

APPLICAZIONI E MODELLI GIS IN CAMPO ECOLOGICO

Marcella ALIBRANDO (*), Massimiliano CARRINO (*), Luciano CRUA (**),
Massimiliano FERRARATO (**), Barbara LORUSSO (*), Davide VIETTI (**)

(* ARPA Piemonte – Centro regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche – Struttura Sistema Informativo Geografico - tel. 0113169332 - fax 0113169340 – e-mail m.carrino@arpa.piemonte.it

(** ARPA Piemonte – Area delle Attività regionali per l'indirizzo e il coordinamento in materia ambientale – Struttura Semplice Valutazione Ambientale – tel. 0118153406 – fax 0118153350 – e-mail d.vietti@arpa.piemonte.it

Riassunto

Il presente contributo descrive le attività condotte da Arpa Piemonte per la realizzazione di modelli ecologici in ambiente GIS (*Geographical Information System*) a scala regionale. In particolare l'attività ha riguardato la realizzazione di modelli per la valutazione della qualità del territorio (idoneità dell'*habitat* per singole specie e biodiversità del territorio per gruppi sistematici) e della connettività ecologica intesa come la vocazione del territorio ad essere attraversato e colonizzato da specie animali. I modelli implementati riguardano 23 specie appartenenti al gruppo sistematico dei Mammiferi.

Tali modelli sono un valido punto di partenza per la pianificazione sostenibile del territorio e la valutazione dello stato dell'ambiente che ha assunto negli ultimi anni un ruolo chiave per la definizione degli obiettivi di salvaguardia del patrimonio naturale.

Un corretto approccio all'analisi di questi elementi deve necessariamente passare attraverso la conoscenza delle porzioni di territorio funzionali alla conservazione delle specie selvatiche ovvero della rete ecologica.

Abstract

The work describes the activities of Arpa Piemonte for the implementation of ecological modelling in GIS environment at regional level. The activity concerns the evaluation of the quality of the environment (habitat suitability for the species and biodiversity for systematic groups of species) and the ecological connectivity intended as the possibility for animals to cross or colonize a land. Models involving 23 species of Mammals have been implemented.

Such models are useful instruments for sustainable land planning and environmental evaluation necessary for the preservation of natural inheritance that cannot be reached without acknowledging the Ecological network of wild species.

Obiettivi del progetto

Negli ultimi anni la nozione di “rete ecologica” è entrata in uso in molti ambiti scientifici, come riferimento teorico ed applicativo della funzionalità ambientale di un territorio. Tale concetto è applicabile ad uno svariato numero di contesti e permette di schematizzare efficacemente diversi fenomeni naturali e antropici. In generale, i principali elementi che si ritrovano in una rete ecologica sono i seguenti:

- le *core areas*, che rappresentano le aree sorgenti di biodiversità, all’interno delle quali le specie animali sono in grado di espletare senza interferenze esterne le loro funzioni vitali;
- le *buffer zones*, aree adiacenti alle *core areas*, con limitate disponibilità di risorse o presenza relativa di fattori di disturbo, pur con elevati valori di connettività naturale;
- i corridoi ecologici, zone di transito che collegano due o più *core areas* vicine, che rappresentano le vie preferenziali di connessione ecologica, fondamentali per il mantenimento della diversità genetica e della diffusione e dispersione delle specie;
- le *stepping stones*, aree residuali o relitte, isole di biodiversità immerse in una matrice monotona e antropizzata, destinate a scomparire se non ricomposte in un tessuto ecologico dinamico.

Le reti ecologiche consentono il mantenimento della biodiversità anche in un territorio moderatamente frammentato, ovvero trasformato dalla presenza di attività antropiche.

Conoscere la rete ecologica presente in un determinato territorio significa individuare quali siano le aree maggiormente frequentate dalle specie animali e valutarne le modalità di utilizzo.

