

doi.org/10.83114/reticula39/03

## APPROCCIO ECOSISTEMICO ALLA PIANIFICAZIONE NELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA: MAPPATURA E VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

[Riccardo Santolini](#)<sup>1</sup>, Giovanni Pasini<sup>2</sup>, Elisa Morri<sup>2</sup>, Giovanna Panza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università di Urbino Carlo Bo – Dipartimento di studi Umanistici (DISTUM), <sup>2</sup>CREN – Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche

**Abstract:** La Regione Emilia-Romagna con la legge urbanistica 24/2017 valorizza i Servizi Ecosistemici nella pianificazione territoriale. L'articolo propone una metodologia basata sull'approccio ecosistemico, che parte dalla costruzione della Carta del Sistema Ambientale. A ogni tipologia della Carta del Sistema Ambientale è attribuito un valore potenziale di Servizi Ecosistemici, modulato tramite fattori ambientali locali (es. copertura forestale, pendenza, carbonio nel suolo) e dati originali. Il risultato è una mappa della capacità di fornitura dei Servizi Ecosistemici, utile per individuare aree a diversa funzionalità ecosistemica, condizioni, tendenze e minacce ed approfondire valutazioni quantitative.

**Parole chiave:** servizi ecosistemici, approccio ecosistemico, pianificazione territoriale integrata, quadro conoscitivo e diagnostico.

## AN ECOSYSTEMIC APPROACH TO PLANNING IN THE EMILIA-ROMAGNA REGION: MAPPING AND ASSESSMENT OF ECOSYSTEM SERVICES

[Riccardo Santolini](#)<sup>1</sup>, Giovanni Pasini<sup>2</sup>, Elisa Morri<sup>2</sup>, Giovanna Panza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Urbino Carlo Bo – Department of Humanistic Studies (DISTUM), <sup>2</sup>CREN – Ecological and Nature Research Centre

**Abstract:** The Emilia-Romagna Region's Urban Planning Law 24/2017 enhances Ecosystem Services in territorial planning. This article presents a methodology based on the ecosystem approach, starting with the creation of the Environmental System Map. Each type of Environmental System Map is assigned a potential Ecosystem Service value, which is modified by local environmental factors (e.g., forest cover, slope and soil carbon content) and original data. The result is a map showing the capacity for providing Ecosystem Services, which is useful for identifying areas with different levels of ecosystem functionality, and for making quantitative and qualitative assessments of conditions, trends, and threats.

**Key words:** ecosystem services, ecosystem approach, integrated spatial planning, cognitive and diagnostic framework.

## INTRODUZIONE

Nel processo di formazione dei piani territoriali e urbanistici della Regione Emilia-Romagna, principalmente nella realizzazione del Quadro conoscitivo e Diagnostico, l'analisi dei Servizi Ecosistemici (SE) si configura come strumento fondamentale per riconoscere le funzioni ecologiche che sostengono il sistema territoriale. In particolare, la valutazione dello stato e della funzionalità degli ecosistemi che producono SE è centrale nella fase conoscitivo-diagnostica del piano, utile a individuare criticità e fabbisogni a cui rispondere con obiettivi strategici. L'integrazione dei SE nella pianificazione rappresenta una novità rilevante, soprattutto in ottica di rigenerazione urbana e sostenibilità.

### Finalità

La metodologia qui riproposta è stata delineata dal CREN, su incarico della Regione Emilia-Romagna, ed è concepita come Linea Guida (LG) a supporto della pianificazione. L'intento è quello di rendere i piani territoriali e urbanistici più efficaci rispetto alle sfide poste dalla nuova legislazione urbanistica ([Legge Regionale 24/2017](#)), promuovendo l'introduzione di contenuti innovativi attraverso una maggiore consapevolezza del funzionamento degli ecosistemi e dei SE. L'obiettivo è orientare le politiche territoriali verso la sostenibilità economico-ambientale e la tutela del Capitale Naturale (CN), usando la valutazione dei SE come strumento fondamentale per valutare l'uso delle risorse, la resilienza e la vulnerabilità dei territori.

Questo approccio supporta la rigenerazione urbana superando la frammentazione delle competenze e dei settori, favorendo

un'interpretazione integrata delle dinamiche ecologiche, evidenziando la domanda sociale di SE, inserendosi pienamente nelle strategie europee e nazionali sullo sviluppo sostenibile. Il quadro diagnostico aiuta ad affrontare il cambiamento climatico, a contenere il consumo di suolo, a migliorare la biodiversità ed a promuovere l'economia circolare.

### Quadro di riferimento normativo

La Regione Emilia-Romagna ha integrato l'approccio ecosistemico alla pianificazione territoriale attraverso il riconoscimento e la tutela dei SE, sin dall'articolo 1 della Legge Regionale sulla tutela e l'uso del territorio (L.R. 24/2017). Tale principio è stato rafforzato dal recente aggiornamento dell'art. 9 della Costituzione italiana, che eleva la tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi a valore costituzionale e principio fondamentale. Questo approccio viene declinato in maniera coerente e scalare nei diversi strumenti di pianificazione ([PTM - Piano Territoriale Metropolitan](#); PTAV - Piani Territoriali di Area Vasta; PUG - Piano Urbanistico Generale), con particolare rilievo nell'Atto di coordinamento tecnico e nella ValSAT ([Valutazione di sostenibilità ambientale e territoriale](#)), dove i SE sono analizzati nel quadro conoscitivo come indicatori di resilienza e vulnerabilità territoriale.

### I Servizi ecosistemici nella legge regionale

La L.R. 24/2017, oltre a sviluppare l'obiettivo di contenere il consumo di suolo come uno dei fattori di alterazione delle funzioni ecologiche, della prevenzione del dissesto idrogeologico e dell'adattamento ai cambiamenti climatici, sviluppa una visione più ampia e sistemica, dove i SE sono

attribuiti non solo al suolo ma all'intero ecosistema, come emerge dagli articoli 41 e 42 relativi ai piani territoriali ed in linea con approcci concettuali e metodologici internazionali come il [Millennium Ecosystem Assessment](#) (MEA, 2005) e il terzo Rapporto sul Capitale Naturale (2019) nonché il [System of Environmental-Economic Accounting](#) (SEA), in cui i SE sono considerati contributi fondamentali degli ecosistemi al benessere umano e alle attività economiche.

