

MANUALE

PER LA PROMOZIONE
E L'UTILIZZAZIONE DEI

SERVIZI

ECOSISTEMICI

NELLE ZONE UMIDE



Rest'Alp

A cura di
Mauro Bassignana

AUTORI

Jérôme **Porteret** con i contributi di
Renaud **Jaunatre**, Andrea **Mainetti**,
Federica **Pozzi**, Axelle **Tempé**

REVISORI

Velca **Botti**, Denise **Chabloz**, Régis **Dick**,
Stéphanie **Huc**, Francine **Navillod**, Sophie **Vallée**

IL PROGETTO

RestHALp (2017-2020) è stato cofinanziato dall'Unione Europea, attraverso il FESR, nel quadro del programma ALCOTRA 2014-2020 (progetto n. 1695), dalla Regione Auvergne Rhône-Alpes, dalla Repubblica Italiana e dalla Regione Autonoma Valle d'Aosta.

PARTNER DEL PROGETTO

Institut Agricole Régional;
Conservatoire Botanique National Alpin;
Conservatoire d'Espaces Naturels Savoie;
Institut national de recherche pour l'agriculture,
l'alimentation et l'environnement;
Parco Nazionale Gran Paradiso;
Regione Autonoma Valle d'Aosta.

EDITORE

Institut Agricole Régional,
Rég. La Rochère 1/A, I-11100 Aoste

Stampa: Tipografia DUC srl, Saint-Christophe (AO)

Progetto grafico e impaginazione: le naturographe

Traduzione: M. Bassignana, D. Chabloz, F. Pozzi

In copertina: foto di J. Porteret/CEN Savoie.

ISBN 978-88-99349-05-9

Citazione consigliata

Porteret J., Jaunatre R., Mainetti A., Pozzi F.,
Tempé A., Botti V., Chabloz D., Dick R., Huc S.,
Navillod F., Vallée S., Bassignana M., 2020.
Manuale per la promozione e l'utilizzazione dei servizi
ecosistemici nelle zone umide.
IAR, Aoste, 79 p.

©2020

MANUALE

PER LA PROMOZIONE
E L'UTILIZZAZIONE DEI

SERVIZI

ECOSISTEMICI

NELLE ZONE UMIDE





SOMMARIO

INTRODUZIONE	7
---------------------------	---

1 CHE COSA SONO I SERVIZI ECOSISTEMICI?

Cosa si intende con la nozione di servizio ecosistemico?....	10
Come classificare i servizi ecosistemici?.....	13
Quali sono i servizi forniti dalle zone umide?	15

2 PERCHÉ UTILIZZARE LA NOZIONE DI SERVIZIO ECOSISTEMICO?

A cosa serve valutare i servizi ecosistemici?.....	18
Quali sono gli scopi della valutazione dei servizi ecosistemici?	19
Come utilizzarla nell'ambito del ripristino?.....	21

3 COME METTERE IN ATTO UN PROCESSO DI VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI?

Quale metodologia adottare?	22
Chi valuta i servizi ecosistemici?	28
Qual è il quadro della valutazione?.....	29
Quali strumenti sono disponibili?.....	30

4 **COME METTERE IN RELAZIONE** IL FUNZIONAMENTO DEL SITO E I SERVIZI ECOSISTEMICI?

Quali funzioni delle zone umide forniscono servizi?	36
Come si misurano le funzioni delle zone umide?.....	41

5 **COME ATTRIBUIRE UN VALORE** AI SERVIZI ECOSISTEMICI?

Premessa all'uso del concetto di valore degli ecosistemi.....	43
Che tipo di valore attribuire?.....	43
Quale metodo di attribuzione del valore?.....	46

6 **QUALI SERVIZI** OFFRONO LE ZONE UMIDE ALPINE?

Conservazione della diversità specifica e genetica.....	49
Regolazione dei cicli idrologici e protezione contro il rischio di inondazioni	52
Regolazione del clima.....	54
Ricarica della falda acquifera.....	56
Produzione di foraggio e di lettiera.....	59
Opportunità per la ricerca.....	62
Opportunità per l'educazione.....	65
Supporto per le attività ricreative e turistiche.....	68
Patrimonio culturale.....	71

NOTE	75
-------------------	----

BIBLIOGRAFIA	76
---------------------------	----

PREMESSA

Il degrado degli habitat nei Siti di Importanza Comunitaria/Zone Speciali di Conservazione (SIC/ZSC), sottoposti a pressione antropica e alla diffusione di specie esotiche invasive, è una problematica comune di molti territori. Per affrontare questa sfida, gestori di aree protette e centri di ricerca di entrambi i versanti delle Alpi si sono impegnati nel ripristino ecologico di habitat attraverso il Progetto RestHALp. Il progetto si è occupato della valutazione dei servizi ecosistemici nelle zone umide, per promuovere, favorire e sostenere l'attuazione di politiche di ripristino ecologico. Questo approccio può essere un buono strumento di dialogo tra i soggetti coinvolti nella gestione del territorio, grazie al suo orientamento integrato, che coinvolge le diverse componenti del socio-ecosistema. Tuttavia, un ostacolo al coinvolgimento degli attori nel processo di valutazione è dato dalla difficoltà di presentare dei casi di studio nelle Alpi, che possano essere esempi pratici e convincenti a livello locale.

Sebbene sia stato oggetto di molti lavori e di sintesi a livello mondiale¹, infatti, lo studio dei servizi ecosistemici forniti dalle zone umide è stato poco applicato a casi di studio concreti nelle Alpi occidentali. Nell'ambito del progetto RestHALp, abbiamo cercato di presentare dei chiari esempi dei servizi forniti dalle zone umide, evidenziando l'interesse di introdurre la valutazione per promuovere l'impegno dei diversi attori nel ripristino del loro funzionamento ecologico.

Noi ci collochiamo, quindi, nella Fase 3 del processo di valutazione proposto nel rapporto tecnico Ramsar², trattando l'analisi funzionale dei siti di studio.

I processi e gli elementi ecologici del funzionamento delle aree umide sono studiati e trasposti in un elenco di servizi ecosistemici. I vantaggi di questi servizi saranno quindi analizzati e quantificati in unità di valore appropriate, come previsto nella Fase 4 del processo.

Entrambi questi passaggi richiedono la raccolta e l'organizzazione di dati biotici e abiotici sul funzionamento dell'ambiente. Noi ci abbiamo approfondito particolarmente gli elementi del funzionamento idrologico e biologico, che consentono di assicurare i servizi di approvvigionamento, supporto e regolazione, senza dimenticare i servizi culturali e ricreativi. Sulla base dell'esperienza acquisita nel progetto, i partner hanno voluto redigere un manuale che possa aiutare a comprendere meglio i concetti e i metodi da applicare per intraprendere il processo di valutazione dei servizi ecosistemici.



Passaggi chiave del processo di valutazione Ramsar

- **Fase 1** - Analisi dei processi politici e degli obiettivi gestionali: perché intraprendere la valutazione?
- **Fase 2** - Analisi e partecipazione degli attori: chi intraprende la valutazione e per chi?
- **Fase 3** - Analisi funzionale (identificazione e quantificazione dei servizi): cosa si deve valutare?
- **Fase 4** - Stima del servizio: come effettuare la valutazione?
- **Fase 5** - Comunicazione del valore delle zone umide: a chi fornire i risultati della valutazione?

PROGETTO RESTHALP: RIPRISTINO ECOLOGICO DI HABITAT NELLE ALPI

Progetto europeo di cooperazione transfrontaliera Interreg ALCOTRA Italia-Francia 2014-20 che riunisce diversi partner italiani (IAR, Parco Nazionale Gran Paradiso, Regione Autonoma Valle d'Aosta – Struttura Biodiversità e Aree Naturali Protette) e francesi (CEN 73, CBNA, INRAE), della durata di 38 mesi (dal 2017 al 2020), il progetto ha come obiettivo il ripristino ecologico di habitat nei Siti d'Interesse Comunitario e nelle aree circostanti. Tra le varie attività, il *Work Package 3* è dedicato ad approfondire la conoscenza della biodiversità e dei servizi ecosistemici per migliorare la gestione degli habitat.





Drosera ©Shutterstock

INTRODUZIONE

Questo manuale è rivolto ai gestori di aree protette, ai tecnici delle amministrazioni locali e ai promotori di progetti che desiderino comprendere meglio, applicare il concetto o impegnarsi nel processo di valutazione dei servizi ecosistemici, al fine di promuovere il ripristino degli ecosistemi e più specificamente delle zone umide. Il manuale non riprende in modo esaustivo tutti i metodi e gli strumenti proposti nella letteratura internazionale a disposizione. Non è neppure un ennesimo metodo di stima o una guida che accompagni passo-passo alla valutazione dei servizi ecosistemici. Ciò che questa guida vuole fornire sono i principali strumenti per comprendere un campo di studio che si afferma giorno per giorno come quadro di scambio e collegamento tra le figure istituzionali, economiche e legate alla biodiversità. Ci siamo basati principalmente su fonti della letteratura tecnico-scientifica in lingua inglese, ma anche in lingua francese, e più nel dettaglio su tre pubblicazioni che ci sembrano costituire dei riferimenti per l'acquisizione e l'attuazione della prassi di valutazione:

- *Réalisation et utilisation d'une évaluation des services écosystémiques aux fins de prises de décisions: boîte à outils interdisciplinaire à l'intention des gestionnaires et des analystes*³;
- *L'évaluation économique des biens et services écosystémiques dans un contexte de changements climatiques: un guide méthodologique pour une augmentation de la capacité à prendre des décisions d'adaptation*⁴;
- Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment (TESSA)⁵.

In questa sede affronteremo il tema sotto forma di un elenco di domande da porsi per utilizzare correttamente i concetti, appropriarsi della metodologia, utilizzare i risultati di studi o partecipare a un processo di valutazione. Raggruppate per grandi tematiche, le domande possono essere rappresentate secondo il seguente schema.

Cosa si intende con la nozione di servizio ecosistemico?

Come classificare i servizi ecosistemici?

Quali sono i servizi forniti dalle zone umide?

CHE COSA SONO I SERVIZI ECOSISTEMICI?

A cosa serve valutare i servizi ecosistemici?

Quali sono gli scopi della valutazione dei servizi ecosistemici?

Come utilizzarla nell'ambito del ripristino?

PERCHÉ UTILIZZARE LA NOZIONE DI SERVIZIO ECOSISTEMICO?

Quale metodologia adottare?

Chi valuta i servizi ecosistemici?

Qual è il quadro della valutazione?

Quali strumenti sono disponibili?

COME METTERE IN ATTO UN PROCESSO DI VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI?

UTILIZZARE
SERVIZI

LA NOZIONE DI ECOSISTEMICI

COME METTERE IN RELAZIONE IL FUNZIONAMENTO DEL SITO E I SERVIZI ECOSISTEMICI?

Quali funzioni delle zone umide forniscono servizi?

Come si misurano le funzioni delle zone umide?

Cartografia della funzionalità territoriale dei servizi ecosistemici

COME ATTRIBUIRE UN VALORE AI SERVIZI ECOSISTEMICI?

Premessa all'uso del concetto di valore degli ecosistemi

Che tipo di valore attribuire?

Quale metodo di attribuzione del valore?

QUALI SERVIZI OFFRONO LE ZONE UMIDE ALPINE?

Approvvigionamento

Regolazione

Servizi culturali

CHE COSA SONO I SERVIZI ECOSISTEMICI?

Apparsi negli anni 1970, nel vasto movimento di evoluzione della percezione dell'ambiente da parte delle società occidentali, i servizi forniti dagli ecosistemi sono stati oggetto di un importante fermento intellettuale e metodologico⁶ a partire dall'istituzionalizzazione del concetto, da parte del *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA)⁷, durante gli anni 2000. Da poche decine di pubblicazioni scientifiche sull'argomento, siamo passati oggi a diverse migliaia di articoli, una vasta letteratura in cui il principiante, ma anche il gestore di aree protette o il promotore di progetti, rischiano di perdersi. Da metafora di origine scientifica, a vocazione pedagogica - nuovo modo di concepire le relazioni uomo-natura - agli attuali complessi sistemi di valutazione per preservare o gestire la natura, è necessario ripercorrere brevemente la storia dello sviluppo di questo concetto per comprenderne appieno l'inquadramento. Allo stesso tempo semplice nella sua comprensione e complesso nel suo utilizzo⁸, questa nozione è attualmente imprescindibile, in quanto costituisce un mezzo efficace per favorire il confronto tra i diversi soggetti e consentire la realizzazione di operazioni di conservazione, di ripristino o di riqualificazione delle zone umide.

Cosa si intende con la nozione di servizio ecosistemico?

Definizione

La definizione è costruita come una metafora che combina due concetti che si riferiscono da un lato all'ecologia e dall'altro all'economia. Basata su una visione antropocentrica della natura, essa evidenzia, contemporaneamente, la dipendenza del genere umano dagli ecosistemi e il fatto che questi siano al servizio del genere umano. Sviluppatisi nell'ambito del pensiero inerente la modernità ecologica⁹, come indicato da Dufour *et al.* (2016), il concetto cerca di «porre rimedio alla crisi della biodiversità causata dall'uomo mediante il ricorso alla tecnologia e alla gestione da parte del mercato». Nell'introduzione all'opera *«Political Ecology des services*

écosystémiques», gli autori mettono in discussione questa definizione di «servizi ecosistemici». Per usare le loro parole, si tratta di una parola chiave di successo, di una nozione, di un concetto o di un nuovo paradigma? Attualmente divenuta più di una parola chiave, essi ritengono che la definizione segni un cambiamento nel rapporto tra uomo e natura e che rifletta un insieme di elementi utili a produrre norme, movimenti di pensiero o sistemi di governo. In mancanza di una migliore alternativa, gli autori parlano di "nozione", termine che useremo anche in questo manuale, nel senso di idea generale, sul cui significato tutti più o meno concordano, senza che, tuttavia, una definizione chiara sia condivisa.

RIPRENDIAMO DUE DEFINIZIONI

- *i servizi ecosistemici sono i benefici che gli esseri umani ottengono dagli ecosistemi [MEA];*
- *gli ecosistemi, e più in generale la biodiversità, sostengono e forniscono molti servizi, noti come servizi ecologici o ecosistemici, normalmente classificati come bene comune e/o bene pubblico, in quanto vitali o utili per l'umanità, le altre specie e le attività economiche [IUCN].*

Prospettiva storica della comparsa di questa nozione

Molti autori fanno risalire la prima menzione di questa espressione a un rapporto preparatorio alla Conferenza di Stoccolma nel 1972 (*Study of Critical Environmental Problems, 1970 - Massachusetts Institute of Technology*). Questa nozione di servizi forniti dagli ecosistemi, proposta dai biologi della conservazione¹⁰ e dagli economisti¹¹ nordamericani, si è sviluppata negli anni '80 e '90 del secolo scorso e ha preso piede all'inizio del XXI secolo, come illustrato dall'evoluzione del numero di pubblicazioni scientifiche illustrata nella figura seguente.

I vari autori¹² che si sono interessati alla storia della nascita di questa nozione distinguono diverse fasi. Fino al 1997, con la pubblicazione del fondamentale articolo di Costanza *et al.* sulla rivista *Nature*, la nozione di servizio ecosistemico emerge nel campo della biologia della

conservazione per giustificare il valore della diversità biologica. Durante gli anni '90 inizia la cooperazione interdisciplinare tra economisti ed ecologi, traduzione della grande evoluzione della scienza, con il superamento delle compartimentazioni disciplinari, nel contesto della mondializzazione degli scambi. La costruzione di una cultura scientifica comune porta alla mediatizzazione del concetto, che passa dalla sfera scientifica

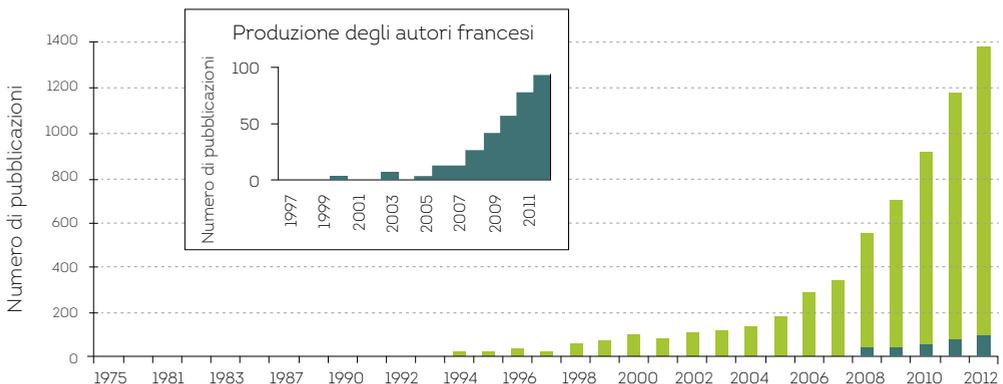


Figura 1 - Numero delle pubblicazioni sui servizi ecosistemici in una ricerca Web of Science
■ pubblicazioni internazionali ■ pubblicazioni in francese

a quella politica. L'appropriazione della nozione da parte dei decisori e degli attori politici durante questo periodo è favorita da due grandi evoluzioni: l'emergere della gestione adattativa in ecologia¹³, attuata dai gestori mediante la realizzazione di piani di gestione, e l'affermarsi della nozione di sistema socio-ecologico¹⁴, che cancella il confine tra sistema ecologico e sistema sociale e rimette gli esseri umani all'interno della natura.

Promosso dalle pubblicazioni scientifiche, questo nuovo modo di intendere la conservazione della natura è stato pertanto istituzionalizzato negli anni 2000-2005, per essere quindi tradotto nella sfera politica, dapprima a livello internazionale (Valutazione degli ecosistemi per il Millennio, commissionata dall'ONU, 2005), quindi europeo (*Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services*, dal 2012) e infine nazionale (*Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Écosystémiques*, dal 2013; Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia, dal 2017). Fondato su basi scientifiche, il concetto ha quindi influenzato le politiche ambientali.

In seguito al consenso ottenuto dalla nozione espressa dal MEA, l'equilibrio tra l'economia e l'ecologia si modifica. Le pubblicazioni scientifiche sulle riviste di ecologia si moltiplicano, mentre questo non avviene sulle riviste di economiche. La dimensione economica diventa sempre più importante nell'ambito delle politiche pubbliche, come dimostrato dall'iniziativa *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB)¹⁵. Per rendere il concetto pienamente operativo per i decisori e i gestori ambientali, viene avviato un importante lavoro di sviluppo di metodi e di strumenti, che evidenzia le tensioni tra l'uso pedagogico della definizione e la sua operatività.

Così, mentre i lavori e il numero di ricercatori interessati ai servizi ecosistemici aumentano e la nozione, fatta propria dalla politica, si diffonde al grande pubblico, emergono altre nozioni affini, come ad esempio i Pagamenti per Servizi

Ambientali, in Francia. La comunità scientifica si struttura allora in sotto-discipline, che non sempre dialogano tra loro, contribuendo a una diffrazione della nozione di servizio ecosistemico.

Dibattiti e controversie

Il concetto di servizio ecosistemico è oggetto di dibattiti e di controversie¹⁶. Le critiche sono di due tipi: concettuali, con l'obiettivo di migliorarne l'efficacia, e più sostanziali, in merito al risvolto etico implicito nella nozione di servizio.

Infatti, se il concetto è abbastanza vago da essere efficace dal punto di vista pedagogico e politico, genera però confusione tra i processi, le funzioni dell'ecosistema e la loro utilizzazione da parte dell'uomo. Il risultato è un'ampia varietà di definizioni dei servizi, che diventa un problema quando si tratta di misurarli in un quadro di valutazione¹⁷. D'altra parte, i legami funzionali tra biodiversità e servizi ecosistemici sono complessi e ancora poco caratterizzati¹⁸. Le informazioni sullo stato biologico degli ecosistemi spesso non sono sufficienti a comprendere e integrare nelle decisioni le interazioni tra il funzionamento degli ecosistemi, le organizzazioni sociali e i sistemi economici¹⁹. Viene quindi messa in discussione anche l'operatività della nozione. Su un piano più filosofico, essa è analizzata criticamente per la visione antropocentrica, occidentale, che implica e a causa della deformazione di natura economica che essa introduce nel rapporto tra uomo e natura²⁰.

Sebbene controversa, questa nozione, sviluppata per rendere visibile ciò che non lo è negli attuali sistemi decisionali, offre attualmente un quadro di scambio efficace tra gli attori per avviare operazioni di conservazione o ripristino/riqualificazione delle zone umide. Essa permette, in un quadro nel quale la protezione della natura viene contrastata, di fornire un argomento ai suoi difensori.

«Anche se questo nuovo paradigma porta al suo interno i propri limiti e rischi, sarebbe utopico ignorarlo e basare i nostri sforzi per la conservazione e l'uso razionale delle zone umide su valori completamente diversi. È necessario, quindi, attribuire un valore quantitativo ai beni e ai servizi forniti dalle zone umide, se si vuole che la conservazione prevalga su tutte le opzioni possibili di utilizzazione dei suoli o dell'acqua che alimenta le zone umide.»²¹

Come classificare i servizi ecosistemici?

Come illustrato nei paragrafi precedenti, la diversità di definizioni, di rielaborazione e di applicazione si traduce in letteratura in una pluralità di classificazioni dei servizi. Oltre a questa, la letteratura presenta una molteplicità di denominazioni dei servizi²². Ad esempio, per i servizi culturali, l'analisi di 142 articoli indica che sono state utilizzate non meno di 36 denominazioni diverse per designare lo stesso servizio relativo all'aspetto paesaggistico degli ecosistemi. Nello stesso articolo di Blicharska *et al.* (2016), si evidenzia che solo il 18% dei termini o delle espressioni utilizzate risponda alla definizione di «servizio ecosistemico» e che il 45% di essi in realtà si riferisca solo a dei «benefici».

Essenziali, in quanto standard di riferimento, l'identificazione e la classificazione dei servizi sono il primo passo nell'attuazione di qualsiasi processo di utilizzazione o di valutazione dei servizi ecosistemici. A questo scopo, può essere utile l'articolo di Fisher *et al.* (2009)²³, che esamina le molteplici classificazioni esistenti. Rivolgendosi ai gestori di spazi naturali, gli autori forniscono esempi di contesti decisionali e propongono le classificazioni più appropriate per ciascuno di essi.

Per promuovere i servizi ecosistemici e sensibilizzare un pubblico ampio, pare appropriata la classificazione in 4 categorie proposta dal MEA: servizi di supporto, regolazione, approvvigionamento e servizi culturali.

Tabella 1 - Classificazione schematica dei servizi ecosistemici secondo il MEA.

Supporto Formazione dei suoli, fotosintesi, produzione primaria, ciclo dei nutrienti, ciclo dell'acqua.	Approvvigionamento – valore d'uso diretto Alimenti (coltivazione, allevamento, pesca, acquacoltura, piante selvatiche e alimenti per animali), fibre (legno, cotone, energia del legno), risorse genetiche, biochimica e biofarmaceutica, acqua potabile.
	Regolazione - valore d'uso indiretto Qualità dell'aria, regolazione del clima (globale e regionale/locale), regolazione dell'acqua, regolazione dell'erosione, depurazione dell'acqua e trattamento dei rifiuti, regolazione delle malattie, regolazione delle specie dannose, impollinazione, regolazione dei rischi naturali.
	Servizi culturali - valore di non uso Diversità culturale, valori religiosi e spirituali, sistemi di conoscenza, valori educativi, ispirazione, valori estetici, relazioni sociali, senso dei luoghi, valori del patrimonio culturale, tempo libero ed ecoturismo.



Source: PBL, WUR, CICES 2014

www.pbl.nl

Figura 2 - Panoramica dei diversi tipi di servizi ecosistemici nel sistema CICES (PBL, WUR, CICES - 2014).

Tuttavia, come illustrato nei dibattiti sul concetto, sotto l'impulso degli ecologi che si confrontano sulla misurazione dei servizi, nelle classificazioni più recenti la categoria «servizi di supporto» tende a scomparire. Poiché corrispondono a processi interni agli ecosistemi, essi esistono indipendentemente dal loro utilizzo e sono talvolta considerati ridondanti con i servizi di regolazione. Così, una delle classificazioni più elaborate, nota come *Common International Classification of Ecosystem Services*

(CICES)²⁴ aggiornata nel 2018, integra dimensioni biotiche e abiotiche e presenta 11 classi raggruppate in 3 temi, che presentiamo sinteticamente di seguito.

Servizio di approvvigionamento

Questa categoria comprende tutti i beni e i prodotti, alimentari o meno, derivanti tanto dagli organismi viventi quanto dai costituenti abiotici dell'ecosistema (compresa l'acqua).

Servizio di regolazione e di supporto

Questi servizi corrispondono a tutti i modi con i quali gli organismi viventi o i fattori abiotici dell'ecosistema possono mediare o moderare l'ambiente circostante che influisce sulla salute umana, la sicurezza o il comfort. Si può trattare di trasformazioni biochimiche o fisiche negli ecosistemi o della regolazione dei grandi flussi di materia favorevoli per le popolazioni.

Servizi culturali e sociali

Si tratta di tutto ciò che influenza la condizione fisica e mentale delle persone negli ecosistemi. Si riferiscono ad ambienti, luoghi o situazioni ambientali che dipendono dai processi vitali e possono essere collegati a specie, habitat ed interi ecosistemi. I servizi culturali sono resi possibili dalle interazioni dirette o indirette tra le persone e i sistemi viventi.

