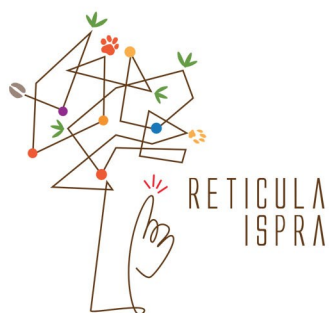


RETICULA

RETI ECOLOGICHE, GREENING E GREEN INFRASTRUCTURE
NELLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO E DEL PAESAGGIO



SOMMARIO

L'EDITORIALE

Il Piano Nazionale per il Ripristino della Natura: sfide e opportunità

Lorenzo Ciccarese, Valentina Rastelli2

GLI ARTICOLI

Piani Comunali del Verde: strumenti per riportare la natura nella nostra vita?

Anna Chiesura, Massimiliano Bultrini, Serena D'Ambrogi, Elisabetta De Maio, Marco Faticanti, Giuliana Giardi, Arianna Lepore6

Pianificare con la natura: il caso dell'Oasi Laguna del Re, Manfredonia (FG)

Michela Ingaramo, Vincenzo Rizzi, Anna Rita Cammerino, Massimo Monteleone21

Approccio ecosistemico alla pianificazione in Regione Emilia-Romagna: mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici

Riccardo Santolini, Giovanni Pasini, Elisa Morri, Giovanna Panza33

Metodologie di analisi integrate per il monitoraggio satellitare a scala regionale dell'infestazione di bostrico tipografo

Daniele Savio46

Alternative sostenibili di gestione delle Aree protette – Il caso della Partecipanza di Trino (VC)

Paolo Camerano, Fabio Petrella, Lorena Losurdo, Giorgio Roberto Pelassa, Guido Blanchard58

RETICULA NEWS

A cura del Comitato Editoriale e degli Utenti di RETICULA67

EDITORIALE

IL PIANO NAZIONALE PER IL RIPRISTINO DELLA NATURA: SFIDE E OPPORTUNITÀ

Lorenzo Ciccarese, [Valentina Rastelli](#)

ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

L'entrata in vigore del [Regolamento \(UE\) 2024/1991](#) per il Ripristino della Natura (RRN), il 18 agosto 2024, segna una svolta decisiva nella politica ambientale dell'Unione Europea (UE). Con l'obiettivo ambizioso di mettere in atto misure volte a ripristinare almeno il 20% delle zone terrestri e marine dell'UE entro il 2030 e tutti gli ecosistemi che necessitano di ripristino entro il 2050, questo strumento legislativo pone tutti gli Stati membri, inclusa l'Italia, di fronte a una sfida senza precedenti che richiede un coordinamento tecnico-scientifico di altissimo livello.

La degradazione degli habitat rappresenta una delle principali minacce alla biodiversità europea. Secondo il rapporto [Lo stato della natura nell'UE](#) dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA) del 2020, solo il 15% degli habitat presenta un "favorevole" stato di conservazione, mentre l'81% versa in condizioni "inadeguate" (45%) o "cattive" (36%), e per il restante 4% degli habitat mancano dati e informazioni sufficienti per poterne valutare lo stato. Questa situazione critica ha spinto l'UE a adottare il primo strumento legislativo specificamente dedicato al ripristino degli habitat e degli ecosistemi. Lo stesso rapporto dell'AEA evidenzia che l'agricoltura e la silvicoltura non sostenibili, l'espansione urbana incontrollata e l'inquinamento sono i principali fattori a cui va imputato il



Foto di D. Ceralli

drastico declino della biodiversità nel territorio UE. La maggior parte delle specie e degli habitat protetti non gode di un buono stato di conservazione ed è necessario un maggiore impegno per invertire la rotta. Il Regolamento –che si inserisce nel quadro più ampio del Green Deal europeo, che può essere definito come il padre delle politiche ambientali dell’UE degli ultimi anni, e della Strategia UE per la biodiversità al 2030– rappresenta il principale e concreto strumento attuativo delle politiche per la natura nell’UE, traducendo in impegni giuridicamente vincolanti la necessità di arrestare e invertire l’incessante declino della biodiversità. Gli obiettivi sono articolati e ambiziosi: dal ripristino di almeno il 30% degli habitat degradati entro il 2030, il 60% entro il 2040 e il 90% entro il 2050, al ripristino di almeno 25.000 km di fiumi a scorrimento libero; dall’arresto del declino degli impollinatori al miglioramento degli indicatori di biodiversità negli ecosistemi agricoli e forestali; dal ripristino e aumento di spazi verdi nelle aree urbane alla messa a dimora di alberi al fine di contribuire in maniera significativa al raggiungimento del target della Strategia UE per la biodiversità di piantare tre miliardi di alberi.

La complessità del Regolamento richiede un approccio coordinato che integri competenze scientifiche, tecniche e amministrative. Ogni Stato membro deve presentare entro il 1° settembre 2026 il proprio Piano Nazionale per il Ripristino della Natura (PNRN), sulla base del format definito dal [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2025/912](#). Il PNRN dovrà, tra le altre cose, identificare, quantificare e mappare le aree da ripristinare, identificare le misure specifiche, definire le tempistiche di attuazione e stimare i fabbisogni finanziari e le relative fonti. In Italia il principale responsabile dell’attuazione del Regolamento sarà il Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE). È evidente, tuttavia, che per una piena ed efficace attuazione del PNRN è necessaria, come ha ricordato il Ministro Pichetto Fratin in un intervento al Parlamento, *“la partecipazione di tutti i soggetti e le categorie interessate, per tarare al meglio le modalità di raggiungimento dei target”*, a partire dal Ministero dell’Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste (MASAF). Il coinvolgimento del MASAF è cruciale, specialmente per l’attuazione degli articoli da 10 a 12, relativi agli impollinatori, agli ecosistemi agricoli e forestali, come pure quello di altri Ministeri, delle Regioni e delle autorità locali.

A livello europeo si sta delineando un quadro di coordinamento che vede la Commissione Europea nel ruolo di supervisione e predisposizione di metodologie e buone pratiche, di supporto agli Stati membri per la redazione del PNRN e per l’attuazione del Regolamento. A tale scopo la Commissione ha anche predisposto un [portale apposito](#), denominato Biodiversity Information System for Europe (BISE): in questo portale verranno inseriti tutti i documenti utili per l’attuazione dei vari articoli del Regolamento. Per esempio, sono state recentemente inserite le linee guida per lo sviluppo di metodologie per monitorare le caratteristiche paesaggistiche ad alta diversità, un indicatore previsto dall’articolo 11 sugli ecosistemi agricoli. Allo stato attuale diversi gruppi di esperti, costituiti da rappresentanti della Commissione, degli Stati Membri e dell’Agenzia Europea dell’Ambiente, stanno lavorando sui diversi ambiti di interesse del Regolamento: solo per citare alcuni esempi, il Gruppo di lavoro sulle Infrastrutture Verdi si sta riunendo allo scopo di definire delle linee guida comuni per l’attuazione dell’articolo 8 sulle aree urbane, mentre il Gruppo sugli Impollinatori sta continuando il lavoro già iniziato sulla metodologia per il monitoraggio degli insetti

impollinatori. Ci sono poi due ulteriori Gruppi, creati appositamente per l'attuazione del Regolamento, che hanno un ruolo di coordinamento: il primo, più politico, è il Comitato Regolamentare del RRN (il cui rappresentante per l'Italia proviene dal MASE), e l'altro, più tecnico, è il gruppo di esperti sul RRN (il cui rappresentante per l'Italia proviene dall'ISPRA). Da ricordare infine il ruolo degli organismi tecnici dell'UE, come l'Agenzia Europea dell'Ambiente e il Joint Research Centre, che svolgono e/o svolgeranno in futuro un ruolo cruciale nel fornire supporto tecnico-scientifico e nel monitoraggio dei progressi nel raggiungimento degli obiettivi del Regolamento. Particolarmente significativo è il ruolo che tutti questi Gruppi possono avere per assicurare la cooperazione transfrontaliera, richiamata espressamente anche dalla versione definitiva del format del PNRN.

Una delle criticità principali per l'attuazione del Regolamento riguarda la disponibilità di risorse finanziarie adeguate. Il testo normativo non prevede finanziamenti dedicati e stabilisce esplicitamente che l'attuazione non deve comportare la riprogrammazione dei fondi destinati all'agricoltura e alla pesca (PAC e PCP). Tali fondi però possono essere destinati a finanziare misure, previste in questi Piani di finanziamento, che servono anche a raggiungere gli obiettivi del Regolamento: vale quindi lo stesso concetto delle misure *win-win*, che contribuiscono cioè al raggiungimento di obiettivi in diverse politiche, consentendo quindi un'ottimizzazione dei finanziamenti. La PAC e la PCP sono solo due fonti di finanziamento che la stessa Commissione Europea suggerisce di utilizzare per finanziare azioni di ripristino: oltre questi, sono indicati come possibili fonti anche i programmi LIFE e Horizon, i Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza, i Fondi Strutturali, i Fondi per lo Sviluppo Regionale, e altri ancora, oltre ovviamente a finanziamenti nazionali da parte degli Stati Membri. Inoltre, un altro punto fondamentale sottolineato dalla

Commissione è la necessità di coinvolgere anche il settore privato in questa chiamata all'azione per il finanziamento del RRN.



Foto di D. Ceralli

Il nostro Paese si trova ora nella fase cruciale di avvio del processo di pianificazione nazionale. La complessità del territorio italiano, caratterizzato da una straordinaria diversità di ecosistemi e da specifiche pressioni antropiche, richiede un approccio particolarmente attento alla dimensione territoriale e alla partecipazione degli *stakeholders*. Si segnala che il processo di coinvolgimento degli *stakeholders* e quello di consultazione pubblica sono obbligatori ai sensi del RRN: quindi l'Italia dovrà dimostrare che il PNRN è stato sviluppato in consultazione con gli *stakeholders* rilevanti e che è stato soggetto a una fase di commenti da parte del pubblico. In questo quadro politico, sarà fondamentale il ruolo degli Istituti e/o Enti di ricerca, in supporto dei responsabili dell'attuazione. Ruolo che è reso ancora più complesso dalla necessità di integrare obiettivi trasversali che coinvolgono ecosistemi terrestri, costieri, marini e urbani, richiedendo competenze

multidisciplinari e un approccio sistemico. Nonostante il quadro degli attori che saranno coinvolti nell'attuazione del Regolamento non è ancora definito nei dettagli, di certo l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) avrà un ruolo centrale in supporto del MASE, come coordinamento delle attività necessarie alla redazione del PNRN, e nel monitoraggio successivo per valutare il livello di raggiungimento degli obiettivi indicati nel Piano.

L'attuazione del Regolamento presenta sfide significative ma anche opportunità straordinarie. Dal punto di vista delle criticità, emerge la necessità di costruire un consenso sociale e produttivo, particolarmente nel settore agricolo e forestale, dove permangono resistenze legate ai timori di ulteriori vincoli produttivi. Tuttavia, il Regolamento offre anche opportunità concrete: per i proprietari terrieri che implementeranno misure di ripristino, per lo sviluppo di nuovi servizi e prodotti legati al ripristino, per la creazione di occupazione nelle aree rurali e per il rafforzamento della resilienza degli ecosistemi ai cambiamenti climatici. Il successo dell'attuazione dipenderà dalla capacità di costruire una narrazione positiva del ripristino della natura, evidenziando i benefici ecosistemici (dalla fertilità del suolo all'impollinazione, dalla regolazione idrica al sequestro di carbonio) che sostengono la produttività agricola e il benessere sociale.

I prossimi mesi saranno decisivi per la preparazione del PNRN italiano. Le priorità includono la mappatura degli habitat degradati, l'identificazione delle aree di intervento, la definizione di metodologie di monitoraggio standardizzate e l'avvio di un processo partecipativo inclusivo che coinvolga tutti i settori interessati. In questa fase, la principale sfida dell'ISPRA è rispondere adeguatamente al compito a cui stato chiamato, garantendo la credibilità scientifica del Piano, l'integrazione con le politiche settoriali e intersettoriali e la coerenza con gli obiettivi europei, fungendo da ponte tra il livello tecnico-scientifico e quello politico. La sfida è ambiziosa, ma le competenze e l'esperienza del sistema scientifico nazionale, coordinate efficacemente, possono trasformare questo obbligo normativo in un'opportunità straordinaria per il ripristino del patrimonio naturale italiano e per il benessere delle generazioni future.

I PIANI COMUNALI DEL VERDE: STRUMENTI PER RIPORTARE LA NATURA NELLA NOSTRA VITA?

Anna Chiesura¹, Massimiliano Bultrini¹, Serena D'Ambrogi², [Elisabetta De Maio¹](#), Marco Faticanti¹, Giuliana Giardi¹, Arianna Lepore¹

¹ISPRA - Servizio per le valutazioni ambientali nelle aree urbane, ²ISPRA - Servizio per la sostenibilità della pianificazione territoriale, per le aree protette e la tutela del paesaggio, della natura e dei servizi ecosistemici terrestri

Abstract: Le città sono al centro di sfide ambientali globali, come il cambiamento climatico, la perdita di biodiversità e il consumo di suolo: per affrontarle, è necessario promuovere nella pianificazione urbanistica locale un equilibrio tra ambiente costruito e naturale, tra infrastrutture grigie e infrastrutture verdi e blu. Uno strumento utile in questo senso è il Piano Comunale del Verde, volto a valorizzare e incrementare il patrimonio verde e la biodiversità urbana per rendere i territori più sostenibili e resilienti. Il presente contributo, muovendo dalla analisi condotta nel recente quaderno ISPRA su dieci tra i più recenti Piani del verde italiani, evidenzia punti di forza e criticità di uno strumento ancora poco diffuso, ma necessario a riportare più natura nelle nostre città, come ci chiede l'Europa.

Parole chiave: piano del verde, infrastrutture verdi e blu, servizi ecosistemici, soluzioni basate sulla natura.

MUNICIPAL GREENING PLANS: INSTRUMENTS TO BRING NATURE BACK INTO OUR LIVES?

Anna Chiesura¹, Massimiliano Bultrini¹, Serena D'Ambrogi², [Elisabetta De Maio¹](#), Marco Faticanti¹, Giuliana Giardi¹, Arianna Lepore¹

¹ISPRA - Service for environmental assessments in urban areas; ²ISPRA - Services for the sustainable management of land use planning, protected areas, and the protection of landscapes, nature, and terrestrial ecosystems.

Abstract: Cities face global environmental challenges, such as climate change, biodiversity loss, and soil sealing. To address these issues, local spatial planning must guarantee a balance between built and natural environments, and between grey and green/blue Infrastructure. One useful tool for this is the Urban Green Plan, which aims to enhance and increase green spaces and urban biodiversity in order to make territories more sustainable and resilient. This contribution, based on an analysis of ten of the most recent Italian Green Plans published by ISPRA, highlights the strengths and weaknesses of an instrument that is still not very widespread, but necessary to bring more nature back into our cities, as Europe is asking us to do.

Key words: urban green plan, green and blue infrastructure, ecosystem services, nature-based solutions.

INTRODUZIONE

Nell'ultimo decennio è cresciuta l'attenzione al contributo delle Infrastrutture verdi e blu (IVB) urbane e dei loro servizi ecosistemici per città più resilienti e capaci di adattarsi ai cambiamenti climatici ([EC, 2013](#); Andersson et al., 2021; Green et al., 2016; De Luca et al., 2021). Il verde in città, infatti, fornisce servizi ecosistemici di regolazione, per esempio, del deflusso idrico superficiale e della temperatura urbana con benefici in termini di riduzione degli impatti di allagamenti e isole di calore, oltre a spazi verdi accessibili e ben progettati che contribuiscono alla coesione sociale e al benessere psico-fisico (Chiesura, 2004; Gomez-Baggethun e Barton, 2013; Konijnendijk et al., 2013; Labib et al., 2022). Per essere funzionale e duratura, tuttavia, l'IVB delle città richiede una pianificazione lungimirante, competente ed *evidence-based*, oltre che una realizzazione attenta e una gestione responsabile, capace di tutelare e valorizzare il patrimonio verde esistente (quello più prezioso), e di programmarne l'incremento con le specie, il posto e le cure giusti. Per questo, parlare di Piani del verde (PdV) diventa oggi questione centrale nelle politiche ambientali, sociali e di sostenibilità urbana. Inoltre, la scelta di concentrarsi sul PdV è coerente con i recenti indirizzi strategico-normativi e i documenti tecnici di riferimento europei e nazionali, che raccomandano maggiore attenzione al patrimonio verde da parte dei governi, ai vari livelli (vedi Box). Il presente contributo restituisce i risultati e le considerazioni emersi dall'analisi riportata nel recente Quaderno ISPRA [I Piani comunali del verde: strumenti per riportare la natura nella nostra vita?](#) (Chiesura et al., 2024), evidenziando come i PdV rappresentino ad oggi strumenti

strategici, sebbene non obbligatori per norma di legge, per guidare la trasformazione ecologica delle città attraverso l'incremento e la valorizzazione del capitale verde e blu e la sua integrazione nelle altre politiche locali di settore. Solo così, le città potranno rispondere alle crescenti sfide ambientali e sociali dei nostri tempi, tra cui la qualità dell'aria, la mobilità sostenibile, il consumo di suolo, l'adattamento ai cambiamenti climatici.

METODOLOGIA

L'analisi dei PdV si è basata su un quadro metodologico pensato per interpretare in modo coerente la marcata eterogeneità della documentazione tecnica prodotta dalle amministrazioni locali. Il riferimento principale è costituito dai documenti strategici, normativi e operativi sviluppati, nell'ultimo decennio, a livello nazionale ed europeo (vedi Box). Tra questi, oltre alle [Le linee guida per la gestione del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile](#) (2017), sono state considerate le [Linee guida europee per la preparazione degli Urban Green Plans](#), elaborate nell'ambito della [Strategia europea per la biodiversità](#), che propongono un processo ciclico articolato in 10 fasi: dall'impegno politico di lungo periodo alla co-creazione, dalla definizione di obiettivi misurabili alla pianificazione delle azioni fino alla definizione di sistemi di monitoraggio e valutazione.

Il modello di analisi adottato individua cinque aree tematiche fondamentali (Figura 1), scelte per cogliere la struttura formale dei documenti e la loro capacità di rispondere alle sfide ambientali, sociali e operative delle città contemporanee.

Il framework di analisi considera, in primo luogo, il contesto politico-normativo,

PIANI DEL VERDE: QUALCHE RIFERIMENTO

A fronte della eterogeneità della documentazione tecnica relativa ai Piani del verde, di seguito si propone un quadro di riferimento strategico, tecnico e normativo in materia di verde urbano.

Il documento [Urban Greening Plans – Guidance for cities to help prepare an Urban Greening Plan](#) (EC, 2024), redatto da [EUROCITIES](#) e [ICLEI](#) per conto della Commissione Europea a supporto della [Strategia europea per la biodiversità al 2030](#), sollecita le città (con più 20.000 abitanti) a dotarsi di un Piano del verde urbano (ora chiamato Piano urbano per la natura, PUN). Nel documento, il Piano è approcciato quale processo di co-creazione articolato in 10 fasi (Figura a): assicurare un impegno politico di lungo termine; istituire una struttura di lavoro; avviare un processo di co-creazione; sviluppare visione e obiettivi a lungo termine; analizzare lo stato attuale della natura e biodiversità; definire indicatori e obiettivi misurabili; stabilire priorità, azioni, responsabilità, scadenze e risorse; sviluppare una strategia di comunicazione, educazione e sensibilizzazione; pianificare un sistema di monitoraggio, rendicontazione e valutazione; approvare, pubblicare e attuare il Piano.

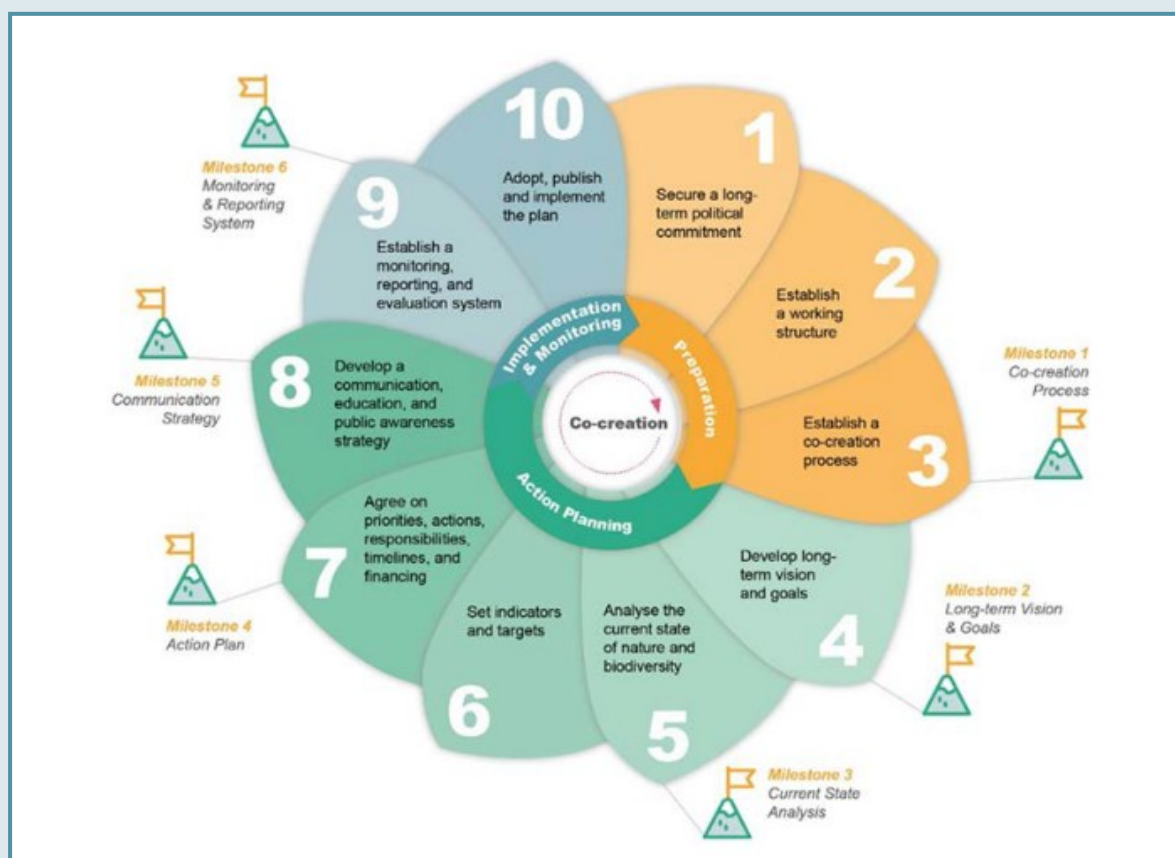


Figura a. I dieci passi da seguire per la preparazione di un Piano del verde secondo le Linee guida europee (fonte: [official website of the European Union](#)).

Il recente Regolamento sul ripristino della natura ([Nature Restoration Regulation](#)) stabilisce obiettivi vincolanti di ripristino anche per gli ecosistemi urbani al fine di garantire l'aumento di spazi verdi nelle città, l'assenza di perdita netta di spazio verde entro il 2030, e l'aumento della copertura arborea nelle città.

Tali indirizzi europei sostengono e consolidano l'attività che le città conducono da anni in direzione dello sviluppo sostenibile. A loro volta, i Piani urbani per la natura concorrono al conseguimento degli impegni internazionali sottoscritti dall'Unione Europea nell'ambito dell'accordo globale per la biodiversità di Kunming-Montreal delle Nazioni Unite ([COP15, 2022](#)).

