DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN

SCIENZE FORESTALI, DEI SUOLI E DEL PAESAGGIO (LM 73)

Fustaie di faggio per la produzione di seme nel gruppo Monte Catria-Acuto (PU)

TIPO TESI: Sperimentale

European beech high forests for seed production at Mt. Catria-Acuto (Central Italy)

Tesi di:
ANNA VITTORIA TARAS

Relatore:
PROF. CARLO URBINATI

Correlatori:
DOTT. ALESSANDRO VITALI
DOTT. FRANCESCO MALANDRA

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

Sessione dicembre 2021

SOMMARIO

SOMMARIO 3

ELENCO DELLE TABELLE 5

ELENCO DELLE FIGURE 6

CAPITOLO 1 INTRODUZIONE 10

1.1 Contestualizzazione e obiettivi della tesi 10

1.2 Biodiversità forestale 12

CAPITOLO 2 BOSCHI DA SEME E RISORSE GENETICHE FORESTALI IN ITALIA 15

2.1 La normativa di riferimento nazionale 15

2.2 Il registro regionale dei boschi da seme 16

2.3 Il progetto Boschi da seme delle Marche ASSAM -D3A 17

CAPITOLO 3 LE FAGGETE DELL'APPENNINO CENTRALE 19

3.1 Caratteri morfologici e biogeografici del Faggio 19

3.2 L'autoecologia del faggio e i principali disturbi delle faggete appenniniche 20

3.3 Gestione pregressa delle faggete appenniniche 24

3.4 Le faggete delle Marche 27

3.5 La gestione nei boschi delle Marche 31

CAPITOLO 4 CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI STUDIO 33

4.1 Caratteri ambientali dell'area di studio 33

4.1.1 Localizzazione e assetto fisiografico 33

4.1.2 Assetto climatico 35

4.1.3 Assetto geomorfologico e litologico 37

4.1.4 Assetto vegetazionale 38

4.2 Aree protette e a gestione limitata 39

4.3 Caratteri tipologici delle cenosi forestali 41

4.4 Le aree del complesso Monte Catria-Acuto tra passato e presente 43

CAPITOLO 5 MATERIALI E METODI 46

5.1 Il protocollo di campionamento in bosco 46

5.2 Indice di biodiversità potenziale (IBP) 48
5.3 Analisi dei dati raccolti 54
5.4 La struttura delle cenosi forestali 55
5.5 Indici di struttura 56
5.5.1 Indice di Shannon e indice di Simpson 57
5.5.2 Indici di diversità dimensionale (TDD e THD) 57
5.5.3 Indice di Gini (GC) 58
5.5.4 Indice di Complessità Ecosistemica (CI) 58
5.5.5 Vertical Evenness (VE) 59
5.6 Modello di previsione per individuare la probabilità dell'evento di pasciona 59
CAPITOLO 6 RISULTATI 62
6.1 Mappatura degli individui 62
6.2 Caratteri dendrometrici-strutturali delle fustaie di faggio 66
6.3 La diversità strutturale delle aree di saggio 71
6.4 Risultati dell'Indice di Biodiversità Potenziale (IBP) 74
6.5 La probabilità dell'evento di pasciona 77
6.6 La conservazione e metodi di raccolta del seme 78
6.7 Indirizzi per la gestione delle faggete da seme 80
CONCLUSIONI 87
BIBLIOGRAFIA 89

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1. Sintesi dendrometriche delle due ADS 55
Tabella 2. Sintesi delle principali caratteristiche delle aree di saggio permanenti 64
Tabella 3. Età delle piante di grosse dimensioni 67
Tabella 4. Correlazioni tra i parametri delle aree di saggio 71
Tabella 5. Valori degli indici di struttura calcolati nelle faggete delle due aree di saggio 73
Tabella 6. Sintesi dei punteggi assegnati ad ogni variabile per il calcolo dell'IBP. In evidenza i criteri di valutazione che hanno presentato differenze tra le due aree di saggio ...76

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1. Areale di distribuzione del Faggio (Fagus sylvatica L.) (da www.euforgen.org) 20

Figura 2. Filloptosi precoce (fine agosto 2003) delle faggete al limite del bosco del versante Nord-Ovest del Monte Acuto (Urbinati, 2009) 24

Figura 3. Distribuzione delle faggete nelle Marche (Elaborazione in QGIS dei dati dell'Inventario Forestale Regionale).....28

Figura 4. Assetto fondiario delle faggete delle Marche (Elaborazione dei dati dell'Inventario Forestale Regionale e Carta dei Tipi Forestali) Forestali.....30

Figura 5. Destinazione funzionale prevalente delle faggete delle Marche (Elaborazione dei dati dell'Inventario Forestale Regionale e Carta dei Tipi Forestali) Forestali.....30

Figura 6. Il ranco boschivo nell'Appennino Umbro-Marchigiano (fonte Salbitano, 1989) 32

Figura 7. In evidenza il Monte Catria e il Monte Acuto all'interno del gruppo montuoso omonimo nell'Appennino Umbro-Marchigiano (immagine di Google Earth) 34

Figura 8. Localizzazione dell'area di saggio nel versante del Monte Acuto (ADS01) e nel versante del Monte Catria (ADS02). (Immagine da Google Earth).....34

Figura 9. Rappresentazione delle definizioni orografiche del Monte Catria (fonte Salbitano, 1989).....35

Figura 10. Diagramma termo-pluviometrico della stazione di Fonte Avellana (PU).....37

Figura 11. Classificazione in sistemi di terre della regione Marche. In azzurro i rilievi calcarei dell'Appennino. In evidenza l'area in cui insiste il massiccio del Catria (cerchio rosso) (Elaborazione dati da Inventario Forestale Regionale mediante QGIS) 38

Figura 12. Distribuzione delle faggete e delle superfici delle aree floristiche protette e Rete Natura 2000 presenti nell'area di studio (Elaborazione in QGIS dei dati prelevati sul sito della Regione Marche).....41

Figura 13. Distribuzione dei tipi forestali della categoria "Faggete" nel complesso Catria-Acuto. Le aree di saggio (in rosso) si collocano all'interno delle aree caratterizzate dal Tipo Forestale "faggeta eutrofica" (FG30X) (Elaborazione in QGIS) 42

Figura 14. Successione vegetazionale nel versante nord-ovest del Monte Acuto a partire da 1200 m s.l.m. 42
Figura 15. Confronto tra immagini del Volo GAI 1955 (A) e di Google Earth (B) relativamente alle due Aree di studio (rettangolo rosso) nelle quali sono state realizzate le ADS 1 e 2 (cerchio giallo). 44
Figura 16. Confronto tra immagini del Volo GAI 1955 (A) e immagine attuale da Google Earth (B) relative all'ambito di ADS 1 45
Figura 17. Immagini a confronto del Volo GAI 1955 (A) e attuali da Google Earth (B). In giallo l'area di saggio (ADS2) 45
Figura 18. Strumenti compositivi del Field-Map. A: ipsometro/telemetro laser TruPulse; B: calibro; C: Tablet. ((hardware components (fieldmap.cz)); D: ipsometro/telemetro ad ultrasuoni Vertex. 47
Figura 19. Visualizzazione mappatura nella schermata del computer di Field-Map (A); strumento Field-Map (B) (fonte fieldmap.cz) 48
Figura 20. Relazione tra le 10 variabili dell'Habitat (a sinistra) e la variazione nella composizione delle specie (a destra). (Fonte Larrieu et al., 2019) 53
Figura 21. Illustrazione di alcuni esempi di dendromicrohabitat che è possibile osservare per il calcolo dell'IBP 54
Figura 22.Struttura verticale (stratificazione) e struttura orizzontale (tessitura) (Piussi, 1994) 56
Figura 23. Interfaccia del programma online per la previsione della pasciona (fonte ShinyForeMast (shinyapps.io)) 61
Figura 24. Visualizzazione della distribuzione dei diametri nelle diverse classi diametriche 63
Figura 25. Assetto strutturale della faggeta in ADS 1 65
Figura 26. Assetto strutturale della faggeta in ADS 2 65
Figura 27. Ripartizione in classi del diametro dei fusti a 1.30 da terra degli individui di faggio presenti nelle ADS 66
Figura 28. Ripartizione in classi di altezza dei fusti a 1.30 m da terra degli individui di faggio presenti nelle ADS 67
Figura 29. Curva ipsometrica del faggio nei soprassuoli delle due aree di saggio 69
Figura 30. Distribuzione delle chiome in classi di chioma (m^2). In blu l'area di saggio 1; In arancione l'area di saggio 2 70
Figura 31. Risultati della correlazione tra i principali parametri strutturali 71

Figura 32. Curva di Lorenz nelle faggete di ADS1 (in blu) e ADS2 (in arancione). L'area compresa tra la curva di Lorenz e la retta di perfetta uguaglianza (in verde) rappresenta graficamente il valore del coefficiente di Gini 73
Figura 33. Valori degli indici calcolati nelle faggete di ADS 1 e ADS 2 74
Figura 34. Distribuzione delle variabili dell'IBP in ADS1 e ADS2.....77
Figura 35. Previsione della probabilità che si verifichi un evento di pasciona. In ascissa gli anni correnti nei quali si prevede che avvenga la produzione abbondante di seme. In ordinata la probabilità che si verifichi l'evento (elaborazione con ShinyForeMast). 78
Figura 36. Area SIC/ZSC sottoposta al Piano di assestamento Forestale 2020-2029. Carta degli interventi previsti durante la valenza del piano. In verde chiaro gli interventi di diradamento previsti nelle fustaie transitorie studiate (Studio di Incidenza Ambientale PAF 2020-2029). Cerchio nero identifica le aree in cui sono state effettuate le aree di saggio (ADS) 84

Capitolo 1
INTRODUZIONE

1.1 **Contestualizzazione e obiettivi della tesi**

Il settore vivaistico italiano è stato storicamente influenzato dalle differenti esigenze sociali, ambientali ed economiche che si sono susseguite a partire dagli anni ’30 del secolo scorso. In quel tempo il settore vivaistico forestale italiano si è impegnato per la produzione di una elevata quantità di piantine da destinare ai grandi programmi di rimboschimento che venivano effettuati in aree montane degradate. Le opere di rimboschimento caratterizzarono quelle aree soggette a condizioni di dissesto idrogeologico specialmente in aree montane. Principalmente venivano effettuate impiegando specie colonizzatrici, ovvero capaci di vegetare anche su suoli fortemente erosi. Le specie maggiormente impiegate erano le conifere e, in particolare nell’Appennino, il *Pinus nigra* Arn. Le opere di rimboschimento protrattesi fino agli anni ’70-’80, consentirono di mettere in sicurezza il territorio italiano dal dissesto idrogeologico e allo stesso tempo rappresentarono, in particolar modo a seguito dei conflitti mondiali, un’opportunità di notevole importanza sotto il profilo socioeconomico, in quanto generarono lavoro per uomini e donne che vivevano in quelle aree montane e marginali. A questi programmi di rimboschimento provvedevano numerosi vivai pubblici che fornivano gratuitamente il prodotto e, di conseguenza, si ridusse notevolmente l’interesse del comparto vivaistico privato riguardo la produzione di piantine per fini forestali. A partire dagli anni ’70 cessarono le opere di rimboschimento e iniziò a crescere, già dagli anni ’80, l’interesse per le piantagioni a scopo produttivo con le latifoglie a legname di pregio da realizzarsi in collina ed ex aree agricole, conseguenza delle politiche forestali comunitarie e nazionali. Vista la nuova tendenza, i vivai pubblici italiani tentarono di far fronte al fabbisogno di postime di queste specie forestali. L’urgenza di avere a disposizione il materiale in breve tempo ha fatto sì che si ricorresse all’impiego di piantine prodotte in Francia e Olanda che però, portarono, a distanza di qualche decennio, al fallimento delle piantagioni (Mariotti et al., 2014). Tra le varie cause che hanno portato al fallimento di queste piantagioni vengono individuate quelle dovute alla inadeguatezza della qualità colturale e della qualità genetica del materiale di propagazione (Tani et al., 2007a). Negli ultimi decenni l’interesse del mercato si è spostato verso

l'allevamento delle latifoglie e di specie arbustive. Più in generale ai vivai è chiesto di produrre una grande varietà di specie arboree e arbustive da impiegare nei differenti e diversificati obiettivi. Attualmente, infatti, la produzione di materiale vivaistico forestale è impiegata per obiettivi molteplici, e che comprendono: interventi di riforestazione (soprattutto non produttiva), di ricostituzione di soprassuoli degradati (da eventi naturali ed antropogeni), ingegneria naturalistica e impianti di arboricoltura da legno. Ciò deriva, da una maggiore attenzione e consapevolezza nei riguardi dell'ambiente e del graduale affermarsi di una gestione sostenibile, attenta alle problematiche della biodiversità, del cambiamento climatico, dei disturbi da incendio e desertificazione (Ciccarese et al., 1999). Oggi come nei decenni pregressi è necessario garantire materiale di propagazione di elevata qualità visto che spesso tale materiale viene impiegato in condizioni edafiche non ottimali ma da cui ci si attende una performance elevata (Mariotti et al., 2014). Gli impegni che lo Stato italiano ha preso nei confronti della conservazione e tutela della biodiversità, rendono necessario lo sviluppo di strategie per rimanere in linea con questi obiettivi. È qui che il settore vivaistico forestale unitamente alla ricerca di tecniche e tecnologie scientifiche, rappresenta un ruolo fondamentale e costituisce le basi anche come strumento per le decisioni politiche. Da qui l'importanza di individuare in ogni regione boschi e alberi idonei alla produzione di seme e di materiale vivaistico (anche talee) di qualità e di provenienza idonea all'utilizzo previsto.

In tale contesto da alcuni anni ASSAM e l'area Sistemi Forestali del D3A collaborano all'individuazione e caratterizzazione di alberi e boschi da inserire nel registro regionale dei boschi da seme della Regione Marche, cui possa seguire anche presso i vivai regionali la valorizzazione del materiale di propagazione. Nel corso degli ultimi anni sono stati caratterizzati sia individui arborei monumentali ed anche boschi con tasso (*Taxus baccata* L.), una specie forestale minore ma di grande valenza naturalistica quale specie target di habitat forestali. L'attenzione è stata recentemente rivolta anche ai boschi di faggio (*Fagus sylvatica* L.) con particolare attenzione a quelli del gruppo del M. Catria (PU).

Con questa tesi si è quindi proceduto i) all'individuazione di due cenosi di faggio potenzialmente idonee all'iscrizione nei boschi da seme ii) alla loro caratterizzazione ecologica con analisi dendrometrico-strutturali e della Biodiversità Potenziale (IBP) (Gosselin and Larrieu, 2020) ; iii) all'identificazione degli individui arborei con maggiore potenzialità di "portaseme; iv) alla definizione di linee guida per la gestione e per l'eventuale raccolta del seme.

1.2 **Biodiversità forestale**

La biodiversità, o diversità biologica, è definita dalla Conferenza dell'ONU su ambiente e sviluppo tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992 (art. 2 della Convenzione sulla diversità biologica) "*ogni tipo di variabilità tra gli organismi viventi, compresi, tra gli altri, gli ecosistemi terrestri, marini e altri acquatici e i complessi ecologici di cui essi sono parte; essa comprende la diversità entro specie, tra specie e tra ecosistemi*". La Convenzione riconosce, quindi, tre ordini gerarchici di diversità biologica – genetica, specifica ed ecosistemica – che rappresentano aspetti abbastanza differenti dei sistemi viventi e ne riconosce la necessità di conservazione (https://www.treccani.it/).

La biodiversità presente nelle foreste europee è legata a diversi fattori tra i quali, una elevata eterogeneità degli ambienti naturali frutto di una grande variabilità climatica e di una storia geologica caratterizzata da fenomeni di orogenesi, metamorfismo, vulcanismo erosione e sedimentazione. Tale eterogeneità degli ambienti naturali unitamente alla millenaria interazione antropogena ha influito sull'entità e la distribuzione delle foreste europee e quindi sull'entità della biodiversità (Ducci, 2005a). La biodiversità forestale è condizionata da processi naturali, successioni vegetazionali e perturbazioni, e da interventi antropici come quelli selvicolturali. È strettamente legata al concetto di complessità strutturale e alla variabilità di forme di governo e trattamento dei boschi che hanno prodotto e producono assetti diversificati. È quindi fondamentale comprendere i vari fattori che influenzano la biodiversità in un'ottica di gestione sostenibile dei sistemi forestali e quindi anche per preservarla e aumentarla. In questo senso si possono distinguere diversi parametri che spiegano la relazione tra biodiversità e la struttura dei popolamenti forestali. Gli effetti più evidenti della selvicoltura sulla diversità e complessità sono quelli che riguardano la struttura verticale della vegetazione, ovvero il modo con il quale gli individui occupano uno spazio verticale. La diversificazione della struttura verticale influenza fortemente la presenza di *habitat* in quanto offre luoghi per la nidificazione, rifugio e luoghi per l'accoppiamento di specie animali. L'organizzazione verticale della copertura, inoltre, influenza il microclima all'interno del soprassuolo. Più è diversificata la struttura di un bosco, maggiore è la diversità di specie. Anche la struttura cronologica del popolamento forestale influisce sulla biodiversità. In generale la ricchezza di specie aumenta all'aumentare dell'età della componente arborea. Gli alberi di grandi dimensioni offrono *habitat* per numerose specie vegetali e animali. La presenza di necromassa al suolo e in piedi diviene centrale per alcuni processi che avvengono tra i quali per esempio, fungono da *habitat* per specie animali e vegetali, sono indispensabili per il ciclo dei nutrienti e contribuiscono a ridurre l'erosione superficiale, infine influiscono sulla dinamica dei corsi

d'acqua. Un altro fattore che è strettamente legato alla biodiversità è rappresentato dalla presenza di aperture nella copertura delle chiome, vale a dire la presenza di chiarie che permettono, in relazione alla loro ampiezza, l'entrata della luce che, insieme alla temperatura e alla disponibilità di seme, innescano la rinnovazione naturale degli individui arborei (Ciancio and Nocentini, 2003).

L'Italia per la sua storia geologica e per la particolare variabilità climatica presenta un'elevata biodiversità, soprattutto floristica. Il territorio italiano è stato profondamente modificato dall'azione dell'uomo che nei secoli ha trasformato il paesaggio così come lo conosciamo oggi. Paesaggio, quello italiano, caratterizzato da aree coltivate e da pascoli intervallati dalla presenza di tessere di bosco. In questo senso il territorio appare come un mosaico diversificato nel quale si alternano diversi usi del suolo. Anche all'interno delle tessere di bosco sono presenti delle differenze frutto di diverse forme colturali che hanno prodotto paesaggi caratterizzati da diversità con valenza biologica ma anche storica culturale ed estetica. D'altro canto, in alcune aree la pressione antropica del passato nei boschi italiani è stata spesso molto elevata, figlia di obiettivi di utilizzazione basati sul massimo reddito finanziario che i boschi erano chiamati a fornire. Dal grande sfruttamento ne è conseguita una semplificazione e una riduzione di diversità non solo sotto il profilo della composizione specifica e numero di specie, ma anche una riduzione della varietà di strutture e di processi che avvengono a diverse scale. Per questo motivo negli anni si è riconosciuta l'importanza del ruolo della biodiversità ed è cresciuto l'interesse e la necessità di conservarla e preservarla (Ciancio and Nocentini, 2003). Negli ultimi anni, in cui il cambiamento climatico e ambientale costituisce una grande fonte di preoccupazione, la tutela della biodiversità diviene prioritaria per limitare gli effetti negativi di questo fenomeno. Essa, infatti, è di fondamentale importanza per la sopravvivenza e per l'adattamento delle specie alle continue mutazioni ambientali; per la tutela di specie di elevato interesse e per il reperimento del materiale di base per i programmi di miglioramento genetico. I cambiamenti climatici influenzano, infatti, la biodiversità forestale sia nella distribuzione delle specie, i loro processi e la loro variabilità genetica, sia riguardo la fisionomia e la struttura delle biocenosi forestali, con conseguenze anche a scala di paesaggio ed ecosistema. Sebbene le specie forestali in generale siano portatrici di elevati livelli di variabilità genetica intraspecifica e flusso genico, e quindi presentino elevati potenziali adattativi, i possibili processi di frammentazione degli habitat innescati dai cambiamenti climatici potrebbero determinare conseguenze sui processi riproduttivi e, di conseguenza, sulla diversità genetica a scala di popolazione. Le caratteristiche di longevità e ritardo nel raggiungimento della maturità sessuale delle specie forestali determinano un ritardo delle conseguenze tipiche della

frammentazione (diminuzione della variabilità genetica, aumento di fenomeni di inincrocio, effetti della deriva genetica, limitazioni del flusso genico tra popolazioni). Le aree nelle quali gli impatti dei cambiamenti climatici sono visibili maggiormente per quanto riguarda le biocenosi forestali italiane, sono quelle relative alle zone mediterranee e agli ambienti di alta quota, dove si prevede una riduzione di aree di stabilità e una contrazione delle specie arboree presenti con un conseguente aumento delle specie più termofile e xerofile rispetto a quelle più esigenti di umidità (Borghetti et al., 2012). Per esempio, per il faggio si prevede un arretramento del limite meridionale dell'areale e un aumento della frammentazione delle popolazioni di queste aree (Kramer et al., 2010). Tuttavia, esiste una grande divergenza fra gli scenari di previsione e risultano ancora pochi gli studi che quantificano le conseguenze genetiche delle migrazioni legate allo spostamento altitudinale nelle specie forestali (Borghetti et al., 2012).

Capitolo 2
BOSCHI DA SEME E RISORSE GENETICHE FORESTALI IN ITALIA

2.1 **La normativa di riferimento nazionale**

In seguito alla convenzione internazionale di Rio de Janeiro del 1992 e di Kyoto del 1997, si va riconoscendo il ruolo del vivaismo come strumento per tutelare la biodiversità forestale (Ducci, 2005a). Il settore vivaistico forestale, se opportunamente supportato dalla ricerca e sperimentazione può avere importanti ricadute su aspetti sociali ed economici. La Direttiva Europea 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione pone l'attenzione sul reperimento, la catalogazione e la gestione dei materiali di base per fini forestali, ponendo quindi le basi per una migliore gestione della biodiversità, contribuendo alla protezione delle risorse genetiche forestali al fine di ottenere una migliore qualità del materiale prodotto. Per fini forestali si intendono tutte le attività relative al rimboschimento, all'imboschimento e all'arboricoltura da legno e per materiale di moltiplicazione si intendono le unità seminali destinate alla produzione di postime. Con il D.lgs. 386/03, che attua i principi legati alla Direttiva 1999/105/CE, in Italia si introduce l'obbligo di impiegare non solo materiale certificato ma anche di buona qualità. In generale con questo decreto legislativo è stata avviata la riorganizzazione della filiera vivaistica forestale in molte regioni. Nel 2002 la Comunità Europea emana il Regolamento (CE) n. 1597/2002 che obbliga tutti gli stati membri a redigere un registro nazionale dei materiali di base delle varie specie presenti nel territorio di appartenenza. È in questo momento che lo Stato e le regioni iniziano ad impegnarsi per la commercializzazione di materiale di qualità e certificato. In questo modo si ha un diretto strumento di strategia per la tutela della biodiversità, in quanto la conoscenza dei dati sulle risorse genetiche, sulla loro collocazione e sulle caratteristiche climatiche di queste risorse, permette di intraprendere azioni di ricerca e costituisce strategie per le decisioni politiche e di gestione, per far fronte ai problemi relativi alle risorse biologiche e, in generale, alla biodiversità. Ogni regione, infatti, sta dotandosi di una propria legge e di un Libro o Registro Regionale per assicurare una efficiente

certificazione di identità dei materiali e per il riconoscimento di nuove popolazioni di base (Ducci, 2005b)

2.2 **Il registro regionale dei boschi da seme**

Le risorse forestali, al contrario di quelle relative alle specie agricole nelle quali la diversità genetica può essere campionata, raccolta, immagazzinata e conservata in maniera relativamente semplice, vengono conservate a lungo termine negli alberi vivi. Questo tipo di conservazione viene chiamata anche conservazione *in situ*. Queste risorse sono soggette ad influenze da parte delle variazioni di copertura forestale, deforestazione e cambiamenti d'uso del suolo, alterazione di *habitat*, cambiamenti climatici e adozione di pratiche selvicolturali improprie. Appare chiara la necessità di riordinare e classificare le conoscenze relative a tali risorse genetiche forestali e quindi l'istituzione da parte delle regioni di un libro di boschi da seme che possa confluire in un Libro Nazionale dei Boschi da seme, in cui siano indicate e reperibili tutte le risorse biologiche forestali presenti sul territorio nazionale. La regione Marche con la Legge Regionale 6/05 e la Delibera della Giunta regionale 1269/05 ha disciplinato le modalità di iscrizione e di aggiornamento del libro regionale dei boschi da seme e dei materiali forestali di base. Le modalità di iscrizione prevedono la compilazione di apposite schede di rilevamento da compilare successivamente ai sopralluoghi. Al Libro possono essere iscritti i boschi, gli arboreti e le piante appartenenti, oltre che all'articolo 20 delle Legge Regionale 6/2005, all'elenco di specie contenute nell'allegato 1 del D.lgs. 386/03. Sono presenti diversi criteri per l'iscrizione al registro dei boschi da seme, a seconda che si intenda iscrivere piante singole in filare o in gruppo; boschi o soprassuoli; aree di raccolta del seme (in particolare per specie a diffusione sparsa) e arboreti da seme. Per quanto concerne l'iscrizione di boschi essi devono soddisfare diversi requisiti: i popolamenti, anche artificiali devono essere estesi almeno 5 ettari, prioritariamente governati o convertiti ad altofusto, secondariamente a ceduo composto, che presentano una significativa parte di individui con buone caratteristiche fenotipiche, con particolare riferimento ad un eccellente accrescimento ipsodiametrico, con buon portamento, un alto punto di inserzione della chioma e dei rami nel fusto, una buona dominanza apicale, bassa presenza di biforcature, assenza di cretti da gelo, assenza di fenomeni di torsione delle fibre, buona forma della chioma e probabile eccellente produzione di seme. La specie di cui si prevede la raccolta del seme, deve essere maggiormente presente nel soprassuolo che si intende iscrivere al registro, di età almeno pari a 30 anni, con diametro medio almeno 25 cm prelevato a 130 cm, di altezza media pari ad almeno 10 metri,

e di facile accesso per la raccolta. La priorità viene data ai boschi del demanio regionale, e successivamente a quelli appartenenti ad altre proprietà pubbliche, comunque soggette ad un piano di gestione del patrimonio agricolo e forestale e/o ad un piano particolareggiato o di assestamento forestale. I soprassuoli o boschi possono essere iscritti come "identificati alla fonte" e possono essere usati come riserva di materiale in caso di carenza di seme o in assenza di altri materiali di categoria superiore. Di questi si può certificare solo la provenienza e la Regione di Provenienza, se sono stati individuati come fenotipicamente superiori possono essere iscritti come "selezionati", come "qualificati" se le sperimentazioni daranno risultati di superiorità e "controllati" se hanno concluso il loro ciclo sperimentale in almeno due località.

2.3 **Il progetto Boschi da seme delle Marche ASSAM -D3A**

L'ASSAM (Agenzia per i Servizi nel Settore Agroalimentare delle Marche) in merito alla Misura 15.2 azione A del Piano dello Sviluppo Rurale (PSR Marche 2014-2020) "Sostegno per la conservazione e promozione delle risorse genetiche forestali", si è posta l'obiettivo di valutare le formazioni arboree singole e boschive con il fine di proporre l'inserimento di queste all'interno del Libro Regionale dei Boschi da seme. La misura 15.2 del PSR prevede come attività propedeutiche:

A. La realizzazione di indagini su aree boscate caratterizzate da specie arboree e arbustive di maggior interesse vivaistico nel territorio regionale con lo scopo di individuare i boschi da inserire nel Libro Regionale dei Boschi da seme e dei materiali forestali di base. Prioritariamente le indagini verteranno su boschi demaniali sui quali sono disponibili le informazioni di base.
B. La redazione delle Disposizioni operative per la conservazione delle risorse genetiche dei boschi da seme e per le applicazioni di selvicoltura ad *hoc* per la coltivazione *in situ* del seme ed individuazione degli interventi ritenuti utili per i fini conservativi delle risorse genetiche.
C. Azioni di informazione e divulgazione delle informazioni raccolte sui boschi da seme.