Metodologia per la progettazione e realizzazione dei modelli ecologici

La metodologia utilizzata ha previsto l’implementazione in ambiente GIS di modelli ecologici che valutano la biodiversità potenziale del territorio ed il suo assetto in relazione al grado di frammentazione degli *habitat*. Sono state realizzate diverse procedure di *geoprocessing* (ESRI ArcGIS 9.2 - *Model Builder*) per l’elaborazione dei dati di *input* e la realizzazione dei modelli ecologici. Al mutare dello stato della conoscenza i modelli possono essere rigenerati agevolmente rendendo costante l’aggiornamento degli aspetti ecologici. Le principali fasi metodologiche (*Fig. 1*) hanno comportato la realizzazione di modelli di tipo BIOMOD e FRAGM.

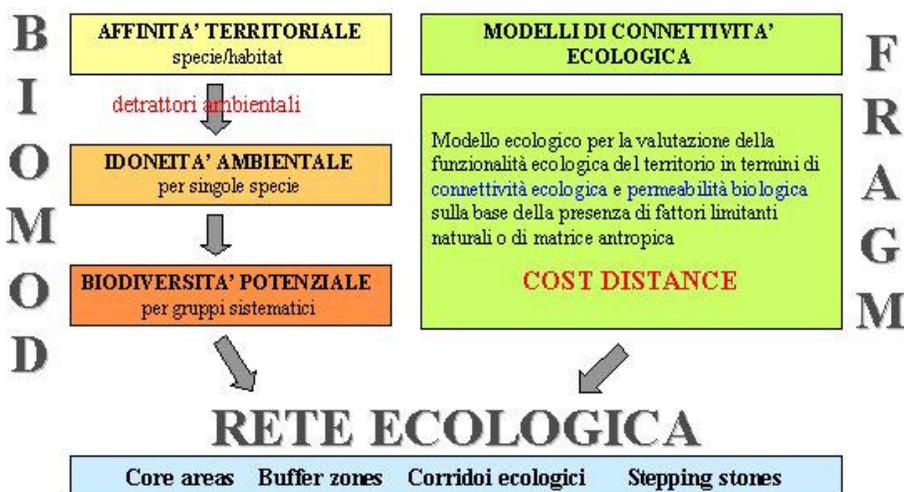


Figura 1 - Metodologia di analisi dei modelli ecologici

Il modello BIOMOD evidenzia, per le singole specie o per le diverse categorie sistematiche di vertebrati, le aree che meglio esprimono l'attitudine dell'*habitat*. L'elaborazione si sviluppa in tre stadi differenti: l'identificazione delle aree idonee alla presenza delle specie (modello di affinità specie/*habitat* per singole specie animali), l'introduzione di fattori limitanti di origine naturale e antropica e lo sviluppo del modello di biodiversità potenziale, per i diversi gruppi sistematici, mediante la sovrapposizione dei modelli delle singole specie.

Il modello ecologico FRAGM permette invece di conoscere il grado di connettività ecologica di un territorio, intesa come la sua capacità di ospitare specie animali, permetterne lo spostamento, e definirne così il grado di frammentazione.

L'analisi e l'incrocio dei risultati ottenuti dai modelli ecologici descritti permette di individuare gli elementi essenziali alla funzionalità della rete ecologica di un territorio.

I modelli BIOMOD e FRAGM

Modelli di affinità territoriale specie/*habitat*

Tali modelli analizzano il grado di affinità dei differenti *habitat*, in termini di potenzialità di risorse per ciascuna delle 23 specie di Mammiferi considerati; i modelli mettono quindi in relazione le caratteristiche del territorio con le esigenze ecologiche di ogni specie.

Dati utilizzati	- Piani Forestali Territoriali (Categorie di uso del suolo) – scala 1:10.000 - Tabelle di affinità specie/ <i>habitat</i>
Elaborazione GIS	Riclassificazione delle categorie di uso del suolo dei Piani Forestali Territoriali ed attribuzione di un punteggio di affinità territoriale. Ad ogni categoria di uso del suolo viene attribuito un valore compreso tra 0 (ambiente non idoneo alla presenza della specie studiata) e 1 (ambiente ad alta idoneità).
Risultati	Modelli di affinità territoriale per ciascuna specie (formato <i>GRID</i>).

