

Le specie 'focali' nella pianificazione del paesaggio: una selezione attraverso un approccio *expert-based*

Corrado Battisti

Ufficio Conservazione Natura, Servizio Ambiente, Provincia di Roma, via Tiburtina, 691, 00159 Roma

Fax: 06 67663196; c.battisti@provincia.roma.it

Pervenuto il 20.11.2007; accettato il 27.1.2008

Riassunto

Nella pianificazione di rete ecologica, la selezione di specie 'focali' sensibili alla frammentazione rappresenta una priorità. Tuttavia, malgrado il loro ruolo rilevante nell'indirizzare le strategie di pianificazione, la selezione di queste specie viene spesso attuata in modo "carismatico" e/o non oggettivo, rendendo inefficaci o non adeguatamente monitorabili i piani. Nel presente lavoro viene riportato, limitatamente alla fauna vertebrata, un approccio *expert-based* per la selezione di specie 'focali' sensibili alle tre principali componenti della frammentazione (riduzione in superficie dei frammenti di habitat, incremento del loro isolamento, incremento dell'effetto margine e dei disturbi provenienti dalla matrice) basato sulla conoscenza di alcune caratteristiche ecologiche intrinseche alle specie (livello trofico, capacità dispersiva, dimensioni corporee, ampiezza di nicchia, rarità) per le quali è nota la risposta al processo. Vista la scarsità di letteratura sulla risposta specie-specifica alla frammentazione, tale approccio consente di ottenere indirettamente dei valori di sensibilità a questo processo ed alle sue componenti conoscendo alcune caratteristiche ecologiche delle specie. Una prima applicazione ai mammiferi terricoli della Provincia di Roma mostra come le specie selezionate attraverso questo metodo corrispondono a quelle note in letteratura come sensibili al processo di frammentazione. Viene infine proposto uno schema concettuale per la selezione di specie 'focali' nella pianificazione e nel monitoraggio dei piani di rete ecologica.

PAROLE CHIAVE: frammentazione ambientale / specie sensibili / indicatori / reti ecologiche / caso studio

Selecting focal species in landscape planning: following an expert-based approach

In connectivity conservation and ecological network planning, the selection of focal fragmentation-sensitive species represents a priority step. Nevertheless, despite their strategic role, selection of focal species was carried out especially following charismatic and/or non objective approaches. In this way, actions of planning and conservation could be ineffective. We propose an expert-based approach for the selection of focal species on the basis of sensitivity of three component of habitat fragmentation (habitat area reduction, increase of habitat isolation, increase of edge effect and landscape matrix disturbance) and of intrinsic ecological traits of the species (trophic level, dispersal ability, body size, niche breadth, rarity). A case study on terrestrial mammals of the province of Rome shows as the selected species with this approach include the species known in literature as fragmentation-sensitive. Finally, we define a conceptual framework aimed to select focal species for ecological network planning and monitoring.

KEY WORDS: habitat fragmentation / sensitive species / indicators / ecological networks / study case

INTRODUZIONE

La frammentazione ambientale e la *connectivity conservation*

La frammentazione degli ambienti naturali determinata dalle attività di origine antropica rappresenta una seria minaccia alla biodiversità, a tutti i livelli ecologici (cfr. la revisione in BATTISTI e ROMANO, 2007). Il processo di frammentazione ambientale può essere

suddiviso in tre macrocomponenti: a) riduzione in superficie di una tipologia ambientale focale (ovvero di un habitat per una determinata specie); b) incremento del suo isolamento (da barriera o per distanza); c) riduzione in qualità/idoneità dei frammenti residui (per effetto margine, disturbi collegati, riduzione nella disponibilità di risorse; ANDRÉN, 1994; FAHRIG, 2003). A

livello di singole specie animali e vegetali, numerosi studi sottolineano la sensibilità delle specie sia verso la frammentazione *sensu lato*, sia specificatamente verso una o più componenti del processo (HENLE *et al.*, 2004; EWERS e DIDHAM, 2006).

Il recente filone della *connectivity conservation* si prefigge l'obiettivo generale di mitigare, attraverso opportune strategie, gli effetti della frammentazione ambientale su specie, comunità, ecosistemi e processi ecologici (CROOKS e SANJAYAN, 2006). Nella pianificazione del territorio, in particolare nei paesaggi frammentati, si stanno sempre più affermando specifiche modalità di azione promosse dagli Enti territoriali (cfr. le reti ecologiche: APAT, 2003; JONGMAN e PUNGETTI, 2004). Tuttavia, malgrado molti esempi siano disponibili a scale differenti (da comunale/provinciale, a regionale/nazionale, a continentale), un elemento di debolezza di questi piani è rappresentato dalla mancanza di obiettivi specifici definiti *a priori* e di indicatori che possono essere monitorabili nel tempo, così da consentire una valutazione dell'efficacia di tali azioni, ad esempio attraverso la mitigazione degli effetti della frammentazione ambientale e la conservazione della connettività per specie sensibili (BATTISTI, 2003; BOTTANI *et al.*, 2007), con ricadute più ampie nella conservazione della funzionalità ecosistemica dei paesaggi e nella sostenibilità ambientale (MALCEVSKI, *et al.*, 1996; MALCEVSKI, 2001).

La selezione delle specie 'focali'

Le specie 'focali' sono state proposte come indicatori di sensibilità al processo di frammentazione (LAMBECCK, 1997). La loro selezione in paesaggi sottoposti a frammentazione antropogenica può facilitare l'individuazione delle specie più sensibili consentendo la definizione di appropriate misure di conservazione e la predisposizione di specifici piani di monitoraggio (BENNETT, 1999). Malgrado in Europa e nel nostro Paese siano disponibili numerosi esempi di piani ambientali (es., reti ecologiche) che prevedono una individuazione di specie 'indicatrici' (target, 'focali', ecc.), la loro selezione segue tuttavia criteri a diverso grado di oggettività (BATTISTI, 2006).

