



Old-growth forests of the Pollino National Park: biodiversity, structural complexity, and adaptive conservation - The “Old Growth For. Pollino” project

I boschi vetusti del Parco Nazionale del Pollino tra biodiversità, complessità strutturale e conservazione adattiva: il progetto “Old Growth For. Pollino”

Francesco Ripullone ^{(a)(*)} - Vittoria Marchianò ^(b) - Danilo Travascia ^(a) - Liliana Bernardo ^(c)
Maurizio Biondi ^(d) - Marco Borghetti ^(a) - Michele Colangelo ^(a) - Salvatore Digilio ^(e)
Domenico Gargano ^(c) - Emanuele Giuzio ^(a) - Adriana Guma ^(e) - Mattia Iannella ^(d)
Francesco Iovino ^(f) - Antonio Lapolla ^(a) - Nicodemo Passalacqua ^(c) - Cristina Potenza ^(g)
Giovanna Potenza ^(a) - Aldo Schettino ^(b) - Rosalba Rotondaro ^(c) - Pierpaolo Storino ^(h)
Salvatore Urso ^(h) - Gianluca Piovesan ⁽ⁱ⁾

^(a) Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali (DAFE), Università della Basilicata; viale dell'Ateneo Lucano 10 - 85100 Potenza, Italia.

^(b) Ente Parco Nazionale del Pollino; Santa Maria della Consolazione - 85048 Rotonda (PZ), Italia.

^(c) Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra (DiBEST), Università della Calabria, 87036 Arcavacata di Rende (CS), Italia.

^(d) Dipartimento di Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente (MESVA), Sezione Scienze Ambientali, Università degli Studi dell'Aquila; via Vetoio - 67100 L'Aquila, Italia.

^(e) Ufficio Foreste e Tutela del Territorio, Regione Basilicata; via Vincenzo Verrastro 10 - 85100 Potenza, Italia.

^(f) Accademia Italiana di Scienze Forestali; piazza Edison 11 - 50133, Firenze, Italia.

^(g) Reparto Carabinieri P.N. Pollino, Via Vittorio Emanuele, 85048 - Rotonda (PZ), Italia.

^(h) Stazione Ornitologica Calabrese; contrada Colle Guarassano 129 - 87100 Cosenza, Italia.

⁽ⁱ⁾ Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB), Università della Tuscia; via S.M. in Gradi 4 - 01100 Viterbo, Italia.

^(*) Corresponding Author; francesco.ripullone@unibas.it

Abstract: Old-growth forests (OGFs) are highly natural ecosystems characterized by spontaneous regeneration dynamics, large and ancient trees, abundant deadwood in multiple decay stages, and diverse microhabitats. In Mediterranean regions, such ecosystems are rare and fragmented, yet they play a strategic role in biodiversity conservation, long-term ecological research, and climate resilience assessment. The Pollino National Park (Southern Italy) hosts one of the most significant OGF networks in the Southern Apennines. The “Old Growth For. Pollino” project updated the decadal monitoring of nine old-growth stands, characterized three newly detected forest areas, assessed structural, floristic and faunal components, and applied predictive models for old-growth classification and habitat suitability. Results highlight high structural heterogeneity in beech and mixed forests, the presence of conservation-relevant saproxylic and forest-specialist species, and a general stability or

slight increase in vegetation vigor over the past four decades. The integrated analysis confirms that Mediterranean OGF complexity cannot be reduced to structural thresholds alone but emerges from the interaction among stand structure, topography, biodiversity and disturbance legacy. The multidimensional framework adopted provides a robust basis for adaptive forest conservation strategies under climate change.

Key words: biodiversity; bioindicators; structural complexity; old-growth forests; adaptive management; Southern Apennines.

Citation: Ripullone, F., Marchianò, V., Travascia, D., Bernardo, L., Biondi, M., Borghetti, M., Colangelo, M., Digilio, S., Gargano, D., Giuzio, E., Guma, A., Iannella, M., Iovino, F., Lapolla, A., Passalacqua, N., Potenza, C., Potenza, G., Schettino, A., Rotondaro, R., ... Piovesan, G. (2026). I boschi vetusti del Parco Nazionale del Pollino tra biodiversità, complessità strutturale e conservazione adattiva: il progetto “Old Growth For. Pollino”. *L'Italia Forestale e Montana*, 81(2s), 177–189. <https://doi.org/10.36253/ifm-1259>

Received: 02/04/2026 **Revised version:** 14/06/2026 **Published online:** 25/09/2026

1. IL CONTESTO MEDITERRANEO DEI BOSCHI VETUSTI

Le foreste vetuste rappresentano, nel panorama forestale europeo, autentici “archivi viventi” dei processi ecologici di lungo periodo (Peterken 1996; Barredo et al., 2021). In questi ecosistemi si esprimono compiutamente le diverse fasi del ciclo silvogenetico, dalla rinnovazione naturale alla maturità, fino alla senescenza degli individui arborei e alla decomposizione del legno morto, processi che contribuiscono al mantenimento della biodiversità e della funzionalità ecologica del sistema forestale (Piovesan et al., 2005). La presenza simultanea di alberi plurisecolari, di legno morto in piedi e a terra, di chio-me stratificate e di una flora specializzata, legata a condizioni microclimatiche relativamente stabili, rende tali sistemi forestali veri e propri scrigni di biodiversità e modelli di riferimento per la comprensione delle dinamiche naturali del bosco (Franklin et al., 1981; Burrascano et al., 2013; Motta et al., 2022).

Le foreste vetuste sono generalmente definite come popolamenti nei quali il disturbo antropico risulta assente o minimo e in cui sono rappresentate tutte le fasi del ciclo dinamico del bosco, inclusa la senescenza naturale, con presenza significativa di necromassa in differenti classi di decomposizione e microhabitat

peculiari (Blasi et al., 2010; Burrascano et al., 2013; Motta et al., 2022). Esse svolgono un ruolo insostituibile nella conservazione della biodiversità forestale e costituiscono sistemi di riferimento per comprendere le dinamiche e i processi che regolano il funzionamento degli ecosistemi forestali, offrendo habitat per artropodi e fauna saproxilica, briofite, licheni, funghi e vertebrati forestali specialisti, oltre a contribuire alla regolazione dei cicli biogeochimici e alla fornitura di molteplici servizi ecosistemici.” (Lindenmayer & Franklin, 2002; Gilhen-Baker et al., 2022).