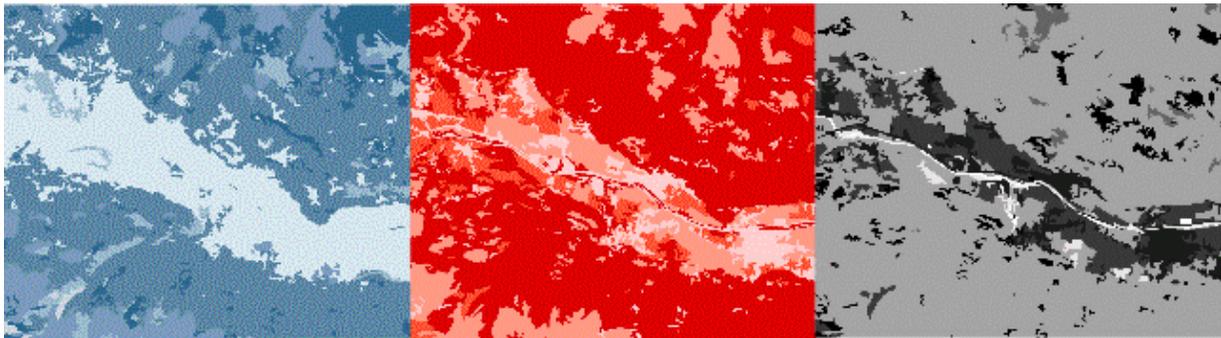


Figura 2 - Esempio di modelli di Affinità Territoriale realizzati per le specie camoscio (*Rupicapra rupicapra*),cinghiale (*Sus scrofa*) e puzzola (*Mustela putorius*) in bassa Val di Susa

CATEGORIE	CAMOSCIO	CAPRIOLO	CERVO	CINGHIALE	CONIGLIO S.
Abetine (c)	0,50	0,70	0,70	0,30	0,00
Acero-tiglio-frassineti	0,70	1,00	1,00	1,00	0,30
Impianti per arboricoltura da legno	0,00	0,30	0,30	0,70	0,30
Alneti planiziali e montani	0,50	1,00	1,00	1,00	0,30
Acque	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arbusteti planiziali collinari e montani	0,00	1,00	0,15	1,00	1,00

Tabella 3 - Estratto della tabella di affinità specie/*habitat*

Modelli di idoneità ambientale

I modelli descrivono il grado di idoneità effettiva del territorio ottenuto tenendo conto di tutte le variabili che possono condizionare la distribuzione delle singole specie animali (detrattori ambientali). In particolare si distinguono detrattori di natura antropica (presenza di viabilità, aree edificate, infrastrutture tecnologiche, *etc*) e territoriale (altitudine e pendenza dei versanti).

Dati utilizzati	<ul style="list-style-type: none"> - Modelli di affinità territoriale specie/<i>habitat</i> (formato <i>GRID</i>) - DTM a scala 1:10.000 - Pendenze a scala 1:10.000 (formato <i>GRID</i>) - Fattori di disturbo di natura antropica (formato vettoriale di viabilità, aree edificate, infrastrutture...)
Elaborazione GIS	<p><u>fattore limitante: altitudine</u> riclassificazione del DTM in aree a differente idoneità in funzione delle esigenze di ogni specie</p> <p><u>fattore limitante: pendenza dei versanti</u> riclassificazione del DEM delle pendenze per gruppi di specie</p> <p><u>fattori limitanti di natura antropica</u> delimitazione delle aree potenzialmente influenzate dalla presenza di fattori di disturbo. Il raggio di influenza e la curva di decadenza del disturbo variano a seconda del detrattore</p> <p>Creazione dei modelli di idoneità ambientale di ogni specie dal confronto tra i modelli di affinità territoriale ed i fattori limitanti naturali ed antropici</p>
Risultati	Modelli di idoneità ambientale per ciascuna specie (formato <i>GRID</i>).