Al fine di misurare l'efficacia di una rete ecologica dovrebbero essere pertanto individuate *a priori* le specie più sensibili ad una o più componenti del processo di frammentazione che possono essere utilizzate *per se* o come indicatore per definire opportuni indirizzi strategici e specifiche misure di conservazione (LAMBECCK, 1997; ANDELMAN e FAGAN, 2000).

L'analisi della letteratura scientifica. Una selezione *a priori* di specie sensibili può basarsi sull'esame della letteratura scientifica individuando quelle

specie per le quali esistono evidenze della loro sensibilità alla frammentazione ed alle sue componenti. Questo approccio presenta due tipi principali di limitazioni:

- 1) la letteratura sulla sensibilità al processo delle singole specie è estremamente carente, anche limitandosi ai soli vertebrati terrestri, e ottenere informazioni complete sulla sensibilità di un ampio set di specie per una specifica area può costituire un'impresa ardua se non impossibile;
- 2) può essere difficile estendere i risultati dei lavori originali condotti in determinate aree geografiche su contesti anche molto differenti, come quello mediterraneo (gran parte di questi lavori sono stati effettuati in nord America, nord Europa e Australia) o su diverse scale e grane di riferimento (la sensibilità può essere contesto- e scala-specifica, variando al variare dell'area geografica e della scala spaziale; BATTISTI e ROMANO, 2007).

L'attuazione di ricerche mirate sul campo. Può essere utile selezionare le specie sensibili *a posteriori*, sulla base dei dati ottenuti da studi condotti in aree oggetto di pianificazione (cfr., per l'Italia; BANI *et al.*, 2002 e 2006; LORENZETTI e BATTISTI, 2007). Tali ricerche possono tuttavia richiedere uno sforzo di ricerca elevato. Inoltre, in ragione dei limitati tempi messi a disposizione per la redazione dei piani (6 mesi - 1 anno), i dati possono riguardare solo alcuni gruppi caratterizzati in senso tassonomico o ecologico e possono non essere conclusivi per il ridotto periodo di rilevamento, l'esiguità del campione analizzato, la presenza di fattori confondenti e l'autocorrelazione tra le variabili territoriali (es., tra area dei frammenti ambientali e loro grado di isolamento) che non chiariscono l'eventuale sensibilità delle specie a una o più componenti della frammentazione.

Approcci expert-based. Un approccio di un certo interesse è quello seguito da alcuni Autori (es., HESS e KING, 2002), che hanno utilizzato il metodo Delphi (LINSTONE e TUROFF, 1975) per la selezione di specie 'focali' nella pianificazione ambientale, ottenendo le informazioni sulle specie da selezionare da un gruppo di esperti. Tale approccio è utile quando l'incertezza è elevata, i tempi sono ridotti, le metriche non comparabili e le informazioni su un determinato fattore, processo o fenomeno appaiono carenti. Approcci *expert-based* semplificati possono essere previsti qualora, in determinati contesti territoriali, si debba procedere alla individuazione rapida delle specie sensibili alla frammentazione in assenza di dati provenienti dalla letteratura scientifica o da indagini di campo.

Scopo di questo lavoro preliminare è quello di

contribuire alla definizione di uno schema concettuale e di una metodologia speditiva per selezionare un set di specie sensibili alla frammentazione che possono eventualmente svolgere una funzione di indicatore 'focale'. A causa della cronica carenza di dati qualitativi sulla sensibilità alla frammentazione riscontrabile in molte specie all'interno di gruppi tassonomici, tale selezione si baserà sulla conoscenza di alcune caratteristiche ecologiche note delle specie che, indirettamente, potranno fornire una valutazione della relativa sensibilità al processo di frammentazione (ed alle sue componenti). Le specie selezionate potranno consentire, per uno specifico ambito territoriale, la definizione del tipo di strategie specifiche che occorre attuare per mitigare tale impatto indotto da questo processo (es., incremento di connettività, incremento di superficie di habitat, incremento della qualità ambientale della matrice antropizzata, mitigazione dei disturbi; BENNETT, 1999), nonché potranno essere utilizzate per il monitoraggio nel tempo delle misure intraprese. A tal fine si riporta un caso studio riguardante i mammiferi terricoli presenti nella Provincia di Roma.

METODI

Un approccio per la selezione di specie 'focali' sensibili può prevedere, limitatamente alla fauna vertebrata per la quale il livello di conoscenza è relativamente elevato, una loro caratterizzazione seguendo alcuni attributi ecologici che determinano indirettamente una sensibilità intrinseca delle specie alla frammentazione. Alcuni Autori (ad es., HAILA, 1985; BRIGHT, 1993; CROOKS, 2002; HENLE *et al.*, 2004) hanno valutato i predittori determinanti per valutare la sensibilità di una specie animale alla frammentazione. In linea generale, le specie potenzialmente sensibili a questo processo mostrano le seguenti caratteristiche: 1) sono rare in termini di abbondanza numerica; 2) necessitano di habitat idonei di rilevante estensione; 3) sono soggette a fluttuazioni demografiche naturali; 4) mostrano un basso potenziale riproduttivo; 5) presentano una scarsa capacità dispersiva; 6) mostrano una specializzazione ecologica elevata; 7) mostrano una modalità di uso degli elementi del mosaico ambientale ridotta ad uno o poche tipologie.

