

**UNIVERSITÀ degli STUDI della TUSCIA
DIPARTIMENTO per la INNOVAZIONE
nei SISTEMI BIOLOGICI AGROALIMENTARI e FORESTALI**

**CORSO di DOTTORATO di RICERCA
In “ECOLOGIA FORESTALE”
XXV ciclo**

**CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE ED ECOLOGICA
DELLE FAGGETE VETUSTE DEL PARCO NAZIONALE DEL
GRAN SASSO E MONTI DELLA LAGA**

SSD “AGR/05 Assestamento forestale e Selvicoltura”

Dottorando: dott. Daniele DI SANTO

Coordinatore: prof. Paolo DE ANGELIS

Tutor: prof. Piermaria CORONA

Giugno 2013

Ai miei nonni

“Albero: l’esplosione lentissima di un seme”.
(B. Munari)

Ringraziamenti:

Un mio primo ringraziamento va al Prof. Piermaria Corona, mio tutor, per i preziosi spunti e per le accurate osservazioni.

Ringrazio, inoltre, la Dr.ssa Sonia Ravera e Alessandro Biscaccianti per il supporto relativo allo studio dei licheni e dei coleotteri.

Desidero ringraziare anche il Prof. Marzio Zapparoli, la Dr.ssa Anna Barbati, la Dr.ssa Barbara Ferrari, il Dr. Diego Giuliarelli, il Dr. Walter Mattioli, il Dr. Carlo Ricotta, la Dr.ssa Sabina Burrascano e il Dr. Francesco Sabatini, per la collaborazione, per gli utili consigli e per i suggerimenti.

Un ulteriore ringraziamento va all'Ente Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga, per avermi dato la possibilità di realizzare la presente ricerca.

INDICE

1. Introduzione	pag. 7
2. Ipotesi di lavoro	pag. 8
2.1 Struttura della Tesi.....	pag. 10
3. Analisi dei principali attributi definatori dei boschi vetusti	pag. 12
3.1 Definizioni di foresta vetusta.....	pag. 12
3.2. Ruolo e funzioni delle foreste vetuste.....	pag. 15
3.3 Fasi evolutive dei popolamenti forestali.....	pag. 17
3.4 Dinamica delle foreste vetuste.....	pag. 18
3.5 Caratteristiche delle foreste vetuste.....	pag. 19
3.6 Biodiversità delle foreste vetuste.....	pag. 25
4. Aree di studio	pag. 26
4.1 Boschi vetusti nel Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga.....	pag. 26
4.1 Faggeta di Fonte Novello.....	pag. 26
4.2 Faggeta di Aschiero.....	pag. 27
5. Materiali e metodi	pag. 29
5.1 Rilevamento degli attributi strutturali.....	pag. 29
5.1.1 Aree di Saggio protocollo "PRIN 2007".....	pag. 29
5.1.2 Aree di Saggio protocollo "INFC".....	pag. 34
5.2 Rilievi e studio della flora vascolare.....	pag. 37
5.3 Rilievi e studio dei coleotteri.....	pag. 39
5.4 Rilievo e studio dei licheni epifiti.....	pag. 40
5.5 Indici di diversità specifica.....	pag. 42
5.6 Analisi statistiche.....	pag. 44
5.6.1 Analisi multivariata.....	pag. 44
5.6.2 Indici di correlazione.....	pag. 46
5.6.3 Curve di accumulazione e rarefazione delle specie.....	pag. 49
6. Risultati	pag. 50

6.1 Faggeta di Fonte Novello	pag. 50
6.1.1 Attributi strutturali.....	pag. 50
6.1.2 Flora vascolare	pag. 56
6.1.3 Coleotteri.....	pag. 61
6.1.4 Licheni epifiti	pag. 71
6.2 Faggeta di Aschiero.....	pag. 76
6.2.1 Attributi strutturali.....	pag.76
6.2.2 Flora vascolare	pag. 81
6.2.3 Coleotteri.....	pag. 86
6.2.4 Licheni epifiti	pag. 91
6.3 Indici di biodiversità.....	pag. 92
6.4 Analisi statistiche.....	pag. 93
6.4.1 Analisi multivariata	pag. 93
6.4.2 Indici di correlazione.....	pag. 97
6.4.3 Curve di accumulazione e rarefazione delle specie	pag. 103
7. Discussione	pag. 109
7.1 Comparazione degli attributi strutturali delle faggete vetuste del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga	pag. 109
7.2 Diversità specifica nelle faggete vetuste del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga	pag. 115
7.3 Correlazioni tra attributi strutturali e <i>taxa</i> indagati	pag. 116
8. Conclusioni	pag. 121
Bibliografia	pag. 123

1. INTRODUZIONE

In Italia i sistemi forestali sono stati influenzati dall'attività umana fin da tempi remoti. La coltivazione del bosco, attraverso le utilizzazioni legnose, ha comportato modificazioni, rispetto allo stato primigenio, della composizione specifica dello strato arboreo, arbustivo ed erbaceo, delle dimensioni e dell'età degli alberi e della loro distribuzione spaziale. Queste trasformazioni hanno avuto significative ripercussioni anche su altre componenti biotiche degli ecosistemi, riducendo la complessità e la funzionalità dei sistemi stessi.

L'intensità dello sfruttamento e, quindi delle modificazioni, è stata influenzata dalle condizioni locali, sia di natura ambientale che socio-economica, in cui singole porzioni di bosco si sono venute a trovare. Negli ultimi decenni, l'aumento dei costi delle attività selvicolturali, a cui non è corrisposto un aumento dello stesso ordine di grandezza dei ricavi ritraibili dalle attività di gestione forestale, ha determinato da un lato la concentrazione delle utilizzazioni nelle zone più facilmente accessibili e la semplificazione delle tecniche colturali nell'intento di ridurre i costi, dall'altro la marginalizzazione e quindi l'abbandono colturale di molti boschi sui terreni meno produttivi o meno accessibili.

Di conseguenza non è raro, soprattutto nelle aree montane, riscontrare la presenza di lembi di bosco la cui fisionomia e struttura lasciano pensare al fatto che essi abbiano potuto evolversi per lunghi periodi sotto il prevalente effetto di dinamismi interni al sistema e di disturbi esterni di origine naturale. Tali soprassuoli hanno avuto il tempo di raggiungere stadi di sviluppo vegetazionale e strutturale più avanzati rispetto a quelli che caratterizzano la maggior parte dei boschi italiani, in cui tali processi sono stati interrotti dall'azione antropica (o più raramente da fattori naturali), e tendono ad acquisire qualche caratteristica tipica dei soprassuoli definiti a livello internazionale *old growth forests* (foreste vetuste).

Secondo FAO (2010) in Italia popolamenti forestali con qualche caratteristica di vetustà interessano una superficie complessiva superiore a 93.100 ha, che può essere ritenuta tutt'altro che trascurabile, anche in considerazione del fatto che questi popolamenti ospitano gli alberi decidui più vecchi finora scoperti nell'emisfero boreale (Piovesan *et al.*, 2005; Di Filippo *et al.*, 2004).

Le aree protette rappresentano siti privilegiati per la salvaguardia di popolamenti che presentano caratteristiche di vetustà e questi nuclei residuali offrono la possibilità di indagare, anche in ambito appenninico, gli effetti delle dinamiche naturali che influenzano e determinano le caratteristiche strutturali ed ecologiche delle foreste.

2. IPOTESI DI LAVORO

Da alcuni anni il dibattito scientifico sulle foreste vetuste ha portato, anche in Italia, allo sviluppo di specifici studi finalizzati all'individuazione di tratti di foreste evolute in assenza prolungata di interventi antropici. I contributi scientifici prodotti si riferiscono soprattutto a: 1) definizione di attributi strutturali validi per l'individuazione dei boschi vetusti; 2) utilizzo di tecnologie *Remote sensing* per la localizzazione dei boschi vetusti; 3) applicazione di criteri per favorire elementi di vetustà nella gestione forestale (Barbati *et al.*, 2011). In particolare, in uno specifico progetto di ricerca finanziato dal MIUR (PRIN 2007, proj. 2007TFREJ9) denominato “*Metodi innovativi per l'identificazione, la caratterizzazione e gestione delle foreste vetuste in ambito mediterraneo*”, sono state analizzate le principali formazioni vetuste a livello nazionale, evidenziandone le specifiche caratteristiche strutturali.

Parallelamente alcune di queste formazioni sono state prese come riferimento per l'avvio di indagini sperimentali sulla diversità specifica. Queste ricerche hanno messo in evidenza soprattutto le differenze tra boschi vetusti e boschi ordinariamente utilizzati. I gruppi tassonomici principalmente presi in considerazione sono stati la flora vascolare (Burrascano *et al.*, 2009; Blasi *et al.*, 2010, Sabatini *et al.* 2010, Corona *et al.*, 2010, Marchetti *et al.*, 2010), briofite e licheni (Ravera *et al.*, 2010; Brunialti *et al.*, 2010; Potenza & Fascetti, 2010; Blasi *et al.*, 2010, Corona *et al.*, 2010, Marchetti *et al.*, 2010), funghi e coleotteri saproxilici (Persiani *et al.*, 2010; Blasi *et al.*, 2010, Corona *et al.*, 2010).

Non sono invece stati ancora approfonditi studi specifici per valutare le differenze di biodiversità tra formazioni vetuste similari e per analizzare l'influenza degli attributi dendro-strutturali su tali variazioni. Con il presente lavoro si vuole, quindi, fornire un primo contributo per confrontare la biodiversità di alcuni gruppi tassonomici in funzione delle caratteristiche strutturali, all'interno di due faggete vetuste comparabili per caratteristiche biogeografiche, geopedologiche e climatiche. Le formazioni forestali vetuste, seppur accomunate da attributi strutturali di riferimento (es. valori minimi di necromassa, alberi di grandi dimensioni, diversificazione dei diametri dei fusti arborei, ecc...), sono, infatti, contraddistinte da caratteristiche specifiche proprie (Calamini *et al.*, 2010) che influenzano la presenza e la distribuzione di numerosi organismi viventi.

Ulteriore obiettivo del presente studio è indagare l'influenza che i singoli attributi strutturali possono avere sulla presenza di tre gruppi tassonomici presi a riferimento: flora vascolare, coleotteri e licheni epifiti. Le analisi del presente studio sono state condotte all'interno delle aree vetuste di un Parco Nazionale (P.N. del Gran Sasso e Monti della Laga),

dove la ricerca assume una rilevanza particolare, soprattutto in riferimento agli obiettivi gestionali e alle finalità istituzionali di conservazione, definite dalla L. n. 394/91.

Riassumendo, quindi, gli obiettivi della tesi possono essere schematizzati nei seguenti punti:

- 1. *analisi e comparazione degli attributi strutturali e della diversità specifica dei taxa indagati in due faggete vetuste del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga;***
- 2. *individuazione e analisi di possibili correlazioni tra gli attributi strutturali e la presenza di determinati taxa legati alle faggete vetuste di ambito appenninico.***

L'osservazione e lo studio delle foreste con caratteristiche di vetustà e delle loro caratteristiche ecologiche, in particolare all'interno di un'area protetta, possono da un lato fornire informazioni scientifiche per porre in atto misure concrete di conservazione di importanti habitat e specie di interesse conservazionistico e, dall'altro, dare indicazioni fondamentali sui processi e sulle dinamiche che avvengono nei popolamenti forestali e quindi mettere a disposizione riferimenti per una gestione forestale sostenibile (Franklin, 1993; Bakker *et al.*, 1996; Foster *et al.*, 1996; Bergeron & Harvey, 1997; Brang, 2005, Nocentini, 2010).

Lo sviluppo dell'ipotesi di lavoro proposta è riassunto nel seguente schema, dove sono focalizzate e descritte le fasi di lavoro, unitamente alle metodologie operative utilizzate e ai relativi obiettivi, successivamente approfonditi nel § 5:

Fasi e metodologie operative	Obiettivi/finalità
1) Rilievi dendrostrutturali tramite protocollo "PRIN 2007"	<ul style="list-style-type: none"> - verificare l'effettiva "vetustà" dei popolamenti forestali indagati; - posizionare aree di campionamento di superficie sufficientemente grande (1 ha), per il monitoraggio permanente della struttura e delle dinamiche successionali; - effettuare un confronto tra le caratteristiche strutturali dei due boschi vetusti indagati;
2) Rilievi dendrostrutturali tramite protocollo "INFC"	<ul style="list-style-type: none"> - campionare puntualmente i singoli attributi dendrostrutturali sull'intera superficie dei boschi oggetti di studio;

3) Campionamento dai <i>taxa</i> indagati all'interno delle aree "PRIN 2007"	- rilevare la ricchezza specifica in aree di campionamento di pari dimensioni per un confronto diretto tra le due aree di studio;
4) Campionamento dai <i>taxa</i> indagati all'interno delle aree "INFC"	- rilevare i dati di presenza relativi alle specie, da utilizzare nell'analisi statistica per valutare le relazioni con gli attributi strutturali;
5) Calcolo degli indici di diversità	- effettuare un confronto descrittivo tra la diversità specifica dei due boschi indagati;
6) Analisi statistica (indici di correlazione)	- individuare e misurare possibili relazioni tra gli attributi strutturali e i diversi gruppi tassonomici indagati;
7) Analisi statistica (analisi multivariata)	- valutare le differenze di composizione specifica e la β -diversità all'interno delle due distinte aree di studio;
8) Analisi statistica (curve di accumulazione e rarefazione)	- valutare e confrontare la ricchezza specifica delle due aree oggetto di studio; - valutare l'efficacia del piano e dello sforzo di campionamento effettuato.

2.1 Struttura della tesi

La struttura della presente tesi è organizzata in sette capitoli principali. Nella prima parte del documento (§ 3) vengono riportati i principali concetti e le principali definizioni relative alle foreste vetuste. Nello stesso capitolo sono inoltre descritti i diversi contributi e i diversi approcci che, in campo scientifico, sono stati forniti a livello mondiale sulla tematica delle foreste vetuste e che ad oggi costituiscono lo stato dell'arte.

Nel capitolo successivo (§ 4) vengono descritte le due aree di studio oggetto del presente lavoro: le faggete vetuste di Fonte Novello ed Aschiero, entrambe ricomprese nel Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga.

Nel capitolo "Materiali e Metodi" (§ 5) sono illustrati i protocolli impiegati per i rilievi dendro-strutturali e per i campionamenti relativi ai gruppi tassonomici indagati e le diverse tecniche di analisi statistica, con gli indici adoperati per le elaborazione dei dati e i relativi software utilizzati.

Successivamente (§ 6) sono riportati i dati ottenuti dai rilievi degli attributi strutturali e dai campionamenti effettuati per ciascuno dei gruppi tassonomici indagati. Vengono, inoltre, mostrati i risultati delle analisi statistiche. Nel capitolo 7 è sviluppata una disamina sui risultati ottenuti, analizzandone il significato dal punto di vista scientifico, con riferimento ai principali avanzamenti rispetto allo stato dell'arte ed evidenziando i possibili approfondimenti da perseguire.

Infine, nel capitolo 8 sono sintetizzate le conclusioni ritraibili dallo studio eseguito, descrivendo anche le possibili ricadute e applicazioni a livello pratico e gestionale.

3. ANALISI DEI PRINCIPALI ATTRIBUTI DEFINITORI DELLE FORESTE VETUSTE

3.1 Definizioni di foresta vetusta

Una definizione di foreste vetuste appare necessaria per facilitare la loro mappatura e delimitazione sul territorio. La principale difficoltà nel formulare una definizione di foresta vetusta deriva dall'elevato grado di diversità, in termini di caratteristiche ecologiche, che si riscontra non solo tra regioni biogeografiche differenti ma anche nell'ambito di una medesima regione e spesso anche nell'ambito di uno stesso tipo forestale (Marchetti & Lombardi, 2006).

Fino agli anni settanta il concetto di vetustà (*old-growth*) possedeva esclusivamente connotati economici, essendo associato a quei popolamenti definiti stramaturi: il suffisso “*growth*” del termine inglese indicava proprio il legame con gli incrementi legnosi (Spies, 2004; Di Filippo *et al.*, 2004). A seguito della presa di coscienza scientifica e sociale del ruolo ecologico svolto da questi ecosistemi, la definizione di *old-growth forest* è divenuta oggetto del dibattito scientifico. In particolare, le prime proposte riguardarono la regione del Pacific Northwest (che comprende Oregon, Washington e British Columbia sud-occidentale), nella quale sono presenti foreste vetuste molto estese a dominanza di abete di Douglas con esemplari molto grandi e plurisecolari. Per poter inventariare e gestire tale patrimonio forestale sono state formulate numerose definizioni caratterizzate da un comune approccio legato all'individuazione di pochi criteri connessi al maggior numero possibile di caratteristiche ritenute peculiari delle foreste vetuste. Si tratta principalmente di elementi strutturali tra cui la densità di alberi vivi al di sopra di una certa soglia di diametro ed età; la densità di alberi morti in piedi di grandi dimensioni diametriche; la quantità di detrito legnoso grossolano a terra; la struttura multistratificata della volta arborea.

La definizione attualmente più diffusa in ambito internazionale riprende l'approccio proposto enfatizzando l'importanza delle caratteristiche strutturali nel definire lo status di una foresta vetusta in quanto indicative di molte funzioni e del grado di biodiversità: “un ecosistema caratterizzato dalla presenza di alberi annosi e dai relativi attributi strutturali” (Spies, 2004; Di Filippo *et al.*, 2004).

Tuttavia vari Autori (a es., Woodgate *et al.*, 1994; Burgman, 1996) hanno sottolineato come spesso le caratteristiche strutturali indicate per le foreste a dominanza di abete di Douglas non necessariamente si ritrovano in tutte le *old-growth forests*. Ogni tipologia forestale probabilmente possiede una serie di caratteristiche peculiari sulla base delle quali distinguere le foreste vetuste da altri stadi successionali (Burgman, 1996).

La partecipazione della scuola australiana al dibattito scientifico sposta l'attenzione al regime di disturbo, considerato un parametro fondamentale nella maggior parte delle definizioni formulate. Tra le più note si riporta la definizione fornita dal *National Forest Policy Statement (Commonwealth of Australia, 1992)* che per foresta vetusta intende un popolamento forestale ecologicamente maturo, non più soggetto a disturbi antropici, nel quale lo strato dominante è nella fase evolutiva più avanzata e i cicli naturali proseguono indisturbati da un lungo periodo di tempo.

In Europa il problema è stato affrontato soprattutto da autori scandinavi, dal momento che proprio nella regione boreale si concentra la maggior parte delle foreste vetuste del nostro continente. Per le foreste temperate del centro e nord Europa Nilsson *et al.* (2002) forniscono una panoramica di dati strutturali riferiti a foreste in cui gli individui partecipanti alla volta arborea hanno superato la metà della loro età massima. Si tratta inoltre di formazioni non interessate da tagli per tutto il periodo di vita degli alberi presenti, pur non potendo escludere, almeno nel passato, un qualche disturbo dovuto al pascolo da parte di animali domestici. Altre definizioni formulate in Europa sono quelle sviluppate nell'ambito della cartografia delle foreste vetuste di Russia e Fennoscandia. Nel primo caso si considerano foreste vetuste quelle derivate da successioni naturali, non interessate da disturbo antropico (deforestazione, incendi, cambiamenti nel regime idrologico, uso di sostanze chimiche, inquinamento, pascolo, utilizzo a fini ricreativi) per un periodo significativo di tempo e che occupano una superficie sufficiente per l'auto-mantenimento in assenza di eventi catastrofici; nel secondo caso le foreste vetuste sono caratterizzate da siti derivanti da successioni naturali con presenza significativa di alberi senescenti e legno morto ed una struttura pluristratificata (Burrascano *et al.*, 2009).

Un importante contributo francese alla questione è quello di Gilg (2004) che fornisce un quadro organico dei principali aspetti relativi a questi ecosistemi in termini di definizione, descrizione, studio, conservazione e gestione. L'Autore riporta tre diverse definizioni di *old-growth forests*:

- ecosistemi differenziati dalla presenza di alberi senescenti;
- foreste che hanno raggiunto gli stadi finali di sviluppo, tipicamente differenziati dagli stadi più giovanili per le dimensioni degli alberi, l'accumulo di grandi quantità di necromassa legnosa, il numero di strati arborei, la composizione specifica e per le funzioni ecologiche da queste svolte;
- foreste prive di tracce di tagli recenti e che comprendono specie autoctone.

In Italia, come negli altri Paesi dell'Europa mediterranea, il dibattito riguardante le foreste vetuste è ancora agli inizi. Gli studi sull'argomento sono recenti e hanno carattere molto locale. La definizione maggiormente ripresa da parte degli Autori italiani (a es., Di Filippo *et al.*, 2004; Motta *et al.*, 2008) è quella riportata da Spies (2004).

Dal momento che le foreste che possono essere considerate come vetuste possono essere molto diverse in termini ecologici, regime di disturbo e condizioni ambientali, Franklin & Spies (1991) hanno introdotto il termine di vetustà o *old-growthness* per descrivere i diversi gradi a cui il popolamento esprime gli attributi strutturali e funzionali caratteristici delle foreste vetuste.

Più recenti sono i livelli di naturalità di un popolamento forestale proposti in occasione del *Third Expert Meeting on Harmonizing Forest-related Definitions*, tenutosi presso la FAO nel 2005. Secondo Buchwald (2005), all'interno della classe delle foreste dominate da specie native, le foreste vetuste si collocano a un livello di naturalità compreso tra le foreste prossime alle foreste vergini e le foreste non più gestite da lungo tempo. Le foreste vetuste così classificate si caratterizzano in particolare per la presenza di alberi monumentali, per un ampio range dimensionale dei fusti arborei, per la presenza di alberi morti in piedi e schiantati, di vuoti nella copertura e una struttura pluristratificata (Marchetti & Lombardi, 2006).

Bauhus *et al.* (2009) riprendendo il concetto di *old-growthness* e individuano diversi approcci per caratterizzare le foreste vetuste secondo i loro attributi strutturali: una caratterizzazione lungo un gradiente continuo di vetustà, una netta differenziazione tra foreste *old-growth* e foreste gestite o derivate da eventi catastrofici (foreste secondarie) e una terza classificazione che pone tra le due situazioni limite foreste con caratteristiche strutturali qualitative e quantitative a diverso grado di vetustà (Figura 3.1.1).

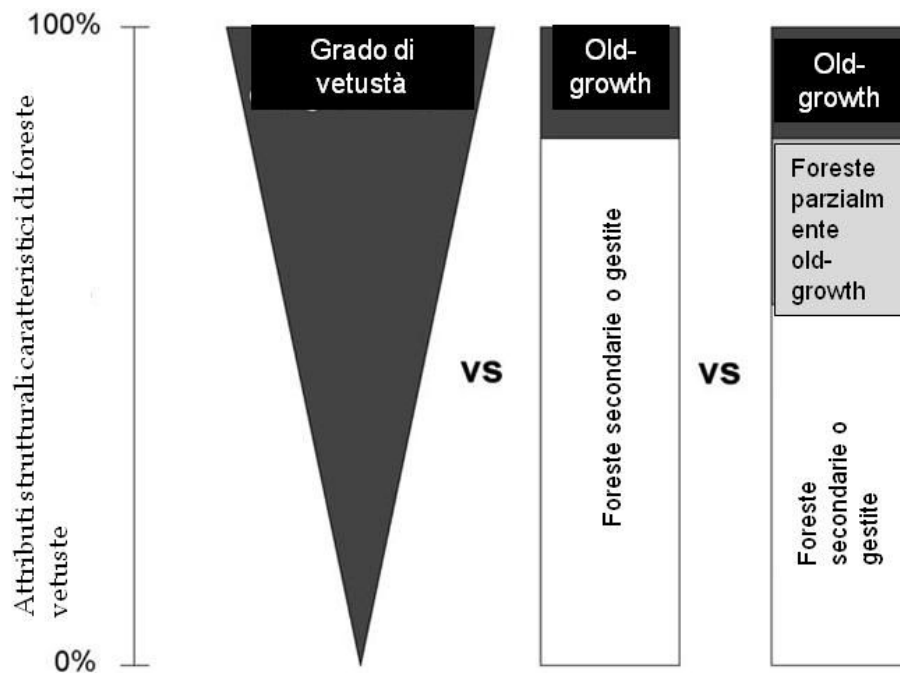


Figura 3.1.1. Classificazione delle foreste vetuste e non vetuste sulla base di attributi strutturali (Bauhus *et al.*, 2009 - modificato).

Alla luce delle definizioni riportate è importante sottolineare la differenza tra foreste vergini e foreste vetuste: in una foresta vergine possono essere presenti diversi stadi di sviluppo del popolamento forestale, tra cui gli stadi più maturi con caratteristiche di *old-growth*. Tuttavia un popolamento *old-growth* può essere il risultato anche dell'evoluzione intrapresa in seguito alla cessazione dei disturbi antropici. Dal momento che gli effetti dell'attività umana influenzano molti aspetti strutturali per lunghi periodi di tempo (a es., distribuzione diametrica e in classi cronologiche, accumulo di necromassa), Peternek (1996) propone di applicare il termine foreste vetuste alle foreste con più di 200 anni di età e che per lunghi periodi non abbiano subito disturbo antropico o naturale di tipo catastrofico.

In questa prospettiva, e in relazione al concetto di *old-growthness*, l'individuazione di foreste con caratteri di vetustà assume una notevole rilevanza soprattutto all'interno di aree protette dove boschi, un tempo coltivati, possono aver raggiunto età, struttura e biomasse tipiche delle fasi più mature del ciclo evolutivo.

3.2. Ruolo e funzioni delle foreste vetuste

L'importanza della conoscenza delle fasi di sviluppo più avanzate di una foresta come riferimento per le foreste coltivate e per i modelli selvicolturali applicabili è stata ampiamente discussa in Italia (Susmel, 1956; Susmel, 1980), in Europa centro-settentrionale (Leibundgut,

1960; Siitonen *et al.*, 2000; Löhmus *et al.*, 2005) ed in America settentrionale (Franklin, 1993; Foster *et al.*, 1996). In particolare, lo studio di popolamenti vetusti può fornire importanti indicazioni sulla dinamica dei sistemi forestali in assenza di disturbo antropico indispensabili per la comprensione organica dei processi evolutivi delle foreste e valutazione dell'impatto delle attività selvicolturali sugli ecosistemi forestali.

In questi ultimi decenni lo studio di popolamenti forestali primari, o che hanno potuto evolversi naturalmente per un lungo periodo di tempo, ha acquisito una grandissima importanza anche alla luce del *climate change*, in quanto in questi è possibile osservare gli effetti dei cambiamenti climatici sui processi che avvengono in foresta con una prospettiva di lungo periodo ed in assenza di interventi da parte dell'uomo (Foster *et al.*, 2003; Turner *et al.*, 2003). È certamente nota da tempo l'azione diretta svolta dalle foreste sul sistema climatico attraverso la riduzione dell'albedo, l'influenza sulla temperatura e sull'azione dei venti e, soprattutto, la capacità di accumulo dell'anidride carbonica e dei gas serra (De Angelis & Scarascia Mugnozza, 1995). In particolare, proprio le foreste vetuste sembrano svolgere un ruolo non secondario nel processo di sequestro della CO₂, dando un contributo alla mitigazione dell'effetto serra da parte della copertura forestale a scala planetaria. Luyssaert *et al.* (2008) evidenziano, infatti, come le foreste continuino a accumulare carbonio anche nelle fasi più avanzate del ciclo evolutivo: le foreste primarie delle regioni temperate e boreali immagazzinano $1,3 \pm 0,5$ Gt di carbonio l'anno. Nonostante la fase evolutiva di una foresta non costituisca un criterio identificativo degli ecosistemi forestali nei documenti ufficiali redatti a livello nazionale e internazionale, la protezione e lo studio di queste foreste è quindi importante anche dal punto di vista del ciclo e dello stoccaggio del carbonio (Motta, 2008; Tognetti *et al.*, 2008).

Inoltre, al valore scientifico e naturalistico dei rari lembi di foreste vetuste della nostra penisola si associano il valore culturale e paesaggistico (Peterken, 1996; Foster, 2002; Ciancio & Nocentini, 2004;). Le foreste nelle fasi più mature o di crollo sono parte del nostro immaginario collettivo perché, grazie alla presenza di alberi plurisecolari di grandi dimensioni e alla presenza abbondante di alberi morti in piedi e a terra, forniscono un'immagine della natura primigenia che dominava il nostro continente prima della massiccia antropizzazione.

Le emozioni e i sentimenti evocati da queste foreste rappresentano un valore culturale che deve essere conservato, valorizzato e trasmesso alle generazioni future.

3.3 Fasi evolutive dei popolamenti forestali

L'identificazione di fasi o stadi successivi del ciclo forestale attraverso modelli elaborati a scala di popolamento può risultare utile per schematizzare la dinamica in atto e poter operare un confronto tra situazioni differenti (Bormann & Likens, 1979; Oldemann, 1990; Oliver & Larson, 1996; Emborg *et al.*, 2000; Franklin *et al.*, 2002; Frelich, 2002; Tabella 3.3.1). Si tratta comunque di suddivisioni arbitrarie dal momento che la dinamica in atto è continua nel tempo e molti processi coinvolti proseguono nel corso dell'intero ciclo.

La maggior parte dei modelli risultano molto simili per quanto riguarda le prime fasi, salvo il modello proposto da Franklin *et al.* (2002) che inserisce nella dinamica successionale l'evento di disturbo le cui caratteristiche influenzano i successivi processi di rigenerazione.

L'elevata diversificazione che si riscontra tra i modelli nelle ultime fasi del ciclo evolutivo forestale è dovuta, oltre che alla fisionomia presa in considerazione, anche alla minor disponibilità di dati per queste ultime fasi e ai diversi tipi e regimi di disturbo a cui le diverse fisionomie sono soggette. In ogni caso, seppure risulta difficile estrapolare un unico modello di carattere generale, si possono individuare quattro fasi comuni a tutti i modelli proposti: 1) insediamento, 2) competizione, 3) accumulo di biomassa, 4) aumento dell'eterogeneità strutturale e compositiva.

Tra più citati, il modello proposto da Frelich (2002) distingue i soprassuoli forestali più evoluti in due stadi. Il primo, cosiddetto di transizione demografica (*demographic transition*) in quanto avviene il passaggio da una a più coorti nella copertura arborea, è caratterizzato da una distribuzione diametrica dei fusti arborei di tipo bimodale, con un picco di frequenze di distribuzione nelle classi diametriche più grandi e un altro picco, di neoformazione, nelle classi diametriche più piccole. In questo stadio il bosco inizia ad assumere le caratteristiche di foresta vetusta e si possono riscontrare ondate di mortalità causate dal raggiungimento della senescenza nello stesso periodo da parte di più alberi. Nello stadio evolutivo definito multicoorte (*multi-aged*) si osservano soprassuoli di tipo disetaneo, caratterizzati da una distribuzione diametrica dei fusti arborei a J rovesciata, con alti livelli di mortalità tra gli alberi giovani, bassa mortalità tra gli alberi di medie dimensioni e un aumento della mortalità per gli alberi senescenti di maggiori dimensioni.

Per le fasi più avanzate del ciclo forestale Franklin *et al.* (2002) hanno proposto un modello che include cambiamenti nella eterogeneità spaziale e sottolinea l'importanza degli eventi di disturbo anche al fine di mantenere elementi propri delle fasi di vetustà (eredità biologica) nelle fasi di rinnovazione che seguono il disturbo stesso.

I modelli riportati in Tabella 3.3.1 si riferiscono a foreste in cui disturbi naturali di grande estensione e intensità sono piuttosto rari e, pertanto sono tipicamente applicabili anche alla realtà forestale della regione biogeografica mediterranea, e in particolare possono essere ritenuti validi per le foreste all'interno del Parco Nazionale Gran Sasso e Monti della Laga.

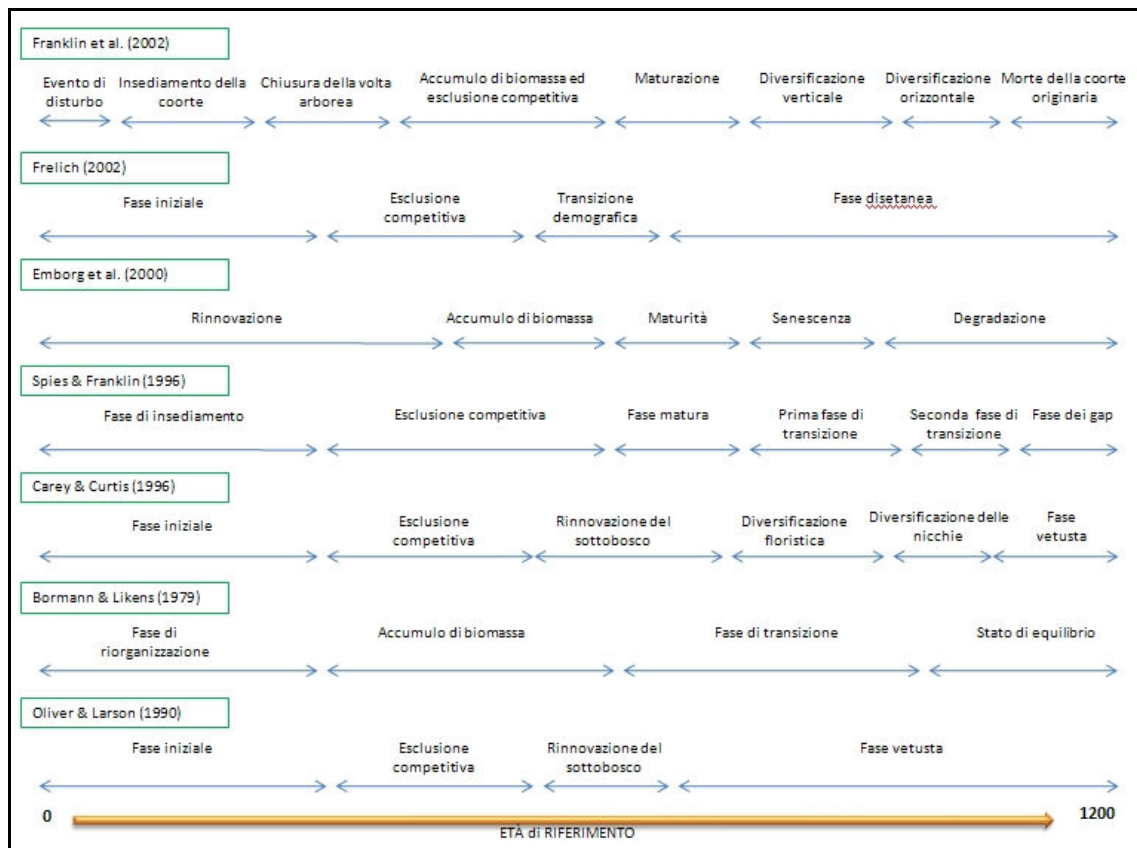


Tabella 3.3.1. Confronto tra diversi modelli di classificazione delle fasi di sviluppo del bosco (Franklin *et al.*, 2002 - modificato).

3.4 Dinamica delle foreste vetuste

L'acquisizione di serie temporali di dati quantitativi ha permesso di consolidare la consapevolezza che il regime dei disturbi naturali è una componente fondamentale della dinamica forestale (Frelich, 2002) e non un fatto eccezionale che modifica il normale processo dinamico. Gli stadi evolutivi delle fasi più avanzate non sono quindi considerati come fasi stabili che si mantengono per un tempo indefinito (con i disturbi considerati come fattori eccezionali che modificano la situazione di stabilità) ma, piuttosto, come una fase che può durare anche a lungo, in funzione del regime di disturbi naturali, ma che è comunque destinata ad essere interrotta da un evento naturale che darà origine ad un nuovo processo dinamico (Oliver & Larson, 1996). Il disturbo è stato definito in ecologia come un evento in

seguito al quale si innesca una successione attraverso la distruzione di biomassa (Grime, 2001), o si verifica una maggiore disponibilità di spazio di crescita (Sousa, 1984; Oliver & Larson, 1996) o un cambiamento nella distribuzione delle risorse (Bazzaz, 1983; Pickett & White, 1985). Si possono distinguere disturbi di origine naturale, determinati cioè da fattori biotici (a es., insetti) o abiotici (a es., frane, uragani, gelate, incendi), e disturbi di natura antropica (a es., disboscamento, bonifica di aree umide, inquinamento, incendi).

Dimensione spaziale, intensità e frequenza sono le coordinate necessarie per descrivere in modo appropriato un disturbo.

Nelle foreste *old-growth* agisce un dinamismo dovuto prevalentemente a eventi di disturbo di entità limitata che determinano la sostituzione di individui o il ringiovanimento del consorzio attraverso la morte di rami di alberi dominanti, di singoli individui arborei o di un numero ridotto di alberi. Questi eventi danno inizio a processi che portano alla chiusura dei *gap* creatasi, secondo modalità dipendenti dalle caratteristiche del *gap* stesso, in particolare dalle sue dimensioni, che determineranno la chiusura della volta arborea per espansione delle chiome circostanti, consolidamento di individui dominati o sottoposti o processi di successione secondaria. Questa dinamica a scala di dettaglio è definita *gap dynamic*.

La dimensione spaziale e l'esposizione dei *gap*, congiuntamente alle caratteristiche climatiche e topografiche del sito, determinano gradienti microambientali (intensità luminosa, temperature del suolo e dell'aria, umidità, velocità del vento, ecc.) complessi e diversificati che influenzano la composizione specifica e i processi rigenerativi e/o successionali.

Sulla base di queste dinamiche, in una foresta in cui il disturbo opera a scala di dettaglio sono pertanto presenti contemporaneamente varie fasi del ciclo evolutivo in ambiti più o meno estesi a seconda delle caratteristiche dell'evento di disturbo, distribuiti secondo pattern spesso casuali. Tende così a generarsi un mosaico dinamico (*shifting mosaic*) che cambia con il procedere della dinamica forestale ma mantiene la propria eterogeneità a causa del carattere ciclico dei fenomeni.

3.5 Caratteristiche delle foreste vetuste

L'approccio comunemente adottato per definire una foresta vetusta (v. § 3.1) implica la valutazione di attributi strutturali e compositivi dal momento che con il passaggio alla vetustà la comunità arborea manifesta alcune peculiarità strutturali che, assenti nei popolamenti giovani, sono utili per riconoscere il raggiungimento di questa condizione. I principali attributi individuati dalla letteratura sono sintetizzati in Tabella 3.5.1.