Quali sono i servizi forniti dalle zone umide?

La diversità dei servizi forniti dalle zone umide

Esiste un'ampia varietà di zone umide. Consultando diverse fonti, risulta che esse possono fornire circa 25 dei 43 servizi riconosciuti per gli ecosistemi in Francia²⁵. Si possono citare, senza essere esaustivi, il loro ruolo nel controllo delle inondazioni, nella ricarica delle falde, nella depurazione dell'acqua, nelle pratiche ricreative, nella mitigazione dei cambiamenti globali o nella stabilizzazione costiera. Il rapporto tecnico Ramsar, *Valutazione delle zone umide: indicazioni sulla stima dei benefici dei servizi ecosistemici delle zone umide*²⁶ presenta un ampio panorama dei servizi forniti sia dalle zone umide continentali sia da quelle costiere.

Tuttavia, dalle paludi e torbiere, alle zone alluvionali o litoranee, la diversità delle modalità di funzionamento ecologico e delle interazioni con le società umane non consente di formulare una risposta unica per quanto riguarda i servizi ecosistemici forniti dalle zone umide. Pur essendo ancora pochi gli esempi quantitativi di valutazione per tipo di zona umida, iniziano a essere pubblicati alcuni compendi rivolti ai gestori di aree naturali, che forniscono una panoramica delle conoscenze e degli studi effettuati, come nel caso delle torbiere²⁷.

Proposta di classificazione adatta alle zone umide

Nell'ambito del progetto RestHALp, tenendo conto dei recenti sviluppi presentati in precedenza e delle specificità dell'ecosistema costituito dalle zone umide, abbiamo utilizzato la seguente classificazione, fondata su tre categorie.

SERVIZI DI REGOLAZIONE E DI SUPPORTO: servizi derivati dalla regolazione dei processi naturali e dalle funzioni di base degli ecosistemi. Questi servizi comprendono, ad esempio, «Regolazione del clima globale e locale», che deriva, tra le altre cose, dalla funzione di stoccaggio del carbonio da parte delle zone umide. Il servizio di «Depurazione e mantenimento della qualità della risorsa idrica» è assicurato dalle funzioni di ritenzione/degradazione delle sostanze in sospensione e di altre, come il fosforo o i nitrati. Altri servizi riguardano la biodiversità, come la «Conservazione della diversità specifica e genetica», che si riferisce al ruolo delle zone umide in quanto habitat di riproduzione e di alimentazione di alcune specie.

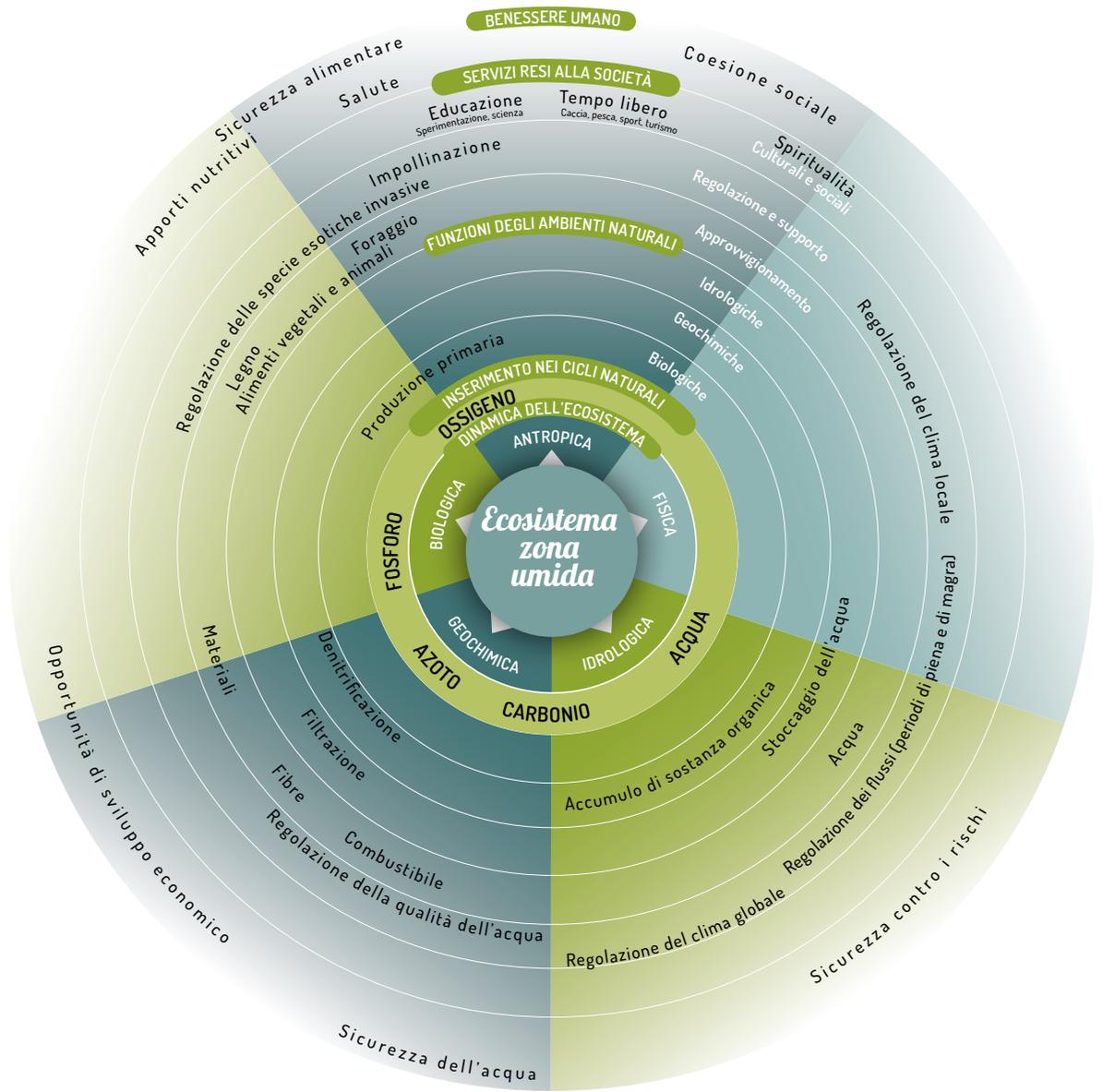


Figura 3 - Connessioni tra il funzionamento dell'ecosistema e i servizi ecosistemici forniti dalle zone umide.

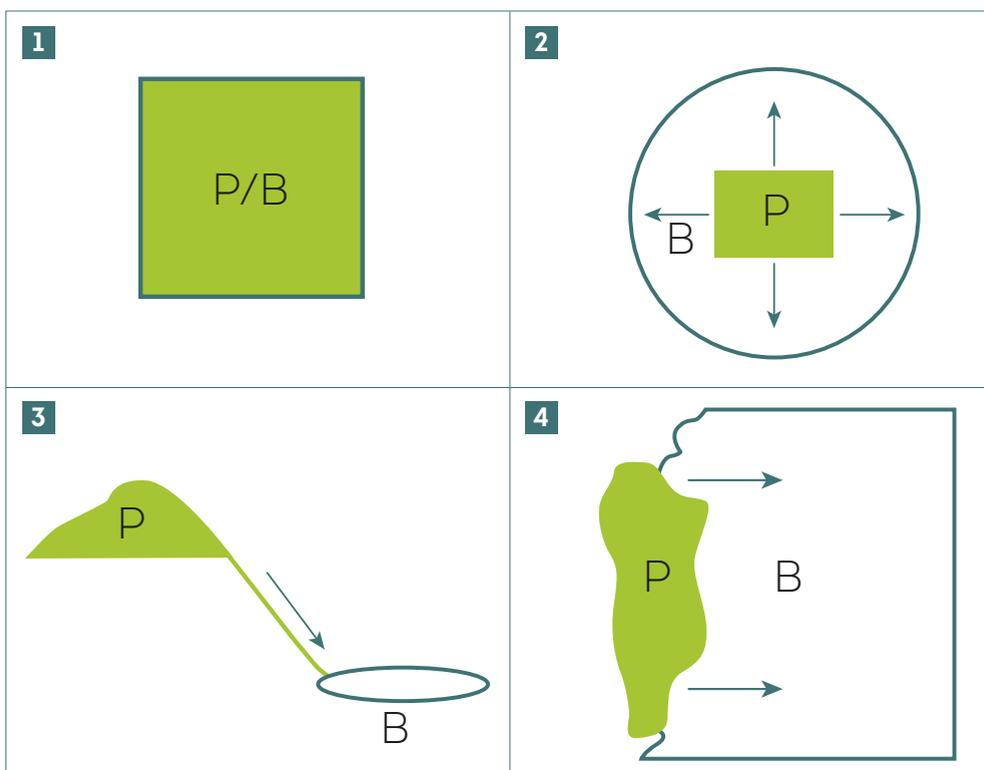
Figura 4 - Relazioni spaziali tra le zone di produzione dei servizi (P) e le zone che ne beneficiano (B), da Fisher et al. (2009).

SERVIZI DI APPROVVIGIONAMENTO: servizi che producono «prodotti finiti» che possono essere prelevati nell'ecosistema. Le zone umide possono fornire foraggio per l'allevamento, legname, risorse alieutiche ecc.

SERVIZI CULTURALI: definiti come i benefici non materiali che gli ecosistemi possono fornire attraverso l'arricchimento spirituale, lo sviluppo cognitivo, la riflessione, la creazione, le esperienze estetiche. Questa categoria comprende servizi quali «Opportunità per la ricerca», in relazione al loro ruolo di archivi ambientali (ricostituzione del clima passato attraverso la paleoecologia, l'archeologia ecc.), «Amenità del paesaggio», legate alla qua-

lità estetica delle zone umide, o ancora il ruolo delle zone umide nel patrimonio culturale della popolazione (partecipazione all'identità culturale).

Altri tipi di classificazioni dei servizi, che incorporano le loro caratteristiche spaziali, sembrano essere altrettanto adatti per lo studio delle zone umide. Le zone umide, infatti, forniscono servizi a diverse scale, spesso al di là dei loro limiti particolari: ad esempio il servizio di protezione dalle inondazioni o il servizio di regolazione del clima globale²⁸. Non li svilupperemo in questa sede, ma terremo conto delle nozioni di scala spaziale e temporale nei capitoli seguenti.



1 - produzione e beneficiari nello stesso luogo

2 - il servizio è fornito in modo omnidirezionale e avvantaggia il paesaggio circostante
Vantaggi direzionali specifici

3 - zona a valle beneficia dei servizi prodotti a monte

4 - zona che, per la sua posizione, beneficia della protezione della zona di produzione

PERCHÉ UTILIZZARE LA NOZIONE DI SERVIZIO ECOSISTEMICO?

A cosa serve valutare i servizi ecosistemici?

Questa domanda ci riporta ai dibattiti sulla nozione di servizio ecosistemico (vedi "Dibattiti e controversie"). È stata ampiamente affrontata negli articoli di Wolf *et al.* (2017) o di J-M Salles (2010), dai quali possiamo riprendere la seguente affermazione: l'interesse del processo di valutazione non è tanto di «assegnare un valore economico alla natura, cosa

che è inutile, ma di tradurre il valore delle perdite derivanti dalla distruzione degli ecosistemi in termini che ci permettano di commisurare i servizi ecosistemici con altre questioni sociali». È quindi una risposta alle pressioni che subisce la biodiversità, per influire sulle decisioni esplicitando i valori della natura.



Figura 5 - Relazioni tra i servizi ecosistemici, lo stato della biodiversità, le pressioni che subisce e le risposte a tali pressioni, in TESSA (2013). Fonte: adattato da Sparks *et al.* (2010) Linked indicator sets for addressing biodiversity loss. *Oryx* 45(3): 411-419.

Quali sono gli scopi della valutazione dei servizi ecosistemici?

Sulla base delle esperienze studiate nella letteratura scientifica, si possono mettere in evidenza quattro finalità.

Monitoraggio e attuazione di politiche di gestione

Uno degli usi più consueti è la razionalizzazione delle strategie di conservazione della biodiversità per massimizzare l'efficacia delle politiche pubbliche. Si tratta quindi di un utilizzo rivolto alla gestione della natura. La questione della gestione tocca anche gli attori economici e finanziari. Al di là delle questioni di immagine che spingono le aziende a cercare di comprendere la materialità delle tematiche ambientali in termini di rischio, impatto e dipendenza, l'approccio viene anche utilizzato come strumento per gestire le loro iniziative in materia di biodiversità²⁹. Ad esempio in Francia, per le società quotate in borsa che dal 2002 (legge sui «Nuovi regolamenti economici») devono presentare «*le misure adottate per preservare o sviluppare la biodiversità*» (Decreto n. 2012-557), il processo è spesso iniziato con una domanda di metodologia standardizzata.

I servizi ecosistemici sono degli strumenti sempre più utilizzati per la pianificazione e lo sviluppo territoriale. La presa in conto della dimensione spaziale, tramite metodi cartografici, permette di tradurre le dinamiche di un territorio, a scala globale ma ancora più a scala locale. Consolidata a scala regionale, la cartografia dei servizi ecosistemici può dimostrarsi vincente per una pianificazione realmente sostenibile. Essa appare dunque come uno strumento chiave per accrescere

la sensibilità sul tema e fornire dei metodi concreti direttamente applicabili da parte dei decisori tecnici e politici che operano sul territorio³⁰.

Supporto decisionale - animazione

Gli strumenti di valutazione dei servizi ecosistemici sono oramai utilizzati dai promotori di progetti per l'analisi degli scenari e il supporto decisionale, con l'obiettivo di migliorare l'accettabilità del progetto³¹. Permette di prendere in considerazione i costi e i benefici di ciascuna opzione, e valutare la perdita di benessere sociale derivante da un progetto³². In questo modo, la nozione consente di condurre processi decisionali mettendo sullo stesso piano la sostenibilità economica, il benessere umano e la conservazione degli ecosistemi³³.

Pagamenti per i servizi ecosistemici, compensazione-finanziamento

Monetizzandoli, si può valutare un potenziale di servizi, per finanziare una gestione o un ripristino di ecosistemi favorevoli al loro mantenimento. In quest'ottica, i gestori degli ambienti naturali (agricoltori, associazioni, collettività) potrebbero cogliere nuove fonti di introiti/finanziamenti, attraverso lo sviluppo di strumenti di mercato come i pagamenti per i servizi ecosistemici. È anche una questione che

porta ad approfondire il tema dell'equivalenza ecologica, come avviene nei meccanismi di compensazione.

Comunicazione-sensibilizzazione

I servizi ecosistemici sono ampiamente utilizzati per comunicare e sensibilizzare le parti interessate e gli utenti sui problemi di

conservazione degli ecosistemi. In questo senso, contribuiscono a formare i presupposti per scelte individuali a favore della conservazione degli ecosistemi e quindi a ottenere il sostegno degli attori del territorio e del pubblico all'attuazione di politiche o di operazioni di gestione basate su dati di fatto.



Come utilizzarla nell'ambito del ripristino?

Desideriamo ora concentrare l'attenzione su un quadro d'uso specifico, quello del ripristino degli ecosistemi, che costituisce il cuore del progetto RestHALp.

Come esempio per creare interesse

Nell'arco di circa trent'anni il ripristino ecologico si è affermato, in Francia e nel resto del mondo, come uno strumento a favore della biodiversità; tuttavia, tenuto conto del costo, delle difficoltà di attuazione o delle incertezze sui risultati, è ancora necessario convincere gli attori locali della sua validità, nonostante il crescente sostegno delle politiche pubbliche.

Per sensibilizzare e convincere, quindi, è importante sottolineare la rilevanza dei servizi forniti. Si tratta di comunicare e rendere esplicita la dipendenza della società dagli ambienti naturali e mostrarne il valore. Esempi di valutazione dei servizi ecosistemici in contesti geografici simili sono particolarmente utili. Un caso esemplare potrebbe essere, nel campo della gestione delle acque, quello della metropoli di New York e della conservazione dell'ambiente nei Monti Catskills³⁴.

Tuttavia, se l'importante è il messaggio generale legato alla sua dimensione pedagogica, questo è tanto più efficace se presenta una situazione simile a quella vissuta dagli attori ai quali il messaggio è indirizzato. Infatti, presentare a degli amministratori di piccoli comuni montani l'esempio di un investimento decennale di quasi 1,5 miliardi di dollari, per ridurre l'inquinamento di un bacino idrografico situato 150 km a nord di una metropoli di 22 milioni di abitanti ed evitare la costruzione di un impianto di trattamento delle acque da 7 miliardi di dollari, può suscitare quantomeno delle reazioni scettiche.

Come metodo di stima dei guadagni

Questa utilizzazione corrisponde in parte ad una declinazione locale dell'uso pedagogico descritto sopra, ma va oltre. Si tratta di servirsi del concetto di servizi ecosistemici per facilitare il confronto tra le parti interessate e animare un processo decisionale per avviare azioni di ripristino. Tale uso comporta l'identificazione dei servizi, dei beneficiari, e porta alla loro valutazione qualitativa o quantitativa. Se, in un primo momento, la nozione di servizi ecosistemici è l'approccio che permette a diversi attori con bagagli scientifici e percorsi individuali differenti di confrontarsi, in un secondo momento consente di fornire una griglia di lettura multiuso nella quale vengono presi in considerazione i diversi valori associati agli ecosistemi.

Questi scambi consentono di chiarire il legame tra processi biofisici e servizi, di localizzare gli ambienti naturali da analizzare, di rendere concreto il loro valore e di vagliare la natura dei possibili interventi. Permettendo agli attori del territorio e ai gestori di esprimersi e di individuare i valori che attribuiscono alle zone umide, questo metodo contribuisce alla loro adesione al progetto di ripristino.

La messa in opera di processi partecipativi o collaborativi di valutazione consente a ciascun attore di misurare l'impatto delle azioni di ripristino su ogni servizio. Per fare ciò, ogni attore «esperto» utilizza una regola di attribuzione di punteggi basata su un sistema ordinale o su stime economiche dell'insieme di servizi analizzati (vedi capitolo: *Quali strumenti sono disponibili?*)

COME METTERE IN ATTO UN PROCESSO DI VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI?

La valutazione dei servizi ecosistemici comporta l'adozione di un approccio interdisciplinare per comprendere come il funzionamento ecologico si intersechi con l'azione antropica. Ciò significa svolgere un esame collaborativo delle diverse discipline che contribuiscono all'attribuzione del valore.

Quale metodologia adottare?

Attualmente esistono diverse metodologie e guide per realizzare degli studi di valutazione dei servizi ecosistemici. Questi metodi possono proporre approcci diversi, a seconda della scala dello studio, dell'uso proposto e della raccolta dei dati sul funzionamento ecologico. Rimandiamo il lettore a tre proposte in lingua francese.

BOÎTE À OUTILS DES SERVICES ÉCO-SYSTÉMIQUES (310 pagine), rivolta ai gestori e agli analisti. Sviluppata in Canada per supportare l'elaborazione di politiche e il processo decisionale, propone, con un approccio a scala nazionale, una guida pratica alla realizzazione e all'uso della valutazione dei servizi ecosistemici. Presenta una moltitudine di schede operative per aiutare il lettore a impostare la valutazione.

L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DES BIENS ET SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES (218 pagine), che mira a garantire la massima omogeneità e standardizzazione nell'uso degli strumenti in Québec. Tali strumenti devono permettere di valutare l'evoluzione dei valori economici di uso e di non uso legati alle variazioni qualitative degli ecosistemi e dei servizi ecosistemici che essi forniscono alla società nel contesto del cambiamento climatico.

BOÎTE À OUTILS POUR L'ÉVALUATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES À L'ÉCHELLE D'UN SITE (TESSA) (150 pagine, 27 schede metodologiche, 7 schede di suggerimenti e 23 allegati) è ideato per fornire consigli pratici sulla valutazione e il monitoraggio dei servizi ecosistemici alla scala di un sito. Aiuta chi lo usa a identificare i servizi da valutare, i dati necessari per misurarli, i metodi o le risorse utilizzabili per ottenere questi dati e spiega come comunicare i risultati, al fine di conservare al meglio la biodiversità.

Si tratta di documenti molto corposi, dei quali sintetizziamo i principali elementi metodologici comuni.

■ La valutazione è un processo interdisciplinare per tener conto dell'insieme delle tematiche e condurre un'analisi multicriteri. Riunisce diverse parti interessate, una squadra di progetto che conduce lo studio ed esperti del contesto umano e ambientale.

■ I diversi metodi distinguono più fasi nel processo di valutazione: 6 per la **Boîte à outils des services écosystémiques** e 8 per **TESSA**. Tra queste fasi, la definizione del quadro di valutazione è di primaria importanza. Si tratta di sapere in quale contesto ecologico e politico si situa lo studio, per individuare le domande alle quali la valutazione dovrà rispondere.

■ Generalmente esiste una fase di valutazione preliminare che permette di identificare le funzioni dell'ecosistema, le parti interessate, i servizi e i beneficiari, tutti

elementi che serviranno a organizzare il processo di valutazione.

■ È spesso essenziale una fase di informazione degli interessati per la comprensione comune dei termini e delle questioni.

La valutazione si basa su una raccolta di dati ecologici e socio-economici, che non sempre sono facili da reperire. Le metriche o gli indicatori utilizzati sono numerosi. Ad esempio, possiamo illustrare lo schema di dati possibili con la tabella seguente.

Tabella 2 - Esempio di indicatori delle funzioni ecologiche, del capitale naturale, dei servizi ecosistemici e dei vantaggi dei servizi ecosistemici per le zone umide (adattato e modificato dalla Boîte à outils des services écosystémiques).

SERVIZIO ECOSISTEMICO	INDICATORI DELLE FUNZIONI ECOLOGICHE DEL CAPITALE NATURALE	INDICATORI DEI BENEFICI PER L'UOMO
SERVIZI DI APPROVVIGIONAMENTO		
ALIMENTI	Disponibilità totale (t/ha)	Numero di persone impiegate, compresi i lavoratori autonomi, nella raccolta, trasformazione e distribuzione di questi beni
	Produttività netta (kcal/ha/anno)	
	Presenza di piante/animali commestibili	
COLTURE	Superficie delle terre coltivate (ha)	
	Produzione vegetale conseguita (t/ha/anno)	
ALLEVAMENTO	Superficie totale di praterie pascolabili	
	Densità di bestiame al pascolo	
	Produzione foraggera conseguita (t/ha/anno)	
PESCA	Dimensione delle catture	
ALIMENTI SELVATICI	Quantità di carne di selvaggina prelevata	Numero di alimenti spontanei raccolti in una zona
	Animali cacciati	Numero di cacciatori (diritti di accesso)

LEGNO E BIOCOMBUSTIBILI	Biomassa totale (t/ha)	Numero di persone impiegate, compresi i lavoratori autonomi, nella raccolta, trasformazione e distribuzione di questi beni
	Produttività netta (t/ha/anno)	
	Numero di specie o di componenti biotiche utilizzabili	
ACQUA POTABILE	Quantità totale di acqua (m ³ /ha)	Numero di persone che hanno accesso all'acqua
	Quantità di acqua estratta per anno e per zona	Costo di depurazione dell'acqua quando l'ecosistema è degradato
	Presenza di riserve d'acqua	
MATERIALE GENETICO	Numero totale di specie e sottospecie	
	Biomassa totale (t/ha)	
RISORSE BIOCHIMICHE O MEDICINALI	Quantità di specie raccolte a questo fine	Numero di specie del sito utilizzate dall'industria farmaceutica
		Vendite o profitto dallo sviluppo di questi prodotti
SERVIZI DI REGOLAZIONE		
REGOLAZIONE DELL'EROSIONE	Quantità di sedimenti trattenuti	Incidenza, costo o rischio di lesioni o danni a persone e cose a causa di inondazioni (ad esempio, a seguito di perdite di zone umide)
	Suolo (per es. sostanza organica, permeabilità)	
DEPURAZIONE DELL'ACQUA	Tempi di ritenzione dell'acqua negli ecosistemi	Volume degli effluenti scaricati per area geografica
	Confronto delle concentrazioni di inquinanti in entrata e in uscita dal sistema	Costo di costruzione di impianti di trattamento dell'acqua
	Capacità di degradazione biochimica del COD (g /m ³ / giorno)	
	Quantità di N e di P stoccati (kg/ha/anno)	
REGOLAZIONE DEI RISCHI NATURALI	Superficie/profondità delle zone umide	Danni alle proprietà causati da eventi naturali (frane e alluvioni)
	Capacità di stoccaggio dell'acqua	Costi relativi alla proprietà, al sistema sanitario, alla produttività dei lavoratori
	Riduzione del deflusso/ruscigliamento	Senso di sicurezza espresso rispetto ai rischi naturali
	Ritardo delle portate massime di piena	

REGOLAZIONE DEL DEFLUSSO D'ACQUA	Capacità di ritenzione idrica del suolo	Incidenza, costo o rischio di inondazione
	Portata massima	
	Tasso di infiltrazione nel suolo	
	Capacità di stoccaggio dell'acqua in superficie (mm/m)	
	Superficie di zone umide	
	Numero di inondazioni per anno	
REGOLAZIONE DEL CLIMA	Riserve di carbonio epigee e ipogee	Sicurezza delle fonti alimentari regionali se la produzione regionale diminuisce a causa dei cambiamenti climatici o di altri effetti legati al clima
	Evapotraspirazione e fotosintesi (per es. indice di area fogliare)	Rischi di siccità/inondazioni connessi alla produzione agricola
	Sostanza organica del suolo in volume o in percentuale	
SERVIZI CULTURALI		
IDENTITÀ E PATRIMONIO CULTURALE	Numero di specie o superficie dell'ecosistema/paesaggio caratteristico importante a livello culturale	Livello di soddisfazione espresso rispetto all'ecosistema
	Numero di persone che utilizzano l'ecosistema per scopi legati al patrimonio e all'identità culturale	
SPIRITUALITÀ E RELIGIONE	Specie o caratteristiche dell'ecosistema/paesaggio aventi un valore spirituale	Accesso e utilizzo di luoghi sacri conosciuti
	Numero di persone che attribuiscono un significato spirituale o religioso all'ecosistema	Espressione del senso di pace del trovarsi nella natura
		Espressione del significato spirituale dell'ecosistema
ISPIRAZIONE PER IL PENSIERO E IL LAVORO CREATIVO UMANO	Numero di specie o superficie dell'ecosistema/paesaggio caratteristico con valore ispiratore	Quantificazione delle produzioni letterarie/artistiche (ad es. numero di scrittori, fotografi ecc. o numero di prodotti: pubblicazioni, siti web)
	Numero di libri, dipinti, che utilizzano il sito come fonte di ispirazione	Numero di corsi, laboratori, eventi dedicati alle arti

TEMPO LIBERO E TURISMO	Superficie del sito con valore ricreativo dichiarato	Partecipazione (numero di persone) al turismo naturalistico o ad attività ricreative basate sulla natura
	Vicinanza del sito per la frequentazione	Numero di eventi o attrezzature
		Visitatori (numero o ore) del sito
		Denaro/tempo investito nello svolgimento di attività sul sito
		Apprezzamento espresso per le possibilità di attività ricreative
SENTIMENTO DI APPARTENENZA AD UN LUOGO	Numero di persone che considerano il sito importante per il loro senso di appartenenza a un luogo	Marketing basato sul luogo
		Attivismo locale per la protezione della natura
		Eventi relativi al sito che contribuiscono all'identità locale
SISTEMI DI CONOSCENZA E INSEGNAMENTO	Numero di visite di scolaresche	Numero di partecipanti ad attività volontarie di salvaguardia e di <i>citizen science</i>
	Numero di studi scientifici	Numero o percentuale della popolazione occupata in professioni legate al sito
SVILUPPO COGNITIVO, SALUTE E BENESSERE PSICO-FISICO		Utilizzo del sito in programmi sanitari
		Tasso di partecipazione a gruppi naturalistici
		Numero di persone che hanno scelto di vivere vicino al sito
		Espressione dei vantaggi da parte degli utenti
ESPERIENZA ESTETICA	Numero/superficie di elementi paesaggistici per i quali è stato espresso un apprezzamento	
	Espressione del valore estetico	

Anche il diagramma seguente proviene dalla **Boîte à outils des services écosystémiques** e riassume il quadro e le tappe della valutazione.