EWERS e DIDHAM (2006) hanno evidenziato come la tipologia di risposta delle specie alla frammentazione e ad alcune sue componenti può essere messa in relazione ad alcune caratteristiche ecologiche specie-specifiche (*ecological traits*). Questi Autori hanno fornito una serie di diagrammi sintetici illustranti le risposte delle specie (in termini di sensibilità alta, media, bassa) a ciascuna delle cinque componenti della frammentazione da loro selezionate (1. riduzione in area del

frammento; 2. decremento della distanza dai margini del frammento; 3. incremento della complessità morfologica del frammento; 4. incremento del grado di isolamento; 5. incremento del contrasto morfologico-strutturale tra matrice e frammento). Tale risposta può essere ottenuta, in via indiretta, sulla base della conoscenza di cinque caratteristiche ecologiche intrinseche a ciascuna specie (livello trofico, capacità dispersiva, dimensione corporea, ampiezza di nicchia, rarità; quest'ultima in termini di abbondanza numerica a scala nazionale o regionale). Pertanto, noto uno spettro di caratteristiche ecologiche di una specie, su una scala nominale semplificata (ad es., livello trofico: alto, medio, basso) grazie ai diagrammi proposti da EWERS e DIDHAM (2006) è possibile risalire alla sua sensibilità (alta, media, bassa) a ciascuna delle componenti della frammentazione.

Su questa base si è deciso di ricondurre le cinque componenti della frammentazione elencate da questi Autori alle tre macrocomponenti principali (cfr. BENNETT, 1999): riduzione in superficie degli habitat (corrispondente alla componente 1 di EWERS e DIDHAM, 2006), incremento del loro grado di isolamento (componente 4), incremento dell'effetto margine e dei disturbi (componenti 2, 3 e 5).

Successivamente è stata costruita una nuova matrice di valutazione trasformando in modo quantitativo i giudizi qualitativi che EWERS e DIDHAM (2006) hanno assegnato alla risposta potenziale delle specie (determinata dalle caratteristiche ecologiche intrinseche) verso ognuna delle tre componenti della frammentazione. Sono stati pertanto assegnati i valori da 1 (corrispondenti al giudizio di "bassa sensibilità") a 3 ("alta sensibilità"; è stato assegnato il valore 0 in assenza di risposta al processo; Tab. I).

Conoscendo l'ecologia di una specie, è possibile in questo modo ottenere in modo indiretto una indicazione di massima della sensibilità complessiva e potenziale di una specie a ciascuna delle tre macrocomponenti della frammentazione sommando i valori ottenuti per ciascuna delle cinque caratteristiche ecologiche considerate.

Essendo noto il *range* di variazione dei valori possibili (5-15 per le macrocomponenti "riduzione in superficie di habitat" e per "incremento del grado di isolamento"; 2-6 per "incremento dell'effetto margine/disturbi"), sono stati previsti dei valori soglia convenzionali oltre i quali le specie possono essere considerate 'focali' sensibili (> 10 per le componenti 'superficie di habitat' e 'isolamento'; > 5 per 'effetto margine/disturbi').

Step successivi possono prevedere una ripartizione delle specie per macrotipologie ambientali di appartenenza (es., forestale, ambiente umido, mosaici

ambientali, agroecosistemi) e per le scale di riferimento delle popolazioni (10-100 km²; 100-1000 km²; >1000 km²), considerando queste ultime le unità minime di conservazione (SOULÉ e ORIAN, 2001). Il numero e la caratterizzazione delle tipologie ambientali e l'estensione delle scale di riferimento possono essere scelte in funzione dei contesti territoriali in cui si opera.

Le specie selezionate possono essere riportate in una tabella riepilogativa nella quale vengono mostrate le componenti della frammentazione cui queste specie sono risultate sensibili, la scala di riferimento delle popolazioni, le macrotipologie ambientali di riferimento (Tab. II). È possibile prevedere anche una matrice scala/macrotipologie ambientali per ciascuna componente della frammentazione, ottenendo differenti set di specie 'focali' sensibili (Tab. III).

Trattandosi di una valutazione automatica e acritica i valori ottenuti andrebbero utilizzati solo per una prima selezione del set di specie 'focali' sensibili (ovvero quelle con valori superiori alla soglia). Infatti tali valutazioni possono non tenere conto di eventuali risposte specie-specifiche non prevedibili secondo questo approccio (ad es., sensibilità alla frammentazione indotta da caratteristiche eco-etologiche non contemplate nella matrice, popolazioni disgiunte con ecologia differente rispetto a quelle delle popolazioni caratteristiche). Nell'ambito del set selezionato le differenze tra i valori (e quindi la gerarchia di sensibilità tra le specie) andrebbero sottoposte ad un riesame critico da parte di specialisti, confrontando i valori

ottenuti in modo automatico dalla matrice caratteristiche ecologiche/componenti della frammentazione con le conoscenze acquisite dalla letteratura o da studi originali.

Complessivamente, si può prevedere uno schema concettuale con 9 step (Tab. IV).