Le foreste tardo–successionali, che includono una ampia varietà di foreste vetuste, presentano alti livelli di complessità strutturale, chiave di molti processi funzionali e compositivi che caratterizzano una foresta vetusta (a es., habitat per la biodiversità, regolazione dei cicli di nutrienti e di energia). Questa complessità implica una eterogenea distribuzione spaziale delle strutture sia in senso verticale che orizzontale: la distribuzione verticale appare spesso continua o multistratificata, mentre quella orizzontale si presenta irregolare per la presenza di piccole aree di rinnovazione o *gap* (Franklin & Van Pelt, 2004).

La struttura verticale continua o multistratificata si sviluppa gradualmente, in seguito alla maggiore penetrazione di luce all'interno del popolamento dovuta alla mortalità degli individui arborei dominanti in prossimità delle fasi senili. Questa dinamica favorisce lo sviluppo di specie tolleranti dell'ombra precedentemente insediatesi nel popolamento: queste specie si inseriscono gradualmente negli strati intermedi del piano arboreo, colmando, con le loro chiome, le discontinuità nello spazio verticale.

Oltre alla eterogeneità spaziale, la complessità strutturale di popolamenti vetusti è determinata da un'ampia varietà di strutture individuali che si manifesta in particolare nella diversificazione delle dimensioni diametriche degli individui, nella variabilità dell'architettura delle chiome, nella presenza di cavità sui tronchi. L'area basimetrica a ettaro e la presenza di alberi di grandi dimensioni sono due importanti parametri sia perché la presenza di alberi maestosi costituisce spesso l'elemento più appariscente, sia per la correlazione con la fase di sviluppo biologico dei singoli individui. Inoltre, nelle classi diametriche maggiori si accumula la maggiore percentuale di biomassa legnosa e fogliare (Piovesan *et al.*, 2005).

Altrettanto rilevante è la presenza grandi alberi, morti in piedi o vivi, ma provvisti di cavità, che rappresentano nicchie ecologiche (alberi habitat) sfruttate da molte specie animali e vegetali (Keddy & Drummond, 1996): queste cavità marcescenti, attive anche per centinaia di anni, subiscono una continua evoluzione, maturando habitat complessi e formando microambienti diversificati come acqua e humus del legno sul fondo, rosure di insetti, pareti progressivamente più secche verso l'alto, ecc.

Ulteriori caratteristiche strutturali sono state riassunte da Oliver & Larson (1996) prevalentemente in riferimento allo stadio evolutivo definito multi-coorte (v. § 3.3). In questi soprassuoli si osserva una struttura articolata e complessa riconducibile al tipo disetaneo, con una distribuzione fogliare pressoché continua lungo il profilo verticale. Come visto la distribuzione diametrica dei fusti arborei tende ad assumere una caratteristica forma a J rovesciata, e si evidenziano alti livelli di mortalità tra gli alberi giovani, bassa mortalità tra gli alberi di medie dimensioni con un aumento della mortalità per gli alberi senescenti di

maggiori dimensioni. I valori di riferimento per i principali parametri strutturali caratterizzanti una condizione di vetustà riferiti alle foreste temperate decidue dell'emisfero boreale sono riportati in Tabella 3.5.2.

Un importante elemento diagnostico è la quantità di necromassa, segno dell'abbandono delle attività selvicolturali e dell'inesco del processo di mortalità (Wolynski, 2001). In una foresta vetusta la necromassa è presente in forma di materiale morto in piedi, quali alberi morti in piedi o stroncati, e di frammenti o fusti a terra anche di grandi dimensioni. Una vasta letteratura evidenzia la partecipazione della necromassa a innumerevoli processi che riguardano la disponibilità di habitat per specie animali e vegetali, il ciclo dei nutrienti e il ciclo idrogeologico (bibliografia in Nocentini, 2002; Marchetti & Lombardi, 2006; Lombardi *et al.*, 2010). Molti organismi dipendono in maniera diretta o indiretta dalla presenza di legno morto, in piedi o a terra, trovando nella necromassa legnosa un substrato adatto per la germinazione e lo sviluppo, per l'alimentazione, la nidificazione o come riparo (a es., invertebrati, funghi, briofite, licheni, piccoli mammiferi, uccelli). In alcuni ecosistemi forestali i tronchi a terra sono particolarmente importanti come substrato per la rinnovazione del soprassuolo principale. È noto in proposito il caso delle peccete subalpine (Motta *et al.*, 2006): il legno morto in decomposizione può costituire un substrato preferenziale per la germinazione delle plantule delle nuove generazioni; ciò vale anche in esposizioni particolarmente aride e assolate, laddove il legno morto in decomposizione, per la sua caratteristica di assorbire e trattenere l'umidità necessaria alla germinazione del seme, può costituire il substrato più adatto alla rinnovazione (Wolynski, 2001). Oltre a garantire la sopravvivenza di specie vegetali ed animali, spesso rare, la necromassa svolge anche un ruolo cruciale nel favorire i processi pedogenetici e nel mantenimento della fertilità dei suoli.

Data l'importanza di questo carattere, negli ultimi anni il legno morto è sempre più utilizzato come indicatore del grado di vetustà di un popolamento forestale, ma anche come strumento per comprendere la fase evolutiva in cui si trova il popolamento stesso, rendendo visibili e interpretabili le caratteristiche ecologico-funzionali possedute in passato e la loro evoluzione nel tempo (Marchetti & Lombardi, 2006; Burrascano *et al.*, 2008).

Vari studi hanno evidenziato che una foresta vetusta possiede una necromassa ben differenziata in individui morti in piedi, integri o troncati, e detriti legnosi a terra, a cui sono associati valori di densità e volume: per le faggete europee i valori di riferimento per la necromassa totale si collocano all'interno dell'intervallo di 50-200 m³ha⁻¹ (Travaglini *et al.*, 2007); nelle fasi terminali di foreste primarie del Centro-Europa, Leibungut (1993) ha invece individuato valori massimi di necromassa pari al 20-30% del volume totale. In ambiente

mediterraneo, Lombardi *et al.* (2010) hanno evidenziato come i quantitativi di legno morto differiscono sensibilmente tra vari siti di studio localizzati lungo la penisola italiana (la necromassa varia da 2 a 143 m³ha⁻¹).

Nelle foreste vetuste i tassi di mortalità e di accrescimento possono variare molto nelle diverse classi diametriche (Leak, 2002; Di Filippo *et al.*, 2004). La curva di mortalità in funzione del diametro assume spesso una tipica forma ad U (Goodburn & Lorimer, 1999): gli alberi di piccole dimensioni, posizionate nello strato dominato, muoiono a causa della competizione asimmetrica per la luce (autodiradamento); le classi diametriche intermedie, grazie a una posizione sociale più favorevole, presentano minori tassi di mortalità (Goff & West, 1975). Infine, le classi diametriche maggiori, composte da alberi dominanti con chioma espansa e direttamente esposta agli eventi climatici, sono di fatto le più vulnerabili agli eventi di disturbo naturale, che ne possono determinare la morte. La durata del processo di degradazione, e quindi del tempo di permanenza dei tronchi in piedi, è spesso direttamente correlata al loro diametro (Wolinski, 2001).

Per le foreste temperate decidue, vari Autori concordano nel ritenere che l'accumulo di necromassa prossimo a condizioni di naturalità possa essere ottenuto in non meno di 50-100 anni, in assenza di disturbo antropico, in relazione alle condizioni stagionali e alle specie (Peterken, 1996; Svodoba & Pouska, 2008; Vandekerkhove *et al.*, 2009). Nell'Europa meridionale i quantitativi di legno morto, anche se inferiori rispetto a quelli riportati in letteratura per le foreste vetuste dell'Europa centrale e settentrionale, possono assumere un significato differente in relazione al più elevato tasso di decomposizione rilevato nelle aree forestali con clima più tipicamente mediterraneo (Lombardi *et al.*, 2010).

In ogni caso il processo di decomposizione avviene in massima parte a terra, dove i tronchi trovandosi a contatto con il terreno, in un ambiente caratterizzato da umidità relativamente elevata e dalla presenza di organismi saproxilici, presentano in genere un grado di decomposizione più avanzato rispetto alla necromassa in piedi (Nilsson *et al.*, 2002). Inoltre, in una foresta vetusta, i detriti legnosi a terra contribuiscono al quantitativo totale di necromassa in maggior quantità rispetto ai fusti morti in piedi (secondo Nilsson *et al.*, 2002, solo il 20-40% del volume della necromassa appartiene ad alberi morti in piedi o troncati).

Valutare il grado di decadimento del legno morto può consentire di comprendere ulteriormente il ruolo che il legno morto svolge complessivamente nella conservazione della biodiversità nei diversi stadi evolutivi. Il grado di decomposizione sembra, infatti, influenzare le funzioni svolte e gli organismi ospitati dalla necromassa (Motta *et al.*, 2006). In particolare, il numero di classi di decomposizione, espressione dell'assenza prolungata di disturbi, sembra

essere correlato alla composizione specifica delle foreste vetuste (Burrascano *et al.*, 2008). I parametri di vetustà e le caratteristiche di ogni singolo indicatore dovrebbero essere sempre riferiti e calati in un preciso contesto biogeografico e climatico. In particolare, nella regione biogeografica mediterranea, i parametri relativi al legno morto che, più significativamente, possono caratterizzare un popolamento prossimo alla vetustà sembrano essere un rapporto tra volume del legno morto e la biomassa vivente non inferiore al 10%; presenza di abbondante legno morto a terra quale componente prevalente della necromassa; ampio range dimensionale tra tutte le componenti del legno morto, afferenti a numerosi stadi di decompositivi (Lombardi *et al.*, 2010).

Numero elevato di alberi di grandi dimensioni diametriche
Elevati volume e biomassa arborea
Abbondante presenza di alberi morti in piedi o morenti con elevati valori di area basimetrica
Abbondante necromassa
Ampia diversificazione dello stato di decomposizione del legno morto
Continuità della distribuzione delle foglie nello spazio verticale
Elevata percentuale di specie tolleranti la copertura
Pluralità di gruppi di individui della stessa età o classe di età (coorti) e diversificazione delle dimensioni diametriche degli individui arborei
Elevata eterogeneità spaziale della copertura arborea
Consistente spessore della lettiera
Presenza di attributi particolari quali epifite, alberi habitat (a es., alberi con cavità, marcescenti...)
Elevata variabilità dell'architettura delle chiome
Presenza di abbondante rinnovazione naturale

Tabella 3.5.1. Principali attributi strutturali delle foreste vetuste (fonte: Bauhus *et al.*, 2009 modificato).

<i>Attributo</i>	<i>Valore soglia</i>	<i>Fonte</i>
Area basimetrica	$>29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$	Keddy and Drummond, 1996
Composizione specifica: percentuale di specie tolleranti la copertura	$>70\%$	Keddy and Drummond, 1996
Necromassa totale (tronchi a terra, alberi morti in piedi, grossi rami)	$>20 \text{ Mg ha}^{-1}$	Keddy and Drummond, 1996
Numero di tronchi a terra con diametro a 1,30 m > 40 cm	$\geq 8 \text{ ha}^{-1}$	Keddy and Drummond, 1996
Numero di alberi vivi con diametro a 1,30 m > 70 cm	$\geq 10 \text{ ha}^{-1}$	Nilsson <i>et al.</i> , 2002
Alberi morti in piedi incluse le ceppaie alte	10% degli alberi vivi in piedi delle stesse dimensioni	Nilsson <i>et al.</i> , 2002
Distribuzione del volume totale e biomassa degli alberi vivi in classi diametriche	$\geq 20\%$ in alberi >70 cm	Brown <i>et al.</i> , 1997
Necromassa in piedi	$\geq 20 \text{ unità ha}^{-1}$	Piovesan <i>et al.</i> , 2005
Necromassa a terra	$\geq 33 \text{ unità ha}^{-1}$	Piovesan <i>et al.</i> , 2005
Necromassa totale	$\geq 50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$	Piovesan <i>et al.</i> , 2005
Concentrazione di necromassa nelle classi di decomposizione più avanzate	-	Piovesan <i>et al.</i> , 2006

Numero di alberi habitat (diametro a 1,30 m > 50 cm e presenza di cavità per lo sviluppo di habitat a carattere faunistico/ornitologico)	> 4 /10ha	Oliver e Larson, 1996
Distribuzione diametrica a forma di J rovesciata	-	Oliver e Larson, 1996

Tabella 3.5.2. Valori di riferimento individuati per i principali attributi strutturali delle foreste vetuste in ambienti temperati.

I parametri evidenziati nelle Tabelle 3.5.1 e 3.5.2 rappresentano un primo orientamento per l'identificazione di stadi tardo-successionali nelle foreste decidue temperate.

I valori soglia dei principali parametri riportati in letteratura sono confrontati con i risultati ottenuti in popolamenti vetusti di faggio localizzati all'interno di due Parchi Nazionali dell'Italia centro-meridionale e con quelli ottenuti da prime osservazioni di uno studio condotto nel bosco di Fonte Novello (Progetto PRIN 2007 - Metodi innovativi per l'identificazione, caratterizzazione e gestione dei boschi vetusti in ambito mediterraneo, all'interno del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga; Tabella 3.5.3).

Dai dati riportati risulta che i valori soglia indicati possono essere ritenuti validi anche per le foreste temperate decidue della nostra penisola e, almeno in prima istanza, possono essere utilizzati come base di riferimento per l'individuazione di boschi vetusti nel Parco Nazionale Gran Sasso e Monti della Laga.

<i>Attributo</i>	<i>Valore soglia</i>	<i>Val Cervara</i>	<i>Corleto</i>	<i>Fonte Novello</i>
Area basimetrica	>29 m ² ha ⁻¹	42 m ² ha ⁻¹	48 m ² ha ⁻¹	62 m ² ha ⁻¹
Composizione specifica: percentuale di specie tolleranti la copertura	>70%	100%	100%	100%
Numero di tronchi a terra con diametro a 1,30 m > 40 cm	≥8 ha ⁻¹	-	>8	8
Numero di alberi vivi con diametro a 1,30 m > 70 cm	≥10 ha ⁻¹	20 ha ⁻¹	28 ha ⁻¹	22 ha ⁻¹
Distribuzione del volume totale e biomassa degli alberi vivi in classi diametriche	≥20% in alberi >70cm	24%	>20%	>20%
Necromassa in piedi	≥20 unità ha ⁻¹	19 unità ha ⁻¹	81 unità ha ⁻¹	>80 unità ha ⁻¹
Necromassa a terra	≥33 unità ha ⁻¹	40 unità ha ⁻¹	-	>110 unità ha ⁻¹
Necromassa totale	≥50 m ³ ha ⁻¹	65 m ³ ha ⁻¹	-	89 m ³ ha ⁻¹

Tabella 3.5.3. Confronto tra i principali parametri strutturali individuati per le foreste vetuste in differenti località all'interno di Parchi Nazionali: Val Cervara, Parco Nazionale d'Abruzzo; Corleto, Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano; Fonte Novello, Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga (fonte: Piovesan *et al.*, 2005; Blasi, 2008; Lombardi *et al.*, 2010; Calamini *et al.*, 2012).

3.6 Biodiversità delle foreste vetuste

Sono molti gli studi che negli ultimi anni hanno evidenziato il ruolo fondamentale che le foreste vetuste rivestono anche nel mantenimento della biodiversità (Franklin & Spies, 1991; Keddy & Drummond, 1996). Questa peculiarità è determinata dalla presenza, a volte esclusiva, di specie nemorali che necessitano di bassi livelli di disturbo e della presenza di microhabitat idonei creati dall'elevata eterogeneità strutturale (Nordén & Appelqvist, 2001).

Vari studi hanno dimostrato, inoltre, proprio attraverso il confronto con foreste vetuste, gli effetti delle pratiche selvicolturali sulla diversità biologica, in relazione a diversi gruppi tassonomici come invertebrati (Siitonen, 2001), licheni, muschi e funghi (Ódor & Standovár, 2001; Nelson & Halpern, 2005; Nordén *et al.*, 2007), uccelli (Jansson & Andren, 2003) e piante vascolari (Graae & Heskjær, 1997; Aude & Lawesson, 1998; Bergstedt & Milberg, 2001; Meier *et al.*, 2005). Oltre alle caratteristiche strutturali e alla continuità ecologica è stato individuato come elemento fondamentale per la diversità ecologica la conservazione del legno morto (Emborg *et al.*, 2000). Questo, infatti, costituisce l'habitat o il nutrimento principale per numerose specie di invertebrati (Samuelson *et al.*, 1994), funghi (Heilmann-Clausen, 2001), briofite (Ódor & Standovár, 2001), licheni (Humphrey *et al.*, 2002), piccoli mammiferi (Harmon *et al.*, 1986) e uccelli (Mikusinski & Angelstam, 1997).

Le foreste vetuste rappresentano quindi un elemento chiave nelle strategie di conservazione della biodiversità: l'esclusione dai cicli colturali della fase caratterizzata dalla vetustà/senescenza e dalla morte di individui di grandi dimensioni favorisce la creazione di habitat, come alberi cavi e morti in piedi e necromassa in vari stadi di decomposizione, essenziali per lo sviluppo e la sopravvivenza di molte specie animali (a es., funghi saprofiti e uccelli specialisti). In questa prospettiva molti accordi internazionali finalizzati alla conservazione della biodiversità sottolineano proprio l'importanza delle foreste vetuste (Burrascano *et al.*, 2009). La Strategia Pan-Europea per la diversità biologica e del paesaggio (PEBLDS) nel tema d'azione dedicato alle foreste (*action theme 9*) indica tra gli obiettivi principali la conservazione di tutte le tipologie forestali in Europa, tutelando prioritariamente la maggior parte delle foreste secondarie più antiche, e la conservazione di habitat forestali per specie che necessitano di habitat estesi e indisturbati, comprese le specie indicate nella Convenzione di Berna, nella Direttiva "Habitat" e dalla UNECE (Commissione Economica delle Nazioni Unite per l'Europa).

4. AREE DI STUDIO

4.1 Boschi vetusti del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga

Il Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga è ricoperto per circa 87.000 ettari (61%) da foreste. Le diversità geomorfologiche, di versante ed edafiche di un territorio che si estende per circa 147.000 ha, dalla quota di 300 m.s.l.m. fino alla vetta principale dell'Appennino (Corno Grande 2912 m.s.l.m.), offrono le condizioni per lo sviluppo di diversi tipi forestali, tra le quali le leccete, i querceti, gli orno-ostrieti e soprattutto le faggete, maggiormente rappresentate in termini di superficie.

Uno specifico progetto di ricerca del 2010-2011, condotto dall'Università degli Studi della Tuscia, ha analizzato diverse formazioni vetuste (o potenzialmente vetuste) presenti nel territorio dell'area protetta. Utilizzando i valori soglia di riferimento, definiti, in ambito nazionale, dallo studio PRIN 2007 - "Metodi innovativi per l'identificazione, la caratterizzazione e gestione delle foreste vetuste in ambito mediterraneo", sono stati individuati e mappati vari nuclei forestali che presentano caratteristiche di prossimità alla vetustà (es. Faggete del Ceppo, Abetina di Tossicia, Foresta di San Gerbone, Cerreta di Fonte della Cavalla) e tra questi alcuni boschi riconosciuti propriamente come vetusti in relazione agli standard di riferimento: il Frassineto di Vallo Vaccaro e le Faggete di Fonte Novello e Aschiero, quest'ultime oggetto di studio del presente lavoro (Fig. 4.1 e 4.2).

4.1.1 Faggeta di Fonte Novello

La Faggeta di Fonte Novello è situata nell'alta Valle del Venacquaro, nel versante orientale del massiccio del Gran Sasso, a circa 1400 m.s.l.m., nel territorio comunale di Pietracamela (TE). L'intera foresta è gestita dall'Amministrazione Separata per i Beni di Uso Civico dell'Antica Università di Interemesoli, frazione del Comune di Pietracamela.

La faggeta di Fonte Novello rappresenta un biotopo di particolare rilevanza ambientale, già oggetto di studio di numerose ricerche (Di Santo *et al.*, 2010; Vettori *et al.*, 2010; Di Paolo *et al.*, 2010; Sabatini *et al.* 2010). La prolungata assenza di significativi interventi di utilizzazione, a seguito di un contenzioso per la proprietà del bosco tra due i Comuni limitrofi di Fano Adriano e Pietracamela ha permesso la conservazione di circa 11 ettari di foresta, caratterizzata dalla presenza di esemplari di faggio (*Fagus sylvatica* L.) ultracentenari (età media 250 anni) di dimensioni colossali (diametri oltre il metro e altezze oltre i 40 m) e lo

sviluppo di una struttura prevalentemente disetaneiforme. La copertura, in genere colma, è interrotta sporadicamente da *gap* di origine naturale in cui si inserisce la rinnovazione, che contribuisce alla diversificazione strutturale. Le particolari condizioni riscontrate nel bosco vetusto di Fonte Novello favoriscono una fauna ricca e diversificata per la presenza di mammiferi (Cervo, Cinghiale, Lupo, Gatto Selvatico, Tasso e Capriolo) e di specie ornitiche più esigenti e legate alle formazioni forestali mature e in continuità ecologica, quali Picchio rosso minore, Picchio dorsobianco, Balia dal collare, Rampichino alpestre (Bernoni, 2009).

Sotto il profilo vegetazionale, il bosco di Fonte Novello è ascrivibile all'associazione *Cardamino kitaibelii-Fagetum sylvaticae*, inquadrata nell'alleanza *Aremonio-Fagion sylvaticae* a distribuzione appennino-balcanica e, nell'ambito di questa, nella suballeanza appenninica *Cardamino kitaibelii-Fagenion* (Biondi *et al.*, 2002).

4.2 Faggeta di Aschiero

La Faggeta di Aschiero è localizzata alle pendici del Corno Piccolo, nel versante Nord-orientale del massiccio del Gran Sasso, a circa 1600 m.s.l.m., nel territorio comunale di Pietracamela (TE). Il nucleo vetusto è ricompreso nel territorio gestito dall'Amministrazione Separata per i Beni di Uso Civico dell'Antica Università di Pietracamela.

Si tratta di un'area di circa 3,5 ettari circondata da boschi di faggio e da pascoli alberati in abbandono colturale. La morfologia particolarmente accidentata, per la presenza di grandi massi affioranti e pareti rocciose, sembra aver preservato questa fascia di bosco dalle ceduzioni, evidenti invece nei soprassuoli limitrofi più facilmente accessibili.

L'assenza di intense utilizzazioni per un periodo piuttosto prolungato ha consentito lo sviluppo di individui con dimensioni diametriche superiori al metro, che rappresentano una peculiarità della faggeta di Aschiero. La forte accidentalità del terreno ha spesso creato vuoti tra i singoli individui così che questi hanno potuto sviluppare una chioma espansa e con un'architettura articolata. L'alternanza di grandi massi rocciosi e aree in rinnovazione creano un'elevata eterogeneità spaziale della copertura arborea. Il bosco di Aschiero è caratterizzato dalle stesse presenze faunistiche (mammiferi e specie ornitiche) segnalate per il bosco di Fonte Novello ed è ascrivibile alla medesima associazione vegetazionale.

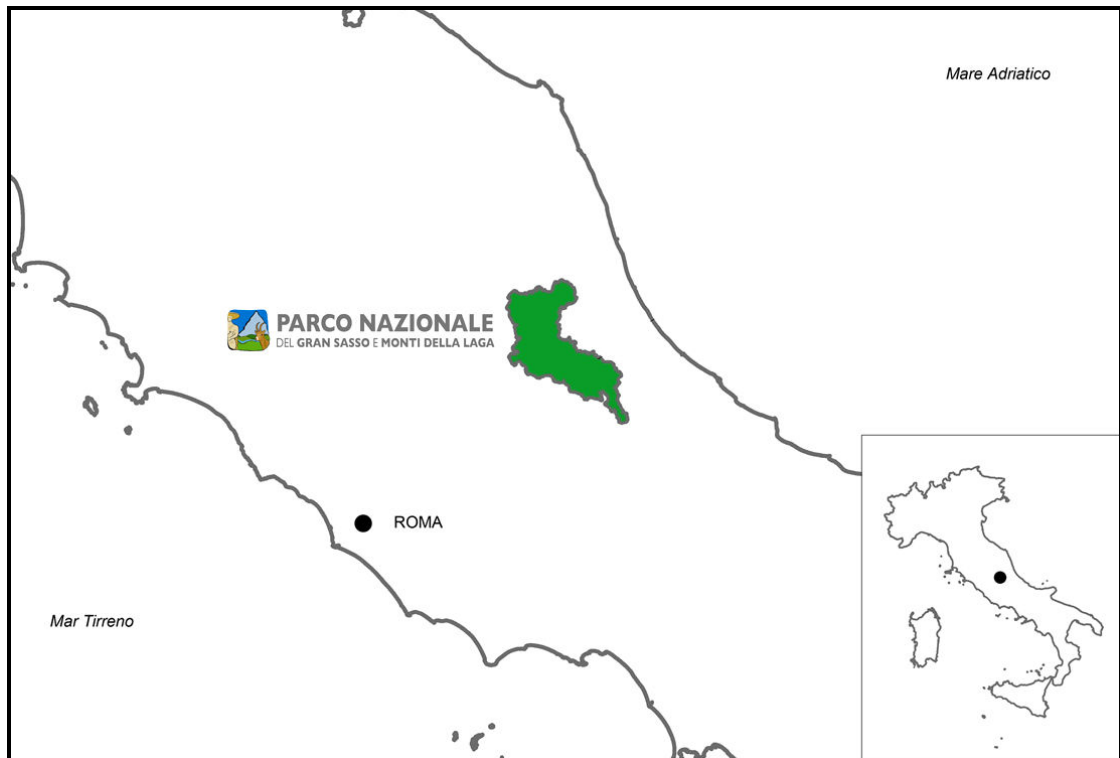


Figura 4.1. Inquadramento territoriale del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga.



Figura 4.2. Inquadramento territoriale dell'area forestale del Comune di Pietracamela. Localizzazione delle fagete vetuste di Fonte Nuovo ed Aschiero.

5. MATERIALI E METODI

5.1 Rilevamento degli attributi strutturali

Per rilievi relativi agli attributi strutturali delle due faggete oggetto di studio è stato messo a punto e realizzato un protocollo per la caratterizzazione strutturale costituito da due differenti modelli:

1. Protocollo utilizzato nell'ambito del progetto PRIN 2007 - "*Metodi innovativi per l'identificazione, la caratterizzazione e gestione delle foreste vetuste in ambito mediterraneo*", in aree di saggio di seguito denominate "PRIN 2007";
2. Protocollo inventariale nazionale (INFC 2003), in aree di saggio di seguito denominate "INFC".

L'utilizzazione congiunta dei due differenti tipi di rilievo consentono il confronto diretto dei due popolamenti attraverso unità campionarie di pari superficie (PRIN 2007) e contestualmente la spazializzazione dei dati rilevabili nelle intere superfici dei boschi (INFC).

5.1.1 Aree di saggio "PRIN 2007"

Il modello di parcella utilizzato nelle aree di monitoraggio permanenti ripete quello proposto nella ricerca di carattere nazionale sopra richiamato.

Il rilievo operativo delle caratteristiche dei popolamenti oggetto di studio è stato realizzato su un'area estesa 1 ha. L'area è costituita da un plot di forma quadrata, di 100 m di lato, compatibilmente con l'accidentalità della stazione, orientato verso il nord magnetico.

L'area è stata materializzata in maniera permanente con picchetti di plastica infissi nel terreno in corrispondenza dei 4 vertici, le cui coordinate sono state acquisite con GPS submetrico nel sistema di riferimento cartografico UTM 33N WGS 84.

All'interno della suddetta area sono stati analogamente georeferenziati e materializzati quattro punti, posti a 30 m di distanza dal confine della stessa, ognuno rappresentativo del centro di subplots circolari di raggio pari a 7 m (Figura 5.1.1).

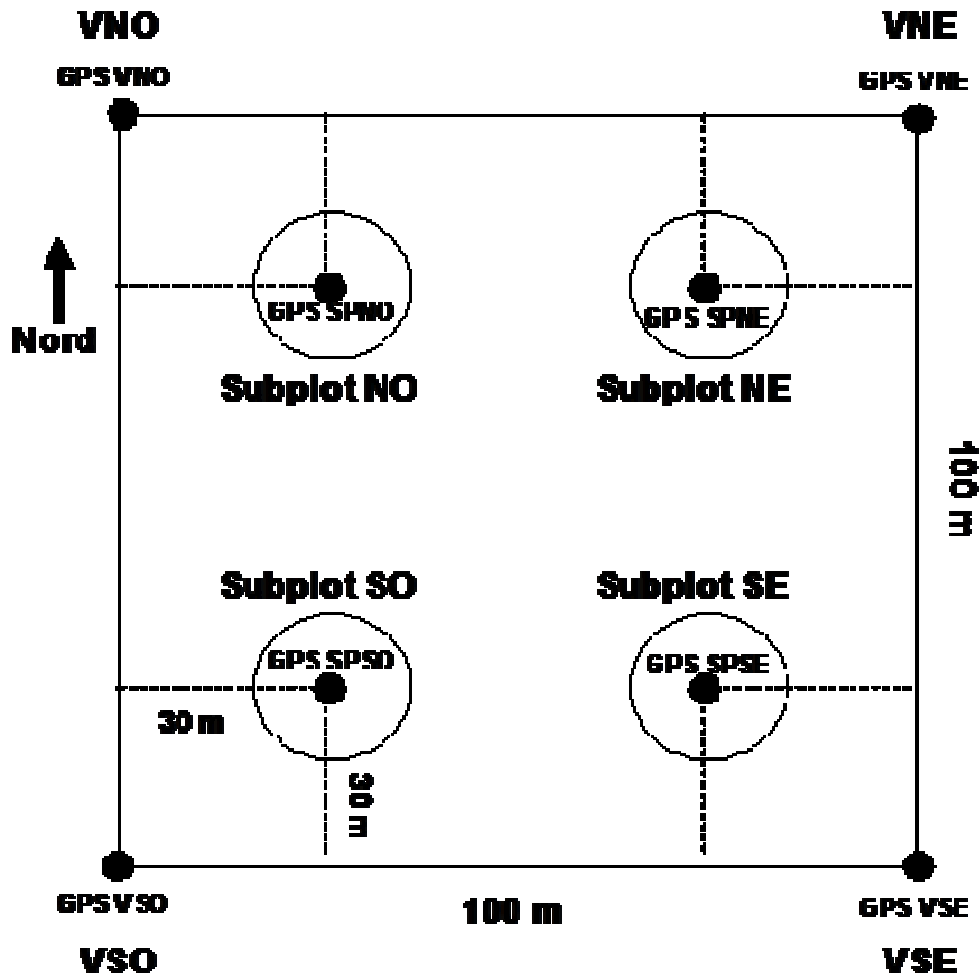


Figura 5.1.1. Area di rilievo (plot principale e quattro subplots) e posizionamento dei punti di riferimento GPS nelle aree di saggio PRIN 2007

Nel bosco di Fonte Novello è stato possibile realizzare l'area di saggio di forma quadrata, mentre per quanto riguarda la faggeta di Aschiero, a causa delle ridotte dimensioni e della particolare forma del bosco, è stata realizzata un'area di saggio di pari dimensione, ma dalla superficie irregolare (Figura 5.1.2).

All'interno dell'area di rilievo di 1 ha è stato effettuato il censimento della necromassa e degli alberi vivi mentre i subplots sono stati utilizzati per la caratterizzazione dello strato arbustivo e della lettiera.

Tutti i dati rilevati in campo sono stati acquisiti mediante tecnologia *Field-Map*®: stazione computerizzata portatile di supporto per la registrazione georeferenziata di dati dendrometrici e strutturali del popolamento arboreo.

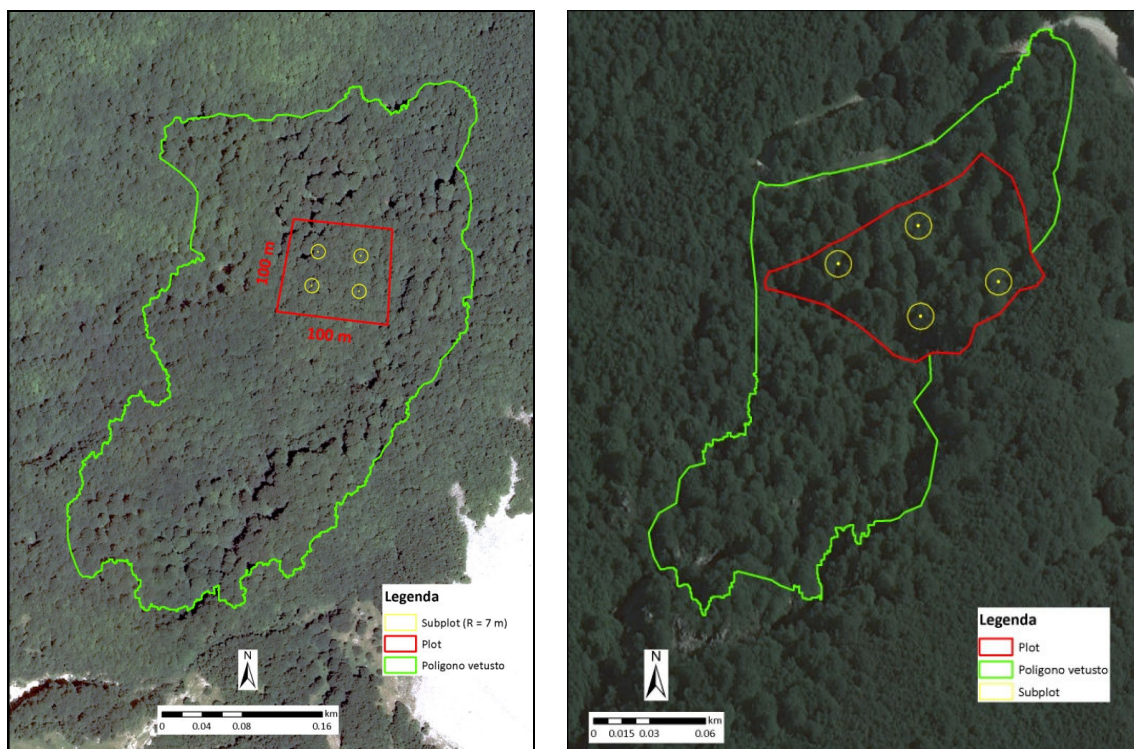


Figura 5.1.2. Perimetrazione delle faggete vetuste di Fonte Novello (a sx) e Aschiero (a dx) con posizionamento al loro interno delle aree oggetto di rilievo (plot e subplots).

Relativamente alla necromassa, tutti gli elementi censiti sono stati classificati in base al grado di decomposizione adottando il sistema di nomenclatura a cinque classi (Figura 5.1.3) proposto da Hunter (1990).

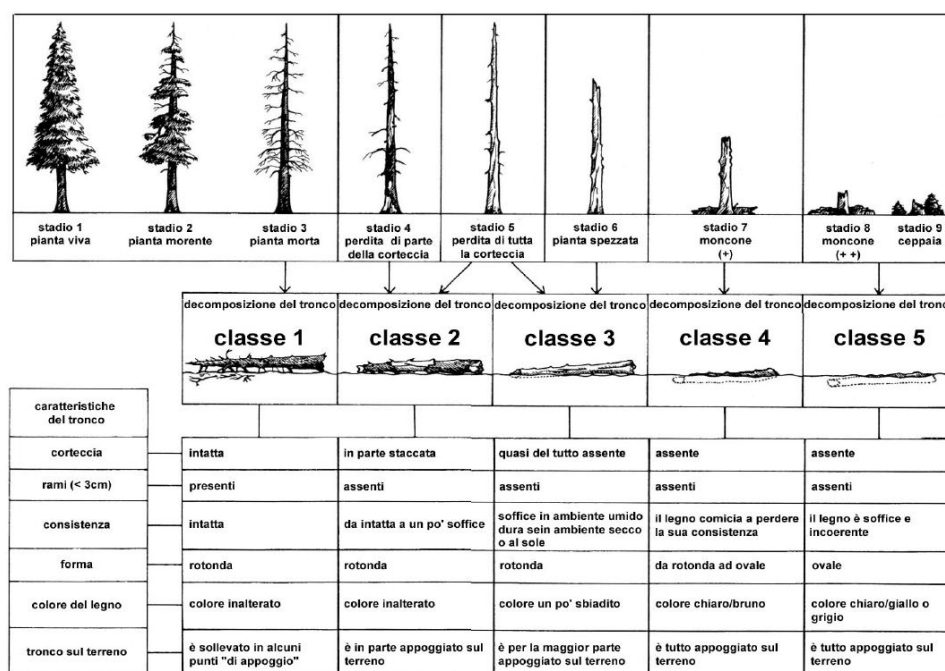


Figura 5.1.3. Classi di decomposizione secondo la classificazione di HUNTER (1990).

Per tutti gli alberi vivi censiti sono stati registrati i seguenti parametri:

- specie;
- diametro a petto d'uomo ($D_{1,30m}$);
- altezza dendrometrica;
- altezza di inserzione della chioma misurata in corrispondenza del primo ramo vivo in basso;
- proiezione sul terreno della chioma misurata nelle 4 direzioni cardinali (Nord, Sud, Est, Ovest);
- inclinazione del fusto in gradi rispetto al piano orizzontale;
- posizione.

Per integrare le informazioni ottenute dai parametri strutturali rilevati e attribuire un significato cronologico alle strutture presenti nel popolamento indagato, in ogni area è stato effettuato il prelievo di carote incrementali scegliendo le 5-6 piante di maggior vigoria, diametro e altezza dello strato dominante.

Per gli attributi inventariali riferiti al legno morto (v. Tabella 4.1) sono stati registrati i seguenti parametri:

- specie o classe di appartenenza (conifere/latifoglie) nel caso in cui la specie non fosse riconoscibile;
- diametro a petto d'uomo ($D_{1,30m}$) degli alberi morti in piedi;
- diametro alla base (D_{base}) e diametro in testa (D_{testa}) dei frammenti legnosi, degli snag e delle ceppaie;
- altezza/lunghezza totale;
- altezza d'inserzione della chioma misurata con riferimento al primo ramo basso;
- proiezione sul terreno della chioma misurata nelle 4 direzioni cardinali (Nord, Sud, Est, Ovest);
- inclinazione del fusto in gradi rispetto al piano orizzontale;
- posizione;
- orientamento rispetto al nord magnetico degli elementi a terra;
- origine naturale o artificiale della ceppaia.

Infine, allo scopo di completare il quadro conoscitivo del popolamento, sono state condotte all'interno dei quattro suplots misure speditive sullo strato arbustivo e sulla lettiera .

In dettaglio:

- per quanto riguarda lo strato di rinnovazione (individui arborei di altezza ≥ 25 cm e < 130 cm) e lo strato arbustivo (individui di altezza ≥ 25 cm) sono state individuate in

ogni subplot le specie presenti e la relativa altezza media e grado di copertura percentuale;

- per la lettiera è stata effettuata al centro di ogni subplot una misura della profondità e del grado di copertura percentuale.