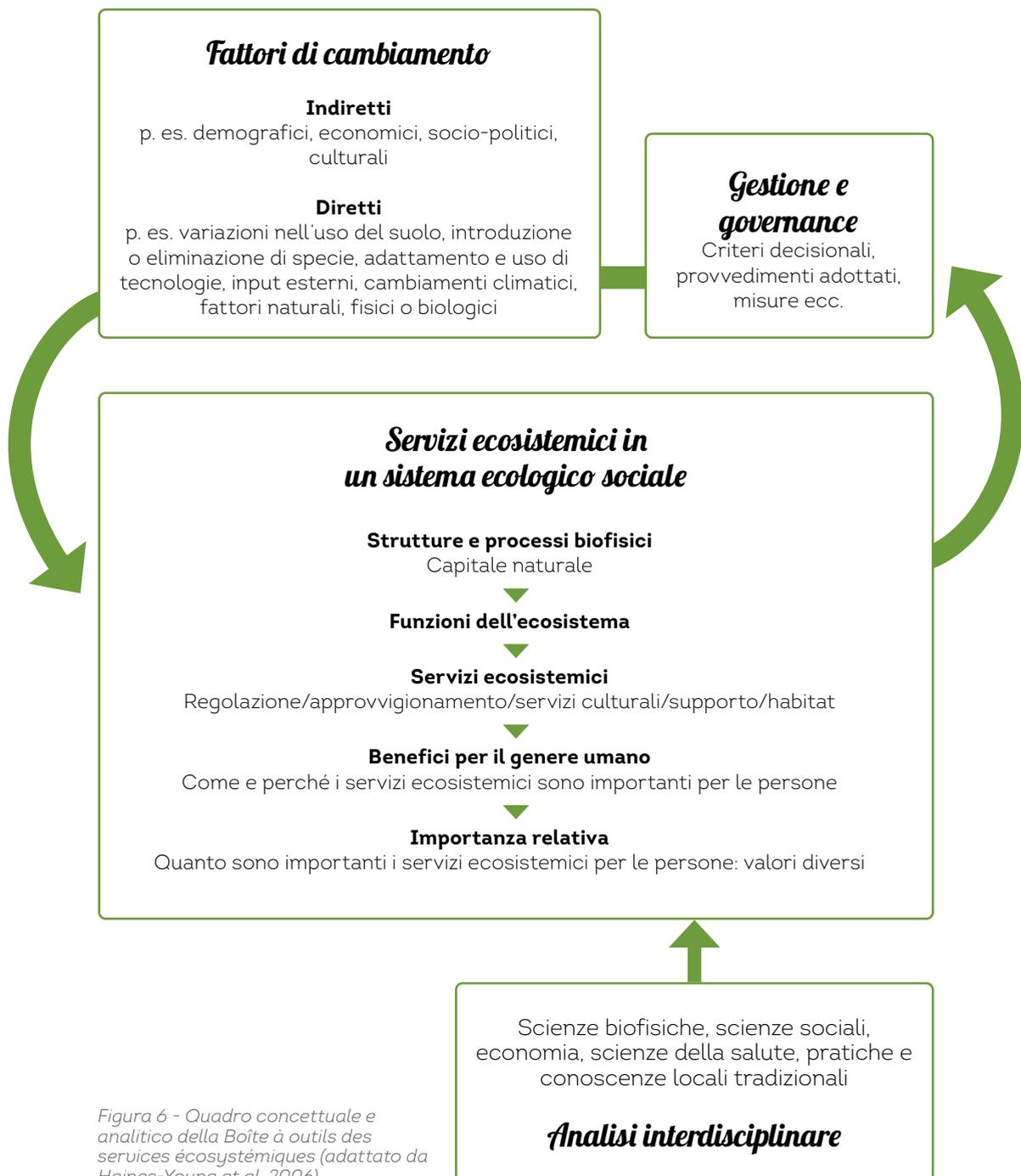


Figura 6 - Quadro concettuale e analitico della Boîte à outils des services écosystémiques (adattato da Haines-Young et al. 2006).

Chi valuta i servizi ecosistemici?

Questa domanda è fondamentale in quanto determina i risultati e la loro appropriazione, soprattutto quando il processo è utilizzato per promuovere l'attuazione di progetti di ripristino. I soggetti coinvolti nella partecipazione, in qualsiasi tappa del processo di valutazione dei servizi ecosistemici, sono definiti *portatori di interessi*. Per un'assimilazione efficace, i portatori di interessi devono poter essere coinvolti ed essere fautori dei risultati.

Per definire l'elenco dei portatori di interessi, si può creare una matrice di analisi che le definisce in base ai seguenti criteri:

- caratteristiche (tipo di organizzazione/ di persona);
- principali interessi per il sito;
- principali diritti sul sito (proprietario, gestore, agricoltore, altri utenti ecc.);
- impatto sul sito e sui suoi servizi (attuale e potenziale);
- priorità riguardo ai servizi ecosistemici e i loro progetti per il sito.

Possiamo distinguere 3 gruppi di portatori di interessi, dettagliati nel seguito.

Il gruppo consultivo

Si tratta di un gruppo ampio, è il comitato d'indirizzo dello studio che deve garantire un chiaro orientamento del lavoro, la partecipazione di tutti i portatori di interessi e l'avanzamento del processo di valutazione. Coinvolge quindi generalmente il committente della valutazione, i responsabili delle decisioni e i finanziatori dello studio, ma può anche coinvolgere consulenti esterni al progetto come, per esempio, membri di consigli scientifici di aree protette o accademici.

Il gruppo di esperti tecnici

La valutazione viene effettuata da un gruppo tecnico interdisciplinare, o comitato tecnico, che dovrebbe coinvolgere tutte le competenze necessarie. I membri di questo gruppo devono essere in grado di contribuire a:

- identificare gli habitat, le specie e i servizi chiave;
- suggerire lo stato alternativo più plausibile per il sito;
- fornire i dati esistenti;
- progettare protocolli di raccolta di nuovi dati;
- raccogliere nuovi dati;
- interpretare i risultati.

Le competenze spaziano dall'ecologia all'economia, passando per la modellizzazione, la geografia ecc. Riunisce tutti gli esperti disponibili, accademici, naturalisti, tecnici delle amministrazioni o di imprese, ma più in generale ogni persona locale ben informata e riconosciuta, detentrica di conoscenze tradizionali.

Il gruppo di esame

Con l'obiettivo di applicare a più ampia scala le conclusioni del processo di valutazione, può essere utile definire un gruppo di esame, che fornisca un parere sui metodi adottati e sui risultati ottenuti. Questo gruppo, composto da esperti esterni al progetto, riunisce le competenze necessarie a verificare la validità del lavoro, a sostegno della credibilità e della pertinenza del processo stesso.

Qual è il quadro della valutazione?

Non è sempre facile definire correttamente la scala di analisi per la valutazione. Peraltro, i risultati sono spesso sensibili alla scala temporale e spaziale alla quale vengono studiati i servizi. Un certo numero di parametri e di indicatori delle funzioni ecologiche, come il consumo di servizi ecosistemici, non sono uniformemente distribuiti nello spazio e nel tempo. Pertanto è comprensibile, ad esempio, che l'uso dei dati di frequentazione di una zona umida di montagna, per determinarne il servizio di attrattività per il tempo libero e il turismo, sia molto variabile, sia nel tempo, in ragione della stagionalità, sia nello spazio, in quanto il sito non è frequentato in modo uniforme.

Lo studio dei servizi ecosistemici dovrebbe quindi essere condotto su diverse scale, pertinenti per i responsabili politici e sensibili alla variabilità dei processi.

Quale scala temporale?

La nozione di tempo è fondamentale nel concetto di servizio ecosistemico, non solo perché il funzionamento degli ecosistemi e della società risponde a cicli, a soglie e a effetti cumulativi che fanno

si che non evolvano in modo lineare, ma anche perché il processo di valutazione è molto spesso funzionale al confronto di diversi scenari mirato a simulare gli effetti delle azioni future.

Senza andare oltre, è necessario interrogarsi e prestare particolare attenzione tanto all'attualità delle informazioni raccolte per la valutazione, quanto alla prospettiva temporale considerata dalle parti coinvolte allorché attribuiscono un valore ai servizi.

Quale scala spaziale?

Sempre più studi spazializzano i servizi ecosistemici³⁵. Vi è infatti una dinamica tra le aree di produzione e quelle di consumo dei servizi, tra le quali si stabiliscono dei flussi. Il diagramma seguente illustra l'importanza di considerare attentamente la relazione spaziale tra le aree di produzione e le aree che beneficiano dei servizi, per eseguire correttamente la valutazione, sia per raccogliere i dati necessari (funzionamento degli ambienti, costo delle opere di protezione, bacino di utenza ecc.), sia per identificare le parti interessate nella valutazione.

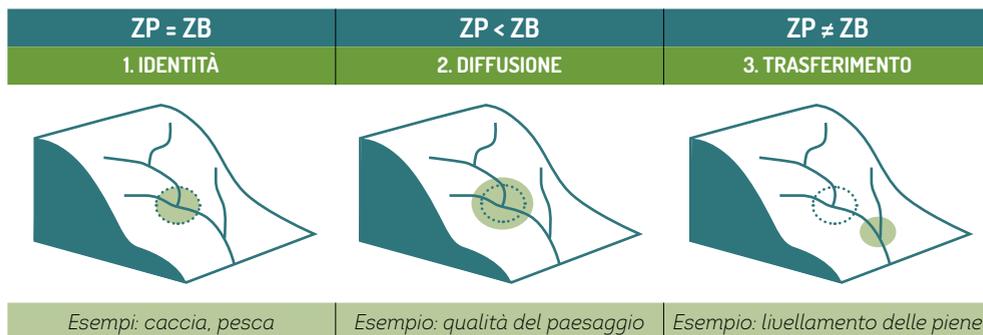


Figura 7 - Relazioni spaziali nell'analisi dei servizi, adattato da Fisher et al., 2009.

 ZP: zona di produzione dei servizi = zona umida
 ZB: zona che beneficia dei servizi

In questo modo si può disporre di dati relativi al contesto territoriale, per la sensibilizzazione, la negoziazione o la monetizzazione. L'interesse principale della spazializzazione risiede quindi nella sua capacità di mettere in discussione la nozione di servizi ecosistemici attraverso il prisma dei processi fisici e delle funzioni ecologiche che li inducono. Tuttavia, è necessario essere prudenti rispetto ai metodi di spazializzazione. Le informazioni geografiche disponibili per questo tipo di studio sono molto spesso limitate, tanto più quando il territorio di lavoro è vasto. Molto spesso è l'uso del suolo che viene utilizzato come base per la valutazione

dei servizi e appare evidente che l'uso del suolo come unico indicatore dei servizi ecosistemici o come unica variabile di modellizzazione porti a una semplificazione eccessiva.

Tuttavia, dietro l'approccio spaziale, è essenziale tenere conto delle relazioni spaziali tra le aree di produzione e le aree di godimento dei servizi. A questo titolo, come è insito nel concetto di idrosistema e nella nozione di connettività delle reti ecologiche, l'ecosistema rappresentato da una zona umida nel suo bacino idrografico svolge un ruolo importante per la diffusione o il trasferimento di servizi nel territorio.

Quali strumenti sono disponibili?

Negli ultimi anni sono emersi vari progetti in grado di fornire strumenti per la valutazione o la mappatura dei servizi ecosistemici. Inizialmente, la preoccupazione principale dei centri di ricerca è stata quella di soddisfare le esigenze di valutazione delle piattaforme internazionali (IPBES) e nazionali (EFESE). In seguito, si è osservato un forte coinvolgimento dei protagonisti economici e finanziari nello sviluppo di strumenti di valutazione. Pubblicazioni recenti, come quella di Wolff *et al.*³⁶ che analizza diciotto strumenti di valutazione, illustrano la diversità degli attori coinvolti: organizzazioni intergovernative, consorzi nazionali, società di consulenza, associazioni ambientaliste o organizzazioni di ricerca, che hanno approcci metodologici, competenze tecniche e fini molto diversi. Pertanto, non elenchiamo tutte le proposte esistenti, ma presentiamo alcuni strumenti che consentono di effettuare la valutazione, rendendo più semplice e oggettivo il processo di attribuzione del valore. Essi permettono anche di comprendere la complessità del funzionamento degli ecosistemi, per la quale la raccolta di dati quantitativi locali non è sempre possibile, utilizzando modelli o mobilitando competenze territoriali o settoriali.

Matrice delle capacità³⁷

L'Istituto Mediterraneo di Biodiversità e di Ecologia marina e continentale (IMBE), nell'ambito di progetti di valutazione nelle zone umide del Parco naturale regionale Scarpe-Escaut e negli ambienti naturali del Parco naturale regionale delle Baronnies Provençales, ha sviluppato un metodo basato sulle valutazioni di esperti utilizzando le matrici delle capacità.

Una matrice delle capacità è una tabella che incrocia l'elenco dei servizi ecosistemici e la tipologia degli habitat/ambienti che possono fornire questi servizi nel territorio. Questa matrice viene utilizzata dai partecipanti «esperti» del laboratorio di valutazione per attribuire un punteggio. I partecipanti, con conoscenze teoriche e/o pratiche in ecologia, sono selezionati per rappresentare i diversi attori del territorio, utenti, gestori, enti locali ed esperti scientifici. Intorno alla matrice, compilata individualmente poi aggregata mettendo in comune i punteggi dei diversi attori, si organizza il dibattito, la condivisione delle visioni, l'emergere di compromessi e, come corollario, lo sviluppo di una cultura comune con una valutazione condivisa accettabile da tutti gli attori.

Questo metodo semplice, che crea dei

dati semi-quantitativi che mettono in relazione gli ecosistemi e i servizi forniti, aggira il problema dell'acquisizione dei dati di funzionamento dell'ambiente. Esso consente di ottenere per ogni servizio una valutazione sulla base della stessa unità, cosa che permette un confronto per identificare i pacchetti di servizi forniti, o anche i compromessi tra i servizi.

ASPIRE

Il metodo ASPIRE «*Appréciation du Succès des Projets d'Ingénierie et de Restauration Écologiques*» è un quadro metodologico che intende essere uno strumento semplice per la valutazione complessiva di un progetto con più obiettivi da parte di diversi attori. Questo

procedimento, che si basa anche su una piattaforma di elaborazione online, grazie al suo principio può essere utilizzato nella valutazione dei servizi ecosistemici. Il metodo, sperimentato nell'ambito del progetto RestHAlp, è presentato in dettaglio nell'articolo di Jaunatre et al. (2017)³⁸. La maggior parte dei progetti di ripristino ecologico ha molteplici obiettivi, che possono rendere difficile la valutazione della riuscita di ogni progetto. Ciò è particolarmente vero quando i diversi attori hanno aspettative diverse. Tuttavia, questa fase di valutazione è importante perché permette di dire se la gestione del progetto debba essere adattata, per aumentare il suo successo, o se un analogo progetto potrebbe essere replicato. Il quadro metodologico

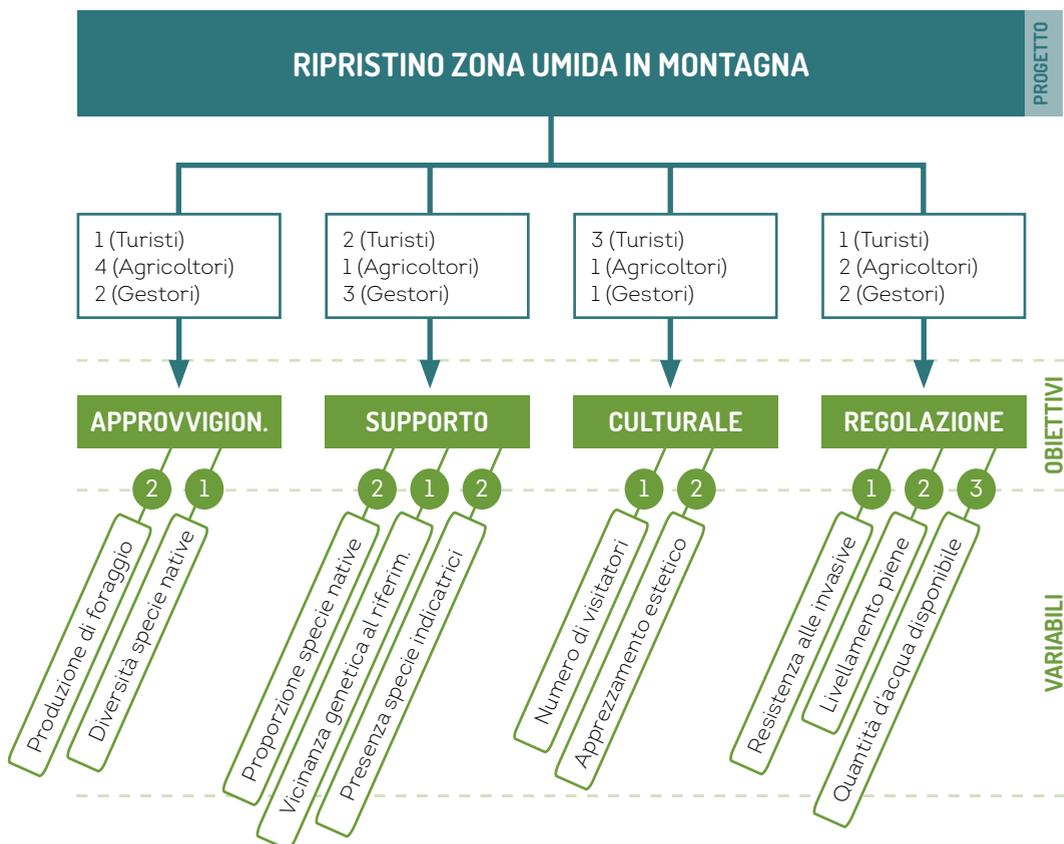


Figura 8 - Rappresentazione schematica del metodo ASPIRE.

ASPIRE sembra essere particolarmente appropriato per la valutazione dei servizi ecosistemici nell'ambito di un progetto di ripristino ecologico. Il metodo è gerarchizzato in tre livelli: (1) le variabili, (2) gli obiettivi e (3) il progetto. La valutazione complessiva del progetto è calcolata sulla base dei punteggi dei suoi obiettivi, che sono essi stessi basati sui punteggi delle loro singole variabili (Fig. 8). Per valutare il ripristino dei servizi ecosistemici all'interno di un progetto, un approccio interessante può essere quello di equiparare i diversi gruppi di

servizi ecosistemici a degli obiettivi e le misure che contribuiscono a riconoscere questi servizi a delle variabili.

Dopo aver caratterizzato ciascun livello gerarchico, il metodo ASPIRE consente di calcolare i punteggi delle variabili, degli obiettivi e quello del progetto per ogni attore. Produce anche dei grafici che illustrano i valori di questi diversi punteggi. Il metodo è stato sviluppato sul software R e può essere utilizzato tramite una piattaforma Shiny³⁹ disponibile online (<https://restoration.shinyapps.io/aspire/>).

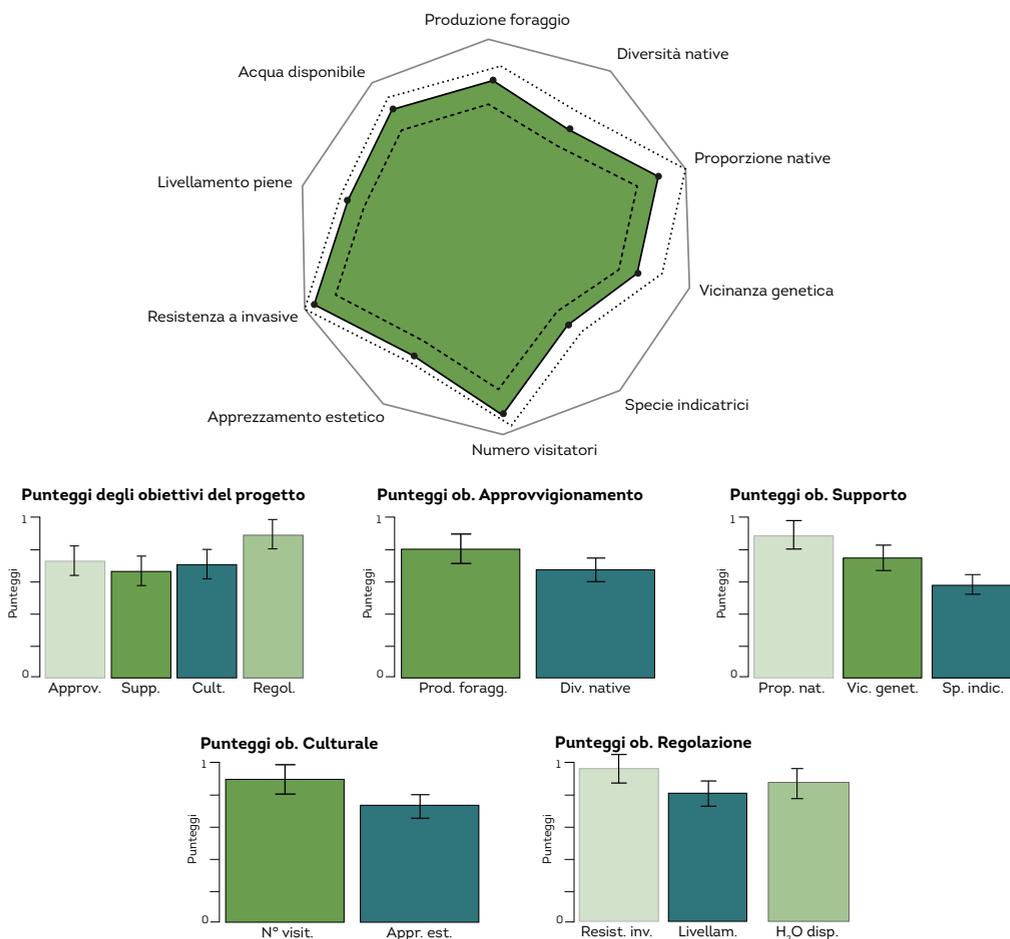


Figura 9 - Esempi di output grafici creati con il metodo ASPIRE. Possono essere generati automaticamente dei grafici a barre e dei grafici radar, che presentano risultati per obiettivi.

ESEMPIO DI UTILIZZO

Se prendiamo un caso di studio fittizio di ripristino di una zona umida in montagna, è possibile raggruppare le diverse variabili utili a misurare i servizi ecosistemici in grandi categorie di servizi: approvvigionamento, supporto, regolazione e servizi culturali. Una volta raccolti i dati sul campo, è possibile produrre grafici riepilogativi dei punteggi delle variabili, degli obiettivi e del progetto per ogni attore (Fig. 9). Questi grafici ci permettono di avere una visione d'insieme del progetto, ma anche di identificare le variabili o i servizi nei quali il ripristino ecologico ha funzionato bene e laddove rimane da migliorare.

