

 **SOURCE**  
2.2



# Indice

Introduzione	4
L'evoluzione del dibattito	6
Le definizioni di capitale naturale e i servizi ecosistemici	10
Metodi di classificazione dei servizi ecosistemici	12
Metodi per la valutazione dei SE	14
Metodi di valutazione economica dei SE	15
Descrizione dell'area di studio	20
PLIS Sorgenti del Lura	20
PLIS Valle Lanza	24
Parco Spina Verde	25
Il contesto dei parchi	28
La scelta dei servizi ecosistemici	32
Produzioni agricole	34
Fieno maggengo	34
Mais	38
Frumento	40
Legname	42
Organizzazione della CO2 atmosferica	46
L'incidenza del governo a ceduo	50
La valutazione economica del SE di sequestro della CO2 nei territori dei PLIS sorgenti del Lura e valle del Lanza e del Parco Regionale Spina Verde	52
Habitat per la biodiversità	54
Aree di interesse	54
Valutazione	56
Filtrazione e purificazione delle acque	58
Il caso studio	60
Analisi del contesto	63
Il valore della filtrazione di nutrienti da parte della vegetazione ripariale	65
Servizi culturali	66
Conclusioni	69
Bibliografia	72



## 1. Introduzione

Il genere umano trae ogni elemento utile alla propria sopravvivenza e al proprio benessere dagli ecosistemi in cui vive, al pari di ogni altro essere vivente. L'ecosistema umano attuale è di estensione globale, come la distribuzione dell'uomo sul pianeta. Non esistono più ecosistemi "nuovi" da colonizzare, ma solamente un confine sempre più ristretto all'interno del quale l'utilizzo delle risorse naturali deve farsi necessariamente più oculato.

Gli ecosistemi forniscono all'uomo una serie di benefici che ne rendono possibile la vita e lo sviluppo.

Molti di questi servizi, un tempo considerati inesauribili, si scoprono sempre più spesso rari e dunque acquisiscono un nuovo valore. Ciononostante non esistono sempre strumenti adeguati per una loro esauriente valutazione. I limiti risiedono sia nella comprensione della complessità ecosistemica che nei modelli teorici di quantificazione e valorizzazione dei servizi che gli ecosistemi forniscono all'uomo. Alcuni beni provenienti dagli ecosistemi, come le materie prime, vengono scambiati quotidianamente sul mercato e lì trovano la propria remunerazione, ma sono moltissime le funzioni ecosistemiche che, pur avendo conseguenze fondamentali sulla qualità della vita umana, non riescono ad essere valutate adeguatamente. Si pensi alle condizioni che determinano la qualità e disponibilità dell'acqua o dell'aria, ad esempio, o la fertilità dei suoli. Si tratta di un insieme complesso di caratteristiche che concorrono al buon funzionamento dell'ecosistema ma che raramente sono remunerate dal mercato.

Eppure i costi di una minor funzionalità degli ecosistemi diventano sempre più elementi centrali nel dibattito pubblico e nella programmazione economica e finanziaria.

Gli istituti di analisi finanziaria di tutto il mondo fanno i conti dei costi del cambiamento climatico secondo diversi scenari di riscaldamento globale. I tre comparti finanziari del credito, investimento e assicurazione, dipendono sempre più dall'analisi dei rischi che il cambiamento climatico comporterà nel futuro. Lo sfruttamento, la banalizzazione e la distruzione degli eco-

sistemi ne sono la causa e al contempo ne peggiorano le conseguenze, erodendo la resilienza dei sistemi naturali sempre meno in grado di assorbire gli eventi causati dal riscaldamento globale e ripristinare la propria funzionalità. La crisi climatica si configura sempre più come il problema che l'umanità dovrà affrontare nel prossimo futuro e le cui conseguenze sono per lo più ignote.

Certamente, tuttavia, non è ignota la portata globale del suo impatto.

Se anche si prevede che molti degli effetti derivanti dalle emissioni dei paesi occidentali ricadranno sui paesi della fascia intertropicale, già economicamente e socialmente più fragili, è anche noto che in un mondo interconnesso le ricadute secondarie saranno di carattere globale. La destabilizzazione politica causata in questi paesi dalle crisi ambientali può avere conseguenze in termini di conflitti armati e migrazioni in cui l'intera comunità internazionale potrebbe essere a vario titolo coinvolta. L'Unione Europea, per esempio, non solo dovrà farsi carico dell'accoglienza dei migranti climatici provenienti da Africa e Medio Oriente ma anche affrontare le conseguenze che ricadranno direttamente sul proprio territorio, dalla desertificazione di ampie aree del Mediterraneo all'aumento dei picchi di calore nei maggiori centri urbani del continente.

Eppure, se anche la consapevolezza rispetto a tutto questo è ormai avanzata e depositata in profondità nelle coscienze non soltanto delle classi dirigenti ma anche, a volte soprattutto, nella popolazione del futuro, nei giovani e giovanissimi di tutto il mondo, rimane il fatto che stimare il valore di ogni componente degli ecosistemi e di ogni servizio da essi prodotto, allo scopo di remunerarne la conservazione e limitarne il sovrasfruttamento, è spesso complicato. Un campo di ricerca nuovo, in cui si intrecciano le difficoltà di comprendere la complessità di relazioni che intercorrono tra ogni elemento dell'ecosistema che concorre al suo funzionamento complessivo, le ricadute in termini generali che la caduta di un anello della catena può avere e l'incapacità stessa dei sistemi economici di remunerare beni pubblici la cui fruibilità spesso va oltre i confini nazionali e infine l'intreccio di valori funzionali ma anche etici e morali, valori di mercato e valori di esistenza che possono essere attribuiti ad un bene naturale, un ecosistema, una specie vivente.



La quantificazione e valutazione del Capitale Naturale e dei servizi che questo annualmente fornisce all'umanità è un metodo in via di affinamento e che ha lo scopo di comprendere sempre più nel dettaglio le relazioni tra elementi degli ecosistemi e le ricadute che un indebolimento di ciascuno di questi ha sugli altri, la quantità di beni e servizi in grado di produrre ogni anno e il loro valore economico.

Nonostante ci si trovi ad affrontare il problema centrale di voler misurare con i parametri dell'economia classica un fattore nuovo, che spesso esula dai criteri di questa, come l'ambiente e gli ecosistemi, questo metodo porta con sé degli indubbi vantaggi.

Consente la creazione di una contabilità ambientale che, accanto a quella economica, fornisce la misura del valore del capitale naturale e dei servizi che questo produce; conseguenzialmente consente alle istituzioni un lavoro di monitoraggio del capitale naturale, utile anche a fini conservazionistici; fornisce dati utili alle scelte strategiche e politiche ad ogni livello; risulta un potente strumento di comunicazione atto a sensibilizzare l'opinione pubblica nei confronti dell'ambiente e della sua conservazione e a mutarne gli stili di vita e i comportamenti.

L'economia è basata completamente sui flussi di materie prime ed energia provenienti dagli ecosistemi. Eppure il capitale naturale in grado di fornirli non viene posto al centro dell'analisi economica e delle scelte strategiche, producendo un enorme deficit nei confronti dei sistemi naturali causato da un loro prelievo improprio, superiore alle capacità di rigenerazione.

Uno dei motivi per cui questo avviene è che molti dei benefici che gli ecosistemi forniscono all'uomo si configurano in economia come esternalità.

Con questo termine si indicano gli effetti positivi o negativi prodotti a margine di un'attività produttiva o di consumo che ricadono su soggetti diversi da chi le ha provocate senza che quest'ultimo ne paghi il costo o ne riceva un compenso.

Questo processo determina una discrepanza tra il prezzo o il costo di mercato di un prodotto e il prezzo o costo sociale. Quest'ultimo ricade direttamente sulla collettività.

Le ricadute ambientali delle attività umane

sono un tipico esempio di esternalità che per molto tempo non sono state considerate nella determinazione dei costi di produzione dei beni e dei servizi il che ha condotto ad un comportamento estrattivo rapido delle risorse che non ha tenuto conto delle ricadute collettive né delle loro capacità di rigenerazione.

Un esempio è la distruzione di una foresta primaria per sostituirla con attività agricole. Questa attività computerà i costi di disboscamento e di preparazione dell'attività agricola a fronte degli introiti derivanti dalla produzione primaria e dalla vendita del legname. Le ricadute ambientali, in termini di azione clima alterante, perdita di biodiversità, rischi idrogeologici, inquinamento, non peseranno su chi ha effettuato l'operazione, bensì sulla comunità tutta, locale e globale. Oltre ai danni vi sono anche i mancati benefici che un ecosistema naturale elargisce alla comunità antropica.

Lo studio del capitale naturale e dei servizi da esso prodotti, la sua quantificazione e la sua valutazione economica costituiscono un primo passo necessario per conoscere il valore dell'ecosistema, innanzitutto, e, in secondo luogo, per approntare strumenti economici adeguati a includere le esternalità negative prodotte dal suo sfruttamento nei costi di produzione, per esempio attraverso un intervento regolatorio pubblico ma anche attraverso pagamenti frutto di contratti tra privati interessati alla tutela dell'ecosistema perché da esso dipende la qualità della propria produzione.

Un ulteriore risvolto di questo studio è la remunerazione degli effetti positivi prodotti da una gestione intelligente delle risorse naturali. Per esempio delle foreste in salute producono risparmi ed effetti positivi sulla gestione e qualità delle acque di cui una comunità usufruisce.

L'analisi dei principali servizi ecosistemici prodotti dai PLIS Valle del Lanza e Sorgenti del Lura e dal Parco Regionale della Spina Verde, si inserisce all'interno del progetto SOURCE 2.2 e costituisce un capitolo conoscitivo del valore prodotto dagli ecosistemi presenti in queste aree protette all'interno di un intervento più generale mirato al ripristino e alla riqualificazione della connettività ecologica attraverso una serie di interventi mirati.

Il presente documento vuole fornire uno strumento conoscitivo per le amministrazioni



che quotidianamente sono chiamate a gestire queste aree, un metodo ed un approccio, quello basato su quantificazione e valutazione del capitale naturale e dei servizi ecosistemici, ancora poco diffusi ma sempre più importanti nell'analisi del patrimonio naturalistico sia in Italia che a livello internazionale e uno strumento di comunicazione rivolto alla popolazione locale.

La sua composizione si articola come segue: un'introduzione che affronta la definizione teorica dei concetti di capitale naturale e servizi ecosistemici; un'analisi del contesto delle aree protette volta a definire i principali ecosistemi presenti e a scegliere i servizi ecosistemici prioritari; la quantificazione e valutazione di ciascun servizio ecosistemico selezionato; un capitolo conclusivo che disegna un quadro complessivo del valore prodotto dalle aree naturali e suggerisce alcune forme di gestione volte ad ottimizzarne la produzione.

## L'evoluzione del dibattito

L'idea dell'esistenza di limiti allo sviluppo lineare così come concepito fino a quel momento inizia a svilupparsi a partire dagli anni '70. Il Rapporto sui limiti dello sviluppo commissionato al MIT dal Club di Roma nel 1972<sup>1</sup> è una delle prime pietre miliari che segnano il cammino del pensiero economico da una crescita lineare verso forme di produzione più circolare e sostenibile.

E' anche uno dei primi e principali studi ad interpretare lo sviluppo della specie umana in chiave ecologica e globale evidenziando il nesso imprescindibile tra la sua crescita economica e demografica e la qualità degli ecosistemi

terrestri.

Pensiero economico e ambientale iniziano ad intrecciarsi. Nuovi interrogativi vengono indagati. Come interpretare la complessità dell'ecosistema in cui l'uomo si muove; quali punti di conflittualità esistono tra lo sviluppo economico e l'ecosistema; dove si pone il punto di rottura degli equilibri ecosistemici oltre il quale le conseguenze non sono più gestibili; con che modello di crescita alternativo se ne può rallentare l'avvicinamento.

In questo contesto matura l'idea di definire l'ambiente come un capitale in grado di produrre dei benefici imprescindibili per il benessere umano e per lo sviluppo della società.

Il termine servizio ecosistemico inteso come beneficio specifico che l'uomo trae dall'ambiente, viene utilizzato per la prima volta nella letteratura scientifica da Ehrlich e Ehrlich nel 1981<sup>2</sup>.

Successivamente un passaggio fondamentale nella costituzione di un pensiero critico e strutturato sul rapporto tra sviluppo della società umana ed ecosistemi naturali avviene con la costituzione, nel 1988, dell'International Society for Ecological Economics, nata dalla volontà di integrare in modo multidisciplinare le scienze economiche e sociali con quelle ambientali<sup>3</sup>.

Negli anni successivi il concetto di servizio ecosistemico si fa sempre più largo sia tra gli ecologi, che indagano il rapporto tra questi e le funzioni ecosistemiche<sup>4</sup>, sia tra gli economisti che cominciano ad interrogarsi sul problema della loro quantificazione monetaria<sup>5</sup>.

I lavori di Daily e Costanza segnano un nuovo apice dell'interesse della comunità scientifica verso il tema. In particolare il lavoro di Co-



stanza fornisce un tentativo di monetizzazione a livello planetario di una ampia serie di servizi ecosistemici<sup>67</sup>. Entrambe le pubblicazioni hanno avuto il merito di aiutare ad integrare il concetto di servizio ecosistemico nella ricerca accademica, fornendo allo stesso tempo un fondamento logico ai processi decisionali<sup>8</sup>.

Con l'inizio del nuovo millennio la questione ambientale diventa sempre più il tema centrale nell'interpretazione dello sviluppo antropico, una chiave di lettura imprescindibile per interpretare gli avvenimenti circostanti e pianificare le scelte future. Sotto l'egida delle Nazioni Unite si riuniscono diversi consessi internazionali che affrontano il tema del capitale naturale e dei servizi ecosistemici.

Il Millennium Ecosystem Assessment è il primo grande impegno internazionale in questo senso. Convocato dalle Nazioni Unite nel 2000 inizia i lavori nel 2001 con l'obiettivo di analizzare le conseguenze dell'alterazione degli ecosistemi sul benessere umano e le possibili azioni per contrastarle. Per 4 anni più di 1300 esperti hanno lavorato nel raccogliere e rielaborare la letteratura presente e produrre 5 volumi tecnici e 6 report di sintesi<sup>9</sup>.

Due anni più tardi prende avvio una seconda importante iniziativa focalizzata sui benefici economici che l'umanità trae dalla biodiversità e dal funzionamento degli ecosistemi, il TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). La proposta della sua istituzione deriva dai ministri dell'ambiente riuniti nel G7 di Potsdam. Il lavoro è articolato in 3 fasi. I risultati della pri-

ma, di carattere generale, vengono presentati alla Convention on Biological Diversity (CBD COP-9) di Bonn nel 2008.

Una seconda fase di lavori si conclude nel 2010 con la presentazione dei risultati alla CBD COP-10 di Nagoya in Giappone mentre una terza si riferisce alla call for action e alla applicabilità dell'approccio elaborato dal TEEB e dalle conoscenze raccolte al concreto processo di policymaking a diversi livelli territoriali<sup>10</sup>.

Nel 2012 viene istituito l'Intergovernmental Panel on Biodiversity and Ecosystem Services<sup>11</sup>, una struttura equivalente all'Intergovernmental Panel on Climate Change istituito nel 1988.

Anche l'Unione Europea si è mossa con forza negli ultimi anni per la tutela della biodiversità e per la valutazione dello stato in cui versano gli ecosistemi del continente. A partire dalla Convention on Biological Diversity delle Nazioni Unite (2010) prende avvio la Strategia Europea per la Biodiversità<sup>12</sup> articolata in 6 obiettivi e 20 azioni. L'azione 5 prevede che gli Stati membri mappino e valutino la condizione degli ecosistemi presenti sul proprio territorio e la produzione di servizi ecosistemici.

Da questa azione viene avviato il MAES (Mapping and Assessment of Ecosystem Services)<sup>13</sup> con l'intento di fornire una mappatura dettagliata degli ecosistemi e dei servizi da essi prodotti che possa incidere sulle scelte di pianificazione e tutela.

Per le implicazioni su monitoraggio, uso sostenibile delle risorse e approntamento di stru-

1. Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows; Jørgen Randers; William W. Behrens III, *The Limits to Growth*, 1972

2. Mooney, H.A., Ehrlich, P., 1997. Ecosystem services: a fragmented history. In:

Daily, G.C. (Ed.), *Nature Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press.

3. Verso un'economia ecologica – DARE VALORE AL CAPITALE NATURALE” (testo a cura di Gianfranco Bologna e Franco Ferroni, WWF Italia)

4. Braat, L.C., de Groot, R., 2012. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosyst. Serv.* 1, 4–15.

5. Carpenter, S.R., Chisholm, S.W., Krebs, C.J., Schindler, D.W., Wright, R.F., 1995. Ecosystem experiments. *Science* 269, 324–327.

6. Daily, G.C., 1997. *Nature Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, United States.

7. Costanza, R., d'Arge, R., Groot, R.D., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Belt, M.V.D., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.

8. Chaudhary, S., McGregor, A., Houston, D., Chettri, N., 2015. The evolution of ecosystem services: a time series and discourse-centered analysis. *Environ. Sci. Policy* 54, 25–34.

9. MA, 2005. *Millennium Ecosystem Assessment (MA): Ecosystems and Human Well-Being. Current State and Trends*. Island Press, Washington, DC, USA.

10. TEEB – *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*, P. Kumar (ed.), Earthscan, London.

11. IPBES, 2015. Preliminary guide regarding diverse conceptualization of multiple values of nature and its benefits, including biodiversity and ecosystem functions and services (deliverable 3(d)). IPBES/4/INF/13.

12. European Commission, 2011. *Our life insurance, Our Natural Capital: An EU Biodiversity Strategy to 2020*. European Commission, Brussels.

13. Maes, J., Liqueste, C., Teller, A., Erhard, M., Paracchini, M.L., Barredo, J.I., Grizzetti, B., Cardoso, A., et al., 2016. An indicator framework for assessing ecosystem services in support of the EU Biodiversity Strategy to 2020. *Ecosyst. Serv.* 17, 14–23.



menti di remunerazione del capitale naturale, lo studio dei servizi ecosistemici si inserisce a pieno titolo tra le politiche di conservazione degli ecosistemi e di ripristino delle loro funzioni fondamentali. In questo solco è significativo il riferimento all'Agenda 2030 e ai suoi obiettivi di sviluppo sostenibile legati in particolare alla conservazione degli ecosistemi e della biodiversità (obiettivo 15) e alla lotta contro il cambiamento climatico (obiettivo 13)<sup>14</sup>.

L'Italia, in ottemperanza alla Strategia Europea per la Biodiversità, ha elaborato la propria strategia nazionale incentrata su tre temi fondamentali: biodiversità e servizi ecosistemici; biodiversità e cambiamenti climatici; biodiversità e politiche economiche<sup>15</sup>.

Con la legge n. 221/2015 ( "Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali") viene istituito il Comitato per il Capitale Naturale (CCN), presieduto dal Ministro dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), e composto da 10 Ministri, dall'Associazione Nazionale dei Comuni Italiani (ANCI), dalla Conferenza delle Regioni, 5 Istituti pubblici di Ricerca e 9 esperti della materia nominati dal MATTM<sup>16</sup>.

Lo scopo principale del comitato è la redazione di un Rapporto annuale sullo stato del Capitale Naturale in Italia espresso in termini biofisici e monetari. Si propone inoltre di analizzare l'evoluzione del Capitale naturale e dei servizi ecosistemici. In questo modo si mira a poter dare una valutazione ex ante ed ex post degli interventi infrastrutturali e degli effetti delle politiche ambientali italiane su determinati contesti.

A questo si aggiunge un importante riferimento ai pagamenti per i servizi ecosistemici. L'art. 70 (Delega al Governo per l'introduzione di sistemi di remunerazione dei servizi ecosistemici e ambientali) impegna il Governo ad adottare, senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica, uno o più decreti legislativi per

l'introduzione del sistema di PSEA (Pagamento dei Servizi Ecosistemici e Ambientali). Questo sistema è pensato come la remunerazione di una quota del valore aggiunto prodotto dalla trasformazione di SEA in prodotti di mercato ed è attivato in presenza di un intervento pubblico di assegnazione in concessione di un bene naturalistico di interesse comune. L'ente o il soggetto che lo prende in gestione per accedere a questi pagamenti dovrà procedere alla mappatura e valutazione economica dei SE presenti e impegnarsi al mantenimento del loro livello iniziale o al loro incremento. Dovranno essere in ogni caso remunerati i SE di fissazione del carbonio da parte delle foreste sia demaniali, collettive o private, la regimazione delle acque nei bacini montani, la salvaguardia della biodiversità, la qualità paesaggistica e l'utilizzo di proprietà collettive o demaniali per produzioni energetiche.

Beneficiari del sistema di PSEA potranno essere oltre ai privati anche i comuni, le loro unioni, le aree protette, le fondazioni di bacino montano integrato e le organizzazioni di gestione collettiva dei beni comuni. Potranno anche essere introdotte forme di premialità sulla base dell'impiego, in modo sistematico, di sistemi di contabilità ambientale e urbanistica e di forme innovative di rendicontazione dell'azione amministrativa<sup>17</sup>.

La Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, approvata dal CIPE il 22 dicembre 2017, riprende i temi di Agenda 2030 e dedica una sezione specifica alla tutela dell'ambiente naturale. Le 3 aree strategiche ("arrestare la perdita di biodiversità", "garantire una gestione sostenibile delle risorse naturali" e "creare comunità e territori resilienti, custodire i paesaggi e i beni culturali") sono a loro volta articolate in obiettivi nazionali tra i quali "integrare il valore del capitale naturale (degli ecosistemi e della biodiversità) nei piani, nelle politiche e nei sistemi di contabilità" e "garantire il ripristino e la deframmentazione degli ecosistemi e favorire le connessioni ecologiche urbano/rurali", riconducono direttamente ai compiti istitutivi del



CCN.

Quello che emerge è senza dubbio il tentativo a scala internazionale di raggiungere una maggiore precisione statistica e nella valutazione economica che permetta la creazione di un modello uniforme e applicabile ai diversi paesi. Il cammino intrapreso è quello di creare per il CN una rendicontazione satellite dei conti nazionali. I 5 obiettivi identificati dal CCN comprendono la creazione di una classificazione omogenea del capitale naturale a livello nazionale, l'individuazione di metodologie condivise per la creazione di una contabilità nazionale, le soglie di valutazione della compromissione degli ecosistemi, lo sviluppo di metodologie che consentano la valutazione ex ante ed ex post delle politiche su CN e SE, lo sviluppo di metodi di quantificazione di CN e SE in base alle indicazioni contenute nello standard internazionale elaborato dalle Nazioni Unite "System of Environmental Economic Accounting"<sup>18</sup>

Il tentativo promosso dalle Nazioni Unite è quello di superare un'analisi economica basata esclusivamente sul PIL e sugli altri indicatori tradizionali e che non prende in considerazione il valore del capitale naturale che fornisce gli input per la produzione economica. Non conteggiando questo non rende neppure esplicito il suo andamento nel tempo ed è quindi incapace di mostrare se il saldo annuale di sfruttamento del capitale naturale di un paese sia positivo o negativo, ovvero fornire una fotografia della gestione ambientale che uno Stato ha del proprio territorio. In questo modo si ottiene una visione falsata dello stato di salute di un Paese, non solamente da un punto di vista ambientale ma anche economico, perchè è ormai noto che una gestione indiscriminata delle proprie risorse naturali determina nel medio o lungo periodo conseguenze molto onerose (disastri ambientali, problemi di salute ecc).

Un primo riferimento a questo proposito si riscontra già all'interno del testo dell'Agenda 21 (capitolo 8) approvato durante la conferenza

delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo di Rio nel 1992<sup>19</sup>.

In questo testo si fa esplicito riferimento all'inadeguatezza di sistemi contabili che prendono in considerazione solo la produzione dei beni e servizi remunerati convenzionalmente e alla necessità di creare sistemi di contabilità economica ed ambientale integrati<sup>20</sup>.

A partire dal 1992 la Divisione Statistica delle Nazioni Unite si impegna per la creazione di un System of Environmental Economic Account (SEEA). Nel 1993 viene pubblicato il Handbook of National Accounting: integrated Environmental and Economic Accounting (SEEA 1993) revisionato nel 2003 con la pubblicazione del documento Integrated Environmental and Economic Accounting 2003 da parte di Nazioni Unite, Commissione Europea, Fondo Monetario Internazionale, OCSE e Banca Mondiale (SEEA 2003)<sup>21</sup>.

Nel 2012 all'interno della quarantatreesima sessione dello United Nations Statistical Commission viene approvato il System of Environmental-Economic Accounting Central Framework come standard statistico internazionale. anche in questo caso il documento è pubblicato da Nazioni Unite, Commissione Europea, Fondo monetario Internazionale, OCSE e Banca Mondiale.

Il testo è la pietra miliare che raccoglie i diversi approcci di valutazione economica di asset e servizi ecosistemici. Il principale obiettivo è riuscire a determinare criteri internazionali che rendano comparabili le valutazioni dei differenti paesi. La possibilità di valutare economicamente capitale naturale e servizi ecosistemici consente di avere un quadro generale della condizione dell'ecosistema sommando l'andamento di diversi tipi di asset e servizi con un'unità di misura identica come il valore economico invece di unità di misura biofisiche non comparabili tra loro<sup>22</sup>.

14. United Nations (2015), "Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development", sustainable-development.un.org

15. Ministero dell'Ambiente. Strategia Nazionale per la Biodiversità, 2010.

16. Comitato per il Capitale Naturale, 2018. Secondo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia.

17. Davide Marino in CURSA pas SAGGI n.08, maggio-luglio 2017. I pagamenti dei servizi ecosistemici in Italia dalla sperimentazione all'applicazione attraverso il progetto LIFE+MGN.

18. <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>

19. United Nations Conference on Environment and Development, Agenda 21, Geneva.

20. Verso un'economia ecologica – DARE VALORE AL CAPITALE NATURALE" (testo a cura di Gianfranco Bologna e Franco Ferroni, WWF Italia).

21. <https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea2003.pdf>

22. [https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/seea\\_cf\\_final\\_en.pdf](https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/seea_cf_final_en.pdf)



Nel Central Framework vengono delineati i metodi di valutazione economica per diverse categorie di asset e servizi oltre a fornire le definizioni generali di inquadramento del tema che raccolgono la grande mole di ricerca precedente.

Un successivo lavoro del Dipartimento di Statistica delle Nazioni Unite è il SEEA Experimental Ecosystem Accounting il cui testo finale è stato pubblicato nel 2017.

Questo lavoro raccoglie le esperienze in essere di valutazione di capitale naturale e servizi ecosistemici e fornisce metodi di analisi e valutazione più dettagliati entrando anche nelle indicazioni pratiche sulle azioni e le metodologie adeguate.<sup>23</sup>

## Le definizioni di capitale naturale e i servizi ecosistemici

Il Primo Rapporto sul Capitale Naturale in Italia assume la definizione di capitale naturale del UK Natural Capital Committee del 2013: "Il Capitale Naturale include l'intero stock di beni naturali - organismi viventi, aria, acqua, suolo e risorse geologiche - che contribuiscono a fornire beni e servizi di valore, diretto o indiretto, per l'uomo e che sono necessari per la sopravvivenza dell'ambiente stesso da cui sono generati"<sup>24</sup>.

In una data area geografica, o in un determinato ecosistema, il capitale naturale rappresenta dunque ogni componente dell'ecosistema, sia essa biotica che abiotica.

Questo capitale produce un flusso di servizi. Il Millennium Ecosystem Assessment (2005) definisce i servizi ecosistemici come l'insieme dei benefici che l'uomo trae dagli ecosistemi<sup>25</sup>.

La loro misurazione può essere effettuata annualmente sia per aderire ai bilanci economici tradizionali sia perchè questo lasso di tempo ricalca il ciclo stagionale così ben marcato alle nostre latitudini.

Le funzioni ecosistemiche, che caratterizzano la qualità degli ecosistemi e la capacità di sopravvivenza della loro componente biotica, sono declinate, nei servizi ecosistemici, in ciò che è strumentale all'essere umano. Una visione antropocentrica che sottolinea l'originario approccio a questa materia, ovvero la volontà di creare nuove categorie interpretative volte soprattutto a sensibilizzare l'uomo sul valore del capitale naturale per la sua stessa sopravvivenza.

I benefici al genere umano consistono sia in beni (cibo, acqua, aria, legname, materiali ecc) che in servizi (salute, qualità estetica, sicurezza, divertimento..) derivanti da funzioni e processi degli ecosistemi<sup>26</sup>. Alcuni di questi sono strettamente legati all'ecosistema e al territorio che li ha prodotti. Per esempio l'azione di filtrazione e purificazione delle acque di una fascia riparia alberata o di un canneto ha ricadute sul bacino idrico a valle e sulla popolazione che ne usufruisce. Altri servizi ecosistemici hanno invece ricadute globali che trascendono di gran lunga l'ubicazione della propria fonte. Un caso tipico è quello inerente alla composizione atmosferica. La gestione di una foresta ha ricadute sullo stoccaggio di carbonio o al contrario sulla liberazione in atmosfera di CO<sub>2</sub>, principale responsabile del riscaldamento climatico. Gli effetti generati dalla deforestazione delle foreste equatoriali non ricadono in particolare sui territori degli Stati che ospitano queste selve ma in modo indiscriminato su tutto il pianeta. Questi servizi, a causa di questa natura pubblica e globale, rappresentano una vera sfida per la valutazione economica.

