

n. 4/2022



# L'ITALIA FORESTALE E MONTANA

RIVISTA DI POLITICA ECONOMIA E TECNICA

EDITA DALL'ACCADEMIA ITALIANA DI SCIENZE FORESTALI

Italian Journal of Forest and Mountain Environments  
published by the Italian Academy of Forest Sciences

FIRENZE - LUGLIO - AGOSTO 2022 - ANNO LXXVII - NUMERO 4





L'ITALIA  
FORESTALE  
E MONTANA

RIVISTA DI POLITICA ECONOMIA E TECNICA

EDITA DALL'ACCADEMIA ITALIANA DI SCIENZE FORESTALI

Italian Journal of Forest and Mountain Environments

published by the Italian Academy of Forest Sciences

**FIRENZE - LUGLIO - AGOSTO 2022 - ANNO LXXVII - N. 4**



**ACCADEMIA ITALIANA  
DI SCIENZE FORESTALI**

PIAZZA EDISON, 11 - 50133 FIRENZE  
Tel. 055 570348  
www.aisf.it - info@aisf.it

**CONSIGLIO**

**Presidente**

*Orazio Ciancio*

**Vice-Presidenti**

*Piermaria Corona, Susanna Nocentini*

**Segretario generale e Tesoriere**

*Susanna Nocentini*

**Bibliotecario**

*Andrea Battisti*

**Consiglieri**

*Raffaello Giannini, Francesco Iovino,  
Marco Marchetti, Augusto Marinelli,  
Giuseppe Scarascia Mugnozza*

**COLLEGIO DEI REVISORI DEI CONTI**

**Presidente**

*Fiammetta Terlizzi*

**Revisori effettivi**

*Paolo Gajo, Federico Maetzke*

**Revisori supplenti**

*Enrico Marchi, Andrea Tani*

In copertina:

Laghi del Beth (Val Chisone, TO)  
(foto M. Peiretti)

L'ITALIA FORESTALE E MONTANA ISSN 0021-2776  
Italian Journal of Forest and Mountain Environments

**Direttore responsabile / Editor in chief**

*Susanna Nocentini, Università di Firenze*

**Curatori / Associate editors**

*Giovanni Argenti, Università di Firenze; Andrea Battisti, Università di Padova;  
Giovanni Bovio, Accademia Italiana di Scienze Forestali; Giacomo Certini,  
Università di Firenze; Gherardo Chirici, Università di Firenze; Piermaria Corona,  
Università della Toscana; Nicoletta Ferrucci, Università di Firenze; Marco Fioravanti,  
Università di Firenze; Francesco Iovino, Università della Calabria; Federico  
Roggero, Università la Sapienza, Roma; Elena Paoletti, Consiglio Nazionale  
delle Ricerche; Federico Maetzke, Università di Palermo; Marco Marchetti,  
Università del Molise; Maurizio Marchi, Consiglio Nazionale delle Ricerche;  
Enrico Marchi, Università di Firenze; Enrico Marone, Università di Firenze;  
Christian Messier, University of Quebec (Canada); Paolo Nanni, Università di  
Firenze; Donatella Paffetti, Università di Firenze; Luigi Portoghesi, Università  
della Toscana; Giovanni Sanesi, Università di Bari; Federico Selvi, Università di  
Firenze; Davide Travaglini, Università di Firenze*

**Comitato scientifico / Editorial advisory board**

*Alberto Abrami, Accademia Italiana di Scienze Forestali; Mariagrazia Agrimi,  
Università della Toscana; Naldo Anselmi, Università di Firenze; Annemarie Bastrup-  
Birk, European Environmental Agency (Denmark); Marco Borghetti, Università  
della Basilicata; Filippo Brun, Università di Torino; Maria Giulia Cantiani,  
Università di Trento; Raffaele Cavalli, Università di Padova; Giancarlo Dalla  
Fontana, Università di Padova; Giovanbattista De Dato, FAO (Italia); Giovanni  
Di Matteo, FAO (Italia); Paolo De Angelis, Università della Toscana; Lorenzo  
Fattorini, Università di Siena; Agostino Ferrara, Università della Basilicata; Sara  
Franceschi, Università di Siena; Raffaello Giannini, Accademia Italiana di Scienze  
Forestali; Andrea Laschi, Università di Palermo; Federico Magnani, Università  
di Bologna; Augusto Marinelli, Accademia Italiana di Scienze Forestali; Luigi  
Masutti, Università di Padova; Giorgio Matteucci, Consiglio Nazionale delle  
Ricerche; Renzo Motta, Università di Torino; Antonino Nicolaci, Università della  
Calabria; Davide Pettenella, Università di Padova; Caterina Pisani, Università di  
Siena; Enrico Pompei, Direzione Generale Foreste, Ministero Politiche Agricole  
Alimentari e Forestali; Andrea R. Proto, Università Mediterranea di Reggio  
Calabria; Donato Romano, Università di Firenze; Giuseppe Scarascia Mugnozza,  
Università della Toscana; Roberto Scotti, Università di Sassari; Riccardo Valentini,  
Università della Toscana*

**Segreteria / Handling editor**

*Giovanna Puccioni, Accademia Italiana di Scienze Forestali*



## Sostenibilità: un concetto da aggiornare?

Susanna Nocentini <sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Direttrice della Rivista "L'Italia Forestale e Montana".

Cinquanta anni fa la Conferenza di Stoccolma con il motto *Only one Earth*, una sola Terra, portò all'attenzione del mondo politico globale la necessità di salvaguardare le risorse del Pianeta per il beneficio delle generazioni presenti e future, concetto che è stato codificato 15 anni dopo nella definizione di sostenibilità del Rapporto Brundtland (1987). Da allora la preoccupazione per l'impatto dell'attività umana su questo pianeta è andata aumentando e la "sostenibilità" rappresenta oggi un obiettivo primario delle politiche a livello globale.

Questa crescente attenzione ha stimolato un dibattito sul significato da attribuire al concetto di sostenibilità, affinché non rimanga solo uno slogan adatto per qualsiasi politica che faccia riferimento più o meno vagamente alla necessità di salvaguardare l'ambiente.

Le Scienze forestali hanno avuto e hanno tuttora un posto di primo piano nello sviluppo del concetto di sostenibilità, a partire dalla sua origine per arrivare alle recenti ipotesi relative a un diverso modo di intendere i rapporti fra natura e società umana.

Sin dalla loro nascita nel XVIII secolo, le Scienze forestali hanno elaborato teorie e metodi di gestione con l'obiettivo di ottenere una produzione sostenuta e continua di beni e

servigi dal bosco (Patrone 1944; Reed, 1986, Tahavonen, 2004). A seguito del dibattito suscitato dal Rapporto Brundtland e dalla Conferenza di Rio sulla necessità di perseguire uno sviluppo sostenibile, molti forestali esclamavano che non c'era niente di nuovo sotto il sole: secondo loro la gestione forestale sostenibile si identificava con il bosco normale, che garantiva una produzione annua e costante, e di conseguenza, attraverso la continuità della produzione, assicurava anche la continuità della risorsa bosco (Mülder, 1991; Gadant, 1996; Barthod, 1996, in Clauser, 1997).

Vi è oggi però la crescente consapevolezza che ci troviamo di fronte all'impossibilità di definire, per non dire raggiungere, l'obiettivo della sostenibilità in un modo caratterizzato da complessità, incertezza e rapido cambiamento (Benson e Craig, 2014). Il settore forestale si trova così di fronte a un paradosso: mirare alla sostenibilità in un ambiente che cambia e a fronte della percezione mutevole dei rapporti fra sistemi ecologici e sociali (Detten, 2011). Questo sta spingendo la discussione verso nuove prospettive in campo forestale, non solo da un punto di vista scientifico ma anche operativo.

Attualmente si discute se il concetto di sviluppo sostenibile, come definito dal Rapporto Brundtland in poi, riesca a riconoscere e rispet-

tare i limiti ecologici del capitale naturale, cioè i confini oltre i quali lo sfruttamento di una risorsa naturale avrà impatti irreversibili (Imran *et al.*, 2014). Secondo molti, la definizione di sviluppo sostenibile nella sua formulazione attuale mette tutta l'enfasi sul conservare le risorse per soddisfare le necessità umane, mentre non vengono menzionate le esigenze delle altre specie (Imran *et al.*, 2014): la visione dello sviluppo sostenibile dovrebbe quindi essere convertita da una "prospettiva solo umana" a una prospettiva "intrinseca e relazionale" del sistema socio-ecologico che rappresenta il mondo nel suo insieme (Luke, 2005). Questo significa andare oltre le origini antropocentriche dello sviluppo sostenibile per arrivare a una teoria ecocentrica affine alla "stewardship ethic", l'etica della custodia.

Il pensiero forestale è stato precursore di questa spinta verso una visione diversa dei rapporti fra società umana e natura, prima con l'enunciazione da parte di Aldo Leopold della cosiddetta *Etica della Terra* (1949) e, più recentemente, con la teoria della selvicoltura sistemica e il riconoscimento dei diritti del bosco (Ciancio, 2002; 2012; Nocentini *et al.*, 2021).

La recente Strategia Forestale Nazionale, incentrata sulla gestione forestale sostenibile, dedica spazio all'importanza della biodiversità, della conservazione, della resilienza degli ecosistemi forestali. Ritengo che questo sia un primo passo per un avanzamento concettuale rispetto al Testo Unico in materia di Foreste e Filiere forestali (TUFF), dove la filosofia di fondo ruotava piuttosto intorno all'importanza del bosco dal punto di vista produttivo e delle sue filiere.

Ma per andare verso una reale compatibilità dell'attività forestale con la salvaguardia dell'ambiente, è necessario aprirsi alle nuove prospettive che si stanno delineando nel dibattito più avanzato a livello globale sui fondamenti etici della sostenibilità, per tener conto

non solo della dimensione economica e sociale, ma anche ecologica nel pieno senso della parola, come prima delineato.

Questo vuol dire adottare un approccio sistemico, rovesciando completamente il punto di vista rispetto a quello attuale: la gestione forestale sostenibile deve essere vista come un processo che contribuisce prima di tutto alla funzionalità e alla resilienza del sistema ecologico bosco, cioè deve essere nell'*interesse* del bosco, che a sua volta contribuirà a una vita migliore per tutti gli esseri viventi, noi compresi.

#### BIBLIOGRAFIA

- Barthod C., 1996 - *La gestion durable des forêts tempérées: aux racines du débat international actuel*. In: *La gestion durable des forêts tempérées*. Revue forestière française, numéro special, 13-22. <https://doi.org/10.4267/2042/26784>
- Benson M.H., Craig R.K., 2014 - *The End of Sustainability*. *Society & Natural Resources*, 27 (7): 777-82; <https://doi.org/10.1080/08941920.2014.901467>
- Ciancio O., 2002 - *La salvaguardia della foresta: selvicoltura sistemica e gestione forestale sostenibile, casa comune di ambientalisti e forestali*. *L'Italia Forestale e Montana*, 57 (1): 1-6.
- Ciancio O., 2012 - *Riflessioni di un forestale: i diritti del bosco per un presente vivibile e un futuro possibile*. *L'Italia Forestale e Montana*, 67 (1): 55-64.
- Clauser F., 1997 - *Gestione sostenibile delle foreste*. *Monti e Boschi*, 48 (5): 11-12.
- Detten, R.V., 2011 - *Sustainability as a guideline for strategic planning? The problem of long-term forest management in the face of uncertainty*. *European Journal of Forest Research*, 130, 451-465. <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0433-9>
- Gadant J., 1996 - *Quand l'écologie devient nuisance*. *Revue Forestière Française*, 48 (5): 403-415. <https://doi.org/10.4267/2042/26764>
- Imran S., Alam K., Beaumont N., 2014 - *Reinterpreting the Definition of Sustainable Development for a More Ecocentric Reorientation*. *Sustainable Development*, 22: 134-144. <https://doi.org/10.1002/sd.537>
- Leopold A., 1949 - *A Sand County almanac and sketches here and there*. Oxford University Press, New York, N.Y.

