

Chiara Lelli, Juri Nascimbene, Davide Alberti, Nevio Agostini, Antonio Zoccola,
Gianluca Piovesan, Alessandro Chiarucci

Montagne in movimento: com'è cambiato il bosco dai tempi di Zangheri ad oggi

Abstract

[Dynamic mountains: How has forests changed from Zangheri's to our times]

This study aimed at resurveying the vegetation relevés in mountain forests originally carried out by Pietro Zangheri between the years 1934 and 1961, thus evidencing and quantifying trends occurring in these habitats and providing a useful informative tool for orienting conservation strategies.

Key words: Northern Apennines, Biodiversity, Vegetation dynamics, Mountain forests, Foreste Casentinesi National Park, Vascular plants, Rewilding, Romagna Fitogeografica, Sasso Fratino.

Riassunto

Questo studio ha avuto l'obiettivo di ricampionare i rilievi di vegetazione effettuati da Pietro Zangheri tra gli anni 1934 e 1961 nelle foreste dell'Appennino Tosco-Romagnolo. Questo lavoro ha consentito di descrivere e quantificare le dinamiche in atto, contribuendo così a fornire una base informativa importante per mettere in atto azioni di conservazione mirate.

Parole chiave: Appennino, Biodiversità, Dinamica, Ecosistemi forestali, Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Piante vascolari, Rewilding, Romagna Fitogeografica, Riserva Integrale di Sasso Fratino.

Introduzione

In un tempo in cui gli equilibri tra uomo e ambiente stanno diventando sempre più fragili, cresce l'urgenza di comprendere a fondo i cambiamenti in corso per mettere in atto efficaci azioni di conservazione della biodiversità e degli ecosistemi. In quest'ottica, dati di buona qualità da utilizzare per misurare e quantificare le dinamiche ambientali rappresentano una risorsa preziosa da valorizzare.

A tal proposito, Pietro Zangheri ci lascia in eredità nei suoi numerosi scritti, nelle sue collezioni e nel suo archivio di lastre fotografiche, un'immensità di dati e informazioni riguardanti svariati ambiti delle Scienze Naturali, raccolti in maniera dettagliata e sistematica. In particolare, nella sua opera "Romagna

Fitogeografica”, egli delinea un quadro di elevato dettaglio relativo alla flora e alla vegetazione della Romagna, un territorio di circa 6.500 km², che percorre “in ogni sua parte a cominciare dagli anni che immediatamente seguirono la prima guerra mondiale” come egli stesso scrive (ZANGHERI, 1966). In cinque volumi, Zangheri analizza e descrive gli ambienti che caratterizzano questo territorio, dalle dune della costa fino alle cime più alte dell’Appennino romagnolo.

La nostra ricerca si è concentrata in particolare sui dati contenuti nel quinto volume, dedicato al medio e alto Appennino romagnolo. In questo testo, oltre ad essere presente una dettagliata check-list floristica comprendente 1180 specie di piante vascolari e 280 specie di briofite, sono contenute informazioni accurate sulle fitocenosi che caratterizzano quest’area. Tali dati sono raccolti e riportati in forma di tabelle fitosociologiche, talvolta accompagnate anche da un corredo fotografico. Molti di questi rilievi rientrano oggi in aree di elevato interesse naturalistico: il Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, le Riserve Naturali Biogenetiche Casentinesi e, in particolare, la Riserva Naturale Integrale di Sasso Fratino.

Per ciascun rilievo, Zangheri riporta la lista delle specie presenti nell’area di studio, oltre a dati di stazione e di struttura della fitocenosi analizzata. Ricollocando nel territorio questi rilievi e tornando oggi a ripeterli con il medesimo metodo utilizzato da Zangheri, si possono ottenere dati di confronto temporale per analizzare le dinamiche di vegetazione e misurare, così, entità e direzioni dei cambiamenti in termini di composizione e struttura forestale: proprio questo è stato l’obiettivo della nostra ricerca.