InVEST⁴⁰

Sviluppato nell'ambito del Natural Capital Project (www.naturalcapitalproject.org), partnership tra The Nature Conservancy, il WWF e le Università di Stanford e del Minnesota, InVEST è un programma informatico che permette di valutare e cartografare servizi ecosistemici terrestri, acquatici e marini e di quantificare gli impatti di vari scenari di sviluppo o di gestione. I servizi ecosistemici inclusi nei 17 modelli disponibili (uno per servizio) possono essere valutati sul piano biofisico (tonnellate di carbonio stoccato, volumi d'acqua purificati...) o socioeconomico (valore sociale della riduzione delle emissioni di CO₂, riduzione dei costi di trattamento delle acque ecc.). Questo software modella anche la distribuzione spaziale e i volumi, nonché i valori economici attuali e futuri dei servizi. Questi includono la cattura e sequestro del carbonio, l'impollinazione, la depurazione delle acque, la ritenzione dei sedimenti, la protezione delle coste e gli habitat per la biodiversità. InVEST lavora per la maggior parte dei modelli sulla base di uno strumento GIS (ArcGIS).

Per ogni servizio ecosistemico sono disponibili 4 livelli di complessità di modellizzazione. I modelli più semplici in

genere attribuiscono dei valori biofisici di riferimento a diversi tipi di occupazione e uso del suolo, richiedono pochi dati di input e forniscono rapidamente dei risultati. Al contrario, i modelli più complessi richiedono una grande mole di informazioni ma forniscono risultati molto precisi.

RECORD⁴¹

Creata in Francia nel 1989, su iniziativa del Ministero dell'Ambiente, la Rete Cooperativa di Ricerca sui Rifiuti e l'Ambiente (RECORD) è il risultato di una triplice cooperazione tra industriali, autorità pubbliche e ricercatori. L'obiettivo principale è quello di finanziare e svolgere studi e ricerche nel campo dei rifiuti e dell'inquinamento industriale. Con la diffusione delle esperienze di ripristino e l'evoluzione delle normative relative ai siti e ai suoli inquinati, che evidenziano un forte desiderio di preservare e ripristinare la biodiversità, l'associazione ha voluto, in assenza di metodologie specificatamente adattate a questo tipo di siti, contribuire a facilitare la considerazione dei servizi ecosistemici e la loro valutazione nel contesto delle misure di ripristino.

Per consentire l'uso dei metodi disponibili per l'analisi e la misurazione della biodiversità, sia per l'aria, che per l'acqua e il suolo, la relazione propone un esame dei principali indicatori noti per misurare le funzioni chiave degli ecosistemi. In secondo luogo, la relazione di 142 pagine (di cui è disponibile una sintesi di 19 pagine) riprende il contesto normativo, i concetti chiave e la metodologia e propone degli indicatori per valutare i servizi resi dall'ambiente. Lo studio, incentrato sugli ambienti sottoposti a ripristino, prende in considerazione le zone umide e le praterie, per le quali propone una griglia di selezione degli indicatori per valutare e monitorare l'impatto delle misure di ripristino attuate. Presenta 3 casi di studio che illustrano in dettaglio l'attuazione del metodo.

FORNITURA

Capacità potenziale di una categoria di occupazione del suolo di fornire un determinato servizio ecosistemico.

DOMANDA

Richiesta potenziale del servizio ecosistemico espressa da tutti gli stakeholder operanti in quella categoria di occupazione del suolo.

FLUSSO

Quantità di servizio ecosistemico effettivamente consumata.

Incrocio di informazioni geografiche: approccio matriciale

Burkhard *et al.*⁴² hanno proposto una metodologia per valutare la capacità di fornire/supportare dei servizi ecosistemici a livello di paesaggio, basata sulla realizzazione di carte di **funzionalità territoriale**. Questo approccio flessibile e facilmente trasferibile a diversi contesti, si basa su matrici di **fornitura**, **domanda** e **flusso** di diversi servizi ecosistemici, suddivisi per categorie di occupazione del suolo.

Lo strato cartografico utilizzato dagli autori per individuare le diverse categorie di occupazione/uso del suolo su cui costruire le matrici è la CORINE Land Cover (unità minima cartografabile 25 ha, scala 1:100.000), disponibile a livello europeo e scaricabile gratuitamente dal sito dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (www.eea.europa.eu/data-and-maps/).

Lo schema "fornitura-domanda-flusso" adottato si presta a individuare un adeguato equilibrio "domanda-offerta" dei servizi ecosistemici per un dato territorio ed è uno strumento valido per indirizzare intere comunità nella direzione della reale sostenibilità ambientale.

La matrice di **fornitura** dei servizi ecosistemici presenta, per ogni categoria di occupazione/uso del suolo, valori che variano da 0 a 5, dove 0 corrisponde a una capacità irrilevante di fornire un dato servizio, mentre 5 corrisponde a una capacità molto elevata.

Analogamente, la matrice di **domanda** dei servizi ecosistemici presenta i medesimi valori, dove 0 significa che la domanda (consumo o uso) di un dato servizio per quella categoria di occupazione/uso del suolo è irrilevante (es. la domanda di acqua in un bosco di conifere) e 5 corrisponde a una forte domanda (consumo o uso) del servizio per quella categoria (es. la domanda di acqua in un'area industriale).

Infine, la matrice di **flusso** presenta valori che variano da -5 a +5 e corrisponde alla sovrapposizione delle due precedenti matrici, in modo da ottenere un bilancio

IL PROGETTO INTERREG SPAZIO ALPINO ALPES 2015 - 2018

Tra i risultati del progetto AlpES⁴³, c'è la realizzazione di un portale WebGIS interattivo a livello di tutto lo spazio alpino.

Il portale, che presenta la mappatura di numerosi servizi ecosistemici, è organizzato secondo lo schema "fornitura-domanda-flusso" e le unità territoriali di riferimento sono le singole municipalità.

dei servizi ecosistemici per categorie di occupazione del suolo, dove -5 corrisponde a una domanda che eccede di molto la fornitura di un dato servizio per la relativa categoria di occupazione del suolo, mentre +5 indica una fornitura molto maggiore della domanda.

I valori proposti dagli autori sono basati su diversi studi di casi condotti in numerose regioni europee⁴⁴ e su valutazioni di esperti⁴⁵, tenendo presente che la scelta dei corretti indicatori per ogni servizio ecosistemico è probabilmente l'aspetto più importante per una corretta valutazione⁴⁶.

Le matrici pubblicate risultano composte da 22 servizi ecosistemici (9 di regolazione, 11 di approvvigionamento e 2 culturali), scelti a partire da diverse liste di servizi⁴⁷, e da 7 indicatori di integrità ecologica, rappresentativi delle principali componenti della funzionalità ecosistemica⁴⁸, tutti attribuiti alle 44 categorie CORINE di occupazione del suolo considerate dagli autori.

In ambiente GIS queste informazioni sono tecnicamente semplici da rappresentare e si possono produrre efficaci carte di funzionalità territoriale di immediata comprensione e interpretazione.



COME METTERE IN RELAZIONE IL FUNZIONAMENTO DEL SITO E I SERVIZI ECOSISTEMICI?

Il corretto funzionamento degli ecosistemi garantisce la fornitura di servizi. Queste funzioni ecologiche costituiscono pertanto l'offerta, di cui l'uomo determina la domanda e attribuisce il valore. Tale concetto di funzione, che descrive i processi naturali di funzionamento e mantenimento degli ecosistemi, applicato alle zone umide, è stato ampiamente studiato dalla comunità scientifica⁴⁹ ed è adeguato alle esigenze dei gestori di ambienti naturali. I paragrafi seguenti, che descrivono le principali funzioni delle zone umide, riflettono in gran parte la sintesi proposta nel Metodo nazionale di valutazione delle funzioni delle zone umide (Gayet *et al.* 2016).

Quali funzioni delle zone umide forniscono servizi?

Tre elementi essenziali caratterizzano l'insieme delle zone umide, come illustrato nel diagramma seguente, ispirato e modificato a partire da quelli di Mitsch e Gosselink⁵⁰ e Gayet *et al.*⁵¹.

I vari parametri idrologici, fisici, chimici e biologici interagiscono tra loro per garantire il funzionamento del sistema. Se le condizioni idrologiche sembrano spesso essere determinanti nella dinamica e nella struttura delle zone umide, in quanto influenzano i parametri biologici e fisico-chimici (condizioni aerobiche e anaerobiche che determinano la disponibilità di nutrienti, di ossigeno, la struttura della vegetazione ecc.), esistono anche dei processi retroattivi (ritenzione di nutrienti da parte delle piante, accumulo di sostanza organica ecc.) che influenzano i parametri idrologici del funzionamento dell'ambiente.

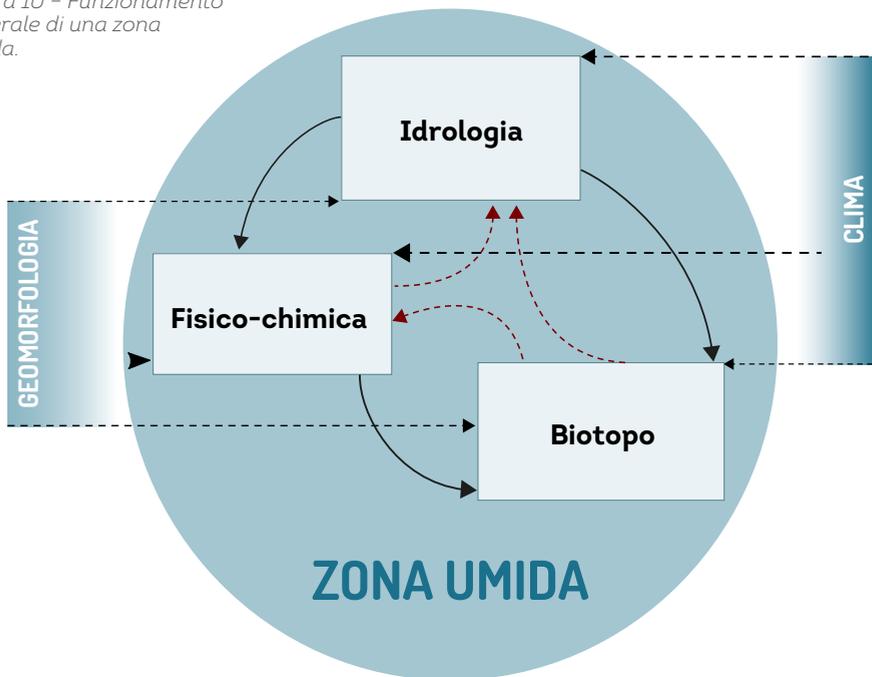
Al di là di questo modello di funzionamento generale, tuttavia, vi è un'ampia diversità di meccanismi e la combinazione dei parametri idrologici, fisico-chimici e biologici si traduce in tipi di zone umide altrettanto diversi. Le differenti tipologie esis-

tenti illustrano la difficoltà di classificarle. Le zone umide, in generale, forniscono una moltitudine di funzioni che esporremo qui di seguito ma, come già detto, queste funzioni possono essere assenti o essere espresse in modo più o meno evidente a seconda delle caratteristiche di funzionamento della zona umida o del tipo di zona umida interessata.

Idrologia

Le condizioni idrologiche, vale a dire sia la quantità di acqua sia la sua distribuzione nel tempo (periodo idrologico) e nello spazio (in superficie e nel suolo), determinano la presenza o meno di una zona umida. Esse influenzano molti fattori abiotici e biotici propri della zona umida, come l'anaerobiosi del suolo e la disponibilità di nutrienti, e influenzano la composizione e la struttura dei microrganismi, della fauna, della flora e dei funghi.

Figura 10 - Funzionamento generale di una zona umida.



Le zone umide sono idrosistemi, cioè porzioni di spazio in cui i flussi idrici circolano nelle tre dimensioni⁵². Questo approccio sistemico si concentra sui processi idrici e sulle modalità di circolazione dell'acqua. Il loro funzionamento idrologico può essere descritto e studiato attraverso il bilancio idrico. Questo concetto mira a stabilire una contabilità delle entrate e delle uscite di acqua dall'unità idrologica in un dato periodo di tempo⁵³.

Per le zone umide può essere proposta la seguente formulazione⁵⁴:

$$(P + Qe_{su} + Qe_{so}) - (Ev + Qs_{su} + Qs_{so}) = \Delta R$$

dove:

P = precipitazioni

Qe = apporti in superficie ($_{su}$)
e sotterranei ($_{so}$)

Qs = deflussi in superficie ($_{su}$)
e sotterranei ($_{so}$)

Ev = evapotraspirazione

ΔR = variazione della riserva

Le principali fonti di apporto idrico sono quindi le precipitazioni e i deflussi superficiali (ruscellamento, inondazioni, sorgenti) e nel suolo (flussi sotterranei, falde

connesse ai corsi d'acqua). Le perdite sono legate all'evapotraspirazione e ai deflussi superficiali e sotterranei. Questi flussi variano notevolmente a seconda del tipo di zona umida. Il loro risultato, cioè la variazione della falda idrica nel terreno, che consente la saturazione idrica temporanea o permanente delle zone umide, riflette questa diversità dei tipi di funzionamento idrologico delle zone umide.

Poiché l'acqua che passa attraverso le zone umide vi è immagazzinata più o meno a lungo, il rallentamento dei flussi nelle zone umide svolge diverse funzioni idrologiche: la regolazione dei flussi con il livellamento delle piene e il mantenimento dei livelli di base dei corsi d'acqua, la ricarica delle falde, la ritenzione di sedimenti o la regolazione del clima.

REGOLAZIONE DEI FLUSSI

Che si tratti di flussi non canalizzati (deflusso superficiale, circolazione sotterranea) o di flussi canalizzati (corsi d'acqua), le zone umide, come dimostra la loro saturazione in acqua, sono ricettrici dei flussi, che rallentano o diminuiscono immagazzinando l'acqua. All'interno delle zone umide una serie di fattori fisici e biologici può influenzare questa funzione. Tra questi, vi è in particolare la modalità di occupazione del suolo, che determina l'asperità della copertura vegetale, la microtopografia (lanche, depressioni, argini, infrastrutture), la fisionomia della rete idrografica (fossi di drenaggio, profilo longitudinale e trasversale dei flussi) e il suo collegamento ai corsi d'acqua (arginatura, sinuosità, incisione) e le proprietà idrauliche del suolo. Le zone umide sono anche ambienti in cui i trasferimenti d'acqua verso l'atmosfera sono molto importanti, poiché l'evapotraspirazione è limitata, molto raramente, solo dalla disponibilità di acqua nel suolo.

L'insieme di questi parametri può consentire alle zone umide di svolgere due primarie funzioni idrologiche: il livellamento delle piene e il mantenimento delle portate di magra o almeno delle portate di base dei corsi d'acqua⁵⁵. Le zone umide influenzano

i volumi, ma soprattutto la dinamica dei flussi d'acqua. Hanno la capacità di immagazzinare l'acqua in superficie (campo di espansione delle inondazioni, stoccaggio temporaneo delle precipitazioni) e nel suolo (variazione della zona satura), contribuendo a ridurre o ripartire i picchi delle piene nei bacini idrografici. Lo sfasamento di entrata e uscita dell'acqua nella zona umida, ritardando i flussi idrici, può aiutare a sostenere le portate dei corsi d'acqua, soprattutto durante i periodi di magra.

RICARICA DELLE FALDE

Il suolo saturo d'acqua delle zone umide, che costituisce un acquifero dove l'acqua si infiltra e scorre lentamente, può essere collegato ad altre riserve d'acqua più profonde. Esse contribuiscono quindi a ricaricare queste falde sotterranee, ma possono anche costituire zone di scarico delle falde stesse. Questa funzione dipende principalmente dalle caratteristiche idrauliche del suolo, dalla geometria della falda acquifera, dalla sua composizione granulometrica (sostanze minerali, sostanza organica, dimensione delle particelle) e dalla sua porosità, che determina la conduttività idraulica.

RITENZIONE E ACCUMULO DI SEDIMENTI

Le zone umide accumulano sedimenti, sia esogeni, trasportati da corsi d'acqua e dal ruscellamento (alluvioni), dalla gravità (colluvioni) o dal vento, sia endogeni, cioè prodotti localmente, come nel caso dell'accumulo di sostanza organica (torba).

Questa dinamica sedimentaria è determinante nel funzionamento delle zone umide. In particolare, guida la dinamica dei nutrienti e dei materiali organici. Diversi fattori fisici possono influenzare gli apporti di sedimenti: ad esempio la connettività delle zone umide ai corsi d'acqua (sommersione) o le caratteristiche dei terreni adiacenti, ma anche l'abbondanza delle fonti di sedimenti prodotti a monte nel bacino idrografico

(colture, costruzioni ecc.). I fattori fisici intrinseci alla zona umida (microtopografia, pendenza, rete idrografica, natura e densità della copertura vegetale) influenzano la capacità di ritenzione e di produzione di sedimenti.

REGOLAZIONE DEL CLIMA

Il ruolo delle zone umide nella regolazione del clima, cioè sulla componente atmosferica del ciclo dell'acqua, può essere considerato a due livelli. A scala globale, la funzione è principalmente connessa al loro ruolo nei cicli del carbonio e del metano, come vedremo più avanti. A scala locale, grazie all'evapotraspirazione di grandi quantità di acqua, le zone umide contribuiscono alla saturazione idrica dell'aria e influenzano il microclima.

Fisica e biogeochimica

A causa dei processi fisici e chimici che si verificano nelle zone umide, esse sono profondamente coinvolte nei flussi di sostanze minerali e organiche. I microrganismi (batteri, funghi ecc.) presenti in suoli saturi d'acqua, privi di ossigeno, attivano processi di ossidoriduzione che permettono loro di respirare e trasformano composti contenenti ossigeno (nitrati, ossido di ferro, solfati ecc.) in minerali assimilabili dagli animali e dagli organi sotterranei delle piante. Le zone umide svolgono funzioni importanti nei grandi cicli biogeochimici.

Nel ciclo dell'azoto, per l'azione dei batteri in condizioni idromorfe, le zone umide contribuiscono alla denitrificazione. L'assimilazione vegetale è ugual-

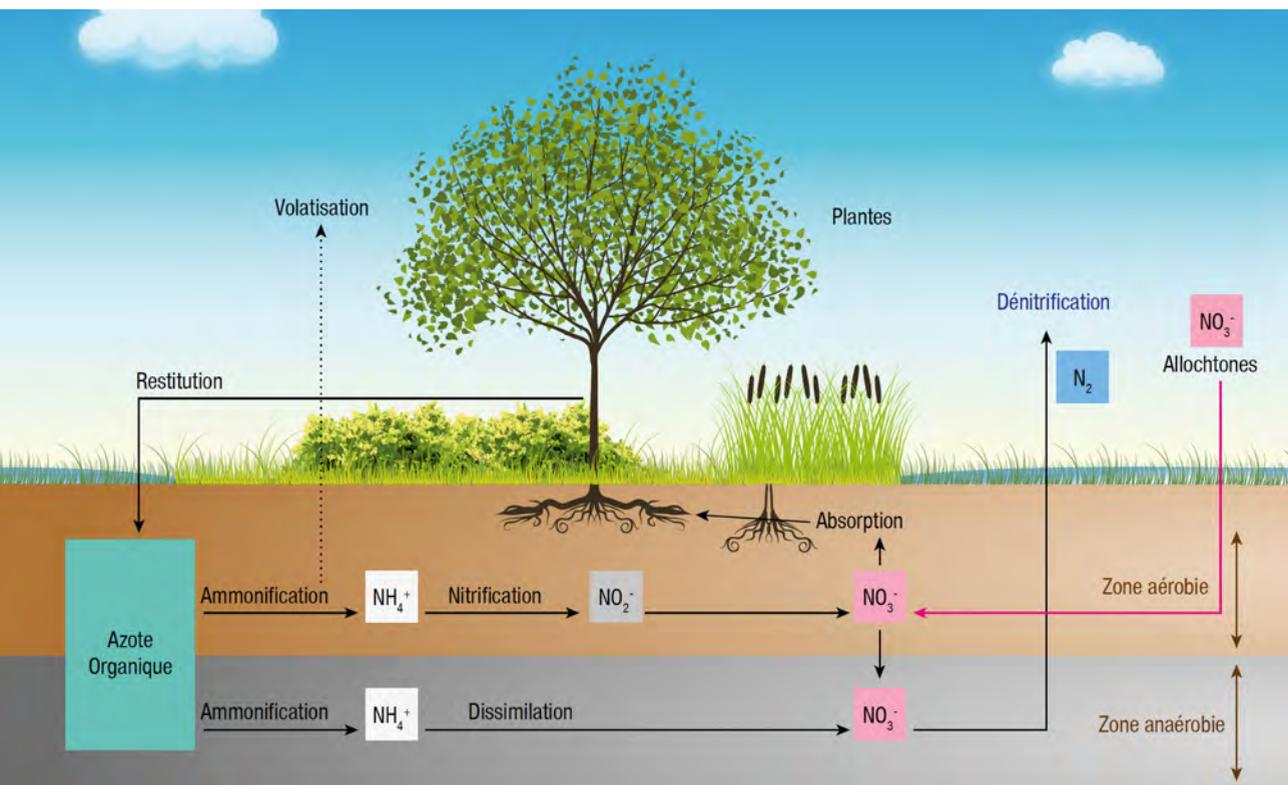


Figura 11 - Ruolo della vegetazione degli ambienti umidi nel ciclo dell'azoto⁵⁶.

mente un vettore importante quando ci sono pratiche di sfalcio, pascolo o taglio che contribuiscono all'esportazione della vegetazione presente.

Il loro ruolo nel ciclo del fosforo è legato alle dinamiche idrologiche, che alternativamente le spostano dal ruolo di deposito a quello di fonte. Il fosforo può essere immagazzinato in maniera relativamente permanente nei sedimenti se legato ad altri ioni (principalmente ferro, alluminio, calcio) contribuendo alla fissazione da parte delle particelle del suolo. Attualmente, la funzione delle zone umide nel ciclo del carbonio è quella messa in maggiore evidenza. Il carbonio è presente nei suoli, in alcune rocce madri, nell'atmosfera e nella biomassa vegetale. I principali meccanismi di scambio del carbonio sono la fotosintesi, la respirazione e l'ossidazione. Rispetto ad altri ambienti, le zone umide sono spesso considerate depositi di carbonio per le condizioni anaerobiche che inibiscono la decomposizione della sostanza organica, della produttività relativamente elevata (immagazzinamento negli organi aerei e sotterranei delle piante) e del ruolo di ritenzione dei sedimenti organici esogeni. Lo stoccaggio del carbonio in una zona umida dipende quindi dal comparto vegetale (tipo di habitat, biomassa aerea e sotterranea e durata di vita degli organi) e dalla sua idrologia (idromorfia del suolo, condizioni termiche).

Lo spessore e il tipo di orizzonti che compongono l'*episolum* umifero (cioè tutti gli orizzonti superiori del suolo contenenti

sostanza organica) forniscono un'indicazione dell'importanza del patrimonio di carbonio immagazzinato nel suolo di una zona umida. Più è spesso questo orizzonte, maggiore è lo stoccaggio di carbonio. Gli orizzonti istici (H) o torbosi, composti principalmente da resti organici che si sono accumulati a causa della parziale decomposizione della sostanza organica, hanno un contenuto di carbonio pari a quasi il 60% della massa secca.

Ecologia

La composizione e la struttura delle comunità vegetali e animali in una zona umida derivano dalle interazioni tra le condizioni abiotiche dell'ambiente (ad esempio variabili climatiche, idrologiche, geomorfologiche) e le attività antropiche. A loro volta, queste comunità influenzano le caratteristiche idrologiche e biogeochimiche della zona umida, anche attraverso retroazioni biotiche.

Le zone umide svolgono un ruolo importante nel completamento del ciclo biologico delle specie. Questa funzione, che consiste nel fornire un luogo di riproduzione, alimentazione e ricovero, si traduce in una significativa diversità di specie. Le zone umide ospitano innumerevoli specie di piante e animali: in Francia vi sono insediate il 30% di specie vegetali notevoli e minacciate. Ma un gran numero di specie che compiono parte del loro ciclo biologico in una zona umida, come gli uccelli (50%) e gli anfibi, utilizzano anche gli habitat vicini per nutrirsi, stazionare o riprodursi. La zona umida svolge anche una funzione nella connettività per le specie.

Come si misurano le funzioni delle zone umide?

Senza essere esaustivi, vorremmo fornire alcuni elementi di riferimento per gli operatori che desiderano raccogliere i dati necessari per una corretta comprensione del funzionamento di una zona umida e per una valutazione minima delle funzioni che essa svolge.

Dati sul bilancio idrico

I dati possono essere acquisiti da fornitori di dati o raccolti *in situ* previa strumentazione dei siti. Per computare i bilanci di variazione dei volumi d'acqua che attraversano la zona umida, vengono utilizzati valori **decadali** o **mensili**. Per affinare la comprensione delle dinamiche idrologiche e l'analisi della risposta dell'ambiente a diversi tipi di fenomeni meteorologici, è necessario disporre di dati orari o **giornalieri**.

