



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



*Un progetto per
l'inserimento di
alberi e boschi
nel registro dei
boschi da seme
delle Marche*

A cura di
Carlo Urbinati
D3A – UNIVPM

ALBERI E BOSCHI DA SEME

Sostegno per la conservazione e promozione delle risorse genetiche forestali



AGENZIA SERVIZI SETTORE AMBIENTALE DELLE MARCHE

Relazione finale del progetto

A cura di

Prof. Carlo Urbinati

Responsabile scientifico del progetto

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali

Via Brecce Bianche - 60131 Ancona



071 220 4274



c.urbinati@univpm.it

E con la collaborazione di

Dott. Alessandro Vitali

Dott. Francesco Malandra

Dott. Enrico Tonelli

Area Sistemi forestali & *TreeringLab*

Dott.ssa Elena Bitocchi

Area Genetica agraria e forestale



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



ASSAM
AGENZIA SERVIZI SETTORE AGRICOLA DELLE MARCHE

Progetto realizzato con fondi della **Regione Marche, PSR 2014-2020, Misura 15.2 Tutela e riqualificazione del patrimonio rurale. Piani SIC e ZPS**



Introduzione

Il progetto ASSAM-UNIVPM su alberi e boschi da seme relativo alla Misura 15.2 azione a) “Sostegno per la conservazione e la promozione delle risorse genetiche forestali” aveva come obiettivo principale l’individuazione e la caratterizzazione di materiale di base idoneo per la raccolta di materiale di moltiplicazione a scopo vivaistico. Le formazioni vegetali censite saranno progressivamente inserite nel registro dei boschi (e alberi) da seme come previsto dalla normativa nazionale e regionale.

Nella presente relazione sono riportate: a) la cronologia delle attività svolte dall’area Sistemi Forestali del D3A, b) una sintesi dei principali risultati ottenuti, presentati anche in un incontro pubblico svoltosi presso UNIVPM il 12 novembre 2018.

Cronologia delle attività svolte nel biennio 2017-2018

- Gennaio-Febbraio 2017 - Riorganizzazione formale e strutturale delle schede di rilevamento per le formazioni vegetali monumentali (sia alberi che boschi) della Regione Marche.
- Febbraio-Marzo 2017 - Definizione del protocollo di campionamento fisionomico-strutturale da attuare nelle formazioni boschive (Macchia di Tassinete (MC), Abbadia di Fiastra (MC), Fonte Abeti (PU)).
- Marzo-Settembre 2017 - Rilevamento in campo dei parametri quali-quantitativi e definizione degli indirizzi di tutela e di eventuale manutenzione di n. 9 alberi monumentali censiti nella Regione Marche. Tali indagini sono state oggetto di una tesi laurea.
- Aprile 2017-Agosto 2018 – Esecuzione campionamento per la caratterizzazione fisionomico-strutturale della Macchia delle Tassinete. Tali indagini sono state oggetto di due tesi laurea.
- Settembre-Ottobre 2017 – Analisi genetica sulla popolazione adulta di tasso a Macchia delle Tassinete.
- Ottobre 2017 – Compilazione Scheda e indirizzi gestione/manutenzione Macchia delle Tassinete.
- Gennaio-Maggio 2018 – Esecuzione campionamento per la caratterizzazione fisionomico-strutturale della Selva dell’Abbadia di Fiastra. Tali indagini sono state oggetto di una tesi laurea.
- Agosto 2018 – Sopralluogo e caratterizzazione fisionomico-strutturale dell’Abetina di Fonte Abeti.
- Agosto 2018 – Compilazione Scheda e indirizzi gestione/manutenzione dell’Abetina di Fonte Abeti.
- Luglio - Settembre 2018 – Analisi dei dati LiDAR per la modellizzazione della struttura del popolamento della Selva di Abbadia di Fiastra e per l’identificazione preliminare delle zone maggiormente interessate da colonizzazione di specie arbustive invasive.
- Ottobre-Novembre 2018 – Compilazione Scheda e indirizzi gestione/manutenzione della Selva dell’Abbadia di Fiastra.
- Novembre 2018 – Organizzazione e coordinamento scientifico seminario tecnico per la diffusione dei risultati del progetto.
- Dicembre 2018 – Preparazione relazione finale

Principali risultati

Caratterizzazione degli alberi e dei boschi censiti

I principali risultati ottenuti nell'ambito del progetto sono in linea con gli obiettivi posti: a) la riorganizzazione della scheda di rilevamento, b) la caratterizzazione strutturale-funzionale in loco degli individui arborei, c) la caratterizzazione fisionomico-strutturale delle formazioni boschive. Per tutti gli elementi censiti sono state fornite indicazioni per la conservazione e la gestione migliorativa degli stessi. È stata dapprima messa a punto la scheda di censimento, utilizzabile sia per alberi che per altre formazioni vegetali, i cui contenuti peraltro erano già definiti dalla L.R. 6/2005. Dopo opportuna calibratura, le schede sono state utilizzate per la caratterizzazione e la definizione dei relativi indirizzi gestionali di n. 9 individui arborei e di n. 3 formazioni boschive (**Tab. 1., Fig. 1**).

N. FVM	Specie	Ubicazione	Tipo
196	Platano orientale (<i>Platanus orientalis</i>)	Ascoli Piceno	A
319	Faggio (<i>Fagus sylvatica</i>)	S. Severino Marche (MC)	A
190	Tiglio selvatico (<i>Tilia cordata</i>)	Amandola (MC)	A
322	Roverella (<i>Quercus pubescens</i>)	Treia (MC)	A
333	Cerro (<i>Quercus cerris</i>)	Serravalle di Chienti (MC)	A
138	Roverella castagnola (<i>Quercus pubescens</i>)	Ancona	A
135	Magnolia (<i>Magnolia grandiflora</i>)	Ancona	A
121*	Bagolaro (<i>Celtis australis</i>)	Sirolo (AN)	G
145*	Olmo campestre (<i>Ulmus minor</i>)	Castelplanio (AN)	A
286*	Macchia delle Tassinete	Cingoli (MC)	B
78	Abetina di Fonte Abeti	Borgo Pace (PU)	B
-	Selva Abbadia di Fiastra	Urbisaglia (MC)	B

Tab. 1. Formazioni vegetali censite e analizzate con il progetto. (*) indica le FVM supplementari. A = Albero; G = Gruppo; B = Bosco.



Fig. 1. A sinistra: FVM n. 145 – Olmo campestre di Castelplanio (AN). A destra FVM n. 190 Tiglio comune di Amandola (MC).

Ad eccezione della Selva dell'Abbadia di Fiastra, tutte le altre appartengono all'elenco regionale delle Formazioni Vegetali Monumentali (FVM) redatto dall'ex Corpo Forestale dello Stato per conto della Regione Marche (Guidi, 2012). Le piante singole censite, sono state analizzate e sottoposte alla raccolta del materiale di moltiplicazione trasportato presso i vivai dell'ASSAM.

Analisi fisionomico-strutturali delle formazioni boschive

Due delle formazioni forestali (Macchia delle Tassinete e Selva di Fiastra) caratterizzate da maggiore diversità compositiva sono state sottoposte ad un campionamento sperimentale per definire:

- la struttura (diametri del fusto, origine degli individui censiti),
- la composizione arborea (**Figg. 2 e 4**) e relativa diversità specifica (es. indice di Shannon),
- la distribuzione spaziale delle specie principali (mappe di concentrazione) (**Figg. 3 e 5**) utili per individuare materiale di base ed indirizzare la raccolta di materiale di moltiplicazione,
- gli indirizzi per la conservazione e la valorizzazione.

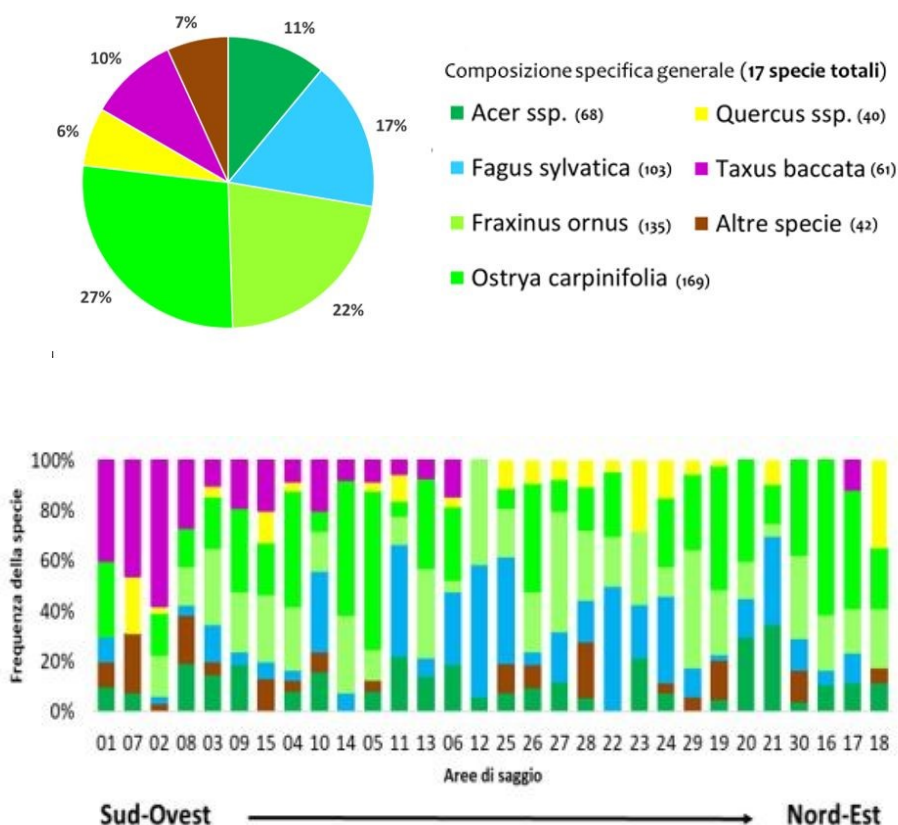


Figura 2. (**Sopra**) Composizione specifica relativa (in percentuale) dell'area di studio di Macchia delle Tassinete per ogni specie sono riportati anche il numero assoluto di individui campionati (a destra). (**Sotto**) Distribuzione della diversità specifica nelle aree di saggio secondo un gradiente SO-NE.

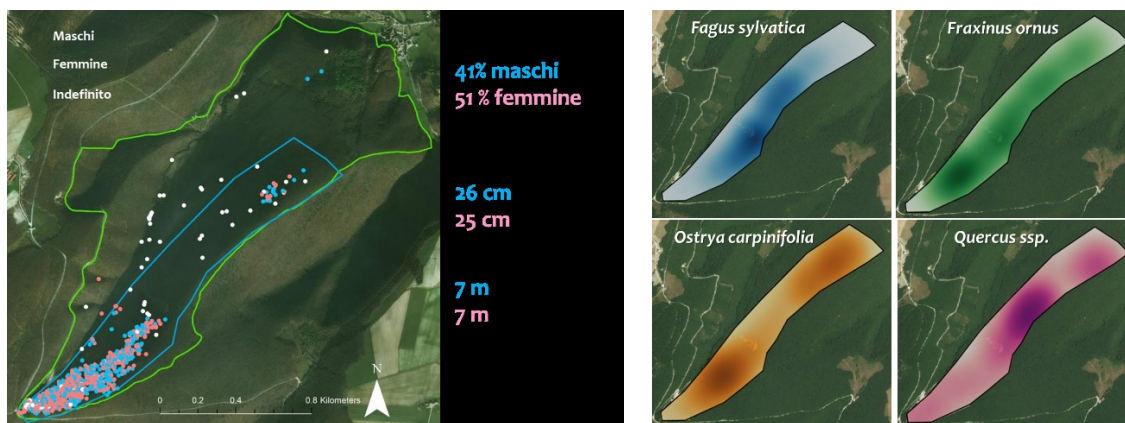


Fig. 3. A sinistra: distribuzione degli individui adulti di tasso a Macchia delle Tassinete (Cingoli, MC); A destra: mappa di concentrazione delle principali specie arboree presenti.

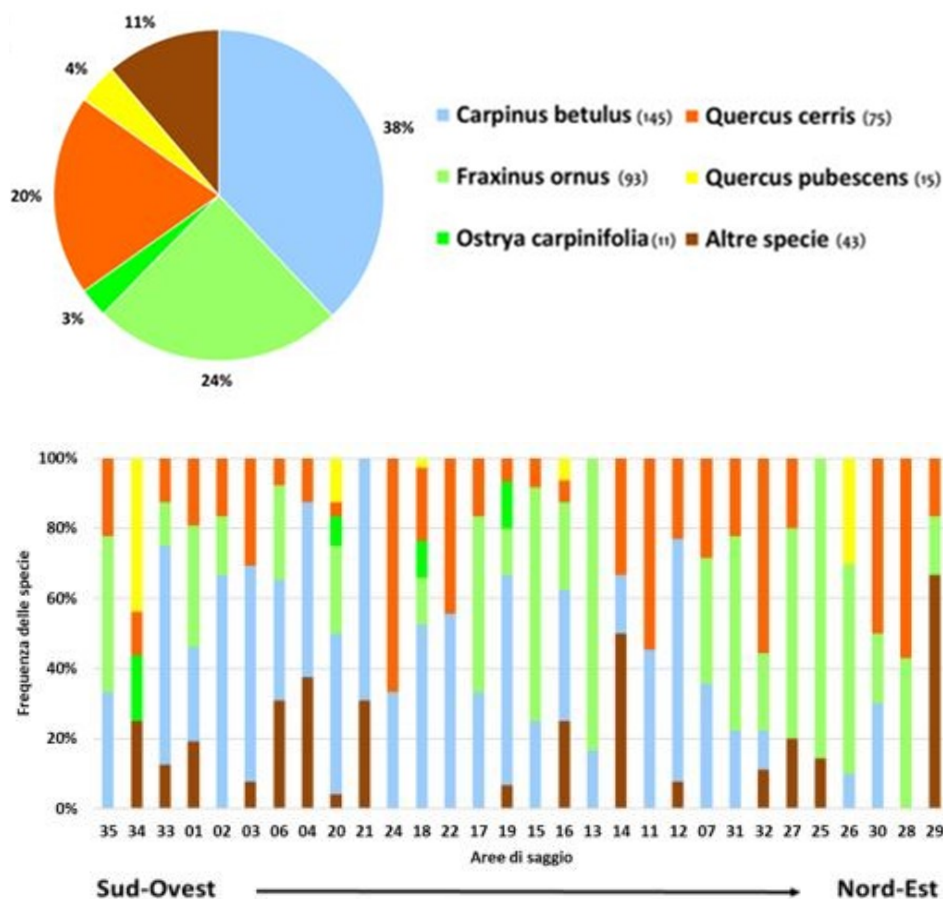


Figura 4 – (Sopra) composizione specifica relativa (in percentuale) dell'area di studio della Selva dell'Abbadia di Fiastra e per ogni specie sono riportati anche il numero assoluto di individui campionati (a destra). (Sotto) distribuzione della diversità specifica nelle aree di saggio secondo un gradiente SO-NE.

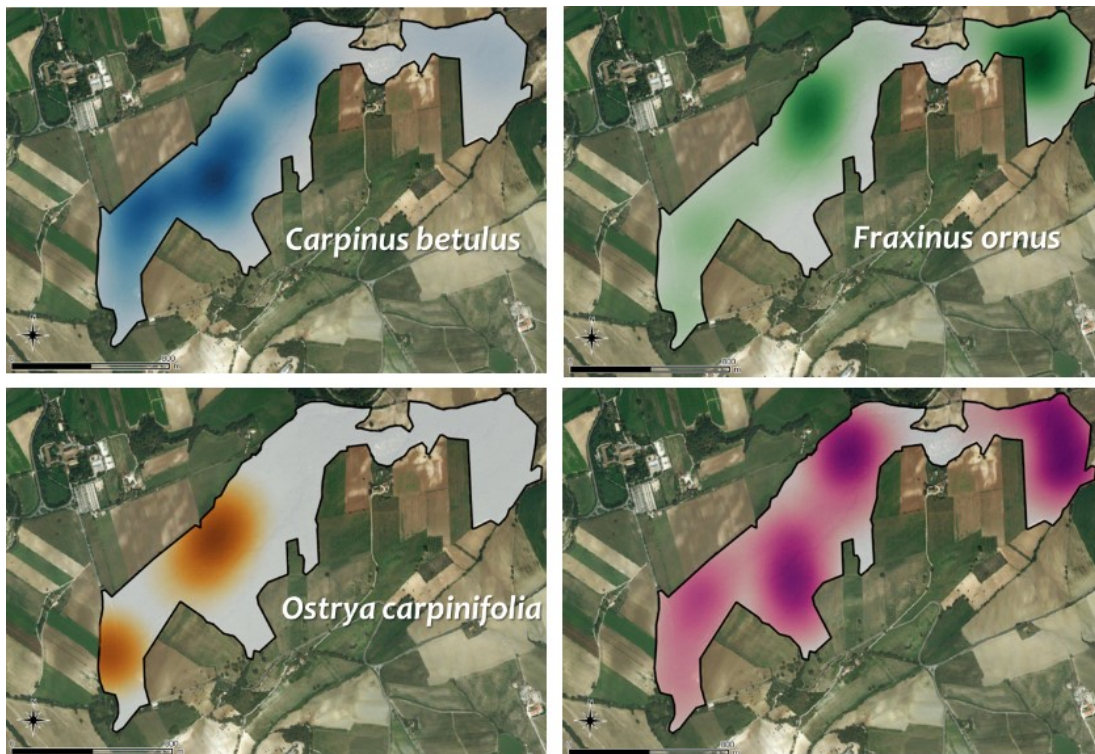


Fig. 5: Mappe di concentrazione delle principali specie arboree presenti nella Selva dell'Abbazia di Fiastra (Urbisaglia, MC).

I campionamenti eseguiti hanno permesso di verificare le condizioni ecologico-evolutive delle cenosi forestali e la presenza di possibili fattori di disturbo o minaccia ai normali processi silvigenetici, con particolare riferimento allo sviluppo degli individui adulti e alla rinnovazione naturale del bosco. Sono state infatti evidenziate alcune criticità: a Tassinete l'eccessiva e reiterata brucatura da parte di caprioli alla rinnovazione di tasso che stenta a superare l'altezza soglia di 1.40 metri. A Fiastra le condizioni di deperimento nel piano dominato delle cenosi. In caso di disturbi di diversa intensità (es. incendi, attacchi parassitari, eventi meteorologici) tali soprassuoli potrebbero non avere sufficiente resilienza e dar luogo a cedimenti strutturali e oltre a preoccupanti riduzioni di biodiversità. Una corretta gestione generale delle cenosi forestali potrà determinare beneficio anche alla valorizzazione di specie target (es. tasso a Tassinete e carpino bianco e orientale a Fiastra) da utilizzare come materiale forestale di base per la raccolta di materiale di moltiplicazione per la vivaistica forestale.

Uno degli aspetti innovativi delle analisi è stato l'utilizzo di dati LIDAR (MATTM 2011) disponibili per le aree relative alle due cenosi boscate, che ha permesso, soprattutto per il soprassuolo biplano della Selva di Fiastra, di ricostruire il modello digitale del terreno, della copertura delle chiome e della sua stratificazione, nonché la determinazione precisa delle altezze dei singoli alberi (**Fig. 6**). Tali tecniche di analisi sono sempre più diffuse e possono fornire notevoli informazioni strutturali e funzionali da calibrare con i dati di campo.

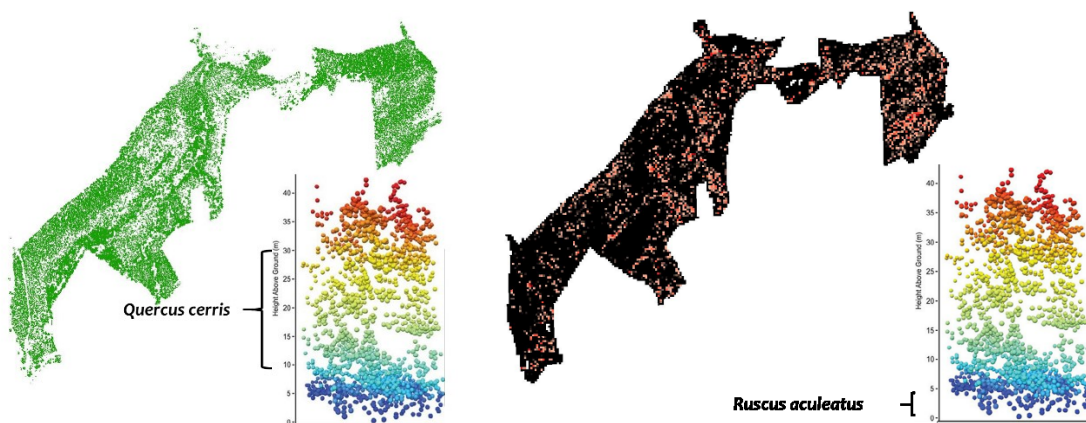


Fig. 6. Modelli digitali della copertura delle chiome arboree di cerro (a sinistra) e della probabile distribuzione di pungitopo (a destra) nella Selva dell'Abbadia di Fiastra (Urbisaglia, MC).

