



## Ancient forests in the Marche region: an unexpected occurrence

### I boschi vetusti delle Marche: una presenza inaspettata

Giovanni Pelino <sup>(a)</sup> - Simone Fabbri <sup>(a)</sup> - Gioia Morelli <sup>(a)</sup> - Gianmarco Braconi <sup>(a)</sup>  
Giulio Cicalé <sup>(b)</sup> - Brunella Luciani <sup>(b)</sup> - Stefania Ramazzotti <sup>(b)</sup>, Alessandro Vitali <sup>(a)</sup>  
Fabio Gennaretti <sup>(a)</sup> - Carlo Urbinati <sup>(a)(\*)</sup>

<sup>(a)</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali (D3A), Area Sistemi Forestali e ForEcoLab, Università Politecnica delle Marche; via Brecce Bianche 10 - 60131 Ancona, Italia.

<sup>(b)</sup> Dipartimento Sviluppo economico, Direzione Agricoltura e Sviluppo rurale, Regione Marche, via Tiziano 44 - 60125 Ancona, Italia.

<sup>(\*)</sup> Corresponding Author; c.urbinati@univpm.it

**Abstract:** Ancient forests are ecosystems of high ecological and conservation value, featuring high biodiversity and structural complexity. In Italy, the identification and protection of such stands has been promoted by the National regulatory framework and the establishment of the National Network of Ancient Forests. This study presents the results of a survey conducted in the Marche region to identify forest stands exhibiting characteristics of *old-growthness*. Starting from 21 preliminarily selected sites, based on dendrometric and structural analyses and aerial photogrammetric observations, two beech forests with old-growth features were ultimately identified. Here further investigations were carried out using dendrochronological analysis and a survey of epiphytic lichen flora. Both stands exhibit unevenaged structures, high volumes of woody biomass and a significant presence of deadwood and seed regeneration. In addition, one of the two stands is home to beech trees over 350 years old and a high diversity of lichens, confirming its significant ecological value within the forest context of the central Apennines.

**Key words:** forest structure; regeneration; senescence; deadwood; lichens.

**Citation:** Pelino, G., Fabbri, S., Morelli, G., Braconi, G., Cicalé, G., Luciani, B., Ramazzotti, S., Vitali, A., Gennaretti, F., & Urbinati, C. (2026). I boschi vetusti delle Marche: una presenza inaspettata. *L'Italia Forestale e Montana*, 81(2s), 65–79. <https://dx.doi.org/10.36253/ifm-1244>

**Received:** 17/03/2026 **Revised version:** 17/06/2026 **Published online:** 25/09/2026

#### 1. INTRODUZIONE

In Europa, negli ultimi decenni, i boschi vetusti sono stati oggetto di un crescente interesse scientifico e istituzionale. In particolare, la ricerca si è concentrata sulla definizione di

criteri condivisi per la loro identificazione e caratterizzazione, nonché sull'individuazione di strategie e strumenti operativi finalizzati alla loro gestione e conservazione. Parallelamente, il tema ha acquisito un ruolo sempre più rilevante anche nei principali documenti di

indirizzo delle politiche comunitarie, come la Strategia dell'Unione Europea per la biodiversità (Strategia UE 2030) e le Linee guida della Commissione Europea pubblicate nel 2023. La necessità di conservare questi ecosistemi forestali è riconducibile a molteplici fattori di rilevanza ecologica e culturale. I boschi vetusti sono caratterizzati da strutture complesse che derivano da processi di rinnovazione, accrescimento, maturità, senescenza e di resistenza e resilienza ai disturbi naturali e antropogeni. Tali ecosistemi svolgono funzioni ecologiche di primaria importanza ospitando un'elevata ricchezza di biodiversità multitaxa e contribuendo in modo significativo al sequestro del carbonio atmosferico, nel suolo, nella biomassa epigea e nella necromassa. I boschi vetusti, oltre a rappresentare un patrimonio naturale di straordinario valore per le loro strutture e funzionalità prossime a quelle delle foreste primigenie, possiedono anche un'elevata valenza culturale e storica, quali testimoni della relazione millenaria tra le società umane e gli ecosistemi forestali (Blasi et al., 2010b; Barbati et al., 2012; Calamini et al., 2011; Sabatini et al., 2015; Piovesan et al., 2005). Nei boschi vetusti le fasi silvigenetiche si susseguono con ritmi e modalità vicine alla naturalità a differenza di quanto avviene nei boschi gestiti dove esse risultano spesso alterate o interrotte. Questa condizione rende tali ecosistemi un ambito privilegiato per lo studio dei processi ecologici forestali, dalla rinnovazione naturale alla decomposizione del legno morto e alla formazione di microhabitat. Il grado di impronta antropica rappresenta uno degli elementi chiave nella distinzione tra foreste vetuste e foreste primarie. Tale aspetto assume declinazioni tipologiche differenti nelle diverse regioni del Mondo, tanto che organismi internazionali come la FAO hanno cercato di proporre criteri di classificazione quanto più possibile condivisi e standardizzati (Buchwald, 2005).

In Europa, la distinzione tra foreste primarie e foreste vetuste si fonda su una combinazione di elementi ecologici e storico-gestionali che, tuttavia, non sempre consentono una discriminazione netta tra le due categorie. Le foreste primarie sono generalmente caratterizzate da processi di rinnovazione esclusivamente naturali, dall'assenza di evidenti segni di attività antropica ed eventuali disturbi sono riconducibili unicamente a dinamiche naturali. Le foreste vetuste, al contrario, pur non essendo state interessate da interventi gestionali per lunghi periodi, possono ancora conservare tracce di utilizzazioni o di altre attività pregresse. In questi ecosistemi, tuttavia, si sono progressivamente ristabiliti processi ecologici tipici delle foreste primarie, tra cui la rinnovazione prevalentemente gamica, l'accumulo significativo di necromassa sia in piedi sia a terra e la presenza diffusa di alberi habitat (European Commission, 2023). Sebbene in Italia non siano presenti foreste vetuste comparabili, per estensione e complessità strutturale e compositiva, a quelle che caratterizzano alcune regioni europee quali i Balcani o i Carpazi, la loro presenza, sebbene sporadica e frammentata, è stata ampiamente documentata lungo l'arco alpino, nella dorsale appenninica e nelle principali isole. Le superfici complessivamente riconducibili a tali ecosistemi ammontavano a circa 4.000 ettari (Piovesan et al., 2005; Blasi et al., 2010a; Sabatini et al., 2015; Di Filippo et al., 2017; Motta et al., 2022). In questo contesto, la normativa italiana ha assunto un ruolo pionieristico a livello europeo. Il Decreto Legislativo 34/2018 (*Testo unico in materia di foreste e filiere forestali*, TUFF), successivamente integrato dal D.L. 111/2019 (il cosiddetto *Decreto Clima* convertito in legge 141/2019) è stato infatti il primo provvedimento normativo in Europa a fornire una definizione specifica di bosco vetusto. Tale definizione ha rappresentato un riferimento rilevante anche nel processo

di elaborazione delle linee guida europee pubblicate nel 2023 (Stefani & Romano, 2024). A queste disposizioni hanno fatto seguito le linee guida nazionali per l'individuazione delle foreste vetuste approvate con D.M. n. 608943 del 19 novembre 2021, che hanno contribuito alla successiva istituzione della Rete nazionale dei boschi vetusti (D.M. n. 193945 del 5 aprile 2023). In attuazione di tali indirizzi ministeriali, tutte le regioni e le province autonome italiane sono state chiamate ad avviare attività di censimento, caratterizzazione e tutela delle eventuali foreste vetuste presenti nei rispettivi territori.