La figura 1 mostra lo schema concettuale

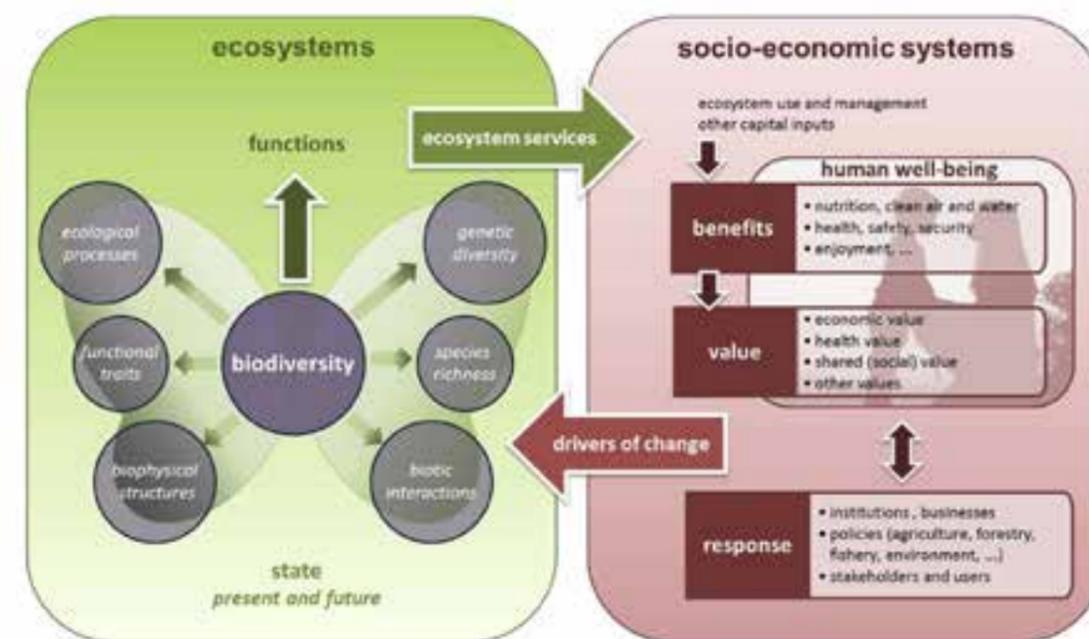


Fig. 1. Schema concettuale adottato nell'ambito dell'iniziativa MAES (<http://biodiversity.europa.eu/maes>) e dell'Azione 5 della Strategia Europea per la Biodiversità 2020.

adottato nell'ambito del MAES<sup>27</sup> che esplicita i passaggi che dalle funzioni ecosistemiche conducono al beneficio ultimo per l'uomo. Le funzioni ecosistemiche rappresentano la capacità dei processi e delle componenti naturali di fornire beni e servizi che soddisfino, direttamente o indirettamente, le necessità dell'uomo e garantiscano la vita di tutte le specie. Per fare un esempio: l'estensione di un bosco descrive lo stato e la struttura di un ecosistema da cui dipende la sua funzione di riduzione del deflusso superficiale delle acque meteoriche. Il servizio prestato alla società è quindi la riduzione del rischio di inondazione che ha un valore economico quantificabile, per esempio secondo il criterio dei costi evitati da danni di inondazione.

Questa immagine mette anche bene in evidenza il ruolo della biodiversità. Non un capitale di per sé, nè tantomeno un servizio, quanto la base che determina il funzionamento e dunque la qualità di un ecosistema e, conseguentemente, la sua capacità di fornire livelli maggiori o minori di servizi.

Maggiore è la vicinanza del numero di specie presenti in un ecosistema con quello che poten-

zialmente potrebbe viverci, maggiore è la qualità dell'ecosistema stesso. Questo perchè dalle relazioni tra organismi emergono le funzioni ecosistemiche che sono più raffinate quanto più esiste una complessità di queste componenti. Inoltre la biodiversità significa anche la resilienza di un ecosistema. La presenza di più specie funzionalmente ridondanti fa sì che in caso di shock ambientali che mettono in crisi la sopravvivenza di una o più specie, il loro ruolo venga coperto dalle altre con le stesse funzioni. Per fare un esempio, i funghi svolgono un ruolo fondamentale nella degradazione della sostanza organica e nella sua umificazione, liberando nutrienti assimilabili dalle piante e creando l'ambiente adatto al mantenimento della fertilità. La presenza di cento funghi che svolgono questa funzione garantisce la chiusura del ciclo del carbonio anche se venti di loro scompaiono a causa di un'alterazione delle condizioni ambientali. Se ce ne fossero in partenza trenta è chiaro che l'impatto sarebbe ben più grave e il sistema in generale molto meno resiliente.

L'insieme delle interrelazioni esistenti tra i diversi organismi è infatti la prerogativa per il

23. [https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/Presentations/Training\\_China\\_2017/seea\\_eea\\_tech\\_rec\\_final\\_v3.2\\_16oct2017.pdf](https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/Presentations/Training_China_2017/seea_eea_tech_rec_final_v3.2_16oct2017.pdf)

24. <https://www.gov.uk/government/groups/natural-capital-committee>

25. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf>

26. Burkhard, B., De Groot, R., Costanza, R., Seppelt, R., Jørgensen, S.E., Potschin, M., 2012. Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. Ecol. Indic. 21, 1-6

27. <http://biodiversity.europa.eu/maes>



compimento dei cicli che rendono possibile il funzionamento degli ecosistemi<sup>28,29</sup>. L'importanza della biodiversità è ribadita da diverse iniziative internazionali ma anche nazionali come la Strategia della Biodiversità<sup>30</sup> il cui scopo ultimo è racchiuso nella sua visione: "La biodiversità e i servizi ecosistemici, nostro capitale naturale, sono conservati, valutati e, per quanto possibile, ripristinati, per il loro valore intrinseco e perché possano continuare a sostenere in modo durevole la prosperità economica e il benessere umano nonostante i profondi cambiamenti in atto a livello globale e locale".

## Metodi di classificazione dei servizi ecosistemici

Un primo grande sforzo di classificazione è stato quello compiuto dal Millennium Ecosystem Assessment nel 2005.

In particolare sono state identificate quattro diverse tipologie di servizi ecosistemici (SE) (de Groot et al., 2002; Millennium Ecosystem Assessment, 2005) che si distinguono in base agli effetti sviluppati, tutte di vitale importanza per il benessere e la salute dell'uomo ma di cui le prime due fondamentali per il mantenimento dell'ecosistema stesso e quindi prioritarie per l'erogazione degli altri SE.

**Funzioni di regolazione** ovvero quelle funzioni che raccolgono servizi che comportano benefici diretti e indiretti per l'uomo relativi al controllo o mitigazione di processi ed eventi (e.g. regolazione del clima e del ciclo dell'acqua, accumulo e trasferimento di minerali ed energia attraverso le catene alimentari, ecc.);

**Funzioni di supporto** che corrispondono

con la disponibilità di ambienti e condizioni di vita per tutte le specie animali e vegetali da cui derivano tutte le funzioni eco-sistemiche ad es. la formazione del suolo, la fotosintesi e il ciclo nutritivo alla base della crescita e della produzione;

**Funzioni di approvvigionamento** ovvero tutte le funzioni relative alla disponibilità e fornitura di risorse che gli ecosistemi naturali e semi-naturali producono quali cibo, acqua, ossigeno, legname, fibre, etc.;

**Funzioni culturali** che corrispondono alla fornitura di opportunità cognitive, esperienze spirituali, ricreative, scientifiche ed estetiche da parte degli ecosistemi naturali che con esse contribuiscono al mantenimento della salute umana.

Le classificazioni più recenti e in particolare la Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)<sup>31</sup> sviluppata dall'Unione Europea (UE), considera i servizi di supporto come parte dei servizi regolativi, riducendo quindi a tre le principali categorie. Questa classificazione ha una struttura gerarchica in cui ogni livello fornisce una descrizione sempre più dettagliata del servizio ecosistemico considerato. Inoltre consente un allineamento anche con altre iniziative quali per esempio il System of Environmental and Economic Accounting.

La classificazione CICES è il prodotto del lavoro svolto dall'Agenzia dell'Ambiente Europea (EEA) che supporta la revisione del Sistema di valutazione economica e ambientale (SEEA) già sviluppata dalla Divisione di Statistica delle Nazioni Unite (UNSD). Ad una prima versione del 2013 è seguita la revisione elaborata in collaborazione con UNSD nel 2016 e che ha iniziato a circolare nel 2017.

Il CICES definisce i SE come i contributi che l'ecosistema dà al benessere umano. Per sottolineare maggiormente questo approccio è stato

condotto un lavoro di sistematizzazione e chiara distinzione dei passaggi che dalle caratteristiche

strutturali di un ecosistema conducono ai benefici finali per l'essere umano (Fig. 2)

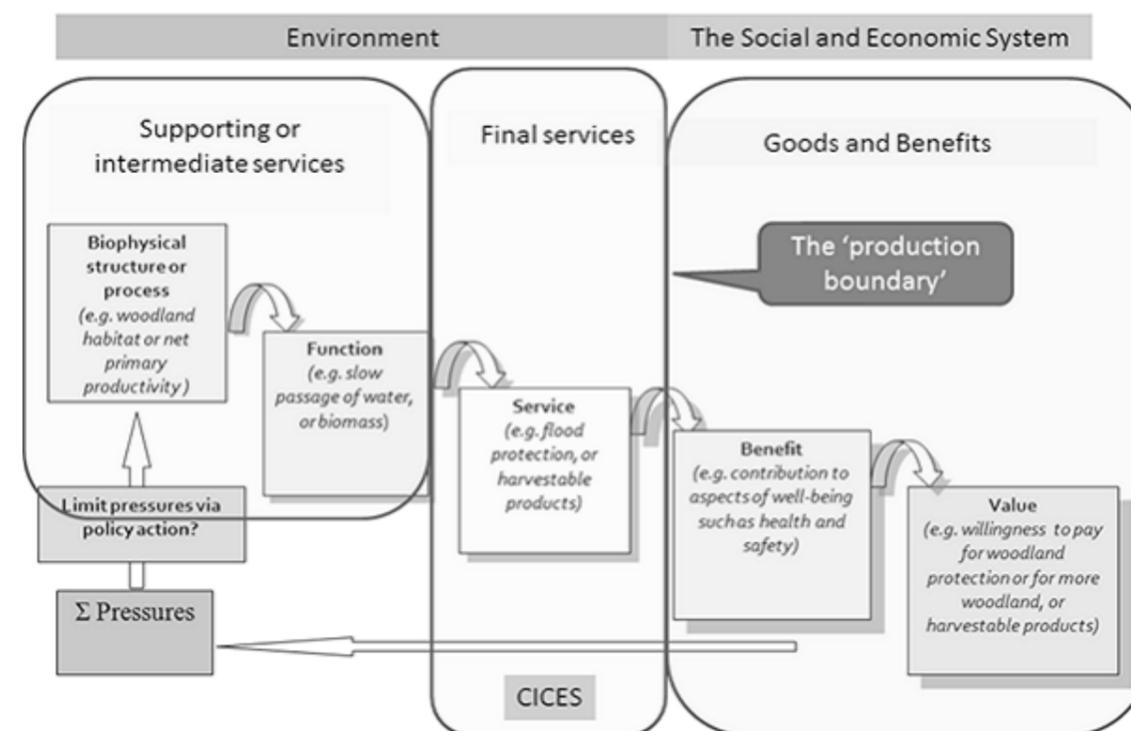


Fig. 2. Schema a cascata adottato in CICES dal lavoro di Potschin, M. and R. Haines-Young (2011)<sup>32</sup>

Gli approcci e i metodi di quantificazione fisica e valutazione economica dei SE sono rimandati all'Handbook on Experimental Ecosystem Accounting dell'UNSD<sup>33</sup>. Entrambi questi strumenti, ciascuno nel proprio campo, mirano alla formulazione di uno standard internazionale condiviso che possa permettere in futuro una classificazione e una valutazione univoca del capitale naturale da integrare nei conti economici nazionali di ogni paese.

Lo schema riportato in Fig.2 divide innanzitutto questi passaggi in due importanti aree di contesto: quella ambientale e quella sociale ed economica.

Nella prima rientrano le strutture e i processi biofisici e le funzioni che da esse derivano. Una struttura biofisica per esempio è un bosco, descritta attraverso le caratteristiche del suolo, la composizione specifica, l'età delle piante, le caratteristiche del loro sviluppo ecc. Le funzioni

che svolge sono molteplici (suolo, acqua, legname ecc) anch'esse descrivibili attraverso caratteristiche più fini (capacità di ritenzione idrica, velocità di ruscellamento, caratteristiche fisiche del legno prodotto dalle specie presenti ecc).

In quest'area rientrano anche i servizi finali che sono rappresentati dall'output effettivamente utilizzabile dall'uomo. Nel caso del legno per esempio, a seconda delle caratteristiche prima descritte, avremo un servizio di legno da opera o da energia.

A questo punto si passa all'area socio-economica, nella quale il servizio rientra come effettivamente utilizzato nella società umana come beneficio. Ultimo step consiste, alla luce del beneficio prodotto, nella valutazione economica di quel SE.

Gli elementi chiarificatori di questa classificazione costituiscono un importante passo in avanti. Un elemento è anche l'aggiunta

28. Mace, G.M., Norris, K., Fitter, A.H., 2012. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. Trends Ecol. Evol. 27, 19–26

29. Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., Wardle, D.A., Kinzig, A.P., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D.S., Naeem, S., 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. Nature 486, 59–67.

30. Ministero per l'Ambiente e la tutela del territorio e del mare (2010). La Strategia Nazionale per la biodiversità, 204 pp, www.minambiente.it

31. Haines-Young, R., Potschin, M., 2011. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): 2011 Update. Report to the European Environmental Agency, Nottingham.

32. Potschin, M. and R. Haines-Young (2011): Introduction to the special issue. Progress in Physical Geography 35(5): 571-574.

33. Food and Agriculture Organization of the United Nations and United Nations (2004) Handbook of National Accounting: Integrated environmental and economic accounting for fisheries (SEEA Fisheries), Final white cover draft, United Nations, New York

dei servizi abiotici in modo sistematico. Infatti sull'onda del TEEB e del MA il focus era posto sui servizi derivanti da sistemi biotici cui però si aggiungevano spesso elementi abiotici senza un preciso criterio di ammissione. Per esempio tra i servizi di approvvigionamento l'acqua venivano sempre inclusi, mentre altri, come sole o vento, generalmente non venivano considerati.

Una netta distinzione tra servizi biotici e abiotici è necessaria anche in relazione al tipo di definizione di capitale naturale che si decide di assumere. CICES adotta quella UE del MAES: il capitale naturale si compone di tutte le risorse naturali utilizzabili dall'uomo, sia biologiche che non.

Enfatizzando l'approccio finalistico adottato nella classificazione e definizione dei SE, il CICES ha prodotto una classificazione che include una distinzione ulteriore per ogni servizio tra clausola ecologica (la sua funzione ecosistemica) e clausola di utilizzo (cosa produce di utilizzabile da parte dell'uomo).

Il prodotto di questo lavoro è una tabella di elevato dettaglio di classificazione secondo una precisa struttura gerarchica. Al livello più ampio abbiamo le sezioni, che assumono 3 dei 4 gruppi del MA, ovvero approvvigionamento, regolazione e mantenimento e culturali cui seguono sottoinsiemi indicati come divisioni, gruppi, classi e tipi di classi.

Questo schema, pur chiarificatore almeno nella classificazione più rigida dei diversi passaggi logici, non risolve del tutto alcuni problemi di interpretazione. Anzitutto la diversa capacità di valutazione di un servizio produttivo o di uno regolativo. Per il primo la catena sopra descritta che conduce da una caratteristica biofisica ad un valore, risulta essere lineare e di facile applicazione. Diverso potrebbe essere nel caso dei servizi regolativi. In questo caso potrebbe esse-

re necessario fermarsi ai benefici per l'impossibilità di procedere oltre alla determinazione del valore monetario.

Anche la definizione di servizio finale può essere meno chiara di quanto previsto nello schema. In particolare può variare molto a seconda del contesto e dello scopo valutativo. L'acqua di un lago è un servizio finale se la si beve o la si utilizza in agricoltura. Ma se si studia il sistema pesca di una regione lagunare l'acqua non è più un servizio finale, che invece è rappresentato dalla popolazione ittica.

Un discorso a parte meriterebbe la difficoltà di valutare l'incidenza di ogni singolo servizio su un sistema fortemente interconnesso come è di fatto l'ecosistema e dove l'indebolimento di una sua funzione può condurre al rafforzamento delle altre (è il caso che si verifica qualora si abbandonano un'attività produttiva nei confronti di altri servizi regolativi) o ad un indebolimento generale della struttura (il caso di erosione di un servizio regolativo che tipicamente incide in maniera negativa su tutti gli altri).

In questo documento si è seguita la classificazione CICES nella individuazione dei servizi ecosistemici raccogliendo le indicazioni più recenti derivanti dalla teoria.

## Metodi per la valutazione dei SE

Negli ultimi anni sono stati fatti diversi sforzi per applicare il concetto di valutazione dei servizi ecosistemici a situazioni concrete con il fine di supportare azioni di gestione sostenibile delle risorse naturali e anche della pianificazione urbanistica<sup>34,35,36</sup>. Il numero di metodi e strumenti che sono stati sviluppati per valutare i servizi ecosistemici in diverse situazioni si sta multipli-



cando<sup>37</sup>. Essi possono essere categorizzati in tre grandi gruppi<sup>38,39</sup>:

- i metodi biofisici, il cui scopo è quello di valutare lo stato degli ecosistemi e/o la loro capacità di fornire servizi ecosistemici;
- i metodi socio-culturali, utili a capire le preferenze o i valori sociali dei servizi ecosistemici e il contributo della natura al benessere dell'uomo;
- i metodi monetari, usati invece per stimare il valore economico dei servizi. Questi ultimi verranno spiegati nel prossimo paragrafo.

Jacobs et al. (2018) alle tre categorie sopra ne aggiungono una quarta costituita da quei metodi che chiamano 'di sintesi' il cui scopo è quello di mettere insieme diversi tipi di informazione e valori per supportare decisioni basate su analisi multi-criteriali.

La scelta di un metodo piuttosto che un altro dipende da molti fattori, incluso il contesto decisionale, il servizio da valutare, i punti di forza e i limiti di ciascun metodo, ma anche ragioni pragmatiche come la disponibilità dei dati, le risorse e le competenze disponibili.

## I metodi di valutazione economica dei SE

L'approccio di valutazione economica sta accentrando l'attenzione e focalizzando gli sforzi di studio teorico di metodi sempre più avanzati e approfonditi per giungere a delle stime quanto più indicative. Il suo ruolo è infatti rafforzato dall'attenzione che una simile restituzione può

avere sia in termini di comunicazione nei confronti dell'opinione pubblica che di strumento per le decisioni strategiche di gestione del territorio da parte della politica e degli amministratori locali<sup>40</sup> (Gómez-Baggethun et al. 2010). In questa prospettiva l'attribuzione di un corretto valore economico ai servizi ecosistemici costituisce un passo fondamentale per la gestione e il mantenimento degli ecosistemi oltre che alla formulazione di strumenti di remunerazione del capitale naturale.

Il concetto di valore è però molto articolato e comprende aspetti difficilmente monetizzabili ma non per questo di minore importanza.

Il valore economico totale si compone di valore d'uso e valore di non uso. A sua volta il valore d'uso può essere diretto e indiretto. Il primo rappresenta la soddisfazione che un individuo trae direttamente dall'utilizzo di un bene o servizio naturale (un prodotto agricolo, il legno, l'acqua di un pozzo); il secondo rappresenta un vantaggio indiretto derivato da quel bene o servizio (la CO2 organica da un bosco con le sue ricadute sul riscaldamento globale, gli inquinanti sottratti dalla vegetazione con le conseguenze sanitarie derivanti, la migliore qualità della vita consentita dalla protezione dai dissesti idrogeologici permessa dal bosco stesso ecc).

Il valore d'opzione indica un possibile utilizzo di una risorsa in futuro. Per esempio il mantenimento di una foresta tropicale significa anche conservare specie ancora sconosciute che potrebbero essere di grande utilità in futuro (a fini alimentari, medici ecc), così come la conservazione della biodiversità in genere e della agrobiodiversità costituiscono anche un serbatoio genico a cui si potrebbe aver bisogno di attingere in futuro nella ricerca di piante più resistenti alle nuove condizioni climatiche o a nuove malattie.

34. Ruckelshaus, M., McKenzie, E., Tallis, H., Guerry, A., Daily, G., Kareiva, P., Polasky, S., Ricketts, T., Bhagabati, N., Wood, S.A., Bernhardt, J., 2015. Notes from the field: lessons learned from using ecosystem service approaches to inform real-world decisions. *Ecol. Econ.* 115, 11–21.

35. Dick, J. et al., 2018. Users' perspectives of ecosystem service concept: results from 27 case studies. *Ecosyst. Serv.* 29, 552–565.

36. Saarikoski, H., Primmer, E., Saarela, S.-R., Antunes, P., Aszalós, R., Baró, F., Berry, P., Garcia Blanco, G., Gómez-Baggethun, E., Carvalho, L., Dick, J., Dunford, R., Hanzu, M., Harrison, P.A., Izakovicova, Z., Kertész, M., Kopperoinen, L., Köhler, B., Langemeyer, J., Lapola, D., Liqueste, C., Luque, S., Mederly, P., Niemela, J., Palomo, I., Martinez Pastur, G., Peri, P., Preda, E., Priess, J., Santos, R., Schleyer, C., Turkelboom, F., Vadineanu, A., Verheyden, W., Vikström, S., Young, J., 2018. Institutional challenges in putting ecosystem service knowledge in practice. *Ecosyst. Serv.* 29, 579–598.

37. Bagstad, K.J., Semmens, D.J., Waage, S., Winthrop, R., 2013. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosyst. Serv.* 5, 27–39.

38. Jacobs, S., Martin-Lopez, M., Barton, D., Dunford, R., Harrison, P.A., Kelemen, E., Saarikoski, H., Termansen, M., Garcia Llorente, M., Gómez-Baggethun, E.N., Kopperoinen, L., Luque, S., Palomo, I., Priess, J., Rusch, G.M., Tenerelli, P., Turkelboom, F., Demeyer, R., Hauck, J., Keune, H., Smith, R., 2018. The means determine the end – pursuing plural valuation in practice. *Ecosyst. Serv.* 29, 515–528.

39. Harrison, P.A., Dunford, R., Barton, D.N., Kelemen, E., Martín-López, B., Norton, L., Saarikoski, H., Termansen, M., Hendriks, K., García-Llorente, M., Gómez-Baggethun, E., Jacobs, S., Madsen, A., Karlsen, M., Howard, D., 2018. Selecting methods for ecosystem service assessment: A decision tree approach. *Ecosystem Services*. 29, 481–498.

40. Gómez-Baggethun E., de Groot R., Lomas P.L., Montes C., 2010, The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes, *Ecological Economics*, 69: 1209-1218



Un bene ambientale però non esaurisce il proprio valore nel solo utilizzo. La sua complessità determina anche una componente etica non riferibile all'immediata utilità del bene o del servizio né a quella opzionale.

Questa componente rientra nel campo del valore di non uso. Il valore di esistenza per esempio è legato al fatto stesso di sapere che una data specie, un ecosistema, un paesaggio, continua ad esistere, sebbene forse mai lo si visiterà.

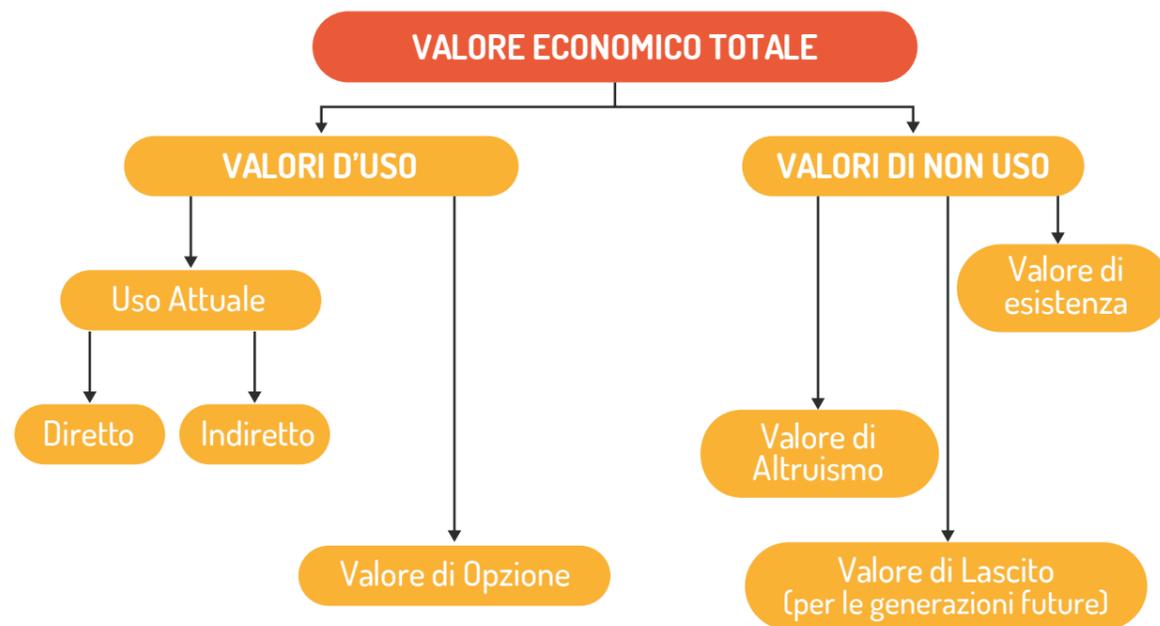


Fig. 3: Schema della composizione del Valore totale (VET).<sup>41</sup>

Il valore di lascito così come quello di altruismo sono legati ad un concetto di altruismo interpersonale ed intergenerazionale. È il valore che noi attribuiamo al fatto che la generazione successiva possa vivere in un ecosistema di qualità paragonabile a quello in cui ci troviamo ora o che possa godere della vista di un paesaggio o della conoscenza di un particolare sito allo stesso modo di come ne ha goduto la generazione precedente.

La valutazione economica di un bene naturale quantifica dunque solo una parte del suo valore complessivo, quella riferita al valore d'uso attuale. Le altre componenti descrivono un valore altrettanto, se non maggiormente, elevato ma sottostanno a criteri e sensibilità etiche e soggettive che non possono essere quantificate in termini economici.

A complicare ulteriormente il quadro vi è la natura di bene pubblico di molti servizi ecosistemici con valore d'uso. La maggior parte dei SE si configura come esternalità, ovvero priva

di un valore esplicito e di un mercato, in quanto essi esulano dalle leggi del mercato regolate dall'incontro tra domanda ed offerta. Questo perché si configurano come beni pubblici da cui non si può escludere nessuno (pensiamo ad un paesaggio) e per i quali non è remunerato chi li produce né è richiesto di pagare a chi ne usufruisce.

In quanto esternalità rappresentano dei fallimenti di mercato, cioè casi in cui il mercato da solo non è in grado di allocare in maniera efficiente le risorse naturali e ne compromette quindi lo status e la capacità di rigenerazione.

Poiché si è ormai profondamente consapevoli del valore che queste funzioni hanno anche in termini economici e poiché è altrettanto chiaro che il mercato attualmente non è in grado di remunerarli adeguatamente allocando le risorse dove più sarebbero in grado di produrre valore collettivo, nasce l'imperativo di porre rimedio a questa distorsione. Per fare questo è possibile affidarsi all'intervento pubblico o cre-

are nuovi meccanismi di mercato. Un esempio è quello elaborato dall'Unione Europea in merito alla creazione di un mercato di scambio di quote di emissioni di anidride carbonica (ETS) cui devono obbligatoriamente partecipare diversi dei settori più inquinanti del continente per accedere al diritto di produrre emissioni tramite il proprio processo produttivo o altri meccanismi di pagamento dei servizi ecosistemici (PES).

Una delle principali difficoltà che anticipano la creazione di nuovi mercati e meccanismi di remunerazione è quella di giungere ad un'esauriente quantificazione biofisica del servizio prima, e di valutazione economica poi di ogni singolo SE. La loro varietà estrema impone l'elaborazione di metodi differenziati e specifici per ciascuno di essi che, allo stato attuale, si configurano comunque come delle stime.

I metodi di stima economica si dividono in due grandi macro categorie: quella delle preferenze rivelate e quella delle preferenze dichiarate.

Le prime attengono al valore di mercato di un bene o servizio. Qualora esista un mercato di scambio la valutazione economica è già rivelata.

Tra le preferenze rivelate si trovano i prezzi di mercato, i prezzi edonici e i costi di viaggio. I primi comprendono il prezzo di mercato vero e proprio, qualora il bene oggetto di valutazione abbia una valutazione ufficiale (prodotti agricoli, commodities di ogni genere ecc). Rientrano tra questi servizi tipicamente quelli produttivi. Qualora il bene o servizio non venga direttamente scambiato in un mercato ma influisca sulla produzione di beni o servizi di mercato il suo valore può essere stimato attraverso metodi basati sui costi (costi di sostituzione di quel bene/servizio con un altro, costi di transizione, costi opportunità) o sul contributo alla produzione di ulteriori beni o servizi che hanno un valore di mercato.

I prezzi edonici vengono utilizzati per stimare il valore che un servizio ecosistemico conferisce ad un bene scambiabile sul mercato. Fanno parte di questo per esempio il valore di un paesaggio o della vicinanza ad un parco urbano su quello di un immobile.

I metodi dei costi di viaggio di basano sulla propensione delle persone alla spesa per visitare un bene naturale. Si applica soprattutto a contesti di attrattività turistica. Molti SE non hanno mercati di riferimento che possano anche indirettamente rivelare il valore che viene loro attribuito. In questi casi si possono applicare metodologie di stima basate sulle preferenze dichiarate. Si tratta di interviste dirette ai potenziali utilizzatori di un servizio cui viene chiesta la disponibilità a pagare per usufruirne o per non perderlo.

Tra le categorie di servizi ecosistemici sopra menzionate quelli più facilmente stimabili sono i servizi produttivi che già dispongono di mercati di riferimento. Legname, foraggio, produzioni agricole, acqua potabile, possono essere comparati con i valori di scambio dei mercati finanziari locali o globali. Alcuni servizi, tipicamente beni pubblici con ricadute globali come il sequestro della CO2 da parte di un bosco, possono essere riferiti a mercati di riferimento artificiali, creati cioè ad hoc su iniziative comunitarie o governative oppure possono basarsi sui valori delle sanzioni attribuite alla loro emissione.