Secondo gli standard e le raccomandazioni dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale, le stazioni meteorologiche delle principali reti di misura nazionali dispongono di metadati che permettono di definire la validità e la qualità della misurazione dei vari parametri. In questo caso, conviene basarsi sulla più lunga serie di dati possibile, a causa delle grandi variazioni interannuali delle condizioni climatiche. Sono necessari tre parametri: precipitazioni in mm, evapotraspirazione in mm o parametri che ne consentano il calcolo (temperatura, igrometria, soleggiamento ecc.) e portate in mm (cioè alla stessa unità di tempo e di superficie delle precipitazioni). La posa di strumenti è possibile, o addirittura necessaria, quando non è possibile reperire dati raccolti in condizioni simili al sito di studio, tuttavia in genere non consente di disporre di una lunga serie temporale di dati.

In assenza di dati meteorologici e di portata, la misurazione della dinamica della falda (piezometria), che consente di osservare la variazione nello stoccaggio dell'acqua, e l'analisi delle proprietà fisiche dell'ambiente (microtopografia, volume del suolo idromorfo, proprietà idrauliche del suolo) permettono di comprendere la funzione di stoccaggio e di regolazione delle zone umide.

Dati sul funzionamento biogeochimico

È nei primi centimetri del suolo, zona d'interfaccia di atmosfera, idrosfera e litosfera, che si verificano i processi biogeochimici che ci interessano. Particolare attenzione deve essere prestata al suolo, di cui è importante descrivere bene e conoscere le dinamiche di idromorfia.

È pertanto fondamentale conoscere bene il suolo, che, per le zone umide, può essere classificato in due ampie categorie. Infatti, se l'idromorfia, cioè la formazione di segni fisici di saturazione regolare dell'acqua, è comune a tutte le zone umide, essa si manifesta o con l'accumulo di sostanza organica o con fenomeni di ossido-riduzione del ferro. La conoscenza dei seguenti dati è essenziale:

- **descrizione della stratigrafia e dei diversi orizzonti del suolo;**
- **profondità del suolo idromorfo;**
- **analisi delle proprietà fisiche del suolo, del tenore in acqua, della porosità, del contenuto in sostanza organica e minerale, del pH.**

I livelli di sostanze minerali e sostanza organica sono un fattore determinante del comportamento idraulico del suolo e indicano la dinamica di accumulo di materia. Per determinare le proporzioni di queste diverse frazioni, i campioni

vengono analizzati in laboratorio effettuando una perdita per ignizione.

La porosità corrisponde alla presenza di spazi vuoti interstiziali, interconnessi o meno, in un suolo o una roccia, ed è espressa dal rapporto tra il volume di questi spazi e il volume totale del campione. Per la torba, ad esempio, raramente è inferiore a 0,8, mentre per un suolo minerale varia tra 0,4 e 0,6. Dalla porosità dipende la quantità di acqua che il terreno può contenere; il contenuto d'acqua del suolo può essere espresso sulla base del volume d'acqua contenuto in un volume noto.

Biodiversità

Per conoscere la biodiversità, è necessario raccogliere i seguenti dati:

■ **inventari naturalistici**, come l'elenco di tutte le specie conosciute sul sito (fauna/flora) o l'elenco degli habitat (e la cartografia, se esiste);

■ **indicatori di stato di funzionamento**, come ad esempio, in Francia, la *Boîte à outil* per il monitoraggio delle zone umide, una

raccolta di indicatori, che combina protocollo di raccolta dati, metodo di calcolo dei valori degli indicatori ed elementi di analisi e di interpretazione, sviluppata sul territorio dall'Agenzia per l'Acqua Rodano-Mediterraneo-Corsica a partire dal 2010.

Sulla base di questi dati, è possibile utilizzare i concetti di ecologia del paesaggio descrivendo la composizione degli habitat per indici di ricchezza, diversità o equiripartizione:

■ **la ricchezza degli habitat**; che comporta il conteggio dei tipi di habitat presenti in un'area⁵⁷;

■ **la diversità degli habitat** che può essere misurata con indici come quello di Shannon e Weaver (1949) e che rivela, ad esempio, se l'abbondanza relativa di habitat (in termini di superficie) è omogenea o meno in un'area;

■ **l'equiripartizione degli habitat** cioè l'omogeneità della presenza dei diversi tipi di habitat in un mosaico, che risulta dal rapporto tra la diversità osservata e la massima diversità teorica.



COME ATTRIBUIRE UN VALORE AI SERVIZI ECOSISTEMICI?

Per i vari attori che si occupano della gestione degli ambienti naturali, attribuire dei valori ai servizi ecosistemici significa affrontare nozioni e concetti di scienze economiche e sociali, con le quali non sempre vi è familiarità. In questo manuale viene proposto solo un accenno della questione, ma si rinvia il lettore che desiderasse approfondire l'argomento al capitolo 5 del lavoro di Chevassus-au-Louis *et al.* (2009). La polisemia del termine "valore" e il suo utilizzo in diversi campi, come la filosofia, la matematica, l'arte (pittura, musica), il diritto, la linguistica, la finanza o l'economia, richiede che ne precisiamo il senso in cui viene impiegato nella valutazione dei servizi ecosistemici.

Premessa all'uso del concetto di valore degli ecosistemi

Il valore attribuito ai servizi ecosistemici, misurabile in funzioni dell'utilità per la società, ha un'accezione economica.

Si tratta di definire il rapporto di equivalenza soggettiva tra i beni, l'offerta e la domanda, quindi la relazione che esiste tra le componenti fisiche, biotiche e abiotiche del funzionamento degli ambienti e la visione dell'individuo su tali elementi. Questa relazione dipende dall'utilità e dalla rarità, ma non richiede l'esistenza di un mercato. Pertanto, il valore non è necessariamente, e per un certo numero di servizi, monetario. Peraltro, essendo antropocentrico, non può tradurre gli interessi delle generazioni future o delle altre specie viventi se non in relazione all'influenza sul

benessere umano.

In un processo di attribuzione del valore, ogni individuo, agente e soggetto, è considerato il miglior giudice delle proprie preferenze. I valori, questa volta etici, morali, filosofici, a cui gli individui si riferiscono per giustificare la propria scelta, possono appartenere a diversi gradi di motivazione. È quindi necessario sensibilizzare ed educare gli individui per aiutarli a plasmare le proprie preferenze. Tutti i processi di attribuzione del valore passano attraverso una fase preliminare di raccolta dei dati sul funzionamento e sulle funzioni dell'ecosistema per esplicitare, sia quantitativamente sia qualitativamente, l'offerta del servizio di cui i soggetti determinano la domanda.

Che tipo di valore attribuire?

L'insieme dei benefici che l'ecosistema può fornire agli individui e alle società, siano essi monetari o meno, corrisponde al concetto di valore economico totale

(VET). Al di là delle risorse produttive, gli ecosistemi forniscono dei godimenti, hanno cioè un'utilità diretta per gli esseri umani, quali che siano le loro motivazioni.

Il VET include quindi i diversi tipi di valori illustrati nello schema a fianco. Per motivi tecnici ed etici, non ha la pretesa di riunire tutti i valori attribuiti alle varie componenti e si suddivide in due categorie principali, i valori d'uso e di non uso.

Valore d'uso

USO DIRETTO

Il valore d'uso diretto rappresenta il valore tradizionalmente impiegato nei mercati economici. Si può pensare a qualsiasi bene o servizio che proviene dalla natura e per ottenere il quale è possibile pagare una somma di denaro. Si possono distinguere gli usi di consumo diretto (cibo, biomassa energetica, piante medicinali) da quelli che fanno parte di un sistema produttivo (risorse industriali, fonti di energia, materiali da costruzione). Altri usi diretti non comportano il consumo dell'ecosistema (usi ricreativi o estetici, turismo, scienza e istruzione).

USO INDIRETTO

Gli usi indiretti corrispondono ai vantaggi derivanti dalle funzioni di regolazione e di supporto svolte da ecosistemi di cui gli individui beneficiano senza interagire con loro e spesso senza averne una chiara consapevolezza. Questo valore d'uso non rientra quindi nei mercati tradizionali. Alcuni esempi sono i servizi naturali resi dalla capacità di regolazione del clima, il contributo alla produttività degli agro-sistemi, la prevenzione di eventi estremi, il controllo biologico, gli habitat per la fauna e le funzioni estetiche o spirituali che contribuiscono positivamente all'utilità dell'utente.

Va sottolineato che questi valori non corrispondono solo o necessariamente agli usi effettivi attuali, ma riguardano anche gli usi futuri.

Figura 12 - Quadro di riferimento degli economisti per comprendere le diverse dimensioni del valore di un ecosistema⁵⁸.

VALORE ECONOMICO TOTALE [VET]

Valori d'uso

Valori di non uso

VALORE
D'USO DIRETTO

TANGIBILITÀ

Servizi di approvvigionamento: produzione di acqua potabile, cibo, fibre, legno, prodotti della caccia, pesca, raccolta, biomasse, energia.

Altre attività economiche ottenute dalla natura: turismo (natura eccezionale, aree protette), usi ricreativi, sport all'aria aperta.

VALORE D'USO
INDIRETTO

Servizi di regolazione: regolazione del clima, delle piene, delle malattie, dei fitofagi, degli effetti delle tempeste, impollinazione delle colture.

Servizio di supporto: fertilità dei suoli, cicli dell'acqua, dell'azoto e del carbonio, impollinazione delle piante selvatiche.

Servizi culturali: ispirazione artistica, educazione, attività fisiche, ritorno alle origini.

Qualità della vita: paesaggio, ambiente sonoro, odori della natura.

VALORE D'OPZIONE
potenziale uso futuro

- Funzioni ecologiche non ancora identificate
- Risorse genetiche non ancora sfruttate
- Piante, alghe, insetti, animali che possono costituire nuove risorse alimentari
- Chimica del vivente fonte di futuri farmaci
- Meccanismi del vivente suscettibili di applicazioni industriali (biomimesi)
- Specie il cui studio fornirà conoscenze sull'origine della vita o sull'origine degli esseri umani (grandi scimmie).

VALORE DI LASCITO
eredità

Specie, habitat, paesaggi, spazi naturali che vogliamo trasmettere ai nostri discendenti: valori del patrimonio naturale.

VALORE DI
ESISTENZA

Specie, habitat, paesaggi, spazi naturali la cui esistenza è importante per noi al di là di ogni uso.

VALORI DI MERCATO

VALORI NON DI MERCATO

VALORE DI OPZIONE

Indipendentemente dall'uso attuale o futuro, gli ecosistemi possiedono un valore di opzione che si traduce nel valore supplementare attribuito a opzioni che non ne diminuiscono la disponibilità futura. Un esempio è il valore d'uso futuro delle risorse naturali. Attualmente si distinguono due valori di opzione, a seconda che l'incertezza si riferisca al comportamento futuro (il decisore non sa, al momento attuale, se consumerà il bene) o all'utilità che verrà effettivamente ottenuta dal suo uso in un contesto di maggiore informazione e di scelta tra opzioni più o meno reversibili.

VALORE DI NON USO

Per quanto i valori di non uso siano difficili da quantificare, sono del tutto reali poiché contribuiscono al benessere umano. Spesso determinano le preferenze degli individui e la loro disponibilità a pagare e

si inseriscono in un'ottica di rispetto e di equità intergenerazionale. Essi riflettono l'idea che l'individuo tenga conto, nelle sue motivazioni o nel suo benessere, dei valori etici che sembravano non poter essere integrati in un quadro antropocentrico, come la dimensione altruistica verso gli altri esseri umani, le specie non umane o la Natura in generale. Comprendono dunque valori legati all'altruismo:

- **nei confronti dei nostri contemporanei (altri traggono un beneficio dagli ecosistemi - valore altruistico);**
- **nei confronti dei nostri discendenti o più in generale delle generazioni future (valore di lascito);**
- **nei confronti di specie non umane a cui possiamo riconoscere una qualche forma di diritto morale di esistere (valore di esistenza).**

Quale metodo di attribuzione del valore?

La valutazione dei diversi tipi di valore si effettua combinando vari metodi legati alle teorizzazioni proprie dell'economia. Questi metodi si basano sui costi derivanti dalla perdita dei servizi resi dagli ecosistemi o analizzano preferenze e comportamenti degli individui. Per maggiori dettagli sull'applicazione di tali metodi, rinviamo il lettore alla guida redatta da Reveret (2013), qui ampiamente ripresa.

Valori di mercato

In generale questi metodi sono semplici e i dati necessari per l'analisi sono facilmente accessibili, ma la loro applicazione rimane limitata ai beni commercializzati o ai servizi che hanno un prezzo reale. Va anche tenuto presente che vi sono imperfezioni del mercato o che le politiche possono distorcere i prezzi di mercato, che di conseguenza non rifletteranno più il valore economico dei beni o dei servizi resi alla società nel suo insieme. Vi sono anche variazioni sta-

gionali ed effetti sui prezzi di altri fattori che devono essere presi in considerazione quando i prezzi di mercato vengono utilizzati nell'analisi economica.

Il valore d'uso diretto di beni e di servizi ecosistemici commerciali può quindi essere stimato facendo riferimento al valore che hanno sui mercati. Questo è il metodo più semplice e misura i vantaggi economici dei beni commercializzati sulla base della quantità di questi beni che i consumatori acquistano a prezzi diversi e, dal lato del produttore, della quantità offerta a prezzi variabili.

Basandosi ancora sui mercati, ci sono anche metodi che approfondiscono l'impatto dell'evoluzione qualitativa o quantitativa di un servizio ecosistemico sulla produzione. Essi si basano sul calcolo del differenziale di produzione di un bene o di un servizio commercializzato misurabile tra due scenari, per determinare la variazione dei benefici legata all'evoluzione dell'ecosistema.

Costi

I costi dei danni evitati, i costi di ripristino, le spese di protezione e i costi di sostituzione sono metodi collegati che permettono di stimare i valori dei servizi degli ecosistemi attraverso il pagamento delle alternative ai servizi resi. Ci sono molti esempi semplici, come il costo della costruzione di un bacino di espansione delle piene in sostituzione del servizio di stoccaggio dell'acqua svolto da una zona umida. Questi metodi sono ampiamente utilizzati perché è più facile misurare i costi di produzione di beni e servizi di protezione o di sostituzione, piuttosto che stimare la disponibilità a pagare per determinati servizi ecosistemici. Tuttavia, questi approcci stentano a integrare beni e servizi in modo olistico, concentrandosi in genere su una singola funzionalità dell'ecosistema.

Preferenze rivelate

Si tratta di metodi indiretti basati sul comportamento attuale degli agenti economici nei mercati economici e rappresentano pertanto la loro reale disponibilità a pagare, in modo diretto o indiretto, dei benefici ambientali.

Ad esempio, il metodo dei costi del viaggio deriva il valore di una modifica del livello di risorse o dell'ambiente a partire da dati di mercato attribuiti a merci ordinarie. Il suo principio si basa sul fatto che i consumatori mostrano l'intensità del loro interesse verso un sito in proporzione alle spese che affrontano per arrivarci. Questo metodo viene utilizzato per determinare il valore di un sito turistico.

Il metodo dei prezzi edonici stima il valore delle variazioni della qualità dell'ambiente o delle risorse naturali che possono influenzare i prezzi di mercato. Questo è il caso, ad esempio, del paesaggio o più in generale della qualità dell'ambiente, che influenza il valore di un bene immobile. Il metodo mira quindi a valutare il contributo di una specifica caratteristica nel definire il livello di prezzo di un bene complesso.

Tuttavia, molto spesso le transazioni di

mercato reali, benché possano rivelare direttamente o indirettamente determinati valori d'uso di un cambiamento ambientale in base al comportamento dei consumatori sul mercato, non possono illustrare il valore totale di tale cambiamento. Questo valore molto spesso include una percentuale significativa del valore d'uso passivo, che non è associato ad alcun comportamento osservabile, e del valore di non uso.

Preferenze espresse

I metodi basati sulle preferenze espresse vengono utilizzati per misurare il valore dell'ambiente e delle risorse naturali attraverso comportamenti non di mercato. Si tratta di creare un mercato simulato al fine di identificare, attraverso un'indagine, la negoziazione degli individui tra il prezzo da pagare e il miglioramento dell'ambiente. La forza di questi metodi basati sulle preferenze espresse è la loro capacità di prendere in considerazione le varie componenti del valore economico totale.

La valutazione contingente basata sulle preferenze espresse è il metodo più comunemente utilizzato. Si basa sulla presentazione di scenari futuri a un gruppo di intervistati che valuteranno in termini monetari la variazione del loro benessere in relazione alla natura di questi scenari. L'intervistato ha sempre la possibilità di scegliere uno scenario di status quo, che riflette uno stato di soddisfazione per la situazione esistente.

L'approccio multi-attributi presenta agli intervistati una serie di alternative definite da attributi (uno dei quali è il prezzo o pagamento). Vengono presentate diverse alternative sulla base di una gamma di possibili scelte, al fine di ottenere una stima del valore per ogni attributo.

L'uso di questi metodi impone particolare attenzione, poiché la disponibilità a pagare degli individui, e quindi il benessere che possono ricavarne, si riferisce spesso alla loro percezione del bene o del servizio e non necessariamente alla sua funzionalità ecologica.

Trasferimento dei benefici

Quando non è possibile studiare direttamente un sito per attribuirgli un valore monetario a partire dai dati locali, è possibile utilizzare metodi di trasferimento dei benefici. Questa impossibilità può essere dovuta, ad esempio, a limiti di tempo o di risorse. Si tratta quindi di trasferire un valore o più in generale un risultato determinato in un sito già studiato e trasporlo a un altro per il quale si desidera valutare i servizi ecosistemici. Sebbene questo approccio sia stato ampiamente utilizzato per comunicare l'importanza della conservazione ambientale, perché questo trasferimento sia pertinente è necessario utilizzare metodi e protocolli molto specifici, ben dettagliati nella guida per la «valutazione economica dei beni e dei servizi ecosistemici nel contesto del cambiamento climatico». Gli autori osservano che rimane un notevole divario tra il rigore della letteratura, che presenta metodi complessi, e la pratica di trasferimento dei benefici. In generale, viene fatta una distinzione tra i metodi di trasferimento di unità o di valore fisso e il trasferimento di funzioni.

Il trasferimento di valore consiste nell'utilizzare direttamente un valore di disponibilità a pagare, sotto forma di una media per famiglia/individuo o per unità di superficie, stimato nel sito analizzato per applicarlo al sito di destinazione. Poiché ci sono sempre delle differenze tra le caratteristiche del sito (o dei siti) in cui è stato condotto lo studio originale e quelle del sito di destinazione, è

preferibile effettuare degli adeguamenti del valore da trasferire in base alle caratteristiche del sito (superficie, reddito medio della popolazione ecc.). La scelta dello studio di riferimento in questo caso è fondamentale.

Il trasferimento di funzione non consiste nell'utilizzare il valore, ma la relazione tra la disponibilità a pagare di un individuo e le sue caratteristiche o quelle del sito analizzato. Si tratta di applicare il modello di uno studio di riferimento, per elaborare o indicare il valore monetario, integrando nella funzione le caratteristiche socio-economiche e demografiche della popolazione del sito, nonché le caratteristiche fisiche del sito e la sua utilizzazione.

Quando ci sono più studi di riferimento, è possibile determinare un valore trasferibile da un servizio ecosistemico a un altro sito simile, con l'aiuto della meta-analisi che utilizza metodi statistici. Il vantaggio più evidente di tale approccio, rispetto al metodo del trasferimento di funzione, è che la meta-analisi riduce le potenziali distorsioni nella scelta del sito analizzato. Vengono proposti vari test di valutazione della qualità di questi metodi. È chiaro che la loro corretta applicazione richiede profonde competenze tecniche e che dietro la loro apparente facilità di attuazione (riduzione di tempo e di costi), i rischi di attribuzione di un valore distorto sono molto elevati. Ne consegue che la tecnica del trasferimento dei benefici non dovrebbe essere impiegata quando un valore preciso è necessario per arrivare a una decisione.

QUALI SERVIZI OFFRONO LE ZONE UMIDE ALPINE?

Per promuovere la protezione delle zone umide, i partner del progetto RestHALp si sono posti l'obiettivo di migliorare le conoscenze sui benefici che l'umanità trae dal funzionamento di questi ecosistemi nel contesto alpino. La combinazione di dati qualitativi e soggettivi e di dati quantitativi, raccolti in sette siti in Savoia (Francia) e in Valle d'Aosta (Italia), ha permesso di produrre delle schede riassuntive che presentano esempi di servizi resi dalle zone umide alpine. Queste schede sono strumenti per promuovere, tra gli amministratori e gli attori economici locali, l'interesse che rivestono questi ambienti per la popolazione.

SITI DI VALUTAZIONE E DI PROMOZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

SAVOIA

- Marais des Chassettes;
- Marais de Chautagne;
- Marais de la Plesse;
- Torbiera di Montendry;
- Torbiera di Plan de l'Eau.

VALLE D'AOSTA

- Riserva Naturale Les Îles di Saint Marcel;
- Torbiera di Pra Suppiaz.

Conservazione della diversità specifica e genetica

Le zone umide contribuiscono al sostegno e al mantenimento della diversità specifica e genetica, come habitat di riproduzione, di alimentazione ecc.

LA TORBIERA DI PLAN DE L'EAU OSPITA:

- **351 specie floristiche diverse,**
- **5 specie di anfibi e rettili,**
- **3 specie di mammiferi,**
- **25 specie di uccelli...**

Questi inventari, effettuati dal CEN Savoie, non sono esaustivi. Questo servizio è ben percepito dagli attori del territorio, che lo collocano tra i primi 5 servizi forniti dal sito.

Alcune specie sono infeudate o strettamente dipendenti da questi ambienti umidi. Le zone umide permettono il mantenimento di specie che contribuiscono al corretto equilibrio e funzionamento degli ecosistemi. La conservazione della biodiversità è d'altra parte una delle principali preoccupazioni attuali del pianeta. La conservazione contribuisce alla resilienza degli ecosistemi di fronte ai cambiamenti che li riguardano (quello climatico in particolare), ma anche alla fornitura di servizi che dipendono direttamente dalle risorse biologiche e genetiche: fornitura di risorse alimentari, impollinazione, patrimonio naturale, regolazione dei cicli idrologici (ruolo della vegetazione nel rallentamento del flusso idrico) o regolazione del clima (ruolo degli sfagni nelle torbiere che contribuiscono allo stoccaggio del carbonio) ecc. Gli ambienti umidi ospitano un gran numero



©V. Bourgoïn/CEN Savoie



Figura 13 - *Utricularia minor* ©A. Fleischmann

di specie animali e vegetali: uccelli, anfibi, molluschi, pesci, piante acquatiche, muschi ecc. Si stima che il 30% delle specie vegetali notevoli e minacciate viva negli ambienti umidi, e che circa il 50% dell'avifauna dipenda da essi. I diversi tipi di ambienti umidi consentono di ospitare specie molto diverse: il Marais des Chassettes e la torbiera di Plan de l'Eau, entrambi zone umide, ospitano specie molto diverse a causa dei diversi habitat che si ritrovano in ciascun sito. I canneti del Marais des Chassettes permettono la presenza della cannaiola (*Acrocephalus scirpaceus*), così come vi si trovano molte specie legate alle foreste, grazie alla presenza di fitti boschi umidi (il picchio rosso maggiore, *Dendrocopos*

major, il tordo bottaccio, *Turdus philomelos* ecc.). Nella torbiera di Plan de l'Eau troviamo habitat diversi, che ospitano altri tipi di specie, come l'erba vescica minore, *Utricularia minor* (Fig. 13), che approfitta delle pozze d'acqua nella torbiera, o come molti Lepidotteri (di cui nel sito sono state censite 49 specie) come la farfalla febo (*Parnassius phoebus*), specie protetta infeudata alle rive dei torrenti di montagna.

Anche gli anfibi sono specie che necessitano delle zone umide per vivere o riprodursi. Gli ambienti umidi della Savoia ne ospitano una grande quantità di specie: rospo comune, rospo calamita, rana agile, salamandra pezzata, ululone dal ventre giallo, tritone palmato, tritone alpino (Fig.14), ... La rana rossa (*Rana temporaria*), elencata nelle liste rosse come specie quasi minacciata, è presente nei cinque siti studiati.



Figura 14 - Tritone alpino ©M. Bouron/CEN Savoie

L'indagine condotta tra gli abitanti del Marais des Chassettes ha evidenziato che tutti gli intervistati riconoscono alla palude un innegabile ruolo di rifugio della biodiversità. Al contrario, il ruolo della palude nell'ospitare specie «rare» è percepito in modo più discordante. Delle 18 risposte: 12 hanno risposto positivamente, 2 negativamente e 4 hanno risposto che non lo sapevano.

Regolazione dei cicli idrologici e protezione contro il rischio di inondazioni

Il servizio di protezione contro il rischio di inondazioni è uno dei principali e riconosciuti servizi forniti dalle zone umide. Tutte le indagini, i questionari e le ricerche condotte dimostrano tale riconoscimento (citato, collocato in prima posizione tra i servizi resi ecc.), indipendentemente dalla realtà fisica dei fenomeni coinvolti.

Aree riconosciute come strategiche...

