

2016

ASITA

Federazione Italiana delle **A**ssociazioni **S**cientifiche
per le **I**nformazioni **T**erritoriali e **A**mbientali



FEDERAZIONE ITALIANA DELLE ASSOCIAZIONI
SCIENTIFICHE PER LE INFORMAZIONI
TERRITORIALI ED AMBIENTALI

ISBN: 978-88-941232-6-5



ASSOCIAZIONE ITALIANA
DI CARTOGRAFIA



ASSOCIAZIONE ITALIANA
DI TELERILEVAMENTO



ASSOCIAZIONE METEOROLOGICA
E FISICA DI MONTAGNA



SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA
E TERMODINAMICA

Verso l'integrazione delle reti ecologiche nella pianificazione territoriale attraverso i *Geographic Information System*

Ignazio Cannas ^(a)

(a) DICAAR – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura, Università di Cagliari, Via Marengo 2, tel. 070 675 5200, e-mail ignazio.cannas@unica.it

ABSTRACT

La gestione dell'ambiente necessita dello sviluppo di strumenti di supporto decisionale nella pianificazione che integrino gli aspetti ecologici, economici e sociopolitici all'interno di un quadro interdisciplinare. L'integrazione dei concetti di rete ecologica nella pianificazione territoriale, al fine di mitigare le questioni legate alla pressione delle attività antropiche sulle componenti naturali, attraverso il riequilibrio dei collegamenti ecologici nell'ambito della Rete Natura 2000, è da diverso tempo argomento di ricerca di numerosi studiosi di diverse discipline. La rete ecologica deve essere un modello di riferimento per la conservazione, tutela e gestione della biodiversità nei processi di governo del territorio, attraverso un approccio sistemico di indirizzo per gli strumenti di pianificazione. Attualmente, la Rete Natura 2000 assume una configurazione spaziale di rete ecologica incompleta. Una rete ecologica è un sistema costituito da nodi e connessioni (in questo contesto: i primi, i siti della Rete Natura 2000; le seconde, non definite a priori). Se gli elementi connettivi sono considerati secondari o trascurati, viene meno il valore strategico della rete ecologica. Dunque, occorre sviluppare metodologie di identificazione dei cosiddetti corridoi ecologici; proprio in questo frangente il supporto degli strumenti della geomatica si rivelano di prezioso aiuto. Migliorare la connettività della rete ecologica, favorendo il mantenimento di una continuità fisico-territoriale ed ecologico-funzionale fra gli ambienti naturali nelle strategie pianificatorie, mediante una configurazione di corridoi ecologici, permetterebbe sia di considerare i benefici forniti dagli ecosistemi al genere umano, sia di mitigare gli effetti della frammentazione. L'analisi di interdipendenza della dimensione antropica con la dimensione ambientale, può avvenire attraverso approcci in ambiente GIS, finalizzati alla individuazione degli elementi connettivi per il completamento della rete ecologica, basati su connettività e integrità ecologica del territorio, al fine di definire indirizzi di sviluppo ecosostenibile all'interno dei processi decisionali di pianificazione territoriale.

[The environmental management requires the development of decision support tools in planning, to integrate ecological, economic and socio-political aspects into an interdisciplinary framework. The integration of ecological network concepts into spatial planning, in order to mitigate issues related to the pressure of human activities on natural components, through proper ecological connections into the Natura 2000 network, has involved since long time many researchers from different disciplines. The ecological network can be a reference model for the conservation, protection and management of the biodiversity in territorial governance processes, through a systemic approach to address the planning. Currently, Natura 2000, as ecological network, assumes an incomplete spatial configuration. An ecological network is a system that consists of nodes and connections (the first are the Natura 2000 Sites; the second are not defined yet). If connective elements are considered secondary or neglected, the strategic value of the ecological network cannot be enhanced. Therefore, we need to develop methodologies for the identification of the so-called ecological corridors; in this purpose, the support of geomatics tools would bring valuable assistances. Improving the connectivity of the ecological network, helping to maintain a physical-territorial and an ecological-

functional continuity between the natural environment in planning strategies, through ecological corridors, would also allow both to consider benefits provided by ecosystems to humankind and to mitigate the effects of fragmentation. The analysis of the interdependence of human dimension with the environmental dimension, can be developed through GIS-based approaches, to identify connection elements for the completion of the ecological network, based on the connectivity and the ecological integrity, in order to define addresses of sustainable development within decision processes.]