Se l'approccio correttivo più utilizzato in passato è stato quello del "chi inquina paga", ovvero chi inquina o deteriora l'ambiente producendo esternalità negative, deve pagarne direttamente le conseguenze in termini monetari, oggi si tende ad approcciare la questione in maniera inversa. Si vuole cioè remunerare chi produce esternalità positive, ovvero SE<sup>42</sup>.

Per fare questo si tenta di portare i SE nel mercato attraverso l'elaborazione di meccanismi di pagamento per la loro produzione (PES) in modo tale da incentivare i produttori al loro mantenimento e miglioramento e creare nuove forme spinte verso la conservazione superando la tutela dovuta solo a vincoli legislativi o tasse. Diventa così essenziale approssimare il valore monetario di questi beni e servizi. Questo non è un problema per i servizi di approvvigionamento che forniscono beni già dotati di un valore di mercato, come i prodotti agricoli, prodotti edibili del bosco e degli ecosistemi naturali, acqua, materiali da costruzione o per altri utilizzi umani.

41. Signorello G., 2007, La valutazione economica del paesaggio. Aestimum 1.10.13128/Aestimum-8136.

42. Gómez-Baggethun E., de Groot R., Lomas P.L., Montes C., 2010, The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes, Ecological Economics, 69: 1209-1218



Diverso è invece il discorso per i servizi regolativi o culturali che si configurano come beni pubblici. Per questi la riflessione degli economisti si è concentrata attorno due tipologie di metodi principali:

- metodi di stima indiretti (o delle preferenze rivelate) che desumono il valore di un bene/servizio dal comportamento degli utilizzatori (e.g. il costo del viaggio pagato per raggiungere il bene/servizio) o dalle variazioni nel prezzo dei beni complementari (prezzo edonimetrico, per esempio quanto varia il valore di due immobili di stessa categoria a seconda della vicinanza con la fonte di un servizio ecosistemico, come per esempio un parco).
- Metodi diretti (o preferenze dichiarate) che stimano il valore di un bene o servizio attraverso metodi di rilievo direttamente effettuati presso l'utenza (e.g. la disponibilità a pagare per il raggiungimento del bene/servizio) utilizzando interviste o questionari<sup>43</sup>.

A seguito della definizione del valore di un servizio è poi necessario definire la possibilità di creare un mercato tra un produttore ed un compratore di quel servizio. Dunque l'intento finale è l'inclusione di alcuni beni pubblici o esternalità all'interno del mercato attraverso la creazione di schemi di scambio di questi servizi potenzialmente applicabili anche tra soggetti privati.

Schemi di Pagamento dei Servizi Ecosistemici (PES)

Uno schema di PES può essere definito come un accordo volontario e condizionato tra almeno un fornitore e un compratore riguardo ad un ben definito servizio ambientale.

Una definizione più restrittiva definisce un PES come una transazione:

volontaria che riguarda un preciso servizio o bene ambientale acquistato da minimo un compratore, venduto da minimo un produttore

in cui è garantita la continuità della fornitura<sup>44</sup>.

A causa della difficile applicabilità pratica di questa definizione se ne è proposta un'altra versione focalizzando l'attenzione sulla natura di esternalità positiva dei servizi ecosistemici. Questi costituiscono infatti dei beni pubblici e i PES possono fornire l'occasione per internalizzarli nel mercato coinvolgendo in particolare il settore pubblico. In questa visione il pubblico remunera i privati per i SE prodotti in modo tale da creare incentivi per far coincidere le decisioni private con l'interesse collettivo e diffondere anche una più robusta consapevolezza rispetto al Capitale Naturale e all'importanza della sua corretta gestione<sup>45</sup>.

Dunque, in generale, il processo di internalizzazione del valore dei servizi ecosistemici che culmina nella formulazione di un pagamento (PES) si articola in tre fasi:

- a) la definizione del servizio quale funzione ecologica;
- b) l'assegnazione di un valore di scambio
- c) che collega fornitori ed utilizzatori del servizio.

Queste fasi hanno anche costituito il percorso storico e cronologico seguito dallo studio dei servizi ecosistemici e del capitale naturale. La prima è stata utilizzata in una logica utilitaristica in cui le funzioni ecologiche venivano considerate come uno strumento di comunicazione per incidere sui meccanismi di decisione, senza entrare nella valutazione economica.

La seconda, sviluppata a partire dagli anni '90, voleva far comprendere meglio ad un mondo economico e politico non avvezzo alle terminologie dell'ecologia, quanto fosse rilevante il valore prodotto dagli ecosistemi e quanto la loro perdita a favore di attività economiche umane potesse essere controproducente anche dal punto di vista monetario.

L'ultima fase tenta invece di creare strumenti basati su meccanismi di mercato per permet-



tere lo scambio dei SE su mercati reali.

Ad oggi sono già numerosi i PES attivi nel mondo in diversi contesti.

Un esempio di PES è il contratto sottoscritto liberamente tra l'azienda municipalizzata dei servizi idrici di New York e i proprietari forestali del bacino di captazione. Questi ultimi vengono pagati per seguire un modello di gestione dei propri boschi che garantisca il corretto deflusso e captazione delle acque piovane, permettendo la costanza quantitativa e qualitativa della fornitura. Questo compenso è pagato dagli utenti finali, i cittadini di New York, attraverso un'addizionale in bolletta. Secondo i conti della municipalizzata questo tipo di gestione ha condotto a risparmiare tra i 6 e i 9 miliardi di dollari in impianti di depurazione che sarebbero ugualmente gravati sui contribuenti (Landell-Mills e Porras 2002).<sup>46</sup>

Un altro caso che ha fatto scuola è quello francese costituito dall'accordo intercorso tra la Nestlé, proprietaria del marchio di acqua minerale Vittel, e gli agricoltori del bacino di captazione.

Il contratto, di durata trentennale, prevede la remunerazione da parte della multinazionale agli agricoltori che si impegnano in pratiche di gestione agricole estensive e a basso impatto ambientale, per un totale di circa 200 euro/ha all'anno. Questa operazione è stata anche il volano per una politica integrata volta alla sostenibilità che ha visto Nestlé stringere accordi con i Comuni dell'area per la gestione sostenibile anche del paesaggio urbano, promuovendo provvedimenti come il bando dei prodotti di sintesi nella gestione del verde pubblico, progetti sul riciclo dei rifiuti pericolosi, formulazione di nuovi standard edilizi.

Una terza esperienza che può essere portata ad esempio è quella cinese sulla gestione delle acque del fiume Xin'an diviso tra due province, una a monte e l'altra a valle. Dopo una lunga contrattazione è stato definito un PES in cui la provincia a valle fornisce un compenso annuo a quella a monte per l'adozione di pratiche sostenibili in agricoltura, mantenimento delle foreste,

riduzione degli scarichi e inquinanti industriali. Per creare le condizioni di fiducia e affidabilità tra le parti è stato creato un sistema di monitoraggio delle emissioni e della qualità dell'acqua da cui dipende il prosieguo di un contratto o la sua fine con il pagamento di un'ammenda da parte della provincia a monte (Pellegrino e Marino, 2014).

In Italia vi sono diversi esempi già funzionanti di PES. Uno di questi è stato quello della Società per Azioni Romagna Acque che gestisce tutta la produzione e distribuzione dell'acqua per usi civili nel territorio romagnolo. Più del 50% di questa acqua proviene dall'invaso di Ridracoli. Tra 1996 e 2008, fino all'applicazione del metodo tariffario regionale, è stato attivo un PES che prevedeva il pagamento da parte degli utenti finali (attraverso un aumento del 3% della bolletta) per opere di riforestazione, rinaturazione, tutela dai dissesti idrogeologici, sentieri naturalistici, studi scientifici ai fini della conoscenza e della tutela dell'ambiente dell'invaso di Ridracoli.

Come si vede l'acqua costituisce ad oggi uno dei SE più studiati e dove maggiore è stata l'applicazione dei PES, sia per l'importanza intrinseca di questo bene sia per la valutazione economica relativamente semplice che per la facilità con cui gli effetti di una cattiva gestione del bacino di captazione di un fiume possono essere misurati.

E' evidente tuttavia che molti altri SE non sono meno essenziali per la vita sul pianeta e necessitano di studi e della formulazione di meccanismi di pagamento per i produttori ugualmente sviluppati.

43. GESTIRE, Stima del valore socio-economico della rete Natura 2000 in Lombardia, Azione 5, Rapporto Finale

44. Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare, 2010. Definizione del metodo per la classificazione e quantificazione dei servizi ecosistemici in Italia.

45. CURSA, 2017. I pagamenti dei servizi ecosistemici in Italia, dalla sperimentazione all'applicazione attraverso il progetto LIFE+ MGN.

46. Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare, 2010. Definizione del metodo per la classificazione e quantificazione dei servizi ecosistemici in Italia.



## 2. Descrizione dell'area di studio

L'area oggetto di questo studio, costituita dai PLIS Sorgenti del Lura e Valle del Lanza e dal Parco Regionale della Spina Verde, è compresa tra le province di Como e Varese e costituisce un territorio di passaggio tra l'alta pianura e l'area collinare prealpina. L'insieme dei comuni confinanti e intersecanti le tre aree protette ha un'estensione di 141 km<sup>2</sup> circa con una popolazione di 186.424 abitanti nel 2017 e una densità di 1.320 abitanti per km quadrato tsu una media regionale lombarda di 421 ed una nazionale di 200.

Questa elevata densità abitativa è il risultato di un processo di crescita della popolazione residente avvenuto a partire dalla seconda metà del '900 e tuttora in atto. Ancora tra 2001 e 2017 la crescita della popolazione in questi comuni è stata del 12,8%.

Questa evoluzione ha rafforzato la pressione antropica sugli ambienti naturali. L'aumento delle superfici residenziali e delle infrastrutture hanno reso ormai residuali le aree naturali in buono stato di conservazione. Anche all'interno dei parchi la vegetazione mostra un elevato grado di intervento antropico, come testimonia la prevalenza del robinieto, formazione vegetale antropogenica per eccellenza.

Attraverso l'utilizzo del GIS sono state effettuate analisi sulla copertura del suolo e sui tipi vegetazionali su dati della Regione Lombardia<sup>1</sup>. Questa analisi fornisce una fotografia generale delle caratteristiche dell'area di studio e una prima idea della composizione e caratterizzazione del Capitale Naturale presente e dei possibili servizi ecosistemici prevalentemente prodotti.

Considerando i territori dei due PLIS e del Parco Regionale insieme, l'analisi delle coperture del suolo restituisce una prima chiara indicazione: il 67,7% del territorio è coperto da aree boschive composte da boschi di latifoglie a densità medio alta (52,7%) e da boschi misti a latifoglie e conifere a densità medio alta (14,9%).

1. <http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>

Le attività agricole occupano il 23% del territorio circa con la prevalenza del prato (12,2%) e dei seminativi (10,5%). In generale si evidenzia un'agricoltura estensiva, spesso collegata alla produzione di foraggio per il bestiame interno alle aziende o delle aziende vicine. La dimensione aziendale ed anche la conformazione di campi coltivati risulta limitata e frastagliata, sfibrata dall'occupazione di suolo da parte di altre attività antropiche al di fuori delle aree protette e dalle aree boschive al loro interno.

All'interno delle aree protette le aree edificate sono del tutto marginali. Il 3,4% della copertura del suolo è determinata da edifici residenziali comprendenti anche le cascine e lo 0,7% da quelle industriali, artigianali e commerciali. (DUSAF) Di seguito è riportata l'analisi delle coperture del suolo e dei tipi vegetazionali per ciascuna area protetta.

### PLIS Sorgenti del Lura

Il territorio del PLIS Sorgenti del Lura mostra una prevalenza di aree boschive seppur in proporzioni inferiori alla media delle tre aree protette. Solo il 55% della sua superficie è infatti boscata, di cui il 45% con boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo e il 10% da boschi misti governati a ceduo. A seguire, per importanza di copertura del suolo, si trovano i prati permanenti che vi incidono per il 18,6%, per la quasi totalità rappresentati da prati in assenza di elementi arborei o arbustivi.

Seguono i seminativi semplici, che coprono il 15,2% del territorio del parco, mentre la porzione edificata, per uso residenziale, ammonta al 3,7%.

Le attività artigianali ed industriali hanno un'incidenza maggiore rispetto alla media dei tre parchi, 1,2%.

Il robinieto è la formazione vegetale prevalente. Il 38% delle aree boschive è infatti costituita da robinieto misto mentre il 6% da robinieto puro. Questo dato indica la profonda impronta antropica anche all'interno del territorio protetto, che si esplica anche nel governo a ceduo



che caratterizza o ha caratterizzato ampie aree del parco negli ultimi decenni. Il robinieto stesso ne è testimonianza. La Robinia pseudoacacia, infatti, è una specie eliofila il cui rinnovo è profondamente legato al periodico taglio del bosco. Al contrario l'evoluzione a fustaia finirebbe per incentivare lo sviluppo di specie autoctone e la sua estromissione progressiva dalla vegetazione, per difficoltà di rinnovo nel sottobosco ombreggiato.

Questo processo di rinaturalizzazione è visibile in alcune aree del parco dove alcune specie autoctone, soprattutto *Carpinus betulus*, stanno lentamente sostituendo la robinia riportan-

do la vegetazione verso la sua forma potenziale (vedi foto 1).

La seconda tipologia di boschi, per diffusione, è quella del castagneto che costituisce il 25% delle aree boscate del parco. Spesso, soprattutto nelle aree più distanti dal corso del fiume, il castagno domina sia lo strato arboreo (a volte in comunione con il pino silvestre) che quello arbustivo, mostrando una forte capacità di rinnovo. Va però segnalato che questo rinnovo massiccio della popolazione di castagno è permesso dalla moria delle chiome degli individui adulti a causa del cancro del castagno, che consente una maggiore filtrazione della





Foto 2: Vegetazione ripariale a saliceto nel PLIS Sorgenti del Lura

luce e la sopravvivenza e lo sviluppo delle piante nel sottobosco. Anche il castagneto è una formazione antropogenica derivata dall'attività di castanicoltura un tempo presente nel parco ed oggi abbandonata. A caratterizzare questi boschi è anche l'elevata presenza del nocciolo (*Corylus avellana*) che a tratti forma uno strato arbustivo continuo.

Una terza tipologia di bosco è quella dell'al-

neto ad ontano nero che occupa l'8,5% dei boschi del parco. Si tratta di una percentuale molto alta per una formazione vegetale che normalmente caratterizza ristrette fasce di vegetazione igrofila lungo i corsi d'acqua in pianura, con estensioni dunque limitate pur rappresentando un elevato valore botanico e in termini di biodiversità.

Molto inferiore risulta la presenza di un'al-

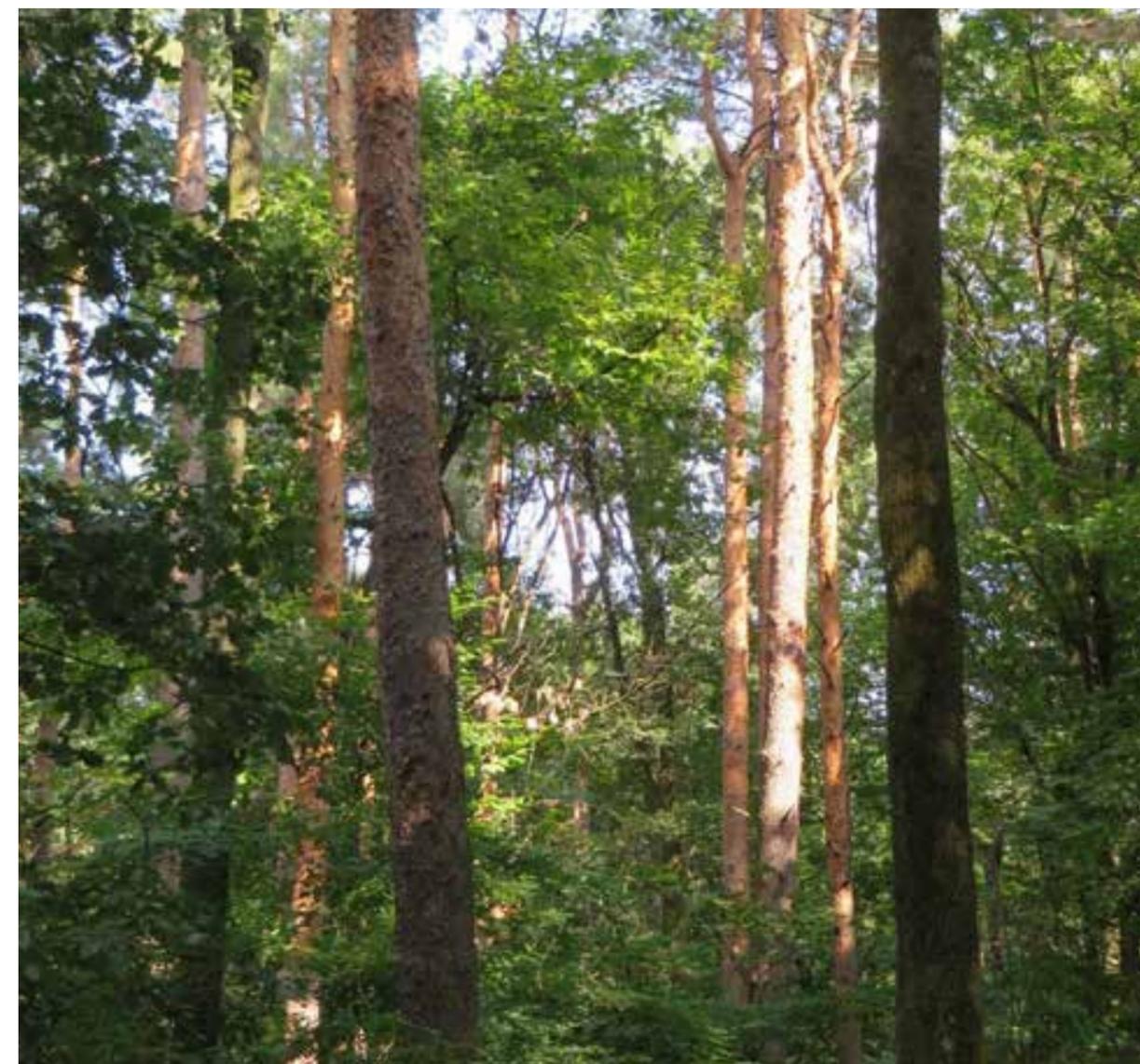
tra tipologia tipicamente legata ai margini dei corsi d'acqua, ovvero quella del saliceto di ripa (soprattutto *Salix alba*) che occupa solo lo 0,1% della copertura boschiva totale ma di cui sono riscontrabili alcuni esemplari di imponenti dimensioni (foto 2).

Sempre legata all'acqua vi è una terza specie, questa volta alloctona: il platano. Questo forma ampi boschi ripariali lungo il torrente con anche un notevole effetto paesaggistico. La presenza di queste specie denota in ogni caso un ecosistema igrofilo ben sviluppato che si avvale dell'estensione delle sponde del torrente ed è premessa per l'erogazione di importanti servizi ecosistemici quali il mantenimento di un habitat fondamentale per la biodiversità legata

agli ambienti umidi e la filtrazione e purificazione delle acque da parte della vegetazione.

A seguire un'altra formazione vegetale particolare è quella caratterizzata dalla presenza del *Pinus sylvestris* che occupa il 6,7% del parco (foto 3). Il pino silvestre è una specie tipica dei boschi alpini e prealpini ad altitudini medio alte ma che giunge in pianura soprattutto nel settore nord-occidentale lombardo nei territori dei pianalti caratterizzati da suoli poveri, spesso in prossimità delle brughiere. Si accompagna spesso al castagno governato a ceduo. Laddove questo governo sia stato abbandonato e il bosco si trovi in una condizione transitoria, il castagno tende ad essere sostituito da rovere e farnia. Lo stesso pino, specie eliofila, va incon-

Foto 3: Pineta a pino silvestre del PLIS Sorgenti del Lura



tro ad una rapida successione verso boschi di latifoglie in assenza di interventi di conservazione. Effettivamente allo stato attuale è molto raro riscontrare segni di rinnovo del pino nel sottobosco del parco.

All'interno del PLIS Valle del Lura i querceti tipici pianiziali e dell'alta pianura con la presenza dominante di rovere (*Quercus petraea*) e farnia (*Quercus robur*) accompagnate dal carpino bianco (*Carpinus betulus*) nella formazione tipica del querceto-carpineto, occupano il 7,6% della copertura. E' una percentuale bassa ma preziosa. Poichè si tratta di un ecosistema molto simile all'originario, diventa un habitat per la biodiversità prezioso al pari di quello descritto per la vegetazione arborea igrofila.

Come molte aree boschive lombarde anche qui si assiste ad una diffusione di specie alloctone di recente provenienza causate sia dalla naturale invasività di queste specie (come è il caso di *Prunus serotina*) che da rimboschimenti degli anni passati (*Quercus rubra*).

Queste specie costituiscono generalmente un problema. Non solo risultano perfettamente adattate al contesto, tanto da occupare lo spazio prima riservato alle specie autoctone, ma spesso sviluppano una vegetazione escludente nei confronti di altre specie (è il caso della quercia rossa che con il suo pesante ombreggiamento complica la sopravvivenza degli strati arbustivi ed erbacei sottostanti e il rinnovo della vegetazione autoctona ma anche quello del *Prunus serotina* che limita l'insolazione del sottobosco negli ultimi mesi invernali impedendo lo sviluppo del tipo strato di erbacee e geofite che compiono il proprio ciclo tra febbraio e aprile nei boschi delle nostre latitudini).

Lo strato arbustivo è variegato e mutevole a seconda della tipologia forestale prevalente. Soprattutto i robinieti e le pinete permettono la penetrazione di luce sufficiente allo sviluppo di una ricca comunità arbustiva ed erbacea, la prima caratterizzata da nocciolo (*Corylus avellana*), sambuco (*Sambucus nigra*), evonimo (*Euonymus europaeus*) e biancospino (*Crataegus monogyna*), il secondo dalle tipiche specie geofite ed erbacee come anemone dei boschi (*Anemone nemorosa*), campanellino (*Leucojum vernum*), pervinca (*Vinca minor*), scilla (*Scilla bifolia*), dente di cane (*Erythronium dens-canis*), sigillo di Salomone (*Polygonatum multiflorum*) e mughetto (*Convallaria majalis*).

## PLIS Valle del Lanza

Il PLIS Valle del Lanza copre un ampio range altitudinale che va dalle aree pianeggianti o di prima collina fino ad un'altitudine massima di circa 600 m.s.l.m.

Anche questo parco si configura come un'area protetta prevalentemente boschiva, con la superficie boscata che ricopre il 74% del parco e che vede la prevalenza di formazioni di latifoglie a media densità governate a ceduo.

L'attività agricola è residuale, solamente il 17% dell'utilizzo del suolo, per metà a prato e metà a seminativi. L'edilizia residenziale incide per il 3% della copertura totale mentre residuale è lo spazio occupato da attività artigianali ed industriali (0,4%).

Anche nel caso del PLIS Valle del Lanza la tipologia forestale prevalente è quella del robinieto misto (57,5%), formazione antropogenica dominata da *Robinia pseudoacacia* e preservata nel tempo dalla gestione a ceduo del bosco.

Come già accennato si tratta di una vegetazione di scarso interesse naturalistico. La robinia, nonostante la sua secolare stabilizzazione sul nostro territorio, è ancora considerata una pianta alloctona. Tuttavia il robinieto ha il merito di costituire una copertura arborea anche in presenza di pressioni antropiche che renderebbero complicato lo sviluppo delle specie arboree nostrane e che permettono la sopravvivenza di componenti della vegetazione autoctona legate esclusivamente all'ambiente boschivo, come quello delle geofite del sottobosco.

I castagneti seguono con il 27,1%, testimoniando una precedente attività di castanicoltura che ha caratterizzato queste aree lombarde in passato.

La terza tipologia forestale per diffusione è quella dell'acero-frassineto, con l'8,1% del totale. Si tratta di una tipologia forestale caratteristica dei luoghi con una storia di abbandono dell'attività agricola alle spalle. Sia l'acero che il frassino rappresentano infatti specie pioniere e ricolonizzatrici dei prati e pascoli abbandonati. Tuttavia questo bosco è anche una formazione di pregio, sia a livello di qualità del legname prodotto che della conservazione della biodi-



versità che del valore estetico e paesaggistico. Soprattutto in comparazione con il robinieto. La presenza di *Fraxinus excelsior* e *Acer campestre* è anche testimonianza di un suolo ricco di humus e di precipitazioni elevate. E' anche da sottolineare che l'acero-frassineto rappresenta una formazione boschiva di notevole valore naturalistico ed economico. Governati a fustaia infatti queste specie possono fornire legname da opera di pregio e di alta qualità (Andrea Lupieri, ERSA).

Il saliceto di ripa occupa l'1,3% delle superfici boschive, a riprova anche in questi casi dell'importanza dei corsi d'acqua nella vita del parco, in particolare nel fondo valle a ridosso del fiume, dove gli si accompagna anche l'ontano nero, pioppi e il platano (*Platanus acerifolia*) specie alloctona di introduzione antropica. Il querceto, di rovere o farnia, che sarebbe uno dei protagonisti della vegetazione potenziale di questi luoghi, occupa in realtà una superficie molto scarsa (1,4%).

Anche il *Pinus sylvestris* è diffuso in particolare sui rilievi tra Malnate e Cagno e sul colle dell'Assunta di Bizzarone. Lo strato arbustivo è costituito da nocciolo (*Corylus avellana*), sanguinella (*Cornus sanguinea*), salicone (*Salix caprea*) e sambuco (*Sambucus nigra*).

L'acqua è la caratteristica principale di questo PLIS. La sua presenza non si riduce al corso del torrente Lanza ma anche ad una serie di aree umide che consentono la sopravvivenza di una vegetazione igrofila sempre più rara, dominata da *Phragmites australis* e *Typha latifolia*, che è anche l'habitat di molte specie animali incluse nella Direttiva Habitat come specie di importanza a livello comunitario.

Dai monitoraggi botanici e faunistici è emersa una zona di particolare pregio naturalistico all'interno del PLIS, quella dell'area umida nel territorio del comune di Albiolo. Questa porzione del PLIS si caratterizza per il particolare assetto della rete idrografica che determina periodi di sommersione di ampie porzioni dell'area. Un fitto e matura ontaneta si apre in radure naturali dove la luce penetra abbondantemente permettendo lo sviluppo di un ricco sottobosco. Sono molte le specie vegetali di interesse comunitario che popolano queste radure e gli ambienti acquatici circostanti. Questo habitat è anche il rifugio di numerose specie animali acquatiche di grande interesse.



## Parco della Spina Verde

Il Parco Regionale della Spina Verde mostra caratteristiche geomorfologiche ben distinte dai due PLIS descritti precedentemente.

Si tratta infatti di un territorio prevalentemente collinare caratterizzato anche da porzioni acclivi dove la pendenza e il suolo non consentono una copertura forestale omogenea, lasciando spazio ad un'elevata biodiversità composta da specie erbacee ed arbustive. Il clima è in parte influenzato dalla presenza del lago, soprattutto nelle parti più basse del territorio. Il clima prealpino umido vede due picchi di precipitazioni in primavera-estate e in autunno raggiungendo i 1200 mm annuali. Le temperature vedono un massimo annuale nel mese di luglio (con medie superiori ai 22 gradi) e un minimo invernale in quello di gennaio (3 gradi).

L'abbandono delle attività agricole soprattutto nelle aree meno agevoli, ha condotto al rimboschimento della quasi totalità del territorio del parco. Circa il 90% della copertura del suolo è infatti costituita da boschi equamente divisi tra boschi di latifoglie a ceduo e boschi misti a ceduo.

I prati permanenti assommano al 4,1% della copertura totale mentre i seminativi sono quasi assenti. Poco più del 3% da aree edificate ad indirizzo residenziale con un'elevata presenza di ville storiche e parchi nelle porzioni più vicine al lago.

Passando all'analisi puntuale dei tipi forestali presenti emerge anche in questo caso la forte prevalenza della formazione antropogenica robinieto misto (61%) gestito a ceduo, risultato del processo di ricolonizzazione di pascoli e terrazzamenti. Il castagneto ricopre una significativa importanza con il 29,8% della copertura totale boschiva. Anche in questo caso il governo è per la gran parte a ceduo. Il parco non è esente dalla diffusione del cancro del castagno con la conseguente perdita di ampi tratti di chiome e l'instaurazione di dinamiche di ripopolamento simili a quelle descritte per il PLIS Sorgenti del Lura. Quando con il castagno è presente il pino silvestre (che occupa il 5,9% della superficie del parco) quest'ultimo viene mantenuto durante i tagli. Il rinnovo di questa pianta è tuttavia scarso a causa della copertura compatta sottostante del castagno.



Foto 4: Panorama del Lago di Como dal Parco Regionale della Spina Verde



Foto 5: Vegetazione termofila sulle pendici meridionali del Parco Regionale della Spina Verde

Nelle parti più acclivi del parco la copertura forestale diventa più rada. Qui si nota la rinnovazione del pino silvestre che colonizza anche i versanti più caldi meridionali e occidentali dove è insediata la vegetazione termofila costituita da prati magri, formazioni arboree ed arbustive a roverella, *Cytisus scoparius*, carpino nero e distese di *Calluna vulgaris*. In generale queste aree rappresentano la maggior concentrazione di biodiversità riscontrabile all'interno del parco (foto 5).

Nelle aree aperte più fresche si insedia invece il betuleto e, nelle parti più basse del parco, anche la farnia, la rovere e l'olmo. Molto forte è, sui versanti settentrionali e orientali, la presenza dell'agrifoglio nel sottobosco. Le zone umide del parco vedono l'insediarsi di una vegetazione arborea tipicamente igrofila con la presenza dell'ontano nero.

