



**GREEN&BLUE INFRASTRUCTURE
STRATEGICAMENTE PIANIFICATE**
_ linee guida _approfondimento 4

**Blue Green
City**
Interreg Europe



European Union
European Regional
Development Fund

GREEN&BLUE INFRASTRUCTURE STRATEGICAMENTE PIANIFICATE

_LINEE GUIDA

Regione Piemonte

Direzione **Ambiente, Energia e Territorio - Direttore: Stefania Crotta**

Settore **Sviluppo sostenibile, biodiversità e aree naturali** – Dirigente **Jacopo Chiara**

Project manager **Maria Quarta**

Gruppo di lavoro **Sarah Braccio, Silvia Loffredo**

COORDINAMENTO SCIENTIFICO ED EDITORIALE

Gioia Gibelli

GRUPPO DI LAVORO

Studio Gioia Gibelli: Gioia Gibelli, Luca Dorbolò, Viola Dosi, Ester Yembi Pagnoni, Ippolito Tarantino

Torino NordOvest - ToNo: Annalisa Magone, Paola Mussinatto

Il contenuto anche parziale della presente pubblicazione può essere riprodotto

solo citando la fonte bibliografica

La redazione raccomandata per la citazione bibliografica di questo volume è la seguente:

Gibelli G. et al (2022). *Green&Blue infrastructure strategicamente pianificate - Linee guida. Regione Piemonte*



APPROFONDIMENTO_04

Mappare i Servizi Ecosistemici del Suolo

green
& blue

Mappare i Servizi Ecosistemici del Suolo

Introduzione

La mappatura e valutazione dei Servizi Ecosistemici (SE) è una fase tipica della metodologia per la pianificazione sostenibile delle green&blue infrastructures (GBI).

Ogni territorio è caratterizzato dai processi ecologici che forniscono un supporto insostituibile alla qualità della vita dei suoi abitanti e fattori di base per uno sviluppo economico durevole (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Il riconoscimento dell'importanza che le unità del sistema ambientale presentano, al di là della distribuzione spaziale e della scala di riferimento, è determinato dal ruolo che esse assumono all'interno del sistema stesso e dai servizi che determinano (Costanza, 1997).

Per SE si devono intendere sia i beni (come cibo, acqua, aria, suolo, materie prime, risorse genetiche, ecc.), sia le funzioni ed i processi degli ecosistemi, come assorbimento degli inquinanti, protezione dall'erosione e dalle inondazioni, regolazione dello scorrimento superficiale delle acque e della siccità, mantenimento della qualità delle acque, controllo delle malattie, fissazione del carbonio atmosferico, formazione dei suoli, ecc. (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Questi processi e funzioni forniscono benefici insostituibili, diretti o indiretti, alle popolazioni e concorrono a mantenere la funzionalità e la qualità ecologica dei sistemi paesistico-ambientali. Alcuni SE sono di interesse globale (es. regolazione della composizione chimica dell'atmosfera), altri dipendono dalla struttura del mosaico ambientale (es. funzione di protezione degli insediamenti da eventi calamitosi), altre ancora si esplicano solo localmente (es. funzione ricreativa) (Costanza, 2008).

Il funzionamento del sistema socio-ecologico è garantito dalle funzioni di regolazione e di supporto alla vita degli Ecosistemi (Santolini e Morri2017).

D'altra parte la qualità, quindi il valore dei SE presenti in un dato ambito territoriale, può variare in base alla vulnerabilità/resilienza complessiva dell'ambito stesso: ad esempio, un ambito caratterizzato da boschi su versanti particolarmente acclivi o molto disturbati sarà più vulnerabile di un ambito in cui i boschi, magari con caratteristiche floristiche simili, sono meno ripidi o meno disturbati. I boschi del primo ambito potranno erogare servizi più scarsi in termini, per esempio, di protezione, di conservazione di suolo, ecc.

C'è quindi un legame molto stretto e reciproco tra i benefici complessivi che i SE sono in grado di erogare e le condizioni di vulnerabilità/resilienza del contesto in cui si evolvono. Questo aspetto definisce una prima diversificazione di valore tra tipi di ecosistemi simili, ma che si trovano in ambiti diversi.