Secondo la normativa italiana, i boschi vetusti sono definiti come formazioni forestali che soddisfano specifici requisiti ecologici e gestionali: i) presenza di specie autoctone spontanee; ii) estensione minima di 10 ettari, riducibile fino a 2 ettari in casi opportunamente motivati; iii) assenza di disturbi antropici diretti da almeno 60 anni; iv) presenza contemporanea di stadi seriali di rinnovazione e senescenza spontanea. La normativa ammette inoltre la possibile occorrenza di disturbi naturali, quali incendi di origine naturale o schianti da neve e vento, ma esclude la presenza di disturbi antropici volontari ed evitabili, come il pascolo.

Nel presente contributo vengono sinteticamente illustrati i risultati dell'indagine finalizzata alla ricerca e identificazione dei boschi vetusti nel territorio regionale delle Marche, realizzata nell'ambito di un accordo di collaborazione tra l'Area Sistemi Forestali del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali (D3A) dell'Università Politecnica delle Marche (UNIVPM) e la Regione Marche, Servizio Agricoltura e Foreste. In particolare, si intende: i) documentare la presenza e la distribuzione dei boschi vetusti sul territorio regionale; ii) valutare le principali caratteristiche dendrometrico-strutturali e funzionali di

tali ecosistemi; iii) fornire un quadro conoscitivo utile per orientare azioni di tutela, gestione sostenibile e integrazione nella Rete nazionale dei boschi vetusti.

In una prima fase, sulla base delle conoscenze pregresse e delle segnalazioni fornite dal personale del Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari dei Carabinieri (CUFAA), è stata effettuata una selezione preliminare dei soprassuoli forestali potenzialmente riconducibili a questa tipologia, che ha portato all'individuazione di 21 siti di interesse. In assenza di protocolli specificamente sviluppati per il rilievo dendrometrico e strutturale delle foreste vetuste, sono state adottate metodologie di campionamento comunemente impiegate negli inventari forestali e nei piani di gestione. Laddove necessario, tali rilievi sono stati integrati con ulteriori analisi di approfondimento finalizzate a una più accurata caratterizzazione strutturale ed ecologica dei soprassuoli esaminati.

### 1.1 *La matrice forestale nella Regione Marche*

Il paesaggio forestale delle Marche presenta una diversità tipologica relativamente limitata, essendo stato modellato da millenarie pratiche agro-silvo-pastorali, intensivamente esercitate fino agli anni '60, le cui tracce rimangono tuttora evidenti nella struttura dei boschi. Negli ultimi decenni, i processi di densificazione e di ricolonizzazione delle aree abbandonate hanno determinato un incremento significativo della superficie forestale regionale, che oggi supera ampiamente i 300.000 ettari, corrispondente ad un coefficiente di boscosità superiore al 30%. Le stime numeriche variano a seconda della fonte, della risoluzione spaziale utilizzata e della dimensione minima del bosco (0,5 o 0,2 ha): 305.748 ha secondo la Carta Forestale d'Italia (CREA 2020), 311.081 ha secondo il Terzo Inventario Nazionale delle Foreste (INFC, 2015) e 315.250 ha secondo i dati Copernicus (Euro-

pean Environment Agency, 2024). Oltre l'80% di tale superficie è costituita da boschi di origine agamica e di proprietà privata. Sul territorio regionale sono presenti 11 categorie forestali di cui una arbustiva e dieci arboree. I querceti di roverella e gli orno-ostrieti occupano da soli più del 50% della superficie forestale ed escludendo le formazioni antropogeniche, come robinieti-ailanteti, rimboschimenti di conifere, formazioni ripariali e castagneti da frutto, rimangono quattro categorie principali: cerrete, leccete, boschi di latifoglie miste e faggete. Tra queste, le faggete, frequentemente situate in aree meno accessibili e a quote elevate, rappresentano le formazioni forestali con maggiore probabilità di ospitare lembi boschivi con caratteristiche di vetustà. Secondo la Carta Forestale Regionale (IPLA, 2001) le faggete marchigiane coprono il 7,8% della superficie forestale regionale e in gran parte rientrano nell'habitat 9210 "Faggete appenniniche con *Taxus baccata* e *Ilex aquifolium*" della rete Natura 2000 (Vitali et al., 2025). La loro presenza è concentrata principalmente sulle principali dorsali (marchigiana e umbro-marchigiana) e si estende a partire da circa 800 m s.l.m., divenendo dominante oltre i 1.200-1.300 m s.l.m., con popolamenti prevalentemente monospecifici. Le faggete si spingono fino al limite superiore del bosco, variabile tra 1.400 e 1.800 m s.l.m. in relazione alle condizioni ambientali e ai disturbi antropici. Fino alla metà del XX secolo, gran parte delle faggete era soggetta a intenso pascolamento, utilizzazioni estensive a turno breve per la produzione di legna da ardere e carbone e solo in minima parte adibite alla produzione di assortimenti di pregio. Le modalità di gestione e l'intensità di raccolta sono state inoltre influenzate dalle diverse tipologie di proprietà forestali (Urbinati et al., 2014; Urbinati, 2016). A partire dagli anni '50 del secolo scorso, il rapido sviluppo economico e la transizione dal settore primario

a quello secondario hanno determinato l'abbandono progressivo delle aree rurali e montane. Porzioni estese di faggete precedentemente ceduate sono state abbandonate, spesso convertite in soprassuoli coetanei e uniformi. La predominanza di boschi di origine agamica e la diffusa conversione a fustaia coetanea hanno limitato la diversificazione stadiale tipica delle foreste vetuste (Alessandrini et al., 2011; Di Filippo et al., 2017) rendendo più difficoltosa la loro individuazione secondo i criteri ministeriali. Uno studio preliminare basato sulle segnalazioni dei Parchi Nazionali (Blasi et al., 2010a) aveva indicato come vetuste due faggete regionali nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini, una nel comune di Bolognola (MC) e l'altra nei pressi della frazione Foce, comune di Montemonaco (AP). Tuttavia, nessuna di queste è stata confermata dalle indagini condotte nel presente lavoro perché non completamente conformi ai requisiti ministeriali, soprattutto quello relativo alla presenza di rinnovazione spontanea affermata.