In contesto italiano è utile ricordare i seguenti documenti:

[Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani](#) L.10/2013 rappresenta la legge nazionale dedicata al verde urbano. Introduce obblighi per i Comuni per valorizzare il verde nelle politiche pubbliche e istituisce il Comitato per lo sviluppo del verde pubblico presso il Ministero dell'Ambiente (ora MASE);

[Linee guida per la gestione del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile](#) (2017), è il documento tecnico-operativo di riferimento che delinea i contenuti minimi dei Piani comunali del verde (es. caratterizzazione del territorio, tipologie di sistemi verdi, stima della domanda di servizi ecosistemici), e fornisce criteri progettuali, meccanismi di attuazione, monitoraggio e indicatori di valutazione;

Strategia nazionale del Verde urbano [Foreste urbane eterogenee e resilienti per il benessere e la salute dei cittadini](#) (2018) fissa criteri e linee guida per la pianificazione e gestione del verde urbano, oltre a sollecitare un ruolo attivo dei Comuni nella redazione dei propri Piani del verde, fondati su valutazione del contesto, risorse disponibili e domanda di servizi ecosistemici, con il coinvolgimento delle comunità locali;

[Criteri Ambientali Minimi per il verde urbano](#) (DM 10/03/2020, Ministero dell'Ambiente) definiscono il Piano del verde come uno strumento integrativo essenziale della pianificazione urbanistica, volto a stabilire obiettivi di miglioramento ecosistemico, interventi di valorizzazione del verde a lungo termine, risorse economiche, monitoraggio dei risultati e coinvolgimento della comunità, in base alle esigenze del territorio;

[MISSIONE 2 \(M2\)](#) del PNRR sulla rivoluzione verde e transizione ecologica in cui la Componente 4 *Tutela del territorio e della risorsa idrica* prevede una linea di investimento specifica dedicata alla tutela e alla valorizzazione del verde urbano ed extraurbano;

[Strategia Nazionale Biodiversità 2030](#) (2023) prevede, nell'obiettivo B10, di arrestare la perdita della biodiversità e degli ecosistemi urbani e periurbani, e di favorire il rinverdimento urbano e l'introduzione e diffusione delle soluzioni basate sulla natura (NBS). Tale obiettivo potrà essere raggiunto anche attraverso (azione B10.1.b) lo sviluppo di piani di inverdimento urbano (per le città con almeno 20.000 abitanti) che integrino, nella pianificazione urbana, le NBS.

Contesto politico-normativo	Genesi e percorso di redazione del Piano Riferimenti politico-normativi Grado di coordinamento con gli altri settori e uffici
Inquadramento ambientale e territoriale	Caratteristiche principali dei sistemi verdi cittadini Tipologie di verde pubblico e accessibilità Analisi/censimento di flora, fauna, patrimonio arboreo Analisi di dettaglio quantitative e qualitative, servizi ecosistemici forniti da verde urbano
Strategia e azioni	Vision del Piano, obiettivi e azioni previste Interazione con altri temi chiave per ambiente e società: mobilità sostenibile, salute e benessere, cambiamenti climatici, consumo di suolo, paesaggio, agricoltura urbana
Attuazione e monitoraggio	Modalità di attuazione degli interventi previsti, coordinamento con le altre politiche di settore umane ed economiche Sistema di monitoraggio degli obiettivi e relativi indicatori
Partecipazione e comunicazione	Percorsi di partecipazione e consultazione pubblica Coinvolgimento di stakeholder pubblici e privati Sensibilizzazione e divulgazione

Figura 1. Framework di riferimento per l'analisi: ambiti e contenuti di base per la lettura comune dei dieci PdV analizzati (fonte: elaborazione degli Autori).

esaminando le motivazioni, il percorso amministrativo e l'allineamento del PdV con gli strumenti urbanistici e le strategie locali. Questo consente di valutare se la pianificazione del verde sia intesa come parte integrante delle politiche urbane o abbia un ruolo settoriale.

L'inquadramento territoriale e ambientale tiene conto dell'analisi conoscitiva e della capacità di restituire una lettura ecologica dello spazio urbano; tra gli aspetti che rientrano in quest'area c'è la mappatura dei sistemi verdi, l'analisi delle criticità ambientali e la valutazione dell'accessibilità e dei vari servizi ecosistemici.

Il terzo ambito, relativo a strategia e azioni, approfondisce la presenza di obiettivi chiari e azioni coerenti, la definizione di orizzonti temporali e la capacità del piano di connettere il verde urbano con le principali sfide ambientali e sociali. L'integrazione tra finalità ambientali, sanitarie e urbanistiche rappresenta un indicatore importante della coerenza strategica complessiva.

Il quarto ambito è relativo agli aspetti tecnici e

operativi che includono strumenti e indicatori per l'attuazione, il monitoraggio e l'aggiornamento dei contenuti del Piano, come bilanci arborei, piani di manutenzione o sistemi informativi dedicati.

Infine, l'ambito della partecipazione e comunicazione valuta il grado di coinvolgimento degli attori locali, l'apertura al confronto pubblico e la trasparenza dei processi decisionali. Questa dimensione si rivela importante per comprendere la legittimazione sociale dei piani e la loro capacità di generare apprendimento condiviso e continuità nel tempo.

Lo studio ISPRA ha preso in esame dieci Comuni italiani che, a partire dal 2020, hanno approvato un PdV (Torino, Vercelli, Bolzano, Padova, Rovigo, Parma, Bologna, Forlì, Livorno e Avellino) (Tabella 1). La selezione è partita dai dati pubblicati da ISTAT nell'ambito della rilevazione [Dati ambientali nelle città](#) (aggiornati al 31 dicembre 2022) integrati con un'attività autonoma di verifica e raccolta documentale. Alcuni casi inizialmente identificati, come Pavia e Matera, sono stati

Tabella 1. I dieci Comuni oggetto di analisi e le relative delibere di approvazione (fonte: elaborazione degli Autori, documenti aggiornati a giugno 2025).

Comune	Delibera e data di approvazione
Torino	Delibera CC 213/2021 del 22/03/2021
Vercelli	Delibera GC n. 55 del 15/03/2021
Bolzano	Delibera CC n. 9 del 15/03/2022
Padova	Delibera CC n. 2022/029 del 29/03/2022
Rovigo	Delibera CC n. 552 del 28/12/2023
Parma	Delibera CC 2022-29 dell'11/04/2022
Bologna	Tematiche sul verde incluse nel Piano Urbanistico Generale (2021)
Forlì	Delibera GC n. 365 del 03/11/2021
Livorno	Deliberazione CC n. 157 del 13/07/2023
Avellino	Deliberazione CC n. 47/2023 del 01/08/2023

esclusi rispettivamente per l'incompletezza della documentazione disponibile e per la natura del documento, non riconducibile a un vero e proprio PdV. Sono stati inoltre considerati Comuni che hanno approvato il PdV dopo la rilevazione ISTAT o che hanno adottato strumenti equivalenti. L'analisi dei PdV è stata sviluppata attraverso una doppia modalità: l'esame diretto della documentazione tecnica e il confronto con i referenti delle amministrazioni comunali, tramite interviste *online* o questionari scritti. Questo approccio ha permesso di approfondire aspetti qualitativi e contestuali non immediatamente desumibili dai documenti e di validare le informazioni raccolte attraverso una successiva restituzione ai referenti comunali.

Parallelamente, è stata condotta una ricognizione anche dei Comuni che hanno avviato il percorso verso l'adozione di strumenti di pianificazione o gestione del

verde (Tabella 2) e che potrebbero rappresentare un potenziale ulteriore campione di comuni da analizzare in futuro.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Numerosi sono i temi toccati dai PdV e, di conseguenza, tanti sono gli spunti di riflessione e gli stimoli alla discussione che emergono dalla loro analisi.

Il primo obiettivo è stato comprendere quale ruolo gioca il quadro tecnico, normativo e di indirizzo strategico nel nostro Paese nel fornire ai Comuni la cornice di riferimento necessaria alla predisposizione dei propri PdV. Alcuni Comuni, per esempio, auspicano un aggiornamento della normativa, in particolare la [L.10/2013](#), una maggiore coerenza urbanistica dei PdV e la definizione di standard nazionali omogenei per la gestione del verde. Molto importante si è rivelato il quadro pianificatorio di livello regionale, cui è attribuita la competenza

Tabella 2. Comuni che hanno avviato il percorso verso l'adozione di strumenti di pianificazione o gestione del verde (aggiornamento giugno 2025).

Comune	Strumento di pianificazione	Anno
Cagliari	Piano del Verde Il progetto iniziale è stato poi aggiornato con ulteriori elaborati e manifesti progettuali ; consultati il 22/06/2025)	2002 (rev.2006)
Sondrio	Piano del verde (Deliberazione CC n. 122 del 22.12.2006)	2007
Novara	Piano preliminare per il rischio delle alberate Bilancio arboreo	2014 2021
Varese	Piano di governo del territorio nel quale è definito anche il sistema del verde urbano (deliberazione di Consiglio comunale n. 27 del 12.06.2014)	2014
Monza	Piano di governo del territorio nel quale è definito anche il sistema del verde urbano (n. 12 e DGC n. 8 del 06/02/2017)	2017 (rev. 2024)
Terni	Progetto Strategico TERNI VERDE 2018-2023 Nuovi standard di manutenzione per il verde pubblico	2018 2025
Prato	Action Plan sulla forestazione urbana all'interno del Piano Operativo Comunale Piano Operativo del Comune di Prato : contiene un documento specifico, le Strategie per la Forestazione Urbana	2019 2024
Reggio Emilia	Piano pluriennale di forestazione	2019
Lucca	Master Plan del verde urbano	2020
Abano Terme	Piano del verde (deliberazione del 17/09/2021)	2021
Perugia	Strategia per il verde urbano a fini climatici	2021
Milano	Spazio pubblico. Linee guida di progettazione	2021
Pavia	Disciplina d'uso e regolamento del verde pubblico e privato	2022
Bergamo	Avvio redazione Piano del Verde Deliberazione di approvazione del Piano Strutturale del Verde della Città di Bergamo, (12/12/2024) Censimento del patrimonio verde e bilancio arboreo	2024
Cremona	Piano Comunale del Verde	2024
Genova	Piano del verde approvato con Delibera del 09/10/2024	2024
Mantova	Implementazione e pubblicazione dei contenuti del Piano del Verde	2024
Pesaro	Avvio redazione strategia FEVer - Funzioni ecologiche del verde	2024
Pescara	Linee guida per la redazione del Piano del Verde	2024
Rimini	Avvio redazione Piano del Verde	2024
Trento	Piano del verde (deliberazione Consiglio comunale 04.12.2024 n. 130)	2024
Brescia	Piano del verde e della biodiversità	2025
Firenze	Piano del verde e degli spazi aperti	2025
Pisa	Masterplan del verde pubblico e il Piano Strategico Rinnovo arboreo programmato	- 2025

legislativa in materia di governo del territorio, come quello fornito dai Piani Territoriali e/o Paesaggistici Regionali, o da altri piani sovraordinati al livello comunale, come i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale, che perseguono obiettivi di riqualificazione urbana, di riduzione del consumo di suolo o di incremento degli standard urbanistici per il verde pubblico. Spesso i PdV fanno riferimento a obiettivi condivisi con altri regolamenti (Regolamento del verde o Regolamento edilizio) o con piani di settore come i Piani Urbani per la Mobilità Sostenibile e i Piani di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima. Questo conferma come la tematica del verde urbano intrecci molti altri settori della politica urbana e richieda un approccio interdisciplinare e coordinato. Ai fini dell'analisi, è stato importante definire il grado di integrazione e coordinamento del PdV con particolare riferimento al Piano Urbanistico Generale (PUG). Quello che ne emerge è che, il più delle volte, il PdV è stato redatto e approvato successivamente al PUG; in altri casi, la redazione e approvazione del PdV precede la revisione del PUG o la accompagna costituendone parte integrante, come a Bologna. In generale, il percorso di elaborazione del PdV richiede il coinvolgimento e l'integrazione dei lavori di più uffici e settori comunali (il Settore Urbanistica come accaduto per Padova e Avellino), ma dal confronto con i referenti comunali è emerso spesso il debole coordinamento tra i diversi settori e ambiti di intervento. In molti casi, la redazione dei documenti di Piano è stata affidata alla consulenza di professionisti esterni, studi di progettazione, Università e altri Enti con una più o meno stretta collaborazione con gli uffici comunali; talora ci si è avvalsi del supporto

tecnico delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente, come a Torino e Bologna. In alcuni casi, come a Padova, Avellino e Torino, questo approccio ha rappresentato un'occasione di crescita di aggiornamento tecnico e professionale all'interno delle amministrazioni locali, stimolando alcuni giovani tecnici comunali a specializzarsi e approfondire i temi del verde con approcci nuovi e interdisciplinari.

Anche in relazione al quadro conoscitivo ambientale del territorio, l'analisi dei dieci PdV ha rilevato una certa eterogeneità sia dei temi descritti che del loro livello di approfondimento analitico. Le tematiche trattate spaziano dall'accessibilità e fruibilità delle aree verdi alla biodiversità, dai servizi ecosistemici al rischio idrogeologico, fino al microclima urbano e alla distribuzione delle temperature. Il sistema delle aree verdi viene spesso largamente descritto e analizzato con dati quantitativi e qualitativi di dettaglio circa la consistenza delle varie tipologie di verde presenti e la loro biodiversità. Di particolare interesse sono le analisi presentate da molti PdV sull'accessibilità e sulla fruibilità delle aree verdi per la popolazione, e sulla dotazione *pro capite* di verde pubblico (Tabella 3).

In diversi casi, tali approfondimenti hanno evidenziato situazioni di criticità, rappresentando un utile supporto ai decisori per dare priorità di intervento alle aree urbane con scarsa dotazione di verde.

Rispetto al tema della biodiversità, sono forniti dati sulla composizione botanica del patrimonio arboreo cittadino. Livorno, per esempio, sottolinea la tendenziale monospecificità botanica del proprio patrimonio arboreo, incardinata su lecci e pini dal forte ruolo identitario, mentre Parma si

Tabella 3. Disponibilità pro-capite di verde pubblico per i Comuni analizzati ((fonte: elaborazione degli Autori su dati tratti dai documenti di Piano analizzati).

Comune*	Disponibilità pro-capite di verde pubblico	Definizione	Valore di confronto
Torino	20 m ² /ab	disponibilità pro-capite	9 m ² /ab (dato OMS)
Bolzano	7,24 m ² /ab (dotazione di spazi verdi pubblici fruibili per abitante) 9,55 m ² /ab (dotazione di spazi verdi pubblici totali per abitante)	dotazione di spazi verdi pubblici	11,5 m ² /ab (dato D. P. P. 7 maggio 2020, n. 17)
Padova	28 m ² /ab	disponibilità pro-capite	-
Rovigo	29,1 m ² /abitante	disponibilità pro-capite di verde pubblico	-
Parma	88,5 m ² /ab	disponibilità di verde	44,8 m ² media regionale; 33,8 m ² media nazionale capoluoghi di provincia: (dato ISTAT, 2019)
Bologna	27 m ² /ab	disponibilità pro-capite di verde	-
Forlì	23,63 m ² /ab	verde fruibile pro-capite	-

* Per i Comuni di Vercelli, Avellino e Livorno la documentazione consultata non ha evidenziato un dato di riferimento per la quantità di verde pubblico pro-capite.

distingue per il ruolo assegnato anche alle specie arboree di interesse agricolo tipiche della cultura rurale locale, come cachi e gelsi. Nel caso di Padova vengono forniti anche dati puntuali sulla distribuzione e la diversificazione della fauna urbana.

In merito ai servizi ecosistemici, quasi tutti i PdV analizzati contengono stime e valutazione della fornitura dei benefici ambientali e sociali da parte del verde. L'aspetto maggiormente considerato è quello dei benefici socioculturali, per la cui fornitura sono elaborate stime di accessibilità alla popolazione, distinte per quartiere e fasce di popolazione, ma sono approfonditi anche i benefici ambientali di regolazione come per l'adattamento ai cambiamenti climatici (mitigazione dell'isola di calore urbana, rischio allagamenti, ecc.). Nel caso di Torino viene prodotto un documento specifico per la valutazione economica dei servizi ecosistemici dei boschi collinari da cui emerge

chiaramente la potenzialità dei servizi ecosistemici in termini di capacità di indirizzo delle scelte di pianificazione e gestione del territorio. Il PdV di Padova, in riferimento a vari scenari e a varie aree della città, riporta le stime biofisiche dei servizi ecosistemici di accumulo e sequestro di carbonio, quantità di inquinanti intercettata, quantità di volumi d'acqua intercettati sia dal patrimonio arboreo esistente che di progetto. Nel caso di Parma, il Piano sottolinea quanto il contatto con la natura attraverso i parchi di quartiere e il verde urbano abbia contribuito a migliorare anche il benessere mentale dei cittadini durante la crisi pandemica da COVID-19, auspicandone un incremento. Anche Bologna approfondisce l'analisi dei servizi ecosistemici delle varie componenti dell'ecorete urbana valutando, per esempio, alti i livelli di erogazione di servizi di regolazione e socio-ricreativi da parte del verde pubblico. Altrettanto alti sono valutati i livelli di

erogazione dei servizi di approvvigionamento da parte delle aree agricole e di tutela della biodiversità da parte del verde fluviale. L'analisi mostra, da una parte, un buon grado di diffusione degli strumenti di valutazione e stima quantitativa dei benefici ambientali erogati dal verde urbano; dall'altra, fa emergere un potenziale ancora inespresso rispetto ai benefici delle aree verdi e blu per la salute mentale e il valore terapeutico della natura in città, la cui evidenza è peraltro sempre più riconosciuta dalla comunità scientifica (WHO, 2016, 2021, 2023).

Gli approfondimenti conoscitivi di vari PdV hanno anche restituito informazioni sul rischio idrogeologico, il microclima della città e sulla distribuzione delle temperature all'interno del tessuto urbano, evidenziando le aree con condizioni più vulnerabili e a maggior rischio rispetto alle ondate di calore. In questo senso, il PdV si propone anche come uno strumento integrativo e complementare alle politiche di contrasto ai cambiamenti climatici sia sul fronte della mitigazione che dell'adattamento. Le azioni previste dal PdV contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi di neutralità climatica o di riduzione degli impatti negativi di ondate di calore e allagamenti in ambito urbano, come nelle misure di adattamento rivolte all'incremento del patrimonio arboreo combinate al ripristino della permeabilità dei suoli e soluzioni *nature-based* di drenaggio urbano sostenibile.

La gran parte dei PdV analizzati considera strategica l'integrazione delle IVB con la promozione della mobilità urbana sostenibile, soprattutto quella attiva, spesso intercettando e integrando gli obiettivi dei Piani Urbani della Mobilità Sostenibile, come l'aumento della rete ciclopedonale che può garantire la connessione tra le aree verdi. Nei PdV sono

spesso previste soluzioni intermodali e integrate di mobilità dolce per accedere al sistema delle aree verdi, per ridurre l'uso del veicolo privato e frenare la realizzazione di infrastrutture grigie ad elevato impatto ambientale e consumo di suolo. Tale integrazione, tuttavia, è ancora debole e maggiori sforzi andrebbero introdotti per ridurre l'utilizzo dell'auto privata, come proposto dai Comuni di Vercelli e Padova attraverso la riduzione degli stalli per i parcheggi auto che viene proposta dal comune di Vercelli e di Padova. I parcheggi, infatti, sono spesso citati come aree di interesse per interventi di depavimentazione, finalizzati alla sostituzione con materiali drenanti per una maggiore infiltrazione delle acque meteoriche.

Le strategie previste e le azioni individuate dai PdV sono volte anche a valorizzare le emergenze naturalistiche e storico-culturali del paesaggio, comprese le aree blu e corpi idrici come i fiumi, da cui tutte le città considerate sono attraversate. A tal proposito, il confronto con la cittadinanza in fase di redazione dei PdV ha fatto emergere una domanda crescente di fruizione di tale aree blu, come a Parma e Bolzano, considerando che hanno una capacità di stoccaggio di CO₂ superiore a quella di una zona vegetata. Analoga crescente considerazione è rivolta anche al ciclo urbano dell'acqua: le varie tipologie di verde possono, infatti, essere recettori formidabili per l'infiltrazione in falda e la gestione di piogge importanti. In questo senso, il PdV si rivela un valido supporto ad una visione ecologica di città che promuove la rinaturalizzazione e il ripristino di ecosistemi da tempo modificati ed alterati dallo sviluppo urbanistico come i fiumi o i canali. Il PdV di Avellino, per esempio, fa del recupero

ecologico e della stombatura del torrente Fenestrelle l'obiettivo cardine per l'istituzione del Parco Interregionale del Fenestrelle e la struttura portante di un nuovo corridoio ecologico che connette il tessuto urbano con quello periurbano e rurale.

Altre strategie si rivolgono più specificamente alla valorizzazione dell'agricoltura urbana, proponendo progetti quali il Parco Agrourbano del Basso Isonzo a Padova, o il Parco agro-paesaggistico periurbano di Vercelli, allo scopo di combinare le finalità ambientali e sociali con quelle economiche e produttive, attraverso un nuovo rapporto con il mondo agricolo. Gli ultimi dati sul consumo di suolo, mostrano infatti come questo avvenga a scapito delle aree residuali agricole e naturali rimaste intercluse nel tessuto urbano e periurbano e di conseguenza più appetibili sul mercato immobiliare ([Munafò, 2023](#)), e come oltre la metà del nuovo consumo di suolo in

Italia (54%) avvenga nelle aree suburbane e più di un terzo si concentri nelle aree rurali ([SNPA, 2024](#)). Poco considerata appare nei PdV la potenzialità dei suoli di catturare Carbonio e di come la combinazione tra suoli di qualità e giusta vegetazione sia, in tal senso, vincente: suoli, acque e vegetazione andrebbero, dunque, trattati insieme. Anche in questo caso occorrerebbe maggiore determinazione nel tutelare le aree agricole e il verde privato, quest'ultimo spesso poco considerato nei PdV analizzati, ma che rappresenta una quota rilevante dell'intera IVB comunale e di cui quindi andrebbero meglio valutati i benefici. Sempre in tema di agricoltura urbana, molti dei PdV analizzati contemplano azioni mirate alla promozione dell'orticoltura urbana tramite l'ampliamento degli orti urbani esistenti e la regolarizzazione di quelli spontanei. Oltre al loro riconosciuto ruolo di microproduzione alimentare e di



Figura 2. Viale alberato a Roma (foto di A. Chiesura).

socialità, gli orti urbani rappresentano laboratori di ricerca e sperimentazione di pratiche agricole ecologiche come la permacultura e di modelli innovativi di agro-ecologia, come la *food forest* di Parma. Maggiore lavoro andrebbe fatto nel coinvolgere ulteriormente il mondo agricolo nella ricerca di modelli innovativi di *governance* inclusiva tramite, per esempio, accordi con gli agricoltori.

In diversi casi, il PdV ha contribuito a completare l'apparato normativo e gestionale del verde già esistente, come il Censimento del verde o il Regolamento del verde, andando anche ad introdurre indicazioni tecniche innovative ispirate per esempio alla regola "3-30-300" (Konendijk, 2022) proposta a livello internazionale secondo i principi della *green equity* (Livorno), o il metodo della *land evaluation* per valutare la migliore destinazione dei suoli in funzione delle loro caratteristiche pedologiche (Avellino). Interessante anche l'approccio adottato per affrontare il tema delle sostituzioni e la scelta delle specie più idonee da utilizzare in fase di rinnovo o di nuovi impianti: accanto all'attenzione alle specie autoctone, si riscontra la tendenza a considerare, tra i criteri di scelta delle specie, quelli orientati a garantirne l'adattabilità alle sempre più estreme condizioni climatiche e ambientali delle città, e massimizzarne i servizi ecosistemici. Livorno propone come principio guida, soprattutto nelle aree più antropizzate, la regola del "10-20-30" che prevede che la dotazione arborea ideale della città non dovrebbe contemplare più del 10% per ogni specie, del 20% di ogni genere e, infine, non più del 30% di ogni famiglia botanica.

