

# ***Stima dei servizi ecosistemici a scala regionale come supporto a strategie di sostenibilità***

## ***Evaluation of ecosystem services at regional scale as support to sustainability strategies***

**Maria Angela Cataldi<sup>1</sup>, Elisa Morri<sup>2</sup>, Rocco Scolozzi<sup>3\*</sup>,  
Nicola Zaccarelli<sup>1</sup>, Riccardo Santolini<sup>2</sup>, Daniela Silvia Pace<sup>4</sup>,  
Marco Venier<sup>4</sup> & Claudia Berretta<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dip. di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento,  
Prov.le Lecce-Monteroni, 73100 Lecce

<sup>2</sup> Dip. di Scienze dell'Uomo dell'Ambiente e della Natura, Università degli studi di Urbino,  
Campus scientifico Sogesta località Crocicchia, 61029 Urbino

<sup>3</sup> Area Ambiente e Risorse Naturali, Fondazione Edmund Mach, IASMA Centro Ricerca e Innovazione,  
Via Edmund Mach, 1, 38010 S. Michele all'Adige (TN)

<sup>4</sup> Systema Naturae – Fondazione per la Biodiversità Onlus (Roma),  
Accademia Nazionale dei Lincei, Via della Lungara 229-230, 00165 Roma

\*rocco.scolozzi@iasma.it

### ***Abstract***

I servizi e i beni erogati da ecosistemi (servizi ecosistemici, SE) sono essenziali al benessere dell'uomo e allo stesso tempo supportano economie dalla scala locale a quella regionale e nazionale. D'altra parte, solitamente, le valutazioni economiche tradizionali non considerano l'insostituibilità o l'irriproducibilità di tali risorse. La contabilità ambientale dovrebbe valutare il loro ammontare e specialmente la loro dinamica per supportare strategie di sostenibilità, anche a fronte di variazioni climatiche nel breve, medio e lungo periodo.

In questo contributo si propone una prima stima dei servizi ecosistemici a scala nazionale, su base regionale, relativa a due finestre temporali, 1990 e 2000. Tale stima si basa su una revisione della letteratura riguardante la valutazione economica dei SE e una correzione "locale" per gli ecosistemi italiani. Tale calibrazione è stata costruita con un approccio expert-based attraverso il metodo dell'indagine Delphi. Tra i fattori di correzione sono considerati la quota e la distanza da sorgenti di pressione (aree urbanizzate). Questi sono stati selezionati perché ritenuti tra i più influenti sulla capacità degli ecosistemi di erogare SE tra quelli relativamente disponibili per l'intero territorio italiano.

Il risultato di questa stima rappresenta in modo spazialmente esplicito un primo “censimento” dei SE a livello italiano, su base regionale. Tali informazioni, da affinarsi in seguito in termini di risoluzione spaziale e tematica, costituiscono già una base conoscitiva utile a definire il capitale naturale italiano e a supportare strategie di sviluppo sostenibile.

## Introduzione

I processi svolti dagli ecosistemi naturali supportano la vita sulla Terra, dal punto di vista antropocentrico, questi processi erogano beni e servizi (Servizi Ecosistemici, SE) da cui dipende il benessere umano. L'erogazione di questi SE è sempre più minacciata, come recentemente riconosciuto nel Millennium Ecosystem Assessment (2005), dall'impatto ecologico delle attività umane. I SE raramente sono contabilizzati o inclusi nelle priorità di politiche o di sviluppo, nonostante contribuiscano ad una parte rilevante dell'economia e del valore economico dei territori in cui viviamo (Wilson et al., 2004). Esplicitare il valore economico di SE potrebbe facilitare l'integrazione di aspetti ambientali nelle decisioni e scelte economiche. Soprattutto di fronte a piani e progetti, che modificheranno le coperture e gli habitat (quindi gli ecosistemi), conoscere eventuali perdite in termini di funzioni o servizi può aiutare a operare scelte più sostenibili, sia in senso ecologico sia economico.