## 2. MATERIALI E METODI

Il processo per l'individuazione dei soprassuoli con caratteri di vetustà è iniziato con la consultazione di materiale bibliografico, documentale e aerofotogrammetrico, nonché raccogliendo informazioni e conoscenze dirette, segnalazioni dei Carabinieri Forestali e di altri esperti e conoscitori del territorio. Fra i documenti consultati si segnalano: i Biotopi d'Italia (Pignatti, 1979), le Emergenze Botaniche Vegetazionali del PPAR Marche (Regione Marche, 1992), le schede di rete Natura 2000, l'Inventario delle Formazioni Vegetazionali Monumentali (Regione Marche, 2012), l'elenco delle Aree Floristiche (Regione Marche, 2013), i boschi residui delle Marche (Taffetani, 2020), i Piani Particolareggiati di Assesta-

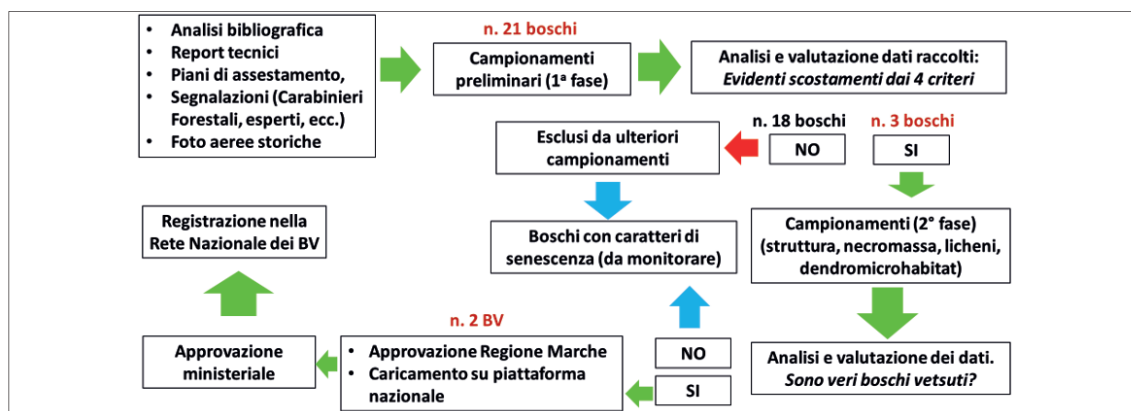


Figura 1 - Schema sintetico del processo metodologico utilizzato per la selezione dei boschi vetusti delle Marche ai fini del loro inserimento nella Rete nazionale dei boschi vetusti, MASAF.

mento Forestale delle aree di interesse, nonché le foto aeree del volo GAI (1954-1956). In Figura 1 è schematizzato il metodo utilizzato per selezionare, fra le numerose cenosi forestali segnalate, quelle con le caratteristiche di boschi vetusti.

Fra il 2024 e il 2025, sono stati esplorati i 21 popolamenti forestali selezionati dalle numerose consultazioni e analisi preliminari. In ognuno di essi, oltre a raccogliere le informazioni richieste dalla scheda MASAF, sono state realizzate 1 o 2 aree di saggio circolari di 20 m di raggio per quantificare le principali caratteristiche dendrometrico-strutturali dei soprassuoli. Dopo un primo accurato processo di selezione, basato sia sulla conformità a tutti e quattro gli attributi richiesti dal decreto ministeriale sia sui dati di campo acquisiti, dapprima tre e poi solamente due siti sono risultati idonei allo status di boschi vetusti. Gran parte dei siti esclusi era priva della coesistenza di tutte le fasi silvigenetiche, in particolare della rinnovazione da seme. Nelle aree selezionate, successivamente, per ulteriori approfondimenti confermativi, è stata effettuata un'analisi comparativa fra le foto aeree del volo GAI (1954-56) e le immagini satellitari attuali, al fine di valutare eventuali cambiamenti rilevanti della copertura forestale negli ultimi 70

anni. All'interno delle cenosi selezionate è stato applicato un protocollo di indagine analogo a quello dell'inventario INFC (Gasparini et al., 2016). In ciascun sito sono state realizzate 5 o 6 aree di saggio circolari con raggio di 13 m. Al loro interno, sono stati rilevati i seguenti parametri: diametro dei fusti vivi ( $DBH \geq 5$  cm), altezza totale e dell'inserzione di chioma (su individui con  $DBH \geq 5$  cm), ceppaie (*stump*, altezza  $\leq 130$  cm, diametro  $\geq 5$  cm), fusti morti (*snag*, altezza  $> 130$  cm, diametro  $\geq 5$  cm), detriti di legno grossolani (CWD, diametro  $\geq 5$  cm ad entrambe le estremità, lunghezza  $\geq 100$  cm), determinando, quando possibile: la specie e la classe di decomposizione, nonché la presenza/assenza di rinnovazione gamica e agamica. In ogni area di saggio da 2-3 individui dominanti è stata prelevata, con trivella di Pressler, una carota incrementale dal fusto a 1,30 m da terra. Sono stati, in seguito, calcolati: densità dei fusti (N/ha), densità dei fusti con diametro  $\geq 50$  cm ( $DBH_{50}$ ), media dei diametri ( $DBH_{media}$ ), media dell'altezza dei fusti ( $H_{media}$ ), deviazione standard dei diametri ( $DBH_{std}$ ), deviazione standard delle altezze ( $H_{std}$ ), volume del legno vivo (VOL), volume del legno morto ( $VOL_{snag}$ ;  $VOL_{stump}$ ;  $VOL_{cwd}$ ). Il volume di massa legnosa e la necromassa sono stati stimati utilizzando rispettivamente le tavo-

le dell'inventario (Tabacchi et al., 2011) e il protocollo INFC (Gasparini et al., 2016). Le carote incrementali prelevate sono state predisposte per l'analisi dendrocronologica eseguita con sistema semi-automatico LINTAB (Rinntech) e relativo software TSAP (Rinntech). Una stima degli eventuali anelli centrali mancanti è stata eseguita, dopo scansione del campione ad alta risoluzione (2.400 DPI), con il software CooRecorder (Larsson, 2014). Le serie di ampiezza degli anelli legnosi, dopo opportuna sincronizzazione visiva e statistica, sono state poi trasformate nei corrispondenti incrementi di area basimetrica (BAI, *Basal Area Increment*) e mediate. L'analisi ha consentito la determinazione dell'età massima e delle principali dinamiche di accrescimento degli alberi censiti. Infine, nelle cenosi selezionate è stato realizzato anche un censimento della flora lichenica epifitica. All'osservazione diretta in campo è seguita, per i campioni di difficile determinazione, un'analisi morfologica in microscopia e un'analisi cromatografica per la caratterizzazione dei metaboliti secondari. Le analisi sono state condotte presso il laboratorio di floristica e di biosistemica vegetale del BIOME-Lab dell'Università di Bologna. La nomenclatura e la tassonomia delle specie sono conformi al sistema informativo sui licheni d'Italia - ITALIC 8.0 (<https://italic.units.it/index.php>).

### 3. RISULTATI

#### 3.1 Caratteri stazionali e variazioni della copertura forestale

Dei 21 boschi oggetto di indagine, escludendo una lecceta costiera, un querceto misto e un acero-frassineto, 18 sono faggete localizzate prevalentemente nel settore meridionale dell'Appennino marchigiano. La maggior parte delle cenosi esaminate ha evidenziato una struttura coetaneiforme, talvolta bimodale per

la presenza di matricine residue e per la scarsa o assente rinnovazione naturale. Solo due faggete soddisfano pienamente i quattro requisiti previsti dalla normativa nazionale per l'identificazione dei boschi vetusti: una nel Bosco di Tecchie, nel comune di Cantiano (PU) e una nella Macchia Grossa, località Spina di Gualdo, nel comune di Castelsantangelo sul Nera (MC) (Figura 2 e Tabella 1).