In particolare nel corso della primavera ed estate 2018 abbiamo ricampionato i rilievi che Zangheri aveva effettuato tra gli anni 1934 e 1961 nelle principali fitocenosi appenniniche forestali: faggete, castagneti e querceti.

A scala europea vari studi di ricampionamento di fitocenosi forestali sono stati effettuati negli ultimi decenni (KAPFER et al., 2017; NORTON, 2018), ma questi si sono concentrati soprattutto nel nord e centro Europa. I rilievi effettuati da Zangheri nelle foreste appenniniche costituiscono, dunque, una fonte unica di dati per l’area geografica oggetto di studio. Questo studio ci ha permesso di contribuire a rendere più completo un quadro di informazioni sulle dinamiche forestali in atto e di ottenere dati quantitativi che possono essere utilizzati per implementare la gestione e conservazione di questi ecosistemi nei territori d’indagine.

Materiali e metodi

La prima fase dello studio è consistita in una georeferenziazione dei rilievi storici di Zangheri, facendo riferimento ai dati riportati nella fonte originale (ZANGHERI, 1966), ovvero: toponimo, esposizione, quota, pendenza. La georeferenziazione è stata effettuata mediante il software QGIS, utilizzando svariate fonti cartografiche per rendere la ricollocazione il più possibile accurata (DTM, CTR regionali,

ortofoto aeree storiche ed attuali). Il lavoro su GIS è stato accompagnato anche da una consultazione dell'archivio fotografico della Romagna di Pietro Zangheri, patrimonio pubblico del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi (<http://pietrozangheri.it>) e sopralluoghi a terra per verificare direttamente la conformità dei siti individuati su mappa rispetto alle informazioni riportate nei rilievi originali (considerando le specie presenti, le specie arboree dominanti e le caratteristiche topografiche).

Poiché i rilievi storici non erano stati fissati in maniera permanente, e quindi non erano ricollocabili con assoluta certezza, per ciascun rilievo ne sono stati ricampionati tre ad una distanza minima di 50 metri e massima di 200 metri, in tre siti potenzialmente corrispondenti a quello originale. In totale sono stati, dunque, campionati 66 plot corrispondenti ai 22 storici (Figura 1).