Analisi genetiche

Particolare attenzione è stata rivolta al tasso, specie emblematica della Macchia delle Tassinete, sottoposto anche ad un'analisi genetica, presso il D3A. Le indagini preliminari, utilizzando un unico marcatore, hanno evidenziato che il livello di diversità genetica della popolazione di Macchia delle Tassinete è medio-alto e non sembra essere presente una strutturazione genetica. Tali segnali sono incoraggianti, anche se è stato evidenziato un eccesso di individui omozigoti (che portano lo stesso allele ai due cromosomi omologhi) che indica la presenza di un moderato livello di consanguineità. Uno scenario più completo si avrà con il completamento della caratterizzazione genetica con tutti i marcatori considerati e soprattutto con l'analisi comparativa con un'altra popolazione di tasso delle Marche. Si è quindi proceduto ad un paio di sopralluoghi preventivi per comprendere la distribuzione spaziale della popolazione di tasso, spesso sotto copertura delle latifoglie come a Tassinete, nonché la numerosità e le caratteristiche fenotipiche degli individui arborei presenti.

Conclusioni

I risultati raggiunti con il progetto sono pienamente in linea con gli obiettivi posti ed hanno non solo consentito di raccogliere il materiale di moltiplicazione ma anche di caratterizzare in modo preciso l'assetto strutturale-compositivo delle cenosi boscate nonché di fornire specifici indirizzi gestionali per la valorizzazione del materiale di base presente. Per opportuni approfondimenti si allegano i documenti prodotti nelle diverse fasi progettuali (schede, tesi di laurea, documenti tecnici, ecc.) durante le quali vi è stata una continua e proficua collaborazione con il personale dell'ASSAM coinvolto nel progetto. Si auspica, visto lo stato delle analisi, la continuazione del percorso analitico-sperimentale intrapreso con ASSAM.

Ringraziamenti

Si ringraziano Lorella Brandoni, Massimo Latini, Ambra Micheletti, Gianluca Naso di ASSAM Marche; Matteo Mezzabotta, Piergiorgio Fioravanti, Francesco Belli, Luca Calandra del D3A; la Fondazione Bandini (Fiastra), il Sig. Felice Volpi (Alpe della Luna) e la dott.ssa Valeria Gallucci (Comandante Carabinieri Forestale, stazione di Mercatello s. Metauro (PU).



Allegati

All. 1 - Scheda di rilevamento - Alberi monumentali

All. 2 - Scheda Macchia delle Tassinete

All. 3 - Scheda Selva di Fiastra

All. 4 - Scheda Fonte Abeti

All. 5 - Tesi M. Mezzabotta (Alberi monumentali e Tassinete prima parte)

All. 6 - Tesi P- Fioravanti (Genetica tasso Tassinete)

All. 7 - Tesi L. Calandra (Tassinete seconda parte e Fiastra)

All. 8 - Ipotesi interventi Macchia Tassinete

All. 9 - Ipotesi interventi Abbadia di Fiastra

All. 10 - Locandina convegno Boschi da seme 12.11.2018

All. 11 - Convegno Boschi da seme - Urbinati et al.

All. 12 - Convegno Boschi da seme - Vitali et al.

Scheda di rilevamento Formazioni Vegetali delle Marche

FVM N. 121 Nome Bagolari di San Francesco Pianta singola Gruppo o Filare Bosco

Specie Nome comune Nome scientifico
Bagolaro *Celtis australis*

<i>Informazioni generali sulla localizzazione ed i parametri stazionali</i>		
N.	Variabile	Descrizione
1	Uso del suolo	
2	Provincia	AN
3	Comune	Sirolo
4	Latitudine	WGS 84 UTM 33 N ----- Gauss Boaga 4819404
5	Longitudine	WGS 84 UTM 33 E ----- Gauss Boaga 2408607
6	Località	Villa Vetta Marina
7	Specie idonea/e alla raccolta	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
8	Superficie del popolamento (ha)	
9	Proprietà	<input type="checkbox"/> Demanio ○ Statale ○ Militare ○ Regionale <input type="checkbox"/> Provinciale _____ <input type="checkbox"/> Comunale _____ <input checked="" type="checkbox"/> Privata _____ <input type="checkbox"/> Collettiva _____
10	Confini	
11	Accesso	Via San Francesco
12	Agibilità	<input type="checkbox"/> Difficoltosa <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Buona
13	Quota	<input type="checkbox"/> Minima _____ <input checked="" type="checkbox"/> Media 98 m slm <input type="checkbox"/> Massima _____
14	Esposizione	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> NW <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> SW <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> SE <input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> NE
15	Pendenza	<input type="checkbox"/> Minima _____ <input type="checkbox"/> Media 0% (pianta singola) <input type="checkbox"/> Massima _____
16	Substrato	
17	Suolo	
18	Tipo forestale	

Informazioni specifiche sul Materiale di Base		
	Variabile	Descrizione
19	Tipo di formazione	<input checked="" type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input type="checkbox"/> Gruppo <input type="checkbox"/> Siepe <input type="checkbox"/> Arbusteto <input type="checkbox"/> Bosco
20	Origine del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Autoctona <input type="checkbox"/> Non autoctona <input type="checkbox"/> Indigena <input type="checkbox"/> Non indigena <input type="checkbox"/> Sconosciuta
21	Provenienza	Villa Vetta Marina
22	Tipo di materiale di base	<input checked="" type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input type="checkbox"/> Gruppo
23	Categoria commerciale d'iscrizione	<input checked="" type="checkbox"/> Identificato alla fonte <input type="checkbox"/> Selezionato <input type="checkbox"/> Qualificato <input type="checkbox"/> Controllato
24	Numero di piante/ettaro	
25	Volume medio/ettaro	
26	Diametro (x alberi singoli) Diametro medio (x boschi)	1,0 m
27	Forma di governo	
28	Tipo di trattamento	
29	Età misurata o stimata	200 anni (stimata)
30	Situazione evolutiva-culturale	
31	Danni alla FVM	<input type="checkbox"/> Assenti <input type="checkbox"/> Meteorici <input type="checkbox"/> Pascolo <input type="checkbox"/> Fauna selvatica <input type="checkbox"/> Incendio <input type="checkbox"/> Patogeni <input type="checkbox"/> Altro
32	Gestione pianificata	
33	Copertura	
34	Distribuzione	<input type="checkbox"/> casuale <input type="checkbox"/> a piccoli gruppi <input type="checkbox"/> a piede d'albero <input type="checkbox"/> isolati
35	Stato fitosanitario	Chioma <input type="checkbox"/> buono <input checked="" type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico
		Fusto <input type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input checked="" type="checkbox"/> critico
		Radici <input checked="" type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico
36	Vegetazione	<input type="checkbox"/> rigogliosa <input type="checkbox"/> buona <input type="checkbox"/> discreta <input type="checkbox"/> stentata non valutabile
37	Fenotipo	<input type="checkbox"/> Scadente <input type="checkbox"/> Discreto <input type="checkbox"/> Buono <input type="checkbox"/> Ottimo <input checked="" type="checkbox"/> Eccezionale per dimensioni

38	Rinnovazione gamica	<input type="checkbox"/> Diffusa <input type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> a gruppi <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <input type="checkbox"/> Scarsa <input type="checkbox"/> Abbondante
39	Fruttificazione	<input type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Scarsa <input checked="" type="checkbox"/> Abbondante
40	Numero di individui portaseme		
41	Condizioni di raccolta	<input checked="" type="checkbox"/> Facili <input type="checkbox"/> Difficili	<input type="checkbox"/> Medie
42	Giudizio complessivo	Esemplare con struttura soddisfacente, ma con evidenti segni di patologie fungine attuali e pregresse (carie, corpi fruttiferi)	
45	Note aggiuntive	<p>Il fusto sembra composto da due cormi poi anastomizzati nel tempo a formare una struttura monocormica. Si nota infatti un'incisione che tende ad aprirsi nella zona basale (vedi fotografie). Il fusto è comunque in condizioni soddisfacenti fino a 1.30 m di altezza; in prossimità dell'inserzione chioma (circa 1.50 m), si notano segni di vecchi tagli di potatura e cavità causate da carie fungine, che in futuro potrebbero compromettere la stabilità di alcune branche. Sono presenti lembi di rete plastificata a maglia fine per evitare la colonizzazione di vespe o altri insetti di taglia grande.</p>	

Scheda di rilevamento Formazioni Vegetali delle Marche

FVM N. _286_

Nome *Macchia delle Tassinete* Pianta singola Gruppo o Filare Bosco

Specie
(primaria)

Nome comune

Nome scientifico

Tasso _____

Taxus baccata L. _____

Informazioni generali su localizzazione e parametri stazionali

N.	Variabile	Descrizione
1	Uso del suolo	Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (CLC 3.1.1.2)
2	Provincia	Macerata (MC)
3	Comune	Cingoli
4	Latitudine	4801737 N (Monte Mario/Italia zona 2) 4801723 N (WGS84-UTM33N)
5	Longitudine	2374600 E (Gauss-Boaga) 354593 E (WGS84-UTM33N)
6	Località	Fra Capo di Rio e Villa Tassinete
7	Specie idonea/e alla raccolta	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <i>Taxus baccata, Fagus sylvatica, Quercus cerris, Ostrya carpinifolia, Acer obtusatum, Acer pseudoplatanus, Staphylea pinnata, Ilex aquifolium</i>
8	Superficie del popolamento (ha)	179 ha
9	Proprietà	<input checked="" type="checkbox"/> Demanio (circa 57 %) <input type="checkbox"/> Statale <input type="checkbox"/> Militare <input checked="" type="checkbox"/> Regionale <input type="checkbox"/> Provinciale _____ <input type="checkbox"/> Comunale _____ <input checked="" type="checkbox"/> Privata (circa 43 %) _____ <input type="checkbox"/> Collettiva _____
10	Confini	Crinale Cima Mastro Luca (Dorsale cingolana), Fosso delle Scalette, SP 502.
11	Accesso	✓ Strada Provinciale n.502 per San Severino Marche ✓ Sentieristica interna
12	Agibilità	<input type="checkbox"/> Difficoltosa <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Buona
13	Quota	<input type="checkbox"/> Minima <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Massima 450 m 600 m 770 m
14	Esposizione	<input type="checkbox"/> N <input checked="" type="checkbox"/> NW <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> SW <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> SE <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> NE
15	Pendenza	<input type="checkbox"/> Minima <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Massima --30%----- -----40%----- -----60%-----
16	Substrato	Calcari della Scaglia Bianca e della Scaglia Rossa e limitate aree di Calcare a Maiolica e di Marne a Fucoidi
17	Suolo	Suoli superficiali con orizzonti A e AB limitati ai primi 30 cm di profondità (<i>Calcic Siltic Chernozem</i> - FAO)
18	Tipo forestale	Nella Carta Regionale dei tipi forestali le cenosi presenti sono prevalentemente classificate nella categoria degli <i>Orno-ostrieti</i> (tipo <i>Ostrieti mesoxerofili su substrati</i>)

		<p><i>calcarei</i>). La Direttiva Habitat fino a pochi anni fa li classificava come boschi basifili di carpino nero (<i>Scutellario columnae-Ostryetum carpinifoliae</i> subass. <i>Violetosum reichenbachiana</i>), ma un recente aggiornamento (Zitti et al., 2014) li definisce ostrieti a tasso (<i>Taxo baccatae-Ostryetum carpinifoliae</i>) attribuibili all'ordine <i>Fagetalia</i> e quindi, soprattutto nel settore più occidentale, attribuibili all'Habitat prioritario 9210 (<i>Faggete appenniniche con tasso e agrifoglio</i>)</p>
Informazioni specifiche sul Materiale di Base		
	Variabile	Descrizione
19	Tipo di formazione	<input type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input type="checkbox"/> Gruppo <input type="checkbox"/> Siepe <input type="checkbox"/> Arbusteto <input checked="" type="checkbox"/> Bosco
20	Origine del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Autoctona <input type="checkbox"/> Non autoctona <input type="checkbox"/> Indigena <input type="checkbox"/> Non indigena <input type="checkbox"/> Sconosciuta
21	Provenienza	
22	Tipo di materiale di base	<input checked="" type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input checked="" type="checkbox"/> Gruppo
23	Categoria commerciale d'iscrizione	<input checked="" type="checkbox"/> Identificato alla fonte <input type="checkbox"/> Selezionato <input type="checkbox"/> Qualificato <input type="checkbox"/> Controllato
24	Numero di piante/ettaro	Molto variabile e compreso fra 1900 e 6200 individui/ha (in prevalenza polloni). Il n. di ceppaie varia fra 350 e 1550/ha e il numero medio di polloni vivi per ceppaia è compreso fra 2,31 e 3,67.
25	Volume medio/ettaro	Il volume dendrometrico totale (latifoglie + tasso) varia fra 150 e 250 m ³ /ha.
26	Diametro (x alberi singoli) Diametro medio (x boschi)	<p>Il diametro medio della popolazione adulta di tasso (oltre 1000 individui con diametro a 1.30 > 15 cm) è di circa 22 cm (Diametro max 51 cm).</p> <p>Il diametro medio della componente a latifoglie oscilla fra 9 e 15 cm. Solo matricine hanno diametri superiori (max 40 cm)</p>
27	Forma di governo	Prevalentemente a ceduo con presenza diffusa di <i>Taxus baccata</i> spesso rilasciate come matricine
28	Tipo di trattamento	Ceduo matricinato, in parte a regime (nel settore a proprietà privata) in parte oltre turno ed alcuni tratti in conversione a fustaia (nel settore a proprietà pubblica)
29	Età misurata o stimata	L'età maggiore è stata riscontrata sui tassi in base ad un campionamento dendrocronologico eseguito su 110 individui adulti (diametro a 1.30 m > 15 cm) distribuiti nelle diverse classi diametriche. La popolazione è coetanea con un intervallo fra 40 e 150 anni con moda nella classe di 110 anni (circa 40% degli individui). Nelle latifoglie l'età prevalente dei polloni oscilla, con grande variabilità fra 27 e 57 anni. Alcune delle matricine di faggio e cerro raggiungono 90 anni.

30	Situazione evolutiva-culturale	<p>Le cenosi dal punto di vista evolutivo possono essere considerate stabili e in generale corrispondenti alla vegetazione naturale potenziale. Esse, soprattutto nel settore a microclima più oceanico (quello più interno verso Villa Tassinete) sono valorizzate anche dalla presenza dell'agrifoglio e/o del tasso, specie sempreverdi non mediterranee, relitte dell'era terziaria. Notevole la diminuzione di tasso lungo il gradiente SO-NE che trova riscontro anche nella composizione specifica arborea. Questa varia da quella tipica dell'habitat di faggeta a quella di orno-ostrieto a quella di querceto di roverella con cerro.</p> <p>Sarebbero utili interventi colturali assimilabili a quelli di selvicoltura d'albero eseguiti per favorire lo sviluppo di individui singoli o piccoli collettivi di tasso e di altri portaseme di latifoglie varie.</p>
31	Danni alla FVM	<p><input type="checkbox"/> Assenti <input type="checkbox"/> Meteorici <input type="checkbox"/> Pascolo <input checked="" type="checkbox"/> Fauna selvatica <input type="checkbox"/> Incendio <input type="checkbox"/> Patogeni <input type="checkbox"/> Altro</p> <p>Gran parte della rinnovazione (individui con altezza inferiore a 1.30 cm) di tasso è danneggiata per reiterata brucatura da parte di capriolo</p>
32	Gestione pianificata	<p>Sono disponibili ai fini della pianificazione/gestione: Piano Particolareggiato di Assestamento Forestale (PPAF) redatto nel 2006 e scaduto nel 2015; - Piano di gestione SIC Macchia della Tassinete redatto nel 2014 e revisionato nel 2015 (Studio Verde, Forlì). - Indirizzi di gestione da tesi di dottorato UNIVPM (Bagnara, 2012)</p>
33	Copertura	Uniformemente colma, senza radure o chiarie. Area basimetrica compresa fra 30 e 40 m ² /ha
34	Distribuzione spaziale dei portaseme	<p><input type="checkbox"/> casuale <input checked="" type="checkbox"/> a piccoli gruppi <input checked="" type="checkbox"/> a piede d'albero <input type="checkbox"/> isolati</p>
35	Stato fitosanitario	<p>Chioma <input checked="" type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico</p> <p>Fusto <input checked="" type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico</p> <p>Radici <input checked="" type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico</p>
36	Vegetazione	<p><input checked="" type="checkbox"/> rigogliosa <input type="checkbox"/> buona <input type="checkbox"/> discreta <input type="checkbox"/> stentata</p>
37	Fenotipo	<p><input type="checkbox"/> Scadente <input type="checkbox"/> Discreto <input checked="" type="checkbox"/> Buono <input type="checkbox"/> Ottimo <input type="checkbox"/> Eccezionale per dimensioni</p>
38	Rinnovazione gamica	<p><input type="checkbox"/> Diffusa (latifoglie) <input checked="" type="checkbox"/> a gruppi (tasso)</p> <p>-----</p> <p><input type="checkbox"/> Assente <input checked="" type="checkbox"/> Scarsa (latifoglie) <input checked="" type="checkbox"/> Media (tasso) <input type="checkbox"/> Abbondante</p>
39	Fruttificazione	<p><input type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Scarsa <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Abbondante</p>

Individuazione di alberi e formazioni vegetali per l'inserimento nel registro dei boschi da seme
Scheda di rilevamento

FVM N. _____ Nome *Selva dell'Abbadia di Fiastra* Pianta singola Gruppo o Filare Bosco

Specie (primaria) Nome comune Cerro _____ Nome scientifico *Quercus cerris* L _____

Informazioni generali su localizzazione e parametri stazionali		
N.	Variabile	Descrizione
1	Uso del suolo	Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (CLC 3.1.1.2)
2	Provincia	Macerata (MC)
3	Comune	Fiastra
4	Latitudine	4786238 N (Monte Mario/Italia zona 2) 4786226 N (WGS84-UTM33N)
5	Longitudine	2391307 E (Gauss-Boaga) 371302 E (WGS84-UTM33N)
6	Località	La Selva (fra C. del Custode e C. Bandini)
7	Specie idonea/e alla raccolta	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <i>Quercus cerris, Acer obtusatum, (Carpinus betulus, C. orientalis, Quercus petraeae)</i>
8	Superficie del popolamento (ha)	139,73 ha
9	Proprietà	<input type="checkbox"/> Demanio ○ Statale ○ Militare ○ Regionale <input type="checkbox"/> Provinciale _____ <input type="checkbox"/> Comunale _____ <input checked="" type="checkbox"/> Privata Fondazione Bandini _____ <input type="checkbox"/> Collettiva _____
10	Confini	Strada Provinciale n.1 Mogliano-Abbadia di Fiastra; Fosso dell'Inferno.
11	Accesso	✓ Strada Provinciale n.1 Mogliano-Abbadia di Fiastra ✓ Sentieristica interna
12	Agibilità	<input type="checkbox"/> Difficoltosa <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Buona
13	Quota	<input type="checkbox"/> Minima _____ <input checked="" type="checkbox"/> Media _____ <input type="checkbox"/> Massima _____ 230 m slm
14	Esposizione	<input type="checkbox"/> N <input checked="" type="checkbox"/> NW <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> SW <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> SE <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> NE
15	Pendenza	<input type="checkbox"/> Minima _____ <input type="checkbox"/> Media _____ <input type="checkbox"/> Massima _____ ----- 10% -----
16	Substrato	Detriti, alluvioni terrazzate, fluviolacustri e fluvioglaciali (Pleistocene) Detriti, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali (Olocene)
17	Suolo	Depositi pelitici di argille marnose e marno-siltose fittamente stratificate con locali sedimenti sabbioso-argillosi