### La funzionalità ecosistemica

I SE rappresentano i benefici multipli, diretti e indiretti, derivanti dai processi e dalle funzioni ecologiche svolte dagli ecosistemi, come indicato dalla [Strategia Nazionale per la Biodiversità 2020](#) (Clements et al., 2021; Tairan et al., 2024; Callaghan et al., 2023). L'analisi dei SE si fonda sulla comprensione della struttura e del funzionamento degli ecosistemi, intesi come sistemi complessi composti da biomassa, flussi energetici, interazioni e informazioni. Tali dinamiche si sviluppano su scala gerarchica, sia verticale (tra livelli ecosistemici) che orizzontale (tra componenti o ecosistemi), dando origine a funzioni che, se generano benefici per l'uomo, diventano servizi. Alla base vi è il CN, inteso come l'insieme delle risorse e dei processi ecologici indispensabili per la vita e il benessere umano. Questo CN deve essere trasmesso integro alle future generazioni, come richiede la [Strategia nazionale per lo Sviluppo Sostenibile](#). In tale ottica, la sostenibilità riconosce una parte del CN intangibile perché fondamentale per fornire quei SE indispensabili alla vita, gestibile ma non scambiabile (sostenibilità forte). La gestione sostenibile implica l'uso delle *Nature-based Solutions* (NbS), strumenti chiave per

affrontare le sfide ambientali contemporanee ispirandosi alle logiche e ai servizi propri degli ecosistemi, in linea con gli [obiettivi dell'Agenda 2030 dell'ONU](#).

### SERVIZI ECOSISTEMICI E UNITÀ ECOLOGICO-FUNZIONALI: STRUMENTI PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DEL TERRITORIO

Affrontare le attuali sfide ambientali richiede un approccio integrato al territorio, orientato a preservare la funzionalità ecologica degli ecosistemi e ridurre la vulnerabilità poiché fondamentali anche per il benessere umano. È essenziale distinguere tra funzioni ecologiche (processi naturali), servizi ecosistemici (contributi al benessere), e benefici (guadagni in termini di qualità della vita) (La Notte et al., 2022; Neill et al., 2022; Zoumides et al., 2025).

Questa visione si inserisce in una logica di sostenibilità forte, dove sistemi sociali, ecologici ed economici devono co-evolvere in modo interdipendente, riconoscendo la natura come preconditione per lo sviluppo sostenibile e la giustizia sociale (Folke et al., 2016).

La comunità scientifica individua quattro categorie principali di SE (MEA 2005, aggiornate da Haines-Young e Potschin (2013) e Haines-Young (2023), e da de Groot (2010)) (Figura 1 A):

- 1)Supporto: funzioni ecologiche che determinano i processi evolutivi degli ecosistemi come la formazione dei suoli, il ciclo dei nutrienti e la conservazione della diversità biologica e genetica.
- 2)Regolazione: mantenimento del clima, ciclo dell'acqua, protezione dall'erosione. Questi SE sostengono il funzionamento degli ecosistemi e diventano evidenti spesso

solo quando vengono compromessi.

3) Approvvigionamento: fornitura di risorse essenziali come acqua, cibo, biomasse (legname).

4) Culturali: benefici non materiali (salute mentale, ricreazione, identità culturale) legati all'esperienza dell'ambiente naturale.

Le funzioni di supporto e quelle di regolazione costituiscono la base strutturale del CN, da cui dipendono gli altri SE (Comitato Capitale Naturale, 2019; Costanza et al., 2017).

L'approccio prevede che il contesto territoriale d'indagine (area di studio, ADS) è suddiviso in Unità Ecologico-Funzionali (UEF), definite come ambiti eco-geografici nei quali è possibile identificare con chiarezza il flusso dei SE di regolazione, dalla loro area di origine fino a quella di utilizzo o trasferimento (Palomo et al., 2013; Pacetti et al., 2024) (Figura 1 B). Poiché l'analisi assume un criterio ecosistemico le UEF sono generalmente delimitate in

corrispondenza di unità idrografiche funzionali, quali bacini e sottobacini, che rappresentano gli spazi ecologicamente coerenti in cui si sviluppano i processi e dove è possibile definire dei bilanci ecologici -economici e delle valutazioni ambientali efficaci (Santolini, 2022). Infatti, diventa fondamentale valutare il rapporto tra SE di regolazione e SE di approvvigionamento: l'aumento dell'uno può portare alla riduzione dell'altro, con implicazioni ecologiche ed economiche (Santolini, 2022). Anche i SE come la ricettività turistica devono essere gestiti considerando gli impatti sui SE indiretti (SE regolazione) per garantire la sostenibilità nel lungo periodo.

La mappatura dei SE permette inoltre di localizzare le aree dove si producono le funzioni, i SE e i benefici; stabilire la relazione tra domanda e offerta di SE; supportare decisioni informate per lo sviluppo sostenibile nonché determinare il livello di funzionalità ecologica; identificare