Infine, la fase operativa della misura 15.2 prevede:

A. La raccolta del seme da boschi individuati, mediante la raccolta da piante, gruppi o boschi ritenuti interessanti dal punto di vista fenotipico
B. La realizzazione di arboreti da seme e/o campi collezione edificati con materiale di propagazione raccolto e l'esecuzione delle cure colturali ritenute necessarie.

C. Il mantenimento degli arboreti già esistenti relativi alle specie inserite nel Libro Regionale dei Boschi da seme
D. Attuazione delle attività previste dalle Disposizioni operative
E. La realizzazione delle banche genetiche, l'inventariazione e la conservazione (Servizio Politiche Agroalimentari, 2020).

Il progetto dell'ASSAM, parzialmente attuabile grazie ai contributi PSR, ha visto il suo inizio con le proposte d'inserimento delle Formazioni Vegetali Monumentali (FVM) per poi proseguire l'approfondimento nell'ambito dei boschi nei quali, previa analisi di ricerca talvolta di carattere genetico, viene proposto l'inserimento nel Libro Regionale. Nell'ambito del suddetto progetto l'Area Sistemi Forestali del D3A, Università Politecnica delle Marche, contribuisce e partecipa con ASSAM nella valorizzazione del materiale di propagazione da alberi di particolare interesse regionale e nella costituzione di un protocollo di campionamento sperimentale con lo scopo di caratterizzare la struttura delle cenosi forestali, l'origine gamica e agamica dei soprassuoli, la loro composizione e infine la mappatura per facilitare l'individuazione degli individui ritenuti idonei e interessanti allo scopo della produzione di seme di qualità.

Capitolo 3
LE FAGGETE DELL'APPENNINO CENTRALE

3.1 **Caratteri morfologici e biogeografici del Faggio**

Il Faggio (*Fagus sylvatica* L.) è una delle specie di maggior interesse e diffuse a livello europeo. Le caratteristiche del legno, per esempio la buona lavorabilità, la robustezza e la resistenza all'usura, rendono il faggio ideale per una ampia gamma di usi. Esso, infatti, viene impiegato per la costruzione di mobili, strumenti musicali e utensili e, grazie al suo potenziale energetico relativamente alto, è impiegato anche come legna da ardere. Generalmente presenta uno sviluppo in altezza che può raggiungere i 30-40 m e 150-300 anni d'età. La fruttificazione avviene generalmente ogni 5-8 anni e la produzione di semi è caratterizzata da anni irregolari, di solito successivamente ad estati dell'anno precedente caratterizzate da temperature calde. Il frutto, detto anche faggiola, è commestibile e si presenta di forma triangolare portata singolarmente o in coppia all'interno di gusci caratterizzati da spine morbide sulla loro superficie. Le faggiole garantiscono una importante fonte di cibo per molte specie animali, tra cui varie specie di uccelli (picchi, colombacci e ghiandaie) e scoiattoli. Gli stessi animali sono fondamentali per il ruolo che svolgono nel processo di dispersione di semi, in quanto questi vengono trasportati, nascosti e spesso dimenticati in luoghi diversi (Rigo et al., 2016). Il faggio è ricoperto da una corteccia che si presenta di colore grigio argento, sottile al punto da fornire poca protezione nei confronti del fuoco e particolarmente vulnerabile all'attacco da parte di animali, tra cui scoiattoli, che possono provocare un danno su di essa. Presenta delle foglie di forma da ovale a ellittica caratterizzate da margine ondulato, di colore verde lucente. A differenza di molte altre specie, il faggio è in grado di mantenere un alto tasso di crescita fino ad un'età relativamente matura. La specie è monoica, ovvero presenta fiori sia maschili che femminili sullo stesso individuo (Rigo et al., 2016). L'areale del faggio si estende in Europa a partire dalla Grecia, dove si incontra con l'areale della variante faggio orientale (*Fagus orientalis* Lypski), fino alla Spagna e comprende tutta l'Europa centrale fino alle pianure della Polonia e Ucraina. È presente a Nord nell'Inghilterra meridionale e nelle coste della Norvegia e a sud in Italia e Corsica. In Italia il faggio è presente in tutte le regioni eccetto in Sardegna (Fig. 1). Da nord a sud diventa sempre più una specie montana con un gradiente altitudinale

più accentuato di quello di molte altre latifoglie medio europee. Infatti, il limite altitudinale superiore aumenta di 110 m per ogni grado di latitudine in meno mentre il limite inferiore aumenta in modo più irregolare a causa del condizionamento della geomorfologia e della piovosità locale a cui è sottoposto, che ne permettono la discesa anche a 500 m s.l.m. e a latitudini basse come, per esempio, nel Gargano e in Calabria (Bernetti, 1995).

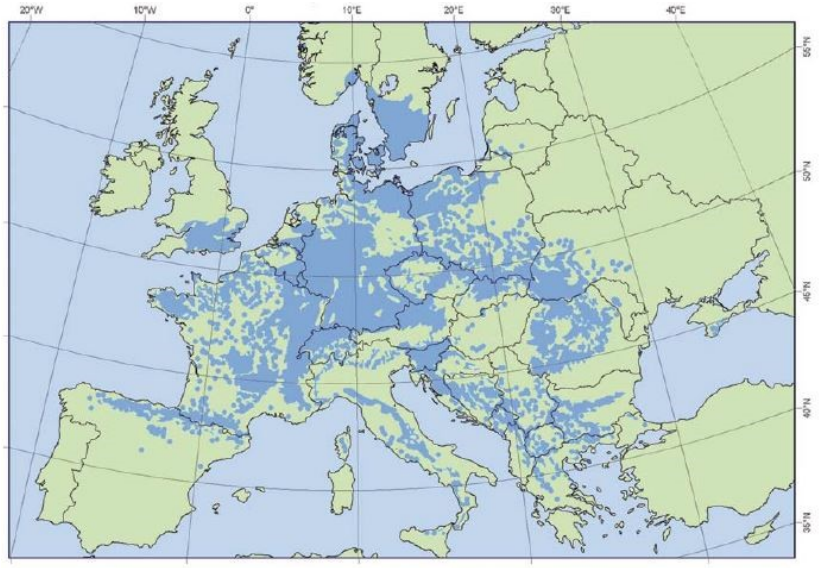

Figura 1. Areale di distribuzione del Faggio (Fagus sylvatica L.) (da www.euforgen.org)

Nelle Alpi si trovano generalmente popolamenti puri di faggio al di sopra dei 1000 m di altitudine e in aree con precipitazioni relativamente basse, mentre vegeta a circa 600-700 metri di altitudine nelle zone più umide. Il faggio è una specie presente lungo la catena Appenninica e solitamente lo si trova sopra i 900-1000 m fino ai 1600 1800 m, vale a dire fino al limite superiore del bosco. Le aree più elevate della catena montuosa appenninica attualmente sono caratterizzate dalla presenza di pascoli permanenti che un tempo erano però ricoperte da faggio. Generalmente le faggete sono più diffuse in quei versanti settentrionali caratterizzati da una condizione di umidità dell'aria favorita dall'azione dalla pioggia e dalla nebbia che permettono il mantenimento di queste condizioni. Sui versanti meridionali, quelli più caldi e soleggiati, invece, il faggio tende a risalire a quote più elevate, raggiungendo quota di 2000 m nel versante settentrionale dell'Etna in Sicilia (Nocentini, 2009).

3.2 **L'autoecologia del faggio e i principali disturbi delle faggete appenniniche**

Il faggio è una specie mesofila e sciafila, in quanto tollera soprattutto negli stadi iniziali condizioni d'ombreggiamento. La rinnovazione e i giovani individui riescono a svilupparsi

sotto la copertura delle chiome degli alberi più grandi. Vegeta su suoli umidi da acidi a moderatamente alcalini riuscendo a tollerare suoli con pH compreso tra 3,5 e 8,5, sebbene non riesca a crescere su suoli molto acidi. Predilige suoli fertili e soffici in cui la penetrazione da parte dell'apparato radicale non trova grosse difficoltà, e suoli umidi che non siano però caratterizzati da aridità, basso drenaggio (suoli allagati) e suoli compatti. A causa del suo apparato radicale, generalmente superficiale, il faggio è particolarmente suscettibile alla siccità, sebbene le cenosi situate nell'Europa meridionale siano più resistenti a questa condizione rispetto a quelle più settentrionali. L'apparato radicale relativamente superficiale è elemento di potenziale instabilità soprattutto in relazione all'azione del vento, sebbene la sua architettura variabile con le condizioni del suolo lo renda resistente sia alla caduta di massi che al vento (Rigo et al., 2016). Vegeta in stazioni con temperature medie annue da 6 °C a 12 °C, con optimum verso valori superiori purché siano compensati dalle precipitazioni e in ambienti in cui le precipitazioni annuali sono superiori agli 800 mm trovando l'optimum a precipitazioni di 1500 mm annui. Tollera temperature minime invernali fino a -25°C, anche se si possono riscontrare dei danni non letali anche a -15°C. La specie è molto sensibile alle gelate primaverili più di quanto lo siano altre specie e la caratteristica corteccia sottile e rigida rende il faggio soggetto a cretti da gelo.

Negli ultimi anni gli effetti del cambiamento climatico (aumento di frequenza di eventi meteorologici estremi, gelate primaverili, ondate di calore e siccità prolungata, ecc.) possono alterare le dinamiche di accrescimento e la funzionalità generale delle foreste. Il rischio relativo ad incendi boschivi, epidemie di parassiti e schianti da vento nelle foreste, è oggi sempre più concreto. Per esempio, nelle regioni mediterranee le gelate primaverili rappresentano un fattore di grande stress per la vegetazione montana. Gli inverni più caldi e l'abbassamento repentino temporaneo delle temperature primaverili influenzano la fenologia delle piante. Il faggio è una specie molto sensibile alle gelate tardive: l'apertura anticipata delle gemme e il successivo allungamento e distensione delle foglie ne aumentano la vulnerabilità delle piante a questo tipo di eventi (Nolè et al., 2018). Per comprendere meglio l'effetto delle gelate primaverili sugli individui di faggio è indispensabile la conoscenza della sua fenologia. Il periodo di nascita delle foglie si verifica prima che in altre specie, in quanto questo processo è parzialmente controllato dal fotoperiodo (Gazol et al., 2019). L'emissione delle nuove foglie nel periodo vegetativo è strettamente regolata da due processi: il *chilling* e il fotoperiodo. Il *chilling* è l'accumulo delle temperature fredde nel periodo invernale che serve per rompere la dormienza delle gemme; il fotoperiodo è il periodo delle ore di luce, che aumenta progressivamente con l'arrivo della primavera, e stimola la produzione di ormoni nella pianta

che favoriscono il processo di divisione e di crescita cellulare. Durante la primavera il periodo delle ore di luce si dilata e negli individui che hanno soddisfatto il fabbisogno di temperature basse per rompere la dormienza, inizia il risveglio vegetativo e di conseguenza la nascita delle nuove foglie. Nuove temperature gelide alla fine della stagione primaverile possono provocare dei danni al faggio, poiché durante questo periodo le nuove foglie che appaiono sulle piante si trovano in una fase vulnerabile e rischiano quindi di essere danneggiate dalle basse temperature.

Secondo alcuni autori (Caffarra and Donnelly, 2011) il fotoperiodo svolge un ruolo fondamentale solo quando le gemme non hanno soddisfatto il loro fabbisogno in temperature fredde. In altre parole, un fotoperiodo più lungo può ridurre il tempo termico che servirebbe per rompere la dormienza quando le basse temperature sono state insufficienti. Per questo motivo l'effetto del fotoperiodo è maggiore quando è presente un deficit di basse temperature nella gemma. Di conseguenza in climi più miti l'effetto del fotoperiodo dovrebbe controbilanciare la mancanza di accumulo delle temperature fredde tipiche di inverni più caldi e dell'inizio della primavera, causando deboli variazioni nelle date di germogliazione di anno in anno (Vitasse and Basler, 2013).

Le gelate tardive provocano, all'interno delle cellule e dei tessuti delle foglie che ne sono soggette, la formazione di ghiaccio, causando la morte di queste. A seconda dell'intensità della gelata, possono venirsi a creare dei grandi danni al meristema apicale che provocano una modificazione all'architettura delle chiome, causando perciò una riduzione di produttività. A causa della morte precoce delle foglie, infatti, gli alberi si adoperano nella produzione di nuova fogliazione che, però, avviene più tardi (Nolè et al., 2018). I danni di questi eventi possono limitare la fotosintesi e l'assorbimento di carbonio in primavera e quindi avere ripercussioni sulla crescita radiale degli alberi (Gazol et al., 2019). Gli eventi estremi, sulla base delle loro caratteristiche di grandezza, frequenza e scala spaziale, possono influenzare non solo la produttività delle foreste, e quindi l'assorbimento di carbonio, ma anche la composizione e la distribuzione delle specie con conseguenze a livello di ecosistema (Nolè et al., 2018). Le gelate primaverili possono causare la riduzione della crescita degli alberi e, in caso di ripetuti danni da gelo, gli individui possono trovare la morte. Per ovviare al problema delle gelate primaverili il faggio adotta delle strategie come per esempio, oltre al *chilling*, il modello di germogliazione di tipo acropeto. In particolare, iniziano a germogliare le nuove foglie che si trovano in basso della pianta, e successivamente germogliano le foglie posizionate in alto per cui le gelate che avvengono nel periodo vegetativo vanno ad interessare le foglie che si trovano più in basso, risparmiando quelle più in alto e fondamentali per l'assimilazione.

Altri autori hanno evidenziato che maggiore è l'altitudine, minori sono le probabilità di danni da gelo primaverile a causa della fase di sviluppo fogliare ritardata rispetto ad individui che si trovano in stazioni a quote più basse, a causa del clima più fresco. Inoltre, il cambiamento climatico attuale ha influito sullo sviluppo precoce delle foglie che negli ultimi tre decenni ha visto il suo inizio 6 giorni prima e si prevede che il dispiegamento delle foglie avvenga molto prima causando impatti negativi sulla produttività a causa degli eventi di gelate tardive (Bascietto et al., 2018).

Un altro tipo di disturbo in faggete, sempre di natura climatica, è la siccità estiva, specialmente nel settore più meridionale dell'areale di distribuzione. La siccità estiva condiziona significativamente l'accrescimento radiale degli alberi, con conseguenze negative sulla produttività e anche sull'aumento di mortalità individuale (Gazol et al., 2019). La siccità estiva può provocare un precoce ingiallimento delle foglie ad iniziare da quelle di luce. Il progredire dello stress idrico comporta l'arrotolamento dei lembi fogliari verso l'alto e il conseguente arrossamento della chioma con successiva filloptosi precoce. Le risposte degli alberi alla siccità estiva variano a seconda delle caratteristiche fisiologiche specifiche della specie e agli adattamenti locali (Gazol et al., 2019). Per esempio, questo disturbo è molto evidente nelle parti più sommitali dei versanti, ovvero quelle aree caratterizzate da suoli poco profondi, ricchi in scheletro. Nell'area del Monte Acuto sono stati riscontrati nel 2003 e nel 2011 danni da siccità (Fig. 2). Analisi dendrocronologiche e dendroclimatiche hanno dimostrato come la temperatura e la disponibilità idrica durante la stagione vegetativa abbia una forte influenza sull'accrescimento radiale. Uno studio su faggete a limite superiore del bosco in Appennino centrale (Gallucci et al., 2010) ha mostrato come le precipitazioni estive siano il fattore che maggiormente condiziona l'accrescimento del faggio e che l'influenza del clima è maggiore nei nuclei di individui isolati rispetto al bosco chiuso. Le precipitazioni estive influiscono sulla crescita degli anelli annuali soltanto sui nuclei isolati in quanto questi sono più esposti all'aumento dell'evapotraspirazione ad opera del vento che provoca deficit idrico. Inoltre, temperature estive associate a condizioni di siccità influenzano negativamente la formazione degli anelli di accrescimento.

Figura 2. Filloptosi precoce (fine agosto 2003) delle faggete al limite del bosco del versante Nord-Ovest del Monte Acuto (Urbinati, 2009)

3.3 **Gestione pregressa delle faggete appenniniche**

In passato i boschi erano prevalentemente valorizzati per la produzione di assortimenti legnosi impiegati sia per la produzione di energia sia per la costruzione di strutture, opere e manufatti. Oggi sono considerati anche un bene non solo economico, ma anche ad elevata valenza ambientale e socioculturale per tutta una serie di servizi ecosistemici, che esso offre e di cui l'uomo può beneficiare. Negli ultimi decenni è cambiato non solo l'approccio analitico al bosco, ma, in relazione ai problemi legati agli effetti dei cambiamenti climatici, anche l'approccio selvicolturale o gestionale in genere (Ciancio, 2003). Nei secoli i boschi italiani hanno subito profonde modifiche sia in termini di composizione che di struttura. Tra il Settecento e Ottocento si è assistito ad un'elevata riduzione di superficie forestale, conseguenza di intensi sfruttamenti per soddisfare la grande domanda di materiale legnoso utilizzato principalmente come fonte di energia. Le cause che hanno portato alla contrazione dei boschi italiani sono diverse:

- Aumento della popolazione
- Sviluppo della rete ferroviaria
- Provvedimenti anti-vincolistici di Pietro Leopoldo sull'Appennino toscano
- Leggi eversive dei feudi nel meridione
- Confisca dei beni religiosi a favore dello Stato e la successiva vendita negli anni dopo l'unità d'Italia
- Lottizzazione dei boschi di proprietà comunale
- Sviluppo industriale che ha generato una grande domanda di materiale per la combustione (Iovino et al., 2009)

Tutto questo ha causato un impoverimento dei boschi italiani sia in termini quantitativi che qualitativi in quanto questi apparivano sempre più semplificati e quindi meno capaci di

sostenere *habitat*. Un altro processo che ha recato modifiche al bosco in Italia è avvenuto nella prima metà del Novecento. In quel periodo si è assistito al processo contrario ovvero un aumento della superficie forestale, a seguito di estensivi programmi di acquisizione di terreni incolti da parte dello stato sui quali realizzare interventi di rimboschimento e di miglioramento dei boschi esistenti (Iovino et al., 2009). Anche numerose aree dell'Appennino sono state interessate da processi di riduzione e aumento della superficie forestale e da significative modifiche alla struttura dei popolamenti forestali, in particolare le superfici a faggio che caratterizzano le aree appenniniche. I boschi di faggio dell'Appennino hanno rappresentato una risorsa fondamentale per le popolazioni locali e, la loro fisionomia attuale, è il risultato della secolare interazione che hanno avuto con l'uomo. Secondo l'Inventario Nazionale delle Foreste e del Carbonio (INFC) del 2005 in Italia oltre il 53% dei faggi è stato a lungo rappresentato dalla forma di governo a ceduo, il 34% rappresentato dalla forma di governo a fustaia mentre il 13% della superficie totale di faggio presenta strutture complesse che non sono classificate in tipi regolari. Per comprendere più chiaramente la differenza tra queste forme di governo è necessario rivolgere lo sguardo alla storia della gestione di questi boschi. Un fattore fondamentale legato alla tipologia della forma di governo è sicuramente rappresentato dal tipo di proprietà di questi boschi. Circa il 39% delle faggete cresce su terreni di proprietà privata, il restante 61% della superficie a faggio è suddiviso tra foreste statali, foreste regionali e foreste di proprietà di province o comuni (Nocentini, 2009). Generalmente la forma di governo a ceduo veniva utilizzata maggiormente nelle aree la cui proprietà era privata e comunale, circa il 50% dei boschi cedui di faggio, infatti, si trovano su terreni di proprietà privata. In alcune proprietà private e collettive delle Alpi e dell'Appennino centrale e settentrionale in cui erano presenti abeti rossi la presenza di faggio è stata favorita con la trasformazione di queste aree in aree edificate a faggio e gestite mediante ripetute ceduazioni (Hofmann, 1991). Nell'Appennino settentrionale, nella seconda metà del Settecento, lo sfruttamento delle faggete divenne molto intenso. Anche in questo caso i popolamenti di faggio vennero trasformati in ceduo e utilizzati fino alla seconda metà del XX secolo causando la scomparsa dell'abete bianco da vaste aree dell'Appennino. Interessante è anche ciò che è avvenuto nelle aree dell'Italia meridionale, dove già dal 1826 iniziò un abbattimento estensivo delle faggete frutto della cosiddetta Legge Borbonica che imponeva che tutti i boschi di proprietà pubblica fossero gestiti secondo "abbattimento regolare", vale a dire mediante un taglio con rilascio di 58 individui da seme per ettaro. Questa legge stabiliva che la foresta dovesse essere divisa in un numero di sezioni pari alla lunghezza di rotazione delle specie e che una sezione potesse essere tagliata ogni anno. Per questo motivo molte faggete dei versanti

più caldi e meridionali sono state fortemente degradate. Al contrario, nell'Appennino toscano, dalla fine del Settecento, si avviarono le opere di rimboschimento di abete bianco in vari boschi, spesso con semi di provenienza estera che si intensificarono nel corso dell'Ottocento in particolare con il trasferimento di diversi boschi degli ordini religiosi e delle proprietà private allo Stato italiano. Infine, tra il 1920 e il 1950 molti pascoli degradati di montagna furono rimboschiti con conifere, di solito con il *Pinus nigra* Ar. per contrastare l'erosione del suolo nell'area di vegetazione dei faggi. A partire dal 1960, in seguito all'uso diffuso di altri fonti energetiche a basso costo, e in seguito allo spopolamento delle aree più interne e montane, molti boschi di ceduo sono stati abbandonati. Si stima che all'anno 2005 solo lo 0,1% della superficie ceduale totale del faggio era in fase di rigenerazione, il 4,8% nella fase giovanile il 55,4% nella fase adulta e oltre il 39% nella fase di vecchiaia. La maggior parte dei cedui di faggio sono presenti in Piemonte, Lombardia, Veneto per quanto riguarda l'ambiente alpino, mentre in Appennino sono maggiormente presenti in Emilia-Romagna, Toscana e Marche. Il ceduo in Appennino veniva di solito gestito mediante turni che variavano dai 16 ai 24 anni e venivano rilasciate circa 60-80 matricine per ettaro (Nocentini, 2009).

È interessante comprendere come in passato la gestione dei boschi sia stata diversa per quei boschi di proprietà privata e quelli di proprietà pubblica. Nei primi, nei quali i piani di assestamento sono stati spesso scarsi e poco rispettati, la gestione principale era basata sugli schemi rigidi relativi alla selvicoltura classica. In queste proprietà, dunque, specialmente in Appennino settentrionale, prevalevano i boschi coetanei e regolari. Le fustaie di faggio, infatti, erano trattate prevalentemente mediante tagli successivi uniformi, considerato l'unico taglio applicabile nelle faggete pure per la produzione di legname. Alcune faggete trattate a tagli successivi non hanno visto l'esecuzione del taglio di sgombero. Questo, al contrario di ciò che si può pensare, ha permesso la formazione di diversi nuclei di piante in stadi evolutivi diversi, di alberi vetusti e soggetti morti in piedi che contribuiscono all'aumento della diversità e alla stabilità dei soprassuoli. Al contrario, nelle proprietà private le forme di gestione facevano spesso riferimento all'osservazione attenta della realtà naturale locale e sulla necessità di effettuare una differenziazione della produzione. In questo caso si è adottato prevalentemente il taglio a scelta. In alcune situazioni dell'Appennino meridionale il taglio a scelta ha perseguito obiettivi di salvaguardia del bosco senza rinunciare al prelievo della massa prodotta. La creazione di aperture che variavano dai 40 ai 100 m^2 ha permesso l'insediamento della rinnovazione, garanzia di perpetuazione del bosco. I popolamenti assumono, quindi, una struttura d'insieme disetanea per piccoli gruppi che garantisce una maggiore complessità con effetti positivi sulla biodiversità e conservazione del suolo. (Iovino et al., 2009).

3.4 **Le faggete delle Marche**

Secondo l'Inventario Forestale e la Carta dei tipi Forestali delle Marche (IPLA 2001) la superficie forestale occupa 256.170 ha, circa il 26.4% dell'intero territorio regionale, con un indice di boscosità di poco inferiore a quello nazionale (28%). Tra le quattro province in cui era suddivisa la regione, (attualmente si è aggiunta la provincia di Fermo) quella di Pesaro-Urbino appare la più boscata, caratterizzata da un indice di boscosità pari al 32%. I complessi boscati della regione vengono suddivisi in unità gerarchiche utili ai fini gestionali e di pianificazione, partendo dalla suddivisione per categorie forestali, tipi forestali, sottotipi fino ad arrivare alle varianti. Nelle Marche vengono identificate 11 categorie forestali, ovvero unità fisionomiche basate sulla dominanza della specie e, all'interno delle categorie forestali vi è una seconda suddivisione riguardante i tipi forestali definiti dalla loro composizione e/o da fattori stazionali. Il tipo forestale è l'unità fondamentale di classificazione e risulta omogenea per aspetti ecologici, floristici, selvicolturali-gestionali e per tendenze dinamiche. Nelle Marche sono stati individuati 46 tipi forestali. Le faggete rappresentano i boschi più produttivi e con migliore fertilità della regione Marche, dal momento che si sviluppano in quelle aree caratterizzate da suoli profondi e con buona disponibilità idrica, in ambienti freschi ad intonazione oceanica o submontana. Per questo il faggio presenta una distribuzione montana, dove rappresenta la specie climacica. La categoria *"Faggete"* della regione occupa una superficie pari a 20.126 ha, che corrisponde a circa l'8% del totale della superficie regionale, costituendo il 6.5% del numero totale degli alberi e l'11.8% del volume complessivo. La provvigione media regionale ammonta a 180 m^3/ha presentando valori massimi oltre i 250 m^3/ha di alcune faggete *eutrofiche* e *mesoneutrofile*. Al contrario i valori minimi si presentano nelle comunità più termofile, costituendo provvigioni inferiori ai 130 m^3/ha. L'area basimetrica media è di 36 m^2/ha, ripartita su 5000 individui ad ettaro e i valori massimi registrati di area basimetrica sono rappresentati da alcuni cedui di faggio invecchiati o da fustaie appartenenti alla *Faggeta eutrofica*, per la presenza di individui di grosse dimensioni. L'area basimetrica media più bassa è rappresentata da alcuni popolamenti mesoxerofili, radi e con presenza abbondante di carpino nero. L'altezza media degli alberi dominanti si presenta di 15-20 metri, con il 44% dei soggetti con altezza compresa tra i 10 e i 20 m e il 10% con altezze superiori a 20 m. L'età relativa sulle piante campione va da 4 a 130 anni e presenta il 40% degli individui di età compresa tra 12 e 30 anni e solo il 45% oltre i 40 anni. Il 7% è invece rappresentato da individui di grandi dimensioni con età superiori a 70 anni. La categoria

"Faggete" presenta 5 tipi forestali che si distinguono in base ai substrati su cui vegetano (substrati da acidofili a neutrofili) e in base all'altitudine. I tipi forestali di faggete presenti nelle Marche sono: *mesoneutrofila; mesofila submontana; eutrofica; mesoxerofila e acidofila*. A differenza di altre categorie forestali, quella delle faggete ricade prevalentemente all'interno delle proprietà collettive delle Comunanze, Università Agrarie ed Ordini religiosi (40%). Le faggete di proprietà privata costituiscono il 34%, quelle pubbliche il 24% prevalentemente di proprietà comunale, e infine 650 ha circa appartengono al Demanio Regionale e Statale (Fig. 4). Il faggio nelle Marche si estende sulla dorsale Umbro-Marchigiana a partire dai monti Catria e Nerone fino ai monti della Laga, con alcune interruzioni fra l'alto Sentino e Valle del Potenza (Fig. 3).