Una sintesi dei parametri strutturali censiti nel plot di 1 ha e nei 4 subplots, con le relative soglie dimensionali adottate per il rilievo, è riportata rispettivamente in Tabella 5.1.1 e 5.1.2

<i>Attributo inventariale</i>	<i>Soglie dimensionali</i>	<i>Parametri misurati</i>
Alberi morti in piedi	$D_{1,30m} \geq 5\text{cm}$ $H \geq 130\text{cm}$	Specie, $D_{1,30m}$, altezza dendrometrica, altezza d'inserzione della chioma, proiezione a terra della chioma, posizione dell'albero, classe di decomposizione
Snags	$D_{1,30m} \geq 5\text{cm}$ $H \geq 130\text{cm}$	Specie, D_{base} , D_{testa} , altezza, posizione, classe di decomposizione
Alberi morti a terra	$D_{1,30m} \geq 5\text{cm}$ $L \geq 130\text{cm}$	Specie, $D_{1,30m}$, lunghezza, distanza tra la base dell'albero e il punto d'inserzione della chioma, orientamento, posizione, classe di decomposizione
Legno morto a terra	$D_{min} \geq 5\text{cm}$ $L \geq 100\text{cm}$	Specie, D_{base} e D_{testa} , lunghezza, orientamento, posizione, classe di decomposizione
Ceppaie	$D_{top} \geq 5\text{cm}$ $H < 130\text{cm}$	Specie, D_{base} e D_{testa} , altezza, posizione, classe di decomposizione, origine (naturale o artificiale)
Alberi vivi	$D_{1,30m} > 2,5\text{cm}$ $H \geq 130\text{cm}$	Specie, $D_{1,30m}$, altezza dendrometrica, altezza d'inserzione della chioma, proiezione a terra della chioma, posizione

Tabella 5.1.1 Parametri strutturali rilevati all'interno del plot (100 x 100 m).

<i>Attributo inventariale</i>	<i>Soglie dimensionali</i>	<i>Parametri misurati</i>
Rinnovazione	$25\text{cm} \leq H < 130\text{cm}$	Per ogni specie: altezza media e grado di copertura (%)
Arbusti	$H \geq 25\text{cm}$	Per ogni specie: altezza media e grado di copertura (%)
Lettieria		Profondità al centro del subplot e grado di copertura (%)

Tabella 5.1.2. Parametri strutturali rilevati all'interno dei subplot circolari (r=7m).

Il volume di ogni albero vivo individuato e di ogni albero morto in piedi e a terra rilevato è stato stimato mediante le tavole di cubatura a doppia entrata del primo Inventario Forestale Nazionale.

Il volume di ogni singola ceppaia, *snag* e frammento legnoso è stato calcolato mediante la formula seguente:

$$V = \pi \frac{h}{3(R^2 + r^2 + (Rr))}$$

dove V = volume, h = altezza, R = raggio maggiore (Dbase/2) e r = raggio minore (Dtesta/2).

5.1.2 Aree di saggio "INFC"

All'interno dei due ambiti boschivi considerati è stato effettuato un campionamento sistematico mediante il quale sono state rilevate le caratteristiche descrittive strutturali e ecologiche dei boschi vetusti.

Le unità di campionamento sono costituite da due aree di saggio concentriche di forma circolare di raggio rispettivamente pari a 13 m e 4 m (Figura 5.1.4). Le aree di saggio circolari sono localizzate con criterio sistematico (1 unità di monitoraggio ogni ettaro). Nel caso invece della faggeta di Aschiero, la ridotta superficie, la particolare forma del bosco e la spiccata accidentalità non hanno consentito l'applicazione del criterio sistematico, pertanto le aree di saggio sono state localizzate con criterio soggettivo cercando di rappresentare le condizioni complessive dell'area. Nel complesso sono state individuate, quindi, 11 aree di saggio per Fonte Novello e 4 per Aschiero (Figura 5.1.5)

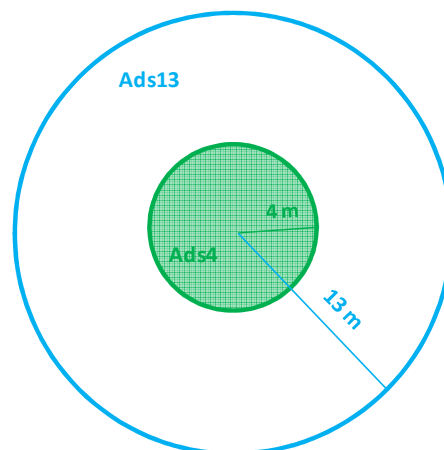


Figura 5.1.4. Configurazione dell'unità di campionamento secondo il protocollo INFC.

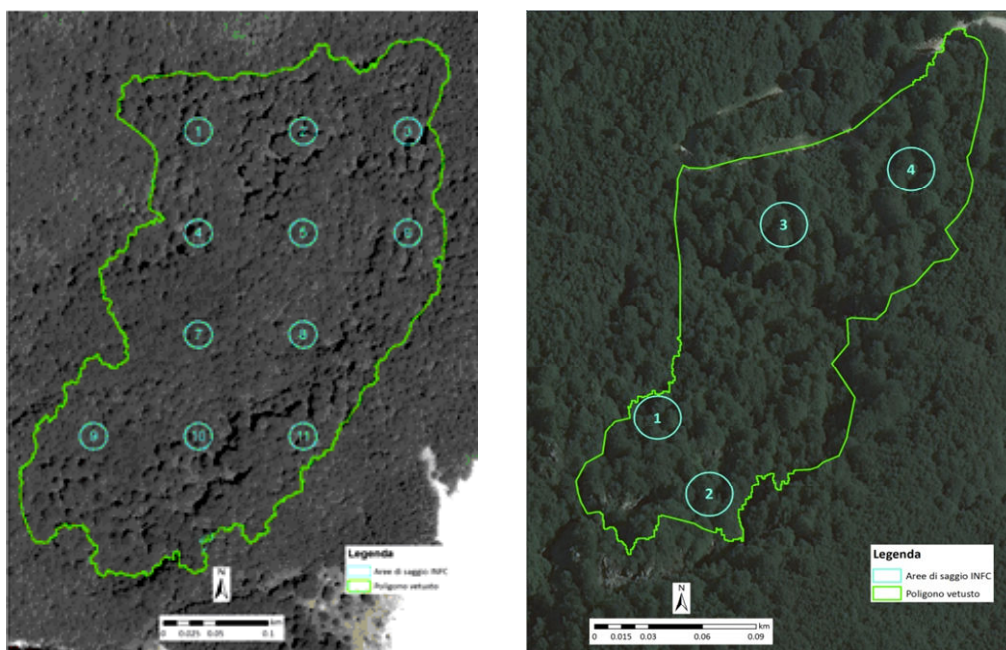


Figura.5.1.5. Aree di campionamento nelle foreste vetuste di Fonte Novello (a sx) e Aschiero (a dx).

La posizione del centro dell'area è stata georeferenziata tramite GPS submetrico.

All'interno dell'area con raggio di 4 m sono stati censiti tutti i soggetti arborei vivi aventi diametro a 1,30 m uguale o maggiore a 4,5 cm, indicandone la specie di appartenenza. La stessa soglia dimensionale è stata utilizzata per il censimento della necromassa a terra e in piedi.

I rilievi entro la corona circolare esterna all'area con raggio 4 m (area di campionamento di 13 m di raggio) hanno riguardato tutti gli elementi arborei vivi e il legno morto a terra e in piedi con diametro maggiore o uguale a 9,5 cm.

In relazione alla distribuzione delle frequenze dei fusti arborei in classi di diametro, nelle due aree concentriche, sono stati individuati gli alberi campione per le altezze; il prelievo di carotine incrementali è stato eseguito su alberi campione (in numero pari a 3) scelti tra i più vigorosi e con diametro maggiore.

Una descrizione dettagliata degli attributi inventariali rilevati secondo il sistema di campionamento descritto è riportata in Tabella 5.1.3.

<i>Attributo inventariale</i>	<i>Soglie dimensionali</i>	<i>Parametri da registrare</i>	<i>Unità di campionamento</i>
Alberi vivi	$D_{1,30m} \geq 4,5\text{cm}$ $H \geq 130\text{cm}$	Specie, $D_{1,30m}$, altezza dendrometrica	Ads4
Alberi morti in piedi	$D_{1,30m} \geq 4,5\text{cm}$ $H \geq 130\text{cm}$	Specie, $D_{1,30m}$, altezza dendrometrica	Ads4

Snags	$D_{1,30m} \geq 4,5cm$ $H \geq 130cm$	D_{base} , D_{testa} , altezza dendrometrica	Ads4
Alberi morti a terra	$D_{1,30m} \geq 4,5cm$ $L \geq 100cm$	$D_{1,30m}$, lunghezza	Ads4
Legno morto a terra	$D_{min} \geq 4,5cm$ $L \geq 100cm$	D_{base} e D_{testa} , lunghezza	Ads4
Ceppaie	$D_{top} \geq 4,5cm$ $H < 130cm$	D_{base} e D_{testa} , altezza dendrometrica	Ads4
Alberi vivi	$D_{1,30m} \geq 9,5cm$ $H \geq 130cm$	Specie, $D_{1,30m}$, altezza dendrometrica	Ads13
Alberi morti in piedi	$D_{1,30m} \geq 9,5cm$ $H \geq 130cm$	Specie, $D_{1,30m}$, altezza dendrometrica	Ads13
Snags	$D_{1,30m} \geq 9,5cm$ $H \geq 130cm$	D_{base} , D_{testa} , altezza dendrometrica	Ads13
Alberi morti a terra	$D_{1,30m} \geq 9,5cm$ $L \geq 100cm$	$D_{1,30m}$, distanza tra la base dell'albero e il punto d'inserzione della chioma	Ads13
Legno morto a terra	$D_{min} \geq 9,5cm$ $L \geq 100cm$	D_{base} e D_{testa} , lunghezza	Ads13
Ceppaie	$D_{top} \geq 9,5cm$ $H < 130cm$	D_{base} e D_{testa} , altezza	Ads13

Tabella 5.1.3. Parametri strutturali rilevati all'interno delle aree INFC.

Il volume di ogni albero vivo, di alberi morti in piedi, e alberi morti a terra è stato stimato mediante le equazioni di cubatura a doppia entrata del primo Inventario Forestale Nazionale.

Per il calcolo della necromassa grossolana e fine a terra e per la determinazione del volume degli snags è stata utilizzata la formula:

$$V = \pi \frac{h}{3} (R^2 + Rr + r^2)$$

dove V = volume, h = altezza, R = raggio maggiore ($D_{base}/2$) e r = raggio minore ($D_{testa}/2$).

I singoli volumi, ottenuti per ciascun attributo inventariale, sono stati successivamente sommati, a livello di singole aree di saggio, e rapportati ad ettaro.

5.2 Rilievi e studio della flora vascolare

Rilievi e determinazione

Nell'ambito dei nuclei di bosco vetusto indagati è stata condotta un'analisi della flora vascolare presente. Innanzitutto è stato elaborato un elenco (*checklist*) delle specie rinvenute nei rilievi diretti, eseguiti nelle varie stagioni, in modo da rilevare entità caratterizzate da differenti fenologie.

I rilievi floristici sono stati effettuati sia all'interno delle aree di saggio INFC che nelle aree di saggio PRIN 2007. I *taxa* di dubbia identificazione sono stati raccolti per la determinazione. Il numero di individui prelevati è stato ridotto allo stretto necessario nel massimo rispetto dell'integrità degli habitat. Per la determinazione delle specie rilevate è stata consultata la flora di Pignatti (1982), la Flora Europaea (Tutin *et al.*, 1964-1980, 1993) e la Med-checklist (Greuter *et al.*, 1984-1989). La nomenclatura adottata è quella secondo “*An annotated checklist of the Italian vascular flora*” (Conti *et al.*, 2005) e i successivi aggiornamenti curati dal Centro Ricerche Floristiche dell'Appennino. Tutti i dati raccolti durante i sopralluoghi sono stati riassunti in tabelle suddivise per area di saggio.

Elaborazioni Floristiche

Spettro Biologico

Dall'elenco floristico di ciascun bosco è stato ricavato lo spettro biologico, che esprime percentualmente la ripartizione tra le forme biologiche dell'intero contingente floristico delle aree indagate. Lo spettro biologico, elaborato per l'area complessiva e per ogni singola area di saggio, è formulato sulla base delle forme biologiche di Raunkiaer (1934), descritte di seguito (Figura 5.2.1):

Terofite (T): piante annuali che superano la stagione avversa sottoforma di seme. Si tratta di piante erbacee che completano il loro ciclo in una sola stagione durante la quale producono e maturano i semi. Queste specie sono particolarmente presenti nei pascoli xerici e altri ambienti della zona mediterranea e come infestanti nelle colture.

Geofite (G): piante perenni che durante la stagione avversa non presentano organi aerei e le cui gemme vengono portate da organi sotterranei come bulbi, rizomi, tuberi. Sono distribuite in ambienti molto diversi come nei boschi, nei prati e nei pascoli della zona mediterranea.

Emicriptofite (H): piante perenni con gemme svernanti a fior di terra e protette dai residui vegetali, dal terriccio e dalla neve; si rinvencono in prevalenza nei prati e pascoli, dove costituiscono la forma biologica predominante, ma sono abbastanza frequenti anche nei boschi.

Camefite (Ch): piante perenni, legnose alla base, con gemme portate sui rami fino a 20-30 cm dal suolo; sono comuni in vari tipi di formazioni vegetali come le macchie, le brughiere e in parte i pascoli di montagna.

Fanerofite (P): piante perenni e legnose, arbustive o arboree, che portano le gemme ad un'altezza dal suolo superiore ai 30 cm; sono caratteristiche delle formazioni forestali e arbustive.



Figura.5.2.1. Le forme biologiche secondo lo schema di Raunkiaer: a: Fanerofite (P); b: Camefite (Ch); c: Emicriptofite (H); d: Geofite (G); e: Terofite (T).

Analisi delle specie di interesse biogeografico e conservazionistico

Dall'analisi della *checklist* delle entità floristiche rinvenute sono stati ricavati appositi elenchi di specie di particolare interesse conservazionistico, tutelate a livello regionale, nazionale o comunitario (L.R. N. 45/79 e s.m. e i, Liste Rosse, Libro Rosso, CITES, Convenzione Berna, Direttiva 93/42/CEE, ecc..) e interesse biogeografico (endemismi).

Per ogni *taxa* censito vengono riportate alcune indicazioni riguardanti:

- l'eventuale endemicità = E
- l'inclusione nelle liste rosse a livello regionale (Conti *et al.*, 1997), secondo le categorie IUCN =

EW	estinta	VU	vulnerabile
CR	gravemente minacciata	LR	a minor rischio
EN	minacciata	DD	dati insufficienti
- la tutela ai sensi della normativa regionale = L.R. N° 45/1979 e N° 66 /80
- la tutela a livello internazionale = Direttiva Habitat 92/43/CEE (allegato 2, 4, 5), Convenzione di Washington (CITES, allegato B), Convenzione di BERNA.

5.3 Rilievi e studio dei coleotteri

Rilievi, campionamenti e determinazione

I rilievi e campionamenti relativi ai coleotteri saproxilici sono stati effettuati sia all'interno delle aree di saggio INFC che nelle aree di saggio PRIN 2007, a partire dal mese di giugno 2011 e sono terminati nel mese di dicembre dello stesso anno, coprendo quindi il periodo fenologico della maggioranza delle specie di coleotteri potenzialmente presenti. Le metodologie utilizzate sono state le seguenti:

- campionamenti diretti: il metodo consiste nell'esame diretto, in ciascuna area di saggio, degli alberi vegeti e morti, delle cavità negli stessi, dei tronchi e rami al suolo, dei funghi saprofiti, degli arbusti e piante erbacee, delle eventuali fioriture, ecc., al fine di raccogliere i coleotteri adulti ivi presenti o i resti degli stessi;
- campionamenti indiretti: in questo caso gli adulti dei coleotteri sono stati selezionati dal materiale raccolto massivamente mediante l'uso del retino da sfalcio, del telo

entomologico e tramite spazzolatura dei tronchi degli alberi senescenti e morti (in piedi o caduti);

- prelievi di legno morto e funghi saprofiti: il metodo consiste nel prelievo di campioni di legno morto e funghi saprofiti, colonizzati dagli stadi larvali di coleotteri, che vengono posti in osservazione in appositi contenitori, al fine di ottenere lo sfarfallamento degli adulti;
- prelievi di detrito legnoso e lettiera: il metodo consiste nel prelievo e successiva vagliatura di detrito legnoso e lettiera, da cui estrarre i coleotteri mediante estrattore Moczarski;
- campionamenti automatici con trappole (*pitfall traps*): considerata la struttura forestale delle tre aree di monitoraggio e l'impegno economico e logistico che presuppone questa metodologia di campionamento, l'impiego delle trappole è stato limitato alle sole aree PRIN 2007.

Per quanto possibile nel limitato tempo a disposizione, tutto il materiale (coleotteri) è stato identificato a livello di rango più basso: la maggior parte è stato identificato a livello di gruppo specie, mentre per alcuni gruppi complessi e ricchi di specie si è preferito identificare il materiale a livello generico; infine, nel caso di materiale campionato unicamente allo stadio larvale e di resti di adulti, si è cercato di arrivare almeno al rango di tribù o sottofamiglia.

Per la nomenclatura e l'ordine sistematico, salvo eccezioni, si è fatto riferimento alla *Fauna Europaea* version 2.5 de Jong, Y.S.D.M. (ed.) (2012) (<http://www.faunaeur.org>).

Tutti i dati raccolti durante i sopralluoghi sono stati riassunti e ordinati in tabelle suddivise per area di saggio.

5.4 Rilievi e studio dei licheni epifiti

Rilievi e determinazione

I rilievi per la flora lichenica epitifera sono stati effettuati anch'essi sia all'interno delle aree di saggio INFC che nelle aree di saggio PRIN 2007. Il protocollo di rilievo e campionamento utilizzato all'interno delle aree permanenti di 1 ha (PRIN 2007) è quello proposto da Stofer *et al.* (2003), nell'ambito del Progetto CONECOFOR (http://www.forestbiota.org/docs/bbb-lichens_june05.pdf), che prevede in questo caso, il campionamento su 12 alberi, scelti in maniera random, di cui 6 aventi dbh > 36cm e 6 con dbh < 36 cm.

Per ciascuna delle aree INFC, invece, la flora lichenica è stata censita su i tre alberi campione più vicini al centro dell'area.

Su ciascun albero individuato sono state rilevate tutte le specie presenti sulla porzione di tronco compreso tra 0 e 2 m da terra.

I *taxa* di dubbia identificazione sono stati raccolti per la determinazione. Il numero di individui prelevati è stato ridotto allo stretto necessario nel massimo rispetto dell'integrità degli habitat. Per le determinazioni di entità dubbie sono state effettuate successive analisi di laboratorio, tramite l'impiego di binocolare, microscopio ottico con polarizzatore e *spot-test* colorimetrici.

Per la nomenclatura delle specie è stato fatto riferimento al sistema informativo *ITALIC* (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>) (Nimis & Martellos, 2008). Tutti i dati raccolti durante i sopralluoghi sono stati riassunti in tabelle suddivise per area di saggio.

Elaborazioni floristiche

Analisi delle specie di interesse conservazionistico

Dall'analisi della *checklist* delle entità floristiche rinvenute sono stati ricavati appositi elenchi di specie di particolare interesse conservazionistico, incluse nelle *red list* nazionali (Nascimbene *et al.* 2012) e per le quali vengono riportate le attribuzioni relative alle categorie IUCN:

RE	estinta a livello regionale	NT	minacciata
CR	gravemente minacciata	LC	rischio minore
EN	minacciata	DD	dati insufficienti
VU	vulnerabile		

Per queste specie vengono inoltre riportate ulteriori informazioni relative allo *status* di conservazione e in particolare:

- Mancanza di informazioni sulla presenza da oltre 50 anni / specie estinta;
- Specie con trend in declino;
- Numero di regioni italiane in cui la specie è stata trovata negli ultimi 50 anni;
- Specie rinvenute esclusivamente in un'unica località;
- Specie associate ad habitat in declino;
- Specie estremamente / molto sensibili al disturbo antropico.

Indici di poleophobia

Per ogni specie rinveuta nelle differenti aree di campionamento viene riportato, infine, l'indice di Poleophobia (Poleophoby), secondo Nimis & Martellos (2008), che esprime per la stessa la capacità di adattamento e la selettività rispetto ad aree contraddistinte da diverso grado di disturbo antropico. L'indice comprende valori da uno a quattro con il seguente significato:

- 1 = specie presenti in aree fortemente disturbate (incl. grandi città);
- 2 = specie presenti in zone moderatamente disturbate (aree agricole, piccoli insediamenti ecc.);
- 3 = specie presenti in habitat naturali o semi-naturali;
- 4 = specie che si rinvengono esclusivamente su alberi secolari e foreste indisturbate.

5.5. Indici di diversità specifica

La complessità del concetto di biodiversità non consente di individuare una misura di diversità biologica che comprenda in un unico parametro, tutte le sue manifestazioni e per questo le uniche possibili sono misure appropriate per scopi limitati (Norton, 1994). Un approccio facilmente perseguibile e largamente utilizzato, ai fini di un'adeguata conoscenza della biodiversità, è la misura della ricchezza specifica (Harper & Hawksworth, 1994). Il livello di diversità specifica racchiude, infatti, gran parte dell'essenza della diversità nel suo complesso, essendo le specie presenti in un dato ambiente il risultato sia di un lungo processo adattativo che dei fenomeni ecologici attuali. Definiti i livelli di organizzazione e stabilità la specie come unità di misura minima della diversità, risulta ancora necessario specificare la *scala* a cui si fa riferimento. La diversità può essere, infatti, analizzata a diverse scale, sia spaziali che temporali e da queste risulta fortemente dipendente. La classificazione tradizionale, rispetto alla scala spaziale d'indagine, distingue le seguenti componenti (Whittaker, 1960, 1972):

- α – *diversità*: rappresenta la diversità di un habitat o di una comunità e si compone di due elementi distinti, entrambi quantificabili separatamente. Il primo elemento è la *ricchezza specifica*, cioè il numero di specie che caratterizzano una comunità; La seconda componente dell' α -diversità è rappresentata dall'equiripartizione (o *evenness*), che esprime il grado di ripartizione delle abbondanze tra le singole specie di una comunità;

- β – *diversità*: da intendersi come il grado di cambiamento della diversità specifica tra le comunità distinte presenti in un ecosistema. Il termine β -diversità fu originariamente introdotto da Whittaker (1972) con lo scopo di descrivere le variazioni nella composizione e nell'abbondanza delle specie lungo un gradiente ecologico;
- γ – *diversità*: si intende la diversità specifica totale di una vasta area. La sua quantificazione risulta spesso problematica in quanto, in molti casi, i dati sono riferiti a regioni definite in maniera assai approssimativa, le così dette flore o faune locali.

Utilizzando il numero di specie (valutate per i tre differenti gruppi sistematici: flora vascolare, coleotteri, licheni) rilevate nelle due aree, è stata calcolata la β diversità, intesa come diversità intra-popolazione e inter-popolazione, utilizzando il calcolo dell'indice di Whittaker (1960):

$$\beta = \gamma / \bar{\alpha}$$

dove, nel caso della diversità intra-popolazione: γ = numero totale di specie ritrovate nella popolazione; $\bar{\alpha}$ = media del numero di specie in ogni punto della popolazione; mentre, nel caso della diversità inter-popolazione: γ = numero totale di specie in tutte le popolazioni considerate; $\bar{\alpha}$ = media del numero di specie in ciascuna popolazione.

Nel presente lavoro è stato fatto riferimento ad un ulteriore modello di tipo additivo dove la diversità totale (γ) può essere composta dalla somma del valore medio della diversità locale (α) e la diversità tra comunità (β):

$$\beta = \gamma - \bar{\alpha}$$

Con l'approccio additivo tutte le componenti della diversità sono espresse dalle stesse unità e possono per questo essere direttamente comparate (Veech *et al.* 2002; Ricotta, 2003; Ricotta, 2005).

Infine sono stati applicati i due indici considerati più efficaci tra le misure di β diversità per dati di presenza-assenza (indice di similarità di Jaccard, C_j ; indice di similarità di Sørensen, C_s)

$$C_j = a / (a + b + c)$$

$$C_S = 2a / (2a + b+c)$$

dove: a = numero di specie presenti in entrambi le popolazioni a confronto; b = numero di specie presenti solo nella prima popolazione; c = numero di specie presenti solo nella seconda popolazione. Più il valore di tali indici è vicino a 1, maggiore è la similarità tra i due campioni. Al contrario, più tale valore è prossimo allo zero, minore sarà la similarità (Thioulouse *et al.*, 2003; Podani, 2007).

5.6 Analisi statistica

I dati raccolti nelle differenti aree di saggio sono stati rielaborati e sottoposti a diverse analisi di carattere statistico:

1. Analisi multivariata per valutare le differenze di composizione e specifica e di β -diversità all'interno delle due aree di studio;
2. Calcolo degli indici di correlazione (Pearson) per valutare possibili rapporti tra le variabili dendrometriche/strutturali e i dati di presenza dei *taxa* indagati, rilevati all'interno delle aree di saggio INFC dei due boschi vetusti considerati;
3. Costruzione delle curve di accumulazione e rarefazione delle specie rinvenute nei due boschi vetusti considerati per stimarne la ricchezza specifica e per valutare il piano e lo sforzo di campionamento.

5.6.1 Analisi multivariata

Analisi delle Componenti Principali (PCoA)

Dalle matrici “specie x rilievi”, relative ai tre gruppi tassonomici indagati, sono state elaborate le matrici di “presenza–assenza” delle specie che costituiscono delle matrici binarie create assegnando il valore 1 in caso di presenza della specie e il valore 0 in caso di assenza.

Le matrici di “presenza- assenza” sono state quindi sottoposte, mediante l'impiego del *software Past 2.17*, all'analisi delle coordinate principali (PCoA), utilizzando il coefficiente per il trattamento di dati binari di Jaccard. L'obiettivo di tale procedimento esplorativo è quello di rappresentare i rilievi e le specie che li caratterizzano come dei punti posti in uno spazio a 2 dimensioni, tali che le distanze e le relazioni tra loro siano rappresentative delle

distanze o differenze reali. Un insieme di rilievi e di specie organizzati in una matrice di dati può essere considerato, infatti, come un insieme di coordinate di punti posti in uno spazio multidimensionale più complesso da analizzare. Tale ordinamento, quindi, consente di semplificare l'analisi dei dati riducendo la dimensionalità della struttura dei dati e sostituendo le n variabili originali con poche variabili artificiali (*coordinate*) in grado di spiegare maggiormente la variabilità dei dati.

In questo modo le relazioni tra gli oggetti sono più comprensibili rispetto a quelle originarie e facilmente rappresentabili graficamente con diagrammi a due. E' possibile così valutare la presenza di variazioni della composizione floristica dipendenti da variabili ambientali.

La validazione statistica di tale analisi è stata effettuata mediante una PERMANOVA (*Permutational analysis of variance*), che tramite il *F test* permette di calcolare la probabilità p che la quantificazione della diversità rilevata sia determinata solo dal caso.

Successivamente a tale analisi di carattere esplorativo, al fine di indagare il grado di similarità tra i singoli rilievi in ciascuno dei due boschi, è stata creata con il *software Syntax 2000* la matrice di dissimilarità a partire dalla matrice presenza-assenza, mediante l'utilizzo di un coefficiente di similarità (Jaccard), che trasforma i dati di presenza-assenza in valori che misurano quanto sono simili due rilievi in base al numero di specie condivise. La matrice di dissimilarità ottenuta si presenta triangolare in quanto entrambe le metà contengono gli stessi dati (Murguia & Villasenor, 2003). Graficamente la matrice di dissimilarità mostrerà l'affinità dei rilievi floristici in base ai punti di fusione tra i rilievi e i gruppi di rilievi formati, dando una misura della dissimilarità tra loro (Podani, 2007): i rilievi più vicini tra loro avranno una maggiore affinità floristica e di conseguenza una minore dissimilarità, dando una misura della β diversità tra le diverse aree di campionamento INFC), che può essere appunto quantificata tramite matrici di distanza (o dissimilarità), derivate da vari coefficienti di similarità (Pélissier & Coueron, 2007).

Per l'elaborazione è stato usato il metodo del legame medio, che calcola la distanza media degli oggetti (in questo caso dei rilievi) e due coefficienti per il trattamento di dati binari: Jaccard e Baroni-Urbani & Buser. Il software utilizzato è Permdisp (*Permutational analysis of multivariate dispersions* - Anderson, 2004). In questo caso la significatività dell'analisi è stata valutata attraverso il test ANOVA. L'approccio statistico utilizzato è multivariato, analogamente al test di Levene (Levene, 1960).

Analisi della Ridondanza (RDA)

Le matrici di “presenza- assenza” sono state, inoltre, utilizzate successivamente anche per analizzare le potenziali relazioni tra la composizione specifica dei vari plot e i principali attributi strutturali rilevati:

N. Classi DBH
N. piante con $DBH \geq 50$ cm
Range DBH
N. piante vive con $DBH \geq 10$ cm
Area Basimetrica piante con $DBH \geq 10$ cm
Volume totale piante con $DBH \geq 10$ cm
Volume legno morto totale
Volume legno morto in piedi
Volume legno morto a terra
Volume CWD
Area Basimetrica piante con $2.5 < DBH < 10$ cm
N. piante morte
Classi decomposizione legno morto (Hunter 1990)
Percentuale di volume di legno morto in piedi nella 1° classe decomp.
Percentuale di volume di legno morto a terra nella 1° classe decomp.
Percentuale di volume di legno morto in piedi nella 2° classe decomp.
Percentuale di volume di legno morto a terra nella 2° classe decomp.
Percentuale di volume di legno morto in piedi nella 3° classe decomp.
Percentuale di volume di legno morto a terra nella 3° classe decomp.
Percentuale di volume di legno morto in piedi nella 4° classe decomp.
Percentuale di volume di legno morto a terra nella 4° classe decomp.
Percentuale di volume di legno morto in piedi nella 5° classe decomp.
Percentuale di volume di legno morto a terra nella 5° classe decomp.

Per indagare tali relazioni è stata effettuata un'Analisi della Ridondanza (RDA), particolare tipo di analisi delle correlazioni canoniche, da utilizzare tra gruppi di variabili differenti. Nel presente studio i due gruppi di variabili sono rappresentati dalla matrice di presenza / assenza delle specie e dalla matrice degli attributi dendrostrutturali. L'Analisi è stata condotta attraverso il *software XLStat 2013*, che utilizza il test Pseudo F per la valutazione della significatività statistica.

5.6.2 Indici di Correlazione

Dai dati relativi agli attributi strutturali e ai campionamenti dei vari gruppi sistematici, rilevati per le 15 (11 Fonte Novello + 4 Aschiero) aree di saggio INFC, sono state ricavate 65

variabili ordinate in una matrice “variabili x aree di saggio”. Di seguito si riporta l’elenco delle variabili considerate:

Attributi	Unità di misura	Media	SD
N. Classi DBH	Num.	8.53	2.03
N. piante con DBH \geq 50 cm	Num ha ⁻¹	95.47	45.08
Range DBH	cm	76.20	21.22
N. piante vive con DBH \geq 10cm	N. ha ⁻¹	356.13	235.95
Area Basimetrica piante con DBH \geq 10 cm	m ² ha ⁻¹	56.59	26.47
Media diametri piante con DBH \geq 10 cm	cm	45.48	23.12
Media altezza piante con DBH \geq 10 cm	m	21.65	7.23
Volume totale piante con DBH \geq 10 cm	m ³ ha ⁻¹	912.66	627.30
Biomassa totale piante con DBH \geq 10 cm	t/ha-1	757.09	520.37
Volume legno morto totale	m ³ ha ⁻¹	132.57	189.43
Volume legno morto in piedi	m ³ ha ⁻¹	33.15	59.72
Volume legno morto a terra	m ³ ha ⁻¹	99.21	168.03
Volume CWD	m ³ ha ⁻¹	70.20	131.17
Volume ceppaie	m ³ ha ⁻¹	0.20	0.79
Rapporto volume legno morto / volume totale piante vive	%	18.42	27.63
Rapporto volume legno morto a terra / legno morto in piedi	%	566.69	1180.67
N. piante vive con 2.5 < DBH < 10cm	Num ha ⁻¹	38.93	64.64
Area Basimetrica piante con 2.5 < DBH < 10 cm	m ² ha ⁻¹	1.00	2.00
Volume totale piante con 2.5 < DBH < 10 cm	m ³ ha ⁻¹	9.63	16.04
Biomassa totale piante con 2.5 < DBH < 10 cm	t/ha-1	7.99	13.31
N. piante morte	Num ha ⁻¹	43.93	40.04
Rapporto N. piante morte / N. piante vive	%	13.19	15.95
Classi decomposizione legno morto (Hunter 1990)	Num.	3.13	0.83
Percentuale di volume di legno morto in piedi nella 1° classe decomp.	%	0.00	0.00
Percentuale di volume di legno morto a terra nella 1° classe decomp.	%	2.21	8.25
Percentuale di volume di ceppaie morte nella 1° classe decomp.	%	0.00	0.00
Percentuale di volume di legno morto in piedi nella 2° classe decomp.	%	17.43	26.70
Percentuale di volume di legno morto a terra nella 2° classe decomp.	%	35.44	26.70
Percentuale di volume di ceppaie morte nella 2° classe decomp.	%	0.00	0.00
Percentuale di volume di legno morto in piedi nella 3° classe decomp.	%	9.98	12.60
Percentuale di volume di legno morto a terra nella 3° classe decomp.	%	30.58	29.77
Percentuale di volume di ceppaie morte nella 3° classe decomp.	%	0.00	0.00
Percentuale di volume di legno morto in piedi nella 4° classe decomp.	%	0.00	0.00
Percentuale di volume di legno morto a terra nella 4° classe decomp.	%	3.69	6.53
Percentuale di volume di ceppaie morte nella 4° classe decomp.	%	0.04	0.16
Percentuale di volume di legno morto in piedi nella 5° classe decomp.	%	0.00	0.00
Percentuale di volume di legno morto a terra nella 5° classe decomp.	%	0.26	0.46
Percentuale di volume di ceppaie morte nella 5° classe decomp.	%	0.37	1.45
N. piante morte in piedi nella 1° classe decomp.	Num ha ⁻¹	0.00	0.00
N. piante morte a terra nella 1° classe decomp.	Num ha ⁻¹	0.00	0.00
N. ceppaie morte nella 1° classe decomp.	Num ha ⁻¹	0.00	0.00
N. piante morte in piedi nella 2° classe decomp.	Num ha ⁻¹	17.53	25.24
N. piante morte a terra nella 2° classe decomp.	Num ha ⁻¹	5.13	15.42

N. ceppaie morte nella 2° classe decomp.	Num ha ⁻¹	0.00	0.00
N. piante morte in piedi nella 3° classe decomp.	Num ha ⁻¹	17.53	18.10
N. piante morte a terra nella 3° classe decomp.	Num ha ⁻¹	3.80	14.72
N. ceppaie morte nella 3° classe decomp.	Num ha ⁻¹	0.00	0.00
N. piante morte in piedi nella 4° classe decomp.	Num ha ⁻¹	0.00	0.00
N. piante morte a terra nella 4° classe decomp.	Num ha ⁻¹	0.00	0.00
N. ceppaie morte nella 4° classe decomp.	Num ha ⁻¹	1.27	4.91
N. piante morte in piedi nella 5° classe decomp.	Num ha ⁻¹	0.00	0.00
N. piante morte a terra nella 5° classe decomp.	Num ha ⁻¹	0.00	0.00
N. ceppaie morte nella 5° classe decomp.	Num ha ⁻¹	2.47	9.55
N. specie flora vascolare	Num.	19.93	5.62
Percentuale Emicriptofite	%	31.18	10.67
Percentuale Camefite	%	6.38	4.84
Percentuale Terofite	%	4.95	3.83
Percentuale Geofite	%	41.49	9.89
Percentuale Fanerofite	%	15.31	6.52
N. specie coleotteri	Num.	8.47	4.67
N. specie coleotteri saproxilici	Num.	6.73	3.90
N. specie licheni epifiti	Num.	25.73	9.49
% specie con Poleophobity classe 3	%	34.53	5.55
% specie Poleophobity classe 4	%	4.15	3.37
% Specie licheni sensibili al disturbo antropico	%	5.53	3.67

Partendo dalla matrice di dati ricavata è stato quindi calcolato il coefficiente di Correlazione di Pearson (r) per ciascuna coppia di variabili, utilizzando il *software SPSS 13.0 for Windows*. Tale indice misura l'intensità del legame tra le variabili e il grado di interdipendenza tra essi. Dal punto di vista matematico l'indice di correlazione è dato dal rapporto tra la covarianza delle due variabili e il prodotto delle deviazioni standard delle due variabili prese in considerazioni:

$$r = \frac{COV_{XY}}{S_X S_Y}$$

dove COV_{XY} è la Covarianza tra le variabili X ed Y , S_X e S_Y sono, rispettivamente, la deviazione standard della variabile X e della variabile Y .

Le principali caratteristiche del Coefficiente di correlazione di Pearson sono:

- è una quantità a-dimensionale;
- varia da -1 a 1 ($r=1$ o $r=-1$: correlazione lineare esatta);
- è positivo quando i valori delle variabili crescono insieme;
- è negativo quando i valori di una variabile crescono al decrescere dei valori dell'altra;

- non è influenzato dalle unità di misura.

È stata successivamente testata la significatività (p) delle correlazioni attraverso il t di Student (a due code), che esprime la probabilità che la relazione osservata fra le variabili nel campione sia avvenuta solo per puro caso.

5.6.3 Curve di accumulazione e rarefazione delle specie

Partendo dai dati ottenuti dai rilievi delle specie dei diversi gruppi sistematici indagati, effettuati nelle aree di saggio INFC è stata realizzata una matrice di presenza assenza “specie per rilievi”. Tale matrice è stata utilizzata, attraverso l’impiego del *software EstimateS Win 8.20*, per calcolare le curve di accumulazione (AC) e rarefazione delle specie (RC). Queste ultime, in particolare, costituiscono uno strumento ampiamente utilizzato per valutare se il sito in esame è stato sufficientemente campionato al fine di misurare la ricchezza specifica totale dello stesso (Corona *et al.*, 2010).