Ormai sono numerosi le valutazioni sul valore economico dei SE a livello mondiale (da Costanza et al., 1997). Recentemente diversi autori rilevano la necessità di un'integrazione della valutazione dei SE nei processi decisionali di pianificazione e gestione sostenibile del territorio, a differenti livelli scalari di analisi (de Groot et al., 2002). Per la realtà italiana sembrano piuttosto scarsi gli studi condotti, e solitamente limitati per area considerata e numero di SE considerati. La valutazione dei flussi di SE è un'area di ricerca relativamente recente (Santolini 2008; Chiabai et al., 2009; Petrosillo et al., 2009). In particolare, sembra mancare una caratterizzazione esaustiva dei diversi SE alla scala regionale, alla quale operano gli strumenti di pianificazione, che possa orientare i decisori verso scelte più consapevoli di un uso sostenibile delle risorse e dei territori.

D'altra parte, la valutazione economica di SE per vaste aree (es. sovra provinciali) è complessa e costosa. In questi casi si ricorre a una stima mediante il metodo detto *ecosystem value transfer* (Navrud & Bergland, 2001), un approccio estesamente applicato per ottenere una stima del valore economico di beni e servizi erogati dagli ecosistemi qualora non si disponga di dati e informazioni sufficienti a causa di vincoli temporali o economici (NRC, 2005). Tale approccio si basa su analogie tra eco-

sistemi valutati direttamente e quelli oggetto di valutazione (Nijkamp et al., 2008). I risultati sono credibili nella maniera in cui si riesce a provare queste analogie o si modificano e adattano i valori di letteratura al caso in esame.

L'obiettivo del presente contributo è mostrare una prima stima dei servizi ecosistemici a scala nazionale, su base regionale, basata su un'analisi della letteratura internazionale e una calibrazione locale. Nella prima parte è descritta la metodologia sviluppata per calibrare il *value transfer* sugli ecosistemi delle regioni italiane, a partire dai dati Corine Land Cover. Dopo aver esemplificato alcuni risultati, il lavoro si conclude con alcune osservazioni sulle future applicazioni dell'approccio adottato a livello nazionale e sulle implicazioni nel campo della pianificazione e gestione del territorio.

## Materiali e metodi

Nel presente studio la valutazione dei SE è consistita in un adattamento del metodo *ecosystem value transfer*, sulla base di dati di letteratura derivati dal database ECOVALUE (2004, <http://ecovalue.uvm.edu>) e dei dati di copertura CORINE LAND COVER (CLC) riferiti al 1990 e al 2000. In dettaglio, il valore dei servizi ecosistemici è ottenuto mediante una sorta di somma pesata, in misurato in flusso annuo (€/anno):

$$VSE_k = \sum_f A_k \times P_{kf} (quota, dist, area) \times V_f$$

Dove:  $A_k$  area totale uso del suolo  $k$  (in ha)

$P_{kf}$  funzionalità dell'uso del suolo  $k$  di erogazione del servizio  $f$

$V_f$  valore economico del servizio ecosistemico  $f$  (in €/ha · anno<sup>-1</sup>)

Il valore  $V_f$  è ricavato dalla letteratura economica. Il peso  $P_{kf}$  o fattore di funzionalità (tra 0 e 1), è stato definito sulla base del parere degli esperti, tramite il metodo dell'indagine Delphi. Tale metodo prevede un questionario somministrato individualmente e reiterato in più turni. A ogni turno sono forniti al rispondente le stime e i commenti di tutti gli altri. Il processo dovrebbe portare a una convergenza delle opinioni.

I dati della letteratura economica sono stati ricavati dal database di ECOVALUE, integrato con una revisione ed estensione della letteratura al 2009. Da que-

sta collezione di studi si sono selezionati quelli più pertinenti o più analoghi al caso di studio. Nello specifico sono stati raccolti o dedotti valori monetari espressi in € 2007/ha di 10 servizi ecosistemici (come classificati in ECOVALUE) potenzialmente erogati da ciascuna categoria di uso del suolo.