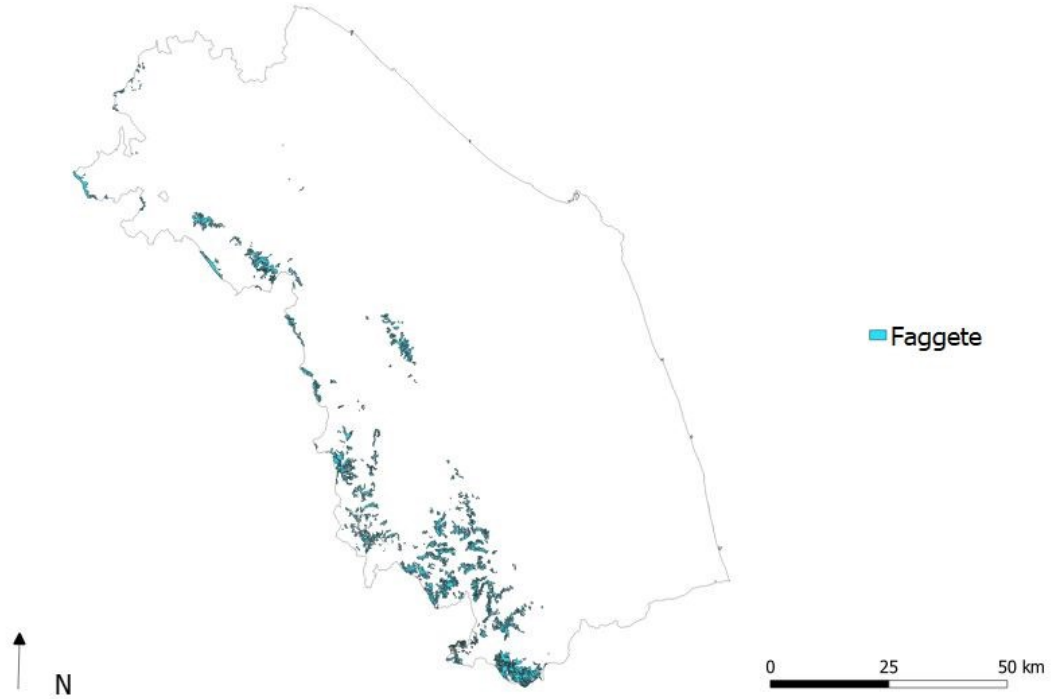

Figura 3. Distribuzione delle faggete nelle Marche (Elaborazione in QGIS dei dati dell'Inventario Forestale Regionale)

Sui principali massicci montuosi (Monte Catria, Monti Sibillini e Monti della Laga) sono presenti i nuclei più estesi di faggeta. Il tipo forestale più rappresentato in queste aree è quello delle *faggete eutrofiche* su substrati carbonatici e *faggete mesoneutrofile* su substrati arenacei. Le prime sono formazioni che si trovano ad una quota generalmente superiore ai 1000 m situate su versanti freschi e ricche di specie mesofile tipiche del piano montano, tra cui le dentarie. A questo tipo forestale si aggiunge il sottotipo "*d'altitudine a sviluppo ridotto*" che caratterizza le aree a quota maggiore, solitamente sopra i 1500 m d'altitudine, e si tratta di

popolamenti di altezza inferiore a 10 m. I principali nuclei di faggeta del sottotipo a sviluppo ridotto sono presenti nel Monte Catria e Monte Nerone e nel parco Nazionale dei Monti Sibillini. Le faggete *mesoneutrofile* si trovano ad un'altitudine superiore a 1000 m e spesso accompagnate dalla presenza di specie neutrofile nel sottobosco, tra cui felci e dentarie, in stazioni di versante talvolta con forti inclinazioni. In generale nella regione Marche si distinguono due ambiti: il primo, che prevale su substrati carbonatici della dorsale appenninica principale che comprende il Massiccio del Catria-Nerone fino ai monti Sibillini, esteso circa 7600 ha; il secondo si trova in corrispondenza dei substrati arenacei della Laga e ha un'estensione di 2200 ha. In alcune aree della dorsale marchigiana sono presenti alcuni nuclei di *faggeta eutrofica*, precisamente nel Monte San Vicino, Pietroso e Cipollara, fra le gole di Frasassi e la Valle del Potenza. Nella porzione meridionale della dorsale appenninica, in corrispondenza dei Monti della Laga, caratterizzati da substrati pelitico-arenaceo, prevale la *faggeta mesoneutrofila* e la *faggeta acidofila*. Quest'ultima, con una distribuzione più limitata, è presente in corrispondenza della fascia superiore dell'alto Vallone di Umito (Valle della Corte), al confine con la Regione Abruzzo e sullo spartiacque fra la Valle del Tronto e Fluvione (Pizzo Cerqueto). La *faggeta mesofila submontana* caratterizza invece, le aree della fascia inferiore del faggio, al limite con la vegetazione delle latifoglie supramediterranee. Questo tipo forestale ha un'estensione elevata nelle Marche, rappresentando il 41% della categoria faggeta, con circa 8.100 ha. Si estende a partire dall'alta Valle del Metauro fino ai monti della Laga e rappresenta la faggeta prevalente sulla dorsale Marchigiana. La *faggeta mesofila submontana* è generalmente presente a quote inferiori ai 1000 metri, situata su versanti freschi e ricca di specie mesofile ad ampia diffusione. La si può trovare insieme a specie quali il carpino nero, la roverella o acero a foglie ottuse. Al tipo forestale *Faggeta mesoxerofila* appartengono le faggete situate sui versanti caldi o detriti calcarei presenti frequentemente nel massiccio dei Monti Sibillini e isolate sul Monte Nerone. Queste faggete hanno generalmente una crescita stentata e spesso si trovano in formazioni rade, insieme alla presenza abbondante di specie mesoxerofile, tra le quali *Sesleria nitida*. Dal punto di vista della destinazione funzionale, quella che prevale nelle Marche per le faggete è sicuramente quella naturalistica (circa 66%), benché in ambito montano e submontano le faggete rappresentino i popolamenti caratterizzati dalla migliore produttività sia attuale che potenziale. I complessi boscati a prevalenza di faggio di maggiori dimensioni sono dislocati all'interno di aree protette (Parco Nazionale dei Monti Sibillini, Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga) oppure in aree floristiche. Il 29% delle faggete regionali ha una destinazione produttivo-protettiva, il 4% protettiva e infine l'1% produttiva (Fig. 5). In base all'assetto strutturale e alle caratteristiche

di destinazioni e dendrometriche, per le faggete l'obiettivo gestionale dovrà essere rivolto alla conversione a fustaia oppure al mantenimento del governo a ceduo, ma la conversione dovrà essere l'obiettivo primario in quei soprassuoli con destinazione produttivo-protettiva, produttiva, caratterizzati da buone potenzialità e accessibilità. Per esempio, nelle Faggete eutrofiche e mesoneutrofile l'obiettivo primario è quello della conversione a fustaia e secondariamente del mantenimento del governo a ceduo. La conversione a fustaia è ottenuta sia direttamente sia tramite l'invecchiamento naturale in relazione alle condizioni stazionali e all'accessibilità. (IPLA, 2001).

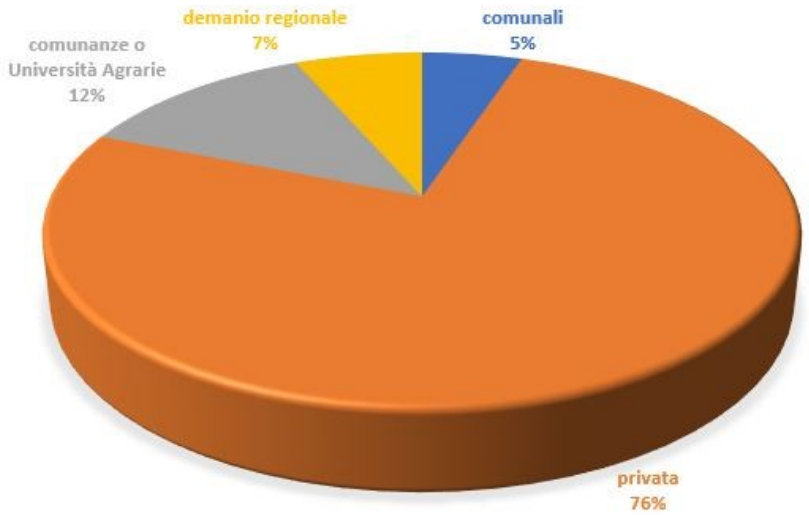

Figura 4. Assetto fondiario delle faggete delle Marche (Elaborazione dei dati dell'Inventario Forestale Regionale e Carta dei Tipi Forestali) Forestali

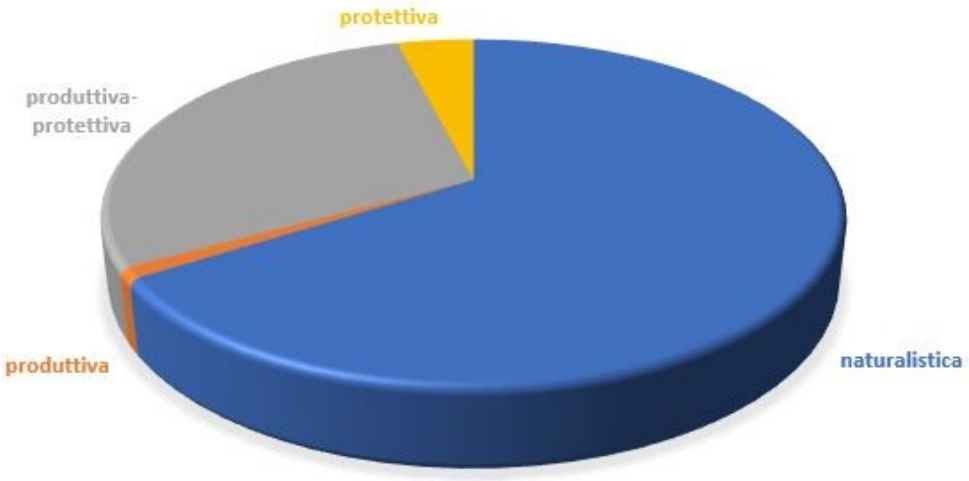

Figura 5. Destinazione funzionale prevalente delle faggete delle Marche (Elaborazione dei dati dell'Inventario Forestale Regionale e Carta dei Tipi Forestali) Forestali

3.5 **La gestione nei boschi delle Marche**

Attualmente l'orientamento sempre più condiviso per la gestione dei boschi è per una selvicoltura che tenta di imitare i processi naturali (selvicoltura naturalistica, selvicoltura adattativa, *nature oriented silviculture*) finalizzata ad aumentare la diversificazione compositiva, strutturale e funzionale delle cenosi forestali. È opportuno non dimenticare che l'assetto attuale dei boschi dipende dal pregresso utilizzo (anche eccessivo) e anche dal recente abbandono cui essi sono stati sottoposti. Il tipo di gestione è inoltre condizionato dall'assetto fondiario del bosco: nelle Marche è caratterizzato dal 74% di proprietà privata, 7% demaniale, 5% comunale e il 13% collettiva e conseguentemente i boschi per oltre il 60% sono cedui, il 29% fustaie e l'11% forme irregolari o miste (Urbinati, 2009). Nelle aree montane, specialmente nella zona del faggio, nelle quali l'agricoltura era poco praticabile, la gestione dei terreni era prevalentemente basata su forme di gestione silvo-pastorale riconducibili all'uso civico o a quella dei ranchi. Alcune aree dell'Appennino umbro-marchigiano, per esempio le zone del Monte Catria, in cui era ed è tuttora diffuso l'uso civico, venivano utilizzate per la legna da ardere e per il pascolo. Già in epoca alto-medievale le comunità locali si organizzavano per utilizzare al meglio le risorse montane mediante l'istituzione dell'uso civico. Una forma di uso civico presente in Appennino umbro-marchigiano era il ranco boschivo nel quale a seguito del taglio di utilizzazione del ceduo le aree venivano seminate a cereali ed in seguito all'accrescimento dei ricacci polloniferi, veniva inserito il pascolo bovino. A seconda dell'accrescimento del bosco venivano praticate le cure colturali che assicuravano il prelievo di vari assortimenti legnosi, tra i quali frasca, fascina, paleria e legna da ardere. Successivamente veniva inserito il pascolo ovino in attesa della seguente ceduazione, non prima di 9 anni (Fig. 6). Le faggete hanno subito una notevole pressione antropica essendo soggette a turni di utilizzazione molto più brevi di quelli attuali, all'intensiva carbonificazione, di cui sono tuttora visibili le aie carbonili, alla cospicua raccolta di strame (lettiera e orizzonti di suolo più superficiali) e per la presenza di bestiame al pascolo nelle aree più elevate che ha comportato, unitamente alle influenze dei cambiamenti climatici, un abbassamento di qualche centinaia di metri del limite altitudinale superiore dei boschi (*treeline*) rispetto a quello potenziale (Urbinati, 2009). Alcune di queste proprietà collettive sono ancora oggi presenti, ne è un esempio l'Università Agraria degli Uomini Originari di Frontone per l'area del Monte Catria che, facente parte dell'Azienda speciale consortile del Catria insieme ad altre Università ed enti di proprietà collettiva, ha lo scopo di gestire il territorio e le sue risorse forestali e pastorali (Urbinati et al., 2014). Nei primi decenni del 900 si assistette ad un ulteriore riduzione di superficie forestale a vantaggio di quella agro-pastorale. Nella seconda metà del 1900 venne

abbandonato il pascolo in queste aree, comportando la progressiva ricolonizzazione da parte della vegetazione boschiva. Attualmente la superficie densità e la superficie di bosco sono aumentate rispetto al passato (Urbinati et al., 2014).

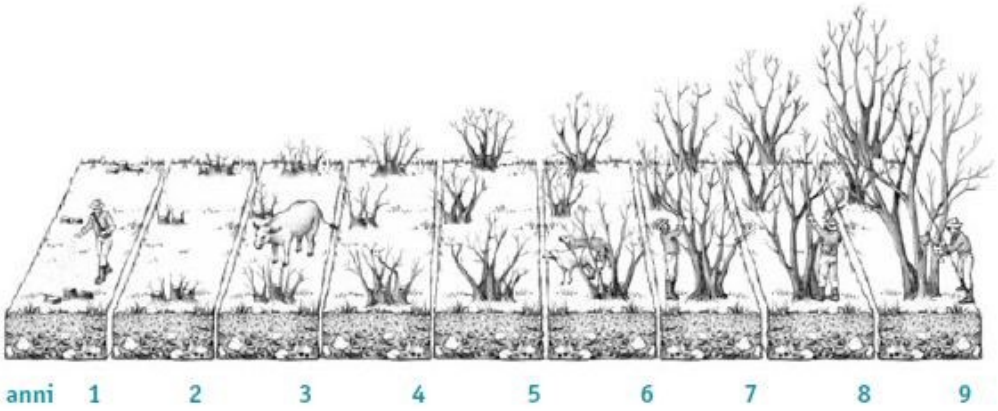

Figura 6. Il ranco boschivo nell'Appennino Umbro-Marchigiano (fonte Salbitano, 1989)

Capitolo 4
CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

4.1 **Caratteri ambientali dell'area di studio**

4.1.1 *Localizzazione e assetto fisiografico*

L'area di studio fa parte del complesso del Monte Catria, situato nella provincia di Pesaro-Urbino e costituisce la parte settentrionale della dorsale appenninica umbro-marchigiana nella quale costituisce la vetta più elevata del tratto appenninico compreso tra il Corno alle Scale (1945 m s.l.m.) e il gruppo dei Monti Sibillini (2478 m s.l.m.) (Fig. 7). Esso è formato da un fascio di tre dorsali carbonatiche incise dal corso dei torrenti Burano e Sentino (Fig. 9). È composto di diverse vette principali, tra cui il Monte Catria, che ha un'altezza di 1701 m, il Monte Acuto 1668 m, il Monte Corno 1412 m, il Monte Alto con 1321 m d'altezza, il Monte Tenetra 1240 m, il Monte Morcia 1223 m e si trova in gran parte nella provincia Pesaro-Urbino e ricade all'interno della Comunità montana del Catria-Nerone che interessa i comuni di Cagli, Cantiano, Frontone, Pergola e Serra Sant'Abbondio, mentre nel settore sud-occidentale confina con la provincia di Perugia. Una parte del territorio appartiene all'Azienda Consorziale del Catria (ASCC) che rappresenta il principale ente gestore delle risorse silvopastorali dell'area. L'Azienda Consorziale del Catria riunisce diverse proprietà collettive, tra le quali l'Università degli Uomini Originari di Frontone è quella che presenta la maggior estensione (circa 2100 ha). Per il lavoro di tesi sono state individuate due aree: una in località *Bocca della Valle*, nei pressi del rifugio "Casetta del Mochi", nel versante nord ovest del Monte Acuto, ad un'altitudine media di 1100 m s.l.m e un'area nel versante nord ovest del Monte Catria ad un'altitudine media di 1300 m s.l.m. (Fig. 8).

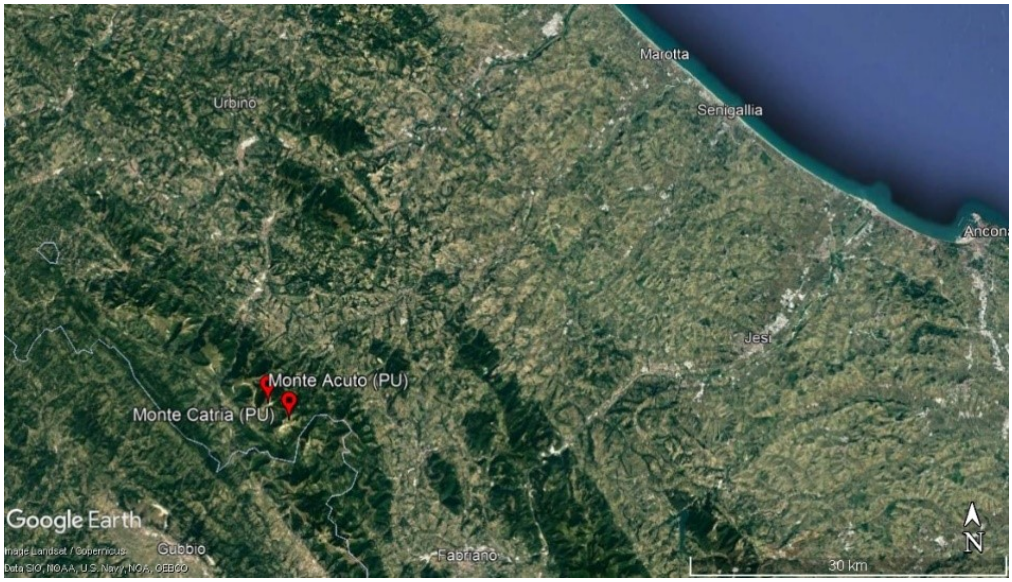

Figura 7. In evidenza il Monte Catria e il Monte Acuto all'interno del gruppo montuoso omonimo nell'Appennino Umbro-Marchigiano (immagine di Google Earth)

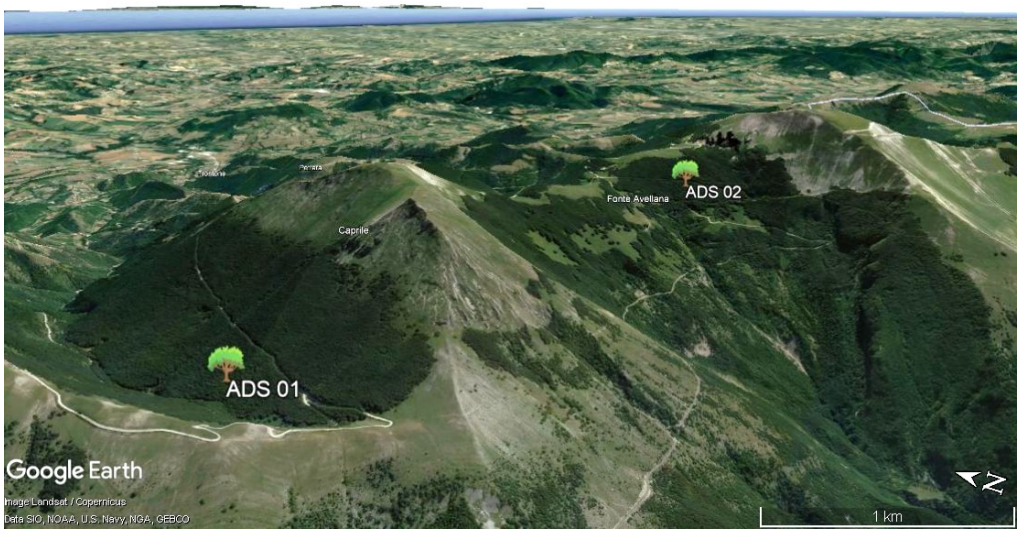

Figura 8. Localizzazione dell'area di saggio nel versante del Monte Acuto (ADS01) e nel versante del Monte Catria (ADS02). (Immagine da Google Earth)

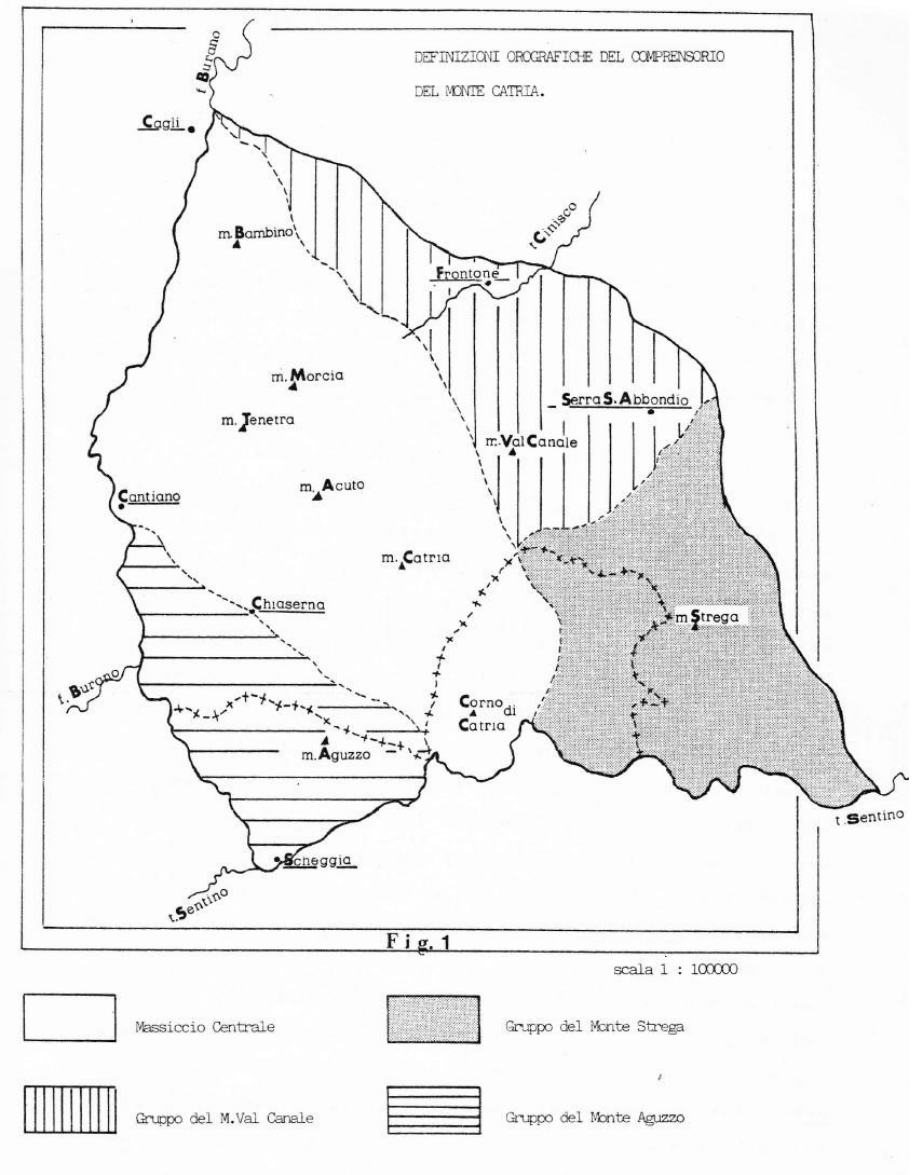

Figura 9. Rappresentazione delle definizioni orografiche del Monte Catria (fonte Salbitano, 1989)

4.1.2 *Assetto climatico*

La posizione della regione Marche, confinante con il mare Adriatico ad est per tutta la sua lunghezza e la presenza ad ovest della catena montuosa degli Appennini ne influenza notevolmente le caratteristiche climatiche. Il mare Adriatico esercita una debole azione mitigatrice nei confronti degli afflussi di masse d'aria relativamente fredda proveniente da nord e da est. Ad ovest, invece, la presenza della catena appenninica ostacola il corso delle correnti occidentali, per lo più temperate e umide, tipiche delle latitudini in cui si inserisce. Il

territorio marchigiano si può suddividere in tre fasce a seconda dell'altitudine, nelle quali le caratteristiche climatiche differiscono. Nella fascia litoranea, situata all'estremo oriente della regione cadono in media 600-800 mm di acqua all'anno. Nella fascia medio-basso collinare le precipitazioni medie annuali si aggirano tra gli 850 e i 1100 mm e infine nella fascia più occidentale, quella altocollinare-montana le precipitazioni annuali si caratterizzano intorno ai 1100-1750 mm. In corrispondenza delle tre fasce sono, inoltre, presenti aree con caratteristiche peculiari. Nella fascia litoranea la costa meridionale fra Cupa Marittima e Porto D'Ascoli si presenta la meno piovosa, caratterizzata da 550-650 mm di precipitazioni medie annue. Nella fascia medio-basso collinare i minimi pluviometrici secondari si trovano a sud del Monte Conero (650-700 mm), nell'alta vallata del Foglia (750-800 mm) e nella parte medio alta della valle del fiume Potenza (750-900 mm). Nella fascia altocollinare e montana l'area con maggiori precipitazioni è quella relativa alla dorsale appenninica, che presenta un massimo annuo di 1550-1700 mm in corrispondenza del Monte Catria e 1500-1550 mm nelle aree dei Monti Sibillini, 1350-1400 mm nel Monte Pennino e infine nel Monte San Vicino con 1050-1100 mm. Le informazioni relative alle precipitazioni e temperature dell'area nella quale insiste il massiccio del Catria sono state reperite dalla stazione pluviometrica di Fonte Avellana (689 m s.l.m.). Le informazioni riguardanti le precipitazioni fanno riferimento al periodo compreso tra il 1950 e il 1989, quelle relative alla temperatura comprendono il periodo dal 1950 al 2000. Le precipitazioni medie annuali risultano essere 1738 mm, con una media primaverile di 446 mm, media estiva di 280.5 mm e media autunnale e invernale rispettivamente di 482.1 e 532.4 mm. La temperatura del mese più caldo è 20.8 °C, luglio, e gennaio risulta essere il mese con temperature più basse pari a 3.3 °C. I minimi pluviometrici si registrano quindi a luglio e coincidono con i massimi termici, le precipitazioni massime si registrano tra novembre e dicembre (Centro di Ecologia e Climatologia - OGSM (geofisico.it)) (Fig. 10). Pei il periodo 1951-1960 l'Inventario Forestale Regionale riporta i dati relativi ai giorni di permanenza del manto nevoso al suolo per la stazione di Fonte Avellana. La neve permane per un periodo più lungo al suolo nel mese di gennaio, febbraio e marzo, rispettivamente 11.4, 10 e 6.8 giorni coincidendo con l'abbassamento delle temperature (IPLA, 2001). Secondo la classificazione di Köppen, redatta da Pinna per l'Italia, il mesoclima dell'area è di tipo subcontinentale di transizione, caratterizzato da una temperatura media annua compresa fra 10 e 14.4 °C, escursione termica annua fra 16 e 19 °C, temperatura del mese più freddo fra 1 e 3.9 °C e 1-2 mesi con temperatura media superiore a 20 °C (Urbinati et al., 2014). Secondo la classificazione di Rivas-Martinez (*Rivas-Martinez, 1983)* il macrobioclima è di tipo temperato con piano bioclimatico supratemperato inferiore

(oceanico), e ombrotipo iperumido inferiore, tipico delle faggete calcaree al di sopra dei 900-1000 m con temperatura media di 11.7 °C, precipitazioni medie annuali di 1740 mm ed assenza di un periodo di deficit idrico (fig. 10). Secondo l'inventario forestale regionale e carta dei tipi forestali il piano bioclimatico è mesotemperato tipico delle faggete che si sviluppano sulle dorsali calcaree al di sopra dei 900-1000 m di quota.