Inoltre, il valore di alcuni servizi ecosistemici, in particolare quelli che interagiscono più direttamente con gli insediamenti e/o le funzioni antropiche, varia proprio in base all'importanza dei servizi nei confronti degli ambienti umani, ma anche in base alle caratteristiche degli ambienti umani stessi: ad esempio, una foresta urbana può fornire un servizio formidabile in una grande città, nel cui territorio metropolitano i servizi ecosistemici sono assai carenti. La stessa foresta può assumere valori molto diversi in una città più piccola, immersa in un contesto naturale. Questo aspetto definisce un secondo tipo di diversificazione di valore tra tipi di ecosistemi simili, ma che si trovano in ambiti diversi.

Mappare i Servizi Ecosistemici del Suolo

I SE nella pianificazione territoriale

Per costruire modalità di valutazione e pianificazione che siano improntate ad una sostenibilità vera, ossia che indirizzino verso uno sviluppo durevole e un reale mantenimento per le generazioni future dello stock di risorse, è necessario dotarsi di strumenti utili all'attribuzione di valore alle risorse naturali di cui la Regione è dotata. Il valore delle risorse dipende dal contesto in cui esse sono allocate, dalle funzioni potenziali ad essere riferibili singolarmente e nel loro complesso, dalla qualità del loro stato di conservazione, il quale è legato, in larga misura, alle condizioni del sistema paesistico-ambientale.

L'integrazione del valore degli ecosistemi nei processi decisionali e negli strumenti di pianificazione del territorio è indispensabile per dare la possibilità di effettuare bilanci ambientali efficaci, dai quali siano anche definibili quei servizi fondamentali non solo per la sostenibilità ambientale, ma anche per lo sviluppo dei territori e delle loro popolazioni.

L'individuazione delle vulnerabilità e resilienze può condurre alla definizione di livelli di valore, a diverse scale, da condividere in fase attuativa anche sulla base delle percezioni locali. Valori incardinati sui tipi e sulla qualità dei SE e dei servizi del paesaggio, dai quali è possibile estrarre nuove modalità di governo capaci di proporre soluzioni a fenomeni di degrado connessi alle regole della moderna economia.

Metodologia e stimare per mappare i SE

I SE possono essere mappati e stimati, a livello territoriale, a partire dalle carte di uso del suolo, basandosi sul presupposto che ogni copertura di suolo ha una propria potenzialità nella fornitura di una serie di SE; pertanto variazioni negli usi del suolo possono comportare diminuzioni/incrementi della potenzialità nella fornitura di servizi ecosistemici.

Una buona dotazione di SE aumenta la "ricchezza" pro-capite in termini di capitale naturale, riduce la vulnerabilità, migliora la salute e la resilienza dei territori (Morri e Santolini, 2010).

Il metodo di mappatura prende avvio dall'analisi della capacità delle diverse tipologie di uso del suolo nel fornire SE, effettuata attraverso una classificazione qualitativa basata su stime di esperti e dati bibliografici (Burkhard et al., 2014).

Questo tipo di analisi si basa sulla considerazione che ogni tipologia di uso del suolo presenta una certa potenzialità nel fornire una serie di SE e ogni variazione di uso del suolo ha ripercussioni a livello di funzionalità degli ecosistemi. Quindi, ad ogni tipologia ambientale viene associato un valore di capacità potenziale che fornisca quel determinato servizio (Burkhard et al., 2014). In linea generale, è possibile affermare che le aree più naturaliformi (boschi, aree umide, corsi d'acqua) presentano valori maggiori in quanto ottimizzano il funzionamento di molti ecosistemi e quindi la potenzialità di fornitura dei SE.

Procedimento operativo

Negli ultimi anni, le quattro categorie di SE proposte da MEA (2005), pur rimanendo generalmente di attualità, sono state modificate in modo sostanziale sia dal TEEB (de Groot, 2010), sia dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, all'interno della Classificazione Internazionale dei Servizi degli Ecosistemi giunta alla 5ª versione (CICES V5.1 - Haines-Young e Potschin, 2018). In particolare nel CICES, i SE sono definiti come i contributi che gli ecosistemi apportano al benessere umano e distinti dai beni e dai benefici che le persone successivamente traggono da essi.

Su queste basi, appoggiandosi alla metodologia CICES, è stata attuata la mappatura dei SE del territorio provinciale individuando gli areali di maggior produzione potenziale e quelli più deficitari, definendo in questo modo per ciascuna tessera i relativi "bisogni".

La metodologia di seguito descritta, è contenuta in Burkhard et al. (2012) e sviluppata da MAES (2013) e successivamente da Burkhard et al. (2014). Burkhard et al. 2014, forniscono una matrice di riferimento valida come media a livello europeo dove, a diverse tipologie di ecosistemi, è attribuito un diverso livello di capacità potenziale di erogazione di SE.