La porzione vetusta di Tecchie (TEC) si estende in modo discontinuo per circa 40 ha all'interno della più ampia Riserva Naturale Orientata omonima (160 ha), inclusa nella ZSC/ZPS "IT5310018 - Serre del Burano". Il soprassuolo è rappresentato da una fascia di transizione tra cerreta e faggeta mesofila submontana, con la presenza di specie accessorie quali carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), carpino bianco (*Carpinus betulus*), tiglio (*Tilia cordata*), ciliegio (*Prunus avium*) e altre latifoglie mesofile. L'area si sviluppa lungo un gradiente altitudinale compreso tra 750 e 950 m s.l.m.,

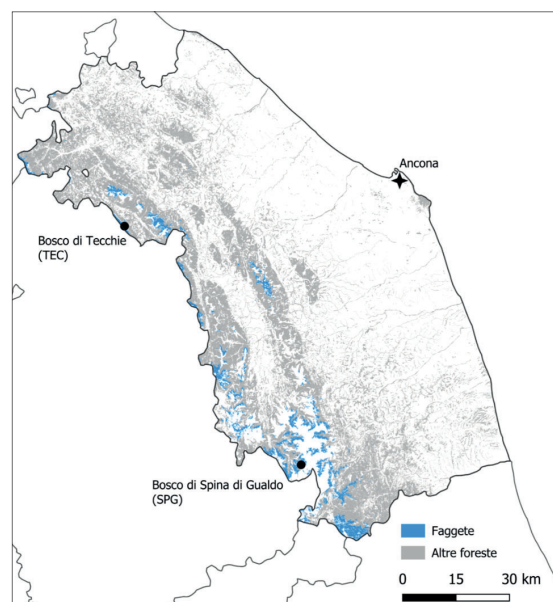


Figura 2 - Ubicazione delle due faggete vetuste proposte alla Regione Marche per il loro inserimento nella Rete nazionale dei boschi vetusti: Tecchie (PU) e Spina di Gualdo (MC).

*Tabella 1* - Caratteristiche stazionali delle due faggete vetuste marchigiane di Tecchie (PU) e Spina di Gualdo (MC).

| Codice | Sito                    | Lat<br>Long              | Alt<br>[m s.l.m.] | Pend<br>[°] | Esp | Substrato            | Sup<br>[ha] | Tipo<br>forestale                 | Plot<br>[n] |
|--------|-------------------------|--------------------------|-------------------|-------------|-----|----------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| TEC    | Tecchie<br>(PU)         | 43°28'26"N<br>12°33'8"E  | 800               | 18          | NE  | Marnoso-<br>arenaceo | 39          | Faggeta<br>mesofila<br>submontana | 6           |
| SPG    | Spina di<br>Gualdo (MC) | 42°52'26"N<br>13°11'31"E | 1600              | 26          | NO  | Carbonatico          | 13          | Faggeta<br>eutrofica              | 5           |

su suoli marnoso-arenacei del versante nord-orientale delle Serre del Burano. La distribuzione discontinua dei nuclei vetusti è dovuta alla presenza di ampie porzioni in fase di senescenza immerse in una matrice forestale costituita prevalentemente da cedui fuori turno massimo e/o in fase di conversione a fustaia.

Il bosco vetusto di Spina di Gualdo (SPG) si estende, invece, per circa 13 ha all'interno dell'area denominata *Macchia Grossa*, una faggeta pura eutrofica di alta quota (circa 1600 m s.l.m.) sviluppata su suoli carbonatici del Monte Prata (1714 m s.l.m.), nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini, al di fuori della limitrofa ZSC "IT5330006 - Faggeta di San Lorenzo". Il limite altitudinale superiore del bosco è a contatto con aree prative interessate dal passaggio di piste da sci appartenenti agli impianti del Monte Prata. Sulla base delle foto aeree del volo GAI del 1954 e delle immagini satellitari attuali (Google Earth Pro, 2025) si osserva la variazione della copertura forestale avvenuta nei due siti negli ultimi 70 anni (Figura 3). A Spina di Gualdo (SPG) in passato la faggeta aveva una densità di copertura più ridotta perché, come gran parte delle faggete di altitudine appenniniche, era caratterizzata da nuclei arborei ben distanziati per consentire il pascolamento. La progressiva riduzione del carico animale ha determinato la chiusura delle chiare e lo sviluppo di una matrice forestale continua, all'interno della quale risultano

inclusi i nuclei originari di faggio, oggi caratterizzati da condizioni di vetustà. A Tecchie (TEC) invece non si evidenziano cambiamenti significativi della copertura forestale nell'intervallo temporale analizzato. Nell'immagine del 1954, aree sottoposte a ceduzione sono localizzate solo ai margini del nucleo più naturale del popolamento. Ad oggi, gran parte di esse hanno recuperato una copertura forestale continua. All'interno dell'area perimetrata come vetusta non si osservano, negli ultimi settant'anni, variazioni apprezzabili della copertura forestale. Nelle aree limitrofe le attività agro-pastorali, storicamente diffuse, sono state progressivamente abbandonate a partire dagli anni '50 del secolo scorso consentendo il recupero della copertura forestale ormai tipica del paesaggio circostante.

### 3.2 Assetto dendrometrico strutturale

Nonostante la diversa densità arborea (N/ha), le due cenosi presentano una distribuzione diametrica chiaramente disetaneiforme (Figura 4).

Le curve polinomiali ottenute dalla distribuzione logaritmica ( $\log_{10}$ ) del DBH mostrano un andamento assimilabile a "sigmoidi ruotate", analoghe a quelle descritte da Goff e West (1975) e considerate tipiche delle foreste vetuste delle regioni temperate (Alessandrini et al., 2011; Lábusová et al., 2019). In questi soprassuoli, tale distribuzione riflette un anda-