Nel contesto europeo, tuttavia, la lunga storia di utilizzazione forestale ha drasticamente ridotto l'estensione delle foreste ad elevata naturalità. Secondo le più recenti valutazioni, le foreste primarie o vetuste coprono meno del 3% della superficie forestale del continente (Sabatini et al., 2018; Forest Europe, 2020; Sabatini et al., 2020). In Italia, per lungo tempo si è ritenuto che la pressione antropica storica avesse quasi cancellato ogni testimonianza di vetustà forestale (Motta et al., 2022). Solo negli ultimi decenni, grazie a una rinnovata attenzione scientifica e normativa, è stato possibile identificare nuclei forestali coerenti con la definizione di *Old-Growth Forests* (Piovesan et al., 2005; Burrascano et al., 2008; Marchetti & Blasi, 2010). L'istituzione della Rete nazionale

dei boschi vetusti e la definizione delle linee guida ministeriali per la loro individuazione e gestione hanno rappresentato un passaggio fondamentale nel riconoscimento istituzionale del loro valore ecologico e culturale.

Nel contesto Mediterraneo la questione assume connotazioni peculiari. Le foreste appenniniche si sviluppano lungo gradienti altitudinali marcati, in condizioni climatiche caratterizzate da estati aride e inverni freddi alle quote superiori, con una forte variabilità interannuale delle precipitazioni (Burrascano et al., 2009; Colangelo et al., 2021). A ciò si aggiunge una lunga storia di interazioni tra fattori naturali (eventi meteorici estremi, incendi, dinamiche di schianto) e attività antropiche (pascolo, utilizzazioni etc). In tale quadro, la vetustà non può essere definita esclusivamente sulla base di soglie quantitative di necromassa o dimensioni arboree elaborate in ambiti biogeografici differenti, ma deve essere interpretata alla luce della specificità ecologica della stazione e della memoria dei disturbi. È dunque necessario adottare approcci integrati, capaci di combinare dimensioni strutturali, floristiche, topografiche e funzionali, riconoscendo la natura multidimensionale della complessità forestale.

Il Parco Nazionale del Pollino (PNP), istituito nel 1993 e attualmente il più esteso parco italiano, rappresenta uno dei contesti più significativi per lo studio delle foreste vetuste dell'Appennino meridionale. Con una superficie superiore ai 190.000 ettari distribuiti tra Basilicata e Calabria, esso comprende un ampio gradiente altitudinale e mesoclimatico, dalle leccete mediterranee di bassa quota alle faggete microterme oltre i 1.800 m s.l.m., fino alle pinete relitte di pino loricato (*Pinus heldreichii* Christ) prossime al limite superiore della vegetazione arborea. Questo mosaico forestale costituisce un laboratorio naturale di straordinario interesse per l'analisi delle dinamiche forestali in ambiente mediterraneo montano.

All'interno del Parco sono stati individuati nove nuclei forestali vetusti, tra cui le faggete di Cozzo Ferriero (Iovino et al., 2010) e Pollinello (Piovesan et al., 2019a), incluse nel sito seriale UNESCO *Ancient and Primeval Beech Forests of the Carpathians and Other Regions of Europe*, testimonianza di una lunga continuità ecologica, come dimostrato da una struttura particolarmente complessa e da numerosi faggi plurisecolari che possono superare 600 anni di età nel Pollinello. Accanto a queste si annoverano popolamenti misti di faggio e abete bianco, acerete di elevato interesse floristico, leccete a *Quercus ilex* L. e pinete vetuste di pino loricato con esemplari millenari (Piovesan et al., 2019b), che rappresentano un unicum nel panorama forestale europeo (Colangelo et al., 2021; Castellaneta et al., 2023).

In questo quadro si inserisce il progetto *Old Growth For. Pollino*, finalizzato ad aggiornare e approfondire la conoscenza dei processi strutturali, compositivi e funzionali che caratterizzano tali ecosistemi. Integrando monitoraggio di campo, analisi multivariate, strumenti di telerilevamento e modellistica ecologica, il progetto si propone di delineare un quadro dinamico della vetustà forestale nel Pollino, andando oltre una visione meramente descrittiva e fornendo basi scientifiche per una pianificazione orientata alla conservazione adattiva in un contesto climatico in evoluzione.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO E CONFRONTO TRA NORMA E PRASSI NEL CONTESTO DEL PARCO NAZIONALE DEL POLLINO

Il riconoscimento giuridico dei boschi vetusti in Italia è relativamente recente, ma si inserisce in un percorso scientifico e istituzionale avviato già negli anni Novanta con le prime esperienze di studio sulla naturalità forestale (De Laurentis & Piovesan, 2026). Il D.Lgs.

3 aprile 2018, n. 34 (“Testo unico in materia di foreste e filiere forestali”) ha introdotto la definizione normativa di bosco vetusto, identificandolo come una superficie forestale caratterizzata da specie autoctone coerenti con il contesto biogeografico, assenza di disturbi significativi per almeno 60 anni e presenza di processi spontanei di rigenerazione e senescenza. Il successivo Decreto ministeriale 18 novembre 2021 ha fornito le linee guida per l’identificazione, la gestione e la tutela di tali aree, mentre il Decreto MASAF 5 aprile 2023, n. 193945, ha istituito la Rete nazionale dei boschi vetusti, affidando alle Regioni il compito di individuare e proporre i siti sulla base dei criteri tecnico-scientifici definiti a livello nazionale.

Nel Parco Nazionale del Pollino, la prassi applicativa ha in parte preceduto la formalizzazione normativa. Già dal 2013 il progetto “Costituzione della rete dei boschi vetusti dei Parchi Nazionali dell’Appennino meridionale” aveva avviato un percorso di identificazione e caratterizzazione dei nuclei forestali a elevata naturalità attraverso rilievi strutturali, analisi floristiche e valutazioni della necromassa. Le conoscenze acquisite hanno costituito la base scientifica per le successive attività di monitoraggio e conservazione.