Un altro importante aspetto analizzato fa riferimento alla partecipazione pubblica e al

grado di coinvolgimento dei vari portatori di interesse nel percorso di redazione del PdV. In diversi casi, il coincidere con il periodo pandemico non ha consentito il normale svolgersi di incontri e consultazioni in presenza, e spesso sono state attivate modalità di consultazione a distanza, quali questionari *online* (Avellino, Rovigo, Parma) per raccogliere indicazioni e suggerimenti rispetto alle proposte del Piano. Spesso, i contributi di cittadini e associazioni locali hanno fornito proposte migliorative che sono state accolte nella versione finale del Piano. In molteplici PdV, si sottolinea l'importanza di affiancare la partecipazione all'educazione e alla formazione ambientali con attività di *citizen science* che, coinvolgendo i cittadini fin dalle prime fasi di pianificazione, promuovano un senso di appartenenza e responsabilità verso il verde urbano come bene comune. Si rileva, tuttavia, che raramente il percorso partecipativo e di sensibilizzazione è proseguito dopo l'approvazione del PdV, aspetto invece importante per accompagnare l'implementazione e garantire l'accettabilità sociale degli interventi previsti.

L'analisi si è, inoltre, soffermata sugli aspetti legati alle modalità di finanziamento previste per l'attuazione degli interventi e alle risorse economiche e professionali disponibili per l'attuazione dei PdV. Sul piano delle risorse umane, è stata segnalata la criticità legata alla presenza di strutture organizzative sottorganico, mentre in riferimento alle risorse economiche e finanziarie, i fondi utilizzati derivano spesso dai piani triennali degli investimenti e da fondi ministeriali o bandi europei, oltre che da soggetti privati. I PdV di Parma e Avellino prevedono l'elaborazione e l'aggiornamento periodico di un *green budget* dedicato alla gestione del verde pubblico. In

generale, tuttavia, si rileva una minore attenzione dei PdV agli aspetti legati ai finanziamenti delle varie strategie di intervento, rimandandoli agli strumenti generali di programmazione economica e finanziaria e ai piani di attuazione previsti dalla pianificazione urbanistica generale. Data la natura non cogente e di mero indirizzo dei PdV, questi si limitano spesso a fissare degli obiettivi strategici e a tracciare un percorso preliminare per raggiungerli, senza definire un programma operativo, esecutivo e i relativi strumenti urbanistici e finanziari di attuazione e questo rappresenta un punto di debolezza dei PdV. A tale proposito, appare utile richiamare i risultati del riesame dei progressi compiuti nell'attuazione della strategia dell'UE per le Infrastrutture verdi ([COM \(2019\) 236 final](#)) che ha evidenziato come le opportunità offerte dai vari strumenti di finanziamento dell'UE non siano state pienamente sfruttate e che l'accesso ai fondi deve ancora essere migliorato. Occorre, quindi, accrescere la consapevolezza sulle opportunità esistenti e offrire informazioni su come combinare diverse fonti per finanziare progetti di IVB più strategici e integrati.

Il tema del monitoraggio per valutare il conseguimento degli obiettivi prefissati è affrontato in maniera diversa nei vari Piani: Torino, per esempio, struttura il controllo per linee di azione, Parma e Livorno impiegano indicatori di contesto economici e gestionali, Bolzano integra dimensioni quantitative e qualitative, Padova organizza le verifiche secondo tempistiche prestabilite. A fronte di ciò, tuttavia, si rileva la mancanza di una chiara assegnazione di competenze rispetto a chi deve condurre e coordinare tale monitoraggio. Se, da una parte, l'affidamento a esperti esterni può garantire un'analisi più

imparziale e indipendente, dall'altra l'internalizzazione del processo potrebbe favorire una maggiore integrazione degli obiettivi del Piano con quelli complessivi dell'Ente.

CONCLUSIONI

Nel contesto della crisi climatica in atto, l'incremento in quantità e qualità del verde urbano e della natura in città dovrebbe costituire un obiettivo consolidato, da declinare attraverso strumenti di pianificazione dedicati, come i PdV qui analizzati. La situazione attuale appare, tuttavia, ben diversa: le attuali normative nazionali sul tema risultano deboli, frammentarie e inadeguate rispetto alle sfide ecologiche e sociali contemporanee. I PdV, strumenti volontari e non vincolanti, occupano un ruolo marginale all'interno della pianificazione urbanistica, "figli di un dio minore" come rappresentato da Paolo Pileri nelle conclusioni del Quaderno, limitando fortemente la capacità delle città di rispondere efficacemente alle attuali crisi ambientali e sociali, a partire da quella climatica.

L'analisi condotta da ISPRA conferma però una rinnovata e più consapevole attenzione ai temi legati alla natura in città e alla resilienza urbana. Se da una parte sono tanti i temi e le azioni alla base delle strategie proposte nei vari PdV (diffusione di NBS, accessibilità, servizi ecosistemici, ecc.) a conferma della loro forte interdisciplinarietà e capacità di integrazione, parallelamente, risulta imprescindibile arrestare il consumo di suolo e promuovere politiche di deimpermeabilizzazione, restituendo spazi alla natura e nuovi luoghi di vita e svago per i cittadini. Tale approccio, in linea con le recenti disposizioni europee in materia di ripristino ambientale, non solo migliorerebbe la qualità ambientale e

la resilienza urbana, ma rappresenterebbe una misura strategica di adattamento alla crisi climatica e di equità sociale.

Il framework di analisi adottato nell'analisi ISPRA, costruito sulla base delle principali indicazioni di riferimento europeo e nazionale, ha consentito di individuare gli ambiti di lettura fondamentali per un'interpretazione completa ed efficace dei contenuti dei PdV analizzati, offrendo un approccio utile sia per la valutazione delle esperienze attuali sia per la definizione di future politiche del verde urbano. Se pur nella fisiologica differenza di contenuti e livelli di approfondimento analitico adottati nei vari PdV, questi mostrano, complessivamente, una buona aderenza a quanto indicato nelle linee guida europee e nazionali. Appare tuttavia importante definire criteri tecnici uniformi e rafforzare le competenze tecniche all'interno delle amministrazioni comunali, al fine di supportare adeguatamente la redazione, l'implementazione e il monitoraggio dei PdV. Quest'ultimo, in particolare, si configura come strumento imprescindibile per valutare l'efficacia delle politiche adottate e orientarne l'eventuale revisione, favorendo così il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità. La risposta urbanistica alla crisi climatica dovrebbe fare in modo che i PdV diventino cogenti definendo le traiettorie evolutive delle città, rendendole meno impattanti, più resilienti e più abili ad adattarsi ai cambiamenti del clima.

BIBLIOGRAFIA

- Andersson E., Borgstrom S., Haase D., Langemeyer J., Wolff M., McPhearson T., 2021. [Urban resilience thinking in practice: Ensuring flows of benefit from green and blue infrastructure](#). Ecology and Society, 26(4), 39.
- Chiesura A., 2004. [The role of urban parks for a sustainable city](#). Landscape and urban planning. Volume 68, Issue 1:129-138.
- Chiesura A., Bultrini M., De Maio E., Faticanti M., Giardi G., Lepore A., Bataloni S., Baldini B., Santonico D., Giordano F., Amori M., 2024. [I Piani comunali del verde: strumenti per riportare la natura nella nostra vita?](#) Quaderno ISPRA 33/2024, ISPRA, Roma.
- EC European Commission, 2013. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. [Green Infrastructure \(GI\) Enhancing Europe's Natural Capital. COM/2013/0249 final](#).
- EC European Commission, 2019. Relazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. [Riesame dei progressi compiuti nell'attuazione della strategia dell'UE per le infrastrutture verdi \(SWD\(2019\) 184 final](#).
- EC European Commission, 2024. [Urban nature plans – Guidance for cities to help prepare an urban nature plan](#). Publications Office of the European Union.
- De Luca C., Langemeyer J., Vano S., Baro F., Andersson E., 2021. [Adaptive resilience of and through urban ecosystem services: A transdisciplinary approach to sustainability in Barcelona](#). Ecology and Society, 26(4), 38.
- Gomez-Baggethun E., Barton D.N., 2013. *Classifying and valuing ecosystem services for urban planning*. Ecological Economics, 86, 235–245.
- Green T.L., Kronenberg J., Andersson E., Elmqvist T., Gomez-Baggethun E., 2016.

[Insurance value of green infrastructure in and around cities](#). *Ecosystems*, 19(6), 1051–1063.

Konijnendijk C.C., Annerstedt M., Nielsen A. B., Maruthaveeran S., 2013. *Benefits of urban parks. A systematic review*. The International Federation of Parks and Recreation Administration.

Konendijk C., 2022. [Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighborhoods: Introducing the 3–30–300 rule](#).

Labib S.M., Browning M.H.E.M., Rigolon A., Helbich M., James P., 2022. *Nature's contributions in coping with a pandemic in the 21st century: A narrative review of evidence during COVID-19*.

Munafò M. (a cura di), 2023. *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2023. Report SNPA 37/23.

SNPA Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente, 2024. *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2024, Report ambientali SNPA, 43/2024.

WHO World Health Organization, 2016. *Urban green spaces and health*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

WHO World Health Organization, 2021. *Green and blue spaces and mental health: new evidence and perspectives for action*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

WHO World Health Organization, 2023. *Assessing the value of urban green and blue spaces for health and well-being*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

PIANIFICARE CON LA NATURA: IL CASO DELL'OASI LAGUNA DEL RE, MANFREDONIA (FG)

[Michela Ingaramo](#)^{1,2}, Vincenzo Rizzi^{2,3}, Anna Rita Cammerino¹, Massimo Monteleone¹

¹Università di Foggia - Biodiversity and Rural Landscape Lab, Dip. Scienze Agrarie, degli Alimenti, delle Risorse Naturali e dell'Ingegneria, ²Centro Studi Naturalistici-Pro Natura – Foggia, ³Museo Provinciale di Storia Naturale di Foggia

Abstract: L'Oasi Laguna del Re, all'interno del Parco Nazionale del Gargano, rappresenta un caso di studio applicato per la pianificazione integrata delle zone umide in contesti a ruralità diffusa. Frutto di un intervento di rinaturalizzazione cofinanziato dal programma LIFE Natura, l'area è oggi laboratorio di ricerca per soluzioni sostenibili basate sulla natura. La presente ricerca, sviluppata nell'ambito di un dottorato e del progetto AGRITECH (PNRR), propone un modello adattativo che integra conservazione attiva, sperimentazione agronomica in ambienti salmastri, monitoraggio della biodiversità e valutazione della percezione pubblica dei servizi ecosistemici. L'analisi multidisciplinare ha incluso l'elaborazione di strumenti operativi, come il modello DPSIR e la Scala di Permanenza, e la selezione degli aironi come *flagship species* per la valorizzazione dell'area. I risultati mostrano la replicabilità del modello in altri contesti marginali e la sua coerenza con le recenti strategie europee di ripristino ecologico.

Parole chiave: zone umide, biodiversità, pianificazione integrata, agroecologia.

PLANNING WITH NATURE: THE CASE OF THE LAGUNA DEL RE OASIS, MANFREDONIA (FG)

[Michela Ingaramo](#)^{1,2}, Vincenzo Rizzi^{2,3}, Anna Rita Cammerino¹, Massimo Monteleone¹

¹University of Foggia - Biodiversity and Rural Landscape Lab, Dept. of Agricultural Sciences, Food, Natural Resources and Engineering, ²Centre for Naturalistic Studies – Pro Natura - Foggia, ³Provincial Museum of Natural History of Foggia

Abstract: The Laguna del Re Oasis, located in the Gargano National Park, is an applied case study for integrated planning of wetlands within agricultural landscapes. Created through a LIFE Nature-funded restoration project, it now serves as a research laboratory for nature-based solutions. This study, developed as part of a PhD and the AGRITECH project (PNRR), proposes an adaptive management model combining active conservation, agronomic experimentation in brackish environments, biodiversity monitoring, and social perception assessment of ecosystem services. The multidisciplinary approach involved operational tools such as the DPSIR framework and the Scale of Permanence, and identified herons as *flagship species* for the valorization of the area. Results confirm the model's replicability in similar marginal contexts and its alignment with recent European ecological restoration strategies.

Keywords: wetlands, biodiversity, integrated planning, agroecology.

INTRODUZIONE

Le zone umide sono tra gli ecosistemi più preziosi e vulnerabili del pianeta. Grazie alla loro eterogeneità ecologica – derivante da variazioni idrologiche, pedologiche e vegetazionali – svolgono un ruolo chiave nella regolazione dei cicli biogeochimici, nella conservazione della biodiversità e nell'erogazione di servizi ecosistemici essenziali per il benessere umano ([Santolini et al., 2011](#); Mitsch et al., 2015; IPBES, 2019). Ricerche antropologiche mostrano che fin dal Neolitico le paludi erano spazi di sfruttamento sostenibile, con significati culturali sacri e complessi, simboli di transizione e vita (Proulx, 2023).

Storicamente però sono spesso state associate a stereotipi negativi, viste come luoghi pericolosi e ostacoli al progresso, una percezione radicata fin dall'antichità e rafforzata dall'epoca cristiana e dall'Illuminismo, che ne hanno promosso la bonifica come segno di dominio umano sull'ambiente. Superare questi pregiudizi è fondamentale per riconoscere il valore ecologico e culturale delle zone umide, promuovendo un rapporto più autentico e sostenibile con questi ambienti chiave per la resilienza ambientale.

Nonostante l'attenzione crescente nella letteratura scientifica e nelle politiche ambientali, le zone umide continuano a subire pressioni dovute a bonifiche, agricoltura intensiva, urbanizzazione e cambiamenti climatici. Si stima che oltre l'85% della loro estensione globale sia andato perso negli ultimi tre secoli, ([IPBES, 2019](#)), principalmente a causa di bonifiche ([Davidson, 2014](#)), scarsa applicazione della normativa ([Poulin et al., 2016](#)) e cambiamenti climatici ([Salimi et al., 2021](#)). Dal 1900, la

perdita ha subito un'accelerazione, con una riduzione stimata tra il 64% e il 71%, a un ritmo 3,7 volte più rapido rispetto al passato ([Davidson, 2014](#)).

In Europa, il nuovo quadro normativo definito dalla [Nature Restoration Law](#) e dalle strategie del [Green Deal](#) (in particolare [Farm to Fork](#) e [Biodiversity 2030](#)) pone obiettivi chiari per il ripristino degli ecosistemi degradati, valorizzando il ruolo delle zone umide nella resilienza climatica e territoriale. Ciò implica la necessità di integrare questi ambienti nei processi di pianificazione territoriale e rigenerazione ecologica, superando l'approccio settoriale che ne ha storicamente limitato la gestione.

In questo contesto si inserisce l'esperienza dell'Oasi Laguna del Re, nel Parco Nazionale del Gargano, oggetto di un intervento di rinaturalizzazione cofinanziato dal programma LIFE e oggi sede di attività di ricerca sperimentale e governance integrata. L'area rappresenta un laboratorio applicato per lo sviluppo e la verifica di modelli gestionali replicabili, orientati alla multifunzionalità, alla conservazione attiva e all'interazione virtuosa tra uomo e natura.

MATERIALI E METODI

Inquadramento territoriale

L'area di studio è [l'Oasi Laguna del Re](#), una zona umida costiera di circa 40 ha situata nel Comune di Manfredonia (FG), all'interno del Parco Nazionale del Gargano (Figura 1). L'Oasi, ricadente nella ZSC IT9110038 "Zone umide della Capitanata" e nella ZPS IT9110005 "Paludi presso il Golfo di Manfredonia" (Rete Natura 2000) è caratterizzata da un mosaico di habitat umidi, canali e prati salmastri, con forti oscillazioni stagionali di salinità. La gestione idrologica è

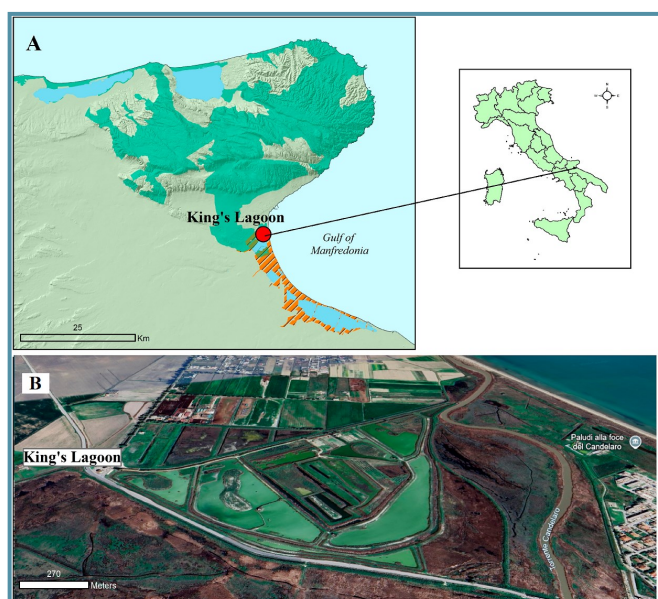


Figura 1. Localizzazione e immagine satellitare dell'area di studio (fonte: elaborazione degli Autori).

regolata dall'Idrovora del Consorzio per la Bonifica della Capitanata e dalle maree.

Inserita in un territorio frutto di trasformazioni post-belliche finalizzate al recupero di suoli per agricoltura e insediamenti, con una rete di canali artificiali, idrovore e polder tuttora essenziali per la gestione irrigua, l'Oasi Laguna del re è il risultato di un [progetto LIFE](#), finalizzato a ricreare l'ambiente di transizione tipico pugliese, alternando superfici allagate e zone asciutte anche ad uso agricolo, rappresentando così il primo tassello per un modello avanzato di recupero e gestione integrata degli ecosistemi umidi costieri.

L'installazione di strutture leggere (passerelle, osservatori per il birdwatching, sentieri percorribili a piedi e in bicicletta, e un centro visitatori) ne guidano e regolano la fruizione naturalistica dei visitatori (Figura 2).

Nel 2017 l'area – di proprietà del Consorzio per la Bonifica della Capitanata (CBC) – è stata affidata in concessione ventennale al Centro Studi Naturalistici-Pro Natura (CSN), con l'obiettivo di promuoverne la

conservazione, la gestione e la valorizzazione.

In continuità con questa visione, nel 2022 è stato stipulato un accordo tra l'Università di Foggia (Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria, DAFNE) e il CSN per lo svolgimento di attività di ricerca, nell'ambito del quale è stato attivato un Dottorato per elaborare un modello di gestione sostenibile per le aree umide, capace di minimizzare i conflitti socio-economici con gli agricoltori, principali utilizzatori del territorio, e di ottimizzare le strategie di tutela, conservazione e fruizione della zona umida (Ingaramo, 2025).

Questo impegno è stato riconosciuto a livello nazionale: a marzo 2023, il Centro Studi Naturalistici ha ricevuto una menzione speciale dal [Ministero della Cultura nell'ambito della IV Edizione 2022-2023 del Premio Nazionale del Paesaggio](#).

Assetto generale del progetto e approccio pianificatorio

Il percorso di rinaturalizzazione, avviato inizialmente con interventi di ripristino ambientale, si è progressivamente strutturato in un processo di pianificazione integrata, volto a consolidare e ampliare le azioni di recupero ecologiche. In questa direzione, un'accelerazione decisiva è avvenuta a partire dal 2022 in concomitanza con l'attivazione di un Dottorato di Ricerca e l'avvio del progetto [AGRITECH](#), promosso nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Quest'ultimo è finalizzato a incentivare la produttività agricola e lo sviluppo rurale nelle aree marginali, salvaguardando gli habitat ripristinati e assicurando servizi ecosistemici alla comunità locale.

Elemento centrale del processo è stata

l'elaborazione di un modello operativo per la pianificazione integrata delle zone umide in contesti agricoli, articolato su tre assi strategici: la conservazione attiva degli ecosistemi, la sostenibilità delle attività rurali e la valorizzazione responsabile dei servizi ecosistemici culturali (Ingaramo, 2025).

La pianificazione si è fondata su una visione dell'interazione uomo-ambiente come sistema complesso e interdipendente, in cui le soluzioni gestionali emergono dalla comprensione delle dinamiche ecologiche e dal coinvolgimento attivo delle comunità locali ([Millennium Ecosystem Assessment](#), 2005). In questa prospettiva, sono state privilegiate le soluzioni basate sulla natura ([Nature-Based Solutions](#)), ossia approcci sviluppatisi nel tempo attraverso processi di adattamento e selezione naturale, capaci di preservare l'equilibrio ecologico e la qualità ambientale

(Demozzi et al., 2024).

La metodologia adottata si è articolata in due strumenti tra loro complementari:

- un Piano Strategico, orientato alla definizione di una visione di lungo periodo e degli obiettivi generali;
- un Piano d'Azione, finalizzato alla traduzione operativa di tali obiettivi in interventi concreti, misurabili e realizzabili.

Questa struttura ha garantito coerenza tra la dimensione strategica e quella attuativa, assicurando un percorso integrato e progressivo.

L'analisi delle interazioni ecologiche e socio-economiche è stata condotta attraverso la Nominal Group Technique (NGT; Delbecq e Van de Ven, 1971), un metodo partecipativo volto a favorire la convergenza di opinioni. Sono stati coinvolti sette esperti con differenti background tecnici, applicando un



Figura 2. Vista panoramica del capanno e della passerella sulla laguna (foto di S. Giannino).

adattamento del modello DPSIR per identificare gli Stati (S), ossia i comparti ambientali soggetti a trasformazioni, le Pressioni (P) esercitate dalle attività antropiche, i Driver (D) che le originano, e gli Impatti (I) sul sistema ecologico, sulla salute umana e sulle condizioni socio-economiche (Bell, 2012; Bruno et al., 2020; Gari et al., 2015; Gregory et al., 2013).

A complemento dell'analisi, è stata utilizzata una versione adattata della Scala di Permanenza di Yeomans per gerarchizzare le scelte gestionali in funzione della loro durabilità, efficacia e reversibilità (Yeomans, 1954; 1958).

Monitoraggio dell'avifauna

A partire da gennaio 2023 è stato avviato un monitoraggio ornitologico mensile, condotto tramite transetti lineari e punti di osservazione fissi. Le osservazioni avvengono entro un raggio di 50 metri, mediante avvistamento diretto o rilevamento acustico, escludendo individui in volo al di sopra dei 20 metri, fatta eccezione per quelli che manifestano comportamenti di rilevanza ecologica. Il protocollo di rilevamento prevede l'esclusione di condizioni meteorologiche avverse e la distribuzione spaziale su 67 unità campione distinte, al fine di evitare sovrapposizioni e garantire l'uniformità dello sforzo di campionamento.

Parallelamente, è stata elaborata una mappa di uso e copertura del suolo attraverso la classificazione in quattro categorie funzionali: WET (zone umide), NAT (aree naturali), AGR (superfici agricole) e BUILT (aree antropizzate). Le stesse celle quadrate di 100 × 100 metri adottate per il monitoraggio ornitologico costituiscono la base spaziale dell'analisi, includendo sia il comparto oggetto

di rinaturalizzazione sia porzioni adiacenti non direttamente interessate dagli interventi.

Per ciascuna cella è stato calcolato l'indice di diversità di Shannon-Wiener (H'), sia rispetto alla composizione specifica delle comunità di uccelli, sia in relazione all'eterogeneità della copertura del suolo, al fine di esplorare eventuali correlazioni tra struttura dell'habitat e diversità avifaunistica.