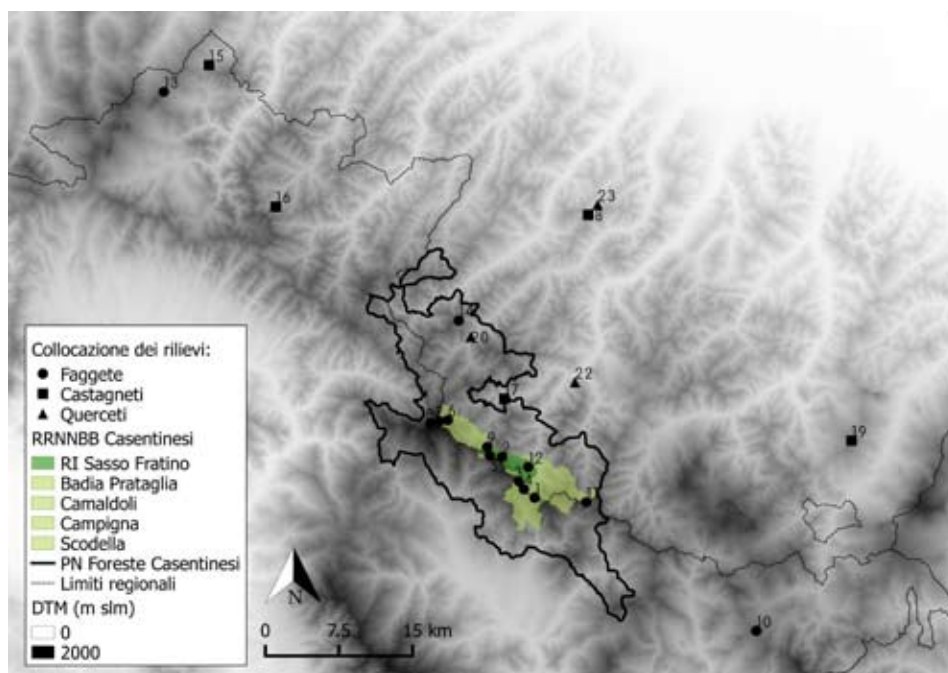


Figura 1 - Collocazione dei rilievi: i punti rappresentano il centroide di ciascuna delle tre repliche ricampionate per ogni rilievo storico. Nell'immagine sono evidenziati il Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi e le Riserve Naturali Biogenetiche Casentinesi (RRNNBB Casentinesi), inclusa la Riserva Integrale di Sasso Fratino. I simboli corrispondono ai diversi tipi di fitocenosi forestali oggetti di studio. Il limite amministrativo regionale tra Emilia Romagna e Toscana corrisponde per ampia parte all'interno del Parco al crinale appenninico principale.

Per conformità con i rilievi originali, si è mantenuto lo stesso protocollo di campionamento adottato da Zangheri: dimensione dei rilievi originali, dati raccolti, periodo dell'anno e fenologia. Il centro di ogni superficie di rilievo, delimitata mediante utilizzo di cordelle metriche, è stato georeferenziato con un dispositivo GPS (Garmin Oregon 450t) e marcato in maniera permanente con utilizzo di un picchetto interrato, così da facilitare successivi monitoraggi.

Per ogni rilievo è stata redatta una lista delle specie presenti, con relativi dati di copertura e strato di appartenenza (arboreo, con altezza superiore a 3,5 m / arbustivo, con altezza compresa tra 0,5 m e 3,5 m / erbaceo, con altezza inferiore a 0,5 m). Ad ogni strato è stato anche attribuito mediante stima visuale un valore relativo al grado di copertura percentuale, rispetto all'area del plot.

Una prima operazione per consentire il corretto confronto dei rilievi recenti con quelli storici è consistita in una standardizzazione della nomenclatura, facendo riferimento a BARTOLUCCI et al. (2018).

Il confronto tra rilievi storici (22) ed originali (66) è stato effettuato standardizzando anche il numero di rilievi dei due dataset, tramite un procedimento di estrazione casuale di 1000 subset diversi dal dataset dei rilievi recenti (mantenendo sempre presente un rilievo per ogni tripletta), che sono stati poi confrontati con il dataset storico.

I dati sono stati, quindi, analizzati per confrontare ricchezza specifica, ovvero il numero di specie presenti in ciascun rilievo, la composizione specifica (PERMANOVA e ordinamento NMDS) e la struttura forestale dei rilievi storici rispetto ai recenti. I valori di bioindicazione di Ellenberg-Pignatti (PIGNATTI et al., 2005) sono stati, infine, utilizzati per evidenziare le principali differenze ecologiche. Tutte le analisi sono state effettuate utilizzando il software R, versione 3.4.2 (R CORE TEAM, 2017).

Risultati

I 22 rilievi storici di Zangheri comprendevano un numero totale di 285 specie di piante vascolari (delle quali 235 appartenenti allo strato erbaceo), mentre il numero totale di specie rilevate nei rilievi recenti (considerando la media dei valori dei 1000 subset) ammonta a 179 ± 4.7 (media \pm deviazione standard), delle quali 165.6 ± 5.7 specie nello strato erbaceo.

Anche a livello di singolo rilievo, abbiamo misurato un significativo calo di ricchezza specifica nei rilievi recenti rispetto a quelli storici, in particolare negli strati erbaceo ed arbustivo (Tabella 1). Al contrario, il numero delle specie nello strato arboreo è aumentato, specialmente nei castagneti e nei querceti, con ingresso di varie specie tipiche di boschi mesofili in entrambe le fitocenosi.

