

## 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

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

<sup>1</sup>*Università degli studi di Urbino, Dip. di Scienze dell'Uomo dell'Ambiente e della Natura  
Campus scientifico Sogesta località Crocicchia, 61029 Urbino,*

<sup>2</sup>*Università del Salento, Dip. di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Prov.le Lecce-  
Monteroni, 73100 Lecce*

<sup>3</sup>*Systema Naturae - Fondazione per la Biodiversità Onlus (Roma)  
Accademia Nazionale dei Lincei, Via della Lungara, 229-230 - 00165 Roma*

<sup>4</sup>*IASMA Centro Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach,  
Area Ambiente e Risorse Naturali, S. Michele all'Adige, via Edmund Mach, 1, 38010 (TN),  
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 che si basa su criteri "nuovi" (Daily, 1977, 1996), 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 meta-analisi della letteratura riguardante la valutazione economica dei SE e su una correzione dei valori presenti 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 dei valori disponibili in letteratura 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, o priorità d'interventi per il raggiungimento di obiettivi individuati a livello comunitario e/o internazionale (es. A sustainable Europe for a better world: A European Union Strategy for Sustainable Development COM, 2001).

### 1. Introduzione

I beni e servizi forniti dagli ecosistemi naturali contribuiscono al benessere umano, direttamente o indirettamente, e pertanto rappresentano una porzione significativa, spesso ancora non contabilizzata, del valore economico totale dei paesaggi in cui viviamo (Wilson et al., 2004).

Come recentemente riconosciuto nel Millennium Ecosystem Assessment (2003), essi rappresentano un forte legame tra sfera economica ed ecologica, poiché le strutture e i processi ecosistemici sono influenzati dai drivers biofisici (i.e., radiazione solare, pressione orogenetica, pattern climatici) che creano le condizioni necessarie per fornire quei beni e servizi a cui l'uomo dovrebbe attribuire un

valore, attraverso leggi, scelte di mercato e provvedimenti politici, ma che spesso vengono perduti a causa dell'alterazione delle strutture e dei processi ecologici e del paesaggio.

Pertanto, il concetto di SE è di grande utilità per ricercatori e decisori nel valutare in modo oggettivo il legame che intercorre tra cambiamenti di uso del suolo, in grado di influenzare la diversità biologica (dalle specie agli ecosistemi) e il benessere umano, legato all'erogazione dei SE a scale differenti (locali nel breve periodo, o sovra-locali nel medio e lungo periodo).

Nonostante le ricerche consistenti sul valore economico dei SE a livello mondiale (Costanza et al., 1997) sulla loro integrazione nei processi decisionali di pianificazione e gestione sostenibile del territorio, a differenti livelli scalari di analisi (de Groot et al., 2002), risultano piuttosto scarsi gli studi condotti sugli ecosistemi italiani. D'altra parte, la valutazione dei flussi di SE da parte degli ecosistemi è un'area di ricerca relativamente recente (Santolini 2008; Chiabai et al., 2009; Petrosillo et al., 2009). In particolare, molte delle valutazioni sono comunque puntuali e quindi valide localmente o frutto di generalizzazioni e indicative a livello mondiale (o nazionale, es. confronto tra paesi o macro-regioni). Manca quindi una caratterizzazione alla scala regionale, alla quale operano gli strumenti di pianificazione, che possa indirizzare i decisori verso scelte più consapevoli di un uso sostenibile delle risorse.

Se da un lato, risulta difficile modellare i processi ecosistemici all'interno di un paesaggio, inteso come sistema complesso (cfr Levin, 1998), si rivela urgente giungere per lo meno a delle stime del valore dei SE, aspettando di aver dati più dettagliati e modelli più accurati. L'approccio al *value transfer* (Navrud & Bergland, 2001) è un approccio estesamente applicato che permette di 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 ecosistemi valutati altrove (dalla letteratura) e quelli oggetto di studio (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. Nel nostro caso si è trattato di rendere il *value transfer* spazialmente esplicito, disaggregando il paesaggio in unità di uso del suolo e tipologie di SE. Il presente lavoro si presenta come approccio al *value transfer* per la realtà italiana al fine di valutare i cambiamenti nell'erogazione di SE a scala regionale dovuti al cambiamento di uso del suolo intercorso tra il 1990 e il 2000.