18	Tipo forestale	<p>Nella Carta Regionale dei tipi forestali le cenosi presenti sono prevalentemente classificate nella categoria degli Cerrete (CE) (tipo <i>Cerreta mesoxerofila</i>, sottotipo <i>termofilo-costiero</i>). Una piccola porzione esposta a SE è classificata come Lecceta (LE) (tipo <i>Lecceta mesoxerofila a carpino nero</i>, sottotipo termofilo costiero).</p> <p>Sono presenti lungo i fossi e il torrente Fiastra lembi di Formazioni Ripariali (FR) (Tipo <i>Pioppeto-Saliceto Ripario</i>)</p> <p>Il piano di Gestione del SIC Selva di Fiastra (2016) individua nel medesimo territorio tre habitat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3280 Fiumi mediterranei a flusso permanente con vegetazione dell'alleanza <i>Paspalo-Agrostidion</i> e con filari ripari di <i>Salix</i> e <i>Populus alba</i> (55,67 ha); • 92A0 Foreste a galleria di <i>Salix alba</i> e <i>Populus alba</i> (72,93 ha); • 6430 Bordure planiziali, montane e alpine di megaforie idrofile (11,13 ha). <p>Sono inoltre stati individuati lembi ridottissimi di 92L0 Querceti di rovere illirici (<i>Erythronio-Carpinion</i>).</p>
Informazioni specifiche sul Materiale di Base		
Variabile		Descrizione
19	Tipo di formazione	<input type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input type="checkbox"/> Gruppo <input type="checkbox"/> Siepe <input type="checkbox"/> Arbusteto <input checked="" type="checkbox"/> Bosco
20	Origine del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Autoctona <input type="checkbox"/> Non autoctona <input type="checkbox"/> Indigena <input type="checkbox"/> Non indigena <input type="checkbox"/> Sconosciuta
21	Provenienza	
22	Tipo di materiale di base	<input checked="" type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input checked="" type="checkbox"/> Gruppo
23	Categoria commerciale d'iscrizione	<input checked="" type="checkbox"/> Identificato alla fonte <input type="checkbox"/> Selezionato <input type="checkbox"/> Qualificato <input type="checkbox"/> Controllato
24	Numero di piante/ettaro	In media 1621 individui/ha (bilanciato rapporto tra monocormici e policormici). Il numero di ceppaie è di circa 700/ha e il numero medio di polloni vivi per ceppaia è di 3,3.
25	Volume medio/ettaro	Il volume dendrometrico totale varia fra 300 e 350 m ³ /ha.
26	Diametro (x alberi singoli) Diametro medio (x boschi)	<p>La moda dei diametri della popolazione di cerro è di circa 28-34 cm (Diametro max 47 cm).</p> <p>La moda dei diametri della componente restante a latifoglie è inferiore a 9 cm.</p>
27	Forma di governo	Le cerrete sono caratterizzate da una struttura biplana (fustaia sopra ceduo o ceduo composto) con un piano dominante (cerro) di prevalente origine gamica e piano dominato (carpino bianco e orniello) di prevalente origine agamica. Le leccete sono fustaie di probabile

		origine antropica vista la distribuzione spaziale spesso molto regolare ed alcuni riferimenti bibliografici. I boschi ripariali sono in prevalenza fustaie irregolari.
28	Tipo di trattamento	Le cerrete sono boschi cedui matricinati (o composti) abbandonati da alcuni decenni. Il piano di gestione (in preparazione da oltre un decennio) non prevede per i boschi interventi selvicolturali estensivi, ma solo interventi di restauro e valorizzazione botanico-vegetazionale
29	Età misurata o stimata	L'età massima stimata del piano dominante (cerro) è ampiamente superiore ai 100 anni. Quella del piano dominato intorno ai 30-40 anni. Un'indagine dendrocronologica sul cerro potrebbe accertare con precisione sia l'età cambiale degli individui arborei sia la forma di governo (il ceduo composto è costituito nel piano dominante da una fustaia disetanea).
30	Situazione evolutiva-culturale	La Selva ad eccezione delle aree a forte impronta antropogena (impianti di conifere varie lungo sentieri e margini del bosco e anche di leccio in alcune aree ad esposizione meridionali) è costituita da cerrete in avanzato abbandono culturale. Tale scelta dettata da fattori socioeconomici ha trovato continuità con l'istituzione della Riserva Naturale che ha vietato la ceduzione o altri interventi selvicolturali estensivi. Tale abbandono oggi sta determinando anche nelle aree più interessanti della cerreta delle dinamiche ecologiche regressive che impongono riflessioni in tempi brevi. La struttura delle cenosi è molto omogenea e l'eccessiva chiusura del piano dominante, costituito soprattutto dal cerro, sta minacciando la sopravvivenza del carpino bianco, una specie con una moderata tolleranza dell'ombra, ma che necessita ora di maggiore disponibilità di luce. Sotto copertura, in seguito al riscaldamento climatico si stanno determinando condizioni di scarsa illuminazione coniugate a siccità stagionale che hanno favorito l'invasione e l'eccessivo sviluppo di pungitopo (<i>Ruscus aculeatus</i>) che raggiunge anche altezze superiore a 1.5 m. Tale presenza impedisce l'ingresso e l'insediamento di qualsiasi altra specie arborea, ed ha contribuito a ridurre nel corso degli ultimi 20 anni la biodiversità vegetale dell'area. In queste condizioni di abbandono ha trovato condizioni ideali il cinghiale che è presente con popolazioni eccessivamente numerose all'interno della Selva. L'eccessiva densità della cenosi in assenza di interventi culturali (diradamenti) determina una forte competizione arborea, la quale in sinergia con le modificate condizioni climatiche sembra essere la causa della rapida diffusione del fungo ascomicete <i>Biscognauxia mediterranea</i> , agente del cancro carbonioso e del deperimento delle querce. I sintomi sono molto evidenti e diffusi in diverse aree della cerreta ed in grado di determinare la morte di individui giovani e adulti. Lo stesso fungo è stato studiato nella

		Selva di Castelfidardo dove è attivo con una certa virulenza. Nel tempo l'aumento di necromassa potrebbe anche aumentare il rischio d'incendio globale della Selva, attualmente valutato di tipo medio-basso (per tipo di combustibile), ma di gravità elevata per la presenza diffusa di habitat forestali. La capacità di rinnovazione delle cerrete è al momento fortemente minata da una serie di fattori di disturbo sui quali sarebbe opportuno intervenire per ridurne gli impatti nei prossimi anni.
31	Danni alla FVM	<input type="checkbox"/> Assenti <input type="checkbox"/> Meteorici <input type="checkbox"/> Pascolo <input checked="" type="checkbox"/> Fauna selvatica <input type="checkbox"/> Incendio <input checked="" type="checkbox"/> Patogeni <input type="checkbox"/> Altro Alcune piante adulte dovrebbero essere abbattute per rischio caduta in prossimità dei sentieri.
32	Gestione pianificata	Sono disponibili ai fini della pianificazione/gestione: <ul style="list-style-type: none"> Piano AIB della Riserva Naturale dell'Abbadia di Fiastra 2012-2016 (probabile aggiornamento disponibile)
33	Copertura	Uniformemente colma, senza significative radure o chiarie. Area basimetrica media 32 m ² /ha.
34	Distribuzione spaziale dei portaseme (<i>Quercus cerris</i>)	<input type="checkbox"/> casuale <input checked="" type="checkbox"/> a piccoli gruppi <input checked="" type="checkbox"/> a piede d'albero <input type="checkbox"/> isolati
35	Stato fitosanitario	Chioma <input checked="" type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico
		Fusto <input checked="" type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico
		Radici <input checked="" type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico
36	Vegetazione	<input type="checkbox"/> rigogliosa <input checked="" type="checkbox"/> buona <input type="checkbox"/> discreta <input type="checkbox"/> stentata
37	Fenotipo	<input type="checkbox"/> Scadente <input type="checkbox"/> Discreto <input checked="" type="checkbox"/> Buono <input type="checkbox"/> Ottimo <input type="checkbox"/> Eccezionale per dimensioni
38	Rinnovazione gamica	<input type="checkbox"/> Diffusa <input type="checkbox"/> a gruppi ----- <input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Scarsa <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Abbondante
39	Fruttificazione	<input type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Scarsa <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Abbondante
40	Numero di individui portaseme	Numerosi quelli di cerro (vedi mappa individui monumentali)
41	Condizioni di raccolta	<input type="checkbox"/> Facili <input type="checkbox"/> Medie <input checked="" type="checkbox"/> Difficili
42	Giudizio complessivo	Il piano dominante di cerro non presenta problemi particolari. Il piano dominato di carpino bianco appare invece in stato di sofferenza per eccessiva e prolungata copertura. I problemi principali sono l'estensiva invasione del pungitopo (<i>Ruscus aculeatus</i>) nel piano

		erbaceo-arbustivo e l'eccessiva densità delle popolazioni di cinghiali.
45	Note aggiuntive	Sarebbe opportuno predisporre interventi sperimentali su piccoli lotti per testare le pratiche più idonee per il controllo del pungitopo e l'ingresso di specie arboreo-arbustive che garantiscono nel tempo il mantenimento degli habitat. E' stato presentato alla Fondazione Bandini un documento specifico con alcune proposte sperimentali d'intervento per ridurre il disturbo e l'involuzione delle fitocenosi con relativa perdita di biodiversità e di funzionalità.

Scheda di rilevamento Formazioni Vegetali delle Marche

FVM N. _78_____ Nome **Fonte Abeti** Pianta singola Gruppo o Filare Bosco

Specie Nome comune Nome scientifico
_Abete bianco_____ _____ *Abies alba* _____

Informazioni generali sulla localizzazione ed i parametri stazionali		
N.	Variabile	Descrizione
1	Uso del suolo	Boschi a prevalenza di abeti (bianco e/o rosso) CLC 3.1.2.3
2	Provincia	Pesaro e Urbino (PU)
3	Comune	Borgo Pace
4	Latitudine	4831128 N (Monte Mario/Italia zona 2) 4831114 N (WGS84-UTM33N)
5	Longitudine	2296108 E (Gauss Boaga) 276103 E (WGS84-UTM33N)
6	Località	Fonte Abeti (fra Sompiano e passo di Bocca Trabaria)
7	Specie idonea/e alla raccolta	<i>Abies alba</i> (e <i>Picea abies</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Acer obtusatum</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i>)
8	Superficie del popolamento (ha)	5 ha (15 ha)
9	Proprietà	<input type="checkbox"/> Demanio ○ Statale ○ Militare ○ Regionale <input type="checkbox"/> Provinciale _____ <input type="checkbox"/> Comunale _____ <input checked="" type="checkbox"/> Privata _Azienda Volpi_____ <input type="checkbox"/> Collettiva _____
10	Confini	Dal crinale del versante Nord del Poggio del Romito fino alla SS 73bis
11	Accesso	Su SS 73 bis da Borgo Pace per Bocca Trabaria dopo Lamoli e bivio per Lago del Sole, sulla destra in corrispondenza di un gruppo di case dismesse. Poche centinaia di metri salendo a piedi lungo il sentiero si entra nell'abetina che si estende lungo il versante fino quasi al crinale.
12	Agibilità	<input type="checkbox"/> Difficoltosa <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Buona
13	Quota	<input checked="" type="checkbox"/> Minima <input checked="" type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Massima _900 m slm_____ _950 m slm_____ _1050 m slm_____
14	Esposizione	<input type="checkbox"/> N <input checked="" type="checkbox"/> NW <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> SW <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> SE <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> NE
15	Pendenza	<input checked="" type="checkbox"/> Minima <input checked="" type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Massima _25%_____ _45%_____ _60%_____
16	Substrato	Il substrato geo-litologico è di tipo pelitico-calcarenitico in sequenze torbiditiche, il quale dà origine a pendii con pendenza superiore anche al 60%.
17	Suolo	I suoli sono subacidi, profondi (25-75 cm) e sciolti

18	Tipo forestale	Nella Carta Regionale dei tipi forestali è riportata come Rimboschimento di conifere della fascia montana variante ad Abete bianco (RC46X). Inserito fra una Faggeta eutrofica, variante con abete bianco (<i>Cardamino heptaphyllae-Fagetum sylvaticae</i> subass. <i>abietosum albae</i>) a contatto a valle con una cerreta submesofila (<i>Aceri obtusati-Quercetum cerridis</i>).
Informazioni specifiche sul Materiale di Base		
	Variabile	Descrizione
19	Tipo di formazione	<input type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input type="checkbox"/> Gruppo <input type="checkbox"/> Siepe <input type="checkbox"/> Arbusteto <input checked="" type="checkbox"/> Bosco
20	Origine del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Autoctona <input type="checkbox"/> Non autoctona <input type="checkbox"/> Indigena <input type="checkbox"/> Non indigena <input type="checkbox"/> Sconosciuta
21	Provenienza	
22	Tipo di materiale di base	<input type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input checked="" type="checkbox"/> Gruppo
23	Categoria commerciale d'iscrizione	<input checked="" type="checkbox"/> Identificato alla fonte <input type="checkbox"/> Selezionato <input type="checkbox"/> Qualificato <input type="checkbox"/> Controllato
24	Numero di piante/ettaro	Fra 100 e 190 piante /ha
25	Volume medio/ettaro	Abete bianco 400-500 m ³ /ha Intera cenosi anche 800-900 m ³ /ha
26	Diametro (x alberi singoli) Diametro medio (x boschi)	Diametro medio 50-65 cm Diametro massimo anche oltre 90 cm per abete bianco e abete rosso
27	Forma di governo	Alto fusto
28	Tipo di trattamento	Fustaia coetanea/coetaniforme monoplana/biplana a seconda della presenza di latifoglie nel piano intermedio e dominato.
29	Età misurata o stimata	Età media abete bianco fra 100 e 130 anni con alcuni individui che superano i 140 anni.
30	Situazione evolutiva-culturale	In generale il soprassuolo di abete bianco ha un'ottima vigoria. È peraltro caratterizzata dall'eccessiva omogeneità strutturale di alcuni settori. La contiguità con nuclei di abete rosso e l'assenza di nuclei di pre-rinnovamento (Gallucci e Urbinati, 2009) potrebbero progressivamente minarne la stabilità e ridurre la resilienza che tale specie sembra dimostrare almeno in termini climatici. L'evoluzione naturale, opzione gestionale spesso adottata in aree protette o della rete Natura2000, non sembra la risposta più idonea ad un obiettivo di durevolezza e di sostenibilità della cenosi.
31	Danni alla FVM	<input type="checkbox"/> Assenti <input checked="" type="checkbox"/> Meteorici <input type="checkbox"/> Pascolo <input type="checkbox"/> Fauna selvatica <input type="checkbox"/> Incendio <input checked="" type="checkbox"/> Patogeni <input type="checkbox"/> Altro Individui adulti ribaltati, schiantati, con cimici spezzati.
32	Gestione pianificata	Sono disponibili:

		- un Piano di Gestione del Patrimonio Agricolo e Forestale (PGPAF) scaduto; - un piano di gestione SIC IT5310010 "Alpe della Luna - Bocca Trabaria" 2015
33	Copertura	colma con alcune chiare
34	Distribuzione spaziale del portaseme	<input type="checkbox"/> casuale <input type="checkbox"/> a piccoli gruppi <input checked="" type="checkbox"/> a piede d'albero <input type="checkbox"/> isolati
35	Stato fitosanitario	Chioma <input checked="" type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico
		Fusto <input checked="" type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico
		Radici <input checked="" type="checkbox"/> buono <input checked="" type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico
36	Vegetazione	<input type="checkbox"/> rigogliosa <input checked="" type="checkbox"/> buona <input type="checkbox"/> discreta <input type="checkbox"/> stentata
37	Fenotipo	<input type="checkbox"/> Scadente <input type="checkbox"/> Discreto <input type="checkbox"/> Buono <input checked="" type="checkbox"/> Ottimo <input checked="" type="checkbox"/> Eccezionale per dimensioni
38	Rinnovazione gamica	<input type="checkbox"/> Diffusa <input type="checkbox"/> a gruppi ----- <input checked="" type="checkbox"/> Assente Abete bianco <input checked="" type="checkbox"/> Scarsa latifoglie <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Abbondante
39	Fruttificazione	<input type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Scarsa <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Abbondante
40	Numero di individui portaseme	Gran parte degli individui è in grado di fruttificare. Semi e getti già raccolti e utilizzati per germinazione e innesti per progetto LIFE-RESILFOR
41	Condizioni di raccolta	<input type="checkbox"/> Facili <input type="checkbox"/> Medie <input checked="" type="checkbox"/> Difficili Tree-climbing
42	Giudizio complessivo	Il soprassuolo dell'abetina è facilmente raggiungibile e caratterizzato da numerosi individui idonei come materiale di base per il recupero di materiale di moltiplicazione. Diversi studi genetici hanno confermato l'autoctonia della specie locale il cui corredo genetico risulta simile a quello dell'abeto bianco di Camaldoli. Ottimo candidato per iscrizione al Registro regionale dei boschi da seme.
45	Note aggiuntive	Sebbene l'attuale cenosi sia in prevalenza il risultato di un taglio a raso con rinnovazione artificiale posticipata, l'area in passato sembra da sempre aver ospitato boschi con Abete bianco viste le caratteristiche stazionali idonee alla specie. Anche l'abeto rosso, specie non tipicamente appenninica, e oggi fuori areale a queste latitudini, ha trovato a Fonte Abeti condizioni vegetative ottimali, a giudicare dalle dimensioni degli individui e dalla loro capacità riproduttiva. -----



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali

Corso di Laurea in Scienze Forestali ed Ambientali (L)

**Le Formazioni Vegetali Monumentali delle
Marche: linee guida per la produzione di seme
di qualità**

*Heritage plant formations in Marche region: management
guidelines of trees and woodlands for seed production*

Tesi di laurea di

Matteo Mezzabotta

Relatore

Prof. Carlo Urbinati

Correlatore

Dott. Alessandro Vitali

Dott.ssa Lorella Brandoni

Anno Accademico 2016-2017

Sessione Autunnale Dicembre 2017

1. Introduzione	pag. 2
1.1 Tipi e funzioni delle Formazioni Vegetali Monumentali (FVM)	pag. 2
1.2 Normative e censimento in Italia e nelle Marche	pag. 4
1.3 Formazioni Monumentali come Materiali di Base	pag. 9
1.4 Il Progetto ASSAM-D3A	pag. 10
1.5 Obiettivi della tesi	pag. 11
2. Materiali e metodi	pag. 12
2.1 Area di studio	pag. 14
2.1.1 FVM arboree	pag. 14
2.1.2 FVM forestali (Macchia delle Tassinete)	pag. 15
2.2 Parametri e metodi di rilevamento	pag. 22
2.2.1 FVM arboree	pag. 22
2.2.2 FVM forestali	pag. 24
3. Risultati	pag. 26
3.1 FVM arboree	pag. 26
3.2 FVM forestali	pag. 40
4. Conclusioni	pag. 49
5. Bibliografia	pag. 51
6. Sitografia	pag. 53

1. Introduzione

1.1 Tipi e funzioni delle Formazioni Vegetali Monumentali

Negli ultimi anni, nelle Marche, e più in generale in tutta Italia, è cresciuto l'interesse verso le Formazioni Vegetali Monumentali; precisamente dal 2008, grazie al Decreto Legislativo n. 63 “*gli alberi monumentali, in quanto Beni paesaggistici a tutti gli effetti, entrano a far parte del patrimonio culturale nazionale*”. I monumenti della Natura vengono finalmente equiparati ai monumenti dell'uomo e il sostantivo “albero” entra ufficialmente nei testi nazionali che tutelano il patrimonio culturale (Caramalli, 2008).

Le FVM possono essere di diversi tipi, occorre distinguere tra:

- Albero (o pianta singola): esemplare che si trova isolato, distante da altre formazioni;
- Gruppo: insieme di pochi individui della stessa specie posti a breve distanza tra loro;
- Bosco: una notevole estensione di terreno (almeno 2000 mq di area e almeno 25 metri di larghezza) sulla quale crescono e si sviluppano associazioni vegetali di specie arboree, arbustive ed erbacee;
- Filare: serie di piante arboree allineate, come può essere l'alberatura di un viale stradale;
- Siepe: nel caso un filare sia formato da arbusti.

Lo status di Formazione Vegetale Monumentale viene assegnato considerando diversi fattori, come bene indica la lingua inglese che annovera diverse denominazioni funzionalmente o fisionomicamente distinte quali: *Remarkable tree, Ancient tree, Monumental tree, Veteran tree, Legacy tree, Notable tree, Very interesting tree* (Urbinati, 2015). Questi fattori, criteri di attribuzione della monumentalità sono: il pregio naturalistico, il valore ecologico e il pregio storico-culturale-religioso.

- **Pregio naturalistico**

Sono considerati elementi di pregio naturalistico:

- L'età, nel caso di individui molto longevi;
- Le dimensioni, nel caso di parametri dendrometrici come altezza e diametro del fusto molto sviluppati;
- La forma, nel caso di alberi o arbusti con un portamento particolare, una deformazione strutturale che dona un aspetto unico;
- La rarità botanica, nel caso di esemplari endemici, molto rari in un determinato territorio.

- **Valore ecologico**

Gli organismi viventi “utilizzano” gli alberi per una serie di finalità: alimentazione, nidificazione, riproduzione, ricovero diurno e notturno, svernamento e substrato di crescita (Di Santo, 2015). Le Formazioni Vegetali Monumentali rivestono un ruolo chiave nella conservazione della biodiversità. Per valore ecologico si intende, infatti, la capacità di fornire un habitat ad un'altra o più specie. Questa capacità è facilmente collegabile alla grandezza della pianta, maggiori saranno le dimensioni, maggiore sarà il numero di specie che potrà ospitare. Alcuni individui, specialmente quelli di dimensioni eccezionali e con particolari condizioni vegetative, possono trasformarsi in veri e propri ecosistemi. Negli apparati epigei ed ipogei si caratterizzano sistemi di nicchie ecologiche funzionali alla presenza, allo sviluppo e alla riproduzione di moltissime comunità biologiche (Keddy e Drummond, 1996).

- **Pregio storico-culturale-religioso**

La monumentalità può essere dichiarata non solo in base a caratteri naturalistici od ecologici, la tradizione è un fattore altrettanto importante. In regione il più bell'esempio di cultura popolare legata ad un albero è stato sicuramente l'Olmo Bello di Lando a Casine di Ostra (*Figura 1.1a*), morto e abbattuto negli anni '30 che con i suoi 30 metri di diametro della chioma era tradizionalmente luogo di sosta per i viandanti e di riferimento per gli

abitanti della zona, che si ritrovavano all'ombra dell'albero per socializzare (Urbinati, 2015). Un altro aspetto importante è quello religioso, molte delle formazioni monumentali si trovano infatti nei chiostri e nei cortili di conventi, monasteri e abbazie.



Figura 1.1a - Una vecchia cartolina raffigurante l'Olmo Bello di Casine di Ostra (Fonte: <https://phaidra.cab.unipd.it>).