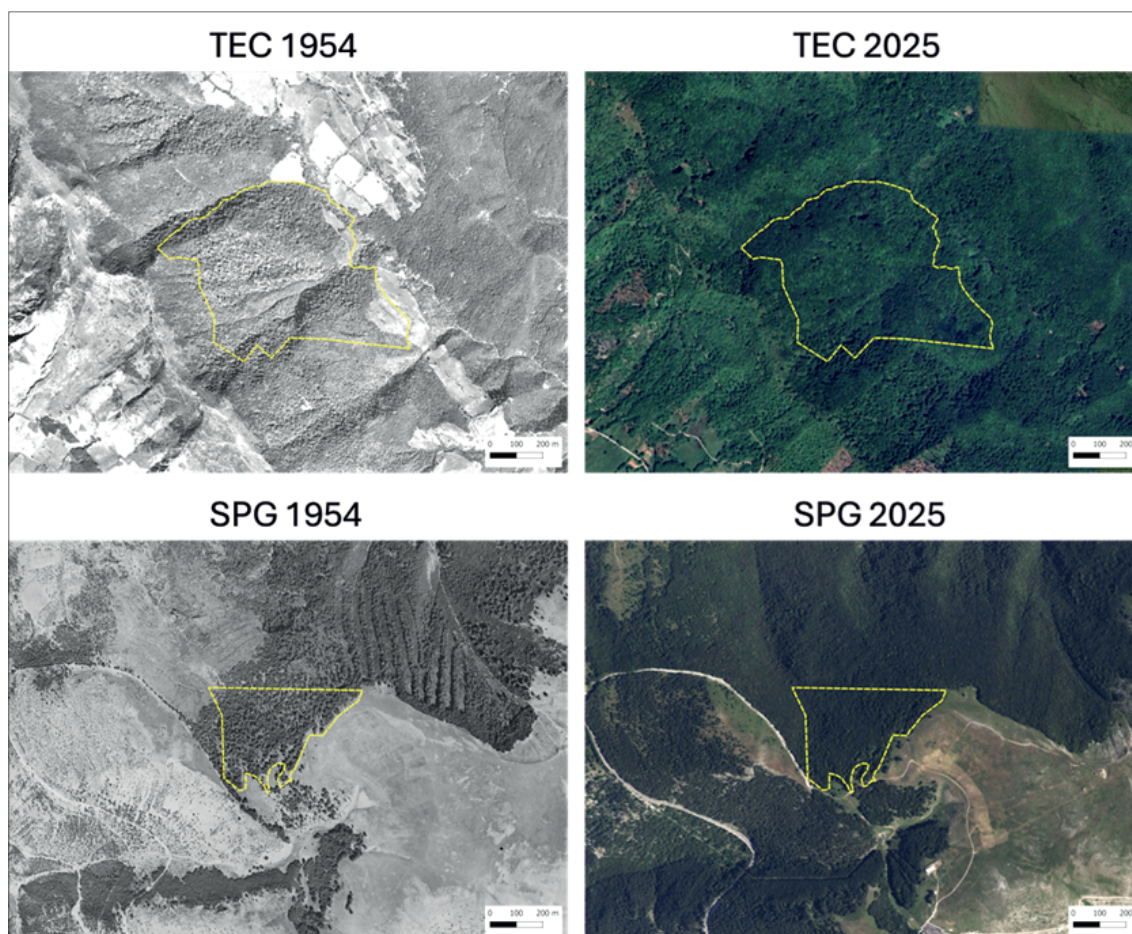


Figura 3 - Ubicazione e perimetrazione (linea gialla) delle porzioni dei due boschi vetusti di Tecchie (TEC) e Spina di Gualdo (SPG): a sinistra immagine volo GAI 1954 a destra immagine Google Satellite 2025.

mento esponenziale negativo dei diametri con due punti di flesso: il primo associato all'elevata mortalità nelle classi giovanili, determinata dalla forte competizione per le risorse e il secondo relativo agli individui di maggiori dimensioni, la cui mortalità è generalmente legata a processi di deperimento o senescenza. Il crollo o il ribaltamento di questi alberi dominanti, spesso dotati di chiome ampie e quindi più vulnerabili agli eventi perturbativi, determina l'apertura di gap di dimensioni rilevanti, favorendo l'insediamento della rinnovazione naturale (Figura 5).

I valori più elevati di DBH sono stati registrati nel popolamento di SPG, dove il dia-

metro massimo raggiunge 125 cm. In questo sito sono stati inoltre rilevati individui con età cambiale fino a circa 350 anni, valore massimo documentato ad oggi per le faggete marchigiane. Le altezze degli alberi risultano contenute, con valori generalmente inferiori ai 25 m. Nel sito di Tecchie (TEC), il diametro massimo osservato è pari a circa 100 cm e l'età cambiale degli individui più grandi non supera i 100 anni; tuttavia, grazie all'elevata fertilità edafica del sito, gli alberi dominanti raggiungono altezze superiori ai 40 m (Tabella 2).

Relativamente alla necromassa, i valori più elevati sono stati registrati a SPG rispetto a TEC (22,6 m<sup>3</sup>/ha vs 13,0 m<sup>3</sup>/ha), corrispon-

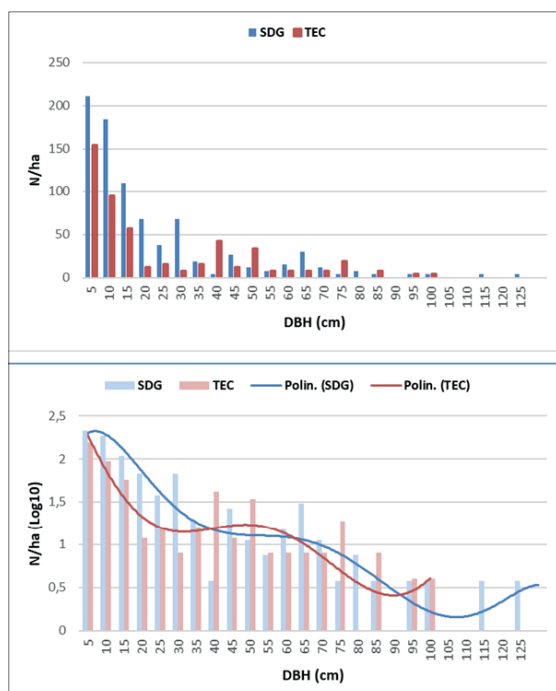


Figura 4 - Distribuzione di frequenza per classi diametriche di 5 cm nelle due faggete di Tecchie (TEC) e Spina di Gualdo (SPG) calcolata sia con i valori assoluti (sopra) sia con quelli trasformati in  $\log_{10}$  con le relative curve polinomiali (sigmoidi ruotate).

denti rispettivamente al 3,5% e al 2,2% della massa legnosa complessiva. Tale differenza è imputabile principalmente alla maggiore densità e dimensione degli *snag* presenti nel sito di Spina di Gualdo. Nonostante queste differenze, che riflettono anche dinamiche ecosistemiche diverse, i due popolamenti convergono per volume complessivo di massa legnosa in piedi, con valori prossimi a  $600 \text{ m}^3/\text{ha}$ , significativamente superiori a quelli mediamente riscontrati nelle faggete marchigiane, che raramente superano i  $400 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Entrambe le faggete presentano l'intera sequenza degli stadi silvigenetici, dalla rinnovazione alla senescenza, nonché ampi gap determinati dal crollo di individui di grandi dimensioni, nei quali si è insediata con successo una rinnovazione naturale abbondante di faggio. In particolare, nel sito



Figura 5 - Struttura forestale diversificata per la presenza di tutte le fasi silvigenetiche nelle faggete vetuste di Tecchie (sopra) e di Spina di Gualdo (sotto).

di Tecchie il novellame risulta particolarmente denso (circa  $30 \text{ individui}/\text{m}^2$ ) e ampiamente distribuito spazialmente; gli individui presentano diametri inferiori a 3 cm ma raggiungono altezze superiori a 2,5 m, con età comprese tra 10 e 15 anni.

### 3.3 Età cambiale e dinamica di accrescimento

Nel sito di Spina di Gualdo (SPG) è stata misurata un'età massima di 352 anni, mentre nel popolamento di Tecchie (TEC) gli individui di maggiori dimensioni non superano i 110 anni di età. Anche la lunghezza media delle serie dendrocronologiche risulta nettamente superiore a SPG rispetto a TEC (246

Tabella 2 - Caratteri dendrometrico-strutturali delle due faggete vetuste marchigiane di Tecchie (TEC) e Spina di Gualdo (SPG).

| Parametro            | Unità                | TEC   | SPG   |
|----------------------|----------------------|-------|-------|
| Densità              | [n/ha]               | 446   | 836   |
| Faggio               | [%]                  | 93    | 100   |
| Media DBH            | [cm]                 | 24,8  | 22,0  |
| DS DBH               | [cm]                 | 23,6  | 22,0  |
| DBH>50               | [cm]                 | 84,8  | 101,7 |
| Media H              | [cm]                 | 16,1  | 12,8  |
| DS H                 | [cm]                 | 10,4  | 6,7   |
| H Dom [m]            | [m]                  | 41    | 24    |
| Età max              | [anni]               | 108   | 352   |
| Vol legnoso          | [m <sup>3</sup> /ha] | 600,4 | 649,8 |
| SNAG                 | [m <sup>3</sup> /ha] | 0,9   | 6,4   |
| CWD                  | [m <sup>3</sup> /ha] | 9,6   | 12,5  |
| STUMP                | [m <sup>3</sup> /ha] | 2,5   | 3,7   |
| Vol legno morto      | [m <sup>3</sup> /ha] | 13,0  | 22,6  |
| Vol legno morto/vivo | [%]                  | 2,2   | 3,5   |

vs 94 anni). Al contrario, l'ampiezza media degli anelli di accrescimento è significativamente maggiore a TEC rispetto a SPG (3,68 vs 1,04 mm), confermando l'elevata fertilità edafica del sito di Tecchie (Fig. 6).