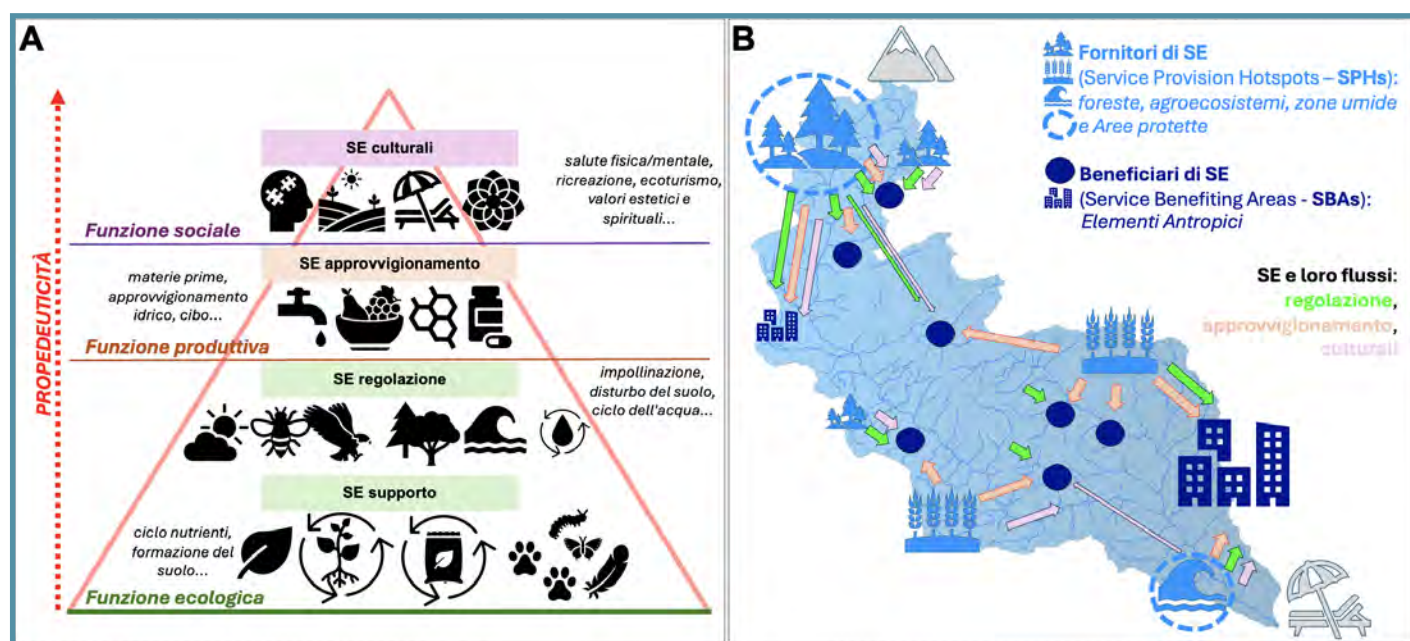


Figura 1. (A) Rappresentazione gerarchica dei SE in termini di propedeuticità: alla base di tutto i SE erogati dalle funzioni ecologiche; (B) schema di aree in cui i SE si manifestano e interagiscono (UEF) (fonte: elaborazione degli Autori ispirato da Palomo et al., 2013).

tendenze, minacce e beneficiari e stimare il valore economico dei servizi erogati.

### Il processo di mappatura

La mappatura dei SE rappresenta il primo e fondamentale passo per una corretta classificazione ecologico-funzionale del territorio. Come sottolineato da Burkhard et al. (2013), le mappe dei SE offrono uno strumento operativo utile sia per la pianificazione che per il dialogo con i portatori di interesse. Attraverso la mappatura è possibile identificare sinergie e compromessi tra diversi SE (Queiroz et al., 2015; Bennett, 2009), valutare l'impatto di driver ambientali e antropici sulle tendenze di fornitura (Malinga et al., 2015), e comprendere le variazioni spaziali tra domanda e offerta di SE (Schulp et al., 2014). Inoltre, permette di evidenziare i costi e benefici della massimizzazione dei SE

(Schägnier et al., 2013) e i vantaggi reciproci tra tutela della biodiversità e ottimizzazione dei servizi (Willems et al., 2013).

Questi aspetti possono aiutare a rispondere a domande importanti su come e dove investire per garantire la fornitura stabile di più SE, dare supporto alla [Restoration law](#) e conservare la biodiversità.

Il processo prende avvio dalla costruzione della Carta del Sistema Ambientale (CSA) risultato dell'integrazione di tre fonti cartografiche principali: [Carta dell'Uso del Suolo](#) (UDS, 2017, 1: 10.000), [Carta Forestale](#) (CF, da fotointerpretazione volo AGEA 2011) e [Carta degli Habitat](#) (CHab coordinata da ISPRA, 2020, scala 1:25.000) (Figura 2). Essa rappresenta la base conoscitiva su cui fondare l'identificazione degli ecosistemi e la successiva classificazione delle funzioni ecologiche.