1.2 Le FVM in Italia e nelle Marche

Nel passato l'individuazione e la salvaguardia di alberi, alberate e filari portatori di interessi eccezionali erano dovute all'inaccessibilità dei luoghi in cui si trovavano, oppure lasciate alla sensibilità individuale di proprietari, tecnici e operatori che decidevano di riservare dal taglio quei soggetti arborei che per i motivi più disparati ritenevano opportuno preservare e conservare. È in gran parte grazie a loro se oggi possiamo parlare di alberi monumentali (Caramalli, 2008). Durante gli anni '60 e '70 in Italia la tendenza a deforestare era molto accentuata e molte piante venivano abbattute senza coscienza, col risultato che oggi le FVM rimaste sono relativamente poche, trattandosi di un patrimonio

non direttamente rinnovabile (Russo et al., 2015) il censimento e le norme di tutela assumono un'importanza sempre maggiore.

A livello mondiale il primo fondamentale passo in questa direzione, fu l'istituzione, nel 1890, del Parco di Yosemite (California, USA), fortemente voluta dal naturalista scozzese John Muir, grazie alla quale furono preservate le grandi foreste di Sequoie del Sud-Ovest degli Stati Uniti, fu così impedito il taglio di alcuni tra i patriarchi verdi più imponenti e longevi del pianeta. A livello di censimenti e catalogazioni, quello che possiamo considerare il precursore di tutti è il National Register of Big Trees (Bottacci et al. 2007) nato a inizio anni '40 sempre negli USA, dove sono schedati tutti gli esemplari monumentali statunitensi.

Gli alberi monumentali possono essere considerati tra gli esseri viventi i più antichi al mondo, eppure la loro tutela da un punto di vista legislativo in Italia è materia recente (Artese, 2015). I primi tentativi di salvaguardia e le prime campagne di responsabilizzazione le abbiamo negli anni '70 grazie a progetti del WWF che avevano l'intento di sensibilizzare i cittadini sul tema. Seguirono poi le iniziative isolate di alcune Regioni come l'Emilia-Romagna e le Marche o il lavoro di singoli appassionati (Capodarca, *Marche: cinquanta alberi da salvare*, 1984). Il primo censimento nazionale degli alberi e degli arbusti di particolare interesse in Italia fu realizzato nel 1982 dal Corpo Forestale dello Stato in collaborazione con i servizi forestali delle Regioni a statuto speciale delle Province autonome (Bottacci et al. 2007). In questo primo lavoro furono individuati circa 22.000 esemplari, per ciascuno di essi fu compilata una scheda con indicati i principali dati di interesse, specie, posizione topografica, parametri dendrometrici, età, stato fitosanitario, notizie storiche e, in allegato, la documentazione fotografica. Dopo questa prima cernita, furono selezionate 1.255 piante, considerate di "maggior interesse ambientale e culturale"; le province più rappresentate sono la provincia di Arezzo e la provincia di Forlì-Cesena attraversate dalle Riserve Naturali Casentinesi dell'Appennino Tosco-Romagnolo. Con la legge Galasso del 1985, gli alberi monumentali cominciano ad essere tutelati *ex lege* sotto il profilo paesaggistico ogni volta che siano localizzati in aree montane situate al di sopra di una certa quota sopra il livello del mare, ovvero all'interno di aree naturali protette, oppure dentro a boschi o foreste. La coscienza

comune, però, suggeriva una nozione di albero monumentale che andasse oltre la semplice espressione naturalistico-estetica dell'individuo arboreo (Roggero, 2015). Molte piante infatti, erano, e sono, considerate monumentali non tanto per le caratteristiche estetiche, ma piuttosto per ciò che hanno rappresentato nella storia di un popolo, di una comunità, di un'intera nazione. Per questi motivi con i Decreti Legislativi n. 62 e n. 63 del 26 marzo 2008, relativi ai beni culturali, introducono modifiche al Codice Urbani (D.Lgs. n. 42 del 2004) gli alberi monumentali sono inseriti tra quei beni immobili che possono essere dichiarati di notevole interesse pubblico e quindi annoverati nell'elenco dei beni paesaggistici, al pari dei complessi archeologici, delle ville, dei castelli, e dei centri storici di maggior pregio (Caramalli, 2008). Bisogna però aspettare il 2014 per avere la prima vera e propria legge nazionale in materia: prima con la legge del 14 gennaio 2013 n. 10 *Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani* che detta all'articolo 7 *Disposizioni per la tutela e la salvaguardia degli alberi monumentali, dei filari e delle alberate di particolare pregio paesaggistico, naturalistico, monumentale, storico e culturale*, completata con l'emanazione del Decreto Ministeriale del 23 ottobre 2014 *Istituzione dell'elenco degli alberi monumentali d'Italia e principi e criteri direttivi per il loro censimento*. Fino a questo momento la protezione delle formazioni monumentali era affidata alle leggi regionali (*Tabelle 1.2a e 1.2b*), e furono proprio le regioni ad intendere la monumentalità di un albero elemento legato alla maestosità, alla longevità e alla rilevanza storico-culturale. La nuova normativa nazionale si colloca, perciò, nel solco tracciato dalle leggi regionali preesistenti. La novità è, oggi, non tanto nei contenuti, quanto nell'esistenza di una norma legislativa statale unitaria in materia che prende il posto di quelle regionali, alle quali va riconosciuto il merito di aver elaborato il modello della tutela. Le nuove definizioni inserite nella legge nazionale sono: a) l'albero ad alto fusto isolato o facente parte di formazioni boschive naturali o artificiali ovunque ubicate ovvero l'albero secolare tipico, che possono essere considerati come rari esempi di maestosità e longevità, per età o dimensioni, o di particolare pregio naturalistico, per rarità botanica e peculiarità della specie, ovvero che recano un preciso riferimento ad eventi o memorie rilevanti dal punto di vista storico, culturale, documentario, o delle tradizioni locali; b) I filari e le alberate di particolare pregio paesaggistico, monumentale, storico e culturale, ivi compresi quelli inseriti nei centri urbani; c) gli alberi ad alto fusto inseriti in particolari complessi

architettonici di importanza storica e culturale, quali ad esempio ville, monasteri, chiese, orti botanici e residenze storiche private.

Tabella 1.2a – Normativa aggiornata al 2011 delle regioni a statuto ordinario per la tutela degli alberi monumentali (Lisa, 2011). In evidenza la normativa marchigiana.

Regione	Normativa	
ABRUZZO	Legge Regionale n. 45 del 11/09/1979 (Art. 5, 6, 18)	<i>Provvedimenti per la protezione della flora in Abruzzo.</i>
BASILICATA	Legge Regionale n. 28 del 28/06/1994 (Art. 32, 33)	<i>Individuazione, classificazione, istituzione, tutela e gestione delle aree naturali protette in Basilicata.</i>
CAMPANIA	Proposta di Legge Regolamento Generale n. 44 del 28/09/2005 assegnata alle commissioni IV, III, II	<i>Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali.</i>
CALABRIA	Legge Regionale n. 47 del 07/12/2009	<i>Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali e della flora spontanea autoctona della Calabria.</i>
EMILIA-ROMAGNA	Legge Regionale n. 2 del 24/01/1977 (Art. 1, 5, 6, 9, 14, 15)	<i>Provvedimenti per la salvaguardia della flora regionale – Istituzione di un fondo regionale per la conservazione della natura – Disciplina della raccolta dei prodotti del sottobosco.</i>
LAZIO	Legge Regionale n. 39	<i>Norme in materia di gestione delle risorse forestali.</i>
LOMBARDIA	Legge Regionale n. 10 del 31/03/2008 (Art. 12)	<i>Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna della flora e vegetazione spontanea.</i>
	Decreto della Giunta Regionale n. 1044 del 22/12/2010	<i>Modalità per la definizione degli alberi monumentali e per la loro tutela.</i>
LIGURIA	Legge Regionale n. 4 del 22/01/1999 (Art. 4, 12, 52, 57, 58)	<i>Norme in materie di foreste e di assetto idrogeologico.</i>
MARCHE	Legge Regionale n. 6 del 23/02/2005 (Art. 2, 26, 27, 30)	<i>Legge Forestale Regionale.</i>
MOLISE	Legge Regionale n. 48 del 06/12/2005	<i>Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali.</i>
PIEMONTE	Legge Regionale n. 50 del 03/04/1995	<i>Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali, di alto pregio naturalistico e storico.</i>
PUGLIA	Legge Regionale n. 14 del 04/06/2007	<i>Tutela e valorizzazione del paesaggio degli ulivi monumentali in Puglia.</i>
TOSCANA	Legge Regionale n. 60 del 13/08/1998	<i>Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali e modifica dell'art. 3 della legge regionale n. 49 del 11/04/1995</i>
UMBRIA	Legge Regionale n. 28 del 19/11/2001 (Art. 1, 3, 12, 48)	<i>Testo Unico Regionale per le Foreste.</i>
VENETO	Legge Regionale n. 20 del 09/08/2002	<i>Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali.</i>

Nelle Marche, prima dell'entrata in vigore delle nuove leggi nazionali, la tutela era garantita dalla Legge Regionale 23 febbraio 2005 n. 6, in cui il Capo IV è interamente dedicato alla salvaguardia delle formazioni vegetali non comprese nei boschi e nei centri abitati. La precedente regolamentazione risaliva addirittura al 1985 con la Legge Regionale n. 7 *Disposizioni per la salvaguardia della flora marchigiana*, derivata dalla precedente L.R. n. 6 del 22 febbraio 1973 (finalizzata soprattutto *alla tutela delle querce secolari sparse nella campagna che caratterizzano il paesaggio di tutta la fascia collinare delle Marche*), modificata ed integrata negli anni successivi con le LL.RR. n. 8/87 e n. 9/01 (Guidi, 2012).

Tabella 1.2b – Normativa aggiornata al 2011 delle regioni a statuto speciale per la tutela degli alberi monumentali (Lisa, 2011).

Regione	Normativa		
SICILIA	Decreto del Dirigente Generale n. 7358 del 29/09/2005	<i>Istituzione dell'Albo delle piante Monumentali della Sicilia.</i>	
SARDEGNA	Legge Regionale n. 31 del 07/06/1989 (Art. 1, 4, 5, 26)	<i>Norme per l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica ed ambientale.</i>	
	Proposta di Legge n. 314 del 25/02/2008 Consiglio Regionale della Sardegna XIII legislatura	<i>Tutela e valorizzazione degli ulivi monumentali della Regione Sardegna.</i>	
VALLE D'AOSTA	Legge Regionale n. 50 del 21/08/1990	<i>Tutela delle piante monumentali.</i>	
FRIULI VENEZIA GIULIA	Legge Regionale n. 35 del 08/06/1993	<i>Disposizioni per la tutela dei monumenti naturali e del patrimonio vegetale.</i>	
TRENTINO ALTO ADIGE	Provincia autonoma di Trento	Legge Provinciale n. 11 del 23/05/2007 (Art. 24)	<i>Governo del territorio forestale e montano, dei corsi d'acque e delle aree protette – Provincia autonoma di Trento.</i>
	Provincia autonoma di Bolzano	Legge Provinciale n. 16 del 25/07/1970 (Art. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18, 21, 22)	<i>Tutela del paesaggio.</i>

1.3 Formazioni Monumentali come Materiali di Base

Con il Decreto Legislativo n. 386 del 10 novembre 2003 c'è l'attuazione della direttiva 1999-105-CE relativa alla produzione e alla commercializzazione di materiale di propagazione e moltiplicazione per fini forestali. Con "fini forestali" si intendono tutte le attività relative all'imboschimento, al rimboschimento e all'arboricoltura da legno. I materiali di moltiplicazione sono le unità seminali destinate alla produzione di postime, mentre i materiali di base sono le fonti di suddette unità, che possono essere alberi, arbusti, arboreti da seme, individui genitori (alberi utilizzati per ottenere discendenti tramite impollinazione) o cloni (insieme di individui derivati per via vegetativa da un unico individuo originale). Ha assunto quindi molta importanza il settore della vivaistica forestale, che, sia a livello locale sia globale, si sta orientando verso la conservazione degli ecotipi locali di specie forestali (Cambiaggi e Ciccarese, 2004). Le Marche sono, insieme all'Emilia-Romagna, la regione più attiva in merito in Italia centrale; è iniziato concretamente un programma organico su due specie privilegiate nell'arboricoltura da legno, il noce ed il ciliegio, per le quali è prevista la caratterizzazione genetica. Ogni regione dovrà possedere un registro dei materiali di base e un libro regionale dei boschi da seme. E come hanno fatto molti paesi europei, dovranno essere definite le regioni di provenienza per le specie forestali, come primo passo per la gestione delle risorse genetiche (Ducci, 2005). I requisiti minimi per l'ammissione dei materiali di base destinati alla produzione di materiali di moltiplicazione sono diversi a seconda della categoria di iscrizione ("Identificati alla fonte", "Selezionati", "Qualificati", "Controllati"), ma in generale devono rispettare i seguenti criteri: singola regione di provenienza, origine appurata, età adatta, buona qualità del legno, portamento e omogeneità del soprassuolo. Le fonti di seme vengono selezionate solo in base al fenotipo, in quanto il genotipo non può essere determinato fino a quando le postime non diventano grandi abbastanza per una adeguata e corretta valutazione. In questo ambito le Formazioni Vegetali Monumentali possono rappresentare una interessante risorsa; per la produzione di seme di qualità gli alberi selezionati devono avere un alto grado di resistenza verso i patogeni, rapido accrescimento, adattabilità, resistenza e resilienza, tutte caratteristiche tipiche dei grandi patriarchi verdi.

1.4 Il progetto ASSAM-D3A

Secondo gli Articoli 14 (*Libro regionale dei boschi da seme*) e 17 (*Vivai forestali regionali*) della L.R. n.6 del 2005, “*Presso la struttura regionale competente in materia di foreste è istituito il libro regionale dei boschi da seme nel quale vengono iscritti i boschi, gli arboreti e le piante [...] da cui approvvigionarsi di seme*” e “*I vivai forestali possono essere gestiti dall’Agenzia per i servizi nel settore agroalimentare delle Marche (ASSAM)*”. L’obiettivo del progetto ASSAM-D3A è quello di prelevare materiale genetico selezionato al fine di produrre seme di qualità superiore. A tale proposito è stato proposto dal D3A ed accettato da ASSAM di utilizzare come fonte di materiale di base anche alcune delle formazioni monumentali, per via del loro pool genetico migliore e per la loro straordinaria adattabilità e resistenza, spesso superiori a quelle di normali individui. Sono state individuate 12 FVM da esaminare, tra quelle candidate per l’iscrizione al Libro Regionale dei boschi da seme, di cui 9 piante singole e 3 formazioni boschive (*Tabella 1.4a*). Il progetto prevede quindi per tutte le FVM la ridefinizione delle schede con tutti i parametri da rilevare.

Tabella 1.4a – Elenco delle Formazioni Vegetali Monumentali da analizzare per il progetto ASSAM-D3A.

N. scheda	Specie	Comune	Tipo
121	<i>Celtis australis</i>	Sirolo	albero
135	<i>Magnolia grandiflora</i>	Ancona	albero
138	<i>Quercus virgiliana</i>	Ancona	albero
145	<i>Ulmus campestris</i>	Castelplanio	albero
190	<i>Tilia cordata</i>	Amandola	albero
196	<i>Platanus orientalis</i>	Ascoli Piceno	albero
319	<i>Fagus sylvatica</i>	S. Severino Marche	albero
322	<i>Quercus pubescens</i>	Treia	albero
333	<i>Quercus cerris</i>	Serravalle del Chienti	albero
78	Abetina di Fonte Abeti	Borgo Pace	bosco
286	Macchia delle Tassinete	Cingoli	bosco
258, 259	Riserva Naturale dell’Abbadia di Fiastra	Urbisaglia	bosco

Per ogni singola pianta viene valutato lo stato vegetativo ed evidenziate eventuali problematiche e possibili interventi attuabili, inoltre sono acquisite tutte le informazioni generali ed i parametri stazionali. Per gli ambiti boschivi è prevista una caratterizzazione biologica ed ecologica complessiva; qualora fattibile, si procederà anche alla determinazione dell'età, all'analisi dendrocronologica per verificare eventuali relazioni fra dinamica di accrescimento e vitalità degli alberi. Potrà essere infine valutato il recupero dai singoli soggetti arborei, di campioni di materiale verde per la conservazione del relativo germoplasma ed eventuali successive analisi genetiche. Oltre alle specie focalizzate per la raccolta, verranno evidenziate anche altre specie presenti, aventi interesse da un punto di vista vivaistico.

1.5 Obiettivi della tesi

L'obiettivo generale di questa tesi, in linea con il suddetto progetto è quello di valorizzare alcune Formazioni Vegetali Monumentali delle Marche anche dal punto di vista della loro potenzialità riproduttiva. Si intende preservare il materiale di base ottenibile da questi straordinari monumenti naturali. Nello specifico gli obiettivi della tesi sono due:

- la caratterizzazione biologica e statica delle FVM arboree mediante un protocollo condiviso per la verifica delle condizioni vegetative, lo stato fitosanitario e la stabilità dei nove esemplari individuati dall'ASSAM, indicando, dove necessario, eventuali interventi per migliorare la vita della pianta,
- la caratterizzazione ecologica delle FVM forestali mediante la definizione di un protocollo sperimentale per la individuazione all'interno delle cenosi interessate di esemplari e di specie di particolare valenza e con potenzialità di portaseme.

Questa seconda fase è stata avviata ad oggi sulla FVM "Macchia delle Tassinete" applicando un protocollo di rilevamento sistematico per caratterizzare l'assetto compositivo e strutturale della cenosi.

2. Materiali e metodi

Per la raccolta dei dati, sono state appositamente realizzate schede di rilevamento (*Figura 2a*) per agevolare il lavoro di analisi in campo. Una scheda è suddivisa in due sezioni, nella prima parte vanno inserite informazioni generali sulla localizzazione ed i parametri stazionali, nella seconda le informazioni specifiche sul Materiale di Base preso in analisi.

N.	Variabile	Descrizione
1	Uso del suolo	
2	Provincia	
3	Comune	
4	Latitudine	WGS 84 UTM 33 N Gauss Boaga
5	Longitudine	WGS 84 UTM 33 E Gauss Boaga
6	Località	
7	Specie idonea/e alla raccolta	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
8	Superficie del popolamento (ha)	
9	Proprietà	<input type="checkbox"/> Demanio <input type="radio"/> Statale <input type="radio"/> Militare <input type="radio"/> Regionale <input type="checkbox"/> Provinciale <input type="checkbox"/> Comunale <input type="checkbox"/> Privata <input type="checkbox"/> Collettiva
10	Accesso	
11	Agibilità	<input type="checkbox"/> Difficoltosa <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Buona
12	Quota	<input type="checkbox"/> Minima <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Massima
13	Esposizione	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> NW <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> SW <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> SE <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> NE
14	Pendenza	<input type="checkbox"/> Minima <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Massima
15	Substrato	
16	Suolo	
17	Tipo di formazione	<input type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input type="checkbox"/> Gruppo <input type="checkbox"/> Siepe <input type="checkbox"/> Arbusteto <input type="checkbox"/> Bosco
18	Origine del materiale	<input type="checkbox"/> Autoctona <input type="checkbox"/> Non autoctona <input type="checkbox"/> Indigena <input type="checkbox"/> Non indigena <input type="checkbox"/> Sconosciuta
19	Provenienza	

20	Tipo di materiale di base	<input type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input type="checkbox"/> Gruppo
21	Categoria commerciale d'iscrizione	<input type="checkbox"/> Identificato alla fonte <input type="checkbox"/> Selezionato <input type="checkbox"/> Qualificato <input type="checkbox"/> Controllato
22	Numero di piante/ettaro	
23	Volume medio/ettaro	
24	Diametro (x alberi singoli) Diametro medio (x boschi)	
25	Forma di governo	
26	Altezza	
27	Tipo di trattamento	
28	Età misurata o stimata	
29	Situazione evolutiva-culturale	
30	Danni alla FVM	<input type="checkbox"/> Assenti <input type="checkbox"/> Meteorici <input type="checkbox"/> Pascolo <input type="checkbox"/> Fauna selvatica <input type="checkbox"/> Incendio <input type="checkbox"/> Patogeni <input type="checkbox"/> Altro
31	Gestione pianificata	
32	Copertura	
33	Distribuzione	<input type="checkbox"/> casuale <input type="checkbox"/> a piccoli gruppi <input type="checkbox"/> a piede d'albero <input type="checkbox"/> isolati
34	Stato fitosanitario	Chioma <input type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico Fusto <input type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico Radici <input type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico
35	Fenotipo	<input type="checkbox"/> Scadente <input type="checkbox"/> Discreto <input type="checkbox"/> Buono <input type="checkbox"/> Ottimo <input type="checkbox"/> Eccezionale per dimensioni
36	Rinnovazione gamica	<input type="checkbox"/> Diffusa <input type="checkbox"/> a gruppi
37	Fruttificazione	<input type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Scarsa <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Abbondante
38	Numero di individui portaseme	
39	Condizioni di raccolta	<input type="checkbox"/> Facili <input type="checkbox"/> Medie <input type="checkbox"/> Difficili
40	Giudizio complessivo e note aggiuntive	

Figura 2a - Scheda campo per il rilevamento delle FVM.

Prima di andare fisicamente in campo, si cerca di raccogliere più informazioni possibili per facilitare il lavoro di rilevamento e analisi: notizie di carattere storico, dati stazionali, cartografia, vecchie misurazioni e, banalmente, quali strade percorrere. Per questa raccolta preliminare dei dati è stato di particolare aiuto l'utilizzo del Software *FVM Marche* (*Figura 2b*), database elettronico allegato al Manuale *Le formazioni vegetali monumentali delle Marche* (Guidi G., 2012), all'interno del quale sono presenti 397 schede delle principali Formazioni Vegetali Monumentali della Regione (*Figura 2c*).