Nella tabella I si presentano i valori medi derivati da letteratura dei SE potenzialmente “erogati” dalle diverse coperture, tale matrice non è completa poiché alcuni tipi di uso del suolo possono fornire solo alcuni SE, o non sono disponibili le relative valutazioni.

Tabella I: Estratto della matrice dei valori medi (in € 2007 / ha all'anno) dei diversi SE per differenti usi del suolo.

	Climate and Atmospheric Gas Regulation	Freshwater Regulation and Supply	Nutrient Regulation	Habitat Refugium, and biodiversity	Aesthetic and Amenity	Pollination	Soil Retention and Formation	Recreation	Waste Assimilation
Cropland	€ 23	€ 58	€ 145	€ 1.548	€ 31	€ 31		€ 28	
Pasture - grassland	€ 7	€ 3			€ 1	€ 24		€ 2	€ 76
Forest	€ 124	€ 87	€ 317	€ 629	€ 2	€ 302		€ 60	€ 76
Barren Land									
Urban Green	€ 624	€ 10						€ 4.609	
Beaches					€ 8.788			€ 760.298	
Freshwater - Wetland	€ 232	€ 5.260	€ 212	€ 80	€ 3.484			€ 1.310	€ 1.454
Saltwater-wetland	€ 117	€ 1.672		€ 267	€ 219			€ 30	€ 6.779
Freshwater		€ 621			€ 129		€ 1.067	€ 685	€ 583
Saltwater	€ 33	€ 134	€ 9.298	€ 582	€ 617			€ 243	

La definizione del peso  $P_{kfs}$  specifico per ciascuna coppia copertura e servizio (CLC-SE), ha tenuto conto della diversa funzionalità dell'uso del suolo  $k$  di erogazione del servizio  $f$  rispetto alle classi più generali di copertura usate nella letteratura (vedi Tab. I) e di uno dei due fattori locali, calcolati per ogni poligono CLC: quota e distanza da aree urbane. Così, l'adattamento al caso Italia ha comportato una prima

differenziazione tra sotto-categorie di uso del suolo, distinguendo una diversa funzionalità di erogazione di SE ad esempio tra diversi tipi di bosco (latifoglie, conifere, misto), e una seconda calibrazione per distinguere diverse condizioni del contesto territoriale a parità di copertura. Le variabili quota e distanza sono state selezionate in base ad alcune assunzioni e alla limitata disponibilità di dati spaziali omogenei per tutto il territorio italiano. Si assume che la quota a scala nazionale possa discriminare a parità di uso del suolo una diversa capacità di erogare servizi ecosistemici, ad esempio si pensi al servizio di “nutrient regulation” di due aree boscate a latifoglie alla quota 0-800 metri e 800-1500. Si assume che a parità di uso del suolo una diversa distanza da aree urbane abbia ripercussioni specialmente su alcuni servizi ecosistemici. Queste ripercussioni possono essere sia negative, si pensi alla funzione di habitat di un'area umida a una distanza tra 0-500 m o maggiore di 1500 m da una città, sia positive, si pensi al valore ricreativo di un bosco vicino alle abitazioni o remoto e difficilmente accessibile.

## **Risultati**

La stima del peso, o funzionalità, è stata definita da un gruppo di dieci esperti. Il gruppo ha svolto due focus group (a distanza) per concordare la variabile (tra quota e distanza) più significativa più rilevante per ciascun SE, gli intervalli numerici degli attributi quota e distanza, la qualità della relazione (positiva vs. negativa) tra il servizio e l'attributo (quota-distanza). Dopo la prima definizione è stata compiuta una seconda stima autonoma degli esperti (secondo il metodo dell'indagine Delphi). La seconda stima ha portato a una certa convergenza dei pareri esperti, quindi a una definizione più robusta dei fattori di correzione.