Si riporta a fianco la matrice di Burkhard et al. 2014, base di riferimento per le valutazioni della capacità di erogazione dei SE.

Figure 4: Exemplary ecosystem service potential matrix. The exemplary evaluation refers to a hypothetical European „normal“ landscape in summer (before the harvest period). Scale from 0/rozy = no relevant potential; 1/grey green = low relevant potential; 2/light green = relevant potential; 3/yellow green = medium relevant potential; 4/blue green = high relevant potential; and 5/dark green = very high (maximum) relevant potential (after Burkhard et al. 2009 and 2012).

	Regulating services										Provisioning services						Cultural services													
	Global climate regulation	Local climate regulation	Air quality regulation	Water flow regulation	Water purification	Nutrient regulation	Erosion regulation	Natural hazard regulation	Pest and disease control	Regulation of waste	Crops	Biomass for energy	Fodder	Livestock (domestic)	Fibre	Timber	Wood fuel	Fish, seafood & edible algae	Aquaculture	Wild foods & resources	Biomedicines & medicine	Freshwater	Mineral resources*	Abiotic energy sources*	Recreation & tourism	Landscape aesthetics & inspiration	Knowledge systems	Religion & spiritual experience	Cultural heritage & cultural diversity	Natural heritage & natural diversity
Continuous urban fabric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Discontinuous urban fabric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrial or commercial units	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Road and rail networks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Port areas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Airports	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineral extraction sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dump sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construction sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Green urban areas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sport and leisure facilities	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-irrigated arable land	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanently irrigated land	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ricefields	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vineyards	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fruit trees and berries	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Olive groves	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pastures	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Annual and permanent crops	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Complex cultivation patterns	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Agriculture & natural vegetation	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Agro-forestry areas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Broad-leaved forest	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Coniferous forest	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mixed forest	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Natural grassland	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Moors and heathland	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sclerophyllous vegetation	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Transitional woodland shrub	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Beaches, dunes and sand plains	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bare rock	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparsely vegetated areas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Burnt areas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glaciers and perpetual snow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inland marshes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Peatbogs	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Salt marshes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Salines	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intertidal flats	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Water courses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Water bodies	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Coastal lagoons	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Estuaries	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sea and ocean	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Abiotic outputs from natural systems (after CICES)

*abiotic outputs from natural systems (after CICES)

Mappare i Servizi Ecosistemici del Suolo

Con questa metodologia, per ogni tipologia ambientale, cioè per ogni voce di legenda della cartografia di uso del suolo, viene realizzata una matrice nella quale ad ogni uso del suolo è associato un valore potenziale di performance, cioè un valore di capacità potenziale di quella specifica copertura nel fornire quel determinato SE, espresso con un numero da 0 a 5 (0 = non rilevante 1 = poco rilevante, 2 = rilevante; 3 = mediamente rilevante; 4 = molto rilevante 5 = altamente rilevante).

Tale matrice può essere poi importata e trattata in ambiente GIS, associandola alle carte di uso del suolo, per la costruzione delle Mappe dei SE. Le mappe ottenute permettono di:

- individuare quali sono e come si distribuiscono le potenziali forniture di SE erogati dagli ecosistemi che compongono i diversi paesaggi;
- valutare la presenza/scarsità/assenza dei SE in base alle esigenze degli ambiti e alle caratteristiche di Vulnerabilità e di Resilienza;
- delineare gli interventi più appropriati in termini di GI per incrementare i SE che meglio rispondono alle esigenze degli ambiti in termini di Vulnerabilità/Resilienza e alla riqualificazione paesaggistica degli ambiti.

Ciò potrà offrire, nelle fasi di attuazione del Piano, la possibilità di identificare i possibili attori territoriali che hanno un ruolo nella generazione (produttori) dei SE o nella fruizione (beneficiari), facilitando così anche l'identificazione funzionale dei ruoli che essi possono assumere nel territorio.

ATTENZIONI NELL'USO DEI SERVIZI ECOSISTEMICI NEI MODELLI

>>>> I SE assumono significato rispetto al paesaggio, alle sue caratteristiche fondative (clima, geomorfologia, idrologia, litologia), ai processi biotici (ecosistemi vegetazione e fauna), ai processi insediativi e alle vulnerabilità. I SE (non hanno lo stesso valore ovunque, non sono efficaci a rispondere alle vulnerabilità e a supportare la resilienza ovunque e nello stesso modo....

