1484.
- GAUCH H.G., 1982 – *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press.
- GERKEN B., STERNBERG K., 1999 – *Die Exuvien Europäischer Libellen / The Exuviae of European Dragonflies*. Höxter, Jena: Arnika & Eisvogel.
- HARABIŠ F., DOLNÝ A., 2011 – Human altered ecosystems: suitable habitats as well as ecological traps for dragonflies (Odonata): the matter of scale. *Journal of Insect Conservation*.
- MANCINI L., FORMICHETTI P., ANSELMO A., TANCIONI L., MARCHINI S., SORACE A., 2005 – Biological quality of running waters in protected areas: the influence of size and land use. *Biodiversity and Conservation*, 14: 351-364.
- PERROW M.R., DAVY A., 2002 – *Handbook of ecological restoration*, vol. 1. Cambridge University Press.
- RAEBEL E.M., MERCKX T., RIORDAN P., MACDONALD D.W., THOMPSON D.J., 2010 – The dragonfly delusion: why it is essential to sample exuviae to avoid biased surveys. *Journal of Insect Conservation*, 14: 523-533.
- SAMWAYS M.J., STEYTLER N.S., 1996 – Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes and recommendations for riparian management. *Biological Conservation*, 78: 279-288.
- SATO M., RIDDIFORD N., 2008 – A preliminary study of the Odonata of S'Albufera Natural Park, Mallorca: status, conservation priorities and bio-indicator potential. *Journal of Insect Conservation*, 12: 539-548.
- SOLUK D.A., 1990 – Postmolt susceptibility of *Ephemerella* larvae to predatory stoneflies: constraints on defensive armour. *Oikos*, 58 (3): 336-342.
- YOUNG T.P., PETERSEN D.A., CLARY J.J., 2005 – The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. *Ecology Letters*, 8(6): 662-673.
- ZEDLER J. B., KERCHER S., 2005 – Wetland resources: Status, ecosystem services, degradation, and restorability. *Annual Review of Environment and Resources*, 30: 39-74.