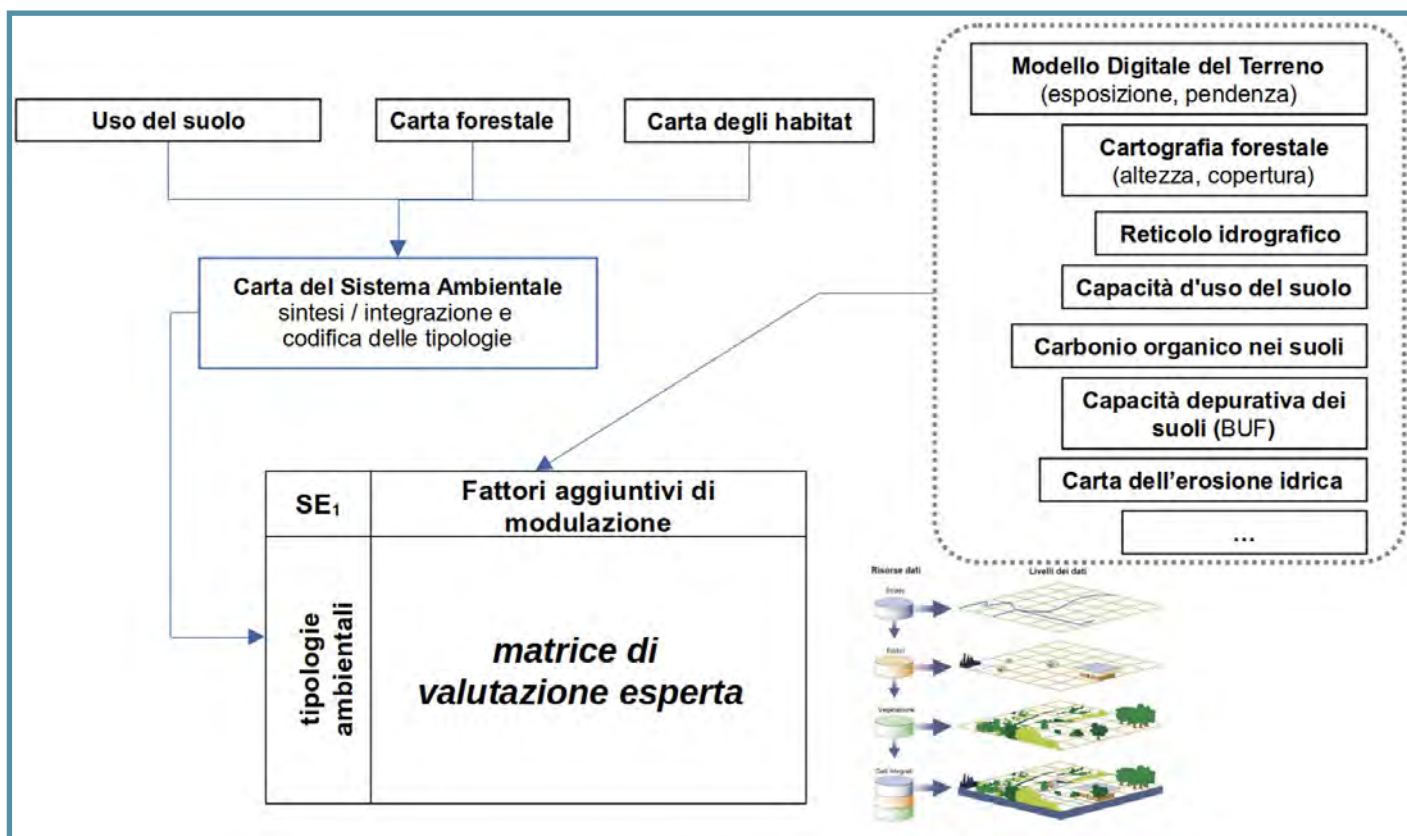


Figura 2. Costruzione della CSA e definizione della matrice di funzionalità (fonte: elaborazione degli Autori).

Questa carta integra tematismi diversi selezionati in base alla disponibilità, scala, dettaglio e aggiornamento. La qualità e coerenza dei dati cartografici costituiscono un elemento critico per operare alle diverse scale, soprattutto quando si lavora su ambiti complessi come Unioni di Comuni, Province o Aree Protette.

### **Integrazione delle mappe**

Il procedimento adottato in questa fase segue una logica gerarchica e tematica, adattabile sia a scala provinciale che comunale. In presenza di sovrapposizione tra poligoni della CF e unità UDS riferite a coperture forestali (codici UDS 3111–3130), si effettua un'intersezione geometrica da cui si estraggono le informazioni forestali, in particolare la forma di governo. Tali informazioni vengono riclassificate e accorpate per generare nuove tipologie forestali (ad. es. *Boschi a prevalenza di faggi fustaia coetanea*, oppure *Boschi a prevalenza di faggi cedui coetanei*, ecc.) che arricchiscono e dettagliano la classificazione originaria dell'UDS.

La CHab viene invece utilizzata per integrare l'UDS nei casi in cui quest'ultima non rappresenti adeguatamente alcune tipologie ecologicamente significative. Un esempio emblematico è la vegetazione ad elofite (come i canneti a *Phragmites australis*, codice CHab 53.1), che in alcune aree, come la provincia di Ravenna, copre superfici estese e ha un ruolo rilevante nella fornitura di SE. Poiché queste tipologie risultano spesso frammentate o non ben identificate nell'UDS, la CHab fornisce un'informazione più specifica e viene quindi utilizzata in sostituzione, "sovrascrivendo" l'UDS. Inoltre, l'analisi delle corrispondenze tra tipologie UDS e habitat

(CHab) consente una caratterizzazione più dettagliata delle coperture, utile a fini conservazionistici e fitogeografici.

Il prodotto finale è una mappa tematica in cui ogni unità cartografica è classificata in una tipologia che troverà corrispondenza nella matrice di valutazione ambientale.

### **La matrice funzionale ed i fattori di modulazione**

Per ogni SE, viene compilata una matrice di valutazione che associa a ciascun tipo ambientale/ecosistemico un punteggio di capacità di fornitura del SE, da 0 (irrilevante) a 5 (molto rilevante), secondo il metodo proposto da Burkhard et al. (2009; 2012), Maes et al. (2012), EEA (2015) e già applicato al contesto nazionale (Scolozzi et al., 2012) e locale (Morri et al., 2014). Inoltre, sono stati acquisiti importanti contributi tecnici da parte dei diversi servizi regionali coinvolti, tra cui il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli e il Servizio Tutela e Risanamento Acqua, Aria e Agenti Fisici, che hanno fornito osservazioni in relazione alle rispettive competenze, contribuendo così a rafforzare il rigore scientifico e l'applicabilità operativa dello strumento, valorizzando il patrimonio informativo disponibile presso gli enti.

L'affinamento della valutazione avviene tramite l'introduzione di alcuni fattori di modulazione che permettono di tener conto di condizioni specifiche locali e di dati aggiuntivi che influenzano la capacità ecosistemica. Tali fattori comprendono variabili geomorfologiche, pedologiche e antropiche, come pendenza, grado di copertura forestale, capacità d'uso dei suoli (LCC), carbonio organico immagazzinato nei suoli, incremento corrente di biomassa forestale, coefficiente colturale (Kc), capacità depurativa del suolo (BUF),

ecc. nonché da pressioni antropiche e ambientali come agricoltura intensiva, inquinamento, consumo di suolo (Regione Emilia-Romagna, 2023) (Figura 3) . Ciascun fattore è integrato nella matrice come colonna aggiuntiva, con valori distinti per ogni classe del fattore (es. pendenza: bassa, media, alta). Oltre ai fattori modulanti, altri fattori sono considerati come azzeranti e inibenti determinando rispettivamente l'annullamento o la riduzione del valore del SE in presenza di condizioni particolarmente impattanti (es. infrastrutture stradali). Questo approccio consente la valutazione spaziale della fornitura di SE mediante la sovrapposizione tra CSA, mappe dei fattori di modulazione e dati bibliografici (come ad es. l'incremento corrente di biomassa forestale), tramite il calcolo della media aritmetica dei valori e

l'applicazione delle regole di annullamento/riduzione alla specifica combinazione tipo CSA-fattori di modulazione generata dalla sovrapposizione.