Per brevità si riportano solo alcuni risultati della valutazione su base esperta dei SE a scala regionale. Nello specifico ci si riferisce ai servizi “Regolazione climatica e dei gas atmosferici” (Clima) e “Regolazione dei nutrienti” (Nutrienti). Il primo consiste nell'insieme di processi biotici e abiotici supportati da componenti naturali o semi-naturali degli ecosistemi che influenzano il bilancio chimico d'atmosfera in svariati modi (es. bilancio CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, regolazione dei livelli di SO<sub>x</sub>). Il secondo servizio consiste nella capacità da parte di piante e animali, supportati da taluni ecosistemi, di utilizzare e trasformare (accumulare) azoto, potassio e zolfo (es. processo di nitrificazione per opera di batteri azoto-fissatori).

Nella figura 1 si mostra l'evoluzione dei flussi di valore dei citati SE per l'Italia tra il 1990 e il 2000. Nello specifico, si può notare (Tab. II) che generalmente il servizio Nutrienti è diminuito e in misura maggiore rispetto al servizio Clima, soprattutto in Liguria (-34,5%) e Molise (-19,2%). Le uniche regioni in cui tale flusso di valore è aumentato sono la Sardegna (+1,1%) e la Calabria (+0,9%). Il servizio Clima è diminuito in modo poco significativo, con un massimo di perdita per l'Umbria (-0,7%), altrove è invece aumentato, specie in Piemonte (+5,1%).

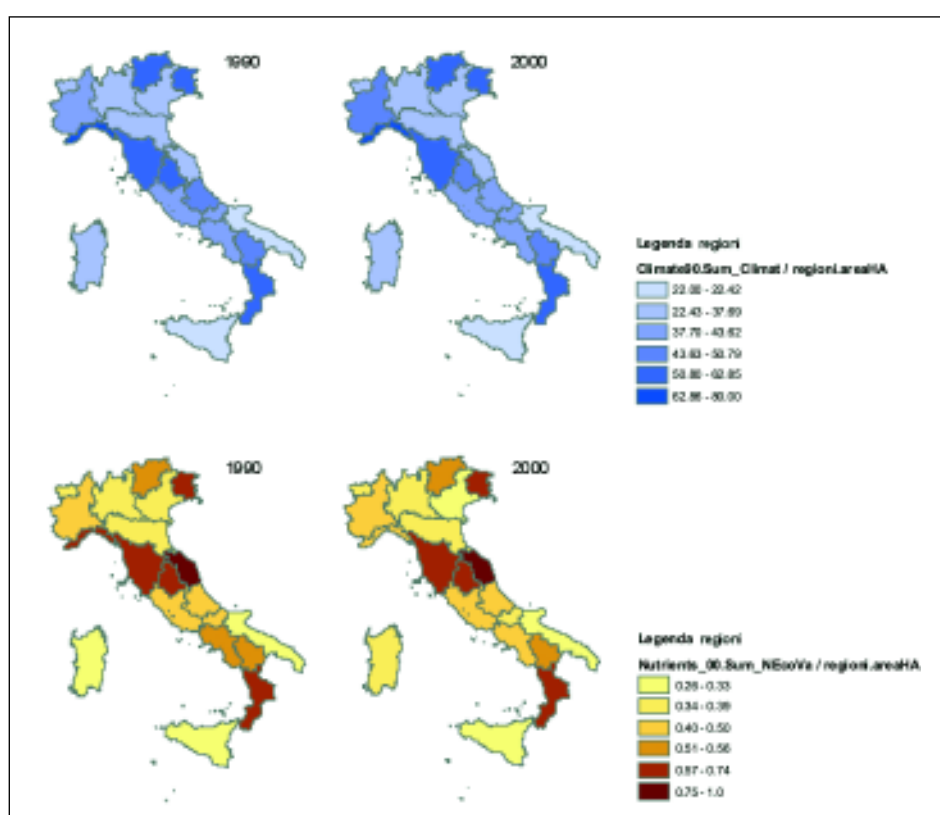


Figura 1: Valore complessivo regionale (in kilo-euro per ettaro) per il servizio di "Regolazione climatica e dei gas atmosferici" (sopra) e del servizio "Regolazione dei nutrienti" (sotto) e sua variazione fra il 1990 e 2000 sulla base dell'elaborazione dei dati CORINE Land-cover.