La scelta delle variabili ambientali ed ecologiche utilizzate in questa fase è stata condizionata in primo luogo dalla disponibilità di dati con copertura omogenea e completa sul territorio preso in considerazione. Le variabili vengono classificate e pesate individualmente, sulla base dell'ecologia della specie stessa o del gruppo tassonomico a cui appartengono. I valori assegnati alle variabili ambientali vengono trattati secondo un procedimento di *Fuzzy Analysis*; risulta così possibile riprodurre nel modello la diminuzione del disturbo all'allontanarsi dalla fonte.



Figura 4 - grid dei detrattori di autostrade, rete elettrica e edifici produttivi nel comune di Torino

Modello di Biodiversità potenziale per il gruppo sistematico dei mammiferi

Il modello permette di valutare il grado di naturalità del territorio in funzione del numero di specie di Mammiferi che il territorio è potenzialmente in grado di ospitare. Vengono individuate aree a

maggior o minor pregio naturalistico, aree non idonee per caratteristiche intrinseche (copertura del suolo, quota o pendenza) ed aree degradate per la presenza di intense attività antropiche.

Dati utilizzati	Modelli di idoneità ambientale
Elaborazione GIS	Confronto tra i modelli di idoneità ambientale delle 23 specie di Mammiferi
Risultati	Modello di biodiversità potenziale (formato <i>GRID</i>). Ad ogni cella del <i>grid</i> viene associato un valore dato dalla somma dei valori assunti dalla cella nei modelli di idoneità ambientale come contributo che ciascuna specie offre ai diversi <i>habitat</i>

Modello di Connettività ecologica (FRAGM)

Il modello valuta la funzionalità ecologica del territorio in termini di connettività ecologica e permeabilità biologica in base alla presenza di fattori limitanti naturali o di matrice antropica.

Dati utilizzati	<ul style="list-style-type: none"> - Piani Forestali Territoriali – Categorie di uso del suolo - Tabelle dei valori di frizione assegnati alle diverse classi di uso del suolo
Elaborazione GIS	<ul style="list-style-type: none"> - Riclassificazione delle categorie di uso del suolo dei Piani Forestali Territoriali ed attribuzione dei valori di frizione. Ad ogni categoria di uso del suolo viene attribuito un valore compreso tra 1 (aree naturali e seminaturali) e 10.000 (aree urbanizzate) - Valutazione, tramite analisi <i>Cost Distance</i>, del “costo” necessario a muoversi da un punto all’altro dello spazio superando gli effetti indotti dalla presenza di ostacoli più o meno superabili dalla fauna terrestre ed espressi in termini di valori di frizione. Al crescere della frizione cresce il costo dello spostamento
Risultati	Modello di Connettività ecologica. Ad ogni cella del <i>grid</i> viene associato un valore di costo espresso in termini di tempo, energia... necessario per l’attraversamento da parte della fauna terrestre

La Rete Ecologica

Per Rete Ecologica si intende il sistema interconnesso di aree funzionali alla presenza e al transito delle specie animali e che sono quindi in grado di mantenere livelli soddisfacenti di biodiversità in un determinato territorio. Essa rappresenta uno strumento utile per una programmazione sostenibile del territorio risultando efficace sia per la definizione di strategie inerenti la pianificazione territoriale sia per l’individuazione e la progettazione di interventi di mitigazione, compensazione o inserimento ambientale di opere o attività antropiche

Dati utilizzati	<ul style="list-style-type: none"> - Modello di Biodiversità potenziale per gruppi sistematici - Modello di Connettività ecologica (FRAGM)
Elaborazione GIS	Confronto dei modelli FRAGM e Biodiversità potenziale per l’individuazione degli elementi della rete ecologica
Risultati	Suddivisione del territorio regionale in elementi della rete ecologica (<i>core areas, buffer zones, stepping zones</i> e corridoi ecologici)