>>>> Attenzione i valori che attribuiamo nelle matrici SE/USO del suolo e SE/Funzioni idrologiche/Usi del suolo sono delle semplificazioni. Il valore reale di ogni tessere nell'erogare un SE è determinato da molto più fattori: pendenze, esposizione, integrità dell'ecosistema, modalità di gestione dei boschi, presenza di disturbi e pressioni, contesto in cui è localizzata la tessera

>>>> Attenzione agli automatismi nell'applicazione dei modelli ma soprattutto nella lettura dei dati risultanti: gli usi del suolo che forniscono più SE non sono sempre i più adatti a rispondere alle vulnerabilità, occorre sempre tener conto dei caratteri dei paesaggi di riferimento (ad esempio i boschi hanno notevoli potenzialità, ma non potranno mai costituire l'elemento dominante di un paesaggio agricolo in quanto, in tal caso, il paesaggio sarebbe di tipo forestale), per questo motivo non tutti i SE sono adatti a tutti i paesaggi, quindi non tutte le GBI e non tutte le NBS sono idonee.

Classi LAND COVER (Regione Piemonte 2010)	Codice LAND COVER	SERVIZIO ECOSISTEMICO	SE DI SUPPORTO				SE DI REGOLAZIONE										SE DI APPROVVIGIONAMENTO									
			Mantenimento dei cicli vitali delle specie viventi	Impollinazione	Regolazione del clima	Regolazione del microclima	Regolazione del deflusso	Depurazione delle acque			Controllo dei parassiti	Regolazione dei nutrienti	Controllo dell'erosione			Cottivazioni alimentari e fibre			Produzione forestale			Acqua dolce				
								A	M	B			A	M	B	A	M	B	A	M	B		A	M	B	
		Classe di Pendenza	/	/	/	/	A	M	B	A	M	B	/	/	A	M	B	A	M	B	A	M	B	/		
Tessuto urbano continuo e denso ed Edifici del Tessuto urbano continuo e denso	1111; 1112	Bassa: da 0° a 6°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tessuto urbano continuo e mediamente denso ed Edifici del Tessuto urbano continuo e mediamente denso	1113; 1114	Media: da 7° a 13°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tessuto urbano discontinuo ed Edifici del Tessuto urbano discontinuo	1121; 1122	Alta: oltre i 13°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tessuto urbano rado ed Edifici del Tessuto urbano rado (case sparse)	1123; 1124		1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione continue e dense ed Edifici delle Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione continue e dense	1211; 1212		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione discontinue e Edifici delle Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione discontinue	1213; 1214		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Grandi impianti di concentramento e smistamento merci (interporti e simili), reti ed aree per la rete ed aree per la distribuzione idrica e la produzione e il trasporto dell'energia, infrastrutture di trasporto	1223		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Reti stradali e spazi accessori	1221		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Reti ferroviarie e spazi accessori	1222		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Aree portuali	1230		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Aeroporti	1240		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Aree estrattive	1310		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Discariche e depositi di cave, miniere e industrie	1321		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	1322		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cantieri, spazi in costruzione e scavi	1331		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Suoli rimaneggiati e artefatti	1332		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Aree verdi urbane indifferenziate	1410		2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0		
Parchi urbani	1411		2	3	2	3	1	2	2	1	2	2	1	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0		
Aree incolte urbane	1412		3	2	1	1	2	2	1	2	2	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cimiteri	1413		1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Campaggi e strutture turistiche e ricettive	1421		0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Impianti sportivi (calcio, atletica, tennis, sci)	1422		0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
Aree archeologiche	1423		0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Seminativi semplici in aree indifferenziate	2101		0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	5	0	0	0	0		
Seminativi semplici in aree non irrigue	2111		0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	5	0	0	0	0		
Seminativi semplici in aree irrigue	2121		0	0	1	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	5	0	0	0	0		
Vivai	2102; 2112; 2122		2	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	5	0	0	0	0		
Culture orticole a pieno campo	2103; 2113; 2123		1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	5	0	0	0	0		
Serre e tunnel	2104; 2114; 2124		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0		
Risale	2131		3	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0		