Mappatura della vegetazione spontanea

Nel luglio 2023 è stata effettuata la mappatura delle specie alimurgiche, piante spontanee eduli storicamente raccolte nelle aree rurali come fonte alimentare complementare (Aliotta, 1987; Pardo de Santayana et al., 2010; [Luczaj et al., 2012](#)). L'area è stata suddivisa in 165 celle di 50 m; in ciascuna è stata stimata la copertura vegetale erbacea e identificata la presenza di specie tramite campionamento diretto. Sono stati esclusi terreni artificiali e classificati i nuclei floristici in base a tre categorie di biodiversità: alta (zone marginali e argini), media (suoli variabili lungo i canali), e bassa (aree ipersaline con vegetazione pioniera).

Sperimentazione agronomica

Dal 2023 sono state avviate prove agronomiche in campo poiché l'Oasi è stata individuata come area pilota nel progetto [AGRITECH](#). Le colture testate sono salicornia (*Salicornia europaea*) e bietola (*Beta vulgaris*) nel biennio 2023-24, coltivate in consociazione. Nella stagione primavera-estate 2025 si sta invece testando la consociazione di salicornia (*Salicornia europaea*) e agretti (*Salsola soda*) (Figura 3). L'appezzamento è localizzato in aree marginali destinate ad uso agricolo, in modo da garantire la compatibilità con gli obiettivi di conservazione e minimizzare il



Figura 3. Sperimentazione agronomica. A sinistra: salicornia e bietola (2023 -2024). A destra: salicornia e agretti (2025) (foto di M. Ingaramo).

disturbo all'ambiente. Le fasi sperimentali hanno riguardato la preparazione del suolo senza input chimici, il trapianto, l'irrigazione controllata con acqua salmastra, l'applicazione di fertilizzanti organici fluidi come fattori sperimentali (vermicompost e borlanda) e il monitoraggio della crescita, della copertura e della resilienza idrica delle piante. Le rese produttive ottenute sono state confrontate con valori di riferimento bibliografici e integrate in scenari di fattibilità agroecologica specifici per le zone umide costiere.

Valutazione della percezione pubblica

Nel 2023 è stata condotta un'indagine sulla percezione dei servizi ecosistemici da parte dei visitatori dell'Oasi. Sono stati somministrati 239 questionari semi-strutturati su base volontaria, focalizzati su livello di consapevolezza, aspettative ed eventuali criticità percepite in relazione ai benefici offerti dall'Oasi Laguna del Re.

Selezione di *flagship species*

È stata inoltre applicata una valutazione multicriterio con dati ornitologici e dati sulla

percezione pubblica per identificare una "specie bandiera" utile alla gestione ambientale e alla valorizzazione dei servizi ecosistemici forniti dall'area.

RISULTATI

Analisi partecipativa e definizione delle priorità gestionali

La consultazione si è rivelata uno strumento semplice ed efficace per la pianificazione delle zone umide, grazie a giudizi solidi, coerenti e non ridondanti.

Gli esperti hanno identificato le "Pressioni" e gli "Impatti", raggruppandoli secondo sei "Stati" (biodiversità, paesaggio, corpi idrici, suolo, atmosfera, e patrimonio culturale) e i "Driver" corrispondenti. I punteggi attribuiti hanno permesso di classificare le "Risposte" in base alla loro rilevanza e influenza sul piano d'azione, con priorità definite secondo la scala di permanenza di Yeomans. Tra i risultati principali, l'agricoltura è emersa come il Driver più influente e la biodiversità (habitat e specie) come lo Stato più rilevante. La loro combinazione rappresenta quindi la base strategica per l'intero processo di

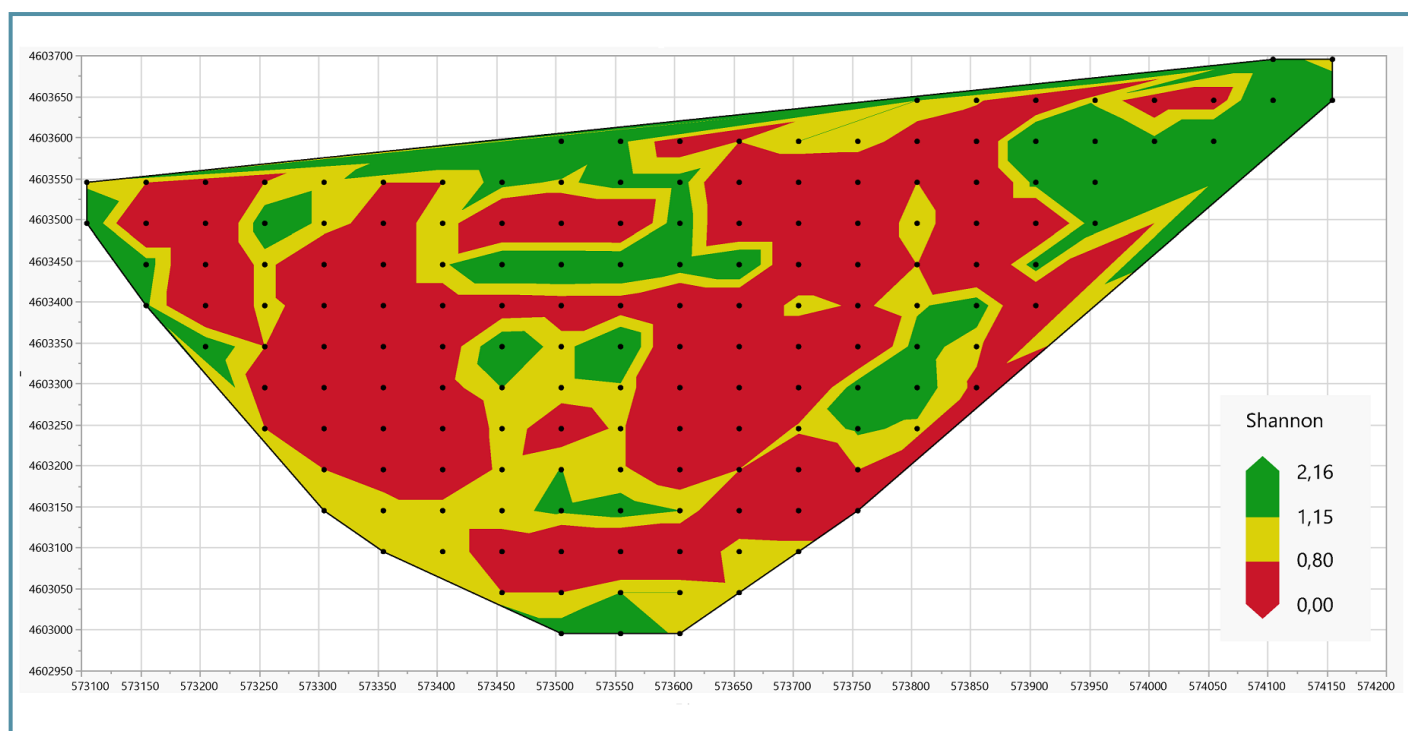


Figura 4. Distribuzione spaziale della diversità floristica all'interno dell'area di studio espressa tramite l'Indice di Shannon (fonte: elaborazione degli Autori).

pianificazione ([Cammerino et al., 2023](#)).

Risultati del monitoraggio ornitologico

Nel periodo compreso tra gennaio 2023 e giugno 2025 sono state complessivamente rilevate 117 specie di uccelli, incluse alcune considerate rare o in declino, come *Aythya nyroca*, *Netta rufina*, *Plegadis falcinellus* e *Ixobrychus minutus*. L'analisi dei dati evidenzia un progressivo aumento della ricchezza specifica, con 94 specie osservate nel 2023, 100 nel 2024 e 102 nel 2025 (dati parziali).

L'analisi multitemporale ha ulteriormente evidenziato un incremento del coefficiente di correlazione tra diversità degli habitat e composizione specifica dell'avifauna, suggerendo un impatto positivo degli interventi di ripristino sul funzionamento ecosistemico.

Tali evidenze supportano il valore strategico della rinaturalizzazione delle zone umide e

della gestione integrata del paesaggio nel favorire la diversificazione delle nicchie disponibili per le comunità di uccelli sia migratori sia stanziali.

Mappatura delle specie vegetali alimurgiche

Sono state identificate 39 specie vascolari con valore alimurgico, tra cui alofite come *Salicornia spp.*, *Suaeda vera*, *Beta vulgaris subsp. maritima*, tutte caratterizzate da elevata adattabilità agli ambienti umidi salmastri e da un contributo significativo alla diversità funzionale dell'ecosistema ([Cammerino et al., 2024](#)). La vegetazione è stata classificata in base al gradiente di biodiversità (Figura 4): le aree più ricche sono quelle meno disturbate, come argini e "corridoi" che collegano tratti d'acqua e prati alofili, seguite da zone a media diversità lungo i corpi d'acqua con suoli variabili, e infine da aree ipersaline o su substrati scarsamente evoluti

dominate da vegetazione pioniera annuale.

Sperimentazione agronomica in ambienti salmastri

Le prove sperimentali hanno evidenziato che la salicornia produce rese inferiori alla bietola in condizioni di salinità moderata, con risultati migliori in monocoltura rispetto alla consociazione. Quest'ultima si è dimostrata vantaggiosa solo a salinità lieve o moderata, mentre a livelli estremi le rese della bietola calano sensibilmente.

In generale, l'efficacia della consociazione dipende fortemente dalla salinità del suolo, evidenziando l'importanza di strategie colturali mirate alle condizioni ambientali.

Le sperimentazioni agronomiche hanno inoltre confermato che l'uso di specie alimurgiche e alofile, come la salicornia, rappresenta una soluzione sostenibile per affrontare le principali sfide legate ai cambiamenti climatici, quali l'aumento della salinità e la scarsità di acqua irrigua, contribuendo alla biodiversità e alla riduzione della pressione sulle risorse idriche dolci ([Cammerino et al., 2025](#)).

Percezione dei visitatori sui servizi ecosistemici

Il 63% dei visitatori si reca nell'Oasi per vivere un'esperienza di contatto diretto con la natura, mostrando una netta preferenza per habitat come l'agroecosistema e le aree allagate, più ricchi in biodiversità e varietà paesaggistica. Al contrario, le zone asciutte con vegetazione seminaturale e le superfici agricole suscitano un interesse minore.

Il 45% dei visitatori riconosce nei servizi ecosistemici culturali il valore principale dell'area, seguiti da quelli di regolazione e dalla biodiversità, con minore attenzione ai servizi di approvvigionamento. La mitigazione

del cambiamento climatico e la disponibilità di acqua sono tra le priorità indicate. I servizi ecosistemici sono associati a habitat specifici, con l'agroecosistema che sostiene, nella percezione dei visitatori, soprattutto la biodiversità e servizi ecosistemici culturali, sottolineando l'importanza della sua conservazione per rispondere alle loro esigenze ([Ingaramo et al., 2024](#)).

Selezione di flagship species: il caso degli aironi

Il gruppo degli aironi (Ardeidae), composto da otto specie regolarmente presenti, è stato scelto come indicatore visivo e comunicativo per valorizzare l'Oasi. La scelta è nata dall'analisi combinata tra dati ornitologici di campo e questionari somministrati ai visitatori ([Ingaramo et al., 2024](#)).

Gli aironi sono stati selezionati per la loro visibilità, riconoscibilità, attrattiva e presenza costante durante l'anno (Tabella 1), qualità ideali per una specie bandiera. Nessuna singola specie soddisfaceva tutti i criteri, ma il gruppo degli aironi – con otto specie presenti nell'Oasi – risultava nel complesso perfettamente idoneo. Inoltre, essi rappresentano un valido indicatore dello stato ecologico delle zone umide.

La tutela dell'habitat favorisce la presenza degli aironi, che a loro volta attirano visitatori, aumentando consapevolezza e sostegno economico per l'Oasi. Sono state quindi avanzate raccomandazioni operative per migliorare gli habitat degli aironi, garantendo risorse alimentari, siti di nidificazione e aree di sosta, al fine di consolidarne la presenza come specie faro. Questo approccio integrato consente di rafforzare la funzione ecologica e culturale della zona umida, valorizzando al contempo il capitale naturale e quello sociale.

Questa visione integrata può innescare un feedback positivo tra qualità ecologica e qualità dell’esperienza umana, rendendo le zone umide non solo rifugi per la fauna, ma anche luoghi di ispirazione, conoscenza e benessere.

DISCUSSIONE E PROSPETTIVE

I risultati ottenuti presso l’Oasi Laguna del Re evidenziano l’efficacia di un approccio integrato alla pianificazione delle zone umide in contesti marginali agricoli. Il modello proposto, basato su conservazione attiva, agricoltura rigenerativa, valorizzazione dei servizi ecosistemici culturali e partecipazione degli stakeholder, risponde alle priorità delineate dal Green deal e dalle strategie

europee per la biodiversità e il clima.

Multifunzionalità e resilienza

L’integrazione tra interventi ecologici e pratiche agroecologiche ha rafforzato la resilienza dell’ecosistema, producendo effetti positivi sulla biodiversità e sulla funzionalità ecologica. La presenza di una comunità ornitica diversificata, l’espansione di specie alofile spontanee e la sperimentazione agronomica su colture di questo tipo dimostrano che è possibile conciliare produzione e conservazione in aree marginali. La consociazione di salicornia con altre piante tolleranti la salinità rappresenta un esempio concreto di sistema colturale sostenibile, replicabile in altri ambienti salmastri del

Tabella 1. Abbondanza mensile e distribuzione degli avvistamenti per ciascuna specie di Ardeide (fonte: Ingaramo et al., 2024).

	Gen 2023	Feb 2023	Mar 2023	Apr 2023	Mag 2023	Giu 2023	Lug 2023	Ago 2023	Set 2023	Ott 2023	Nov 2023	Dic 2023	Abbondanza	Distribuzione degli avvistamenti (n° di celle)
Ardea alba	2-3	2-3	-	-	1	-	-	-	-	2-3	1	-	13	7
Ardea cinerea	>50	8-20	8-20	8-20	1	-	8-20	>50	21-50	8-20	8-20	8-20	221	20
Ardea purpurea	-	-	1	-	2-3	-	1	2-3	4-7	1	-	-	13	10
Ardeola ralloides	-	-	-	2-3	4-7	2-3	2-3	8-20	2-3	-	-	-	33	16
Botaurus stellaris	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Bubulcus ibis	8-20	8-20	-	-	8-20	8-20	>50	21-50	-	-	8-20	8-20	167	20
Egretta garzetta	-	-	2-3	2-3	8-20	8-20	8-20	8-20	21-50	8-20	8-20	8-20	122	30
Ixobrychus minutus	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1

Mediterraneo, che permette di utilizzare risorse idriche di scarsa qualità, ridurre l'impatto sui suoli, aumentare la biodiversità funzionale e offrire nuove prospettive socioeconomiche per le comunità locali come adattamento ai cambiamenti climatici.

Governance e partecipazione

L'applicazione del modello DPSIR, associato alla consultazione degli esperti con la NGT e alla raccolta di dati percettivi dai visitatori, ha rafforzato la dimensione partecipativa della governance. Questo ha permesso di orientare le scelte gestionali su basi evidenziali, condivise e adattative, favorendo il radicamento locale del progetto.

L'identificazione degli aironi come *flagship species* ha facilitato l'interconnessione tra valori ecologici e culturali, con ricadute positive sulla fruizione consapevole dell'Oasi e sul rafforzamento del capitale sociale.

CONCLUSIONI E PROSSIMI TRAGUARDI

L'Oasi Laguna del Re rappresenta oggi un laboratorio a cielo aperto per la ricerca scientifica applicata e l'innovazione nei modelli di governance territoriale, la sperimentazione agronomica in ambienti estremi. Nata nell'ambito del progetto [LIFE Natura Zone Umide di Capitanata](#) e consolidata attraverso un Piano strategico, l'esperienza ha integrato conservazione della biodiversità, pianificazione territoriale e partecipazione della comunità.

I risultati del processo partecipativo hanno confermato l'importanza di un coinvolgimento degli stakeholder nella definizione delle strategie gestionali, contribuendo alla costruzione di un modello di governance flessibile e multilivello. Tale modello, centrato sul ruolo di coordinamento tecnico-scientifico

del Centro Studi Naturalistici-Pro Natura, ha permesso di integrare le diverse istanze emerse, promuovendo una valorizzazione condivisa dell'Oasi basata su principi di adattabilità e corresponsabilità. La gestione multilivello, ispirata ai Contratti di Fiume, ha consentito di attivare reti di partenariato pubblico-privato e processi di rigenerazione ecologica anche in un contesto precedentemente compromesso, con benefici per la biodiversità, la qualità paesaggistica e lo sviluppo locale.

Le azioni di ripristino ambientale sono state accompagnate da programmi di educazione ambientale, fruizione sostenibile e pratiche agricole rigenerative in ambienti salmastri. Questo approccio integrato è oggi in linea con le più recenti strategie europee ([Green Deal](#), [Nature Restoration Law](#), [Strategia Nazionale per la Biodiversità](#)) e con progettualità in corso, come il progetto [AGRITECH](#) nell'ambito del PNRR, in collaborazione con l'Università di Foggia.

L'Oasi Laguna del Re testimonia infine come le zone umide, spesso percepite come marginali, possano invece assumere un ruolo strategico nei percorsi di transizione ecologica e innovazione territoriale, offrendo modelli replicabili per una pianificazione resiliente e sostenibile.

Fonti di finanziamento

Le ricerche sono state condotte nell'ambito della borsa di dottorato finanziata dal Programma Operativo Nazionale Ricerca e Innovazione 2014-2020 (CCI 2014IT16M2OP005), risorse FSE REACT-EU, Azione IV.5 "Dottorati su tematiche Green", e dal Centro Nazionale di Ricerca Agritech, con il supporto di fondi dell'Unione

Europa – Next Generation EU, nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Missione 4, Componente 2, Investimento 1.4 – D.D. 1032 del 17/06/2022, CN00000022.

BIBLIOGRAFIA

Aliotta G., 1987. *Edible wild plants of Italy*. Informatore Botanico Italiano, 19(1): 17–30.

Bell S., 2012. [DPSIR = A problem structuring method? An exploration from the "Imagine" approach](#). European Journal of Operational Research, 222(2): 350–360.

Bruno M.F., Saponieri A., Molfetta M.G., Damiani L., 2020. [The DPSIR approach for coastal risk assessment under climate change at regional scale: the case of Apulian coast \(Italy\)](#). Journal of Marine Science and Engineering, 8(7): 531.

Cammerino A.R.B., Ingaramo M., Monteleone M., 2023. [Complementary approaches to planning a restored coastal wetland and assessing the role of agriculture and biodiversity: an applied case study in Southern Italy](#). Water, 16(1): 153.

Cammerino A.R.B., Ingaramo M., Rizzi V., Gioiosa M., Monteleone M., 2025. [Glasswort as a strategic crop in coastal wetlands: intercropping results with Swiss chard](#). Agronomy, 15(1): 158.

Cammerino A.R.B., Piacquadio L., Ingaramo M., Gioiosa M., Monteleone M., 2024. [Wild edible plant species in the 'King's Lagoon' coastal wetland: survey, collection, mapping and ecological characterization](#). Horticulturae, 10(6): 632.

Davidson N.C., 2014. [How much wetland has](#)

[the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area](#). Marine and Freshwater Research, 65(10): 934–941.

Delbecq A. L., Van de Ven A.H., 1971. *A Group Process Model for Problem Identification and Program Planning*. Journal of Applied Behavioral Science, 7:4

Demozzi T., Oberč B.P., Prieto López A., Larbodièrè L., Borges M.A., 2024. [Sustainable agriculture and nature-based solutions](#). IUCN, Gland.

Erwin K.L., 2009. [Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world](#). Wetlands Ecology and Management, 17(1): 71–84.

Gari S.R., Newton A., Icely J.D., 2015. [A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social-ecological systems](#). Ocean & Coastal Management, 103: 63–77.

Gregory A.J., Atkins J.P., Burdon D., Elliott M., 2013. [A problem structuring method for ecosystem-based management: the DPSIR modelling process](#). European Journal of Operational Research, 227(3): 558–569.

Ingaramo M., 2025. *Pianificazione e gestione delle zone umide a vantaggio della biodiversità in un contesto ad agricoltura diffusa. Il caso studio dell'Oasi Laguna del Re, Siponto (FG)*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Foggia.

Ingaramo M., Cammerino A.R.B., Rizzi V., Gioiosa M., Monteleone M., 2024. [Birds as cultural ambassadors: bridging ecosystem services and biodiversity conservation in wetland planning](#). Sustainability, 16(23): 10286.

IPBES., 2019. [Global assessment report on](#)

[biodiversity and ecosystem services. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services](#). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1148 pages.

Łuczaj L., Pieroni A., Tardio J., Pardo-de-Santayana M., Soukand R., Svanberg I., Kalle R., 2012. *Wild food plant use in 21st century Europe: The disappearance of old traditions and the search for new cuisines involving wild edibles*. Acta Soc. Bot. Pol., 81(4).

Mitsch W.J., Bernal B., Hernandez M.E., 2015. [Ecosystem services of wetlands](#). International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 11(1): 1–4.

Pardo de Santayana M., Pieroni A., Puri R. K. (a cura di), 2010. *Ethnobotany in the new Europe: People, health, and wild plant resources*. Berghahn Books.

Poulin M., Pellerin S., Cimon-Morin J., Lavallée S., Courchesne G., Tendland Y., 2016. [Inefficacy of wetland legislation for conserving Quebec wetlands as revealed by mapping of recent disturbances](#). Wetlands Ecology and Management, 24(6): 651–665.

Proulx A., 2023. *La palude*. Aboca Edizioni, Sansepolcro.

Salimi S., Almuktar S.A.A.A.N., Scholz M., 2021. [Impact of climate change on wetland ecosystems: a critical review of experimental wetlands](#). Journal of Environmental Management, 286: 112160.

Santolini R., Morri E., Pruscini F., 2011. *I servizi ecosistemici e quadro valutativo in alcune regioni italiane*. In: Contributi per la tutela della biodiversità delle zone umide. ISPRA, Roma.

Yeomans P.A., 1954. *The Keyline Plan*. Keyline Publishing, Sydney.

Yeomans P.A., 1958. *The Challenge of Landscape: The Development and Practice of Keyline*. Keyline Publishing, Sydney.