Introduzione

Nuovi approcci pianificatori sono necessari affinché la conoscenza e la considerazione degli elementi naturali vengano inseriti all'interno dei processi pianificatori.

I concetti che gravitano attorno alle reti ecologiche possono essere in grado di guidare il processo decisionale verso una sostenibilità ecologica e una fattibilità socioeconomica (Opdam *et al.*, 2006).

Lo scopo di questo contributo è mostrare come, attraverso alcuni geoprocessi implementabili in ambiente GIS, la costruzione di mappe tematiche possa aiutare un processo decisionale nell'ambito delle reti ecologiche in contesti fortemente antropizzati e dove la salvaguardia della biodiversità richiederebbe notevoli sforzi. La potenzialità di approcci *GIS-based* è illustrata attraverso un caso di studio che vuole evidenziare un processo conoscitivo della pressione antropica attraverso tecniche di *overlay mapping*, come già McHarg (1969/2007) aveva proposto. In questo senso gli approcci basati sulla *Land Suitability* in ambiente GIS possono essere di notevole aiuto nell'integrazione dei concetti ecologici nei processi di piano e nei processi valutativi.

Il contributo è così organizzato: nella prima parte vengono discussi argomenti inerenti la tutela della biodiversità come fornitrice di servizi ecosistemici e il vantaggio delle reti ecologiche in queste politiche; nella seconda parte viene argomentata l'integrazione dei concetti di rete ecologica nella pianificazione; nella terza parte viene presentato il caso di studio con un approccio qualitativo di analisi della pressione antropica da insediamenti e infrastrutture di trasporto in relazione al contesto metropolitano cagliaritano e i siti Natura 2000 ivi ricadenti; nell'ultima parte vengono presentate le conclusioni.

Il ruolo delle reti ecologiche nella conservazione della biodiversità

La biodiversità è una delle componenti fondamentali del capitale naturale, ma è anche fra le più complesse per le variabili in gioco tra specie e ecosistemi. Gli effetti della sua influenza sono di ampio spettro.

Il ruolo della biodiversità nel sostenere la fornitura di servizi ecosistemici è oggetto di studio da diverso tempo; nonostante la modalità con cui biodiversità e servizi ecosistemici si relazionano fra loro sia ancora poco chiara, la comprensione dei possibili effetti della perdita di biodiversità sulla fornitura di servizi ecosistemici, è in aumento; inoltre, è crescente l'importanza della conservazione della biodiversità al fine di sostenere i benefici ecologici, sociali ed economici per le generazioni future (Vihervaara *et al.*, 2012; Marino, 2014; De Simone *et al.*, 2016).

La biodiversità deve essere protetta e salvaguardata, perché gli stessi esseri umani fanno parte della biodiversità e la qualità ambientale è un fattore importante per garantire la coesione sociale e culturale e contribuire alla competitività economica. Una accurata gestione ambientale e l'applicazione pratica dei principi di sostenibilità sono necessari al fine di rendere o mantenere l'ambiente vitale complessivamente più sano. Già dal livello pianificatorio, ecosistemi e biodiversità possono essere rispettati, in quanto non sono solo una fonte di benessere umano, ma anche una condizione indispensabile per la nostra sopravvivenza (ECTP-CEU, 2013, pp. 18-19).