Tabella II: Andamento regionale e nazionale del valore economico in kilo-euro per i due servizi di "Regolazione climatica e dei gas atmosferici" (Clima) e del servizio "Regolazione dei nutrienti" (Nutrienti) e sua variazione percentuale rispetto all'anno 1990.

Servizio	Valore per l'anno 2000 (k€)		Variazione % rispetto 1990	
	Nutrienti	Clima	Nutrienti	Clima
<b>Regione</b>				
Abruzzo	513	47,052	-5.7	-0.2
Val d'Aosta	126	11,238	-0.5	-0.3
Basilicata	528	45,480	-5.1	0.1
Calabria	1,082	82,370	0.7	-0.6
Campania	677	58,992	-8.5	-0.1
Emilia-Romagna	759	81,978	-11.2	1.5
Friuli V.G.	489	43,825	-14.3	0.1
Lazio	791	69,131	-4.1	-0.1
Liguria	239	43,120	-34.5	1.3
Lombardia	824	89,105	-8.1	-0.1
Marche	853	34,718	-7.3	-0.005
Molise	166	17,929	-19.2	-0.2
Piemonte	1,068	116,866	-9.2	5.1
Puglia	501	42,509	-5.3	-0.2
Sardegna	805	79,237	1.1	-1.4
Sicilia	836	57,610	-0.4	0.1
Toscana	1,430	137,992	-4.5	1.3
Trentino	703	85,586	-8.3	0.2
Umbria	528	42,939	-8.2	-0.7
Veneto	592	69,378	-10.9	0.1
<b>TOTALE</b>	<b>13,521</b>	<b>1,257,054</b>		

## Discussione

La valutazione economica dei SE ha assunto dal 1997 (Costanza et al., 1997) un'importanza applicativa crescente, diventando strategica nella salvaguardia di quei processi territoriali che mantengono beni e servizi funzionali al benessere dell'uomo e delle sue attività. Nonostante ciò, i SE in genere non sono ancora inclusi nei criteri di pianificazione e gestione del territorio, i quali non tengono conto dei costi derivanti dal degrado e dalla perdita degli ecosistemi e delle loro funzioni.

Esiste una controversia concettuale riguardo all'uso di approcci economici applicati agli ecosistemi (Pimm, 1997; Norgaard et al., 1998). L'approccio economico, infatti, è di natura antropocentrica e valuta gli ecosistemi secondo l'utilità per l'uomo. La stima del valore dei SE è inevitabilmente soggettiva in quanto i SE possono

essere percepiti in modo differente da diversi soggetti in diversi contesti. Tuttavia, utilizzando strumenti e metodi dell'economia è possibile giungere a indicazioni generali e condivisibili. Il termine monetario costituisce un metro comune che facilita le analisi dei costi e benefici e permette di valutare le criticità o le potenzialità associate a particolari misure di gestione da intraprendere e ai possibili scenari d'intervento.

I primi risultati presentati, relativi alla variazione del valore economico dei SE su base regionale, consentono di associare ai cambiamenti di uso del suolo modifiche nella fornitura potenziale di SE. Da queste informazioni si possono dedurre indicazioni su vulnerabilità e potenzialità tra regioni, che dovrebbero essere considerate nella definizione di strategie di sviluppo futuro così come nella gestione attuale.

Dai risultati preliminari emerge, ad esempio, che in alcune regioni i cambiamenti di uso del suolo hanno portato a una diminuzione importante del servizio di "Regolazione dei nutrienti", con potenziale impoverimento della disponibilità per le attività agricole. Per il servizio di "Regolazione climatica e dei gas atmosferici", invece, la variazione di coperture CLC 1990-2000 non evidenziano significative variazioni.