### Elaborazione cartografica

La matrice di valutazione permette di attribuire un preciso valore ad ogni poligono generato dalla combinazione specifica di tipologia della CSA e dei fattori di modulazione, in modo tale da poter rappresentare, già in questa fase, la distribuzione dei valori sul territorio. Gli aspetti dinamici e le tendenze dei SE possono essere ulteriormente evidenziati attraverso un processo di interpolazione dei valori delle diverse tipologie. Sovrapponendo alla mappa una griglia regolare è possibile calcolare, per ogni maglia, una media ponderata dei valori delle tipologie presenti in funzione alle

Servizio Ecosistemico	Copertura forestale	Pendenza	Incremento corrente di biomassa forestale	influenza delle infrastrutture viarie	Stock carbonio organico nel suolo 0-100 cm	Capacità d'uso (LCC)	Coef. evap. (KC)	Infiltrazione profonda di acqua (WAR) (pianura)	Cartografia degli acquiferi (collina montagna)	Capacità depurativa (BUF) (pianura)	Erosione attuale (RUSLE)	Densità specie floricole	Idoneità alla riproduzione	Distanza dai centri urbani	Distanza dalla rete stradale	Distanza dalla sentieristica e ciclovie	Distanza dalle aree protette	Relazione con aree protette	Indice di Naturalità della Vegetazione	Rarità (habitat)	Effetto della brezza marina	
	%	classe	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	m	Mg ha <sup>-1</sup>	classe	indice	indice	perm.	indice	Mg ha <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup>	indice	indice	m	m	m	m	cop %	indice	cop %	m	
Purificazione dell'acqua	•	•		•						•												
Regolazione del regime idrologico	•	•					•	•	•													
Protezione dagli eventi estremi	•	•																				
Controllo dell'erosione											•											
Idoneità dell'habitat				•														•	•	•		
Impollinazione				•								•	•									
Regolazione del microclima				•																		•
Regolazione della CO2	•				•																	
Produzione forestale		•	•																			
Produzione agricola		•		•		•																
Servizio ricreativo														•	•	•	•					

Figura 3. Tabella dei fattori di modulazione per ogni SE (fonte: elaborazione degli Autori).

dimensioni. Il valore di ogni maglia viene confrontato con quelle adiacenti in modo da identificare una isolinea di funzionalità al fine di ottenere mappe continue della distribuzione spaziale dei SE. La mappatura spazialmente esplicita, risultato dell'interpolazione, quindi, consente di evidenziare aree a diversa funzionalità ecosistemica, individuando zone a diversa potenzialità/criticità derivanti dai diversi fattori di alterazione ecosistemica, ma anche le dinamiche con cui si sviluppano tali processi evidenziando connettività e frammentazioni (Figure 4 e 5).

Questa rappresentazione è utile per identificare soglie critiche d'uso ed impatti potenziali di progetti o politiche. Di conseguenza, lo strumento risulta estremamente efficace nella pianificazione territoriale e ambientale, favorendo l'identificazione di aree prioritarie per interventi di conservazione, ripristino ecologico o

compensazione ambientale, in linea con i principi della gerarchia di mitigazione o *mitigation hierarchy*, e delle valutazioni ambientali strategiche (VAS, VIA, ValSAT) nonché per applicare la *Restoratio law*.

## APPLICAZIONI TERRITORIALI E CONSIDERAZIONI APPLICATIVE A SCALA COMUNALE E PROVINCIALE

Negli ultimi anni, diverse province (tra cui [Piacenza](#), Forlì-Cesena, [Rimini](#) e [Ravenna](#)), comuni (es. Comuni di [Piacenza](#) e di Verucchio) e unioni di comuni (es. [Unione Reno Galliera](#), [Unione Rubicone e Mare](#)) dell'Emilia-Romagna, chiamate a rinnovare gli strumenti urbanistici (PTAV e PUG), hanno applicato la mappatura e valutazione dei SE seguendo l'approccio descritto nelle LG. Questo ha permesso di sviluppare l'analisi diagnostica del territorio per applicare al meglio gli strumenti di pianificazione e