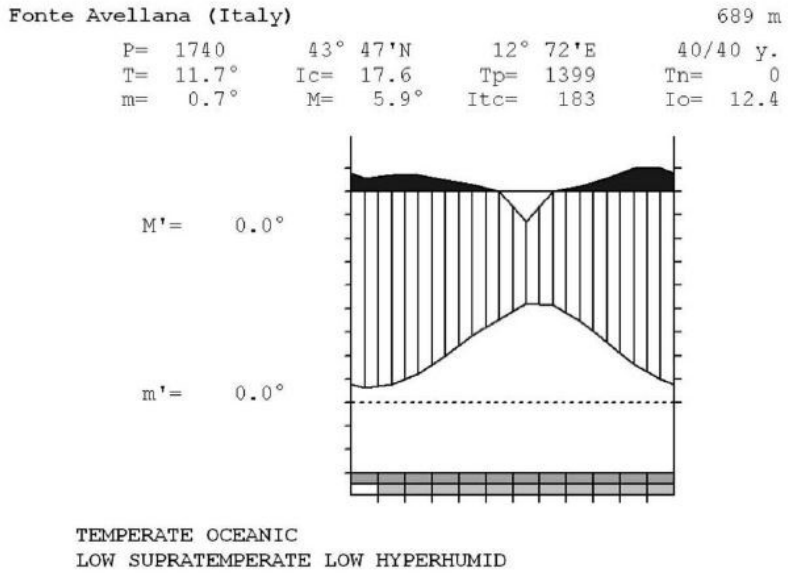

Figura 10. Diagramma termo-pluviometrico della stazione di Fonte Avellana (PU)

4.1.3 *Assetto geomorfologico e litologico*

Il gruppo orografico del Monte Catria, originatosi nel Cretaceo, è composto da rocce calcaree di diversa natura. Nei settori sommitali del Monte Acuto e sul Corno del Catria sono presenti affioramenti del Calcare massiccio del Monte Nerone. Il gruppo dei calcari più diffuso è quello della Corniola e sono presenti anche affioramenti cretacei della Maiolica. I calcari presenti nel gruppo Catria-Acuto afferiscono alla serie umbro-marchigiana. Coltri di detrito grossolano sono inoltre presenti a causa dell'erosione delle rocce unita ad attivi fenomeni di geliflusso specialmente in quelle aree caratterizzate da elevata acclività dei versanti. Per quanto concerne i tipi di suoli sono presenti differenti tipi con caratteristiche chimico-fisiche diverse. Generalmente si tratta di suoli orientati verso lo stadio di "terra bruna". Al limite superiore del bosco nel Monte Acuto sono presenti suoli poco evoluti e privi di orizzonti organici, che man mano che si scende verso quote inferiori le condizioni divengono migliori nelle quali infatti si trovano le foreste più fertili. Questo è spiegato dalla elevata inclinazione

del versante che impedisce l'accumulo di lettiera che quindi viene persa per gravità (Urbinati et al., 2014). Nella figura 11 sono evidenziati i sistemi di terre delle Marche.

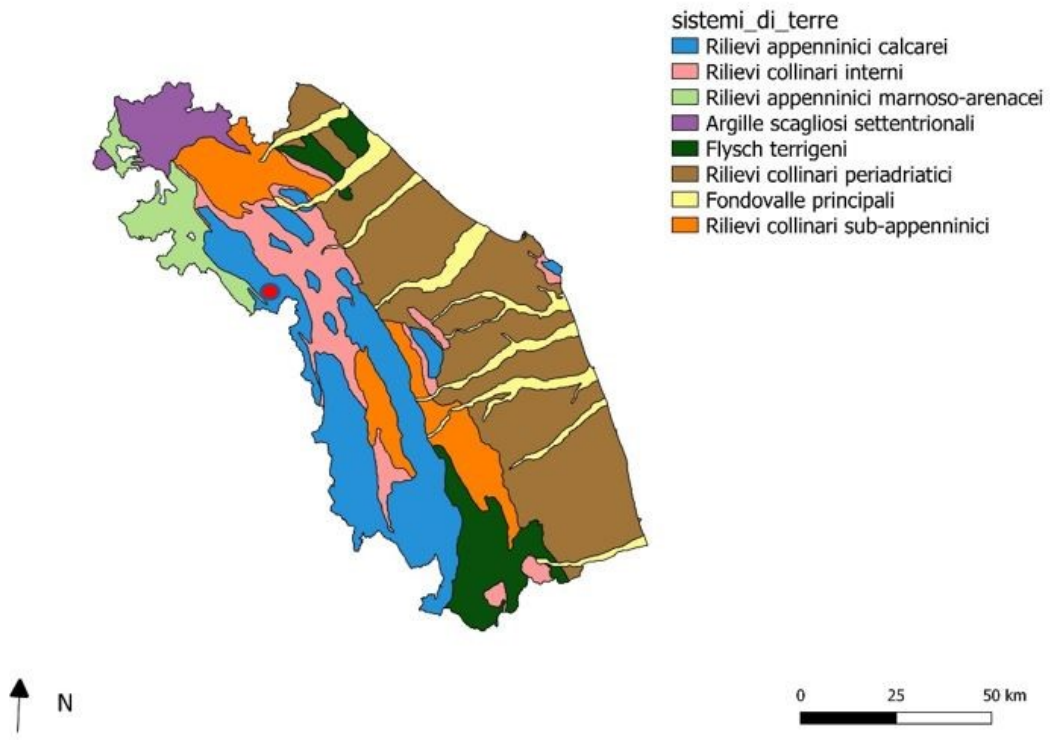

Figura 11. Classificazione in sistemi di terre della regione Marche. In azzurro i rilievi calcarei dell'Appennino. In evidenza l'area in cui insiste il massiccio del Catria (cerchio rosso) (Elaborazione dati da Inventario Forestale Regionale mediante QGIS)

4.1.4 *Assetto vegetazionale*

La complessa morfologia dei versanti del Massiccio del Monte Catria determina diversi microclimi che favoriscono la presenza di numerose diversità floristiche. Le cenosi presenti in questo ambiente sono diverse e con caratteristiche da mesofile a termofile. Si possono distinguere due piani: uno bioclimatico collinare e uno montano. Il primo si estende dai 900-1000 m di altitudine ed è assimilabile al *Castanetum* di Pavari. All'interno di questo piano bioclimatico collinare è possibile distinguere tre serie di vegetazione:

- Serie submediterranea del leccio (*Quercus ilex*). La si trova localmente su substrati calcarei fino ai 900 m a contatto con l'orno-ostrieto e nelle valli più fresche e umide con il faggio. Questa serie di vegetazione caratterizza le aree rupestri e soleggiate. Nelle Marche la serie si sviluppa prevalentemente su litotipi calcarei o calcareo-marnosi, con suoli bruni calcarei e a quote comprese tra 700 e

900 m. È presente nei versanti rupestri del Monte Tenetra del massiccio del Catria.

- Serie della roverella (*Quercus pubescens*). Questi boschi a dominanza di roverella rappresentano l'aspetto più maturo della serie e si possono trovare ad un'altitudine compresa tra 400 e 900-1000 m, prevalentemente su versanti esposti a sud e ovest e su calcari marnosi.
- Serie del carpino nero (*Ostrya carpinifolia*). Fanno parte di questa serie i boschi misti di caducifoglie a dominanza di carpino nero, orniello e acero napoletano (orno-ostrieti). L'orno-ostrieto lo si trova nei versanti settentrionali e in quelli meridionali nelle vallette più fresche tra 400-800 e 1000-1200 m di quota. La particolarità di queste fitocenosi è che le specie hanno la capacità di vegetare a contatto con il faggio e nelle zone più soleggiate con il leccio.

Nel piano montano sono invece presenti due serie di vegetazione. Il piano montano rappresentato dal *Fagetum* per Pavari si inserisce tra i 1000-1300 e i 2000 m di quota nell'Italia centro meridionale. Le serie presenti sono le seguenti:

- Serie del faggio (*Fagus sylvatica*). Il bosco mesofilo di faggio è individuato tipicamente sopra i 900-1000 m di quota fino al limite superiore del bosco, che in Appennino si rinviene a 1600-1800 m s.l.m. e rappresenta la vegetazione climatofila del piano bioclimatico montano, anche se si può trovare anche a quote inferiori, negli impluvi e nelle zone più umide e fresche.
- Serie della sesleria appenninica (*Sesleria apennina*) costituisce la prateria primaria ed è presente nei settori cacuminali del Monte Catria e del Monte Acuto, nelle creste le quali, soggette a fenomeni di crioturbazione, non riescono ad ospitare il bosco.

4.2 **Aree protette e a gestione limitata**

La Rete Natura 2000, principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità, è una rete ecologica istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" che si prefigge la tutela e la conservazione degli *habitat* naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario. Fanno parte della rete Natura 2000 tutte le aree definite SIC (sito di importanza comunitaria) secondo la Direttiva habitat del 1992 e tutte le aree definite ZPS (zone di protezione speciale) secondo la Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici. Nell'area del Monte Catria e Monte Acuto sono presenti il SIC denominato "Monte Catria, Monte Acuto"

(IT5310019) di superficie pari a 8.746,27 ettari e l'area ZPS "Monte Catria, Monte Acuto e Monte Strega (IT5310031) di superficie pari a 8.843,61 ettari (fig. 12). L'area SIC è caratterizzata dalla presenza di specie rare o non comuni nella regione. È un'area di rilevante interesse per la presenza di specie di uccelli rupicoli stanziali (Aquila reale e Gracchio corallino), del lupo e di una popolazione di Coturnice autoctona. La vegetazione è data prevalentemente da boschi mesofili a *Fagus sylvatica*, nei settori più elevati e a *Ostrya carpinifolia* più in basso. In formazioni più rupestri si rinvengono anche boschi misti di caducifoglie e sclerofille sempreverdi. Nei settori culminali, invece, sono presenti pascoli montani a *Sesleria apennina*. Nella formazione marnoso-arenacea, che si sviluppa alla sinistra idrografica del Torrente Burano, comprende boschi a *Quercus cerris*, talora con *Ostrya carpinifolia*. L'area in cui insiste il ZPS (IT5310031) è caratterizzato dalla presenza di numerosi e diversificati *habitat* che garantiscono un'elevata biodiversità. Sono presenti, infatti, ambienti rupicoli, pascolivi, forestali e coltivazioni. I boschi, per la maggior parte mesofili dominati dal faggio e dal carpino nero nelle altitudini meno elevate. L'area è caratterizzata dal punto di vista litologico dal calcare del Burano, dalla Corniola, dalla formazione del Bosso e da calcari diasprini Umbro-Marchigiani. Di particolare interesse risulta la presenza dell'habitat 9210* "Faggeti dell'Appennino con *Taxus* e *Ilex*". Si tratta di Faggete termofile con tasso e con agrifoglio nello strato alto-arbustivo e arbustivo del piano bioclimatico supratemperato ed ingressioni nel mesotemperato superiore, sia su substrati calcarei che silicei o marnosi distribuite su tutta la catena Appenninica e parte delle Alpi Marittime, che fanno riferimento alle alleanze *Geranio nodosi-Fagion* (*Aremonio-Fagion suball. Cardamino kitaibelii-Fagenion*) e *Geranio striati-Fagion*.

Per quanto concerne le aree Floristiche protette la regione Marche ha istituito le dette aree con la legge regionale n. 52 del 30 dicembre 1974 "Provvedimenti per la tutela degli ambienti naturali" che prevede appunto l'individuazione delle aree nelle quali crescono piante rare o in via di estinzione e quindi meritevoli di tutela. Le aree floristiche protette nell'area del Mazziccio del Monte Catria sono (Fig. 12): *Ranco Pierello* (zona montana tra 885-1050 m), *Prati di Tenetra* (zona montana tra 1110-1240 m), *versante Nord-Est del Monte Acuto* (zona montana tra 1250-1668 m), *Prati dell'Infilatoio* (zona montana tra 1250-1668 m), *Faggeta delle Cupaie, Alto versante Nord-Est del Monte Catria* (zona montana tra 1325-1702 m), *La Forchetta* (zona montana tra 775-850 m), *Balze della Porrara* (zona montana tra 900-1200 m)

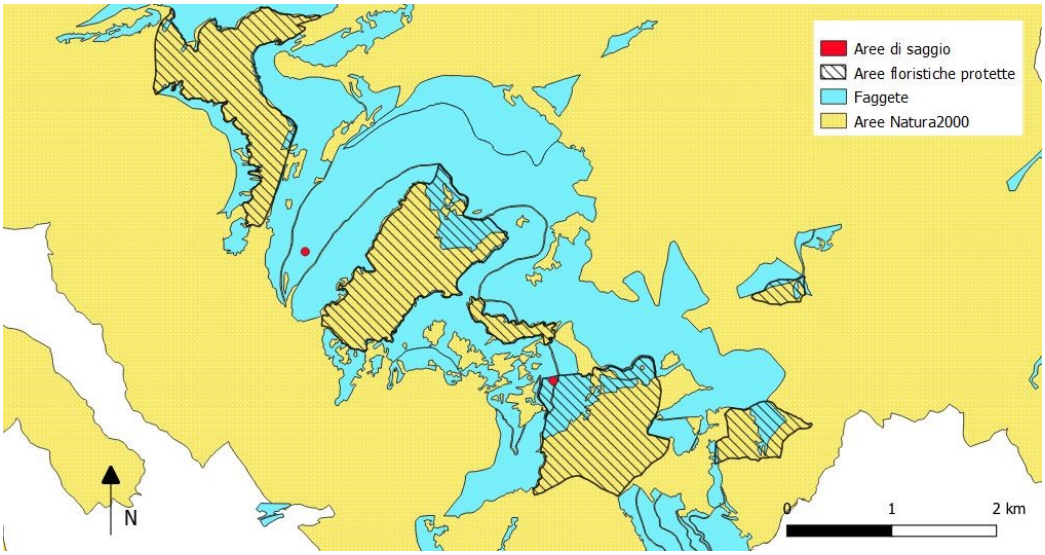

Figura 12. Distribuzione delle faggete e delle superfici delle aree floristiche protette e Rete Natura 2000 presenti nell'area di studio (Elaborazione in QGIS dei dati prelevati sul sito della Regione Marche)

4.3 **Caratteri tipologici delle cenosi forestali**

L'area di studio è caratterizzata dal tipo vegetazione forestale della Faggeta eutrofica, vale a dire faggete che vegetano generalmente sopra i 1000 m di quota situate su versanti freschi, su substrati carbonatici (IPLA, 2001) ed è riferibile all'associazione vegetale *Lathyro veneti-Fagetum sylvaticae* subass. *lathyretosum veneti* (serie del *Lathyro veneti-Fago sylvaticae* sigmetum *Lathyro veneti* sigmetosum) (Fig. 13). Le faggete presenti sono cenosi quasi monospecifiche di faggio, sono presenti pochi individui di *Ilex aquifolium* nel piano dominato che rende l'habitat prioritario "Faggete con *Taxus e Ilex*". Le quote altitudinali più elevate, ove non ci siano processi erosivi in atto, sono caratterizzate dalla presenza del sottotipo *faggeta d'altitudine a sviluppo ridotto* con sorbo montano nelle radure (ass. *Lathyro-veneti-Fagetum sylvaticae* subass. *Sorbetosum ariae* (Biondi et al., 2010). A contatto con la vegetazione forestale sono presenti il mantello di vegetazione a *Rhamnus alpinus* ssp. *fallax* e nelle aree caratterizzate da accumulo di detrito sono presenti formazioni di *Genista radiata* che connettono il limite del bosco e la vegetazione preforestale. La vegetazione erbacea è rappresentata dalle praterie secondarie xerofitiche a *Bromus erectus*, mentre nel settore sommitale in quelle aree acclivi e sottoposte a fenomeni di geliflusso e ruscellamento, sono presenti le praterie primarie a *Carex macrolepis* e *Sesleria apennina*. Infine, nelle creste rocciose dove sono in atto fenomeni di crioturbazione sono presenti le praterie primarie a *Sesleria apennina* (Gallucci et al., 2010). Nella figura 14 è schematizzata la successione vegetazionale del versante nord-ovest del Monte Acuto.

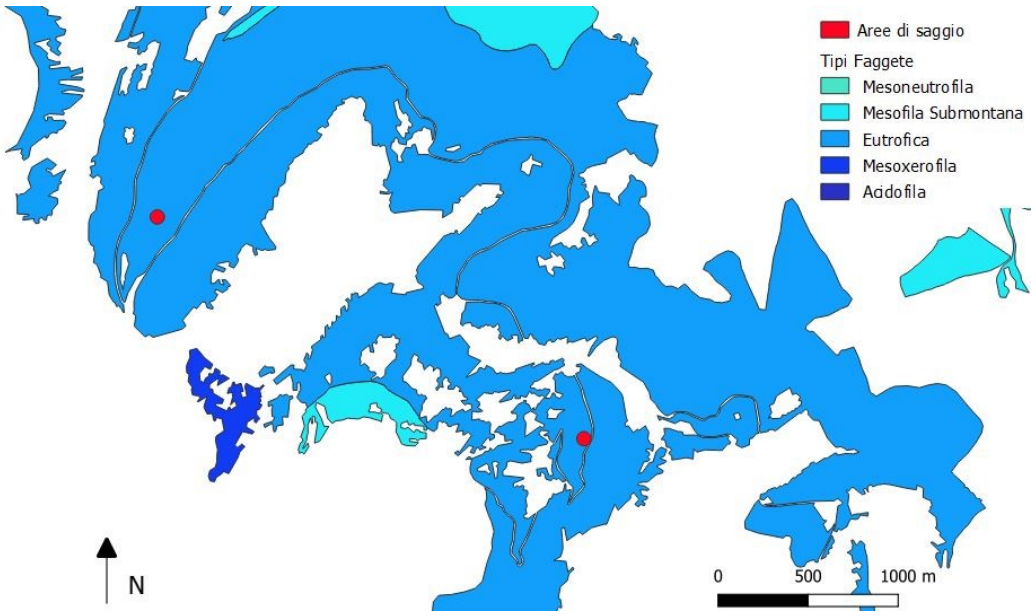

Figura 13. Distribuzione dei tipi forestali della categoria "Faggete" nel complesso Catria-Acuto. Le aree di saggio (in rosso) si collocano all'interno delle aree caratterizzate dal Tipo Forestale "faggeta eutrofica" (FG30X) (Elaborazione in QGIS)

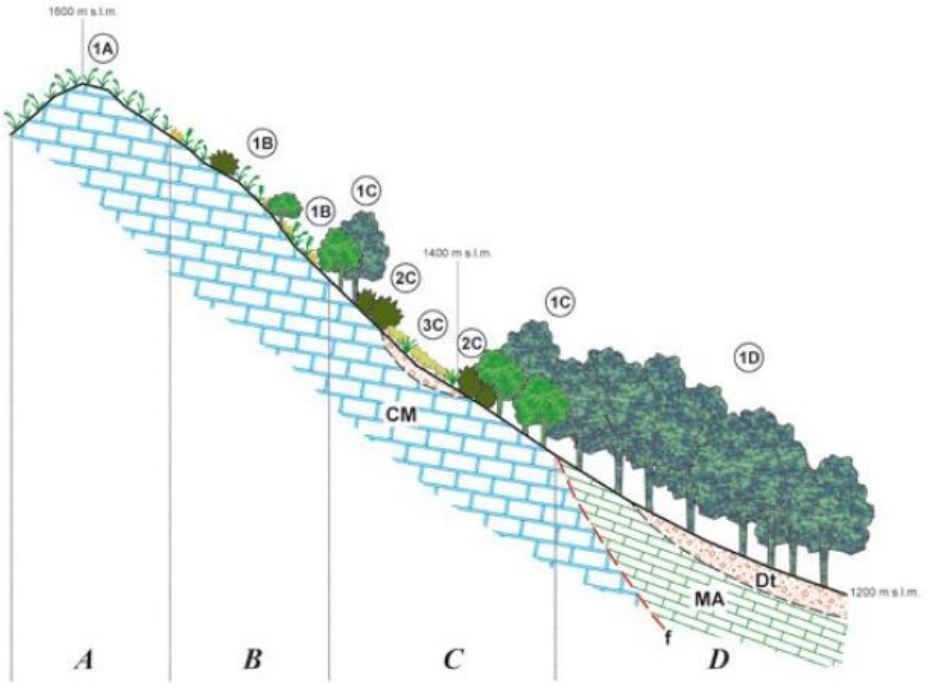

Figura 14. Successione vegetazionale nel versante nord-ovest del Monte Acuto a partire da 1200 m s.l.m.

A) Associazione durevole della sesleria dell'Appennino*:* 1A – prateria primaria a *Sesleria apennina*;

B) Serie durevole della ginestra stellata *(CENTAUREO TRIUMFETTII-GENISTO RADIATE* sigmetum): 1B – prateria subprimaria a *Carex macrolepis e Sesleria apennina (Carici macrolepis-Seslerietum apenninae);*
C) Serie submontana edafoxerofila del faggio: *(LATHYRO VENETI-FAGO SYLVATICAE* sigmetum *SORBO ARIAE* sigmetosum): 1C – bosco rupestre di *Fagus sylvatica* e *Sorbus aria (lathyro veneti-Fagetum sylvaticae subass. sorbetosum ariae);* 2C- mantello di vegetazione a *Rhamnus alpinus* ssp. *fallax* e *Rosa pimpinellifolia;* 3C- orlo di *Genista radiata (Centaureo triumfettii-Genistetum radiatae);*
D) Serie submontana climatofila del faggio *(LATHYRO VENETI-FAGO SYLVATICAE* sigmetum *LATHYRO VENETI* sigmetosum): 1D – bosco di *Fagus sykvatica (Lathyro veneti-Fagetum sylvaticae* subass. *lathyretosum veneti).*

CM – formazione del Calcare Massiccio; MA – formazione della Maiolica; Dt – detrito di versante; f – faglia (Gallucci et al., 2010).

4.4 **Le aree del complesso Monte Catria-Acuto tra passato e presente**

Per lo studio sono state individuate delle aree caratterizzate dalla presenza di formazioni di faggio presenti già in passato e per questo motivo, unito al fatto che esse si presentino come delle formazioni quasi naturali e di grande valore ai fini della raccolta del seme, sono state scelte per il lavoro di tesi. Le immagini del volo GAI del 1955 per l'area del Monte Catria-Acuto confermano la presenza di fustaie di faggio già a quel tempo. Si nota come in passato le due aree, in cui sono state effettuate le aree di saggio, fossero già caratterizzate dalla presenza di formazioni boscate con una densità colma. In Fig. 15 è evidente la buona copertura delle chiome nelle aree considerate. Al contrario, in gran parte delle aree circostanti, le formazioni boscate, sebbene di superficie ridotta rispetto ad oggi, si caratterizzano per la loro minore densità di copertura (Fig. 15A). Oggi tutta l'area è caratterizzata da foreste con una densità maggiore, dovuta al progressivo abbandono del pascolo che ha permesso l'instaurarsi di processi di successione secondaria e la ricolonizzazione della vegetazione arborea e arbustiva (Fig. 15B). Le chiome degli alberi presenti intorno alle aree di studio sono ben visibili a creare condizioni di elevata copertura. Nelle fig. 16 e 17 è interessante notare la differenza di tessitura delle chiome che, per le fustaie di faggio, appare a grana più grossa caratterizzata dalla presenza di chiome ben visibili ed espanse (fig 16B)

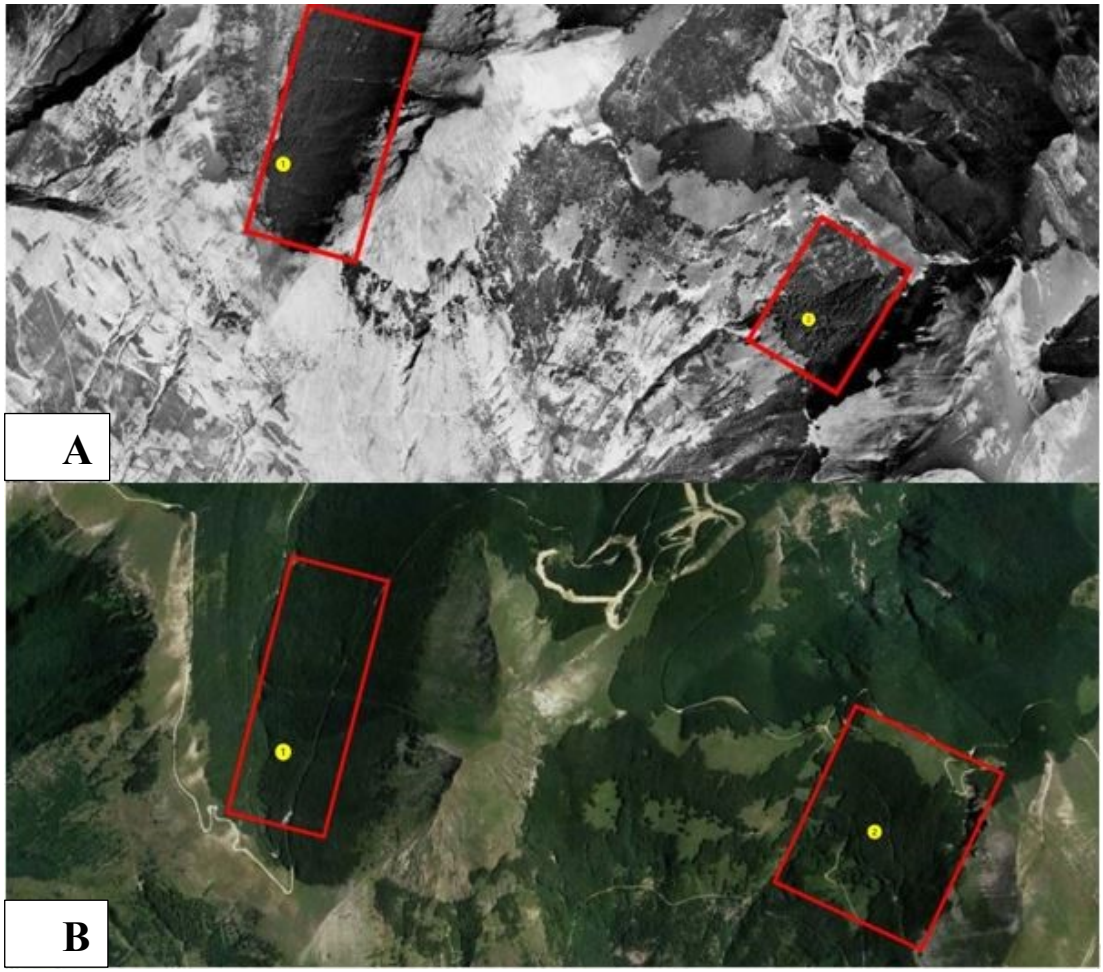

Figura 15. Confronto tra immagini del Volo GAI 1955 (A) e di Google Earth (B) relativamente alle due Aree di studio (rettangolo rosso) nelle quali sono state realizzate le ADS 1 e 2 (cerchio giallo).

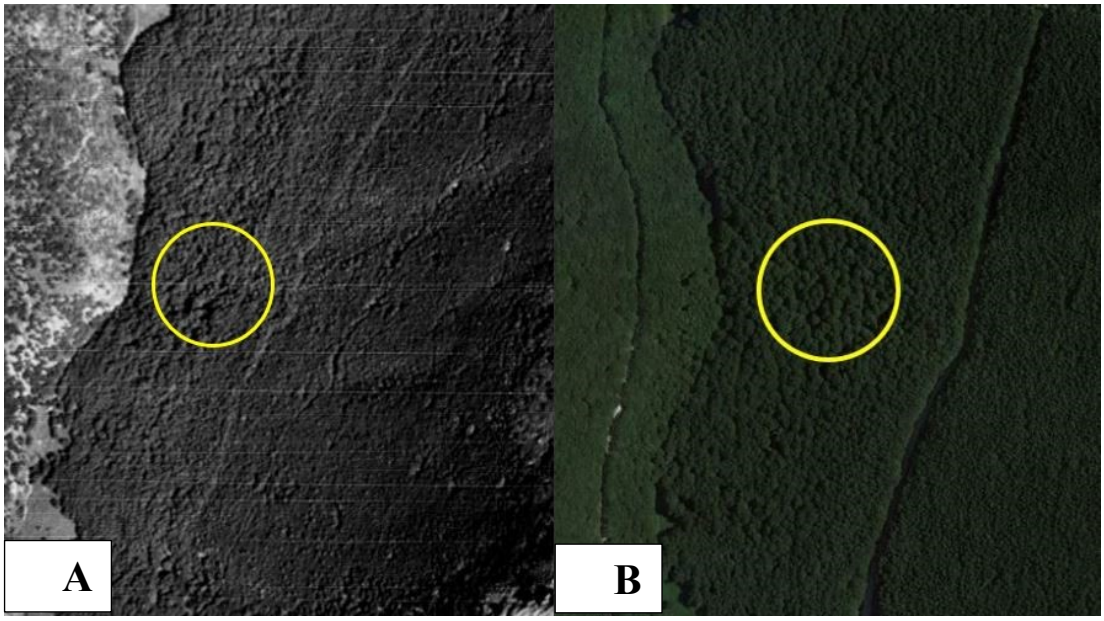

Figura 16. Confronto tra immagini del Volo GAI 1955 (A) e immagine attuale da Google Earth (B) relative all'ambito di ADS 1.