I valori di sensitività media (SM) e di autocorrelazione di primo ordine (AC1), che indicano rispettivamente la presenza di varianza ad alta e a bassa frequenza nelle serie temporali, risultano relativamente simili nei due popolamenti. Tuttavia, tali parametri suggeriscono una maggiore "compiacenza" degli individui di faggio presenti a TEC, ovvero una minore variabilità dell'accrescimento nel breve periodo, condizione anch'essa attribuibile alle favorevoli condizioni stazionali del sito. Le curve di incremento di area basimetrica (BAI), fortemente correlate all'andamento dell'accrescimento di volume, evidenziano dinamiche differenti nei due soprassuoli. Nel sito di SPG l'accrescimento è contenuto ma in progressivo aumento fino a circa il 1930 e potrebbe essere

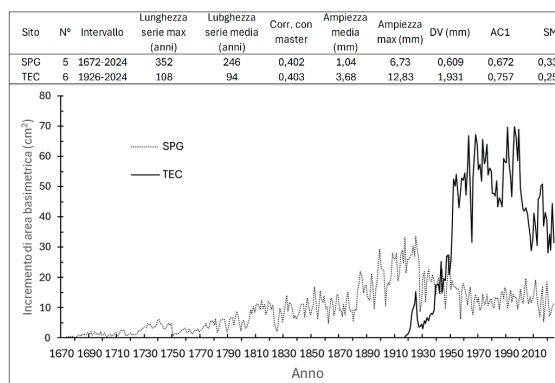


Figura 6 - Curve medie dell'incremento di area basimetrica (BAI) e principali parametri dendrocronologici del faggio a Tecchie (TEC) e Spina di Gualdo (SPG). Corr. con Master: coefficiente di correlazione con la cronologia di riferimento; DV: deviazione standard dell'ampiezza degli anelli; AC1: autocorrelazione di primo grado; SM: sensitività media.

spiegato dall'utilizzo pregresso come bosco-pascolo. Il successivo abbandono delle attività pastorali potrebbe aver favorito un progressivo processo di saturazione della copertura arborea. Nel popolamento di TEC, invece, il faggio evidenzia una fase di notevole accrescimento, sebbene irregolare, fino agli anni '60 del XX secolo, seguito da una progressiva riduzione, sebbene con marcate oscillazioni. Nonostante le differenze nei trend incrementali, le due serie risultano ben sincronizzate con la curva master regionale del faggio utilizzata per la datazione incrociata (*crossdating*), evidenziando chiaramente le principali dinamiche di accrescimento e fornendo elementi utili per l'interpretazione dei processi ecologici che hanno caratterizzato l'evoluzione dei due popolamenti. Il numero di serie utilizzate per l'analisi dendrocronologica non è sufficiente per una ricostruzione completa dell'assetto cronologico e delle dinamiche di accrescimento dei due soprassuoli, ma i risultati ottenuti forniscono comunque indicazioni coerenti con il quadro strutturale e funzionale emerso dalle analisi dendrometriche.

### 3.4 Analisi lichenica

Nella faggeta di Spina di Gualdo (SPG) è stata censita un'elevata ricchezza di flora lichenica testimoniata da 53 specie epifite, pari a circa il 20% di quelle note per la regione Marche e alle quali si devono aggiungere ulteriori 11 entità già documentate in letteratura per la stessa area. Inoltre, sono state segnalate quattro nuove specie per il territorio regionale: *Peltigera collina*, *Leptogium saturninum*, *Nephroma resupinatum* e *Lobaria pulmonaria*. Nel complesso, questi dati consentono di considerare il sito SPG come un vero e proprio hot-spot regionale di diversità lichenica. Tra le specie di maggiore interesse si segnala *Lobaria pulmonaria*, un taxon noto per le sue marcate affinità con condizioni climatiche sub-oceaniche, tipicamente poco rappresentate in Italia e in particolare lungo il versante adriatico (Nascimbene et al., 2007; Brunialti et al., 2015). È verosimile che la complessa struttura del popolamento forestale di SPG e la presenza diffusa di alberi di grandi dimensioni in fase di senescenza contribuiscano a compensare parzialmente tali limitazioni climatiche, favorendo lo sviluppo di una popolazione ben strutturata. Questa si manifesta sia attraverso la presenza di talli di grandi dimensioni, potenziale fonte di propaguli per nuove colonizzazioni, sia attraverso numerosi talli giovanili, indicativi di un continuo processo di rinnovamento e rafforzamento della popolazione locale. Relativamente limitata risulta la presenza di specie tipicamente associate a condizioni di disturbo o di degrado ambientale, quali *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens* e *Xanthoria parietina*, la cui presenza può essere interpretata come una possibile eredità di precedenti attività gestionali (Nascimbene et al., 2025). La flora lichenica del bosco di Tecchie (TEC) con sole 26 specie epifite censite appare, al contrario, meno diversificata e caratterizzata da una maggiore rappresentanza di licheni a

tallo crostoso con spiccato carattere pioniero, come nel caso emblematico di *Phlyctis argena*. A queste si affiancano alcune specie indicatrici di disturbo, tra cui *Candelaria concolor* e *Xanthoria parietina*. La popolazione di *Lobaria pulmonaria* a Tecchie è esigua e frammentata. Tale condizione potrebbe essere interpretata come indicativa di una fase di transizione da un contesto storicamente più disturbato verso condizioni ecologiche progressivamente più stabili e di maggiore naturalità, oppure come possibile eredità di una popolazione relitta legata a condizioni pregresse più favorevoli al suo sviluppo (Nascimbene et al., 2025). La prima ipotesi è quella più plausibile alla luce delle dinamiche storiche e naturali che hanno coinvolto l'area, dell'età inferiore degli alberi presenti a TEC rispetto a SPG, nonché della progressiva riduzione della pressione antropica dovuta anche a 40 anni di diversi regimi di tutela differenziata (da bosco comunale fino a Riserva naturale regionale). I risultati dell'analisi lichenica indicano che la complessità strutturale delle cenosi forestali e la presenza di alberi senescenti rappresentano fattori determinanti per il mantenimento di comunità epifitiche ricche e specializzate. Le due faggete, sebbene accomunate dal loro status di boschi vetusti, si distinguono per la complessità delle biocenosi e soprattutto per la differente velocità con cui avvengono al loro interno i processi ecosistemici.