La curva di accumulazione ci indica l’aumento osservato di specie all’aumentare delle aree di campionamento. Per cui l’andamento della curva è determinato dall’ordine in cui vengono aggiunti i vari campionamenti. Per eliminare tale problema viene dunque utilizzata la curva di rarefazione che esprime, invece, il numero atteso di specie per ogni area di campionamento aggiuntiva. La curva di rarefazione può essere calcolata sulla media di un numero sufficiente di curve di accumulazione (permutazioni) (Gotelli & Colwell, 2001):

$$\bar{S}_i = S_m - \binom{m}{i}^{-1} \sum_{k \in G} \binom{m - m_k}{i}; \quad i = 1, \dots, m$$

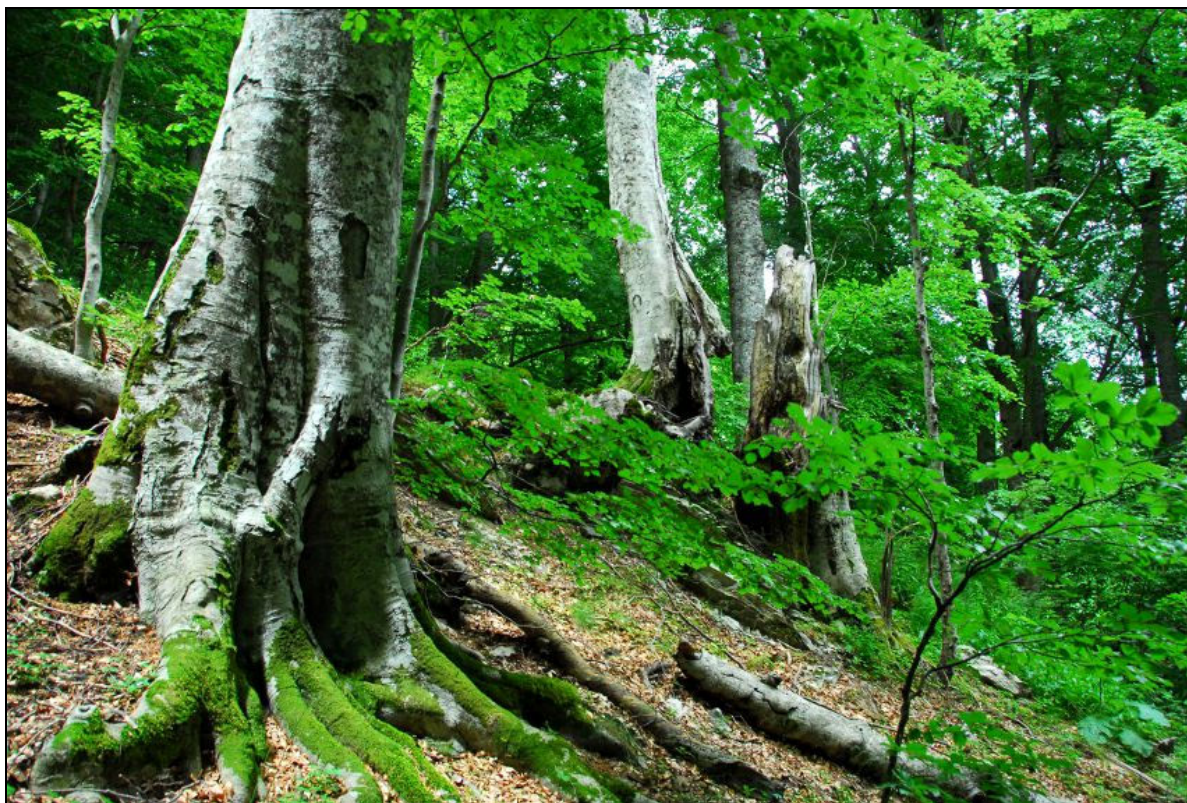
dove G indica l’insieme di specie osservate nelle m aree di campionamento, S_m indica il numero totale di specie rilevate e per ogni $k \in G$, m_k indica il numero di campionamenti in cui la specie k è stata rinvenuta (Ugland *et al.* 2003).

Dal punto di vista pratico, quindi, la curva di rarefazione mostra l’aumento delle specie al crescere del numero dei rilievi, senza che questo andamento sia determinato dall’ordine con cui i vari campionamenti vengono sommati.

Pertanto più tale curva tenderà ad avere un andamento asintotico, maggiore sarà stata l’accuratezza del campionamento.

6. RISULTATI

6.1 Faggeta di Fonte Novello



6.1.1 Attributi strutturali

Protocollo campionario con area di saggio PRIN 2007

Nell'area di studio PRIN 2007 la complessità strutturale è sottolineata dalla presenza di *gap* ricolonizzati dalla rinnovazione, oltre che dalla variabilità nelle dimensioni diametriche degli individui arborei. La densità di alberi riscontrata durante il rilievo è di 391 alberi ha⁻¹ (Tab. 6.1.1) di cui poco più del 20% presenta diametri maggiori di 50 cm.

	<i>Fonte Novello</i>
Numero totale alberi vivi (Nha ⁻¹)	391
Alberi con diametro > 50 cm (%)	25
Alberi con diametro > 70 cm (%)	5
Diametro medio (cm)	41
Diametro massimo (cm)	150
Diametro dominante (cm)	65
Area basimetrica (m ² ha ⁻¹)	60
Altezza media (m)	33
Altezza massima (m)	41
Altezza dominante (m)	33
Volume alberi vivi (m ³ ha ⁻¹)	1030
Necromassa (m ³ ha ⁻¹)	89,0

Necromassa in piedi (ha^{-1})	40,69
Necromassa a terra (m^3ha^{-1})	48,31

Tabella 6.1.1. Parametri dendrometrici rilevati nel bosco di Fonte Novello.

La curva di distribuzione delle frequenze in classi diametriche di 5 cm è descritta dal modello tipico per le fustaie coetanee in corrispondenza delle classi diametriche medio-grandi (Figura 6.1.1).

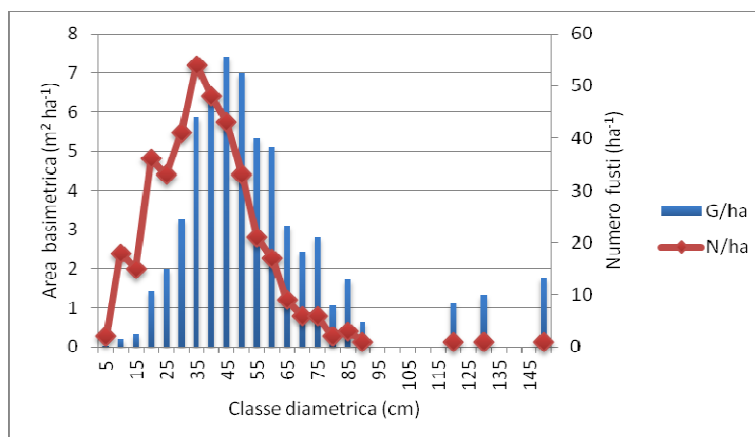


Figura 6.1.1. Distribuzione delle frequenze del diametro a petto d'uomo e dell'area basimetrica dei fusti arborei in piedi.

Sono stati rilevati alberi con diametro massimo di 150 cm e in ogni caso la presenza di alberi con diametro a petto d'uomo maggiore di 70 cm è superiore a 20 fusti a ettaro.

L'altezza dominante è di 33 m con individui che raggiungono i 41 m. L'area basimetrica totale è di $60 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ e tende ad essere distribuita normalmente tra le classi diametriche medio-grandi.

Il volume complessivo è di $1030 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. La maggiore percentuale di volume legnoso si accumula nelle classi diametriche più grandi: il 59% del volume legnoso è concentrato nei fusti con diametro $> 50 \text{ cm}$ (Figura 6.1.2).

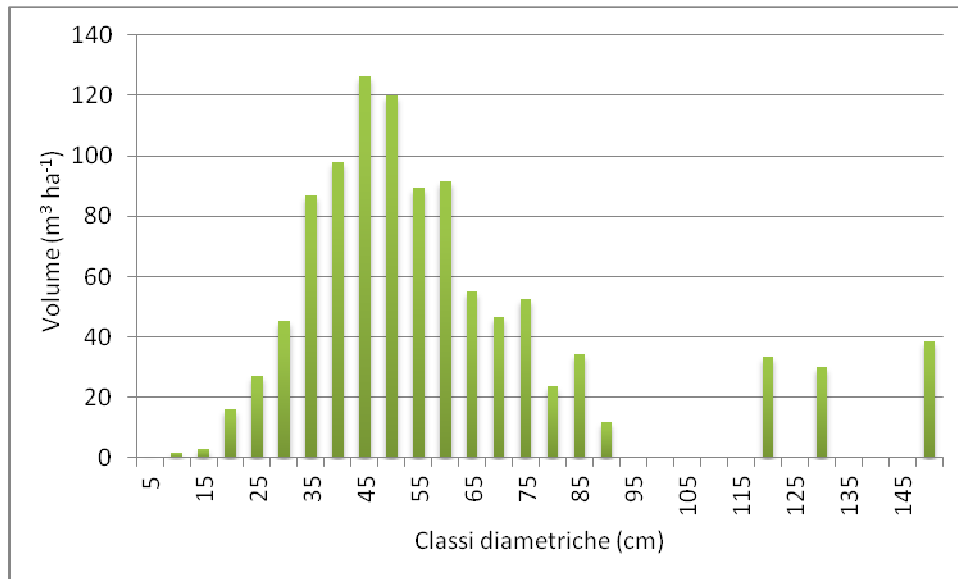


Figura 6.1.2. Ripartizione del volume dendrometrico in classi diametriche.

La necromassa presente nell'area (Figura 6.1.3) ha un volume totale di $89 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ di cui il 54% è rappresentato dalle componenti a terra.

La tabella 6.1.2 mostra in dettaglio la ripartizione del volume del legno morto sia nelle sue componenti in piedi (alberi morti in piedi, *snag* e ceppaie) che e a terra (alberi morti a terra e *Coarse Woody Debris*).

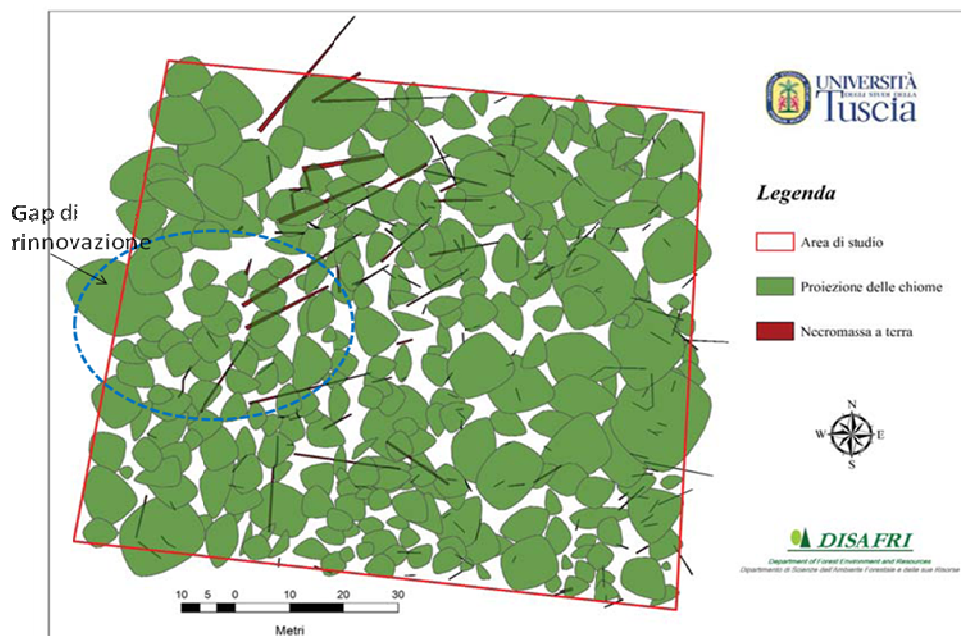


Figura 6.1.3. Area PRIN 2007 di Fonte Novello. Mappa della necromassa a terra e della proiezione delle chiome degli alberi in piedi rilevati nell'area di studio.

	Volume (m ³ ha ⁻¹)	Volume (%)
CWD	18,61	21
Alberi morti a terra	29,70	33
Ceppaie	2,62	3
Snag	19,60	22
Alberi morti in piedi	18,47	21

Tabella 6.1.2. Ripartizione della necromassa nelle componenti del legno morto.

Sono stati rilevati 18,4 m³ha⁻¹ di alberi morti in piedi, 19,6 m³ha⁻¹ di *snag*, 29,7 m³ha⁻¹ di alberi morti a terra, 18,6 m³ha⁻¹ di CWD e 2,6 m³ha⁻¹ di ceppaie.

La componente più frequente è rappresentata dal CWD (146 elementi ha⁻¹) e secondariamente dagli *snag* (49 elementi ha⁻¹) e dagli alberi morti in piedi (43 elementi ha⁻¹). In relazione allo stato di decomposizione della necromassa vi è una maggiore incidenza delle classi di decomposizione 3 e, in misura inferiore, 4 rispetto alle altre (Figura 6.1.4).

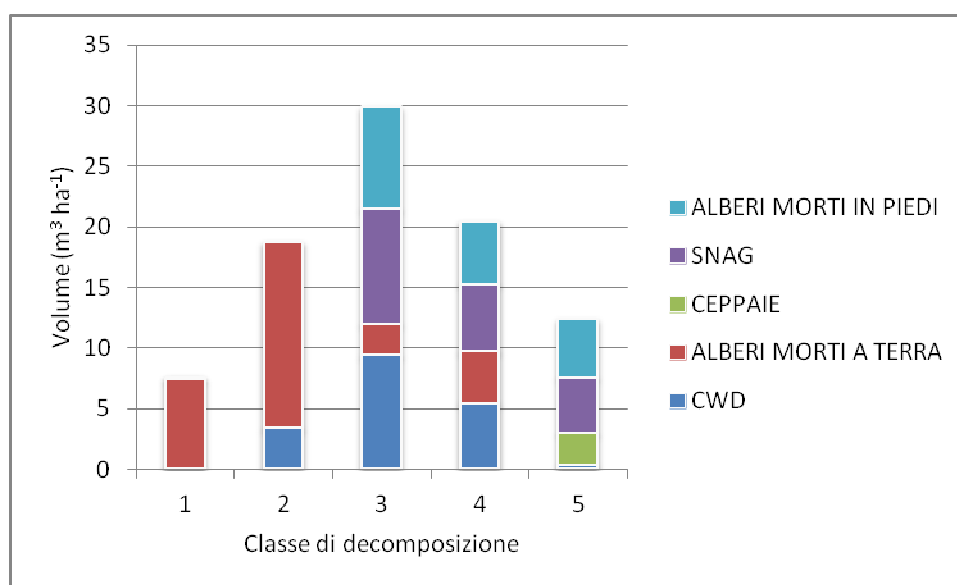


Figura. 6.1.4. Ripartizione della necromassa nelle cinque classi di decomposizione (HUNTER, 1990).

L'incremento corrente annuo del popolamento è di 3,7 m³ha⁻¹. Non è stata rilevata rinnovazione nei quattro *subplots*, mentre il 5% della superficie di due di loro è ricoperta da individui di faggio alti circa 2 m. La lettiera garantisce una copertura continua del suolo e presenta uno spessore di 3 cm in tutti i *subplots*.

Protocollo campionario con aree di saggio INFC

Nelle 11 aree di saggio circolari (INFC) all'interno dell'area vetusta di Fonte Novello è risultata una densità media pari a 453 alberi per ettaro, con un range di variazione compreso tra 151 e 1187 alberi per ettaro. Circa il 39% dei soggetti complessivamente censiti consiste in alberi di grandi dimensioni (diametro > 50 cm) mentre gli individui arborei con diametro maggiore a 70 cm rappresentano in media il 17% del totale delle piante cavallettate. Il diametro massimo rilevato mediamente raggiunge i 99 cm, con un massimo e un minimo di 160 cm e 55 cm (Tabella 6.1.3.).

L'altezza massima misurata nelle aree di saggio varia tra i 20 m e 38 m, raggiungendo in media un valore di 31 m. L'area basimetrica totale è in media di circa $70 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, con variazioni comprese tra $32 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ e $135 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Il volume totale a ettaro è mediamente pari a $1211 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, con un range di variazione compreso tra $290 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e $2744 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (AdS3). Oltre il 60% del volume legnoso è concentrato in alberi con diametro maggiore di 70 cm e in una delle aree risulta essere il 100% del totale calcolato.

ATTRIBUTI STRUTTURALI	INFC 1	INFC 2	INFC 3	INFC 4	INFC 5	INFC 6	INFC 7	INFC 8	INFC 9	INFC 10	INFC 11
<i>H max (m)</i>	29	38	36	32	35	22	30	28	20	36	35
<i>H mean (m)</i>	23	35	34	24	37	26	20	16	13	24	25
<i>Dbh max (cm)</i>	90	110	160	98	120	55	68	70	80	80	130
<i>Dbh mean (cm)</i>	31	78	107	36	64	31	38	25	25	62	38
<i>Area basimetrica totale (m2/ha)</i>	47.1	72.0	135.4	36.1	139.4	40.2	65.0	64.4	32.3	74.6	55.8
<i>Area basimetrica area 4m (m2/ha)</i>	11.8	0.0	16.5	1.6	0.0	0.0	9.0	7.6	6.1	20.8	3.0
<i>Area basimetrica area 13m (m2/ha)</i>	42.9	72.0	118.9	34.5	139.4	40.2	56.1	56.8	26.2	53.7	52.8
<i>n° piante</i>	30	8	8	18	23	26	30	63	33	13	25
<i>n° piante/ha</i>	565	151	151	339	433	490	565	1.187	622	270	471
<i>n° piante con Dbh > 70cm</i>	1	5	4	2	7	0	0	0	1	3	1
<i>% piante con Dbh > 70cm</i>	3	63	50	11	30	0	0	0	3	23	4
<i>n° piante con Dbh > 50 cm</i>	5	8	7	3	11	4	7	2	1	10	4
<i>% piante con Dbh > 50cm</i>	17	100	88	17	48	15	23	3	3	77	16
<i>Volume tot (m3/ha)</i>	675.3	1409.1	2744.2	555.3	3013.6	718.6	800.8	656.7	290.3	1042.0	1002.6
<i>Volume area 4m (m3/ha)</i>	40.3	0.0	312.9	17.5	0.0	0.0	121.0	79.3	50.0	282.1	23.1
<i>Volume area 13m (m3/ha)</i>	635.0	1409.1	2431.4	537.8	3013.6	718.6	679.8	577.3	240.3	759.9	979.6
<i>Volume (%) di piante con Dbh > 70 cm</i>	29	82	89	71	67	0	0	0	37	39	56
<i>Volume (%) di piante con Dbh ≥ 50 cm</i>	79	100	98	85	82	56	61	27	37	94	80
legno morto											
<i>volume tot (m3/ha)</i>	41.3	100.2	403.2	528.5	105.8	64.4	12.9	20.5	48.9	31.0	528.0
<i>volume area 4m (m3/ha)</i>	2.9	0.0	2.2	96.5	48.7	3.2	0.5	0.7	1.5	0.1	17.3
<i>volume area 13m (m3/ha)</i>	38.4	82.0	401.0	433.1	57.1	61.2	12.8	19.7	47.4	30.9	510.7
<i>CWD</i>	10.4	65.1	162.7	55.4	11.7	34.2	8.1	1.2	35.2	10.1	515.3
<i>alberi morti a terra</i>	0.0	0.0	0.0	424.6	11.0	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0
<i>ceppaie</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0
<i>morto in piedi</i>	30.9	35.1	240.4	48.6	69.7	30.2	4.8	19.3	0.0	20.9	12.8
<i>snag</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 6.1.3. Principali parametri strutturali rilevati nelle 11 aree INFC.

6.1.2 Flora Vascolare

I rilievi floristici sono stati effettuati nell'area PRIN 2007 e nelle medesime 11 aree di saggio INFC, riferite ai rilievi dendrostrutturali.

Nell'area sono state rilevate in totale 62 entità, afferenti a 57 generi e 35 famiglie. Tra queste sono presenti 3 specie di pregio e 19 diagnostiche dell'habitat di interesse prioritario 9210* "Faggeti degli Appennini con *Taxus* e *Ilex*", secondo Biondi & Blasi (2009). Le famiglie maggiormente rappresentate sono le Asteraceae, le Ranunculaceae e le Orchidaceae.

Lo spettro biologico complessivo dell'area (Tab. 6.1.5 e Fig. 6.1.5) evidenzia per l'area in oggetto una predominanza di geofite (46%) e di emicriptofite (33%). 13 sono le entità di particolare interesse conservazionistico e tutelate (Tab. 6.1.6) (Figura 6.1.5 e 6.1.6).

Nella Tab. 6.1.4 viene riportata la matrice di presenza delle specie rilevate nelle differenti aree di saggio ed elencate in ordine sistematico. Per ogni entità viene inoltre riportata la famiglia e la forma biologica secondo Pignatti (1982).



Figura 6.1.5 (a sx). *Corallorhiza trifida*, orchidea inclusa nella CITES B.
Figura 6.1.6 (a dx). *Daphne mezereum*, specie tutelata dalla L.R. N° 45/79

Famiglia	Entità	Forma Biol.	PRIN 2007	Infc 1	Infc 2	Infc 3	Infc 4	Infc 5	Infc 6	Infc 7	Infc 8	Infc 9	Infc 10	Infc 11
Aspleniaceae	<i>Asplenium trichomanes</i> L. subsp. <i>quadrivalens</i> D.E. Mey.	H ros										X		
Dryopteridaceae	<i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth	G rhiz			X									
Taxaceae	<i>Taxus baccata</i> L. *	P scap	X										X	
Fagaceae	<i>Fagus sylvatica</i> L. subsp. <i>sylvatica</i> *	P scap	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L. subsp. <i>dioica</i>	H scap				X								
Ranunculaceae	<i>Actaea spicata</i> L. *	G rhiz	X									X		X
Ranunculaceae	<i>Anemone ranunculoides</i> (L.) Holub *	G rhiz	X					X						
Ranunculaceae	<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.	G rhiz	X										X	
Ranunculaceae	<i>Ranunculus lanuginosus</i> L. *	H scap								X				
Ranunculaceae	<i>Aquilegia dumefricola</i> Jord. □	H scap	X				X		X					
Papaveraceae	<i>Corydalis cava</i> (L.) Schweigg. & Körte subsp. <i>cava</i> *	G bulb	X			X			X	X				
Brassicaceae	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz *	G rhiz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Brassicaceae	<i>Cardamine kitaibelii</i> Bech. *	G rhiz	X		X				X			X		
Brassicaceae	<i>Cardamine enneaphyllos</i> (L.) Crantz	G rhiz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Crassulaceae	<i>Sedum magellense</i> Ten. subsp. <i>magellense</i>	Ch succ	X		X					X				
Saxifragaceae	<i>Saxifraga rotundifolia</i> L. subsp. <i>rotundifolia</i>	H scap	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	NP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rosaceae	<i>Arenaria agrimonoides</i> (L.) DC. subsp. <i>agrimonoides</i>	H ros	X					X						
Fabaceae	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh. subsp. <i>vernus</i> *	G rhiz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i> L. s.l.	H scap				X								
Geraniaceae	<i>Geranium versicolor</i> L.	G rhiz	X	X	X					X	X		X	

Forma biologica	Valore assoluto	Valore Percentuale
P	8	13%
Ch	3	5%
H	20	33%
G	27	46%
T	2	3%

Tab. 6.1.5. Riaptizione delle forme biologiche del Bosco di Fonte Novello

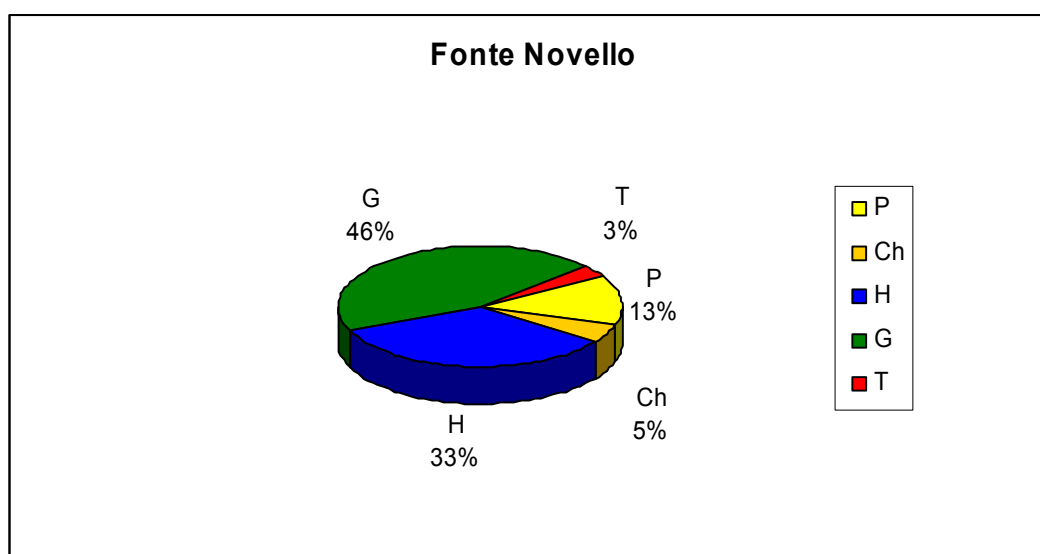


Figura 6.1.5 Spettro biologico del Bosco di Fonte Novello

Entità	TUTELA
<i>Atropa bella-donna</i> L.	L.R. N° 45/79
<i>Corallorhiza trifida</i> Châtel.	CITES B
<i>Cyclamen hederifolium</i> Aiton subsp. <i>hederifolium</i>	CITES B
<i>Cyclamen repandum</i> Sm. subsp. <i>repandum</i>	CITES B
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	CITES B
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó subsp. <i>saccifera</i> (Brongn.) Diklic	CITES B
<i>Daphne mezereum</i> L.	L.R. N° 45/79
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz s.l.	CITES B
<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.	CITES B
<i>Platanthera chlorantha</i> (Custer) Rchb.	CITES B
<i>Pulmonaria apennina</i> Cristof. & Puppi	E (Endem. W-Alps-Ap.)
<i>Sedum magellense</i> Ten. subsp. <i>magellense</i>	E (Endem. (C/S. Ap.)
<i>Taxus baccata</i> L.	L.R. N° 45/79

Tab. 6.1.6 Elenco delle entità di interesse biogeografico e conservazionistico

6.1.3 Coleotteri

Nell'area vetusta di Fonte Novello sono state rilevate complessivamente 97 specie di coleotteri, appartenenti a 83 generi e 37 famiglie. Tra queste, almeno 70 (63 generi, 33 famiglie) sono da considerarsi specie saproxiliche, legate quindi alla presenza di necromassa legnosa e di organismi ad essa associati. Il contingente di elementi saproxilici è pertanto risultato decisamente elevato (72%), con almeno una ventina di specie caratteristiche, se non esclusive, delle faggete appenniniche ben conservate.

Nella Tab. 6.1.7 viene riportata la matrice di presenza delle specie rilevate nelle differenti aree di saggio ed elencate in ordine sistematico. Per ogni entità viene inoltre riportata la famiglia e la subfamiglia.

Famiglia	Subfam.	Specie	PRIN 2007	Infc 1	Infc 2	Infc 3	Infc 4	Infc 5	Infc 6	Infc 7	Infc 8	Infc 9	Infc 10	Infc 11
Carabidae	Carabinae	Carabus (Archicarabus) rossii Dejean, 1826	X					X						
Carabidae	Carabinae	Carabus (Chaetocarabus) lefebvrei bayardi Solier, 1835	X	X	X				X					X
Carabidae	Carabinae	Cychnus italicus Bonelli, 1810	X							X		X		X
Carabidae	Nebriinae	Oreonebria sp.	X											
Carabidae	Platyninae	Limodromus sp.	X	X										
Carabidae	Pterostichina	Pterostichus sp. 1	X		X				X					
Carabidae	Pterostichina	Pterostichus sp. 2											X	
Hydrophilidae	Hydrophilina	Megasternum concinnum (Marsham, 1802)	X											
Histeridae	Dendrophilin	Paromalus (Paromalus) flavicomis (Herbst, 1792) *	X						X					
Ptiliidae	Ptiliinae	Ptenidium sp. *	X											
Leiodidae	Cholevinae	Anemadus sp. 1	X											
Leiodidae	Cholevinae	Catops sp. 1	X											
Leiodidae	Cholevinae	Catops sp. 2	X											
Leiodidae	Cholevinae	Nargus sp. 1	X											
Leiodidae	Cholevinae	Nargus sp. 2	X											
Leiodidae	Leiodinae	Agathidium sp. 1 *	X								X			
Leiodidae	Leiodinae	Anisotoma humeralis (Fabricius, 1792) *	X											
Leiodidae	Leiodinae	Anisotoma orbicularis (Herbst, 1792) *		X										
Staphylinidae	Aleocharinae	Aleochara sp.	X											
Staphylinidae	Aleocharinae	Atheta sp. 1	X											
Staphylinidae	Aleocharinae	Atheta sp. 3	X											
Staphylinidae	Aleocharinae	Atheta sp. 5	X											
Staphylinidae	Aleocharinae	Atheta sp. 6	X											
Staphylinidae	Aleocharinae	Autalia impressa (Olivier, 1795) *	X											
Staphylinidae	Aleocharinae	Bolitochara obliqua Erichson, 1837 *						X						
Staphylinidae	Habrocerinae	Habrocerus capillaricornis (Gravenhorst, 1806) *	X											
Staphylinidae	Proteininae	Proteinus sp.	X											
Staphylinidae	Pselaphinae	Euplectus cf. bonvouloiri narentinus Reitter, 1881	X											

Tra il materiale identificato a livello di gruppo specie, sono da segnalare almeno 5 *taxa* endemici italiani e numerose specie di particolare significato ecologico, biogeografico e conservazionistico, tra le quali meritano un commento almeno le seguenti:

FAM. BOTHRIDERIDAE

1) *Bothrioides bipunctatus* (Gmelin, 1790)

Specie di foreste montane, subcorticola, legata ai grandi alberi morti o alle parti morte di alberi vetusti e senescenti, rara e localizzata, soprattutto in ambito appenninico. In Italia è nota per il Piemonte, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Calabria (Dajoz, 1977, sub *B. contractus* Fabricius), oltreché per Lazio e Campania (Biscaccianti, dati inediti). E' pertanto nuova per l'Abruzzo e per l'intero versante adriatico della penisola. Un singolo individuo è stato raccolto sotto cortecce di *Fagus sylvatica* L. nell'area PRIN.

FAM. CERAMBYCIDAE

2) *Acanthocinus xanthoneurus* (Mulsant & Rey, 1852)

Significativo endemita appenninico, stenoecio, legato alla presenza di grossi tronchi morti di faggio in foreste strutturalmente evolute. E' una specie assai rara e localizzata, sempre osservata in associazione con *R. alpina* nelle foreste meglio conservate, ma ecologicamente molto più esigente (Biscaccianti, 2004 e dati inediti). Nel biotopo in esame è stata accertata la presenza di popolazioni numerose nell'area PRIN e nell'area di saggio INFC 3, su *F. sylvatica*.

3) *Prionus coriarius* (Linnaeus, 1758)

Specie in regressione in Italia, come gran parte dei longicorni di grossa taglia, a causa della progressiva scomparsa e frammentazione del suo habitat, rappresentato da foreste vetuste di latifoglie con abbondante presenza di grossi alberi morti da tempo (Biscaccianti, 2004), nel cui legno si sviluppano le larve. Nel biotopo in esame la specie è stata rinvenuta nelle aree di saggio INFC 6 e INFC 10.

4) *Rhagium sycophanta* (Schrank, 1781)

Specie molto localizzata in ambito appenninico, probabilmente interpretabile come relitto postglaciale (Faggi *et al.*, 2010), legata ai grossi tronchi caduti di latifoglie, nei quali scava larghe gallerie trofiche subcorticali. Per l'Abruzzo era noto unicamente un vecchio dato dell'inizio del

secolo scorso (cfr. Sama, 2006). I reperti di questa vistosa specie nel biotopo in esame (area di saggio INFC 6) e in quello di Bosco Aschiero (vedi più avanti), unitamente a una recente cattura sulla Majella (Biscaccianti, dati inediti), ne confermano la presenza nella regione.

5) *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758)

Specie caratteristica delle faggete appenniniche ben conservate e caratterizzate dalla presenza di legno morto. Entità tutelata dalla Direttiva Habitat (92/43/EEC) come specie prioritaria.



Esemplare adulto di *Rosalia alpina*, rinvenuto nel bosco di Fonte Novello.

FAM. CETONIIDAE

6) *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763)

Coleottero saproxilico di primaria importanza ecologica e conservazionistica, anch'esso incluso nell'allegato IV della Direttiva Habitat (92/43/EEC).



Esemplare adulto di *Osmoderma eremita*, rinvenuto nel bosco di Fonte Novello.

7) *Protaetia (Liocola) marmorata marmorata* Fabricius, 1792

Il rinvenimento di *P. marmorata* nel biotopo è particolarmente importante, trattandosi di una specie altamente specializzata, ovunque assai rara. Le larve si sviluppano nella rosura delle cavità dei vecchi alberi senescenti, mentre gli adulti hanno costumi prevalentemente acrodendrici. In Italia sono note poche località di cattura nelle regioni settentrionali e centrali fino al Lazio, Umbria e Marche (E. Piattella, com. pers.). Il reperto, effettuato nell'area PRIN, rappresenta quindi la prima segnalazione per l'Abruzzo, oltre a segnare il limite meridionale di diffusione della specie.

FAM. CUCUJIDAE

8) *Pediacus dermestoides* (Fabricius, 1792)

Specie subcorticicola, tipica di foreste vetuste montane di latifoglie e conifere, molto sporadica e localizzata in Italia. E' citata per il Piemonte, Liguria, Trentino-Alto Adige, Emilia-Romagna, Lazio, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria e Sardegna (Biscaccianti *et al.*, 2008); è pertanto nuova per l'Abruzzo. Una piccola serie di esemplari è stata raccolta nell'area PRIN e nell'area di saggio INFC 3.

FAM. DERODONTIDAE

9) *Derodontus raffrayi* Grouvelle, 1917

Il ritrovamento in Abruzzo di questo interessantissimo endemita dell'Appennino centro-meridionale è particolarmente significativo e inatteso. La specie, infatti, è stata descritta sulla base di un'unica femmina proveniente dal M. Marsicano (Abruzzo, AQ) (Grouvelle, 1917) e non più ritrovata fino ad anni relativamente recenti, quando 6 esemplari sono stati raccolti in Puglia e Basilicata (Poggi, 1995). *Derodontus raffrayi* è forse più diffuso nell'Appennino di quanto non appaia, ma certamente è molto raro e localizzato, verosimilmente associato al detrito legnoso marcescente in foreste di latifoglie ben conservate. Un singolo individuo è stato raccolto nell'area PRIN.

FAM. ELATERIDAE

10) *Denticollis linearis* (Linnaeus, 1758)

Specie rara e stenotopa, propria di foreste montane con presenza di legno morto ad uno stadio avanzato di decomposizione. *Denticollis linearis* è diffuso nelle regioni settentrionali e localmente lungo la catena appenninica fino al versante teramano del massiccio del Gran Sasso, dove raggiunge il limite meridionale di distribuzione (Platia, 2006). Da notare che più a Sud, sui Monti Simbruini, nel Parco Nazionale d'Abruzzo (Platia, 2006) e sul massiccio della Majella (Biscaccianti, dati inediti) sembra essere presente unicamente la specie affine *D. rubens* Piller & Mitterpacher, 1783. Un individuo è stato raccolto su *F. sylvatica* nell'area di saggio INFC 11.

FAM. LAEMOPHLOEIDAE

11) *Laemophloeus monilis* (Fabricius, 1787)

Specie subcorticicola, legata al legno morto di grosso calibro di latifoglie, poco frequente e piuttosto localizzata in Italia. Diffusa in quasi tutte le regioni italiane (Ratti, 2006), non era ancora nota per l'Abruzzo; è presente anche sul massiccio della Majella (Biscaccianti, dati

inediti). Un singolo individuo è stato raccolto sotto cortecce di *F. sylvatica* nell'area di saggio INFC 1.

FAM. SPHINDIDAE

12) *Odontosphindus grandis* (Hampe, 1861)

Il rinvenimento, inatteso, di questa specie in Abruzzo è di estremo interesse ecologico e biogeografico. Si tratta dell'unica specie paleartica di un genere sicuramente basale tra gli sfindidi, una piccola famiglia di coleotteri molto specializzati, tutti legati ai mixomiceti (Lawrence & Newton, 1980; McHugh, 1993). E' una specie assai rara ovunque, propria di foreste vetuste, solo recentemente scoperta in Italia nel Lazio (Audisio *et al.*, 2008); il reperto, effettuato nell'area PRIN su *Lycogala epidendrum* (L.) Fr. (Liceales, Reticulariaceae), amplia l'areale della specie in Italia.

FAM. TENEBRIONIDAE

13) *Bolitophagus reticulatus* (Linnaeus, 1767)

Specie micetofaga legata a Polyporaceae, caratteristica di foreste vetuste montane con abbondante legno morto e vecchi alberi senescenti, generalmente sporadica e localizzata. In Italia è nota per le regioni nord-orientali, dell'Emilia-Romagna, Lazio, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria e Sicilia (cfr. Aliquò *et al.*, 2006). I reperti, effettuati nell'area PRIN e nelle aree di saggio INFC 8 e INFC 11, su *Fomes fomentarius* (L.) J.J. Kickx e *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., oltreché nel biotopo di Bosco Aschiero (vedi più avanti), sono i primi per l'Abruzzo.

14) *Corticeus unicolor* (Piller & Mitterpacher, 1783)

Specie subcorticicola predatrice di scolitidi, caratteristica di foreste montane di latifoglie ben conservate, diffusa in quasi tutta Italia (cfr. Aliquò *et al.*, 2006) ma generalmente abbastanza rara e localizzata. Nei biotopi meglio conservati può presentare popolazioni piuttosto numerose, come accertato nel Bosco di Fonte Novello.

6.1.3 Licheni epifiti

I rilievi dei licheni epifiti sono stati effettuati nell'area PRIN 2007 e nelle 11 aree di saggio INFC, riferite ai rilievi dendrostrutturali. Nell'area sono state rilevate in totale 60 entità.

Rispetto ai valori di Poleophobia lo spettro (Figura. 6.1.6) evidenzia per l'area in oggetto una presenza del 10% di specie con indice 4, 32% con indice 3, 40% di specie con indice 2-3 e il 18% di specie con indice 1-3. Tra le specie rinvenute sono presenti 3 specie di interesse conservazionistico (Tab. 6.1.9).