Sotto l'aspetto floristico non si evidenzia la presenza di specie d'interesse comunitario riportate nell'Allegato II della Direttiva Habitat ma risultano tuttavia segnalate tra le "Altre specie importanti di Flora e Fauna": *Convallaria majalis*, *Cyclamen purpurescens*, *Anemone nemorosa*, *Ilex aquifolium*, *Epipactis helleborine*, *Leucojum vernalis*, *Lilium bulbiferum*, *Saxifraga paniculata*, *Sempervivum tectorum*; molte delle quali risultano inserite nell'Elenco delle Specie di Flora Spontanea Protetta ai sensi dell'art. 22, 1° comma, della Legge Regionale (Lombardia)

Foto 6: Trincee restaurate nel Parco Regionale della Spina Verde



27 luglio 1977, n. 33 (Deliberazione della Giunta regionale n. 18438 del 26 settembre 1979). Oltre a quanto emerge dal piano di indirizzo forestale del Parco Spina Verde paragrafo 10.4 Emergenze floristiche e vegetazionali "Sono tuttavia presenti specie tutelate nella regione Lombardia, tra le quali *Campanula persicifolia*, *Cyclamen purpurascens*, *Lilium croceum*, *Ruscus aculeatus* e *Saxifraga paniculata*"; oltre la graminacea endemica dell'area dei laghi di Como e di Lugano *Festuca ticinensis*, che costituisce l'elemento più esclusivo della flora del Parco.

Nel Parco Spina Verde i paesaggi naturali e seminaturali boschivi si fondono con l'eredità storica di questa area. Proprio qui si trova infatti un tratto della linea Cadorna, la linea di trincee che presidiava il confine per 200 km. Le trincee e i passaggi sono stati recentemente ristrutturati (foto 6). Oggi sono agibili e muniti di cartelli esplicativi e consentono l'immersione del visitatore nel contesto bellico, mostrando chiaramente la vita di trincea. L'impatto educativo è senza dubbio molto forte.







## Il contesto dei parchi

Una comparazione con il contesto in cui le aree protette sono inserite è utile per una migliore comprensione del loro ruolo di conservazione e fornitura di capitale naturale e servizi ecosistemici. Infatti lo stacco è forte. Si è considerato come territorio di contesto quello rappresentato dai comuni intersecanti in ogni misura i territori delle tre aree protette.

Si tratta di 19 comuni della provincia di Como (Villa Guardia, Valmorea, Lurate Caccivio, Uggiate Trevano, Solbiate, San Fermo della

Battaglia, Ronago, Rodero, Oltrona di San Mamette, Olgiate Comasco, Montano Lucino, Faloppio, Como, Colverde, Cagno, Bulgarograsso, Bizzarone, Beregazzo con Figliaro, Albiolo) e due comuni nella provincia di Varese (Cantello e Malnate).

Ne emerge la fotografia di un territorio fortissimamente urbanizzato. Escludendo dai territori comunali le aree facenti parte dei due PLIS e del parco regionale, l'urbanizzato arriva a coprire il 40% del territorio, un dato davvero significativo. Se si considera la totalità dei territori comunali, dunque anche le porzioni ricomprese nelle aree protette, questa percen-

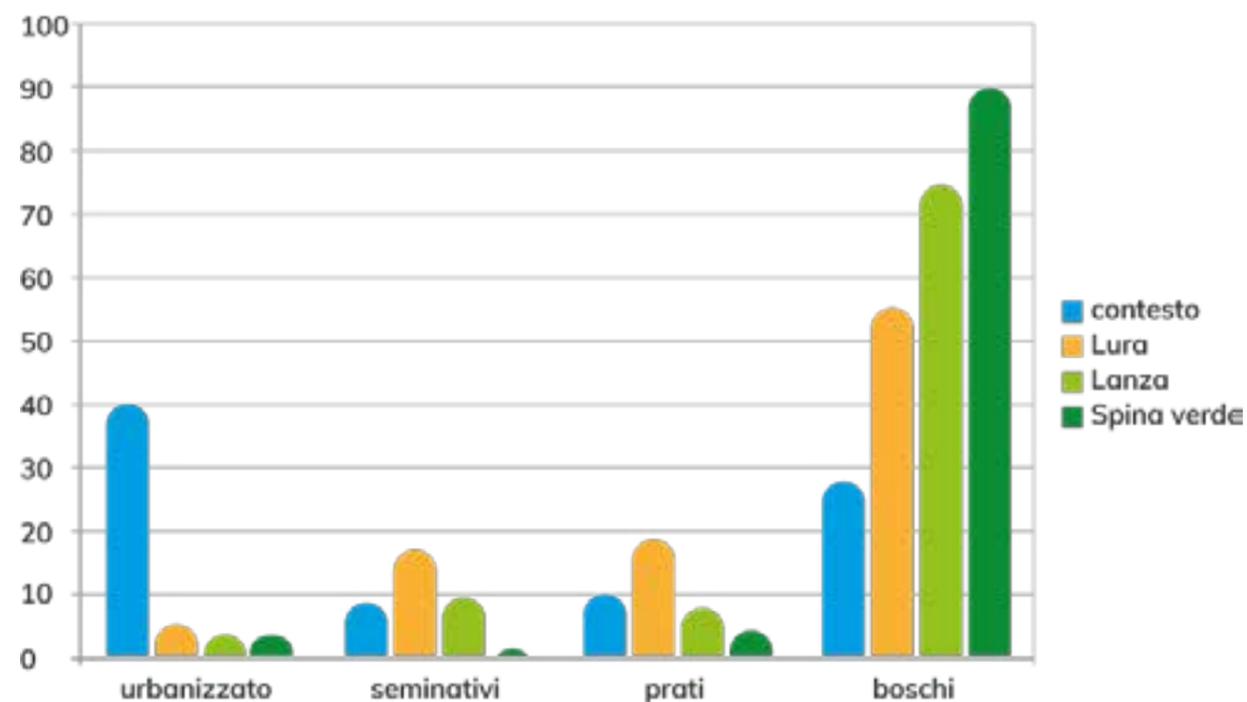


Grafico 1. Confronto tra destinazioni d'uso del suolo

tuale di colloca al 23% di residenziale e 5,7% di commerciale e industriale, dato comunque alto. Per avere un metro di paragone con il resto del paese, in Italia il territorio urbanizzato è del 7% e le province con un'urbanizzazione superiore al 10% sono considerate fortemente urbaniz-

zate<sup>2</sup>. Dalla tabella comparativa emergono più chiaramente le differenze tra parchi e area di contesto escluse le zone parco.

La sproporzione maggiore si riscontra per le aree urbanizzate, rappresentate dal tessuto urbano residenziale e dagli insediamenti commerciali, artigianali ed industriali. L'area di contesto si colloca a 40% di territorio urbanizzato, una differenza molto elevata rispetto alle aree parco che si aggirano attorno al 3%. Basterebbe questo dato a dimostrare l'importanza che il mantenimento di aree semi naturali residuali può avere in questa area geografica, il ruolo di compensazione che possono esercitare ed anche il contesto di svago e ricreazione per la popolazione locale.

In generale il territorio si configura come boschivo più che agricolo. Il dato di contesto al 27,6% ci indica uno schiacciamento soprattutto dell'attività agricola anche nei territori esterni ai parchi e soprattutto in comparazione con le aree agricole della bassa pianura, dove il bosco è pressoché assente. Il motivo di ciò può essere ricercato nella orografia più variabile di questo territorio ma anche nella frammentazione della proprietà agricola dovuta all'espansione delle opere di urbanizzazione e delle infrastrutture e che hanno poi avviato molti appezzamenti all'abbandono e hanno ridotto le dimensioni delle aziende agricole al di sotto della soglia di sopravvivenza nel mercato in evoluzione.

Si riflette anche nell'area di contesto la significativa incidenza delle aree a prato (10% del totale) superiore anche a quelle a seminativo (9%).

In generale da questi dati emerge come l'area contestuale abbia tassi di urbanizzazione molto elevata, quasi la metà del proprio territorio. E le aree rimanenti si dividono tra attività agricole e boschi residuali. Risulta dunque evidente che la conservazione di aree di naturalità più elevata diventa di grande importanza sia dal punto di vista paesaggistico che naturalistico. Al contempo questi dati mostrano anche la difficoltà di mantenere corridoi ecologici funzionali tra aree protette in grado di garantire lo scambio genico tra popolazioni vegetali ed animali differenti, fondamento per il mantenimento di una biodiversità che è alla base del funzionamento degli ecosistemi.



2. <https://www.istat.it/it/files//2017/05/Urbanizzazione.pdf>



### 3. La scelta dei servizi ecosistemici

L'analisi del territorio attraverso la mappatura GIS delle coperture del suolo e dei tipi forestali ha consentito di ottenere una fotografia generale dell'area di studio, fondamentale per una prima riflessione circa il Capitale Naturale presente e i servizi ecosistemici prodotti. Alcune caratteristiche emergono nettamente, a partire dalla prevalenza delle superfici boschive che, mediamente, supera il 70% del complesso delle tre aree protette e oscilla tra il 55% del PLIS Sorgenti del Lura al 90% del Parco Regionale della Spina Verde.

Il bosco è la forma più matura che la vegetazione può assumere in questi territori e potenzialmente quella più complessa e in grado di erogare la maggior varietà di servizi ecosistemici. All'interno del bosco si possono trovare diversi ecosistemi differenti, da quelli riconducibili al bosco planiziale o collinare padano agli ecosistemi igrofilo che sotto le volte di ontani e salici raccolgono una biodiversità specifica fortemente connessa all'ambiente umido fino ai boschi e arbusteti termofili dei versanti meridionali prealpini che a loro volta ospitano comunità vegetali e animali specifiche e dall'areale limitato.

Nonostante questo, come già descritto nel dettaglio, il bosco in questo contesto sta molto spesso ad indicare una formazione sì complessa, e quindi preziosa rispetto alle attività agricole circostanti, ma non certo nella sua espressione potenziale. Buona parte della sua superficie, come riscontrato dall'analisi dei tipi vegetazionali, è costituita da robinieto, una formazione vegetale antropogenica il cui mantenimento è strettamente legato ad un tipo di governo, quello a ceduo, per definizione molto invasivo che non consente il raggiungimento di una stabilizzazione della biodiversità naturale.

Anche il castagno, ben presente nelle aree protette, è di derivazione antropica ed oggi svolge un ruolo complesso all'interno dell'ecosistema, andando incontro da un lato ad un drastico decadimento delle piante adulte a causa del cancro, dall'altro svolgendo un ruolo repressore del rinnovo naturale della vegetazione a causa dell'elevata produzione di polloni dai tronchi delle piante adulte e dallo sviluppo

massiccio delle plantule nel sottobosco.

I dati di copertura del suolo e di descrizione dei tipi vegetazionali forniscono una visione soltanto parziale delle caratteristiche ecosistemiche di un luogo, tralasciandone le specificità puntuali. Per ovviare, anche se parzialmente, a questo problema, le analisi cartografiche sono state accompagnate da visite in campo e dalla consulenza e dai lavori prodotti dai professionisti naturalisti che hanno lavorato nel progetto Source 2.2 e a cui è stata affidata la valutazione della situazione ex ante gli interventi di riconnessione ecologica che andranno ad interessare alcuni luoghi puntuali dei parchi. All'intero di questi lavori viene effettuata una descrizione puntuale degli ecosistemi e una sottolineatura di quelli di maggior significatività funzionale.

E' da questo approccio approfondito che sono emersi alcuni dati che hanno aiutato nella scelta dei servizi ecosistemici da analizzare. Un esempio è l'individuazione dell'area di Albiolo, che è stata definita una delle principali zone umide della regione per naturalità, maturità della vegetazione igrofila, estensione, diversità del paesaggio e presenza di specie vegetali ed animali degli ambienti acquatici, non avrebbe mai potuto essere individuata dall'analisi cartografica senza strumenti come le consulenze naturalistiche e le visite in campo.

Allo stesso modo il valore culturale rappresentato dalle trincee della Prima Guerra Mondiale, ristrutturate e mantenute all'interno del Parco Regionale della Spina Verde, non avrebbe potuto emergere da un'analisi desk. Basandosi sulla classificazione CICES i seguenti servizi ecosistemici sono stati raccolti nelle tre grandi categorie (servizi produttivi, servizi regolativi e servizi culturali).



#### Servizi produttivi

##### Produzioni agricole (cod. CICES: 1.1.1.1)

L'agricoltura è uno dei settori principali che concorrono alla fornitura di servizi produttivi. Nelle aree protette qui studiate non è l'attività prevalente ma tuttavia occupa una superficie significativa della loro estensione totale.

##### Produzione di legname (cod. CICES: 1.1.1.2)

La maggior parte dei boschi presenti sul territorio è governato a ceduo. Il prodotto della ceduzione ha diversi indirizzi ma prevale nettamente l'utilizzo a fini energetici.

#### Servizi regolativi

##### Sequestro di CO<sub>2</sub> atmosferica da parte della vegetazione (cod. CICES: 2.2.6.1)

Questo servizio è profondamente legato alla natura prevalentemente boschiva del territorio di studio. I boschi costituiscono i principali serbatoi biologici di carbonio, in grado di sottrarre CO<sub>2</sub> dall'atmosfera ed aumentare le riserve del suolo attraverso il miglioramento delle sue caratteristiche e l'aumento della frazione organica.

##### Purificazione delle acque da parte della vegetazione (cod. CICES: 2.2.5.1)

Si tratta di un servizio legato alla natura delle aree protette, costituite intorno a corsi d'acqua, e a quelle del territorio in cui si situano, molto urbanizzato e dove ancora persistono attività industriali e artigianali ad elevato utilizzo di acqua, come le attività tessili.

##### Habitat per la biodiversità (cod. CICES: 2.2.2.3)

Questo servizio è particolarmente importante in relazione alle evidenze emerse dai monitoraggi botanici e faunistici. Infatti in un'area fortemente antropizzata le aree ad elevato grado di naturalità assumono un valore di rifugio e connessione ecologica ancora maggiore. Se queste aree sono poi legate agli ambienti umidi, sempre più rari in Pianura Padana, il valore è ancora maggiore.

#### Servizi culturali

##### Paesaggio (cod. CICES: 3.1.2.4)

La conservazione di un paesaggio boschivo assume valore in sé quando si colloca in aree urbanizzate o fortemente agricole. Il distacco visivo e paesaggistico che queste aree rappresentano attraggono i visitatori locali in cerca di passeggiate in un ambiente naturale altrimenti poco accessibile. Il Parco Spina Verde offre poi delle prospettive sulla pianura e sul Lago di Como di fortissima valenza estetica oltre che paesaggi naturalistici rari come le brughiere e le praterie termofile che si aprono sul versante sud-occidentale.

##### Valore storico (cod. CICES: 3.1.2.3)

Il Parco Spina Verde rappresenta perfettamente la conservazione di un patrimonio storico di grande importanza del tutto integrato con il paesaggio naturale. Tra i castagneti e le pinete si apre infatti un importante tratto della linea Cadorna, il sistema di trincee e fortificazioni messe appunto durante la Prima Guerra Mondiale. Il Parco ha già investito su questa risorsa recuperando le strutture presenti e arricchendo l'area di una esaustiva cartellonistica.



## 4. Produzioni agricole

L'attività agricola copre una porzione marginale del territorio dei PLIS Sorgenti del Lura e Valle del Lanza e del Parco Regionale Spina Verde, pari a circa il 24% della loro estensione totale. Le coltivazioni sono costituite soprattutto da prati stabili utilizzati per la fienagione destinata alle aziende zootecniche locali e da cereali autunno vernini e mais.

Di seguito si effettua una stima del valore della produzione per queste principali categorie di prodotti.

### Fieno maggengo

I prati permanenti rappresentano l'attività agricola prevalente all'interno delle aree protette con circa 500 ettari di estensione totale. L'area si presta alla coltivazione dei prati in virtù della buona qualità dei suoli e del regime pluviometrico favorevole. Tuttavia la mancanza di sistemi irrigui pone seri rischi di produttività, come segnalato dalle interviste, soprattutto in relazione al secondo taglio estivo a causa dei periodi siccitosi sempre più severi e prolungati.

Il calcolo delle superfici coltivate è riferito al 2018. Le fonti consultate per determinare l'estensione sono state DUSAF<sup>1</sup> e la piattaforma online map.onesoil.ai<sup>2</sup>.

La stima della produttività media è stata effettuata in base ai dati di letteratura, alle fonti statistiche ufficiali e alle interviste dirette agli agricoltori del PLIS Sorgenti del Lura.

Secondo uno studio del dipartimento di produzione vegetale della Facoltà di Agraria diell'Università degli Studio di Milano (Di. Pro.Ve) la produttività di fieno si aggira per la zona collinare lombarda tra le 4 e le 5 tonnellate all'ettaro. Allo sfalcio principale, che viene

effettuato nel mese di maggio, da cui il nome "fieno maggengo" segue uno o due altri sfalci successivi, di minor produttività<sup>3</sup>.

I dati riportati da Agri Istat per l'anno 2017<sup>4</sup> pongono la provincia di Como all'ultimo posto per produttività all'ettaro del fieno maggengo, con 3,5 tonnellate, dato che non si discosta particolarmente da quello degli anni precedenti.

Si tratta di un dato particolarmente basso se rapportato alle altre province lombarde ed in particolare a quelle situate nelle aree più favorevoli e irrigue della pianura padana. Addirittura la media di Mantova (53 tonnellate) che risulta la provincia a maggior produttività in Lombardia, è oltre 15 volte superiore a quella di Como.

Questo tipo di dato aggregato per territorio provinciale è però particolarmente fuorviante nel caso di province che vedono la compresenza di aree molto diverse tra loro, come quelle montane prealpine e quelle di pianura. Poiché il territorio in esame si pone al confine meridionale delle province di Como e di Varese su terreni prevalentemente pianeggianti è opportuno spostare il dato della produttività media verso valori più caratteristici dell'alta pianura.

Dalle interviste dirette agli agricoltori del PLIS Sorgenti del Lura è emersa una valutazione media di circa 3-4 quintali a pertica per il primo taglio e 1-2 q a pertica per il secondo, salvo anni di particolare scarsità idrica durante il periodo estivo come il 2019.

Rapportato alla dimensione spaziale dell'ettaro si arriva ad un risultato di circa 60-90 quintali/ha, dato ben più elevato di quello ISTAT riferito all'intera provincia.

La stima del valore in caso di servizi produttivi, si avvale dell'esistenza di mercati di riferimento. In questo caso le quotazioni della Camera di Commercio di Milano relative alla media dell'anno 2018 corrispondono a 146 euro a tonnellata che rapportato ai suddetti valori di produttività forniscono un valore me-

Tabella 1. Produzione e superficie a fieno maggengo 2017 nelle province lombarde.

Province Lombardia	Superficie in produzione (ha)	Produzione totale (.000 quintali)	Produttività (q/ha)
Varese	3600	504	140,0
Como	7600	266	35,0
Sondrio	12450	1148	92,2
Milano	6900	2522	365,5
Bergamo	14500	3055	210,7
Brescia	14500	1425	98,3
Pavia	5000	1193	238,6
Cremona	10900	3270	300,0
Mantova	6327	3353	530,0
Lecco	4000	800	200,0
Lodi	6500	3250	500,0
Monza e della Brianza	1210	347	286,8
<b>Totale Lombardia</b>	<b>93487</b>	<b>21133</b>	<b>226,1</b>

dio/ha di circa 870-1300 euro<sup>5</sup>.

Un diverso metodo di valutazione è quello del valore di produzione standard, una metodologia sviluppata a livello europeo e volta alla semplificazione del calcolo del valore della produzione all'interno degli Stati membri in sostituzione del metodo dei Redditi Lordi Standard.

Si tratta del valore medio ponderato della produzione lorda totale, comprendente sia il prodotto principale che gli eventuali prodotti secondari che viene calcolato a livello regionale per ogni Stato.

Il valore deve intendersi "franco azienda", al netto dell'IVA e di altre eventuali imposte sui prodotti, ed esclusi gli aiuti pubblici diretti.

I valori della produzione standard riportati dal CREA per la Regione Lombardia risalgono al 2010<sup>6</sup>.

Da questi dati la stima della produzione è di 1.165 euro all'ettaro per i prati permanenti e pascoli, non lontano dalla valutazione media basata sulla produttività.

Nel prosieguo, data la vicinanza di valori, si utilizza la produttività verificata attraverso le interviste agli agricoltori locali, dato territorialmente più specifico, moltiplicata poi per i valori di mercato.

### Costi di raccolta e margine netto

Si fa riferimento alla stima dei costi di raccolta per la fienagione in zona altimetrica di collina, in aderenza sia al contesto di studio che alle produttività e numero di tagli dichiarate dagli agricoltori (2-3 tagli per 6-9 t/ha di produzione) più vicine al modello di collina che di pianura irrigua<sup>7</sup>.



1. <http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>
2. <https://onesoil.ai/en/>
3. [http://www.diprove.unimi.it/agronomy/corso\\_dr\\_pecetti/slides24.pdf](http://www.diprove.unimi.it/agronomy/corso_dr_pecetti/slides24.pdf)
4. <http://agri.istat.it>

5. [https://teseo.clal.it/?section=conf\\_foraggi#fieno\\_mag](https://teseo.clal.it/?section=conf_foraggi#fieno_mag)
6. [http://rica.crea.gov.it/public/it/rls\\_ps.php](http://rica.crea.gov.it/public/it/rls_ps.php)
7. [http://www.crpa.it/media/documents/crpa\\_www/Settori/Meccanica/Download/Archivio-2/M2.pdf7](http://www.crpa.it/media/documents/crpa_www/Settori/Meccanica/Download/Archivio-2/M2.pdf7)



Tab. 2: Valore di produzione standard per le principali colture

FADN		misura	
D01	Frumento tenero e spelta	EUR_per_ha	1.424
D02	Frumento duro	EUR_per_ha	1.995
D03	Segale	EUR_per_ha	658
D04	Orzo	EUR_per_ha	1.178
D05	Avena	EUR_per_ha	836
D06	Mais	EUR_per_ha	2.156
D07	Riso	EUR_per_ha	2.326
D08	Altri cereali da granella (sorgo, miglio, panico, farro, ecc.)	EUR_per_ha	1.261
D09A	Leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci)	EUR_per_ha	2.312
D09B	Leguminose da granella esclusi piselli, fave e favette, lupini dolci	EUR_per_ha	2.136
D10	Patate (comprese le patate primaticce e da semina)	EUR_per_ha	9.611
D11	Barbabietola da zucchero	EUR_per_ha	2.703
D12	Piante sarciolate foraggere	EUR_per_ha	5.394
D23	Tabacco	EUR_per_ha	6.306
D24	Luppolo	EUR_per_ha	12.240
D25	Cotone	EUR_per_ha	1.140
D26	Colza e ravizzone	EUR_per_ha	556
D27	Girasole	EUR_per_ha	987
D28	Soia	EUR_per_ha	1.565
D29	Lino da olio	EUR_per_ha	1.843
D30	Altre oleaginose erbacee	EUR_per_ha	2.876
D31	Lino da fibra	EUR_per_ha	1.021
D32	Canapa	EUR_per_ha	808
D33	Altre colture tessili	EUR_per_ha	1.022
D34	Piante aromatiche, medicinali e da condimento	EUR_per_ha	25.000
D35	Altre piante industriali	EUR_per_ha	2.056
D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	EUR_per_ha	21.232
D14B	Orticole - all'aperto - in orto industriale	EUR_per_ha	16.463
D15	Orticole - in serra	EUR_per_ha	50.997
D16	Fiori e piante ornamentali - all'aperto	EUR_per_ha	98.219
D17	Fiori e piante ornamentali - in serra	EUR_per_ha	184.041
D18A	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	EUR_per_ha	3.020
D18C	Erbaio di mais da foraggio	EUR_per_ha	1.672
D18D	Erbaio di leguminose da foraggio	EUR_per_ha	1.413
D18B	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	EUR_per_ha	2.065
D19	Semi e piantine seminativi	EUR_per_ha	5.400
D20	Altre colture per seminativi (compresi affitti sotto l'anno)	EUR_per_ha	944
D21	Terreni a riposo senza aiuto	EUR_per_ha	0
F01	Prati permanenti e pascoli	EUR_per_ha	1.165
F02	Pascoli magri	EUR_per_ha	452
G01A	Frutteti - di origine temperata	EUR_per_ha	8.889
G01B	Frutteti - di origine sub-tropicale	EUR_per_ha	14.665
G01D	Piccoli frutti	EUR_per_ha	13.377
G01C	Frutteti - frutta a guscio	EUR_per_ha	1.722
G02	Agrumeti	EUR_per_ha	3.758
G03A	Oliveti - per olive da tavola	EUR_per_ha	1.337
G03B	Oliveti - per olive da olio (olio)	EUR_per_ha	2.609
G04A	Vigneti - per uva da vino di qualità (vino)	EUR_per_ha	10.369
G04B	Vigneti - per uva da vino comune (vino)	EUR_per_ha	5.592
G04C	Vigneti - per uva da tavola	EUR_per_ha	3.404
G04D	Uva passa	EUR_per_ha	11.560
G05	Vivai	EUR_per_ha	44.614
G06	Altre colture permanenti	EUR_per_ha	2.028
G07	Colture permanenti in serra (Frutteti - di or.temp.)	EUR_per_ha	25.521
I02	Funghi coltivati sotto copertura (100 mq) - 7,2 raccolti	EUR_per_100_m2	38.076

Secondo lo studio citato il costo medio di raccolta ammonta a 9,85 euro/q per il metodo tradizionale e 12,44 per le rotoballe essiccate. Considerando dunque un prezzo medio di 14,6 euro/q si stima un margine netto, a seconda del metodo di essiccazione selezionato, che oscilla tra 4,75 e 2,16.

### PLIS sorgenti del lura

Nella campagna 2018 circa 500 ettari sono stati destinati a prato, corrispondenti al 25% del territorio del parco.

Utilizzando il metodo di stima basato sulla produttività media dei prati permanenti all'ettaro e sulle quotazioni del fieno maggese 2018 si ottiene che nel 2018 all'interno del PLIS Sorgenti del Lura su circa 500 ettari coltivati a prato la produzione è stata di circa 4.500 tonnellate.

Questa stima viene confermata anche dagli agricoltori locali che mettono però in luce come questa media possa essere fortemente determinata dalle condizioni meteorologiche della stagione, considerando che non sono presenti prati irrigui all'interno del parco con un relativo elevato rischio riguardante soprattutto il secondo taglio.

Utilizzando il prezzo medio della Camera di Commercio di Milano di 146 euro a tonnellata si ottiene una stima annuale del valore lordo di questo servizio produttivo di 657.000 euro. Anche questo dato è stato verificato attraverso interviste agli agricoltori locali e che sottolineano come buona parte della produzione sia utilizzata internamente dalle 4 aziende con allevamenti bovini presenti nel parco.

Il valore netto derivato dalla sottrazione dei costi di essiccazione e raccolto corrisponde a 213.750 euro per l'ipotesi tradizionale e 97.200 per la rotoballa essiccata.



### PLIS valle del Lanza

All'interno del PLIS Valle del Lanza la superficie a prato nell'annata 2018 è stata di circa 95 ettari.

Il dato Istat di produttività si riferisce alla provincia di Varese e raggiunge le 14 t/ha, già significativamente superiori a quelle riferite alla provincia di Como. Utilizzando questo dato la produttività totale è di 1330 t. corrispondenti ad un valore totale di 194.000 euro circa.

Il valore netto derivato dalla sottrazione dei costi di essiccazione e raccolto corrisponde a 63.170 euro per l'ipotesi tradizionale e 28.720 per la rotoballa essiccata.

### Parco regionale della spina verde

Il Parco Regionale della Spina Verde si caratterizza per la superficie quasi completamente boschiva. Le attività agricole, un tempo maggiormente diffuse, sono state via via abbandonate a causa della scarsa produttività e delle difficoltà di lavorazione, trattandosi per lo più di terreni terrazzati o acclivi.

Il DUSAF censisce circa 30 ettari di superfici coltivate ancora presenti. In questa sede tuttavia ci si avvale dei dati forniti direttamente dall'ente Parco il quale all'interno del PTC descrive la presenza di 59 ettari coltivati a prato. Si tratta di aree confinanti con i territori urbanizzati o attigui a cascine e dimore storiche all'interno del Parco, spesso di grande valore paesaggistico e storico, testimoniando una tipologia di terrazzamento che interessava buona parte dei versanti prealpini della provincia e che negli ultimi decenni si è andato via via degradando.

Le particolari caratteristiche del territorio, acclive, terrazzato, con minore ritenzione idrica, riducono ulteriormente la produttività stimabile come il dato inferiore della forbice fornita dagli agricoltori intervistati, ovvero 6 t./ha.

Con questo dato si ottengono circa 180 t. di produzione foraggiera totale pari ad un valore di poco superiore ai 26.000 euro.



Il valore netto deve in questo caso considerare dei costi di raccolta superiori, riferibili al modello di montagna, a causa delle caratteristiche orografiche del territorio della Spina Verde e che ammontano a 12,49 euro/q. per il metodo di essiccazione tradizionale. Il risultato netto è di 3.798 euro.

### Valore totale di fieno nelle aree considerate

Dalle stime sopra effettuate in relazione alle singole aree protette si ottiene una valutazione del valore lordo totale di 877.000 euro. La stima del netto varia tra 280.718 per la raccolta di tipo tradizionale e 129.718 per le rotoballe essiccate.

### Mais

L'annata agraria 2018 ha visto in provincia di Como un rapporto tra superfici coltivate a mais ceroso ad uso foraggero e a mais da granella di circa 1 a 2 (725 ettari di mais ceroso contro 1.550 di mais da granella) con una produzione media di 30 t./ha per il ceroso e 8 t/ha per la granella. Anche in questo caso si evidenzia una marcata differenza con le aree più vocate della pianura padana dove prevalgono sistemi irrigui più intensivi<sup>8</sup>.

Il dato della provincia di Varese differisce nelle proporzioni tra le due tipologie di mais, quasi parimenti divise con una produttività maggiore (49 t/ha per il mais ceroso e 9,3 t./ha per la granella).

Le interviste dirette agli agricoltori hanno fornito un quadro migliore rispetto alla produttività del mais da granella (12 t./ha in media) e sostanzialmente uguale per quanto riguarda quello ceroso (30 t./ha). Su questi dati di fonte primaria sono stati effettuate le seguenti stime di produzione del comparto maidicolo nelle aree analizzate.