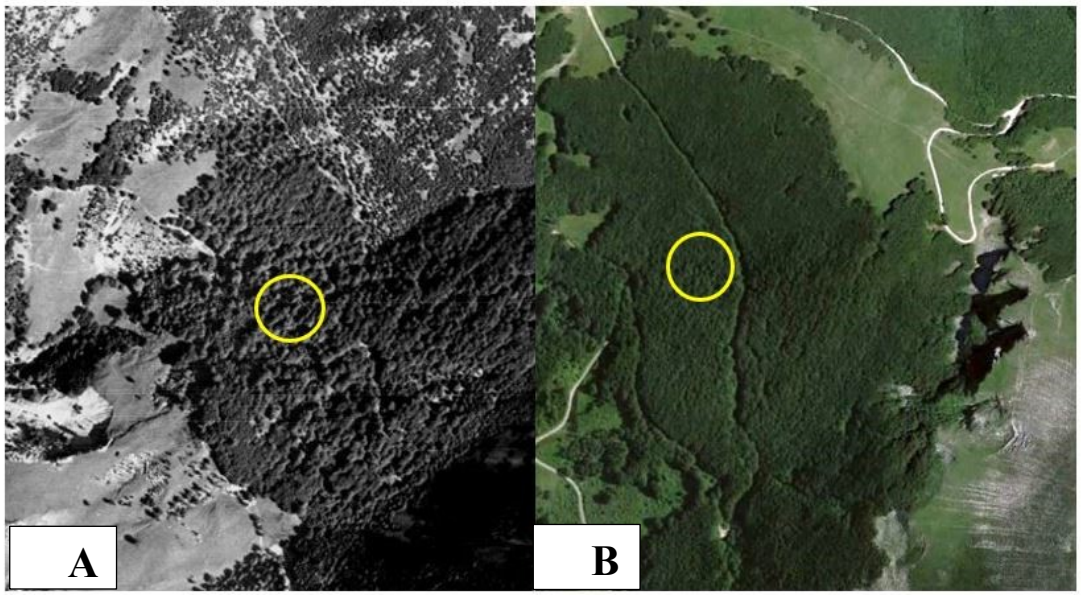

Figura 17. Immagini a confronto del Volo GAI 1955 (A) e attuali da Google Earth (B). In giallo l'area di saggio (ADS2)

Capitolo 5
MATERIALI E METODI

5.1 **Il protocollo di campionamento in bosco**

Il protocollo di campionamento effettuato in bosco è stato preceduto da una prima ispezione al fine di individuare aree con caratteristiche idonee e conformi agli obiettivi della tesi. Una volta individuate le aree caratterizzate dalla presenza di fustaie di faggio dalle quali potenzialmente raccogliere il materiale da propagazione, si è proceduto alla realizzazione di due aree di saggio permanenti di forma circolare pari alla superficie di 0.5 ha ciascuna. All'interno delle aree di saggio, di seguito ADS, sono stati rilevati i principali parametri dendrometrico-strutturali al fine di caratterizzare in termini quali-quantitativi la struttura delle cenosi forestali. Mediante l'ausilio delle schede per il rilevamento in campo della regione Marche sono state evidenziate le principali caratteristiche della stazione e le caratteristiche qualitative del popolamento forestale. La realizzazione delle aree di saggio ha previsto l'utilizzo di Field-Map con il quale, una volta stabilito il centroide dell'ADS, si è misurato il raggio pari a 39.9 m (5000 m^2). Field-Map è una tecnologia software e hardware per la raccolta e l'elaborazione dei dati in campo. Lo strumento combina software GIS flessibile in tempo reale e apparecchiature elettroniche per la mappatura e il prelievo di misure dendrometriche (Fig. 18). Le piante ricadenti all'interno del perimetro dell'area sono state oggetto del campionamento. Si è dapprima effettuato un cavallettamento totale degli individui di faggio aventi diametro minimo di 7 cm a 130 cm da terra. Per il rilevamento dei diametri delle piante ci si è serviti di un cavalletto dendrometrico, collegato via bluetooth al computer dello strumento Field-Map con il quale sono state effettuate due misurazioni e la registrazione automatica della media delle due misure (Fig. 19). Le misurazioni dei diametri maggiori di 50 cm sono state prelevate mediante cavalletto dendrometrico e inserite nel computer in modo manuale in quanto il calibro utilizzato non è tarato per misure oltre questa soglia. Di tutti gli individui censiti sono state identificate tramite TruPulse, che è un telemetro laser, le posizioni, vale a dire la distanza di ciascun individuo dal centroide, al fine della mappatura ed è stato successivamente eseguito il rilevamento ipsometrico con Vertex ad ultrasuoni per le misure dell'altezza totale e dell'altezza di inserzione della chioma (Fig 18D). Le piante all'interno

delle aree di saggio sono state mappate e numerate per permettere la costituzione di aree permanenti e quindi permettere agli operatori di potersi recare anche in futuro per la raccolta dei semi. Sono state prelevate le carote dal fusto delle piante di maggior diametro, in particolare 6 carote nell'ADS1 e 9 in ADS2, per mezzo del succhiello di Pressler per la determinazione dell'età. Il carotaggio è stato fatto a monte della pianta a 1,30 m da terra con la trivella perpendicolare al fusto. Oltre al rilievo ipso-diametrico sono state misurate le coordinate di proiezione di 4 raggi di chioma per facilitare l'analisi della struttura verticale e orizzontale del popolamento forestale. Sono state inoltre prodotte delle carte per la visualizzazione delle ADS e degli individui censiti mediante software QGIS.

Si è proceduto alla definizione dell'indice IBP per entrambe le aree di saggio attraverso analisi visiva con l'ausilio di apposite schede di valutazione. Infine, è stato utilizzato il software "S*hinyForeMast*", come modello di previsione per stimare la probabilità dell'evento di pasciona.

Figura 18. Strumenti compositivi del Field-Map. A: ipsometro/telemetro laser TruPulse; B: calibro; C: Tablet. ((hardware components (fieldmap.cz)); D: ipsometro/telemetro ad ultrasuoni Vertex.

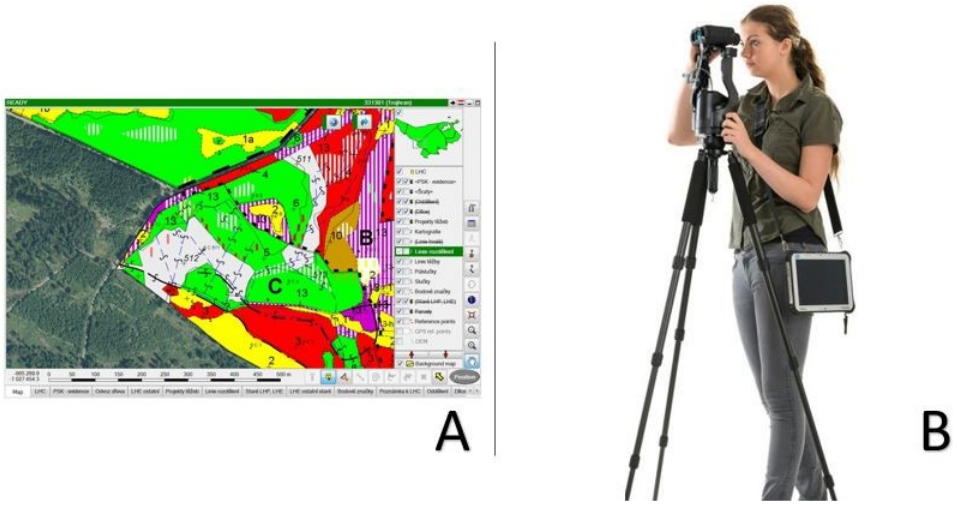

Figura 19. Visualizzazione mappatura nella schermata del computer di Field-Map (A); strumento Field-Map (B) (fonte fieldmap.cz)

5.2 **Indice di biodiversità potenziale (IBP)**

L'IBP (Indice di Biodiversité potentielle) è un indice di biodiversità potenziale sviluppato dal consorzio Forêt Privée Française, ampiamente utilizzato in Francia. Dal 2008, anno in cui è stato sviluppato, ad oggi è stato realizzato un programma di ricerca e sviluppo per diffondere e migliorare le conoscenze dell'IBP anche in altri paesi dell'area mediterranea. L'Italia partecipa al comitato internazionale di esperti dell'IBP tramite il progetto LIFE GoProFor, che si impegna nell'adattamento del progetto francese al contesto italiano. Questo indice permette di valutare la biodiversità potenziale a scala di popolamento poiché questa è la scala tipica utilizzata dai gestori delle foreste, mediante metodo di indagine standardizzato. Si tratta di uno strumento semplice e veloce che non richiede di effettuare misurazioni complesse. Esso, infatti, permette di valutare la biodiversità potenziale mediante valutazioni indirette frutto di osservazioni delle caratteristiche del popolamento e degli habitat in quelle foreste dove non è possibile effettuare un'analisi dettagliata. La biodiversità che viene valutata per mezzo di questo approccio è una biodiversità potenziale, vale a dire la capacità dei popolamenti di ospitare specie e comunità (Larrieu et al., 2019). Generalmente l'IBP è uno strumento di supporto alla gestione forestale che permette di comprendere il rapporto tra biodiversità e gestione, ma permette anche di orientare le scelte dei gestori forestali a seconda dell'obiettivo di gestione, per esempio quando si desidera agire positivamente sul livello di biodiversità della foresta. La biodiversità è infatti fondamentale per tutta una serie di fattori, tra i quali il rispetto degli impegni nazionali ed internazionali, per i benefici sociali legati ad attività ricreative,

culturali, etici e per servizi di fertilità dei suoli, produttività e capacità di resistenza e resilienza degli habitat al fronte di potenziali perturbazioni naturali e/o antropiche. Uno studio di Larrieu et al., 2019 mostra delle correlazioni positive tra la struttura dei popolamenti forestali, utilizzando dieci variabili che la caratterizzano, e la biodiversità, in numero di taxa, valutata mediante l'indice IBP (Fig. 20) L'IBP si avvale di una serie di criteri, valutati mediante analisi visiva, ai quali vengono attribuiti dei punteggi al fine di estrapolare un unico valore che rappresenti la biodiversità potenziale di una formazione boschiva montana. Nel lavoro di tesi è stata valutata la biodiversità potenziale con un protocollo di rilevamento che ha tenuto conto dell'ambiente in cui è stato fatto lo studio. Infatti, tutti i fattori di cui è composto l'IBP sono stati rilevati in conformità alle soglie standard caratteristiche della regione continentale-alpina. Come mostra la figura 21 in Italia sono presenti due regioni diverse dal punto di vista del bioclima: una regione continentale-alpina e una mediterranea. I requisiti per valutare i fattori in questione sono diversi per le due aree. Il valore dell'IBP è compreso tra 0 e 50. L'indice è composto da 10 indicatori di cui 7 dipendono direttamente dalla gestione del bosco e 3 sono relativi al contesto in cui si inserisce l'area presa in considerazione per lo studio. Vengono utilizzati criteri riguardanti lo strato arboreo e la struttura del popolamento quali:

1. Presenza di specie autoctone. Vengono valutati il numero di generi di specie autoctone in quanto la varietà della presenza di queste specie favorisce la diversità di specie all'interno di gruppi tassonomici: si possono infatti trovare organismi specifici legati ad ogni specie arborea e organismi legati alla diversità di specie arboree. Inoltre, la varietà di specie arboree contribuisce al corretto funzionamento dell'ecosistema che si traduce in una migliore resilienza alle perturbazioni e maggiore resistenza ai patogeni. Il minimo punteggio raggiungibile nella regione continentale-alpina è 0, vale a dire quando è presente 1 genere. Il massimo punteggio è 5, quando sono presenti cinque o più generi.
2. Struttura verticale della vegetazione. È intesa come numero di strati presenti in termini di ingombro del fogliame e non di altezza totale degli alberi. Uno stesso albero può quindi essere compreso in più strati. Il parametro viene valutato in quanto la varietà di strati permette di ospitare una maggiore diversità di specie. Il minimo punteggio raggiungibile per la regione continentale-alpina è 0, quando è presente un solo strato e il massimo è 5 quando sono presenti 5 strati.
3. Legno morto in piedi di grandi dimensioni. Per essere valutato questo parametro necessita di alcune soglie di rilevamento precise. Vengono infatti considerati alberi morti in piedi o al suolo che abbiano almeno una lunghezza maggiore di 1 m e un

diametro maggiore di 37.5 cm per le regioni continentali-alpine. Nel caso in cui non siano presenti alberi di grandi dimensioni il protocollo permette di prendere in considerazione alberi di medie dimensioni, vale a dire quegli alberi che hanno un diametro compreso tra 17.5 cm e 37.5 cm. Il legno morto in piedi e al suolo è un fattore molto importante per la biodiversità. Varietà delle tipologie di legno morto, in termini di specie, dimensione e grado di decomposizione sono fondamentali per accogliere una grande diversità di specie saproxiliche, quelle specie utili anche per l'aumento della ricchezza minerale dei suoli. Il punteggio minimo e massimo è rispettivamente 0 quando non sono presenti alberi morti in piedi di grandi o medie dimensioni e 5 quando sono presenti alberi morti in piedi di grandi o medie dimensioni in numero di 3 per ettaro.

4. Legno morto al suolo di grandi dimensioni. Per questo parametro valgono le stesse considerazioni e soglie di rilevamento spiegate in precedenza nel punto 3. "legno morto in piedi di grandi dimensioni".
5. Alberi vivi di grandi dimensioni giocano un ruolo fondamentale per l'elevato valore ecologico per la conservazione della biodiversità, ma anche un alto valore paesaggistico, culturale e patrimoniale. Le grandi dimensioni di questi alberi offrono elevata superficie in grado di ospitare le specie, per esempio, di fauna vertebrata (mammiferi, uccelli ecc.). Le caratteristiche di questi individui, per esempio, le caratteristiche della corteccia e l'età, permettono a specie di licheni e funghi di instaurarsi su di essa. Inoltre, gli alberi vivi di grandi dimensioni sono potenzialmente ricchi di numerosi microhabitat che possono fungere da rifugio per i mammiferi. Il punteggio minimo per questo fattore è 0, vale a dire quando non sono presenti alberi vivi di grosse o di medie dimensioni in un ettaro di superficie e il massimo punteggio, che è 5, quando sono presenti almeno 5 alberi di grandi dimensioni per ettaro. Anche in questo caso le soglie dimensionali per il rilevamento degli individui devono rispondere a precisi requisiti. Il diametro a 130 cm deve avere dimensione minore di 67.5 cm per alberi grandi e compreso tra 47.5 cm e 67.5 cm per alberi di medio grandi dimensioni.
6. Alberi vivi con dendro-microhabitat. A questa categoria appartengono tutti quegli individui che presentano dendro-microhabitat che possono essere di diverso tipo. Viene presa in considerazione la presenza di nidi; cavità di picidi; concavità; fori di uscita di gallerie scavate da insetti; legno morto nella chioma; cavità del tronco con rosura; microsuoli; colate di resina e linfa; corpi fruttiferi fungini perenni o effimeri;

crescite tumorali o cancri; alburno e durame esposti e piante e licheni epifiti o parassiti. Questi dendro-microhabitat offrono riparo e luoghi di riproduzione e nutrimento per diverse specie e per questo motivo risultano fondamentali nel calcolo dell'IBP. Il valore minimo raggiungibile per l'ambiente oggetto di studio è pari a 0 quando non vi sono alberi con dendro-microhabitat in un ettaro. Il valore massimo è 5 quando invece sono presenti almeno 6 o più alberi con almeno una delle tipologie di dendro-microhabitat per ettaro. Nella figura 7 sono raffigurate le tipologie di dendro-microhabitat considerati nell'IBP.

7. Ambienti aperti, vale a dire presenza di chiarie o radure contribuiscono al calcolo dell'IBP. In questo caso vengono valutati gli effetti dell'illuminazione sulla vegetazione, ovvero la presenza di ambienti aperti che favoriscono l'arrivo della luce al suolo e la conseguente crescita di specie vegetali e fioriture. Viene valutata la presenza o meno di sentieri e il loro margine nonché l'ampiezza delle radure e se esse siano o meno permanenti. La presenza di radure e chiarie offre habitat specifici all'interno del bosco. Viene dato un punteggio di 0 quando la copertura è dello 0 % e un punteggio di 5 quando la copertura è compresa tra 1% e 5%.

Tra i criteri relativi al contesto in cui si inserisce l'area analizzata vengono utilizzati:

1. La continuità temporale della copertura forestale, ossia l'individuazione o meno di discontinuità che facciano ipotizzare che in passato le aree fossero caratterizzate da foresta o da altri usi del suolo, come per esempio presenza di terrazzamenti, muretti, e rovine di edifici. Questa operazione avviene se non si ha la possibilità di consultare mappe forestali o foto aeree e documenti storici per analizzare l'assetto pregresso del soprassuolo forestale. Generalmente per l'Italia vengono distinte le foreste persistenti da quelle recenti facendo affidamento su documenti e le mappe del 1910-1929. Anche in questo caso vengono assegnati dei punteggi che vanno da 0 a 5 dove lo zero viene assegnato per le foreste giovani; valore 1 per le foreste giovani ai margini delle foreste persistenti; valore 2 alla foresta persistente parzialmente disboscata e ripiantata e 5 alla foresta persistente. La persistenza della foresta è un fattore di elevata importanza per diversi motivi, primo fra tutti è quello che in queste foreste la diversità delle specie all'interno dei vari gruppi tassonomici è maggiore, inoltre, si possono trovare specie relitte a presenza rara e più tipicamente legate alla foresta.
2. Ambienti acquatici. Presuppone che l'area sia caratterizzata dalla presenza di uno o più dei seguenti ambienti: sorgenti d'acqua; torbiere; zone paludose; torrente o fiume lago e stagno. La loro presenza crea biodiversità in quanto necessaria per molte specie.

Anche per questo fattore il punteggio massimo è pari a 5 se sono presenti due o più tipi di ambienti acquatici e il punteggio minimo è 0 se non vi è neanche un tipo.

3. Ambienti rocciosi. Esistono diverse categorie di ambienti rocciosi, per esempio, presenza di falesia; affioramento di banchi di ciottoli; grotte; ghiaioni instabili ecc. Anche questo fattore contribuisce ad aumentare la biodiversità in quanto la presenza di questi ambienti può ospitare diverse specie associate (muschi, licheni; uccelli; anfibi) e inoltre le specie vegetali associate ad ambienti di ghiaioni con la loro colonizzazione creano le condizioni adeguate ad avviare la successione vegetale. Il punteggio massimo è 5 se sono presenti 2 o più tipi e il punteggio minimo è 0 se non è presente nessun tipo di ambiente roccioso. La somma dei punteggi di tutti i parametri equivale al valore dell'IBP. A supporto del rilievo mediante analisi visiva si aggiunge un manuale per facilitare gli operatori nel riconoscimento dei diversi dendro-microhabitat (Fig. 21). Oltre alla presenza dei manuali e cataloghi per il supporto delle attività di campo è stata creata un'applicazione scaricabile da Google play per smartphone che riporta il catalogo per il riconoscimento dei dendro-microhabitat in formato digitale che ne facilita il riconoscimento da parte degli operatori forestali (Integrare l'App Tree Microhabitat - App su Google Play) . Questo indice è stato sviluppato per superfici ampie 1 ha. Nella presente tesi il calcolo dell'IBP è stato calibrato per una superficie di 0.5 ha equivalente alla superficie totale di ciascuna area di saggio.

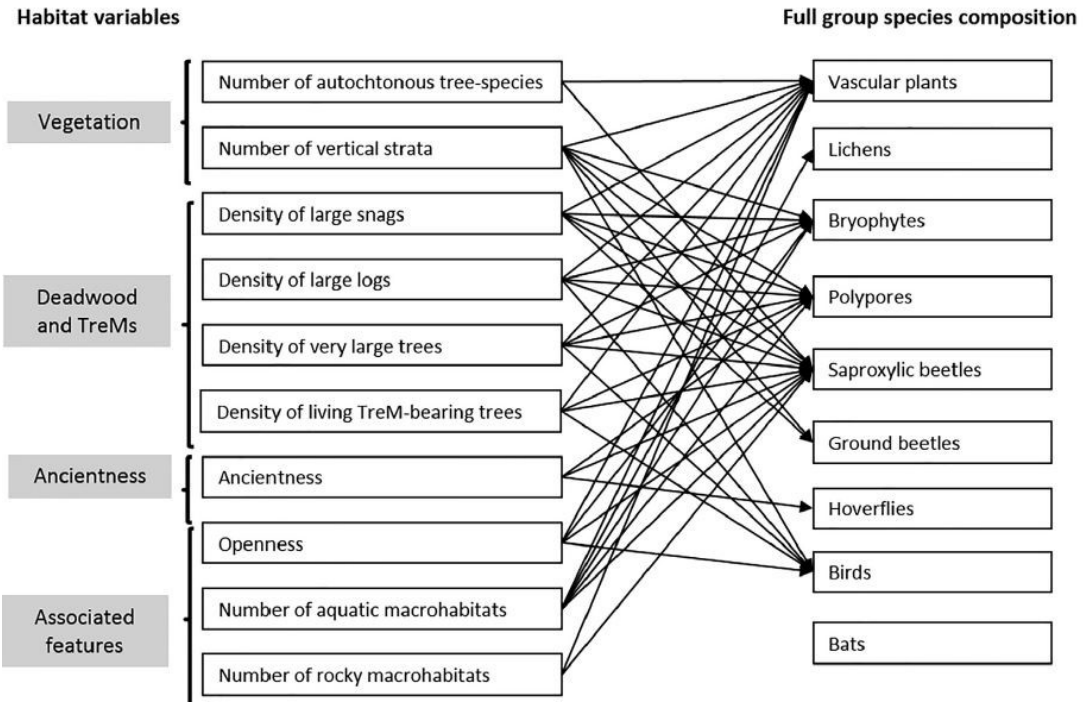

Figura 20. Relazione tra le 10 variabili dell'Habitat (a sinistra) e la variazione nella composizione delle specie (a destra). (Fonte Larrieu et al., 2019)

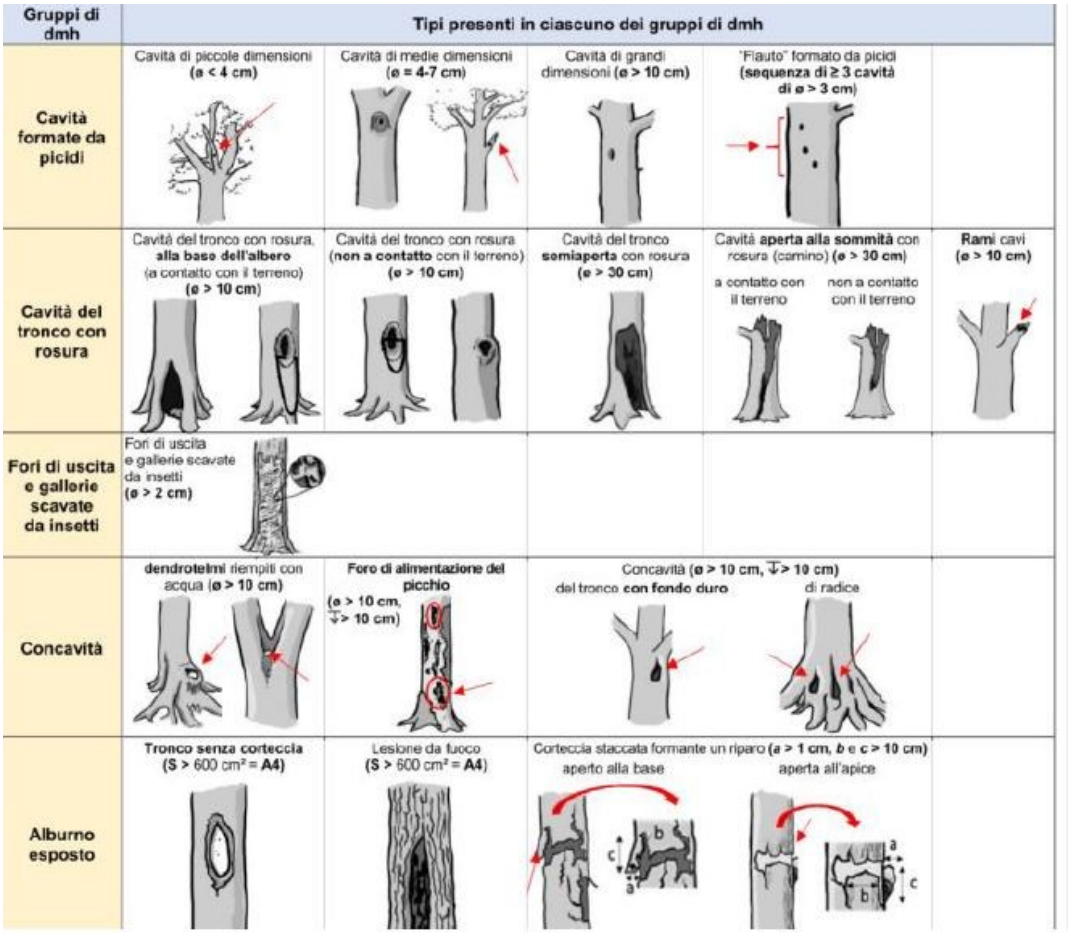

Figura 21. Illustrazione di alcuni esempi di dendromicrohabitat che è possibile osservare per il calcolo dell'IBP

5.3 **Analisi dei dati raccolti**

Le prime analisi effettuate dei dati raccolti sono state utili per elaborare le seguenti sintesi dendrometriche in grado di fornire una prima valutazione delle caratteristiche del popolamento:

a. Densità specifica e totale del soprassuolo (N = n° ha^{-1})
b. Area basimetrica specifica e totale del soprassuolo (G = m^2 ha^{-1})
c. Area basimetrica media (Gmedia)
d. Diametro medio dell'albero calcolato come diametro dell'albero di area basimetrica media (d_g in cm)
e. Altezza media dell'albero di area basimetrica media (h_m in m)
f. Altezza dominante calcolata come la media dei 50 individui di grosse dimensioni
g. Volume soprassuolo (V in m^3)
h. Distribuzione di frequenza degli individui nelle diverse classi diametriche

i. Curva ipsometrica, che esprime la variazione dell'altezza in funzione del diametro
j. Distribuzione degli individui nelle diverse classi di altezza
k. Distribuzione di frequenza degli individui nelle diverse classi di chioma
l. Correlazioni tra i principali parametri strutturali

Il volume è stato calcolato mediante l'utilizzo della tavola di cubatura a doppia entrata per il faggio dell'Inventario Forestale Nazionale del 2005 (Tabacchi et al., 2011).

Nella tabella 1 sono riportati i principali parametri dendrometrico-strutturali. In seguito alle elaborazioni dei dati raccolti in campo si è proceduto al calcolo di alcuni indici per spiegare in modo più esaustivo la struttura del popolamento forestale e la sua biodiversità potenziale mediante l'applicazione dell'indice IBP.