Il progetto *Old Growth For. Pollino* ha rappresentato un ulteriore avanzamento metodologico, aggiornando il monitoraggio dei nove siti già individuati e introducendo approcci innovativi quali l’analisi della biodiversità faunistica, l’utilizzo di serie storiche satellitari per la valutazione dei trend di vigore vegetativo e l’applicazione di modelli predittivi di vetustà e di idoneità ecologica. I risultati hanno evidenziato come la vetustà non possa essere interpretata esclusivamente attraverso parametri strutturali rilevati in un determinato momento, ma debba essere considerata come un fenomeno dinamico derivante dall’interazione tra strut-

tura forestale, biodiversità, processi ecologici e storia dei disturbi.

A questo percorso si affianca l’Accordo di collaborazione tra Regione Basilicata e Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali dell’Università della Basilicata, finalizzato all’identificazione di nuove aree definibili come boschi vetusti e alla predisposizione di indicazioni per la loro gestione e tutela. L’esperienza del Pollino evidenzia come l’efficacia della Rete nazionale dipenda non solo dalla solidità del quadro normativo, ma dalla capacità di integrare ricerca scientifica, amministrazioni pubbliche e gestione territoriale in un processo condiviso e adattivo, particolarmente importante nei contesti mediterranei montani, dove la vetustà si esprime attraverso dinamiche e condizioni ecologiche differenti rispetto ai modelli centro-europei.

3. APPROCCIO METODOLOGICO

Il progetto ha interessato nove siti vetusti già individuati nell’ambito della precedente rete dei boschi vetusti dell’Appennino meridionale e di un Progetto PRIN MIUR 2007, prevedendo l’individuazione di tre nuove aree potenzialmente idonee all’inclusione nella rete. I siti si distribuiscono lungo un ampio gradiente altitudinale e comprendono tipologie forestali differenti: faggete microterme di alta quota, popolamenti misti di faggio e abete bianco, acere montane, leccete mediterranee e pinete di pino loricato in prossimità del limite superiore della vegetazione arborea (Figura 1).

Il monitoraggio strutturale è stato condotto su plot permanenti di un ettaro, all’interno dei quali sono stati rilevati diametri a petto d’uomo, altezze, distribuzione in classi diametriche, area basimetrica, volume della massa viva e volume della necromassa, distinguendo tra alberi morti in piedi, legno a terra e ceppaie.

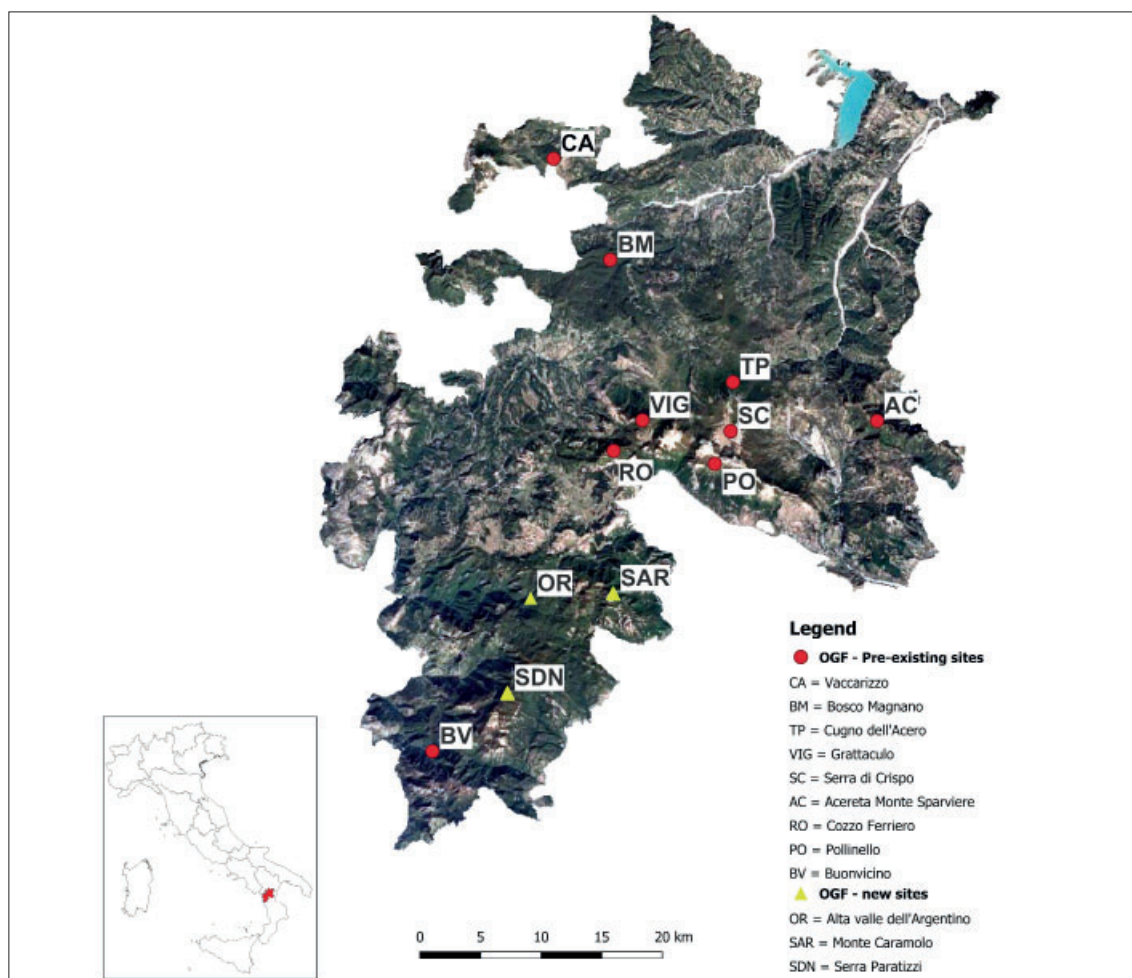


Figura 1 - Localizzazione delle aree di studio analizzate all'interno del Parco Nazionale del Pollino, individuate tramite immagini satellitari. Le sigle in rosso identificano i diversi siti campione elencati in legenda. Nel riquadro a destra è indicata la posizione geografica dell'area di studio all'interno del territorio italiano.

Particolare attenzione è stata riservata alla distinzione degli stadi di decomposizione del legno morto, in quanto indicatore fondamentale della fase evolutiva e della funzionalità ecologica del popolamento (Figura 2).