Una delle maggiori cause della perdita della biodiversità è la frammentazione degli habitat. Lo sviluppo di reti ecologiche, oltre che riconnettere un territorio, è necessario per contrastare o mitigare la frammentazione e la conseguente perdita di biodiversità (Bennett *et al.*, 2006). Per tale scopo il Piano Strategico per la Biodiversità 2011-2020 [*Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020*] raccomanda di mettere in atto strategie per migliorare lo stato della biodiversità salvaguardando gli ecosi-

stemi, le specie e la diversità genetica, attraverso approcci sistematici, ecologicamente rappresentativi, anche relativi ad approcci legati alla connettività di una rete ecologica¹. La principale funzione di una rete ecologica è favorire la mobilità e la vitalità delle specie tra habitat immerse in una matrice paesaggistica attraversabile. Le reti ecologiche generalmente sono costituite da *patch* di habitat tra (e in) aree che possono essere attraversate da diverse specie, spesso con l'ausilio di corridoi. La maggior parte degli habitat sono immersi nella vegetazione naturale o in zone agricole ampiamente utilizzate (Bakker *et al.*, 2015).

Una adeguata configurazione di corridoi ecologici assicura una connettività tale da garantire che le specie presenti nel cuore dell'ecosistema e nelle zone marginali possano muoversi disperdendosi tra gli ecosistemi.

La connettività di un paesaggio può essere definita come la possibilità che il paesaggio offre nel facilitare o impedire il movimento fra *patch* di habitat, nel supportare flussi di energia, organismi e materiali e la persistenza a lungo termine della biodiversità. Perciò la connettività è una delle maggiori questioni correlate alla dispersione delle specie in un territorio, alla loro persistenza e al mantenimento delle funzioni ecologiche (Pelorosso *et al.*, 2016).

Le analisi sulla connettività sono basilari per la strutturazione di una rete ecologica e per la valutazione dell'efficacia delle aree protette; tuttavia, vi è una mancanza di integrazione del concetto di connettività nella pianificazione attraverso il riconoscimento degli elementi territoriali che possono coadiuvare gli obiettivi della conservazione. (Correa Ayram *et al.*, 2016).

L'integrazione dei concetti di rete ecologica nella pianificazione

Il mantenimento di una continuità fisico-territoriale ed ecologico-funzionale fra gli ambienti naturali è sfruttabile come fattore strategico nel processo di piano all'interno di obiettivi di mitigazione degli effetti della frammentazione su popolazioni e comunità (Battisti, 2004). Massa (2001), in tema di integrazione delle reti ecologiche nella pianificazione, suggerisce un approccio basato sulla costruzione di una mappa tematica a supporto delle analisi da condurre; sulla identificazione di una specie focale o di un gruppo focale di specie nell'area di studio; sulla definizione delle relazioni tra specie e territorio; sulla definizione di una connettività potenziale; infine, sulla definizione di potenziali corridoi ecologici.

La connettività potenziale menzionata può essere intesa come una relazione fra attributi fisici del paesaggio e informazioni, seppure limitate, sulla capacità di dispersione, anche se relativamente per una specie, al fine di prevedere in che modo un dato paesaggio, o un insieme di *patch*, possano rispondere ad una tale esigenza (Calabrese *et al.*, 2004). L'impatto antropico ha una correlazione diretta con la resistenza che il paesaggio può offrire alla transizione delle specie nello spazio diminuendo la connettività (Correa Ayram *et al.*, 2017).

Durante i processi decisionali relativi ad un ambito in cui ricadono elementi di una rete ecologica è necessario conoscere anche un livello della pressione antropica insistente. Le attività umane sono in grado di influenzare il posizionamento e la dimensione delle *patch* di habitat, e la possibilità che una certa area venga attraversata. È dunque necessario potere determinare una configurazione di disturbo antropico al fine di tenerne conto come elemento detrattore della performance di una rete ecologica (Bakker *et al.*, 2015).

La valutazione dell'impatto antropico sul paesaggio e le eventuali conseguenze sulla connettività di una rete ecologica sono di cruciale importanza per lo sviluppo di politiche appropriate per la gestione sia per la conservazione del paesaggio e della biodiversità che per capire dove ricadano fattori critici legati alla frammentazione.

Pianificando con l'obiettivo della conservazione della biodiversità non si può prescindere dalla stretta correlazione esistente tra disturbo antropico e resistenza dispersiva delle specie (Correa Ayram *et al.*, 2017).

¹ Si consulti a tal proposito il report relativo a "Strategic Goal C, Aichi Biodiversity Target 11": <https://www.cbd.int/doc/strategic-plan/targets/T11-quick-guide-en.pdf> [ultima consultazione: 10 ottobre 2016].