Tabella 1. Sintesi dendrometriche delle due ADS

	ADS1	**Dati ha**	**ADS2**	**Dati ha**
Superficie (m^2)	5000		5000	
N°	106	212	166	332
G (m^2)	17.3	34.5	25.1	50.3
G media (m^2)	0.16		0.15	
V (m^3)	194.4	388	250.2	500
d_g (cm)	25.7		24.8	
H_m (m)	19.6		20	
H_d (m)	23.1		25.1	

5.4 **La struttura delle cenosi forestali**

La struttura è l'organizzazione spazio-temporale di una cenosi forestale. I parametri con la quale si studia e si osserva la struttura del popolamento forestale sono numerosi. Di fondamentale importanza è comprendere, per esempio al fine di una progettazione, come risulta l'organizzazione attuale del popolamento forestale, i processi avvenuti in passato e cosa ci si aspetta nel futuro. Lo studio di alcune caratteristiche del popolamento forestale permette di rispondere in parte a questi quesiti e per questo motivo vengono rilevate in bosco le informazioni sulla composizione specifica; l'origine gamica o agamica del popolamento; la densità in termini di numero delle piante presenti e in termini di area basimetrica; la tessitura o distribuzione orizzontale; la distribuzione verticale; la struttura cronologica; lo stadio di

sviluppo e le condizioni vegetative. La struttura spaziale dei boschi esprime il modo con cui ogni individuo occupa uno spazio ed è rilevante comprendere il modo con cui le chiome occupano lo spazio, sfruttano l'energia solare, interferiscono tra di loro ed ombreggiano il suolo. Al fine di osservare la struttura spaziale è indispensabile fare una distinzione tra la struttura verticale e la struttura orizzontale. La prima chiamata anche stratificazione permette di studiare i rapporti tra gli individui di specie diverse e tra individui appartenenti alla stessa specie. È possibile in questo modo osservare come le chiome di distribuiscono verticalmente in un unico piano o in più piani diversi. La struttura orizzontale, invece, esprime i rapporti di forza mediante l'osservazione della proiezione delle chiome degli alberi (Fig. 22). In questo modo è possibile individuare quali tra gli individui risultano essere dominanti, quali dominati e il grado di copertura delle chiome al suolo (Piussi, 1994)

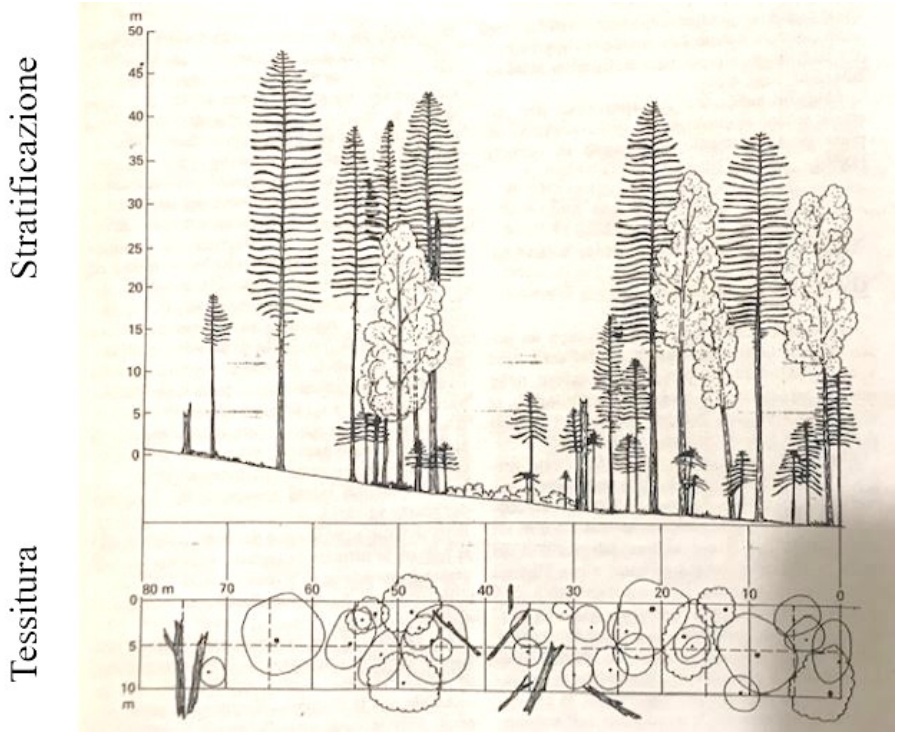

Figura 22.Struttura verticale (stratificazione) e struttura orizzontale (tessitura) (Piussi, 1994)

5.5 **Indici di struttura**

Esistono diversi metodi per valutare la diversità dei boschi. I parametri più utilizzati per valutare la dinamica delle popolazioni forestali e la competizione in atto sono sicuramente quelli relativi alla densità, alla struttura e alla diversità. In ecologia forestale vengono utilizzati

degli indici sintetici con il fine di descrivere la diversità strutturale, specifica e la competizione. Per descrivere la diversità delle specie di un bosco, per esempio, si potrebbe procedere con il conteggio del numero delle specie. Tuttavia, per valutare la diversità delle specie esistono altri indici più complessi come, per esempio, l'indice di Shannon o l'indice di segregazione di Pielou. In generale in letteratura sono presenti diverse tipologie di indici utilizzabili anche per descrivere la struttura verticale e orizzontale. Per uno studio più approfondito delle caratteristiche della struttura del popolamento forestale sono stati calcolati diversi indici di struttura relativi sia alla struttura verticale che orizzontale. Più precisamente sono stati calcolati per entrambe le aree:

- Indice di Shannon e l'indice di Simpson
- Gli indici di diversità dimensionale *Tree Diameter Diversity* (TDD) e il *Tree Height Diversity* (THD)
- Indice di Gini calcolato per l'area basimetrica
- Indice di complessità ecosistemica (CI)
- Il *Vertical Evenness* (VE)

5.5.1 *Indice di Shannon e indice di Simpson*

L'indice di Shannon è un indice utilizzato per quantificare la diversità specifica delle specie arboree presenti. Assume valori tra 0 e ∞ e considera l'abbondanza della presenza di specie (Becagli et al., 2009). Nel presente studio è stato utilizzato per calcolare la diversità diametrica e di altezza in quanto tutti gli individui presenti nelle aree di studio appartengono ad un'unica specie. L'indice di Simpson, invece, varia da 0 a 1 e pondera la dominanza delle specie principale rispetto alle altre. Valori vicini a 1 indicano un'alta diversità specifica; valori vicini allo 0 indicano una bassa diversità e presenza di specie dominanti. Anche in questo caso l'indice non è stato applicato per il calcolo della quantità della diversità specifica ma è stato calcolato sulla base della frequenza relativa degli individui ricadenti in classe diametriche.

5.5.2 *Indici di diversità dimensionale (TDD e THD)*

Il *Tree Diameter Diversity* (TDD) e *Tree Height Diversity* (THD) sono due indici della struttura del popolamento forestale che quantificano la variabilità dei diametri e delle altezze. Misurano la diversità dimensionale degli individui nelle diverse classi di diametro e classi di altezza. Per tale motivo gli individui all'interno delle ADS sono stati raggruppati in classi di diametro da 5 cm e in classi di altezza da 3 m. Questi due indici sono calcolati utilizzando la formulazione di Shannon. L'indice è calcolato come segue:

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} pi\ ln(pi)$$

Dove p_i sono gli individui appartenenti alla classe diametrica, o di altezza nel caso del THD, e *n* è il numero delle classi diametriche o di altezza. Il valore massimo teorico dell'indice di Shannon si verifica quando le proporzioni sono uguali per tutte le classi di diametro o di altezza, vale a dire il valore di *ln(n)* e il valore minimo dell'indice è 0 e si verifica quando tutti gli individui rientrano in una singola classe (Rouvinen and Kuuluvainen, 2005). Nel presente lavoro gli individui all'interno delle due aree di saggio sono stati suddivisi in classi diametriche e in classi di altezza per permettere il calcolo rispettivamente dell'indice TDD e THD. Nella ADS 1 sono state create 11 classi diametriche di ampiezza 5 cm e 10 classi di altezza di ampiezza 3 m. Nell'ADS 2 invece sono state create 20 classi diametriche sempre di ampiezza 5 cm e 9 classi di altezza di ampiezza 3 m.

5.5.3 *Indice di Gini (GC)*

L'indice di Gini, o coefficiente di Gini, è un indice originariamente sviluppato per l'economia per descrivere la distribuzione del reddito all'interno della popolazione di un paese. L'indice viene applicato anche in ecologia per misurare la diversità biologica e la diversità strutturale di un ecosistema. Il Gini è un valore compreso tra 0 e 1. Quanto più il suo valore si avvicina a 1 tanto più la distribuzione è diseguale. Valori dell'indice che tendono a 0, invece, esprimono una distribuzione uguale e il valore 0 corrisponde alla pura equidistribuzione (Lexerød and Eid, 2006). L'indice di Gini dipende dalla curva di Lorenz. Anch'essa è uno strumento per caratterizzare l'equità e permette di confrontare le differenze di biomassa tra gli individui di una popolazione e di stimare la distribuzione del diametro mediante il coefficiente di Gini. Graficamente l'indice equivale all'area compresa tra la curva di Lorenz e la diagonale di perfetta uguaglianza (retta 45°), per cui viene calcolato tramite la differenza dell'area di tutti i trapezi compresi sotto la retta di perfetta uguaglianza e l'area dei trapezi compresi al di sotto la curva di Lorenz (Valbuena et al., 2012).

5.5.4 *Indice di Complessità Ecosistemica (CI)*

L'indice di complessità ecosistemica o *complexity index* è un indice generico che esprime la complessità dell'ecosistema forestale. È calcolato come segue:

$$CI = \frac{\text{hbds}}{1000}$$

Dove *h* è l'altezza del popolamento in metri, *b* è l'area basimetrica totale in m^2, *d* è la densità delle piante e *s* è il numero delle specie presenti. CI ha valori minimi di 1.5 tipico per le regioni boreali o sub-alpine e un massimo di 405 per le regioni tropicali. Questo approccio permette di combinare parametri tradizionali del popolamento forestale in un unico indice di complessità strutturale. Il calcolo dell'indice presuppone che siano presenti tutti gli attributi, se uno solo di essi è pari a zero, la moltiplicazione avrà valore zero. L'indice è inoltre fortemente influenzato dal numero di specie presenti e non contiene informazioni sulla variazione all'interno del popolamento forestale (McElhinny et al., 2005).

5.5.5 *Vertical Evenness (VE)*

Il *Vertical Evenness* è un indice che permette di descrivere, partendo dalla dimensione delle chiome degli alberi, la struttura verticale del popolamento in modo più esaustivo rispetto al THD. L'indice è calcolato partendo dalla formulazione di diversità di Shannon-Wiener ma utilizza l'area di proiezione degli alberi alle diverse altezze. La formula è la seguente:

$$VE = \sum_{i}^{n} (-\log \pi i) x \frac{\pi i}{log4}$$

Dove πi è l'area relativa della proiezione delle chiome di tutti gli alberi facenti parte del livello *i*-esimo e *n* è il numero degli strati considerati. Generalmente il popolamento forestale viene suddiviso in 4 strati considerando come limiti l'80 il 50 e il 20 percento dell'altezza massima. VE ha valori compresi tra 0 e 1. I valori che tendono a 1 sono tipici di popolamenti multiplani e valori vicini a 0 indicano popolamenti monoplani (Neumann and Starlinger, 2001). Per entrambe le aree di saggio è stata effettuata una suddivisione del popolamento forestale in 4 strati. Prendendo in considerazione l'altezza massima che per entrambe le ADS è di 30 metri è stato calcolato l'80 il 50 e il 20 percento di questa altezza che ha permesso di costruire le classi di altezza da 6, 15, 24 e 30 metri.

5.6 **Modello di previsione per individuare la probabilità dell'evento di pasciona**

Prevedere un'abbondante produzione di seme, o annata di pasciona, è importante nell'ottica di una gestione forestale che mira ad una rigenerazione efficiente, ma anche ad un possibile adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici. Comprendere come avvengono questi processi è utile per capire le strategie riproduttive degli alberi e la loro risposta al cambiamento climatico. L'abbondante produzione dei semi ha effetti a cascata anche su tutta una serie di

popolazioni animali le quali, nutrendosi di semi, dipendono da essa (Chiavetta and Marzini, 2021)

Fare previsione risulta abbastanza difficile, ma utile per prevedere la produzione di seme abbondante da utilizzare come strumento che supporti le attività in campo che riguardano la gestione forestale e che garantisce uno strumento utile per la programmazione e organizzazione delle azioni selvicolturali, adattando la gestione forestale ai cambiamenti climatici. Per mezzo dello strumento "*ShinyForeMast*" (ShinyForeMast (shinyapps.io)) è stato possibile prevedere per il faggio l'evento di pasciona dell'anno corrente. Lo strumento, facente parte del pacchetto "foreMast nato per la piattaforma R, utilizza i dati meteorologici per calcolare la probabilità che si verifichi una pasciona. Lo strumento di previsione è stato sviluppato sulla base di un database (MASTREE) costruito sulla base di un'ampia disponibilità di dati relativi alla distribuzione spaziale e temporale (dal 1677 al 2016) del faggio. Sono stati, infatti, raccolti, mediante la ricerca in letteratura scientifica, i dati di produzione di seme da 28 paesi in tutta Europa. In questo modo è stato possibile la costruzione di un database completo che riguarda la produzione di seme per il faggio.

All'interno del software è possibile inserire i dati che riguardano le temperature e le precipitazioni dei due anni precedenti a quello corrente, utile per la previsione. I dati meteorologici vengono forniti dal servizio online di *Copernicus*, oppure, possono essere inseriti dati relativi ad osservazioni rilevate in campo. Oltre all'inserimento dei dati climatici (temperatura e precipitazione) in formato nc o cvs, nel software è necessario l'inserimento di dati che riguardano la latitudine e la longitudine del sito indagato. Esiste infine la possibilità di scegliere la modalità (standard, automatico e manuale) con la quale fare la previsione. La modalità manuale, a differenza delle altre, prevede l'inserimento da parte dell'operatore del valore/peso che si attribuisce alla temperatura e precipitazione. In altre parole, l'operatore può scegliere di assegnare un peso diverso per le due variabili in base a quale delle due influisce maggiormente nell'innescare il processo di pasciona (Fig. 23).

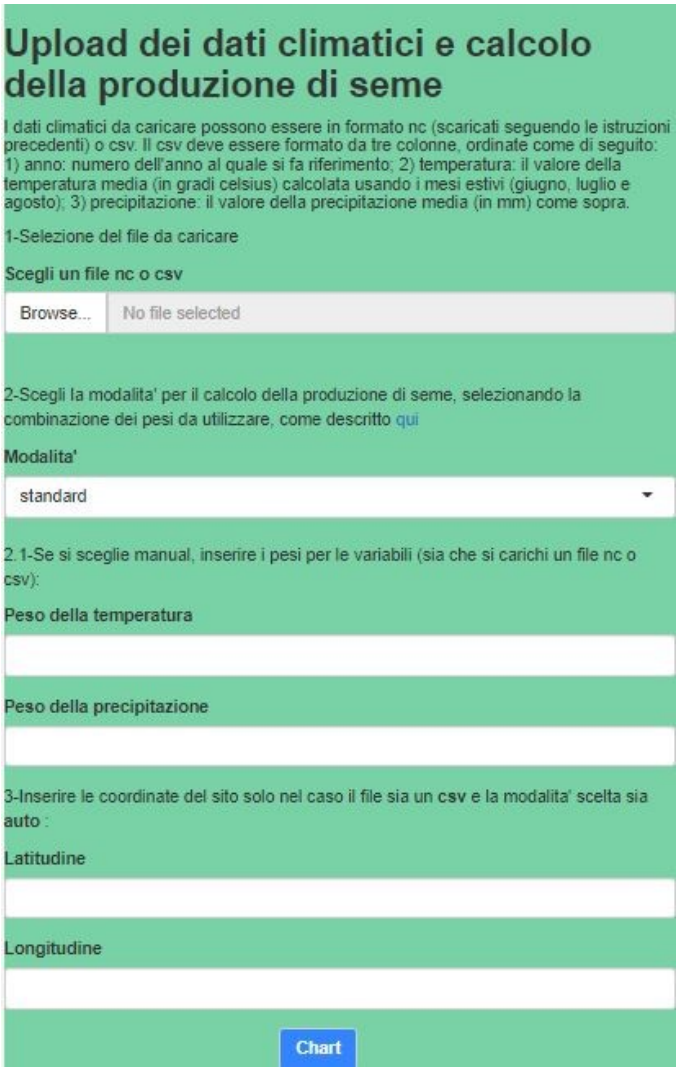

Figura 23. Interfaccia del programma online per la previsione della pasciona (fonte [ShinyForeMast (shinyapps.io)](#))

Capitolo 6
RISULTATI

6.1 **Mappatura degli individui**

Mediante l'ausilio del software QGIS sono state elaborate carte per la visualizzazione e caratterizzazione delle aree di saggio permanenti. Nella figura 24 sono state prodotte due carte al fine di visualizzare il modo con cui si distribuiscono i diametri nelle diverse classi diametriche. Si evince una distribuzione di diametri più diversificata in ADS2 rispetto ad ADS1 che interessa un maggior numero di classi diametriche come confermato anche dall'analisi ipso-diametrica, nonché una differenza di densità in termini di numero di piante e una maggior copertura delle chiome in ADS2 rispetto ad ADS1. ADS2 presenta individui di grosse dimensioni, tra cui una pianta ricadente all'interno della classe di diametro di 90 cm, e individui di dimensioni più piccole in quanto sullo stesso soprassuolo esistono matricine e polloni come conseguenza delle passate utilizzazioni.

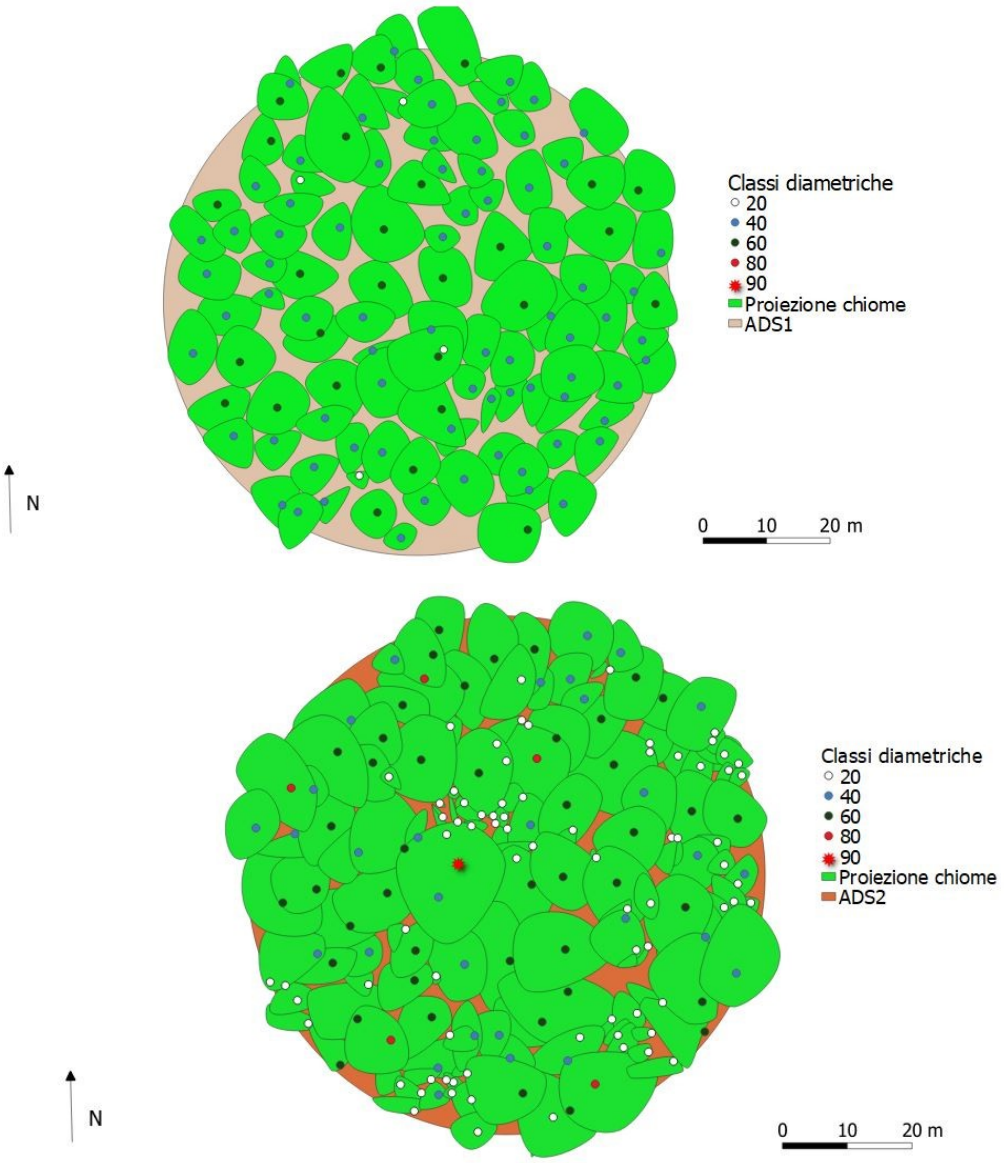

Figura 24. Visualizzazione della distribuzione dei diametri nelle diverse classi diametriche

Tabella 2. Sintesi delle principali caratteristiche delle aree di saggio permanenti

Parametri e caratteri	**ADS1**	**ADS2**
Raggio	r = 39.9 m	r = 39.9 m
Comune	Frontone (PU)	Cantiano (PU)
Località	Monte Acuto (Bocca della Valle)	Monte Catria
Specie	*Fagus sylvatica*	*Fagus sylvatica*
Proprietà	Collettiva (gestione consortile)	Collettiva
Confini	Soprassuolo confina a valle e a monte con la strada provinciale del Catria	Soprassuolo confina a valle e a monte con la strada provinciale del Catria
Quota s.l.m.	1100 m	1300 m
Esposizione	Nord-Ovest	Nord-Ovest
Pendenza	30° media/ 35° massima	40 %
Substrato	Calcari della serie umbro-marchigiana (prevalenza di Maiolica)	Calcari della serie Umbro-Marchigiana
Suolo	Suoli profondi e ricchi di S. O	Suoli profondi, ricchi di S. O
Tipi forestali	Faggeta eutrofica	Faggeta eutrofica
Tipo cenosi	Fustaia coetaneiforme matura e monoplana di faggio	Fustaia transitoria, bimodale di faggio
Origine	Prevalentemente origine gamica	Gamica e agamica
Copertura (%)	97	
Rinnovazione	Assente	Assente
Tipo di materiale di base	Bosco/soprassuolo	Bosco/soprassuolo
Iscrivibile alla categoria commerciale	Identificato alla fonte	Identificato alla fonte
Forma di governo	Bosco altofusto	Alto fusto
Danni al soprassuolo	Nessuno	Nessuno
Stato fitosanitario	Ottimo – senza patologie	Ottimo
Fenotipo	Ottimo	Ottimo
fruttificazione	Mediamente abbondante, con differenze tra individui	Buona
Caratteri dendrometrici		
d_g (cm)	25.7	24.8
h med- h dom. (m)	19.6 – 23.1	20 – 25.1
Piante/ha	212	332
G/ha (m^2)	34.5	50.3
V (m^3/ha)	388	500
Note	Aia carbonile dentro ADS Un individuo di *Ilex aquifolium*	Presenza di individui morti in piedi di piccole dimensioni

Figura 25. Assetto strutturale della faggeta in ADS 1

Figura 26. Assetto strutturale della faggeta in ADS 2

6.2 **Caratteri dendrometrici-strutturali delle fustaie di faggio**

Il rilievo dei parametri dendrometrici ha permesso di raccogliere dati utili per il calcolo dei parametri in grado di spiegare la struttura del popolamento preso in esame per lo studio. Sono state effettuate le prime elaborazioni per individuare la densità del popolamento e per individuare le caratteristiche quali, per esempio, la sua coetaneiformità o disetaneiformità. Una prima percezione della struttura del popolamento forestale è fornita dall'analisi della distribuzione di frequenza degli individui nella quale vengono messe in relazione le classi diametriche con il numero delle piante ricadenti all'interno delle stesse classi. Gli individui presenti all'interno delle aree di saggio sono così stati suddivisi in classi di diametro di ampiezza 5 cm. La figura 27 mostra la distribuzione di frequenza di entrambe le ADS. Le due faggete presentano differenze strutturali evidenti. Nel caso dell'ADS1 la distribuzione di frequenza mostra un andamento a campana tipico dei popolamenti coetaneiformi, dove è possibile individuare una moda. La maggior parte delle piante, infatti, ricade all'interno delle classi diametriche da 40, 45 e 50 cm. La distribuzione di frequenza dell'ADS2 presenta invece una distribuzione bimodale, dovuta alla presenza nel soprassuolo di due coorti: una sul piano dominante con individui prevalentemente monocormici, di grosse dimensioni (50-60 cm) e anche di età decisamente superiore e individui prevalentemente di origine agamica di dimensioni più piccole. (10-25 cm).

Anche la distribuzione ipsometrica (Fig. 28) conferma la differenza strutturale esistente nei due soprassuoli: ADS 1 con un intervallo di valori molto inferiore (16-25 m salvo un individuo di oltre 30 m) e moda nella classe di 22 m e ADS 2 con intervallo di valori più ampio (10-31 m con una moda nella classe di 25 m).

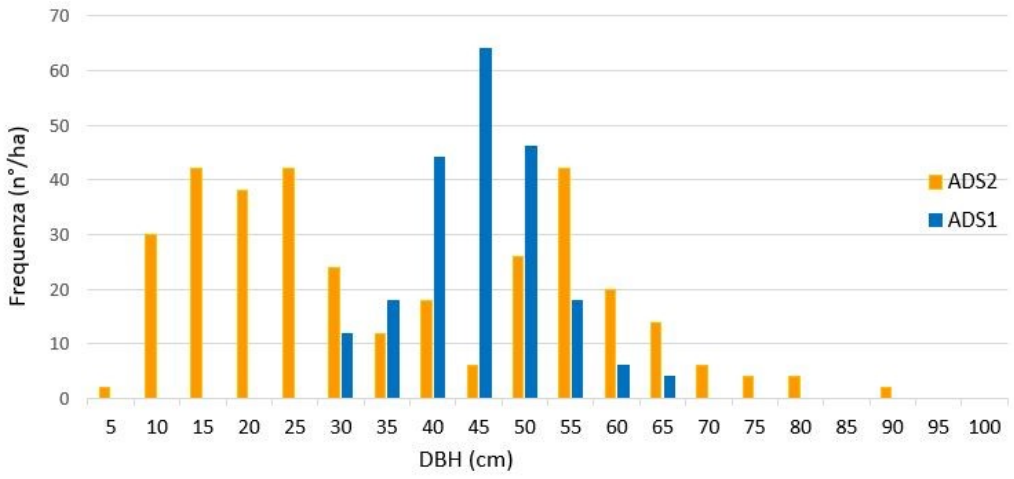

Figura 27. Ripartizione in classi del diametro dei fusti a 1.30 da terra degli individui di faggio presenti nelle ADS

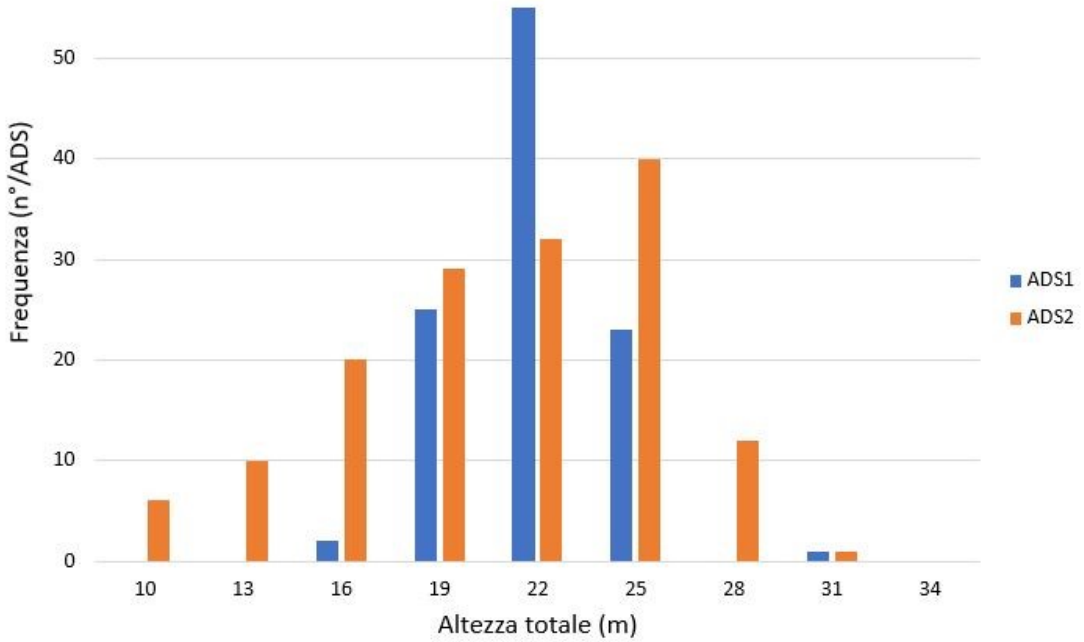

Figura 28. Ripartizione in classi di altezza dei fusti a 1.30 m da terra degli individui di faggio presenti nelle ADS

A confermare la presenza nell'ADS2 di piante di età avanzata è stato effettuato il prelievo delle carote dal fusto di alcuni individui di grosse dimensioni per il conteggio delle età. I risultati evidenziano la presenza di soggetti di età elevata compresa tra 85 e 191 in ADS2 e tra 103 e 135 anni in ADS1. Di seguito la tabella 3 che riporta l'età degli alberi e le rispettive dimensioni.

