



Ente Parco Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna

e

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali

Gruppo di Ricerca in Diversità, Ecologia e Conservazione delle Piante

**Progetto biennale 2018-2019
per l'analisi dello stato di conservazione
e delle tendenze dinamiche delle foreste del Parco**

Relazione finale anno 2018

Responsabile scientifico Prof. Alessandro Chiarucci

Coordinatore dell'attività Dott.ssa Chiara Lelli

Si presenta di seguito il lavoro realizzato nel corso dell'anno 2018, seguendo il programma dettagliato inviato all'Ente Parco in data 9 Marzo 2018.

Obiettivo per l'anno 2018

Analizzare le dinamiche temporali della vegetazione di habitat forestali mediante ricampionamento dei rilievi storici effettuati da Pietro Zangheri.

Page | 2

Contesto

Il progetto si inserisce in un quadro generale di attività volte a supportare le strategie gestionali del Parco, finalizzate alla conservazione delle specie, degli habitat e dei processi ecologici. Gli studi floristici e vegetazionali svolti da Pietro Zangheri nel corso di vari decenni durante il '900 rappresentano una fonte di informazioni di notevole importanza. Tra i tanti dati raccolti da Zangheri, alcuni rilievi vegetazionali effettuati con metodo fitosociologico hanno un particolare valore, grazie al fatto di avere una descrizione dettagliata della comunità vegetale in un punto geografico localizzabile con una certa accuratezza e in un preciso momento temporale. Attraverso il ricampionamento di questi dati si possono ottenere preziose informazioni sui trend della biodiversità vegetale lungo un ampio intervallo temporale. Queste indicazioni sulle tendenze dinamiche in atto rappresentano uno strumento gestionale importante per le aree protette, per la valutazione dei cambiamenti subiti dagli ecosistemi e dell'efficacia delle scelte conservazionistiche effettuate. Tali analisi assumono valore ancora più rilevante in un periodo di intensi cambiamenti climatici e gestionali e possono fornire indicazioni sulle strategie future.

Approccio metodologico

Lo studio si è basato sul ricampionamento dei rilievi fitosociologici effettuati da Pietro Zangheri tra gli anni 1934 e 1961 nelle formazioni forestali del Parco e di zone limitrofe dell'Appennino tosco-romagnolo (23 rilievi in totale, 14 ricadenti entro l'area del Parco). I rilievi di Zangheri sono riportati nel volume quinto di Romagna Fitogeografica (*Zangheri P., 1966 - Romagna fitogeografica (5). Flora e vegetazione del Medio e Alto Appennino Romagnolo. Webbia, 21 (1): 1-450*).

Fasi dello studio

Fase 1

I rilievi storici sono stati georeferenziati facendo riferimento ai dati riportati nella fonte originale (*Zangheri, 1966*), ovvero: toponimo, esposizione, quota, pendenza. A partire da tali informazioni, si è effettuata la georeferenziazione utilizzando DTM ad alta risoluzione (20 metri), CTR regionali, ortofoto aeree storiche ed attuali. Inoltre, si è effettuata una verifica a terra della

conformità dei siti di campionamento rispetto alle informazioni riportate nei rilievi originali (ovvero specie presenti, specie arboree dominanti, caratteristiche topografiche).

Per ciascun rilievo originale sono stati georeferenziati tre punti di ricampionamento. Come soglie si è mantenuta una distanza minima di 50 metri e massima di 200 metri tra i tre punti riferiti al medesimo rilievo originale.

I punti georeferenziati sono riportati in **Figura 1**.

Lo shapefile dei punti georeferenziati è riportato in **ALLEGATO 1**.

In questa prima fase si è anche esplorata la possibilità di utilizzare serie storiche di dati climatici in una successiva fase analitica. Tuttavia, le serie climatiche reperibili per i siti storici campionati sono risultate incomplete e disomogenee, limitando la possibilità di utilizzare efficacemente queste informazioni nello studio. Si è, inoltre, ritenuto di maggior rilievo analizzare le dinamiche in corso soprattutto alla luce dei cambiamenti gestionali che hanno interessato i boschi montani dell'Appennino nel corso del '900, fino ad oggi.