Nella tabella 6.1.8 viene riportato l'elenco, in ordine alfabetico, delle specie rinvenute nelle differenti aree di campionamento del bosco di Fonte Novello e per ciascuna di queste viene indicato anche il relativo indice di Poleophbia. Diversamente dagli altri *taxa* non viene indicata la famiglia poiché i licheni sono simbiotici tra due differenti organismi: funghi e alghe (e/o cianobatteri).

Entità	Poleophoby	PRIN 2007	INFC 1	INFC 2	INFC 3	INFC 4	INFC 5	INFC 6	INFC 7	INFC 8	INFC 9	INFC 10	INFC 11
<i>Aecordia gemmata</i> (Ach.) A.Massal.	3		X								X		
<i>Anaptychia ciliaris</i> (L.) Körb.	da 2 a 3						X						
<i>Arthonia didyma</i> Körb.	3		X	X			X				X		
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	da 1 a 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bilimbia sabuletorum</i> (Schreb.) Arnold	da 1 a 3				X								
<i>Candelariella faginea</i> Nimis, Poelt & Puntillo	3	X	X	X		X			X	X		X	X
<i>Candelariella subdeflexa</i> (Nyl.) Lettau	da 2 a 3			X									
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	da 2 a 3			X	X	X		X					
<i>Collema flaccidum</i> (Ach.) Ach.	da 2 a 3		X										
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	da 2 a 3						X	X					
<i>Lecanora allophana</i> Nyl.	da 2 a 3	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Malm	da 2 a 3	X		X	X								
<i>Lecanora chlorotera</i> Nyl.	da 1 a 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lecanora glabrata</i> (Ach.) Malm	3	X											
<i>Lecanora intumescens</i> (Rebent.) Rabenh.	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lecanora subcarpineae</i> Szatala	3				X					X			
<i>Lecanora umbrina</i> (Ach.) A.Massal.	da 1 a 3	X					X					X	
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M.Choisy	da 1 a 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Leptogium saturninum</i> (Dicks.) Nyl.	da 2 a 3		X										
<i>Melanelixia glabra</i> (Schaer.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	da 2 a 3	X	X										X
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D.Hawksw. & Lumbsch	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nephroma resupinatum</i> (L.) Ach.	4		X	X	X	X	X	X					
<i>Ochrolechia pallescens</i> (L.) A.Massal.	3		X			X	X				X		
<i>Opegrapha varia</i> Pers.	da 2 a 3			X									
<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach.	da 2 a 3	X											
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	da 1 a 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Parmelina quercina</i> (Willd.) Hale	da 2 a 3		X				X						
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	da 1 a 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Parmelinopsis horrescens</i> (Taylor) Elix & Hale	4		X						X			X	
<i>Peltigera canina</i> (L.) Willd.	3		X			X							
<i>Peltigera collina</i> (Ach.) Schrad.	3				X								
<i>Peltigera praetextata</i> (Sommerf.) Zopf	da 2 a 3		X										
<i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M.Choisy & Werner	da 2 a 3			X			X				X		
<i>Pertusaria albescens</i> var. <i>corallina</i> (Zahlbr.) J. R. Laundon	da 2 a 3		X		X	X	X						
<i>Pertusaria amara</i> (Ach.) Nyl.	da 1 a 3	X	X	X	X	X	X	X			X		

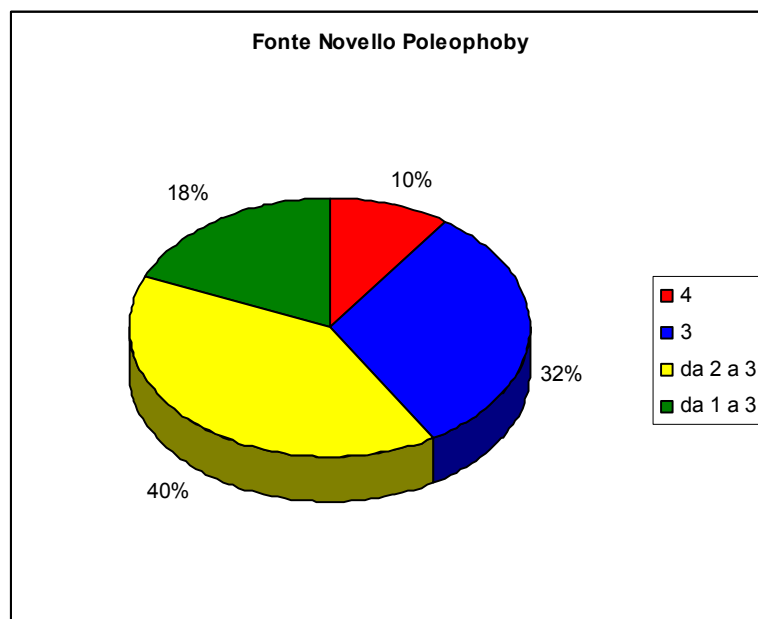


Fig. 6.1.6. Spettro degli indici di Poleophobia del bosco di Fonte Novello

ENTITÀ	Categoria IUCN	Information missing from more than 50 years/extinct	Species with a declining trend	Number of regions where the species was found in the last 50 years	Species known from a single locality	Species associated to a declining habitat	Species extremely/very sensitive to human disturbance
<i>Candelariella subdeflexa</i> (Nyl.) Lettau	NT		+	10			
<i>Nephroma resupinatum</i> (L.) Ach.	NT		+	15			+
<i>Parmelinopsis horrescens</i> (Taylor) Elix & Hale	NT			6			+

Tab. 6.1.9 Elenco delle specie di licheni epifiti del Bosco di Fonte Novello incluse nelle Liste Rosse.

NT= Near threatened

Tra il materiale identificato a livello specie ci sono da segnalare almeno 5 *taxa* di particolare significato ecologico, biogeografico e/o conservazionistico:

1) *Nephroma bellum* (Spreng.) Tuck.

Specie considerata molto rara in Italia, indicatrice di siti privi di fenomeni di eutrofizzazione. Nuova per l'Abruzzo.

2) *Pertusaria coronata* (Ach.) Th.Fr.

Specie considerata rara in Italia, che si rinviene in siti privi o con eutrofizzazione molto debole. Nuova per l'Abruzzo.

3) *Pertusaria multipuncta* (Turner) Nyl.

Specie considerata rara in Italia, che si rinviene in siti privi o con eutrofizzazione molto debole. Nuova per l'Abruzzo e per tutta l'Italia centrale.

4) *Rinodina capensis* Hampe

Specie relativamente frequente nei boschi montani, indicatrice di siti con scarsa eutrofizzazione. Nuova per l'Abruzzo e per tutta l'Italia centrale.

5) *Scoliciosporum chlorococcum* (Stenh.) Vězda

Specie relativamente frequente nei boschi montani, che si rinviene in siti privi o con eutrofizzazione molto debole. Nuova per l'Abruzzo.



Talli di *Nephroma bellum* (a sx) e *Pertusaria multipuncta* (a dx), specie di interesse ecologico, nuove per l'Italia centrale.

6.2 Faggeta di Aschiero



6.2.1 Attributi strutturali

Protocollo campionario con area di saggio PRIN 2007

Per l'area vetusta di Aschiero il rilievo secondo il protocollo PRIN ha interessato una superficie di un ettaro racchiusa in un'area di saggio di forma non regolare, adattata alle caratteristiche morfologiche del bosco (Figura 6.2.1).

All'interno della stessa sono stati censiti 273 alberi di cui rispettivamente il 34% e il 17% possiede diametri superiori a 50 cm e 70 cm (Tabella 6.2.1).

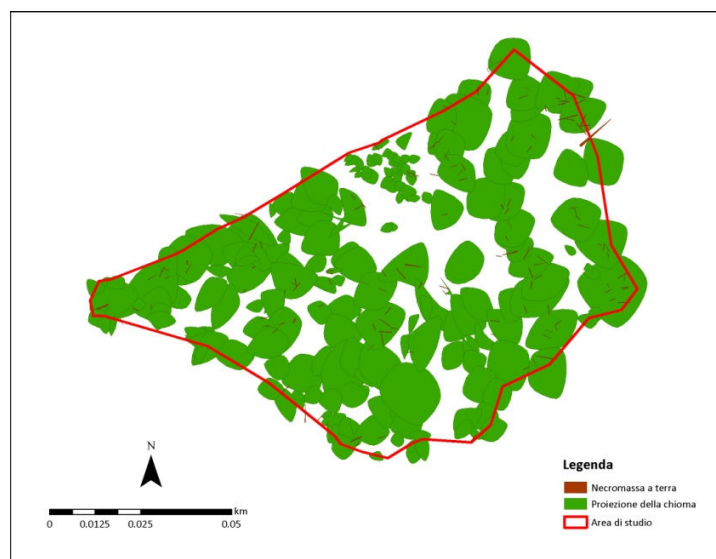


Figura 6.2.1. Area PRIN 2007 di Aschiero. Mappa della necromassa a terra e della proiezione delle chiome degli alberi in piedi rilevati nell'area di studio.

	<i>Faggeta di Aschiero</i>
Numero totale di alberi vivi (N ha ⁻¹)	273
Alberi con diametro > 50 cm (%)	34
Alberi con diametro > 70 cm (%)	17
Diametro medio (cm)	48
Diametro massimo (cm)	112
Diametro dominante (cm)	73
Area basimetrica (m ² ha ⁻¹)	51
Altezza media (m)	18
Altezza massima (m)	32
Altezza dominante (m)	20
Volume alberi vivi (m ³ ha ⁻¹)	578
Necromassa (m ³ ha ⁻¹)	21,3
Necromassa in piedi (m ³ ha ⁻¹)	6,6
Necromassa a terra (m ³ ha ⁻¹)	14,7

Tabella 6.2.1. Parametri dendrometrici rilevati nel bosco di Aschiero.

La distribuzione delle frequenze dei diametri degli alberi vivi mostra un andamento che ricalca quello dei popolamenti disetanei (Figura 6.2.2).

L'area basimetrica complessiva è di 51 m²ha⁻¹, prevalentemente concentrata negli alberi con diametri superiori a 55 cm.

L'altezza massima rilevata è pari a 32 m mentre l'altezza dominante raggiunge i 20 m. Il volume complessivo degli alberi vivi è di 578 m³ha⁻¹ prevalentemente concentrati nelle classi

diametriche superiori a 50 cm. Gli alberi di grandi dimensioni costituiscono, infatti, circa l'85% del volume totale (Figura 6.2.3). L'incremento corrente annuo del popolamento è di $2,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

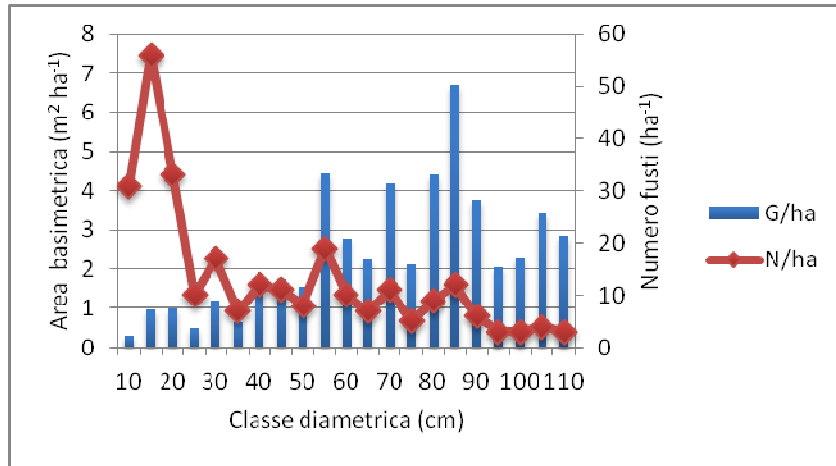


Figura 6.2.2. Distribuzione delle frequenze del diametro e dell'area basimetrica dei fusti arborei vivi.

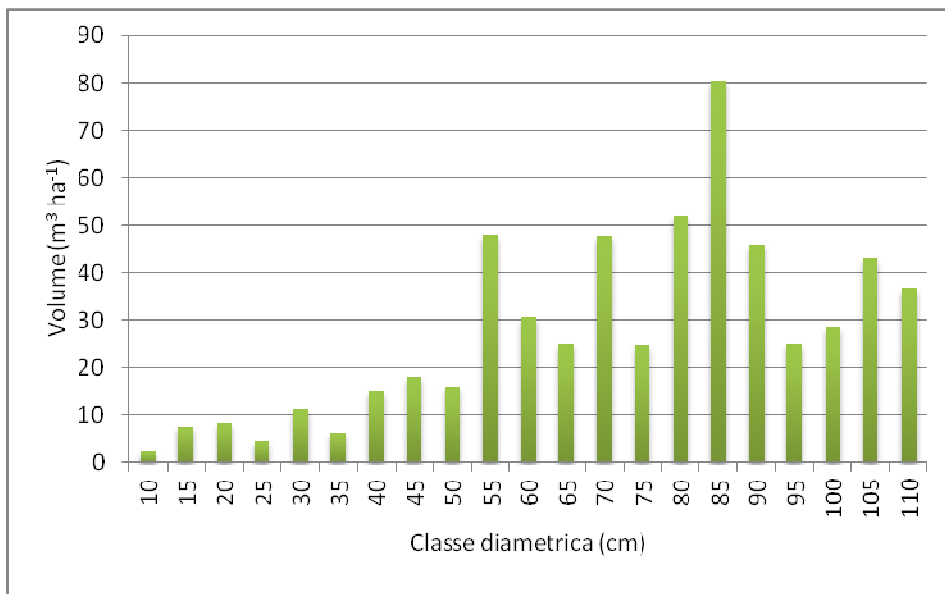


Figura 6.2.3. Ripartizione del volume dendrometrico in classi diametriche.

Per quanto riguarda la necromassa, è stato rilevato un volume complessivo di $21,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, del quale la componente a terra rappresenta circa il 70%. Il maggior contributo alla necromassa a terra in termini di volume è dato dagli alberi morti a terra, con esemplari dal diametro misurato a una distanza a 1,30 m dalla base superiore ai 70 cm. La componente numericamente più

frequente è il CWD (180 elementi ha⁻¹) seguito dalle ceppaie (6 elementi ha⁻¹). Nel complesso il livello di decomposizione della necromassa si concentra nella classe 2 (72%) (Figura 6.2.4).

	Volume (m ³ ha ⁻¹)	Volume (%)
CWD	3,76	18
Alberi morti a terra	10,97	51
Ceppaie	1,02	5
Snag	0,03	0
Alberi morti in piedi	5,60	26

Tabella 6.2.2. Ripartizione della necromassa nelle componenti del legno morto.

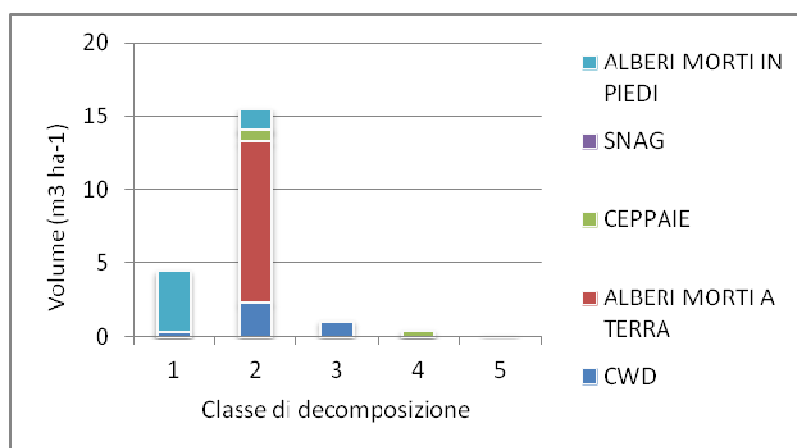


Figura 6.2.4. Ripartizione della necromassa nelle cinque classi di decomposizione (HUNTER, 1990)

La rinnovazione di faggio è presente in due dei quattro subplot esaminati, ricoprendo in un caso il 60% della superficie con piantine alte 30 cm e, nell'altro, il 10% dell'area con soggetti di altezza media di 1 m. La lettiera ricopre completamente i subplot con uno spessore che si attesta su un valore di 3 cm raggiungendo solo in un caso i 4 cm.

Protocollo campionario con aree di saggio INFC

La densità media ottenuta dai rilievi sulle 4 aree di saggio INFC è di 212 alberi a ettaro (*range* di variazione compreso tra 132 e 320 alberi a ettaro), di cui mediamente il 29% possiede un diametro superiore ai 70 cm e il 49% supera i 50 cm (Tab. 6.2.3).

ATTRIBUTI STRUTTURALI	INFC 1	INFC 2	INFC 3	INFC 4
<i>H max (m)</i>	22	28	30	21
<i>H mean (m)</i>	15	22	24	26
<i>Dbh max (cm)</i>	85	79	89	110
<i>Dbh mean (cm)</i>	32	57	55	76
<i>Area basimetrica totale (m2/ha)</i>	25.7	39.0	57.6	60.0
<i>Area basimetrica area 4m (m2/ha)</i>	1.5	7.5	0.3	0.0
<i>Area basimetrica area 13m (m2/ha)</i>	24.2	31.5	57.3	60.0
<i>n° piante</i>	17	8	13	7
<i>n° piante/ha</i>	320	151	245	132
<i>n° piante con Dbh > 70cm</i>	1	3	4	3
<i>% piante con Dbh > 70cm</i>	6	38	31	43
<i>n° piante con Dbh > 50 cm</i>	3	5	6	5
<i>% piante con Dbh > 50cm</i>	18	63	46	71
<i>Volume tot (m3/ha)</i>	273.3	518.0	838.4	648.6
<i>Volume area 4m (m3/ha)</i>	11.5	100.4	1.8	0.0
<i>Volume area 13m (m3/ha)</i>	261.8	417.6	836.6	648.6
<i>Volume (%) di piante con Dbh > 70 cm</i>	50	65	78	75
<i>Volume (%) di piante con Dbh ≥ 50 cm</i>	83	97	92	91
legno morto				
<i>volume tot (m3/ha)</i>	154.0	40.0	3.6	6.1
<i>volume area 4m (m3/ha)</i>	1.6	25.2	0.0	0.8
<i>volume area 13m (m3/ha)</i>	152.4	14.8	3.6	5.3
<i>CWD</i>	108.4	31.1	3.6	6.1
<i>alberi morti a terra</i>	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>ceppaie</i>	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>morto in piedi</i>	45.5	0.0	0.0	0.0
<i>snag</i>	0.0	8.8	0.0	0.0

Tabella 6.2.3. Principali parametri strutturali rilevati nelle 4 aree INFC.

Il diametro massimo complessivamente registrato è di 110 cm e in media si attesta su valori appena superiori ai 90 cm.

I faggi campionati raggiungono in media altezze massime di 25 m. Il valore medio di area basimetrica totale è di 46 m²ha⁻¹ e varia da un minimo di 26 m²ha⁻¹ a un massimo di 60 m²ha⁻¹. Il volume totale della massa legnosa viva è mediamente pari a 570 m³ha⁻¹, di cui il 90% a carico di alberi di grandi dimensioni. In generale, gli alberi con diametro superiore a 70 cm contengono in media circa il 70% del volume totale stimato.

In termini di necromassa si rileva un'elevata variabilità tra le aree di saggio: in media il volume totale è di 51 m³ha⁻¹, con un campo di variazione compreso tra 4 m³ha⁻¹ e 154 m³ha⁻¹. In

media, il 56% del volume della necromassa è concentrato nelle classi diametriche 50–60 cm e per il 27% è concentrato in elementi morti di dimensioni diametriche superiori a 60 cm.

I volumi misurati sono ripartiti nelle tre componenti di CWD, *snag* e alberi morti in piedi. In particolare, il CWD contribuisce mediamente al 73% del legno morto con un volume medio di 37,3 m³ha⁻¹, mentre le componenti in piedi (*snag* e alberi morti in piedi) rappresentano mediamente 13,6 m³ha⁻¹. Il 55% della necromassa si trova in uno stadio di decomposizione classificabile come stadio 3, mentre il 37% può essere riferito alla classe 2.

6.2.2 Flora Vascolare

I rilievi floristici sono stati effettuati nell'area PRIN 2007 e nelle medesime 4 aree di saggio INFC, riferite ai rilievi dendrostrutturali

Nell'area sono state rilevate in totale 58 entità, afferenti a 51 generi e 34 famiglie. Tra queste sono presenti 1 specie di pregio e 17 diagnostiche dell'habitat di interesse prioritario 9210* "Faggeti degli Appennini con *Taxus* e *Ilex*", secondo Biondi & Blasi (2009). Le famiglie maggiormente rappresentate sono le Asteraceae, le Orchidaceae e le Brassicaceae. Lo spettro biologico (Tab. 6.2.5 e Figura. 6.2.5) evidenzia per l'area in oggetto una predominanza di geofite (46%) e di emicriptofite (33%). 11 sono le entità di particolare interesse conservazionistico e tutelate (Tab. 6.2.6). Nella Tab. 6.2.4 viene riportata la matrice di presenza delle specie rilevate nelle differenti aree di saggio ed elencate in ordine sistematico. Per ogni entità viene inoltre riportata la famiglia e la forma biologica secondo Pignatti (1982).

Famiglia	Entità	Forma Biol.	PRIN 2007	Infc 1	Infc 2	Infc 3	Infc 4
Aspleniaceae	<i>Asplenium trichomanes</i> L. subsp. <i>quadrivalens</i> D.E. Mey.	H ros	X				X
Aspleniaceae	<i>Asplenium ceterach</i> L. s.l.	H ros	X	X			X
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott *	G rhiz	X				X
Fagaceae	<i>Fagus sylvatica</i> L. subsp. <i>sylvatica</i> *	P scap	X	X	X	X	X
Ranunculaceae	<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.	G rhiz				X	
Papaveraceae	<i>Corydalis cava</i> (L.) Schweigg. & Körte subsp. <i>cava</i> *	G bulb	X	X		X	
Brassicaceae	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz *	G rhiz	X			X	X

Brassicaceae	Cardamine kitaibelii Bech. *	G rhiz	X				
Brassicaceae	Cardamine enneaphyllos (L.) Crantz	G rhiz	X		X	X	X
Brassicaceae	Arabis alpina L. subsp. caucasica (Willd.) Briq.	H scap	X				X
Brassicaceae	Lunaria rediviva L.	H scap	X	X			
Crassulaceae	Sedum rupestre L.	Ch succ				X	
Crassulaceae	Sedum album L. s.l.	Ch succ	X				X
Crassulaceae	Sedum magellense Ten. subsp. magellense	Ch succ	X	X	X	X	X
Saxifragaceae	Saxifraga rotundifolia L. subsp. rotundifolia	H scap	X	X	X	X	
Saxifragaceae	Saxifraga paniculata Mill.	H ros	X			X	X
Rosaceae	Rosa pendulina L.	NP		X	X	X	
Rosaceae	Potentilla micrantha Ramond ex DC. *	H ros				X	
Rosaceae	Sorbus aucuparia L.	P scap				X	
Fabaceae	Lathyrus vernus (L.) Bernh. subsp. vernus *	G rhiz	X	X			X
Fabaceae	Trifolium pratense L. s.l.	H scap	X				X
Oxalidaceae	Oxalis acetosella L. *	G rhiz	X	X		X	
Geraniaceae	Geranium versicolor L.	G rhiz	X	X			
Geraniaceae	Geranium nodosum L.	G rhiz	X			X	X
Geraniaceae	Geranium robertianum L.	T scap	X				X
Euphorbiaceae	Mercurialis perennis L.	G rhiz	X	X			
Thymelaeaceae	Daphne mezereum L. *	NP				X	
Violaceae	Viola reichenbachiana Jord. ex Boreau *	H scap	X	X	X	X	X
Onagraceae	Epilobium montanum L.	H scap				X	
Apiaceae	Sanicula europaea L. *	H scap	X		X		
Ericaceae	Orthilia secunda (L.) House	Ch rept	X		X		X
Ericaceae	Vaccinium myrtillus L.	Ch frut			X		
Gentianaceae	Gentiana dinarica Beck	H ros			X		
Rubiaceae	Galium odoratum (L.) Scop. *	G rhiz	X			X	
Boraginaceae	Pulmonaria hirta L. subsp. apennina (Cristof. & Puppi) Peruzzi	H scap	X			X	X
Lamiaceae	Ajuga reptans L.	H rept	X	X			
Lamiaceae	Lamium purpureum L.	T scap	X	X		X	
Plantaginaceae	Cymbalaria muralis G. Gaertn., B. Mey. & Scherb. s.l.	H scap	X				X
Plantaginaceae	Veronica urticifolia Jacq.	H scap	X			X	

Caprifoliaceae	Lonicera alpigena L. subsp. alpigena	P caesp	X		X	X		
Adoxaceae	Adoxa moschatellina L. subsp. moschatellina	G rhiz	X	X		X		
Caprifoliaceae	Valeriana tripteris L. subsp. tripteris	H scap	X	X		X	X	
Asteraceae	Adenostyles alpina (L.) Bluff & Fingerh. subsp. alpina	H scap	X		X	X	X	
Asteraceae	Doronicum columnae Ten. *	G rhiz	X	X		X	X	
Asteraceae	Lactuca muralis (L.) Gaertn. *	H scap	X			X		
Asteraceae	Prenanthes purpurea L.	H scap	X	X	X	X	X	
Asteraceae	Pilosella officinarum Vaill.	H ros				X		
Liliaceae	Lilium martagon L.	G bulb	X	X		X		
Asparagaceae	Convallaria majalis L. *	G rhiz			X			
Melanthiaceae	Paris quadrifolia L. *	G rhiz			X			
Juncaceae	Luzula sylvatica (Huds.) Gaudin s.l.	H caesp	X				X	
Poaceae	Poa nemoralis L. subsp. nemoralis	H caesp	X					
Poaceae	Drymochloa sylvatica (Pollich) Holub	H caesp	X	X				
Araceae	Arum maculatum L.	G rhiz	X	X		X		
Orchidaceae	Dactylorhiza maculata (L.) Soó subsp. saccifera (Brongn.) Diklić	G bulb	X				X	
Orchidaceae	Neottia nidus-avis (L.) Rich. □	G bulb			X			
Orchidaceae	Cephalanthera damasonium (Mill.) Druce *	G bulb				X		
Orchidaceae	Corallorhiza trifida Châtel.	G rhiz	X				X	
	TOTALE	58	-	44	21	16	32	25

Tab. 6.2.4 Elenco Floristico del Bosco Aschiero

* Specie diagnostiche dell'habitat di interesse prioritario 9210* "Faggeti degli Appennini con Taxus e Ilex", (Biondi & Blasi, 2009)

□ Specie di pregio dell'habitat di interesse prioritario 9210* "Faggeti degli Appennini con Taxus e Ilex" (Biondi & Blasi, 2009)

Forma biologica	Valore assoluto	Valore Percentuale
P	5	9%
Ch	5	9%
H	24	41%
G	22	38%
T	2	3%

Tab. 6.2.5 Ripartizione delle forme biologiche del Bosco Aschiero

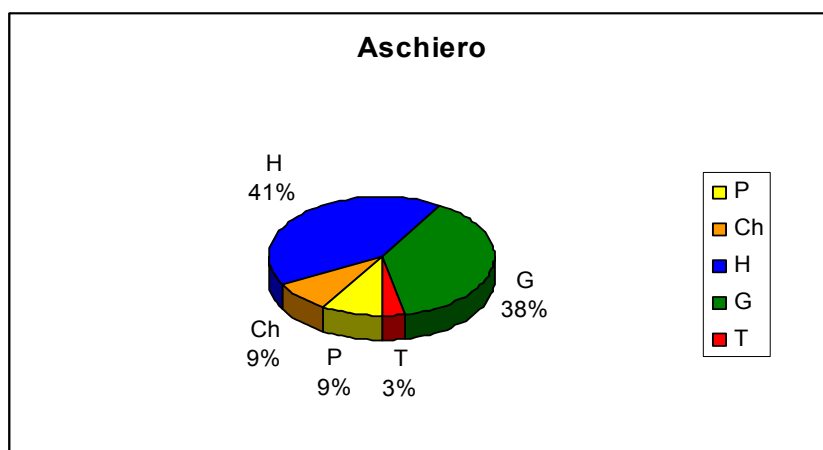


Figura 6.2.5. Spettro biologico del Bosco Aschiero

Entità	TUTELA
<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce	CITES B
<i>Convallaria majalis</i> L.	LR (Abruzzo)
<i>Corallorhiza trifida</i> Châtel.	CITES B
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó subsp. <i>saccifera</i> (Brongn.) Diklic	CITES B
<i>Daphne mezereum</i> L.	L.R. N° 45/79
<i>Gentiana dinarica</i> Beck	L.R. N° 45/79
<i>Lilium martagon</i> L.	L.R. N° 45/79 - LR
<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.	CITES B
<i>Pulmonaria hirta</i> L. subsp. <i>apennina</i> (Cristof. & Puppi) Peruzzi	E (Endem. W-Alps-Ap.)
<i>Sedum magellense</i> Ten. subsp. <i>magellense</i>	E (Endem. (C/S. Ap.)
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	LR (Abruzzo)

Tab. 6.2.6 Elenco delle entità di interesse conservazionistico



Figura . *Lilium martagon*, specie inclusa nelle Liste Rosse e tutelata dalla L.R. N° 45/79.



Figura . *Convallaria majalis*, specie tutelata dalla L.R. N° 45/79.

6.2.3 Coleotteri

Nell'area sono state rilevate complessivamente 79 specie di coleotteri, appartenenti a 71 generi e 34 famiglie. Tra queste, almeno 54 (51 generi, 29 famiglie) sono da considerarsi specie saproxiliche. Anche nel biotopo di Bosco Aschiero, pertanto, il contingente di elementi saproxilici è risultato elevato (68%), di poco inferiore a quanto rilevato a Fonte Novello. Tra i coleotteri saproxilici, almeno una quindicina di specie sono caratteristiche delle faggete appenniniche ben conservate. Nella Tab. 6.2.7 viene riportata la matrice di presenza delle specie rilevate nelle differenti aree di saggio ed elencate in ordine sistematico. Per ogni entità viene inoltre riportata la famiglia e la subfamiglia.

Famiglia	Subfam.	Specie	PRIN 2007	Infc 1	Infc 2	Infc 3	Infc 4
Carabidae	Carabinae	Cychrus italicus Bonelli, 1810	X				
Carabidae	Platyninae	Platyderus sp.	X				
Carabidae	Trechinae	Metallina sp.	X				
Silphidae	Silphinae	Silphinae gen. sp. (larva)	X				
Leiodidae	Cholevinae	Catops sp. 1	X				
Leiodidae	Cholevinae	Catops sp. 2	X				
Leiodidae	Cholevinae	Nargus sp. 1	X				
Leiodidae	Leiodinae	Agathidium sp. 1 *					X
Leiodidae	Platypyllinae	Leptinus testaceus Müller, 1817	X				
Staphylinidae	Aleocharinae	Atheta sp. 1	X				
Staphylinidae	Aleocharinae	Atheta sp. 2	X				
Staphylinidae	Aleocharinae	Atheta sp. 4	X				
Staphylinidae	Aleocharinae	Atheta sp. 6	X				
Staphylinidae	Aleocharinae	Atheta sp. 7	X				
Staphylinidae	Aleocharinae	Ocalea cf. rivularis Miller, 1851 *	X				
Staphylinidae	Dasycerinae	Dasycerus sulcatus Brongniart, 1800 *		X			
Staphylinidae	Omalinae	Eusphalerum sp.	X				
Staphylinidae	Omalinae	Phyllodrepa sp. *	X				
Staphylinidae	Scaphidiinae	Scaphidium quadrimaculatum Olivier, 1790 *		X			
Staphylinidae	Staphylininae	Othius sp.	X				
Staphylinidae	Staphylininae	Staphylininae gen. sp. (larva)	X				
Staphylinidae	Staphylininae	Xantholinus sp. 1	X				
Staphylinidae	Tachyporinae	Bolitobius sp. *	X				
Staphylinidae	Tachyporinae	Lordithon lunulatum (Linnaeus, 1760) *	X				
Lucanidae	Syndesinae	Sinodendron cylindricum (Linnaeus, 1758) *	X	X	X	X	X
Geotrupidae	Geotrupinae	Anoplotrupes stercorosus (Scriba, 1791)					X
Cetoniidae	Trichiinae	Trichius fasciatus (Linnaeus, 1758) *				X	
Cetoniidae	Valginae	Valgus hemipterus (Linnaeus, 1758) *			X	X	
Elateridae	Agrypninae	Agrypnus murinus (Linnaeus, 1758) *				X	

Elateridae	Dendrometrinae	Anostirus (Parastirus) cerrutii Binaghi, 1940 *	X				
Elateridae	Elaterinae	Agriotes sp. *	X				
Elateridae	Elaterinae	Dalopius marginatus (Linnaeus, 1758) *	X				
Elateridae	Melanotinae	Melanotus (Melanotus) villosus (Fourcroy, 1785) *	X				X
Cantharidae	Cantharinae	Rhagonycha sp.	X				
Anobiidae	Anobiinae	Cacotemnus rufipes (Fabricius, 1792) *	X				
Trogositidae	Peltinae	Thymalus limbatus (Fabricius, 1787) *			X	X	
Cleridae	Clerinae	Opilo mollis (Linnaeus, 1758)		X			
Dasytidae	Dasytinae	Dasytes sp. 1	X				
Laemophloeidae	-	Placonotus testaceus (Fabricius, 1787) *	X				
Silvanidae	-	Uleiota planatus (Linnaeus, 1760) *	X				
Cryptophagidae	Cryptophaginae	Cryptophagus scanicus (Linnaeus, 1758) *	X				
Cryptophagidae	Cryptophaginae	Cryptophagus sp. *	X				
Erotylidae	Tritominae	Triplax russica (Linnaeus, 1758) *	X	X			
Biphyllidae	-	Diplocoelus fagi Guérin-Ménéville, 1838 *	X			X	
Cerylonidae	Ceryloninae	Cerylon histeroideus (Fabricius, 1792) *	X				
Alexiidae	-	Sphaerosoma seidlitzii Reitter, 1889 *	X				
Endomychidae	Endomychinae	Endomychus coccineus (Linnaeus, 1758) *	X				
Endomychidae	Lycoperdininae	Mycetina cruciata (Schaller, 1783) *	X				
Latridiidae	Latridiinae	Enicmus brevicornis (Mannerheim, 1844) *	X				
Mycetophagidae	Mycetophaginae	Litargus (Litargus) connexus (Geoffroy, 1785) *	X				
Ciidae	-	Cis alter Silfverberg, 1991 *	X				
Ciidae	-	Cis boleti (Scopoli, 1763) *				X	
Tetratomidae	Tetratominae	Tetratoma (Tetratoma) fungorum Fabricius, 1790 *	X				
Melandyridae	-	Melandrya caraboides (Linnaeus, 1760) *					X
Salpingidae	Salpinginae	Salpingus planirostris (Fabricius, 1787) *					X
Salpingidae	Salpinginae	Vincenzellus ruficollis (Panzer, 1794) *	X				
Scaptiidae	Anaspidinae	Anaspis sp. 2 *	X				
Zopheridae	Colydiinae	Corticus celtis Germar, 1824 *	X	X			
Zopheridae	Colydiinae	Coxelus pictus (Sturm, 1807) *	X				
Alleculidae	Alleculinae	Gonodera metallica (Küster, 1850)	X				
Alleculidae	Alleculinae	Isomira testacea Seidlitz, 1896					X
Alleculidae	Alleculinae	Mycetochara linearis (Illiger, 1794) *	X				
Alleculidae	Alleculinae	Prionychus ater (Fabricius, 1775) *	X				
Tenebrionidae	Diaperinae	Corticeus unicolor (Piller & Mitterpacher, 1783) *					X
Tenebrionidae	Diaperinae	Neomida haemorrhoidalis (Fabricius, 1787) *	X				
Tenebrionidae	Tenebrioninae	Bolitophagus reticulatus (Linnaeus, 1767) *	X				X
Tenebrionidae	Tenebrioninae	Enoplopus dentipes (Rossi, 1790) *				X	X
Cerambycidae	Cerambycinae	Anaglyptus mysticus (Linnaeus, 1758) *			X		
Cerambycidae	Lamiinae	Agapanthia cardui (Linnaeus, 1767) *				X	
Cerambycidae	Lamiinae	Pogonocherus hispidus (Linnaeus, 1758) *	X				
Cerambycidae	Lepturinae	Dinoptera collaris (Linnaeus, 1758) *				X	
Cerambycidae	Lepturinae	Rhagium mordax (De Geer, 1775) *	X		X		X
Cerambycidae	Lepturinae	Rhagium sycophanta (Schrank, 1781) *	X				
Cerambycidae	Prioninae	Aegosoma scabricornis (Scopoli, 1763) *	X				
Chrysomelidae	Chrysomelinae	Chrysolina sp.	X				
Curculionidae	Cossoninae	Cossonini gen. sp. (resti) *	X				

Curculionidae	Cryptorhynchinae	Acalles aubei Boheman, 1837 *	X				
Curculionidae	Cryptorhynchinae	Ruteria hypocrita (Boheman, 1837) *	X				
Scolytidae	Scolytinae	Trypodendron domesticum (Linnaeus, 1758) *	X				
TOTALE COLEOTTERI		79 specie	61	6	5	10	11
TOTALE SAPROXILICI		54 specie	40	6	5	8	9

Tab. 6.2.7. Matrice di presenza/assenza dei coleotteri del Bosco Aschiero.

*** Specie saproxilica**

Tra il materiale identificato a livello di gruppo specie, sono da segnalare alcuni elementi di particolare significato ecologico e faunistico, tra cui i seguenti:

FAM. ALLECULIDAE (= Tenebrionidae, subfam. Alleculinae)

1) *Mycetochara linearis* (Illiger, 1794)

Elemento specializzato, strettamente legato alle parti cariate dei vecchi alberi in foreste di latifoglie ben conservate, diffuso in gran parte dell'Italia ma sempre piuttosto sporadico. Nel biotopo in esame un singolo individuo della specie è stato raccolto su *Fagus sylvatica* nell'area PRIN.

2) *Prionychus ater* (Fabricius, 1775)

Anche *P. ater* è una specie stenoecia legata alle cavità dei vecchi alberi senescenti in foreste di latifoglie strutturalmente evolute, maggiormente sensibile alle alterazioni ambientali rispetto alla specie precedente. E' diffusa in gran parte dell'Italia, ma più rara e localizzata della precedente; nel biotopo in esame due individui sono stati raccolti su *F. sylvatica* nell'area PRIN.