- Luke T.W., 2005 - *Neither sustainable nor development: reconsidering sustainability in development*. Sustainable Development, 13: 228-238. <https://doi.org/10.1002/sd.284>
- Mülder D., 1991 - *Am Begriff 'Forstwirtschaft' festhalten*. Forstarchiv, 62 (2): 65-67.
- Nocentini S., Ciancio O., Portoghesi L., Corona P., 2021 - *Historical roots and the evolving science of forest management under a systemic perspective*. Canadian Journal Forest Research, 51: 163-171. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0293>
- Patrone G., 1944 - *Lezioni di assestamento forestale*. Firenze, Tip. Mariano Ricci, 294 p.
- Reed W.J., 1986 - *Optimal harvesting models in forest management - a survey*. Natural Resource Modelling, 1: 55-79. <https://doi.org/10.1111/j.1939-7445.1986.tb00003.x>
- Tahvonen O., 2004 - *Optimal Harvesting of Forest Age Classes: A Survey of Some Recent Results*. Mathematical Population Studies, 11: 205-232. <https://doi.org/10.1080/08898480490513616>







## The role of agroforestry areas in the potential provision of ecosystem services: the case of the Molise Region

### Il ruolo delle aree agroforestali nella fornitura potenziale di servizi ecosistemici: il caso della Regione Molise

Angelo Marucci <sup>(a)(\*)</sup> - Davide Marino <sup>(a)</sup> - Margherita Palmieri <sup>(a)</sup> - Silvia Pili <sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università del Molise, contrada Fonte Lappone, 86090 Pesche, Isernia.

<sup>(\*)</sup> Corresponding Author; [angelo.marucci@unimol.it](mailto:angelo.marucci@unimol.it)

**Abstract:** Changes in land use and land cover represent the main cause of the loss of natural capital and the ecosystem services supply. Analyzing the dynamics and impacts of these changes is also important with respect to the implementation of the D.lgs 34/2018, which recognizes ecosystem services generated by forests and identifies payments for ecosystem services as innovative tools for sustainable forest management. mapping, quantification, and economic valuation of ecosystem services. In our study, we analyzed the change in the supply of ecosystem services in relation to land use and land cover dynamics that occurred between 1960 and 2018 in the Molise Region. To do this type of analysis, we employed a methodology based on the GIS analysis of the agroforestry landscape transformation processes and qualitative matrices of potential supply of ecosystem services linked to land cover. The results obtained could be functional to the prediction of future scenarios and to the identification of adaptive strategies for the mitigation of impacts due to land cover changes at regional and national scales.

**Key words:** land cover changes; transition categories; ecosystem services; payment for ecosystem services; GIS analysis.

**Citation:** Marucci A., Marino D., Palmieri M., Pili S., 2022 - *Il ruolo delle aree agroforestali nella fornitura potenziale di servizi ecosistemici: il caso della Regione Molise*. L'Italia Forestale e Montana, 77 (4): 153-163. <https://dx.doi.org/10.36253/ifm-1723>

**Received:** 30/06/2022 **Revised version:** 04/08/2022 **Published online:** 13/10/2022

#### 1. INTRODUZIONE

Negli ultimi anni abbiamo assistito ad un aumento della consapevolezza del ruolo svolto

dal capitale naturale nella fornitura dei beni e servizi ecosistemici (SE) e della necessità di attuare strategie di gestione del territorio per contrastare gli effetti indotti dalle attivi-

Lavoro svolto nell'ambito del programma Rete Rurale Nazionale 2014-2020 (Piano di azione biennale 2021-2022; scheda Foreste 22.2 WPI; autorità di gestione: Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali), con il contributo FEASR.

tà antropiche. I cambiamenti di uso e copertura del suolo, il cambiamento climatico e la frammentazione degli habitat naturali sono i principali responsabili della perdita di biodiversità. Secondo Balvanera *et al.* (2006) e Mendoza-González (2012) a livello globale la trasformazione di ecosistemi naturali in terreni agricoli e delle praterie e pascoli in aree urbane hanno provocato una perdita di biodiversità ed una riduzione della fornitura di beni e SE. Haynes-Young and Potschin (2010) hanno dimostrato come tali cambiamenti hanno modificato le relazioni biofisiche alla base dei processi e delle funzioni degli ecosistemi e di conseguenza la capacità di fornire beni e servizi indispensabili per il benessere umano. I cambiamenti nell'uso del suolo producono una variazione dei SE a scala spaziale e temporale (Costanza *et al.*, 1997, 2014; de Groot *et al.*, 2012) ed influenzano le relazioni tra i SE (Han *et al.*, 2017, Pereira *et al.*, 2012). Quantificare questi cambiamenti è fondamentale per comprendere gli impatti sul capitale naturale e sulle attività antropiche (Mendoza *et al.*, 2011).

In Italia i cambiamenti di uso e copertura del suolo si sono verificati con una velocità ed un impatto diverso coinvolgendo maggiormente le aree costiere e quelle di pianure in quanto caratterizzate da un tipo di agricoltura intensiva, dall'urbanizzazione e da uno sviluppo economico territoriale più accentuato rispetto alle aree montane. Uno studio condotto da Vizzarri *et al.* (2015) ha evidenziato la necessità di una *governance* adattativa per affrontare gli impatti dei cambiamenti dell'uso del suolo sulle foreste. Le aree forestali, oltre a produrre biomassa legnosa, svolgono altri servizi importanti come la protezione dal dissesto idrogeologico, la regolazione del clima attraverso la funzione di assorbimento di anidride carbonica e la regolazione dei cicli del carbonio, azoto e dell'acqua (Marchetti, 2011, Tomao *et al.*, 2013). Anche l'espansione delle aree forestali,

dovuta all'abbandono delle aree agricole ed alla scomparsa delle praterie e dei pascoli, causa la frammentazione degli habitat, aumenta la vulnerabilità degli ecosistemi forestali (Metzger *et al.*, 2006) e riduce la biodiversità del paesaggio (Geri *et al.*, 2008). Questo fenomeno è presente soprattutto nelle aree montane e nelle aree interne dislocate lungo l'appennino dove l'abbandono del territorio ha innescato anche problemi, quali il dissesto idrogeologico, legati alla mancata manutenzione delle aree agricole e forestali.

L'importanza dei SE forniti dalle aree agro-forestali è richiamata anche dall'articolo 70 della Legge 221/2015 che sottolinea la necessità di remunerare i SE di fissazione del carbonio delle foreste e dell'arboricoltura da legno, di regimazione delle acque nei bacini montani e di salvaguardia della biodiversità. I Pagamenti per i Servizi Ecosistemici (PES) vengono inoltre richiamati dall'articolo 7 comma 8 del Decreto legislativo n. 34 del 03/04/2018 (Testo Unico in materia di foreste e filiere forestali) e dalla Strategia Forestale Nazionale (GU Serie Generale n. 33 del 09-02-2022) quale strumento per la gestione forestale sostenibile coerentemente con quanto stabilito dalla Strategia forestale dell'Unione europea COM (2013) n. 659 del 20 settembre 2013.

L'implementazione dei PES implica una conoscenza dettagliata del territorio che può essere fornita attraverso la mappatura, la quantificazione e la valutazione economica dei SE (Marino e Palmieri, 2016). I SE devono essere analizzati sia a scala spaziale sia temporale in modo da comprendere le modalità e la velocità dei cambiamenti e prevedere degli scenari futuri.

La valutazione dei SE è funzionale a contrastare la perdita di biodiversità causata in maggior parte dalle crescenti vulnerabilità territoriali (Mooney *et al.*, 2009). Negli ulti-

mi anni sono state sviluppate diverse metodologie e strumenti per la valutazione dei SE così come raccomandato dall’Azione 5 *European Union Biodiversity Strategy 2020-EU BS (COM (2011) 244 final* del Progetto MAES - *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services*. Per l’analisi qualitativa dei SE le metodologie impiegate si basano sugli approcci matriciali che associano a ciascuna classe di copertura del suolo dei coefficienti di fornitura potenziale e di domanda secondo una classe di rilevanza (Burkhard *et al.*, 2018; 2014; 2012). L’utilizzo di tali matrici permette di analizzare le risposte della fornitura e della domanda dei SE ai cambiamenti territoriali a diverse scale spaziali (locale, nazionale e globale) e temporali. All’analisi qualitativa, a livello internazionale, si associano quantificazioni biofisiche che dipendono strettamente dalla tipologia del servizio ecosistemico indagato e dalla disponibilità di dati (Marino *et al.*, 2021). Ad esempio il *software* GIS oltre ad essere utilizzato per la mappatura può essere uno strumento utile per la quantificazione biofisica di diversi SE di approvvigionamento e di regolazione. Anche la stima economica diviene un aspetto fondamentale per attribuire un valore sia all’uso sia al non uso delle risorse ambientali migliorando la gestione del capitale naturale.

Diversi sono gli studi condotti in ambito scientifico che mettono in relazione i cambiamenti dell’uso e copertura del suolo con la fornitura dei servizi ecosistemici (Marino *et al.*, 2022; Malandra *et al.*, 2018; Palmieri *et al.*, 2018; Schirpke *et al.*, 2021).

Prendendo a riferimento il contesto sopra descritto l’obiettivo del lavoro è stato quello di comprendere gli effetti del cambiamento della copertura del suolo sulla fornitura potenziale di beni e servizi ed i relativi *trade-off* rispetto ai fenomeni di transizione del paesaggio agro-forestale. Per valutare gli effetti a lungo termine di questi cambiamenti, è stato considerato un

intervallo temporale di lungo periodo (1960-2018) caratterizzato da dinamiche socio-economiche che hanno modificato il paesaggio agro-forestale e di conseguenza la capacità di fornire beni e SE.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 Area studio

L’area indagata è la Regione Molise situata nella zona di congiunzione delle catene appenniniche centro-meridionali. Il Molise si estende per una superficie di 4.437,73 km<sup>2</sup> ed è caratterizzato da ambienti diversificati costituiti principalmente da aree di alta montagna (fino a 2.000 m), ambienti collinari, bacini intermontani, valli fluviali, alta costa e pianura costiera (Amato *et al.*, 2017).

Negli ultimi decenni la Regione Molise è stata interessata da uno spopolamento generalizzato con particolare riguardo alle aree montane. Secondo i dati ISTAT il calo demografico della popolazione è stato del 15% nel periodo compreso tra il 1960 (366.113 abitanti) ed il 2018 (308.493 abitanti). Il Molise presenta una spiccata ruralità: la densità della popolazione “rurale” del Molise, pari a 77 ab./km<sup>2</sup>, assume un valore intermedio tra quello che caratterizza le aree rurali europee (50 ab./km<sup>2</sup>) e quello delle aree rurali nazionali (90 ab./km<sup>2</sup>) (PSR, 2014-2020). Negli ultimi decenni il paesaggio naturale del Molise ha subito, in linea con lo scenario nazionale, profonde trasformazioni causate, oltre dallo spopolamento, anche all’abbandono delle pratiche agro silvo-pastorali che hanno portato ad una elevata colonizzazione delle aree forestali. Secondo il 6° Censimento Generale dell’Agricoltura la Superficie Agricola Totale (SAT) è pari a 253.322 ettari di cui 197.517 ettari sono rappresentati dalla Superficie Agricola Utilizzabile (SAU). Di rilievo sono anche le superfici ricoperte da aree natu-

rali protette. Le aree Natura 2000 si estendono per una superficie complessiva di 118.724 ettari pari al 26,8% del territorio regionale (PSR, 2014-2020). Gli habitat che caratterizzano generalmente i “Boschi a prevalenza di querce caducifoglie”, sono il 91L0 (Querceti di rovere illirici (*Erythronio-Carpinion*) e il 91M0 (Foreste pannonicobalcaniche di cerro e rovere); mentre quelli dei “Boschi a prevalenza di faggio” sono il 9210\*66 (Faggeti degli Appennini con *Taxus* e *Ilex*) e il 9220\* (Faggeti degli Appennini con *Abies alba* e faggeti con *Abies nebrodensis*). Dall’Elenco Ufficiale Aree Naturali Protette (MITE, 2010), si può constatare che solo l’1,7% del territorio molisano è interessato da aree protette a fronte del 10,5% del territorio nazionale.