Per quanto riguarda la proporzione tra mais ceroso e mais da granella verranno assunte quelle riscontrabili all'interno delle due province, ovvero 1:2 in quella di Como e 1:1 in quella di Varese. Anche nel caso del mais si tratta di un prodotto commerciale con un mercato e prezzi di riferimento.

I prezzi assunti in questa sede per la stima del valore delle produzioni sono quelli ISMEA riferiti ai prezzi medi mensili all'origine sulla piazza di Milano per quanto riguarda il mais da granella e i dati TESEO.CLAL per il trinciato di mais.

Secondo i dati ISMEA la media del prezzo a tonnellata sulla piazza di Milano nel 2018 è stata di 184 euro/t. I prezzi del trinciato di 38 euro/t<sup>9</sup>.

### Costi di produzione

TerraeVita nell'articolo del 13 settembre 2018<sup>10</sup> riporta i costi di produzione del mais al dettaglio. Una sommatoria generale dei costi riportati puntualmente nell'articolo ammonta a 2.210 euro/ha.

### PLIS sorgenti del Lura

All'interno del PLIS Sorgenti del Lura l'estensione coltivata a mais ammonta a 90 ettari circa.

Secondo la stima basata sui dati provinciali la proporzione tra mais ceroso e mais da granella è 30 ettari per il primo e 60 per il secondo.

La stima della produzione per la campagna 2018 ammonta a 900 tonnellate di mais ceroso e 720 tonnellate di granella per un valore totale di 166.680 euro così ripartiti: 34.200 euro per il ceroso, 132.480 euro per la granella per un totale di 166.680 euro.



Tab.3: Superficie totale e produzione di mais da granella per l'annata 2018

Mais ceroso				
Province Lombardia	Superficie (ha)	Produzione Totale (.000 q.)	Unità foraggere	Produttività (q/ha)
Varese	730	358	8943	49,0
Como	725	216	5325	29,8
Sondrio	820	303	7585	37,0
Milano	9300	4671	116785	50,2
Bergamo	11700	7254	181350	62,0
Brescia	38800	23280	582000	60,0
Pavia	15300	7635	187500	49,9
Cremona	56850	31268	781688	55,0
Mantova	31200	18720	468000	60,0
Lecco	500	145	3625	29,0
Lodi	19500	11700	292500	60,0
Monza e della Brianza	700	210	5250	30,0
<b>Totale Lombardia</b>	<b>186125</b>	<b>105760</b>	<b>2640551</b>	<b>56,8</b>

Tab.4: Superficie totale e produzione di mais per l'annata 2018

Mais			
Province Lombardia	Superficie (ha)	Produzione raccolta (q.)	produttività (q/ha)
Varese	766	71111	9,3
Como	1550	124000	8,0
Sondrio	110	6315	5,7
Milano	13900	1621589	11,7
Bergamo	9650	1115240	11,6
Brescia	33726	4569320	13,5
Pavia	15600	1749730	11,2
Cremona	22220	2888600	13,0
Mantova	25000	3153009	12,6
Lecco	780	59128	7,6
Lodi	13500	1620000	12,0
Monza e della Brianza	1840	101987	5,5
<b>Totale Lombardia</b>	<b>138642</b>	<b>17080029</b>	<b>12,3</b>

8. <http://agri.istat.it>

9. <http://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/5390>

10. <https://terraevita.edagricole.it/seminativi/mais-campagna-ottimismo/>



Utilizzando la stima CREA, che riporta il valore produttivo di un ettaro di mais (senza ulteriori distinzioni tipologiche) di 2.156 euro si ottiene un valore complessivo di 194.000 euro. Il valore netto della produzione va depurato dalla stima dei costi corrispondenti a 198.900 e corrisponde ad un valore negativo di 32.220 euro rapportati ai valori di mercato e ad un valore negativo di 4.900 euro su stime CREA.

### Valore totale del mais nelle aree considerate

Il valore totale lordo delle produzioni di mais corrisponde a 227.730 secondo il calcolo delle rese medie per il valore di mercato. Il valore al netto dei costi di produzione risulta negativo di 37.470 euro.

Secondo le stime CREA il valore lordo ammonta a 258.680 con un valore netto pari a -6520.

### PLIS valle del Lanza

Nella campagna 2018 sono stati circa 30 gli ettari coltivati a mais all'interno del PLIS Valle del Lanza. Si assumono le proporzioni tra mais ceroso e mais da granella della provincia di Varese, pari circa a 1:1 e le produttività ISTAT.

Dunque 15 ettari per ciascuna tipologia di prodotto con una produzione stimata di circa 735 tonnellate di mais insilato e 180 t. di granella per un valore totale di 61.050 euro (di cui insilato 27.930 euro e granella 33.120 euro). A questo dato va sottratto il costo di produzione corrispondente a 66.300 euro per ottenere il valore netto, anche in questo caso di segno negativo per 5.250 euro.

Utilizzando la stima CREA, che riporta il valore produttivo di un ettaro di mais (senza ulteriori distinzioni tipologiche) di 2.156 euro si ottiene un valore complessivo di 64.680 euro e un valore netto negativo di 1.620 euro.

### Spina Verde

Non sono presenti colture di mais all'interno del Parco Regionale Spina Verde.

### Frumento

Il frumento costituisce una coltura marginale all'interno delle aree considerate, di gran lunga inferiore alle precedenti per estensione. Generalmente, dalle interviste fatte, viene coltivato in una campagna a ciclo unico ma non è da escludere che in alcuni casi preceda una seconda semina di mais ceroso.

Secondo i dati Agristat la produttività del frumento tenero nelle province di Como e Varese si attesta tra le 5 e le 6 tonnellate all'ettaro.

Il prezzo medio del 2018 riferito a dati ISMEA è stato di 200 euro/tonnellata circa sulla piazza di Milano. Durante la stagione agraria 2018 solo 20,6 ettari sono stati coltivati a frumento all'interno di tutte le tre aree in esame, specificamente 17,3 nel Parco Sorgenti del Lura e 3,3 nel PLIS Valle del Lanza.

Secondo i dati riportati si può stimare una produzione di poco superiore alle 113 tonnellate totali con un valore di 22.600 euro circa. Secondo i dati CREA la produzione lorda standard corrisponde a 29.334 euro.

Tab. 5: Superficie totale e produzione di frumento nell'annata 2018

Frumento tenero				
Province Lombardia	Superficie (ha)	Produzione totale (q)	Produzione raccolta (q)	Produttività (q/ha)
Varese	482	27790	27790	5,8
Como	505	25250	25250	5,0
Sondrio	2	76	76	3,8
Milano	4290	243254	243254	5,7
Bergamo	3970	188912	188912	4,8
Brescia	6000	319415	319415	5,3
Pavia	10900	545740	545740	5,0
Cremona	8990	584350	584350	6,5
Mantova	18954	1284932	1284932	6,8
Lecco	378	19586	19586	5,2
Lodi	3120	218400	218400	7,0
Monza e della Brianza	1230	63465	63465	5,2
<b>Totale Lombardia</b>	<b>58821</b>	<b>3521170</b>	<b>3521170</b>	<b>6,0</b>

### Costi di produzione

Secondo le stime pubblicate su Terra e Vita nell'articolo a firma Battisti del 13/08/2018<sup>11</sup> i costi medi del frumento tenero in pianura si attestano su 1.140 euro/ha. Per i 20,6 ettari coltivati a frumento delle aree di studio il costo totale è dunque di 23.484. Il valore netto della produzione di frumento è dunque negativa per 884 euro.

Secondo i dati CREA di produzione lorda standard il valore netto è positivo di 5.850 euro.

Tab.6: Valore lordo e netto delle principali produzioni agricole

Prodotto	Valore produzione (euro)	Valore al netto dei costi (stima prezzi di mercato)
Foraggio	877.000	280.718
Mais	227.730	- 37.470
Frumento	22.600	- 884

11. <https://terraevita.edagricole.it/featured/frumento-duro-tenero-e-orzo-costi-ricavi-e-redditivita/>





## 5. Legname

Il servizio produttivo di macchiatico e fornitura di legname deriva dal governo a ceduo che caratterizza buona parte delle aree forestali considerate. La quasi totalità del prodotto così ottenuto è destinato ad un utilizzo energetico, in parte consegnato ad aziende del territorio come la centrale di co-generazione La Grande Stufa, in parte utilizzato in forma privata dai proprietari e gestori delle particelle boschive.

Il valore di macchiatico viene definito dalla differenza tra ricavi a m<sup>3</sup> o tonnellate di prodotto ottenibile e costi di estrazione, dipendente anche dalle caratteristiche orografiche e di accessibilità dei fondi.

La stima della quantità di legname presente sarà a corpo, calcolata sul valore in piedi del bosco. Le stime di valore di macchiatico puntuali comprendono la valutazione in campo della qualità delle piante presenti, della quantità al netto degli individui da conservare a seconda del piano forestale, della facilità di accesso e lavorazione ecc.

Poiché in questa sede è impossibile una valutazione così accurata della totalità della superficie forestale e al contempo non utile al fine ultimo di stima di valore complessivo, si è proceduto ad una valutazione speditiva.

Questa è stata effettuata per ogni singola area protetta utilizzando il PIF (piano di indirizzo forestale)<sup>1</sup> provinciale per determinare le categorie forestali presenti e i loro utilizzi e dividendo poi quelli destinati ad una gestione a ceduo da quella ad alto fusto.

Una gran parte della vegetazione boschiva delle aree prealpine considerate è costituita da formazioni a prevalenza, più o meno marcata, di robinia. I robinieti hanno diverse forme di gestione. Alcune (quella multifunzionale e protettiva) consentono la ceduzione con conservazione di matricine e di individui di specie autoctone, consentendo la perpetuazione del robinieto per rinnovo attraverso l'attività pollo-

nifera. La forma di gestione naturalistica presuppone invece che il robinieto venga governato ad alto fusto in modo tale da consentire lo sviluppo delle piante autoctone nel sottobosco e la graduale estromissione della robinia, in prevalenza quercu-carpineto.

### PLIS sorgenti del Lura

Poiché la gestione forestale dipende dalle categorie stabilite nel PIF (multifunzionale, protettivo, naturalistico), allo scopo di determinare la consistenza delle diverse tipologie di bosco all'interno del PLIS Sorgenti del Lura, si è proceduto con l'intersezione, tramite GIS, della mappa provinciale del PIF con quella del PLIS.

Ciò che emerge è che il 44% delle aree boschive sono costituite da robinieto, dato rispondente a quello sui tipi forestali già discusso nella descrizione delle aree studio precedentemente.

Le categorie "multifunzionale" e "protettivo" sono ceduibili. Al contrario non lo è il bosco a destinazione naturalistica. Il robinieto naturalistico ricopre soltanto il 20% dell'estensione totale a robinieto. Segue per importanza il castagneto (14%), in questo caso categorizzato come naturalistico e protettivo ma ugualmente ceduibile in entrambe le categorie secondo il PIF. Risultano ancora ceduibili circa la metà degli alneti e la categoria "altro protettivo". Si tratta in totale di 583 ettari a bosco ceduo, corrispondente al 56% dell'intero patrimonio boschivo del PLIS Sorgenti del Lura.

Per stimare il valore del soprassuolo ceduibile si procede alla stima del peso totale incrociando i dati di estensione per ciascuna categoria di bosco con quelli di volume e massa calcolati dal Secondo Inventario Forestale Nazionale<sup>2</sup> per la Regione Lombardia riferiti alla componente viva del soprassuolo.

La biomassa presente include tutte le specie, anche di accompagnamento, presenti in ogni tipologia forestale.



Tab 7. Principali categorie forestali per indirizzo nel PLIS Sorgenti del Lura

Tipo forestale	Estensione (ha)	Peso su sup.totale parco
m robinieti	236,76	19%
n robinieti	248	20%
p robinie	66	5%
n castagneti	177	14%
p castageti	12	1%
n pinete	73	6%
n q-p	28	2%
n querc	65	5%
n alneti	73	6%
p altro	57	5%

Tab. 8: Categorie forestali per indirizzo e valore di biomassa epigea nel PLIS Sorgenti del Lura.

Tipo forestale	Estensione (ha)	Estensione relativa	t/ha	biomassa totale (t)
m robinieti	236,8	19%	88,1	20862,08
n robinieti	248	20%	88,1	21848,8
p robinie	66	5%	88,1	5814,6
n castagneti	177	14%	137,1	24266,7
n aceri-frassineto	31,6	3%	88,1	2783,96
p castagneti	12	1%	137,1	1645,2
n pinete	73	6%	109,5	7993,5
n quercu-carpineti	28	2%	67,7	1895,6
n querceti	65	5%	67,7	4400,5
n alneti	73	6%	95,1	6942,3
p altro	57	5%	88,1	5021,7
<b>totale</b>	<b>1067,4</b>	<b>86%*</b>		<b>103474,9</b>

\* la restante percentuale è costituita da diradamenti e formazioni arbustive

Secondo questi dati la biomassa totale presente all'interno del PLIS Sorgenti del Lura corrisponde a circa 103.474,9 tonnellate. La quota ceduibile corrisponde a 61.000 t.

1. <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/agricoltura/boschi-e-foreste/piani-indirizzo-forestale/piani-indirizzo-forestale>

2. <https://www.sian.it/inventarioforestale/>



## PLIS Valle del Lanza

Il PLIS Valle del Lanza ricade nelle province di Varese e di Como. Per questa ragione il calcolo delle quantità di legname prelevabile ha necessitato l'integrazione di due differenti Piani di indirizzo forestale.

Per quanto riguarda la porzione varesina del parco le aree boschive presenti sono circa 244 ettari costituite da tre tipologie prevalenti: robinieto misto, castagneto e aceri-frassineto.

Secondo il PIF della provincia di Varese le prime due tipologie boschive sono governate a ceduo matricinato mentre l'aceri-frassineto contempla una forma di governo misto, in cui vengono effettuati tagli diradanti pur mantenendo la copertura del suolo e stimolando lo sviluppo degli individui selezionati. L'aceri frassineto copre soltanto 57 ettari e può essere considerato, per ragioni di semplicità, ceduabile al 50%, pur tenendo conto delle maggiori diffi-

coltà di lavorazione e trasporto di un'operazione di diradamento rispetto ad una di ceduazione. In tutto solo 55 ettari di aceri frassineto non sono destinati ad un governo a ceduo. I restanti 189 ettari sottostanno a ceduazioni con rilascio di matricine e mantenimento di alcuni individui arborei di specie autoctone.

La porzione comasca del PLIS vede una superficie boscata di 441 ettari circa. Di questi 266 di robinieto, di cui 138 a indirizzo naturalistico, e dunque governati ad alto fusto. A questi si aggiungono 1,3 ettari di pineta, 9 ettari di querceto, 4 ettari di aceri-frassineto e 5 ettari di alneti. 260 ettari in tutto governati ad alto fusto. La parte rimanente è da considerarsi, potenzialmente, a ceduo, corrispondente a 181 ettari. Sommando le componenti comasca e varesina del PLIS Valle del Lanza si ottengono 472 ettari boschivi potenzialmente ceduabili suddivisi come di seguito. In totale sono 48.993 le tonnellate di legname asportabili.

Tab.9: Categorie forestali (PIF Varese) per indirizzo e valore di biomassa epigea nel PLIS Valle del Lanza

Tipo forestale	PIF Varese (ha)	IFNC t/ha	biomassa totale (t)
robinieto	124,8801	88,1	11001,94
acero-frassineto	55,04078	88,1	4849,093
castagneto	62,10712	137,1	8514,886
saliceto	2,560539	95,1	243,5073
<b>totale ceduabili</b>			<b>19760,33</b>

Tab. 10: Categorie forestali (PIF Como) per indirizzo e valore di biomassa epigea nel PLIS Valle del Lanza

Tipo forestale	PIF Como (ha)	IFNC t/ha	biomassa totale (t)
n.robinieto	138,7983	88,1	12228,13
p.m robinieto	127,6353	88,1	11244,67
castagneto	87,50781	137,1	11997,32
acero-frassineto	4,533607	88,1	399,4108
querceto	9,243558	67,7	625,7889
altro+vuoto	68	88,1	5990,8
pinete	1,33	109,5	145,635
alneto	4,9	95,1	465,99
<b>tot ceduabili</b>			<b>29232,79</b>

## Parco regionale della Spina Verde

come governate ad alto fusto.

Nella pratica, la forma di tradizionale di governo a ceduo, risulta sempre meno praticata, secondo quanto riportato dal piano agricolo del parco, anche perchè la maggior parte delle aree forestali è di proprietà privata ed estremamente frammentata.

E' tuttavia da segnalare come questa destinazione sia sempre meno perseguita effettivamente. Per ragioni di antieconomicità delle operazioni di ceduazione sono sempre più i boschi cedui in stato di abbandono o quelli con un turno di ceduazione sempre più lungo.

L'area boschiva, comprendente la quasi totalità dell'area protetta, è costituita da circa 881 ettari. Di questi il 61%, pari a 540 ettari, è costituita da robinieto misto. Il 30%, pari a 262 ettari, da castagneto. Entrambe le tipologie di bosco sono potenzialmente governate a ceduo sia secondo i dati DUSAF che secondo l'intervista alle autorità del parco.

La restante parte, costituita da pineta, alnete e altra vegetazione igrofila e cespuglieti di vegetazione termofila, sono da considerarsi

Tab.11: Tipologie forestali e biomasse epigee nel Parco Regionale della Spina Verde

Tipo forestale	ha	t/ha IFNC	biomassa totale (t)
Robiniesto misto	540	88,1	47574
Castagneto	262	137,1	35920,2
<b>totale</b>			<b>83494,2</b>

## Valore totale

La stima del valore è certamente il capitolo più controverso per quanto riguarda soprassuoli naturali e di tipologie così differenti.

Una stima puntuale vorrebbe una valutazione in campo che tenga conto delle caratteristiche del territorio (accessibilità, pendenza ecc) e del soprassuolo forestale (diametro, età, composizione specifica ecc). Nel caso delle aree di studio questo tipo di valutazione sarebbe appropriato anche perchè il territorio presenta notevoli differenze ed alcune aree non risultano facilmente raggiungibili e lavorabili (si pensi alle aree acclivi del Parco Regionale della Spina Verde).

Il valore finale deriva dalla differenze tra il valore del legname, per specie e dimensione, e i costi di estrazione, comprendenti sia quelli burocratico-amministrativi a carico del proprietario del lotto che quelli tecnici di taglio e trasporto a carico dell'impresa.

Nella presente stima, non essendo possibile un procedimento analitico di questo tipo, ci si è riferiti ad una ricerca di carattere "bibliografico" su stime pubbliche effettuate su soprassuoli simili a quelli studiati e in aree geografiche paragonabili.

Dalle valutazioni riscontrate emerge che mediamente il valore attribuito a soprassuoli cedui ad utilizzo per lo più energetico, corrisponde a circa 1 euro/q.

Dunque si tratterebbe di una stima di 610.000 euro per il legname ceduabile all'interno del PLIS Sorgenti del Lura, di 489.000 euro per il PLIS Valle del Lanza e di 834.000 per il Parco Regionale della Spina Verde.

La sommatoria del valore delle aree boschive a ceduo in tutte le aree protette considerate corrisponde a 1.933.000 euro.

Considerando turni di taglio di 15 anni si ottiene un valore medio anno prodotto dalle tre aree di 128.000 euro.



## 6. Organizzazione della CO2 atmosferica

L'organizzazione della CO2 atmosferica da parte della vegetazione è uno dei principali servizi eco sistemici regolativi forniti dagli ecosistemi terrestri. Ogni territorio costituisce di per sé un serbatoio di carbonio in forma minerale (geocarbonio) e organica (biocarbonio).

Il primo risponde a cicli di formazione, accumulo e rilascio così lunghi per i tempi antropici da poterlo considerare in uno stato imperturbabile. Ecco perché l'immissione di geocarbonio in atmosfera tramite la combustione di carbone e idrocarburi è stato un processo che ha determinato di fatto una aggiunta netta nell'ecosistema terrestre causato dal passaggio dalle riserve geologiche e minerali e quelle organiche.

Il biocarbonio segue i cicli biologici, di gran lunga più brevi. Gli ecosistemi terrestri maturi presentano un bilancio stabile del carbonio accumulato e rilasciato. Si intende cioè che la somma dell'organizzazione e della respirazione determinata dalla molteplicità degli esseri viventi che compongono l'ecosistema e che degradano la sostanza organica è sostanzialmente in pareggio.

Questi ecosistemi hanno realizzato le proprie potenzialità di sviluppo fino a raggiungere una forte stabilità morfologica e funzionale. Sono anche quelli che presentano un livello molto elevato di biodiversità con un gran numero di organismi ridondanti dal punto di vista funzionale che forniscono un'elevata resilienza all'intero sistema. A seconda delle condizioni ambientali (temperatura media, umidità) l'accumulo di carbonio può essere diverso (si pensi agli accumuli molto consistenti nel suolo delle torbiere o a quelli molto scarsi nel suolo delle selve equatoriali) ma tuttavia sempre molto elevato rispetto agli ecosistemi disturbati dall'intervento antropico negli stessi contesti geografici, siano boschi secondari o, a maggior ragione, ecosistemi agricoli.

Oggi la condizione di ecosistema maturo e stabile è riscontrabile in porzioni molto ridotte del pianeta. L'azione antropica costituisce

infatti un elemento di disturbo diffuso che impedisce il raggiungimento della stabilità determinando invece condizioni di continuo mutamento ed evoluzione degli ecosistemi e una prevalenza di formazioni vegetali e popolazioni animali pioniere su quelle caratteristiche delle fasi mature. Si tratta cioè di aree disturbate che se lasciate a processi di rinaturalizzazione mostrano una net primary production molto positiva. La quantità di carbonio accumulato dall'ecosistema aumenta esponenzialmente di anno in anno a misura che il bosco ricolonizza il territorio e il suolo va riformandosi. Ragionando in termini di capitale naturale e servizi ecosistemici si potrebbe dire che il servizio è molto positivo ma parte da un capitale quasi inesistente costituito da aree agricole abbandonate, aree interstiziali, cespuglieti degradati.

Nel tempo la vegetazione inizia a invecchiare, molti degli alberi che avevano ricolonizzato l'area non sopravvivono perché sovrastati dagli altri, la densità decresce. Tutto questo provoca un aumento della degradazione di rami e tronchi, in parte accumulata nel suolo in forma di composti umici, in altra parte reimpressa in atmosfera. La net primary production inizia a calare. Nel tempo si raggiunge un equilibrio funzionare in cui essa è vicina allo zero. Quindi il servizio ecosistemico di accumulo del carbonio tenderà sempre più a diminuire, compensato però dal contestuale aumento del capitale, ovvero del carbonio mantenuto all'interno della foresta tra soprassuolo e sottosuolo.

La net primary production viene assunta come la misurazione del servizio eco sistemico di sequestro della CO2, ovvero il flusso derivato da un capitale esistente. Determinando un periodo contabile di misurazione, che per la volontà di integrazione con la contabilità economica e anche all'aderenza ai cicli naturali, risulta essere l'anno solare, è possibile verificare al termine del periodo se i flussi sono stati positivi, andando a incrementare il capitale preesistente, o in pareggio o anche negativi, intaccandolo<sup>1</sup>.

Nel contesto di studio questo calcolo è complicato dalla peculiare forma di gestione del bosco, ovvero il governo a ceduo. In questo senso quello che da un lato figura come un servizio ecosistemico produttivo (il legname prodotto)



deve essere anche considerato come un'uscita ciclica di carbonio organico dallo stock.

Questa differenza riguarda anche l'impostazione teorica del lavoro. Infatti viene considerata carbon sequestration l'organizzazione annuale di CO2 atmosferica per mezzo della fotosintesi, mentre carbon storage il mantenimento degli stock. Negli ecosistemi disturbati caratteristici dei territori presi in considerazione, in caso di mantenimento dello stock (storage) avremo un sequestro annuale netto positivo con incremento dello stock stesso. Caso diverso sarebbe il consumo dello stock per esempio causato da un cambio di destinazione d'uso del suolo che determinerebbe l'azzeramento dei flussi di servizio di sequestro e del capitale che li produce.

Il governo a ceduo si inserisce a metà strada tra questi due scenari poiché non determina un cambio di uso del suolo né la perdita della frazione organica del suolo (comprendente la parte ipogea degli alberi). Anche gli stessi individui arborei coinvolti non muoiono a seguito dell'intervento di taglio, conservando la capacità del proprio apparato radicale che consente loro una rapida ricrescita con un aumento drastico dei flussi positivi di sequestro, ben più veloce rispetto a quanto accadrebbe in caso di riforestazione naturale da seme.

Tuttavia in caso di governo a ceduo non si può calcolare la massa epigea della vegetazione tra gli stock di carbonio poiché questa viene azzerata e solitamente bruciata, reimmettendo l'intera quantità di CO2 organica in atmosfera.

Dunque, avvalendosi delle stime già effettuate nella sezione riguardante il legname dei servizi produttivi, il totale per la parte epigea verrà depurato della quota di bosco destinata alla ceduzione. Scopo dell'analisi di questo servizio è determinare l'entità dello stock e dei flussi di sequestro di carbonio dall'atmosfera da parte dei territori dei PLIS Sorgenti del Lura e Valle del Lanza e del Parco Regionale Spina Verde e giungere ad una stima del valore economico da essi rappresentato.

A questo scopo si procede determinando inizialmente lo stock di carbonio presente, ovvero

il capitale iniziale. Successivamente si determinano i flussi annuali di accumulo di carbonio atmosferico nella vegetazione per tipologia di vegetazione presente.

La net primary production verrà calcolata limitandosi alla stima dell'accrescimento della vegetazione epigea, astenendosi dal valutare altre componenti significative dell'ecosistema, come per esempio la degradazione della sostanza organica da parte di funghi e microrganismi. La valutazione economica verrà effettuata sulla base di riferimenti internazionali e in parallelo ad un'analisi della domanda locale di sequestro della CO2 inferita dalla somma delle emissioni di CO2 dei comuni confinanti con i parchi e le aree protette.

### Lo stock e i flussi

Per calcolare lo stock di carbonio presente nelle aree di interesse viene inizialmente determinata la biomassa vegetale. Di questa viene assunta solo la parte epigea, rappresentata da tronchi, rami e ceppaie e residui morti del soprassuolo. Questa scelta si rende obbligatoria per la mancanza di dati e stime sulla presenza di carbonio nella frazione organica del suolo e nella lettiera.

L'analisi viene condotta seguendo i tipi forestali individuati all'interno delle aree protette in esame e armonizzando questa classificazione con quella dell'INFC (Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio) del 2005 i quali forniscono le stime di biomassa e accrescimento.

Ottenuta la stima della biomassa (espressa in peso o m3) sarà poi possibile derivare il carbonio organico applicando un fattore di conversione. Questo fattore corrisponde a 0,5 circa e viene desunto dalla media della composizione delle diverse tipologie di legno che si compongono di carbonio per circa la metà del loro peso (48-52%) oltre che di ossigeno (41-45%), idrogeno (5,8-6,4%) e azoto in piccole percentuali<sup>2</sup>.

Nella tabella seguente si riportano i valori di biomassa e incremento annuale per le catego-

1. <http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/2017/01/ANCA-Tech-Guid-5.pdf>

2. Bossetto M., Lozzi I., 2008, Chimica del legno, ARACNE editrice.





rie forestali più diffuse sul territorio in esame e che assommano a oltre il 92% della superficie boschiva. In prima colonna si riporta l'estensione in ettari su tutte le tre aree protette per ciascuna categoria forestale. In seconda è riportato il dato medio di biomassa epigea all'ettaro secondo i dati IFNC e in terza lo stock presente per ciascuna categoria derivante dalla moltiplicazione delle prime due colonne.

Stesso discorso vale per le ultime due colonne. Nella prima si trova l'incremento medio annuo in m<sup>3</sup> per categoria forestale secondo le stime IFNC e nella seconda il dato totale per le aree protette derivante dalla moltiplicazione del valore medio per l'estensione in ettari.

Se lo stock presente costituisce il capitale naturale di partenza in ogni stagione, l'incremento riguarda invece il servizio ecosistemico

Tab.12: Stock e incremento totale per tipi vegetazionali

Categoria forestale	ha	biomassa (t/ha)	stock (t/ha)	incremento (m <sup>3</sup> ha.anno)	incremento totale (m <sup>3</sup> ha.anno)
Aceri-frassineti e aceri tiglieti	43,4	88,1	3826,9	4,7	204,2
Alneti	101,9	95,1	9691	5,5	560,5
Castagneti	722,9	137,1	99101,8	7,2	5221,8
Querceti	64,6	83,1	5372	3,2	206,9
Quercocarpineti	31,1	67,7	2103,9	3,2	99,4
Robineti misti	1359,3	88,1	119687,5	4,7	6388,7
Robineti puri	71,7	15,7	1125,2	0,8	57,3
Pinete	53,8	109,5	5886,6	3,0	161,3
Saliceti	11,4	95,1	1084,7	5,5	62,7
<b>totale</b>	<b>2460,1</b>		<b>2474879,</b>		<b>12962,8</b>

prodotto ogni anno. A seconda dell'utilizzo delle foreste questo andrà a incrementare di anno in anno la consistenza del capitale o ad eroderla (se i prelievi sono superiori alla capacità di accumulo del servizio ecosistemico).

Dai dati emerge che la biomassa presente è di quasi 248 mila tonnellate.

Per poter comparare lo stock misurato in tonnellate all'incremento della biomassa medio annuo misurato in m<sup>3</sup> viene adottato un fattore di conversione in aderenza a quanto riportato dai dati di IFNC. In particolare si sono assunte le medie delle stime di conversione da m<sup>3</sup> a tonnellata per ogni specie botanica di due categorie forestali differenti: castagneto ed altri boschi di latifoglie. Queste infatti riassumono quasi completamente le tipologie presenti all'interno dei parchi.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva del procedimento descritto sopra.

Secondo questo criterio di conversione l'incremento annuo in peso, corrispondente a 12.962,8 m<sup>3</sup> di volume, è di 9.353,7 tonnellate. Questo importo corrisponde al 3,8% dello stock esistente.

Questi dati moltiplicati per il fattore di conversione 0,5 restituiscono la quantità di C presente nella parte epigea della vegetazione delle aree protette considerate.