Figura 2b - Copertina CD-ROM "Le Formazioni Vegetali Monumentali delle Marche".

Il progetto per la realizzazione di questo database, interamente progettato dal personale forestale, è nato a seguito delle nuove disposizioni di tutela rilasciate con la Legge Regionale n. 6 del 23/02/2005. Con il censimento, il CFS ha inizialmente rilevato 846 Formazioni Vegetali in Regioni, 397 delle quali sono state classificate come Monumentali. Di ognuna sono state verificate la tipologia, l'ubicazione, la proprietà, i vincoli, le principali caratteristiche biologiche e morfologiche. Al progetto hanno preso parte tutti i Comandi Stazione Forestale delle Marche.



Figura 2c - Interfaccia del software FVM progettato dal Corpo Forestale dello Stato.

2.1 Aree di studio

2.1.1 FVM arboree

Tra le FVM arboree le zone di interesse sono 9 punti sparsi per la regione (*Figura 2.1.1a*). Ciascuno di questi punti corrisponde alla posizione geografica di una delle nove FVM arboree individuate dall'ASSAM per l'analisi genetica (*Tabella 2.1.1a*).

N. scheda	Specie	Comune
121	<i>Celtis australis</i>	Sirolo (AN)
135	<i>Magnolia grandiflora</i>	Ancona
138	<i>Quercus virgiliana</i>	Ancona
145	<i>Ulmus campestris</i>	Castelplanio (AN)
190	<i>Tilia cordata</i>	Amandola (FM)
196	<i>Platanus orientalis</i>	Ascoli Piceno
319	<i>Fagus sylvatica</i>	S. Severino Marche (MC)
322	<i>Quercus pubescens</i>	Treia (MC)
333	<i>Quercus cerris</i>	Serravalle del Chienti (MC)

Tabella 2.1.1a – Le FVM arboree analizzate

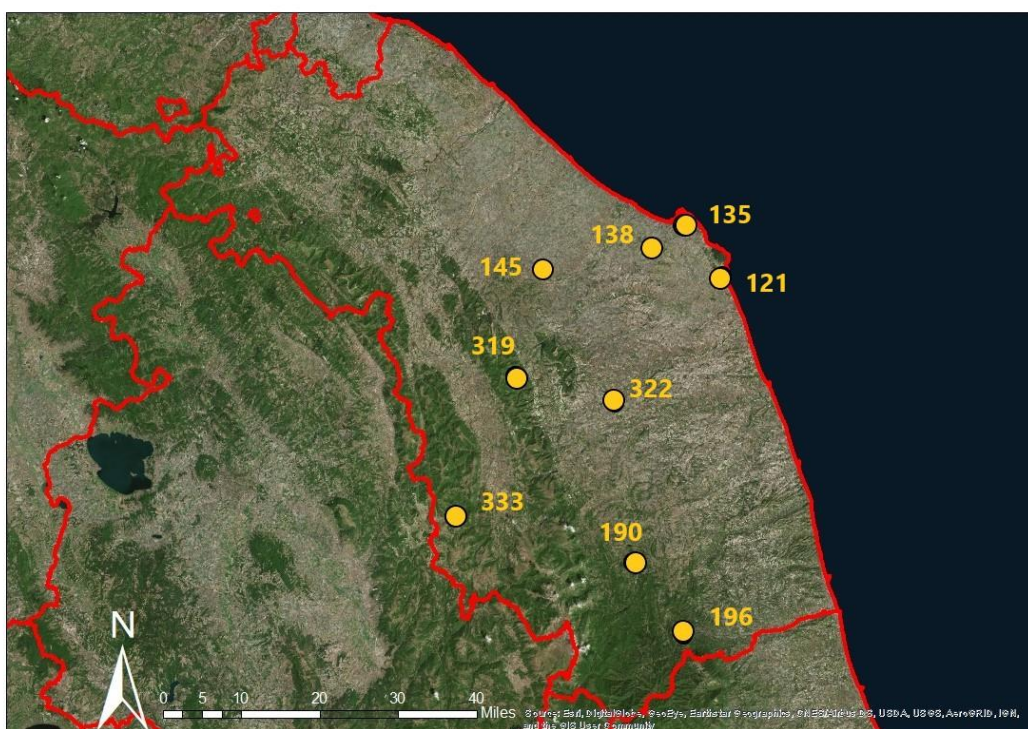


Figura 2.1.1a – Distribuzione delle 9 FVM arboree analizzate nella regione Marche.

2.1.2 FVM forestali

N. scheda	Bosco	Comune
78	Abetina di Fonte Abeti	Borgo Pace (PU)
286	Macchia delle Tassinete	Cingoli (MC)
258, 259	Riserva Naturale dell'Abbadia di Fiastra	Urbisaglia (MC)

Tabella 2.1.2a – Le FVM forestali del progetto ASSAM-D3A

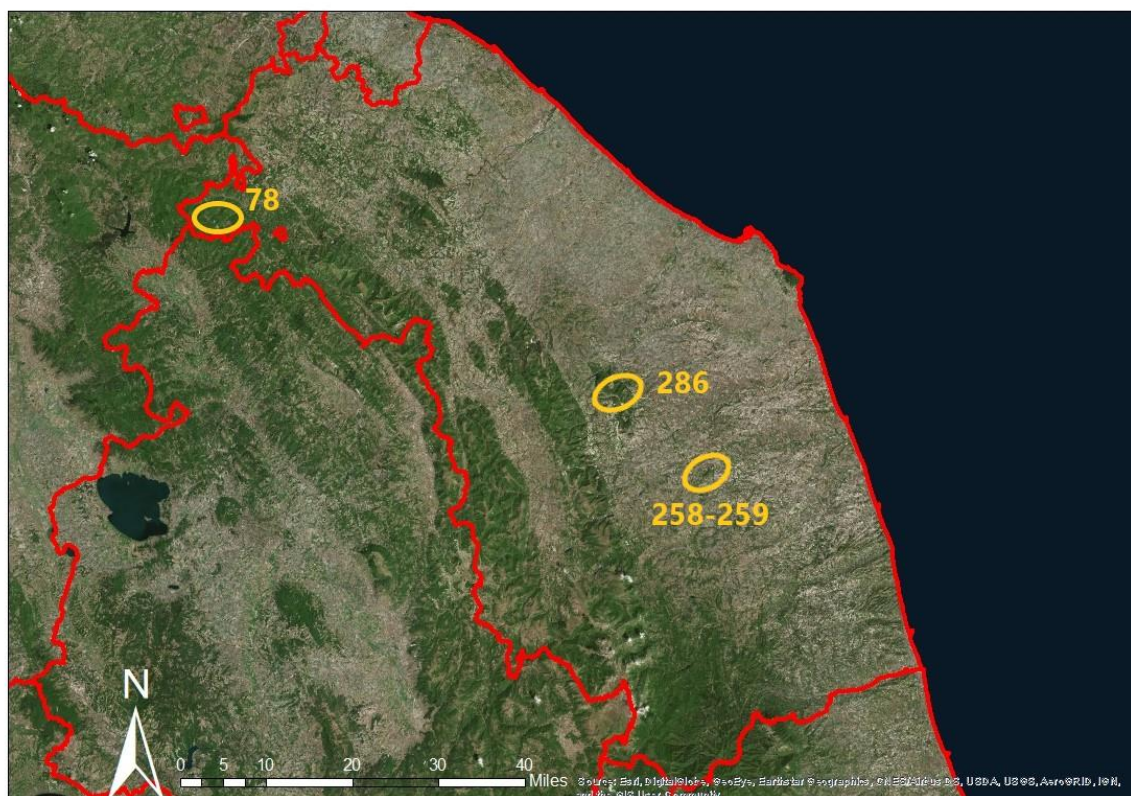


Figura 2.1.2a – Cerchiate in giallo, le FVM boschive.

All'interno del progetto sono state individuate tre formazioni forestali da analizzare (Tabella 2.1.2a, Figura 2.1.2a), questa tesi si concentrerà unicamente sulla scheda 286, il Macchia delle Tassinete di Cingoli.

❖ Assetto fisiografico, climatico e vegetazionale

Ad ovest di Cingoli (MC) si eleva un piccolo sistema montuoso detto “ellissoide del Monte Acuto di Cingoli” o “Dorsale Cingolana”, sistema calcareo affiorante limitato a Nord dalla Valle del Musone e a Sud da quella del Potenza, che si sviluppa con andamento NW-SE nella fascia collinare marchigiana (Figura 2.1.2b). Esso è disposto parallelamente alla Dorsale Marchigiana ed alla Dorsale Umbro-Marchigiana ed è costituito da una serie di

piccoli rilievi: Monte Nero (665 m.), Pian dei Conti (792 m.), Cima delle Piane (782), Cima Mastro Luca (715), Monte di Sant'Angelo (717) e Monte Carcatora (771 m.) (Bagnara 2012).

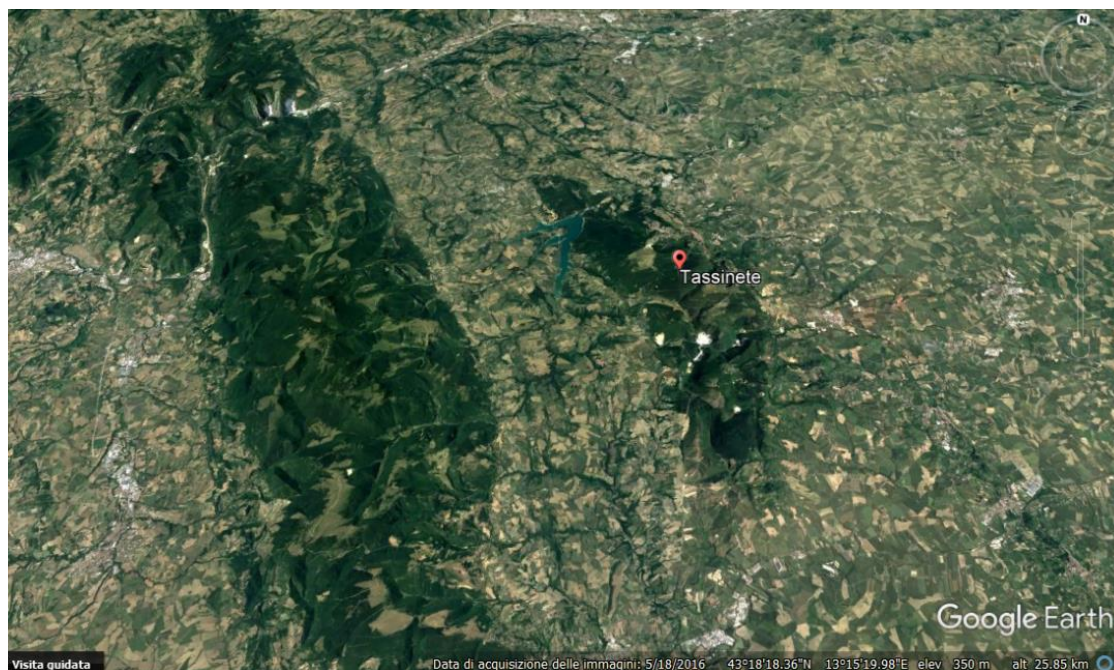


Figura 2.1.2b - La dorsale cingolana in provincia di Macerata

La Macchia delle Tassinete si estende per 163.34 ha e occupa il versante settentrionale della Cima Mastro Luca, poco acclive e morfologicamente omogeneo. L'altitudine nell'area di studio è variabile tra 450 e 770 m s.l.m. con netta prevalenza di quote comprese attorno i 600 m; l'esposizione prevalente del versante è quella nord-ovest (Bagnara 2012). Più della metà della superficie dell'area ha una pendenza compresa tra 30% e 50% (*Figura 2.1.2c*). I rilievi calcarei sono caratterizzati da sommità pianeggianti, versanti acclivi e profonde incisioni vallive. Il settore è interamente compreso nel piano alto collinare e la quota più elevata è raggiunta dal Monte Acuto (820 m) (Bagnara 2012). I principali complessi litologici della dorsale sono il calcare Massiccio affiorante, il calcare della Maiolica, il calcare della Scaglia Rossa e Bianca, le Marne a Fucoidi e i complessi detritici di versante. Nella Macchia delle Tassinete in prevalenza vi sono i complessi della Scaglia Bianca e della Scaglia Rossa con qualche lingua di calcare a Maiolica e di Marne a Fucoidi.

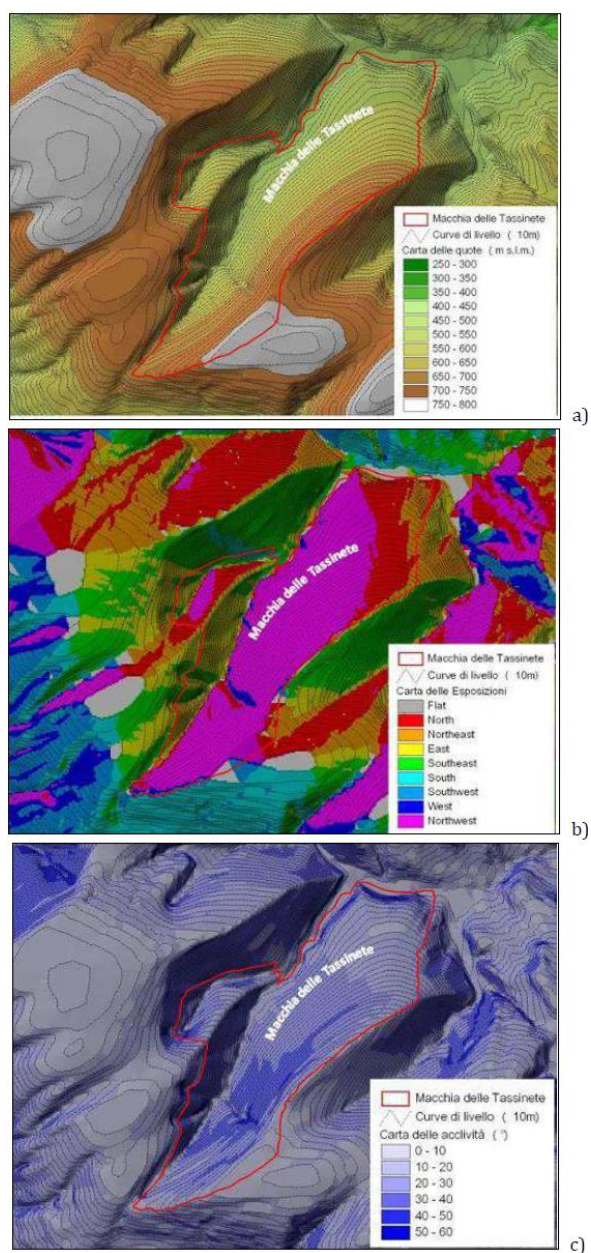


Figura 2.1.2c - Carte dell'assetto fisiografico dell'area di Tassinete: a) altimetria; b) esposizioni, c) pendenze.

Nei versanti boscosi della Montagna di Cingoli prevalgono *Cambisols* pietrosi e suoli degli ambienti boscosi a volte arrossati se evoluti su colluvi decarbonatati o terre rosse, con orizzonte superficiale ricco in sostanza organica e/o substrato litoide poco profondo (Tiberi 2006). Pietracaprina et al. (2006) hanno analizzato tre profili geopedologici realizzati lungo il sentiero principale che attraversa Macchia delle Tassinete, rilevando suoli

superficiali con orizzonti A e AB limitati ai primi 30 cm di profondità ed inquadrandoli in base alla classificazione FAO-ISRICISS (1998) come “*Calcic Siltic Chernozem*”.

La dorsale cingolana è attraversata dal fiume Musone mentre il bosco di Tassinete dal Fosso delle Scalette, che nasce dalla località Tassinete e scende verso l’abitato di Capo di Rio (PDG Macchia Tassinete, 2015). Gli altri corsi sono quasi sempre asciutti in estate anche a causa dell’alta permeabilità dei substrati calcarei; il più importante di questi è il Torrente Rudielle che attraversa la dorsale nella zona meridionale e attraversando l’incisione che divide in due l’anticlinale.

Il bioclina dell’area è caratterizzato da un Macrobioclina Temperato (var.submediterranea), Bioclina Temperato Oceanico, Piano bioclimatico sub-mesomediterraneo (mesotemperato superiore), ombrotipo umido inferiore con complessiva precipitazione media annua di circa 1000 mm (*Figura 2.1.2d*), con picchi minimi a luglio (50 mm) ed una distribuzione sub-equinoziale con massimi in primavera e autunno. Le precipitazioni medie mensili di giugno, luglio, agosto (mesi più caldi) sono di circa 178 mm con temperatura media annua è di 12.9 °C; i minimi e massimi termici che si registrano a gennaio (4.2 °C) e agosto (23.6 °C) (Taffetani et al. 2004).

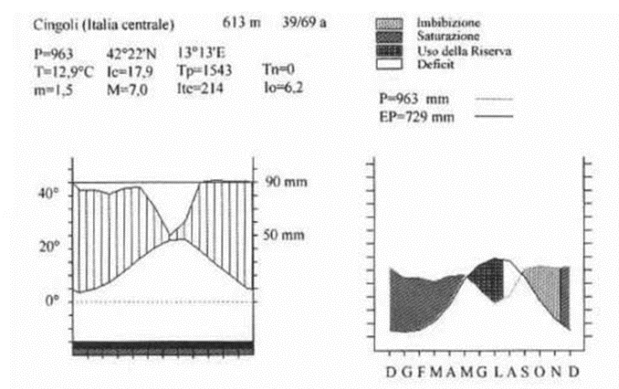


Figura 2.1.2d - Diagramma termo pluviometrico di Bagnouls e Gaussen e del bilancio idrico di Thornthwaite riferiti al trentennio 1961-1990 per la stazione di Cingoli (ottenuti tramite il programma on-line www.globalbioclimatics.org)

L’area floristica denominata “Macchia delle Tassinete” è stata istituita con la legge regionale n. 52 del 1974 “*Provvedimenti per la tutela degli ambienti naturali*”, uno dei primi strumenti normativi per la salvaguardia delle risorse botaniche-vegetazionali regionali e realizzato sulla base del Censimento Italiano dei biotopi (S.B.I., 1971; S.B.I.,

1979). Essa era peraltro già nota in epoca storica ai naturalisti quale sito caratteristico per la notevole presenza di tasso (*Taxus baccata* L.) specie considerata rara nella regione Marche. Successivamente la Regione con la Direttiva Habitat ha individuato nell'area floristica la corrispondenza con un Sito di Interesse Comunitario denominato omonimo (Macchia delle Tassinete SIC IT5330013) con la seguente motivazione “*Zona di grande importanza fitogeografica per la presenza del tasso, specie quasi ovunque scomparsa a causa dell'intervento antropico, soprattutto nel piano collinare. Stato di conservazione buono*”.

La Macchia delle Tassinete è costituita quasi esclusivamente da vegetazione forestale che la Tipologia Forestale delle Marche (IPLA; 2001) aveva classificato come Orno-ostrieto mesoxerofilo, e la Regione Marche (Direttiva Habitat) come boschi basifili di carpino nero riferibili all'associazione *Scutellario columnae-Ostryetum carpinifoliae* subass. *Violetosum reichenbachianae* (Allegrezza 2003). Recentemente ulteriori indagini (Zitti et al. 2014) hanno stabilito che si tratta in prevalenza di ostrieto a tasso (*Taxo baccatae-Ostryetum carpinifoliae*) attribuibili all'ordine di *Fagetalia* e quindi inquadrabili fra gli habitat di faggeta con tasso e agrifoglio. Vi sono anche altre piccole porzioni di fitocenosi differenti fra le quali, nella parte sommitale di Cima Mastro Luca, una piccola porzione di cerreta (prevalenti nel versante sud-orientale fuori del perimetro dell'area) e, sopra l'abitato di Capo di Rio rimboschimenti di conifere di abete rosso (*Picea abies*) e pino strobo (*Pinus strobo*). Gli ostrieti a tasso sono in gran parte boschi cedui a prevalenza di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), frassino minore (*Fraxinus ornus*) ed una elevata ricchezza di specie arboree mesofile e mesoxerofile quali: faggio (*Fagus sylvatica*), acero a foglie ottuse (*Acer obtusatum*), acero riccio (*Acer platanoides*), nocciolo (*Corylus avellana*), maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*), cerro (*Quercus cerris*), ciavardello (*Sorbus torminalis*), sorbo comune (*Sorbus domestica*), roverella (*Quercus pubescens*), acero campestre (*Acer campestre*), acero minore (*Acer monspessulanum*), il non comune paternoster o falso pistacchio (*Staphylea pinnata*) ed altre.