Il caso di studio: la pressione antropica nella Città metropolitana di Cagliari

Il caso di studio, proposto in questo contributo, riguarda la costruzione di una mappa tematica per l'analisi della pressione antropica all'interno del contesto territoriale della Città metropolitana di Cagliari e dei siti della Rete Natura 2000 in essa ricadenti, con l'uso degli strumenti disponibili nel campo della geomatica.



Figura 1 – La Città metropolitana di Cagliari e i siti Natura 2000. La Città metropolitana di Cagliari si estende, nel sud della Sardegna, per circa 1300 km², conta circa 430.000 abitanti ed il suo territorio è interessato dalla presenza di 16 siti della Rete Natura 2000, dei quali alcuni contenuti in parte ed altri totalmente.

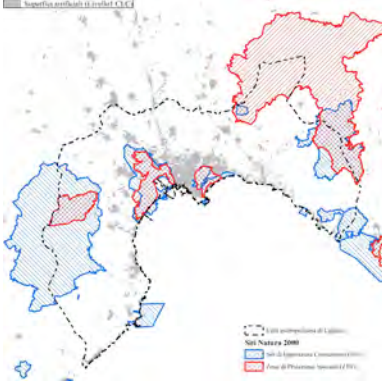
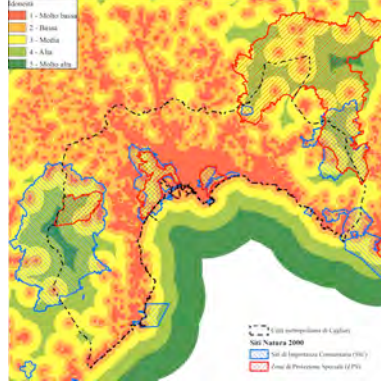
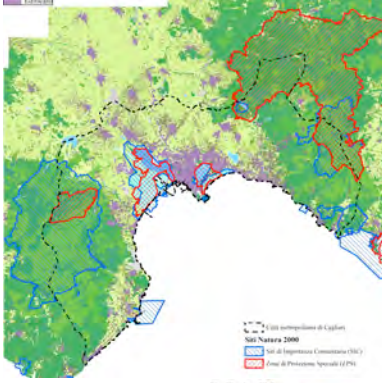
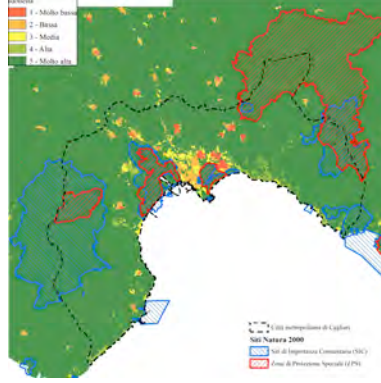
La pressione antropica, rispetto alla questione della connettività di una rete ecologica, può essere modellata come scaturente dalla presenza, in un dato territorio, di superfici artificiali e infrastrutture di trasporto. Per questi fattori le analisi possono essere basate sulla reciproca distanza e sulla concentrazione.

Al crescere della presenza antropica sotto forma di superfici artificiali, l'impatto determinato dall'insediamento sul suolo naturale e la propagazione spaziale dei fenomeni di disturbo fisico-chimico-biologico tendono ad aggravare la situazione ambientale già frammentaria (Romano *et al.*, 2013, p. 171). Le infrastrutture di trasporto, oltre ad avere un impatto fisico in termini di occupazione di suolo, sono anche fonte di impatti (legati all'inquinamento acustico, luminoso, visivo, indotto dai mezzi in transito) che non sono tollerati da alcune specie animali. Ad esempio, alcuni uccelli non riescono a comunicare attraverso le emissioni canore a causa dei rumori del traffico. Infatti, in Olanda è stata rilevata una presenza ridotta di alcune specie di uccelli sensibili nei frammenti di habitat. Il disturbo acustico può avere una influenza fino ad una distanza di 250 metri dalla strada (3,5 km se si tratta di una autostrada). Il disturbo luminoso può alterare il comportamento di specie come insetti o pipistrelli, ed altre specie. Ulteriori esperienze condotte nei Paesi Bassi sostengono che alcuni specie ungulate non si avvicinano a più di 500-600 metri dalle autostrade (Fabiatti *et al.*, 2011, pp. 15-16).