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

[Riccardo Santolini](#)¹, Giovanni Pasini², Elisa Morri², Giovanna Panza²

¹Università di Urbino Carlo Bo – Dipartimento di studi Umanistici (DISTUM), ²CREN – 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](#)¹, Giovanni Pasini², Elisa Morri², Giovanna Panza²

¹University of Urbino Carlo Bo – Department of Humanistic Studies (DISTUM), ²CREN – 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 Metropolitano](#); 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

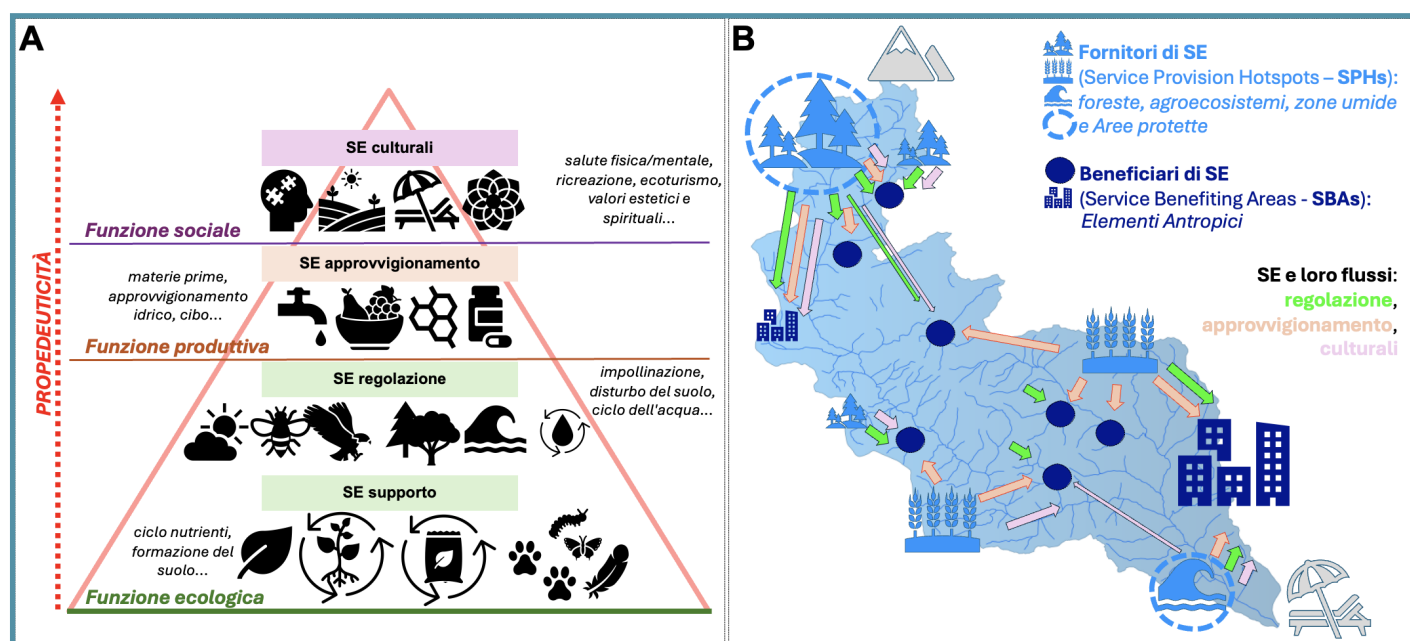


Figura 1. (A) Rappresentazione gerarchica dei SE in termini di propedeuticità: alla base di tutto i SE erogati dalle funzioni ecologiche; (B) schema di aree in cui i SE si manifestano e interagiscono (UEF) (fonte: elaborazione degli Autori ispirato da Palomo et al., 2013).

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 (Willemen 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.

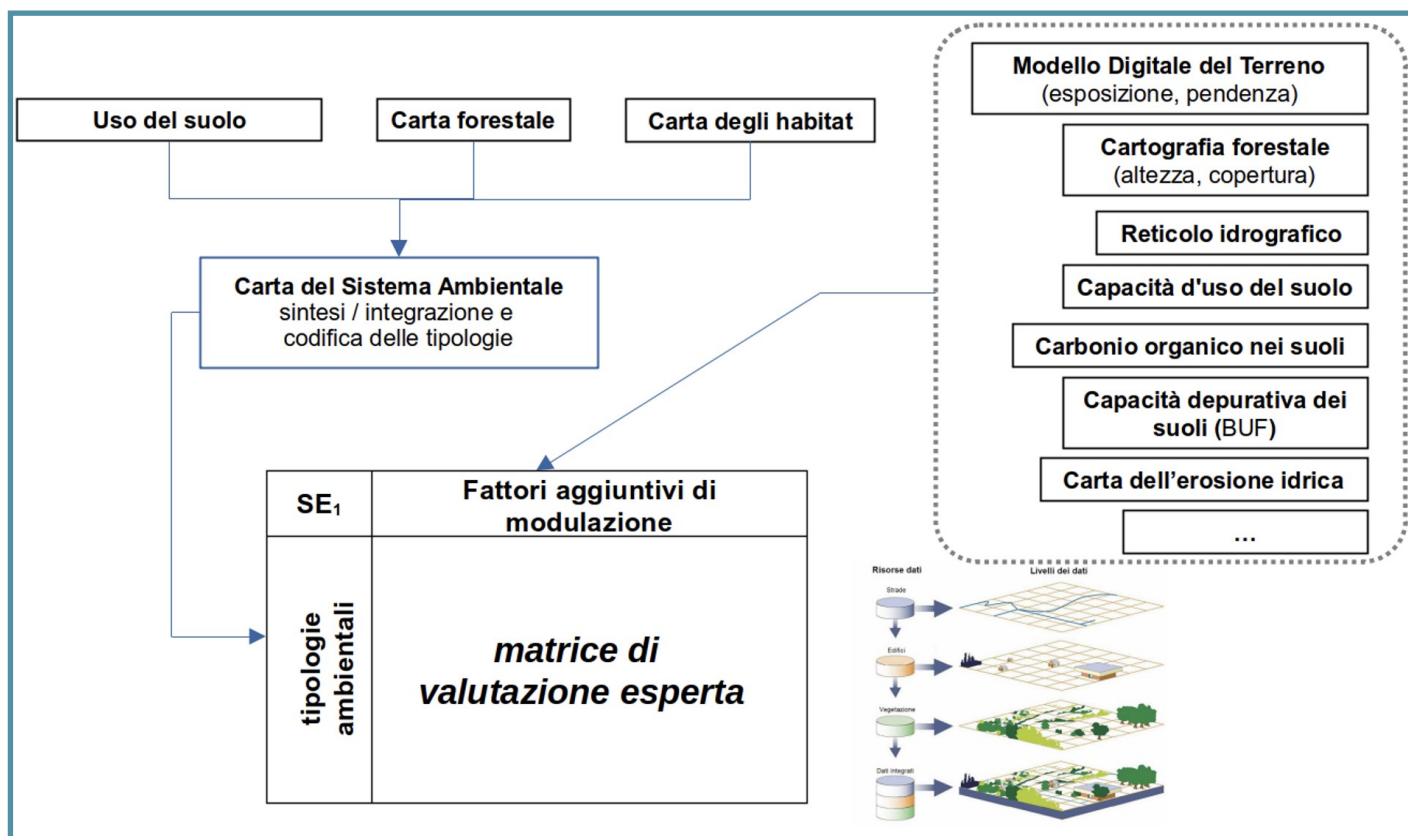


Figura 2. Costruzione della CSA e definizione della matrice di funzionalità (fonte: elaborazione degli Autori).

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

	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
Servizio Ecosistemico	%	classe	m ³ ha ⁻¹	m	Mg ha ⁻¹	classe	indice	indice	perm.	indice	Mg ha ⁻¹ anno ⁻¹	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

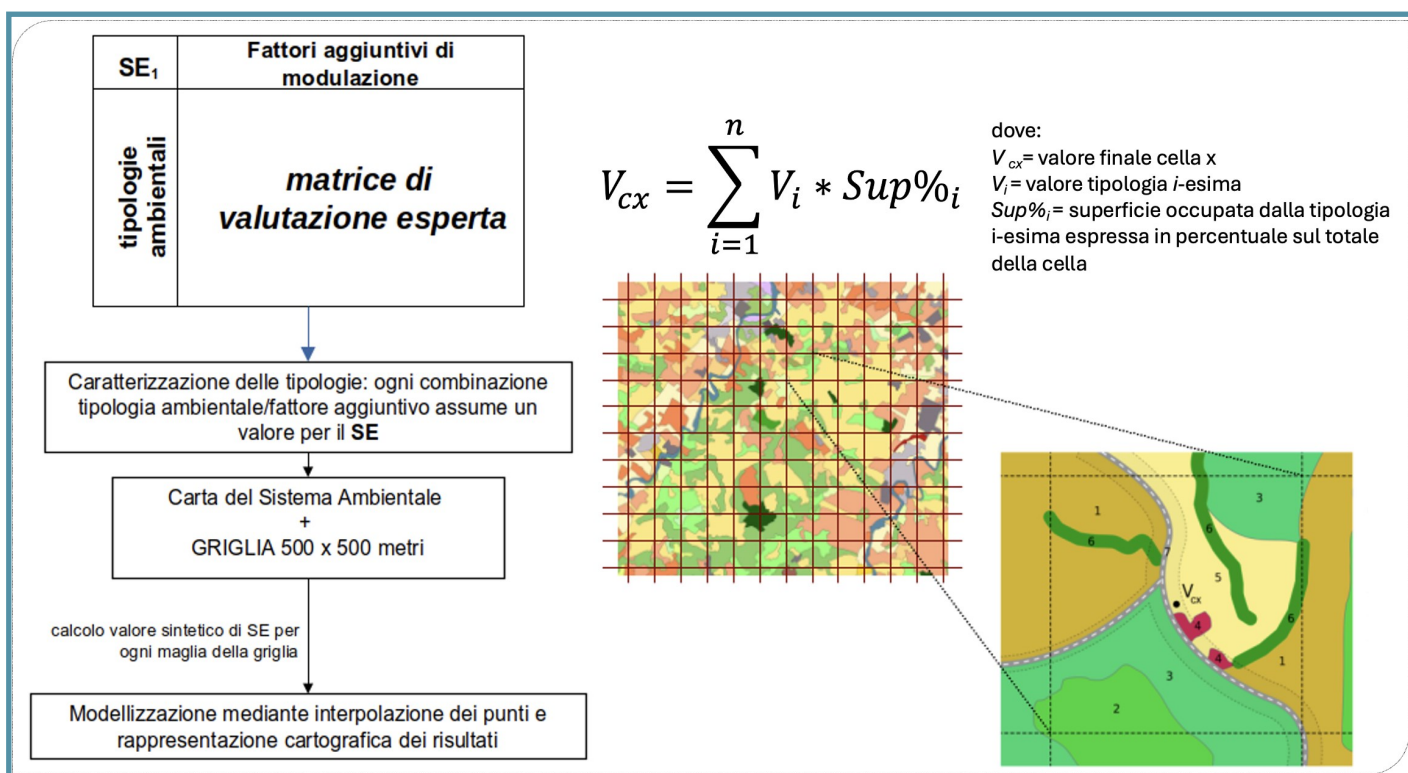


Figura 4. Schema del modello interpolato e calcolo della media ponderata su griglia (fonte: elaborazione degli Autori).

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

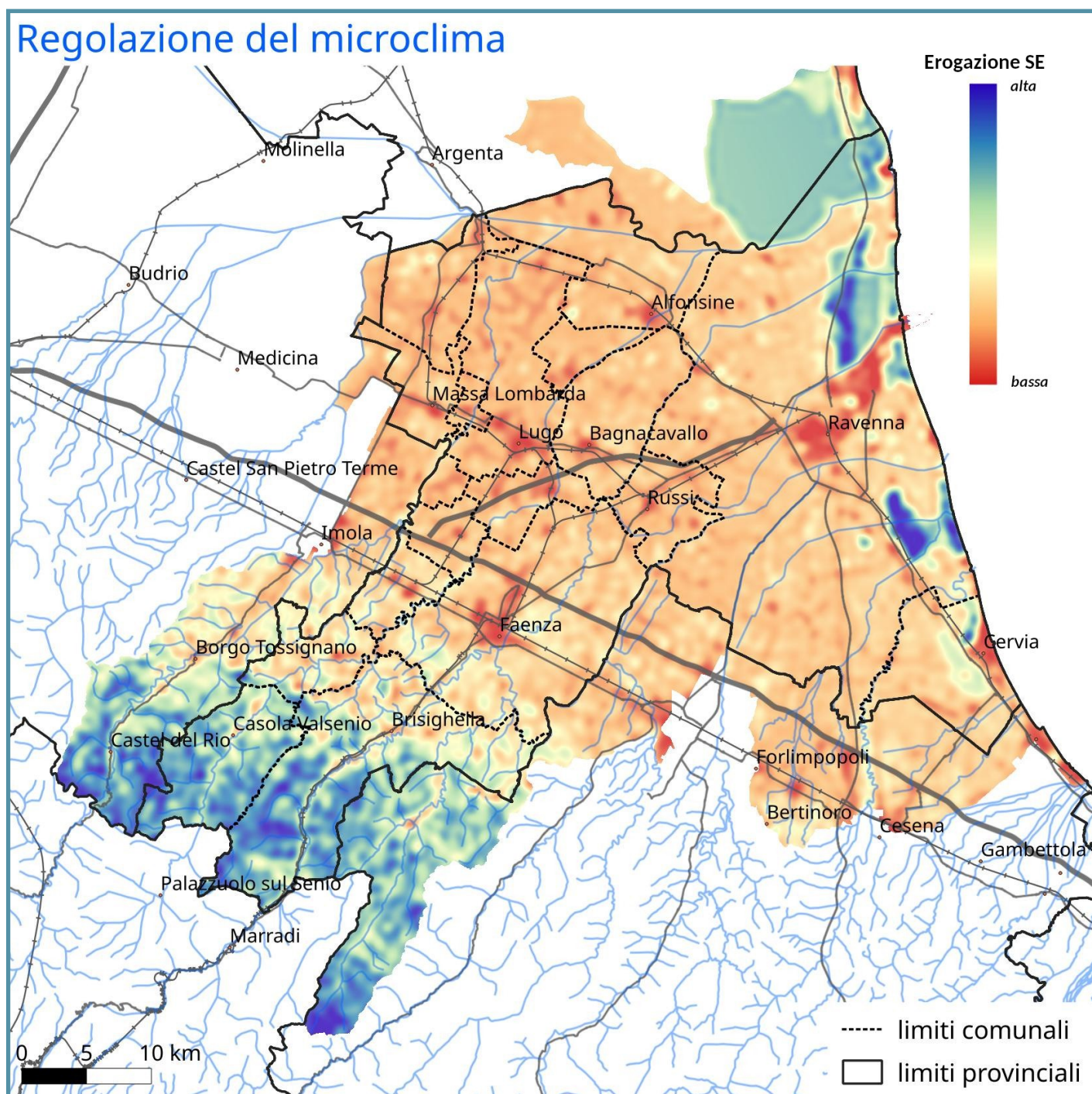


Figura 5. Risultato della mappatura di un SE di regolazione a scala provinciale (Erogazione SE: rosso=bassa, blu=alta) (fonte: elaborazione degli Autori).

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., Ratamäki 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.

Schägnier 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.

METODOLOGIE DI ANALISI INTEGRATE PER IL MONITORAGGIO SATELLITARE A SCALA REGIONALE DELL'INFESTAZIONE DI BOSTRICO TIPOGRAFO

[Daniele Savio](#)¹

¹Regione del Veneto - Direzione Pianificazione Territoriale

Abstract: Le immagini satellitari ad elevata risoluzione geometrica rappresentano la primaria fonte di dati dalla quale desumere le informazioni relative all'andamento su scala regionale dell'infestazione di bostrico tipografo (*Ips typographus* L.), che sta arrecando gravissimi danni ai boschi di abete rosso delle regioni alpine italiane. Per individuare le aree maggiormente colpite e programmare le attività di ripristino dei soprassuoli forestali distrutti dallo scoltide, la Regione del Veneto ha avviato attività di monitoraggio annuali e su area vasta, che hanno richiesto il perfezionamento di tecniche di interpretazione di immagini satellitari automatizzate e caratterizzate da livelli di accuratezza tali da ridurre al minimo le fasi di verifica supervisionata. La soluzione che è stata adottata, descritta in questo contributo, utilizza immagini satellitari PlanetScope ad 8 bande spettrali ed integra i classici metodi di sogliatura con operatori di *machine learning* implementati in modelli realizzati tramite lo *Spatial Model Editor* di ERDAS IMAGINE. Tale approccio ha risposto all'esigenza di rappresentare speditivamente e con elevato livello precisione lo stato dell'infestazione sul territorio montano del Veneto.

Parole chiave: bostrico tipografo, telerilevamento, monitoraggio forestale.

INTEGRATED ANALYSIS METHODOLOGIES FOR REGIONAL-SCALE SATELLITE MONITORING OF SPRUCE BARK BEETLE INFESTATION

[Daniele Savio](#)¹

¹Veneto Region - Directorate of Territorial Planning

Abstract: High-geometric-resolution satellite images represent the primary source of data for deriving information on the regional scale trend of the bark beetle infestation (*Ips typographus* L.), which is causing serious damage to the spruce forests in the Italian Alps. To identify the worst affected areas and plan activities to restore forest stands destroyed by the bark beetle, the Veneto Region has launched annual and wide-area monitoring activities. These activities have required the refinement of automated satellite image interpretation techniques, characterized by levels of accuracy that minimize the need for supervised verification phases. This contribution describes the adopted solution, which uses PlanetScope satellite images with 8 spectral bands and integrates the classic thresholding methods with machine learning operators implemented in models created using the ERDAS IMAGINE Spatial Model Editor. This approach responded to the need to quickly and accurately represent the state of the infestation in the mountainous territory of Veneto.

Key words: bark beetle, remote sensing, forest monitoring.

INTRODUZIONE

Il bostrico tipografo (*Ips typographus* L.) è un coleottero diffuso in tutta la regione euroasiatica. In condizioni di equilibrio endemico il suo ruolo nella perpetuazione degli ecosistemi forestali è determinante, in quanto colpisce abeti rossi vetusti o sotto stress fisiologico, avviando il processo di decomposizione del legno. Nell'ultimo quinquennio, come conseguenza della grande quantità di piante atterrate o stroncate dalla tempesta Vaia dell'ottobre 2018 ([Vaglio Laurin et al., 2021](#)) e del particolare andamento climatico, le Regioni italiane nord-orientali dell'arco alpino hanno

visto una diffusione non ordinaria di bostrico tipografo, le cui popolazioni sono passate da una presenza endemica ad una presenza epidemica ([Deganutti et al., 2024](#)), avviando la più estesa infestazione mai osservata sulle Alpi meridionali (es. Figura 1). Situazioni simili hanno riguardato anche altri Paesi europei come conseguenza dell'aumento globale delle temperature dell'aria, dei mutevoli modelli di precipitazioni e di tempeste di vento sempre più violente ([Schuldt et al., 2020](#)). Nel 2018-2019 anche la Svezia è stata oggetto di un evento epidemico che ha determinato la perdita di oltre 11 milioni di metri cubi di legname. Per



Figura 1. Infestazione di bostrico nella Valle di Gares (Unione Montana Agordina, Provincia di Belluno). Al termine della fase grigia gli abeti perdono la corteccia, esponendo i tipici solchi scavati dal bostrico (foto dell'Autore).

il futuro le prospettive non sono positive, in quanto si stima che nel decennio 2021-2030 il cambiamento climatico determinerà un aumento del 700% dei danni forestali dovuti al bostrico tipografo rispetto a quelli registrati tra il 1971-1980 ([Seidl, 2014](#); [Marini et al., 2017](#)).

In questa ricerca, è stata sviluppata una metodologia per individuare i nuclei di abete rosso nella fase rossa dell'infestazione. In questo contesto, sono state testate le potenzialità di un approccio innovativo che integra applicazioni di *machine learning* ai classici metodi di *thresolding* su analisi multitemporale. Questo approccio è stato applicato ad immagini satellitari PlanetScope, che hanno rappresentato una base informativa funzionale a determinare annualmente su area vasta, con costi e tempi contenuti, l'andamento dell'infestazione, consentendo la perimetrazione delle superfici colpite.

AREA STUDIO E MATERIALI

La metodologia che si va a descrivere è stata inizialmente testata su un'area studio di 91 km² (Figura 2), per verificare la sua applicabilità sull'intero territorio montano della Regione Veneto a coprire una superficie complessiva di 4.785 km².

Le immagini utilizzate provengono dalla costellazione di satelliti *PlanetScope*. L'elevata frequenza temporale di rivisitazione di questi satelliti ha permesso di sfruttare al meglio le serie temporali nell'analisi dei cambiamenti, consentendo di selezionare, per i periodi prescelti, immagini con copertura nuvolosa molto bassa o nulla.

In questa specifica applicazione sono state utilizzate le immagini con risoluzione spaziale di circa 3 m al livello di elaborazione 3A prodotte dai sensori *Dove-R* ad otto bande spettrali: *Coastal blue* (431-452 nm), *Blue* (465-515 nm), *Green I* (513-549 nm), *Green* (547-583 nm), *Yellow* (600-620 nm),

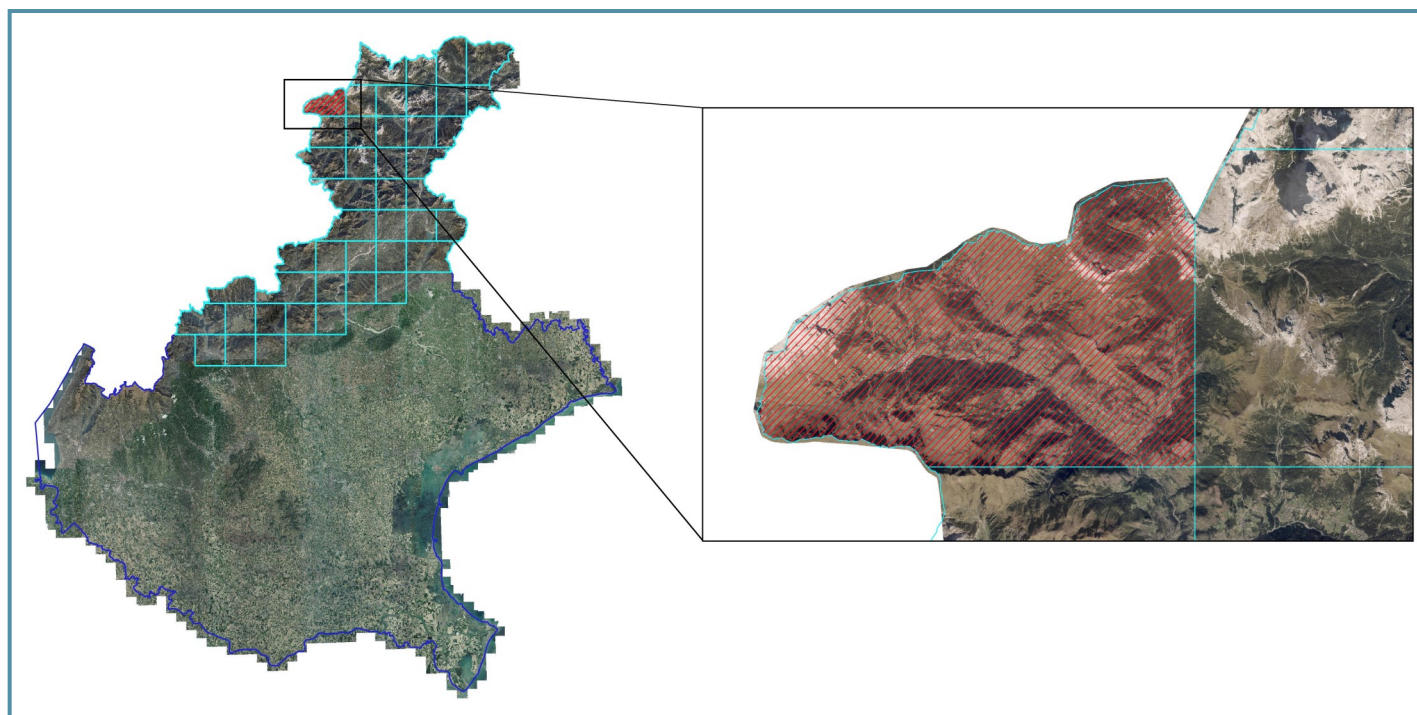


Figura 2. Area di studio nel Comune di Livinallongo del Col di Lana (fonte: elaborazione dell'Autore).

Red (650-680 nm), *RedEdge* (697-713 nm), *NIR* (845-885 nm).

METODOLOGIA ADOTTATA

Il *workflow* può essere sintetizzato in sei fasi, che comprendono la selezione delle immagini satellitari, l'elaborazione degli indici vegetazionali e l'analisi multitemporale, la determinazione del valore soglia e la vettorializzazione, l'applicazione del modello di *machine learning*, una fase di verifica e correzione manuale a video, la determinazione dell'accuratezza tematica.