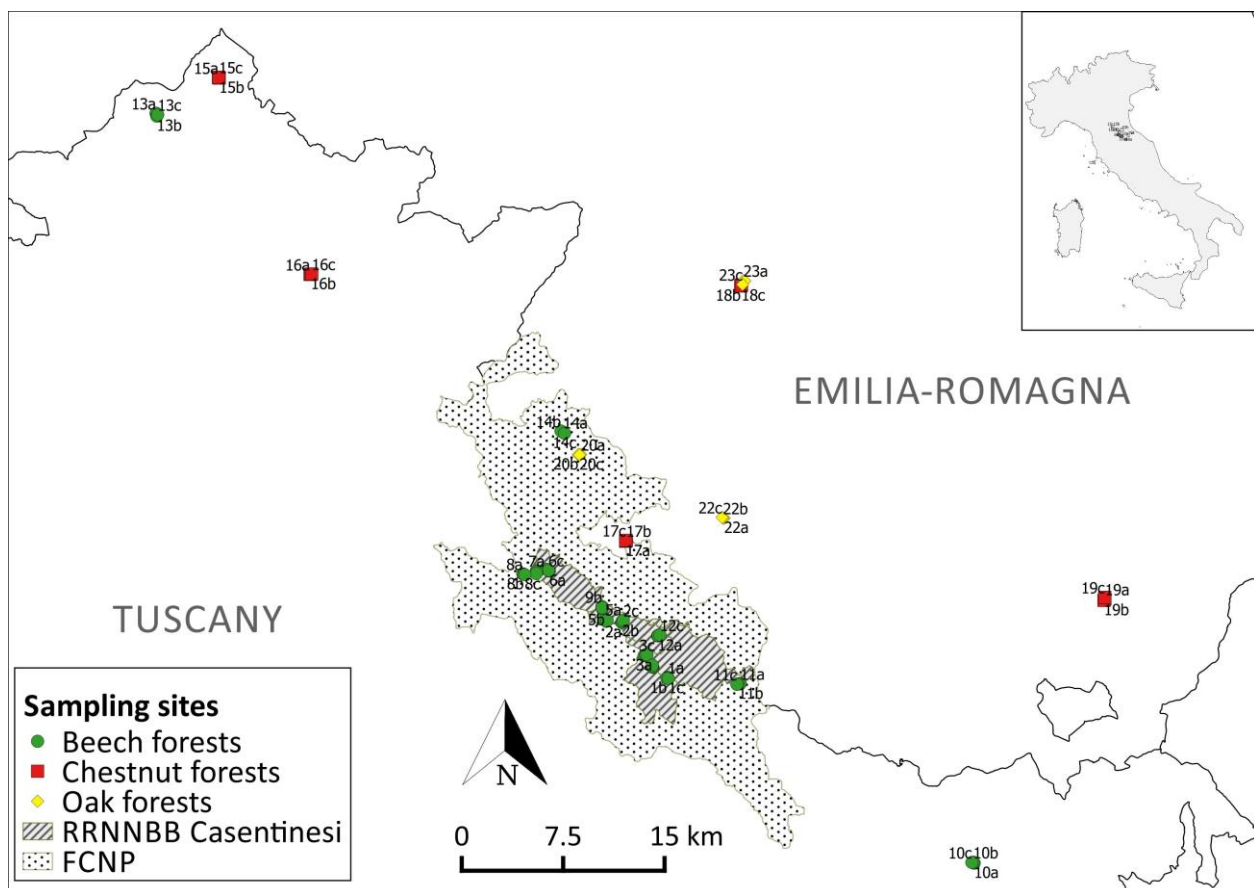


Figura 1 – Collocazione dei punti di ricampionamento.

Fase 2

Nella seconda fase si sono effettuati i ricampionamenti a terra. I rilievi sono stati effettuati nel periodo compreso tra l'8 Maggio 2018 e il 25 Luglio 2018, per un totale di 14 giornate di lavoro in campo.

Il calendario di dettaglio dei rilievi effettuati è riportato in **ALLEGATO 2**.

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, quando possibile, date precise di svolgimento dei rilievi originali.

I punti di campionamento sono stati raggiunti con utilizzo di un dispositivo GPS. Ogni area di rilievo (definita "plot" nel seguito) è stata delimitata a terra con utilizzo di cordelle metriche, facendo riferimento alla dimensione del rilievo originale. Si sono campionati plot di forma quadrata, con due lati disposti in direzione della massima pendenza del versante. Il punto georeferenziato corrisponde al centro di ciascun plot.