Metodologie e materiali

Allo scopo di definire un livello qualitativo di pressione antropica, derivante da urbanizzazione e infrastrutture, in un approccio di *Land Suitability*, sono stati calcolati i quattro indicatori riportati nella Tabella 1. Per ogni indicatore calcolato, è stato creato un raster, poi riclassificato, attraverso il

metodo dei *Natural breaks* di Jenks², in 5 classi secondo una legenda di idoneità qualitativa rispetto all'indicatore da molto bassa a molto alta.

Descrizione	Dati utilizzati per l'elaborazione	Mappa tematica
Distanza dalle superfici artificiali. L'indicatore esprime la decadenza del disturbo indotto dalle superfici artificiali all'aumentare della distanza. Sono stati generati dei <i>buffer</i> a distanze crescenti rispetto ai poligoni della Carta dell'Uso del Suolo³ del 2008 della Regione Autonoma della Sardegna (RAS), relativamente al livello 1 "Superfici artificiali" della classificazione Corine Land Cover (CLC).	 Le superfici artificiali della Carta dell'Uso del Suolo del 2008 della RAS selezionate per la costruzione dei <i>buffer</i>.	 Il raster riclassificato in 5 classi attraverso il metodo dei <i>Natural breaks</i> di Jenks.
Densità di superficie edificata. L'indicatore rappresenta il rapporto tra la superficie edificata e la superficie dell'unità territoriale di riferimento. Similmente alla formulazione di Romano et al. (2013) ($DU = \sum_i AUrb_i / A_r$, dove $AUrb_i$ rappresenta le i-esime superfici urbanizzate e A_r rappresenta la superficie della unità territoriale di riferimento) è stata calcolata una densità di superficie edificata. I dati utilizzati sono: lo strato informativo relativo all'edificato dell'Assetto insediativo⁴ del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) della RAS; la carta dell'uso del suolo della RAS per i poligoni delle unità di riferimento. Nello specifico, ad ogni unità di riferimento è stato assegnato il totale di superficie edificata al suo interno per mezzo di uno <i>spatial-join</i>.	 L'edificato dell'Assetto insediativo del PPR sovrapposto alla carta dell'uso del suolo della RAS classificata al livello 3 della codifica CLC.	 Il raster riclassificato in 5 classi attraverso il metodo dei <i>Natural breaks</i> di Jenks.

² Questo metodo genera classi con una varianza massima tra le singole classi e una minima varianza all'interno di ciascuna classe.

³ La Carta dell'Uso del Suolo del 2008 della RAS (in formato shp) è scaricabile all'indirizzo:

<http://www.sardegnaeoportale.it/index.php?xsl=1598&s=291548&v=2&c=8831&t=1> [ultima consultazione: 10 ottobre 2016].

⁴ L'edificato dell'Assetto Insiadativo del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) della RAS (in formato shp) è scaricabile all'indirizzo:

<http://www.sardegnaeoportale.it/index.php?xsl=1598&s=291552&v=2&c=8831&t=1> [ultima consultazione: 10 ottobre 2016].