Vigneti	2210		0	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0		
Frutteti e frutti minori indifferenziati	2220; 2221; 2223; 2224; 2225		2	5	5	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	2	5	5	5	0	0	0	0		
Castagne da frutto	2222		5	5	5	5	1	2	2	3	4	4	3	4	2	3	4	3	3	3	4	5	5	0		
Olivi	2230		1	2	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	2	5	5	5	0	0	0	0		
Arboricoltura da legno indifferenziata	2240		0	3	3	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	4	4	5	5	0		
Pioppeti	2241		0	2	2	1	2	2	2	2	2	2	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0		
Prati stabili e pascoli	2310		4	3	2	1	1	2	1	2	2	2	2	4	1	2	3	5	5	5	0	0	0	0		
Culture annuali associate a colture permanenti e Sistemi culturali e particolari complessi	2410; 2420		2	3	2	3	2	2	3	0	1	1	3	1	1	2	2	3	4	4	0	0	0	0		
Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti e Aree agroforestali	2430; 2440		3	4	3	3	3	3	3	1	2	3	3	3	2	3	4	2	3	3	1	2	2	0		
Robineti	3113		3	5	3	2	2	2	3	2	3	4	2	3	2	2	3	0	0	0	1	1	1	0		
Acero-tillo-frassineti	3111		5	5	5	5	3	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	1	1	1	4	5	5	0		
Quercio-carpini e Castagne	3112; 3114		5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	1	1	1	4	5	5	5	0		
Boschi di latifoglie (Boschi a prevalenza di latifoglie indifferenziate, Querceti di rovere, Querceti di roverella, Ostrieti)	3110; 3115; 3116; 3117		5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	3	4	5	0	0	0	4	5	5	0		
Faggete	3118		5	5	5	5	3	4	5	4	5	5	5	5	3	4	5	1	1	1	4	5	5	0		
Formazioni legnose riparie	3119		5	5	5	4	3	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	0	0	0	0	0	0	0		
Boschi di conifere (Boschi a prevalenza di conifere indifferenziate; Abetine; Pinete; Piceete; Lariceti e cembretre)	3120; 3121; 3122; 3123; 3124		5	5	5	5	2	3	4	4	5	5	4	4	2	3	4	1	1	1	3	4	4	0		
Boschi misti di conifere e latifoglie	3130		5	5	5	5	3	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	1	1	1	4	5	5	0		
Praterie e brughiere di alta quota	3210		2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	3	1	2	2	3	3	0	0	0	0	0		
Aree con rimboschimenti recenti	3214		2	2	2	1	2	2	1	2	2	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0		
Cespuglieti e arbusteti	3220		4	3	3	2	2	2	2	3	4	2	2	2	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0		
Vegetazione sclerofilla, incluse macchia e gariga	3230		0	0	2	1	0	1	1	1	1	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0		
Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione naturale	3240		4	3	3	1	2	3	2	3	4	2	2	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0		
Spaghe, dune e sabbie, isole fluviali, greti	3310		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Rocce nude, falci, rupi affioranti	3320		5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Aree con vegetazione rada	3300; 3330		5	1	2	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0		
Aree percorse da incendi	3340		0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ghiacciai e nevi perenni	3350		5	0	3	4	5	5	5	0	0	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0	5		
Paludi	4100; 4110		5	4	3	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	2		
Torbiere	4120		5	4	3	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	2		
Corsi d'acqua indifferenziati	5110; 5111		4	0	2	3	3	4	1	1	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Canali e idrovie	5112		2	0	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
Bacini idrici naturali	5121		2	5	0	2	3	3	4	4	4	4	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	5		
Bacini idrici artificiali	5123		1	2	2	3	2	2	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Bacini d'acqua artificiali ad altra destinazione	5122		0	0	1	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

I valori riportati nella tabella sono attribuiti alle tipologie di uso del suolo anche in base alla pendenza dei terreni sui quali sono localizzati. In generale si tratta di valori medi validi per valutazioni di scala vasta e intermedia. A scale di maggior dettaglio, o un ambiti specifici e delimitati, vale la pena ricalibrare alcuni punteggi ricalibrando considerando alcuni fattori che localmente possono incidere sulla funzionalità degli ecosistemi, ad esempio: la presenza di aree in erosione/frane, le modalità culturali e di gestione del bosco, la presenza di

tecniche agricole a basso impatto (biologico), ma anche la presenza di infrastrutture e insediamenti. Questi fattori di interferenza possono essere mappati e sovrapposti a quella di uso del suolo per comprendere quali ecosistemi dell'areale in esame, possono essere disturbati nello svolgimento delle funzioni proprie (e quindi nell'erogazione di SE). In particolare per trovare gli ecosistemi interferiti da infrastrutture e insediamenti possono essere costruiti buffer di interferenza secondo le modalità descritte nell'approfondimento 3, sugli indicatori spaziali.