Tab. 13: Conversione dell'incremento annuo da m<sup>3</sup> a t. in base alle medie IFNC su castagneti e altri boschi

Categoria forestale	Castagneti	Altri boschi	Media	incremento (m <sup>3</sup> ha.anno)	incremento totale (t/ha/anno)
Aceri frassineti e aceri-tiglieti	0,8	0,8	0,8	204,2	163,3
Alneti	0,58	0,59	0,585	560,5	327,9
Castagneti	0,618	0,62	0,619	5221,8	3232,3
Querceti	0,82	0,8	0,81	206,9	167,6
Quercocarpineti	0,82	0,8	0,81	99,4	80,5
Robineti misti	0,84	0,79	0,815	6388,7	5206,8
Robineti puri	0,84	0,79	0,815	57,3	46,7
Pinete	0,56	0,56	0,56	161,3	90,3
Saliceti	0,57	0,65	0,61	62,7	38,3
<b>totale</b>				<b>12962,8</b>	<b>9353,7</b>

Tab.14: Conversione della biomassa epigea per stock e incremento a carbonio e CO<sub>2</sub>

Categoria forestale	C		CO <sub>2</sub>	
	stock (t)	incremento (t/anno)	stock (t)	incremento (t/anno)
Aceri frassineti e aceri-tiglieti	1913,5	81,7	7016,1	299,4
Alneti	4845,5	163,9	17766,9	601,1
Castagneti	49550,9	1616,1	181688,2	5925,9
Querceti	2686,0	83,8	9848,7	307,2
Quercocarpineti	1051,9	40,3	3857,1	147,7
Robineti misti	59843,7	2603,4	219429,1	9545,9
Robineti puri	562,6	23,4	2062,8	85,7
Pinete	2943,3	45,2	10792,2	165,6
Saliceti	542,4	19,1	1988,7	70,2
<b>totale</b>	<b>123939,8</b>	<b>4676,9</b>	<b>454449,9</b>	<b>17148,7</b>

Per determinare la corrispondenza tra la quantità di carbonio organico e l'equivalente CO<sub>2</sub> sottratta all'atmosfera è poi necessario moltiplicare il peso del carbonio per 3,6667. Questo è determinato dal peso atomico di car-

bonio e ossigeno. Il primo infatti ha un peso di 12 mentre l'ossigeno di 16. CO<sub>2</sub> ha un peso di 44. Il rapporto tra CO<sub>2</sub> e C è appunto 3,6667,





## L'incidenza del governo a ceduo

La maggior parte dei boschi delle tre aree protette hanno un indirizzo forestale a ceduo. Come descritto nel capitolo 3 si stima che siano circa 193.000 le tonnellate di legname cedua-

Bisogna anche ricordare tuttavia che si tratta di stime dell'utilizzo potenziale secondo i piani forestali dei parchi e della provincia e che non necessariamente corrispondono alle pratiche effettive.

Attenendosi agli indirizzi di piano il risultato di carbonio e CO2 stoccati annualmente va rivisto con una riduzione del 78% come segue:

Tab.15: Stock e incremento di carbonio e CO2 dopo la decurtazione delle quote ceduabili

C		CO2	
stock (t)	incremento (t/anno)	stock (t)	incremento (t/anno)
28506,154	1075,687	104523,477	3944,201

## ETS: EU Emission Trading System<sup>1</sup>

Un possibile riferimento per il valore della CO2 (espresso in euro/tonnellata) può essere il sistema di scambio di quote di emissione dell'Ue (ETS UE).

Questo sistema è operante in 31 paesi (28 comunitari più Islanda, Lichtenstein e Norvegia) e si rivolge a 11.000 impianti ad alto consumo energetico come centrali energetiche, impianti industriali e compagnie aeree. In totale riguarda il 45% del totale di emissioni di CO2 dell'Unione Europea che ad oggi risulta essere il primo produttore mondiale di questo gas serra. Istituito nel 2005 questo sistema ha come obiettivo la progressiva diminuzione delle emissioni di CO2 per i settori coinvolti, del 21% entro il 2020 e del 43% entro il 2030.

Alla CO2 si aggiungono anche altri gas nocivi: ossido di azoto (N2O) e fluorocarburi (PFC). Per ciascuna categoria di gas sono previsti specifici settori industriali di applicazione con possibili esenzioni a seconda della dimensione degli impianti o nel caso in cui le amministrazioni locali mettano in campo misure alternative che conducano una riduzione equivalente.

Il funzionamento è semplice. Viene fissato un tetto di emissioni per settore che si abbassa progressivamente negli anni. Le aziende ricevono o acquistano quote di emissione che devono restituire alla fine dell'anno per non incorrere in multe. Chi avesse un surplus di quote, perché ha avuto emissioni inferiori a quelle previste, le può mettere sul mercato. Inoltre è possibile acquistare anche crediti derivanti da progetti internazionali, sebbene in misura limitata. Qualora il prezzo delle quote si mantenga per lunghi periodi a livelli elevati, verranno incentivati gli investimenti in innovazione

1. [https://ec.europa.eu/clima/policies/ets\\_it](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_it)

tecnologica volti alla riduzione delle emissioni. Attualmente ci si trova nella fase 3 del programma. Le novità riguardano soprattutto la progressiva sostituzione del metodo d'asta per l'acquisizione iniziale delle quote invece dell'assegnazione gratuita. Vengono poi inseriti altri tipi di emissione oltre a quelle suddette. Sono state accantonate 300 milioni di quote per i nuovi entranti per incentivare investimenti in tecnologia in energie rinnovabili e cattura e immagazzinamento della CO2.

La fase successiva (4) del periodo 2021-2030, è stata rivista a inizio 2018 per incorporare gli obiettivi di riduzione delle emissioni entro il 2030 previsti dal quadro delle politiche per il clima e l'energia per il 2030 e come contributo della UE all'accordo di Parigi 2015. E' previsto di rafforzare gli ETS riducendo le quote al ritmo del 2,2% annuo e rafforzare una riserva di quote comunitaria che serva per stabilizzare il mercato ed evitare futuri shock.

- proseguire con l'assegnazione gratuita di quote a garanzia della competitività internazionale dei settori industriali esposti al rischio di ri-localizzazione delle emissioni di carbonio, garantendo al tempo stesso che le regole per determinare l'assegnazione gratuita siano mirate e riflettano il progresso tecnologico
- aiutare l'industria e il settore energetico a rispondere alle sfide dell'innovazione e degli investimenti richiesti dalla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio attraverso vari meccanismi di finanziamento

Quella degli ETS può essere un importante riferimento per la determinazione del prezzo della CO2 a tonnellata a livello europeo e per dare un valore al servizio ecosistemico di sequestro e organizzazione fornito dalle foreste.

Attualmente (settembre 2018) i valori delle quote ETS hanno raggiunto i loro massimi storici dal 2008 (vedi grafico).

Questo è riconducibile ad un trend di medio periodo dovuto all'andamento positivo dell'economia europea e alla ripresa dell'attività industriale negli ultimi 3 anni dopo la fine della crisi economica iniziata nel 2008. I valori odierni si aggirano attorno a 20 euro/t.<sup>2</sup>





## La valutazione economica del SE di sequestro della CO2 nei territori dei PLIS sorgenti del Lura e valle del Lanza e del Parco Regionale Spina Verde

La stima economica del valore del servizio di sequestro del carbonio da parte della vegetazione epigea dei PLIS Valle del Lanza e Sorgenti del Lura e del Parco Regionale della Spina

Verde, viene effettuato tramite 3 differenti metodi. I primi due si basano sugli ETS. Il primo sul prezzo medio calcolato negli ultimi 10 anni, in modo da assumere un valore solido in grado di assumere l'elevata volatilità che ha caratterizzato questi titoli. Il secondo sul prezzo attuale degli ETS.

Il terzo invece sul costo sociale del carbonio, un valore derivante da una metodologia specifica che viene spiegata nel dettaglio più avanti

Tab.16: Valore a media delle quotazioni di 10 anni

Stock	Incremento
1.144.532,1	43.189,0

Tab.17: Valore su quotazione attuale (10/02/2020)

Stock	Incremento
2.394.632,9	90.361,6

## Costo Sociale del Carbonio<sup>3</sup>

Il costo sociale del Carbonio è un indicatore messo appunto dall'EPA (United States Environment Protection Agency) per calcolare il costo di una tonnellata di CO2 emessa in atmosfera cercando di considerare tutte le possibili ricadute sulla società. Questo calcolo comprende i cambiamenti apportati alla produttività agricola, la salute umana, il rischio di danni alla proprietà e alle costruzioni determi-

nato dagli incrementati rischi di inondazioni, i cambiamenti nel sistema energetico e i suoi costi. Tuttavia, a causa della difficoltà di calcolo e alle limitate capacità di modellizzazione attuali, come rilevato dal IPCC Fifth Assessment, questo indicatore non riesce ancora ad includere tutta la portata economica delle ricadute negative della CO2 rilevate in letteratura.

Tab. 18: Valutazioni del costo sociale del carbonio secondo diversi scenari

Year	5% Average	3% Average	2.5% Average	High Impact (95 <sup>th</sup> Pct at 3%)
2010	10	31	50	86
2015	11	36	56	105
2020	12	42	62	123
2025	14	46	68	138
2030	16	50	73	152
2035	18	55	78	168
2040	21	60	84	183
2045	23	64	89	197
2050	26	69	95	212

Considerando le indicazioni fornite da EPA è possibile una stima del valore del servizio ecosistemico di sequestro del carbonio atmosferico su due indicatori. Quello riferito al tasso di scon-

to del 3% e quello riferito allo scenario peggiore del 95 percentile, entrambi considerati al 2020.

Tab.19: Valore di stock e incremento annuo in base al costo sociale al tasso del 3% (convertito a euro in data 10/02/2020)

Stock	Incremento
4.026.407,4	151.936,7

Tab.20: Valore di stock e incremento annuo in base al costo sociale nell'ipotesi di maggiore impatto (convertito a euro in data 10/02/2020)

Stock	Incremento
11.791.621,7	485.136,7



3. [https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2016-12/documents/sc\\_co2\\_tsd\\_august\\_2016.pdf](https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2016-12/documents/sc_co2_tsd_august_2016.pdf)



## 7. Habitat per la biodiversità

Il tema della biodiversità è centrale nello studio e nella valutazione degli ecosistemi e dei servizi che essi producono per il benessere umano.

Come è stato accennato, la biodiversità non può essere considerata prettamente una parte del capitale naturale e tantomeno un servizio quanto piuttosto la nervatura stessa del sistema che ne determina il funzionamento e la qualità.

Valutare economicamente la sua presenza è fuorviante, a causa della complessità della relazione tra i livelli di biodiversità dell'ecosistema e la qualità dei servizi eco sistemici prodotti. Inoltre quello della biodiversità è anche un campo all'interno del quale il valore di esistenza costituisce una parte preponderante del valore totale e le considerazioni etiche acquisiscono una maggiore importanza rispetto a quelle strettamente funzionali.

Tuttavia lo studio del Capitale Naturale e dei servizi eco sistemici ha cercato di approcciare ugualmente il tema attraverso la quantificazione e valutazione degli ambienti che, all'interno di un territorio di riferimento, sono particolarmente importanti per la conservazione di elevati livelli di biodiversità.

La definizione che viene accettata nelle valutazioni dei servizi eco sistemici ad oggi attuate è quella di habitat per la biodiversità. Con questo termine si vuole indicare la presenza di aree che per proprie caratteristiche riescono a garantire la presenza e la conservazione di un elevato numero di specie che nelle zone circostanti non trovano adeguato spazio.

Nel contesto lombardo strumenti legislativi come il PSR hanno individuato aree di questo tipo, in particolar modo nel contesto agricolo, per esempio in zone umide, filari, boschi residui ecc, attribuendo ad essi un valore economico espresso dai pagamenti che le misure agro ambientali prevedono in favore degli agricoltori che le mantengono all'interno della loro proprietà.

Il PSR è quindi un primo riferimento di compenso per un servizio ecosistemico prodotto a

cui è possibile appoggiarsi per la valutazione economica degli habitat per la biodiversità.

Certo, si tratta ancor più che in altri casi, di una approssimazione per difetto, a metà tra il valore garantito da queste aree per certi servizi eco sistemici, come l'impollinazione o la lotta biologica, e l'indennizzo per la mancata coltivazione o per sistemi di coltivazione meno intensivi di quelle aree basate sui prezzi medi dei prodotti agricoli da esse ricavabili.

Nel contesto dei PLIS Valle del Lanza e Sorgenti del Lura e del Parco Regionale Spina Verde, gli habitat per la biodiversità sono di gran lunga più articolati e più preziosi di quelli riscontrabili all'interno di un contesto agricolo e in alcuni casi riguardano ecosistemi ormai rari.

Inoltre la totalità delle aree non coltivate e tutelate dal sistema regolativo delle aree protette costituisce un habitat per la biodiversità che assume ancor più rilevanza a misura di come il contesto in cui si situano risulta povero di aree naturali in grado di ospitare una flora e una fauna autoctone.

### Le aree di interesse

Le aree protette considerate rappresentano alcuni importanti ecosistemi delle aree pianiziali e collinari lombarde: il bosco pianiziale, le aree umide, la vegetazione ripariale, i boschi collinari a castagno e quercia, i versanti termofili collinari a brugo e *Cytisus scoparius*.

### Il bosco pianiziale

Il contesto di studio si inserisce in una delle aree più antropizzate della Lombardia e dunque d'Italia. La conservazione e il ripristino di aree di bosco pianiziale ad alto fusto, caratterizzato dal quercio-carpinetto acquisisce un profondo valore poiché si tratta oggi di un ecosistema estremamente raro, ormai del tutto residuale in comparazione con la sua diffusione potenziale nella pianura Padana.

Le zone caratterizzate dal quercio-carpinetto sono distribuite su tutte le aree protette considerate. Dall'analisi dei tipi vegetazionali emerge che l'estensione totale di questa formazione vegetale corrisponde a circa 95,7 ha derivanti dalla somma delle categorie "querceti" e "quercio-carpinetto".

Si tratta di formazioni boschive vicine alle caratteristiche potenziali della vegetazione caratterizzate dalla dominanza della farnia e del carpino e che generalmente si arricchiscono di elementi arbustivi autoctoni (*Rosa arvensis*, *Rubus caesius*, *Ligustrum vulgare*, *Euonymus europaeus*, *Crataegus monogyna*, *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, *Hedera helix*, *Clematis vitalba* e *C. viticella*, *Lo-nicera caprifolium*).

Questo ambiente fornisce anche rifugio alla vegetazione geofita pianiziale che si sviluppa negli ultimi periodi dell'inverno e nei primi mesi primaverili sfruttando il periodo antecedente all'oscuramento derivato dalla ricrescita della volta del bosco (*Scilla bifolia*, *Anemonoides nemorosa*, *Erythronium dens-canis*, *Leucojum vernum*, *Helleborus viridis*).

### Vegetazione ripariale

Da un'analisi cartografica dei principali corsi d'acqua presenti nelle aree protette (Torrente Lura e Torrente Faloppia nel PLIS Sorgenti del Lura; Torrente Lanza e torrente Quadronna all'interno del PLIS Valle del Lanza) sono stati selezionati solamente i tratti circondati da una significativa fascia di vegetazione ripariale (20m circa).

Le aree di studio si caratterizzano per l'elevata presenza di territori boschivi, motivo per il quale i tratti dei corsi d'acqua fiancheggiati da vegetazione arborea sono maggioritari.

Complessivamente si giunge a 6 km circa per quanto riguarda il territorio del PLIS Sorgenti del Lura e 8 km all'interno del PLIS Valle del Lanza.

Considerando l'ampiezza di 20m per sponda si giunge ad un'ampiezza delle fasce di 56 ettari.

### Le aree umide

Tra le aree fluviali o umide è da segnalare con particolare forza l'area umida di Albiolo come evidenziato dal lavoro di monitoraggio faunistico e botanico svolto in fase di monitoraggio naturalistico.

Le aree umide, in Lombardia come in tutto il territorio nazionale, hanno subito negli ultimi secoli un declino drastico dovuto agli interventi umani di bonifica e recupero di terreni edificabili o produttivi. Inoltre la naturale evoluzione di queste aree tende all'interramento, soprattutto nel caso di piccole zone inondate, poco profonde e di per sé stesse instabili. In natura questa dinamica viene rimpiazzata dalla creazione di aree umide nuove, che nascono per esempio a seguito di inondazioni, esondazioni ecc, in modo da consentire alle comunità vegetali e animali tipiche degli ambienti umidi di trovare nuovi spazi di sopravvivenza ed espansione.

Oggi non è più così. Le già poche aree umide residue volgono verso l'interramento e la scomparsa senza la prospettiva di essere sostituite da altre nuove. Il territorio è quasi completamente occupato dalle attività antropiche e i fiumi e i torrenti sono imbrigliati in argini che non consentono episodi espansivi.

Le formazioni vegetali igrofile come i canneti a *Phragmites australis*, i magno cariceti, le ontanete e i saliceti sono ridotte ai minimi termini, spesso in forma di residui filari attorno a torrenti e fossi così da risultarne estremamente ridotta non solo la capacità di ospitare la fauna tipica di queste aree ma anche di svolgere importanti funzioni ecologiche come il rallentamento della corrente fluviale e la filtrazione e depurazione delle acque superficiali.

In questo contesto l'area di Albiolo assume un'importanza evidente, anche in relazione alla relativa lontananza con altre aree simili che lo rendono un importante nodo di corridoio ecologico per le specie animali e vegetali palustri.

La morfologia del terreno che determina diverse depressioni, le caratteristiche di scarsa permeabilità del suolo e la presenza di numerosi piccoli corsi d'acqua e fossi a carattere torrentizio, determinano l'allagamento di ampie zone di questa area durante gli eventi di piena e i periodi più piovosi dell'anno.





La vegetazione è per lo più boschiva, caratterizzata dalle formazioni igrofile dell'ontaneta che sfuma in saliceti e poi in boschi misti di latifoglie man mano che ci si allontana dalle aree maggiormente soggette al ristagno idrico.

Un vicino rilievo che determina condizioni del suolo più asciutte vede anche la presenza di lembi di quercu-carpineto ben conservati, tipici della vegetazione planiziale lombarda.

Le porzioni del territorio più depresse e soggette a lunghi periodi di allagamento non consentono lo sviluppo della vegetazione arborea che si apre così in ampie radure dove filtra la luce e dove si sviluppa una variegata vegetazione erbacea igrofila ed acquatica, caratterizzata da ampie diestese di cariceto (*Carex brizoides*) con elementi floristici di interesse (come *Geum nivale*).

Emerge così un ambiente molto variegato dove la presenza di acquitrini permane per buona parte dell'anno, un habitat perfetto per la conservazione di una flora e una fauna sempre più rara. Dai rilievi faunistici è emerso che l'area umida di Albiolo è zona di vita e riproduzione per ben sette specie di anfibi considerate prioritarie dalla Direttiva Habitat 92/43/CEE: Salamandra pezzata, il Tritone crestato, il Tritone punteggiato, la Rana agile, la Rana di Lataste, la Rana Verde, il Rospo comune e la Raganella italiana. Inoltre sono numerose le specie di insetti che popolano l'area tra cui la libellula *Oxygastra curtisii* inserita nell'allegato II e IV della Direttiva Habitat e i rettili *Lacerta bilineata*, *Natrix natrix*, *Natrix tessellata*, *Columba viridiflavus* e *Coronella austriaca*.

## Valutazione

Il servizio di conservazione di habitat per la biodiversità è di difficile valutazione. Si tratta di un tipico caso in cui la maggior parte del valore totale del bene e del servizio esulano necessariamente dalle possibilità di valutazione economica che vengono fornite dagli strumenti ordinari. Uno dei rari riferimenti a cui è possibile attenersi è quello rappresentato dalle valutazioni espresse nelle misure agroambientali del

PSR<sup>1</sup>.

Per forza di cose si tratta di una profonda sottostima del valore rappresentato da un'area protetta ad elevato valore naturalistico. Il PSR si riferisce infatti al contesto agricolo e le sue misure agroambientali agli elementi di naturalità e mitigazione dello sfruttamento agricolo del paesaggio che si possono mantenere in questo contesto. E' chiaro allora che un filare di pioppi accanto ad un fosso o un'area umida tra le risaie, pur rappresentando piccoli tasselli di biodiversità estremamente importanti in un contesto sostanzialmente desertico, presentano necessariamente livelli di complessità ecosistemica molto inferiori di un bosco o di un'area ripariale boschiva.

## Quercu carpineto

La misura del PSR 2014-2020 10.1.06 remunera il mantenimento delle fasce boscate tampone. Gli impegni previsti per l'ottenimento del finanziamento comprendono la manutenzione, la reintegrazione delle fallanze e il contenimento delle specie alloctone.

Anche in virtù di quest'ultima indicazione sembra opportuno applicare la valutazione compresa in questa misura solo ai tratti boschivi di querceto e quercu-carpineto, ovvero alle formazioni vegetali autoctone governate ad alto fusto. La remunerazione prevista dalla misura 10.1.06 è di 450 €/ha. Attenendosi a questa stima il valore totale rappresentato dai 95,7 ha di quercu-carpineti esistenti all'interno delle aree protette corrisponde a 43.065 €.

## Vegetazione ripariale

Anche per questo tipo di vegetazione si assume il valore indicativo riportato dalla misura 10.1.06 del PSR pari a 450 €/ha. Il valore totale, corrispondente ai 56 ha di estensione totale di fasce boscate di 20 metri di ampiezza è di 25.200 €.



## Aree umide

Vengono presi a riferimento di stima i valori attribuiti dal PSR 2014-2020 di Regione Lombardia alle azioni di conservazione delle aree umide. Si tratta della misura 10 del PSR (pagamenti agro-climatico-ambientali) ed in particolare delle operazioni 10.07 (mantenimento funzionale zone umide), 10.08 (salvaguardia canneti, cariceti e molinieti). Entrambe queste misure si riferiscono alla conservazione delle caratteristiche delle aree umide in ambito agricolo e delle tipologie di vegetazione igrofile necessarie anche alla nidificazione e riproduzione della fauna connessa a questi ambienti. Anche in questo caso si tratta di una stima profondamente al ribasso che vuole paragonare un'area

naturale davvero rara e caratterizzata da una complessità vegetale e una biodiversità sorprendenti, con le aree umide residuali riscontrabili all'interno del contesto agricolo.

Ciascuna delle misure attribuisce prevede un finanziamento di 450 euro/ettaro all'anno. L'area di Albiolo è circa 21 ettari. Il valore annuale così ottenuto è pari a 18.900 euro.

## Valore totale

Il valore totale rappresentato dalle tipologie di ecosistemi elencati sopra corrisponde a 87.165 euro.

## Aree a vegetazione termofila dei versanti meridionali del Parco Spina Verde.

Una ulteriore area di interesse come habitat per la conservazione di significativi elementi di biodiversità è quella rappresentata dalle pendici meridionali del Parco Regionale della Spina Verde. Qui si sviluppa alle maggiori altitudini una vegetazione termofila unica all'interno delle aree protette considerate in questo studio e tipiche dei versanti esposti a mezzogiorno dei primi rilievi prealpini lombardi. Roverelle, ginestre, *Cytisus scoparius* e brugo sono solo alcuni degli elementi dominanti di questi versanti caratterizzati da una copertura vegetale rada che è xerofila che lascia spazio allo sviluppo dei prati aridi con la loro tipica ricchezza floristica. Più in basso, verso le aree abitate, sono conservati alcuni elementi residui di terrazzamenti, testimonianza di forme agricole del passato con un valore sia naturalistico, per la formazione di microclimi adatti alle specie erbacee presenti, in particolare quando prosegue la pratica dello sfalcio, sia paesaggistico e storico. Non esistono elementi di valutazione economica che possano avvicinarsi ad attribuire un valore alla presenza di questi elementi.

## Gli anfibi negli ecosistemi umidi

L'indagine faunistica effettuata dai professionisti naturalisti nell'ambito del progetto SOURCE e in particolare allo scopo di delineare le caratteristiche attuali nei siti oggetto di interventi di riconnessione ecologica, hanno evidenziato una grande ricchezza faunistica in particolare nella componente anfibia, grazie alla presenza di importanti aree umide, sempre più rare in Lombardia, come quella di Albiolo. In questa area sono state rinvenute le seguenti specie: Salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*), Tritone crestato (*Triturus carnifex*), Tritone punteggiato (*Lissotriton vulgaris*), Rana agile (*Rana dalmatina*), Rana di Lataste (*Rana latastei*), Rana verde (*Pelophylax kl. esculentus*), Rospo comune (*Bufo bufo*), Raganella italiana (*Hyla intermedia*).

1. <https://www.psr.regione.lombardia.it/wps/portal/PROUE/FEASR>

## 8. Filtrazione e purificazione delle acque

L'inquinamento dei corsi d'acqua rappresenta un importante problema per i bacini idrici situati in aree fortemente antropizzate. Le fonti di inquinamento possono essere diverse, dagli scarichi industriali ed urbani all'attività agricola. Proprio quest'ultima contribuisce fortemente al peggioramento della qualità delle acque a causa della dispersione dei nutrienti contenuti nei fertilizzanti e, in misura minore, di quella di fitofarmaci e altri prodotti chimici che vengono lisciviati andando ad accumularsi nelle falde acquifere e nelle acque superficiali.

I nutrienti, in particolare l'azoto, non abbondano però soltanto nei fertilizzanti agricoli ma anche negli scarichi urbani e industriali e sono la causa principale dei fenomeni di eutrofizzazione.

In breve, la presenza di nutrienti a concentrazioni ben più elevate di quelle naturali favorisce il veloce proliferare di diversi organismi, dalle alghe al fitoplancton. La formazione di ampi strati superficiali di questi riduce considerevolmente lo scambio gassoso tra atmosfera e acqua e la filtrazione della luce. Il problema si aggrava al termine del loro picco di sviluppo cui segue la morte massiva. Il processo di decomposizione assorbe grandi quantità di ossigeno che vengono ulteriormente sottratte al corpo idrico e agli altri esseri viventi che lo popolano. Spesso questo fenomeno può essere così devastante da condurre a vere e proprie morie di pesci e altri animali per asfissia e alla perdita sostanziale di biodiversità e ricchezza faunistica del bacino in particolare quando la continua immissione di sostanze lo rendono frequente.

Ad azoto, fosforo e potassio si accompagnano, nelle aree industriali e urbanizzate, altri tipi di inquinanti a cui si aggiunge anche la presenza di sedimenti in sospensione che determinano torbidità delle acque e minore filtrazione della luce.

Per evitare l'ingresso delle acque reflue urbane e industriali oltre che per migliorare la qualità dell'acqua dei torrenti stessi, la soluzione più incisiva è quella dei depuratori verso cui

i sistemi fognari vengono collettati. Nei territori dei PLIS Sorgenti del Lura e Valle del Lanza si trovano rispettivamente il depuratore di Bulgarograsso e quello di Cantello.

La qualità e l'efficienza dei processi di depurazione sono fondamentali per garantire livelli minimi di fruibilità dei corsi d'acqua e di mantenimento di forme, seppur semplificate, di ecosistemi naturali.

Il torrente Lura per esempio raggiunge il depuratore di Bulgarograsso con una portata ridottissima, se non nulla, per lunghi periodi dell'anno. A valle del depuratore tutta la sua portata è derivata dagli scarichi che da quest'ultimo vengono reimmessi in alveo. In pratica il depuratore è la seconda fonte del Lura e questo lascia immaginare come il suo funzionamento determini, in assenza di una portata naturale in grado di svolgere un'azione diluente, la qualità delle acque del fiume.

Negli ultimi anni un intenso lavoro di ammodernamento dell'impianto ha consentito il raggiungimento di standard di qualità delle acque in uscita elevati, con i livelli di inquinanti molto al di sotto dei limiti di legge.

Tuttavia, se anche la costruzione di impianti specifici risulta necessaria in contesti particolarmente difficili, esiste un processo di autofiltrazione da parte dell'ecosistema fluviale che sempre più viene studiato e valorizzato, anche in virtù dei costi evitati a carico dei depuratori esistenti.

Si tratta di processi di eliminazione o immobilizzazione di inquinanti e nutrienti dall'acqua ad opera della vegetazione ripariale e delle comunità batteriche da essa ospitate. Un filtro naturale più efficiente quanto più è complesso il sistema naturale che ne consente lo sviluppo. Le naturali anse di un corso d'acqua che determinano la riduzione dello scorrimento, la vegetazione ripariale, i canneti, le alghe, e le aree umide di esondazione determinano l'habitat ideale per lo svolgimento di questo servizio.

Anche nei contesti semplificati del panorama agricolo, dove i corsi d'acqua sono spesso artificiali, privi di vegetazione ripariale e con alvei retti che non limitano la velocità di scorrimento, è dimostrato che semplici filari sono in grado



di svolgere una significativa azione filtrante<sup>1</sup>. Le fasce ripariali rappresentano degli ecotoni, zone di passaggio tra ecosistemi acquatici e terrestri con particolare concentrazione di biodiversità. La loro natura dipende fortemente dal regime idrologico ma al contempo esse stesse influenzano quest'ultimo. Infatti la presenza della vegetazione rallenta il deflusso delle acque, favorisce l'infiltrazione e la permanenza dell'acqua nel suolo creando l'habitat adatto a molte comunità batteriche e microbiche<sup>2</sup>.

Alcune stime di sequestro di nutrienti e inquinanti da parte delle fasce riparie è riportata nella panoramica offerta dal Virginia cooperative extension<sup>3</sup>.

I sedimenti in sospensione vengono ridotti tra il 60% e il 90% con tendenza alla diminuzione progressiva del tasso annuale di assorbimento per effetto di saturazione.