## 2.2 Iter metodologico

Per analizzare i principali cambiamenti di uso e copertura del suolo della Regione Molise e la relativa variazione in termini di fornitura di SE, è stata utilizzata una metodologia elaborata da Marino *et al.* (2016) che individua sei principali fenomeni di transizione del paesaggio agrario in Italia (Tab. 1). L’analisi diacronica 1960-2018 si è basata su due fonti di dati vettoriali costituite dalle Cartografie del Touring Club Italiano (1960) (curate dal Consiglio Nazionale della Ricerca - CNR) e *Corine Land Cover* III livello (1990, 2012 e 2018). Per consentire una comparazione, le categorie di uso del suolo di cui si compone la Cartografia del Touring Club Italiano (1960) sono state declinate nelle classi *Corine Land Cover* III livello (1990, 2012 e 2018). Sulla base di queste elaborazioni sono state analizzate le transizioni tra le diverse categorie di copertura del suolo avvenute nel periodo considerato.

L’approccio utilizzato prende origine da quello delle matrici di valutazione qualitativa dei SE che associano un valore a ciascuna classe di copertura del suolo in base alla ca-

pacità potenziale di fornire SE (Schirpke *et al.*, 2013). La nomenclatura utilizzata per i SE è stata quella definita da Schirpke *et al.*, (2013) che individua otto SE di approvvigionamento (F), nove SE di regolamento (R) e tre SE culturali (C). I valori qualitativi di fornitura potenziale variano tra 0 e 3: 3 corrisponde a molto rilevante, 2 a moderatamente rilevante, 1 a scarsamente rilevante e 0 a non rilevante. Per il calcolo della variazione qualitativa è stato elaborato un procedimento statistico-matematico descritto di seguito. Estendendo il metodo delle matrici di valutazione qualitativa all’approccio delle categorie di transizione, è stata generata una matrice di variazione dell’offerta potenziale di SE che associa un valore qualitativo (Var) compreso tra -3 e +3 a ciascun cambio di copertura del suolo (es. 330-242).

*Var = valore qualitativo (variazione associata a cambi copertura del suolo)*

Tali valori sono stati prima ponderati sulla superficie percentuale ricoperta da ciascuna classe cambio di copertura del suolo rispetto all’intera area di studio (VarP) e, in seguito, normalizzati su una scala di rilevanza compresa in un *range* da -3 +3 (VarNorm) in maniera da rendere confrontabili le variazioni tra i 20 SE considerati.

*VarP = Var \* area classe copertura\*100 / area di studio*

*VarNorm = VarP\*3/massimo registrato da ogni gruppo di SE*

I risultati ottenuti sono stati utilizzati per stimare la variazione complessiva avvenuta nei singoli gruppi di SE (approvvigionamento, regolazione e culturali) e nell’insieme all’interno del territorio molisano.

*Vtot: ΣVarNorm*

Tabella 1 - Elenco e descrizione dei processi di transizione e permanenze.

<i>Permanenze</i>
<p>Sono comprese tutte le aree nelle quali risulta la permanenza di utilizzazione di suolo. <i>Permanenza di colture permanenti</i>: permanenza di coltura specializzata di tipo arboreo (oliveto, vigneto, frutteto). Tale categoria, al grado di semplificazione consono ad una così ampia scala di analisi include le transizioni biunivoche e intra-categoriali tra colture specializzate di tipo arboreo (es. un vigneto che si trasforma in oliveto o viceversa) che ad un grado di definizione maggiore saranno leggibili come transizioni. <i>Permanenza dei sistemi a seminativo e prato</i>: permanenza di colture erbacee (seminativo, seminativo irriguo, risaia). <i>Permanenza di superfici artificiali</i>: tutte le aree nelle quali risulta la permanenza consolidate di aree urbanizzate. <i>Permanenza zone agricole eterogenee</i>: comprende la permanenza di colture annuali associate a colture permanenti (seminativo arborato), sistemi complessi (categoria CLC 2012 che comprende particelle ridotte di coltivi, orti urbani e periurbani, giardini e aree di pertinenza di residenze e altri tipi di insediamenti).</p>
<p><i>Permanenza boschi e aree seminaturali</i>: permanenza di utilizzazione di suolo a foresta e a prateria (nella legenda del CNR per la Carta di utilizzazione del suolo d'Italia le voci: bosco ceduo, bosco d'alto fusto, bosco promiscuo, pascolo ed incolto produttivo).</p>
<i>Urbanizzazione (artificializzazione)</i>
<p>La categoria include tutte le transizioni che, a partire da usi del suolo agro-silvo pastorali, si espletano nel senso di quei processi multiformi comunemente descritti con la definizione sintetica di consumo di suolo. Essa implica generalmente l'impermeabilizzazione (<i>soil sealing</i>) o la costruzione, a prescindere dalla destinazione d'uso (industriale, commerciale, residenziale, etc.) dei volumi costruiti o degli impianti (es. fotovoltaici) messi in opera.</p>
<i>Intensivizzazione</i>
<p>La categoria include tutte le transizioni che, a partire da usi del suolo agrari o rurali, evolvono nel senso di un aumento della pressione antropica, e quindi degli input energetici ed economici immessi nella patch in evoluzione. È questo il caso, ad esempio, dell'evoluzione dei pascoli in usi del suolo agrari, delle coltivazioni meno intensive in coltivazioni più intensive, nonché del bosco in coltivazioni agrarie. Non sono ascrivibili all'intensivizzazione le trasformazioni che implicano l'urbanizzazione o quei fenomeni di artificializzazione riconducibili alla comune definizione di consumo di suolo, che vengono a collocarsi nella categoria di Urbanizzazione.</p>
<i>Estensivizzazione</i>
<p>La categoria include tutte le transizioni che, a partire da usi del suolo agrari o rurali, evolvono nel senso di una diminuzione della pressione antropica, e quindi degli input energetici ed economici immessi nella patch che evolve nel senso di forme di agricoltura meno intensiva e specializzata rispetto a quelle che vi insistevano in precedenza, pur fatto salvo il mantenimento dell'aspetto preminentemente produttivo degli usi agrari.</p>
<i>Evoluzione in sistemi complessi</i>
<p>La categoria include le transizioni che si risolvono nel senso di una frammentazione delle patch di UDS, quando tale frammentazione interessa superfici cospicue di patch contigue. La connotazione della categoria prescinde dagli usi del suolo in cui si differenziano e specializzano le particelle polverizzate concentrandosi sugli aspetti quantitativi e sugli assetti formali. Generalmente, ma non necessariamente, tale parcellizzazione insiste su patch aventi, in precedenza usi agricoli preminentemente produttivi, che disgrega in un mosaico minuto di usi residenziali e auto-produttivi.</p>
<i>Rinaturazione</i>
<p>La categoria include tutte le transizioni che, a partire da usi del suolo caratterizzati da un più o meno alto grado di attività antropica, si innescano a seguito della sua cessazione. Tali processi, sono ascrivibili sempre ad una successione ecologica secondaria che può condurre ad un <i>disclimax</i> più o meno prossimo allo spettro della vegetazione climatica. La fattispecie più comune consta dell'evoluzione degli ex coltivi in bosco o bosaglia e quindi dell'evoluzione di una fitocenosi di specie agrarie in una cenosi spontanea dai tratti variabili in funzione delle condizioni di partenza, dei fattori biotici e abiotici che insistono sull'area e dello spettro della vegetazione potenziale. Più raramente si può assistere all'insediamento di successioni ecologiche secondarie in siti privi di vegetazione (ad esempio in ex aree industriali).</p>

### 3. RISULTATI

Nel territorio regionale i processi di trasformazione che maggiormente hanno influito sono i processi di intensivizzazione agricola (15%), rinaturazione (13%) e l'evoluzione in sistema complesso (12%), mentre il 35% è interessato da processi di permanenza di superfici artificiali ed aree agricole ed il 23% da permanenza di boschi ed aree seminaturali. Queste ultime aree di permanenza sono state analizzate in maniera distinta dalle aree di permanenza delle altre categorie di copertura del suolo al fine consentire una migliore interpretazione del contributo fornito dalle aree forestali e seminaturali nell'offerta dei SE.

Spostandosi dalla costa adriatica verso l'interno, il paesaggio agro-forestale ha un cambiamento strutturale dovuto soprattutto alle dinamiche socio economiche che hanno interessato il nostro Paese negli ultimi sessanta anni. Come mostra la cartografia riportata in figura 1 la Provincia di Isernia è caratterizzata da una permanenza delle superfici forestali e seminaturali, mentre la Provincia di Campobasso da una permanenza di altre superfici ascrivibili alle colture erbacee e colture permanenti (oliveto, vigneto, frutteto) e a praterie e pascoli. La Provincia di Isernia, che presenta una più marcata ruralità del territorio rispetto al capoluogo di regione, è stata interessata da un abbandono generalizzato e più diffuso delle pratiche agricole che ha innescato processi di rinaturazione. Secondo le analisi effettuate, a risentire maggiormente dei processi di intensivizzazione agricola è la Provincia di Campobasso ed in particolare le aree localizzate in prossimità della costa. In queste aree, con l'avvento della meccanizzazione agricola e dell'agricoltura industriale, le aree naturali e seminaturali sono state riconvertite ad uso agricolo con la finalità di massimizzare le produzioni. Vaste aree a sud di Termoli sono state

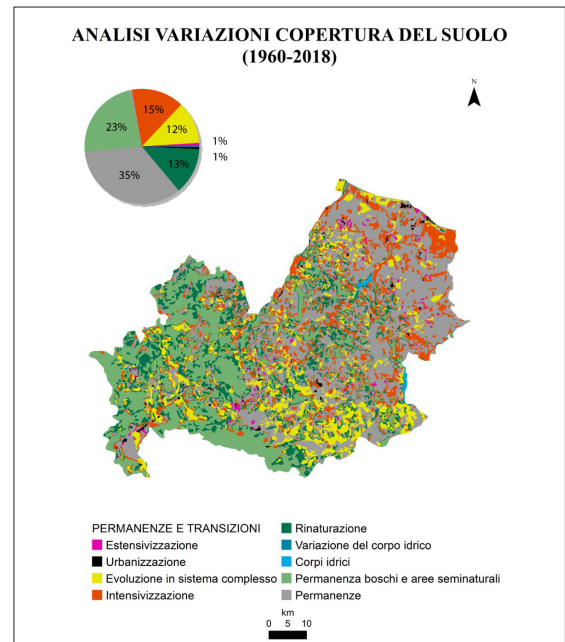


Figura 1 - Cartografia delle transizioni e delle permanenze nella copertura del suolo in Molise (1960-2018).

convertite da seminativi secchi o da aree agricole eterogenee a vigneti (transizione 211221, 241221). Nelle aree di media ed alta collina, ove l'agricoltura e la zootecnia di nicchia risentono delle caratteristiche orografiche e della fertilità dei suoli, si è verificato un abbandono generalizzato delle attività agro-zootecniche in aree agricole eterogenee che ha innescato i normali processi di successione ecologica delle comunità vegetazionali e forestali (vegetazione *climax*).