Tab. III. Selezione delle specie 'focali' suddivise per componente della frammentazione, macrotipologie ambientale di appartenenza (per il significato delle sigle, si veda Tab. II) e scala spaziale di riferimento (scala logaritmica, in km²).

scala	SUPERFICIE DI HABITAT (A)			
	UMI	FOR	AGR	MOS
10-100 100-1000 >1000	specie 'focali' suddivise per tipologie ambientali e scale spaziali di riferimento			
scala	ISOLAMENTO (I)			
	UMI	FOR	AGR	MOS
10-100 100-1000 >1000	specie 'focali' suddivise per tipologie ambientali e scale spaziali di riferimento			
scala	EFFETTO MARGINE/DISTURBI (MD)			
	UMI	FOR	AGR	MOS
10-100 100-1000 >1000	specie 'focali' suddivise per tipologie ambientali e scale spaziali di riferimento			

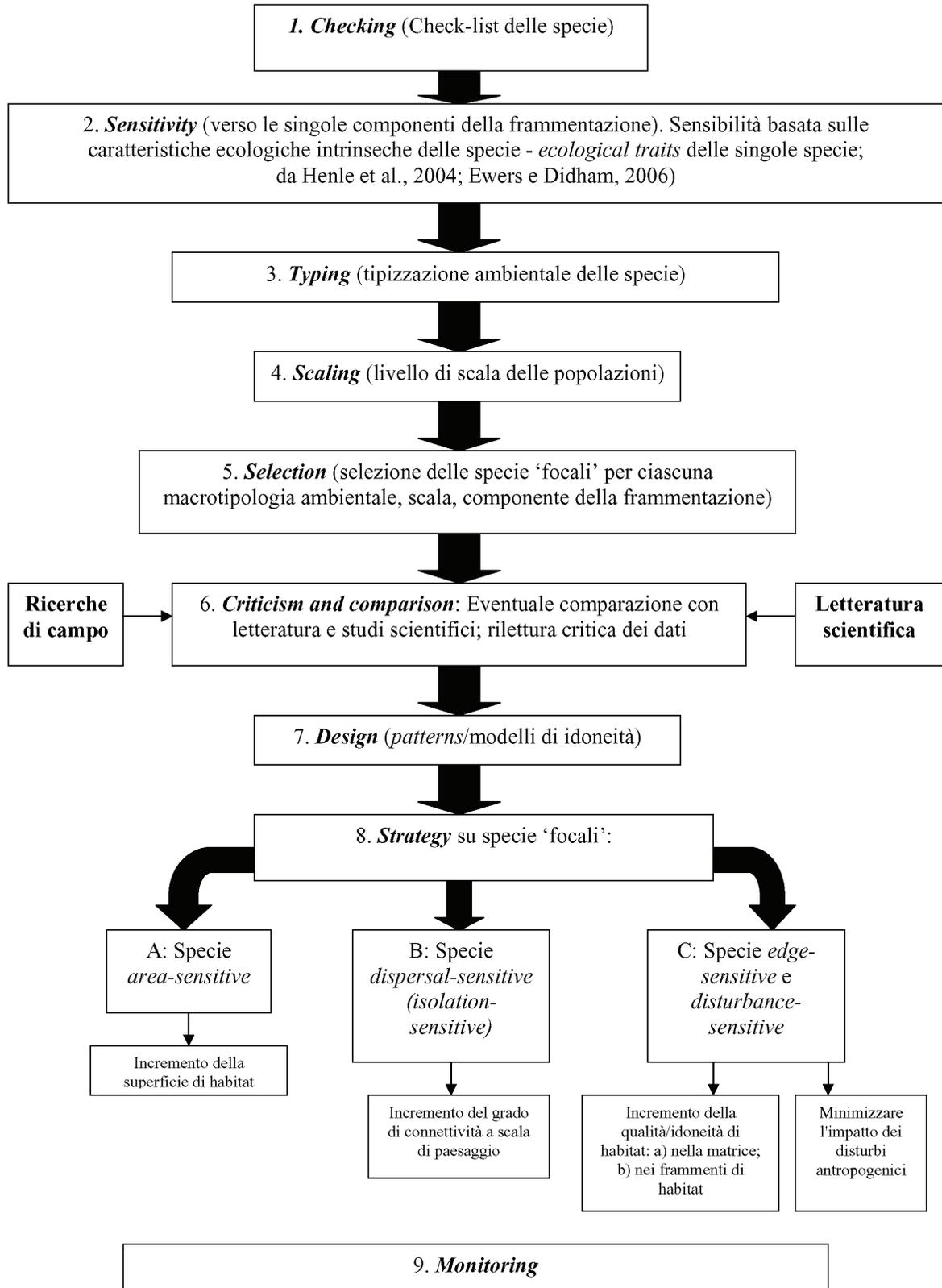
Tab. I. Matrice di valutazione caratteristiche ecologiche (*ecological traits*; colonne)/macrocomponenti della frammentazione (A: riduzione in superficie di habitat; I: incremento di isolamento; MD: effetto margine/disturbi; righe); 1: sensibilità bassa; 2: media; 3: alta; 0: assenza di trend (da EWERS e DIDHAM, 2006, modificato).

Compo- nenti	Livello trofico (LT)			Capacità dispersiva (CD)			Dimens. corporea (DC)			Ampiezza di nicchia (AN)			Rarità (RA)		
	Alto	Medio	Basso	Bassa	Media	Alta	Grande	Media	Piccola	Generalista	Media	Specialista	Rara	Media	Abbond.
A	3	2	1	3	1	3	3	2	1	1	2	3	3	2	1
I	3	2	1	3	2	1	3	2	1	1	2	3	3	2	1
MD	0	0	0	3	2	1	0	0	0	1	2	3	0	0	0

Tab. II. Esempio di tabella riepilogativa delle specie 'focali' selezionate, delle componenti della frammentazione cui mostrano una sensibilità (A: riduzione in superficie di habitat; I: incremento di isolamento; MD: effetto margine/disturbi), della scala delle popolazioni (per classi logaritmiche, in km²) e delle macrotipologie ambientali di riferimento (UMI: ambienti umidi; FOR: ambienti forestali; AGR: agroecosistemi; MOS: ambienti a mosaico).

acronimo	specie	A	I	MD	10-100	100-1000	>1000	UMI	FOR	AGR	MOS
...	X					X	X			
...	X	X		X				X		X
...		X	X	X	X			X	X	X

Tab. IV. Schema concettuale (9 step) per la selezione oggettiva di specie sensibili 'focali' per la pianificazione secondo un approccio *expert-based*.