I dati raccolti in ciascun plot sono i seguenti:

- Elenco delle specie di piante vascolari presenti;
- Dati strutturali (copertura dello strato arboreo/arbustivo/erbaceo, altezza media e diametro medio dello strato arboreo);
- Note gestionali (bosco gestito o abbandonato ed eventuale tipologia di gestione).

Gli strati sono stati così suddivisi:

- Strato erbaceo: altezza inferiore a 0.5 metri;
- Strato arbustivo: altezza compresa tra 0.5 metri e 3.5 metri;
- Strato arboreo: altezza superiore a 3.5 metri.

Non è stato possibile ricollocare uno dei 23 rilievi originali (il rilievo numero 21 – ALLEGATO 2), in quanto non si è trovato un sito idoneo, che corrispondesse con sufficiente approssimazione al rilievo originale. Il sito in questione era descritto da Zangheri come un querceto quasi in piano posto nei pressi della località Corniolo. Tuttavia, attualmente sono state individuate presso Corniolo solo piccole fasce di querceto residue, presso aree edificate, oltre a lembi di boschi con querce miste a carpino nero e orniello in siti a forte pendenza e a numerosi rimboschimenti di conifere, probabilmente effettuati su ex-coltivi.

In fase progettuale si era previsto di effettuare un ricampionamento multiplo solo per un sottocampione di 12 punti originali, per un numero totale di rilievi stimato pari a 47. In fase attuativa si è, però, optato per un ricampionamento multiplo di tutti i punti originali, così da aumentare la numerosità campionaria e la precisione dei risultati. Dunque, in totale sono stati effettuati **66 rilievi** (plot), corrispondenti a tre repliche per ciascuno dei 22 rilievi originali che è stato possibile ricollocare con sufficiente accuratezza.

I dati campionati sono riportati in **ALLEGATO 3** (dati ambientali e strutturali dei rilievi originali e delle repliche) e **ALLEGATO 4** (matrice delle specie campionate nei rilievi originali e nelle

repliche). La nomenclatura delle specie è stata standardizzata facendo riferimento a Bartolucci et al. (2018).

I rilievi all'interno delle RRNNBB Casentinesi, compresa la RNI di Sasso Fratino, sono stati svolti con il supporto del Reparto Carabinieri Biodiversità di Pratovecchio e del Nucleo Carabinieri Tutela Biodiversità di Camaldoli. Page | 5

Dei 22 rilievi originali ricampionati, 14 rientrano nella superficie del Parco, dei quali 10 sono compresi nel territorio delle RRNNBB Casentinesi ed, in particolare, 3 nella RNI di Sasso Fratino. In termini di tipologie forestali, 14 rilievi originali erano stati campionati i faggete, 5 in castagneti e 3 in querceti.

Fase 3

I reperti vegetali incerti sono stati identificati e si è proceduto alla digitalizzazione di tutti i dati raccolti per le successive analisi.

Fase 4

I dati sono stati analizzati per valutare le dinamiche in atto nelle tre tipologie forestali oggetto di studio (faggete, castagneti, querceti).

Analisi

Sono state effettuate analisi comparative tra i rilievi originali e le repliche (sia a livello di plot che di intero data set) in termini di:

- ricchezza specifica totale e per strato (arboreo/arbustivo/erbaceo), anche considerando separatamente le tre tipologie forestali (utilizzo del test statistico di Mann-Whitney-Wilcoxon);
- composizione specifica (PERMANOVA basata su 9999 permutazioni e ordinamento NMDS).

Si è effettuata un'analisi di partizione della beta-diversità per investigare se la differenza tra rilievi originali e repliche fossero dovute maggiormente a turnover (i.e., sostituzione di specie) o nestedness (i.e., perdita di specie) (Baselga, 2010).

Si sono, inoltre, analizzate differenze ecologiche con l'utilizzo dei valori di bioindicazione di Ellenberg-Pignatti (Pignatti et al., 2005).

Infine, sono state analizzate differenze in termini strutturali tra plot originali e repliche.

Tutte le analisi sono state effettuate utilizzando il software R, nella versione 3.4.2 (R Core Team, 2017).

Risultati

Il data set analizzato si compone di 88 rilievi (22 originali e 66 repliche) e 366 specie di piante vascolari.

Dalle analisi è risultata una riduzione della ricchezza specifica dai rilievi originali alle repliche attuali (**Tabella 1**). In particolare, il numero di specie è calato nello strato erbaceo ed arbustivo, mentre è aumentato nello strato arboreo, specialmente per quanto concerne i castagneti ed i querceti.