Rispetto alla campagna 2015, il protocollo è stato aggiornato al fine di ridurre l'impatto sul suolo e ottimizzare l'efficienza operativa, passando da una griglia sistematica di micro-plot a un campionamento lungo transetti diagonali. Tale scelta metodologica ha consentito di mantenere la comparabilità temporale dei dati, riducendo la ridondanza informativa e il disturbo fisico.

La componente floristica è stata analizzata mediante rilievi condotti in quadrati permanenti, registrando la composizione dello strato erbaceo e arbustivo. La complessità strutturale è stata sintetizzata mediante l'elaborazione di un indice aggregato denominato *Structural Heterogeneity Index* (SHI), integrato con analisi multivariate (PCA, CCA, PCoA) volte a esplorare le relazioni tra struttura, topografia e distribuzione delle specie vegetali.

Particolare attenzione è stata rivolta anche alle specie licheniche indicatrici di continuità ecologica, caratterizzate da cicli biologici lun-

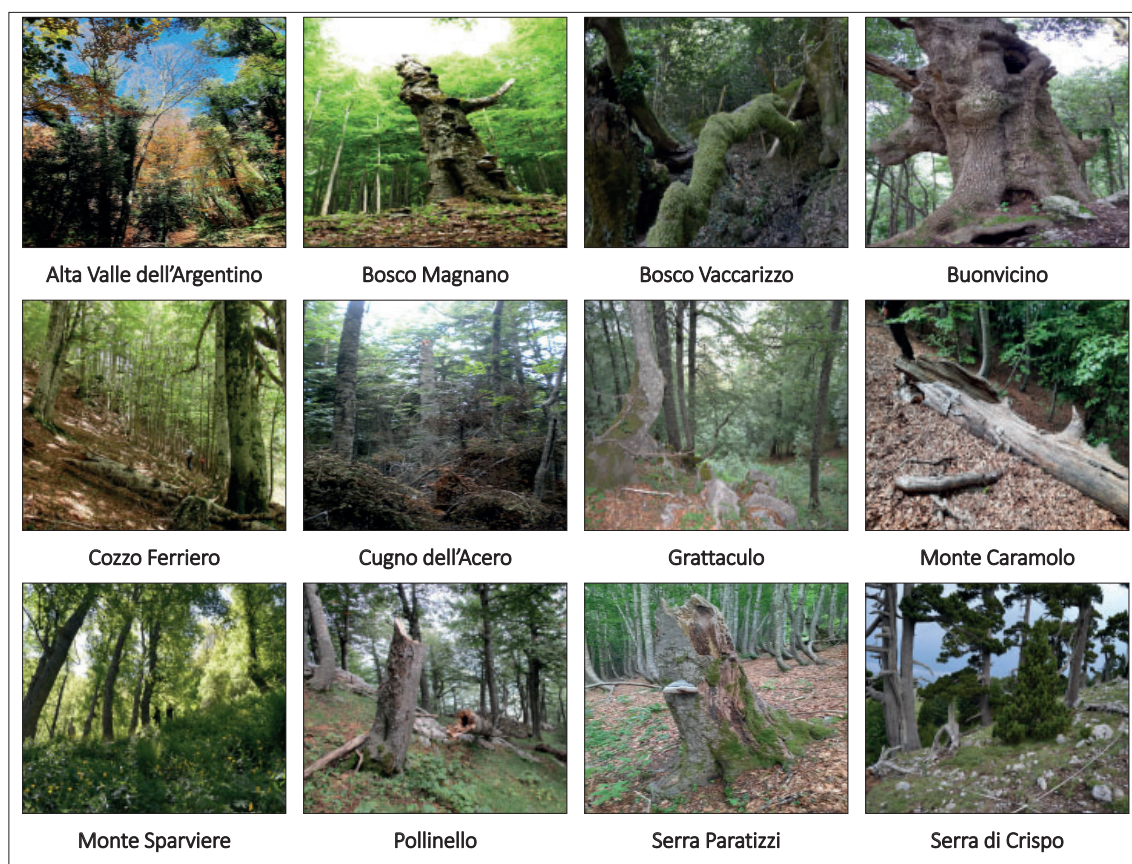


Figura 2 - Immagini dei siti vetusti nel Parco Nazionale del Pollino.

ghi e limitata capacità di dispersione e colonizzazione, e quindi particolarmente dipendenti dalla persistenza nel tempo di microhabitat idonei.

Parallelamente, è stata indagata la componente faunistica. Il monitoraggio entomologico si è concentrato su gruppi target di coleotteri saproxilici e altri taxa indicatori, con calcolo di indici di diversità alfa e beta e analisi delle guild funzionali. Il monitoraggio ornitologico è stato effettuato mediante point count con approccio distance sampling, valutando ricchezza specifica, abbondanza e grado di specializzazione forestale delle comunità.

Un ulteriore livello di analisi ha riguardato lo studio delle serie temporali Landsat (1985-2024) per mappare le dinamiche della vegetazione. Utilizzando l'indice EVI e la *Sen's Slope*

analysis, è stato infatti possibile quantificare i trend decennali e localizzare i fenomeni di miglioramento (*greening*) o degrado (*browning*) del vigore vegetativo. L'attività si è conclusa con l'applicazione di algoritmi *Random Forest* per mappare le potenziali classi di vetustà in tre aree pilota e con la definizione della distribuzione potenziale di specie faunistiche di interesse comunitario mediante *Ecological Niche Models* (ENM).

4. COMPLESSITÀ ECOLOGICA E BIODIVERSITÀ

L'analisi strutturale, floristica e faunistica condotta sui nuclei di bosco vetusto del Parco Nazionale del Pollino ha consentito di delineare un quadro generale di elevata comples-

sità ecologica e sostanziale stabilità dinamica nel medio periodo, confermando il valore di tali sistemi forestali nel contesto mediterraneo montano. Il confronto tra le campagne di monitoraggio distanziate di circa un decennio ha evidenziato una generale stabilità dei principali parametri dendrometrici, con lievi incrementi dell'area basimetrica e del volume della massa viva in diversi siti, indicativi di una progressione naturale verso stadi di maggiore maturità strutturale. Le distribuzioni diametriche risultano ampie e irregolari, con coesistenza di alberi di differente età, con presenza di esemplari plurisecolari, alcuni dei quali superano abbondantemente i 500 anni; si tratta di una configurazione distintiva della vetustà forestale che si discosta da molte delle strutture tipiche delle fustaie di origine antropica (Franklin et al., 1981). In particolare, le faggete di alta quota e i popolamenti misti di faggio e abete bianco mostrano i valori più elevati di complessità valutata con l'indice di eterogeneità strutturale (SHI), associati a una maggiore stratificazione verticale e a una significativa presenza di necromassa distribuita in diverse classi di decomposizione.