RISULTATI

Un caso studio:

i mammiferi terricoli della Provincia di Roma

In Provincia di Roma sono presenti 37 specie di mammiferi terricoli autoctoni (AMORI e BATTISTI, in stampa). A ciascuna di esse sono stati assegnati i valori di sensibilità verso ciascuna componente della frammentazione sulla base delle caratteristiche ecologiche note per ciascuna specie, ottenendo la matrice di Tab. V. I valori soglia definiti per ciascuna componente della frammentazione (>10 per superficie di habitat, > 10 per isolamento, > 5 per effetto margine/disturbi) hanno consentito di ottenere un set di 16 specie 'focali' (caratterizzate da un valore superiore a quello definito come soglia convenzionale), suddivisibile in base alla componente della frammentazione cui mostrano

una sensibilità, alla scala spaziale di riferimento delle popolazioni ed alla macrotipologia ambientale di appartenenza (Tab. VI). Una matrice scala/macrotipologia ambientale ha, infine, consentito l'individuazione di set distinti per scala spaziale di riferimento delle popolazioni e per macrotipologie ambientali di appartenenza (Tab. VII).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'approccio *expert-based* proposto può facilitare, almeno per la fauna vertebrata, la definizione di set di specie sensibili alla frammentazione ambientale ed alle sue componenti sulla base della conoscenza di alcune loro caratteristiche ecologiche. Secondo tale approccio è possibile superare, almeno in una fase di selezione preliminare, il problema della carenza dei dati sulla

Tab. V. Valori di sensibilità verso ciascuna componente della frammentazione assegnati alle specie di Mammiferi terricoli della Provincia di Roma sulla base di cinque caratteristiche ecologiche selezionate (LT: livello trofico; CD: capacità dispersiva; DC: dimensione corporea; AN: ampiezza di nicchia; RA: rarità).

Specie	Superficie di habitat (A)						Isolamento (I)						Eff. margine/disturbi (MD)					
	LT	CD	DC	AN	RA	tot	LT	CD	DC	AN	RA	tot	LT	CD	DC	AN	RA	Tot
Riccio europeo occid. <i>Erinaceus europaeus</i>	2	1	1	1/2	1	6/7	2	2	1	1/2	1	7/8	0	2	0	1/2	0	3/4
Talpa romana <i>Talpa romana</i>	2	1/3	1	1/2	1	6/9	2	2/3	1	1/2	1	7/9	0	2/3	0	1/2	0	3/5
Toporagno comune <i>Sorex antinori</i>	2	1	1	2/3	1	7/8	2	2	1	2/3	1	8/9	0	2	0	2/3	0	4/5
Toporagno appenninico <i>Sorex samniticus</i>	2	1	1	2/3	1	7/8	2	2	1	2/3	1	8/9	0	2	0	2/3	0	4/5
Toporagno nano <i>Sorex minutus</i>	2	1	1	3	2	9	2	2	1	3	2	10	0	2	0	3	0	5
Toporagno d'acqua <i>Neomys fodiens</i>	2	3	1	3	3	12	2	3	1	3	3	12	0	3	0	3	0	6
Toporagno acq. di Miller <i>Neomys anomalus</i>	2	3	1	3	3	12	2	3	1	3	3	12	0	3	0	3	0	6
Mustiolo <i>Suncus etruscus</i>	2	1	1	2/3	1	7/8	2	2	1	2/3	1	8/9	0	2	0	2/3	0	4/5
Crocidura minore <i>Crocidura suaveolens</i>	2	1	1	2/3	1	7/8	2	2	1	2/3	1	8/9	0	2	0	2/3	0	4/5
Crocidura ventre bianco <i>Crocidura leucodon</i>	2	1	1	2/3	1	7/8	2	2	1	2/3	1	8/9	0	2	0	2/3	0	4/5
Coniglio selvatico <i>Oryctolagus cuniculus</i>	1	1	1	1	3	7	1	2	1	1	3	8	0	2	0	1	0	3
Lepre italiana <i>Lepus corsicanus</i>	1	3	2	2	3	11	1	1	2	2	3	9	0	1	0	2	0	3
Lepre europea <i>Lepus europaeus</i>	1	3	2	1/2	2	9/10	1	1	2	1/2	2	7/9	0	1	0	1/2	0	2/3
Sciattolo comune <i>Sciurus vulgaris</i>	2	1/3	1/2	2	2	8/11	2	2/3	1/2	2	2	9/11	0	2/3	0	2	0	4/5
Istrice <i>Hystrix cristata</i>	1	3	2	1	1	8	1	1	2	1	1	6	0	1	0	1	0	2
Quercino <i>Eliomys quercinus</i>	1/2	3	1	3	2/3	10/12	1/2	3	1	3	2/3	10/12	0	3	0	3	0	6
Ghiro <i>Glis glis</i>	1/2	3	1	3	2/3	10/12	1/2	3	1	3	2/3	10/12	0	3	0	3	0	6
Moscardino <i>Muscardinus avellanarius</i>	1/2	3	1	3	2/3	10/12	1/2	3	1	3	2/3	10/12	0	3	0	3	0	6
Arvicola rossastra <i>Myodes glareolus</i>	1	1	1	1/2	1/2	5/7	1	2	1	1/2	1/2	6/8	0	2	0	1/2	0	3/4
Arvicola di Savi <i>Microtus savii</i>	1	3	1	1	1	7	1	1	1	1	1	5	0	1	0	1	0	2
Arvicola terrestre <i>Arvicola terrestris</i>	1	1	1	2	2/3	7/8	1	2	1	2	2/3	8/9	0	2	0	2	0	4
Ratto delle chiaviche <i>Rattus norvegicus</i>	1	3	1	1	1	7	1	1	1	1	1	5	0	1	0	1	0	2
Ratto nero <i>Rattus rattus</i>	1	3	1	1	1	7	1	1	1	1	1	5	0	1	0	1	0	2
Topo selvatico <i>Apodemus sylvaticus</i>	1	1/3	1	1	1	5/7	1	1/2	1	1	1	5/6	0	1/2	0	1	0	2/3
Topo selv. dal collo giallo <i>Apodemus flavicollis</i>	1	1	1	1/2	1/2	5/7	1	2	1	1/2	1/2	6/8	0	2	0	1/2	0	3/4
Topolino domestico <i>Mus domesticus</i>	1	3	1	1	1	7	1	1	1	1	1	5	0	1	0	1	0	2
Orso bruno <i>Ursus arctos</i>	3	3	3	3	3	15	3	1	3	3	3	13	0	3	0	3	0	6
Lupo <i>Canis lupus</i>	3	3	3	2/3	3	14/15	3	1	3	2/3	3	12/13	0	1	0	2/3	0	3/4
Volpe comune <i>Vulpes vulpes</i>	3	3	2	1	1	10	3	1	2	1	1	8	0	1	0	1	0	2
Donnola <i>Mustela nivalis</i>	3	1	2	3	2	11	3	2	2	3	2	12	0	2	0	3	0	5
Puzzola europea <i>Mustela putorius</i>	3	1	2	3	2/3	11/12	3	2	2	3	2/3	12/13	0	2	0	3	0	5
Martora <i>Martes martes</i>	3	1/3	2	3	2/3	11/14	3	2/3	2	3	2/3	12/14	0	2/3	0	3	0	5/6
Faina <i>Martes foina</i>	3	1	2	2/3	2	10/11	3	2	2	2/3	2	11/12	0	2	0	2/3	0	4/5
Tasso <i>Meles meles</i>	2/3	1/3	2	2	1	8/11	2/3	1/2	2	2	1	8/10	0	1/2	0	2	0	3/4
Gatto selvatico <i>Felis silvestris</i>	3	3	2	3	3	14	3	1	2	3	3	12	0	1	0	3	0	4
Cinghiale <i>Sus scrofa</i>	1	3	3	1	1	9	1	1	3	1	1	7	0	1	0	1	0	2
Capriolo <i>Capreolus capreolus</i>	1	1/3	3	1/2	2/3	8/12	1	1/2	3	1/2	2/3	8/11	0	1/2	0	1/2	0	2/4