IL MARAIS DE CHAUTAGNE: UN'AREA DI ESPANSIONE ALLUVIONALE DEL RODANO

Le gravi inondazioni del Rodano nel 2003, con danni stimati di 1 miliardo di euro, hanno suscitato una presa di coscienza del valore di una politica globale di prevenzione delle piene. La pianura di Chautagne-Lago di Bourget è stata così classificata come Zona di Espansione delle Piene del Rodano, grazie alla sua capacità di stoccaggio e di livellamento delle piene. L'inondazione da parte del Rodano di questa zona, con meno problemi in quanto adattata a tali fenomeni,

LE PIENE DEL RODANO DEL GENNAIO 2018

I dati raccolti dal CEN Savoie su una parcella sottoposta a ripristino illustrano questo ruolo idrologico. Le piene del Rodano del 4 e del 22 gennaio hanno raggiunto rispettivamente i livelli di piena biennale e di piena quinquennale. Durante il secondo episodio di piena, il Rodano ha raggiunto il livello di 3,59 m (1930 m³; altitudine 238,21 m) al ponte della Loi. Data la superficie coperta dal Piano di Prevenzione dei Rischi d'Inondazione (23,8 km²), il volume d'acqua riversato sulla pianura della Chautagne può essere stimato a 415.000.000 m³ al picco di piena. La parcella è stata sommersa da uno strato d'acqua di 74 cm (altitudine 233,94 m). L'acqua è stata stoccata nella parte sud della Chautagne da 4 fino a oltre 30 giorni (Fig. 15).

consente una diminuzione della portata e una distribuzione nel tempo della portata massima, proteggendo così la città di Lione situata a valle e diminuendo l'entità del fenomeno di piena.

Figura 15 - Piene del gennaio 2018 sulla parcella D705 (J. Porteret / CEN Savoie).

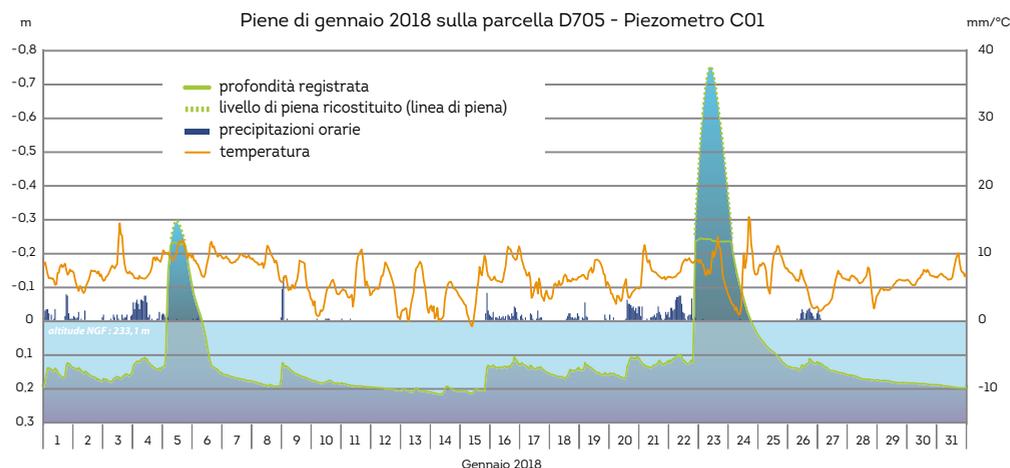




Figura 16 - Piena sul Marais de la Plesse ©V. Bourgoïn/CEN Savoie

IL MARAIS DE LA PLESSE: UN'AREA RISERVATA

Situato nel comune di Saint-Offenge, nella regione dell'Albanais, seppur di dimensioni ben più ridotte de Marais de Chautagne, anche il Marais de la Plesse svolge il suo ruolo di servizio contro il rischio di alluvioni per il comune e per quelli a valle. Per il sindaco di Saint-Offenge, il ruolo di protezione del Marais è fuori discussione. Convinto dell'importanza della zona umida per la protezione del suo comune, ha avviato il processo di classificazione della zona come "Area riservata" nel Piano Urbanistico Locale. Nel 2008 ha intrapreso dei lavori di convogliamento delle acque piovane verso il Marais, con lo scopo di ripristinare le sue capacità idrauliche «naturali». Situato in una depressione poco profonda, il Marais con il suo strato di torba di circa un metro di spessore forma un serbatoio che si riempie d'acqua durante le piogge e la restituisce lentamente al torrente (Fig. 16). Infatti, le forti piogge nell'inverno 2018 hanno sommerso la palude per quasi 4 mesi.

E LA PERCEZIONE DEGLI ABITANTI?

Si potrebbero effettuare delle inchieste presso la popolazione per conoscere la sua percezione di servizio reso da queste zone umide che hanno conosciuto e subiscono le inondazioni nella Chautagne. Nel Marais de la Plesse, il sindaco intervistato esprimeva dei dubbi sulla conoscenza e la consapevolezza di questo servizio da parte dei residenti. D'altro canto, anche le interviste effettuate agli agricoltori nella Chautagne mettono in dubbio che l'esperienza diretta possa condizionare la percezione del servizio. In effetti, nessun agricoltore, neppure quelli la cui azienda agricola è collocata nel cuore della zona umida, ha citato il ruolo del Marais nel ridurre il rischio di inondazioni.

«Un enorme bacino di ritenzione naturale che viene utilizzato in occasione delle piene decennali» Bernard Gelloz, sindaco di Saint-Offenge, 30 maggio 2018

Regolazione del clima

A livello locale e globale, gli ambienti umidi svolgono un ruolo significativo nella regolazione del clima. Sebbene, nell'attuale contesto di cambiamento climatico, il ruolo delle zone umide nella regolazione del clima sia riconosciuto a scala planetaria, il loro impatto su scala più locale è meno documentato.

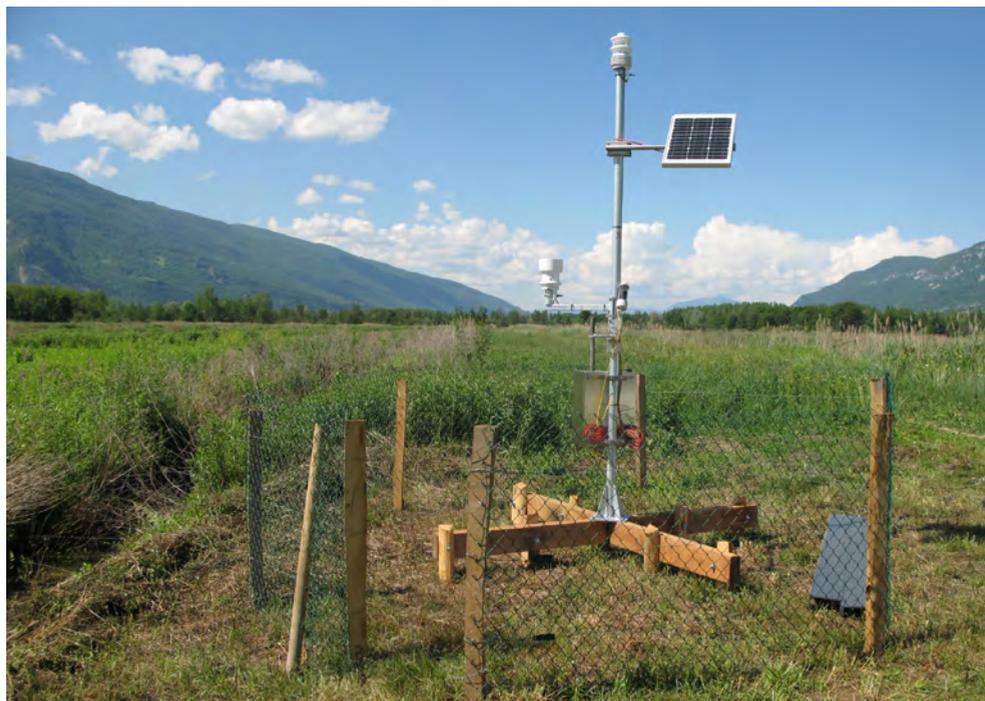
A livello globale

Il ruolo e l'importanza delle zone umide nella regolazione del clima globale si esprime attraverso la loro funzione di stoccaggio di CO₂, il principale gas a effetto serra. Diversi studi hanno provato che le torbiere, nonostante la loro modesta superficie, concentrano il 30% del carbonio contenuto nei suoli e la loro capacità media di stoccaggio è stimata a 1400 tonnellate di CO₂ per ettaro⁵⁹. Nel Marais de

Chautagne, si è stimato che il volume di carbonio immagazzinato sull'intera superficie torbosa della zona umida (che copre un'area di 1700 ettari) ammonti a **10 milioni di tonnellate**. Tuttavia questo servizio è sensibile ai cambiamenti che lo riguardano: il prosciugamento delle zone umide, oltre a causare la perdita di tale funzione di stoccaggio, provoca il rilascio nell'atmosfera del carbonio immagazzinato⁶⁰.

A livello locale

A livello locale le zone umide influenzano il clima modificando le precipitazioni, la temperatura, l'umidità dell'aria ecc.⁶¹. Tuttavia, la difficoltà di comprendere a fondo questo servizio spiega la scarsità di dati disponibili in letteratura su tale argomento. Nei siti studiati, si sono potute raccogliere alcune osservazioni su questo servizio.



©J. Porteret/CEN Savoie

IL MARAIS DE CHAUTAGNE

I dati che seguono sono stati registrati da una stazione meteorologica installata dal CEN su una parcella nella Chautagne (denominata «Marais D705»). Questi dati sono stati confrontati con quelli raccolti da un'altra stazione meteorologica situata nel comune di Chindrieux, anch'esso localizzata nella zona della Chautagne, a pochi chilometri dalla prima stazione. La prima figura (Fig. 17) mostra le temperature massime (Tx), medie (T) e minime (Tn) registrate mensilmente dalle due stazioni nel periodo luglio 2017-giugno 2018. Le temperature medie sul Marais sono costantemente più basse di quelle registrate presso il comune. La seconda figura (Fig. 18), più completa, include i dati sulla radiazione solare, la temperatura e l'umidità relativa nell'arco di 3 giorni (28, 29 e 30 luglio 2018). Si nota che l'umidità dell'aria nel Marais di notte è chiaramente superiore a quella di Chindrieux, mentre le temperature sono sempre più basse.

I fenomeni osservati possono essere il risultato dell'evapotraspirazione, del tipo di vegetazione presente sul Marais ecc⁶².

IL MARAIS DES CHASSETTES

Zona umida periurbana, si trova in prossimità di case e residenti. Nel corso dell'inchiesta svolta sul Marais, gli abitanti delle case circostanti hanno messo in risalto la freschezza apportata dal Marais, soprattutto durante l'estate, e l'umidità dell'aria superiore alla media. Mentre diversi abitanti apprezzano questa freschezza, altri subiscono alcuni fastidi (mosche, zanzare) e percepiscono questo ambiente come un pericolo per la salute. Per il momento, non disponiamo di dati climatici quantitativi che consentano di confrontare questi dati percepiti con quelli raccolti sul campo.

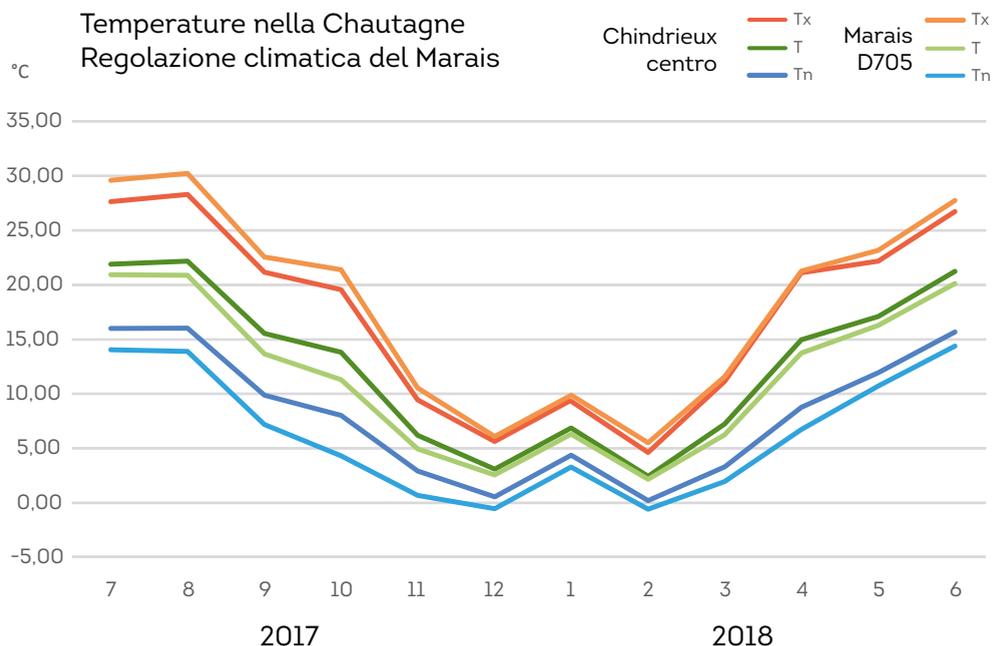


Figura 17 - Temperature nella Chautagne ©J. Porteret - CEN Savoie

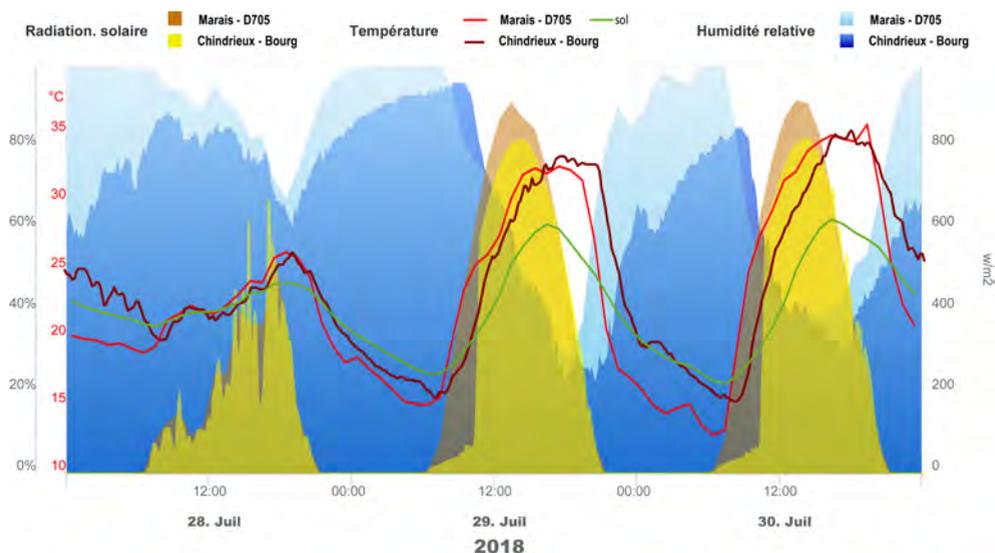


Figura 18 - Confronto di parametri climatici tra le stazioni meteorologiche nella Chautagne ©J. Porteret/CEN Savoie

Ricarica della falda acquifera

Nel progetto RestHALp è stato effettuato un primo tentativo volto ad ampliare la valutazione di alcuni servizi ecosistemici ai territori della Valle d'Aosta e del Parco Nazionale del Gran Paradiso. A questo scopo, le matrici proposte da Burkhard *et al*⁶³, sono state utilizzate su tutto il territorio regionale coperto dalla cartografia CORINE Land Cover.

Questa metodologia si presta molto bene a essere contestualizzata alla realtà del territorio oggetto di studio, adattando gli strati cartografici e i valori utilizzati delle matrici, sulla base di informazioni derivanti da monitoraggi, misurazioni, statistiche o interviste realizzate a scala regionale. Al fine di costruire una base di informazioni, aggiornabile e migliorabile nel tempo, una strada percorribile consiste nel:

- definire una cartografia di occupazione/uso del suolo dettagliata;
- declinare i valori delle matrici originali nelle categorie di occupazione del suolo dello strato cartografico scelto.

Successivamente, disponendo di una carta più precisa, realizzata a scala maggiore, sarà sempre possibile aggiornare i valori delle matrici sulla base delle risultanze delle ricerche e dei monitoraggi condotti direttamente sul territorio di studio o in aree comparabili.

L'occupazione del suolo come dato di base

Per la Valle d'Aosta si è utilizzata la "Carta della Natura" (CdN), frutto di un progetto nazionale coordinato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e terminato nel 2004. Questa carta, realizzata a scala 1:50.000, presenta per il territorio valdostano 56 classi di occupazione del suolo, con un netto miglioramento della risoluzione rispetto alla carta CORINE Land Cover, realizzata a scala 1:100.000 e sulla base di 24 classi diverse nel territorio regionale.

Per il Parco Nazionale Gran Paradiso è stata utilizzata la "Carta delle tipologie di habitat" (CtH) del 2015, restituita a scala

1:10.000, ma realizzata per fotointerpretazione a scala 1:2.500 (con approfondimenti anche a scala 1:1.000). Tale cartografia, completata per tutti i 71.000 ha del territorio del Parco, classifica l'occupazione del suolo in 54 categorie ed è quindi la cartografia a maggior dettaglio utilizzata. Con quest'ultimo strato cartografico si supera il principale limite della carta CORINE, la cui scala di realizzazione porta all'aggregazione di categorie di occupazione del suolo molto eterogenee (per esempio, non esiste una categoria specifica per le strade, che quindi non sono mai distinte ma vengono incluse in altre categorie). Anche la CdN soffre di questa approssimazione, ma in misura minore rispetto alla carta CORINE.

Cartografia del servizio di ricarica della falda acquifera

Il lavoro di corrispondenza tra le categorie di occupazione del suolo CORINE con le categorie considerate dalla CdN e dalla CtH ha richiesto la decodifica completa delle differenti classificazioni.

La corrispondenza è stata effettuata sulla traccia di una valutazione di esperti consolidata, verificando i casi dubbi o più complessi mediante fotointerpretazione, incrociando i tre strati cartografici, e, soprattutto, grazie alla conoscenza diretta del territorio. Sebbene le categorie della CdN e della CtH siano state sovente accorpate in macroclassi, la codifica di dettaglio è stata preservata. Tale scelta è motivata dal fatto che, nel momento in cui si avranno a disposizione informazioni locali più particolareggiate, sarà possibile distinguere i valori nelle categorie dettagliate di occupazione del suolo. A corrispondenza ultimata, tramite semplici unioni tra tabelle, è stato possibile rappresentare in ambiente GIS le carte di funzionalità territoriale.

Le cartografie seguenti, basate sul modello **"fornitura-domanda-flusso"** (vedi Incrocio di informazioni geografiche: approccio matriciale), presentano il servizio ecosistemico di regolazione "Ricarica della falda acquifera" sul territorio della Valle d'Aosta.

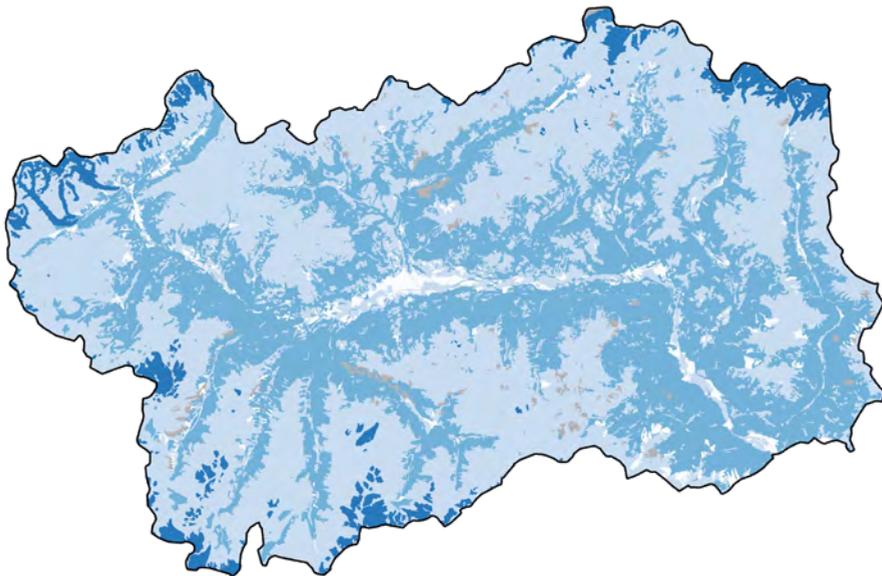


Figura 19 - Carta della fornitura del servizio ecosistemico "Ricarica della falda acquifera" in Valle d'Aosta. La gradazione di colore aumenta, dall'azzurro chiaro al blu intenso, all'aumentare della disponibilità dell'acqua di falda (più elevata nelle zone caratterizzate dai ghiacciai perenni).

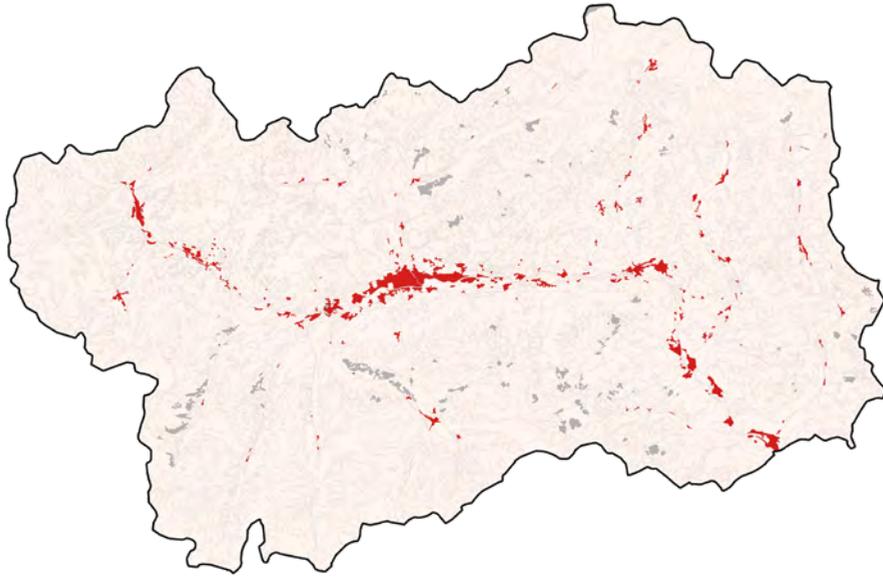


Figura 20 - Carta della domanda del servizio ecosistemico "Ricarica della falda acquifera" in Valle d'Aosta. La gradazione di colore aumenta, dal rosa chiaro al rosso intenso, all'aumentare del fabbisogno idrico (più elevato nei centri antropizzati).

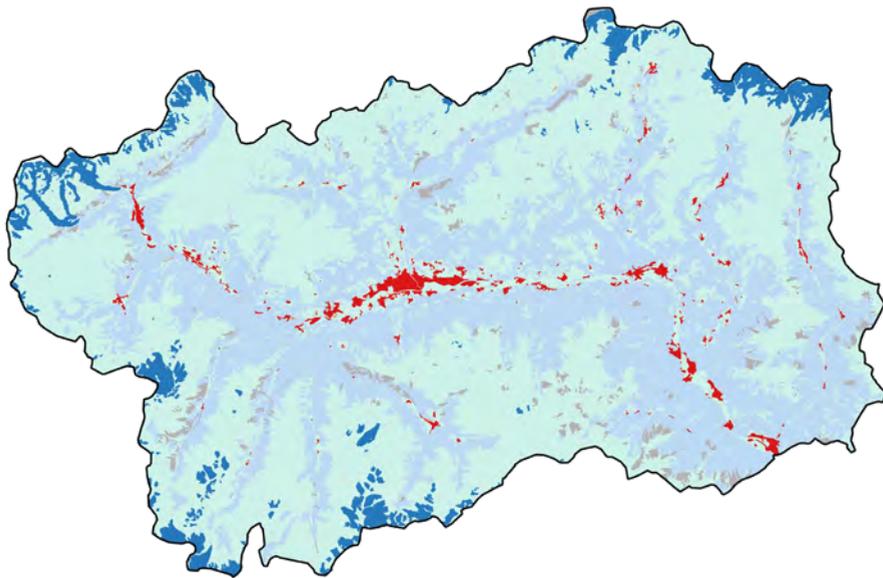


Figura 21 - Carta del flusso del servizio ecosistemico "Ricarica della falda acquifera" in Valle d'Aosta. Il colore blu intenso corrisponde a una fornitura molto più elevata della domanda, mentre il colore rosso corrisponde a una domanda che eccede di molto la fornitura di questo servizio ecosistemico.

Produzione di foraggio e di lettiera

Il servizio di approvvigionamento di foraggio e lettiera è legato alla produzione di biomassa nelle zone umide. Sebbene questi ecosistemi sembrano meno produttivi degli ambienti puramente agricoli, l'utilizzazione delle zone umide presenta alcuni vantaggi. Il materiale raccolto nelle zone umide è tradizionalmente chiamato *blache* nella regione dell'Alto Rodano francese⁶⁴.



©CEN Savoie

Dei 7 siti studiati, 3 forniscono questo servizio di approvvigionamento: il Marais de Chautagne, il Marais de la Plesse e il Marais des Chassettes.

L'ESEMPIO DEL MARAIS DE CHAUTAGNE

L'analisi della cartografia ha identificato 580 ettari ad uso agricolo sul Marais de Chautagne, considerando tutte le colture presenti (mais, prati, orzo, grano ecc.), secondo le dichiarazioni PAC 2015. Di questi, circa **350 ettari** sono rappresentati da **prati**. I dati raccolti durante le interviste con gli agricoltori hanno permesso di stimare a più di 800 tonnellate la produzione di sostanza secca sul Marais (circa 2,25 t/ha di s.s.), per l'anno 2017.