Tabella 1

	Data set	RS totale	Strato erbaceo	Strato arbustivo	Strato arboreo
Totale	O	38.8 ± 10.9	30.9 ± 9.3	6.1 ± 4.4	1.7 ± 0.9
	R	22.7 ± 12.8	18.8 ± 11.7	2.6 ± 3.1	2.4 ± 1.4
Faggete (14 rilievi)	O	35.4 ± 6.0	29.6 ± 5.6	4.0 ± 1.8	1.8 ± 1.0
	R	17.1 ± 7.1	6.6 ± 4.6	1.2 ± 2.0	1.9 ± 0.9
Castagneti (5 rilievi)	O	47.8 ± 10.9	38.8 ± 11.2	7.6 ± 2.6	1.0 ± 0.0
	R	35.3 ± 16.7	29.5 ± 17.2	4.6 ± 3.7	2.7 ± 2.0
Querceti (3 rilievi)	O	39.3 ± 21.9	24.0 ± 14.8	13.6 ± 6.8	2.0 ± 1.0
	R	27.7 ± 9.5	20.5 ± 8.0	5.5 ± 2.4	4.0 ± 0.9

Tabella 1 - Confronto della ricchezza specifica (RS) (media ± DS) tra i rilievi storici (O) e i ricampionamenti recenti (R), per i tre tipi forestali inclusi nello studio. Sono evidenziate le differenze significative tra rilievi storici e recenti (p-values < 0.05, Mann-Whitney-Wilcoxon Test).

Mentre, infatti, nei rilievi di Zangheri il castagno (*Castanea sativa* Mill.) dominava in termini assoluti lo strato arboreo dei castagneti, nel tempo sono subentrate in queste cenosi numerose altre entità (*Fagus sylvatica* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer campestre* L., *Acer opalus* Mill., *Fraxinus ornus* L., *Ostrya carpinifolia* Scop.). Lo stesso accade nei querceti, originariamente caratterizzati da *Quercus cerris* L. e *Quercus pubescens* Willd., a cui nel tempo si sono aggiunte varie altre specie tipiche di consorzi misti della fascia collinare e basso-montana (*Acer opalus* Mill., *Fraxinus ornus* L., *Ostrya carpinifolia* Scop.). Nel complesso la composizione specifica è variata nel tempo in maniera rilevante (PERMANOVA test: F = 4.873, R² = 0.054, P = 0.001), soprattutto per un aumento delle specie sciafile nel sottobosco, adattate a vivere in ambienti ombreggiati, che sono andate nel tempo a sostituirsi a specie più eliofile, adattate a vivere in contesti più luminosi (Figura 2). Questa sostituzione di specie con diverse esigenze ecologiche ben riflette le dinamiche strutturali delle fitocenosi forestali oggetto di questo studio, per le quali si è misurato un netto aumento sia dell'altezza dello strato arboreo, sia della copertura delle chiome (Figura 3) che lasciano così filtrare nel sottobosco una quantità più limitata di radiazioni luminose.