Le trasformazioni del paesaggio agro-forestale, appena descritto, hanno influenzato i processi e le funzioni ecosistemiche determinando una variazione nella fornitura dei SE. Come mostrano le cartografie riportate in figura 2, nelle aree in cui si è registrata una diminuzione dei SE di fornitura, in corrispondenza di fenomeni di rinaturazione, ad esempio, si è avuto un aumento dei servizi di regolazione. Analizzando i dati emersi dallo studio rispetto ai servizi di fornitura, più della metà del territorio è caratterizzata da una variazione nulla

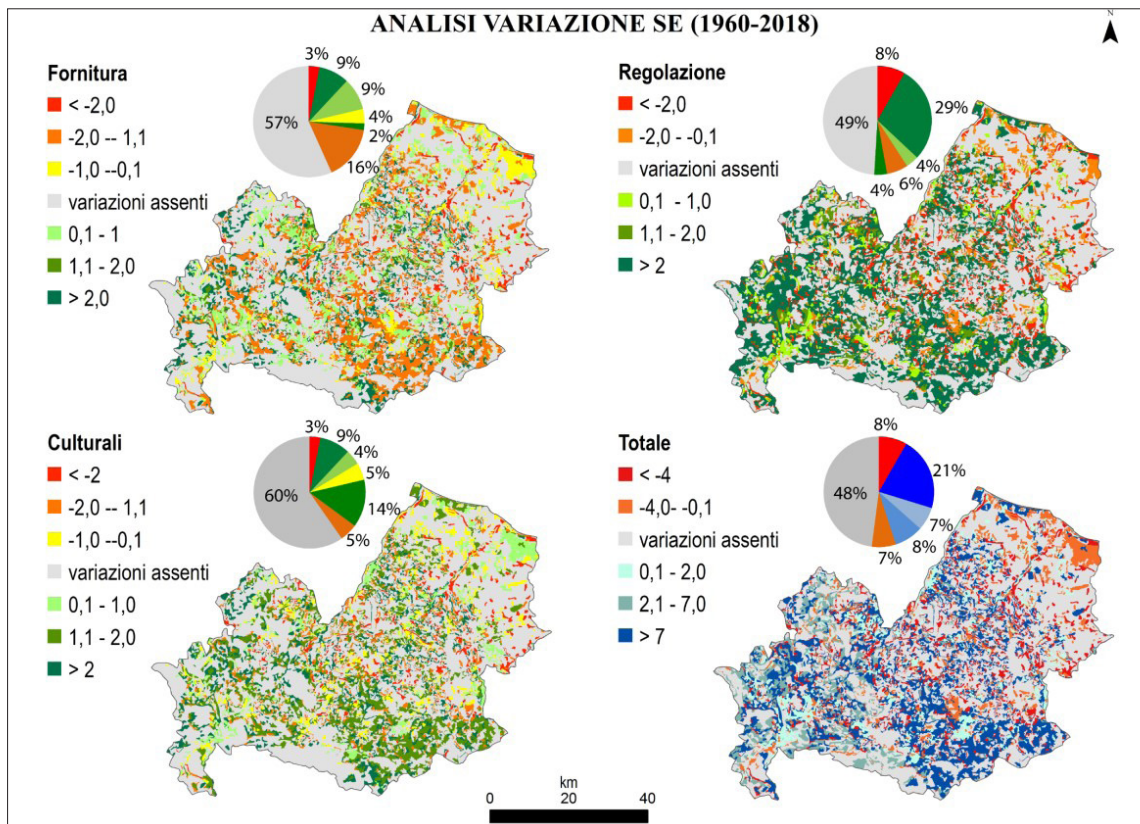


Figura 2 - Variazione dei SE nella Regione Molise (1960-2018).

(57%) mentre le perdite oscillano all'interno di un gradiente qualitativo che varia tra -0,1 e -2. La variazione più significativa (<-2) è stata registrata nelle aree in cui si sono verificati processi di intensivizzazione agricola e di evoluzione in sistemi complessi (Fig. 2) mentre le perdite di modesta portata mostrano una distribuzione compatta soprattutto in corrispondenza delle aree meridionali della Provincia di Campobasso e della Provincia di Isernia interessate da rinaturazione. Se le crescite moderate di fornitura potenziale sono distribuite in maniera diffusa, seppur scarsa (18% dell'area di studio) nel territorio molisano, la crescita più importante (> 2) si osserva nelle zone interessate dalla rinaturazione (da irriguo secco a bosco) che ha determinato un incremento (9%) dei SE di fornitura di materie prima, frutti di bosco e funghi. Per quanto riguarda invece i SE di Re-

golazione, l'offerta potenziale aumenta su una superficie stimata al 37% dell'area di studio per valori compresi in un range tra 0,1 e >2. L'aumento più importante (>2) è determinato soprattutto alle categorie di rinaturazione, evoluzione in sistema complesso e permanenza di boschi e aree naturali e seminaturali.

In accordo con la letteratura, una corretta gestione del territorio associata alla permanenza di aree forestali, seminaturali e agricole eterogenee, infatti, incrementa la protezione dal dissesto geologico ed idrogeologico, sottraggono carbonio dall'atmosfera e regolano il ciclo dell'acqua. Infine emerge che i cambiamenti nella copertura del suolo, hanno prodotto un aumento della fornitura dei SE di tipo culturale che ha interessato il 27% (valori compresi tra 0,1 e >2) della superficie complessiva (Fig. 2).

Analizzando i *trade-off* tra le tre macro categorie di SE (Fig. 2) si nota che il 48% non è stato interessato da variazioni mentre il 15% della superficie ha subito una riduzione della fornitura (*range* compreso tra -0,1 e <-4). L'incremento della fornitura complessiva dei SE ha riguardato il 21% della superficie regionale dovuto prevalentemente ai SE di regolazione. Le categorie di transizione che hanno avuto un ruolo importante nella crescita (>7) dell'offerta potenziale sono quelle di rinaturazione ed evoluzione in sistema complesso. Al contrario l'intensivizzazione ha determinato le perdite maggiori.

Lo studio inoltre ha evidenziato l'importanza delle foreste e dei sistemi agro forestali in generale nella capacità di fornire SE. Per un approfondimento sul tema sono stati presi in considerazione tre processi osservati negli ecosistemi forestali del territorio della Regione Molise: rinaturazione, evoluzione in sistema complesso e permanenze di boschi e aree semi naturali (Fig. 3).

L'aumento della superficie boscata, tra il 1960 ed il 2018, ha portato ad un conseguente incremento della fornitura potenziale dei SE di regolazione che assumono un valore qualitativo più elevato. Tra questi, oltre a quella di Sequestro di carbonio (R1), rientrano la Purificazione delle acque (SE R4), la Protezione del dissesto geologico (SE R5), il Controllo biologico (R8) e Habitat per la biodiversità (R9). La rinaturazione del territorio evidenzia anche dei *trade-off* tra i SE di fornitura: ad un incremento dei valori di fornitura potenziale dei SE legati alla produttività dei boschi quali Materie prime (F4) e Piante e funghi commestibili (F5), corrisponde un decremento dei SE Coltivazioni (F1) e Foraggio e pascolo (F2) erogati dai seminativi e dai prati e pascoli interessati da una contrazione in termini di superficie. Il legame tra aree boscate e benefici culturali è evidenziato an-

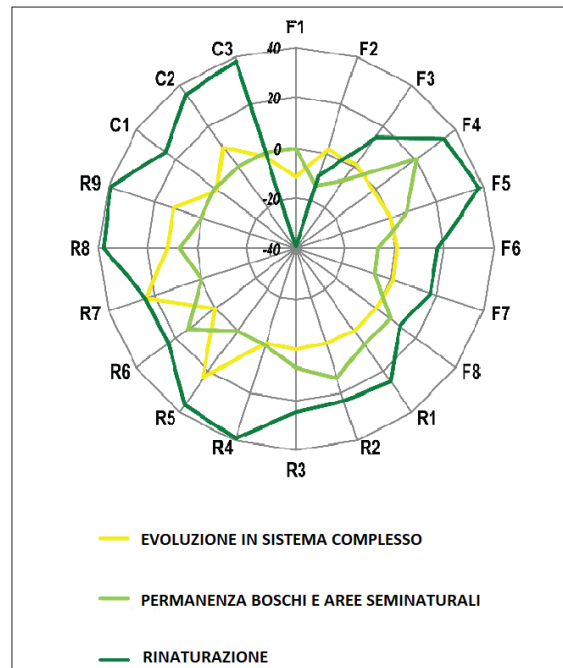


Figura 3 - Variazione dei SE in funzione dei processi di transizione che interessano le aree boscate. *Legenda:* Coltivazioni (F1), Produzione di foraggio (F2), Specie cacciabili e pesce (F3), Materie prime (es. legno, fibre) (F4), piante e funghi commestibili (F5), Piante medicinali (F6), Risorse genetiche (F7), Acqua potabile (F8); Sequestro del carbonio (R1), Regolazione locale del clima e purificazione dell'aria (R2), Ricarica delle acque sotterranee (R3), Purificazione delle acque (R4), Protezione dall'erosione e dal dissesto geologico (frane, dissesto dei versanti) (R5), Protezione dai disastri idrologici (inondazioni) (R6), Impollinazione (R7), Controllo biologico (parassiti) (R8), Habitat per la biodiversità (R9); Valore estetico (C1), Valore ricreativo (ecoturismo, attività all'aria aperta) (C2), Ispirazione per cultura, arte, valori educativi e spirituali, senso di identità (C3).

che dai valori sostenuti assunti, nel processo di rinaturazione, dai relativi SE (C1 Valore estetico, C2 Valore ricreativo e C3 Ispirazione per cultura, arti, valori educativi, spirituali e senso di identità). Analizzando il processo di permanenza di boschi ed aree seminaturali si nota che le variazioni positive più significative riguardano la fornitura dei SE di Materie prime (F4) oltre che di Regolazione



del clima locale e purificazione dell'aria (R2) e Protezione dai disastri idrogeologici (R6). Quest'ultimo SE, al contrario, subisce un decremento a causa della frammentazione delle patch che caratterizza l'evoluzione dei sistemi complessi. Inoltre la parcellizzazione dei sistemi agricoli influisce in maniera negativa sia sulla capacità di fornire cibo (F1 Coltivazioni) sia sul valore estetico (C1) quest'ultimo legato prevalentemente agli elementi paesaggistici agro-silvo-pastorali che caratterizzano il territorio della Regione Molise.