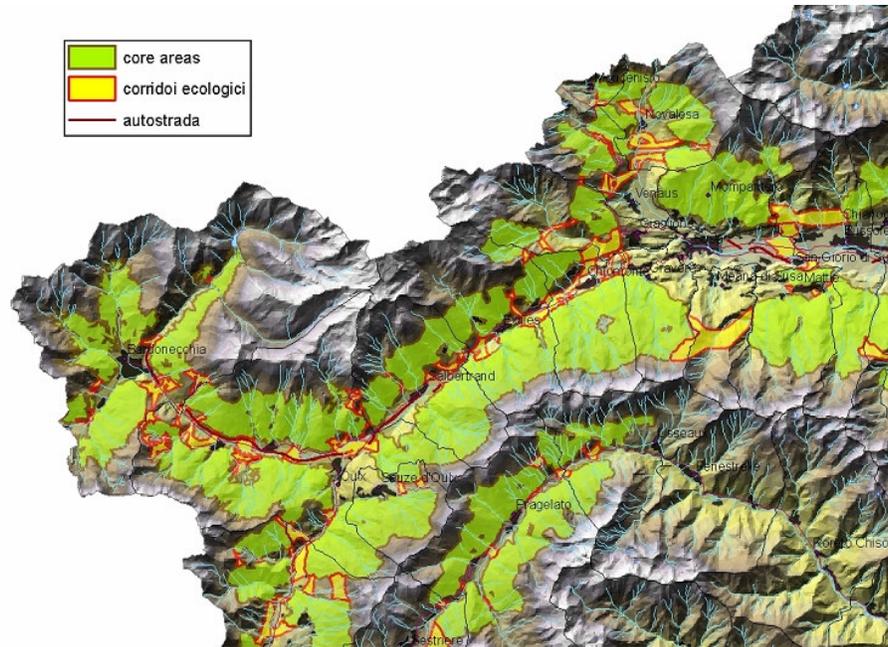


Figura 5 - Esempio di rete ecologica in Valle di Susa

Conclusioni

Il progetto è stato gestito interamente in ambiente GIS attraverso procedure di *geoprocessing* realizzate con il *model builder* di ARCGIS 9.2 ed ha portato alla creazione di nuove basi dati geografiche a livello regionale, scala 1.10.000 ed in formato *GRID*.

La modellistica realizzata fornisce un quadro conoscitivo di base per l'analisi spaziale dei fenomeni ecologici e consente di valutare gli scenari possibili a seguito del verificarsi di un determinato evento. Infatti, al variare di alcuni parametri (es. l'ipotesi della realizzazione di una infrastruttura, l'adozione di misure per la tutela e conservazione di una specie animale o l'aggiornamento di alcuni dati utilizzati per il calcolo dei modelli), è possibile aggiornare i dati di ingresso della procedura di *geoprocessing* e generare nuovi modelli spaziali a supporto della pianificazione territoriale. Le difficoltà maggiori si sono riscontrate nel reperimento dei dati con copertura omogenea e completa sul territorio regionale ed a scala opportuna (1:10.000) da inserire nei modelli. Per garantire il corretto funzionamento delle procedure di *geoprocessing* è stato necessario allestire un server dedicato con elevata memoria *RAM* e spazio disco. I modelli realizzati per la Rete Ecologica dei Mammiferi hanno prodotto infatti oltre 300 Gb di dati in formato *GRID*. Di questi, circa 100 Gb sono stati inseriti nel Sistema Informativo Geografico dell'Agenzia.

In futuro il progetto potrà estendere il calcolo delle reti ecologiche ad altri gruppi sistematici di rilevanza dal punto di vista ecologico in Piemonte.

Bibliografia

- Boitani L. et al., Rete ecologica nazionale. Un approccio alla Conservazione dei vertebrati italiani, univ. di Roma "la Sapienza" Dip. di Biologia Animale e dell'Uomo, 2002
- Guisan A., Zimmerman N. E., Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling, 2000.
- Hirzel, A.H., Helfer, V., Métral, F., Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Ecological Modelling, 2001