FAM. CERAMBYCIDAE

3) *Aegosoma scabricornis* (Scopoli, 1763)

Analogamente a quanto detto a proposito di *Prionus coriarius* (vedi sopra), anche questa vistosa specie è in regressione in Italia a causa della progressiva scomparsa e frammentazione del suo habitat preferenziale (cfr. Biscaccianti, 2004). Nel biotopo in esame alcuni resti della specie sono stati rinvenuti nelle cavità di vecchi faggi nell'area PRIN.

4) *Rhagium sycophanta* (Schrank, 1781)

Un commento per questa specie è riportato nella parte relativa al Bosco di Fonte Novello (vedi sopra). Nel biotopo di Bosco Aschiero *R. sycophanta* è stato raccolto su *F. sylvatica* nell'area PRIN.

FAM. ELATERIDAE

5) *Anostirus (Parastirus) cerrutii* Binaghi, 1940

Significativo endemita dell'Appennino centro-meridionale, elemento stenotopo e stenoecio legato alle foreste vetuste di latifoglie, ovunque molto raro e localizzato (Liberto, 1993). Un singolo individuo è stato raccolto su *F. sylvatica* nell'area PRIN.

FAM. LATRIDIIDAE

6) *Enicmus brevicornis* (Mannerheim, 1844)

Specie relitta di foreste primarie di latifoglie (Rücker, 2004), legata al legno marcescente o ai tronchi morti invasi da funghi e mixomiceti. Diffusa in gran parte dell'Italia ma localizzata in comprensori forestali strutturalmente evoluti, ovunque rara. Un singolo individuo è stato raccolto nell'area PRIN.

FAM. MELANDRYIDAE

7) *Melandrya caraboides* (Linnaeus, 1760)

Specie anch'essa stenoecia e rara, legata a funghi saprofiti in foreste vetuste con abbondante presenza di legno morto. In Italia è nota per le regioni settentrionali e del versante tirrenico della penisola, fino alla Calabria (Porta, 1934). Il reperto, effettuato nell'area di saggio INFC 2 su *Trametes pubescens* (Schumach.) Pilát, è il primo per l'Abruzzo e per il versante adriatico dell'Appennino.



Adulto di *Melandrya caraboides*, specie nuova per il versante adriatico della penisola.

FAM. STAPHYLINIDAE (subfam. Dasycerinae = Dasyceridae)

8) *Dasycerus sulcatus* Brongniart, 1800

Specie rara e localizzata, legata al detrito legnoso marcescente e alla lettiera in foreste vetuste ben conservate, prevalentemente in montagna ma anche in boschi mesoigrofilo di collina e pianura. Risulta presente nelle regioni settentrionali, in Emilia-Romagna, Toscana, Lazio, Sardegna (Porta, 1929) e Campania (Biscaccianti, dati inediti); è pertanto nuova per l'Abruzzo, dove è stata raccolta nell'area di saggio INFC 3.

FAM. TENEBRIONIDAE

9) *Bolitophagus reticulatus* (Linnaeus, 1767)

Un commento per questa specie è riportato nella parte relativa al Bosco di Fonte Novello (vedi sopra). Nel biotopo di Bosco Aschiero è risultata piuttosto frequente nell'area PRIN e nell'area di saggio INFC 2, su *Fomes fomentarius*.

10) *Corticeus unicolor* (Piller & Mitterpacher, 1783)

Anche questa specie è commentata nella parte relativa al Bosco di Fonte Novello. Nel biotopo di Bosco Aschiero *C. unicolor* è stato raccolto nell'area di saggio INFC 2.

11) *Neomida haemorrhoidalis* (Fabricius, 1787)

Specie micetofaga legata a Polyporaceae, stenoecia, ovunque assai rara e localizzata, presente unicamente in ambienti con abbondanza di legno morto di grosso calibro e vecchi alberi senescenti. In Italia è nota di quasi tutte le regioni appenniniche, oltreché di Sicilia e Sardegna (cfr. Aliquò *et al.*, 2006). Nel biotopo in esame *N. haemorrhoidalis* è stata raccolta sotto cortecce di *Fagus sylvatica* nell'area PRIN.

6.2.4 *Licheni epifiti*

I rilievi dei licheni epifiti sono stati effettuati nell'area PRIN 2007 e nelle 4 aree di saggio INFC, riferite ai rilievi dendrostrutturali. Nell'area sono state rilevate in totale 79 entità.

Rispetto ai valori di Poleophobia lo spettro (Figura. 6.2.6) evidenzia per l'area in oggetto una presenza del 9% di specie con indice 4, 29% con indice 3, 40% di specie con indice 2-3 e il 22% di specie con indice 1-3. Tra le specie rinvenute sono presenti 10 specie di interesse conservazionistico (Tab. 6.2.9).

Nella tabella 6.2.8 viene riportato l'elenco, in ordine alfabetico, delle specie rinvenute nelle differenti aree di campionamento del bosco di Aschiero e per ciascuna di queste viene indicato anche il relativo indice di Poleophbia. Diversamente dagli altri *taxa* non viene indicata la famiglia poiché i licheni sono simbiotici tra due differenti organismi: funghi e alghe (e/o cianobatteri).

Entità	Poleophoby	PRIN 2007	INFC 1	INFC 2	INFC 3	INFC 4
<i>Acrocordia gemmata</i> (Ach.) A.Massal.	3	X		X	X	X
<i>Anaptychia ciliaris</i> (L.) Körb.	da 2 a 3	X		X	X	X
<i>Aplotomma turgida</i> (A.Massal.) A.Massal.	da 2 a 3	X				X
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	da 1 a 3	X	X	X	X	
<i>Arthopyrenia cerasi</i> (Schrad.) A.Massal.	da 1 a 3	X			X	
<i>Bacidia beckhausii</i> Körb.	3	X			X	
<i>Bacidia</i> sp.		X				
<i>Caloplaca cerina</i> (Hedw.) Th.Fr. v. <i>cerina</i>	da 1 a 3	X				
<i>Caloplaca herbidella</i> (Hue) H.Magn.	da 2 a 3	X	X	X	X	X
<i>Candelariella faginea</i> Nimis, Poelt & Puntillo	3	X	X		X	X
<i>Candelariella reflexa</i> (Nyl.) Lettau	da 1 a 3			X		
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	da 2 a 3			X		
<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.	da 1 a 3	X	X		X	X
<i>Collema flaccidum</i> (Ach.) Ach.	da 2 a 3	X		X		
<i>Collema subnigrescens</i> Degel.	da 2 a 3	X	X	X	X	
<i>Cyphelium sessile</i> (Pers.) Trevis.	4	X				X
<i>Diploschistes muscorum</i> (Scop.) R.Sant.	da 2 a 3			X		
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	da 2 a 3	X				X
<i>Gyalecta derivata</i> (Nyl.) H.Olivier	3			X		
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	da 1 a 3			X	X	X
<i>Lecanora allophana</i> Nyl.	da 2 a 3	X	X	X	X	X
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Malme	da 2 a 3	X			X	X
<i>Lecanora chlarotera</i> Nyl.	da 1 a 3	X			X	X
<i>Lecanora intumescens</i> (Rebent.) Rabenh.	3	X	X	X	X	X
<i>Lecanora pulicaris</i> (Pers.) Ach.	da 2 a 3	X				
<i>Lecanora umbrina</i> (Ach.) A.Massal.	da 1 a 3	X	X		X	X
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M.Choisy	da 1 a 3	X	X	X	X	X
<i>Lepraria eburnea</i> J.R.Laundon	da 2 a 3				X	
<i>Lepraria</i> sp.		X	X	X	X	X
<i>Leptogium cyanescens</i> (Rabenh.) Körb.	4	X				
<i>Leptogium lichenoides</i> (L.) Zahlbr.	da 2 a 3	X				
<i>Leptogium saturninum</i> (Dicks.) Nyl.	da 2 a 3	X				
<i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) Hoffm.	3	X	X	X	X	X
<i>Melanelixia glabra</i> (Schaer.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	da 2 a 3	X				X
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	da 2 a 3	X				
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	3	X	X	X	X	X
<i>Nephroma bellum</i> (Spreng.) Tuck.	4	X			X	X
<i>Nephroma resupinatum</i> (L.) Ach.	4	X	X		X	X
<i>Ochrolechia balcanica</i> Verseghy	3	X				X
<i>Ochrolechia pallescens</i> (L.) A.Massal.	3	X			X	X
<i>Ochrolechia</i> sp.			X			
<i>Opegrapha varia</i> Pers.	da 2 a 3	X	X			X
<i>Parmelia ernstiae</i> Feuerer & Thell	da 2 a 3	X			X	X
<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach.	da 2 a 3			X		
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	da 1 a 3	X	X	X	X	X
<i>Parmeliella triptophylla</i> (Ach.) Müll.Arg.	3	X		X		
<i>Parmelina pastillifera</i> (Harm.) Hale	da 2 a 3	X	X	X	X	X
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	da 1 a 3	X			X	X
<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.	da 2 a 3	X				X
<i>Peltigera collina</i> (Ach.) Schrad.	3			X		
<i>Peltigera horizontalis</i> (Huds.) Baumg.	3	X	X			X
<i>Peltigera praetextata</i> (Sommerf.) Zopf	da 2 a 3		X	X		

<i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M.Choisy & Werner	da 2 a 3	X	X		X	X
<i>Pertusaria amara</i> (Ach.) Nyl.	da 1 a 3	X		X	X	X
<i>Pertusaria coccodes</i> (Ach.) Nyl.	3	X	X	X	X	X
<i>Pertusaria flavida</i> (DC.) J.R.Laundon	3	X	X	X	X	X
<i>Pertusaria hemisphaerica</i> (Flörke) Erichsen	3			X		
<i>Pertusaria leioplaca</i> DC.	da 2 a 3	X			X	X
<i>Pertusaria multipuncta</i> (Turner) Nyl.	3	X		X	X	
<i>Pertusaria pertusa</i> (Weigel) Tuck.	da 2 a 3			X		
<i>Phaeophyscia endophaenicea</i> (Harm.) Moberg	3	X				
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	da 2 a 3	X	X	X	X	X
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnrh.	da 1 a 3	X				X
<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg	da 2 a 3	X	X		X	
<i>Physconia venusta</i> (Ach.) Poelt	3	X	X		X	X
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	da 2 a 3	X		X		X
<i>Pyrenula nitida</i> (Weigel) Ach.	3	X				
<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	da 2 a 3	X			X	X
<i>Sclerophora peronella</i> (Ach.) Tibell	4	X				
<i>Scoliciosporum umbrinum</i> (Ach.) Arnold	da 1 a 3			X		
<i>Sphinctrina turbinata</i> (Pers.: Fr.) De Not.	4	X				X
<i>Sticta sylvatica</i> (Huds.) Ach.	4	X				X
<i>Tephromela atra</i> v. <i>torulosa</i> (Flot.) Hafellner	da 2 a 3	X	X	X	X	X
<i>Thelenella muscorum</i> (Fr.) Vain.	3			X		
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th.Fr.	da 1 a 3	X				X
<i>Thelenella muscorum</i> (Fr.) Vain.	3			X		
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th.Fr.	da 1 a 3	X				X
TOTALE	79	-	62	26	35	38
			45			

Tab. 6.2.8. Matrice di presenza/assenza dei licheni epifiti del Bosco Aschiero.

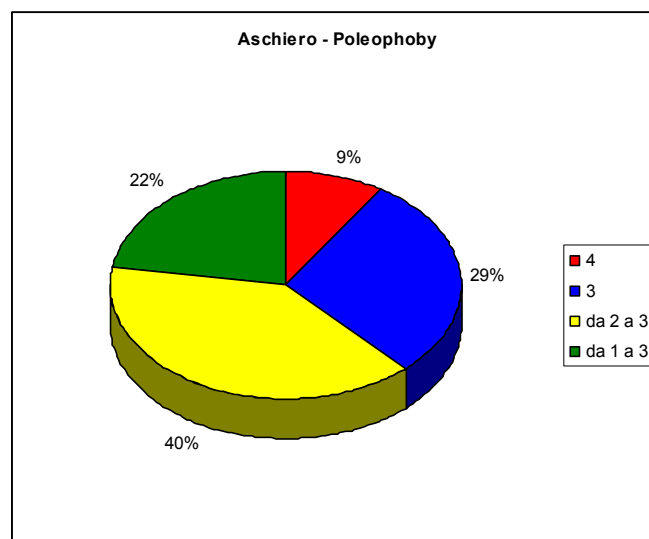


Figura. 6.2.9. Spettro degli indici di Polephobia del bosco di Aschiero

ENTITA'	Categoria IUCN	Information missing from more than 50 years/extinct	Species with a declining trend	Number of regions where the species was found in the last 50 years	Species known from a single locality	Species associated to a declining habitat	Species extremely/very sensitive to human disturbance
<i>Bacidia beckhausii</i> Körb.	NT		+	6			+
<i>Caloplaca herbidella</i> (Hue) H. Magn.	NT		+	15			
<i>Gyalecta derivata</i> (Nyl.) H. Olivier	NT			7		+	+
<i>Leptogium cyanescens</i> (Rabenh.) Körb.	NT		+	13		+	+
<i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) Hoffm.	LC			20		+	+
<i>Nephroma bellum</i> (Spreng.) Tuck.	NT		+	10			+
<i>Nephroma resupinatum</i> (L.) Ach.	NT		+	15			+
<i>Parmeliella triptophylla</i> (Ach.) Müll. Arg.	NT		+	12			+
<i>Sclerophora peronella</i> (Ach.) Tibell	VU			4			+
<i>Sticta sylvatica</i> (Huds.) Ach.	VU		+	4			+

Tab. 6.2.9 Elenco delle specie di licheni epifiti del Bosco di Aschiero incluse nelle Liste Rosse.

VU= Vulnerable, NT= Near threatened, LC= Least concern

Tra il materiale identificato a livello specie ci sono da segnalare almeno 5 *taxa* di particolare significato ecologico, biogeografico e/o conservazionistico:

1) *Bacidia beckhausii* Korb.

Specie considerata rara in Italia, che si rinviene in siti privi o con eutrofizzazione molto debole. Nuova per l'Abruzzo e per l'Appennino centrale.

2) *Nephroma bellum* (Spreng.) Tuck.

(vedi risultati Fonte Novello)

3) *Ochrolechia balcanica* Versegly

Specie relativamente frequente nei boschi montani, che si rinviene in siti privi o con eutrofizzazione molto debole. Nuova per l'Abruzzo.

4) *Pertusaria multipuncta* (Turner) Nyl.

(vedi risultati Fonte Novello)

6) *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.

Specie “ombrello”, indicatrice di qualità ambientali di formazioni forestali caratterizzate dalla presenza di alberi di grandi dimensioni. È inoltre inclusa nelle Liste Rosse nella categoria LC.

5) *Sclerophora peronella* (Ach.) Tibell

Specie considerata estremamente rara in Italia, considerata in declino e indicatrice di siti privi di fenomeni di eutrofizzazione. Segnalata di recente esclusivamente nelle Marche, in Puglia in Campania e in Calabria, pertanto il rinvenimento in Abruzzo risulta di assoluto interesse.

6) *Sticta sylvatica* (Huds.) Ach.

Specie considerata molto rara in Italia, che si rinviene esclusivamente in siti privi eutrofizzazione. Specie nuova per l’Abruzzo.



Lobaria pulmonaria (a sx) e *Sclerophora peronella* (a dx), specie di particolare interesse ecologico e conservazionistico.

6.3. Indici di diversità

Utilizzando i dati di presenza rilevati all'interno di aree di campionamento di superficie confrontabile (aree PRIN 2007) sono stati calcolati i diversi indici di diversità, riportati nel § 5, per valutare le differenze tra i due boschi oggetto di studio, rispetto ai gruppi tassonomici presi a riferimento. Nella tabella successiva sono riportati i valori relativi a ciascun indice considerato:

Indice	Flora Vascolare	Coleotteri	Licheni epifiti
Jaccard	0.4	0.15	0.34
Sørensen	0.57	0.26	0.44
β - diversità	20	48	26.5

Il calcolo degli indici mostrano una similarità maggiore (e quindi una minore β -diversità) a livello della flora vascolare. Sono invece minori i valori degli indici di similarità (e quindi maggiore β -diversità) per quanto riguarda i licheni e, soprattutto, i coleotteri.

6.4. Analisi statistiche

6.4.1 Analisi multivariata

Analisi delle Coordinate Principali (PCoA)

A partire dall'ordinamento dei rilievi, effettuato attraverso analisi delle coordinate principali (PCoA), sono stati elaborati dei grafici (Figura 6.4.1, 6.4.2 e 6.4.3) che mostrano, per ciascun *taxa* indagato, i rilievi e le specie che li caratterizzano come dei punti posti in uno spazio a 2 dimensioni. I rilievi relativi al Bosco di Fonte Novello sono raffigurati in rosso e quelli relativi ad Aschiero in Blu.

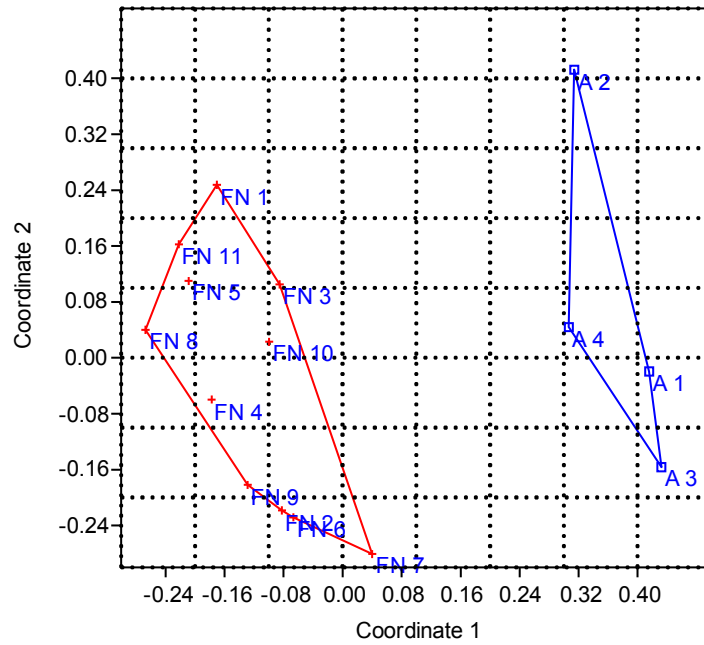


Fig. 6.4.1. Flora. Ordinamento dei rilievi mediante *Principal Coordinates Analysis* (PCOA).
 FN = Fonte Novello, A = Aschiero.

Axis	Eigenvalue	Percent
1	0.82351	22.393
2	0.52562	14.293
3	0.3923	10.668
4	0.32069	8.7203
5	0.29683	8.0714
6	0.28859	7.8476
7	0.24152	6.5676
8	0.20109	5.4682
9	0.18511	5.0335
10	0.13333	3.6256
11	0.11429	3.1079
12	0.070488	1.9167
13	0.066054	1.7962
14	0.018057	0.491

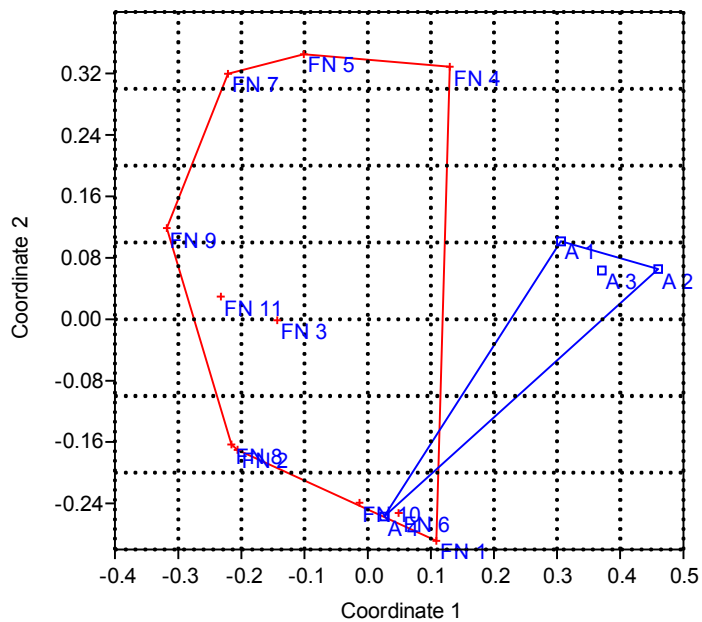
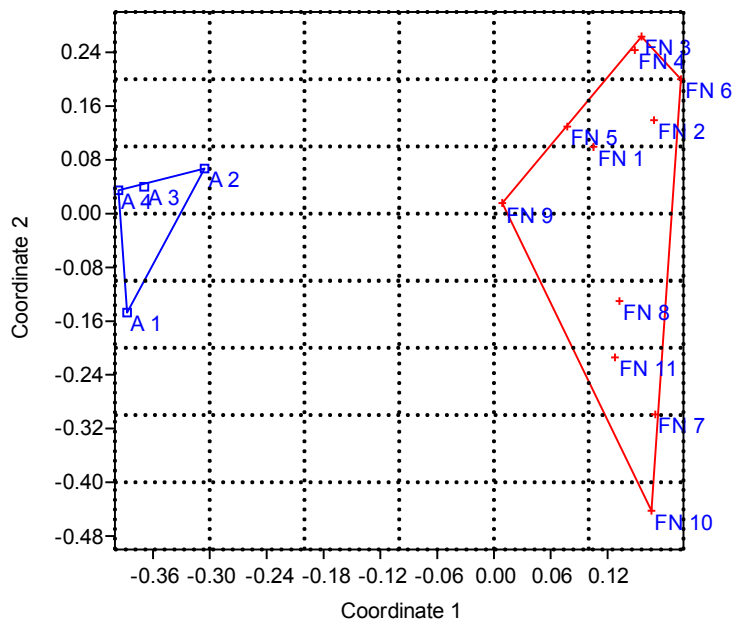


Fig. 6.4.2. Coleotteri. Ordinamento dei rilievi mediante *Principal Coordinates Analysis* (PCOA).
FN= Fonte Novello, A = Aschiero.

Axis	Eigenvalue	Percent
1	0.79887	13.664
2	0.6889	11.784
3	0.6104	10.441
4	0.5974	10.218
5	0.47391	8.1062
6	0.44052	7.5351
7	0.41869	7.1617
8	0.36537	6.2496
9	0.34984	5.984
10	0.28768	4.9207
11	0.25117	4.2963
12	0.22836	3.9061
13	0.20019	3.4241
14	0.13498	2.3089



6.4.3. Licheni epifiti. Ordinamento dei rilievi mediante *Principal Coordinates Analysis* (PCOA). FN= Fonte Novello, A = Aschiero.

Axis	Eigenvalue	Percent
1	0.75821	24.811
2	0.59205	19.374
3	0.38017	12.44
4	0.26234	8.5846
5	0.22593	7.393
6	0.19209	6.2857
7	0.14934	4.887
8	0.13176	4.3115
9	0.093688	3.0658
10	0.089711	2.9356
11	0.079791	2.611
12	0.052602	1.7213
13	0.030323	0.99227
14	0.017935	0.58689

I grafici ottenuti dall'analisi delle coordinate principali (PCoA) mostrano una prima distinzione netta tra i due gruppi di rilievi effettuati rispettivamente nel bosco di Fonte Novello (FN) e in quello di Aschiero (A). In particolar modo i grafici relativi alla flora vascolare e ai licheni epifiti mostrano una netta separazione tra le due aree di studio. Solo il grafico relativo ai coleotteri mostra un'affinità, sulla base della presenza-assenza, tra uno dei plot di Aschiero (A 4) e due plot di Fonte Novello (FN 4 e FN 10).

La validazione statistica, effettuata attraverso la *Permutational analysis of variance* mostra un'alta significatività dei risultati ($p < 0.01$):

PCoA	F	p
Flora Vascolare	3.445	0.0016
Coleotteri	1.523	0.0082
Licheni epifiti	4.111	0.0015

Relativamente alle elaborazioni effettuate utilizzando le matrici di dissimilarità, la significatività dell'analisi, valutata attraverso il test ANOVA, mostra valori di p sempre maggiori di 0.05, pertanto non si evidenziano significative differenze di β -diversità tra i singoli rilievi effettuati nei due distinti boschi.

Analisi della Ridondanza (RDA)

L'Analisi della Ridondanza, valutata tra la matrice di presenza / assenza delle specie e la matrice degli attributi strutturali, non ha evidenziato risultati statisticamente significativi, in quanto il valore della significatività, verificato attraverso il test Pseudo F , è risultato essere, in tutti i casi, sempre maggiore di 0.05.

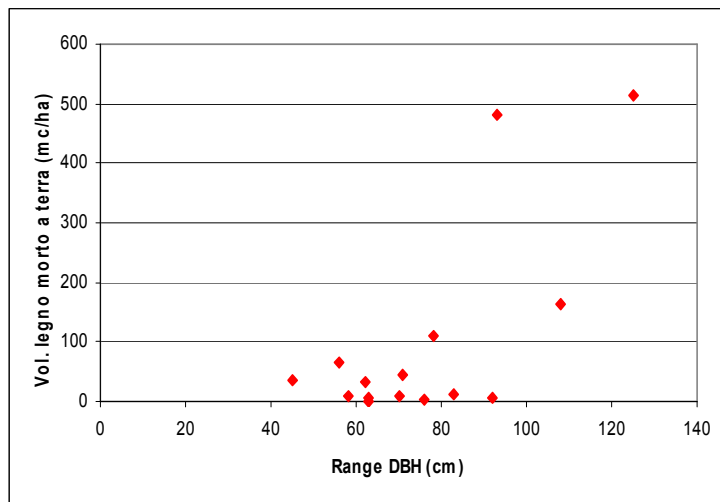
6.4.2 Indici di correlazione

Sono state analizzate 65 variabili (v. Cap. 3) per un totale di 15 aree di saggio (11 Fonte Novello + 4 Aschiero). Le elaborazioni effettuate hanno permesso di individuare relazioni statisticamente significative ($p < 0.05$) tra le variabili considerate. Alcune di queste sono meritevoli di approfondimento.

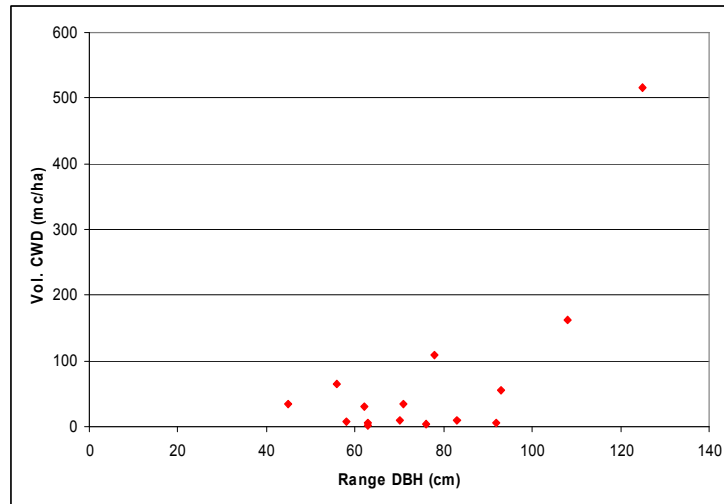
Innanzitutto è possibile distinguere correlazioni tra 4 gruppi di variabili legate a: 1) attributi strutturali, 2) flora, 3) coleotteri saproxilici e 4) licheni epifiti.

1) Correlazioni tra attributi strutturali

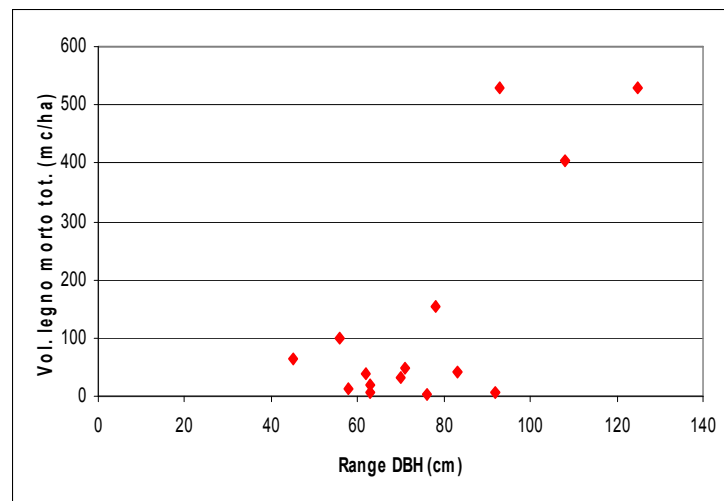
Si evidenzia un interessante correlazione positiva che la variabile “range DBH” ha con le variabili riferite al legno morto a terra e in particolare, con la variabile “volume legno morto a terra” ($r=0.709$, $p=0.003$) e con la variabile “volume CWD” ($r=0.726$, $p=0.002$) e di conseguenza con la variabile “volume legno morto totale” ($r=0.755$, $p=0.001$). (Figure 6.4.4, 6.4.5 e 6.4.6).



6.4.4. Volume del legno morto a terra in funzione del Range di DBH



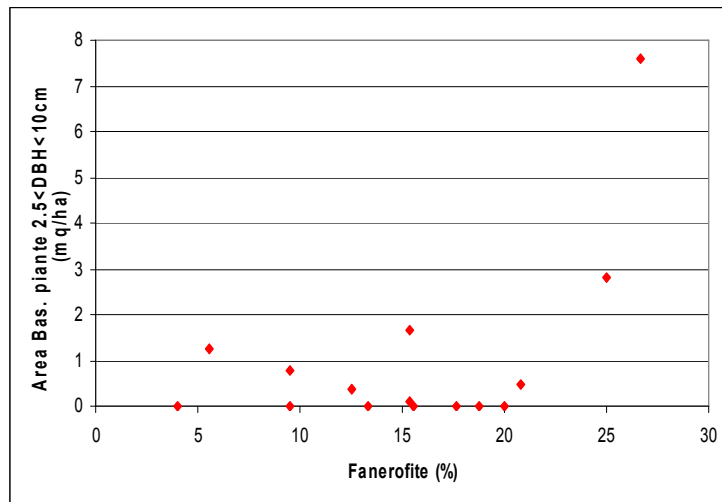
6.4.5. Volume del CWD in funzione del Range di DBH



6.4.6. Volume del legno morto totale in funzione del Range di DBH

2) Correlazione tra attributi strutturali e componente flora vascolare

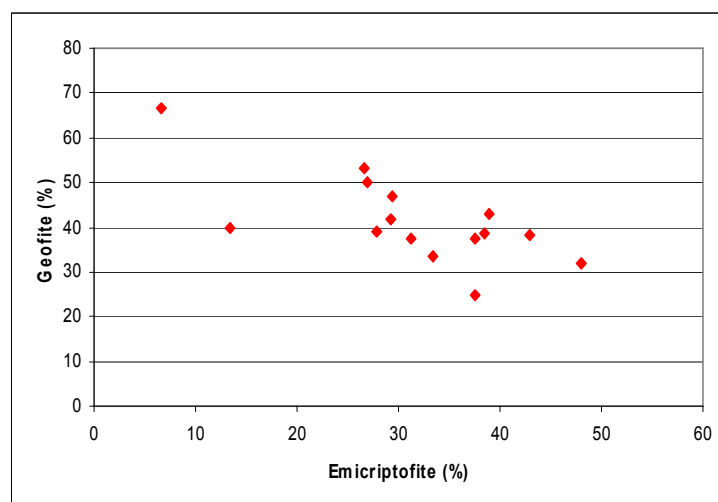
È stata riscontrata una correlazione statisticamente significativa ($r=0.54$, $p=0,038$) tra la variabile “percentuale di Fanerofite” e la variabile “Area basimetrica piante con $2.5\text{cm}<\text{DBH}<10\text{cm}$ ” (Fig. 6.4.7). Esiste, inoltre, una correlazione positiva ($r=0.566$, $p=0.028$), anche tra la percentuale di Fanerofite e l’aumento della variabile “N. di classi DBH”.



6.4.7. Percentuale di Phanerofite in funzione dell'area basimetrica di piante con 2.5 < DBH < 10 cm

3) Correlazioni tra aspetti floristici

Per quanto riguarda relazioni tra gli elementi floristici indagati, si riscontra una correlazione negativa altamente significativa dal punto di vista statistico tra la percentuale di Emicriptofite e quella delle Geofite ($r=-0.67$, $p=0,012$). (Figura 6.4.8).

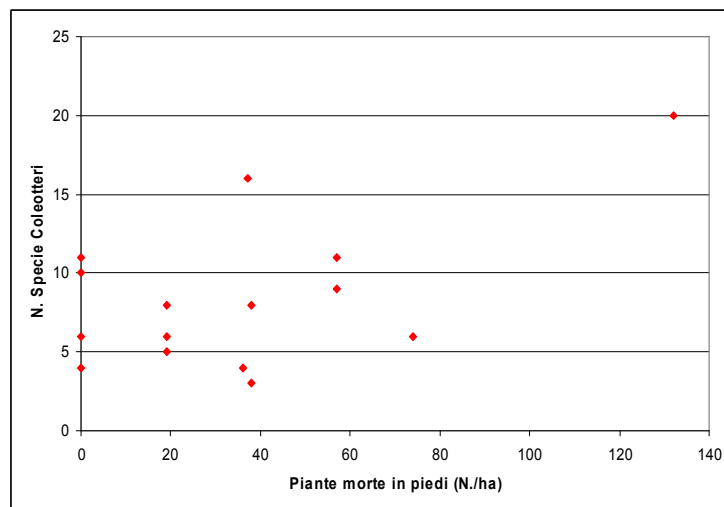


6.4.8. Percentuale di Emicriptofite in funzione della percentuale delle Geofite

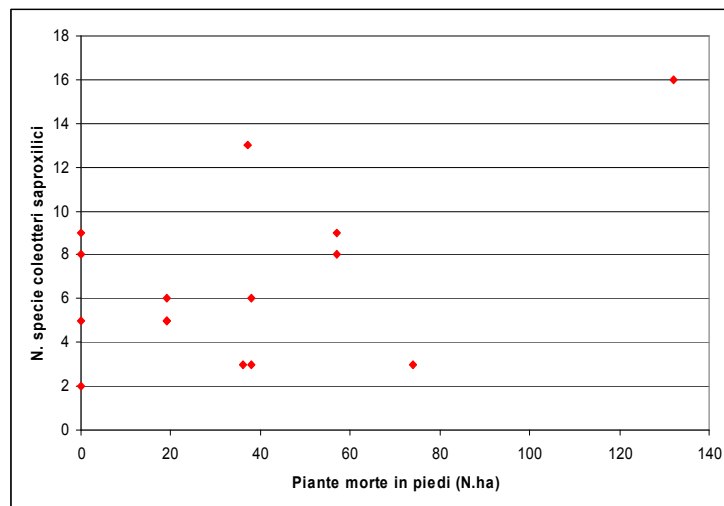
4) Correlazione tra attributi strutturali e coleotteri saproxilici

Relativamente ai coleotteri sono state rilevate alcune correlazioni statisticamente significative ($p < 0.05$):

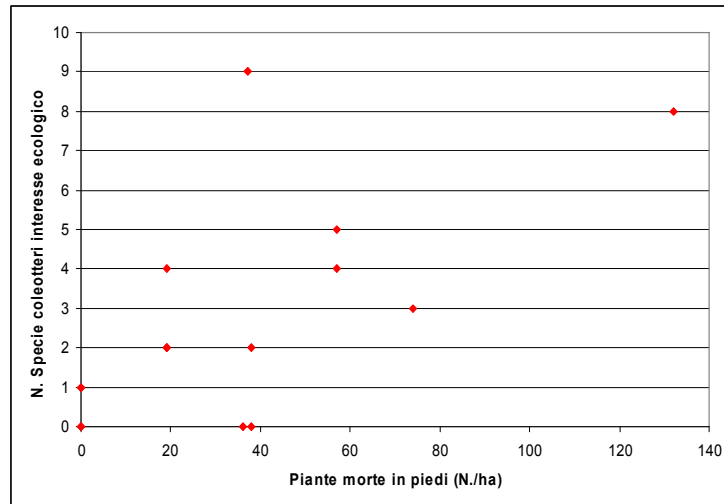
1) la variabile “N. di piante morte in piedi” è correlata con le variabili “N. di specie di coleotteri” ($r=0.554$, $p=0.32$), “N. di specie di coleotteri saproxilici” ($r=0.515$, $p=0.50$) e “N. specie coleotteri di interesse ecologico” ($r=0.650$, $p=0.009$). (Figure 6.4.9, 6.4.10 e 6.4.11)



6.4.9. Numero di specie di coleotteri in funzione del numero di piante morte in piedi

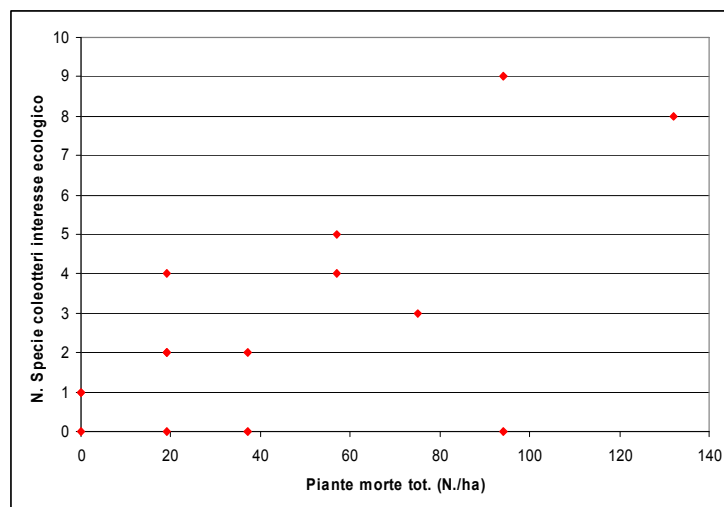


6.4.10. Numero di specie di coleotteri saproxilici in funzione del numero di piante morte in piedi



6.4.11. Numero di specie di coleotteri di interesse ecologico in funzione del numero di piante morte in piedi

2) tra la variabile “ N. specie coleotteri di interesse ecologico” e la variabile “N. piante morte” ($r= 0.672$, $p= 0.006$). (Figura 6.4.12).