Tabella 1 – Confronto della ricchezza specifica tra rilievi originali e repliche attuali (media \pm SD). RS tot= ricchezza specifica totale; C= strato erbaceo; B= strato arbustivo; A= strato arboreo.

		Originali (22 plot)	Repliche (66 plot)
DATA SET	RS tot	284	239
	C	235	227
	B	40	36
	A	11	25
PLOT	RS tot *	38.8 \pm 10.9	22.7 \pm 12.8
	C *	30.9 \pm 9.3	18.8 \pm 11.7
	B *	6.1 \pm 4.4	2.6 \pm 3.1
	A	1.7 \pm 0.9	2.4 \pm 1.4
	Faggete		
	SR tot *	35.4 \pm 6.0	17.1 \pm 7.1
	C *	29.6 \pm 5.6	6.6 \pm 4.6
	B *	4.0 \pm 1.8	1.2 \pm 2.0
	A	1.8 \pm 1.0	1.9 \pm 0.9
	Castagneti		
	RS tot	47.8 \pm 10.9	35.3 \pm 16.7
	C	38.8 \pm 11.2	29.5 \pm 17.2
	B	7.6 \pm 2.6	4.6 \pm 3.7
	A *	1.0 \pm 0.0	2.7 \pm 2.0
	Querceti		
	RS tot	39.3 \pm 21.9	27.7 \pm 9.5
	C	24.0 \pm 14.8	20.5 \pm 8.0
	B	13.6 \pm 6.8	5.5 \pm 2.4
	A *	2.0 \pm 1.0	4.0 \pm 0.9

* indica differenze significative (p-values < 0.05, Mann-Whitney-Wilcoxon Test)

Le differenze in composizione specifica tra rilievi originali e repliche sono risultate significative, anche testando individualmente le tre tipologie forestali (**ALLEGATO 5**). Mentre al tempo dei rilievi originali di Zangheri le tre tipologie forestali erano ben distinte in termini di composizione specifica, attualmente si osserva una maggiore mescolanza, come evidenziato dall'NMDS. Questo aspetto è particolarmente evidente specialmente considerando lo strato arboreo di castagneti e querceti, per i quali si è osservato l'ingresso di numerose altre specie tipiche di boschi misti di latifoglie della fascia montana (**Figura 2**).