Tabella 3. Età delle piante di grosse dimensioni

ADS1				ADS2			
Pianta	DBH (cm)	H (m)	Età	Pianta	DBH (cm)	H (m)	Età
48	66	24	123	1	90.5	29.5	167
1	46	23	116	41	61	27.5	137
69	52	22	135	103	69	27	191
29	51	21	114	35	55.5	22.5	180
70	48.5	22	103	28	64.5	24	155
30	46	23	124	36	58	28	152
-	-	-	-	114	82	27	155
-	-	-	-	24	37.5	26	85
-	-	-	-	113	62	27	109

La relazione tra diametro e altezza è matematicamente spiegata con una regressione non-lineare che graficamente viene espressa dalla curva ipsometrica nella quale il diametro è la variabile indipendente e l'altezza è la variabile dipendente. La curva ipsometrica fornisce importanti informazioni sulla struttura del popolamento forestale. Per la costruzione della curva sono stati utilizzati i dati di tutti i diametri delle piante all'interno delle ADS prelevati a 130 cm e l'altezza di tutte le piante. La figura 29 mostra le curve ipsometriche delle due aree di saggio a confronto. La curva relativa all'ADS1 non inizia all'origine del grafico e si presenta concentrata in un range diametrico abbastanza ristretto, da 30 a 60 cm, rispetto alla curva dell'area di campionamento 2. Inoltre, essa risulta appiattita e tendenzialmente spostata verso la destra del grafico. Questo suggerisce che si tratta di un popolamento coetaneiforme e maturo con assenza di rinnovazione. La curva ipsometrica dell'ADS2 invece, ha inizio più vicino all'origine del grafico, è più dinamica rispetto alla curva dell'area 1 e inoltre ricopre un range di diametro più elevato, nel quale sono presenti individui appartenenti a classi di diametro piccole. L'andamento di questa curva descrive un popolamento più irregolare caratterizzato da individui di diverse dimensioni e quindi di età differenti. Il risultato di entrambe le curve è spiegato da due funzioni logaritmiche. Nell'area di saggio 2 la funzione logaritmica presenta un coefficiente di determinazione più elevato ($R^2 = 0.67$) che indica che variabilità dell'altezza del faggio è spiegata per il 59% dalla variabilità del diametro. Nel caso dell'ADS1 la dispersione dei punti è limitata ma l'R^2 è molto basso ($R^2 = 0.16$) a causa della scarsa pendenza della curva, determinata dalla notevole omogeneità ipsodiametrica del soprassuolo caratterizzato da un range diametrico fra 30 e 65 cm associata ad una ridotta variabilità delle altezze comprese tutte fra 20 a 30 m. Questa struttura è tipica di fustaie mature in cui le piante hanno raggiunto il massimo incremento ipsometrico e si accrescono prevalentemente in diametro.

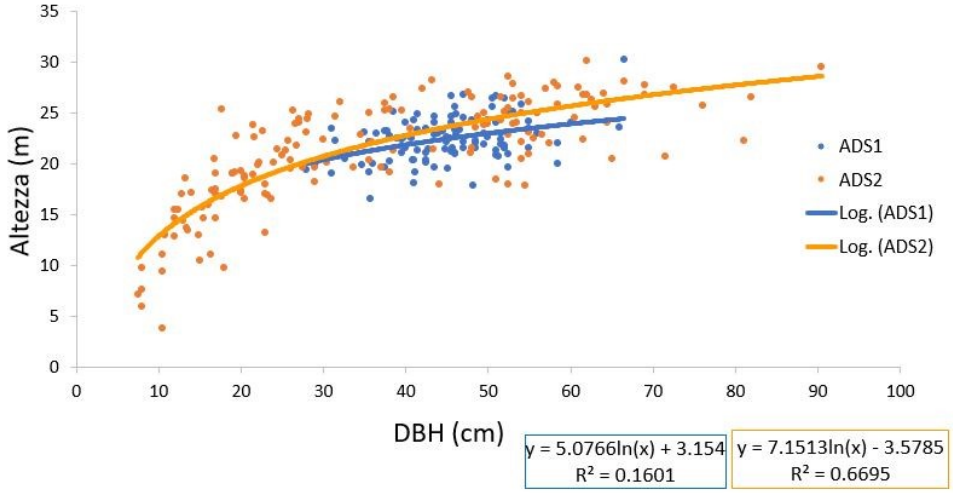

Figura 29. Curva ipsometrica del faggio nei soprassuoli delle due aree di saggio

È stata anche calcolata la distribuzione di frequenza dell'ampiezza delle chiome degli alberi che fornisce informazioni sulla fisionomia del soprassuolo e indirettamente sulla luce che arriva al suolo (Fig. 30). Le chiome degli alberi sono state suddivise in classi di chioma misurate in m^2 con classi di 10 m^2. Si può notare che nell'ADS1 la maggior parte degli individui presenta chiome espanse, concentrate all'interno delle classi comprese fra 3 e 133 m^2. L'ADS2 invece presenta un intervallo di valori più ampio ed una distribuzione più asimmetrica con un elevato numero di individui con chiome più piccole (3-43 m^2) con moda nella classe da 13 m^2. Questo dato conferma ulteriormente la maggiore articolazione strutturale della faggeta in ADS2.

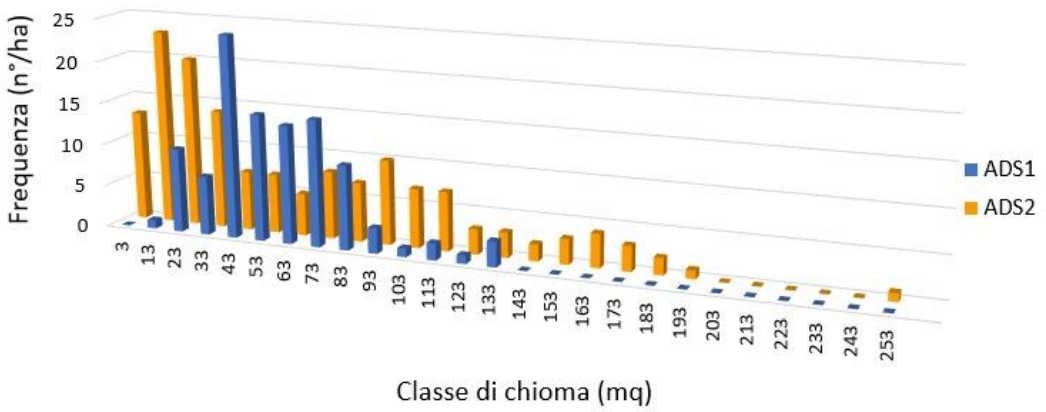

Figura 30. Distribuzione delle chiome in classi di chioma (m^2). In blu l'area di saggio 1; In arancione l'area di saggio 2

Nella tabella 4 sono riportati i valori ottenuti dalle correlazioni tra i principali parametri strutturali per entrambe le aree di saggio. In particolare, sono state effettuate le correlazioni tra:

- Altezza totale e profondità di chioma
- Profondità di chioma e area di chioma
- Altezza totale e area di chioma
- Area basimetrica e area di chioma

I valori dei coefficienti di correlazione (r) evidenziano correlazioni positive per entrambe le aree di saggio. Nell'ADS2 i valori risultano nel complesso più elevati rispetto a quelli in ADS1 (Fig. 31).

Tabella 4. Correlazioni tra i parametri delle aree di saggio

Parametri	ADS1	ADS2
H totale/profondità chioma	0.70	0.79
Profondità chioma/area chioma	0.38	0.69
H totale/area chioma	0.15	0.59
Area basimetrica/area chioma	0.73	0.88

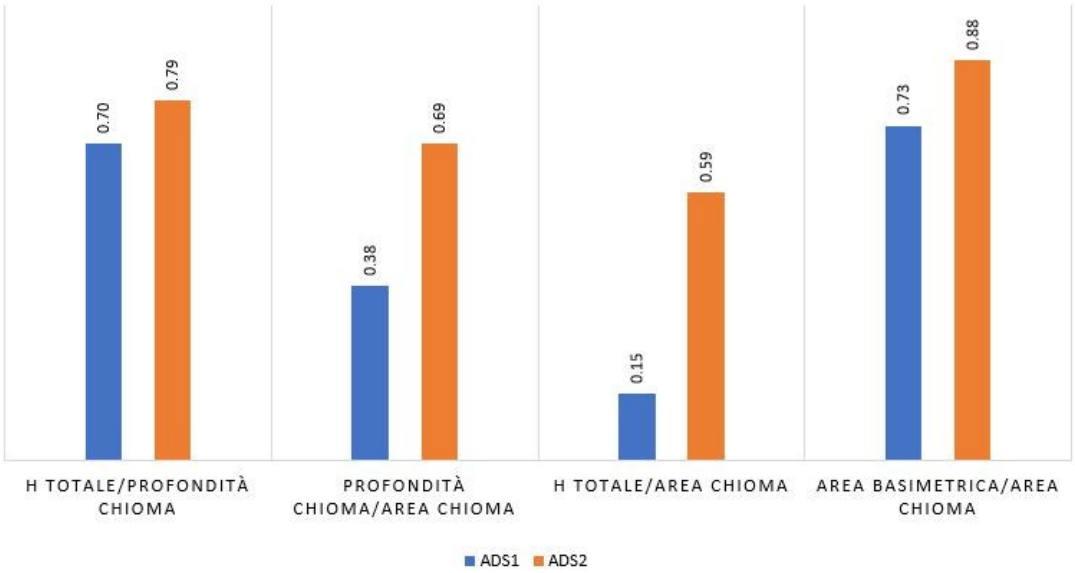

Figura 31. Risultati della correlazione tra i principali parametri strutturali

6.3 **La diversità strutturale delle aree di saggio**

Per valutare la struttura verticale e orizzontale delle aree di saggio sono stati applicati diversi indici in grado di spiegare la diversità del popolamento forestale. I risultati degli indici calcolati sulle due aree di saggio sono riportati in tabella 4. Le aree di saggio presentano i seguenti risultati:

- indice di Gini (GC), calcolato per l'area basimetrica risulta essere pari a 0,21 per ADS1 e 0.52 per ADS2. L'indice di Gini, che spiega la diversità della struttura di un popolamento forestale e quindi esprime la uguaglianza o diseguaglianza della ripartizione della dimensione dei diametri, ha valori da 0 a 1. Più i valori sono vicini allo 0 più la distribuzione è omogenea, al contrario più i valori tendono ad avvicinarsi a 1 più la distribuzione è disomogenea.

- Il TDD (*Tree Diameter Diversity*) quantifica la variabilità dei diametri, è pari a 1.78 in ADS1 e 2.6 per ADS2. Esso ha valori compresi tra 0 e il massimo teorico, calcolato come *ln(n)* che in ADS1 è 2.4 e in ADS2 è 3.0.
- Il THD (*Tree Height Diversity*) quantifica la variabilità delle altezze. È pari a 1.13 per ADS1 e 1.79 per ADS2. È compreso tra 0 e il suo massimo teorico, anche in questo caso calcolato mediante *ln(n)* che in ADS1 è di 2.3 mentre in ADS2 è pari a 2.2.
- Indice di Simpson, calcolato sulla base della frequenza relativa degli individui ricadenti all'interno delle classi diametriche, ha valori compresi tra 0 e 1. Nell'ADS1 è risultato essere pari a 0.8 e in ADS2 a 0.9.
- Il VE (*Vertical Evenness*), che descrive la struttura verticale del popolamento forestale, presenta un risultato pari a 0.35 per ADS1 e 0.37 per ADS2. Esso è compreso tra 0 e 1 e i valori che tendono a 0 indicano popolamenti monoplani e i valori che tendono a 1 indicano popolamenti multiplani. Gran parte delle piante in ADS1 rientrano nella classe di altezza da 24 m e da 15 m e solo un individuo nella classe di altezza da 30.

In base ai risultati dell'assetto dendrometrico e degli indici di struttura si può affermare che l'ADS1 è caratterizzata da un popolamento forestale (fustaia) coetaneiforme, in quanto i valori dell'indice di Gini, il TDD e dell'indice di Simpson esprimono la bassa diversità dei diametri. Il *Vertical Evenness* e il *Tree Height Diversity* mostrano risultati riconducibili ad un popolamento di tipo monoplano in cui non vi è una grande differenziazione delle altezze delle piante, monospecifico di faggio (è stato riscontrato un solo esemplare di agrifoglio) e di origine gamica e agamica. Nell'ADS2 i risultati mostrano una diversità di diametro più marcata rispetto alla prima area di saggio. I valori di Gini risultano essere più vicini a 1 e quindi ad una distribuzione diametrica meno omogenea (Fig. 32). Il popolamento in ADS2 è bimodale e più irregolare, confermato anche dalla forma della curva ipsometrica. La distribuzione bimodale è dovuta alla gestione passata, ovvero dalla presenza sullo stesso soprassuolo di vecchi polloni e matricine di età avanzata. Il popolamento è di tipo monoplano e il valore del VE risulta più vicino allo 0 (popolamenti monoplani) che a 1 (popolamenti multiplani). Il risultato del *Complexity index* (CI) è rispettivamente pari a 36 e 63.2 per ADS1 e ADS2. Entrambi i valori risultano conformi ai valori tipici delle regioni temperate e di ambienti montani. Nonostante questo, le due aree presentano valori differenti dovuti principalmente ai valori maggiori di area

basimetrica, altezza media e soprattutto di numero di individui in ADS2 rispetto ad ADS1. La figura 33 mostra la differenza degli indici calcolati tra ADS1 e ADS2.

Tabella 5. Valori degli indici di struttura calcolati nelle faggete delle due aree di saggio

Indici	**TDD**	**E**	**GC**	**Simpson**	**VE**	**THD**	**CI**
ADS 1	1.78	0.74	0.21	0.80	0.35	1.13	36
ADS 2	2.6	0.85	0.52	0.91	0.37	1.79	63.2

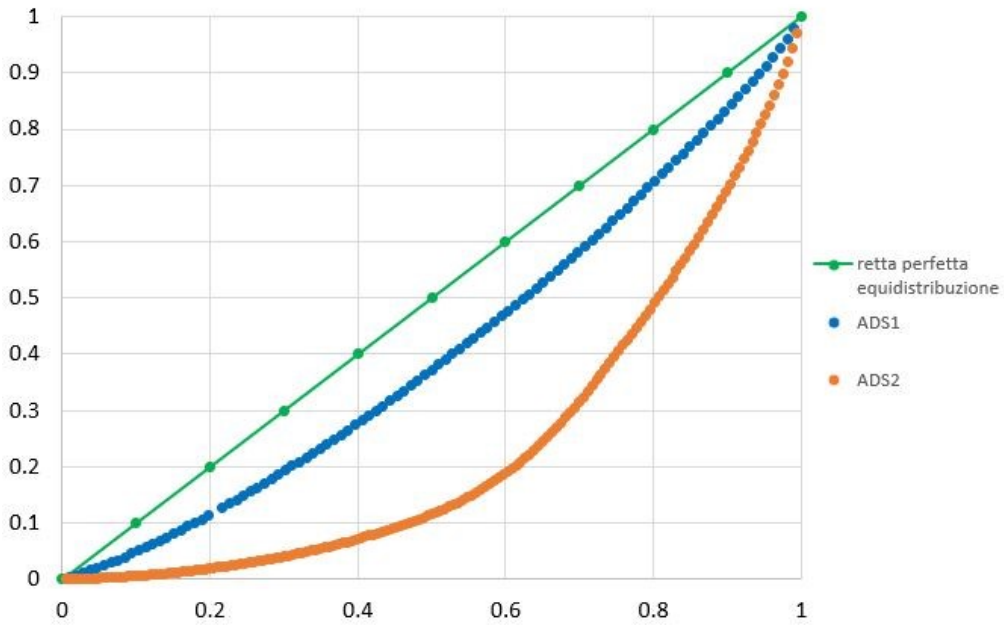

Figura 32. Curva di Lorenz nelle faggete di ADS1 (in blu) e ADS2 (in arancione). L'area compresa tra la curva di Lorenz e la retta di perfetta uguaglianza (in verde) rappresenta graficamente il valore del coefficiente di Gini

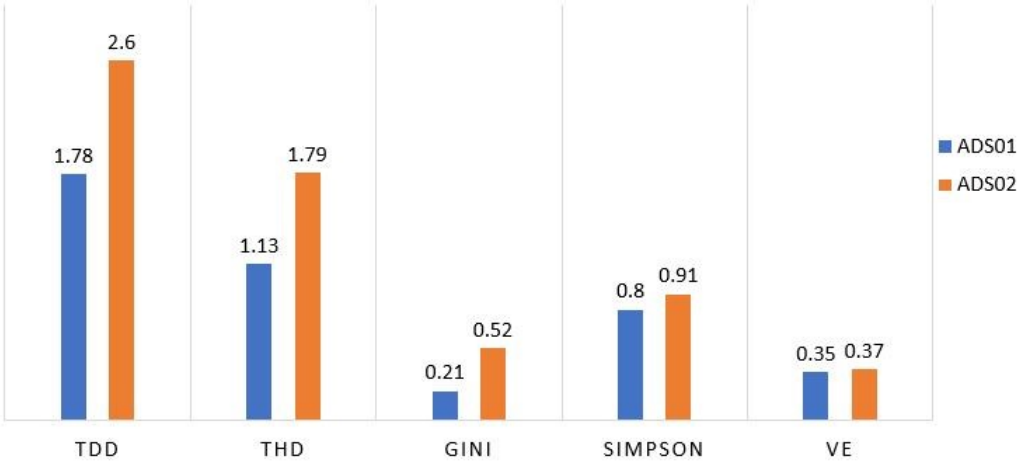

Figura 33. Valori degli indici calcolati nelle faggete di ADS 1 e ADS 2

6.4 **Risultati dell'Indice di Biodiversità Potenziale (IBP)**

Le due aree di saggio sono omologhe per alcuni caratteri biogeografici, topografici e fondiari (ambedue sono di proprietà collettiva) presentano IBP e punteggi diversi per alcuni criteri di valutazione. Entrambe le aree ricadono all'interno della regione continentale-alpina e nel piano montano mediterraneo e presentano una fertilità da fertile a moderatamente fertile. Sebbene siano tendenzialmente simili in termini di specie autoctone presenti, numero di alberi vivi con dendro-microhabitat, assenza di ambienti acquatici e ambienti rocciosi, e hanno la stessa continuità temporale della copertura forestale, le due aree hanno presentato valori di IBP diversi. Nell'ADS1 il valore di sintesi è 17 mentre nell'ADS2 di 20. Questa differenza è dovuta principalmente ad alcuni criteri cui sono stati assegnati dei punteggi differenti (Tab. 6). In particolare, il criterio discriminante è stato il numero degli alberi vivi di grandi dimensioni, che nell'area 1 ha avuto un punteggio di 1. Nell'area 2, invece, il punteggio è risultato di 5 in quanto presenti 3 alberi di grandi dimensioni. Anche i criteri riguardanti il legno morto di grandi dimensioni sia al suolo che in piedi hanno influito sul diverso valore dell'IBP. Nell'ADS1 il punteggio assegnato è stato di 2 per il legno morto in piedi di grandi dimensioni e di 1 per il legno morto a terra di grandi dimensioni, mentre nell'ADS2 i punteggi sono risultati uguali a 0 in quanto non sono stati rilevati individui morti aventi caratteristiche di diametro e lunghezza consone alle soglie di rilevamento. Anche nel paremetro "struttura verticale della vegetazione" il valore in ADS1 è stato di 1 e nell'ADS2 è stato di 2. Un altro aspetto interessante è rappresentato dal valore del parametro "ambienti aperti", che consiste nella presenza di

fioriture che sono caratteristiche di ambienti aperti. Ovvero si è valutata l'ampiezza delle radure o delle chiarie e la lunghezza dei margini del sentiero confinante con le aree di saggio. Vista la presenza di un sentiero confinante con l'area di saggio 1 il valore di quest'ultimo criterio di valutazione per la suddetta area è stato pari a 5 al contrario dell'ADS2 nella quale non sono state rilevate né radure né sentieri confinanti con l'area. Nella figura 34 un diagramma di Kiviat sull'analisi dell'indice IBP.

Tabella 6. Sintesi dei punteggi assegnati ad ogni variabile per il calcolo dell'IBP. In evidenza i criteri di valutazione che hanno presentato differenze tra le due aree di saggio

	ADS 1				**ADS 2**			
Data	**18/04/2021**				**27/07/2021**			
Superficie	**0,5 ha**				**0,5 ha**			
Quota	**1100**				**1300**			
Fertilità	**Da fertile a moderatamente fertile**				**Da fertile a moderatamente fertile**			
Regione	**Continentale alpina**				**Continentale alpina**			
Piano	**Montano mediterraneo**				**Montano mediterraneo**			
Indici soprassuolo e gestione	assoluto	ha	%	**Punteggio**	assoluto	ha	%	**Punteggio**
Specie autoctone	1			0	1			0
Struttura verticale vegetazione	2			1	3			2
Legno morto in piedi grandi dimensioni		0		0		2		2
Legno morto al suolo grandi dimensioni		0		0		2		1
Alberi vivi grandi dimensioni		1		1		6		5
Dendro-microhabitat		6		5		6		5
Ambienti aperti			3.2	5	0		0	0
totale				**12**				**15**
Indici contesto								
Continuità temporale				5				5
Ambienti acquatici	0			0	0			0
Ambienti rocciosi	0			0	0			0
totale				**5**				**5**
				IBP= 17				**IBP= 20**

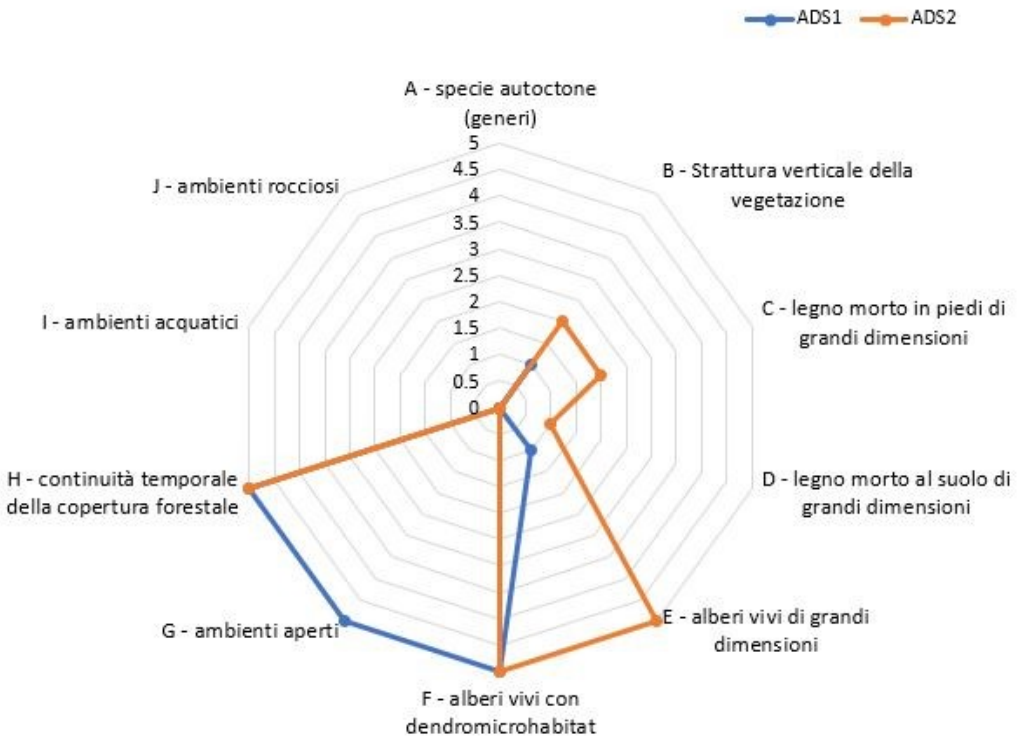

Figura 34. Distribuzione delle variabili dell'IBP in ADS1 e ADS2

6.5 **La probabilità dell'evento di pasciona**

Il faggio è una specie che alterna periodi di scarsa fruttificazione a periodi di abbondate produzione di seme, annate di pasciona. In altre parole, si tratta di una strategia adattativa di molte specie caratterizzate dal processo di impollinazione che avviene per mezzo del vento. Questa strategia permette alla specie di assicurarsi una efficace rigenerazione grazie all'incremento della capacità di dispersione e quindi di riproduzione. I principali fattori che influenzano il processo di produzione di seme abbondante sono quelli relativi alle temperature e alle precipitazioni che caratterizzano gli anni precedenti all'evento di pasciona. Un'estate calda e secca due anni prima, seguita da un'estate umida e fresca un anno prima e una primavera o estate senza eventi estremi di gelate tardive o forte siccità, nello stesso anno, creano le condizioni adeguate ad innescare l'evento di pasciona. I valori di caldo, umido, fresco e secco che assicurano la produzione abbondante di seme, sono relativi non tanto a soglie precise di temperatura e precipitazione, ma fanno riferimento al clima medio del luogo in cui si trovano le piante e nel quale si sono adattate. È per questo motivo che i cambiamenti climatici a cui assistiamo oggi, possono rappresentare una grande minaccia per questo evento e, più in generale, possono ridurre l'efficienza dell'impollinazione e la conseguente produzione di semi (Chiavetta and Marzini, 2021). Il risultato ottenuto dal calcolo delle

probabilità che nell'area studiata si verifichi una pasciona nell'anno 2022 è del 50% circa ShinyForeMast (shinyapps.io). Nel software sono stati inseriti i dati di latitudine e longitudine rispettivamente e i dati di precipitazioni e temperatura. La fruttificazione del faggio non è regolare negli anni, ma caratterizzata da fluttuazioni nelle quali si alternano periodi di grande produzione di seme e periodi di scarsa produzione di seme (Fig. 35). Lo strumento è stato utilizzato in modalità automatica e sulla base dei dati di pasciona in Europa, ma calibrato in base alle caratteristiche del sito (temperatura, precipitazioni) potrebbe essere uno strumento utile ai fini di una migliore organizzazione dei programmi di raccolta del seme. Con questo strumento, infatti, la probabilità di raccogliere abbondante materiale da propagazione e/o conservazione aumenta, riducendo notevolmente tempi di raccolta e avendo la possibilità di realizzare programmi mirati per questo scopo.

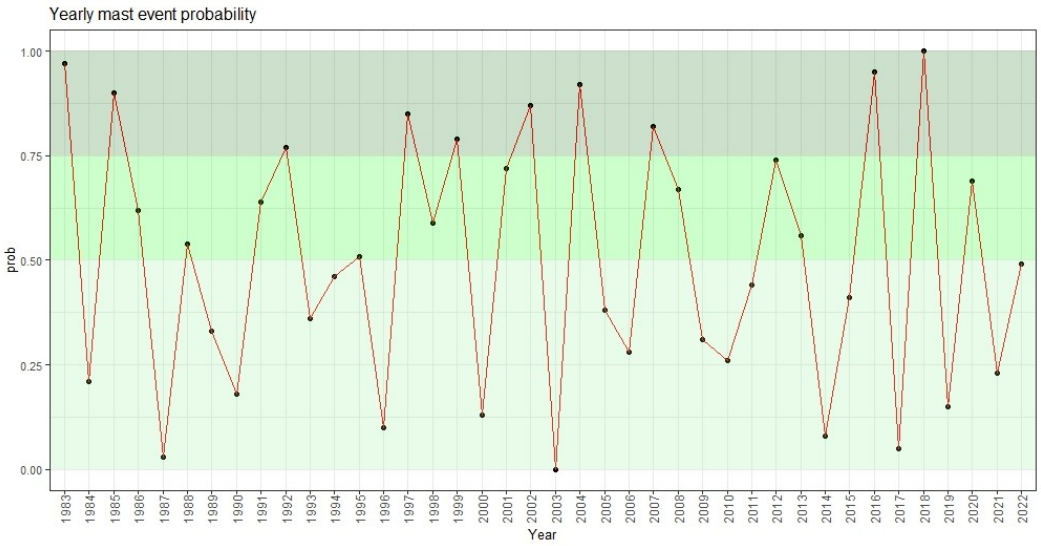

Figura 35. Previsione della probabilità che si verifichi un evento di pasciona. In ascissa gli anni correnti nei quali si prevede che avvenga la produzione abbondante di seme. In ordinata la probabilità che si verifichi l'evento (elaborazione con ShinyForeMast).