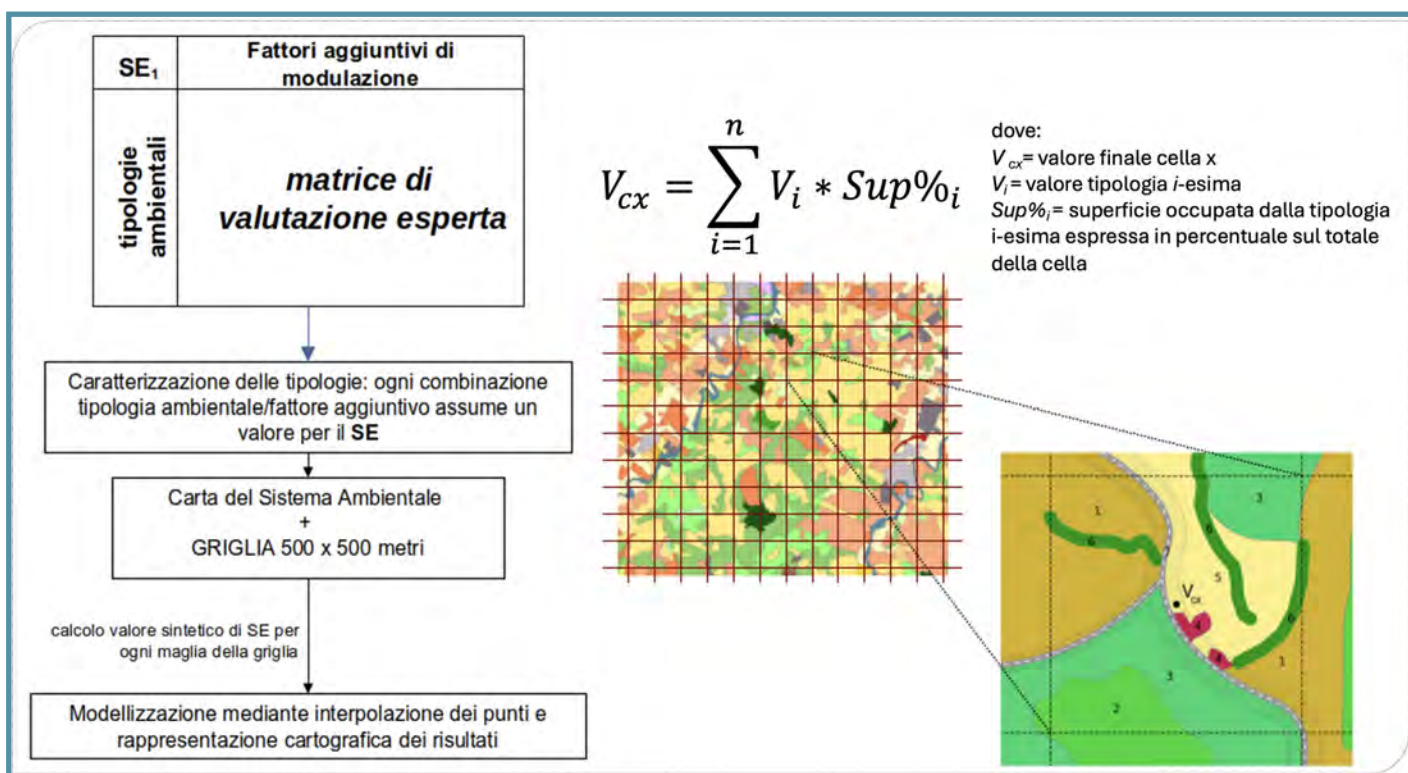


Figura 4. Schema del modello interpolato e calcolo della media ponderata su griglia (fonte: elaborazione degli Autori).

rispondere alla disomogeneità metodologica che prima caratterizzava una parte dei piani. Sebbene i PTAV siano a diversa fase di elaborazione/approvazione, queste esperienze costituiscono una base promettente per un'evoluzione strutturale dell'approccio pianificatorio in chiave ecosistemica.

Tra i punti di forza, va evidenziato che la Regione Emilia-Romagna ha prodotto, nel corso degli anni, una base dati strutturata e validata (in particolare i tematismi correlati alla CSA e ai fattori di modulazione), che consente una formulazione dei valori più oggettiva e localmente corretta. Dai feedback ricevuti dalle esperienze di enti locali che hanno adottato le LG, si sono evidenziati sia punti di forza che criticità del modello applicato: l'approccio diagnostico-cartografico è stato valutato positivamente per la sua capacità di restituire un'immediata fotografia della funzionalità ecosistemica a livello locale, evidenziando con chiarezza le aree a diverso livello di criticità (domanda di SE) e di funzionalità (erogazione di SE) (Figura 5). Rappresentazione che si è rivelata efficace anche nella comunicazione verso un pubblico non tecnico, rendendo accessibile l'informazione a tutti i cittadini interessati (Hauck et al., 2013).

Da ciò diventa importante evidenziare le interazioni tra i diversi SE, in termini di sinergie o conflitti. Questo aspetto è considerato chiave per la pianificazione integrata e la gestione sostenibile del territorio.

Infatti, le esperienze locali hanno sottolineato la necessità di focalizzarsi su quei SE più rilevanti per la sicurezza territoriale come la regolazione del regime idrogeologico, la protezione dagli eventi estremi e il controllo

dell'erosione approfondendo le valutazioni quantitative dei SE: ad esempio, sarebbe opportuno sviluppare un confronto tra le mappe relative a tali SE e le evidenze emerse dagli eventi alluvionali del 2023 e 2024, al fine di verificarne la rispondenza empirica.

Di fatto, l'esperienza di alcune Province sottolinea come la mappatura dei SE, oltre a rappresentare uno strumento conoscitivo e tecnico, costituisca un approccio interdisciplinare e una base solida per supportare una visione evoluta e responsabile della pianificazione. I dati prodotti si configurano come fondamentali per definire e monitorare le politiche pubbliche, promuovendo una governance multilivello più solida e favorendo il dialogo tra istituzioni, cittadini e stakeholder.

Un'ulteriore opportunità emersa riguarda la replicabilità della metodologia adottata, non solo per la costruzione della CSA, che si basa su dati condivisi a livello scientifico e può essere applicata a scale territoriali diverse, dal livello comunale a quello regionale.

Infine, è necessario costruire un approccio condiviso tra enti, unioni e comuni, soprattutto alla luce dell'evidenza sia dell'interdipendenza ecosistemica dei territori comunali che da evidenze più ampie dove emerge che le aree di pianura dipendono fortemente dai territori collinari e montani per l'approvvigionamento di SE fondamentali come la fornitura di acqua. In questo contesto, la valutazione dei SE può rappresentare una leva concreta per introdurre meccanismi di perequazione, compensazione e incentivazione, capaci di valorizzare le buone pratiche di gestione e favorire un modello di sviluppo più sostenibile e resiliente. Proprio in quest'ottica i SE, in particolare quelli di regolazione, se impiegati come strumento di analisi diagnostica del