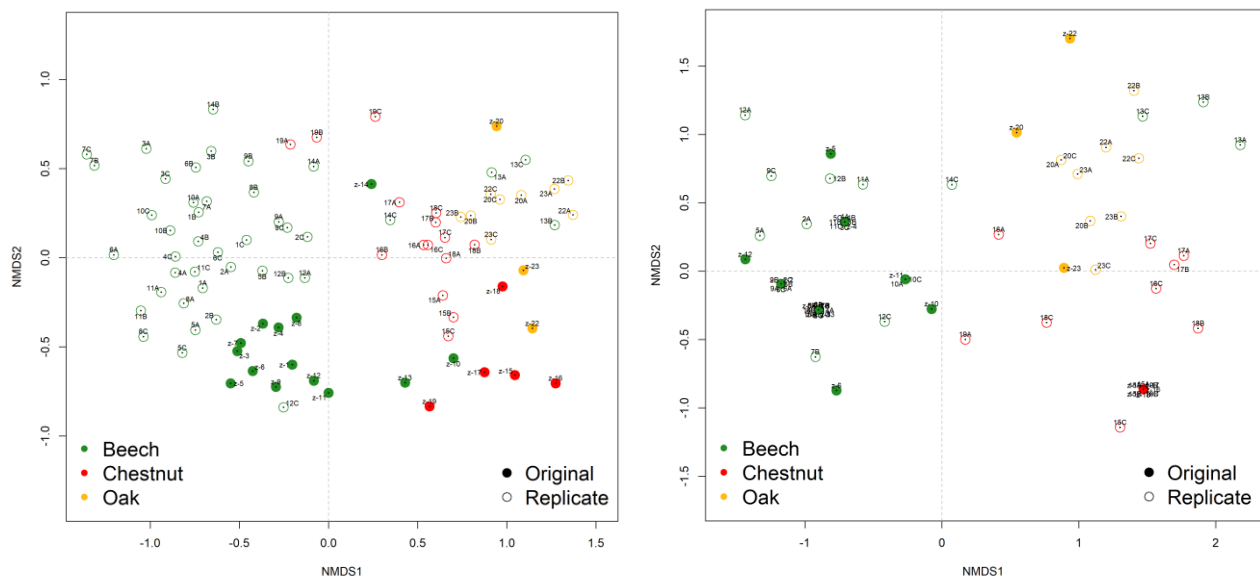


Figura 2 –Nelle figure sono mostrati due ordinamenti NMDS effettuati sull'intero data set (a sinistra) e per le sole specie afferenti allo strato arboreo (a destra). I plot sono distinti per tipologia forestale (faggete in verde, castagneti in rosso, querceti in giallo). Plot originali e repliche attuali sono indicati con simboli diversi.

Il Castagno (*Castanea sativa* Mill.) rappresentava l'unica specie arborea presente nei rilievi effettuati da Zangheri in castagneti, mentre si è osservato l'ingresso di altre specie nei ricampionamenti: *Fagus sylvatica* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer campestre* L., *Acer opalus* Mill., *Fraxinus ornus* L., and *Ostrya carpinifolia* Scop..

Allo stesso modo i querceti erano caratterizzati dalla dominanza di *Quercus cerris* L. e *Quercus pubescens* Willd., mentre la situazione attuale vede la presenza di *Acer opalus* Mill., *Fraxinus ornus* L., e, presente in tutti i rilievi, *Ostrya carpinifolia* Scop., talvolta dominante rispetto alle querce. Le matrici specifiche suddivise per strato sono riportate in **ALLEGATO 6**.

Le differenze composizionali sono dovute soprattutto a turnover specifico (**Tabella 2, Figura 3**).

Tabella 2 – Partizione della beta-diversità (average pairwise beta-diversity partitioning) tra rilievi originali e repliche (beta.tot=beta-diversità; beta.nest= nestedness; beta.turn=turnover).

Data set	media	max	min	sd
beta.tot	0.86	0.97	0.69	0.07
beta.nest	0.09	0.31	0.00	0.08
beta.turn	0.77	0.93	0.53	0.10
Faggete				
beta.tot	0.86	0.97	0.69	0.08
beta.nest	0.10	0.31	0.01	0.08
beta.turn	0.77	0.93	0.53	0.11
Castagneti				
beta.tot	0.87	0.95	0.77	0.05
beta.nest	0.05	0.13	0.00	0.04
beta.turn	0.82	0.90	0.71	0.05
Querceti				
beta.tot	0.82	0.87	0.75	0.03
beta.nest	0.12	0.22	0.02	0.06
beta.turn	0.70	0.78	0.60	0.05

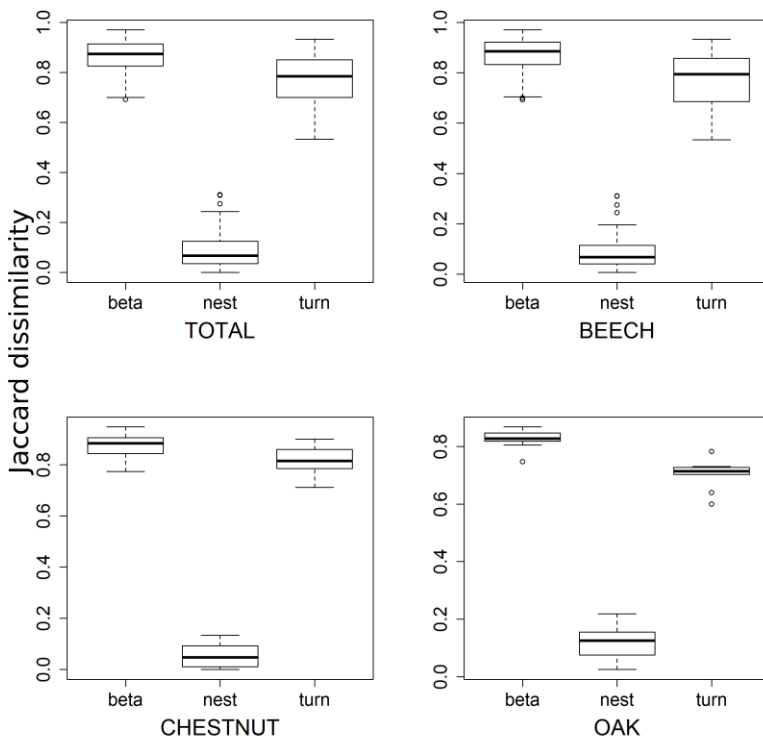


Figure 3 – Partizione della beta-diversità in nestedness e turnover. Total= intero data set, Beech= rilievi in faggeta; Chestnut= rilievi in castagneto; Oak= rilievi in querceto.