Nella prima parte è illustrata la procedura di classificazione e valutazione dei SE associati a differenti usi del suolo. Nella seconda parte, è descritta la metodologia sviluppata per calibrare il *value transfer* sugli ecosistemi delle regioni italiane, a partire da un'analisi della letteratura mondiale (meta-analisi). 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.

## 2. Materiali e metodi

L'approccio dell'*ecosystem value transfer* richiede una più completa possibile raccolta di informazioni derivanti da studi specifici di valutazione. Alcune collezioni di valutazioni sono già disponibili e organizzate in database, nel corso di recenti progetti con analoghe finalità (es. progetto ECOVALUE, <http://ecovalue.uvm.edu>). Il database di ECOVALUE è stato utilizzato come base di partenza e integrato con una revisione di altri database e altri fonti bibliografiche, tra cui:

- ARIES University of Vermont
- EnValue, Environmental Protection Agency of New South Wales, Australia
- Environmental Valuation Reference Inventory (EVRI)
- Nature Valuation & Financing CaseBase

Da questa 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.

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

Gli usi del suolo (Tab. I) usati nel progetto ECOVALUE sono più generali della classificazione CLC disponibile per l'Italia riferita agli anni 1990 e 2000. L'adattamento dei valori di letteratura al caso Italia ha comportato una prima differenziazione tra sotto-categorie di uso del suolo, distinguendo ad esempio tra diversi tipi di bosco (latifoglie, conifere, misto). Una seconda calibrazione è stata operata per distinguere diverse condizioni del contesto territoriale a parità di copertura. Per la calibrazione si sono usate informazioni spaziali disponibili in modo uniforme per tutto il territorio italiano: la quota (m.slm) e distanza (m) da sorgenti di pressione. Queste informazioni sono state elaborate per ciascun poligono di uso del suolo rispettivamente a partire da un DTM con risoluzione 100 m e la stessa copertura CLC (tramite query spaziali). 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. Come sorgenti di pressione si intendono aree artificializzate (qualunque poligono di copertura della classe 1xx della nomenclatura CLC) superiore a 1 km<sup>2</sup>. Si assume che a parità di uso del suolo una diversa distanza da aree urbane abbia ripercussioni su alcuni servizi ecosistemici. Queste ripercussioni possono essere sia negative, si pensi alla funzione di habitat di un'area umida ad 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.

Sulla base di questi attributi gli autori hanno stimato un fattore di correzione (tra 0 e 1) da applicare al valore monetario dedotto da letteratura. La stima è stata definita in modo autonomo da ciascun esperto, dopo 2 focus group a distanza per concordare il fattore di correzione più idoneo per ciascun SE, gli intervalli numerici degli attributi quota e distanza, la qualità della relazione (positiva vs. negativa) tra il servizio, la classe di uso del suolo e l'attributo (quota-distanza). Dopo la prima definizione è stata effettuata una seconda stima autonoma sulla base dei pareri degli esperti (secondo il metodo dell'indagine Delphi). La seconda stima ha portato ad una certa convergenza dei pareri esperti, quindi ad un affinamento e ad una definizione più robusta dei fattori di correzione.

### 3. Risultati

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 ad 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%).

#### 4. Discussione

La valutazione economica dei SE ha assunto dal 1997 (Costanza *et al.*, 1997) un'importanza applicativa crescente, diventando strategica nella salvaguardia di quei territori che mantengono beni e servizi funzionali al benessere dell'uomo e delle sue attività. Nonostante questo, i SE in genere non ancora sono 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 l'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 al fine di valutare tradeoffs tra sviluppo dell'uso del suolo e alternative di conservazione 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 ed ai possibili scenari di 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 diverse tra regioni, che dovrebbero essere considerate nella definizione di strategie di sviluppo futuro così come nella gestione attuale.