Tab. VI. Specie 'focali' di mammiferi terricoli selezionate suddivise in base alla componente della frammentazione cui sono sensibili, alla scala spaziale di riferimento delle popolazioni ed alla macrotipologia ambientale di appartenenza (indicazioni di massima: UMI: ambienti umidi; FOR: ambienti forestali; AGR: agroecosistemi; MOS: mosaici ambientali); (A: riduzione in superficie di habitat; I: incremento di isolamento; MD: effetto margine/disturbi).

acronimo	specie	A	I	MD	10-100	100-1000	>1000	UMI	FOR	AGR	MOS
NEFO	Toporagno d'acqua <i>Neomys fodiens</i>	X	X	X	X			X			
NEAN	Toporagno acq. di Miller <i>Neomys anomalus</i>	X	X	X	X			X			
LECO	Lepre italica <i>Lepus corsicanus</i>	X				X				X	X
SCVU	Sciattolo comune <i>Sciurus vulgaris</i>	X	X		X	X			X		
ELQU	Quercino <i>Eliomys quercinus</i>	X	X	X	X	X			X		
GLGL	Ghiro <i>Glis glis</i>	X	X	X	X	X			X		
MUAV	Moscardino <i>Muscardinus avellanarius</i>	X	X	X	X				X		
URAR	Orso bruno <i>Ursus arctos</i>	X	X	X			X		X		
CALU	Lupo <i>Canis lupus</i>	X	X				X		X		X
MUNI	Donnola <i>Mustela nivalis</i>	X	X			X			X	X	X
MUPU	Puzzola europea <i>Mustela putorius</i>	X	X			X			X		X
MAMA	Martora <i>Martes martes</i>	X	X	X		X			X		
MAFO	Faina <i>Martes foina</i>	X	X			X			X	X	X
MEME	Tasso <i>Meles meles</i>	X				X			X	X	X
FESI	Gatto selvatico <i>Felis silvestris</i>	X	X			X	X		X		
CACA	Capriolo <i>Capreolus capreolus</i>	X	X			X	X		X		X

Tab. VII. Specie 'focali' selezionate tra i mammiferi terricoli della Provincia di Roma per ciascuna componente della frammentazione suddivise per scala spaziale delle popolazioni e macrotipologia ambientale di riferimento (UMI: ambienti umidi; FOR: ambienti forestali; AGR: agroecosistemi; MOS: mosaici ambientali). Per gli acronimi, cfr. Tab. VI.