#### 4. CONCLUSIONI

Questo studio ha come obiettivo fornire un quadro evolutivo del cambiamento del paesaggio agro forestale regionale attraverso l'applicazione di un procedimento che associa alle classi di transizione della coperta del suolo la variazione qualitativa dei SE. Questo tipo di analisi si rende necessaria per comprendere come le trasformazioni della copertura del suolo indotte da fattori sociali ed economici inducono dei cambiamenti nella fornitura di beni e servizi alla collettività. Disporre di strumenti in grado di mappare e quantificare i SE e la loro variazione a scala spaziale e temporale è importante per definire degli scenari evolutivi ed attuare una strategia di conservazione del capitale naturale che includa interventi di mitigazione degli effetti indotti dalle attività antropiche ed umane. Inoltre, la mappatura e la quantificazione dei SE sono importanti per implementare sistemi di contabilità economico ambientale, come quello proposto dall'ONU (*System of Environmental-Economic Accounting-Ecosystem Accounting (SEEA EA)*), che prevede la raccolta e la sistematizzazione di dati ambientali ed economici in riferimento alle attività economiche. Nel quadro descritto la realizzazione di un sistema di contabilità ambientale, con ap-

proccio ecosistemico, può fornire un supporto decisionale nella definizione degli strumenti di pianificazione e programmazione delle politiche territoriali e forestali e favorire il processo di transizione ecologica. Inoltre, l'attuazione dei PES così come previsto dal D.lgs. 34/2018 e dalla Strategia Forestale dell'Unione Europea, può contribuire a migliorare la gestione agro-forestale (Schirpke *et al.*, 2018).

#### RIASSUNTO

I cambiamenti nell'uso e copertura del suolo rappresentano la principale causa della perdita del capitale naturale e dell'offerta dei servizi ecosistemici. Analizzare le dinamiche e gli impatti di tali cambiamenti è importante anche rispetto all'attuazione del Nuovo Testo Unico Forestale, che riconosce i servizi ecosistemici generati dalle foreste ed individua, nei Pagamenti per i Servizi Ecosistemici, gli strumenti innovativi per la gestione forestale sostenibile. L'implementazione di tali strumenti richiedono informazioni inerenti alla mappatura, alla quantificazione ed alla valutazione economica dei servizi ecosistemici. Nel nostro studio abbiamo analizzato la variazione dell'offerta dei servizi ecosistemici in relazione alle dinamiche di uso e copertura del suolo avvenuti tra il 1960 ed il 2018 nella Regione Molise. Per fare questo tipo di analisi abbiamo impiegato una metodologia basata sull'analisi in ambiente GIS dei processi di trasformazione del paesaggio agro forestale e sulle matrici qualitative di fornitura potenziale dei servizi ecosistemici legati alla copertura del suolo. I risultati ottenuti potrebbero essere funzionali a prevedere scenari futuri ed identificare strategie di adattamento per la mitigazione degli impatti dovuti ai cambiamenti della copertura del suolo a scala regionale e nazionale.

#### BIBLIOGRAFIA

- Amato V., Aucelli P.P.C., Bracone V., Cesarano M., Roskopf, C.M., 2017 - *Long-term landscape evolution of the Molise sector of the central-southern Apennines, Italy*. *Geologica Carpathica*, 68 (1): 29-42. <https://doi.org/10.1515/geoca-2017-0003>
- Balvanera P., Pfisterer A.B., Buchmann N., He J.S., Nakashizuka T., Raffaelli D., Schmid B., 2006 - *Quantifying the evidence for biodiversity effects on*

- ecosystem functioning and services*. Ecol Lett., Oct, 9 (10): 1146-56. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00963.x>. PMID: 16972878
- Burkhard B., Santos-Martin F., Nedkov S., Maes J., 2018 - *An operational framework for integrated Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES)*. One Ecosystem, 3, e22831. <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e22831>
- Burkhard B., Kandziora M., Hou Y., Müller F., 2014 - *Ecosystem service potentials, flows and demands-concepts for spatial localisation, indication and quantification*. Landscape Online, 34 (1): 1-32. <https://doi.org/10.3097/LO.201434>
- Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Müller F., 2012 - *Mapping ecosystem service supply, demand and budgets*. Ecological Indicators, 21: 17-29. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019>
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., Oneill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M., 1997 - *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature, 387: 253-260.
- Costanza R., de Groot R., Sutton P., van der Ploeg S., Anderson S.J., Kubiszewski I., Farber S., Turner R.K., 2014 - *Changes in the global value of ecosystem services*. Glob. Environ. Change, 26: 152-158.
- de Groot R., Brander L., Ploeg S., Costanza R., Bernard F., Braat L., Christi M., Crossman N., Ghermandi A., Hein L., Hussain S., Kumar P., McVittie A., Portela R., Rodriguez L.C., Brink P., van Beukering P., 2012 - *Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units*. Ecosyst. Serv., 1: 50-61.
- Geri F., Giordano M., Nucci A., Rocchini D., Chiarucci A., 2008 - *Analisi multitemporale del paesaggio forestale della Provincia di Siena mediante l'utilizzo di cartografie storiche*. Forest@ - Journal of Silviculture and Forest Ecology, 5 (1): 82-91. <http://dx.doi.org/10.3832/efor0508-0050082>
- Haines-Young R., Potschin M., 2010 - *The Links between Biodiversity, Ecosystem Services and Human Well-Being*. In: Ecosystem Ecology: A New Synthesis, p. 110-139. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511750458.007>
- Han Z., Song W., Deng X.Z., Xu X.L., 2017 - *Trade-offs and synergies in ecosystem service within the three-rivers headwater region*. China. Water, 9 (8): 558-572.
- Malandra F., Vitali A., Urbinati C., Garbarino M., 2018 - *70 Years of Land Use / Land Cover Changes in the Apennines (Italy): A Meta-Analysis*. Forests, 9, 551; <https://doi.org/10.3390/f9090551>
- Marchetti M., 2011 - *Radici globali*. La Nuova Ecologia, vol. 31: 45-46.
- Marino D., Palmieri M., Marucci A., Pili S., 2022 - *Long-term land cover changes and ecosystem services variation: have the anthropogenic transformations degraded human well-being in Italy?* Italian Review of Agricultural Economics, 77 (1): 7-23. <https://doi.org/10.36253/rea-13448>
- Marino D., Palmieri M., Marucci A., Tufano M., 2021 - *Comparison between Demand and Supply of Some Ecosystem Services in National Parks: A Spatial Analysis Conducted Using Italian Case Studies*. Conservation, 1: 36-57. <https://doi.org/10.3390/conservation1010004>
- Marino D., Palmieri M., 2016 - *Investing in nature: Working with public expenditure and private payments for a new governance model*. In: Re-connecting Natural and Cultural Capital Contributions from Science and Policy; Paracchini M.L., Zingari P.C., Blasi C. (Eds.); Office of Publications of the European Union, Luxembourg.
- Marino D., Nofroni L., Savelli S., 2016 - *Trasformazione e permanenze dei paesaggi agrari tradizionali alla scala nazionale. Un'indagine diacronica 1960-2012*. Conference paper in: Le sfide dell'antropocene: il ruolo dell'ecologia del paesaggio. Congresso Internazionale SIEP-IALE, Asti, [http://siep-iale.it/\\_media/atti-siep-asti-challenges-of-antropocene-2016.pdf](http://siep-iale.it/_media/atti-siep-asti-challenges-of-antropocene-2016.pdf)
- Mendoza-González G., Martínez M.L., Lithgow D., Pérez-Maqueo O., Simonin P., 2012 - *Land use change and its effects on the value of ecosystem services along the coast of the Gulf of Mexico*. Ecological Economics, 82: 23-32; <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.07.018>
- Mendoza M.E., Granados E.L., Geneletti D., Pérez-Salicrup D.R., Salinas V., 2011 - *Analysing land cover and land use change processes at watershed level: a multi temporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003)*. Applied Geography, 31: 37-50.
- Metzger M.J., Rounsevell M.D.A., Acosta-Michlik L., Leemans R., Schröter D., 2006 - *The vulnerability of ecosystem services to land use change*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 114 (1): 69-85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.025>
- Mooney H., Larigauderie A., Cesario M., Elmquist T., Hoegh-Guldberg O., Lavorel S., Mace G.M., Palmer M., Scholes R., Yahara, T., 2009 - *Biodiversity, climate change, and ecosystem services*. Current

- Opinion in Environmental Sustainability, 1 (1): 46-54. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.07.006>
- Palmieri M., Mastronardi L., Giaccio V., Giannelli A., Mazzocchi G., Marucci A., 2018 - *L'impatto del cambiamento di uso del suolo nelle aree rurali attraverso la valutazione dei trade-off tra servizi ecosistemici: un caso studio dell'area appenninica*, in: (a cura di) Munafò M., - Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Rapporti 288/2018, ISPRA.
- Pereira H.M., Navarro L.M., Santos-Martins I., 2012 - *Global biodiversity change: the bad, the good, and the unknown*. Ann. Rev. Environ. Resour., 37: 25-50. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-042911-093511>
- Schirpke U., Tasser E., 2021 - *Trends in Ecosystem Services across Europe Due to Land-Use/Cover Changes*. Sustainability, 13, 7095. <https://doi.org/10.3390/su13137095>
- Schirpke U., Marino D., Marucci A., Palmieri M., 2018 - *Positive effects of payments for ecosystem services on biodiversity and socioeconomic development: Examples from Natura 2000 sites in Italy*. Ecosyst. Serv., 34: 96-105.
- Schirpke U., Scolozzi R., De Marco C., 2013 - *Analisi dei servizi ecosistemici nei siti pilota. Parte 4: Selezione dei servizi ecosistemici*. Report del progetto Making Good Natura (LIFE+11 ENV/IT/000168), EURAC research, Bolzano, 43.
- Tomao A., Carbone F., Marchetti M., Santopuoli G., Angelaccio C., Agrimi M., 2013 - *Boschi, alberi forestali, eternalità e servizi ecosistemici*. L'Italia Forestale e Montana, 68 (2): 57-73. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2013.2.01>
- Vizzarri M., Sallustio L., Tognetti R., Paganini E., Garfi V., La Mela Veca D.S., Munafò M., Santopuoli G., Marchetti M., 2015 - *Adaptive forest governance to face land use change impacts in Italy: a review*. L'Italia Forestale e Montana, 70 (4): 237-256. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.4.01>





## Biodiversità, biocomplexità e biofunzionalità

Gianpiero Andreatta <sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Generale di Brigata. Comandante Regione Carabinieri Forestale “Marche”. gianpiero.andreatta@carabinieri.it

*Parvo esset natura contenta.*

(La natura si accontenta di poco.)

MARCO TULLIO CICERONE

*De finibus bonorum et malorum*, 2, 28, 91

Di questi tempi il termine “biodiversità” è come non mai sulla bocca di tutti.

Per specificare al meglio quanto si sta affermando, si vuol porre in risalto come sino a qualche tempo fa non si era potuto assistere a una presenza così diffusa e ripetuta del sopra citato vocabolo all’interno di discorsi, di pubblicazioni, di eventi e persino di provvedimenti normativi.

È una precisazione pleonastica quella di mettere in evidenza che l’asserzione riportata nella prima riga di queste considerazioni vada riferita all’ambito - sempre più ampio - di coloro che si interessano di questioni legate al mondo naturale, sia per scopi di studio e/o ricerca e attività professionali sia in particolar modo per ragioni di sensibilità e vicinanza alle tematiche della salvaguardia e della protezione dell’ambiente.

Sono assai numerosi gli articoli scientifici, gli interventi a congressi, le citazioni all’interno di programmi radiotelevisivi sull’ambiente o diffuse attraverso la “rete” dove la parola biodiversità viene più e più volte menzionata.

“Tutela della biodiversità”, “salvaguardia della biodiversità”, “conservazione della bio-

diversità”, “difesa della biodiversità”: queste espressioni (e molte altre similari) rappresentano inoltre il motto che caratterizza parecchi interventi (scritti e verbali) tra coloro che sono vicini per ideologia alle tematiche del mondo ambientalista.

Per poter comprendere in maniera più ampia possibile la diffusione e la notorietà assunta dal termine, oltre a quanto già accennato, è sufficiente considerare il fatto che il medesimo (seppur di recente origine, ma di questo aspetto se ne tratterà più avanti) è riportato già da anni sui dizionari della lingua italiana - sia nella forma cartacea sia nella “rete” - e addirittura è riconosciuto quale “vocabolo noto” dai correttori grammaticali dei programmi di videoscrittura.