La necromassa, componente chiave per la funzionalità ecosistemica dei boschi vetusti, si presenta in tutti i siti analizzati con volumi medi intorno ai $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, con punte significativamente superiori in alcune formazioni, come quelle di Cozzo Ferriero e Cugno dell'Acero. Sebbene tali valori risultino talora inferiori rispetto a quelli riportati in alcune foreste primarie dell'Europa centro-settentrionale (Sabatini et al., 2020), l'elemento maggiormente rilevante è rappresentato dalla varietà delle fasi di decomposizione e dalla continuità temporale del processo di turnover, aspetti che garantiscono la disponibilità costante di microhabitat per comunità saproxiliche specializzate (Lindenmayer & Franklin, 2002). La presenza di coleotteri di elevato interesse con-

servazionistico, come *Rosalia alpina* e *Osmoderma italicum*, conferma la funzionalità ecologica del legno morto e la coerenza dei siti del Pollino con i criteri di naturalità adottati a livello europeo per l'identificazione delle foreste vetuste (Burrascano et al., 2008). In ambiente mediterraneo, i processi di decomposizione sono fortemente condizionati dall'interazione tra temperatura, disponibilità idrica ed elevata variabilità climatica, imponendo una lettura contestualizzata del volume assoluto di necromassa. Pertanto, la valutazione della vetustà forestale deve trascendere dall'applicazione di soglie quantitative rigide, privilegiando un approccio qualitativo che valorizzi la distribuzione funzionale e la diversità strutturale del legno morto in relazione alle specificità biogeografiche locali.

L'analisi multivariata ha evidenziato una correlazione significativa tra complessità strutturale e fattori topografici, in particolare quota e pendenza, in linea con quanto osservato in altri contesti montani italiani ed europei (Burrascano et al., 2013; Motta et al., 2022). I siti localizzati in aree più impervie e meno accessibili mostrano in genere livelli più elevati di complessità strutturale a testimonianza del ruolo storico della marginalità territoriale: nel rendere inattuabili le utilizzazioni boschive e di conseguenza lasciare alla dinamica naturale questi popolamenti ad elevata naturalità. Tuttavia, la topografia spiega solo una parte della variabilità osservata; una sua quota consistente è riconducibile alla composizione specifica, alla fertilità stazionale e alla memoria dei disturbi naturali e antropici. Tale risultato conferma che la vetustà non può essere interpretata come semplice esito di condizioni ambientali statiche, ma come fenomeno dinamico emergente dall'interazione di molteplici fattori ecologici e storici.

Sotto il profilo floristico, in analogia con quanto riscontrato per altre foreste vetuste

dell'Appennino e dell'arco alpino (Burrascano et al., 2009; Marchetti & Blasi, 2010), è stata osservata una relazione significativa tra la complessità strutturale del soprassuolo e la composizione specifica della flora. Le faggete microterme di alta quota si distinguono per la presenza di specie a baricentro distributivo boreale o orofilo, mentre i popolamenti misti a quote inferiori presentano una maggiore diversità di specie mesofile e macroterme (Filibeck et al., 2015). La relazione tra struttura forestale e composizione floristica risulta significativa, evidenziando come la stratificazione verticale e la stabilità microclimatica influenzino la distribuzione delle specie del sottobosco.

Tra la componente lichenica, particolare attenzione è stata posta ai popolamenti di *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm (ciclo generazionale fino a 25 anni) e di *Lethariella intricata* (Morris) Krog, specie indicatrici di lunga continuità ecologica e pertanto necessitano di condizioni ecologiche costanti perché possano riprodursi.

Analogamente, la componente ornitica evidenzia un grado di specializzazione forestale più elevato nei siti a maggiore complessità strutturale, suggerendo una stretta relazione tra eterogeneità del soprassuolo e qualità dell'habitat per specie forestali sensibili.

L'analisi delle serie storiche satellitari (1985-2024) ha fornito indicazioni rilevanti sulla dinamica del vigore vegetativo su scala pluridecennale. La prevalenza di trend di *greening*, unita alla stabilità dei restanti settori, suggerisce che i popolamenti vetusti del Pollino abbiano mantenuto una sostanziale resilienza funzionale nel periodo osservato. Tali evidenze escludono fenomeni di declino diffuso, nonostante il contesto climatico mediterraneo sia interessato da una crescente frequenza di eventi estremi con particolare riferimento alle ondate di calore. Questo dato suggerisce una resilienza significativa, potenzialmente associata alla complessità strutturale e alla diversità

funzionale dei popolamenti, che possono agire da buffer rispetto agli stress ambientali (Colangelo et al., 2021; Baliva et al., 2024). Tuttavia, la stabilità osservata non esclude possibili vulnerabilità future legate all'aumento delle temperature medie e alla riduzione delle precipitazioni estive, rendendo necessario il proseguimento del monitoraggio nel lungo periodo.

Inoltre, da quanto emerge dalle analisi rivolte in particolare all'artropodofauna e condotte tramite statistica multivariata ed *Ecological Niche Modelling*, si nota come la differenza tra alcuni nuclei sia piuttosto marcata (ad esempio, tra Bosco Magnano e tutti gli altri siti). L'approccio integrato delle due tecniche ha infatti consentito non solo una descrizione tramite indicatori di diversità specifica e funzionale, ma ha anche permesso di ottenere degli output spazialmente espliciti, soprattutto in termini di compatibilità potenziale delle specie target di invertebrati, anche di interesse comunitario, sulla scala dell'intero territorio del Parco.