## 4. CONCLUSIONI

L'indagine condotta sul territorio della Regione Marche ha consentito di individuare due faggete, a Tecchie (PU) e a Spina di Gualdo (MC), che soddisfano i requisiti previsti dalla normativa nazionale per la definizione di bosco vetusto. La presenza di due cenosi con tali caratteristiche in una regione come le Marche

non rappresenta un risultato scontato. Il paesaggio forestale regionale è infatti caratterizzato in larga prevalenza da boschi di proprietà privata (oltre l'85%, incluse le proprietà collettive), spesso tipologicamente semplificati e in gran parte di origine agamica, fortemente influenzati da una lunga e intensa storia di utilizzazione agro-silvo-pastorale che ha profondamente condizionato struttura e dinamiche dei soprassuoli. Ciò nonostante, i due popolamenti individuati evidenziano caratteri strutturali ed ecologici riconducibili a stadi avanzati di maturità forestale, caratterizzata da distribuzione diametrica disetaneiforme (sigmoide ruotata), elevato volume di massa legnosa in piedi, presenza significativa di necromassa e di tutti gli stadi silvigenetici, dalla rinnovazione alla senescenza. Le analisi dendrocronologiche attestano età particolarmente elevata dei faggi a Spina di Gualdo e confermano dinamiche incrementali differenti nei due siti, legate sia alle diverse condizioni stazionali sia alla loro differente utilizzazione pregressa. Le indagini sulla flora lichenica hanno ulteriormente confermato il valore ecologico di questi soprassuoli, in particolare nel caso di Spina di Gualdo che, per l'abbondante presenza di *Lobaria pulmonaria* e la notevole ricchezza di specie, si propone come un vero e proprio hotspot regionale. Nel complesso, i risultati ottenuti attestano che, anche in contesti forestali interessati dalle attività antropiche pregresse, possano persistere porzioni di bosco con caratteristiche di elevata naturalità. Nel caso delle faggete appenniniche, spesso localizzate in aree poco accessibili, l'abbandono delle pratiche colturali e pastorali, avvenuto a partire dal secondo dopoguerra, ha favorito, in alcuni casi, l'avvio di processi di maturazione naturale che, in assenza di interventi selvicolturali protratti per diversi decenni, hanno a volte consentito lo sviluppo di caratteristiche riconducibili alla vetustà. I quattro criteri ministeriali rap-

presentano certamente un passaggio fondamentale per la selezione e la caratterizzazione dei boschi vetusti a scala nazionale, tuttavia il concetto di vetustà rimane intrinsecamente complesso, poiché deriva dall'interazione di numerose variabili. Studi recenti condotti su foreste vetuste europee, come il Progetto LIFE-Prognoses, suggeriscono, ad esempio, di considerare ulteriori indicatori quantitativi quali il numero di alberi di grandi dimensioni e di età avanzata, il volume e la densità del legno morto, la complessità strutturale orizzontale e verticale, la composizione floristica, la presenza di dendro-microhabitat (TreMs) e l'occorrenza di specie indicatrici di stadi seriali avanzati. L'applicazione di tali criteri in contesti forestali come quelli dell'Appennino centrale solleva alcune questioni interpretative. In regioni come le Marche, l'Umbria o la Liguria, caratterizzate da una diffusa presenza di boschi di origine agamica e da una lunga storia di utilizzazioni intensive, può essere complicato definire con precisione alcuni parametri, come il grado di complessità strutturale, la reale disetaneità dei popolamenti, la diversità compositiva in formazioni pressoché monospecifiche o quantificare correttamente il mosaico silvigenetico. Analogamente, anche la valutazione e la classificazione dei dendro-microhabitat possono risultare condizionate dalla specifica origine e storia gestionale dei popolamenti. In questa prospettiva, anche la presenza della rinnovazione naturale da seme dovrebbe essere oggetto di una valutazione più approfondita, poiché la sua semplice presenza non garantisce necessariamente l'affermazione di nuove coorti arboree. Tutto ciò a conferma che la vetustà rappresenta una condizione ecologica complessa, difficilmente riconducibile alla mera applicazione di pochi parametri o indicatori. In tal senso, studi approfonditi delle dinamiche naturali e programmi di monitoraggio a lungo termine dei processi silvigenetici nei boschi

vetusti rappresentano strumenti essenziali per migliorare la comprensione di tali ecosistemi e orientare in modo più efficace le strategie di conservazione. Dal punto di vista gestionale, le misure di tutela dovrebbero essere calibrate caso per caso: in alcuni contesti la totale assenza di interventi può rappresentare la soluzione più appropriata, mentre in altri casi la creazione di aree buffer di rispetto può rappresentare una strategia efficace per garantire la tutela e la funzionalità ecologica dei nuclei vetusti. In tale prospettiva, la Rete nazionale dei boschi vetusti, rappresenta un progetto di grande rilevanza ecologica e culturale e che ci auguriamo sia un primo passo verso una comprensione più articolata e approfondita delle molteplici variabili che concorrono a definire la vetustà delle foreste. Tale obiettivo potrà essere perseguito attraverso un progressivo ampliamento delle conoscenze e una sempre maggiore integrazione con altre discipline nell'ambito dell'ecologia.

#### *Ringraziamenti*

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito dell'Accordo di programma, fra Regione Marche e Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali (D3A) dell'Università Politecnica delle Marche (UNIVPM) (DGR n. 1111 del 24/07/2023) per "la realizzazione di studi e ricerche applicate sugli Alberi monumentali d'Italia (AMI) vegetanti nelle Marche e sul censimento dei Boschi vetusti delle Marche, finalizzato alla costituzione della relativa Rete nazionale".

Gli autori desiderano esprimere un sincero ringraziamento al Comando Regione Carabinieri Forestale "Marche" ed ai relativi Gruppi e Nuclei regionali, per il coordinamento delle attività di segnalazione dei soprassuoli di interesse e per il supporto alle attività di campo. Gli autori ringraziano inoltre i responsabili

e il personale della Riserva Naturale Orientata del Bosco di Tecchie, dell'Unione Montana del Catria e del Nerone e della Riserva Naturale integrale dello Stato "Montagna di Torricchio" per le autorizzazioni e il supporto logistico allo svolgimento delle attività di ricerca all'interno di tali aree. Un sentito ringraziamento va al Prof. Juri Nascimbene e alle dott.sse Luana Francesconi e Chiara Pistocchi del Laboratorio di Floristica e Biosistemica Vegetale (BIOME-Lab) dell'Università di Bologna, che hanno realizzato il censimento e le analisi sulla flora lichenica epifita. Infine, gli autori desiderano ringraziare Lorena Baglioni, Enrico Tonelli, Mattia Balestra, Federico Fiorani dell'area Sistemi Forestali del D3A-UNIVPM che hanno collaborato alle varie fasi dei campionamenti e delle analisi dei dati, contribuendo in modo significativo alla realizzazione del presente lavoro.

#### RIASSUNTO

I boschi vetusti rappresentano ecosistemi forestali di elevato valore ecologico e conservazionistico, caratterizzati da elevata biodiversità e complessità strutturale. In Italia, l'identificazione e la tutela di tali formazioni è stata promossa dal quadro normativo nazionale e dall'istituzione della Rete nazionale dei boschi vetusti. In questo studio sono presentati i risultati dell'indagine condotta nella Regione Marche per individuare eventuali nuclei forestali con caratteristiche di vetustà. A partire da 21 siti preliminarmente selezionati, e sulla base di analisi dendrometrico-strutturali e osservazioni aerofotogrammetriche, sono state alla fine individuate due faggete con caratteri di vetustà nelle quali sono stati effettuati approfondimenti con analisi dendrocronologica e un censimento della flora lichenica epifita. Entrambi i popolamenti presentano strutture disetaneiformi, elevati volumi di massa legnosa e presenza significativa di necromassa e di rinnovazione da seme. In particolare, uno dei due siti ospita individui di faggio di oltre 350 anni e un'elevata diversità lichenica, confermandone il rilevante valore ecologico nel contesto forestale dell'Appennino centrale.