Il carico azotato è abbattuto tra 48 e 95% di abbattimento del carico azotato. L'effetto è maggiore per fasce ripariali interessate da frequenti innalzamenti e abbassamenti del livello dell'acqua con mantenimento costante di umidità nel suolo. Meno efficienti sono i sistemi che vanno incontro a periodi di disseccamento più o meno prolungati. La maggior parte del prelievo di azoto non è da parte della vegetazione ma per denitrificazione (da NO<sub>3</sub> a N<sub>2</sub> gassoso) delle comunità batteriche che tra gli apparati radicali della vegetazione e la sostanza organica della lettiera trovano il loro habitat naturale. Questi batteri sono anaerobi facoltativi, in grado, in periodi di assenza di ossigeno, ovvero nei momenti di sommersione, di ricavare quest'ultimo da NO<sub>3</sub><sup>4</sup>.

Questo non significa che la vegetazione, comprendente anche le macrofite acquatiche, non assorba direttamente l'azoto. Questa anzi ne sequestra grandi quantità per il proprio sviluppo, in particolare nelle sue fasi giovanili.

Tuttavia circa l'80% di esso viene rilasciato al suolo con la morte delle piante o con la perdita di rami e foglie.

Si assiste allora ad un'alternanza stagionale per la quale durante il periodo tardo primaverile ed estivo l'azoto è utilizzato soprattutto dalle piante in crescita e il processo di denitrificazione è molto basso anche per i livelli inferiori della falda e le condizioni di asciuttezza del terreno. Nel periodo autunnale invece le piante entrano in una fase di stasi, molti composti organici si depositano al suolo e il livello delle falde torna a salire. In questo modo la più elevata denitrificazione viene svolta dai batteri.

Il contributo della vegetazione può essere di maggior rilievo per la rimozione dell'azoto dagli strati profondi del suolo dove non vivono i batteri denitrificanti. Infatti attraverso le radici soprattutto gli alberi sono in grado di catturare grandi quantità di azoto che poi rilasciano al suolo nella lettiera consentendo a quel punto la denitrificazione batterica.

Molti studi hanno dimostrato che la maggior parte dell'azione denitrificante è svolta dai primi metri di fascia riparia. Inoltre il processo di filtrazione avviene con maggior efficacia lungo i corsi d'acqua piccoli dove il rapporto tra portata del fiume ed estensione delle buffer zone è più elevato<sup>5</sup>.

Per quanto riguarda il fosforo il contributo delle fasce di vegetazione ripariale è più contenuto perché differente è il meccanismo di sottrazione di questo nutriente. Infatti non esistono microorganismi in grado di utilizzarlo in modo così massiccio come nel caso dei batteri denitrificanti per l'azoto. L'azione svolta dalle aree adiacenti ai corsi d'acqua si riduce allora alla fissazione del fosforo alle particelle di argille del suolo (solitamente presenti nelle aree umide) e all'utilizzo da parte della vegetazione presente. Se alcuni studi hanno evidenziato una sottra-

1. Regione Emilia Romagna, CIRF (Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale), 2012, Studio di fattibilità per la definizione di linee guida per la progettazione e gestione di fasce tampone in Emilia-Romagna
2. <http://www.life-inhabit.it/cnr-irsa-activities/it/attivita-cnr-irsa-inhabit/ritenzione-nutrienti/fasce-riparie>
3. Virginia cooperative extension, Virginia State University, 2009, Understanding the Science Behind Riparian Forest Buffers: Effects on Water Quality
4. Gumiero B., 2003, Seminario di confronto esperienze di valorizzazione spondale
5. Mankin R. et. al., 2007, Grass-shrub riparian buffer removal of sediment, phosphorus and nitrogen from simulated runoff, Journal of the American Water Resources Association, vol. 43, n.5





zione del fosforo lisciviato dai terreni agricoli nei corsi d'acqua di circa il 50% è però prevedibile una veloce riduzione di queste percentuali in seguito alla saturazione del suolo stesso. Inoltre l'utilizzo da parte della vegetazione, per quanto sia un sostanziale contributo nel breve periodo alla purificazione delle acque, è destinato ad essere annullato dalla re-immissione di quel fosforo nell'ambiente a seguito della senescenza degli organismi vegetali.

Anche le caratteristiche della vegetazione riparia influiscono sulla capacità di denitrificazione o rimozione del fosforo. Secondo Aguiar et al. Le aree boschive incidono in maniera significativamente maggiore sulla rimozione di N, P e NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

In questi studi è emerso che su fasce di 60 metri la rimozione di questi tre elementi è stata del 100% nelle aree boschive, del 83% per N 66% per P e 80% per NO<sub>3</sub><sup>-</sup> per le aree arbustive e del 61, 53, e 52 rispettivamente per quelle a vegetazione erbacea.

Oltre ai nutrienti sono diverse le fonti di inquinamento dei sistemi idrici collegati alle diverse attività antropiche. Una di queste è rappresentato dagli organismi patogeni come virus e batteri derivanti da allevamenti, scarichi fognari e scarichi industriali.

Nella gran parte dei casi la luce solare e lo scorrimento dell'acqua provocano la morte rapida di questi batteri che non arrivano a rendere pericoloso il corso d'acqua. Tuttavia qualora sussistano altri fattori di degrado della qualità del torrente anche i patogeni possono avere un'incidenza maggiore. Per esempio in caso di alto livello di nutrienti e alta torbidità che riduce l'ingresso di luce solare aumentano la sopravvivenza dei batteri che possono avere il tempo di infettare gli animali che vivono nel o intorno al corso d'acqua diventando una minaccia anche per l'uomo.

Secondo alcuni studi tra il 70 e il 90% di questi patogeni può essere bloccato e neutralizzato dall'opera di filtrazione effettuata da fasce ripariali<sup>6</sup>.

## Il caso studio

Per comprendere più nel dettaglio l'azione filtrante svolta dalla vegetazione ripariale nel contesto di studio ci si è avvalsi del materiale fornito dalla società Alto Lura SRL riguardante l'impianto di fitodepurazione costituito nella zona Gironico del comune di Lurate Caccivio nel 2013.

Si tratta di un impianto di 600 m<sup>2</sup> e profondità di 0,5 m. mantenuto in attività anche nei periodi di secca grazie alle acque di scolo e ad un sistema pozzo in grado di drenare dalla falda sub affiorante.

L'impianto è costruito con ghiaia più grossolana vicino all'ingresso delle acque e più fine a misura che ci si allontana. La specie più utilizzata è *Phragmites australis*.

Le tabelle seguenti mostrano il calo di nutrienti che si è registrato a valle dell'impianto durante il primo anno di esercizio e sono tratte dal Bilancio sociale 2013 di Alto Lura SRL.

Grafico 2 : Raffronto COD Ingresso-Uscita fitodepurazione

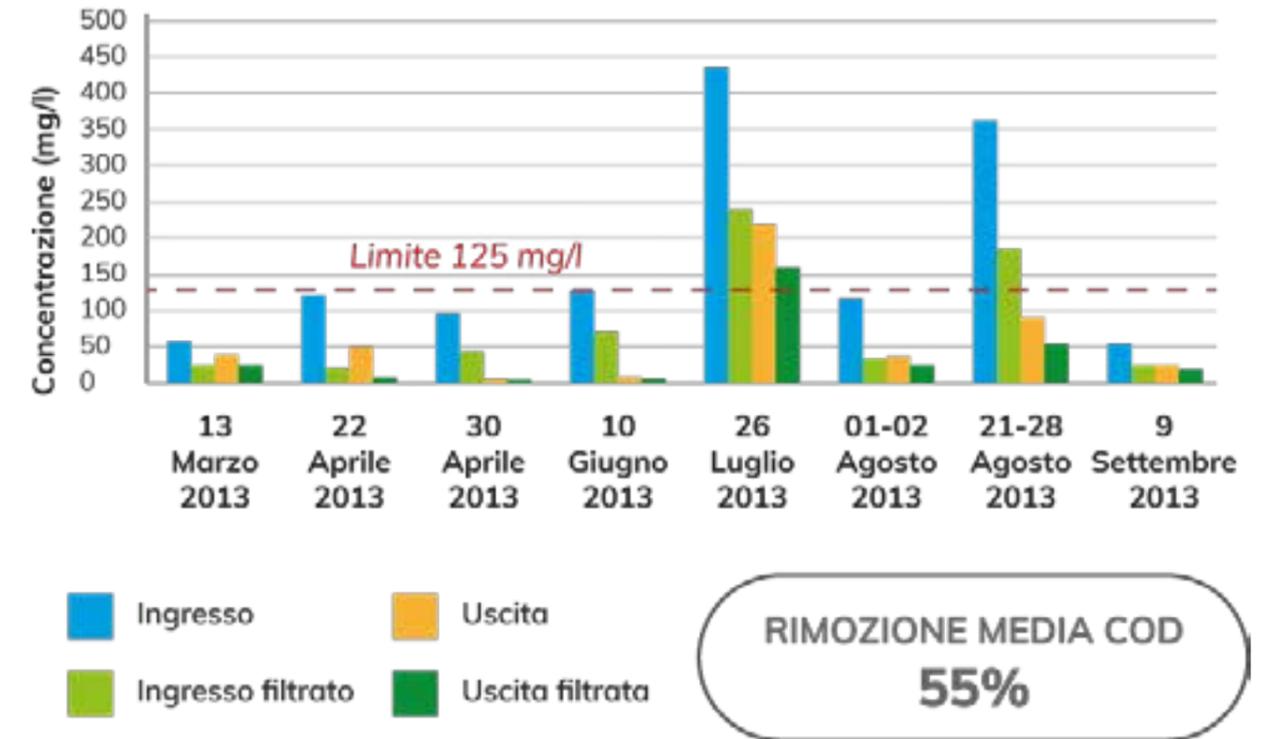
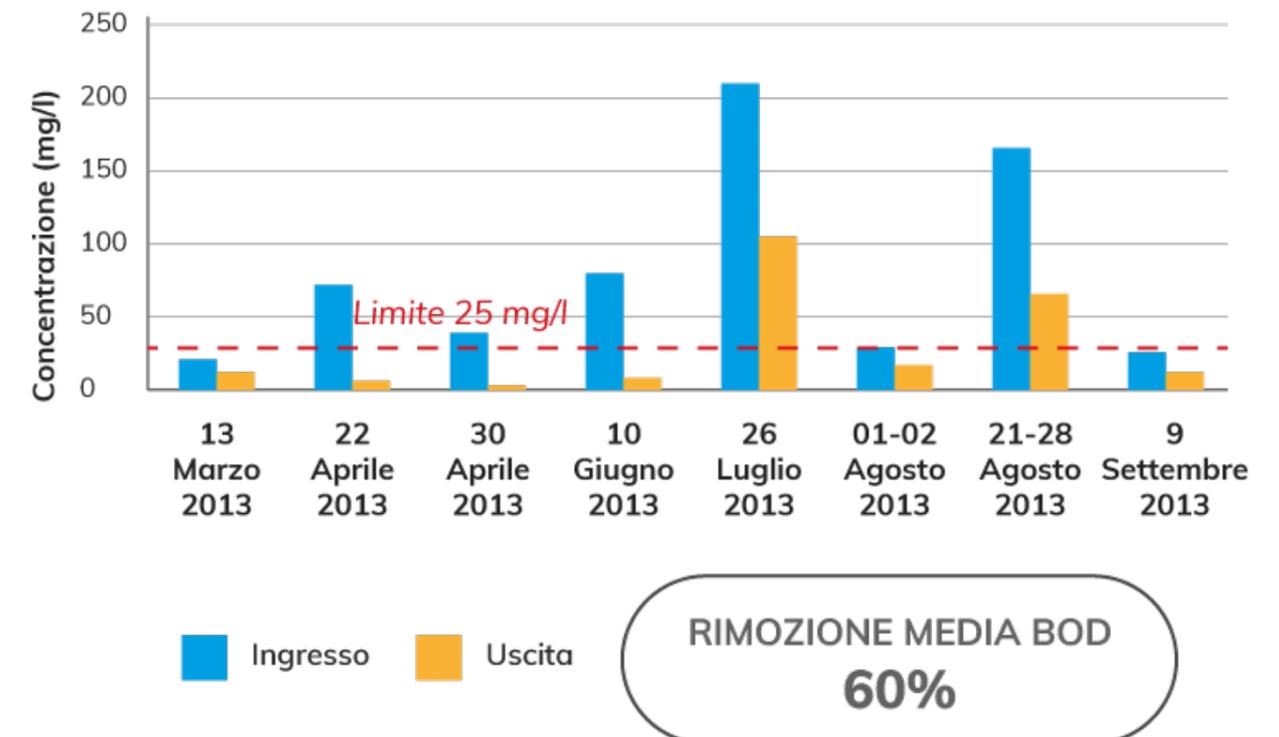


Grafico 3: Raffronto BOD Ingresso-Uscita fitodepurazione



6. Aguiar T.R. et al. 2014, Nutrient removal effectiveness by riparian buffer zones in rural temperate watersheds: The impact of no-till crops practices, Agricultural water management.



## Analisi del contesto

Grafico 4: Raffronto "Azoto totale" Ingresso-Uscita fitodepurazione

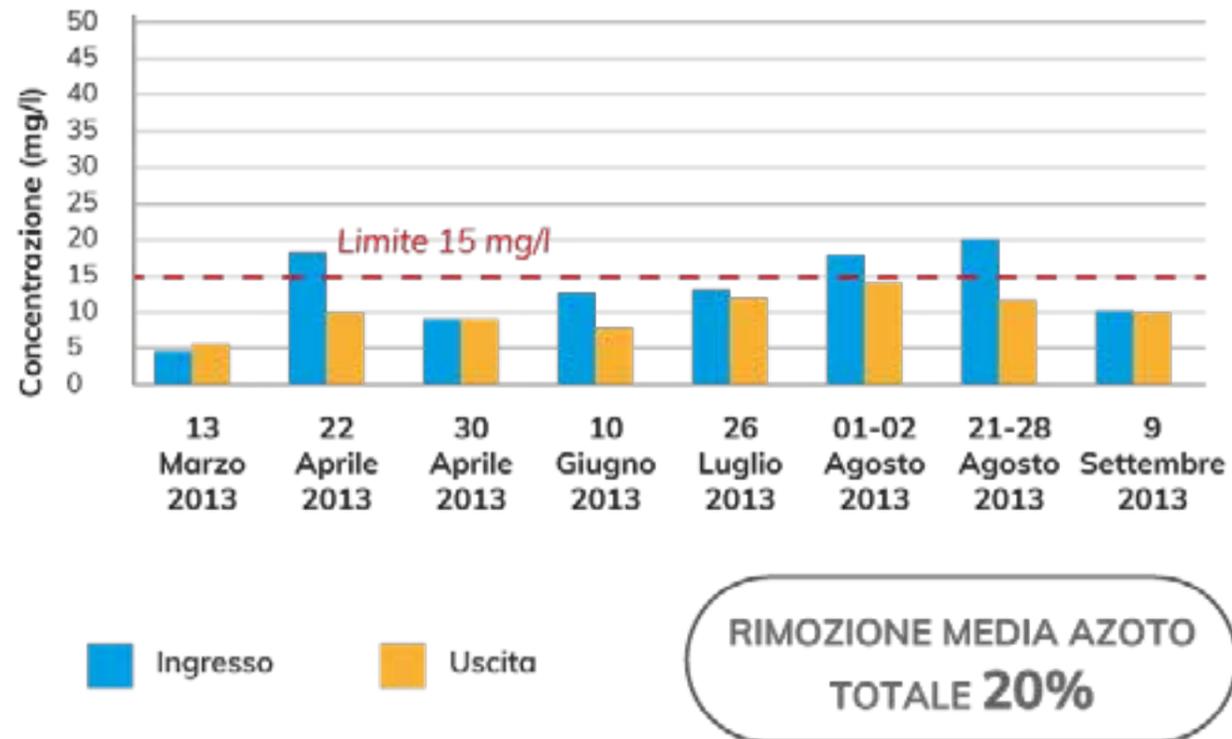
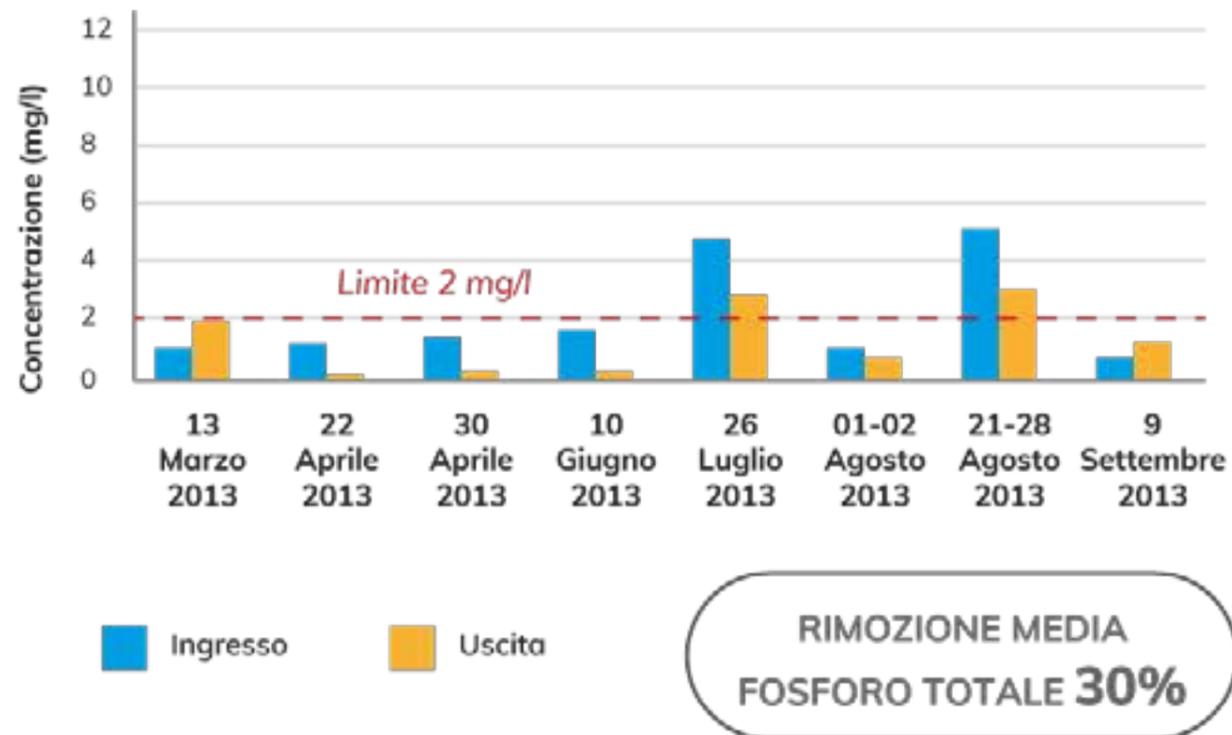


Grafico 5: Raffronto "Fosforo totale" Ingresso-Uscita fitodepurazione



Tab. 21: Stato delle acque superficiali del bacino dei fiumi Lambro e Olona<sup>7</sup>.

Corso d'acqua	Località	Prov.	STATO ECOLOGICO 2014-2016	STATO CHIMICO 2014-2016	STATO ECOLOGICO 2009-2014	STATO CHIMICO 2009-2014
			Classe	Classe	Classe	Classe
Antiga	Limido Comasco	CO	NC	BUONO	NC	BUONO
Bozzente	Lainate	MI	SCARSO	NON BUONO	CATTIVO	BUONO
Bevera	Varese	VA	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
Lambro Meridionale	Locate Triulzi	MI	SCARSO	BUONO	SCARSO	BUONO
	S. Angelo Lodigiano	LO	SCARSO	BUONO	SCARSO	BUONO
Lura	Bulgarograsso	CO	BUONO	NON BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
	Lomazzo	CO	SCARSO	BUONO	SCARSO	NON BUONO
	Rho	MI	CATTIVO	BUONO	CATTIVO	BUONO
Olona	Varese	VA	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
	Legnano	MI	SCARSO	BUONO	CATTIVO	BUONO
	Rho	MI	SCARSO	BUONO	SCARSO	BUONO
	Rho/Pero	MI	SCARSO	NON BUONO	CATTIVO	BUONO
Roggia Olona	Lardirago	PV	SCARSO	NON BUONO	SUFFICIENTE	NON BUONO
Olona Meridionale	S. Zenone Po	PV	SUFFICIENTE	NON BUONO	SCARSO	NON BUONO
Merlata	Baranzate	MI	SCARSO	NON BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
Pudica	Baranzate	MI	SCARSO	NON BUONO	SCARSO	BUONO
Ranza	Malnate	VA	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
Vellone	Varese	VA	SCARSO	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO

Il corso dell'Alto Lura, fino al depuratore di Bulgarograsso in generale emerge come il tratto di corso d'acqua dalle migliori condizioni rilevate tra tutti quelli del bacino di Lambro e Olona della provincia di Como. Sia per gli indicatori degli elementi biologici, del Limeco e degli elementi chimici a sostegno ottiene il miglior posizionamento con una caratterizzazione buona di tutte queste fattispecie. Emerge invece una carenza forte sullo stato chimico. Si può notare che l'andamento delle caratteristiche suddette rilevate tra il triennio 12-14 e il sessennio precedente vede un miglioramento sensibile delle caratteristiche biologiche ma un peggioramento di quelle chimiche che calano di ben tre categorie passando dalla migliore (buono) alla peggiore. L'elemento più problematico da questo punto di vista è il mercurio, la cui presenza è oltre i livelli di legge consentiti.

Questi risultati aprono a diverse interpretazioni. Il tratto a monte del torrente Lura attra-

versa aree boscate ad elevato grado di naturalità in grado di filtrare naturalmente nutrienti ed elementi in sospensione. Inoltre il tratto a monte del torrente è l'unico alimentato da un flusso naturale. Come già ricordato infatti, la maggior parte della portata a valle di Bulgarograsso è determinata dall'ingresso in alveo delle acque urbane dal depuratore.

Il torrente Lanza, rilevato all'altezza di Malnate, presenta risultati migliori sia per la componente biologica che per quella chimica. In particolare gli elementi biologici sono buoni e sufficienti vengono classificati l'indice Limeco e lo stato chimici a sostegno. In generale risulta sufficiente lo stato biologico e buono quello chimico, senza variazioni rispetto al sessennio precedente.

Entrando più nel dettaglio è significativo descrivere brevemente il percorso di questi due torrenti. Il torrente Lura nasce nei pressi di Biz-

7. ARPA Lombardia, 2018. Stato delle acque superficiali-Corsi d'acqua. Bacino dei fiumi Lambro e Olona. Rapporto triennale 2014-2016.





zarrone in provincia di Como. Il primo tratto del torrente segue un percorso semicircolare, seguendo il rilievo dell'anfiteatro morenico di Faloppio per assumere un percorso rettilineo più a valle, nei pressi di Lurate Caccivio. Tra Olgiate e Lurate Caccivio, il substrato si fa molto sciolto e permeabile tanto da azzerare la portata del torrente per lunghi periodi dell'anno.

Il torrente Lura è un tipico esempio dei problemi che ricadono sui corsi d'acqua di aree particolarmente antropizzate e derivanti dalla gestione degli scarichi urbani e industriali. Nel caso del Lura questo è così evidente che l'intera portata del torrente, a valle del depuratore di Bulgarograsso, è costituita dagli scarichi del depuratore stesso, in assenza, ad eccezione di periodi di precipitazioni massicce, di diluizione da parte della portata naturale. In questo senso si può dire che, per la maggior parte dell'anno, la vera sorgente del tratto meridionale del Lura è il depuratore di Bulgarograsso, a causa dell'interramento della portata naturale a nord di Lurate Caccivio.

Alla scarsa qualità delle acque si aggiunge anche il problema di esondazioni causata dall'elevatissima urbanizzazione del contesto in cui il Lura scorre, spesso caratterizzato da argini artificiali e aree inurbate. Il primo tratto del torrente Lura, compreso tra i comuni di Bizzarone e Bulgarograsso, rappresenta quello con il più elevato livello di naturalità dove la qualità delle acque e degli habitat circostanti è migliore.

Questo territorio si caratterizza infatti per la presenza di numerose aree boscate confinanti col tratto del torrente intervallate da attività agricole per lo più rappresentate da prati stabili. Permangono anche ecosistemi rari e ad elevato grado di naturalità come quelli umidi di Albiolo, Uggiate Trevano e Faloppio. Inoltre lo scambio di specie animali e vegetali è facilitato dalla contiguità del PLIS Sorgenti del Lura con quello Valle del Lanza a ovest e Parco regionale della Spina Verde a est.

Il primo tratto del torrente Lura è anche l'unico ad avere una portata naturale costante, seppur fortemente influenzata dall'andamento pluviometrico stagionale, che consente il mantenimento di ecosistemi umidi nell'area e la pre-

senza costante di una elevata biodiversità ad essi legati, come testimoniano i rilevamenti di anfibi minacciati. Questa portata tende poi ad esaurirsi verso il comune di Lurate Caccivio a causa del mutamento del substrato e l'aumento della sua permeabilità che porta il torrente a interrarsi per lunghi periodi dell'anno. All'interno del PLIS Sorgenti del Lura i principali corsi d'acqua presenti (Lura e Faloppia) presentano rispettivamente 5.430 m e 600 m di sponde circondate da ampie fasce forestali (superiori ai 15 m). In tutto si tratta di 6.030 m di lunghezza totale da moltiplicare per entrambe le sponde. Si giunge così a 12.060 m lineari. Considerando un'ampiezza minima di queste fasce boscate di 15 m si ottengono 18 ettari di vegetazione ripariale in grado di esercitare un'azione di filtrazione e accumulo di nutrienti e inquinanti presenti nelle acque dei torrenti.

Il torrente Lanza nasce nel comune svizzero di Serpiano, ad un'altitudine di circa 800 mslm. Dopo un breve tratto svizzero entra in Italia nel territorio di Clivio per poi piegare nuovamente in Svizzera fino al valico di Santa Margherita da cui entra definitivamente in territorio italiano. Da qui lambisce i comuni di Bizzarone e Roderò fino a giungere nella piana di Malnate dove poi confluisce nell'Olon. In tutto il percorso effettuato nel territorio del PLIS è di circa 8 km. Il secondo più importante corso d'acqua che scorre all'interno del territorio protetto è il torrente Quadronna situato all'interno del confine amministrativo di Malnate.

La Valle del Lanza rappresenta un importante presidio per la sopravvivenza della biodiversità legata ad ambienti umidi di tutta l'area. Si tratta infatti di un corso d'acqua con forti caratteristiche di naturalità, circondato per la maggior parte del suo percorso da ampie fasce boscate naturali e con la presenza di particolari ambienti spondali di grande importanza funzionale (canneti a *Tipha latifolia* e *Phragmites australis*, *Eupatorium cannabinum*, *Lythrum salicaria*, *Iris pseudacorus*, *Polygonum hydro-piper*, *Leucosium aestivum*).

Esternamente si incontrano saliceti e ontanete che sfumano poi nel bosco misto di latifoglie spesso in via di trasformazione verso il querceto carpinetto potenziale<sup>8</sup>. Considerata anche la limitata pressione urbana lungo le spon-

de del torrente risulta chiaro che la qualità delle acque del Lanza non presenti forti criticità almeno lungo la prima metà del suo percorso. Tuttavia a circa 4 km dalla confluenza con l'Olon, all'altezza di Cantello, si trova il Depuratore che negli anni ha provocato alcuni problemi di inquinamento delle acque del torrente, provocando fenomeni di morie di pesci e anfibi<sup>9</sup>. Secondo una delibera del 17 maggio 2017 del consiglio di amministrazione dell'azienda speciale Ufficio d'ambito della provincia di Varese, il depuratore di Cantello andrà incontro a dismissione con la creazione di un impianto di collettamento verso il depuratore Pravaccio di Varese<sup>10</sup>.

### Il valore della filtrazione di nutrienti da parte della vegetazione ripariale

Riferendosi alle stime effettuate per questo servizio dal progetto Ecopay connect<sup>11</sup> le fasce riparie di 15 m. sono in grado di denitrificare 330 kg/anno/ha. Sempre secondo quanto stimato dal progetto il valore dell'azoto sottratto dalla vegetazione può essere stimato secondo il principio della mancata spesa in un valore compreso tra 1 e 4 euro/kg. Nel caso del torrente Lura l'estensione delle fasce tampone è di circa 18 ettari per una rimozione di 5.940 kg di azoto annui. Il valore di questo servizio oscilla tra 5.940 euro e 23.760 euro.

6,5 km di lunghezza del torrente Lanza si caratterizzano per essere immersi in un contesto boschivo con fasce arboree di ampiezza superiore ai 15 metri.

A questi si aggiungono 1.500 metri del torrente Quadronna.

8 km in tutto corrispondenti, contando entrambi gli argini, a 24 ettari di superficie utile ai fini di purificazione e filtrazione delle acque.

Considerando ancora 330 kg/n/ha sottratti annualmente come fatto in precedenza per una stima di costi evitati tra 1 e 4 euro al kg, si

9. <https://www.varesenews.it/2018/02/gli-amici-dellolona-festeggiano-finalmente-varese-agira-sui-depuratori/690081/>

10. <http://www.provincia.va.it/ProxyVFS.axd/null/r67050/Delibera-n-20-Integrazione-Accordo-Pravaccio-pdf?ext=.pdf>

11. [www.ecopayconnect2020.it](http://www.ecopayconnect2020.it)



giunge a stimare il valore del servizio compreso tra 7.920 euro e 31.680 euro per la sottrazione del solo azoto. Sommando i valori riscontrati per i due torrenti si ottiene un valore complessivo compreso tra 13.860 euro e 55.440 euro.

### Considerazioni

La quantificazione dell'effetto filtrante della vegetazione ripariale si presenta di elevata complessità. Molti sono i fattori che vi incidono e che necessiterebbero di un'analisi diretta in campo. Infatti l'area vede una elevata presenza di industrie, per esempio nel settore tessile, che certo determinano la qualità delle acque dei torrenti. Al contempo il settore agricolo è piuttosto debole e con la prevalenza di prato stabile, meno bisognoso di concimazioni azotate. Tuttavia, soprattutto il territorio del Lura, vede la presenza di diversi allevamenti che potrebbero contribuire ad elevare notevolmente il carico azotato.

Un altro fattore significativo è il carattere torrentizio di questi corsi d'acqua che anno si che la portata sia molto variabile. I periodi di secca, così come quelli di elevata ed improvvisa portata, determinano una riduzione dell'operato filtrante di microorganismi e vegetazione.