	Scala spaziale	UMI	FOR	AGR	MOS
Superficie di habitat (A)	10-100	NEFO, NEAN	SCVU, GLGL, ELQU, MUAV		
	100-1000		SCVU, GLGL, ELQU, MUNI, MUPU, MAMA, MAFO, MEME, FESI, CACA	LECO, MUNI, MAFO, MEME	LECO, MUNI, MUPU, MEME, MAFO, CACA
	>1000		URAR, CALU, FESI, CACA		CALU, CACA
Isolamento (I)	10-100	NEFO, NEAN	SCVU, GLGL, ELQU, MUAV		
	100-1000		SCVU, GLGL, ELQU, MUNI, MAMA, MUPU, MAFO, FESI, CACA	MUNI, MAFO	MUNI, MUPU, CACA
	>1000		URAR, MUPU, CALU, FESI, CACA		CALU, CACA
Effetto margine / Disturbi (MD)	10-100	NEFO, NEAN	GLGL, ELQU, MUAV		
	100-1000		GLGL, ELQU, MAMA		
	>1000		URAR		

sensibilità delle specie alla frammentazione proprio perché basato, indirettamente, su una serie di caratteristiche ecologiche per le quali il livello di conoscenza è certamente più elevato. Pertanto, se può essere problematico risalire, anche da parte di esperti, alla sensibilità di una specie a questo processo, l'esperienza di uno o più specialisti di un determinato gruppo tassonomico può senz'altro consentire di risalire alle relative caratteristiche ecologiche. Queste ultime, attraverso l'approccio proposto, porteranno indirettamente alla valutazione di sensibilità specie-specifica alla frammentazione (ed alle sue componenti).

Le specie selezionate come maggiormente sensibili possono essere considerate come 'focali' nella pianificazione di rete ecologica, nella individuazione di modelli di idoneità e come indicatori per il monitoraggio. Il set di specie selezionate dovrebbe comunque essere sottoposto ad una revisione critica perché se, in linea generale, alcune caratteristiche ecologiche di una specie possono indirettamente fornire indicazioni sulla sua sensibilità al processo di frammentazione (e ad alcune sue componenti), possono esistere eccezioni (ovvero, specie con determinate caratteristiche ecologiche possono mostrare una sensibilità alla frammentazione non in linea con le risposte previste dai diagrammi di EWERS e DIDHAM, 2006, in ragione di differenze intra-specifiche, legate ai contesti geografici, ecc.).

Il caso studio ha comunque consentito, limitatamente ad un gruppo (mammiferi terricoli), una selezione di specie 'focali' (prevalentemente, insettivori specialisti, micromammiferi forestali, carnivori mustelidi, grandi predatori) che coincidono con quelle ampiamente note in letteratura come sensibili alla frammentazione ambientale (es., BRIGHT, 1993; cfr. la revisione in BATTISTI e ROMANO, 2007). Nel caso specifico, la ricorrenza di alcune specie in più macrocategorie ambientali (es., forestale e mosaico) dipende sia dalla loro caratterizzazione ecologico-spaziale (es., specie che utilizzano mosaici agroforestali e che presentano comunque una sensibilità alla frammentazione) che dalla scala di riferimento utilizzata (es., di frammento o di paesaggio).

Inoltre, il numero di specie 'focali' non equilibrato nelle diverse macrocategorie ambientali e scale può dipendere dalla caratterizzazione del gruppo tassonomico utilizzato, oltre che dal contesto geografico di riferimento e dalla sensibilità differenziale delle specie aventi differente ecologia. Nel caso dei mammiferi terricoli, la prevalenza di specie forestali nel set di specie selezionate e la scarsità di specie legate agli ambienti umidi riflette la numerosità di specie del set di partenza e dall'area di studio, anche se è presumibile che possa essere dovuta ad una loro maggiore intrinseca sensibilità rispetto alle specie di ambiente agricolo e

di mosaico (ambienti che hanno subito una trasformazione e che conseguentemente ospitano specie già adattate e con un certo grado di generalismo).

Alcuni limiti di questo approccio debbono tuttavia essere sottolineati. Esso infatti può essere influenzato da una soggettività nell'assegnazione dei valori di caratterizzazione ecologica e, in seno ad ogni gruppo tassonomico, può essere necessario un confronto tra esperti per ottenere una valutazione più robusta. Inoltre, tale approccio non tiene conto di possibili altre caratteristiche ecologiche (oscillazioni demografiche naturali, sensibilità alla disponibilità delle risorse, rarità geografica) che possono essere eventualmente aggiunte alla matrice di valutazione.

Inoltre, come accennato, per la modalità automatica e generale dell'approccio, il valore ottenuto per una specie dovrebbe essere utilizzato solamente per consentire la definizione del set di specie 'focali' sensibili, senza implicazioni su una gerarchia di sensibilità tra le specie all'interno del set ottenuto. Tali valori possono fornire una prima indicazione ma dovrebbe sempre essere previsto un confronto con la letteratura esistente ed un riesame critico da parte di zoologi specialisti dei gruppi, eventualmente, supportato da ricerche di campo. Pertanto, per la selezione di set di specie 'focali' e per la definizione di una gerarchia di sensibilità (*ranking* tra le specie), può essere opportuno procedere utilizzando un approccio misto (selezione specie da letteratura; approccio *expert-based* proposto; criticismo e validazione della sensibilità nell'area di studio attraverso ricerche di campo).