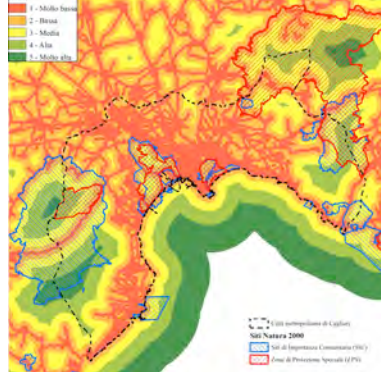
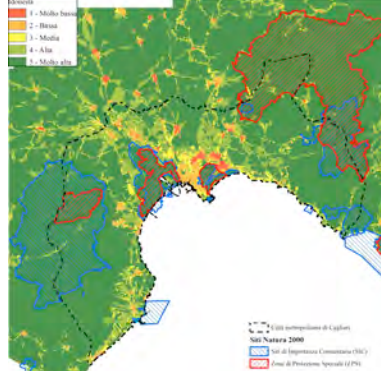
Descrizione	Dati utilizzati per l'elaborazione	Mappa tematica
Distanza dalle infrastrutture di trasporto. L'indicatore esprime la decadenza del disturbo indotto dalle infrastrutture di trasporto⁵ in funzione della distanza. L'indicatore è stato costruito generando dei <i>buffer</i> concentrici a distanze crescenti.	 La rete infrastrutturale scaricabile tramite i servizi WFS della RAS.	 Il raster riclassificato in 5 classi attraverso il metodo dei Natural breaks di Jenks.
Densità delle infrastrutture di trasporto. L'indicatore rappresenta la densità di infrastrutture di trasporto all'interno dei poligoni della carta dell'uso del suolo della RAS. L'indicatore viene definito come un rapporto tra la lunghezza complessiva di infrastrutture e la superficie del poligono della carta dell'uso del suolo in cui vi ricadono.	 La rete infrastrutturale sovrapposta alla carta dell'uso del suolo della RAS classificata al livello 3 della codifica CLC.	 Il raster riclassificato in 5 classi attraverso il metodo dei Natural breaks di Jenks.

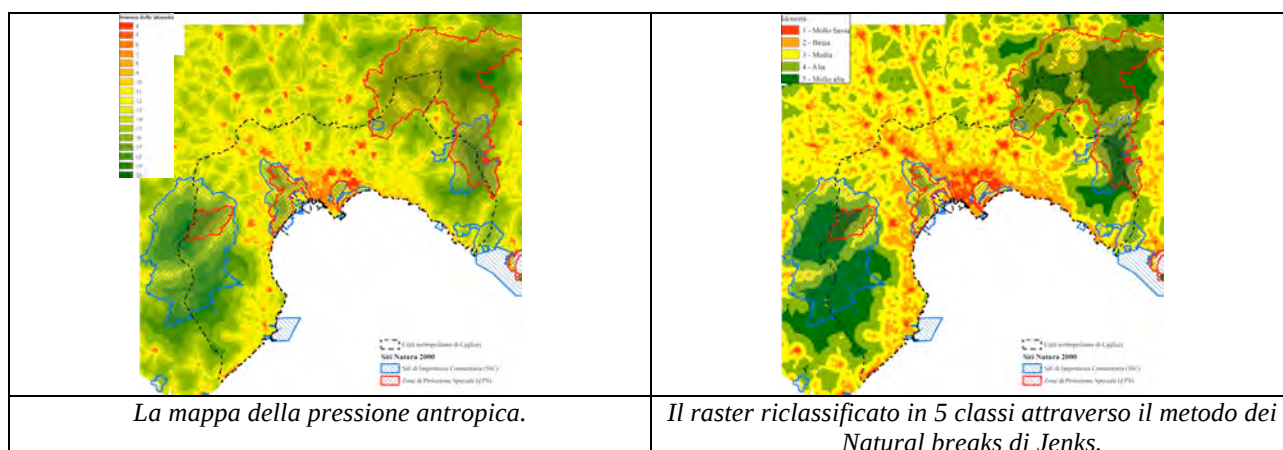
Tabella 1 – L'elaborazione delle mappe qualitative rispetto ad ogni indicatore.

Risultati

I raster di ogni indicatore, già riclassificati in una scala semantica da 1 a 5, indicante un livello di idoneità da molto basso a molto alto, sono stati sommati attraverso le funzioni di *MapAlgebra* ottenendo una mappa riportante valori da un minimo di 4 fino ad un massimo di 20.

La mappa ottenuta, rappresentante le pressioni antropiche, è stata, a sua volta, riclassificata in 5 classi analogamente agli indicatori di origine.