Mappare i Servizi Ecosistemici del Suolo

COSTRUZIONE DELLE MAPPE DEI SE DEL SUOLO E DEL PAESAGGIO: SINTESI DELLA METODOLOGIA BURKAHRD (adattata)

Nel progetto LOS_DAMA! i valori di performance dei SE sono stati attribuiti ad ogni tipologia presente sulla Carta di uso del suolo, come nella tabella che segue.

La mappatura dei SE richiede alcune operazioni di seguito descritte:

1) la costruzione di una matrice con cui si è registrata la presenza/assenza dei SE. La matrice può essere così strutturata:

- nelle colonne i SE ordinati secondo le categorie individuate dalle classificazioni del SE (MEA, TEEB, CICES);
- nelle righe, le tipologie di coperture del suolo (usi del suolo: banca dati LAND COVER PIEMONTE 2010).

Gli incroci nella matrice restituiscono la presenza di SE potenziali.

2) Il numero di incroci nella matrice permette di individuare immediatamente:

- quali SE sono presenti e in che numero, o se sono assenti;
- la presenza quantitativa (somma numerica) di SE erogati dalle singole coperture del suolo;
- quali coperture del suolo sono in grado di generare un maggior numero di SE.

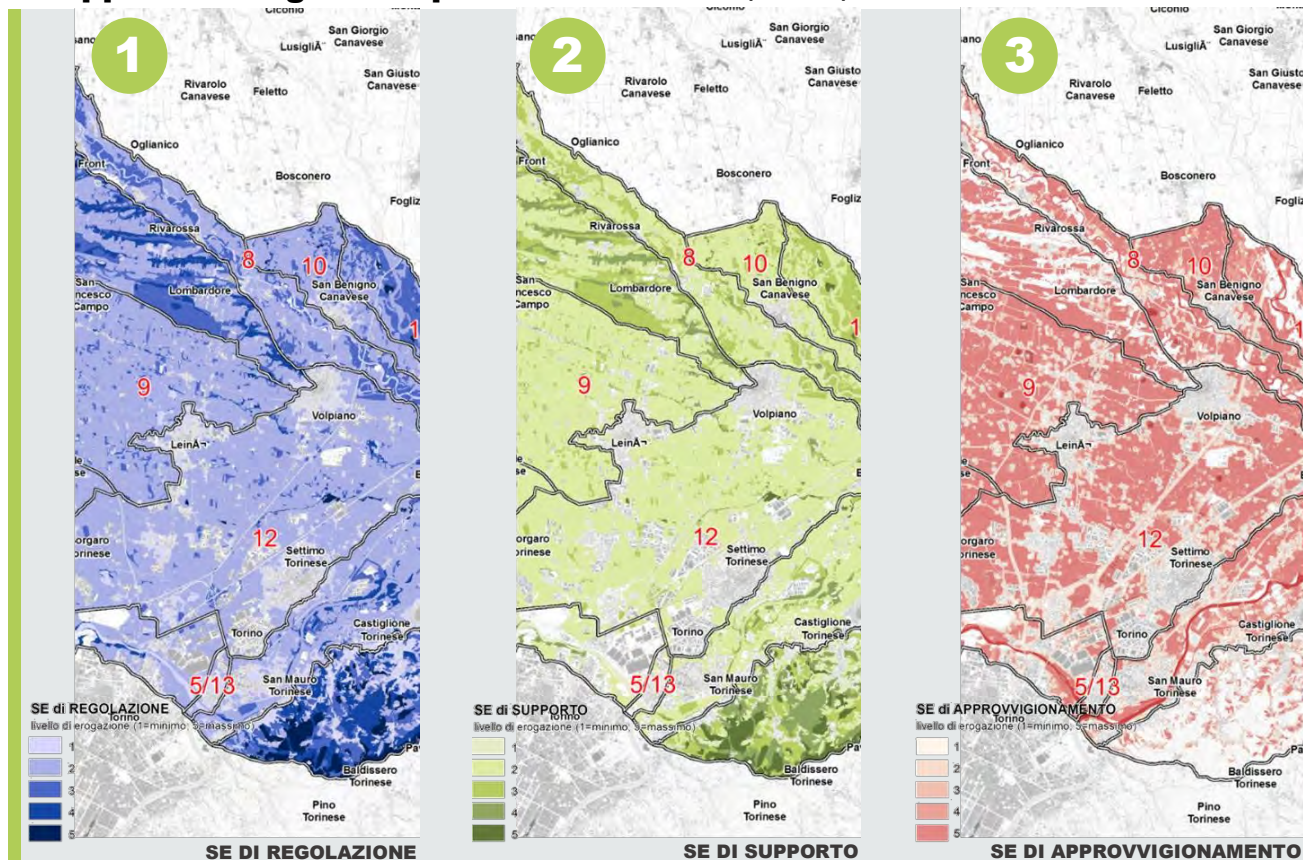
3) Tale matrice può essere poi importata e trattata in ambiente GIS, associandola alle carte di uso del suolo, per la costruzione delle Mappe Tematiche dei Servizi Ecosistemici.