Sviluppi futuri potranno prevedere una maggiore articolazione dei valori di sensibilità (es., su scale da 1 a 5), l'implementazione delle caratteristiche ecologiche delle specie, una entrata nelle matrici che preveda anche le fasce altitudinali, una valutazione complessiva della sensibilità delle specie non solo in senso additivo ma anche utilizzando coefficienti moltiplicativi che tengano conto dell'impatto sulle specie delle differenti componenti della frammentazione (cfr., per l'ittiofauna, PINI PRATO, 2007).

Ringraziamenti

Giovanni Amori (CNR-ISE) ha criticamente riletto parte delle matrici di valutazione. Lo schema concettuale è stato sviluppato in alcuni anni grazie al confronto con tecnici, professionisti e ricercatori che mi hanno stimolato nell'indagine e che voglio ringraziare: P. Agnelli, G. Amori, C. Angeletti, L. Boitani, M.A. Bologna, A. Bombonato, G.M. Carpaneto, G. Dodaro, A. Guidi, S. Malcevski, S. Panzarasa, P. Perna, A.M. Rebecchini, B. Romano, R. Rossi, C. Scoccianti, A. Sorace, A. Venchi. Un anonimo revisore ha fornito utili suggerimenti che hanno migliorato il lavoro.

BIBLIOGRAFIA

- AMORI G., BATTISTI C., in stampa. *Atlante dei Mammiferi della Provincia di Roma*. Consiglio Nazionale delle ricerche, Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche agricole e ambientali, Roma.
- ANDELMAN S.J., FAGAN W.F., 2000. Umbrellas and flagships: Efficient conservation surrogates or expensive mistakes? *Proceedings National Academy of Sciences*, **97**: S954-S959.
- ANDRÉN H., 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*, **71**: 355-366.
- APAT (AGENZIA PROTEZIONE AMBIENTE E PER I SERVIZI TECNICI), 2003. *Gestione delle aree di collegamento ecologico-funzionale. Indirizzi e modalità operative per l'adeguamento degli strumenti di pianificazione del territorio in funzione della costruzione di reti ecologiche a scala locale*. Vol. 26, Manuali e linee guida APAT.
- BANI L., BAIETTO M., BOTTONI L., MASSA R., 2002. The use of focal species in designing a habitat network for a lowland area of Lombardy, Italy. *Conservation Biology*, **16**: 826-831.
- BANI L., MASSIMINO D., BOTTONI L., MASSA R., 2006. A multiscale method for selecting indicator species and priority conservation areas: a case study for broadleaved forests in Lombardy, Italy. *Conservation Biology*, **20**: 512-526
- BATTISTI C., 2003. Habitat fragmentation, fauna and ecological network planning: Toward a theoretical conceptual framework. *Italian Journal of Zoology*, **70**: 241-247.
- BATTISTI C., 2006. Il ruolo degli indicatori a livello di specie nella pianificazione di rete ecologica: alcune considerazioni. Atti Convegno "Conservazione ecoregionale", WWF-Provincia di Macerata, Abbadia di Fiastra, maggio 2005: 44-46.
- BATTISTI C., ROMANO B., 2007. *Frammentazione e Connettività. Dall'analisi ecologica alle strategie di pianificazione*. Città Studi, Torino, 442 pp.
- BENNETT A.F., 1999. *Linkages in the landscapes. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- BOITANI L., FALCUCCI A., MAIORANO L., RONDININI C., 2007. Ecological networks as conceptual frameworks or operational tools in conservation. *Conservation Biology*, **21**: 1414-1422.
- BRIGHT P.W., 1993. Habitat fragmentation - problems and predictions for British mammals. *Mammal Review*, **23**: 101-114.
- CROOKS K.R., 2002. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation Biology*, **16**: 488-502.
- CROOKS K.R., SANJAYAN M., 2006. *Connectivity Conservation*. Conservation Biology Series 14, Cambridge University Press, Cambridge.
- EWERS R.M., DIDHAM R.K., 2006. Confounding factors in detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological reviews*, **81**: 117-142.
- FAHRIG L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review Ecology and Systematic*, **34**: 487-515.
- HAILA Y., 1985. Birds as a tool in reserve planning. *Ornis Fennica*, **62**: 96-100.
- HENLE K., DAVIES K.F., KLEYER M., MARGULES C., SETTELE J., 2004. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation*, **13**: 207-251.
- HESS G.R., KING T.J., 2002. Planning open spaces for wildlife. I. Selecting focal species using a Delphi survey approach. *Landscape and Urban Planning*, **58**: 25-40.
- JONGMAN R.H.G., PUNGETTI G., 2004. *Ecological networks and greenways: concepts, design, implementation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- LAMBECK R.J., 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology*, **11**: 849-856.
- LINSTONE H.A., TUROFF M., 1975. *The Delphi Method: techniques and applications*. Addison-Wensley, New York.
- LORENZETTI E., BATTISTI C., 2007. Nature reserve selection on forest fragments in a suburban landscape (Rome, Central Italy): indications from a set of avian species. *Landscape Research*, **32**: 57-78.
- MALCEVSCI S., 2001. Nuovi ecosistemi e Reti ecologiche. Uomini e Parchi oggi. Reti ecologiche. *Centro Studi V. Giacomini, Quaderni di Gargnano*, **4**: 94-100.
- MALCEVSCI S., BISOGNI L.B., GARIBOLDI A., 1996. *Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale*. Il Verde editoriale, Milano.
- PINI PRATO E., 2007. Descrittori per interventi di ripristino della continuità fluviale: Indici di Priorità di Intervento. *Biologia Ambientale*, **21**: 9-16.
- SOULÉ M.E., ORIANI G.H., 2001 (Eds.). *Conservation biology. Research priorities for the next decade*. Society for Conservation Biology, Island Press.