Dai risultati preliminari si evince come, ad esempio, l'aumento del servizio di "Regolazione climatica e dei gas atmosferici", in alcune regioni, potrebbe essere messo in relazione alla variazione delle superfici boscate. In alcune regioni alcuni cambiamenti nelle classi di uso del suolo hanno portato ad una diminuzione importante del servizio di "Regolazione dei nutrienti", con potenziale impoverimento della disponibilità per le attività agricole.

Lo studio presentato, ancora in via di sviluppo, presenta dei limiti, alcuni relativi ai dati disponibili, altri di tipo metodologico. Per esempio, il dato di base, la copertura per l'Italia secondo la classificazione CORINE Land Cover, essendo stata prodotta 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 nel 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 ad un piccolo bosco, ad esempio, esso non svolge gli stessi servizi (es. regolazione del clima) svolto da una foresta.

Un possibile sviluppo futuro di questo approccio è quello 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.

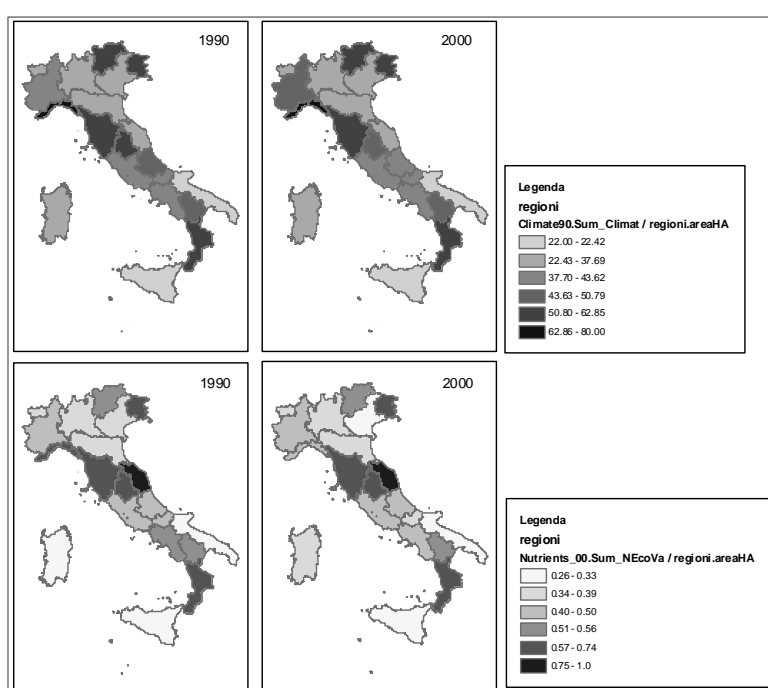
#### 5. Bibliografia

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., Paruedo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. & van den Belt, M. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* **15**, 387:253-260
- Daily, H. E. (1977) *Steady-State Economics*, Second Edition 1991, Washington DC: Island Press.
- Daly, H. (1996) *Beyond growth*. Beacon Press, Boston
- 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/)
- Levin, S.A. (1998) Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems. *Ecosystems*, **1**: 431-436.
- National Research Council (2005) *Valuing Ecosystem Services: Toward Better Environmental Decision Making*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- 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. In: Riconquistare il Paesaggio, la Convenzione Europea del Paesaggio e la conservazione della biodiversità in Italia, MIUR - WWF Italia, pp. 232-244
- Wilson, M., Troy, A. & Costanza, R. (2004) *The Geography of ecosystem services: Maximizing the value of landscapes in land use conservation*. In: M. Dietrich & J. van der Straaten (eds). Cultural Landscapes. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

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	



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.	499	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>		

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.

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.