## BIBLIOGRAFIA

- Alessandrini, A., Biondi, F., Di Filippo, A., Ziacco, E., & Piovesan, G. (2011). Tree size distribution at increasing spatial scales converges to the rotated sigmoid curve in two old-growth beech stands of the Italian Apennines. *Forest Ecology and Management*, 262(10), 1950–1962. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.08.025>
- Barbati, A., Salvati, R., Ferrari, B., Di Santo, D., Quatrini, A., Portoghesi, L., Travaglini, D., Iovino, F., & Nocentini, S. (2012). Assessing and promoting old-growthness of forest stands: Lessons from research in Italy. *Plant Biosystems*, 146(1), 167–174. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.650730>
- Blasi, C., Burrascano, S., Maturani, A., & Sabatini, F. M. (a cura di). (2010a). *Le foreste vetuste in Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).
- Blasi, C., Marchetti, M., Chiavetta, U., Aleffi, M., Audisio, P., Azzella, M.M., Brunialti, G., Capotorti, G., Del Vico, E., Lattanzi, E., Persiani, A. M., Ravera, S., Tilia, A., & Burrascano, S. (2010b). 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>
- Brunialti, G., Frati, L., & Ravera, S. (2015). Structural variables drive the distribution of the sensitive lichen *Lobaria pulmonaria* in Mediterranean old-growth forests. *Ecological Indicators*, 53, 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.01.023>
- Buchwald, E. (2005). A hierarchical terminology for more or less natural forests in relation to sustainable management and biodiversity conservation. In FAO (a cura di), *Third Expert Meeting on Harmonizing Forest-related Definitions*, Rome, 11-19 January 2005. [https://forestsandco.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/11/buchwald\\_2002\\_definitions.pdf](https://forestsandco.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/11/buchwald_2002_definitions.pdf)
- Calamini, G., Maltoni, A., Travaglini, D., Iovino, F., Nicolaci, A., Menguzzato, G., Corona, P., Ferrari, B., Di Santo, D., Chirici, G., & Lombardi, F. (2011). Stand structure attributes in potential Old-Growth Forests in the Apennines, Italy. *L'Italia Forestale e Montana / Italian Journal of Forest and Mountain Environments*, 66(5), 365–381. <https://doi.org/10.4129/ifm.2011.5.01>
- CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria. (2020). *Carta Forestale d'Italia (CFI2020)* [Dataset]. Sistema Informativo Nazionale delle Foreste e delle Filieri Forestali (SIN-For). <https://cfi-sinfor.crea.gov.it/>
- Di Filippo, A., Biondi, F., Piovesan, G., & Ziacco, E. (2017). Tree ring-based metrics for assessing old-growth forest naturalness. *Journal of Applied Ecology*, 54(3), 737–749. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12793>
- European Commission. (2023). *Guidelines for defining, mapping, monitoring and strictly protecting EU primary and old-growth forests*. European Commission.
- European Environment Agency (EEA). (2024). *Copernicus Land Monitoring Service data* [Dataset]. <https://land.copernicus.eu/>
- Gasparini, P., Di Cosmo, L., Floris, A., Notarangelo, G., & Rizzo, M. (2016). *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio INFC2015*. Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale (CREA-MPF); Corpo Forestale dello Stato, Ministero per le Politiche Agricole, Alimentari e Forestali.
- Goff, F. G., & West, D. (1975). Canopy-understory interaction effects on forest population structure. *Forest Science*, 21(2), 98–108. <https://doi.org/10.1093/forestscience/21.2.98>
- Google LLC. (2025). *Google Earth Pro* (Versione 7.3) [Software]. <https://earth.google.com/>
- INFC. (2015). *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. Metodi e risultati della terza indagine nazionale*. CREA.
- IPLA. (2001). *Inventario e Carta Forestale della Regione Marche*. Assessorato all'Agricoltura e Foreste, Regione Marche.
- Lábusová, J., Morrissey, R. C., Trotsiuk, V., Janda, P., Bače, R., Čada, V., Mikoláš, M., Mrhalová, H., Schurman, J. S., Svobodová, K., Matějů, L., Synek, M., & Svoboda, M. (2019). Patterns of forest dynamics in a secondary old-growth beech-dominated forest in the Jizera Mountains Beech Forest Reserve, Czech Republic. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 12(1), 17–26. <https://doi.org/10.3832/for2702-011>
- Larsson, L. (2014). *CooRecorder and Cdendro programs of the CooRecorder/Cdendro package* (Versione 7.7) [Software].
- 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(1), 36–48. <https://doi.org/10.3832/efor4110-019>

- Nascimbene, J., Francesconi, L., & Pistocchi, C. (2025). *Indagine sui licheni epifiti in due boschi vetusti delle Marche*. UNIBO-UNIVPM.
- Nascimbene, J., Marini, L., & Nimis, P. L. (2007). Influence of forest management on epiphytic lichens in a temperate beech forest of northern Italy. *Forest Ecology and Management*, 247(1-3), 43–47. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.04.011>
- Pignatti, S. (1979). *I biotopi d'Italia*. Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). Collana del Programma Finalizzato Promozione della Qualità dell'Ambiente.
- Piovesan, G., Di Filippo, A., Alessandrini, A., 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>
- Regione Marche. (1992). *Piano Paesistico Ambientale Regionale (PPAR). Emergenze botanico-vegetazionali*. Regione Marche.
- Regione Marche. (2012). *Inventario delle Formazioni Vegetazionali Monumentali*. Regione Marche.
- Regione Marche. (2013). *Elenco delle Aree Floristiche delle Marche*. Servizio Ambiente e Tutela del Territorio, Regione Marche.
- Sabatini, F. M., Burrascano, S., Lombardi, F., Chirici, G., & Blasi, C. (2015). An index of structural complexity for Apennine beech forests. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 8(3), 314–323. <https://doi.org/10.3832/ifor1160-008>
- Stefani, A., & Romano, R. (2024). Direzione generale dell'economia montana e delle foreste: i primi cinque anni di attività. *Forest@*, 21(1), 60–71. <https://doi.org/10.3832/efor4692-021>
- Tabacchi, G., Di Cosmo, L., Gasparini, P., & Morelli, S. (2011). *Stima del volume e della fitomassa delle principali specie forestali italiane. Equazioni di previsione, tavole del volume e tavole della fitomassa arborea epigea*. Consiglio Nazionale per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale.
- Taffetani, F. (A cura di). (2020). *I boschi residui delle Marche. Un patrimonio culturale, ecologico, economico insostituibile per la qualità del paesaggio e la sostenibilità ambientale degli agroecosistemi*. Quaderni del Consiglio Regionale delle Marche. [https://www.consiglio.marche.it/informazione\\_e\\_comunicazione/pubblicazioni/quaderni/pdf/335.pdf](https://www.consiglio.marche.it/informazione_e_comunicazione/pubblicazioni/quaderni/pdf/335.pdf)
- Urbinati, C. (A cura di). (2016). *Lavorare in bosco nelle Marche: indirizzi e applicazioni di selvicoltura e caratteristica forestale*. STIBU.
- Urbinati, C., Iorio, G., Allegrezza, M., & D'Ottavio, P. (2014). *Forestpas2000: Foreste e Pascoli della Rete Natura 2000 - Indirizzi di gestione sostenibile in Italia centrale*. STIBU.
- Vitali, A., Tesei, G., Allegrezza, M., Garbarino, M., Iorio, G., & Urbinati, C. (2025). Influence of previous coppice management on stand structure and vegetation diversity of 9210\* Habitat beech forests in the Central Apennines (Italy). *Applied Vegetation Science*, 28(1), e70008. <https://doi.org/10.1111/avsc.70008>