LE CIFRE DELL'AGRICOLTURA NELLE ZONE UMIDE IN SAVOIA

- **Il 32% delle zone umide censite** è soggetto ad uso agricolo;
- **Più del 50% degli agricoltori** ha delle parcelle che si trovano, almeno in parte, in una zona umida, secondo le dichiarazioni PAC;
- **Il 3% della superficie agricola utilizzata (SAU)** del territorio si trova in una zona umida (Camera dell'Agricoltura Savoie-Mont Blanc, 2016).

«Zone che possono avere difficoltà periodiche di accesso a causa dell'umidità:
sono difficilmente accessibili e vanno rispettate»

Definizione di una zona umida da parte di un agricoltore, giugno 2018

Quale destinazione ha il materiale raccolto?

Dalle dichiarazioni degli agricoltori della Chautagne, la *blache* raccolta nel Marais viene utilizzata principalmente per la lettiera e per uso aziendale. L'utilizzo come foraggio dipende dalla sua appetibilità, che varia a seconda degli anni e dei settori: può essere un foraggio di qualità quando vengono soddisfatte le giuste condizioni.

Un'utilizzazione guidata dalle condizioni climatiche

In considerazione del funzionamento di questi ambienti, la loro conduzione agricola richiede alcuni adattamenti rispetto a un prato da sfalcio classico. Tutti gli agricoltori intervistati hanno fatto riferimento alla necessità di adattarsi alle condizioni meteorologiche, che condizionano in particolare la portanza del terreno.

Un'utilizzazione necessaria

L'utilizzazione delle zone umide con lo sfalcio o il pascolo non è solo finalizzata alla produzione agricola, ma è anche

essenziale per il loro mantenimento, evitando che siano invase da specie arbustive o arboree. Sul Marais de Chautagne, l'attuazione delle misure agro-climatico-ambientali (*Mesures Agro-Environnementales et Climatiques* - MAEC) ha permesso il mantenimento di uno sfalcio regolare e quindi la preservazione degli ambienti aperti di prateria umida. Grazie a queste misure, la programmazione degli sfalci rispetta i cicli biologici delle specie sensibili che ci vivono, con il ritardo delle date di taglio e la creazione di zone rifugio.

Il Marais de Chautagne, elemento essenziale per gli agricoltori

Le MAEC (che coprono in tutto 187 ettari di ambienti umidi) hanno permesso di mantenere nel Marais un certo numero di agricoltori, che riconoscono i benefici che la zona umida fornisce loro, nonostante una resa inferiore rispetto ad altri appezzamenti e il lavoro, a volte delicato, rappresentato dallo sfalcio nelle zone umide. Il Marais de Chautagne rappresenta per gli agricoltori «una soluzione dei problemi», soprattutto negli anni secchi in cui il fieno viene a mancare: per loro è un **valore**



Figura 22 - Rotoballe di blache sul Marais de Chautagne ©M. Bouron/CEN Savoie

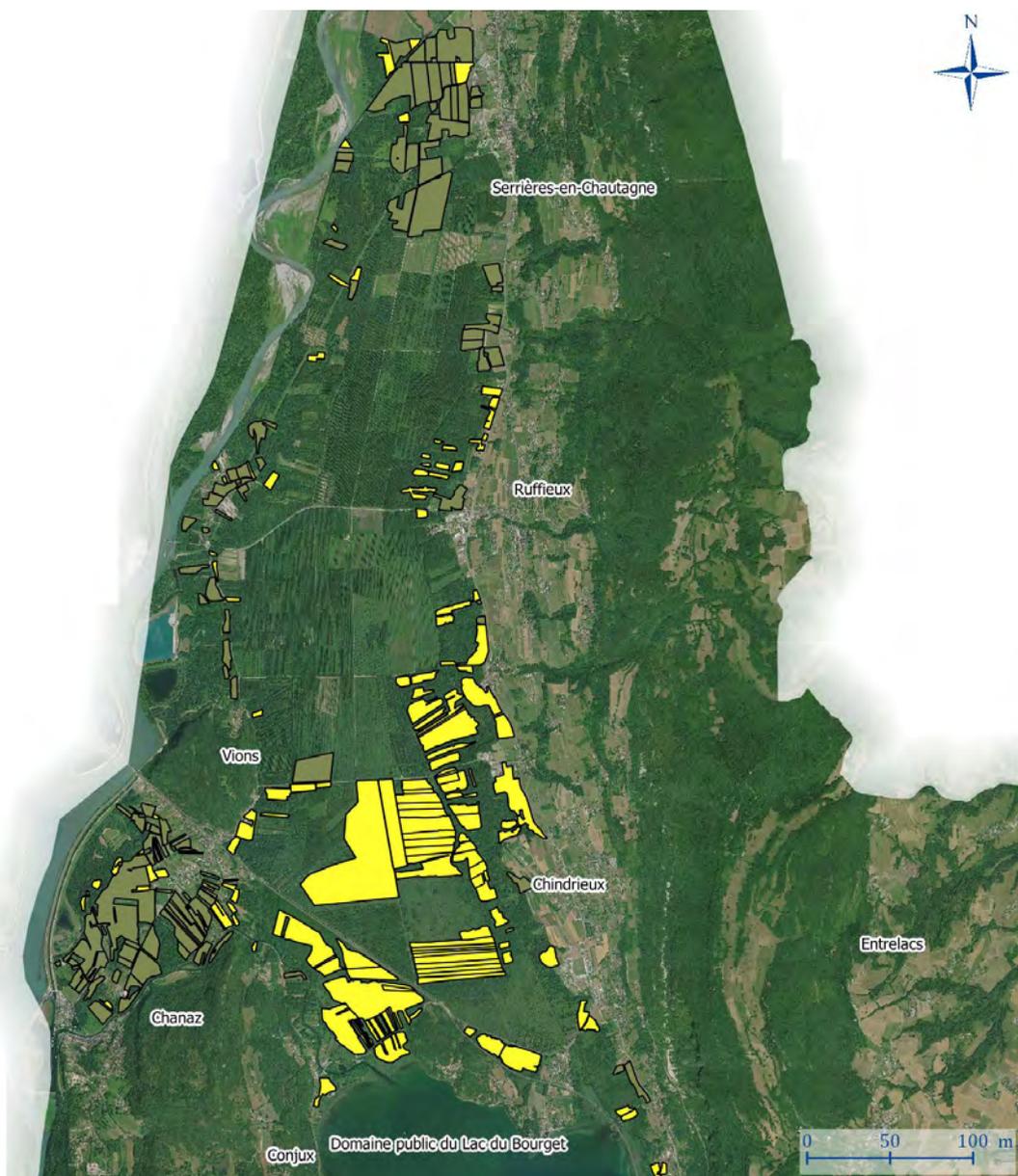


Figura 23 – Parcelle di prati nel Marais de Chautagne.

sicuro. Mentre la specificità foraggera della *blache* è stata riconosciuta da un solo agricoltore nativo della Chautagne, la maggior parte degli intervistati concorda sul fatto che il Marais assicura loro un'**autonomia di rifornimento**. La *blache* rac-

colta nella zona umida, infatti, permette di risparmiare sull'acquisto di paglia. Questo risparmio è ancor più apprezzabile per i produttori biologici, in quanto l'acquisto di paglia certificata biologica rappresenta un costo rilevante.

Opportunità per la ricerca

Questo servizio rinvia all'interesse di un sito in termini di ricerca e studi. La ricerca negli ambienti umidi può coprire un'ampia varietà di discipline⁶⁵. Le interviste ai ricercatori, raccolte in questo studio, hanno confermato tale pluralità di possibili approcci. Tra i temi di ricerca si trovano l'ecologia, l'idrologia, la paleoecologia, la biogeochimica ecc.; qualche esempio di studi che possono essere condotti nelle zone umide è presentato qui di seguito.

TORBIERE, SUPPORTI PER LA PALEOECOLOGIA

Per le loro capacità di conservazione, le torbiere hanno una grande importanza negli studi paleo-ambientali. L'anossia consente la conservazione nella torba di elementi organici come il polline, il legno, gli insetti ecc. Per questa ragione, sono anche importanti nei campi dell'archeologia. Questi studi sulle torbiere possono comprendere indagini sulla vegetazione,

sul clima o sulle pratiche umane del passato. La capacità delle torbiere di fornirci informazioni sul passato è messa in pericolo dal loro prosciugamento, che porta alla mineralizzazione della torba e quindi alla perdita di informazioni.

ECOLOGIA E BIODIVERSITÀ

Le particolari condizioni delle zone umide conferiscono loro un evidente interesse per lo studio della biodiversità. Ad esempio, la torbiera di Montendry (Fig. 24) è stata oggetto di uno studio approfondito, con osservazioni floristiche ed ecologiche⁶⁶, ed è stata studiata da Manneville e Baïer, in un'analisi di confronto con la torbiera di Creusates⁶⁷. Anche il Marais de Chautagne è stato la base di molti studi sulla vegetazione o sulla fauna condotti da Walthert⁶⁸, Fossati e Pautou⁶⁹, Dufay⁷⁰ ecc. Tuttora, il CEN Savoie sta conducendo diversi studi sulle sue farfalle.



Figura 24 - Torbiera di Montendry ©M. Maussin



©B. Mabboux/CEN Savoie

BIOGEOCHIMICA

Poiché le zone umide possono essere depositi, fonti e siti di trasformazione di elementi chimici diversi, la biogeochimica di molte di esse è oggetto di approfondimenti e di ricerche: biogeochimica dei nutrienti, contaminazioni microbiche, fonti di fosforo disciolto ecc.

NUOVE PROSPETTIVE DI RICERCA GRAZIE AI RIPRISTINI

I ricercatori hanno evidenziato spesso che molte delle recenti ricerche sulle zone umide sono state condotte nell'ambito di ripristini ecologici. Questi studi possono essere effettuati prima delle azioni di ripristino, durante, o dopo, per seguire la trasformazione dell'ambiente

e le sue risposte: effetti degli interventi sulle dinamiche vegetazionali, studio delle popolazioni di anfibi negli ambienti ripristinati ecc. Il Marais de Chautagne, che ha subito molti cambiamenti, è stato oggetto di diversi studi in relazione al suo ripristino: studio del suo funzionamento idrogeologico nel quadro della riabilitazione delle grandi paludi dell'Alto-Rodano⁷¹ o studi condotti dal CEN nel progetto di *Ripristino idraulico e agroambientale di 60 ettari di ambienti umidi aperti nel Marais de Chautagne* (Fig. 25). Cinque ricercatori di laboratori diversi hanno anche approfittato del progetto per condurre uno studio, denominato DynaMO, sulla dinamica dei trasferimenti e gli effetti dei microinquinanti organici persistenti.



Figura 25 – Parcella in fase di ripristino nel Marais de Chautagne ©CEN Savoie

«Da un punto di vista pedagogico, una zona umida è eccellente poiché è un ottimo strumento per comprendere un ecosistema.»

Insegnante-ricercatore intervistato, maggio 2018

Opportunità per l'educazione

Le zone umide possono essere un aiuto per l'educazione ambientale. Questo servizio può materializzarsi in vari modi: pannelli esplicativi situati sul sito, punti di osservazione, percorsi a tema, animazioni in loco, opuscoli informativi ecc. Dei 7 siti studiati, 4 sono dotati di pannelli didattici.

PERCHÉ LE ZONE UMIDE RIVESTONO UN INTERESSE PEDAGOGICO?

■ **Spazi naturali dalle dinamiche particolari**, che permettono di comprendere il funzionamento di un ecosistema nella sua generalità: formazione di una zona umida (processi geomorfologici, pedogenesi ecc.), dinamiche di evoluzione degli ambienti, adattamento delle specie ecc. Inoltre, la dimensione limitata permette loro di essere strumenti di insegnamento «semplificati» rispetto ad altri tipi di ecosistemi.

■ **Aree ad alto rischio:**

la distruzione delle zone umide nel secolo scorso ha portato a una riduzione del numero di questi ambienti, che stanno diventando sempre più rari. Benché negli ultimi anni sia aumentata la consapevolezza del loro interesse, esse subiscono ancora pressioni significative (urbanizzazione, sistemazioni dei corsi d'acqua ecc.). Continuano ancora ad avere una connotazione molto negativa nella considerazione dei cittadini (aree insalubri, indesiderabili, origine di problemi sanitari ecc.) La sensibilizzazione della popolazione sulle zone umide è importante per migliorarne la conoscenza ed estendere la consapevolezza della necessità di preservare questi ecosistemi e l'ambiente in generale.



Figura 26 - Pannello didattico presso il Marais des Chassettes ©CEN Savoie

Le interviste a insegnanti-ricercatori hanno dimostrato che le zone umide servono da esempio durante i loro corsi per illustrare vari concetti: dinamiche, gestione ambientale (ad esempio la gestione delle attività ricreative nelle zone umide), aspetti naturalistici, diversità biologica,

«Gli studenti amano lavorare in questi ambienti»

Insegnante-ricercatore intervistato, maggio 2018

dinamiche di popolazione ecc. Sei ricercatori su otto hanno affermato di trattare regolarmente le zone umide e di avere organizzato uscite sul

campo con i loro studenti. In generale, i ricercatori hanno anche osservato che il lavoro svolto con gli studenti su questi ambienti viene apprezzato.

L'ESEMPIO DEL MARAIS DES CHASSETTES

Per gli operatori dell'educazione ambientale, che si occupano delle animazioni nella zona umida, e per il Dipartimento, proprietario dei terreni, il servizio pedagogico del Marais des Chassettes è innegabile. Attualmente sono presenti sul sito tre pannelli esplicativi (Fig. 26). Il sito è caratterizzato dai cosiddetti sentieri «autorizzati», localizzati principalmente alla periferia del Marais, e altri sentieri «non autorizzati», frequentati nel cuore del Marais, come mostrato nella carta

(Fig. 27). Un contatore automatico installato su uno di questi sentieri ha permesso di valutare una frequentazione ridotta ma regolare del Marais. Per un periodo di circa un mese, dal 24 luglio al 27 agosto 2018, il contatore ha registrato un totale di 23 passaggi in una direzione e 14 nell'altra. Questi dati devono ovviamente essere presi con cautela per le distorsioni insite in queste apparecchiature: andata-ritorno degli stessi individui, passaggio di fauna selvatica o altri animali come i cani ecc. Nel 2014 era stato elaborato un opuscolo informativo. Il sito è anche oggetto di animazioni da parte di due associazioni, che conducono da 4 a 8 animazioni in loco ogni anno, sotto forme diverse:

■ **“Escursione Natura”**

scoperta del Marais (funzionamento, dinamica ecc.) e delle sue specie (insetti, anfibi, uccelli e altri);

■ **cantieri di decespugliamento e pulizia**

nel quadro della gestione del sito (raccolta dei rifiuti in loco, estirpazione degli arbusti ecc.)

■ **altre azioni in collaborazione con le istituzioni locali:**

lavori di catalogazione con studenti di BTS (Brevetto di Tecnico Superiore), messa in sicurezza dell'accesso al Marais in collaborazione con un locale istituto tecnico agricolo ecc.

Il **pubblico in queste attività è vario:**

scuole (scuole elementari e medie, licei, scuole d'insegnamento superiore), centri ricreativi, membri di associazioni, abitanti dei quartieri situati intorno al Marais, o genitori di studenti. Le animazioni sono ovviamente adattate al pubblico di riferimento: richiamo all'immaginazione o ai sensi per i più piccoli e così via. Le attività nelle scuole vicine al Marais sono di particolare interesse per l'educazione degli abitanti, poiché i bambini svolgono

«Permette di mostrare alle persone ciò che è un vero spazio naturale con una dinamica completamente diversa da quella di un parco, non è un giardino curato»

un ruolo nella diffusione di informazioni ai loro genitori, che a loro volta verranno a scoprire il sito.

La percezione di questo servizio da parte dei diversi soggetti vicini al sito è unanime: la sensibilizzazione e la comunicazione sono leve importanti per il Marais. Il ruolo di questo servizio è importante per il sito per diversi motivi, che sono emersi sistematicamente nelle interviste. Il Marais des Chassettes ospita, in un fondo valle molto urbanizzato, un interessante patrimonio naturale, grazie alle specie che ospita (rana rossa, rospo comune, quattro specie di picchi e altri uccelli notevoli come la cannaiola, ...) e agli habitat che offre. Questa posizione geografica e il suo contesto suburbano gli conferiscono vicinanza e una facile accessibilità.

Grazie a questa prossimità, il Marais è visto dagli abitanti come un'opportunità unica di godere di un vero e proprio spazio naturale sensibile a due passi da casa.

Tuttavia, questo contesto e la vicinanza alle abitazioni sono anche i motivi per cui il Marais presenta delle problematiche:

■ **pressione dell'urbanizzazione;**

■ **conflitti di interesse** con le abitazioni più vicine alla palude: lo studio della percezione degli abitanti ha mostrato che una parte della popolazione ha una visione molto negativa del Marais ed è infastidita da zanzare, mosche, ombra ecc.

■ **inciviltà**: sul Marais si registrano molte azioni incivili: cani non tenuti al guinzaglio che vagano per il Marais, depositi di rifiuti, passaggi di veicoli motorizzati ecc.

Esiste quindi un divario tra la percezione dei gestori e la realtà percepita dagli abitanti del sito. Per tutti questi motivi, il servizio di opportunità per l'educazione è una componente chiave della gestione del sito per

*«Svolge il suo ruolo di spazio naturale, di prossimità,
con una funzione di scoperta»*
Dipartimento della Savoia durante un'intervista, giugno 2018



Figura 27 - Sentieri e pannelli didattici presso il Marais des Chassettes.

gli attori locali. Grazie ai continui sforzi e mediante azioni educative, gli attori sperano di cambiare la visione degli abitanti vicini al sito, limitando i conflitti di interesse e le azioni incivili. Secondo il questionario condotto sul Marais, i residenti sono consapevoli del suo ruolo pedagogo:

15 persone su 19 hanno affermato che il Marais riveste un interesse educativo. Di queste 19 persone che hanno già visitato il sito, 16 avevano consultato i pannelli didattici e la maggior parte accompagna i propri figli nel Marais.

Supporto per le attività ricreative e turistiche

Le zone umide possono essere il supporto di varie attività: il turismo verde per la loro ricchezza ambientale, le attività sportive all'aria aperta, la caccia (selvaggina acquatica) e così via.



© A. Tempé/CEN Savoie

L'ESEMPIO DELLA TORBIERA DI PLAN DE L'EAU

La torbiera di Plan de l'Eau, situata nel cuore della stazione sciistica delle Ménuires, è un esempio emblematico di

questo servizio. La sua posizione geografica offre ai turisti uno spazio naturale di pregio a due passi dalla stazione. La trasformazione della zona a valle del sito, nel 2006, in un lago artificiale (*Plan*

d'eau des Bruyères) evidenzia questa posizione strategica e l'importanza del sito per la stazione in termini di turismo. La sistemazione permette oggi di offrire agli utenti la possibilità di fare pic-nic sui tavoli allestiti a questo scopo, di preparare barbecue, di pescare, di godere dei pontili, di beneficiare di un circuito pedonale adatto alle persone con mobilità ridotta. Queste strutture completano l'offerta delle attività presenti nell'insieme della zona.

La torbiera di Plan de l'Eau ha potuto beneficiare di uno statuto di protezione in seguito alla creazione del *Plan d'eau des Bruyères*: è stata posta sotto la tutela di un'Ordinanza Prefettizia di Protezione di Biotopo (*Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope* - APPB). Questo stato non le impedisce di essere il supporto di varie attività, come dimostra l'elenco delle attività praticabili sul sito:

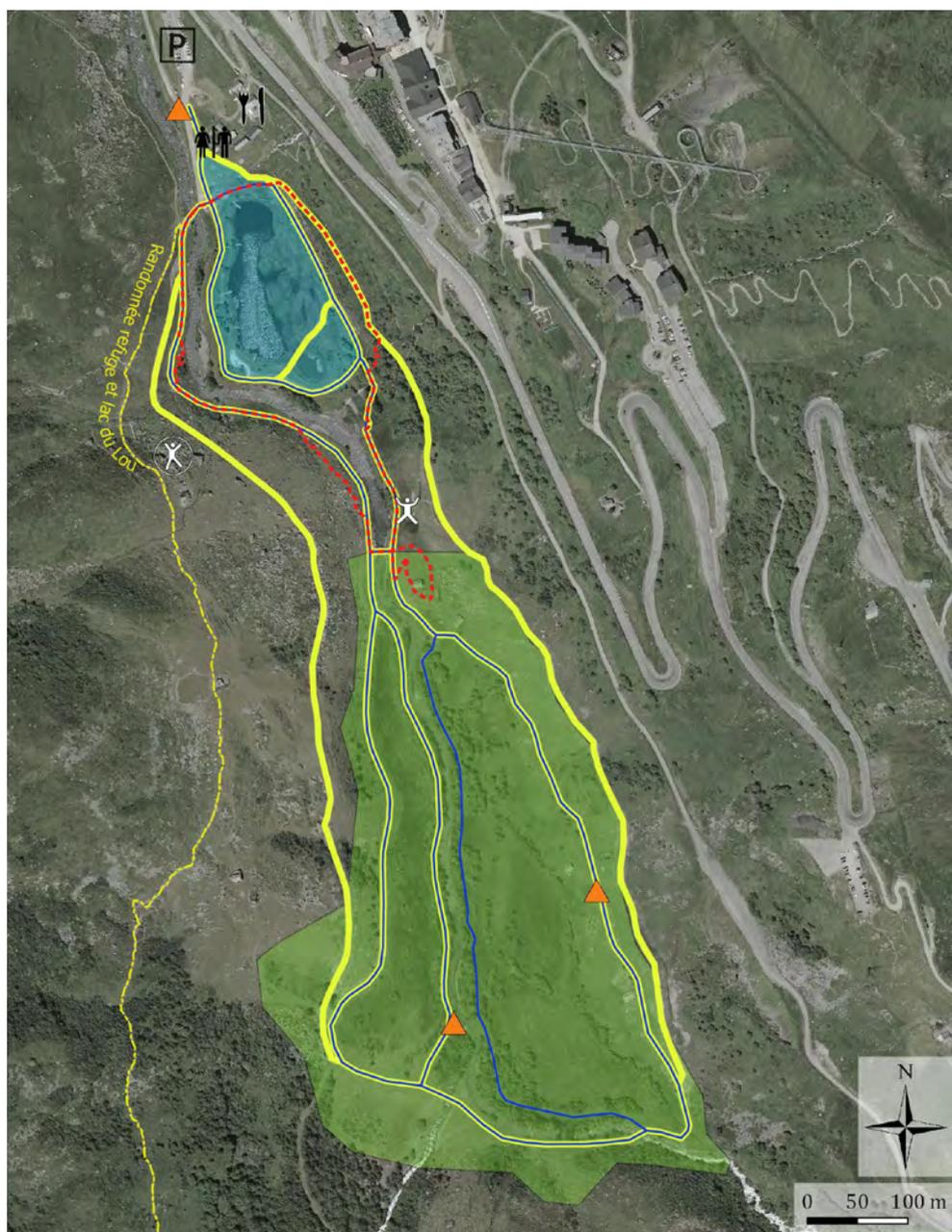
- numerosi circuiti pedonali costellati da pannelli didattici per saperne di più sul sito: patrimonio edificato, patrimonio naturale ecc.; altri pannelli delimitano il sito e ricordano le normative vigenti;
- punto di partenza di una delle escursioni di punta della stazione: la gita del rifugio e del Lago di Lou; la prima parte del sentiero offre un panorama sull'intera torbiera.
- numerose attività di *mountain bike*, con un circuito di scoperta attrezzato per i bambini;
- area d'atterraggio di parapendio;
- «Montagna Avventura»: attività per i bambini, tra cui teleferiche, ponti tibetani ecc.;
- oltre alle attività estive, il sito ospita anche attività invernali, tra cui lo sci di fondo sulle piste mantenute dal comune.

Anche la pesca è un'attività presente nel sito; i pescatori la possono praticare sul *Plan d'eau des Bruyères* e sul torrente Doron. L'attività è regolata dall'APPB: permessi e bolli obbligatori, divieto di camminare nell'acqua, una sola cattura al giorno, di misura regolamentare, per

pescatore e così via. Gli amministratori locali sono consapevoli dell'importanza del servizio di supporto alle attività ricreative e turistiche svolto dalla torbiera, e lo hanno indicato, durante un incontro partecipativo, al secondo posto tra i principali servizi resi dal sito, subito dopo il servizio di «*regolazione del ciclo idrologico e protezione del rischio di inondazioni*». Per loro, il problema è quello di conciliare le attività umane con la conservazione di un ecosistema sensibile. Tutti i temi discussi durante l'ultima parte dell'incontro partecipativo ruotavano intorno all'accoglienza del pubblico. Le osservazioni fatte durante l'alta stagione turistica estiva hanno dimostrato che il *Plan d'eau des Bruyères* permetteva di concentrare il numero di visitatori in questa zona grazie alle numerose strutture (tavoli, panchine ecc.). La torbiera del Plan de l'Eau appariva dunque più come un luogo dedicato alla camminata e al riposo.



©F. Biamino/CEN Savoie



- | | | |
|---|--|---|
|  Tourbière du Plan de l'Eau |  Kids zone VTT |  Parking |
|  Plan d'eau des Bruyères |  Panneaux pédagogiques |  Restaurant |
|  Circuits piétons |  Montagne Aventure |  Toilettes publiques |
|  Itinéraire randonnée refuge et Lac du Lou |  Aire d'atterissage de parapentes | |
|  Pistes de ski nordique | | |

Figura 28 - Attività ricreative e turistiche sul sito del Plan de l'Eau.