Le mappe tematiche così elaborate permettono di:

- visualizzare come si distribuiscono gli usi del suolo nelle diverse UPA e dove si concentrano quelli in grado di erogare più o meno SE;
- individuare quale ruolo assume ogni UPA rispetto all'erogazione di SE, ovvero, se ne fornisce molti o se ne fornisce pochi;
- definire quali SE sono più significativi in base alle caratteristiche delle UPA (ovverosia rispetto al paesaggio) e alle esigenze definite dalle Vulnerabilità (SE prioritari);
- stimare sinteticamente la presenza/scarsità/assenza dei SE prioritari;
- delineare gli interventi più appropriati in termini di GBI, per incrementare i SE prioritari, che meglio rispondono alle esigenze degli ambiti in termini di Vulnerabilità/Resilienza e alla riqualificazione paesaggistica delle UPA.

Mappare i Servizi Ecosistemici del Suolo

Mappe dell'erogazione potenziale dei SE (estratti)



nel progetto LOS_DAMA!
sono stati indagati i
seguenti SE:

di regolazione

- Regolazione del clima
- Regolazione del microclima
- Regolazione del deflusso
- Depurazione delle acque
- Controllo dei parassiti
- Regolazione dei nutrienti
- Controllo dell'erosione

di supporto

- Mantenimento dei cicli vitali delle specie viventi
- Impollinazione

di approvvigionamento

- Coltivazioni alimentari e fibre
- Legname
- Acqua dolce

Mappare i Servizi Ecosistemici del Suolo

Relazioni tra Indicatori Spaziali e SE

L'obiettivo di tale approfondimento è quello di individuare delle corrette modalità di stima rapida della carenza/abbondanza dei servizi ecosistemici forniti da ciascuna areale di studio, in prima istanza la CV. Tale stima può essere effettuata relazionando i SE agli indicatori spaziali.

Ciò in quanto, gli indicatori si pongono come strumenti "proxy" di stima della presenza, carenza e abbondanza dei servizi stessi nei diversi areali di studio. In particolare:

- **Matrice:** che definisce la macro-caratterizzazione di un ambito che può essere riletta dal punto di vista della tipologia prevalente di SE erogati. (es: matrice agricola SE di approvvigionamento, matrice naturale SE di regolazione/supporto, matrice urbano tecnologica SE culturali);
- **Eterogeneità paesaggistica:** che aiuta a valutare la varietà di SE erogati dalla diversità e dalla varietà degli ecosistemi presenti in un ambito;
- **Habitat standard/ Habitat standard funzioni:** che individua le diverse funzioni degli ecosistemi (seminaturali, agro-silvo-pastorali, agricoli produttivi e urbani antropici) e la dotazione pro-capite. Ogni funzione può fornire una stima della dotazione pro capite dei servizi erogati dagli ecosistemi;
- **Biopotenzialità territoriale:** che stima la funzionalità complessiva degli ecosistemi in particolare quelle che forniscono SE di regolazione e di supporto (es: regolazione del microclima, biodiversità, assorbimento di CO₂, ecc...);

- **Indice di dispersione insediativa:** che può restituire, non tanto i SE, quanto gli elementi che si pongono come disturbo per gli ecosistemi nello svolgimento delle funzioni che permettono l'erogazione di SE;
- **Indice di Superficie Drenante:** che può essere considerato un proxy dei SE di regolazione, con particolare riferimento ai SE connessi all'acqua e al ciclo idrologico. Si ricorda che per la stima degli HS vengono esclusi gli usi che afferiscono agli ecosistemi naturali.

Di seguito la tabella che illustra le relazioni tra gli indicatori spaziali, che sono stati calcolati per il territorio della CV (par. 5.2) e i servizi ecosistemici riferiti alle tre categorie di SE strettamente correlate ai processi fisico-biologici svolti dagli ecosistemi.