In particolare, si è misurato un decremento di specie eliofile, con incremento di specie sciafile (Figura 4).

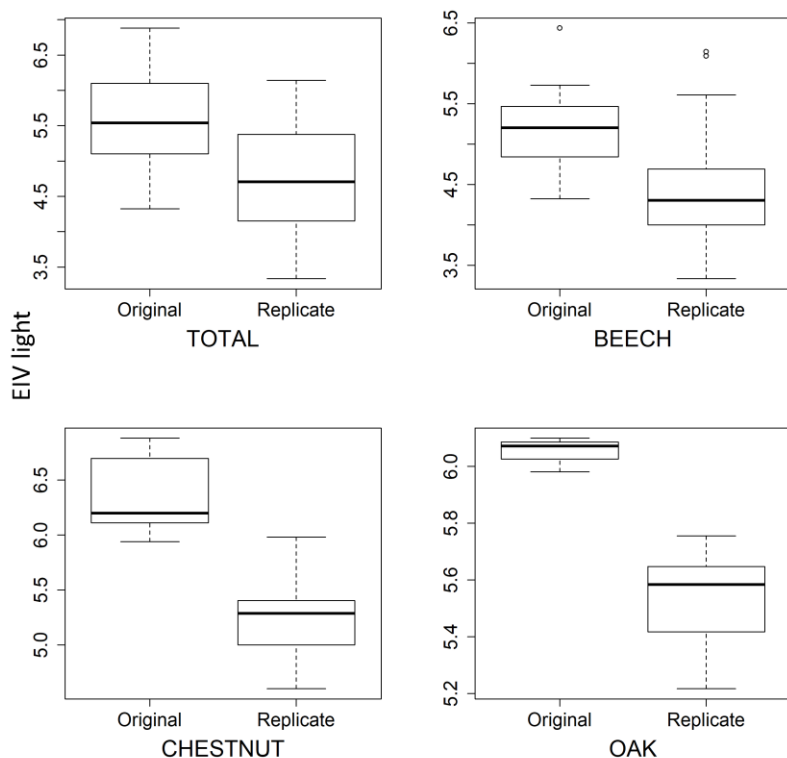


Figura 4 – Confronto tra rilievi originali e repliche considerando il valore di bioindicazione Ellenberg-Pignatti per la luce (valore medio per plot). Total= intero data set, Beech= rilievi in faggeta; Chestnut= rilievi in castagneto; Oak= rilievi in querceto.

Tale dinamica è da associare alle variazioni strutturali che interessano i boschi oggetto di studio. Si è misurato, infatti, un generale incremento in altezza dello strato arboreo per tutte le tipologie forestali considerate, con un aumento anche della copertura arborea particolarmente significativa soprattutto per le faggete. In molti casi si è perso, o è significativamente calato lo strato arbustivo, specialmente nelle faggete e nei querceti.

Tabella 3 – Parametri strutturali: confronto tra rilievi originali (O) e repliche (R), media \pm SD. A= strato arboreo; B= strato arbustivo; C= strato erbaceo. In grassetto le differenze risultate significative (p -values < 0.05 , Mann-Whitney-Wilcoxon Test).

	O	R	O	R	O	R
Struttura	Faggete		Castagneti		Querceti	
A altezza media	17.7 \pm 11.3	24.3 \pm 7.7	9.9 \pm 3.2	15.1 \pm 4.9	6.3 \pm 2.0	13.1 \pm 3.5
A copertura %	49.6 \pm 31.4	81.6 \pm 16.8	56.0 \pm 8.9	59.3 \pm 28.5	45.3 \pm 40.4	66.1 \pm 18.2
B copertura %	25.1 \pm 17.9	9.0 \pm 20.4	29.0 \pm 13.8	51.0 \pm 34.9	66.6 \pm 23.1	23.1 \pm 18.2
C copertura %	63.3 \pm 30.2	41.7 \pm 34.5	72.0 \pm 17.8	68.2 \pm 31.7	86.6 \pm 23.1	82.7 \pm 10.6

Note conclusive e indicazioni conservazionistiche

Le dinamiche in atto riflettono i cambiamenti gestionali che hanno caratterizzato i boschi appenninici, soggetti ad un esteso processo di abbandono per variazioni socio-economiche occorse a partire dal periodo successivo alla Seconda Guerra Mondiale (Vacchiano et al., 2017). Infatti, nello specifico caso di studio, Zangheri riporta note gestionali pressochè per tutti i siti da lui rilevati. Al contrario, attualmente i siti ricampionati sono soggetti ad abbandono, con la sola eccezione di due plot di faggeta (in conversione ad alto fusto) e due castagneti (uno gestito come ceduo, uno come castagneto da frutto).