Patrimonio culturale

Le zone umide, come ogni area naturale, possono far parte del patrimonio culturale degli abitanti o degli utenti. La valutazione del patrimonio culturale può riferirsi a valori diversi: identitari, relazionali, spirituali ecc. Questa dimensione può essere espressa attraverso la presenza sul sito di specie cosiddette «patrimoniali» (specie emblematiche, rare, endemiche ecc.), di particolari processi (fenomeni di erosione, riproduzione di una specie in un determinato luogo ecc.), di pratiche culturali (ad esempio pratiche agricole ancestrali), o di altri oggetti «patrimoniali» presenti sul sito come il patrimonio edificato, per esempio. Queste dimensioni possono tradursi in impegni di protezione avulsi da ogni uso pratico, nell'arte o nella gastronomia, partecipare all'identità territoriale ecc.⁷².

Il patrimonio riflette quindi, in un certo senso, la «singolarità» di ogni zona umida e le relazioni che gli individui hanno con la zona stessa. Il carattere «patrimoniale» delle zone umide studiate si è manifestato in modi diversi durante le interviste effettuate. Una zona umida può essere parte del patrimonio perché è associata alla storia locale e alle pratiche che vi erano condotte dal punto di vista idraulico, di fornitura, di frequentazione o altro.

ESTRAZIONE DELLA TORBA NEL MARAIS DES CHASSETTES

Il Marais des Chassettes è stato oggetto di **estrazione della torba** durante la seconda guerra mondiale e ne reca ancora le tracce, a testimonianza di questo periodo difficile.

RUOLO IDRAULICO E UTILIZZAZIONE AGRICOLA DEL MARAIS DE LA PLESSE

Il Marais de la Plesse è stato oggetto di **diverse sistemazioni nel corso dei secoli**. Già delimitato nel Catasto Sardo come un'entità a sé stante, il Marais apparteneva al proprietario del castello di Saint-Offenge, il comune nel quale si trova. Il proprietario permetteva ai servitori di andare a **raccogliere la blache nel Marais** e ancora oggi questa utilizzazione viene praticata da alcuni agricoltori. Le sistemazioni del Marais nel corso degli ultimi secoli erano legate alle sue funzioni idrauliche. Infatti, le sue acque venivano incanalate allo sbocco per alimentare i mulini situati a valle.

L'ESISTENZA DI UN PATRIMONIO COSTRUITO SUL PLAN DE L'EAU

Il carattere «patrimoniale» del sito del Plan de l'Eau presso le Ménuires è espresso **dall'esistenza di edifici tradizionali sul sito**: esso è disseminato di vecchi chalets costruiti in pietra locale, che testimoniano l'antica attività di transumanza sulle Ménuires, elemento di identità della valle (Fig. 29). Durante gli incontri con gli abitanti del posto, essi hanno sistematicamente collocato questo servizio al primo posto tra quelli resi dal sito, dimostrando che il valore patrimoniale della zona umida va al di là di ogni aspetto utilitaristico. Questa dimensione patrimoniale può spiegare i timori sollevati dagli abitanti all'inizio del progetto di sviluppo del *Plan d'eau des Bruyères*.

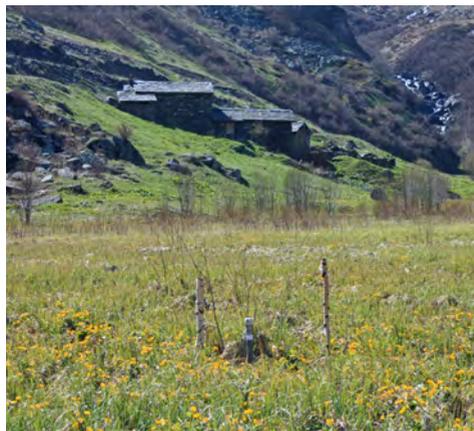


Figura 29 - Architettura tradizionale sul Plan de l'Eau ©J. Porteret/CEN Savoie

Oltre a questi aspetti storici, una zona umida può anche possedere un valore patrimoniale legato alle specie presenti.

PRESENZA DI SPECIE PATRIMONIALI

Il patrimonio naturale può dipendere, per esempio, **dal numero di specie minacciate** che si trovano in una zona umida. La rarità di queste specie può conferire al sito un aspetto patrimoniale, in quanto sito di conservazione di queste specie, talora infeudate a questi ambienti. Ad esempio, il sito di Plan de l'Eau alle Ménuires ospita due specie classificate come specie quasi minacciate nella Lista Rossa della IUCN: la rana rossa (a livello regionale) e la biscia dal collare (a livello nazionale). *Carex microglochin*, presente sul sito, è elencata come specie vulnerabile a livello europeo. Il biancone e la sgarza ciuffetto, entrambi uccelli di passo sulla torbiera, sono elencati nell'Allegato I della Direttiva Uccelli. I prati umidi del Marais de Chautagne ospitano non meno di 12 specie di farfalle protette su scala europea: licena delle paludi (*Lycaena dispar*), ninfa delle torbiere (*Coenonympha oedippus*), eufiriade di Provenza (*Euphydryas aurinia*), azzurro della sanguisorba (*Maculinea teleius*). Le MAEC, specifiche misure di gestione, consentono a queste specie delicate di essere conservate nel sito.

L'importanza delle specie può anche essere definita dal **valore attribuito dagli abitanti, al di là della rarità della specie** sulla base, ad esempio, dell'estetica, della pericolosità, dell'abbondanza o delle pratiche associate alla specie.

Sul Marais de la Plesse, la pesca delle rane è stata un'attività praticata per lungo tempo. Nonostante il suo abbandono, a causa della scomparsa delle rane per vari motivi, essa rimane nella memoria e nei ricordi d'infanzia degli abitanti.



Figure 30 - Drosera ©V. Bourgoïn/CEN Savoie

AMBIENTI RELIQUIARI

Le torbiere possono contenere delle specie, infeudate a questi ambienti, che a volte **testimoniano i periodi climatici freddi del passato**: la drosera (Fig. 30), l'erba unta, l'erioforo e altre ancora. *Drosera rotundifolia* (drosera a foglie rotonde) e *Pinguicula vulgaris* (erba unta comune) sono due piante carnivore che si trovano nella torbiera acida di Montendry.

RICONOSCIMENTO DEL PATRIMONIO: MISURE DI PROTEZIONE

Il riconoscimento di questo patrimonio si può esprimere attraverso **misure di protezione specifiche**, come l'istituzione di Ordinanze Prefettizie di Protezione di Biotopo (APPB) o la classificazione come Area Naturale Sensibile, come nel caso



Figura 31 - Vista generale della Chautagne e del suo mosaico di paesaggi ©CEN Savoie

del Marais des Chassettes. In Savoia, il valore ecologico delle zone umide presenti sul territorio è ben riconosciuto: il 50% delle APPB, che sono legittimate dalla presenza di una o più specie protette, interessa zone umide (paludi e torbiere), facendone gli ambienti più rappresentati in questo tipo di protezione. La drosera della torbiera di Montendry è una delle specie che hanno giustificato la sua classificazione come APPB.

LA ZONA UMIDA COME ELEMENTO DEL PAESAGGIO DELLA CHAUTAGNE

L'aspetto patrimoniale di una zona umida si può manifestare anche attraverso un **paesaggio a cui viene attribuito un valore identitario** da parte degli abitanti. Nel territorio della Chautagne, le praterie umide spiccano come un elemento distintivo del

mosaico di ambienti: boschi, vigneti, laghi, montagne e prati (Fig. 31). Gli agricoltori che sfalciano il Marais sono consapevoli del loro ruolo essenziale, che consente all'ambiente di non chiudersi e quindi di preservare queste praterie sfruttate per secoli. Il valore patrimoniale delle pratiche agricole sul Marais è emerso nelle interviste effettuate. Nella maggior parte dei casi, gli agricoltori intervistati hanno imparato a utilizzare il Marais grazie ai predecessori e agli anziani, che hanno insegnato loro a «rispettare il Marais» e a «riconoscere le aree nelle quali si rischia di affondare». Un agricoltore ha ricordato che prima dell'abbandono della pratica dello sfalcio nel Marais, esisteva un commercio con gli agricoltori di Cessens (comune della regione dell'Albanais), che portavano il grano al Marais in cambio della *blache*.



NOTE

- 1 - Jeanneaux *et al.*, 2012.
- 2 - De Groot *et al.*, 2007.
- 3 - Groupe de travail de l'Étude sur l'importance de la nature pour les Canadiens, 2017.
- 4 - Dupras *et al.*, 2013.
- 5 - Peh *et al.*, 2017.
- 6 - AA. VV, 2016.
- 7 - MEA, 2005.
- 8 - Dufour *et al.*, 2016.
- 9 - De Sartre *et al.*, 2014.
- 10 - Daily, 1997.
- 11 - Costanza *et al.*, 1997.
- 12 - Méral, 2012; Aznar *et al.*, 2010.
- 13 - Holling, 1978.
- 14 - Berkes & Folke, 1998.
- 15 - Sukhdev, 2008.
- 16 - Salles, 2010.
- 17 - Lamarque *et al.*, 2011.
- 18 - Mace *et al.*, 2012.
- 19 - Laurila-Pant *et al.*, 2015.
- 20 - Maris, 2014.
- 21 - Barbier *et al.* 1997.
- 22 - Blicharska *et al.*, 2017.
- 23 - Fisher *et al.*, 2009.
- 24 - Haines-Young & Potschin, 2018.
- 25 - CREDOC, Biotope, Asconit Consultants, 2009.
- 26 - De Groot *et al.*, 2007.
- 27 - Bernard, 2016.
- 28 - Fisher *et al.*, 2009.
- 29 - EpE, 2013.
- 30 - Daily & Matson, 2008.
- 31 - Dempsey, 2013.
- 32 - Salles, 2010.
- 33 - Scolozzi *et al.*, 2014.
- 34 - Chichilnisky & Heal, 1998.
- 35 - Scolozzi *et al.*, 2012.
- 36 - Wolff *et al.*, 2017.
- 37 - Campagne *et al.*, 2016.
- 38 - Jaunatre *et al.*, 2017.
- 39 - Chang *et al.*, 2015.
- 40 - Sharp *et al.*, 2020.
- 41 - RECORD, 2018.
- 42 - Burkhard *et al.*, 2009.
- 43 - www.alpine-space.eu/projects/alpes/
- 44 - Tamang, 2011; Krol *et al.*, 2012; Nedkov & Burkhard, 2012.
- 45 - Burkhard *et al.*, 2012.
- 46 - Jacobs *et al.* 2015.
- 47 - MA, 2005; TEEB, 2010.
- 48 - Müller 2005.
- 49 - Fustec & Lefeuvre, 2000.
- 50 - Mitsch & Gosselink, 2015.
- 51 - Gayet *et al.*, 2016.
- 52 - Dacharry, 1996.
- 53 - Cosandey, 1996.
- 54 - Price, 2001.
- 55 - Porteret J., 2010.
- 56 - UICN France, 2015.
- 57 - Forman & Godron, 1981.
- 58 - Sauvage *et al.*, 2015.
- 59 - Devaux & Helier, 2018.
- 60 - Devaux & Helier, op. cit.
- 61 - Devaux & Helier, op. cit.
- 62 - Devaux & Helier, op. cit.
- 63 - Burkhard *et al.*, 2014.
- 64 - Darinot, 2014.
- 65 - Devaux & Helier, op. cit.
- 66 - Fabre, 1977.
- 67 - Manneville & Baier, 1993.
- 68 - Walthert, 1987.
- 69 - Fossati & Pautou, 1989.
- 70 - Dufay C., 1979.
- 71 - BURGEAP Environnement & EID, 2001.
- 72 - Devaux & Helier, op. cit.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., 2016. Actes du séminaire d'échanges de la Zone Atelier du Bassin du Rhône (ZABR) - Les services écosystémiques pour la gestion des milieux aquatiques : pourquoi? pourquoi pas? 29/01/2016, IRSTEA Lyon.
- Aznar O., Jeanneaux P., de Mareschal S., 2010. Analyse bibliométrique de la notion de « service environnemental ». Programme SERENA, document de travail n° 2010-09.
- Barbier B., Acreman M., Knowler D., 1997. Évaluation économique des zones humides : guide à l'usage des décideurs et planificateurs. Bureau de la Convention de Ramsar, Gland (CH), 143 p. URL : https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/lib_valuation_f.pdf.
- Bernard G., 2016. Panorama des services écosystémiques des tourbières en France. Quels enjeux pour la préservation et la restauration de ces milieux naturels? Pôle-relais Tourbières – Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 47 p.
- Blicharska M., Smithers R. J., Hedblom M., Hedenås H., Mikusiński G., Pedersen E. & Svensson, J., 2017. Shades of grey challenge practical application of the cultural ecosystem services concept. *Ecosystem services*, 23, 55-70.
- BURGEAP Environnement & EID, 2001. Réhabilitation des grands marais du Haut-Rhône : étude du fonctionnement hydrogéologique des marais et plaines de Lavours et de Chautagne. Rapport de Phase I : état des lieux. Rapport interne, 52p + cartes.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., Müller, F., 2014. Ecosystem service potentials, flows and demand - concepts for spatial localisation, indication and quantification. *Landsc. Online* 34, 1-32.
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., Windhorst, W., 2009. Landscapes' capacities to provide ecosystem services - a concept for land-cover based assessments. *Landscape Online* 15, 1-22.
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., Müller, F., 2012. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecol. Indic.* 21, 17-29.
- Campagne C.S., Tschanz L., Tato T., 2016. Outil d'évaluation et de concertation sur les services écosystémiques : la matrice des capacités. *Sciences Eaux & Territoires*, IRSTEA, 2016, Article hors-série numéro 23, 2-6.
- Chang W., Cheng J., Allaire J., Xie Y., McPherson J., 2015. Shiny : Web Application Framework for R.
- Chee, Y.E. 2004. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation* 120, 549-565. doi:10.1016/j.biocon.2004.03.028.
- Chevassus-au-Louis B., Salles J.-M., & Pujol J.-L., 2009. Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes : contribution à la décision publique. Documentation française -978-2-11-007791-2.
- Chichilnisky G. & Heal G., 1998. Economic Returns from the Biosphere. *Nature* 391: 629-630.
- Cosandey C., 1996. - Bilan hydrique - bilan hydrologique. C. N. F. D. S. HYDROLOGIQUES, Commission de terminologie.
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R.S., Farber S., Grasso M., Hannon B... van den Belt M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, 387, 253-260.
- CREDOC, Biotope, Asconit Consultants, 2009. Etude exploratoire pour une évaluation des services rendus par les écosystèmes en France, application du Millennium Ecosystem Assessment à la France, Rapport de synthèse pour le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer (MEEDDM), 30 p
- Dacharry M., 1996. - Hydrosystèmes. C. N. F. D. S. HYDROLOGIQUES, Commission de terminologie.
- Daily G. (dir.), 1997 - *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystem*, Washington D.C., Island Press.
- Daily G.C. & Matson P.A., 2008. Ecosystem Services: From theory to implementation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 105(28), 9455-9456. doi:10.1073/pnas.0804960105

- Darinot M., 2014. Évaluation des propriétés fourragères, agronomiques et calorifiques du foin de marais issu de la Réserve naturelle nationale du Marais de Lavours (Ain). *Bull. Soc. Linn. Lyon, hors-série n° 3*: 54 - 65.
- De Groot R. S., Stuij M., Finlayson M. & Davidson N., 2007. Évaluation des zones humides : Orientations sur l'estimation des avantages issus des services écosystémiques des zones humides. Rapport technique Ramsar n° 3 Série des publications techniques de la CBD n° 27.
- De Sartre X. A., Castro M., Dufour S. et Oszwald J., 2014. Political ecology des services écosystémiques. *EcoPolis. Vol. 21.*, 288 p.
- Dempsey J., 2013. Biodiversity loss as material risk: Tracking the changing meanings and materialities of biodiversity conservation, *Geoforum*, vol. 45, p. 41-51.
- Devaux J. et Helier A., 2018. Évaluation française des milieux humides et aquatiques continentaux et de leurs services écosystémiques, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, 248 p.
- Dufay C., 1979. Les lépidoptères des marais de Chautagne (Savoie). *Bull. Soc. Linn. Lyon*, 48: 589-605.
- Dufour S., De Sartre X.A., Castro M., Oszwald J. et Rollet A.J., 2016. Origine et usages de la notion de services écosystémiques : éclairages sur son apport à la gestion des hydrosystèmes, *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Hors-série 25 août 2016.
- Dupras J., Revéret J. P., & He J., 2013. L'évaluation économique des biens et services écosystémiques dans un contexte de changements climatiques : Un guide méthodologique pour une augmentation de la capacité à prendre des décisions d'adaptation. Ouranos, Canada.
- EpE, 2013. Mesurer et piloter la biodiversité. Paris, Entreprises pour l'environnement, 48 p.
- Fabre M.C., 1977. Étude floristique et écologique de la tourbière de Montendry (Savoie). *Bull. Soc. Linn. Lyon*, 46, 1, 10-25.
- Farber, S.C.; Costanza, R. & M.A. Wilson 2002. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics* 41, 375-392. doi:10.1016/S0921-8009(02)00088-5.
- Fisher B., Turner K., Morling P., 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68, p. 643-653.
- Forman R. T., & Godron M., 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience*, 31(10), 733-740.
- Fossati J. & Pautou G., 1989. Vegetation dynamics in the fens of Chautagne (Savoie, France) after the cessation of mowing. *Vegetatio* 85: 71-81.
- Fustec É., & Lefeuvre J. C., 2000. Fonctions et valeurs des zones humides. Dunod.
- Gayet G., Baptist F., Baraille L., Caessteker P., Clément J.-C., Gaillard J., Barnaud G., 2016. Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 1.0. Onema, collection Guides et protocoles, 186 p.
- Groupe de travail de l'Étude sur l'importance de la nature pour les Canadiens, 2017. Réalisation et utilisation d'une évaluation des services écosystémiques aux fins de prises de décisions : boîte à outils interdisciplinaire à l'intention des gestionnaires et des analystes. Ottawa, ON : Les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux. 310 p.
- Haines-Young R.H., Potschin M.B., 2018. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Fabis Consulting Ltd [In English]. URL: <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>.
- Holling C. S., 1978. Adaptive environmental assessment and management. John Wiley & Sons.
- Jacobs, S., Burkhard, B., Van Daele, T., Staes, J., Schneiders A. 2015. 'The Matrix Reloaded': A review of expert knowledge use for mapping ecosystem services. *Ecological Modelling* 295 (2015) 21-30.

- Jaunatre R., Gaucherand S., Rey F., Guerold F., & Muller S., 2017. ASPIRE: un cadre méthodologique pour l'appréciation du succès des projets d'ingénierie et de restauration écologiques: application à une opération de restauration d'une zone humide d'altitude. *Sciences Eaux & Territoires*, IRSTEA, 24, 66-71. URL: <http://www.set-revue.fr/aspire-un-cadre-methodologique-pour-lappreciation-du-succes-des-projets-dingenierie-et-de>.
- Jeanneaux P., Aznar O., de Mareschal S., 2012. Une analyse bibliométrique pour éclairer la mise à l'agenda scientifique des « services environnementaux ». *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* 12.
- Kroll, F., Muller, F., Haase, D., Fohrer, N., 2012. Rural-urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics. *Land Use Policy* 29, 521-535.
- Lamarque, P., Quéfier, F., & Lavorel S., 2011. Implications de la diversité des définitions du concept de service des écosystèmes pour leur quantification et pour son application à la gestion. *Comptes Rendus Biologies*, 334 (5), 441-449.
- Laurila-Pant M., Lehtikoinen A., Uusitalo L. & Venesjärvi R., 2015. How to value biodiversity in environmental management? *Ecological indicators*, 55, 1-11.
- Ludwig, D. 2000. Limitations of Economic Valuation of Ecosystems. *Ecosystems* 3, 31-35. doi:10.1007/s100210000007.
- MA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press/World Resources Institute, Washington, DC.
- Mace G. M., Norris K. & Fitter A.H., 2012. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in ecology & evolution*, 27 (1), 19-26.
- Manneville O. & Baïer P., 1993. Étude floristique et écologique de la tourbière des Creusates (St-François-de-Sales, Savoie). Comparaison avec les tourbières à Sphaignes des Alpes du Nord Françaises. *Revue d'écologie alpine* 2, p. 1-23.
- Maris V., 2014. *Nature à vendre: Les limites des services écosystémiques*. Éditions Quae.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press. Washington DC., 245 p.
- Méral P., 2012. Le concept de service écosystémique en économie: origine et tendances récentes. *Natures Sciences Sociétés*, vol. 20 (1), 3-15. www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2012-1-page-3.htm.
- Mitsch W.J., & Gosselink J.G., 2015. *Wetlands*. 5 th Edition, John Wiley & Sons. 456 p.
- Morri, E., Pruscini F., Scolozzi R., Santolini R., 2014. A forest ecosystem services evaluation at the river basin scale: supply and demand between coastal areas and upstream lands (Italy). *Ecological Indicators*, 37 (part A), 210-219.
- Müller F., 2005. Indicating ecosystem and landscape organisation. *Ecological Indicators* 5 (4), 280-294. doi:10.1016/j.ecolind.2005.03.017.
- Naidoo, R.; Balmford, A.; Costanza, R.; Fisher, B.; Green, R.E.; Lehner, B.; Malcolm, T.R. & T.H. Ricketts 2008. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (28), 9495-9500. doi:10.1073/pnas.0707823105.
- Nedkov, S., Burkhard, B., 2012. Flood regulating ecosystem services - Mapping supply and demand in the Etropole municipality, Bulgaria. *Ecol. Indic.* 21, 67-79.
- Peh, K.S.-H., Balmford, A., Bradbury, R.B., Brown, C., Butchart, S.H.M., Hughes, F.M.R., MacDonald, M.A., Stattersfield, A., Thomas, D.H.L., Trevelyan, R.J., Walpole, M., Merriman, J.-C., 2017. *Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment (TESSA)*. Version 2.0. Cambridge, UK.
- Porteret J., 2010. Capacité de stockage de l'eau et rôle des tourbières basses minérotrophes dans le fonctionnement des têtes de bassin versant. *Annales Scientifiques de la Réserve de la Biosphère Transfrontalière des Vosges du Nord-Pfälzerwald*, 15, 207-229.
- Price J. S., 2001. L'hydrologie. In: S. Payette et L. Rochefort, *L'écologie des tourbières du Québec-Labrador*, 621 p. Rapport D.J. & Singh A., 2006. An EcoHealth-based framework for State of Environment Reporting. *Ecological Indicators* 6, 409-428. doi:10.1016/j.ecolind.2005.05.003.
- RECORD, 2018. *Mesure de la biodiversité et évaluation des services écosystémiques des milieux restaurés. Méthodes et retours d'expériences*, 142 p, n° 17-1021/1A.

- Revéret J.-P., Dupras J., & He J., 2013. L'évaluation économique des biens et services écosystémiques dans un contexte de changements climatiques. Montréal, Ouranos.
- Salles J.-M., 2010. Dossier « Le réveil du dodo III » -Évaluer la biodiversité et les services écosystémiques : pourquoi, comment et avec quels résultats? *Natures Sciences Sociétés*, 18 (4), 414-423.
- Santolini R., Morri E., Pasini G., Giovagnoli G., Morolli C., Salmoiraghi G., 2015. Assessing the quality of riparian areas: the case of River Ecosystem Quality Index applied to the Marecchia river (Italy), *International Journal of River Basin Management*, 13:1, 1-16, DOI: 10.1080/15715124.2014.945091.
- Sauvage P., Landrieu G., Rodriguez T., Delangue J., Mougey T., 2015. Il sert à quoi ton espace naturel? *Espaces Naturels*, 52, 22-37.
- Scolozzi R., Morri E., Santolini R., 2012. Delphi-based change assessment in ecosystem service values to support strategic spatial planning in Italian landscapes. *Ecological Indicators*: 21: 134-144.
- Scolozzi R., Schirpke U., Morri E., D'Amato D., Santolini R., 2014. Ecosystem services-based SWOT analysis of protected areas for conservation strategies. *Journal of Environmental Management*: 1-9.
- Sharp R., Tallis H.T., Ricketts T., Guerry A.D., Wood S.A., Chaplin-Kramer R., Douglass J., 2020. InVEST 3.8.0. User's Guide. The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund.
- Spangenberg, J.H., Settele, J., 2010. Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services. *Ecological Complexity* 7, 327-337.
- Sukhdev P., 2008. The economics of ecosystems and biodiversity. *European Communities*, 64 p.
- Tamang, B., 2011. An assessment of ecosystem services of the Everest Region, Nepal. Ph.D. Thesis. Christian Albrecht University, Kiel, pp. 194.
- TEEB, 2010. The economics of ecosystems and biodiversity : mainstreaming the economics of nature : a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.
- UICN France, 2015. Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France - volume II.5: les écosystèmes d'eau douce. Paris, France, 23 p.
- Walthert C., 1987. Importance des cladaies (structure et biomasse) dans les successions végétales des marais tourbeux, Chautagne (Savoie), marais de Lavours (Ain). Mémoire de DEA de « Géographie, écologie et aménagement des montagnes », Université scientifique, technologique et médicale de Grenoble, 32 p.
- Wolff A., Gondran N. & Brodhag C., 2017. Les outils d'évaluation de la biodiversité et des services écosystémiques recommandés aux entreprises: compromis entre crédibilité, pertinence et légitimité, *Développement durable et territoires [En ligne]*, Vol. 8, n° 1 | avril 2017.