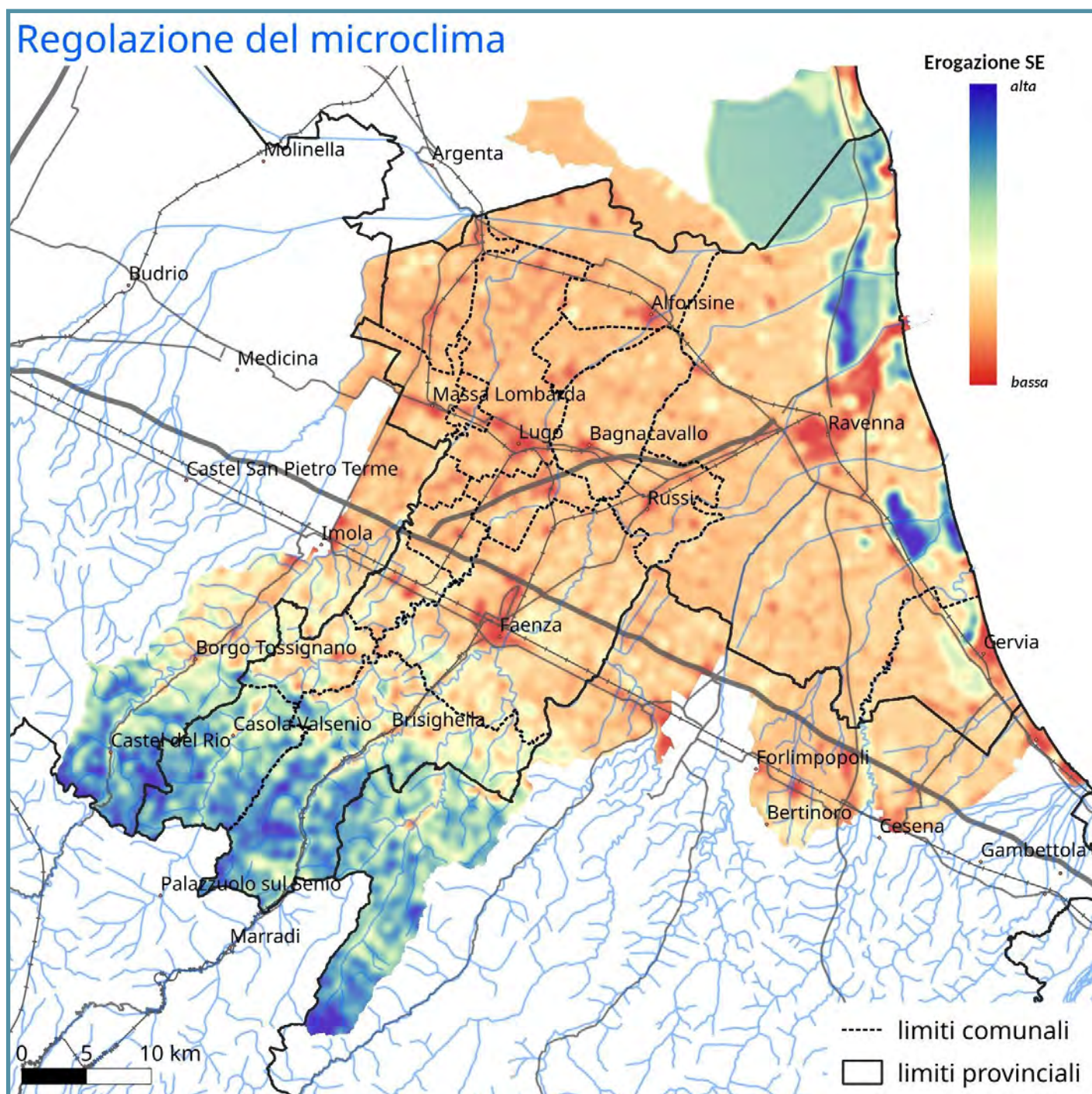


Figura 5. Risultato della mappatura di un SE di regolazione a scala provinciale (Erogazione SE: rosso=bassa, blu=alta) (fonte: elaborazione degli Autori).

territorio, offrono un'opportunità concreta per valutare l'efficacia delle [Reti Ecologiche](#) (RE), evidenziando la validità della metodologia adottata nel quadro evolutivo che ha condotto allo sviluppo dell'attuale concetto di infrastruttura verde, come delineato in Santolini et al., 2016.

### CONCLUSIONI FINALI

L'integrazione tra la mappatura dei SE e la pianificazione urbanistica rappresenta un'opportunità strategica per promuovere uno sviluppo territoriale più sostenibile, resiliente e sicuro delle scelte. Le analisi spaziali dei SE

consentono infatti di far emergere le interazioni tra ambiente naturale e dinamiche antropiche fornendo informazioni chiave per orientare le scelte pianificatorie.

Questo approccio integrato consente di evidenziare aree con deficit funzionali nella fornitura di SE e benefici erogati (es. zone agricole intensive o energivore), offrendo elementi per ripensare la gestione del territorio in un'ottica di bilancio ecologico-economico. Le indagini richieste nelle LG mirano ad arricchire il quadro conoscitivo diagnostico di un territorio con l'obiettivo di individuare i punti di forza e di debolezza e di orientare le decisioni di pianificazione territoriale con un approccio capace di supportare la conservazione del CN e la valorizzazione dei benefici che gli ecosistemi offrono alla società. Infine, le mappe dei SE rappresentano uno strumento di comunicazione strategico per mostrare, in modo intuitivo, le complesse relazioni tra SE, domanda sociale e sostenibilità territoriale facilitando le politiche di perequazione territoriale.

### Fonte di Finanziamento

Il lavoro di predisposizione delle LG è stato effettuato con il contributo della Regione Emilia-Romagna.

### Ringraziamenti

Desideriamo esprimere un sentito ringraziamento al Servizio Pianificazione Urbanistica, Paesaggio e Uso Sostenibile del Territorio (R. Gabrielli, B. Nerozzi, G. Guaragno, L. Punzo, M. Capucci) per il coordinamento del lavoro, e ai Servizi della Regione Emilia-Romagna per il prezioso

contributo all'elaborazione delle LG e della Matrice di funzionalità: M.T. De Nardo, N. Marchi, S. Segadelli, P. Tarocco e L. Perini del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, nonché F. Tornatore del Servizio Tutela e Risanamento Acqua, Aria e Agenti Fisici. Desideriamo inoltre ringraziare gli enti locali che hanno partecipato attivamente alla fase di raccolta dei feedback sulla metodologia adottata.

### BIBLIOGRAFIA

Bennett E.M., Peterson G.D., Gordon L., 2009. *Understanding relationships among multiple ecosystem services*. Ecology Letters 12:1394–1404.