L'abbandono dei boschi, con le successive dinamiche che ne derivano, tra le quali la variazione nella composizione specifica e le modifiche strutturali, può essere inteso anche come un processo di rinaturalizzazione ed inserito come elemento di pianificazione conservazionistica (Chiarucci e Piovesan 2018). Nel tempo, infatti, l'abbandono può favorire il ripristinarsi naturale dei processi e della biodiversità che caratterizzano gli ecosistemi forestali. In taluni casi, però, l'abbandono può determinare anche la perdita di paesaggi culturali, quale, ad esempio, il castagneto da frutto. In quest'ottica, una strategia conservazionistica mirata a favorire il mantenimento della biodiversità e dell'eterogeneità forestale a più scale spaziali dovrebbe basarsi su una prospettiva ad ampia scala (non focalizzarsi, dunque, su una singola particella forestale o su superfici ridotte, ma sul paesaggio), per garantire la presenza di un mosaico di elementi (come aree di riserva integrale, aree di rinaturalizzazione, particelle gestite con criteri naturalistici e/o tradizionali, alberi habitat, ecc.) spazialmente distribuiti in modo tale da favorire il mantenimento o il restaurarsi dei processi e delle interazioni che caratterizzano gli ecosistemi forestali (Vandekerkhove et al., 2013 in Kraus & Krumm 2013).

Allegati

ALLEGATO 1: shapefile dei punti georeferenziati;

ALLEGATO 2: calendario di dettaglio dei rilievi effettuati;

ALLEGATO 3: dati ambientali e strutturali dei rilievi originali e delle repliche;

ALLEGATO 4: matrice delle specie campionate nei rilievi originali e nelle repliche;

ALLEGATO 5: risultati dei test PERMANOVA;

ALLEGATO 6: matrici specifiche suddivise per strato.

Tempistiche

Fase 1: marzo-aprile 2018

Fase 2: aprile-luglio 2018

Fase 3: luglio-agosto 2018

Fase 4: agosto-settembre 2018

Relazione finale: ottobre 2018

Riferimenti bibliografici citati

Bartolucci, F., Peruzzi, L., Galasso, G., Albano, A., Alessandrini, A., Ardenghi, N.M.G., Astuti, G., Bacchetta, G., Ballelli, S., Banfi, E., Barberis, G., Bernardo, L., Bouvet, D., Bovio, M., Cecchi, L., Di Pietro, R., Domina, G., Fascetti, S., Fenu, G., Festi, F., Foggi, B., Gallo, L., Gottschlich, G., Gubellini, L., Iamónico, D., Iberite, M., Jiménez-Mejías, P., Lattanzi, E., Marchetti, D., Martinetto, E., Masin, R.R., Medagli, P., Passalacqua, N.G., Peccenini, S., Pennesi, R., Pierini, B., Poldini, L., Prosser, F., Raimondo, F.M., Roma-Marzio, F., Rosati, L., Santangelo, A., Scoppola, A., Scortegagna, S., Selvaggi, A., Selvi, F., Soldano, A., Stinca, A., Wagensommer, R.P., Wilhalm, T., Conti, F., 2018. An updated checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosyst. - An Int. J. Deal. with all Asp. Plant Biol.* 152, 179–303.

<https://doi.org/10.1080/11263504.2017.1419996>.

Baselga, A., 2010. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity 134–143.

<https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>.

Chiarucci, A., Piovesan, G., 2018. Sustainable forest management can not disregard the current knowledge on ecology and conservation. *For. - Riv. di Selvic. ed Ecol. For.* 15, 51–55. <https://doi.org/10.3832/efor2782-015>.

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.

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/>.

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.

Zangheri, P., 1966. Flora e vegetazione del medio ed alto appennino romagnolo. *Webbia* 21, 1–450.

<https://doi.org/10.1080/00837792.1966.10669838>.