Nel confronto con il panorama italiano ed europeo, i boschi vetusti del Pollino si collocano tra le realtà di maggiore interesse per longevità degli alberi, continuità ecologica e varietà fisionomica. Sebbene i volumi legnosi e la produttività possano risultare inferiori rispetto ad alcune foreste primarie dell'Europa centrale, la complessità strutturale e la ricchezza di microhabitat risultano pienamente comparabili, a dimostrazione che la vetustà mediterranea segue traiettorie ecologiche proprie ma non meno significative (Sabatini et al., 2020; Motta et al., 2022). In questo senso, i risultati confermano che l'applicazione di criteri uniformi su scala europea deve essere accompagnata da una lettura contestualizzata, capace di integrare dimensioni strutturali, floristiche e funzionali adattate alle condizioni bioclimatiche locali.

Nel complesso, le evidenze raccolte confermano che la vetustà forestale potrebbe essere considerata un fenomeno multidimensionale,

in cui struttura, biodiversità e dinamiche ecosistemiche si intrecciano in modo inscindibile. La stabilità strutturale, la presenza di necromassa funzionalmente attiva, la ricchezza faunistica e la resilienza vegetativa osservata costituiscono elementi convergenti che attestano l'elevato valore conservazionistico di tali ecosistemi. Allo stesso tempo, il confronto con la letteratura europea evidenzia la necessità di sviluppare approcci di monitoraggio e gestione adattati al contesto mediterraneo, fondati su un'integrazione tra ricerca scientifica, pianificazione territoriale e politiche di conservazione.

5. GOVERNANCE, CONSERVAZIONE E MONITORAGGIO

Le evidenze strutturali, floristiche e faunistiche emerse dall'analisi dei nuclei vetusti del Parco Nazionale del Pollino hanno consentito di delineare un primo quadro generale di obiettivi gestionali a medio-lungo termine. Tali evidenze indicano chiaramente che la conservazione di tali ecosistemi non può essere affidata a misure meramente formali o a vincoli statici di tutela. La gestione dei boschi vetusti richiede un quadro di governance multilivello, capace di integrare strumenti normativi nazionali, pianificazione territoriale regionale e conoscenze scientifiche aggiornate, secondo i principi dell'*adaptive management*.

L'inserimento dei siti nella Rete nazionale dei boschi vetusti istituita con Decreto MASAF 5 aprile 2023, n. 193945, rappresenta un passaggio strategico non solo per il riconoscimento giuridico, ma per l'armonizzazione degli standard di tutela su scala nazionale ed europea. Tuttavia, l'efficacia della rete dipende dalla qualità dei dati a supporto della perimetrazione e dalla capacità delle amministrazioni competenti di tradurre i criteri generali delle Linee guida ministeriali (DM 18 novembre

2021) in strumenti di pianificazione operativa coerenti con il contesto locale. In questo senso, il caso del Pollino dimostra come la produzione di dati strutturali, modelli spaziali di vetustà e analisi di biodiversità possa costituire la base per decisioni *evidence-based*, rendendo più trasparenti, coerenti e riproducibili le decisioni di tutela.

L'adozione di un approccio improntato alla *strict protection* deve essere intesa come tutela prioritaria dei processi ecologici naturali e prevenzione delle pressioni antropiche, prevenendo eventuali interventi diretti solo quando strettamente necessari al conseguimento degli obiettivi di conservazione. In termini di policy, ciò implica la definizione di obiettivi misurabili di integrità ecologica, la prevenzione dei fattori cumulativi di pressione e l'integrazione sistematica di indicatori strutturali e faunistici nei sistemi di monitoraggio. In ambiente montano mediterraneo, infatti, attività quali la fruizione ricreativa non regolamentata, il pascolo residuale e la raccolta di legna per uso civico possono compromettere i processi di rigenerazione, alterare la continuità della copertura forestale e ridurre la disponibilità di legno morto. Le aree tampone "buffer zones" assumono, in questo quadro, un ruolo strategico: esse rappresentano spazi di transizione nei quali le attività antropiche devono essere regolate in funzione della protezione del nucleo vetusto, secondo una logica di zonizzazione funzionale e gradiente di tutela.

Ad esempio, la pianificazione delle attività ricreative, del pascolo e degli interventi forestali nelle aree limitrofe deve fondarsi su un'analisi preventiva delle pressioni e dei rischi, integrando la mappatura degli hotspot di biodiversità e delle aree a maggiore complessità strutturale. L'analisi spaziale dei modelli relativi alla vetustà forestale e alla distribuzione dell'artropodofauna saproxilica consente di identificare porzioni di territorio prioritarie

per la conservazione, facilitando la definizione di soglie di carico ecologico e la regolazione differenziata degli usi. Tale approccio è coerente con i principi della Strategia europea per la biodiversità al 2030, che richiede una protezione rigorosa delle foreste primarie e vetuste e una gestione basata su indicatori di integrità ecosistemica.

Accanto alla tutela, la valorizzazione delle formazioni vetuste richiede modelli di fruizione ecosostenibile coerenti con la loro vulnerabilità ecologica. La regolamentazione della mobilità ciclistica in aree meno impervie e l'eventuale delimitazione di tracciati dedicati, unitamente a strategie di comunicazione mirate, possono contribuire a ridurre l'impatto antropico mantenendo una funzione educativa e sociale del bosco vetusto.

Sul piano socio-economico, la tutela dei boschi vetusti deve essere integrata con strategie di valorizzazione compatibili, in grado di conciliare conservazione e sviluppo locale. Ciò implica il coinvolgimento degli stakeholder territoriali in processi partecipativi trasparenti, nei quali le restrizioni d'uso siano accompagnate da opportunità di sviluppo sostenibile, quali forme di ecoturismo regolamentato e programmi di educazione ambientale. La legittimità sociale delle misure di protezione rappresenta infatti un fattore chiave per la loro efficacia nel lungo periodo. L'ottimizzazione dei protocolli di monitoraggio ornitologico, mediante l'impiego di modelli statistici in grado di stimare probabilità di presenza e abbondanza correggendo per il fatto che non tutte le presenze vengono osservate, insieme alla standardizzazione delle covariate ambientali e all'integrazione di indicatori di pressione antropica, consente di collegare in modo esplicito le variazioni delle comunità biologiche ai gradienti di disturbo. Analogamente, l'inclusione di variabili microclimatiche e l'ampliamento del campionamento a ulteriori gruppi

tassonomici rafforzano la capacità di rilevare cambiamenti precoci nei processi ecosistemici. Gli studi condotti inoltre suggeriscono l'inclusione nel piano di monitoraggio di variabili ambientali finora non considerate, quali il microclima, e l'estensione del campionamento ad altri gruppi tassonomici (isopodi, acari, araneidi, miriapodi, lepidotteri), così da rafforzare la comprensione delle relazioni tra struttura forestale e biodiversità.