❖ **Caratteri compositivi e strutturali della Macchia delle Tassinete**

La caratterizzazione attuale della cenosi di Tassinete necessita di un breve excursus storico per comprenderne le dinamiche avvenute. Il toponimo “Tassinete” (o Tassenete) appare in

alcuni documenti storici a partire dall'inizio ottocento (Spadoni 1828) quale luogo con la presenza di “*numerosi e vetustissimi tassi*”. In realtà i primi documenti e manufatti storici che testimoniano la presenza del tasso nei boschi di Cingoli risalgono ad epoche ben più antiche. La presenza del tasso è stata caratterizzata anche qui da fluttuazioni qualitative, in relazione al prevalere delle priorità di utilizzazione o protezionistiche, quest'ultime risalenti almeno al XVI secolo che dipendeva ovviamente anche dall'assetto fondiario variato fra pubblico e privato nei diversi periodi storici. Non è certo se il bosco fosse una fustaia rada di tasso (quasi in purezza) o una sorta di ceduo sotto-fustaia di tasso, ma è più che probabile che latifoglie e conifera convivessero. Il bosco ceduo, peraltro, era all'epoca una risorsa fondamentale per le popolazioni locali che si approvvigionavano di legna da ardere e carbone da legna per il sostentamento quotidiano. Si presume che, per lo meno negli ultimi 500 anni, la presenza del tasso sia stata sempre associata a quella del bosco ceduo (Bagnara 2012). Il tasso ebbe un'elevata valenza locale, sia per il legno pregiato sia per la caccia e l'uccellazione, attività molto praticate un tempo. La sua tutela divenne però necessaria per garantirne un utilizzo importante già nel 1533 quando il Magistrato Pontificio a Cingoli impose il divieto di tagliarne anche un solo esemplare, istituendo pene assai severe.

Nella seconda metà del XIX secolo in vista dell'unità d'Italia ebbero inizio l'alienazione delle proprietà ed altri importanti cambiamenti dell'assetto fondiario e di conseguenza anche l'utilizzazione incontrollata del tasso. Spadoni denunciò, inutilmente, tagli clandestini che proseguirono fino a poco dopo il 1870 e causarono l'abbattimento di tutto il bosco per farne legna (“... *sul Monte di Cingoli non ve ne restava più uno*”), documentato da uno scritto del Raffaelli (1874), nel quale si denunciava l'abolizione delle leggi a tutela delle piante, fino a quel momento in vigore (Bagnara 2012).

Il bosco si ricostituì dopo i pesanti tagli e Barontini nel 1903, riporta che i cedui di Montenero di Cingoli, nei pressi di Tassinete, erano utilizzati con turni di 6 o 9 anni. In località “Tassinete” il turno di utilizzazione del ceduo era fra 12 e 16 anni negli anni '50-'60 del secolo scorso, dai 17 ai 20 anni negli anni '70-'80 ed infine fra 20 e 28 dai primi anni 90 ad oggi (Bagnara 2012). Il progressivo allungamento dei turni e per alcune aree anche l'abbandono completo della ceduzione ha determinato negli ultimi decenni una modificazione della struttura dei soprassuoli e conseguentemente di alcuni assetti

ecosistemici in grado di condizionare lo sviluppo e l'accrescimento del tasso (Bagnara 2012). Nel settore a proprietà privata (70,5 ha corrispondente al 43,2% dell'intera superficie del sito), attribuibile in gran parte ad un'azienda agricola, dove oggi si trova il maggior numero di esemplari di tasso, si è proseguito con il governo a ceduo, con taglio a raso delle ceppaie di latifoglie, rilasciando i singoli individui di tasso come matricine. Nella proprietà pubblica, dapprima demanio statale poi regionale (92,8 ha corrispondente al 56,8%) dove la presenza di tasso è notevolmente minore, l'ente gestore ha indirizzato il soprassuolo verso la fustaia con interventi di avviamento irregolari e discontinui.

Il bosco di Tassinete è stato ampiamente studiato dall'area Sistemi forestali di UNIVPM ed è stata evidenziata la prevalenza assoluta delle latifoglie nel piano dominante dove il tasso non riesce ad accedervi e deve accontentarsi di dominare fra la rinnovazione. Ciò conferisce in molti tratti una struttura verticale biplana al soprassuolo soprattutto dove più recente è stata la ceduzione (*Tabella 2.1.2b*). In altri tratti del bosco, in corrispondenza di aree avviate irregolarmente all'alto fusto, le chiome delle latifoglie sono meno uniformemente distribuite nello spazio verticale ed è possibile distinguere una struttura biplana, caratterizzata da un piano dominante fra i 12 e i 18 metri nel quale vegetano il carpino nero, il carpino bianco, l'acero a foglie ottuse e il cerro, e da un piano intermedio fra i 6 e i 12 m, dove vegeta anche l'orniello. Anche in questo caso inoltre gli individui di tasso sono presenti solo nel piano inferiore ma rispetto al caso precedente, si nota una discontinuità fra questi ed il piano intermedio delle latifoglie che garantisce una maggiore possibilità di sviluppo per la rinnovazione (*Figura 2.1.2e*; Bagnara 2012).

	N° specie	Densità totale (N/ha)	Morti (N/ha)	Ceppaie (N/ha)	Polloni (N/ha)	P/C (N)	G (m ² /ha)	dG (cm)
ADS1	7	6169	665	1542	5660	3.67	40.57	9.15
ADS2	9	1924	255	368	849	2.31	31.85	14.34

Tabella 2.1.2b – Principali parametri dendrometrico-strutturali del soprassuolo nelle due aree di saggio permanenti. P/C: n. medio di polloni per ceppaia; G: area basimetrica totale; dg: diametro medio (da Bagnara 2012).

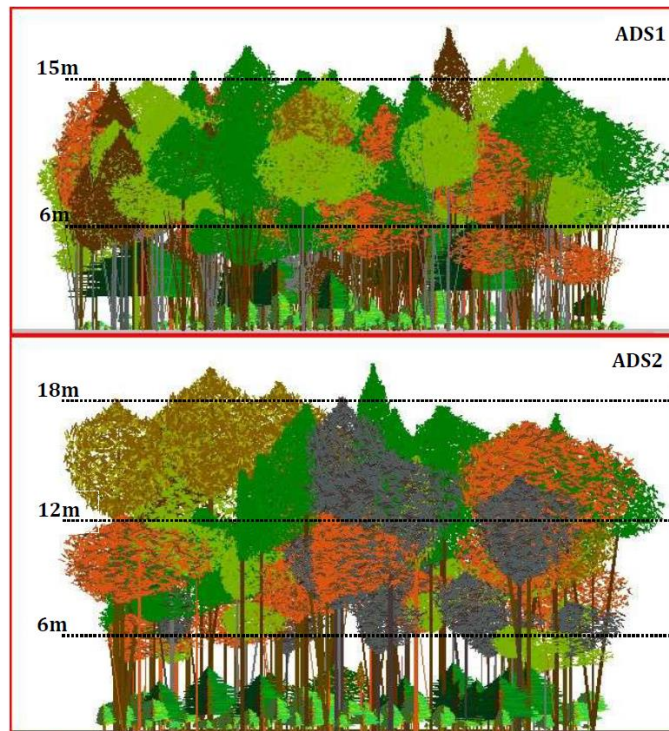


Figura 2.1.2e – Rappresentazione della struttura verticale nelle due aree di saggio permanenti: ceduo oltre turno (sopra); ceduo in parziale avviamento (sotto).

2.2 Parametri e metodi di rilevamento

2.2.1 FVM arboree

Per quanto riguarda le FVM arboree, i principali parametri da rilevare sono:

- Parametri geografici e territoriali come la localizzazione dell'esemplare, Comune, Località e coordinate geografiche; i dati stazionali (esposizione, altitudine, pendenza); le caratteristiche di suolo e soprassuolo.
- Parametri del Materiale di Base come l'origine del seme: autoctono se rigenerato naturalmente o artificialmente, tramite materiali di propagazione provenienti dalla stessa fonte di semi o da fonti di semi autoctoni posti in prossimità, oppure indigeno se l'origine è situata nella stessa regione di provenienza; la "categoria di iscrizione" tra quelle indicate dall'Art. 2 comma 2 del D.Lgs. n.386/03 ossia: a) Identificati alla fonte: i materiali di moltiplicazione provenienti da materiali di base prodotti da una fonte di semi, o da un

soprassuolo, ubicati in una singola regione di provenienza; b) Selezionati: i materiali di moltiplicazione provenienti da materiali di base prodotti da un soprassuolo ubicato in una singola regione di provenienza, fenotipicamente selezionati a livello di popolazione; c) Qualificati: i materiali di moltiplicazione provenienti da materiale di base prodotto da arboreti da seme, da genitori, cloni o miscuglio di cloni cui i componenti sono stati fenotipicamente selezionati a livello individuale; d) Controllati: i materiali di moltiplicazione provenienti da materiale di base prodotto da soprassuoli, arboreti da seme, genitori, cloni o miscuglio di cloni di superiorità dimostrata per mezzo di prove comparative o tramite una stima calcolata sulla base di una valutazione genetica dei componenti dei materiali di base.

- Parametri dendrometrici e dendrocronologici, altezza totale e altezza inserzione chioma, misurate con Suunto o Vertex; proiezioni della chioma per i quattro punti cardinali; diametro del fusto, misurato a petto d'uomo (circa 130 cm da terra) con cavalletto dendrometrico o cordella metrica; età, determinabile con metodi dendrocronologici con Trivella di Pressler (o succhiello) effettuando un carotaggio di un campione legnoso per conteggiare le tacche sul legno (corrispondenti agli anelli di accrescimento). Questo metodo è poco praticabile in alberi a fusti contorti, malformati, cavi, carciati o di dimensioni anomale o qualora l'individuo appaia particolarmente sensibile a piccoli traumi (Urbinati, 2015), oppure stimabile consultando vecchie carte tematiche, documenti catastali, o vecchie foto.

- Parametri fitosanitari, cioè lo stato fitosanitario degli organi della pianta, viene attribuita una condizione a) buona, b) soddisfacente o c) critica per la chioma, per il fusto, e per le radici in base al loro stato di salute. Per quanto riguarda la chioma si verifica se sono presenti sbrancature, segni di capitozzature, branche secche (e se ve ne sono, in che numero), ingiallimenti, appassimenti, avvizzimenti, scopazzi; o qualsiasi altro possibile indicatore di una patologia o di una condizione di stress. A livello del fusto si devono segnalare eventuali carie, cavità, capitozzature, buchi causati dalla fauna (es. scolitidi o picchi), presenza e numero di polloni. Per le radici occorre indicare la presenza di porzioni affioranti, nel caso in cui non ve ne siano, salvo diverse indicazioni, la condizione fitosanitaria può essere considerata buona. Qualora vengano segnalati dei danni alla FVM,

bisogna specificare, se riconoscibili, quali sono state le cause: danni meteorici; danni da pascolo; danni da fauna selvatica; danni da incendio, danni da patogeni, altri danni.

2.2.2 FVM forestali

Per le FVM forestali è stato proposto un protocollo di rilievo *ad hoc* definito in base alle caratteristiche ambientali dei siti di interesse. Per il Bosco delle Tassinete di Cingoli è stato disegnato un transetto lungo tutta la lunghezza della selva (*Figura 2.2.2a*), lungo il quale sono stati distribuiti in maniera il più possibile uniforme e successivamente mappati 27 punti corrispondenti a 27 aree di saggio da realizzare. L'obiettivo è quello di verificare, per tutte e 27 le aree, entro un raggio di 5 metri dal punto prestabilito, quali specie sono presenti e in che numero. Gli individui presenti sono suddivisi tra ceppaie e monocormici, i quali saranno ulteriormente classificati in base alle dimensioni del fusto (diametro a 130 cm da terra, misurato con cavalletto dendrometrico o flessuometro).



Figura 2.2.2a – Distribuzione delle 27 aree di saggio scelte per l'analisi a Tassinete (MC)

Per facilitare il lavoro di raccolta dati in campo è stata preparata una scheda, composta da una tabella a doppia entrata (*Figura 2.2.2b*). Nelle colonne sono indicate le classi diametriche, a partire da fusti con diametro minore di 9 cm fino ad arrivare, stabilendo una distanza di 3 cm tra classi, a fusti maggiori di 40 cm; nelle righe le specie presenti in tutta l'area, per quest'ultimo dato è stata necessaria una conoscenza preliminare della composizione vegetale arborea di tutto il bosco. Per ciascuna area di saggio verrà utilizzata una tabella diversa.

Area di saggio n.	raggio =												
Specie	cepp	mono	Freq individui monoc divisi per classi di diametro da 3 cm										
			<9	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37
<i>Acer obtusatum</i>													
<i>Acer pseudoplatanus</i>													
<i>Fagus sylvatica</i>													
<i>Fraxinus ornus</i>													
<i>Fraxinus excelsior</i>													
<i>Ilex aquifolium</i>													
<i>Ostrya carpinifolia</i>													
<i>Quercus cerris</i>													
<i>Quercus pubescens</i>													
<i>Sorbus aria</i>													
<i>Sorbus torminalis</i>													
<i>Taxus baccata</i>													
<i>Abies cephalonica</i>													
<i>Juniperus communis</i>													
<i>Prunus avium</i>													

Figura 2.2.2b – Scheda per i rilievi in bosco utilizzata per il progetto ASSAM-D3A

Una volta terminato il lavoro in campo, l'obiettivo è quello di individuare, tra gli esemplari censiti, quelli che sono, o possono potenzialmente diventare fonte di materiale di propagazione forestale. Le segnalazioni sono fatte in base a più fattori, stato di salute della pianta, spazio a disposizione per crescere, disponibilità di luce, copertura vegetale, accessibilità, pendenza, specie. Occorre riportare, ove necessario, eventuali interventi per preservare un potenziale individuo porta seme, interventi come ripulitura del soprassuolo adiacente, eliminazione di esemplari vicini che possono entrare in competitività con la pianta.

3. Risultati

3.1 Le FVM arboree

❖ “L’albero del Piccioni” (FVM n. 196)

Nome scientifico	<i>Platanus orientalis</i>
Comune	Ascoli Piceno
Quota	180 m slm
Esposizione	NW
Pendenza	0%
Diametro	2,64 m
Altezza	26,8 m
Età misurata o stimata	550 anni (stimata)



Figura 3.1a - Il platano del Piccioni visto dalla superstrada (Foto di Carlo Urbinati, maggio 2017).

“L’albero del Piccioni” (Figura 3.1a) è sicuramente il più importante e il più interessante tra gli esemplari presi in esame. Ubicato su di un piccolo terrazzo stradale, in una piazzola di sosta della Via Salaria subito dopo Ascoli Piceno in direzione Roma, questo Platano ha

diverse caratteristiche peculiari: la più evidente è l'eccezionale dimensione, il diametro del fusto raggiunge i 2,64 m, misurati con cordella metrica ad 1,6 metri anziché al consueto metro e 30 per evitare le protuberanze, questa misura rappresenta un record per la regione Marche tanto che si è ipotizzato che si tratti di 2 o più fusti anastomizzati.

Un altro aspetto unico dell'albero è la forma: il fusto presenta tre aperture, la più grande delle quali fornisce facile accesso alla capiente cavità all'interno della pianta (*Figura 3.1b*), che si sviluppa per tutta l'altezza del tronco ed è tanto grande da poter tranquillamente accogliere 2-3 persone; le altre due "porte" sono di dimensioni minori e si trovano una sul lato Ovest, il lato opposto dell'apertura più grande, e l'altra, verosimilmente la più antica delle tre, alla sommità del fusto, fra i rami del primo palco. Nonostante queste criticità fisionomiche, non sembrano esserci problemi strutturali; i quattro grossi contrafforti radicali danno stabilità e le cavità del legno possono essere giustificate dall'eccezionale età della pianta (oltre il mezzo millennio di vita stimato).



Figura 3.1b - L'enorme cavità dell'albero del Piccioni (Foto di Matteo Mezzabotta, maggio 2017).

La formazione ha suscitato interesse anche dal punto di vista della rarità botanica: secondo la classificazione ufficiale si tratta di un *Platanus orientalis*, anche se molte perplessità continuano a sussistere, specialmente se si vanno ad esaminare nel dettaglio gli apparati fogliari. Quasi certamente si tratta di un antico ibrido fra piante di specie diversa (Capodarca, 2008).

L'aspetto più affascinante di questo albero è senza dubbio di carattere storico-culturale: la denominazione "del Piccioni" sembrerebbe derivare da un tale Giovanni Piccioni (*Figura 3.1c*), celebre brigante vissuto nel XIX secolo, comandante degli "Ausiliari Pontifici" durante la Repubblica Romana ed esponente del brigantaggio antiunitario (Capodarca, 2008). Il Piccioni era un ufficiale dello Stato Pontificio, quando le lotte per la rivendicazione dei territori pontifici da parte dei Repubblicani mazziniani e garibaldini si fecero più aspre, lo Stato Pontificio abbandonò, soprattutto dal punto di vista finanziario, molti presidi, tra questi quello comandato dal Piccioni. Questi e con lui i suoi subordinati si diedero ad atti di brigantaggio (Capodarca, 2008). Le storie popolari raccontano di come il brigante utilizzasse la pianta, calandosi nel fusto cavo tramite l'apertura superiore, come nascondiglio per le sue imboscate ai danni di passanti e carrozze (la grande "porta" che vediamo oggi ancora non si era formata). La caverna nel tempo è stata, e probabilmente ancora lo è, utilizzata come riparo dagli animali, ma anche dagli uomini, come testimoniano le pareti interne completamente annerite dai fumi dei falò che vi sono stati accesi.



Figura 3.1c - Miniatura in cui è presumibilmente rappresentato il brigante Giovanni Piccioni, da cui deriva il nome dell'albero (Fonte: <https://appennini.wordpress.com>).

❖ **Roverella di Passo Treia (FVM n. 322)**

Nome scientifico	<i>Quercus pubescens</i>
Comune	Treia (MC)
Quota	138 m slm
Esposizione	/
Pendenza	0%
Diametro	2,1 m
Altezza	21,1 m
Età misurata o stimata	450 anni (stimata)



Figura 3.1d - La roverella di Passo di Treia, la più grande delle Marche (Foto di Alessandro Vitali, luglio 2017).

Accanto ad una vecchia casa colonica, nel bel mezzo dell'abitato di Passo Treia, si trova una delle Roverelle più imponenti di tutta la regione, secondo alcune fonti la più grande delle Marche. Questo esemplare (*Figura 3.1d*) ha un valore storico culturale immenso, si è stimata, in base ai racconti e alle ricostruzioni del proprietario Gino Palmucci, un'età di circa 450/500 anni. Numerosi sono gli aneddoti legati a questo patriarca verde, ad esempio, durante il secondo conflitto mondiale i Tedeschi, utilizzarono la capiente chioma della pianta nel corso della loro ritirata, per occultarvi materiale bellico. Con l'avanzare degli Alleati lo stesso posto venne occupato da un reparto polacco che vi installò un'officina (Capodarca, 2008). Nel corso della sua plurisecolare esistenza ha superato moltissimi incidenti, mostrando la resistenza e la resilienza tipiche di questa specie. Circa un secolo fa, nella zona, ci fu un grande incendio che interessò parte dell'individuo, le cui tracce sono visibili ancora oggi. È del 1992 l'incidente probabilmente più grave, quello che, senza appropriati rimedi, avrebbe portato sicuramente alla morte della Quercia. A causa del peso dei suoi enormi rami, alcuni dei quali di diametro superiore al metro, l'intera pianta stava per squarciarsi in due con una minacciosa fessura che si era aperta lungo il fusto. L'intervento del proprietario, delle autorità comunali, del Corpo Forestale dello Stato e dei tecnici fu tempestivo ed appropriato, furono fatte imbracature con staffe e tiranti d'acciaio che riportarono la Roverella alle condizioni iniziali, scongiurando la possibilità di un nuovo analogo incidente. Anni dopo, nel 2010, viene colpita da un fulmine che abbatte una delle più imponenti branche rivolta a Nord, con conseguente sbandieramento della chioma in direzione opposta (*Figure 3.1e*). Le proiezioni a terra della chioma risultano per questo motivo irregolari (Proiezione N=1,7 m; S=14,2 m; E=16,2 m; O=15,6 m). Ad oggi l'esemplare presenta più di una criticità, una delle branche principali è in pessime condizioni, all'altezza della sua inserzione al fusto c'è una grossa e tonda proliferazione di cellule legnose, probabilmente di natura tumorale. È inoltre necessario un controllo dei tiranti d'acciaio che tengono in piedi la pianta, alcuni di questi sono infatti allentati e non svolgono alcuna funzione di sostegno.



(a)



(b)

Figura 3.1e - I danni causati dal fulmine del 2010 (a) e lo sbandieramento della chioma provocato dalla caduta della branca principale (Foto di Matteo Mezzabotta, luglio 2017).

❖ Tiglio di Villa Pascali (FVM n. 190)

Nome scientifico	<i>Tilia cordata</i>
Comune	Amandola (FM)
Quota	565 m slm
Esposizione	NW
Pendenza	5%
Diametro	1,32 m
Altezza	30,5 m
Età misurata o stimata	180 anni (stimata)



Figura 3.1f - Il tiglio di Villa Pascali nei pressi di Amandola (Foto di Matteo Mezzabotta, maggio 2017).

Questo Tiglio (*Figura 3.1f*) si trova all'interno della proprietà privata Villa Pascali, di proprietà della famiglia Monkhouse, in località San Giovanni, nel Comune di Amandola; è stato schedato come pianta singola, nonostante siano presenti a pochi metri da essa altri due tigli di dimensioni non trascurabili (rispettivamente di diametro 0,76 m e 0,72 m e altezza di 33,4 m e 29,2 m), tali da poter eventualmente considerare l'insieme dei 3 come un gruppo. Questo esemplare presenta una importante ferita da sbrancatura, una vecchia branca è caduta e ha scortecciato un lato del tronco fino a terra, venuta a mancare una protezione, il legno vivo è stato attaccato da patogeni provocando una ampia carie. La pianta ha apparentemente isolato la parte compromessa e ricacciato due polloni ai margini della ferita, che col tempo si sono anastomizzati al fusto aumentandone la stabilità. Lungo

la scortecciatura sono visibili fori di diversa grandezza dovuti alla presenza di picchi e cerambicidi (*Figura 3.1g*).