⁵ La rete infrastrutturale, comprendente le informazioni relative alla rete stradale e agli impianti ferroviari, utilizzata per questa analisi è scaricabile tramite i servizi di interoperabilità della RAS attraverso il servizio WFS per i dati vettoriali del SITR-IDT all'indirizzo: <http://webgis.regione.sardegna.it/geoserver/ows?service=WFS&request=GetCapabilities> [ultima consultazione: 10 ottobre 2016].



Conclusioni

In relazione all'importanza del capitale naturale, la pianificazione deve assumere nuove responsabilità e priorità; attraverso diversi modelli di sviluppo economico e sociale, si deve assicurare la tutela e la protezione delle risorse, la gestione dei valori ecologici e ambientali del territorio. Un piano capace di mappare e misurare qualità e funzionalità ecosistemiche dei suoli, di valutare gli impatti che le variazioni d'uso determinano, permetterebbe la formulazione preventiva di misure di mitigazione e compensazione (Arcidiacono *et al.*, 2016).

Pertanto, nella pianificazione territoriale, l'integrazione di schemi di movimento di specie, o dati sulla dispersione delle specie, al di fuori dei siti della Rete Natura 2000, si configura da diverso tempo come una notevole sfida. Un ambizioso obiettivo riguardante il miglioramento della connettività di una rete ecologica permette di perseguire contemporaneamente diverse azioni, quali: salvaguardare e conservare della biodiversità, mitigare gli effetti della frammentazione territoriale, valorizzare i servizi ecosistemici che habitat, specie e biodiversità sono in grado di fornire.

Tuttavia, il disturbo antropico è una delle cause della frammentazione ambientale, di cui uno dei principali esiti è la perdita della biodiversità. Il caso di studio presentato relativamente ai fattori di pressione antropica ha voluto evidenziare l'utilizzo dei sistemi di analisi basati sugli strumenti della geomatica al fine di supportare la costruzione di un quadro conoscitivo nell'ambito del processo pianificatorio. Un simile approccio può rappresentare una grande utilità nelle fasi iniziali in cui si rende necessario delineare un processo cognitivo dell'ambito pianificatorio; certamente in una fase più avanzata e dettagliata occorreranno informazioni e studi più specifici, in maniera tale che un iniziale conoscenza qualitativa possa poi divenire uno strumento quantitativo.

Poiché uno dei principali obiettivi di una descrizione quantitativa della frammentazione del paesaggio è analizzare e documentare l'andamento della frammentazione nel tempo, al fine di poter comparare diversi casi e valutarne le misure che possono essere utilizzate a compensazione (Jaeger, 2000), il prosieguo di questa ricerca verterà su tecniche di misurazione quantitativa e mappatura del fenomeno della frammentazione.

Riconoscimenti

Questo contributo è redatto nell'ambito del Programma di Ricerca "Natura 2000: Valutazione dei piani di gestione e studio dei corridoi ecologici come Rete complessa", finanziato, per gli anni 2015-2018, dalla Regione Autonoma della Sardegna, nel quadro del Bando per la presentazione di "Progetti di ricerca fondamentale o di base", annualità 2013, sviluppato presso il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR) dell'Università di Cagliari.

Bibliografia

Arcidiacono A., Viviani S. (2016), "Nuovi standard per la pianificazione urbanistica", in ISPRA, *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*, Rapporti 248/2016, pp. 77-79, ISBN 978-88-448-0776-4.