In aggiunta, il monitoraggio della dinamica strutturale dei popolamenti e dei quantitativi di legno morto nelle sue diverse componenti dovrebbe rappresentare un punto importante per capire la dinamica in assenza di disturbo e imitarla nell'applicazione di approcci selvicolturali sostenibili che oggi fanno riferimento alla selvicoltura prossima alla natura (Iovino, 2024).

Infine, la prospettiva di lungo termine deve prevedere non solo il mantenimento dei nuclei attualmente riconosciuti, ma la possibilità di estendere progressivamente la rete attraverso nuove indagini ricognitive. In tal senso, la conservazione dei boschi vetusti non può essere concepita come processo statico, bensì come processo dinamico, nel quale la conoscenza scientifica orienta la pianificazione e la pianificazione retroagisce sulla produzione di nuova conoscenza. Il caso del Pollino offre quindi un modello di integrazione tra ricerca, policy e gestione territoriale, in linea con le più avanzate pratiche internazionali di *conservation governance*.

6. CONCLUSIONI

Le foreste vetuste del Parco Nazionale del Pollino rappresentano ecosistemi di straordinario valore ecologico e biogeografico, testimoni di dinamiche forestali spontanee che in gran parte del territorio europeo risultano ormai rare. Il progetto *Old Growth For. Pollino* ha di-

mostrato come un approccio integrato, capace di combinare monitoraggi di campo, analisi multivariate, telerilevamento e modellistica ecologica, consenta di delineare un quadro dinamico e multidimensionale della vetustà forestale.

La stabilità strutturale osservata e la presenza di specie saproxiliche, licheniche e ornitiche di interesse comunitario confermano l'elevato valore conservazionistico dei siti. Inoltre, la predominanza di classi di vetustà medio-alte, e i segnali di resilienza evidenziati dall'analisi dei trend vegetativi suggeriscono che tali ecosistemi conservano un elevato potenziale di adattamento. Tuttavia, la complessità dei gradienti topografici e climatici impone la necessità di strategie conservative e adattative, capaci di monitorare eventuali criticità legate al cambiamento climatico e alle pressioni antropiche.

In questa prospettiva, la definizione dinamica delle aree core e buffer, l'integrazione tra comparto forestale e faunistico e il coinvolgimento attivo degli stakeholder attraverso percorsi di *citizen science* rappresentano elementi chiave per una conservazione efficace e condivisa. Le foreste vetuste del Pollino non costituiscono soltanto un patrimonio naturale da tutelare, ma un laboratorio vivente per la comprensione delle dinamiche forestali mediterranee e per la costruzione di modelli gestionali orientati alla sostenibilità di lungo periodo.

Ringraziamenti

Lavoro svolto con il contributo del progetto "Le foreste vetuste del Pollino tra biodiversità e misure di conservazione (*Old Growth For. Pollino*)", id. n°NBFC_S8P1_0035, CUP[D15G23000090006], dell'Ente Parco Nazionale del Pollino e finanziato nell'ambito del Bando Biodiversità del CNR (Fondi PNRR). Lavoro realizzato anche con il contributo della Regione Basilicata, Ufficio Foreste e Tutela del

Territorio, nell'ambito del progetto "Identificazione delle aree definibili come boschi vetusti e indicazioni per la loro gestione e tutela". Si ringrazia per il supporto logistico il Comando dei Carabinieri Forestali di Rotonda (PZ, Parco del Pollino). Infine un sentito ringraziamento alle guide escursionistiche Silvio Carrieri e Maurizio Cauteruccio per il contributo logistico e rilievi strutturali e floristici.

RIASSUNTO

Le foreste vetuste costituiscono ecosistemi forestali ad elevata naturalità nei quali si esprimono compiutamente i processi spontanei di rinnovazione, competizione e senescenza. Esse si distinguono per la presenza di alberi vetusti e di grandi dimensioni, necromassa in diversi stadi di decomposizione e una ricca articolazione di microhabitat. Nel contesto mediterraneo tali ecosistemi risultano rari e frammentati, ma rivestono un ruolo strategico per la conservazione della biodiversità, per la comprensione delle dinamiche forestali e per l'analisi delle risposte al cambiamento climatico. Il Parco Nazionale del Pollino ospita una delle reti più significative di boschi vetusti dell'Appennino meridionale. Con il progetto *Old Growth For. Pollino* è stato aggiornato il monitoraggio decennale su nove siti vetusti, e caratterizzato tre nuove formazioni forestali, analizzato la componente strutturale, floristica e faunistica e applicato modelli predittivi di vetustà e di idoneità ecologica. I siti monitorati mostrano un'elevata complessità strutturale nei popolamenti di faggio e misti, presenza di specie di interesse conservazionistico e una generale stabilità nel tempo. L'analisi integrata conferma che la vetustà forestale rappresenta l'esito di un sistema complesso risultante dall'interazione tra struttura, topografia, biodiversità floristica e memoria dei disturbi. L'approccio multidimensionale adottato fornisce basi scientifiche per lo sviluppo di strategie di gestione forestale orientate alla conservazione adattiva.

BIBLIOGRAFIA

Baliva, M., Palli, J., Perri, F., Iovino, F., Luzzi, G., & Piovesan, G. (2024). The return of tall forests: Reconstructing the canopy resilience of an extensively