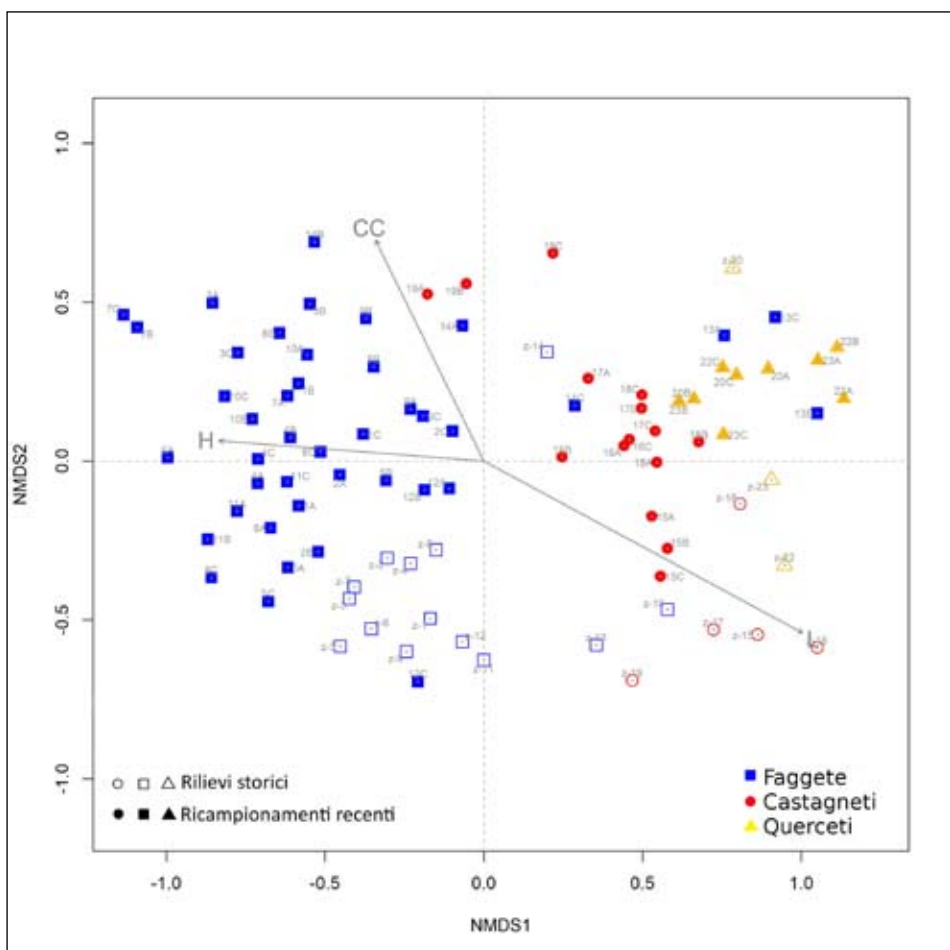


Figura 2 - Ordinamento NMDS (dimensioni = 2; stress = 0.19) che mostra graficamente le variazioni in composizione specifica tra i rilievi storici (simboli vuoti) e i rilievi recenti (simboli pieni). Nel grafico le tre tipologie forestali oggetto di studio sono distinte con simboli diversi. Sono plottate, inoltre, le principali variabili strutturali ed ecologiche che hanno mostrato una variazione significativa, indicate come vettori: altezza media dello strato arboreo (H), copertura delle chiome arboree (CC) e indice ecologico di Pignatti-Ellenberg per la luce (L). Al contrario dei rilievi storici, il maggior numero dei rilievi recenti si raggruppa in direzione di un crescente H e CC, mentre il vettore L si orienta in direzione opposta.