- Bakker M.M, Opdam P.F.M., Jongman R.H.G., Van den Brink A. (2015), “Model explorations of ecological network performance under conditions of global change”, in *Landscape Ecology*, 30, pp. 763-770, Springer, DOI: 10.1007/s10980-015-0181-9.
- Battisti C. (2004), *Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica*, Provincia di Roma, Assessorato alle politiche ambientali, Agricoltura e Protezione civile, ISBN 88-900297-6-5.
- Bennett G., Mulongoy K.J. (2006), *Review of Experience with Ecological Networks, Corridors and Buffer Zones*, CBD Technical Series No. 23, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada, ISBN 92-9225-042-6.
- Calabrese J.M., Fagan W.F. (2004), “A comparison-shopper’s guide to connectivity metrics”, in *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(10), pp. 529-536, DOI: 10.1890/1540-9295(2004)002[0529:ACGTCM]2.0.CO;2.
- Correa Ayram C.A., Mendoza M.E., Etter A., Pèrez Salicrup D.R. (2016), “Habitat connectivity in biodiversity conservation: A review of recent studies and applications”, in *Progress in Physical Geography*, 40(1), pp. 7-37, Sage, DOI: 10.1177/0309133315598713.
- Correa Ayram C.A., Mendoza M.E., Etter A., Pèrez Salicrup D.R. (2017), “Anthropogenic impact on habitat connectivity: A multidimensional human footprint index evaluated in a highly biodiverse landscape of Mexico”, in *Ecological Indicators*, 72, pp. 895-909, Elsevier, DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.09.007.
- De Simone S., Sigura M., Boscutti F. (2016), “Patterns of biodiversity and habitat sensitivity in agricultural landscapes”, in *Journal of Environmental Planning and Management*, pp. 1-20, Taylor & Francis Online, DOI: 10.1080/09640568.2016.1205971.
- ECTP-CEU (The European Council of Spatial Planners – Conseil Européen des Urbanistes) (2013), *The Charter of European Planning, Barcelona 2013. The Vision for Cities and Regions – Territoires of Europe in the 21st Century approved by the General assembly of Barcelona the 22th april 2013*, Editions Imprimages, Mariembourg, D/2013/8553/33.
- Fabietti V., Gori M., Guccione M., Musacchio M.C., Nazzini L., Rago G. (2011), a cura di, *Frammentazione del territorio da infrastrutture lineari. Indirizzi e buone pratiche per la prevenzione e la mitigazione degli impatti*, ISPRA, ISBN 978-88-448-0526-5.
- Jaeger J.A.G. (2000), “Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measure of landscape fragmentation”, in *Landscape Ecology*, 15(2), pp. 115-130, Springer, DOI: 10.1023/A:1008129329289.
- Marino D., Gaglioppa P., Schirpke U., Guadagno R., Marucci A., Palmieri M., Pellegrino D., Gusmerotti N. (2014), “Assessment and governance of Ecosystem Services for improving management effectiveness of Natura 2000 sites”, in *Bio-based and Applied Economics*, 3(3), pp. 229-247, FUPress, Firenze, DOI: 10.13128/BAE-15087.
- Massa R. (2001), “Uso dei concetti di specie focale e di idoneità ambientale per la progettazione di una rete ecologica territoriale”, in Negri J. (a cura di), *Reti Ecologiche. Azioni locali di gestione territoriale per la conservazione dell’ambiente*, Centro Studi Valerio Giacomini.
- McHarg I. (2007), *Progettare con la natura*, Collana habitat, Franco Muzzio Editore, ISBN 978-88-7413-152-5 [Traduzione dell’originale: McHarg I. (1969), *Design with Nature*, Doubleday & Company, Inc. Garden City, New York].
- Opdam P., Steingröver E., van Rooij S. (2006), “Ecological networks: A spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes”, in *Landscape and Urban Planning*, 75, pp. 322-332, Elsevier, DOI: 10.1016/j.landurbplan.2005.02.015.
- Pelorusso R., Gobattoni F., Geri F., Monaco R., Leone A. (2016), “Evaluation of Ecosystem Services related to Bio-Energy Landscape Connectivity (BELC) for land use decision making across different planning scales”, in *Ecological Indicators*, 61, pp. 114-129, Elsevier, DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.01.016.
- Romano B., Zullo F., (2013), “Valutazione della pressione insediativa – Indicatori e sperimentazioni di soglie”, in Battisti C, Conigliaro M, Poeta G, Teofili C., (a cura di), *Biodiversità, disturbi*,

minacce. Dall'ecologia di base alla gestione e conservazione degli ecosistemi, Forum Editrice Universitaria Udinese, UDINE, ISBN: 978-88-8420-803-3.

Vihervaara P., Kumpula T., Ruokolainen A., Tanskanen A., Burkhard B. (2012), "The use of detailed biotope data for linking biodiversity with ecosystem services in Finland", in *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 8(1-2), pp. 169-185, DOI: 10.1080/21513732.2012.686120.