- harvested primary forest in Mediterranean mountains. *Science of the Total Environment*, 953, 176140. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175806>
- Barredo, J., Brailescu, C., Teller, A., Sabatini, F. M., Mauri, A., & Janouskova, K. (2021). *Mapping and assessment of primary and old-growth forests in Europe* (EUR 30661 EN). Publications Office of the European Union.
- Blasi, C., Marchetti, M., Chiavetta, U., Aleffi, M., Audisio, P., Azzella, M. M., & Burrascano, S. (2010). Multi-taxon and forest structure sampling for identification of indicators and monitoring of old-growth forest. *Plant Biosystems*, 144(1), 160–170. <https://doi.org/10.1080/11263500903560538>
- Burrascano, S., Keeton, W. S., Sabatini, F. M., & Blasi, C. (2013). Commonality and variability in the structural attributes of moist temperate old-growth forests: A global review. *Forest Ecology and Management*, 291, 458–479. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.11.020>
- Burrascano, S., Lombardi, F., & Marchetti, M. (2008). Old-growth forest structure and deadwood: Are they indicators of plant species composition? A case study from central Italy. *Plant Biosystems*, 142(2), 313–323. <https://doi.org/10.1080/11263500802150613>
- Burrascano, S., Rosati, L., & Blasi, C. (2009). Plant species diversity in Mediterranean old-growth forests: a case study from central Italy. *Plant Biosystems*, 143(1), 190–200. <https://doi.org/10.1080/11263500802709699>
- Castellaneta, M., Schettino, A., Travascia, D., Lapolla, A., Colangelo, M., Marchianò, V., Bernardo, L., Gargano, D., Passalacqua, N., Rivelli, A. R., Misano, G., Regina, L., Maradei, V., Digilio, S., Viggiano, P., & Ripullone, F. (2023). I boschi vetusti nel Parco del Pollino: situazione attuale e prospettive future. *Forest@*, 20, 22–29. <https://doi.org/10.3832/efor4303-020>
- Chiti, E., & Piovesan, G. (2025). Reclaiming strict protection via the European Green Deal. *Frontiers in Ecology and the Environment*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/fee.70011>
- Colangelo, M., Camarero, J. J., Gazol, A., Piovesan, G., Borghetti, M., Baliva, M., Gentilesca, T., Rita, A., Schettino, A., & Ripullone, F. (2021). Mediterranean old-growth forests exhibit resistance to climate warming. *Science of the Total Environment*, 801, 149684. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149684>
- De Laurentis, D., & Piovesan, G. (2026). Le foreste vetuste. In L. Santini, R. Cazzolla Gatti, A. Chiarucci, M. di Marco, & C. Rondinini (a cura di), *Biologia della Conservazione*. Hoepli.
- Filibeck, G., Adams, J., Brunetti, M., Di Filippo, A., Rosati, L., Scoppola, A., & Piovesan, G. (2015). Tree ring ecological signal is consistent with floristic composition and plant indicator values in Mediterranean *Fagus sylvatica* forests. *Journal of Ecology*, 103(6), 1580–1593. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12478>
- Forest Europe. (2020). *State of Europe's Forests 2020*. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe.
- Franklin, J. F., Cromack, K., Jr., Denison, W., McKee, A., Maser, C., Sedell, J., & Juday, G. (1981). *Ecological characteristics of old-growth Douglas-fir forests* (General Technical Report PNW-118). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-118>
- Gilhen-Baker, M., Roviello, V., Beresford-Kroeger, D., & Roviello, G. N. (2021). Old growth forests and large old trees as critical organisms connecting ecosystems and human health. *Environmental Chemistry Letters*, 19, 4029–4039.
- Iovino, F. (2024). Lo studio della struttura di boschi vetusti nell'Appennino meridionale come base per la definizione di approcci selvicolturali sostenibili. *L'Italia Forestale e Montana*, 79(1), 7–23. <https://doi.org/10.36253/ifm-1123>
- Iovino, F., Marziliano, P. A., Menguzzato, G., & Nicolaci, A. (2010). Strutture delle faggete vetuste del Cilento e del Pollino. *L'Italia Forestale e Montana*, 65(6), 657–678. <https://doi.org/10.4129/IFM.2010.6.01>
- Lindenmayer, D. B., & Franklin, J. F. (2002). *Conserving forest biodiversity: A comprehensive multiscaled approach*. Island Press.
- Marchetti, M., & Blasi, C. (2010). Old-growth forests in Italy: towards a first network. *L'Italia Forestale e Montana*, 65(6), 679–698. <https://doi.org/10.4129/IFM.2010.6.02>
- Motta, R., Garbarino, M., Lingua, E., Lombardi, F., & Tognetti, R. (2022). La ricerca italiana ed il ruolo della comunità scientifica nella realizzazione dell'Albo nazionale delle "Foreste vetuste". *Forest@*, 19(2), 36–48. <https://doi.org/10.3832/efor4110-019>
- Peterken, G. F. (1996). *Natural woodland: Ecology and conservation in northern temperate regions*. Cambridge University Press.
- Piovesan, G., Biondi, F., Baliva, M., De Vivo, G., Mar-

- chianò, V., Schettino, A., & Di Filippo, A. (2019a). Lessons from the wild. *Ecology*, 100(9), e02737. <https://doi.org/10.1002/ecy.2737>
- Piovesan, G., Biondi, F., Baliva, M., Dinella, A., Di Fiore, L., Marchianò, V., & Di Filippo, A. (2019b). Tree growth patterns associated with extreme longevity: Implications for the ecology and conservation of primeval trees in Mediterranean mountains. *Anthropocene*, 26, 100199. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2019.100199>
- Piovesan, G., Di Filippo, A., Alessandrini, A. S., Biondi, F., & Schirone, B. (2005). Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth *Fagus* forest in the Apennines. *Journal of Vegetation Science*, 16(1), 13–28. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2005.tb02334.x>
- Sabatini, F. M., Burrascano, S., Keeton, W. S., Levers, C., Bauhus, J., Borcard, D., Brandl, R., Buchwald, E., Chaskovsky, O., Debaive, N., Horváth, F., Ibarzabal, G., Kuemmerle, T., Meyer, P., Motta, R., Newman, C., Nunes, L., Ódor, P., Panayotov, M., ... Paillet, Y. (2018). Where are Europe's last primary forests? *Diversity and Distributions*, 24(10), 1426–1439. <https://doi.org/10.1111/ddi.12778>
- Sabatini, F. M., Keeton, W. S., Lindner, M., Svoboda, M., Verkerk, P. J., Bauhus, J., Bruelheide, H., Burrascano, S., Debaive, N., Duarte, I., Garbarino, M., Grigoriadis, N., Lombardi, F., Mikoláš, M., Meyer, P., Motta, R., Mozgeris, G., Nunes, L., Ódor, P., ... Kuemmerle, T. (2020). Protection gaps and restoration opportunities for primary forests in Europe. *Diversity and Distributions*, 26(12), 1646–1662. <https://doi.org/10.1111/ddi.13158>