Infine si ribadisce che quantificazione e valutazione sono stati effettuati unicamente sull'azoto, tralasciando altri elementi che in questo contesto potrebbero rappresentare un problema di non minore entità.

8. [http://www.contrattidifiume.it/export/sites/default/it/doc/Progetto\\_Strategico\\_Lura.pdf-ilovepdf-compressed-1.pdf](http://www.contrattidifiume.it/export/sites/default/it/doc/Progetto_Strategico_Lura.pdf-ilovepdf-compressed-1.pdf)

## 9. Servizi culturali

I servizi ecosistemici culturali rappresentano dei benefici immateriali dalle ricadute intangibili e di difficile valutazione. Anche i servizi regolativi, infatti, hanno delle ricadute tangibili e quantificabili, seppur indirette, come per esempio l'aumento del raccolto laddove esista un forte servizio di mantenimento di biodiversità ed insetti impollinatori, o della pesca ove la qualità delle acque sia elevata.

Non è questo il caso dei benefici estetici e culturali che un ecosistema è in grado di fornire agli uomini. Tuttavia questi servizi spesso rappresentano una fondamentale componente del benessere delle società umane.

I metodi di stima più utilizzati sono riconducibili ad indagini sul campo svolte attraverso interviste dirette ai beneficiari. I principali approcci in questo senso sono quelli basati su preferenze rivelate (stima dei costi monetari o di tempo che il beneficiario sopporta per usufruire di un servizio), volontà a pagare per un'aumento di fruizione di un servizio e approcci basati sui costi (quanto costerebbe rimpiazzare la perdita di un servizio).

La stima totale deriva dalla sommatoria delle medie dei valori così riscontrati per il numero totale di beneficiari del servizio stesso. Un'analisi più fine necessiterebbe la divisione del campione in categorie più ristrette in modo da pesare diversamente le valutazioni di ciascuno e basare la stima finale sulla numerosità di ciascuna categoria di beneficiari.

Seguendo la classificazione CICES sono molti i servizi ecosistemici culturali riferibili alle aree di studio:

- 3.1.1.2 *Recreation, fitness; de-stressing or mental health; eco-tourism*
- 3.1.2.1 *Knowledge about the environment and nature*
- 3.1.2.3 *Tourism, local identify*
- 3.2.2.2 *Moral well-being (valore di lascito).*

1. <https://www.spinaverde.it/main/>

Tutte le 4 categorie sopracitate possono essere facilmente riscontrate all'interno delle aree protette oggetto di questo studio.

Queste aree infatti rappresentano delle zone di naturalità fortemente in contrasto con il contesto urbanizzato e che vengono fruite dagli abitanti del posto e non solo per camminate e svago. Inoltre rappresentano importanti luoghi di conoscenza dei processi naturali, sia per esperienza diretta sia tramite visite guidate e laboratori scolastici come quelli organizzati dal Parco Regionale della Spina Verde. Inoltre si incontrano al loro interno rovine, reperti archeologici, edifici di importanza storica che attraggono turismo e contribuiscono a mantenere l'identità storica locale.

Infine, come ogni bene naturale, costituiscono un patrimonio da preservare anche per le generazioni future.

In questa sede la stima viene condotta in forma semplificata. Infatti non è stata approntata una campagna di raccolta diretta di informazioni, tramite questionari, come è più solito fare per la valutazione dei servizi ecosistemici culturali.

Ci si è avvalsi invece dei registri del Parco Regionale della Spina Verde sulla fruizione delle attività a pagamento organizzate dal parco. Disponendo delle categorie di attività, della numerosità dei fruitori e del prezzo di iscrizione per una serie di 4 anni (2015-2018) si è effettuata una stima del valore annuale per il complesso dei servizi culturali offerti dal parco, riassumibile nelle due categorie sopra citate 3.1.2.1 e 3.1.2.3.

Date le caratteristiche specifiche del Parco Regionale della Spina Verde che lo distanziano sostanzialmente dalle altre aree protette per elementi di attrattività storico-culturale, la stima del valore da questi servizi non può essere esteso ma è limitato a questa sola area.

Infatti il parco vanta una straordinaria sedimentazione storica di manufatti e opere di epoche differenti<sup>1</sup>.

A partire dalle rovine archeologiche dell'abitato di Pianvalle, di fondazione neolitica, dove oggi sono visibili numerosi basamenti di abita-



zioni in muratura a secco e pitture che ne hanno fatto datare l'attività tra il IX - VIII secolo a.C.

Ancora più antiche le camere di roccia, prime abitazioni scavate nei pertugi della montagna e abitate tra la fine dell'età del bronzo e l'inizio di quella del ferro (XI sec. a. C.) e costituite da camere rettangolari scavate nella roccia con un piano rialzato in legno e argilla e la copertura sorretta da pali.

Completa il patrimonio archeologico la fonte della Mojenca, una struttura lunga circa 16-18 metri con percorso in galleria sostenuta da murature laterali a secco per l'irrigimentazione dell'acqua di fonte. Anche questa opera risale alla tarda età del bronzo. E' possibile che il particolare orientamento della struttura sia dovuto ai riti celtici legati al solstizio di inverno. Ancora oggi un gruppo di appassionati organizza la visita il 21 Dicembre per vedere la fonte illuminata dal sole al tramonto<sup>2</sup>.

Il parco è però un punto di osservazione fondamentale anche per un evento storico più vicino a noi come la Prima Guerra Mondiale. Al suo interno, infatti, si trovano anche alcuni resti restaurati della linea di trincee Cadorna. In particolare la fortificazione del Sasso di Cavallasca, il punto strategicamente più significativo. La fortificazione è su più livelli e comprende manufatti differenti, dalle trincee ai camminamenti, ai cunicoli per le vivande, le piazzole di sosta e le postazioni per le mitragliatrici.

Il Fortino è caratterizzato da una galleria a "U", semicircolare, con due ingressi che si aprono sul pianoro della località Pian Mericc<sup>3</sup>.

Parte delle opere di guerra sono state restaurate recentemente e dotate di cartellonistica esplicativa. La loro visita diventa un percorso di apprendimento storico emozionante, che consente di immergersi letteralmente nei cunicoli e nelle atmosfere che hanno caratterizzato la guerra di trincea. Accanto alla linea si trovano numerosi manufatti di sostegno costruiti per migliorarne e supportarne la funzione.

2. tratto dalla scheda per il Piano Archeologico del Parco – a cura di dott.ssa Chiara Niccoli – arch. Alessandra Bonfanti

3. La difesa di un confine – Fortificazioni Campali della Linea Cadorna nel Parco Spina Verde di Como” – di Francesca Boldrini – anno 2006

4. [http://www.amicidelbaradello.it/1/la\\_storia\\_722517.html](http://www.amicidelbaradello.it/1/la_storia_722517.html)





## Valutazione

Dai dati forniti dal Parco Regionale della Spina Verde è stato possibile ricavare il numero di fruitori delle attività a pagamento offerte dal parco riassumibili in 3 principali categorie: le attività di educazione ambientale rivolte alle scuole di ogni ordine e grado; le escursioni naturalistiche e storiche e le camminate notturne; le visite guidate al Castello di Baradello.

Per una stima del numero dei visitatori è stata fatta una media di quelli che hanno usufruito dei diversi servizi negli anni compresi tra 2015 e 2018. Si è poi utilizzato un prezzo medio dei biglietti di 3 euro a partecipazione ad evento o ingresso al castello. Sono mediamente quasi 6.000 i visitatori paganti per un valore annuo stimato in 17.158 euro.

Anche in questo caso il dato non esaurisce il valore totale offerto dai servizi culturali prodotti dal parco. Infatti è spurio dei costi di viaggio sostenuti dai visitatori per raggiungere il luogo e soprattutto non considera il numero, maggioritario, di visitatori che accede al parco in autonomia, non acquistando alcun servizio specifico ma impegnando ugualmente denaro e tempo per raggiungerlo e svolgere le proprie attività.

E' chiaro anche che questa valutazione si è concentrata su un'unica area tra quelle di studio. I PLIS Sorgenti del Lura e Valle del Lanza, non avendo una governance e una struttura paragonabile a quella di un parco regionale, nè la sua autonomia, non organizzano attività monitorabili sul territorio e non hanno contezza degli accessi e delle modalità di fruizione. In questo caso effettivamente l'unico strumento di comprensione del fenomeno è quello dell'indagine diretta.

## 10. Conclusioni

Tab. 22: Valore economico totale (euro/anno)

Tipologia	Valore totale minimo (euro/anno)	Peso	Valore totale massimo (euro/anno)	Peso	Valore medio (euro/anno)	Peso
Mais	- 37470		-6520		-21995	
Frumento	- 884		5.850	1%	2483	
Foraggio	129.718	34%	280.718	27%	205218	29%
Legname	128.000	34%	128.000	12%	128000	18%
Assorbimento CO2	43.189	11%	485.137	46%	264163	37%
Habitat per la biodiversità	87.165	23%	87.165	8%	87165	12%
Purificazione delle acque	13.860	4%	55.440	5%	34650	5%
Servizi culturali	17.158	5%	17.158	2%	17158	2%
<b>totale</b>	<b>380736</b>		<b>1052948</b>		<b>716842</b>	

La tabella riassume i valori (espressi in euro) minimi, massimi e la loro media, dei servizi ecosistemici individuati come maggiormente rilevanti all'interno dell'area di studio e ne rileva il peso percentuale per tipologia.

I servizi produttivi mostrano in tutti i casi valori positivi solo per quanto riguarda il foraggio e il legname.

Le colture agricole (mais e frumento) presentano valori negativi nello scenario minimo mentre il solo frumento vira su valori positivi nello scenario massimo. Questa differenza è riconducibile alle due differenti metodologie di calcolo prese in considerazione: calcolo di produttività e prezzi di mercato; calcolo dei redditi lordi standard. In caso di avvicendamento tra frumento e mais ceroso nella stessa annata agricola il frumento potrebbe parzialmente ridurre le perdite del mais. Al netto di possibili imprecis-

sioni di stima emerge dunque che, dati i tassi di produttività ricavati dalle statistiche regionali e dalle interviste agli agricoltori della zona, non esiste redditività agricola senza i contributi regionali ed europei per queste aree. Dal punto di vista strettamente economico allora, se questo settore non fosse sostenuto dall'aiuto pubblico, non avrebbe sostenibilità propria e andrebbe inoltre a sottrarre territorio ad utilizzi naturalistici i cui servizi hanno valori positivi.

Una delle ragioni per cui le attività agricole vengono ancora condotte, in particolare in relazione alla produzione di mais ceroso, è il fatto che i terreni agricoli sono spesso in gestione ad aziende che includono anche attività di allevamento. In questo modo evitano l'onere di acquistare sul mercato il mangime per i propri capi.

Lo stesso ragionamento vale per la produzione di fieno maggengo. In questo caso però





anche il valore della produzione stessa risulta positivo e si configura come la coltura più redditizia dell'area, dato confermato anche dalla sua estensione notevolmente più elevata rispetto alle altre colture. Il valore minimo o massimo in questo caso dipende dal metodo di raccolta ed essiccazione.

Il legname mostra un valore positivo, seppur molto contenuto rispetto all'elevata estensione potenziale del bosco ceduo nelle aree protette. Questo valore non è inoltre rappresentativo della realtà. Esprime piuttosto un dato potenziale che non è però pienamente sfruttato dato l'abbandono della maggior parte delle superfici forestali, in particolare quelle di proprietà privata più frammentate, che non trovano più convenienza nel perseguimento del governo a ceduo.

Ciò che emerge è una preminenza dei servizi produttivi. Quelli che mostrano valori positivi (foraggio e legname) da soli compongono il 47% del valore economico totale nello scenario medio.

Il dato è fuorviante. I servizi produttivi sono quelli che, disponendo già di valutazioni di mercato e di produttività facilmente ricavabili, possono avere valutazioni più accurate e certe. I servizi regolativi presentano difficoltà molto maggiori e spesso ne risulta una sottostima che non riesce a comprendere molti aspetti del valore totale.

Il servizio regolativo più "pesante" in termini di valore economico è quello di assorbimento della CO<sub>2</sub>. Si tratta di uno dei servizi su cui maggiormente si sta concentrando l'attenzione, a causa delle ricadute che le foreste hanno sulla mitigazione del cambiamento climatico, e che già presenta strumenti di calcolo e conversione piuttosto affidabili, anche grazie alle stime di biomassa dell'inventario nazionale delle foreste.

La forte discrepanza tra lo scenario minimo e quello massimo è dovuto alla considerazione di due metodi di valutazione economica molto distanti tra loro. Quello basato sulla media degli ETS decennali, che comprendono anche gli anni post crisi economica in cui il prezzo si è mantenuto su livelli molto bassi, e il costo sociale del carbonio in uno scenario di elevato impatto, ovvero il valore più alto calcolabile.

Al di là di queste differenze indubbiamente in un contesto forestale come quello delle tre aree protette, questo servizio risulta uno dei principali.

Tuttavia non da meno è il ruolo che aree protette in un contesto di simile urbanizzazione giocano nella conservazione della biodiversità.

Anche in questo caso gli strumenti di stima sono del tutto insufficienti e non tengono conto della complessità delle relazioni ecosistemiche e di tutte le ricadute che la conservazione della biodiversità può avere sul benessere umano.

La filtrazione e purificazione delle acque da parte della vegetazione ripariale e delle aree umide ha un peso significativamente minore rispetto agli altri servizi ecosistemici, circa il 5% del totale. Questo risultato deriva sia da una sottostima causata dalla considerazione del solo elemento azoto sia alla scarsa estensione dei corsi d'acqua all'interno delle aree protette sia infine al carattere torrentizio di questi che non consente l'espletamento del servizio in maniera continuativa durante tutto l'anno.

L'insieme dei servizi culturali verificati si attesta al 2%. Si tratta di una sottostima evidente. Innanzitutto riguarda un solo parco, il Parco Regionale della Spina Verde. Inoltre riguarda soltanto i servizi a pagamento che questo parco offre, escludendo tutta la fruizione libera che indubbiamente rappresenta la parte maggioritaria delle visite. E' da presumere allora che il valore reale di questo servizio per le tre aree sia considerevolmente più elevato. Anche laddove non esista la varietà e importanza di vestigia storiche dello SPina Verde, le aree boscate si configurano come un elemento di grande rilievo nel tempo libero delle persone a misura del grado di urbanizzazione e cementificazione del contesto circostante.

## Scenari di intervento

### 1. Bosco

La gestione a ceduo del bosco in aree fortemente urbanizzate risulta oggi anacronistica. Come dimostrato dalle stime del servizio produttivo di legname, il valore del soprassuolo, quasi totalmente composto da robinia e castagno, è decisamente basso e l'utilizzo quasi totalmente rivolto alla produzione di energia. Il rifornimento di legna da ardere può arrivare da aree montane limitrofe che hanno subito processi di rapida e consistente riforestazione negli ultimi decenni, a seguito dell'abbandono di abitati e aree agricole, e che non riceverebbero un danno ecosistemico significativo dal contenimento di questa avanzata.

Al contrario, in contesti di questo tipo, mancano soprattutto servizi ecosistemici collegati alla conservazione della biodiversità e dei servizi connessi (come l'impollinazione, il contenimento

delle malattie ecc) e al valore paesaggistico che possa configurare le aree naturali rimaste nel tessuto urbano e agricolo come dei veri e propri parchi fruibili dalla popolazione. Al valore di conservazione della biodiversità e a quello estetico contribuisce anche l'elemento idrico, sempre presente nelle aree oggetto di questa analisi.

Per raggiungere questi obiettivi si rende necessario un mutamento delle forme di gestione del bosco da ceduo ad alto fusto.

In questo modo si ridurrebbe certamente il valore del servizio ecosistemico produttivo legato al legname estratto ma si incrementerebbero in modo più che proporzionale altri servizi regolativi e culturali.

In particolare, il passaggio del bosco ad alto fusto consentirebbe di aumentare in maniera rilevante (oltre il 70%) il valore del servizio di assorbimento della CO<sub>2</sub> atmosferica e del capitale rappresentato dalla quantità di carbonio stoccata nella vegetazione epigea. Molte specie alloctone ed invasive, a partire dalla robinia, regredirebbero in favore di specie autoctone come il carpino bianco e la farnia, creando il contesto migliore per il ristabilimento e rafforzamento della biodiversità, incrementando il servizio di habitat per la biodiversità.

Un bosco ad alto fusto è anche un bosco più fruibile da parte della popolazione e più sicuro poiché gli individui arborei risultano più distanziati, il sottobosco più pulito e il paesaggio più ordinato e gradevole.

La combinazione tra un bosco attraente e i corsi d'acqua presenti nelle aree protette o i belvedere e i resti storici, nel caso del Parco Regionale della Spina Verde, favorirebbero la frequentazione della popolazione locale incrementando significativamente il valore dei servizi culturali e ricreativi forniti dalle aree protette.

### 2. Le aree agricole

L'agricoltura rappresenta un'attività residuale sia per l'estensione occupata all'interno delle aree protette sia da un punto di vista economico, in particolare per quanto riguarda le attività cerealicole.

Il prato stabile sembra essere la soluzione più auspicabile per le aree agricole studiate. Risulta essere infatti l'unica attività con saldo economico positivo e mostra inoltre e ricadute migliori dal punto di vista ambientale. Un prato stabile infatti è in grado di conservare di gran lunga più efficacemente la fertilità dei suoli, mantenendo elevato il livello di sostanza organica e impedendo i fenomeni erosivi che posso-

no verificarsi nei campi coltivati nella stagione invernale e primaverile quando si trovano arati e privi di ogni copertura vegetale.

Inoltre un prato è anche più facilmente fruibile da parte della popolazione, soprattutto nei periodi successivi ai tagli, e conferisce un valore paesaggistico più elevato di quello fornito dalle colture di mais e frumento.

### 3. Aree umide

Uno dei tratti più caratterizzanti queste aree protette è quello rappresentato dall'elemento idrico. I torrenti, i loro affluenti, le aree umide, rappresentano il cuore attorno a cui si sono conservati i nuclei di vegetazione e di ecosistemi principali.

Lo scorrere dell'acqua in un contesto naturale e stabile è uno degli elementi più attrattivi che queste aree possono esercitare verso un pubblico di fruitori e visitatori in cerca di spazi adeguati ove correre o andare a camminare. Fortunatamente l'associazione spontanea tra corso d'acqua e malevolo inquinamento, così spontanea fino a non molti anni fa, sta sempre più sbiadendo. La chiusura di molte attività industriali e la gestione più funzionale ed oculata dei depuratori, stanno mutando la visione dei cittadini nei confronti di questo elemento. E' il momento di valorizzare definitivamente i torrenti come cardine paesaggistico dei percorsi dei parchi. Ma è anche il momento di arricchire di funzioni ecologiche le aree umide, a partire dalla messa in tutela inderogabile di quelle risultate più preziose e meglio conservate, come quella di Albiolo. Gli ecosistemi umidi sono i più minacciati, soprattutto in pianura, e tra i più ricchi di biodiversità e funzioni ecosistemiche.



## Bibliografia

Aguilar T.R. et al. 2014, Nutrient removal effectiveness by riparian buffer zones in rural temperate watersheds: The impact of no-till crops practices, Agricultural water management.

Bagstad, K.J., Semmens, D.J., Waage, S., Winthrop, R., 2013. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosyst. Serv.* 5, 27–39.

Boldrini F., 2006, La difesa di un confine – Fortificazioni Campali della Linea Cadorna nel Parco Spina Verde di Como

Bossetto M., Lozzi I., 2008, Chimica del legno, ARACNE editrice.

Braat, L.C., de Groot, R., 2012. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosyst. Serv.* 1, 4–15.

Burkhard, B., De Groot, R., Costanza, R., Seppelt, R., Jørgensen, S.E., Potschin, M., 2012. Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. *Ecol. Indic.* 21, 1–6

Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., Wardle, D.A., Kinzig, A.P., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D.S., Naeem, S., 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486, 59–67.

Carpenter, S.R., Chisholm, S.W., Krebs, C.J., Schindler, D.W., Wright, R.F., 1995.

Carpenter, S.R., Chisholm, S.W., Krebs, C.J., Schindler, D.W., Wright, R.F., 1995.

Chaudhary, S., McGregor, A., Houston, D., Chettri, N., 2015. The evolution of ecosystem services: a time series and discourse-centered analysis. *Environ. Sci. Policy* 54, 25–34.

Comitato per il Capitale Naturale, 2018. Secondo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia.

Costanza, R., d'Arge, R., Groot, R.D., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Belt, M.V.D., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.

CURSA, 2017. I pagamenti dei servizi ecosistemici in Italia, dalla sperimentazione all'applicazione attraverso il progetto LIFE+ MGN.

Daily, G.C., 1997. *Nature Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, United States.

Davide Marino in CURSA pas SAGGI n.08, maggio-luglio 2017. I pagamenti dei servizi ecosistemici in Italia dalla sperimentazione all'applicazione attraverso il progetto LIFE+MGN.

Dick, J. et al., 2018. Users' perspectives of ecosystem service concept: results from 27 case studies. *Ecosyst. Serv.* 29, 552–565.

Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows; Jørgen Randers; William W. Behrens III, *The Limits to Growth*, 1972

Ecosystem experiments. *Science* 269, 324–327.

Ecosystem experiments. *Science* 269, 324–327.

Food and Agriculture Organization of the United Nations and United Nations (2004) *Handbook of National Accounting: Integrated environmental and economic accounting for fisheries (SEEA Fisheries)*, Final white cover draft, United Nations, New York

GESTIRE, Stima del valore socio-economico della rete Natura 2000 in Lombardia, Azione 5, Rapporto Finale

Gómez-Baggethun E., de Groot R., Lomas P.L., Montes C., 2010, The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes, *Ecological Economics*, 69: 1209-1218

Gumiero B., 2003, Seminario di confronto esperienze di valorizzazione spondale.

Haines-Young, R., Potschin, M., 2011. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): 2011 Update*. Report to the European Environmental Agency, Nottingham.

Harrison, P.A., Dunford, R., Barton, D.N., Kelemen, E., Martín-López, B., Norton, L., Saarikoski, H., Termansen, M., Hendriks, K., García-Llorente, M., Gómez-Baggethun, E., Jacobs, S., Madsen, A., Karlsen, M., Howard, D., 2018. Selecting methods for ecosystem service assessment: A decision tree



approach. *Ecosystem Services*. 29, 481–498.

IPBES, 2015. Preliminary guide regarding diverse conceptualization of multiple values of nature and its benefits, including biodiversity and ecosystem functions and services (deliverable 3(d)). IPBES/4/INF/13.

Jacobs, S., Martin-Lopez, M., Barton, D., Dunford, R., Harrison, P.A., Kelemen, E., Saarikoski, H., Termansen, M., Garcia Llorente, M., Gómez-Baggethun, E.N., Kopperoinen, L., Luque, S., Palomo, I., Priess, J., Rusch, G.M., Tenerelli, P., Turkelboom, F., Demeyer, R., Hauck, J., Keune, H., Smith, R., 2018. The means determine the end – pursuing plural valuation in practice. *Ecosyst. Serv.* 29, 515–528.

MA, 2005. *Millennium Ecosystem Assessment (MA): Ecosystems and Human Well-Being*. Current State and Trends. Island Press, Washington, DC, USA.

Mace, G.M., Norris, K., Fitter, A.H., 2012. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends Ecol. Evol.* 27, 19–26

Maes, J., Liqueste, C., Teller, A., Erhard, M., Paracchini, M.L., Barredo, J.I., Grizzetti, B., Cardoso, A., et al., 2016. An indicator framework for assessing ecosystem services in support of the EU Biodiversity Strategy to 2020. *Ecosyst. Serv.* 17, 14–23.

Mankin R. et al., 2007, Grass-shrub riparian buffer removal of sediment, phosphorus and nitrogen from simulated runoff, *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 43, n.5

Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare, 2010. Definizione del metodo per la classificazione e quantificazione dei servizi ecosistemici in Italia.

Ministero dell'Ambiente. *Strategia Nazionale per la Biodiversità*, 2010.

Ministero per l'Ambiente e la tutela del territorio e del mare (2010). *La Strategia Nazionale per la biodiversità*, 204 pp, [www.minambiente.it](http://www.minambiente.it)

Mooney, H.A., Ehrlich, P., 1997. *Ecosystem services: a fragmented history*. In: Daily, G.C. (Ed.), *Nature Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press.

Piano Archeologico del Parco Regionale della Spina Verde – a cura di dott.ssa Chiara Niccoli – arch. Alessandra Bonfanti

Potschin, M. and R. Haines-Young (2011): Introduction to the special issue. *Progress in Physical Geography* 35(5): 571-574.

Regione Emilia Romagna, CIRF (Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale), 2012, Studio di fattibilità per la definizione di linee guida per la progettazione e gestione di fasce tampone in Emilia-Romagna.

Ruckelshaus, M., McKenzie, E., Tallis, H., Guerry, A., Daily, G., Kareiva, P., Polasky, S., Ricketts, T., Bhagabati, N., Wood, S.A., Bernhardt, J., 2015. Notes from the field: lessons learned from using ecosystem service approaches to inform real-world decisions. *Ecol. Econ.* 115, 11–21.

Saarikoski, H., Primmer, E., Saarela, S.-R., Antunes, P., Aszalós, R., Baró, F., Berry, P., Garcia Blanco, G., Gómez-Baggethun, E., Carvalho, L., Dick, J., Dunford, R., Hanzu, M., Harrison, P.A., Izakovicova, Z., Kertész, M., Kopperoinen, L., Köhler, B., Langemeyer, J., Lapola, D., Liqueste, C., Luque, S., Mederly, P., Niemela, J., Palomo, I., Martinez Pastur, G., Peri, P., Preda, E., Priess, J., Santos, R., Schleyer, C., Turkelboom, F., Vadineanu, A., Verheyden, W., Vikström, S., Young, J., 2018. Institutional challenges in putting ecosystem service knowledge in practice. *Ecosyst. Serv.* 29, 579–598.

Signorello G., 2007, La valutazione economica del paesaggio. *Aestimum* 1.10.13128/Aestimum-8136.

TEEB – *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*, P. Kumar (ed.), Earthscan, London.

United Nations (2015), “*Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*”, [sustainabledevelopment.un.org](http://sustainabledevelopment.un.org)

United Nations Conference on Environment and Development, *Agenda 21*, Geneva.

Verso un'economia ecologica – DARE VALORE AL CAPITALE NATURALE” (testo a cura di Gianfranco Bologna e Franco Ferroni, WWF Italia).

Virginia cooperative extension, Virginia State University, 2009, *Understanding the Science Behind Riparian Forest Buffers: Effects on Water Quality*

WWF Italia, *Verso un'economia ecologica – DARE VALORE AL CAPITALE NATURALE* (testo a cura di Gianfranco Bologna e Franco Ferroni)



## Sitografia

<https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea2003.pdf>  
[https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/seea\\_cf\\_final\\_en.pdf](https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/seea_cf_final_en.pdf)  
[https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/Presentations/Training\\_China\\_2017/seea\\_eea\\_tech\\_rec\\_final\\_v3.2\\_16oct2017.pdf](https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/Presentations/Training_China_2017/seea_eea_tech_rec_final_v3.2_16oct2017.pdf)  
<https://www.gov.uk/government/groups/natural-capital-committee>  
<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf>  
<http://biodiversity.europa.eu/maes>  
<https://seea.un.org/ecosystem-accounting>  
<http://www.geoportale.regione.lombardia.it>  
<https://www.istat.it/it/files//2017/05/Urbanizzazione.pdf>  
[http://www.diprove.unimi.it/agronomy/corso\\_dr\\_pecetti/slides24.pdf](http://www.diprove.unimi.it/agronomy/corso_dr_pecetti/slides24.pdf)  
<http://agri.istat.it>  
[https://teseo.clal.it/?section=conf\\_foraggi#fieno\\_mag](https://teseo.clal.it/?section=conf_foraggi#fieno_mag)  
[http://rica.crea.gov.it/public/it/rls\\_ps.php](http://rica.crea.gov.it/public/it/rls_ps.php)  
[http://www.crpa.it/media/documents/crpa\\_www/Settori/Meccanica/Download/Archivio-2/M2.pdf7](http://www.crpa.it/media/documents/crpa_www/Settori/Meccanica/Download/Archivio-2/M2.pdf7)  
<https://terraevita.edagricole.it/seminativi/mais-campagna-ottimismo/>  
<https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/agricoltura/boschi-e-foreste/piani-indirizzo-forestale/piani-indirizzo-forestale>  
<https://www.sian.it/inventarioforestale/>  
[https://ec.europa.eu/clima/policies/ets\\_it](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_it)  
[https://markets.businessinsider.com/commodities/historical-prices/co2-emissionsrechte/euro/1.1.2008\\_21.9.2018](https://markets.businessinsider.com/commodities/historical-prices/co2-emissionsrechte/euro/1.1.2008_21.9.2018)  
[https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2016-12/documents/sc\\_co2\\_tsd\\_august\\_2016.pdf](https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2016-12/documents/sc_co2_tsd_august_2016.pdf)  
<http://www.life-inhabit.it/cnr-irsa-activities/it/attivita-cnr-irsa-inhabit/ritenzione-nutrienti/fasce-riparie>  
[http://www.contrattidifume.it/export/sites/default/it/doc/Progetto\\_Strategico\\_Lura.pdf-ilovepdf-compressed-1.pdf](http://www.contrattidifume.it/export/sites/default/it/doc/Progetto_Strategico_Lura.pdf-ilovepdf-compressed-1.pdf)  
<https://www.varesenews.it/2018/02/gli-amici-dellolona-festeggiano-finalmente-varese-agira-sui-depuratori/690081/>  
<http://www.provincia.va.it/ProxyVFS.axd/null/r67050/Delibera-n-20-Integrazione-Accordo-Pravac-cio-pdf?ext=.pdf>  
[www.ecopayconnect2020.it](http://www.ecopayconnect2020.it)  
<https://www.spinaverde.it/main/>  
[http://www.amicidelbaradello.it/1/la\\_storia\\_722517.html](http://www.amicidelbaradello.it/1/la_storia_722517.html)