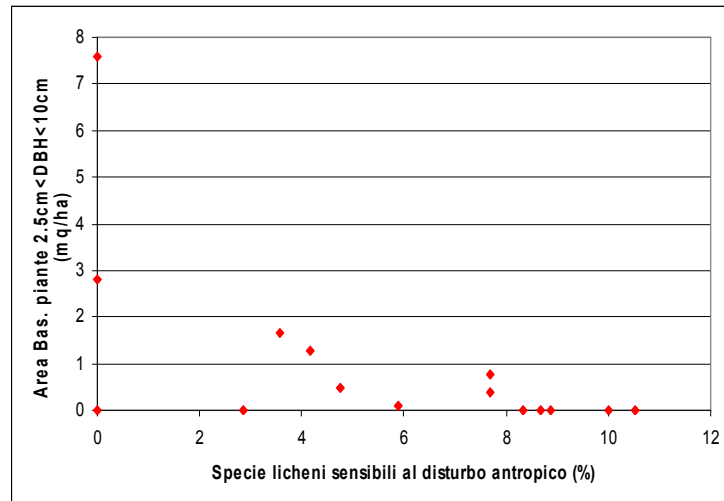


6.4.12. Numero di specie di coleotteri di interesse ecologico in funzione del numero di piante morte totali

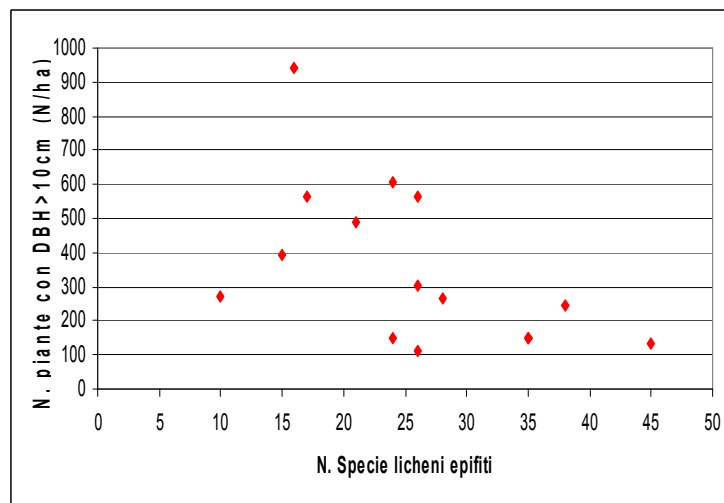
4) *Correlazione tra attributi strutturali e licheni epifiti*

Per quanto riguarda il rapporto tra attributi strutturali e la componente lichenica nei due boschi vetusti indagati è stata rilevata una correlazione statisticamente significativa (negativa) tra la variabile “% Specie licheni sensibili al disturbo antropico” e la variabile “Area basimetrica piante con $2.5 < DBH < 10 \text{ cm}$ ” ($r=-.589$, $p=0.021$). (Figura 6.4.13)

È stata poi riscontrata una correlazione negativa anche tra il numero di specie di licheni epifiti e la variabile “N. piante vive con DBH>10cm” ($r=-0.543$, $p=0.036$). (Figura 6.4.14).



6.4.13. Numero di specie di licheni sensibili al disturbo antropico in funzione dell'area basimetrica di piante con 2.5<DBH<10cm



6.4.14. Numero di specie di licheni epifiti in funzione del numero di piante con DBH>10 cm

6.4.3 Curve di accumulazione e rarefazione delle specie

Per tutti i gruppi sistematici indagati sono state costruite le curve di accumulazione e rarefazione *sample-based*, prendendo come riferimento i dati raccolti nelle aree di campionamento INFC (Figura 6.4.15, 6.4.16 e 6.4.17).

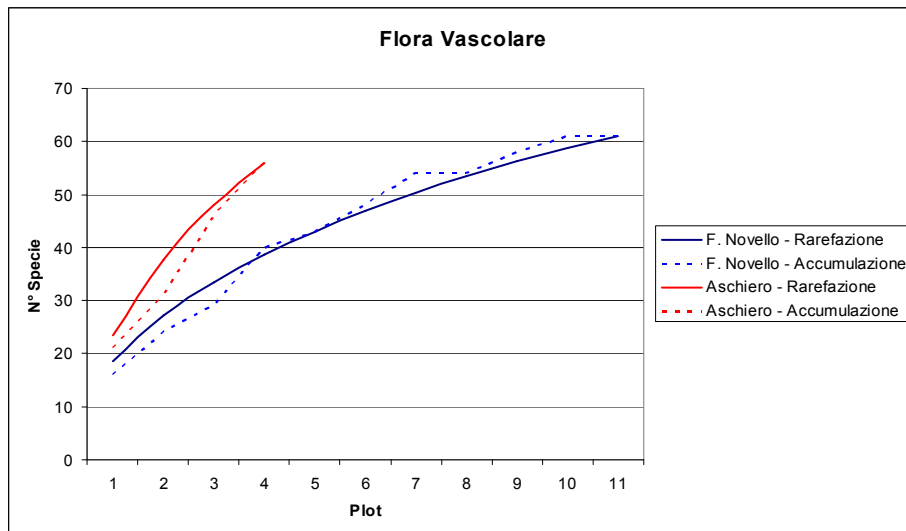


Figura 6.4.15. Curve di acculuzione e rarefazione delle piante vascolari nei boschi di Fonte Novello (in blu) e Aschiero (in rosso).

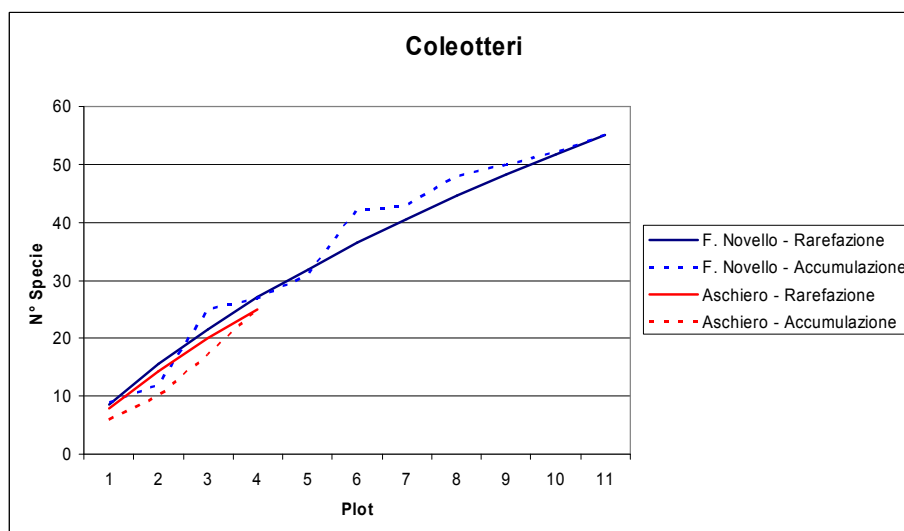


Figura 6.4.16. Curve di acculuzione e rarefazione dei coleotteri nei boschi di Fonte Novello (in blu) e Aschiero a (in rosso).

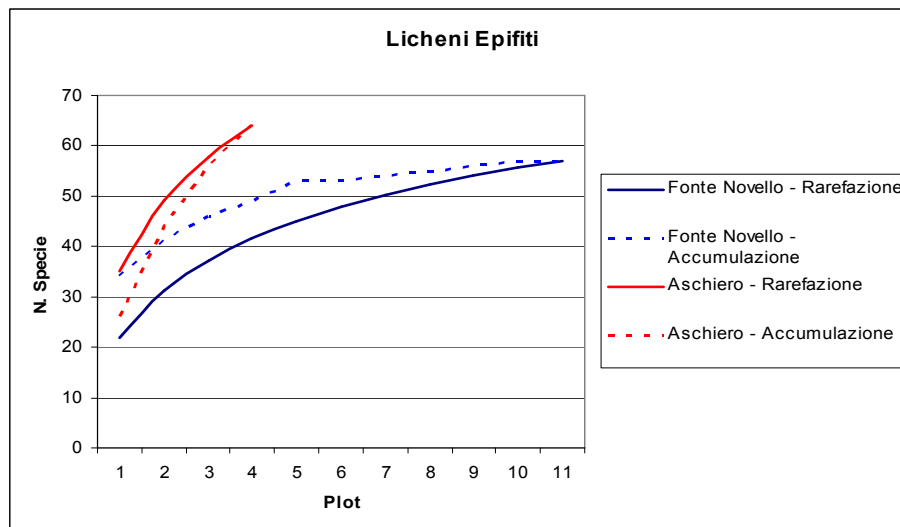


Figura 6.6.17. Curve di accumulazione e rarefazione dei licheni nei boschi di Fonte Novello (in blu) e Aschiero (in rosso).

In tutte le situazioni le curve di accumulazione assumono un andamento piuttosto irregolare. Le curve di rarefazione crescono tutte costantemente, secondo un modello logistico. Per quanto riguarda la flora vascolare si evidenzia come, nel bosco Aschiero, in sole 4 aree di campionamento è stato rilevato un numero di specie totali (58), paragonabile al totale di specie rinvenute in ben 11 aree di campionamento del bosco di Fonte Novello, perciò la curva relativa ad Aschiero ha una crescita più ripida. Si osserva un andamento analogo anche per quanto riguarda il confronto tra le curve di rarefazione relative ai licheni epifiti. Per quanto riguarda, invece, il numero di coleotteri l'andamento delle curve nei due boschi è sostanzialmente paragonabile, poiché a parità di aree di campionamento si ha un numero di specie confrontabile.

In generale si evidenzia che tutte le curve di rarefazione ricavate, suppure diminuiscono progressivamente di pendenza, ma non raggiungono mai completamente l'asintoto. Questo significa che, nonostante lo sforzo di campionamento sia stato elevato (1 area di campionamento ad ha), questo non risulti totalmente soddisfacente, per i *taxa* in considerazione, al fine rilevare la ricchezza specifica totale dei boschi oggetto di studio.

7. DISCUSSIONE

7.1 Comparazione degli attributi strutturali delle faggete vetuste del PNGSML

Nelle aree di studio indagate la complessità strutturale tipica delle foreste tardo-successionali è riscontrabile soprattutto in termini di distribuzione orizzontale delle chiome per effetto della presenza di piccole aree di rinnovazione o *gap*. La distribuzione verticale delle chiome appare, invece, più omogenea nonostante un'ampia varietà di strutture individuali frutto dell'eterogeneità diametrica dei soggetti e dell'architettura delle chiome.

La presenza di *gap* derivanti dagli schianti di singoli individui è una componente fondamentale per garantire la rinnovazione del popolamento. Studi recenti in foreste temperate decidue (Sefidi *et al.*, 2011) dimostrano che la dimensione del *gap* non incide sulla densità della rinnovazione delle specie dominanti, anche se nelle piccole buche (50 m²) sono stati registrati tassi di sopravvivenza più elevati rispetto a quanto riscontrato all'interno di *gap* più grandi (600 m²) (Parhizkar *et al.*, 2011).

Nell'area di Fonte Novello la curva di distribuzione delle frequenze in classi diametriche di 5 cm è descritta, in corrispondenza delle classi medio-grandi, dal modello tipico per le fustaie coetanee. Nella faggeta di Aschiero la distribuzione logaritmica per classi diametriche del numero di alberi è rappresentata da una curva di tipo sigmoideale ruotata, descritta anche tramite un'equazione polinomiale di terzo grado, caratteristica dei popolamenti *old-growth* (Alessandrini *et al.*, 2011).

L'area basimetrica a ettaro e la presenza di alberi di grandi dimensioni sono due rilevanti parametri sia perché la presenza di alberi maestosi costituisce spesso l'elemento più imponente dei boschi vetusti, sia per la correlazione con la fase di sviluppo biologico dei singoli individui.

In tutte e due le aree di studio PRIN l'area basimetrica supera la soglia minima individuata per le foreste vetuste di ambienti temperati proposta da Keddy & Drummond (1996) ($\geq 29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$). Le dimensioni massime del diametro dei fusti vivi variano da 112 cm di Aschiero fino a 150 cm a Fonte Novello; mentre la massima altezza è stata misurata nella faggeta di Fonte Novello (41 m). In ogni caso i valori riscontrati nelle faggete si trovano all'interno del range stimato per le foreste temperate decidue con caratteristiche di vetustà (25-45 m per l'altezza e 100 cm di diametro misurato a petto d'uomo) (Peterken, 1996; Greenberg *et al.*, 1997).

La presenza di grandi alberi è particolarmente rilevante in quanto spesso connessa alla diversificazione di nicchie ecologiche utilizzate da molte specie animali e vegetali. Nelle aree PRIN delle due faggete gli alberi con diametro a petto d'uomo maggiore di 70 cm sono ben rappresentati: mentre a Fonte Novello, pur non superando il minimo di densità indicato da Nilsson *et al.* (2002) di 30 alberi a ettaro, rispettano i valori relativi al volume ($\geq 20\%$ del volume totale; Brown *et al.*, 1997); in località Aschiero costituiscono la maggior parte degli alberi e del volume presente. Inoltre, in quest'ultima area, soprattutto in corrispondenza dei fusti di maggiori dimensioni, è stata riscontrata l'abbondante presenza di cavità: essi costituiscono i cosiddetti "alberi habitat" (Figura 7.1.1).



Figura 7.1.1. Alberi habitat nella faggeta di Aschiero.

Nelle classi diametriche maggiori si accumula la maggiore percentuale di volume legnoso: a Fonte Novello il 54% del volume legnoso è accumulato nei fusti con diametro > 50 cm; nella faggeta di Aschiero gli alberi di grandi dimensioni costituiscono l'85% dei $578 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ stimati. Una sintesi dei risultati dendrometrici ottenuti nelle due aree di studio è riportata in tabella 7.1.1.

	<i>Fonte Novello</i>	<i>Aschiero</i>
Numero totale alberi vivi (N ha^{-1})	391	273
Alberi con diametro > 50 cm (%)	25	32
Alberi con diametro > 70 cm (%)	5	17
Diametro medio (cm)	41	48

Diametro massimo (cm)	150	112
Area basimetrica (m ² ha ⁻¹)	60	51
Altezza media (m)	33	18
Altezza massima (m)	41	32
Volume totale alberi vivi (m ³ ha ⁻¹)	1030	578
Volume alberi con diametro > 50 cm (%)	54	85
Volume alberi con diametro > 70 cm (%)	26	61

Tabella 7.1.1. Principali parametri dendrometrici riferiti ai boschi vetusti del PNGSML.

Per quanto riguarda il legno morto, la quantità varia notevolmente tra le due aree PRIN: a Aschiero si attesta su valori inferiori ad alcuni parametri di riferimento individuato per le foreste vetuste di ambiente temperato ($\geq 50 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$; Travaglini *et al.*, 2007), mentre il bosco di Fonte Novello supera pienamente questa soglia ($89 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$) non discostandosi molto dai risultati ottenuti in altri siti vetusti di ambiente mediterraneo (Lombardi *et al.*, 2010).

Rapportata al volume totale, la necromassa rappresenta rispettivamente il 4% per Aschiero e l'8% a Fonte Novello, in analogia ad altri boschi italiani vetusti (4% secondo Wolinski, 2001).

La presenza di legno morto di dimensioni diametriche elevate è un fattore caratterizzante entrambe le faggete, dove sono presenti alberi morti con diametro a 1,30 m anche oltre 70 cm.

La necromassa all'interno delle aree PRIN, seppure in misura diversa, è presente in tutte le sue forme considerate. La componente a terra è sempre prevalente, e ad Aschiero rappresenta circa il 70% della necromassa totale, in accordo con altre indagini effettuate nell'area mediterranea (Lombardi *et al.*, 2010; Figura 7.1.2). In entrambi i boschi il maggior contributo alla componente a terra in termini di volume è dato dagli alberi morti (33% a Fonte Novello e 51% a Aschiero) (Tabella 7.1.2).

Area di studio	Alberi morti in piedi	Snag	Alberi morti a terra	Legno morto a terra	Ceppaie	Totale
	(m ³ ha ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)
Fonte Novello	18,4	19,6	29,7	18,6	2,6	89,0
Aschiero	5,60	0,03	10,9	3,7	1,0	21,3

Tabella 7.1.2. Ripartizione della necromassa legnosa nelle componenti del legno morto (rilievo secondo il protocollo PRIN 2007).

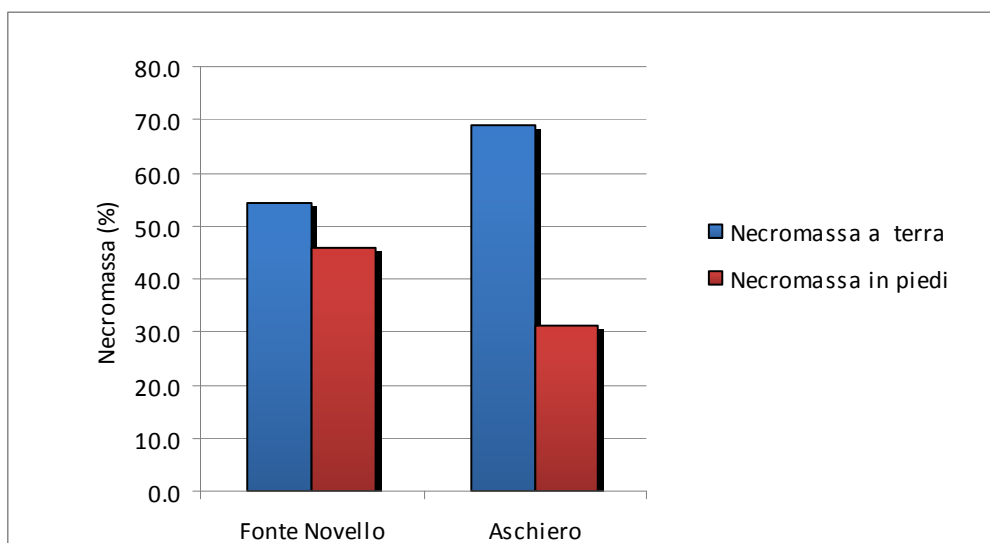
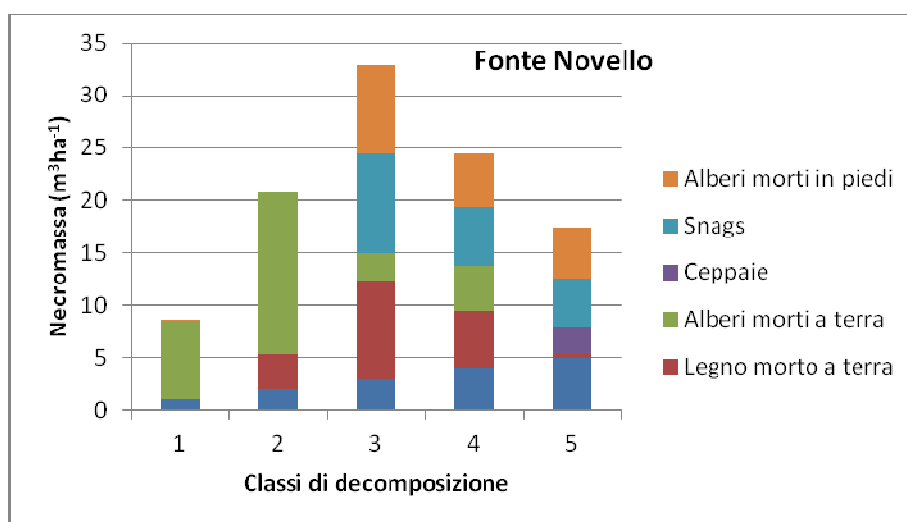


Figura 7.1.2. Percentuale della componente a terra e in piedi rispetto al volume totale del legno morto nei due boschi vetusti (rilievo secondo il protocollo PRIN 2007).

Nelle aree di studio PRIN 2007 sono rappresentate tutte le cinque classi di decadimento previste nella classificazione Hunter (1990), all'interno delle quali si registra un ampio range dimensionale tra le diverse componenti del legno morto (Figura 7.1.3).



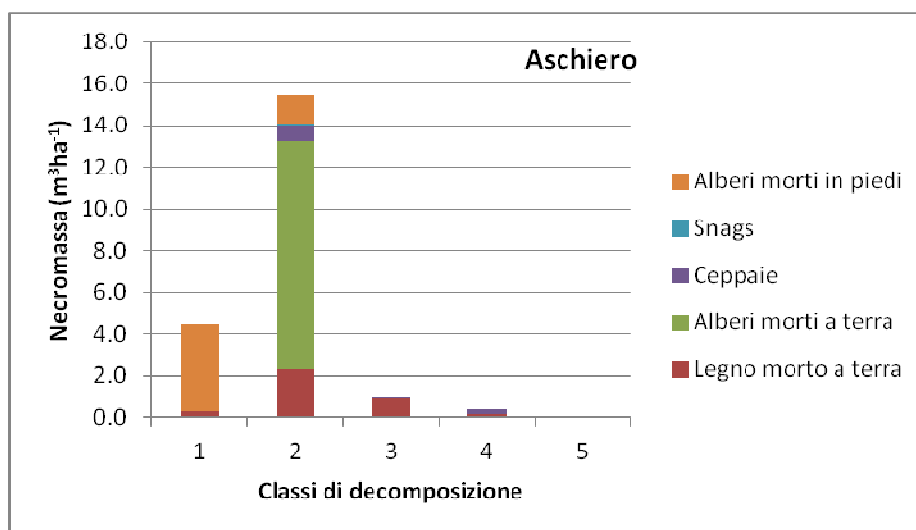


Figura 7.1.3. Ripartizione delle componenti del legno morto in classi di decomposizione rilevate nelle aree PRIN dei due boschi vetusti.

Nella faggeta di Fonte Novello la distribuzione della necromassa tra le cinque classi considerate risulta più omogenea e il maggior volume si registra rispettivamente nella classe 3 e nella classe 1. Nella faggeta di Aschiero, invece, la maggior quantità di necromassa si concentra nella classe 2, in particolar modo per la necromassa a terra, caratterizzata da un legno decomposto superficialmente, ma con corteccia staccata e in parte caduta.

La faggeta di Fonte Novello si trova nella fase di sviluppo che può essere definita di “transizione demografica” (*demographic transition*) secondo la classificazione utilizzata in America settentrionale (Frelich, 2002) in cui il suo maestoso aspetto di fustaia prevalentemente coetaneiforme è interessato da processi di decadimento della volta forestale. Ciò comporta il passaggio da una a più coorti nella copertura arborea, caratterizzata da una distribuzione diametrica dei fusti arborei di tipo bimodale, con un picco di frequenze di distribuzione nelle classi diametriche più grandi e un altro picco, di neoformazione, nelle classi diametriche più piccole. In questo stadio il bosco inizia ad assumere le caratteristiche di foresta vetusta e si possono riscontrare ondate di mortalità causate dal raggiungimento della senescenza nello stesso periodo da parte di più alberi. Dal rilievo effettuato secondo il protocollo PRIN si evince che nella maggior parte della superficie è ancora diffusa la struttura coetaneiforme. Sebbene la maggior parte della biomassa sia concentrata negli individui di grandi dimensioni (diametro > 50 cm), la biomassa totale è destinata a decrescere fino a raggiungere un livello di quasi – equilibrio,

man mano che gli eventi di disturbo faranno evolvere la struttura verso lo stadio multicoorte (Shugart & West, 1981). Nell'area l'assenza di disturbi di grande estensione e intensità e la dinamica forestale appare guidata soprattutto da disturbi a scala di dettaglio che interessano il singolo albero o piccoli gruppi.

La struttura della faggeta di Aschiero nel suo complesso è disetaneiforme. Accanto ai fusti di grosse dimensioni si hanno gruppi di alberi più piccoli, soprattutto in corrispondenza dei vuoti nella copertura susseguenti a schianti. Le caratteristiche strutturali del popolamento e la necromassa appaiono tipiche delle fasi più mature della dinamica forestale e fanno sì che la faggeta possa essere considerata vetusta per struttura e biomassa. In particolare, la distribuzione diametrica degli alberi vivi in classi di 5 cm può essere descritta da una curva di tipo sigmoideale – ruotata, tipica delle foreste vetuste e ben rappresentata da una polinomiale di terzo ordine in seguito alla trasformazione logaritmica dei dati di ordinata (Figura 7.1.4; Goff & West, 1975; Alessandrini *et al.*, 2011).

La derivazione della sigmoide–ruotata è molto complessa essendo il risultato delle dinamiche di reclutamento, crescita e morte. Nelle foreste vetuste i tassi di mortalità e di accrescimento possono variare molto nelle diverse classi diametriche (Piovesan *et al.*, 2005).

La faggeta di Aschiero mostra dunque una struttura più evoluta assimilabile alla fase di sviluppo definita di *old-growth* secondo la classificazione utilizzata da Oliver & Larson (1996) o di *multi-aged* da Frelich (2002). Questa fase è caratterizzata da una distribuzione diametrica sigmoideale-ruotata dei fusti arborei, elevata quantità di biomassa, elevata quantità di legno morto, singoli individui o gruppi di alberi di grandi dimensioni, struttura pluristratificata con presenza di nuclei di rinnovazione.

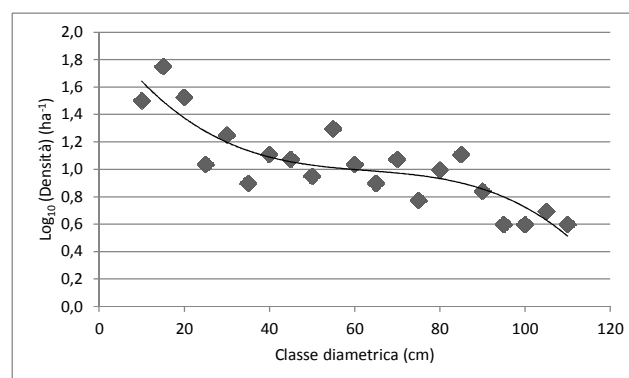


Figura 7.1.4. Distribuzione del logaritmo decimale del numero di alberi a ettaro per classi diametriche di 5 cm interpolata con una polinomiale di terzo grado nella faggeta di Aschiero.

7.2 Diversità specifica nelle faggete vetuste del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga

I rilievi effettuati nelle due aree di studio ci forniscono dei risultati preliminari sulla ricchezza di specie e, in generale, sulla diversità di queste particolari formazioni forestali. In entrambe le faggete vetuste esaminate sono state rilevate specie di notevole interesse ecologico, biogeografico e/o conservazionistico. Per quanto riguarda la flora sono 13 per Fonte Novello e 11 per Aschiero le specie protette e tutelate o di carattere endemico.

Lo studio sui coleotteri saproxilici ha rilevato sia per Fonte Novello, che per Aschiero, la presenza di numerose specie di assoluta importanza ecologica e caratteristiche proprio di foreste vetuste. Nel bosco di Aschiero sono state rilevate 3 specie nuove per la regione Abruzzo, in particolare *Melandrya caraboides*, che risulta nuova per l'intero versante adriatico della penisola. Di notevole importanza sono anche le numerose entità rilevate per il bosco di Fonte Novello, dove sono state trovate 5 specie nuove per l'Abruzzo, tra cui *Bothrideres bipunctatus*, specie nuova per l'intero versante adriatico della penisola e *Odontosphindus grandis*, il cui rinvenimento costituisce la seconda segnalazione nel territorio italiano. Sempre a Fonte Novello sono state inoltre rinvenute *Rosalia alpina* e *Osmoderma eremita* (Di Santo & Biscaccianti, *in pubbl.*), specie incluse nell'allegato IV della Direttiva 92/43/CEE. Anche per quanto riguarda i rilievi relativi ai licheni epifiti lo studio mostra come le faggete vetuste del Parco siano caratterizzate dalla presenza di specie di particolare pregio naturalistico e ambientale. In entrambi i boschi sono state rinvenute 5 specie nuove per la regione Abruzzo, di cui 2 nuove per l'intera area dell'Italia centrale (Di Santo & Ravera, 2012).

Dal punto di vista conservazionistico ed ecologico, per Fonte Novello si segnalano 3 specie incluse nelle Liste Rosse. Per quanto riguarda Aschiero le specie relative a tali Liste sono ben 10. Proprio bosco Aschiero è contraddistinto dall'abbondante presenza di *Lobaria pulmonaria* (Di Santo, 2012), specie "ombrello", indicatrice di continuità ed integrità ecologica (Werth *et al.*, 2007, Nascimbene *et al.*, 2010) e che costituisce, insieme ad altre specie, particolari comunità dette appunto lobarieti. Dalla comparazione tra la ricchezza di specie, misurata all'interno delle aree PRIN 2007, si hanno differenze tra i due boschi oggetto di studio, a seconda del gruppo tassonomico considerato. Per quanto riguarda la flora, nel bosco di Aschiero è stato censito un numero di specie (44) leggermente superiore a quello riscontrato a Fonte Novello (39). Per

quanto riguarda i coleotteri sono 69 le specie rilevate nel bosco di Fonte Novello e 61 in quello di Aschiero. C'è invece una maggiore differenza, in termini di numero di specie tra i due boschi per quanto riguarda la componente dei licheni epifiti, che conta 62 specie per Aschiero contro le sole 26 specie per Fonte Novello. L'analisi delle curve di rarefazione, ricavate dai dati di presenza rilevati all'interno delle aree di campionamento INFC, ci mostrano differenze tra i due boschi per quanto riguarda la flora vascolare e i licheni epifiti. L'andamento di tali curve mostrano, infatti, che su piccole superfici (plot INFC) si hanno densità di specie maggiori nella faggeta di Aschiero.

Dal punto di vista della composizione specifica i grafici relativi all'Analisi delle Coordinate Principali mostrano notevoli differenze sia tra i due singoli boschi vetusti, che tra i singoli plot campionati. Per quanto riguarda invece il confronto in termini di β -diversità, la maggiore similarità è stata riscontrata tra le *checklist* delle specie della flora vascolare, segue quella relativa ai licheni e i coleotteri indicano il valore più basso di similarità tra le due aree di studio. In conclusione la faggeta vetusta di Aschiero si caratterizza per un numero maggiore di piante vascolari e soprattutto di licheni epifiti, tra i quali è presente anche un numero maggiore specie di particolare pregio naturalistico. Il bosco di Fonte Novello si caratterizza, invece, per un numero di coleotteri che è leggermente superiore a quello di Aschiero, ma risulta più ricco di specie tipiche di formazioni forestali vetuste e di interesse ecologico.

7.3 Correlazioni tra attributi strutturali e taxa indagati

Le relazioni statisticamente significative, individuate tra gli attributi strutturali e la presenza di specie dei diversi gruppi tassonomici indagati, suggeriscono diversi spunti per ulteriori considerazioni e approfondimenti.

La correlazione positiva riscontrata tra la variabile "range DBH" e le variabili riferite alla presenza del legno morto, trova spiegazione nel fatto che laddove si verificano condizioni di schianti e crolli di individui arborei di grandi dimensioni, si concentrano al suolo notevoli quantitativi di necromassa e contestualmente si creano le condizioni per l'insediamento della rinnovazione (*gap dynamic*). Si tratta di eventi stocastici che innescano il passaggio dallo stadio evolutivo di transizione demografica (*demographic transition*) a quello di multicoorte (*multi-aged*) (Frelich, 2002), caratterizzato da una distribuzione diametrica dei fusti arborei di tipo

bimodale, dove coesistono, appunto, alberi di grandi dimensioni con nuclei di rinnovazione (ampio *Range* DBH).

La relazione riscontrata tra percentuale di Fanerofite e l'Area basimetrica delle piante con $2.5 < \text{DBH} < 10$ testimonia un aumento delle Fanerofite in corrispondenza di aperture nella volta arborea (*gap*), dove si è affermata la rinnovazione, determinando la fase iniziale dello stadio evolutivo multicoorte (*multi-aged*) (Frelich, 2002). Le Fanerofite quindi, essendo specie arboree ed arbustive, si insediano nei vuoti creati nella struttura orizzontale, riuscendo, almeno nelle prime fasi, ad entrare in competizione diretta con la rinnovazione di faggio già affermata.

Per quanto riguarda la correlazione (negativa) tra la percentuale di Emicriptofite e quella delle Geofite, analogamente Sabatini *et al.* (2010), in un confronto tra porzioni di bosco gestito e l'area vetusta di Fonte Novello, avevano messo in evidenza come in quest'ultima vi fosse una diminuzione delle Geofite e contestualmente un aumento delle Emicriptofite. Questo rapporto sembrerebbe confermarsi anche all'interno del bosco vetusto stesso, dove sono le differenze strutturali a livello dei singoli plot a favorire quindi le condizioni per l'una o l'altra forma biologica. In particolare le Geofite sono piante che hanno gemme localizzate presso gli organi di riserva sotterranei (bulbi, tuberi, rizomi) e molte di queste sono caratterizzate da fioriture precoci, riuscendo a realizzare buona parte del proprio ciclo vitale durante la primavera, ovvero prima dello sviluppo fogliare della volta arborea. Per questo motivo molte Geofite sono specie nemorali tipiche di faggete. Al contrario la maggior parte delle Emicriptofite sviluppano il proprio ciclo vitale tra la primavera inoltrata e l'estate, quando la copertura dello strato arboreo non consente il passaggio di grosse quantità di luce. L'incremento di Emicriptofite, a scapito delle Geofite, è quindi probabilmente associato alle situazioni in cui schianti di alberi di grosse dimensioni creano discontinuità nella volta arborea (*gap*), consentendo un notevole aumento di luce al suolo.

Relativamente ai coleotteri è stato messo in evidenza come il numero delle specie di coleotteri di interesse ecologico sia correlato alla disponibilità di legno morto e questo dato trova riscontro, soprattutto in considerazione di foreste della fascia boreale, in numerose pubblicazioni (Similä *et al.*, 2002; Müller *et al.*, 2008; Martikainen *et al.*, 2010).

Il dato più interessante, invece, e per alcuni versi nuovo, è la relazione riscontrata tra le piante morte in piedi e tutte le variabili relative al gruppo dei coleotteri, ovvero "N. di specie di coleotteri", "N. di specie di coleotteri saproxilici" e "N. specie coleotteri di interesse ecologico". In prima analisi tali risultati mettono in evidenza l'importanza delle piante morte in piedi rispetto

ad altre componenti del legno morto (es. legno morto a terra e soprattutto CWD) che da bibliografia risultano fondamentali per tutta l'entomofauna saproxilica (Cerretti *et al.*, 2005; Persiani *et al.*, 2010; Stokland *et al.*, 2012). Tuttavia tale dato andrebbe approfondito e analizzato con indagini mirate e specifiche. Il significato di tale risultato potrebbe spiegarsi con il fatto che le piante in piedi abbiano un "appeal" maggiore di quelle a terra (ad es. in termini di temperatura/umidità). In effetti, già gli alberi morenti o sottoposti a stress richiamano molte specie di coleotteri a seguito dell'emissione di monoterpeni (Byers, 2004), favorendo, quindi, i processi di colonizzazione da parte di tali insetti. Diversi studi dimostrano, inoltre, l'importanza dell'esposizione del legno morto alla luce solare (Duelli & Wermelinger, 2005; Lindhe *et al.*, 2005; Pradella *et al.*, 2010), della disponibilità di differenti nicchie ecologiche (Stokland *et al.*, 2012) e di radure con fioriture (Lassauce *et al.*, 2011) per numerose specie di coleotteri. In tal senso, proprio in presenza di alberi morti in piedi, soprattutto se di dimensioni maggiori, si verificano solitamente condizioni di questo tipo, che offrono legno morto esposto alla luce del sole e, contemporaneamente, aperture nella volta arborea che consentono lo sviluppo di specie erbacee ed arbustive. Potrebbe darsi, inoltre, che le piante in piedi siano più facilmente intercettabili dalle femmine di saproxilici che cercano un sito per deporre le uova e offrano una superficie d'attacco maggiore delle piante a terra (le piante a terra hanno un lato che poggia al suolo che potrebbe essere meno idoneo per la ovideposizione).

Le piante a terra potrebbero avere, in fine, un set di predatori più numeroso di quelle in piedi, oppure potrebbero essere meno idonee anche per una maggiore ritenzione idrica (Zapparoli, *in verbis*). I fattori possono essere dunque molteplici e i dati offrono lo spunto per ulteriori osservazioni sul campo.

Nel complesso bisogna comunque considerare che i coleotteri saproxilici sono strettamente legati alla presenza di legno morto soprattutto per quanto riguarda lo stadio larvale (in particolar modo per coleotteri xilofagi che sono la maggior parte). Nella fase adulta, al contrario, hanno bisogno di radure e spazi aperti dove si trovano le specie vegetali di cui si nutrono (Cavalli & Mason, 2003). Pertanto, ulteriori correlazioni e differenziazioni nella concentrazione di specie nei diversi plot potrebbero non emergere, poiché nel campionamento vengono rilevati e raccolti stadi larvali (presenti solo nel legno morto) e individui adulti, che invece si muovono e che è possibile quindi rinvenire anche ad una certa distanza dal legno morto a seconda degli stati fenologici.

Per quanto riguarda il rapporto tra gli attributi strutturali e la componente lichenica nei due boschi vetusti indagati, la correlazione statisticamente significativa (negativa) rilevata tra la percentuale di specie licheni sensibili al disturbo antropico e l'area basimetrica delle piante con $2.5 < \text{DBH} < 10 \text{ cm}$, potrebbe trovare spiegazione dal fatto che molte delle specie rare e più sensibili al “disturbo” antropico (es. *Parmelinopsis horrescens*, *Leptogium cyanescens*, *Parmeliella triptophylla*, *Sclerophora peronella*) sono organismi che riescono a svilupparsi esclusivamente sulla superficie del tronco di vecchi individui di faggio di grosse dimensioni (Nimis & Martellos, 2008), poiché questi presentano maggiore rugosità e fessurazioni nella corteccia. Tali caratteristiche autoecologiche di questo *pool* di specie potrebbero spiegarne la bassa concentrazione, in termini di numero di specie, in situazioni dove sono maggiormente rappresentate piante con diametri minori. Nei boschi indagati, in effetti, è presente una correlazione negativa altamente significativa proprio tra la variabile “Area basimetrica piante con $2.5 < \text{DBH} < 10 \text{ cm}$ ” e “N. piante con $\text{DBH} > 50 \text{ cm}$ ”. La mancata correlazione tra la stessa percentuale di specie direttamente con la variabile relativa alle piante con diametro maggiore a 50 cm, potrebbe trovare spiegazione nel fatto che tali licheni necessitano sì di alberi vecchi e di grandi dimensioni, ma al contesto necessitano di condizioni di maggiore luminosità.

La correlazione significativa tra piante di grosse dimensioni e abbondanza di particolari specie di licheni è esplicabile per differenti ragioni. Innanzitutto i tronchi delle piante di grosse dimensioni hanno maggiori possibilità di intercettare le spore, o principalmente, i soredi (strutture riproduttive asessuate) dispersi nell'aria (Logsdon, 2010). Un'ulteriore motivazione è data dal fatto che le cortecce dei vecchi alberi, attraverso la forma, la presenza di fessure, la rugosità e la presenza di muschi, offrono contemporaneamente una molteplicità di substrati e microhabitats che consentono lo sviluppo di diverse specie (Botkin & Keller, 2003). Basti pensare, ad esempio, che su un solo individuo arboreo della faggeta di Aschiero sono state rinvenute più di 30 specie diverse di licheni, ovvero oltre 1/3 di tutte le specie rinvenute nell'intero bosco.