La prima riga riporta gli indicatori spaziali, mentre la prima colonna elenca i SE individuati.

Si è cercato di individuare sia le relazioni, ovvero quali indicatori sono significativi per la stima dei SE, sia il significato derivabile dai risultati degli indicatori in merito all'erogazione/mancanza di un dato SE. La campitura verde della casella corrispondente significa che il macro indicatore fornisce informazioni in merito al SE collegato; nella casella viene poi brevemente spiegato il legame tra il macro indicatore e il SE.

Mappare i Servizi Ecosistemici del Suolo

INDIVIDUAZIONE DELLE RELAZIONI TRA INDICATORI SPAZIALI E SE

SE Potenziali correlati agli indicatori spaziali	Indicatori spaziali					
	MATRICE E HABITAT STANDARD	HABITAT STANDARD FUNZIONI	BIOPOTENZIALITÀ TERRITORIALE	INDICE DI DISPERSIONE INSEDIATIVA	INDICE DI SUPERFICIE DRENANTE	ETERogeneità PAESAGGISTICA
SE di regolazione						
Regolazione del clima		Protettivo	BTC HU Meccanismi di autoregolazione	L'aumento delle strade facilita l'aumento dell'utilizzo del mezzo privato	Superficie impermeabile Incidenza sul sequestro di carbonio SUOLO VIVO	
Regolazione del microclima		Protettivo	BTC HU In area urbana Cattura CO ₂ , polveri sottili ed altri inquinanti	L'aumento delle strade facilita l'aumento dell'utilizzo del mezzo privato	Isola di calore Spazi verdi urbani	
Regolazione del deflusso	Alta artificializzazione	Protettivo Produttivo	BTC valli fluviali Zone umide (Btc Hu/Btc Hn) Bacini artificiali/rinaturalizzati		Equilibrio del ciclo idrologico Opere SUDS Aree di sedimentazione	
Depurazione delle Acque (Filtration of surface water by ecosystem)		Protettivo Produttivo	BTC HN Meccanismi di autoregolazione		Infiltrazione e processi di depurazione svolti dal suolo	
Controllo dei parassiti		Protettivo	BTC HU	Driver di diffusione dei parassiti	Artificializzazione	Aree di diffusione dei parassiti SPECIALIZZAZIONE monocoltura
Regolazione dei nutrienti	Paesaggi agricoli	Protettivo	BTC HU Zone rurali		SUOLO VIVO	SPECIALIZZAZIONE (nitrati, monocoltura). Vegetazione diffusa
Controllo dell'erosione		HS PT, incrociato con acclività	Suoli nudi	Urbanizzazione diffusa nel territorio collinare		Vigneti (vigna specializzata), monofunzionalità / SPECIALIZZAZIONE
SE di supporto						
Mantenimento dei cicli vitali delle specie viventi	Habitat naturali	Protettivo	BTC HN	Disturbo	SUOLO VIVO	SPECIALIZZAZIONE monocoltura
Impollinazione		Aree più adatte	BTC HN	Aree più adatte		
SE di fornitura o approvvigionamento						
Coltivazioni alimentari e fibre	Identificazione dei diversi paesaggi agricoli rurali, quindi delle diverse vocazioni			Individua le aree interessate dallo sprawl (sia insediamenti che infrastrutture) che hanno differente pressione. Individua anche le aree non interessate	Qualità delle acque Sprawl provoca maggiori aree interferite, maggiore inquinamento potenziale	Varietà colturali
Legname			Ad esempio: BTC HN individua zone in buone condizioni, boschi vecchi con più biomassa. Possibile approfondimento con caratteristiche ACCLIVITÀ/ACCESSIBILITÀ'			
Acqua dolce			Zone umide		Aumento del rischio di inquinamento delle acque (acque di scolo) Ritenzione e ricarica delle falde	valutare la ricchezza di acqua (anche: ghiacciai, fiumi, laghi)

BANCHE DATI PER LA MAPPATURA E VALUTAZIONE DEI SE

LAND COVER PIEMONTE: CLASSIFICAZIONE USO DEL SUOLO 2010 (VETTORIALE)

Strato informativo in formato vettoriale dell'uso e della copertura del suolo (IV livello).

Risorsa online

(<https://www.geoportale.piemonte.it/cms/progetti/land-cover-piemonte>)

- Mappe delle infrastrutture
- Mappe dei dissesti (erosioni, frane, ecc.)
- Piani forestali