\*\*\*

Assecondando il desiderio di approfondire le impostazioni concettuali in precedenza esposte, si può facilmente notare come si sia sviluppato nel corso degli ultimi lustri un processo in continuo divenire (e che pare inarrestabile) di progressiva presenza della parola “biodiversità” all’interno di documenti vari,

dichiarazioni di principio, accordi, programmi, provvedimenti normativi che hanno interessato sia i singoli Stati sia il livello europeo e/o internazionale.

Partendo da quest'ultimo contesto, si deve obbligatoriamente iniziare dalla *Convenzione sulla biodiversità* (giuridicamente vincolante) di Rio de Janeiro del 1992, adottata dai 172 Paesi partecipanti alla *Conferenza delle Nazioni Unite su ambiente e sviluppo* tenutasi nella città brasiliana dal 3 al 14 giugno 1992.

L'Italia ha ratificato la suddetta Convenzione con legge 14 febbraio 1994, n. 124 - *Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992* che ha previsto la piena e intera esecuzione della sopra citata Convenzione a partire dal novantesimo giorno dopo la data di deposito dello strumento di ratifica, di accettazione, di approvazione e di adesione, in conformità a quanto disposto dall'articolo 36 della Convenzione medesima.

Nell'anno 2000, l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, per commemorare l'adozione del testo della Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro (avvenuta in data 22 maggio 1992), ha proclamato il 22 maggio di ogni anno quale "Giornata mondiale della Biodiversità" al fine di aumentare a livello globale la sensibilità, la comprensione e la consapevolezza dei problemi legati alla biodiversità e dell'importanza della sua tutela.

Quale altra iniziativa di livello globale, va ricordato che sempre l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha dichiarato il 2010 quale "Anno internazionale della biodiversità", che ha avuto quale motto celebrativo *La biodiversità è vita*, con lo scopo di accrescere nell'opinione pubblica mondiale la consapevolezza del ruolo che la biodiversità svolge nell'assicurare la vita sulla Terra e di sensibilizzarla sull'importanza delle azioni positive volte al ripristino degli *habitat* e degli ecosistemi.

In contemporanea alla ricorrenza, a livello di Europa, va doverosamente menzionata l'approvazione da parte degli Stati membri, avvenuta nel marzo 2010, della *Strategia dell'Unione Europea sulla Biodiversità per il 2020* che si prefiggeva di arrestare la perdita di biodiversità negli Stati dell'Unione entro il 2020 e proteggere, valutare e ripristinare la biodiversità e i servizi ecosistemici entro il 2050. Il naturale prosieguo si è concretizzato con l'adozione della *Strategia dell'Unione Europea sulla Biodiversità per il 2030*, dell'ottobre 2020, la quale presenta un quadro completo di lungo termine per salvaguardare e anche ripristinare (se del caso) gli ambienti naturali e gli ecosistemi degli Stati membri.

In parallelo a quanto avvenuto a livello di Unione Europea, nel 2010 l'Italia ha emanato la *Strategia nazionale per la biodiversità al 2020*, la quale si era posta l'obiettivo - per il decennio 2011-2020 - di contrastare la perdita di biodiversità a livello nazionale e di conseguenza europeo. La Strategia si proponeva inoltre di costituire uno strumento di integrazione delle esigenze di conservazione e di uso sostenibile della biodiversità nelle politiche nazionali. Il raggiungimento di tali obiettivi si articolava sulla base di tre tematiche cardine, quali: biodiversità e servizi ecosistemici; biodiversità e cambiamenti climatici; biodiversità e politiche economiche. Nel 2020-2021, da parte degli Organi statali preposti, è stata definita per la nostra Nazione la *Strategia nazionale per la biodiversità al 2030*, la quale, proseguendo il percorso iniziato con il precedente documento strategico, delinea una visione di futuro e di sviluppo incentrata sulla necessità di intervenire a livello sia locale sia globale per contrastare e invertire l'attuale tendenza alla perdita di biodiversità e al collasso degli ecosistemi. Attraverso le modalità applicative della Strategia si intende contribuire all'obiettivo internazionale di garantire che entro il 2050 tutti gli eco-

sistemi del Pianeta siano ripristinati, resilienti e adeguatamente protetti.

In occasione del corrente anno, ovvero 2022, nel quel cade il trentennale della Conferenza di Rio de Janeiro, in considerazione della sempre più attuale importanza che viene riconosciuta alla tematica, c'è stato un fiorire di iniziative, a vari livelli e in differenti contesti, le quali hanno messo al centro dell'attenzione la biodiversità. Molte sono state (e ve ne sono altre in previsione) a livello sia internazionale sia nazionale le occasioni che sotto varie forme (convegni, congressi, manifestazioni, incontri, dibattiti) hanno dato il dovuto risalto alla ricorrenza.

Trovando fortunata e significativa coincidenza temporale con il momento celebrativo, nel nostro Paese è stata promulgata la legge costituzionale 11 febbraio 2022, n. 1 - *Modifiche agli articoli 9 e 41 della Costituzione in materia di tutela dell'ambiente*, che ha sancito la nuova formulazione dell'articolo 9 della Costituzione della Repubblica Italiana, introducendo tra i "principi fondamentali" della Carta Costituzionale la tutela della biodiversità; il neo-riformato articolo riporta infatti che "[La Repubblica] *Tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni.[...]*".

Un'altra iniziativa che si ritiene degna di menzione è quella di recente attuata congiuntamente dal Ministero dell'Istruzione e dal Ministero per la Transizione Ecologica, i quali, ai sensi dell'articolo 10 (*Misure di sensibilizzazione*) del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 196 - *Attuazione della direttiva (UE) 2019/904, del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 giugno 2019 sulla riduzione dell'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente*, hanno di comune accordo approvato e dato attuazione nel corso dei primi mesi del 2022 alla *Carta per l'educazione alla Biodiversità*, strumento attraverso il quale nell'ambito

del programma "RiGenerazione Scuola" si intendono favorire e portare avanti programmi didattici e percorsi formativi sui temi dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi.

Molto lunga e circostanziata potrebbe essere la lista delle iniziative/manifestazioni che già si sono svolte e/o sono in programma nel corso dei prossimi mesi per dare risalto al trentennale e conseguentemente porre nella dovuta considerazione la biodiversità, ma per ovvi motivi di brevità non ne viene fatta specifica elencazione anche perché non potrebbe essere omnicomprensiva.

Come si può facilmente desumere da quanto sin qui riportato, tanto si parla (e/o si scrive) di biodiversità.

\*\*\*

Considerando in maniera puntuale la sequenza temporale degli eventi, non risulta essere passato molto tempo - solamente qualche decennio - da quando nel 1988 il celeberrimo scienziato americano (tra l'altro definito da più parti quale "il Darwin del XX secolo") professor Edward Osborne Wilson (1929-2021) iniziò a dare notorietà e rilevanza internazionale al termine "biodiversità", ovviamente nella versione inglese di *biodiversity*, dando alle stampe gli atti del Convegno *National Forum on BioDiversity* organizzato dalla *National Academy of Sciences* e dalla *Smithsonian Institution* che si tenne dal 21 al 24 settembre 1986 a Washington DC. Antecedentemente al 1986 il termine pare non esistesse: l'ideazione del neologismo "biodiversità" viene attribuita a Walter G. Rosen del *National Research Council* degli Stati Uniti d'America, uno degli organizzatori del Convegno, il quale durante i lavori preparatori (1985-1986) utilizzò la forma contratta dei due termini "diversità biologica": il tutto - appare scontato ribadirlo - in lingua inglese, la qual cosa rende maggiormente comprensibile la forma sincopata dell'unione dei due termini *biological* e *diversity*. Di fatto, per evidenziare

la contrazione delle due parole, la prima versione terminologica utilizzata fu *BioDiversity*.

L'etimologia del termine, o per meglio dire dell'unione dei due termini, risulta alquanto semplice nella comprensione: *biological* (nella nostra lingua "biologica") dal greco *βιολογία*, composto da *βίος*, *bios* (tradotto in "vita") e *λόγος*, *lògos* (tradotto in "studio") e *diversity* (in italiano "diversità", "varietà") dal latino *diversitās*, termine che deriva dai verbi *divertĕre* e *dēvertĕre* composti da *vertĕre* (volgere) e *dis* (altrove) che indicano il volgere in altra parte, ma anche l'allontanarsi, il deviare, il cambiare direzione, il differenziarsi, il variare.

Il significato letterale del vocabolo è di assai facile intuizione: la diversità (o la varietà) ossia la differenza delle forme viventi.

Nella letteratura scientifica e divulgativa sono state molteplici le definizioni create per chiarire e specificare il concetto di "biodiversità": tutte però, al di là di leggere e insignificanti (per la sostanza) variazioni terminologiche convergono sul concetto di attribuire al termine l'accezione di "differenza e/o diversità o varietà e/o ricchezza delle forme di vita presenti in un determinato contesto territoriale". Di fatto, la gran parte delle definizioni si rifanno - senza discostarsi di molto - alla identificazione del concetto di biodiversità contenuta nella *Convenzione ONU sulla Diversità Biologica*, dove la medesima viene descritta come *la varietà e la variabilità degli organismi viventi e dei sistemi ecologici in cui essi vivono che include la diversità a livello genetico, di specie e di ecosistema*.

Con l'intenzione di analizzare opportunamente i vari livelli citati nella definizione, si può sintetizzare che: la diversità genetica considera la differenza dei geni all'interno di una determinata specie; la diversità di specie è rappresentata dalla ricchezza di specie (valutate prioritariamente in termini di numero totale delle medesime e secondariamente del numero

di individui rappresentanti ogni singola specie) e frequenza delle stesse all'interno di un determinato contesto territoriale (ecosistema e/o *habitat*); la diversità di ecosistema viene riferita al numero e/o all'abbondanza degli ecosistemi, *habitat*, territori dove gli organismi si trovano a vivere.

Un aspetto - sul quale si tornerà in seguito - che merita di essere posto nella dovuta evidenza è quello relativo al fatto che la pressoché totalità delle definizioni (anche se riferite a vari ambiti) sia indirizzata e concentrata verso il concetto di considerare prevalentemente/esclusivamente il livello o la portata quantitativa di specie presenti (animali e/o vegetali a seconda dell'interesse) in un determinato ambiente, dando conseguente risalto al "solo" numero (considerata la diversità inter-intraspecifica) di differenti individui presenti.

\*\*\*

Si ritiene che l'aspetto posto da ultimo in evidenza meriti un momento di approfondita riflessione e di analisi critica.

Detto momento si considera quanto mai utile, per non dire indispensabile, al fine di scongiurare l'insorgere di possibili scenari tali da rivelarsi estremamente negativi: va evitata innanzitutto l'ipotesi (che potrebbe consolidarsi attraverso una ripetuta visione parziale e riduttiva) di ritenere la biodiversità quale unico/principale parametro che caratterizza lo "stato di salute" di un ecosistema.

In tale ottica, ossia il non basarsi esclusivamente sulla sola biodiversità, debbono essere considerate (alcune anche del tutto riconsiderate) le azioni indirizzate e finalizzate a momenti di studio/conoscenza degli ecosistemi e di tutela/conservazione/salvaguardia/protezione degli stessi.

Andando al nocciolo della questione, si vuol porre nel dovuto risalto come non si valuti minimamente sufficiente prendere in esame solamente l'aspetto quantitativo espresso



dalla biodiversità (come viene rappresentato dalle definizioni maggiormente diffuse) per un approccio scientificamente corretto volto allo studio di un determinato ecosistema, bensì come vadano necessariamente esaminati ulteriori elementi.