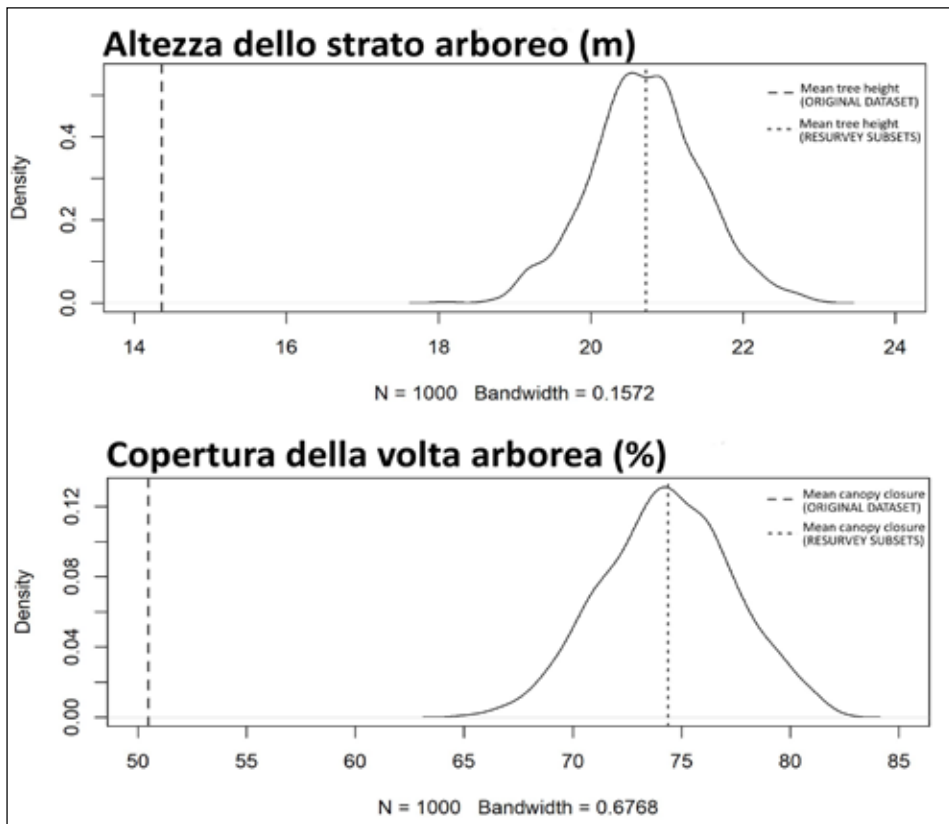


Figura 3 - Confronto tra i valori medi di altezza dello strato arboreo e copertura delle chiome nei rilievi storici (linee tratteggiate) e nei rilievi recenti (linee punteggiate). Nei grafici sono rappresentate le distribuzioni di densità dei valori medi ottenuti dai 1000 subset estratti dal dataset del ricampionamento (si veda la sezione dei materiali e metodi per ulteriori dettagli).

Conclusioni

Le dinamiche evidenziate in questo studio riflettono un esteso processo di abbandono che ha interessato le foreste montane nel corso dei decenni successivi alla Seconda Guerra Mondiale (VACCHIANO et al., 2017). Infatti, al tempo dei rilievi di Zangheri, tra gli anni '30 e '60 del secolo scorso, la quasi totalità delle foreste da lui rilevate erano soggette a interventi silvicolturali. Al contrario, attualmente i siti ricampionati sono risultati quasi tutti in abbandono, o soggetti a gestione passiva, una forma di conservazione che esclude gli interventi silvicolturali mirati alla produzione di legname o di altri prodotti del bosco per favorire il ripristino delle dinamiche naturali.

Ci troviamo a questo punto ad un bivio: conservazione dei paesaggi culturali e interventi forestali volti alla produzione (di legname o altri prodotti), oppure rinaturalizzazione delle foreste?

- 1- Da un lato l'abbandono delle foreste montane sta determinando una perdita di habitat culturali, modellati da secoli di interventi antropici. È questo il caso, ad esempio, dei castagneti da frutto, ritenuti tra i più tipici paesaggi forestali culturali del Sud Europa e tutelati dalla Direttiva Habitat 92/43/CEE (PEZZI et al., 2011).
- 2- D'altra parte, però, i trend evidenziati in questo studio possono essere interpretati come un primo stadio di un lento processo di rinaturalizzazione dei boschi e in tal senso favoriti in una pianificazione volta alla conservazione e al ripristino delle dinamiche naturali. La diminuzione di ricchezza specifica può essere, infatti, indicativa di una riduzione dei disturbi operati dall'uomo (LELLI et al., 2019), così come le variazioni strutturali possono rappresentare uno stadio dinamico con tendenza, in tempi molto lunghi, ad un successivo incremento di eterogeneità ambientale quale si osserva nelle foreste vetuste. Infatti, la quasi totalità degli ecosistemi forestali in Europa ha subito forti modifiche ad opera dell'uomo (BENGTSSON et al., 2000) e il ripristino delle condizioni naturali può richiedere tempi di molto superiori alla nostra scala temporale umana (BURRASCANO et al., 2017; SCHALL et al., 2018). Pochissimi e frammentati rimangono i lembi di foresta vetusta, mai disturbata dall'uomo o intoccata da lunghissimo tempo. Questi lembi di foreste integre sono di assoluta importanza per conservare la funzionalità ecosistemica e la biodiversità, inclusi gli organismi più sensibili ai disturbi e più esigenti in termini di habitat (CHIARUCCI & PIOVESAN, 2018). Lo stesso Zangheri già negli anni '60 scriveva con lungimiranza che "la permanenza del bosco integro, indisturbato, è un elemento indispensabile all'equilibrio biologico", e riportava come rilevante esempio di conservazione degli equilibri naturali di questi ecosistemi la Riserva Integrale di Sasso Fratino, di recente insignita dall'UNESCO Patrimonio dell'Umanità.