In generale sembrerebbe che la pianta abbia reagito bene all'antica sbrancatura. Potrebbe risultare comunque utile verificare se la carie si sia estesa fino all'apparato radicale. È necessaria inoltre un'operazione di ripulitura del soprassuolo intorno all'individuo: eliminazione dei numerosi ricacci basali e rimozione della catasta di legno marcescente ai piedi dell'albero. In questo specifico caso, c'è la possibilità di stimare più accuratamente l'età della pianta effettuando un carotaggio con succhiello su una delle due piante vicine.



Figura 3.1g - Porzione di fusto scortecciata e attaccata da scolitidi e picchi (Foto di Matteo Mezzabotta, maggio 2017).

❖ Bagolari di S. Francesco (FVM n. 121)

Nome scientifico	<i>Celtis australis</i>
Comune	Sirolo (AN)
Quota	98 m slm
Esposizione	NE
Pendenza	0%
Diametro	Pianta 1: 0,71 m
	Pianta 2: 1 m
Altezza	Pianta 1: 11,4 m
	Pianta 2: 13,1 m
Età misurata o stimata	Pianta 1: 200 anni
	Pianta 2: 200 anni



Figura 3.1h - I Bagolari di S. Francesco di Villa Vetta Marina, Sirolo (Foto di Matteo Mezzabotta, febbraio 2017).

I due Bagolari secolari di Villa Vetta Marina (Figura 3.1h), una delle ville di Sirolo a strapiombo sul mare, hanno una grande importanza specialmente dal punto di vista storico-culturale e della tradizione: la leggenda racconta infatti che questi esemplari furono piantati da San Francesco d'Assisi, un'incisione su di un cippo di pietra tra i due alberi riporta proprio questa notizia. Si è poi scoperto che queste formazioni sono di più recente impianto, si stima un'età di circa due secoli, nonostante questa scoperta, il nome del santo è rimasto affiancato alle due piante, conosciute, appunto, come “Bagolari di San Francesco”.

Dal punto di vista strutturale e fitosanitario le formazioni presentano diverse criticità, fino a 1,30 metri i due fusti sono in buone condizioni, ma a partire dalle inserzioni delle chiome entrambe le piante portano le tracce di antiche capitozzature e sbrancature, dalle quali partono carie spesso molto estese, con evidenti buchi nel legno; nelle cavità del tronco, coperte da una rete metallica per evitare l'insediamento di animali, si accumula acqua stagnante, favorendo la proliferazione di funghi.

❖ Faggio di Canfaieto (FVM n. 319)

Nome scientifico	<i>Fagus sylvatica</i>
Comune	San Severino Marche (MC)
Quota	1090 m slm
Esposizione	E
Pendenza	2%
Diametro	2 m
Altezza	22,5 m
Età misurata o stimata	400 anni (stimata)



Figura 3.1j - Il più grande faggio della Provincia di Macerata, nell'altopiano di Canfaieto (Foto di Matteo Mezzabotta, aprile 2017).

Questo Faggio (*Figura 3.1j*), immerso nella faggeta dell'altopiano di Canfaieto a oltre 1000 metri di altitudine, ha un'importante peculiarità, è il Faggio più grande della provincia di Macerata con i suoi 22,5 m di altezza e i suoi 2 m di diametro. Dal punto di vista fitosanitario l'individuo non presenta carie e non ha alcuna criticità strutturale, è in ottime condizioni. Da segnalare solo vecchie sbrancature artificiali, ben cicatrizzate dalla pianta, e la presenza di radici primarie affioranti (tutte a lato Est), dovute alla pendenza del suolo.

❖ Olmo di Castelplanio (FVM n. 145)

Nome scientifico	<i>Ulmus campestris</i>
Comune	Castelplanio (AN)
Quota	234 m slm
Esposizione	SW
Pendenza	0%
Diametro	1,39 m
Altezza	17,9 m
Età misurata o stimata	300 anni (stimata)



Figura 3.1k – L’olmo di Castelplanio (Foto di Matteo Mezzabotta, aprile 2017).

L’Olmo, situato all’interno della proprietà Brutti, presenta segni di un’antica capitozzatura e alcune carie, una lungo il fusto particolarmente evidente. Lo stato complessivo della formazione, nonostante ciò, non appare critico e non sono necessari particolari interventi.

❖ **Magnolia dell'ex CRAS (FVM n. 135)**

Nome scientifico	<i>Magnolia grandiflora</i>
Comune	Ancona
Quota	15 m slm
Esposizione	S
Pendenza	0%
Diametro	0,9 m
Altezza	18,5 m
Età misurata o stimata	150 anni (stimata)



Figura 3.11 - La Magnolia nel cortile dell'ex CRAS (Foto di Carlo Urbinati, febbraio 2017).

Nel cortile dell'ex CRAS di Ancona, spicca questa imponente Magnolia (*Figura 3.11*), le condizioni vegetative sono ideali. Unico accorgimento ricoprire la radice primaria affiorante.

❖ **Cerro di Serravalle del Chienti (FVM n. 333)**

Nome scientifico	<i>Quercus cerris</i>
Comune	Serravalle del Chienti (MC)
Quota	750 m slm
Esposizione	/
Pendenza	0%
Diametro	1,1 m
Altezza	17,6 m
Età misurata o stimata	120 anni (stimata)



Figura 3.1m – Il Cerro di Serravalle del Chienti, nel mezzo di un prato-pascolo (Foto di Matteo Mezzabotta, luglio 2017)

Situato nel mezzo di un prato-pascolo in località Fonte delle Mattinate, a qualche metro di distanza da due abeti e un piccolo pozzo, è un esemplare in ottime condizioni (Figura 3.1m).

❖ **Castagnola di Gallignano (FVM n. 138)**

Nome scientifico	<i>Quercus virgiliana</i>
Comune	Ancona
Quota	86 m slm
Esposizione	NW
Pendenza	25%
Diametro	1,21 m
Altezza	25,2 m
Età misurata o stimata	120 anni (stimata)



Figura 3.1n – La Quercia di Virgilio dell’Orto Botanico di Gallignano (Foto di Carlo Urbinati, febbraio 2017).

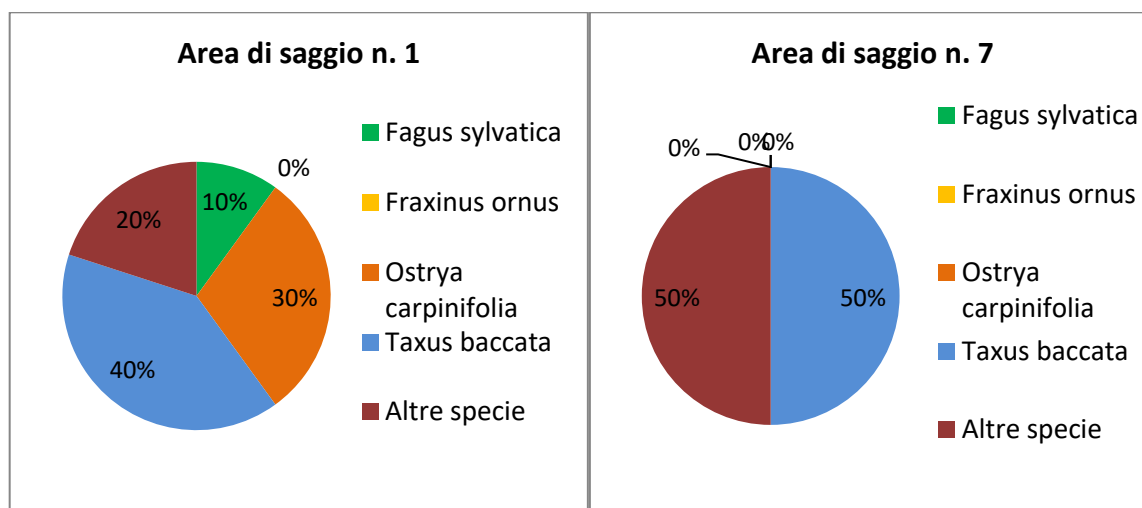
Ottimo esemplare in perfette condizioni, non necessita di interventi di alcun genere (*Figura 3.1n*).

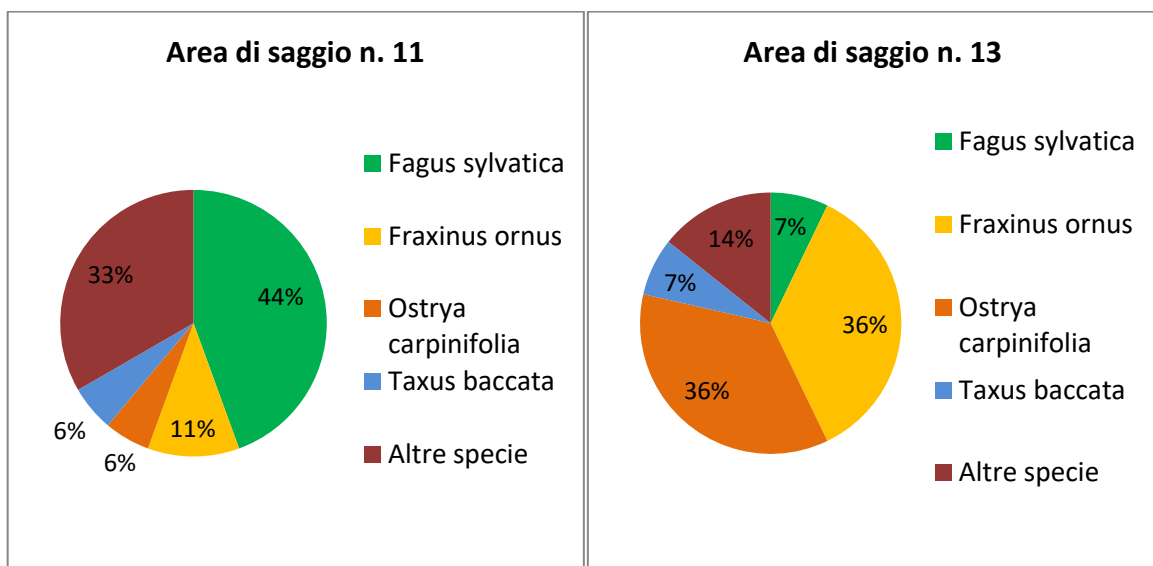
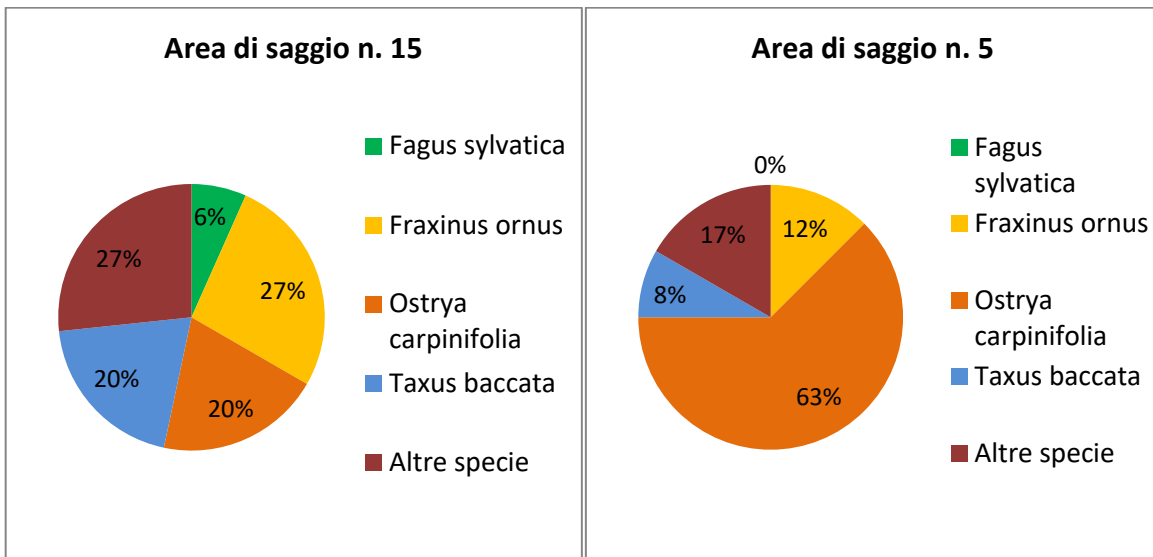
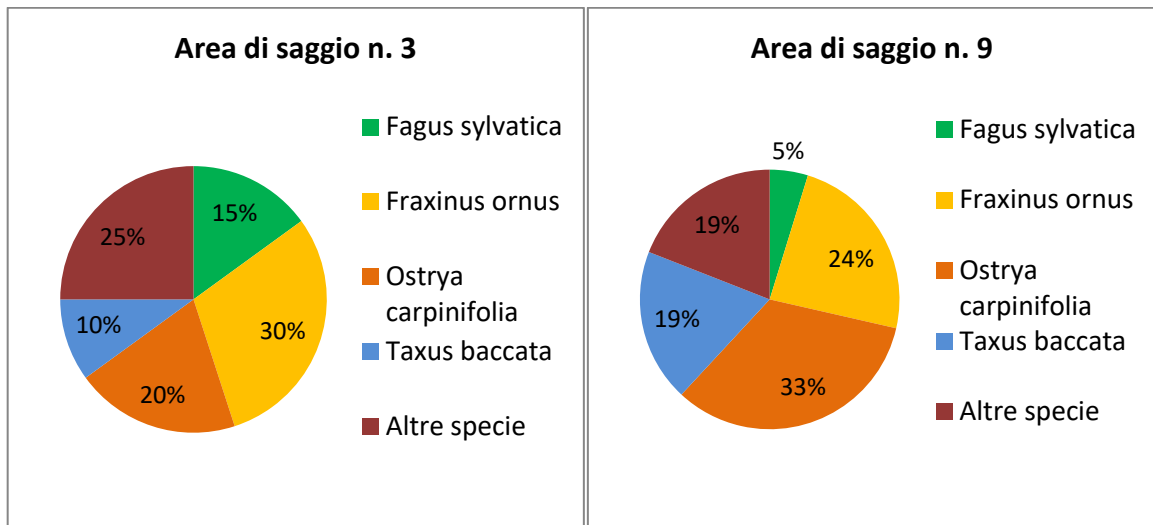
3.2 Le FVM forestali

Dai dati raccolti nelle 11 ads (Fig. 3.2 a) sono stati realizzati alcuni grafici per inquadrare meglio composizione arborea, assetto strutturale e distribuzione delle singole specie nella cenosi in esame.



Figura 3.2a - La posizione delle 11 aree di saggio analizzate nella Macchia di Tassinete





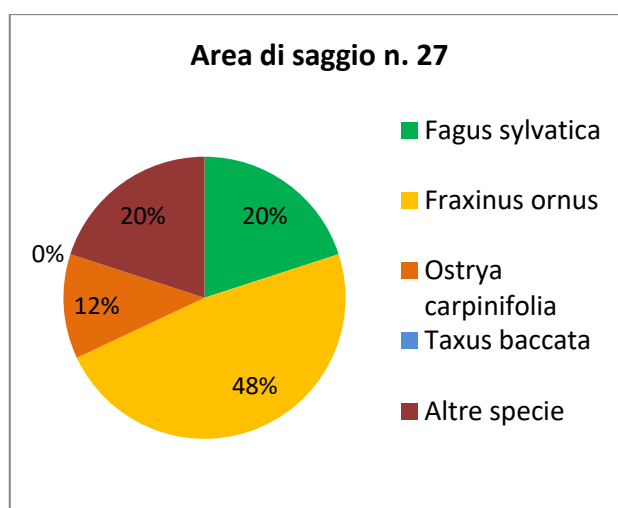
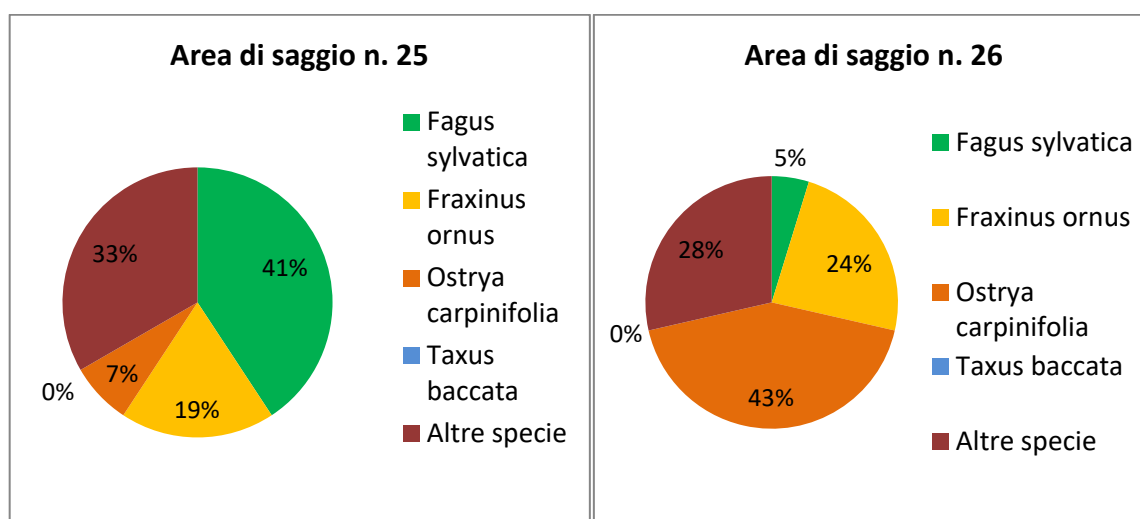


Figure 3.2b – Distribuzione % per ciascuna area di saggio delle specie principali.

Calcolando la distribuzione percentuale (Figure 3.2b) delle principali specie rilevate (Faggio, Orniello, Carpino Nero e Tasso) nelle aree di saggio in esame (Figura 3.2a) è interessante osservare come la composizione arborea cambia significativamente lungo il transetto da Ovest verso Est. Nelle aree di saggio 1 e 7, le più vicine alla villa in direzione Sud-Ovest c'è una importante presenza di Tasso (40 e 50 %) mentre è assente l'Orniello. Spostandoci a Nord-Est la ripartizione tra le specie delle aree 15, 3 e 9 è più omogenea, molto rappresentati sono il Carpino Nero e l'Orniello a discapito di Tasso e Faggio, presenti, ma in percentuale minore. Proseguendo verso la frana nella stessa direzione (aree

5, 11 e 13) si osserva una graduale diminuzione della percentuale di tasso e una prevalenza di carpino Nero. Superata la frana nelle aree 25, 26 e 27 il Tasso scompare, rimangono invece molto rappresentate le altre tre specie (*Fraxinus ornus* specialmente nell'area 27 sottostrada).

Individuate le specie maggiormente rappresentate (Faggio, Orniello, Carpino nero e Tasso), si è voluto classificarle in base alla classe diametrica di appartenenza (Figura 3.2c). Considerando dunque solo gli individui a fustaia possiamo dire che c'è generale predominanza di esemplari con fusto di diametro piccolo, sia per la giovane età delle formazioni, sia per la grande densità e l'elevata copertura vegetale, la alta competitività per le zone di luce che deriva da questi fattori porta ad avere una dinamica di accrescimento non rapidissima. Pochissimi esemplari arrivano ai 30 cm di diametro, solo tre Tassi un Cerro e una Roverella hanno raggiunto questa misura.

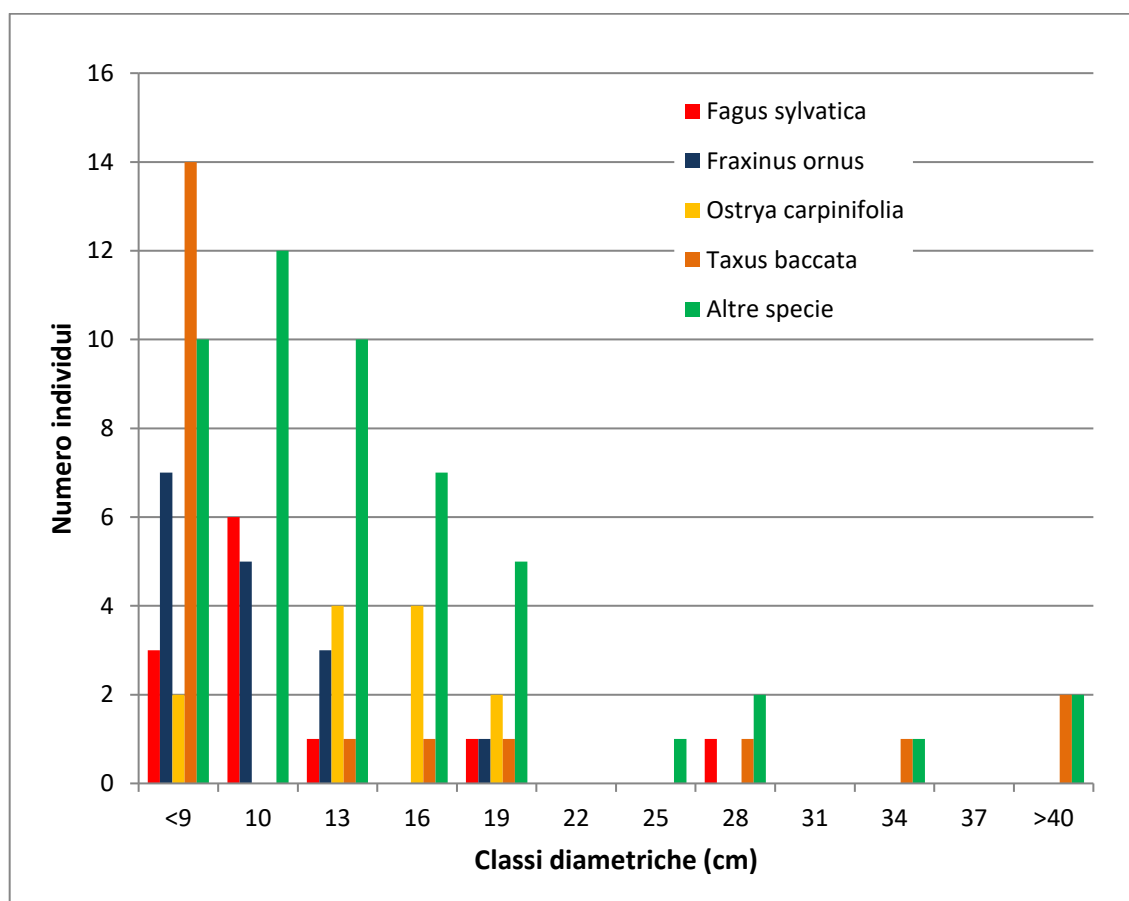


Figura 3.2c – Distribuzione degli individui monocormici delle specie principali, suddivisi per classi diametriche.