In alcuni casi - specialmente tra coloro che non sono provvisti di approfondite conoscenze sulle dinamiche evolutive e sulla vita degli ecosistemi - la modalità del basarsi esclusivamente sul prendere in esame la sola biodiversità può presentarsi persino fuorviante, se non addirittura in modo totalmente nefasto, andando a modificare in maniera altamente significativa l'obiettivo dello studio delle complesse leggi dell'ecologia.

Non volendo essere "Cassandre" (tutt'altro!), va anche posto nella dovuta attenzione come il concentrarsi solamente sugli aspetti della diversità/differenza/varietà biologica delle specie presenti all'interno di un ecosistema, vale a dire valutando esclusivamente l'aspetto del numero delle specie (e relativi individui) presenti, possa portare alla lunga persino al possibile pericolo che ci si vada a concentrare esclusivamente verso un'unica direzione (quantitativa), puntando l'ago della bussola della conoscenza degli ecosistemi verso orizzonti perigliosi, ossia che non vanno minimamente a valutare altri parametri di estrema importanza ecologica.

Il punto focale su cui si vuole concentrare il momento di riflessione di cui si è in precedenza fatta menzione è che oltre all'aspetto della diversità biologica (aspetto quantitativo) ne debbono essere necessariamente e obbligatoriamente considerati almeno altri due, vale a dire quello della complessità riguardante i rapporti (intra-interspecifici) tra i vari individui dei regni degli esseri viventi - monere, protisti, funghi, piante, animali - (aspetto relazionale) e quello della funzionalità vitale dell'ecosistema (aspetto dell'efficienza).

Si ritiene estremamente riduttivo (e, si ripete, anche potenzialmente fallace) limitarsi a trattare e affrontare esclusivamente l'aspetto della biodiversità nella metodologia di studio di un ecosistema; diversamente da ciò, fondandosi su di una concezione (doverosamente) olistica, si propone quale espressione di maggior chiarezza e di rigore scientifico nonché di completezza terminologica, parlare di biodiversità, biocomplexità e biofunzionalità di un ecosistema.

\*\*\*

Per portare a livello esemplificativo - certamente in maniera quasi "provocatoria" - quanto si è voluto precedentemente dichiarare, si ritiene che per quanto attiene la limitatezza della considerazione della sola biodiversità quale parametro su cui fondare le valutazioni sullo stato di evoluzione/salute/stabilità di un ecosistema si possa focalizzare l'attenzione su di un luogo ben noto a tutti i Forestali, ossia l'Arboreto di Vallombrosa. Orbene, se si va ad analizzare l'aspetto della diversità biologica della componente vegetale, si può constatare che su solo dieci ettari circa di superficie si trovano ben oltre 700 specie tra arboree e arbustive: sulla base del concetto della "diversità (o variabilità) biologica" presente in un determinato contesto territoriale, verrebbe pertanto da affermare come ci si trovi di fronte a un ambiente estremamente ricco di biodiversità!

Può apparire (volutamente) persino irriverente l'ultima asserzione riportata (e ce ne scusiamo con i Forestali), ma si è voluto porre l'accento in maniera paradossale sul fatto che se non si considerano, unitamente agli aspetti quantitativi (biodiversità) anche quelli relazionali (biocomplexità) e di dinamica ed efficienza ecologica (biofunzionalità), si valuta di fatto impossibile approcciarsi alla conoscenza di un ecosistema in maniera scientificamente corretta. Che l'Arboreto di Vallombrosa (si vuole

porre nella giusta evidenza come il medesimo costituisca un sublime contesto territoriale per quello che rappresenta) non sia un ecosistema forestale appare fin troppo evidente, seppure, ribadendo quanto già sopra richiamato, potrebbe apparire (come in precedenza accennato in una visione sebbene estremamente limitata, bensì coerente con la definizione del termine) un ambiente notevolmente positivo per quanto attiene alla biodiversità, arborea in particolare. Orbene, quanto asserito - appare persino banale affermarlo - ha valore non solo per il celeberrimo Arboreto di Vallombrosa, ma anche per tutti gli arboreti e giardini botanici del nostro Paese, dell'Europa e del Mondo intero. Per doverosa *par condicio* - scomodando Jaques de Chabannes, Signore de la Palice - prendendo in considerazione il regno animale, analogo discorso vale per il Bioparco di Roma e, per estensione uniforme del concetto, anche per tutti i bioparchi, parchi faunistici, giardini zoologici o zoo (a seconda della denominazione in essere) sparsi per il Pianeta.

Volendo prevenire una pressoché scontata obiezione a quanto sopra riportato, ovvero che i contesti descritti non sono ambienti naturali, bensì gli stessi sono frutto della esclusiva attività antropica, si fa prontamente presente che l'appunto che potrebbe venir mosso può essere condiviso in gran parte, ma la questione non cambia di sostanza; infatti gli ambiti citati (vegetazionali e faunistici) ben rappresentano (anche se all'eccesso estremizzato) nella teoria ambienti "ricchi" di biodiversità - secondo la condivisa accezione del termine - ma nel contempo gli stessi - appunto perché forzatamente realizzati dall'uomo - non sono minimamente in grado di rappresentare ambienti vicini alla naturalità in quanto sono totalmente assenti gli aspetti relazionali e funzionali esistenti negli ecosistemi.

Cercando di approfondire ancor più il concetto e addentrandosi nelle specifiche co-

noscenze dei Cultori delle scienze forestali, bisogna necessariamente porre in evidenza che l'aspetto del solo parametro quantitativo espresso dalla biodiversità (nel significato di cui sopra si è dettagliatamente trattato) in non pochi casi può andare a stridere, se non a porsi addirittura in netto contrasto, con la considerazione dello stato di evoluzione/salute/stabilità di alcuni ecosistemi forestali. Per Coloro che sono addentro alle dinamiche ecologiche e selvicolturali dei soprassuoli boschivi, è ben noto come vi siano popolamenti forestali, caratterizzati da una apparente "scarsa" biodiversità, i quali costituiscono invece ecosistemi naturali in perfette condizioni di equilibrio con l'ambiente in cui si trovano a vegetare: si sta parlando dei boschi puri, ovviamente intendendo quelli di origine naturale. La pecceta subalpina in ambiente prettamente montano, la faggeta (la quale se non in purezza presenta sparuti esemplari di acero di monte) nell'ambiente appenninico oppure la lecceta nell'ambiente mediterraneo rappresentano di per sé ambienti forestali a non certo "elevata" biodiversità della componente arborea, bensì nel contempo costituiscono ecosistemi di eccelsa valenza se considerati anche sotto l'aspetto della biocomplexità e della biofunzionalità, andando a comprendere tutte le componenti dell'ambiente naturale.

\*\*\*

Tendendo a uscire dal mondo forestale e auspicando di rendere maggiormente comprensibili le argomentazioni che si stanno qui presentando, un paragone che può risultare estremamente utile per rappresentare i concetti riferiti a biodiversità, biocomplexità e biofunzionalità è quello dell'orologio. Si specifica, doverosamente, fin da subito che si vuol far riferimento non tanto ai moderni orologi digitali, piuttosto a quelli di un tempo, grandi (da campanile) o più piccoli (da taschino o da polso) che siano o siano stati.

Prendiamo, ad esempio, un orologio appartenente alla seconda categoria presentata: se su di un tavolo venissero poste, distinte e separate l'una dall'altra, tutte le parti che lo compongono (ruote dentate di varia grandezza e forma, perni, lancette, elementi della cassa) si avrebbe una perfetta rappresentazione della diversità (differenza e/o variabilità) di forme dei pezzi e delle componenti costituenti l'apparato (che potrebbero essere paragonate, con ovvio beneficio d'inventario, alle varie forme - leggasi specie - di vita di un ecosistema).

Tutto, però, rimane fermo, immobile sopra il tavolo.

L'aspetto della complessità, nel caso specifico, viene ben rappresentato dalle relazioni che esistono tra le varie componenti, meccaniche e strutturali: le rotelle dentate che vanno a raccordarsi tra loro, messe in contatto l'un l'altra attraverso supporti e perni, costituiscono i complessi ingranaggi che vanno a porre poi il tutto in relazione con la cassa e le lancette.

Il tutto, però, anche con connessioni realizzate correttamente, non assolve al proprio compito.

Perché si possa correttamente parlare di orologio (e non tanto di parti meccaniche assemblate), tutte le componenti, messe in contatto relazionale e raccordate tra loro, debbono "funzionare" correttamente per garantire le precise e puntuali quantificazioni e indicazioni del tempo rappresentate dalle lancette.

Quantità, relazioni, efficienza.

Biodiversità, biocomplexità, biofunzionalità.

Il riferimento all'orologio si presenta particolarmente adatto anche per coloro che non sono propriamente addentro alla conoscenza dell'ecologia, forestale e non, in quanto, per estensione del concetto, rende ancor più comprensibili ulteriori due aspetti legati alle complesse regole di vita di un ecosistema.

L'orologio (come l'ecosistema) funziona esclusivamente nel caso vi sia una energia

esterna che lo fa "muovere": per il congegno di umana concezione la fonte può essere rappresentata dai pesi, dalle molle e/o dai bilancieri di ricarica oppure nei tempi più recenti dalle pile, mentre per l'ecosistema la fonte energetica (al momento considerata "eterna") è costituita dall'energia luminosa fornita dal Sole.

Inoltre è facilmente comprensibile come la rottura (intendendosi "scomparsa" riferita ad una specie insediata in uno specifico *habitat*) della più piccola rotella vada a inficiare se non addirittura a bloccare il corretto funzionamento dell'orologio: in tal modo può essere ben contestualizzata e facilmente compresa la gravità della sparizione (peggio se trattasi di estinzione a livello globale) di una specie - animale e/o vegetale - da un determinato ecosistema.

\*\*\*

Biodiversità, biocomplexità, biofunzionalità.

Si ritiene che esclusivamente sulla base di questi tre aspetti, considerati nel loro complesso e non disgiunti tra loro, possa essere studiato, analizzato, conosciuto e compreso lo stato di evoluzione e/o di salute di un ecosistema. Si ribadisce ancora una volta - come se ce ne fosse ancora bisogno! - dirà chi legge - che l'approccio e la considerazione del solo aspetto riguardante la biodiversità (nel significato più classico di "numero di specie presenti") può fornire una visione solo parziale dell'ambiente naturale che si sta osservando/studiando.

L'auspicio è quello che possa essere sempre più diffuso un approccio sistemico nei confronti dello studio e della conoscenza degli ecosistemi, sia terrestri sia marini. Anche se i vocaboli "biocomplexità" e "biofunzionalità" non sono di dominio pubblico (a differenza del termine "biodiversità") e ciò è dimostrato dal fatto che i medesimi non sono presenti in molti dizionari - se lo sono hanno un diverso significato - e men che meno compaiono nei programmi di correzione grammaticale di videoscrittura, l'aspettativa è quella che il loro impiego sia ter-

minologico sia soprattutto concettuale divenga in futuro maggiormente frequente nell'ottica e nell'interesse di un approccio scientifico e di una conoscenza analitica quanto più possibile approfondita e completa degli ecosistemi.

Si vuol intendere che si valuta come necessario uno sguardo ad orizzonte ampio - per meglio dire totale - verso la conoscenza degli ambienti naturali.