Entrambe queste opzioni potrebbero divenire parte di un'unica strategia di conservazione integrata degli ecosistemi forestali (KRAUS & KRUMM, 2013). In questo senso, le foreste montane appenniniche nel loro insieme potrebbero essere pensate come un mosaico di elementi interconnessi a cui prendano parte aree di riserva integrale, aree di rinaturalizzazione, aree soggette ad interventi silvicolturali che tengano conto di criteri naturalistici e/o tradizionali, alberi habitat, ecc., tutti inseriti in una matrice idonea per la presenza e la dispersione anche delle specie più sensibili (VANDEKERKHOVE et al., 2013).

Concludiamo, infine, con una considerazione sull'eredità che ci ha lasciato Pietro Zangheri. Tramite i suoi dati e i suoi scritti Zangheri non ci lascia solo una preziosa eredità di fonti storiche e naturalistiche, su cui si sono basati molti studi oltre a

questo. Egli ci lascia anche la testimonianza di una visione più che attuale sulla biologia della conservazione, sui boschi come sistemi dinamici, sul rewilding come opportunità di conservazione.

Probabilmente per primo egli utilizza in modo appropriato il termine di “foresta vetusta”, descrivendo la Foresta di Campigna, cuore dell’attuale Riserva Integrale di Sasso Fratino, come un ecosistema di rara integrità e notevole valore, senza pari in altre montagne dell’Appennino centrale e settentrionale.

Nel dibattito di oggi, le voci di chi vede le foreste come sistemi prettamente volti al profitto e alla produttività rischiano di avere il sopravvento su una visione più lungimirante per la tutela di quei sistemi naturali che, come tali, hanno un valore molto più elevato rispetto a quanto potremmo quantificare in denaro.

Già più di cinquant’anni fa, persone come Pietro Zangheri, Fabio Clauser (che ha avuto un ruolo di primo piano nell’istituzione della Riserva Integrale di Sasso Fratino nel 1959) e Antonio Sansone (che già agli inizi del ‘900 proponeva di tutelare le Foreste Casentinesi), avevano capito appieno l’importanza di conservare la naturalità degli ecosistemi forestali e la necessità di sottrarli all’azione dell’uomo. Questi uomini del passato, veri giganti nella cultura naturale e forestale, rappresentano dei precursori dello sviluppo sostenibile di oggi. Le loro idee costituiscono solide basi su cui continuare a costruire azioni sempre più efficaci e condivise, per conservare al meglio beni unici dal valore inestimabile: gli ecosistemi e la biodiversità.

Ringraziamenti

Si ringraziano l’Ente Parco Foreste Casentinesi per il supporto finanziario e logistico e l’Arma dei Carabinieri - C.U.F.A. - Reparto Biodiversità di Pratovecchio (Arezzo) per il supporto operativo in fase di rilevamenti in campo.

Bibliografia

- BARTOLUCCI F., PERUZZI L., GALASSO G., ALBANO A., ALESSANDRINI A., ARDENGHI N.M.G., ..., & CONTI F., 2018 - An updated checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems*, 152: 179-303. <https://doi.org/10.1080/11263504.2017.1419996>
- BENGTSSON J., NILSSON S.G., FRANC A., & MENOZZI P., 2000 - Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. *Forest Ecology and Management*, 132: 39-50. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00378-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00378-9)
- BURRASCANO S., RIPULLONE F., BERNARDO L., BORGHETTI M., CARLI E., COLANGELO M., GANGALE C., ... & BLASI C., 2017 - It’s a long way to the top: plant species diversity in the transition from managed to old-growth forests. *Journal of Vegetation Science*, 29: 98-109. <https://doi.org/10.1111/jvs.12588>
- CHIARUCCI, A., PIOVESAN, G., 2018 - Sustainable forest management cannot disregard the current knowledge on ecology and conservation. *Forest@ - Journal*