6.6 **La conservazione e metodi di raccolta del seme**

Dalla corretta conservazione dei semi consegue, in larga misura, la conservazione delle risorse genetiche e, quindi, la biodiversità delle specie e quella genetica (Piotto and Amadei, 2004). La produzione di seme in molte specie non risulta costante tutti gli anni, ma si registrano delle fluttuazioni e una periodicità di fruttificazione. Per questo motivo, oltre alla conservazione *in situ* delle risorse genetiche forestali (seme di piante inserite nel registro dei boschi da seme), la raccolta del seme è importante affinché si possa accumulare il materiale per compensare quegli anni in cui la fruttificazione risulta scarsa. Nelle annate particolarmente

ricche di seme possono essere effettuati i programmi per il reperimento del materiale. Questi semi dovranno successivamente essere posti in una condizione di conservazione che non pregiudichi la loro capacità germinativa. In questo senso si distinguono diverse metodologie di conservazione a seconda che si tratti di semi con caratteristiche ortodosse o recalcitranti. Nelle prime, caratterizzate da uno spiccato processo di disidratazione che permette loro di conservarsi per periodi prolungati senza inficiare la loro vitalità (processo di dormienza), la conservazione è più semplice. Per questi semi basterebbe rompere la dormienza, con particolari trattamenti freddo-umidi (vernalizzazione) o combinazioni di trattamenti caldo-umidi e freddo-umidi affinché si inneschi la fase di germinazione. Le specie con seme detti recalcitranti, invece, nelle quali non è possibile ridurre l'umidità senza comprometterne la vitalità e capacità germinativa, la conservazione risulta molto difficile. Per esempio, per il faggio normalmente la conservazione non superava i 6-8 mesi, attualmente però, tramite adeguate tecniche di essicazione, è stato risolto il problema per la conservazione a lungo termine. Quindi anche questa specie può essere conservata *ex situ* (Piotto and Amadei, 2004). Il faggio è definita "specie di legge" in quanto risulta inserita nella lista dell'allegato I della direttiva 1999/105/CE. Per questa ed altre specie la raccolta del materiale di propagazione deve essere eseguita nei boschi da seme o altri materiali base ufficialmente iscritti al registro. La raccolta delle specie "di legge" ha come atto finale la certificazione della provenienza.

La raccolta del materiale da propagazione dei boschi inseriti nel registro regionale dei boschi da seme deve essere svolta in modo oculato e scrupoloso in modo da prevenire l'attacco di agenti fungini. È importante che il personale atto alla raccolta del seme da questi boschi sappia riconoscere al momento della raccolta lo stato di maturazione del materiale. L'andamento della fruttificazione è condizionato dalle condizioni climatiche dalla siccità estiva, dalle eccessive piogge, grandinate ecc. che possono compromettere il buon andamento della fruttificazione. Inoltre, la produzione di semi può essere influenzata negativamente anche dagli attacchi fungini e dalla competizione con animali frugivori e granivori. Lo stato di maturazione è da tenere in grande considerazione in quanto influisce sulla qualità finale del materiale di moltiplicazione. Per alcune specie, infatti, non vi sono a disposizione molti giorni. Per questo motivo si opera nella raccolta in un tempo che intercorre tra la maturazione e la disseminazione, talvolta molto ristretto. Tenendo conto di questa particolarità delle specie vi è la necessità di pianificare la raccolta già al momento della fioritura, specialmente per quelle specie caratterizzate da fluttuazioni di grande produzione di seme intervallate da annate con scarsa produzione. Alcune specie di latifoglie, come per esempio le querce, disseminano a maturità il proprio seme che generalmente rimane nel letto di caduta in prossimità dell'area

d'insidenza della chioma, non costituendo grosse difficoltà per la raccolta. Per quanto concerne il faggio, la raccolta può essere effettuata rimanendo a terra, con l'ausilio di autoscale, elevatori con cestelli, e percuotendo la chioma, ove le condizioni di pendenza e di accessibilità al bosco lo permettano (Ducci, 2005a). Alla luce della possibilità di poter effettuare una previsione sulla possibilità dell'evento di pasciona, il momento della raccolta del seme può essere programmato con aspettative di buona riuscita. Al momento della fruttificazione della specie possono essere posizionati in bosco dei contenitori in metallo posti sotto l'area di insidenza delle chiome al fine di raccogliere il seme. È da tenere in considerazione la presenza della fauna selvatica che potrebbe arrecare dei danni.

6.7 **Indirizzi per la gestione delle faggete da seme**

Comprendere le dinamiche di crescita e la risposta delle faggete ai cambiamenti climatici risulta di elevato interesse per poter identificare le strategie di gestione più vantaggiose. Le misure di mitigazione, adattamento delle foreste e le conoscenze di questi due aspetti devono essere integrate alle linee guida della silvicoltura, in modo che anche la gestione possa migliorare la resilienza e resistenza delle foreste. I cambiamenti climatici provocano alle foreste un elevato stress ed hanno la capacità di alterarne la struttura, la composizione e il funzionamento. L'attuale tendenza per la gestione delle foreste mira verso una selvicoltura più "intelligente", che tende a monitorare le mutevoli condizioni forestali attraverso indicatori e pratiche adattate alle differenti situazioni per mitigare gli impatti dei cambiamenti climatici tenendo conto delle questioni socioeconomiche legate al bosco. Questa strategia si basa sulla utilizzazione delle foreste in modo sostenibile attraverso la riduzione della semplificazione, riduzione di una copertura forestale continua, un aumento di diversificazione della struttura forestale e una differenziazione delle operazioni di gestione (Antonucci et al., 2021). La selvicoltura vicina alla natura è ritenuta un ottimo approccio per la gestione forestale per far fronte ai cambiamenti climatici. Ha come obiettivo principale quello di migliorare la capacità di adattamento delle foreste in uno scenario di clima che cambia. La capacità adattativa non è altro che la capacità degli ecosistemi forestali di far fronte ai cambiamenti climatici senza impatti negativi nella composizione e struttura delle foreste e di ricostruirsi dopo disturbi causati o innescati dal clima. Quanto più questa capacità è maggiore, tanto più le foreste garantirebbero la fornitura di una vasta gamma di servizi ecosistemici. Si compone, in breve, di alcuni principi, o obiettivi, che mirano ad aumentare la capacità di adattamento delle foreste temperate ai cambiamenti climatici:

1. Aumentare la ricchezza di specie arboree

2. Aumentare la diversità strutturale
3. Mantenere e aumentare la variazione genetica all'interno delle specie arboree
4. Aumentare la resistenza dei singoli alberi allo stress biotico e abiotico
5. Sostituire i popolamenti ad alto rischio

Interventi per raggiungere tali obiettivi possono essere, a seconda delle differenti condizioni:

- taglio di rinnovazione per creare l'apertura adeguata all'ingresso della luce;
- semina di arricchimento per l'introduzione di altre specie;
- diradamento nelle fasi successive di sviluppo, per conservare specie rare o a bassa competitività;
- controllo degli ungulati, per ridurre al minimo il rischio di danni.

Il secondo principio tende ad aumentare la resistenza complessiva mediante la diversificazione della struttura. Questo è possibile con i seguenti interventi:

- sistema di selezione ad albero singolo, per aumentare la diversità verticale; realizzazione di *patch* in sistemi di taglio, in orizzontale;
- tagli di trasformazione, per creare strutture irregolari dei popolamenti; assottigliamento delle corone degli alberi.

Il terzo obiettivo si raggiunge, per esempio, favorendo una rinnovazione naturale e allungandone il periodo (come nei tagli successivi).

Il quarto obiettivo è raggiungibile:

- praticando un diradamento forte, che fornisce ai singoli alberi più spazio e più suolo per il sistema radicale (migliora la resistenza e la resilienza allo stress da siccità);
- diradamento dall'alto, per favorire lo sviluppo di alberi che hanno una chioma allungata.

Per popolamenti ad alto rischio vengono definiti quei popolamenti costituiti da specie e/o origini scarsamente adattate al sito già nell'attuale clima; popolamenti costituiti da alberi sottili, con bassa resistenza individuale e collettiva al vento e alla rottura ad opera della neve o popolamenti ricchi di necromassa che può favorire l'aumento di rischio di incendi boschivi. Per tutti questi popolamenti si potrebbe realizzare

- una sostituzione prematura con popolamenti meno vulnerabili;
- abbattimento a gruppi e a strisce;
- trasformazione in popolamenti disetanei o irregolari (Brang et al., 2014).

Le strategie di gestione, la composizione e struttura delle specie influiscono sull'interazione tra produttività e i regimi di perturbazione. In passato, i vari trattamenti selvicolturali sono stati applicati principalmente per soddisfare l'obiettivo primario dell'approvvigionamento di

materiale legnoso, anche per le foreste di faggio. Attualmente, invece, risulta altrettanto importante cercare di ottimizzare l'erogazione dei servizi ecosistemici (stock di carbonio nella biomassa e nel suolo, habitat per la fauna selvatica ecc.). Un esempio concreto è relativo alle faggete montane che sono state gestite sotto il regime a ceduo e, a seguito dell'abbandono, molte di esse sono state convertite a foresta ad altofusto negli ultimi due secoli, comportando qualche ritardo nell'adattamento ai cambiamenti climatici. Per il faggio, studi basati sull'osservazione di diversi tipi di diradamento nelle foreste ad altofusto, hanno mostrato risultati di produttività maggiore, o tassi di crescita maggiori, nei popolamenti sottoposti a diradamento rispetto a quelli non soggetti a diradamento e anche, maggiori tassi di crescita all'aumentare dell'intensità dei diradamenti. Altri studi hanno dimostrato la maggiore produttività nei popolamenti soggetti a diradamenti dall'alto per liberare la chioma piuttosto che diradamenti dal basso (Antonucci et al., 2021). Il diradamento per liberare la chioma tende ad interessare i soggetti che competono con quelli selezionati per il rilascio nello strato dominante. Questo metodo consente di facilitare lo sviluppo di un profilo verticale diversificato e può migliorare la resilienza degli alberi che vengono lasciati. In generale il diradamento potrebbe potenzialmente mitigare l'impatto dello stress da siccità e aumentare la disponibilità di acqua per i soggetti lasciati. Dunque, la gestione proattiva delle foreste mostra effetti positivi sulla crescita degli alberi in risposta agli impatti negativi dei cambiamenti climatici. La selvicoltura vicina alla natura rappresenta una strategia di gestione per le faggete, in particolare in quelle foreste multi-obiettivo nelle quali oltre la produzione di legname assumono notevole importanza gli altri servizi ecosistemici, la stabilità ecologica e la conservazione della biodiversità. (Antonucci et al., 2021).

Le cenosi di faggio di alto versante dell'Appennino nelle Marche che sono state per anni sottoposte a ceduazione e al pascolo degli animali e successivamente abbandonate, sono state per la maggior parte convertite a foreste ad altofusto. La situazione per queste fustaie transitorie, per le quali l'obiettivo principale non è più la produzione di materiale legnoso, è una evoluzione naturale o il mantenimento della conversione a fustaia.

Le aree in cui sono state effettuate le due aree di saggio sono assoggettate ad un piano di assestamento forestale (PAF 2020-2029). L'area ricade all'interno della compresa I "Fustaie di latifoglie" che ha un'estensione di poco più di 764 ettari e si compone di:

- soprassuoli transitori puri per un totale di 446,26 ettari, di cui, la maggior parte caratterizzati da faggio (circa 414 ha) e il restante da carpino nero (13,9 ha), e misti di latifoglie (18,3 ha);

- soprassuoli cedui in chiara evoluzione di post coltura (318,3 ha) prevalentemente di faggio (296,5 ha), e secondariamente carpino nero (9,4 ha) e latifoglie varie (12,3 ha).

La compresa comprende soprassuoli accomunati dallo stesso indirizzo colturale, ovvero in conversione da ceduo a fustaia. Il processo di conversione prevede interventi progressivi di riduzione del numero degli individui per favorire il naturale sviluppo degli individui migliori, traducendosi nella massima stabilità ecologica. L'età media della compresa è di circa 52 anni e mancano completamente le classi giovanili, mentre una parte degli individui adulti, di età circa 80 anni, si sta progressivamente avvicinando al periodo di avvio degli interventi di rinnovazione. Gran parte dei soprassuoli si trovano quindi in una fase che prevede il procedere, durante la validità del Piano, di interventi non finalizzati nell'immediato alla rinnovazione naturale (Fig. 36). Sono quindi previsti all'interno della compresa "fustaie di latifoglie": tagli intercalari o diradamenti nelle fustaie transitorie; tagli di avviamento ad alto fusto dei cedui invecchiati; tagli di preparazione alla conversione dei cedui invecchiati e tagli eventuali di preparazione alla conversione dei cedui invecchiati. Le aree di saggio effettuate (ADS1 e ADS2) ricadono all'interno delle aree caratterizzate dalla presenza di fustaie transitorie nelle quali sono previsti gli interventi di diradamento per una superficie di circa 379,9 ha. L'ADS1 in cui sono stati effettuati i rilievi dendrometrici fa parte della sotto-particella fisionomica "SF n°1" della sezione A55 di ettari pari a 11,659 posta nei pressi della località "Casetta dei Mochi" ad un'altitudine prevalente di 1000 m, esposizione prevalente ovest e pendenza prevalente di 35%. Non si rilevano dissesti e neanche danni al soprassuolo. Come risultato dallo studio ipsodiametrico e confermato dal PPAF, si tratta di una fustaia monoplana adulta di origine agamica, mediamente vigorosa di faggio (>80%), maggiociondolo (>20%), acero di monte (20%-50%), sorbo montano (20%-50%); di densità adeguata e grado di copertura del 100%. L'età prevalente è stata accertata a 87 anni. L'orientamento selvicolturale verte sul governo a fustaia di tipo disetaneo e gli interventi previsti sono diradamenti con priorità e condizionamenti differibili. Il piano prevede la realizzazione degli interventi con criterio selettivo e grado moderato, vale a dire l'asportazione degli individui risultanti deperenti e malformati e la possibilità di intervenire anche nel piano sub-dominante e dominante qualora ci siano soggetti di forma meno buona che imprimono una concorrenza nei confronti di individui dell'avvenire migliori. Verranno rilasciate tutte le matricine, i soggetti morti in piedi e gli individui arborei di interesse ambientale e faunistico (aceri, carpini) e arbustivo di grande dimensione ed età (agrifoglio, prugnolo, biancospino). Anche gli individui dominati che ormai non competono con le piante di avvenire saranno rilasciati in quanto forniscono un contributo alla copertura che non deve essere comunque compromessa dall'intervento.

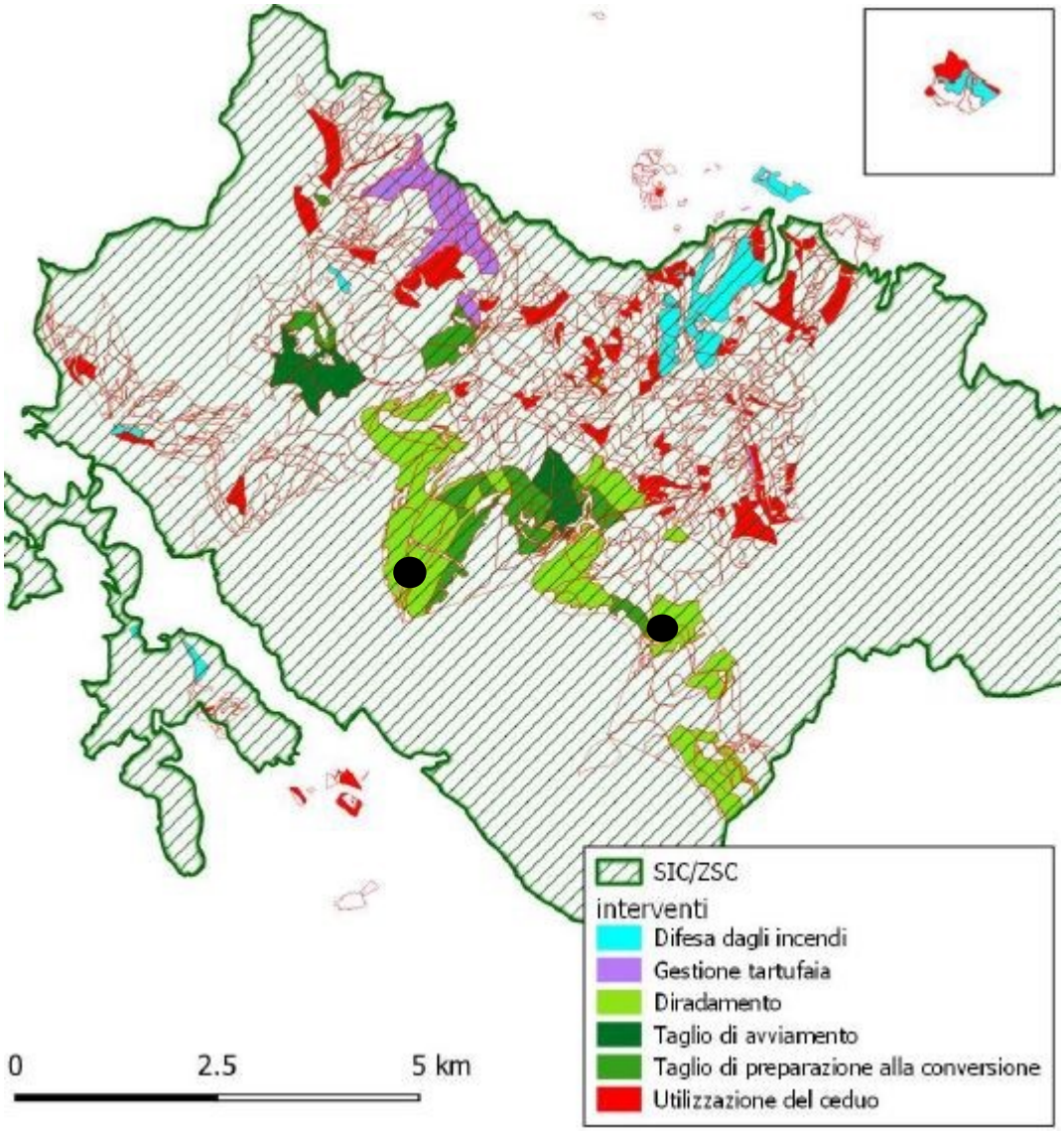

Figura 36. Area SIC/ZSC sottoposta al Piano di assestamento Forestale 2020-2029. Carta degli interventi previsti durante la valenza del piano. In verde chiaro gli interventi di diradamento previsti nelle fustaie transitorie studiate (Studio di Incidenza Ambientale PAF 2020-2029). Cerchio nero identifica le aree in cui sono state effettuate le aree di saggio (ADS)

CONCLUSIONI

L'impiego di materiale di qualità per fini forestali che comprendono obiettivi di riforestazione, riqualificazione di ambienti fortemente degradati, obiettivi di produzione e di recupero degli ambienti perturbati da cause naturali e/o antropiche (disturbi da vento, incendi ecc.), necessita di avere la disponibilità di materiale che abbia caratteristiche di valore sotto il profilo della diversità genetica, in modo che possa avere le giuste capacità adattative agli ambienti specialmente in un contesto di clima che cambia. Non è da sottovalutare la potenzialità presente alla base della produzione di questi materiali da propagazione che possono, inoltre, offrire un'opportunità economica per il settore vivaistico. In questo senso la conservazione della biodiversità in tutte le sue forme rappresenta le basi per l'applicazione di strategie in grado di aumentare il benessere dello stato delle foreste e, di conseguenza, dell'uomo. L'analisi condotta nelle faggete d'altofusto dei versanti del Monte Catria e del Monte Acuto ha permesso di identificare delle cenosi forestali che per le loro peculiarità strutturali e per la loro continuità temporale, alcuni soggetti hanno più di 150 anni, sono ritenute valide e idonee per poter essere potenzialmente iscritte al Registro Regionale dei Boschi da Seme della regione Marche. Le analisi dendrometrico-strutturali hanno evidenziato una differenza strutturale delle due faggete. Nell'area di saggio 1 i risultati hanno confermato la presenza di una faggeta coetaneiforme, monoplana e monospecifica di origine prevalentemente agamica. Il soprassuolo appare abbastanza regolare. L'area di saggio 2 invece presenta una struttura più irregolare, come confermato dalle analisi dendrometrico-strutturali e dall'analisi degli indici di complessità della struttura. Sul soprassuolo coesistono due coorti rappresentate da individui di grosse dimensioni e di età avanzata, prevalentemente monocormici, nel piano dominante e individui di più piccole dimensioni prevalentemente di origine agamica. Risultato della forma di governo pregressa. La presenza di vecchie matricine risulta particolarmente di pregio per gli obiettivi di raccolta del seme di qualità e conservazione della diversità genetica. La costruzione delle aree di saggio permanenti e la successiva mappatura che è stata effettuata su tutti gli individui ricadenti all'interno di esse permette di individuare con grande facilità i soggetti scelti per la raccolta del seme e quelli con maggiori potenzialità portaseme. Lo studio dell'IBP (indice di biodiversità potenziale) ha dato ulteriore

conferma della buona presenza di biodiversità potenziale, restituendo valori di 17 e 20 rispettivamente per ADS1 e ADS2. Infine, è stato proposto e utilizzato uno strumento di previsione per la stima della probabilità dell'evento di pasciona che potrebbe rappresentare uno strumento utile nelle operazioni di raccolta del seme, in quanto potrebbe essere facilitata l'organizzazione dei programmi di raccolta con il vantaggio di ridurre i tempi e aumentare la probabilità di riuscita per questo obiettivo. In conclusione, le faggete dei versanti del Monte Catria e del Monte Acuto rappresentano delle formazioni di grande valore, potenzialmente utili per l'iscrizione al registro regionale dei boschi da seme e utili al fine di conservazione delle risorse genetiche forestali.

BIBLIOGRAFIA

Antonucci, S., Santopuoli, G., Marchetti, M., Tognetti, R., Chiavetta, U., Garfì, V., 2021. What Is Known About the Management of European Beech Forests Facing Climate Change? A Review. Curr. For. Reports. https://doi.org/10.1007/s40725-021-00149-4

Bascietto, M., Bajocco, S., Mazzenga, F., Matteucci, G., 2018. Assessing spring frost effects on beech forests in Central Apennines from remotely-sensed data. Agric. For. Meteorol. 248, 240–250. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.10.007

Becagli, C., Becagli, C., Amorini, E., Fois, A., Manetti, M.C., 2009. Indici strutturali e di competizione per la caratterizzazione di popolamenti cedui di castagno. Ann. Silvic. Res. 35, 15–24.

Biondi, E., Marina, A., Baldoni, M., Casavecchia, S., Pinzi, M., Taffetani, F., 2010. Le serie di vegetazione della Regione Marche, in: La Vegetazione d'Italia. Carta Delle Serie Di Vegetazione Scala 1:500000.

Borghetti, M., La Mantia, T., Menozzi, P., Piotti, A., 2012. The likely impact of climate change on the biodiversity of Italian forests. For. - Riv. di Selvic. ed Ecol. For. 9, 245–250. https://doi.org/10.3832/efor0708-009

Brang, P., Spathelf, P., Larsen, J.B., Bauhus, J., Bončína, A., Chauvin, C., Drössler, L., García-Güemes, C., Heiri, C., Kerr, G., Lexer, M.J., Mason, B., Mohren, F., Mühlethaler, U., Nocentini, S., Svoboda, M., 2014. Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. Forestry 87, 492–503. https://doi.org/10.1093/forestry/cpu018

Caffarra, A., Donnelly, A., 2011. The ecological significance of phenology in four different tree species: Effects of light and temperature on bud burst. Int. J. Biometeorol. 55, 711–721. https://doi.org/10.1007/s00484-010-0386-1

Chiavetta, U., Marzini, S., 2021. foreMast: an R package for predicting beech (Fagus sylvatica L.) masting events in European countries. Ann. For. Sci. 78, 1–10. https://doi.org/10.1007/s13595-021-01109-5

Ciancio, O., Nocentini, S., 2003. La Conservazione Della Biodiversità Nei Sistemi Forestali - 2. Specie, Strutture, Processi. L'Italia For. e Mont. 1, 1–6.

Ciccarese, L., Lucci, S., Margheriti, E., Piotto, B., 1999. VIVAISTICA Produzione vivaistica di semenzali di Latifoglie forestali.

Ducci, F., 2005a. Linee guida per il reperimento e l'impiego dei materiali forestali di base per l'applicazione della direttiva europea 105/1999/CE e D.Lgs. 386/2003.

Ducci, F., 2005b. Risorse Genetiche Forestali in Italia.

Gallucci, V., Allegrezza, M., Urbinati, C., 2010. Dinamismi spazio-temporali e sensitività climatica. Riv. Sherwood 11–15.

Gazol, A., Camarero, J.J., Colangelo, M., de Luis, M., Martínez del Castillo, E., Serra-Maluquer, X., 2019. Summer drought and spring frost, but not their interaction, constrain European beech and Silver fir growth in their southern distribution limits. Agric. For. Meteorol. 278, 107695. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107695

Gosselin, F., Larrieu, L., 2020. Developing and using statistical tools to estimate observer effect for ordered class data: The case of the IBP (Index of Biodiversity Potential). Ecol. Indic. 110, 105884. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105884

Iovino, F., Maetzke, F.G., Masè, R., Menguzzato, G., 2009. Selvicoltura alpina e selvicoltura appenninica: elementi di contatto e di differenziazione 758–765. https://doi.org/10.4129/cns2008.102

IPLA, 2001. I tipi forestali delle Marche. I Tipi For. delle Marche.

Larrieu, L., Gosselin, F., Archaux, F., Chevalier, R., Corriol, G., Dauffy-Richard, E., Deconchat, M., Gosselin, M., Ladet, S., Savoie, J.M., Tillon, L., Bouget, C., 2019. Assessing the potential of routine stand variables from multi-taxon data as habitat surrogates in European temperate forests. Ecol. Indic. 104, 116–126. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.085

Lexerød, N.L., Eid, T., 2006. An evaluation of different diameter diversity indices based on criteria related to forest management planning. For. Ecol. Manage. 222, 17–28. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.10.046

Mariotti, B., Maltoni, A., Tani, A., 2014. PRODUZIONE VIVAISTICA FORESTALE E POTENZIALITÀ APPLICATIVE DEL " TARGET PLANT CONCEPT ."

McElhinny, C., Gibbons, P., Brack, C., Bauhus, J., 2005. Forest and woodland stand structural

complexity: Its definition and measurement. For. Ecol. Manage. 218, 1–24. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.08.034

Neumann, M., Starlinger, F., 2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. For. Ecol. Manage. 145, 91–106. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00577-6

Nocentini, S., 2009. Structure and management of beech (Fagus sylvatica L.) forests in Italy. IForest 2, 105–113. https://doi.org/10.3832/ifor0499-002

Nolè, A., Rita, A., Ferrara, A.M.S., Borghetti, M., 2018. Effects of a large-scale late spring frost on a beech (Fagus sylvatica L.) dominated Mediterranean mountain forest derived from the spatio-temporal variations of NDVI. Ann. For. Sci. 75, 1–11. https://doi.org/10.1007/s13595-018-0763-1

Piotto, B., Amadei, M., 2004. Conserviamo i semi per difendere la natura ! 48–55.

Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., 2016. Fagus sylvatica in Europe: distribution, habitat, usage and threats. Eur. Atlas For. Tree Species 94–95.

Rouvinen, S., Kuuluvainen, T., 2005. Tree diameter distributions in natural and managed old Pinus sylvestris-dominated forests. For. Ecol. Manage. 208, 45–61. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.11.021

Servizio Politiche Agroalimentari, 2020. Italy - Rural Development Programme (Regional) - Marche 1127.

Tabacchi, G., Cosmo, L., Gasparini, P., 2011. Stima del volume e della fitomassa delle principali specie forestali italiane. Equazioni di previsione, tavole del volume e tavole della fitomassa arborea epigea., Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale. Trento. (in italian).

Urbinati, C., 2009. Foreste in forma. La gestione sostenibile nei boschi delle Marche. https://doi.org/10.4129/ifm.2009.2.02

Urbinati, C., Iorio, G., Allegrezza, M., D'Ottavio, P., 2014. ForestPas2000 Foreste e Pascoli della Rete Natura 2000-Indirizzi di gestione sostenibile in Italia centrale.

Valbuena, R., Packalén, P., Martín-Fernández, S., Maltamo, M., 2012. Diversity and equitability ordering profiles applied to study forest structure. For. Ecol. Manage. 276, 185–195. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.03.036

Vitasse, Y., Basler, D., 2013. What role for photoperiod in the bud burst phenology of

European beech. Eur. J. For. Res. 132, 1–8. https://doi.org/10.1007/s10342-012-0661-2