Infine i risultati relativi alla correlazione negativa tra il numero di specie di licheni con il numero di alberi vivi con $\text{DBH} > 10 \text{ cm}$ suggeriscono dunque che la ricchezza di determinate specie di licheni epifiti è, come visto in precedenza, legata sicuramente alla presenza di piante di grosse dimensioni, ma allo stesso tempo è correlata a situazioni in cui vi sia una minore densità di piante. Le caratteristiche strutturali del bosco influiscono, infatti, su numerosi fattori ecologici che determinano lo sviluppo e la distribuzione dei licheni, tra i quali vi è, come accennato in

precedenza, sicuramente la disponibilità di luce. Tale parametro influenza direttamente l'abbondanza e la composizione specifica delle varie comunità (Johansson *et al.*, 2007; Nascimbene *et al.*, 2009).

Si sottolinea, tuttavia, che i dati elaborati più che fornire informazioni sulla ricchezza di specie presenti nel bosco, sono invece indicazioni sulla “densità” di specie nei singoli *plot*. Nel complesso del bosco, la ricchezza complessiva di specie è, legata anche alla diversificazione della struttura e dei diametri, poiché queste favorisce condizioni per lo sviluppo di differenti comunità licheniche (Brunialti *et al.*, 2010), ciascuna delle quali specializzata a colonizzare alberi di determinate dimensioni e caratteristiche.

Infine, i risultati relativi all'Analisi della Ridondanza (RDA) dimostrano che le variabili dendro-strutturali da sole non riescono a spiegare in maniera soddisfacente le differenze di composizione specifica, relativamente a ciascun *taxa* indagato, rilevate tra le aree di campionamento.

8. CONCLUSIONI

I nuclei di boschi vetusti rappresentano importanti habitat ai fini della conservazione, primario obiettivo istituzionale di un Parco Nazionale. Il presente studio ha messo in evidenza come in tali formazioni siano presenti numerose specie tutelate a livello regionale, nazionale e comunitario. Molte di queste, associate proprio a formazioni forestali caratterizzate da elementi di vetustà, sono state segnalate per la prima volta nel contesto geografico regionale e per alcune, tale rinvenimento rappresenta un ampliamento dell'areale, con importante significato dal punto di vista biogeografico. Viene dunque ribadito e confermato, anche per questo ambito territoriale, che i boschi evoluti in assenza prolungata di fenomeni di disturbo antropico e che hanno quindi potuto sviluppare strutture più complesse e articolate rispetto ai boschi ordinariamente gestiti, permettono l'esistenza di specie estremamente esigenti dal punto di vista ecologico (Nordén & Appelqvist, 2001). È stato inoltre evidenziato che le differenze strutturali condizionano la presenza di alcuni gruppi di organismi, non solo quando si confrontano sistemi estremamente differenti dal punto di vista strutturale, come ad esempio boschi vetusti e boschi ordinariamente utilizzati, ma anche quando si analizzano le variazioni, in termini quantitativi, degli attributi strutturali presenti in due distinte formazioni forestali riconosciute come vetuste.

Le aree di studio oggetto della presente tesi, infatti, benché abbiano entrambi i requisiti di vetustà individuati nel progetto di ricerca PRIN 2007 (v.§ 2), differiscono sostanzialmente, dal punto di vista quantitativo, per alcuni degli attributi strutturali presi a riferimento. In particolare la faggeta di Fonte Novello si caratterizza per la maggiore massa legnosa, sia viva che morta, d'altro canto la faggeta di Aschiero presenta un maggior numero di piante di grandi dimensioni e una struttura dei diametri più articolata e disetaneiforme. Le diversità strutturali, tuttavia, sembrano essere solo in parte capaci di spiegare la diversità specifica presente nei diversi contesti. Ad esempio la notevole discrepanza in termini di necromassa legnosa tra la faggeta di Fonte Novello e quella di Aschiero non sembra riflettersi in dirette differenze nella ricchezza specifica riferita ai coleotteri. Lo studio condotto, però, mostra l'importanza, in termini qualitativi, di alcune componenti del legno morto (piante morte in piedi), che sembrano condizionare in maniera considerevole la presenza di questo gruppo di insetti. Allo stesso modo viene messa in risalto l'influenza che gli alberi di diametro maggiore esercitano sulla presenza di specie licheniche di interesse conservazionistico ed ecologico. Inoltre, relativamente alla flora, è

stato osservato come, nelle faggete vetuste, la presenza di specie appartenenti a questo gruppo sia determinata principalmente dai fenomeni stocastici riconducibili ai processi di *gap dynamic*. Questi elementi scaturiti dalla ricerca forniscono, innanzitutto, importanti riferimenti per applicare misure di gestione attive utili alla conservazione di specie spesso poco conosciute e studiate. Tali risultati, inoltre, forniscono riferimenti gestionali specifici e di dettaglio, ad integrazione delle linee guida nazionali (Ciancio *et. al.*, 2002), da applicare, soprattutto nei Parchi Nazionali, anche a tutti i popolamenti forestali sottoposti ad ordinaria conduzione e utilizzazione, nell'ottica dei principi della Gestione Forestale Sostenibile.

BIBLIOGRAFIA

- ALESSANDRINI A., BIONDI F., DI FILIPPO A., ZIACO 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 (11):1950-1962. doi: 10.1016/j.foreco.2011.08.025.
- ALIQUÒ V., RASTELLI M., RASTELLI S. & SOLDATI F. 2006. *Coleotteri Tenebrionidi d'Italia. Darkling beetles of Italy*. Museo civico di Storia naturale di Carmagnola, Piccole Faune, CD-ROM.
- ANDERSON M. J., 2004. *PERMDISP: a FORTRAN computer program for permutational analysis of multivariate dispersions (for any two-factor ANOVA design) using permutation tests*. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand.
- AUDE E. & LAWESSON J.E., 1998. *Vegetation in Danish beech forests: the importance of soil, microclimate and management factors, evaluated by variation partitioning*. Plant Ecology, 134: 53-65.
- AUDISIO P., BISCACCIANTI A.B., CARPANETO G.M., CHIARI S., DE BIASE A., MAURIZI E., PACE G., 2008. *Odontosphindus grandis, genere e specie nuovi per la fauna italiana (Coleoptera, Cucujoidea, Sphindidae)*. Bollettino della Associazione romana di entomologia, 63 (1-4): 43-46.
- BAKKER J.P., OLFF H., WILLEMS J.H., ZOBEL M., 1996. *Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics?* Journal of Vegetation Science, 7: 147-155.
- 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 - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology: Official Journal of the Societa Botanica Italiana, DOI:10.1080/11263504.2011.650730
- BAUHUS J., PUETTMANN K., MESSIER C., 2009. *Silviculture for old-growth attributes*. Forest Ecology and Management, 258 (4): 525-537.
- BAZZAZ F.A., 1983. *Characteristics of populations in relation to disturbance in natural and man-modified ecosystems*. In: Mooney H.A., Goodron M. (Eds.). Disturbance and ecosystems: Components of Response. Ecological Studies 44, Springer, New York, pp. 259- 275.
- BERGERON Y. & HARVEY B., 1997. *Basing silviculture on natural ecosystem dynamics: an approach applied to the southern boreal mixedwood forest of Quebec*. Forest Ecology and Management, 92: 235-242.
- BERGSTEDT J. & MILBERG P., 2001. *The impact of logging intensity on field-layer vegetation in Swedish boreal forests*. Forest Ecology and Management, 154: 105-115.
- BERNONI M., 2009. *L' avifauna nidificante delle faggete del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga*. Ente Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga, Assergi (AQ).

- BIONDI E., CASAVECCHIA S., PINZI M., ALLEGREZZA M., BALDONI M., 2002. *The syntaxonomy of the mesophilous woods of the central and Northern Apennines (Italy)*. Fitosociologia, 39 (2): 71-94.
- BIONDI E & BLASI C., 2009. *Manuale italiano di interpretazione degli Habitat della direttiva 92/43/CE*. [online] URL: <http://vnr.unipg.it/habitat/>.
- BISCACCIANTI A.B., 2004. *Note su alcuni Longicorni dell'Appennino umbro-marchigiano (Italia centrale) (Coleoptera, Cerambycidae)*. Bollettino della Associazione romana di entomologia, 59 (1-4): 43-88.
- BISCACCIANTI A.B., AUDISIO P., MONGUZZI R., 2008. *Aggiornamenti sulla distribuzione di Cucujus cinnaberinus e di altri Cucujoidea (Coleoptera, Cucujidae, Laemophloeidae)*. Bollettino della Associazione romana di entomologia, 63 (1-4): 47-57.
- BLASI C. (A CURA DI), 2008. *Monitoraggio alla rete dei boschi vetusti del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano*. Rapporto di Servizio, Roma.
- 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., 2010. *Multi-taxon and forest structure sampling for identification of indicators and monitoring of old-growth forest*. Plant Biosystems, 144 (1): 160-170.
- BORMANN F.H.& LIKENS G.E., 1979. *Catastrophic disturbance and the steady state in northern hardwood forests*. American Scientist, 67: 660-669.
- BOTKIN, D.B., & KELLER. E.A., 2003. *Environmental Science: Earth as a Living Planet*. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc., United States.
- BRANG P., 2005. *Virgin forests as a knowledge source for central European silviculture: reality or myth?* For. Snow Landsc. Res., 79: 19-32.
- BROWN S.L., SCHROEDER P., BIRDSEY R., 1997. *Aboveground biomass distribution of US eastern hardwood forests and the use of large trees as an indicator of forest development*. Forest Ecology and Management, 96: 37-47.
- BRUNIALTI G., FRATI L., ALEFFI M., MARIGNANI M., ROSATI L., BURRASCANO S., RAVERA S., 2010. *Lichens and bryophytes as indicators of old-growth features in Mediterranean forests*. Plant Biosystems 1–13, iFirst Article.
- BUCHWALD E., 2005. *A hierarchical terminology for more or less natural forests in relation to sustainable management and biodiversity conservation*. In: Third expert meeting on harmonizing forest-related definitions for use by various stakeholders. Proceedings. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 17-19 January 2005.
- BURGMAN M.A., 1996. *Characterization and delineation of the Eucalypt old-growth forest estate in Australia: a review*. Forest Ecology and Management, 83: 149-161.
- BURRASCANO S., LOMBARDI F., MARCHETTI M., 2008. *Old-growth forest structure and deadwood: Are they indicators of plant species composition? A case study from central Italy*. Plant Biosystems, 142: 313-323.
- BURRASCANO S., ROSATI L., BLASI C., 2009. *Plant species diversity in Mediterranean old-growth forests: a case study from central Italy*. Plant Biosystems, vol. 143(1), pp.190-200 27ISSN: 1126-3504. DOI 10.1080/11263500802709699.

- BYERS J.A., 2004. *Chemical ecology of bark beetles in a complex olfactory landscape*. In: Lieutier F., Day K.R., Battisti A., Grégoire J.-C. & Evans H.F. (eds.) *Bark and Wood Boring Insects in living Trees in Europe: A Synthesis*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 89-134.
- 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*, 66 (5): 365-381.
- CAVALLI R. & MASON F., 2003. *Tecniche di ripristino del legno morto per la conservazione delle faune saproxiliche*. Gianluigi Arcari Editore. Mantova.
- CERRETTI P., MASON F., NARDI G., TISATO M., ZAPPAROLI M. (EDS), 2005. *Invertebrati di una foresta della Pianura Padana, Bosco della Fontana. II Contributo*. Centro Naz. Studio e Cons. Biodiversità Forestale, Verona; Corpo Forestale dello Stato; Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio, Servizio Conservazione Natura. Cierre Editore.
- CIANCIO O., CORONA P., MARCHETTI M., NOCENTINI S. (a cura di), 2002. *Linee guida per la gestione sostenibile delle risorse forestali e pastorali nei Parchi Nazionali*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- CIANCIO O. & NOCENTINI S., 2004. *Biodiversity conservation in Mediterranean forest ecosystems: from theory to operationality*. In: M. Marchetti ed., *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe - From Ideas to Operationality*. EFI Proceedings, n. 51: 163-168. Online:http://www.efi.int/files/attachments/publications/proc51_net.pdf.
- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1997. *Liste rosse regionali delle piante d'Italia*. WWF. S.B.I. Camerino. 139 pp.
- CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A., BLASI C. (eds.), 2005. *An annotated checklist of the italian vascular flora*. Palombi Editori, Roma.
- CORONA P., BLASI C., CHIRICI G., FACIONI L. FATTORINI L., FERRARI B., 2010. *Monitoring and assessing old-growth forest stands by plot sampling*. *Plant Biosystems*, 1-9, iFirst Article.
- DAJOZ R., 1977. *Faune de l'Europe et du bassin méditerranéen, 8. Coléoptères Colydiidae et Anommatidae paléarctiques*. Masson, Paris, VI + 275 pp.
- DE ANGELIS P. & SCARASCIA MUGNOZZA G., 1995. *Cambiamenti ambientali a scala globale: il ruolo degli ecosistemi forestali*. *L'Italia Forestale e montana* 5: 457-480.
- DE JONG, Y.S.D.M. (ED.), 2012. *Fauna Europaea version 2.5*. Web Service available online at <http://www.faunaeur.org>.
- DI FILIPPO A., PIOVESAN G., SCHIRONE B., 2004. *Le foreste vetuste: criteri per l'identificazione e la gestione*. XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia. 4-6 ottobre 2004, Siena.
- DI PAOLO S., GIULIARELLI D., FERRARI B., BARBATI A., CORONA P., 2010. *Support of multispectral very high resolution remotely sensed imagery for old-growth beech forest detection*. *L'Italia Forestale E Montana*, 65 (5) : 519-527.

- DI SANTO D., 2012. *Studio dello stato di conservazione di Lobaria pulmonaria (L.) hoffm. nei boschi vetusti del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga*. NOT.SOC.LICH.ITAL. 25: 46.
- DI SANTO D. & RAVERA S., 2012. *Diversità lichenica epifita nei boschi vetusti del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga*. NOT.SOC.LICH.ITAL. 25: 47
- DI SANTO D. & BISCACCIANTI A.B., 2013. *Aggiornamento dei dati sui coleotteri saproxilici di interesse comunitario del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga (Appennino centrale). (Coleoptera Rhysodidae, Lucanidae, Cetoniidae, Cerambycidae)*. Bollettino Società Entomologica Italiana. (in pubbl.)
- DI SANTO D., CATONICA C., CIANI L., DI PAOLO S., FERRARI B., GIANNINI R., PAFFETTI D., VETTORI C., 2010. *Il bosco vetusto di Fonte Novello*. Biodiversità Italiana, 3: 28-31.
- DUELLI P. & WERMELINGER B., 2005. *Rosalia alpina L. un Cerambicide raro ed emblematico*. Sherwood N.114: 19-25.
- EMBORG J., CHRISTENSEN M., HEILMANN-CLAUSEN J., 2000. *The structural dynamics of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark*. Forest Ecology and Management, 126: 173-189.
- FAGGI M., NAPPINI S., BISCACCIANTI A.B., 2010. *Studies on longhorn beetles (Coleoptera Cerambycidae) of the Monte Rufeno Nature Reserve and Bosco del Sasseto Natural Monument (Latium, Central Italy)*. Redia, 93: 31-45.
- FAO, 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Italy*. FAO Forestry Department, Country Report, Roma.
- FOSTER D.R., 2002. *Thoreau's country: a historical-ecological perspective on conservation in the New England landscape*. Journal of Biogeography, 29: 1537-1555.
- FOSTER D.R., ORWIG D.A., MCLACHLAN J.S., 1996. *Ecological and conservation insights from reconstructive studies of temperate old-growth forests*. Trends in Ecology and Evolution, 11: 419-424.
- FOSTER D., SWANSON F., ABER J., BURKE I., BROKAW N., TILMAN D., KNAPP A., 2003. *The importance of land-use legacies to ecology and conservation*. BioScience, 53: 77-88.
- FRANKLIN J.F., 1993. *Lesson from old-growth*. Journal of Forestry, 91: 10-13.
- FRANKLIN J.F. & SPIES T.A., 1991. *Composition, Function, and Structure of Old-Growth Douglas-Fir Forests*. In: Ruggiero L.F., Aubry K.B., Carey A.B., Huff M.H. (Eds.). Wildlife and Vegetation of Unmanaged Douglas-fir Forests. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-285, pp. 91-110.
- FRANKLIN J.F. & VAN PELT R., 2004. *Spatial aspects of structural complexity in old growth forests*. Journal of Forestry, 23-28.
- FRANKLIN J.F., SPIES T.A., VAN PELT R., CAREY A.B., THORNBURGH D.A., BERG D.R., LINDENMAYER D.B., HARMON M.E., KEETON W.S., SHAW D.C., BIBLE K., CHEN J., 2002. *Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example*. Forest Ecology and Management, 155: 399-423.

- FRELICH L.E., 2002. *Forest dynamics and disturbance regimes. Studies from temperate evergreen-deciduous forests*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 266 pp.
- GILG O., 2004. *Forêts à caractère naturel: caractéristiques, conservation et suivi*. Cahiers Techniques de l'ATEN : 74, Montpellier.
- GOFF F.G. & WEST D., 1975. *Canopy-understory interaction effects on forest population structure*. Forest Science, 21: 98– 108.
- GOODBURN J.M. & LORIMER C.G., 1999. *Population structure in old-growth and managed northern hardwoods: an examination of the balanced diameter distribution concept*. Forest Ecology and Management, 118, 11-29.
- GOTELLI N.J. & COLWELL R.K., 2001. *Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness*. Ecol Lett 4: 379–391.
- GRAAE B.J. & HESKJÆR V.S., 1997. *A comparison of understorey vegetation between untouched and managed deciduous forest in Denmark*. Forest Ecology and Management, 96: 111-123.
- GREENBERG C.H., MCLEOD D.E., LOFTIS D.L., 1997. *An oldgrowth definition for western and mixed mesophytic forests*. USDA For. Serv. Tec. Rep. GTR-SRS-16. Asheville, NC, US.
- GREUTER W., BURDET H.M., LONG G., 1984-1989. *Med-Checklist*. Ed. des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- GRIME J.P., 2001. *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. 2nd. ed. Wiley, Chichester, UK.
- GROUVELLE A., 1917. *Description d'un Derodontus nouveau d'Italie (Col.)*. Bulletin de la Société entomologique de France, 19 (1916): 296-297.
- HARMON M.E., FRANKLIN J.F., SWANSON F.J., SOLLINS P., GREGORY S.V., LATTIN J.D., ANDERSON N.H., CLINE S.P., AUMEN N.G., SEDELL J.R., LIENKAEMPER G.W., CROMACK K., CUMMINS K.W., 1986. *Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems*. Advances in Ecological Research 15: 133- 302. - doi:10.1016/S0065-2504(08)60121-X
- HARPER J.L. & HAWKSWORTH D.L., 1994. *Biodiversity: measurement and estimation*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences 345: 5-12.
- HEILMANN-CLAUSEN J., 2001. *A gradient analysis of communities of macrofungi and slime moulds on decaying beech logs*. Mycological research 105 (5): 575-596. - doi: 10.1017/S0953756201003665.
- HUMPHREY J.W., DAVEY S., PEACE A.J., FERRIS R., HARDING K., 2002. *Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forest in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood*. Biological Conservation 107 (2): 165-180.
- HUNTER M.L. JR., 1990. *Wildlife, forests and forestry: principles for managing forests for biological diversity*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., USA.
- JANSSON G. & ANDREN H., 2003. *Habitat composition and bird diversity in managed boreal forests*. Journal of Forest Research, 18: 225-236.

- JOHANSSON, P., H. RYDIN, G. THOR., 2007. *Tree age relationships with epiphytic lichen diversity and lichen life history traits on ash in southern Sweden*. *Ecoscience* 14 (1):81-91.
- KEDDY P.A. & DRUMMOND C.G., 1996. *Ecological properties for the evaluation, management, and restoration of temperate deciduous forest ecosystems*. *Ecological Applications*, (6) 3: 748-762.
- LASSAUCE A., PAILLET Y., JACTEL H., BOUGET C., 2011. *Deadwood as a surrogate for forest biodiversity: Meta-analysis of correlations between deadwood volume and species richness of saproxylic organisms*. *Ecological Indicators*, 11 (5): 1027-1039.
- LAWRENCE, J.F. & NEWTON A.F., 1980. *Coleoptera associated with the fruiting bodies of slime molds (Myxomycetes)*. *The Coleopterists Bulletin*, 34 (2): 129-143.
- LEAK W.B., 2002. *Origin of sigmoid diameter distributions*. NE- 718. USDA For. Serv. Res. Pap., Northeastern Research Station, Newton Square, PA, USA.
- LEIBUNDGUT H., 1960. *Risultati delle ricerche in foreste vergini europee*. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, 9: 277-287.
- LEVENE, H., 1960. *Robust tests for equality of variances*. In: *Contributions to probability and statistics* (eds. Olkin, I., Ghurye, S.G., Hoeffding, W., Madow, W.G., Mann, H.B.): 278-292. Stanford University Press, Stanford, California.
- LIBERTO A., 1993. *Osservazioni sistematiche ed eco-etologiche su Anostirus (Parastirus) cerrutii Binaghi (Coleoptera, Elateridae)*. *Bollettino della Associazione romana di entomologia*, 47 (1-4) (1992): 81-85.
- LINDENMAYER D.B., CUNNINGHAM R.B., DONNELLY C.F., FRANKLIN J.F., 2000. *Structural features of old-growth Australian montane ash forests*. *Forest Ecology and Management*, 134:189-204.
- LINDHE A., LINDELÖW Å., ÅSENBLAD N., 2005. *Saproxylic beetles in standing dead wood density in relation to substrate sun-exposure and diameter*. *Biodiversity and Conservation* (2005) 14:3033–3053. DOI 10.1007/s10531-004-0314-y.
- LOGSDON A., 2010. *Influence of Tree Size and Species on Lichen Abundance, Diversity, and Richness in a Northern Hardwoods Forest*. BIOS 35502-01: Practicum in Environmental Field Biology East.
- LÖHMUS A., LÖHMUS P., REMM J., VELLAK K., 2005. *Old-growth structural elements in a strict reserve and commercial forest landscape in Estonia*. *Forest Ecology and Management*, 216: 201-215.
- LOMBARDI F., CHIRICI G., MARCHETTI M., TOGNETTI R., LASSERRE B., CORONA P., BARBATI A., FERRARI B., DI PAOLO S., GIULIARELLI D., MASON F., IOVINO F., NICOLACI A., BIANCHI L., MALTONI A., TRAVAGLINI D., 2010. *Deadwood in forest stands close to old-growthness under Mediterranean conditions in the Italian Peninsula*. *L'Italia Forestale e Montana*, 65 (5): 481-584.
- LUYSSAERT S., SCHULZE E.D., BÖRNER A., KNOHL A., HESSENMÖLLER D., LAW E.B., CIAIS P., GRACE J., 2008. *Old-growth forests as global carbon sinks*. *Nature*, 455: 215–215.

- MARCHETTI M. & LOMBARDI F., 2006. *Analisi quali-quantitativa del legno morto in soprassuoli non gestiti. Il caso di Bosco Pennataro, Alto Molise*. L'Italia Forestale e Montana, 4: 275-302.
- MARCHETTI M., TOGNETTI R., LOMBARDI F., CHIAVETTA U., PALUMBO G., SELBITTO M., COLOMBO C., IOVIENO P., ALFANI A., BALDANTONI D., BARBATI A., FERRARI B., BONACQUISTI S., CAPOTORTI G., COPIZ R., BLASI C., 2010. *Ecological portrayal of old-growth forests and persistent woodlands in the Cilento and Vallo di Diano National Park (Southern Italy)*. Plant Biosystems, vol. 144, p. 130-147, ISSN: 1126-3504.
- MARTIKAINEN P., SIITONEN J., PUNTTILA P., KAILA L., RAUH J., 2010. *Species richness of Coleoptera in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland*. Biological conservation 94: 199-209.
- MCHUGH, J.V., 1993. *A revision of Eurysphindus LeConte (Coleoptera: Cucujoidea: Sphindidae) and a review of sphindid classification and phylogeny*. Systematic Entomology, 18 (1): 57-92.
- MEIER E., PAAL J., LIIRA J., JÜRIADO I., 2005. *Influence of tree stand age and management on the species diversity in Estonian eutrophic alvar and boreonemoral Pinus sylvestris forests*. Scandinavian Journal of Forest Research, 20: 135-144.
- MIKUSINSKI G., & ANGELSTAM P., 1997. *European woodpeckers and anthropogenic habitat change: a review*. Die Volgelvelt 118: 277-283.
- MOTTA R., 2008. *Il ciclo del carbonio nelle foreste vetuste*. Forest@, 5: 302-305.
- MOTTA R., BERRETTI R., LINGUA E., PIUSSI P., 2006. *Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps*. Forest Ecology and Management, 235: 155-163.
- MOTTA R., MAUNAGA Z., BERRETTI R., CASTAGNERI D., LINGUA E., MELONI F., 2008. *La riserva forestale di Lom (repubblica di Bosnia Erzegovina): descrizione, caratteristiche, struttura di un popolamento vetusto a confronto con popolamenti stramaturi delle Alpi italiane*. Foresta, 5: 100-111.
- MÜLLER J., BUBLER H., KNEIB T., 2008. *Saproxylic beetle assemblages related to silvicultural management intensity and stand structures in a beech forest in Southern Germany*. Insect. Conserv. 12: 107-124.
- MURGUÍA, M. & VILLASENOR, J.L., 2003. *Estimating the effect of the similarity coefficient and the cluster algorithm on biogeographic classifications*. Ann. Bot. Fennici, 40: 415-421.
- NASCIMBENE, J., MARINI L., MOTTA R., NIMIS P. L., 2009. *Influence of tree age, tree size, and crown structure on lichen communities in mature Alpine spruce forests*. Biodiversity and Conservation 18:1509-1522.
- NASCIMBENE J., BRUNIALTI G., RAVERA S., FRATI L., CANIGLIA G., 2010. *Testing Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm. as an indicator of lichen conservation importance of Italian forests*. Ecological Indicators 10 (2010) 353-360.
- NASCIMBENE J., NIMIS P.L., RAVERA S., 2012. *Evaluating the conservation status of epiphytic lichens of Italy: A red list*. Plant Biosystems 1-7 DOI:10.1080/11263504.2012.748101.

- NELSON C.R. & HALPERN C.B., 2005. *Short-term effects of timber harvest and forest edges on ground-layer mosses and liverworts*. Canadian Journal of Botany, 83: 610-620.
- NILSSON S.G., NIKLASSON M., HEDIN J., ARONSSON G., GUTOWSKI J.M., LINDER P., LJUNGBERG H., MIKUSIŃSKI G., RANIUS T., 2002. *Densities of large and dead trees in old-growth temperate and boreal forests*. Forest Ecology and Management, 161: 189-204.
- NIMIS P.L. & MARTELLOS S., 2008. *ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 4.0*. University of Trieste, Dept. of Biology, IN4.0/1 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).
- NOCENTINI S., 2002. *Gli alberi morti in foresta: un principio biologico per la gestione forestale sostenibile*. In: Atti del convegno "Dagli alberi morti... la vita della foresta". (Corniolo, 10 maggio 2002), pp. 15-20.
- NOCENTINI S., 2010. *Old-growth forests in Italy: inputs for forest management and planning in areas with long-standing human impact*. L'Italia Forestale e Montana, 5: 545-555.
- NORDÉN B. & APPELQVIST T., 2001. *Conceptual problems of Ecological Continuity and its bioindicators*. Biodiversity and Conservation 10: 779-791.
- NORDÉN B., PALTO H., GÖTMARK F., WALLIN K., 2007. *Indicators of biodiversity, what do they indicate? – Lessons for conservation of cryptogams in oak-rich forest*. Biological Conservation, 135: 369-379.
- NORTON, B.G., 1994. *On what we should save: the role of cultures in determining conservation targets*, in P. Forey, et al. (eds), Systematics and conservation evaluation.
- ÓDOR P. & STANDOVÁR T., 2001. *Richness of bryophyte vegetation in a near-natural and managed beech stands: the effects of management-induced differences in deadwood*. Ecological Bulletin, 49: 219-229.
- OLDEMANN R.A.A., 1990. *Forests: Elements of Silvology*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. pp. 624.
- OLIVER C.D. & LARSON B.C., 1996. *Forest Stand Dynamics, Update edn*. Wiley, New York, 520 pp.
- PARHIZKAR P., SAGHEB – TALEBI K., MATAJI A., NYLAND R., NAMIRANIAN M., 2011. *Silvicultural characteristics of Oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) regeneration under different RLI and positions within gaps*. Forestry, 84: 177 – 185.
- PÉLISSIER, R. & COUTERON P., 2007. *An operational, additive framework for species diversity partitioning and beta-diversity analysis*. Journal of Ecology, 95: 294–300.
- PERSIANI A.M., AUDISIO P., LUNGHINI D., MAGGI O., GRANITO V.M., BISCACCANTI A.B., CHIAVETTA U., MARCHETTI M., 2010. *Linking taxonomical and functional biodiversity of saproxylic fungi and beetles in broad-leaved forests in southern Italy with varying management histories*. Plant Biosystems, 144 (1): 250-261.
- PETERKEN G.F., 1996. *Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- PICKETT S.T.A. & WHITE P.S., 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, Orlando.
- PIGNATTI S., 1982. *Flora d'Italia*, 1-3. Edagricole, Bologna.

- PIOVESAN G., ALESSANDRINI A., BALIVA M., CHITI T., D'ANDREA E., DE CINTI B., DI FILIPPO A., HERMANIN L., LAUTERI M., SCARASCIA MUGNOZZA G., SCHIRONE B., ZIACO E., MATTEUCCI G., 2010. *Structural patterns, growth processes, carbon stocks in an italian network of old-growth beech forests*. L'Italia Forestale e Montana, 65 (5): 557-590.
- 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: 13-28.
- PLATIA G., 2006. *Insecta Coleoptera Elateridae, pp. 201-203*. In: Ruffo S. & Stoch F. (eds), *Checklist and distribution of the Italian fauna. 10,000 terrestrial and inland water species*. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2^a serie, Sezione Scienze della Vita, 17 + CD-ROM.
- PODANI, J., 2007. *Analisi ed esplorazione multivariata dei dati in ecologia e biologia*. Liguori Editore. Napoli. 515 pp.
- POGGI R., 1995. *Note su Derodontus raffrayi Grouvelle e D. macularis (Fuss) (Coleoptera Derodontidae)*. Bollettino della Società entomologica italiana, 126 (3): 249-254.
- PORTA A., 1929. *Fauna Coleopterorum Italica. III. Diversicornia*. Stabilimento Tipografico Piacentino, Piacenza, 466 pp.
- PORTA A., 1934. *Fauna Coleopterorum Italica. Supplementum*. Stabilimento Tipografico Piacentino, Piacenza, VIII + 208 pp.
- POTENZA G. & FASCETTI S., 2010. *Lobarion as indicator of ancient forest in the Appennino Lucano (Basilicata - Southern Italy)*. L'Italia Forestale e Montana, 65 (6): 765-774.
- PRADELLA C., OBRIST M. K., DUELLI P., CONEDERA M., MMORETTI M., 2010. *Coleotteri (Cerambycidae, Buprestidae, Lucanidae, Cetoniidae) del legno morto nei castagneti della Svizzera sudalpina – Sintesi dei risultati di tre studi*. Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali – 98, 2010, pp. 35-44.
- RATTI E., 2006. *Insecta Coleoptera Cucujidae, 211-213*. In: Ruffo S. & Stoch F. (eds), *Checklist and distribution of the Italian fauna. 10,000 terrestrial and inland water species*. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2^a serie, Sezione Scienze della Vita, 17 + CD-ROM.
- RAUNKIAER C., 1934. *Types biologiques pour la géographie botanique*. Bull. R. Sc., Danemark.
- RAVERA S., GENOVESI V., FALASCA A., MARCHETTI M., CHIRICI G., 2010. *Lichen diversity of old growth forests in Molise (Central-Southern Italy)*. L'Italia Forestale e Montana, 65 (5): 505-517.
- RICOTTA C., 2003. *Additive partition of parametric information and its associated β -diversity measure*. Acta Biotheoretica 51 (2).
- RICOTTA C., 2005. *A note on functional diversity measures*. Basic Appl. Ecol. 6: 479–486.
- RÜCKER W.H., 2004. *Latridiidae (Coleoptera), pp. 149-153*. In: Cerretti P., Hardersen S., Mason F., Nardi G., Tisato M. & Zapparoli M. (eds), *Invertebrati di una foresta della Pianura Padana, Bosco della Fontana. Secondo contributo*. Conservazione Habitat Invertebrati, 3. Cierre Grafica, Verona.

- SABATINI F.M., BURRASCANO S., BLASI C., 2010. *Niche heterogeneity and old-growth forest conservation value*. *L'Italia Forestale e Montana*, 65 (5): 621-636.
- SAMA G., 2006. *Insecta Coleoptera Cerambycidae*, pp. 219-222. In: Ruffo S. & Stoch F. (eds), *Checklist and distribution of the Italian fauna. 10,000 terrestrial and inland water species*. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2^a serie, Sezione Scienze della Vita, 17 + CD-ROM.
- SAMUELSON J., GUSTAFSSON L., INGELÖG T., 1994. *Dying and dead trees: a review of their importance for biodiversity*. Swedish Threatened Species Unit, Uppsala, Sweden.
- SEFIDI K., MARVIE MOHADJER M.R., MOSANDL R., COPENHEAVER C.A., 2011. *Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran*. *Forest Ecology and Management*. 262(6): 1094–1099.
- SHUGART H.H. & WEST D.C., 1981. *Long-term dynamics of forest ecosystems*. *American Scientist* 69: 647-652.
- SIITONEN J., 2001. *Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example*. *Ecological Bulletins*, 49: 11-41.
- SIITONEN J., MARTIKAINEN P., PUNTTILA P., RAUH J., 2000. *Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland*. *Forest Ecology and Management*, 128: 211-225.
- SIMILÄ M., KOUKI J., MARTIKAINEN P., UOTILA A., 2002. *Conservation of beetles in boreal pine forests: the effects of forest age and naturalness on species assemblages*. *Biological Conservation*, 106 (1): 19–27.
- SOUSA W.P., 1984. *The role of disturbance in natural communities*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15: 353-391.
- SPIES T.A., 2004. *Ecological concepts and diversity of old-growth forests*. *Journal of Forestry*, 102: 14-20.
- STOFER S., CATALAYUD V., FERRETTI M., FISCHER R., GIORDANI P., KELLER C., STAPPER N., SCHEIDEGGER C., 2003 – *Epiphytic Lichen Monitoring within the EU/ICP Forests Biodiversity Test-Phase on Level II plots*. (<http://www.forest-biota.org>).
- STOKLAND J. N., SIITONEN J., JONSSON B. G., 2012. *Biodiversity in Dead Wood*. Cambridge University Press.
- SUSMEL L., 1956. *Caratteri comparati delle abetine primarie delle Alpi dinariche e delle abetine secondarie delle Alpi orientali italiane*. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, 5: 115-146.
- SUSMEL L., 1980. *Normalizzazione delle foreste alpine*. Liviana Editrice, Padova.
- SVOBODA M. & POUŠKA V., 2008. *Structure of a Central European mountain spruce old-growth forest with respect to historical development*. *Forest Ecology and Management*, 255: 2177-2188.
- THIOULOUSE, J., CHESSEL, D., DUFOUR, A.B., 2003. *Classification automatique*. In: *Biométrie et Biologie Evolutive* (eds. Chessel, D., Dufour, A.B., Thioulouse, J.). Université Lyon1, Lyon.

- TOGNETTI R., RAVERA S., LASSERRE B., CHIAVETTA U., MAESANO M., LOMBARDI F., MARCHETTI M., 2008. *Caratterizzazione strutturale e sink di carbonio in alcuni boschi vetusti e popolamenti persistenti d'Italia*. Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani. Vol. 1. ISBN 978-88-87553-16-1.
- TRAVAGLINI D., BARBATI A., CHIRICI G., LOMBARDI F., MARCHETTI M., CORONA P., 2007. *ForestBIOTA data on deadwood monitoring in Europe*. Plant Biosystems, 2: 222-230.
- TURNER M.G., ROMME W.H., TINKER D.B., 2003. *Surprise and lessons from the 1988 Yellowstone fires*. Frontiers in Ecology and the Environment, 1: 351-358.
- TUTIN T. G., HEYWOOD V. H., BURGESS N. A., MOORE D. M., VALENTINE D. H., WALTERS S. M., WEBB D. A., 1964-1980. *Flora Europaea, Voll. 1-5*. Cambridge, University Press.
- TUTIN T.G., BURGESS N. A., CHATER A. O., EDMONDSON J. R., HEYWOOD V. H., MOORE D. M., VALENTINE D. H., WALTERS S. M., WEBB D. A., 1993. *Flora Europaea, I*. Cambridge University Press.
- UGLAND K.I., GRAY J.S., ELLINGSEN K.E., 2003. *The species-accumulation curve and estimation of species richness*. J Anim Ecol 72: 888-897.
- VANDEKERKHOVE K., DE KEERSMAEKER L., MEYER P., VERSCHELDE P., 2009. *When nature takes over from man: Dead wood accumulation in previously managed oak and beech woodlands in North-western and Central Europe*. Forest Ecology and Management, 258: 425-435.
- VEECH, J.A., SUMMERVILLE K.S., CRIST T.O., GERING J.C., 2002. *The additive partitioning of diversity: recent revival of an old idea*. Oikos 99:3-9.
- VETTORI C., PAFFETTI D., CIANI L., GIANNINI R., 2010. *Fonte Novello old-growth forest*. L'Italia Forestale e Montana, 65 (5): 6371-651. doi: 10.4129/ifm.2010.5.11
- WERTH, S., GUGERLI, F., HOLDEREGGER, R., WAGNER, H.H., CSENCICS, D., SCHEIDEGGER, C., 2007. *Landscape-level gene flow in Lobaria pulmonaria, an epiphytic lichen*. Mol. Ecol. 16, 2807-2815.
- WHITTAKER, R.H., 1960. *Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California*. Ecological Monographs, 30, 279-338.
- WHITTAKER, R.H., 1972. *Evolution and measurement of species diversity*. Taxon 21: 213-251.
- WOLYNSKI A., 2001. *Significato della necromassa legnosa in bosco in un'ottica di gestione forestale sostenibile*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, n. 67 (5/01).
- WOODGATE P.W., PEEL W.D., RITMAN K.T., CORAM J.E., BRADY A., RULE A.J., BANKS J.C.G., 1994. *A study of the old-growth forests of East Gippsland*. Department of Conservation and Natural Resources, Melbourne.