La sperimentazione nell'area studio è stata condotta utilizzando le scene mosaicate direttamente dalla piattaforma *Planet Explorer* acquisite il 21/08/2022 ed il 06/09/2023, al fine di rappresentare l'avanzamento dell'infestazione di bostrico tipografo nel periodo intercorso (circa un anno). La selezione di queste immagini è il risultato di un primo filtraggio che pone la condizione di una copertura nuvolosa inferiore al 5%. La data di acquisizione della ripresa ha rappresentato un ulteriore criterio selettivo: per contenere entro limiti accettabili l'estensione delle zone in ombra, si è optato per una soluzione di compromesso, utilizzando immagini di fine agosto/inizio settembre, che da un lato rappresentano lo stato dell'infestazione in una fase avanzata dei cicli biologici annuali del bostrico e dall'altro non presentano le estese ombreggiature dell'autunno inoltrato, che non consentirebbero l'analisi di ampie porzioni di immagine, pur fotografando la situazione in cui il coleottero cessa la sua diffusione. Nella selezione finale, che ha condotto alle due date indicate, si è tenuto conto anche della nitidezza intrinseca dell'immagine che è influenzata dal livello di umidità atmosferica al

momento dell'acquisizione.

Per entrambe le immagini, utilizzando il software *ERDAS IMAGINE*, sono stati elaborati indici selezionati tra quelli maggiormente utilizzati in letteratura per i monitoraggi fitosanitari su ampia scala ([Havašová et al., 2015](#); [Blaga et al., 2019](#)), tra cui *NDVI*, *DVI*, *GNDVI*, *MSAVI2*, procedendo per ciascun indice al calcolo della differenza multitemporale, secondo la metodologia già adottata in altri lavori ([Zovi et al., 2021](#)). Il confronto tra i risultati ha evidenziato la particolare capacità risolutiva dell'indice *NDVI* associato all'indice *NDRE*, che è stato adattato alla particolare finestra spettrale della banda *RedEdge* del sensore *Dove-R*. Precedenti ricerche ([Bijou et al., 2023](#)) dimostrano che l'indice *NDRE* fornisce migliori stime dello stato fitosanitario rispetto all'indice *NDVI* nei livelli più bassi delle chiome, in quanto la banda del *RedEdge* del *NDRE* è meno soggetta, rispetto alla banda *Red*, all'assorbimento della parte superiore delle coperture vegetali e, pertanto, è in grado di rilevare situazioni di stress fisiologico anche negli strati inferiori delle chiome. Il periodo migliore in cui effettuare l'analisi tramite l'indice *NDRE* è verso la fine del periodo vegetativo, quando il contenuto di clorofilla nelle chiome raggiunge il suo apice e la sua riduzione negli alberi infestati viene meglio rilevata. La combinazione di questi due indici, che rilevano le condizioni di sofferenza vegetativa ai diversi livelli delle chiome, si è rivelata molto efficace nel determinare con precisione le potenziali superfici infestate dal bostrico (Figura 3).

Il processo di calcolo multitemporale e di combinazione dei due indici vegetazionali è stato implementato in un modello di *Spatial Modeler* in *ERDAS IMAGINE* con una

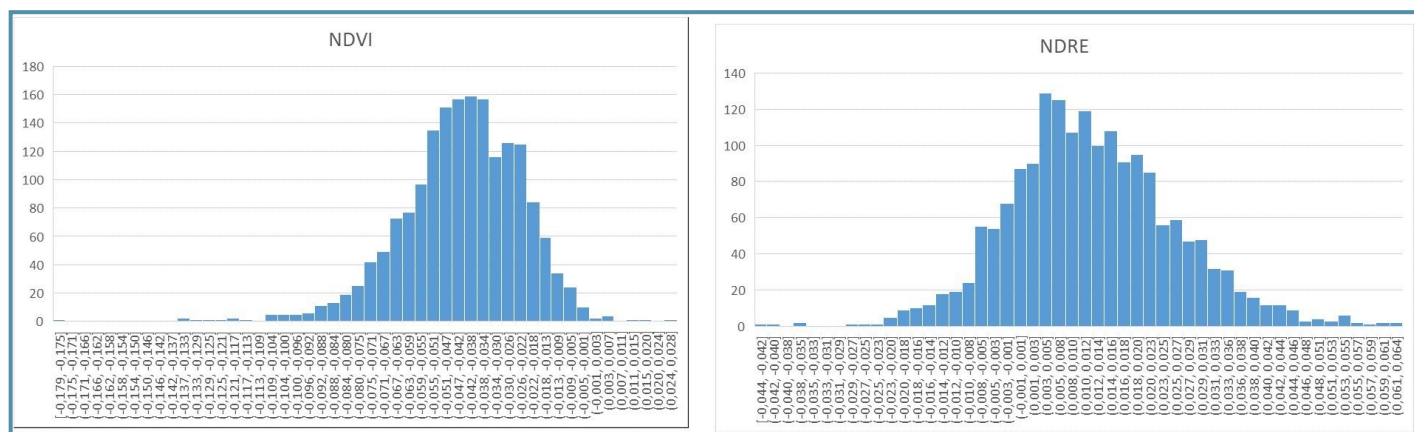


Figura 3. Distribuzione delle frequenze dei valori medi di NDVI e NDRE calcolati nelle rispettive differenze multitemporali nei poligoni classificati come superficie forestale bostricata (fonte: elaborazione dell'Autore).

modalità di iterazione che consente l'automatizzazione dell'analisi su un numero potenzialmente illimitato di coppie di immagini.

Dal raster risultante dalla somma di questi due indici calcolati nella loro differenza multitemporale da T^1-T^0 , si è proceduto a vettorializzare l'immagine, individuando il valore soglia più idoneo a discriminare il fenomeno da rappresentare¹. Questa operazione ha riguardato le sole superfici con copertura forestale, utilizzando come layer per la mascheratura il *pan-European Forest Type 2018*, uno dei servizi di informazione prodotti da Copernicus, utilizzando la release con risoluzione spaziale di 10 m. L'output che ne è derivato risultava comunque affetto da un elevato numero di errori di commissione, in quanto ad un determinato valore di *DN* (*Digital Number*) corrispondevano, oltre alle superfici forestali colpite dal coleottero, altre variazioni della copertura del suolo o diverse condizioni di ombreggiatura. E difatti il valore

di *overall accuracy* raggiunto al termine di questa prima fase metodologica, che applica metodi di *thresholding* su analisi multitemporale degli indici vegetazionali, risulta insoddisfacente, attestandosi al 70,72%. Per un affinamento del risultato è stata determinante l'integrazione nel processo di classificazione di modelli basati sull'intelligenza artificiale.

IL MODELLO DI LEARNING

La tipologia di *learning* utilizzata è di tipo *supervised* e, nell'ambito dell'area studio, è stata modulata attraverso la selezione di 293 aree *training* stratificate fra le classi "infestazione bostrico" (90 aree), "ombre" (48 aree) e "altre variazioni di copertura del suolo forestale" (155 aree). Il modello di *machine learning* ha fornito le informazioni di base all'intelletto macchina attraverso un classificatore *k-Nearest Neighbours*, ossia operante tramite un apprendimento non parametrico, che è stato modulato

¹Il valore soglia di un indice vegetazionale può variare in relazione alla radiometria dell'immagine elaborata (Mugnoli e Sabbi, 2021). Questa variabilità è ancor più accentuata se il valore soglia lo si determina nella combinazione multitemporale di due indici vegetazionali.

empiricamente con un valore di $K=5$. Sono stati testati anche altri classificatori, quali *CART* e *RandomForest*, i quali, tuttavia, hanno prodotto output non convincenti, caratterizzati da un maggior numero di errori di omissione e di commissione. Sia il processo di formazione del *machine intellect*, sia la sua implementazione nel processo di *machine learning* applicato al layer da classificare sono stati ingegnerizzati tramite specifici operatori dello *Spatial Model Editor* integrato nel software *ERDAS IMAGINE*, consentendo la creazione di un modello che ha automatizzato i processi (Figura 4) riducendo notevolmente i tempi di elaborazione.

RISULTATI E DISCUSSIONE

L'applicazione di questo modello di *machine learning* nell'area studio selezionata ha consentito di migliorare sensibilmente il risultato della classificazione delle superfici forestali infestate dal bostrico tipografo (Figura 5) nel periodo intercorso tra le due immagini analizzate, incrementando la *overall accuracy* al 94,79%.

In questo *workflow* la fase più onerosa in termini di tempo per l'impegno che richiede al fotointerprete e necessaria alla creazione del *machine intellect* senza dubbio è rappresentata dalla selezione dei *training sites*, pertanto, per cercare di omettere questa attività, si è tentato di applicare lo stesso

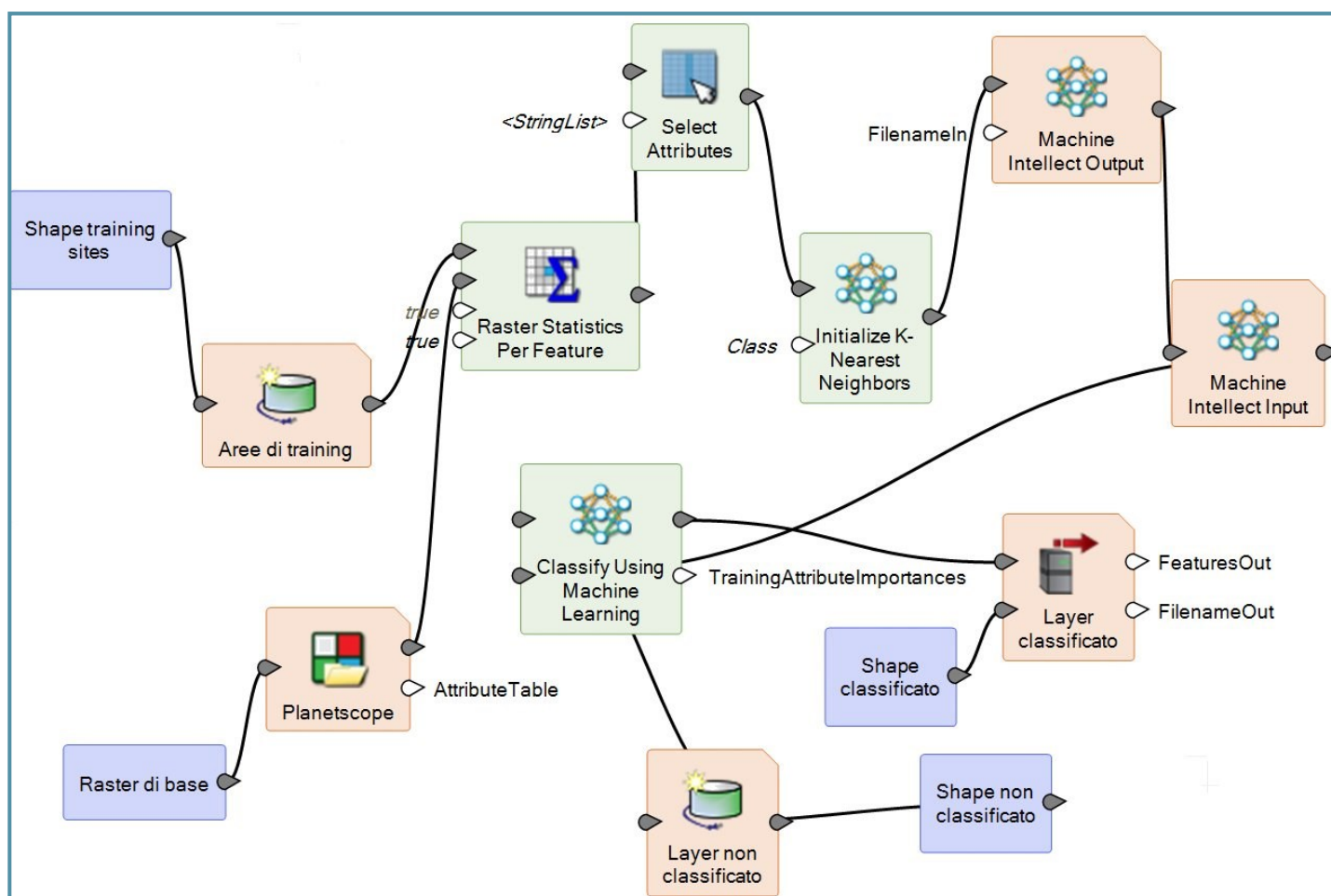


Figura 4. Modello di creazione del machine intellect e della sua applicazione al layer da classificare (fonte: elaborazione dell'Autore).

modello di apprendimento in altre aree montane del Veneto. I risultati in termini di accuratezza sono sempre stati inferiori a quelli ottenuti nell'area test per la quale il modello di apprendimento è stato generato, ma, in determinate condizioni, hanno dato esiti positivi, tali da ridurre notevolmente i tempi di revisione manuale a video. Dall'esperienza condotta è emerso che gli esiti migliori di questa semplificazione del modello, che omette la fase di selezione delle aree di *training*, sono ottenibili se le date di acquisizione delle immagini satellitari non si discostano sensibilmente da quelle dell'area di addestramento. Altra condizione determinante la qualità del risultato nell'applicazione di un modello semplificato è

l'effettiva entità delle supefici forestali bostricate nella nuova area di analisi, che deve essere quantitativamente paragonabile a quella rilevata nell'area di addestramento.

Qualora le due condizioni non siano soddisfatte è opportuno selezionare nuove *training areas* per generare un nuovo *machine intellect*, che potrà essere anch'esso applicabile a casistiche simili nell'ambito di un modello semplificato.

La metodologia descritta, ingegnerizzata nelle sue fasi attraverso una successione di modelli realizzati con lo *Spatial Model Editor* di *ERDAS IMAGINE*, è caratterizzata da una notevole speditività di analisi e, in condizioni normali, consente ad un solo operatore di coprire circa 100 km²/giorno di territorio, che

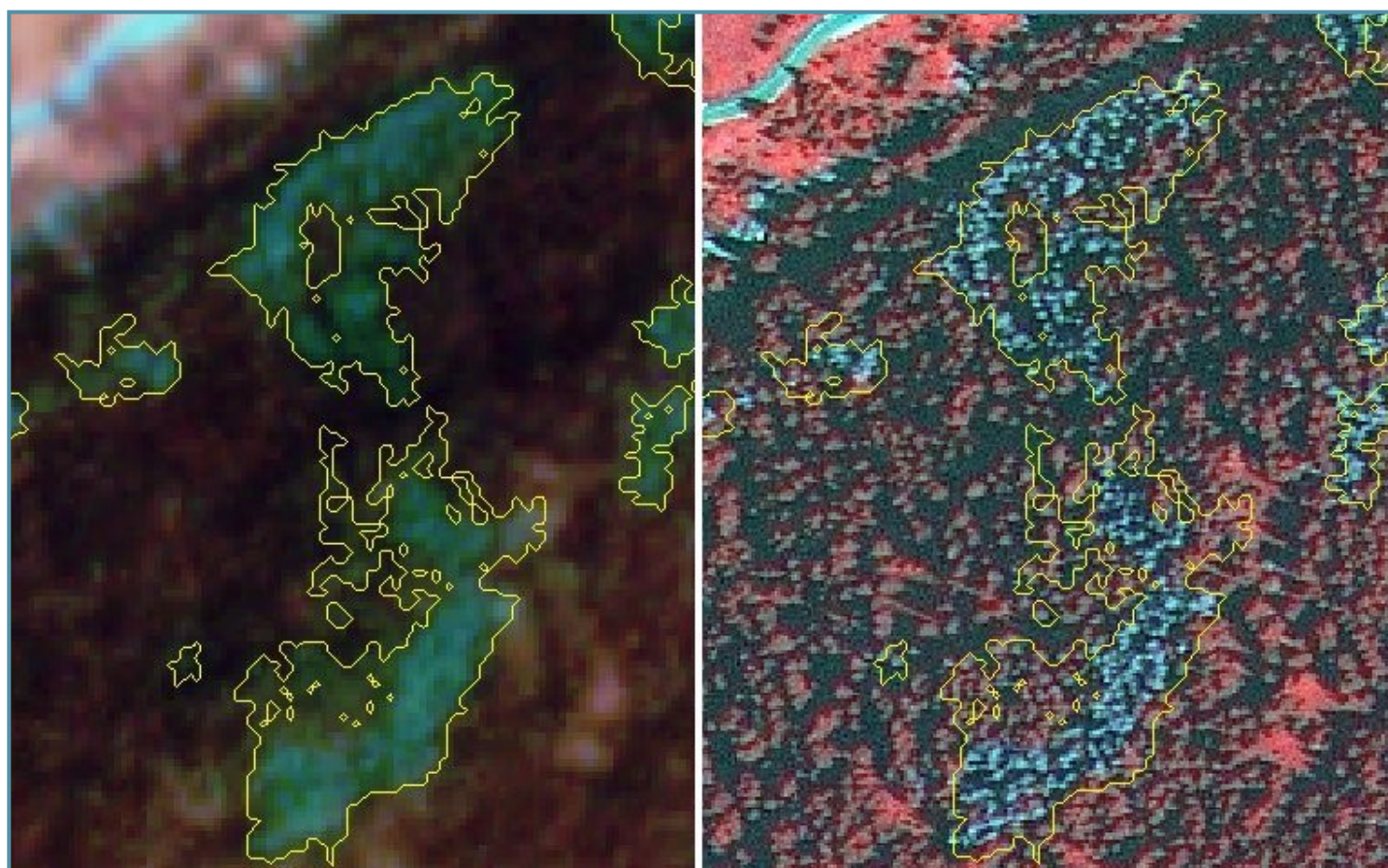


Figura 5. Esempio di output finale sovrapposto a visualizzazione FCIR dal dato PlanetScope del 06/09/2023 (a sinistra) con verifica su immagine TripletSat coeva (a destra) (fonte: elaborazione dell'Autore).

possono anche raddoppiare in ambiti territoriali particolarmente favorevoli.

Vi sono, tuttavia, due importanti limiti operativi che non vanno sottaciuti.

Il primo impedimento è rappresentato dalle ombre proiettate dai rilievi montuosi, le quali, in periodo tardo estivo possono precludere l'analisi di ampie porzioni di immagine, anche in ragione dell'orario di sorvolo dei satelliti *PlanetScope*, che nel territorio Veneto rientra tra le 9:00 e le 10:00 AM. Questa problematica determina inevitabilmente una quantificazione sottostimata dal fenomeno monitorato, che si aggiunge alla sottostima determinata dalla risoluzione spaziale delle immagini utilizzate, che difficilmente consentono una classificazione stabile di superfici forestali bostricate inferiori a 90 m² (10 pixel aggregati).

Un secondo limite, che tuttavia rientra nel target di analisi inizialmente definito, consiste nell'ampiezza dell'intervallo temporale monitorabile, che non può essere superiore ad un anno. L'analisi descritta, infatti, è atta a discriminare le aree boscate che rientrano nella “fase rossa” dell'infestazione di *Ips typographus*, ossia in quella fase dell'attacco in cui gli aghi dell'abete rosso passano da una colorazione verde al giallo/rosso mattone. Quando si manifesta questa fase, il bostrico tipografo ha già abbandonato la pianta ospite per insediarsi su un nuovo albero. L'anno successivo gli aghi cadono e rimangono solo i fusti spogli in quella che viene definita “fase grigia” (Figura 1), che, tuttavia, anche laddove i nuclei colpiti non siano stati già tagliati ed esboscati, restituisce, rispetto alla fase rossa, risposte spettrali molto differenti.

Il mondo scientifico ha già iniziato a focalizzarsi

su approfondimenti specifici, che aprono prospettive di interventi precoci e mirati a contenere l'infestazione, atti a determinare la presenza dello scolitide nella “fase verde”, ossia in quella fase nella quale il coleottero inizia a deporre le uova sotto la corteccia dell'albero, ma questo non manifesta ancora sintomi osservabili all'occhio umano. In questa direzione vanno promettenti studi ([Abdullah et al., 2018](#)), che, tuttavia, per la risoluzione geometrica delle immagini satellitari utilizzate, sono applicabili solo su infestazioni di ampia consistenza, oltre ad essere stati testati in ambiti territoriali non caratterizzati dalla variabilità orografica che caratterizza l'area alpina. Ulteriori sviluppi della ricerca ([Bozzini et al., 2024](#)), che fanno uso di immagini ad altissima risoluzione geometrica riprese da drone, arrivano a determinare con accettabili livelli di accuratezza l'infestazione nella fase verde a livello di singola chioma. In tale studio il modello di apprendimento è stato modulato sulla base di un *dataset* complessivo, distribuito su due siti sperimentali, di 50 alberi di *training*, mentre l'accuratezza dei risultati è stata verificata su 45 alberi di controllo. Attualmente a scala regionale tale metodologia non appare applicabile, sia per l'insostenibilità dei tempi e dei costi che si dovrebbero affrontare nell'acquisire immagini *UAV* multispettrali a risoluzione sub-metrica, sia per l'impossibilità di effettuare una revisione sistematica dei risultati della classificazione, che non può essere realizzata tramite fotointerpretazione e, pertanto, richiederebbe complesse e tempestive verifiche in loco su un'estensione forestale potenzialmente interessata superiore a 100.000 ha.

²Stima desunta dalla Carta Regionale dei Tipi forestali ([Del Favero, 2006](#)).

INTEGRAZIONE DEL MONITORAGGIO NELLE LINEE D'AZIONE PER CONTRASTARE L'INFESTAZIONE

Il monitoraggio precoce nella fase verde, che nel nostro territorio ha prodotto risultati incoraggianti su immagini acquisite da drone, per produrre concreti vantaggi nel contenimento dell'infestazione dovrebbe essere seguito dall'esecuzione di interventi di abbattimento ed esbosco degli alberi colpiti in tempi contestualmente molto rapidi, ovvero prima che lo scolitide abbandoni la pianta per trasferirsi su altri soggetti ospiti. Questa auspicabile prospettiva attualmente è praticabile su superfici forestali di estensione limitata, pertanto può essere sostenibilmente applicata a circoscritte aree di particolare valenza naturalistica o economica, mentre risulta inattuabile a scala regionale.

Più concrete sono state le ricadute del monitoraggio satellitare dell'infestazione nella fase rossa realizzato con la metodologia ora descritta, il quale, pur non consentendo l'attuazione di azioni tempestive finalizzate a bloccare la diffusione del bostrico tipografo, rientra tra le linee di intervento integrate nella "Strategia regionale per il contrasto al bostrico tipografo", che la Regione del Veneto ha adottato con la [D.G.R. n.833 del 12 luglio 2022, Allegato A](#). La Strategia regionale si esplica attraverso 6 linee di intervento, che hanno previsto, oltre al monitoraggio e l'aggiornamento cartografico, campagne informative, il supporto agli interventi selvicolturali di contrasto da parte dei gestori forestali, interventi in amministrazione diretta ed, infine, la programmazione di interventi di ripristino delle aree colpite.

A dare continuità a tali linee d'azione, il 12 giugno 2024, con l'[Ordinanza n.8](#), il MASAF ha previsto una serie di adempimenti nelle

cosiddette "Misure fitosanitarie d'emergenza per il contrasto di *Ips typographus* atte a contenerne la sua diffusione nel territorio della Repubblica italiana", che includono l'integrazione delle mappe di distribuzione georeferenziate con una rete di monitoraggio con trappole a ferormone.

I risultati dell'attività di monitoraggio satellitare, integrati con altre forme di rilevamento della presenza dello scolitide, quali le trappole a ferormoni o i punti di rilievo acquisiti tramite una apposita applicazione per smartphone ([Nardi et al. 2023](#)), contribuiscono a costituire un sistema informativo in continuo aggiornamento consultabile in uno specifico [WebGIS](#) ospitato dal Geoportale della Regione del Veneto, che è alla base di valutazioni statistiche sull'andamento dell'infestazione, ma risulta anche funzionale alla programmazione delle attività di ripristino delle superfici forestali danneggiate e ad una equilibrata distribuzione dei contributi destinati alla ricostituzione tramite rimboschimento dei soprassuoli forestali distrutti dallo scolitide.

CONCLUSIONI E PROSSIMI TRAGUARDI

Le soluzioni metodologiche proposte in questo contributo hanno consentito di rappresentare le superfici forestali colpite dal bostrico tipografo con un approccio speditivo in un contesto complesso come quello montano, di spazializzare i processi di espansione dell'infestazione e di produrre prime stime quantitative sulla sua entità.