- of *Silviculture and Forest Ecology*, 15: 51-55. <https://doi.org/10.3832/efor2782-015>
- KAPFER J., HÉDL R., JURASINSKI G., KOPECKÝ M., SCHEI F.H., & GRYTNES J.A. (2017) - Resurveying historical vegetation data - opportunities and challenges. *Applied Vegetation Science*, 20: 164-171. <https://doi.org/10.1111/avsc.12269>
- LELLI C., BRUUN H.H., CHIARUCCIA., DONATI D., FRASCAROLI F., FRITZ Ö., ... & HEILMANN-CLAUSEN J., 2019 - Biodiversity response to forest structure and management: Comparing species richness, conservation relevant species and functional diversity as metrics in forest conservation. *Forest Ecology and Management* 432: 707-717. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.09.057>
- PEZZI G., MARESI G., CONEDERA M., & FERRARI C., 2011 - Woody species composition of chestnut stands in the Northern Apennines: The result of 200 years of changes in land use. *Landscape Ecology*, 26: 1463-1476. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9661-8>
- PIGNATTI S., MENEGONI P., PIETROSANTI S., 2005 - Biondificazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia. *Braun-Blanquetia*, 39:1-97.
- QGIS Development Team. *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. URL: <http://qgis.osgeo.org> Ultimo accesso: 12/02/2020.
- R CORE TEAM, 2017 - R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- SABATINI F.M., BURRASCANO S., KEETON W.S., LEVERS C., LINDNER M., PÖTZSCHNER F., ... & KUEMMERLE T., 2018 - Where are Europe's last primary forests? *Diversity and Distributions*, 24: 1-14. <https://doi.org/10.1111/ddi.12778>
- SCHALL P., GOSSNER M.M., HEINRICHS S., FISCHER M., BOCH S., PRATI D., ... & AMMER C., 2018 - The impact of even-aged and uneven-aged forest management on regional biodiversity of multiple taxa in European beech forests. *Journal of Applied Ecology*, 55: 267-278. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12950>
- VACCHIANO G., GARBARINO M., LINGUA E., MOTTA R., 2017 - Forest dynamics and disturbance regimes in the Italian Apennines. *For. Ecol. Manage.* 388: 57-66. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.033>
- VANDEKERKHOVE K., THOMAES A., JONSSON B.-G., 2013 - Connectivity and fragmentation: island biogeography and metapopulation applied to old-growth elements. In: Kraus D., Krumm F., 2013. Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity, *European Forest Institute*.
- WATSON J.E.M., EVANS T., VENTER O., WILLIAMS B., TULLOCH A., STEWART C., ... & LINDENMAYER D., 2018 - The exceptional value of intact forest ecosystems. *Nature Ecology & Evolution*, 2: 599-610. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0490-x>
- ZANGHERI P., 1966 - Romagna Fitogeografica (5). Flora e vegetazione del medio e alto Appennino Romagnolo. *Webbia*, 21: 1-451.

Indirizzo degli autori:

Chiara Lelli, Juri Nascimbene e Alessandro Chiarucci
Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Alma Mater Studiorum
Università di Bologna, via Irnerio 42, 40126 Bologna
e-mail: chiara.elli6@gmail.com

Nevio Agostini e Davide Alberti
Parco Nazionale Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna,
via Guido Brocchi 7, 52015 Pratovecchio, Arezzo

Antonio Zoccola
Arma dei Carabinieri - C.U.F.A. - Reparto Biodiversità di Pratovecchio, Arezzo

Gianluca Piovesan
DAFNE, Department of Agricultural and Forest Sciences, University of Tuscia,
via S.C. de Lellis, I-01100 Viterbo, Italy