Lo studio presentato, ancora in via di sviluppo, presenta dei limiti, alcuni concernenti i dati disponibili, altri di tipo metodologico. Per esempio il dato di base, la copertura per l'Italia secondo la classificazione CORINE Land Cover, essendo stato prodotto per una scala di riferimento di 1:100.000 non permette di individuare le moltissime aree umide inferiori ai 25 ha e trascura la fitta rete idrografica nazionale. Queste aree, anche se di ridotte dimensioni, sostengono molti SE e in modo molto efficiente. Dal punto di vista metodologico un limite consiste nello stimare l'erogazione di SE solamente sulla base delle coperture di uso del suolo e di fattori di correzione topografici. Molte altre variabili, correlate a processi ecologici complessi, influenzano la produttività di SE da parte di una stessa copertura. Un primo esempio è la superficie, alcuni processi sono sostenuti solo da aree con una minima estensione (effetto "massa critica"): si pensi a un piccolo bosco, ad esempio, esso non svolge gli stessi servizi (es. regolazione del clima) svolti da una foresta.

Un possibile sviluppo futuro di quest'approccio è di introdurre ulteriori coefficienti di correzione, per considerare altri processi sottesi all'erogazione di SE e per contestualizzare meglio il loro valore economico. Lo stesso approccio potrebbe essere affinato per alcune regioni target con l'uso di altri dati, attualmente non disponibili per tutta Italia, quali la carta degli habitat derivati dal progetto Carta della Natura (ISPRA, 2009) e altri indicatori più significativi come l'indice di valore ecologico e l'indice di pressione, applicati alla carta degli habitat.



## Conclusioni

La valutazione dei servizi ecosistemici (SE) in un dato territorio può essere di grande utilità per i decisori nel valutare gli effetti del cambiamento di uso del suolo sullo stesso benessere umano, legato inevitabilmente all'erogazione dei SE. Nel presente studio si sono presentati i primi risultati di una stima di SE per tutto il territorio nazionale, tramite l'approccio *value transfer* spazialmente esplicito. I risultati riguardano i cambiamenti nell'erogazione di SE a scala regionale dovuti al cambiamento di uso del suolo intercorso tra il 1990 e il 2000.

## Bibliografia

- Chiabai, A., Travisi, C. M., Ding, H., Markandya, A. & Nunes, P. A. L. D. (2009) *Economic Valuation of Forest Ecosystem Services: Methodology and Monetary Estimates*. Note di Lavoro della Fondazione Eni Enrico Mattei. Available at: <http://www.feem.it>.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. & van den Belt, M. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, **387**, 253-260.
- de Groot, R. S., Wilson, M. A. & Boumans, R. M. J. (2002) A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Special Issue: The Dynamics and Value of Ecosystem Services: Integrating Economic and Ecological Perspectives. *Ecological Economics*, **41**, 393-408.
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA (2009) *Progetto Carta della Natura*. Available at: [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/Carta\\_della\\_Natura/](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/Carta_della_Natura/).
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis Report*. Island Press, Washington, DC.
- National Research Council (2005) *Valuing Ecosystem Services: Toward Better Environmental Decision Making*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Nijkamp, P., Vindigni, G. & Nunes, P. A. L. D. (2008) Economic valuation of biodiversity: A comparative study. *Ecological Economics*, **67**, 217-231.
- Navrud, S. & Bergland, O. (2001) *Value Transfer and Environmental Policy. EVE Policy Research Brief Series*. Cambridge Research for the Environment.
- Norgaard, R. B., Collin, B., Values Reading Group (1998) Special Section: Forum on Valuation of Ecosystems Services. *Ecological Economics*, **25**, 37-39.
- Petrosillo, I., Zaccarelli, N., Semeraro, T. & Zurlini, G. (2009) The effectiveness of different conservation policies on the security of natural capital. *Landscape and Urban Planning*, **89**, 49-56.
- Pimm, S. L. (1997) The value of everything. *Nature*, **387**, 231-232.
- Santolini, R. (2008) Paesaggio e sostenibilità: i servizi ecosistemici come nuova chiave di lettura della qualità del sistema d'area vasta. *Riconquistare il Paesaggio, la Convenzione Europea del Paesaggio e la conservazione della biodiversità in Italia*. MIUR, WWF Italia, 232-244.
- Wilson, M., Troy, A. & Costanza, R. (2004) The Geography of ecosystem services: Maximizing the value of landscapes in land use conservation. *Cultural Landscapes*. M. Dietrich & J. van der Straaten (eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.