In uno scenario in cui sempre più numerosi sono gli studi volti ad identificare le situazioni di sofferenza vegetativa attraverso indici vegetazionali adeguati ai recenti sviluppi nel settore della sensoristica, con notevole incremento delle potenzialità di estrazione semantica anche in ambito forestale, si

delineano gli aspetti innovativi di questa ricerca, che integra questi approcci *pixel-based* a recenti algoritmi di *machine learning*, con risultati finali caratterizzati da valori di concordanza tematica superiori al 90%. Tale accuratezza tematica, in grado di ridurre drasticamente i tempi di revisione manuale, congiuntamente ad una automatizzazione dei processi ottenuta con la predisposizione di modelli replicabili, è garanzia di una scalabilità della procedura su area vasta.

L'applicazione di questa metodologia si è scontrata con alcune inevitabili criticità legate a limitazioni caratteristiche delle basi di dati utilizzate, che delineano, tuttavia, anche i prossimi traguardi nel miglioramento del *workflow* e dei risultati, cui si è già iniziato a lavorare, eleggendo quale nuova area studio il territorio del Comune di Comelico Superiore, fortemente colpito dalle pullulazioni dello scolitide nel corso del 2024. In questo ambito territoriale si stanno testando soluzioni di *pansharpening* tra immagini Sentinel-2 L2A e PlanetScope, indirizzate a superare i limitati di risoluzione spettrale di queste ultime, prive di bande spettrali nello *SWIR* (*Short-Wave Infrared*). Le bande *SWIR* 11 e 12 del Sentinel-2 L2A, assieme alle bande *NIR* e del bordo rosso, consentono di elaborare indici che misurano il contenuto idrico delle chiome ed offrono in un'analisi multitemporale, buone risposte, al rilevamento del danno da scolitidi ([Immitzer et al., 2019](#)). Questa evoluzione metodologica, in un'ottica di continuità temporale del monitoraggio, potrà, inoltre, essere perfezionata con l'implementazione delle immagini prodotte dalla costellazione IRIDE, ampliando notevolmente la platea dei potenziali utilizzatori.

Un secondo elemento limitante è rappresentato dalla modesta precisione

geometrica della maschera utilizzata per isolare la vegetazione forestale, desunta del layer *pan-European Forest Type 2018*, prodotto da Copernicus, che è all'origine di alcuni errori di attribuzione (falsi positivi). Questa criticità verrà risolta ricorrendo ad una nuova perimetrazione dei soprassuoli forestali, geometricamente molto più precisa, contenuta nell'aggiornamento al 2021 della Carta della Copertura del Suolo della Regione Veneto, prodotta tramite fotointerpretazione da ortofoto AGEA coeve. Questo nuovo layer, grazie alla sua articolazione tematica, consentirà anche di escludere i soprassuoli forestali potenzialmente non suscettibili all'attacco del bostrico, quali i boschi di latifoglie e le formazioni di conifere in cui l'abete rosso non è prevalente o consociato.

Più difficili paiono le prospettive di superare le limitazioni poste dalle coperture nuvolose, che possono ridurre notevolmente le aree analizzabili, introducendo inevitabili sottostime nella quantificazione dell'infestazione. L'impiego di dati SAR in questo contesto risolverebbe tale problematica, ma la scarsa letteratura disponibile al momento non è univocamente orientata su metodiche specifiche nel rilevamento dello scolitide ([Hollaus e Vreugdenhil, 2019](#)), dimostrando la difficoltà di elaborazione ed interpretazione di queste basi di dati, il cui trattamento sta catalizzando l'interesse della comunità scientifica per le nuove importanti potenzialità applicative anche in ambito forestale.

BIBLIOGRAFIA

Abdullah H., Skidmore A.K., Darvishzadeh R., Heurich M., 2018. [Sentinel-2 accurately maps green-attack stage of European spruce bark](#)

[beetle \(*Ips typographus*, L.\) compared with Landsat-8](#). Remote sensing in Ecology and Conservation, Volume 5, Issue 1, 87-106.

Bijou S., Kupková L., Potůčková M., Červená L., Lysák J., 2023. [Evaluation of the bark beetle green attack detectability in spruce forest from multitemporal multispectral UAV imagery](#). ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. 2023, 1033–1040.

Blaga L., Josan I., Herman G.V., Grama V., Nistor S., Suba N., 2019. [Assessment of the forest health through remote sensing techniques in Valea Rosie Natura 2000 site, Bihor county, Romania](#). Journal of applied engineering sciences 9 (22), 207-215.

Bozzini A., Brugnaro S., Morgante G., Santoiemma G., Deganutti L., Finozzi V., Battisti A., Faccoli M., 2024. [Drone-based early detection of bark beetle infested spruce trees differs in endemic and epidemic populations](#). Front. For. Glob. Change 7:1385687.

Deganutti L., Biscontin F., Bernardinelli I., Faccoli M., 2024. [The semiochemical push-and-pull technique can reduce bark beetle damage in disturbed norway spruce forests affected by the Vaia storm](#). Agricultural and Forest Entomology 26, 1, 115–125.

Del Favero R., 2006. [Carta Regionale dei Tipi forestali: documento base](#). Regione del Veneto, Direzione Foreste ed Economia Montana.

Havašová M., Bucha T., Ferenčík J., Jakuš R., 2015. [Applicability of a vegetation indices-based method to map bark beetle outbreaks in the High Tatra Mountains](#). Annals of Forest Research 58(2), 295-310.

Hollaus M., Vreugdenhil M., 2019. [Radar Satellite](#)

[Imagery for Detecting Bark Beetle Outbreaks in Forests](#). Curr Forestry Rep 5, 240–250.

Immitzer M., Atzberger C., Koukal T., 2019. [Detection of bark beetle infestation using Sentinel-2 time series data](#). Remote Sensing. 11(14), 1741.

Mugnoli S., Sabbi A., 2021. [Indici radiometrici per il calcolo del verde totale nelle maggiori aree urbane](#). Atti Conferenza ESRI.

Marini L., Økland B., Jönsson A.M., Bentz B., Carroll A., Forster B., Grégoire J.C., Hurling R., Nageleisen L.M., Netherer S., Ravn H.P., Weed A., Schroeder M., 2017. [Climate drivers of bark beetle outbreak dynamics in Norway spruce forest](#). Ecography 40, 1426-1435.

Nardi D., Bozzini A., Morgante G., Gaccione A., Finozzi V., Battisti A., 2023. [Participatory ground data are complementary to satellite bark beetle detection](#). Annals of Forest Science 80, 46.

Schuldt B., Buras A., Arend M., Vitasse Y., Beierkuhnlein C., Damm A., Gharun M., Grams T.E.E., Hauck M., Hajek P., Hartmann H., Hiltbrunner E., Hoch G., Holloway-Phillips M., K'orner C., Larysch E., Lübke T., Nelson D.B., Rammig A., Rigling A., Rose L., Ruehr N.K., Schumann K., Weiser F., Werner C., Wohlgemuth T., Zang C.S., Kahmen A., 2020. [A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests](#). Basic Appl. Ecol. 45, 86–103.

Seidl R., Schelhaas M.J., Rammer W., Verkerk P.J., 2014. [Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage](#). Nat. Clim. Chang. 4, 806–810.

Vaglio Laurin G., Puletti N., Tattoni C., Ferrara

C., Pirotti F., 2021. [Estimated biomass loss caused by the Vaia windthrow in northern Italy: evaluation of active and passive remote sensing options.](#) Remote Sensing 13, 23, 4924.

Zovi D., Cavalli R., Favero P., Pellegrini M., Savio D., 2021. [Cent'anni sull'Altopiano - Dalla Grande Guerra a Vaia.](#) Club Alpino Italiano - Gruppo Regionale del Veneto, 96-113.

ALTERNATIVE SOSTENIBILI DI GESTIONE DELLE AREE PROTETTE - IL CASO DELLA PARTECIPANZA DI TRINO (VC)

Paola Camerano¹, [Fabio Petrella](#)¹, Lorena Losurdo¹, Giorgio Roberto Pelassa², Guido Blanchard³

¹I.P.L.A. S.p.A, ²Regione Piemonte, ³Libero professionista

Abstract: La compensazione per i servizi ecosistemici è ormai un frequente tema di dibattito all'interno dell'ampio contesto della gestione forestale certificata grazie all'apertura di nuove prospettive di valorizzazione per le proprietà boscate. Fra questi nuovi modelli, quello dei crediti di carbonio generati da selvicoltura è quello che occupa maggiore spazio di dibattito, in ragione del fatto che si tratta di un mercato più consolidato rispetto a quello degli altri servizi ecosistemici (Nedelcheva et al, 2016). Questo contributo vuole illustrare quanto emerso durante lo svolgimento del progetto di certificazione dei crediti del Bosco della Partecipanza di Trino (VC), un esempio di come la selvicoltura per la generazione di crediti volontari di carbonio trova un proficuo connubio con gli obiettivi di gestione forestale tipici di aree protette.

Parole chiave: crediti di carbonio volontari, gestione forestale sostenibile, aree forestali protette, buone pratiche.

SUSTAINABLE MANAGEMENT ALTERNATIVE OPTIONS FOR PROTECTED AREAS – THE CASE OF PARTECIPANZA DI TRINO (VC)

Paola Camerano¹, [Fabio Petrella](#)¹, Lorena Losurdo¹, Giorgio Roberto Pelassa², Guido Blanchard³

¹I.P.L.A. S.p.A, ²Piedmont PA, ³Self-employed professional

Abstract: The concept of compensation for ecosystem services is becoming a frequent topic of discussion and debate within the broader context of certified forest management, offering new opportunities to add value to forested properties. Of the various ecosystem services, carbon credits generated by forestry are the most discussed, as concerning a more established market than other ecosystem services (Nedelcheva et al, 2016). This contribution aims to illustrate the pilot certification project of the Bosco della Partecipanza di Trino (VC), an example of how silviculture for the generation of voluntary carbon credits can be successfully combined with the typical forest management objectives of protected areas.

Key words: voluntary carbon credits, sustainable forest management, protected forest areas, good practice.

INTRODUZIONE

I sistemi naturali e seminaturali (boschi, foreste urbane e sistemi agro-silvo-pastorali) forniscono gratuitamente un'ampia gamma di beni e servizi essenziali per sostenere il benessere e la qualità della vita degli individui attraverso i processi e le funzioni ecologiche; a tali Servizi Ecosistemici (di seguito SE) possono essere associati valori economici che sono oggetto di sviluppo di "pagamenti per servizi ecosistemici (PSE)", attraverso una gestione forestale sostenibile e responsabile, come definito dall'art. 7 comma 8 del d.lgs.34 del 2018 (TUFF). I PSE sono definibili come transazioni volontarie e condizionali tra almeno un acquirente e un venditore per un servizio ambientale ben definito, basate su meccanismi di incentivazione economica e/o finanziaria che consentono ai produttori di rinunciare a pratiche dannose per gli ecosistemi e/o adottare pratiche che favoriscono il mantenimento o la fornitura di servizi ecosistemici (Wunden, 2005).

Negli ultimi anni il tema dei PSE si sta insinuando ormai in molte discussioni e contesti differenti: dai progetti di off-setting ai bilanci aziendali alle tecniche di auto-promozione delle imprese. La questione centrale di questa tematica, tuttavia, resta il beneficio generato da e per il territorio: una superficie forestale è in grado di generare beni e servizi che hanno ricadute positive sulla società proprio in funzione degli effetti che hanno sul territorio stesso. Il contesto ambientale in cui siamo immersi attualmente è profondamente condizionato dall'impronta antropica (State of Europe's Forests 2020), che ne ha plasmato l'identità e la struttura in modo incrementale nel tempo, ed è per questa ragione che la perpetuazione dei

servizi ecosistemici delle nostre foreste è legata alla gestione attiva, finalizzata al mantenimento dello stato di salute e delle sue funzioni sulla base della conformazione territoriale e specifica.

In questo lavoro si desidera illustrare alcune fasi del processo di redazione di un progetto di certificazione dei crediti di carbonio stoccati da un'area forestale, il Bosco della Partecipanza di Trino (VC), quale sito pilota per l'applicazione dello standard per la certificazione dei crediti di carbonio fornito a livello nazionale dal [Codice Forestale del Carbonio](#) (e a livello regionale dalla D.G.R. n. 24-4638 del 6 febbraio 2017 Disposizioni per lo sviluppo del mercato volontario dei crediti di carbonio da selvicoltura nella Regione Piemonte, al fine di portare l'attenzione su alcuni aspetti d'interesse per quanto riguarda le aree forestali protette. Il progetto, infatti, ha consentito di validare l'applicazione della sopraindicata normativa e di riflettere sul potenziale di queste tipologie di foreste per quanto riguarda la certificazione del servizio di rimozione di gas serra e stoccaggio permanente di carbonio.

LA GESTIONE FORESTALE ALLA PARTECIPANZA

Il Bosco della Partecipanza (Figura 1), localizzato nel Comune di Trino (VC), è un'area di circa 600 ettari accorpata che rappresenta una delle più estese superfici forestali della pianura Padana e gioca pertanto un ruolo importante a livello regionale, sia sul lato del valore paesaggistico, che su quello della conservazione dell'evoluzione vegetazionale di questi ambienti specifici.

Si tratta di una proprietà collettiva indivisa, un "uso civico" donato ai partecipanti dal

Marchese del Monferrato nel 1275. Da allora la superficie forestale è oggetto di una gestione planimetrica caratterizzata dalla cosiddetta “estrazione della sorte”. Il bosco è suddiviso in porzioni definite “prese”, che a loro volta sono suddivise in “senarie” (in direzione nord-sud) e poi in “sorti” o “punti” (in direzione est-ovest), a loro volta divisi in quattro (“quartaruoli”), creando una “scacchiera”. Ogni anno, il partecipante estrae a sorte un punto, a cui è associato, sempre in modo casuale, un numero di quartaruoli (1 o 2) che è possibile tagliare.

Con la creazione della Rete Natura 2000, l'intera superficie forestale è stata designata come Sito d'Interesse con la denominazione ufficiale “[Bosco della Partecipanza di Trino Vercellese – codice IT1120002](#)”.

Il Bosco della Partecipanza è dotato di un piano di gestione forestale dal 1991, di cui è attualmente in fase di approvazione la terza revisione. Nell'ambito del programma della Rete Rurale Nazionale il Bosco della Partecipanza di Trino è stato riconosciuto come progetto di Eccellenze rurali dal CREA-Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia (<https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/25375>).

A partire dal 2006 il bosco è inoltre certificato secondo lo standard Forest Stewardship Council® (FSC®) per la gestione forestale, la catena di custodia e, dal 2021, anche con gli impatti della gestione sui servizi ecosistemici “stoccaggio di carbonio” e “conservazione della biodiversità” (<https://www.it.fsc.org/it-it/newsfeed/consultazione-bosco-delle-sorti-della-partecipanza-di-trino-vc>).

Tenuto conto che gran parte delle superfici pianificate ricadono all'interno di un Sito della Rete Natura 2000, gli interventi selvicolturali assumono l'ulteriore scopo di conservare e

ricostituire le condizioni di naturalità compositiva e strutturale degli ambienti, con particolare attenzione a quelli d'interesse comunitario (Querco-carpineti e Alneti) e, al loro interno, per i popolamenti ove si è mantenuto o creato un più elevato livello di biodiversità, nonché per le specie d'interesse ospitate (IT1120002 - Bosco della Partecipanza di Trino Misure di conservazione sito-specifiche (Approvate con D.G.R. n. 24-4043 del 10/10/2016).

Tali premesse sono in accordo anche con quanto definito dalla legge istitutiva del Parco del Bosco della Partecipanza di Trino (L.r. n. 38 del 19/8/1991 e s.m.i.), principale nucleo forestale nell'area pianificata, che si prefiggeva, nell'ambito della continuità della gestione tradizionale, oltre all'approvvigionamento di legname, anche la tutela e la valorizzazione delle caratteristiche naturali, ambientali e paesaggistiche e la fruizione a fini ricreativi, didattici, scientifici e culturali.

APPLICAZIONI DEI PRINCIPI DELLA NORMA EUROPEA

Per caratteristiche sopra descritte il Bosco della Partecipanza è stato scelto come progetto pilota per l'applicazione della D.G.R. n. 24-4638 del 6 febbraio 2017, che riporta i dati necessari e i passaggi tecnici e procedurali per la contabilizzazione dei crediti di carbonio, generati dalla gestione forestale virtuosa e ammissibili nel mercato volontario. La D.G.R. riprende i principi metodologici e i requisiti di progetto della norma UNI ISO 14064-2 “Gas ad effetto serra - Parte 2: Specifiche e guida, al livello di progetto, per la quantificazione, il monitoraggio e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra o



Figura 1. Quercio-carpineto del bosco della Partecipanza (foto di G. Blanchard).

dell'aumento della loro rimozione" per la redazione del *Project Design Document* (PDD) che contiene le specifiche del progetto. Il PDD si pone come obiettivo la verifica dell'applicazione del principio dell'Addizionalità, secondo il quale il progetto di rimozione dei gas serra tramite gestione forestale dev'essere la conseguenza di azioni e pianificazioni che non sarebbero esistite altrimenti, in quanto non obbligatorie né legislativamente né per necessità finanziarie del proprietario/gestore del bosco. L'addizionalità si esplica negli aspetti di seguito descritti.

a. Normativa: stabilisce che la pianificazione che genera i crediti non sia obbligatoria per legge ma che vada oltre i minimi obblighi di rilascio di biomassa legnosa (scenario ordinario business-as-usual, BAU), tramite un'azione volontaria e ragionevole di sostenibilità ambientale (scenario SOST). Nel caso della Partecipanza l'addizionalità normativa è stata verificata attraverso il confronto fra Regolamento forestale regionale e Misure di Conservazione Sito Specifiche, obbligatorie per legge, e gli indici di prelievo definiti dal piano di gestione forestale, come illustrato nel

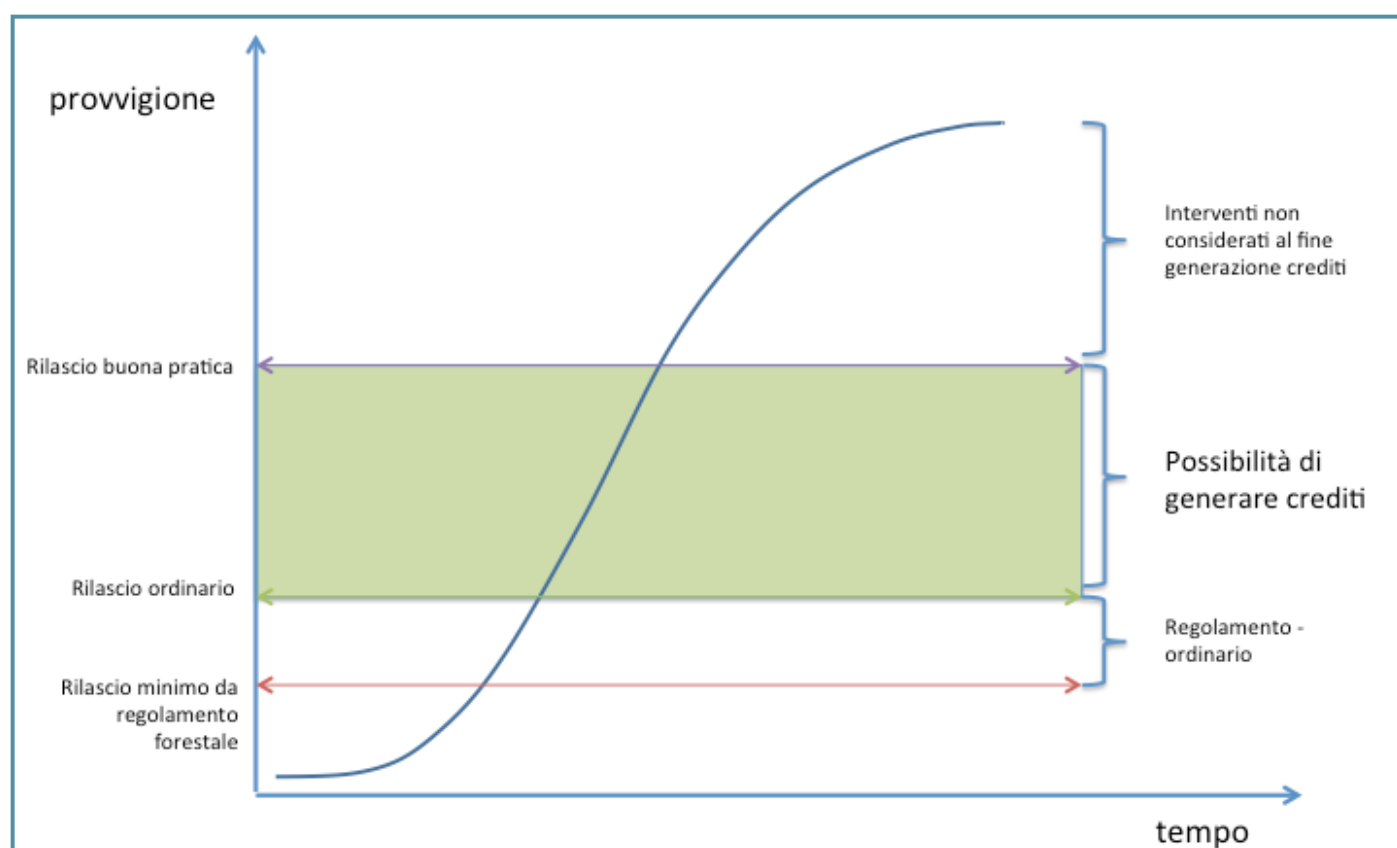


Figura 2. Grafico dell'addizionalità normativa per la generazione di crediti di carbonio sul mercato volontario (fonte: Petrella et al., 2019).

grafico (Figura 2) e nelle Tabelle 1, 2 e 3.

- b. Economica: impone che la pianificazione che si intende perseguire sia economicamente legata alla generazione dei crediti, per cui non risulti redditizia a meno che non vengano vendute le quote di carbonio stoccato; nel caso della Partecipanza, essendo un uso civico dove il reddito economico derivante dalla gestione non è quantificabile, l'addizionalità economica non è propriamente applicabile. Tuttavia, in base al quadro economico da PFA, l'addizionalità economica avrebbe un valore prossimo a 160.000 euro medi.
- c. Tecnica: presuppone che vengano conteggiati solamente i crediti derivati dalla differenza tra la gestione proposta dal progetto e la normativa imposta sull'area forestale; l'addizionalità tecnica è l'effettivo

oggetto della certificazione. Per valutare l'addizionalità tecnica è stata verificata la disponibilità di dati che permettessero di quantificare gli elementi emissivi e di stoccaggio; per i primi la disponibilità di dati relativi ai cantieri forestali, per i secondi le 5 componenti previste dall'IPCC (biomassa epigea, biomassa ipogea, necromassa, lettiera, suolo). Nel caso della Partecipanza, una volta valutato molto ridotto l'impatto emissivo delle operazioni selvicolturali, si è scelto di considerare, per il calcolo delle quote di carbonio, soltanto la biomassa epigea. La scelta di non conteggiare le altre componenti sopra indicate è derivata dalla disponibilità di dati precisi sulla loro entità. In fase di certificazione si è valutata in particolare la possibilità di includere nella rendicontazione il carbonio stoccato dalla

necromassa, ma sarebbe necessario eseguire un campionamento specifico a questo scopo e soprattutto valutare la sua stabilità in termini di sequestro. L'addizionalità tecnica, quindi, è stata verificata confrontando gli indici di prelievo BAU e SOST definiti per i diversi interventi per ogni singola particella forestale del piano, sulla base delle biomasse presenti stimate con l'inventario forestale redatto per la revisione del Piano di gestione. Il calcolo dell'addizionalità tecnica ha permesso di determinare i crediti reali già generati (*ex post*) e quelli teorici futuri (*ex ante*). Per i crediti *ex post* (Tabella 3) la norma regionale di riferimento permette di quantificare i crediti già generati fino a 5 anni prima della stesura del PDD; nel caso della Partecipanza sono state prese in considerazione le annate silvane dal 2018 al 2021; non sono stati presi in considerazione gli anni dal 2022 e 2023 in quanto la gestione forestale prevista dal piano è stata interrotta a causa dell'evento della tempesta del luglio 2021. Tale evento ha causato l'abbattimento di numerosi alberi

su buona parte del bosco e non è stato possibile attribuire i prelievi di sgombero della necromassa a singole particelle forestali, né riferire l'intervento ad uno di quelli previsti dal piano. Per i crediti *ex ante* (Tabella 2), potranno essere certificati solo dopo la realizzazione degli interventi per ogni singola particella forestale, confrontando i valori teorici da piano con quanto realmente prelevato.