Infine, si evidenzia che su di un punto, in maniera ferma e decisa, non si può essere d'ac-

cordo, ovvero quello in cui si potrebbe asserire che il concetto di biodiversità sottintende e comprende in sé anche gli altri due: se i vocaboli hanno un ben preciso significato (ed è ovvio che lo abbiano!) si ritiene con decisa convinzione che - come sopra nel dettaglio esplicitato - per potersi avvicinare a un ecosistema, forestale e non, sia indispensabile valutare nel loro insieme gli aspetti relativi a biodiversità, biocomplexità e biofunzionalità.



FABIO CLAUSER (2022) - *La parola agli alberi*. Nuova edizione. Firenze, Libreria Editrice Fiorentina. 86 pagine. ISBN 9788865001943. 12,00 €.

L'11 maggio del 2018 l'Accademia Italiana di Scienze Forestali presentò nella propria sede il volume *La parola agli alberi* di Fabio Clauser che oggi si rinnova in una nuova edizione arricchita di 5 articoli pubblicati su L'Italia Forestale e Montana tra il 2018 e il 2021. La raccolta del pensiero di Clauser, espressione di un ideale dialogo tra un uomo e alcuni alberi della foresta di Vallombrosa, definiti come veri e propri amici dell'autore, crea interessanti spunti di riflessione sull'affascinante rapporto che coesiste da secoli tra ecosistema forestale e genere umano. In questi dialoghi emerge chiaramente il pensiero dell'autore in difesa delle argomentazioni degli alberi che criticano in modo solido e costruttivo una visione forse troppo antropocentrica del bosco. Negli ultimi dialoghi proposti dopo il 2018 e che arricchiscono questa nuova edizione, l'autore si sofferma con particolare attenzione sulla recente legge forestale emanata per garantire il futuro dei nostri boschi: il Testo Unico Forestale. Nei più recenti dialoghi con i vetusti abeti "Dev" e "Ari" e l'antico faggio dell'arboreto di Vallombrosa, Clauser affronta questo importante tema esprimendo alcune critiche e una preoccupante tendenza al peggioramento ambientale che caratterizza i nostri tempi e che teme non potrà tutelare le generazioni future.

CHIARA LISA

WWF SIENA, GROSSETO, LIVORNO, FIRENZE, AREZZO (2022) - *Conoscere il bosco - Guida per connettersi con la natura*. (27 pagine). *Conoscere il bosco - Quaderno didattico per ragazzi attenti* (27 pagine). WWF Editore.

Su iniziativa del WWF di Siena, Grosseto, Livorno, Firenze e Arezzo nel marzo 2022 sono stati pubblicati per il Progetto *Forest for Life Toscana* due quaderni divulgativi centrati sulla conoscenza del bosco. Ritenendo importante che la consapevolezza della complessità dei

boschi e della natura debba essere sempre più presente nella vita della collettività abbiamo voluto dedicare uno spazio a queste due pubblicazioni.

Il primo quaderno dal titolo *Conoscere il bosco - Guida per connettersi con la natura*, descrive il bosco come un sistema complesso in grado di autoregolarsi e affronta con terminologie comprensibili, anche per un pubblico inesperto, i vari elementi che compongono e si interconnettono al bosco passando dal suolo con i suoi organismi e microrganismi, dai funghi ai licheni, per arrivare poi a descrivere le tipologie di bosco presenti nel territorio toscano. Gli autori sottolineano l'importanza dei servizi ecosistemici del bosco per la comunità (conservazione della biodiversità, mitigazione del clima, protezione idrogeologica...) evidenziando anche tutti i rischi a cui il bosco è sottoposto ai giorni nostri sia per cause naturali che antropiche e la conseguente necessità di tutelarli per il nostro bene comune. Il quaderno si sofferma anche su alcune critiche verso la gestione dei boschi toscani che, anche se sicuramente non perfetta, risulta regolamentata dal 2003 dal Regolamento Forestale della Toscana e dal 2000 dalla Legge Regionale forestale n. 39 che riconosce, nell'articolo 2, il bosco come bene di rilevante interesse pubblico e ne persegue la conservazione e la valorizzazione in relazione alle sue funzioni ambientali, paesaggistiche, sociali, produttive e culturali.

Il secondo quaderno dal titolo *Conoscere il bosco - Quaderno didattico per ragazzi attenti*, è rivolto in particolare ad un pubblico più giovane, ma interessato a scoprire il bosco attraverso i tronchi degli alberi, le loro fronde, gli animali che lo vivono, le tracce che lasciano... Attraverso delle belle illustrazioni il volume mostra la biodiversità animale e vegetale che esiste nei boschi aiutando il lettore a conoscerla e riconoscerla.

Avvicinare le persone alla natura e ai boschi è un compito molto importante e il WWF attraverso queste iniziative editoriali vuole promuovere la conoscenza del bosco evidenziandone la sua complessità e la sua autopoiesi.

CHIARA LISA



PUBBLICAZIONI DELL'ACCADEMIA ITALIANA DI SCIENZE FORESTALI  
IN VENDITA AL PUBBLICO

	<i>Euro</i>
0101 - <i>Atti Congresso di Selvicoltura</i> . 1954, Volume I	6,00
0202 - F. Mancini <i>et al.</i> <i>Carta della potenzialità dei suoli italiani</i> . 1968	7,00
0203 - H. Perrin. <i>Selvicoltura. Tomo II</i> (traduz. di G. Bernetti). 1985	18,00
Ridotto per studenti	13,00
0204 - A. de Philippis. <i>Selvicoltura e ambiente</i> . 1991	6,00
0301 - G. Patrone. <i>Sul tasso del frutto delle fustaie a lento accrescimento</i> . 1958	5,00
0302 - G. Patrone. <i>Sulle dimensioni dell'impresa di produzione forestale</i> . 1962	5,00
0303 - F. Elisei. <i>Problemi di contabilità nell'impresa agricolo-forestale</i> . 1965	5,00
0306 - A. Benassi. <i>Il lavoro nella selvicoltura</i> . 1985	7,00
0402 - <i>Studio di una legge per la tutela del suolo e del bosco e per la protezione della natura</i> . 1966	6,00
0403 - <i>Studio di una legge cornice per la protezione dei boschi e dei terreni montani</i> . 1984	6,00
0404 - C. Volpini <i>et al.</i> <i>Studio comparato sulla legislazione fiscale in materia di boschi</i> . 1984	6,00
0601 - <i>L'Italia forestale nel centenario della scuola di Vallombrosa</i> . 1978	7,00
0602 - V. Giacomini <i>et al.</i> <i>Studio della vegetazione forestale della provincia di Latina</i> . 1978	7,00
0604 - <i>Atti tavola rotonda: La qualificazione professionale del laureato in scienze forestali</i> . 1982	5,00
0605 - <i>Norme di esecuzione e collaudo della carta forestale d'Italia</i> . 1983	7,00
0607 - <i>Atti Convegno sulle avversità del bosco e delle specie arboree da legno</i> . 1987	18,00
0608 - <i>Indice generale degli Annali dell'Accademia It. Sc. Forestali. (1953-1990) I e II</i>	9,00
0609 - <i>Indice generale della rivista L'Italia Forestale e Montana. (1946-1990) I e II</i>	9,00
0610 - <i>Indice generale della rivista L'Alpe e Rivista Forestale Italiana. (1903-1943)</i>	5,00
0611 - <i>Indice generale della Rivista Forestale (1860-1866); della Nuova Rivista Forestale (1878-1890) e degli Annali dell'Istituto Superiore forestale (1914-1938)</i>	5,00
0613 - M. Sorbini <i>et al.</i> <i>Indagine sul ruolo economico dei prodotti secondari del bosco</i> . 1988	6,00
0701 - <i>Annali dell'Accademia italiana di Scienze Forestali</i> - cad.	21,00
0702 - <i>Bollettino bibliografia forestale italiana</i> . Vol. II (1982-83); Vol. III (1984); Vol. IV (1985); Vol. V (1986-87); Vol. VI (1988). cad.	16,00
0801 - <i>Il bosco e l'uomo</i> . A cura di O. Ciancio. 1996	18,00
Ridotto per studenti	12,00
0802 - <i>The forest and man</i> . Edited by O. Ciancio. 1997	18,00
Ridotto per studenti	12,00
0803 - <i>Nuove frontiere nella gestione forestale</i> . A cura di O. Ciancio. 1999	18,00
Ridotto per studenti	12,00
0807 - <i>Il bosco ceduo in Italia</i> . A cura di O. Ciancio e S. Nocentini. 2002	25,00
0808 - O. Ciancio, S. Nocentini. <i>Il bosco ceduo: selvicoltura assestamento gestione</i> . 2004	45,00
Ridotto per studenti	25,00
0809 - <i>Endophytism in forest trees</i> . Edited by A. Ragazzi <i>et al.</i> 2004.	20,00
Ridotto per studenti	14,00
0810 - <i>Foreste Ricerca Cultura. Scritti in onore di Orazio Ciancio</i> . A cura di P. Corona <i>et al.</i> 2005	20,00

0811 - <i>Patterns and processes in forest landscape. Consequences of human management.</i> A cura di R. La Fortezza <i>et al.</i> 2006 Ridotto per studenti	30,00 25,00
0812 - G. Bernetti. <i>Botanica e selvicoltura.</i> 2007 Ridotto per studenti	18,00 12,00

PAGAMENTO A MEZZO BONIFICO SU C/C BANCARIO  
 INTESTATO ALL'ACCADEMIA ITALIANA DI SCIENZE FORESTALI  
 CODICE IBAN IT24E0306902993100000300001  
 (INDICARE IL NUMERO DI CODICE NELLA CAUSALE DI VERSAMENTO)  
 LE SPESE POSTALI SONO A CARICO DELL'ACCADEMIA

## L'Italia Forestale e Montana

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO PER L'ANNO 2022

- Ordinario Italia	50,00 €
- Estero	70,00 €
- Ridotto per studenti (specificare sede universitaria e n° di matricola)	25,00 €
- Sostenitori	100,00 €

Le richieste di fascicoli arretrati vengono soddisfatte, se non esauriti, al prezzo di € 10,00.  
 I versamenti devono essere eseguiti a mezzo C/C bancario intestato all'Accademia Italiana di Scienze Forestali, codice iban IT24E0306902993100000300001

*Direzione, Redazione e Amministrazione*  
 Accademia Italiana di Scienze Forestali - Piazza Edison n. 11  
 50133 Firenze - Telefono 055.57.03.48 - E-mail: info@aisf.it

Aut. Trib. di Firenze n. 676 del 26-12-1952  
 Pubblicato il 13 ottobre 2022 - Tipografia Linari, Firenze



## **LINEE GUIDA PER GLI AUTORI**

Le linee guida per autori sono consultabili all'indirizzo web:  
<https://riviste.fupress.net/index.php/ifm/about/submissions>

# L'ITALIA FORESTALE E MONTANA

ANNO LXXVII - NUMERO 4 LUGLIO-AGOSTO 2022

## EDITORIAL / EDITORIALE

*Susanna Nocentini*

Sostenibilità: un concetto da aggiornare? ..... 149

## ORIGINAL RESEARCH ARTICLE / CONTRIBUTO ORIGINALE DI RICERCA

*Angelo Marucci, Davide Marino, Margherita Palmieri, Silvia Pili*

Il ruolo delle aree agroforestali nella fornitura potenziale di servizi ecosistemici:  
il caso della Regione Molise ..... 153  
*The role of agroforestry areas in the potential provision of ecosystem services: the case of the Molise Region*

## COMMENTARIES / OPINIONI E COMMENTI

*Gianpiero Andreatta*

Biodiversità, biocomplexità e biofunzionalità ..... 165

NEWS AND BOOK REVIEWS / NOTIZIARIO E RECENSIONI ..... 173

ISSN 0021-2776