Burkhard B., Crossman N., Nedkov S., Petz K., Alkemade R., 2013. *Mapping and modelling ecosystem services for science, policy and practice*. Ecosystem Services 4:1–3.

Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Müller F., 2012. *Mapping ecosystem service supply, demand and budgets*. Ecological Indicators 21:17–29.

Burkhard B., Kroll F., Müller F., Windhorst W., 2009. *Landscapes' capacities to provide ecosystem services – a concept for land-cover based assessments*. Landscape Online 15:1–22.

Comitato Capitale Naturale, 2019. *Terzo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia*. Roma.

Callaghan S., Kelly R., Macintyre T., 2023. [Perception and drivers of cultural ecosystem services in waterfront green spaces](#). Anthropocene, 50, 100477.

Clements H.S., Biggs R., Reyers B., 2021. [The relevance of ecosystem services to land](#)

[reform policies: Insights from South Africa](#). Land Use Policy, 100, 104928.

Costanza R., de Groot R., Braat L., Kubiszewski I., Fioramonti L., Sutton P., Farber S., Grasso M., 2017. [Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?](#) Ecosystem Services. Volume 28, Part A, December 2017, Pages 1-16.

de Groot R., Fisher B., Christie M., Aronson J., Braat L., Haines-Young R.H., Gowdy J., Killeen T., Maltby E., Neuville A., Polasky S., Portela R., Ring I., 2010. *Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation*. In: The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) Study, Draft Chapter 1.

EEA, 2015. *The European environment — state and outlook 2015: synthesis report*. European Environment Agency, Copenhagen.

Folke C., Biggs R., Norström A.V., Reyers B., Rockström J., 2016. [Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science](#). Ecology and Society 21(3):41.

Haines-Young R., 2023. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)*. V5.2 and Guidance on the Application of the Revised Structure.

Haines-Young R., Potschin M., 2013. [Common International Classification of Ecosystem Services \(CICES\)](#). EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003.

Hauck J., Görg C., Varjopuro R., Ratamáki O., Jax K., 2013. *Benefits and limitations of the ecosystem services concept in environmental policy and decision making: Some stakeholder perspectives*. Environmental Science and Policy 25:13–21.

La Notte A., Czúcz B., Vallecillo S., Polce C., Maes J., 2022. [Ecosystem conditions underpin the generation of ecosystem services: an accounting perspective](#). One Ecosystem, 7, e83634.

Maes J., Egoh B., Willemen L., Liqueste C., Vihervaara P., Schägner J.P., Grizzetti B., Drakou E.G., Notte A.L., Zulian G., Bouraoui F., Paracchini M.L., Braat L., Bidoglio G., 2012. *Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union*. Ecosystem Services 1:31–39.

Malinga R., Gordon L.J., Jewitt G., Lindborg R., 2015. *Mapping ecosystem services across scales and continents – A review*. Ecosystem Services 13:57–63.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

Morri E., Pruscini F., Scolozzi R., Santolini R., 2014. *A forest ecosystem services evaluation at the river basin scale: Supply and demand between coastal areas and upstream lands (Italy)*. Ecological Indicators 37:210–219.

Neill A.M., O'Donoghue C., Stout J.C., 2022. [Conceptual integration of ecosystem services and natural capital within Irish national policy](#). Ecosystem Services, 57, 101475.

Pacetti T., Lompi M., Panza G., Bosso A., Monaci M., Pasini G., Santolini R., 2024. [Gross Ecosystem Product as a Measure of Natural Capital Value: An Italian Experience](#). Earth Systems and Environment.

Palomo I., Martín-López B., Potschin M., Haines-Young R., Montes C., 2013. *National Parks, buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows*. Ecosystem Services 4:104–116.

Queiroz C., Meacham M., Richter K., Norström A.V., Andersson E., Norberg J., Peterson G., 2015. *Mapping bundles of ecosystem services reveals distinct types of multifunctionality within a Swedish landscape*. *Ambio* 44(1):89–101.

Regione Emilia-Romagna, 2023. *Carta dei servizi ecosistemici dei suoli della Regione Emilia-Romagna*.

Santolini R., 2022. *Capitale Naturale e gerarchia dei Servizi Ecosistemici come strumento di perequazione territoriale*. In: Arcidiacono A., Di Simine D., Oliva F., Ronchi S., Salata S. (a cura di), *Consumo di suolo, servizi ecosistemici e green infrastructures: Metodi, ricerche e progetti innovativi per incrementare il Capitale naturale e migliorare la resilienza urbana*, CRCS Rapporto 2022.

Santolini R., Morri E., D'Ambrogio S., 2016. *Infrastrutture verdi e Servizi Ecosistemici: un approccio metodologico per la valutazione della funzionalità ecologica*. In: Plassmann, G., Kohler, Y., Badura, M., Walzer, C. (a cura di), *Alpine Nature 2030 – Creating [ecological] connectivity for generations to come*, pp. 107–114. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB), Berlin. ISBN: 978-3-00-053702-8.

Schägnler J.P., Brander L., Maes J., Hartje V., 2013. [Mapping ecosystem services' values: current practice and future prospects](#). *Ecosystem Services* 4:33–46.

Schulp C.J.E., Lautenbach S., Verburg P.H., 2014. [Quantifying and mapping ecosystem services: Demand and supply of pollination in the European Union](#). *Ecological Indicators* 36:131–141.

Scolozzi R., Morri E., Santolini R., 2012.

[Delphi-based change assessment in ecosystem service values to support strategic spatial planning in Italian landscapes](#). *Ecological Indicators* 21:134–144.

Willemen L., Drakou E., Dunbar M.B., Mayaux P., Egoh B.N., 2013. *Safeguarding ecosystem services and livelihoods: Understanding the impact of conservation strategies on benefit flows to society*. *Ecosystem Services* 4:95–103.

Zoumides C., Bruggeman A., Djuma H., 2025. [Revitalising terraced landscapes: Co-production of ecosystem services for sustainable futures](#). *Geography and Sustainability*, 6(1), 1–13.