Un ulteriore parametro fondamentale nel calcolo dei crediti previsto dalla norma UNI è quello della "Permanenza": attraverso questo parametro si determina un buffer di sicurezza nel conteggio dei crediti effettivamente generati che esclude una percentuale dal conto finale in relazione al rischio a cui è sottoposto lo stoccaggio di carbonio, determinato da eventi quali tempeste o incendi che comprometterebbero la stabilità del sequestro.

La percentuale di permanenza viene perciò calcolata sulla base del regime di disturbo in cui si trova l'area forestale, sfruttando serie storiche e dati climatici. Per il Bosco della Partecipanza è stata calcolato un buffer di

Tabella 1. Confronto tra le percentuali massime di ripresa consentita (BAU) e le percentuali di ripresa stabilite dal piano forestale (SOST) della Partecipanza per i diversi interventi selvicolturali (fonte: elaborazione degli Autori).

Interventi da PFA	Regolamento forestale (prelievo minimo)	MdC sito-specifiche (prelievo ordinario - BAU)	PFA (prelievo da buona pratica - SOST)	Addizionalità (Δ BAU-SOST)
Gestione governo misto (CF)	40%	40% (Robinieti)	35% (Robinieti)	5% (Robinieti)
Taglio a scelta culturale (SC)		50% (Querco-carpineti)	30% (Querco-carpineti)	20% (Querco-carpineti)
Diradamenti / cure colturali (DR/CC)	40%	30%	30%	0%

permanenza del 20%, considerando in termini di entità e frequenza gli eventi di disturbo che si sono verificati sia storicamente che negli ultimi anni, come ad esempio la tempesta del luglio 2021.

Essendo una stima del rischio, dunque, la permanenza ha a che fare con il conteggio *ex ante*, ovvero eseguito precedentemente al verificarsi degli interventi di gestione selvicolturale.

Tabella 2. Conteggio dei crediti certificabili *ex ante* al netto di incertezza e/o permanenza (fonte: elaborazione degli Autori).

EX ANTE (annuali)	
Crediti generati dal rilascio addizionale di biomassa:	29.609 tCO ₂
4,7% (incertezza)	28.217 tCO ₂
10% (permanenza)	25.257 tCO ₂
Crediti generati mediamente ogni anno (16 anni di turno selvicolturale):	1.579 tCO₂

Le Tabelle 2 e 3 sono riassuntive della contabilizzazione dei crediti di carbonio *ex ante* (2024-2039) ed *ex post* (2018-2021).

Il valore economico dei crediti, al netto dell'incertezza statistica del calcolo e della permanenza, è stimabile in 31.580 € per la vendita totale dei crediti *ex ante* generati in un anno dal Bosco della Partecipanza, e 135.920€ per la vendita totale dei crediti generati *ex post*, considerando un valore dei crediti al 2023 pari a 20€/tCO₂

(<https://www.nucleomonitoraggiocarbonio.it/it/> e integrato da contrattazioni locali).

OPPORTUNITÀ E OSTACOLI PER LA CERTIFICAZIONE DEI CREDITI DA GESTIONE FORESTALE

Dall'esperienza della certificazione dei crediti di carbonio da gestione forestale della Partecipanza si sono potute trarre delle conclusioni su requisiti, potenzialità e ostacoli di queste progettazioni sulle aree naturali sottoposte ai dovuti vincoli.

Tabella 3. Conteggio dei crediti certificabili *ex post* al netto di incertezza e/o permanenza (fonte: elaborazione degli Autori).

EX POST (totali)							
Somma di ha	Media di Provvigione al taglio (mc/ha)	Totale Ri-presa BAU (mc/ha)	Totale Ri-presa SOST (mc/ha)	Totale RI-LASCIO (mc/ha)	Totale RI-LASCIO (mc)	Totale CO2 (t)	-4,7% (incertezza)
22,50	179,60	89,8	40,13	49,67	1117,58	1951	1859
23,40	224,60	112,3	57,30	55,00	1287,00	2247	2141
22	247	74,1	52	22,10	486,20	849	809
27,07	210,00	105	60,90	44,10	1193,94	2084	1986
129,07	861,20	381,20	149,43	126,77	2890,78	7131	6796

Pianificazione di gestione forestale adeguata

Deve rispettare il principio di addizionalità, declinata in quella normativa, tecnica ed economica. In particolare, per l'addizionalità economica, il piano dovrebbe considerare una gestione in parte a macchiatico negativo, nell'ottica della compensazione dei mancati redditi con la vendita dei crediti. Nel caso della Partecipanza dei Boschi, il piano di gestione è risultato adeguato rispetto al principio dell'addizionalità in quanto gli obiettivi principali della gestione forestale non hanno come priorità il guadagno quanto la sostenibilità.

Nel caso in cui un piano di gestione forestale non risulti adeguato ciò potrebbe comportare una sua revisione.

Opportunità per le aree forestali ricadenti in Natura 2000 o Aree protette

Le aree forestali incluse in Natura 2000 sono sottoposte a regole più stringenti, nella fattispecie sui prelievi (European Commission, 2015); tale condizione può risultare spesso più una limitazione che un'opportunità per i gestori forestali. L'ottenimento della certificazione dei crediti da selvicoltura può rappresentare un'interessante opportunità economica per la gestione forestale volta alla tutela di habitat e specie d'interesse comunitario spesso economicamente non redditizia e vincolata ai soli finanziamenti pubblici (Liekens et al, 2014; Regulski et al 2014).

Disponibilità dei dati

La determinazione dei crediti richiede la quantificazione delle sorgenti emissive e quelle di stoccaggio nell'arco del perimetro spazio-temporale del progetto. Nel processo

di certificazione occorre quindi valutare la disponibilità e veridicità dei dati disponibili, che spesso riguardano solo dalla quantificazione della biomassa epigea; nella maggior parte dei casi, anche in aree Natura 2000, non si hanno dati disponibili sulla necromassa né sulle emissioni dei cantieri forestali. Per quanto riguarda la biomassa epigea, inoltre, i dati disponibili possono non essere rappresentativi né specifici delle singole particelle forestali oggetto di taglio (requisito esplicitato invece dallo standard), ma validi solo a livello di proprietà forestale. Nel contesto della Rete Natura 2000 vengono periodicamente attivati progetti di monitoraggio (vedasi ad esempio [LIFE ESC360](#)), per cui è auspicabile che la raccolta di dati su queste aree possa essere facilitata da obiettivi comuni a multipli progetti.

Fattibilità economica della certificazione

Nel corso del processo di certificazione è emerso come la sostenibilità economica del processo di certificazione è strettamente correlata con le dimensioni dell'area forestale interessata. Ciò in quanto occorre considerare che devono essere conteggiate tutte le voci di costo, da quelle relative alla redazione dello scenario di progetto a quelle del processo di audit, monitoraggio e successiva certificazione dei crediti generati. Il monitoraggio, in particolare, deve perdurare durante tutto il periodo d'impegno del progetto, che ha una durata minima di trent'anni; in assenza dei documenti di avvenuto monitoraggio non può venire rilasciato il certificato di verifica dell'avvenuta gestione secondo i termini del progetto, per cui i crediti relativi al periodo di generazione non monitorato non possono essere messi in vendita.

Nel caso della Partecipanza, la presenza di Natura 2000 e della certificazione FSC, garantisce la disponibilità di monitoraggi costanti sui prelievi e sulle attività realizzate. Questa serie di costi, infatti, non è semplice da affrontare da parte di proprietari o gestori di pochi ettari di superficie forestale, e rischia di scoraggiare iniziative di questo genere, nonostante di per sé la norma UNI 14064 non pone un limite minimo di superficie certificabile.

Da questa prospettiva la Partecipanza ha detenuto un vantaggio dato sia dalla dimensione della proprietà, che dall'avere una gestione pianificata pluridecennale, normata da piani che sin da subito hanno rispettato i principi di addizionalità.

BIBLIOGRAFIA

European Commission: Directorate-General for Environment., 2015. [Natura 2000 and forests. Part I-II](#). Publications Office.

Pettenella D., 2023. *Le foreste nel Regolamento UE Carbon Removal Certification: più problemi che soluzioni?*

Liekens I., Van Gossum H., De Smedt L., Dendoncker N., 2014. *Economic Valuation of Ecosystem Services from Natura 2000 Sites: A review of recent applications*. Ecosystem Services, 9, 1-10.

Nedelcheva S., Peneva M., 2016. *Payments for Forest Ecosystem Services*. Joint Research Centre (JRC) Publications Repository.

Petrella F., Corgnati M., Terzuolo P.G., 2019. [Mercato volontario del carbonio: le certificazioni degli assorbimenti di CO₂ delle foreste piemontesi. Stato dell'arte, prospettive regionali e progetti](#). L'Italia Forestale e Montana, 74 (6): 369-376.

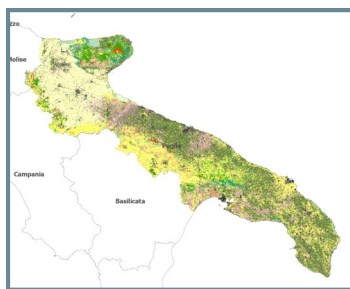
Regulski L., Grodzińska-Jurczak M., 2014. *Challenges of forest management in Natura 2000 areas in Poland – Case study of the Gorce National Park*. Sylwan, 158 (7), 543-550.

Wunder S., 2005. *Payments for environmental services: Some nuts and bolts*. CIFOR

[Occasional Paper, number 42. Bogor, Indonesia: CIFOR.](#)

RETICULA NEWS

AGGIORNAMENTO DELLA CARTA DELLA NATURA DELLA REGIONE PUGLIA



Nell'ambito dei lavori di realizzazione della Carta della Natura d'Italia, è disponibile sul sito ISPRA l'aggiornamento della carta

degli habitat e le relative valutazioni ecologico ambientali per la regione Puglia. La [Carta della Natura della Regione Puglia](#), alla scala 1:25.000, comprende 112 tipi di habitat differenti. I prodotti sono stati realizzati inizialmente con la collaborazione di ARPA Puglia e completati con risorse della Regione Puglia nell'ambito del progetto BEST, con la partecipazione di una RTI ed il coordinamento di ISPRA, al fine di assicurare congruità con i prodotti di Carta della Natura. La cartografia può essere visualizzata sul [Geoportale ISPRA](#) o richiesta gratuitamente in formato *shapefile* attraverso l'apposito [modulo online](#).

UN LAGO DA PROTEGGERE: INTERVENTO DI ERADICAZIONE DEL PERSICO SOLE

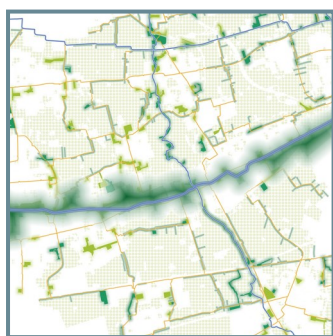
Le [Aree Protette Alpi Marittime](#), insieme al [Corpo volontari A.I.B. Piemonte](#), al Comune di Alto e alla Diocesi di Mondovì, si sono impegnate nell'[eradicazione del pesce persico sole](#), specie dannosa che rientra nella lista delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale, dal Lago della Madonna di Alto. Qui vive una popolazione di tritone alpestre apuano, sottospecie endemica italiana

classificata come "Quasi Minacciata" dalla IUCN, la cui sopravvivenza è a rischio a causa della presenza del persico. Sono stati testati diversi metodi, seguendo rigorosamente il [Piano di gestione nazionale del persico sole \(*Lepomis gibbosus*\)](#) del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. Sono stati così rimossi 4.070 persici sole. Con i sopralluoghi effettuati in seguito agli interventi, si è potuta constatare la presenza dei tritoni confermando così la buona riuscita dell'operazione. Questa esperienza rappresenta un esempio concreto di quanto sia complesso ma necessario agire per la tutela della biodiversità e di come la conservazione della natura richieda, a volte, scelte difficili.



MARTESANA: UN PARCO LINEARE TRA MOBILITÀ LENTA E VERDE URBANO

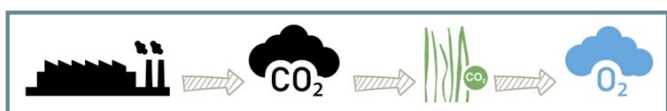
[Eco-Sistema Martesana](#) è una visione strategica per [la mobilità sostenibile e il sistema del verde](#) nei 12 comuni lungo il Naviglio della Martesana, sviluppata da Piùlento (*spin-off* del Politecnico di Milano) su incarico dell'Agenzia InnovA21 con il sostegno



di Fondazione Cariplo (bando Effetto Eco). Il progetto propone un cambio di paradigma per i territori della città diffusa a nord-est di Milano: gli sposta-

menti quotidiani che oggi avvengono in automobile, nel futuro potranno avvenire in bicicletta grazie alla previsione di nuovi assi ciclabili extraurbani che conetteranno tra loro i centri abitati. Ogni asse sarà affiancato da fasce verdi: boscate lungo le arterie principali, a filari nelle strade di campagna. Insieme, rete ciclabile e infrastruttura verde, daranno forma a un sistema integrato che riqualifica il paesaggio e pone le basi per un futuro Parco Lineare della Martesana, dove la mobilità lenta si fa leva per rigenerare il territorio.

PROTOCOLLO PER IL RIPRISTINO DELLA POSIDONIA E IL SEQUESTRO DI CO₂



Nell'ambito del progetto [SEAFORST LIFE](#) *Posidonia meadows as carbon sinks of the Mediterranean*, finanziato dal Programma LIFE, Sottoprogramma "Azioni per il Clima" è in corso il primo studio innovativo che intende misurare quanto, proteggendo le praterie di Posidonia oceanica, si modifica il tasso di carbonio che le praterie immagazzinano. LIFE Seaforest sta acquisendo risultati importanti, come lo sviluppo di un protocollo metodologico sulle tecniche e procedure per gli interventi di ricucitura delle praterie di *Posidonia oceanica* (Habitat 1120*) per incrementare il sequestro di CO₂: è il primo fondamentale passo propedeutico alla

valorizzazione economica del servizio ecosistemico di assorbimento e immobilizzazione della CO₂. L'elevata produttività primaria consente ai posidonieti di sequestrare grandi quantità di carbonio chiamato *blue carbon* e quindi di sottrarre volumi significativi di anidride carbonica dall'atmosfera.

CESANO MADERNO 2030: IL VERDE SCRIVE LA NUOVA AGENDA URBANISTICA



Il Comune di Cesano Maderno (MB) ha avviato la revisione del [Piano di Governo del Territorio](#) ponendo al centro la [Strategia Verde al 2030](#) elaborata da PiùEnto, *spin-off* del Politecnico di Milano, con la supervisione scientifica del Politecnico di Milano – DASTU. Una scelta radicale: il verde, da elemento accessorio della pianificazione, diviene ordinatore di una nuova visione della città, più ecologica e capace di mitigare i cambiamenti climatici in atto. A partire da un'analisi puntuale del sistema del verde esistente, la Strategia definisce due macro-obiettivi: il primo è conservare, qualificare e connettere il verde esistente; il secondo, incrementare la dotazione verde attraverso interventi di depavimentazione. L'ecologia urbana è così al centro delle politiche urbanistiche comunali e un set di indicatori ne permetterà il monitoraggio, supportato da principi guida che orientano interventi concreti volti ad aumentare dotazione e distribuzione del verde.

CONSERVAZIONE E RIPRISTINO DELLA NATURA: RIVIVI ONLINE LA FORMAZIONE!



Regione Veneto, in collaborazione con Etifor I Valuing Nature, ha promosso l'evento formativo [Conservazione e ripristino della natura](#) all'interno del progetto europeo Interreg PlanToConnect. L'iniziativa ha visto la partecipazione di oltre 80 iscritti in ciascuno dei due moduli di formazione, coinvolgendo esperti e professionisti per approfondire strategie e pratiche innovative volte a proteggere e recuperare gli ecosistemi naturali, in linea con le direttive europee sulla biodiversità e la natura. Durante la formazione sono stati analizzati casi studio, metodologie di intervento e strumenti di gestione sostenibile, con l'obiettivo di rafforzare le competenze tecniche e favorire la collaborazione tra enti pubblici e privati. I materiali dell'evento sono ora disponibili, includendo la registrazione, le *slides* e un documento di sintesi con contenuti rilevanti e mirati per pubblici e privati interessati alla conservazione e al ripristino della natura.

UN PIPISTRELLO AFRICANO TRA I VICOLI DI LAMPEDUSA: SCOPERTA UNA NUOVA SPECIE



Un *team* di ricerca che ha riunito due Istituti del Consiglio nazionale delle ricerche, l'Istituto per la ricerca sulle acque di Verbania (Cnr-Irsa) e l'Istituto di ricerca sugli ecosistemi terrestri di

Firenze (Cnr-Iret), e il Centro Nazionale per la Biodiversità (NBFC) ha [documentato, per la prima volta in Europa, la presenza del miniottero del Maghreb](#) (*Miniopterus maghrebensis*), una specie di pipistrello finora considerata esclusiva del Nord Africa. Lo studio, pubblicato sulla rivista [Mammalian Biology](#), è stato condotto sull'isola di Lampedusa. Il *team* ha svolto un'indagine approfondita sulla chiropterofauna locale (pipistrelli), combinando tecniche non invasive come il monitoraggio acustico automatico, l'ispezione di potenziali rifugi sotterranei e l'analisi genetica da campioni di guano. L'obiettivo era quello di chiarire la composizione faunistica di un'area finora poco studiata, ma potenzialmente di grande valore conservazionistico.

BOLOGNA ACCELERA SUL GREEN: AL VIA LO SPORTELLO PER LE IMPRESE



Nasce a Bologna lo [Sportello Green per le imprese](#), un nuovo punto di riferimento per accompagnare le micro, piccole e medie imprese nella transizione ecologica. Attivo presso la sede di BIS – Bologna Innovation Square,

la piattaforma dell'innovazione promossa da Città metropolitana e Comune di Bologna, lo sportello offre tre linee di servizi: informazione, networking e orientamento. L'obiettivo è rafforzare la competitività delle imprese locali, facilitando l'accesso a strumenti, contatti e percorsi utili per sviluppare progetti sostenibili. Il servizio è gratuito e riceve su appuntamento, ed è rivolto a tutte le imprese interessate del territorio.

MONITORAGGIO DI POPOLAZIONI DI ORCHIDEE SPONTANEE IN AMBIENTI NATURALI E ANTROPICI



Ophrys apifera Huds.
Foto di L. Brancaloni

[NATURb-Orchids](#) è un progetto di ricerca scientifica finanziato dall'Unione Europea - NextGeneration EU nell'ambito del bando a cascata del National Biodiversity Future Center (NBFC) "Assessing and Monitoring Terrestrial and Freshwater Biodiversity and Its Evolution: From Taxonomy to Genomics and Citizen Science" SPOKE 3. L'obiettivo è di monitorare la distribuzione e lo stato di conservazione delle principali orchidee dif-

fuse nel Delta del Po sia in contesti naturali protetti che urbani, sensibilizzando i cittadini ad una maggiore percezione della biodiversità vegetale. Il progetto parte dalla ricerca scientifica per coinvolgere attivamente la collettività, cittadini e turisti con attività di *Public Engagement*.

IMOLA SFIDA IL CALDO CON SOLUZIONI VERDI E PERCORSI INNOVATIVI



Il [progetto europeo Cool Noons](#) affronta la sfida del turismo urbano nelle città mediterranee, sempre più vulnerabili agli effetti del cambiamento climatico e alle ondate di calore. Imola è una

delle cinque città pilota, insieme a Budva (Montenegro), Dubrovnik (Croazia), Lisbona (Portogallo) e Marsiglia (Francia), dove si sperimentano soluzioni innovative per migliorare il comfort di residenti e turisti. A Imola sono in programma interventi mirati come nuove fontane, piantumazioni, arredi urbani e tre percorsi freschi che collegano la stazione ferroviaria all'Autodromo Enzo e Dino Ferrari. Le azioni si integrano nella strategia locale di adattamento climatico, fondata su infrastrutture verdi e partecipazione attiva. Imola offre un contributo prezioso per dimostrare che soluzioni di raffrescamento urbano sono efficaci e replicabili anche in centri di piccole e medie dimensioni, affrontando le stesse sfide climatiche delle metropoli.

CONVEGNO - RIGENERAZIONE URBANA E VERDE: STRATEGIE PER IL FUTURO



In un'epoca segnata da profonde trasformazioni climatiche, sociali ed economiche, rigenerare le città non è più

un'opzione, ma una necessità. Questo Convegno, che si terrà a Brescia nella mattinata del 10 ottobre 2025 presso l'Auditorium S. Barnaba, esplora strategie innovative e casi virtuosi di rigenerazione urbana, mettendo al centro il verde come strumento di resilienza, benessere e connessione. Dall'importanza della biofilia e dell'eco-psicologia al caso di successo di Vitoria-Gasteiz, fino alla selezione degli alberi più adatti alle sfide future, l'incontro offre spunti pratici e visioni ispiratrici per costruire città più sane, vivibili e sostenibili. Per info ed iscrizioni scrivere a: info@pubblicigiardini.it

RETICULA rivista quadrimestrale di ISPRA
reticula@isprambiente.it

DIRETTRICE DELLA RIVISTA
Luisa Nazzini

COMITATO EDITORIALE
Dora Ceralli, Serena D'Ambrogi, Michela Gori, Luisa Nazzini, Silvia Properzi

COMITATO SCIENTIFICO
Corrado Battisti, José Fariña Tojo (Spagna), Matteo Guccione, Sergio Malcevschi,
Patrizia Menegoni, Jürgen R. Ott (Germania), Riccardo Santolini

La foto di copertina, di Giuseppe Cannavò, ha partecipato al [Concorso Fotografico LIFE Sic2Sic - In bici attraverso la rete Natura 2000](#)

Il progetto grafico è a cura di Elena Porrazzo

La revisione dei testi in lingua straniera è a cura di Daniela Genta

È possibile iscriversi a Reticula compilando la [scheda di registrazione](#)

Le opinioni ed i contenuti degli articoli firmati sono di piena responsabilità degli Autori

È vietata la riproduzione, anche parziale, di testi e immagini se non espressamente citata la fonte

Le pagine web citate sono state consultate a luglio 2025

ISSN 2283-9232

Gli articoli pubblicati sono stati soggetti ad un procedimento di revisione tra pari a doppio cieco e a questo numero hanno contribuito in qualità di revisori: C. Battisti, L. Battisti, V. Bussadori, A. Fiduccia, T. Grassi, M. Guccione, M. Iacoviello, M. Ladu, M.C. Natalia, R. Romano

Questo prodotto è stato realizzato nel rispetto delle regole stabilite dal sistema di gestione qualità conforme ai requisiti ISO 9001:2015 valutato da IMQ S.p.A.