Dal grafico (*Figura 3.2d*) si evince che spostandoci in direzione Nord-Est, partendo cioè dalla villa e proseguendo verso la frana abbiamo un graduale aumento del numero di individui per area di saggio. Nei punti 1 e 7, i più vicini alla villa, si contano rispettivamente 10 e 12 alberi, poi man mano che si prosegue lungo il transetto la copertura arborea è sempre maggiore, fino ad arrivare, immediatamente dopo la frana, alle aree 25, 26 e 27, che sono quelle che hanno al loro interno il maggior numero di individui. Questo è dovuto anche alla ceduzione più intensiva avvenuta in queste aree rispetto a quelle precedenti dove vi sono strutture più spostate verso la fustaia. Osserviamo infatti che c'è un andamento simile anche per quanto riguarda il numero di esemplari ad alto fusto e il numero di ceppaie, nella zona più a Sud-Ovest c'è una dominanza di fusti monocormici, che va poi a perdersi se ci si sposta in direzione opposta, dove le ceppaie sono molto più presenti.

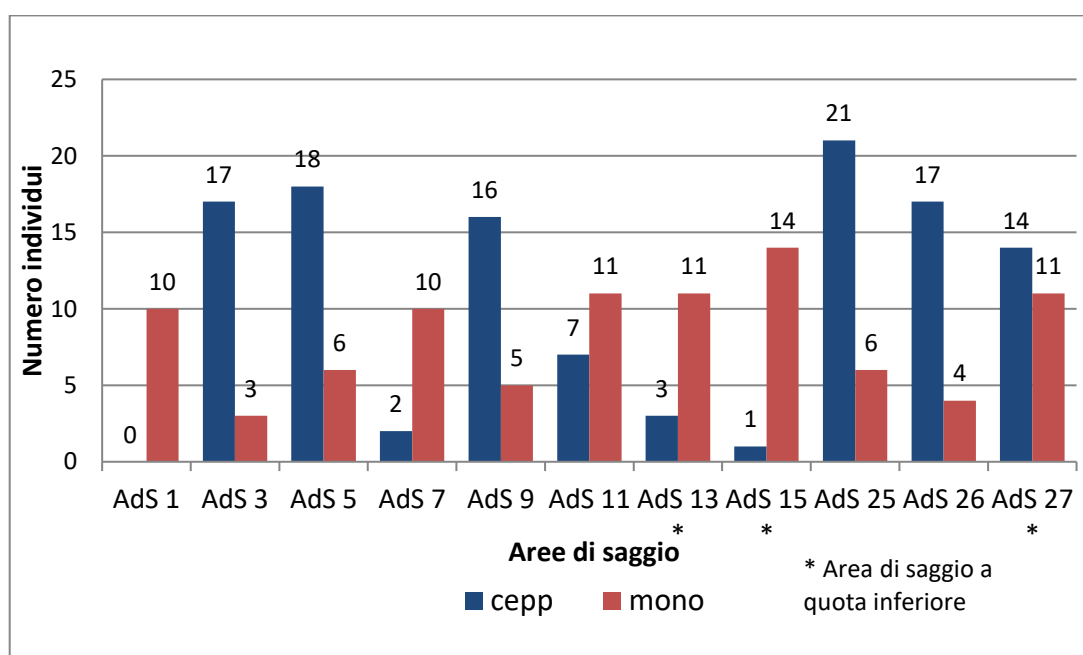


Figura 3.2d – Distribuzione di frequenza degli individui (ceppaia – alto fusto) per ciascuna delle aree di saggio.

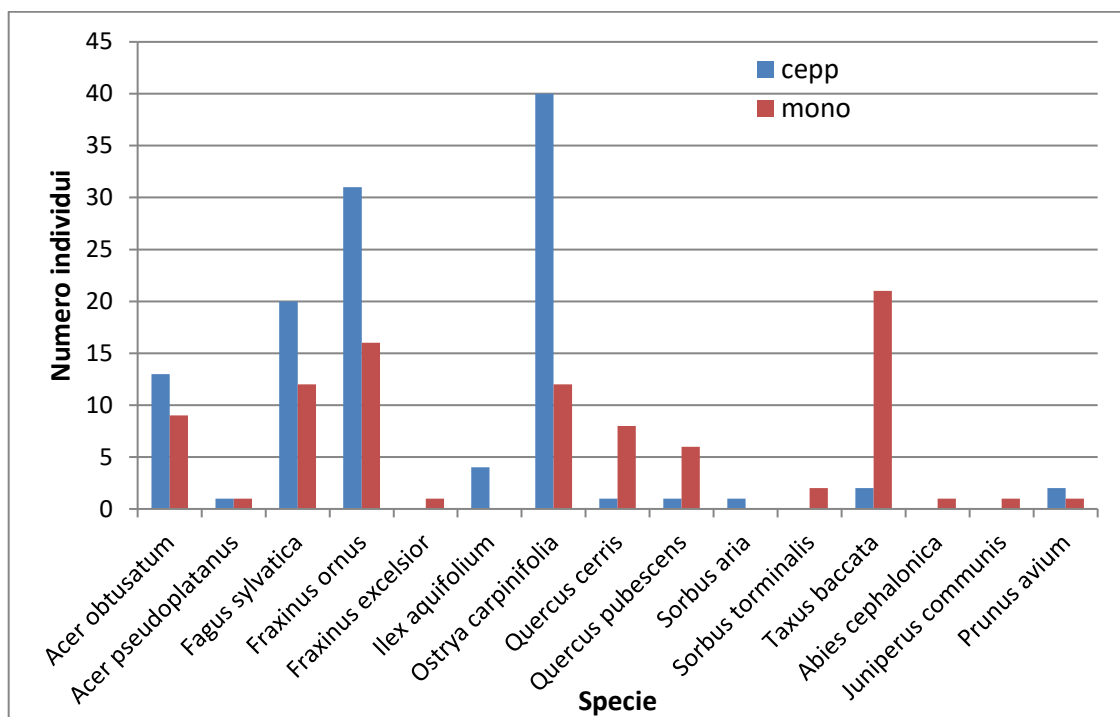


Figura 3.2e – Distribuzione di frequenza degli individui (ceppaia + alto fusto) suddivisi per specie.

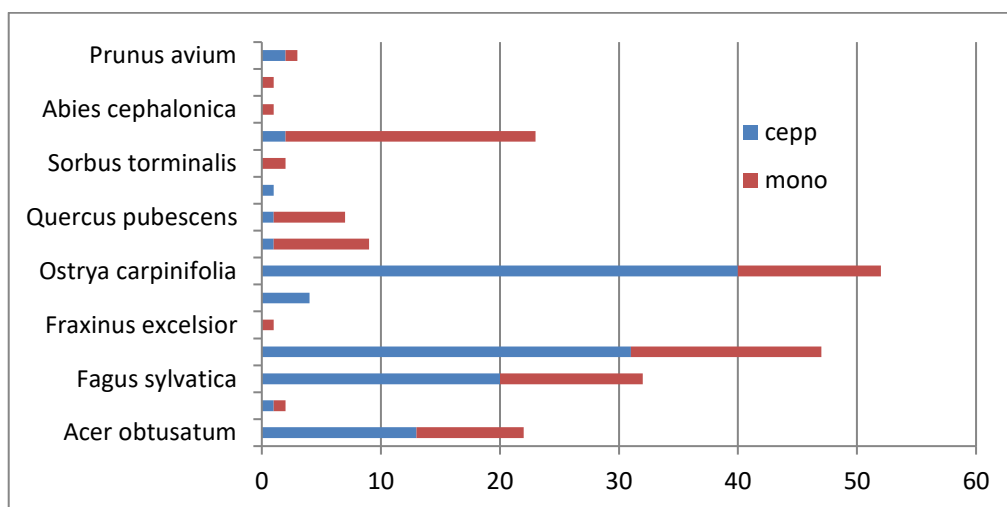


Figura 3.2f – Numero totale di individui per specie.

Il grafico (Figura 3.2e) è stato costruito in base allo stesso criterio del grafico 3.2d, con la differenza che gli esemplari sono stati distribuiti non in base alle aree di saggio, ma in base alla specie, suddivisi anche in questo caso tra monocormici e ceppaie. Si è potuto così anche individuare quali sono le specie più rappresentative della zona (Figura 3.2f).

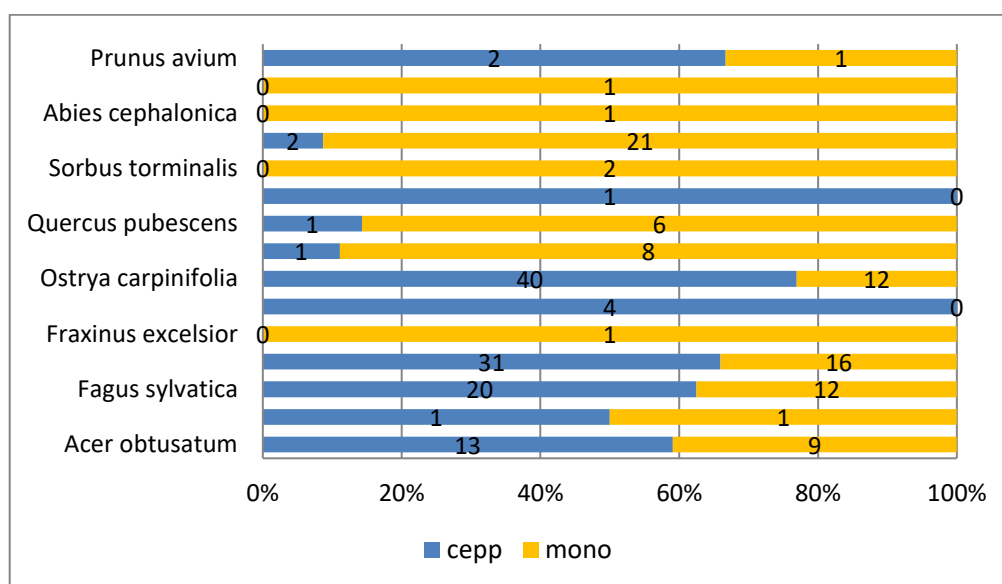


Figura 3.2g – Distribuzione % per specie di individui monocormici e ceppaie.

Nel grafico (Figura 3.2g) è stata inserita la ripartizione in punti percentuali tra ceppaia ed alto fusto di ciascuna delle specie presenti nelle aree di saggio. Si può osservare che per il Tasso, il Cerro e la Roverella c'è una quasi totalità di alto fusto (90% circa), diversa è la situazione per il Frassino e il Carpino Nero, rappresentati da circa il 70 % di ceppaie. Per quanto riguarda invece il Faggio e l'Acero d'Ungheria (*Acer obtusatum*) non c'è una dominanza tra monocormici e ceppaie.

Per quantificare più precisamente la diversità compositiva arborea è stato dapprima calcolato il parametro p specifico per ogni specie, cioè il rapporto tra il numero totale di elementi di una certa area di saggio (n) e il totale di individui presenti nella stessa area (N), poi è stato utilizzato l'Indice di Shannon (H), così calcolato:

$$H = - \sum_{j=1}^N p_j \cdot \ln p_j$$

ovvero la sommatoria dei prodotti $p \cdot \ln p$ calcolati per tutte le specie presenti nell'area di saggio (Tabella 3.2a). Maggiore è il numero di specie presenti e la loro distribuzione in una determinata area, maggiore sarà il valore dell'Indice di Shannon ottenuto. Lungo il transetto, la diversità biologica è grossomodo ben distribuita (Figura 3.2h) poiché tutti i

valori delle singole aree di saggio oscillano tra 1,23 (area n. 5) e 1,82 (area n. 25). A questi valori verranno però integrati, i risultati della analisi delle altre aree di saggio previste.

Specie	n = numero totale di elementi (monocormici + ceppaie)										
	ads1	ads3	ads5	ads7	ads9	ads11	ads13	ads15	ads25	ads26	ads27
<i>Acer obtusatum</i>	1	3	2	1	4	4	2	0	2	1	3
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Fagus sylvatica</i>	1	3	0	0	1	8	1	1	11	1	5
<i>Fraxinus ornus</i>	0	6	3	0	5	2	5	4	5	5	12
<i>Fraxinus excelsior</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Ilex aquifolium</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0
<i>Ostrya carpinifolia</i>	3	4	15	0	7	1	5	3	2	9	3
<i>Quercus cerris</i>	1	1	1	2	0	1	0	2	2	0	0
<i>Quercus pubescens</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2	2
<i>Sorbus aria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Sorbus torminalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Taxus baccata</i>	4	2	2	6	4	1	1	3	0	0	0
<i>Juniperus communis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Prunus avium</i>	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Totale (N)	10	20	24	13	21	19	14	15	27	21	25

Specie	p = rapporto n/N										
	ads1	ads3	ads5	ads7	ads9	ads11	ads13	ads15	ads25	ads26	ads27
<i>Acer obtusatum</i>	0,10	0,15	0,08	0,08	0,19	0,21	0,14	0,00	0,07	0,05	0,12
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
<i>Fagus sylvatica</i>	0,10	0,15	0,00	0,00	0,05	0,42	0,07	0,07	0,41	0,05	0,20
<i>Fraxinus ornus</i>	0,00	0,30	0,13	0,00	0,24	0,11	0,36	0,27	0,19	0,24	0,48
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
<i>Ilex aquifolium</i>	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00
<i>Ostrya carpinifolia</i>	0,30	0,20	0,63	0,00	0,33	0,05	0,36	0,20	0,07	0,43	0,12
<i>Quercus cerris</i>	0,10	0,05	0,04	0,15	0,00	0,05	0,00	0,13	0,07	0,00	0,00
<i>Quercus pubescens</i>	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,10	0,08
<i>Sorbus aria</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
<i>Sorbus torminalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
<i>Taxus baccata</i>	0,40	0,10	0,08	0,46	0,19	0,05	0,07	0,20	0,00	0,00	0,00
<i>Juniperus communis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
<i>Prunus avium</i>	0,00	0,05	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indice di Shannon H	1,42	1,63	1,23	1,38	1,48	1,70	1,39	1,81	1,82	1,59	1,39

Tabella 3.2a - Tabelle per il calcolo di p , e dell'Indice di Shannon (H).

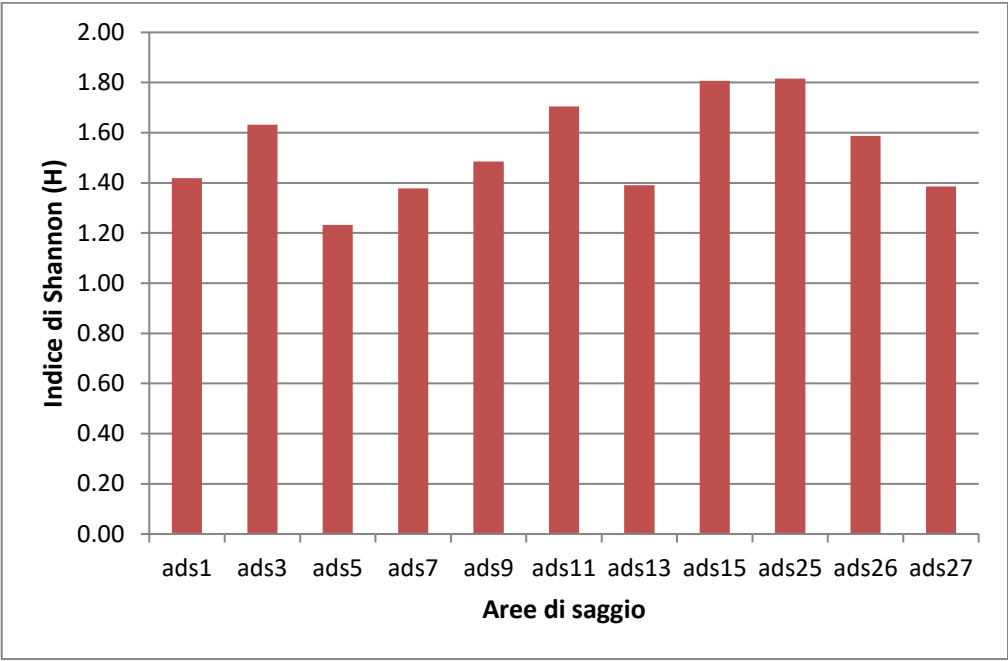


Figura 3.2h – Valori di H per ciascuna area di saggio.

4. Conclusioni

Le Formazioni Vegetali Monumentali delle Marche oltre a costituire un patrimonio ambientale e culturale possono essere anche una risorsa biologica di notevole valenza. Questa tesi ha cercato di introdurre il concetto di recupero del materiale di base per la propagazione e la moltiplicazione di specie forestali da individui di particolare pregio e valenza ecologica. L'ASSAM (Agenzia Servizi al Settore Agroalimentare delle Marche) nell'ambito del progetto in corso con il D3A, sul recupero di materiale da sottoporre iscrizione al Libro Regionale dei boschi da seme, ha individuato a tale proposito sia alberi monumentali che alcune formazioni boschive regionali. Si è conclusa la parte di rilievo, di analisi e di definizione delle misure di salvaguardia per gli alberi monumentali e sono invece in progress le analisi nelle formazioni boschive, in particolare quelle nella Macchia delle Tassinete, una cenosi molto importante per la presenza del tasso, ma anche di numerose altre specie arboree.

Relativamente agli alberi monumentali l'analisi oltre a ridefinire la scheda di rilevamento prevedeva la misurazione dei parametri dendrometrico-strutturali, il controllo delle condizioni di salute della pianta, eventuali criticità strutturali, lo stato fitosanitario di chioma, fusto e radici ed eventuali misure per la tutela degli alberi. Anche in questo caso la finalità è quella di prelevare il germoplasma (al momento solo frutti e non materiale vegetativo) da questi individui geneticamente selezionati, per ottenere materiale di moltiplicazione e propagazione forestale di qualità per rimboschimenti e imboschimenti.

A Tassinete è stata avviata la mappatura dell'assetto compositivo al quale sono state aggiunte informazioni strutturali (individui monocormici o policormici) e dimensionali (diametro). Tutto questo al fine di individuare quali esemplari, soprattutto tra quelli monocormici (di probabile origine da seme) con un buon portamento e buone condizioni vegetative, possono diventare individui portaseme per la produzione di materiale a scopo vivaistico forestale. Per favorire la crescita di tali alberi, saranno fornite eventuali prescrizioni colturali da attuare, come ad esempio diradamenti selettivi per ridurre la concorrenza, peraltro già attuati per il tasso.

In conclusione possiamo affermare che tutte le qualità di una Formazione Vegetale Monumentale, come le dimensioni eccezionali, il portamento, la longevità, la rarità botanica, la rilevanza storico-culturale e il valore vivaistico, non possono prescindere dal censimento, dal controllo e dalla salvaguardia delle singole formazioni. Assume perciò fondamentale importanza il ruolo dei tecnici forestali e dei Carabinieri Forestali per la tutela e la salvaguardia, ma anche quello del singolo cittadino, che con una semplice segnalazione può fornire un contributo informativo rilevante. Negli ultimi anni, infatti, molti comuni in Italia hanno fatto partire campagne per incentivare la popolazione ad effettuare segnalazioni di alberi monumentali che possono potenzialmente essere inseriti nel libro regionale. Gli alberi sono spesso una risorsa scontata, è importante però comprendere che non sono una risorsa rinnovabile nel breve periodo, e se sono stati il tempo e le generazioni passate ad “affidarci” questi grandi patriarchi verdi, è nostro dovere custodirli.

“Non ditemi quali monumenti ci sono vicino casa vostra ma quali alberi” (Fratus, 2013).

5. Bibliografia

- Allegrezza M., (2003) - *Vegetazione e paesaggio vegetale della dorsale del Monte San Vicino (Appennino centrale)*. Fitosociologia 40 (1) (Suppl. 1): 3-118 analyses of chloroplast and nuclear DNA sequences. Plant Systemetic and Evolution 276, 89.
- Artese C., 2015 – *Alberi monumentali d’Abruzzo: dalla conoscenza alla tutela*. L’Italia Forestale e Montana, 70 (6): 453-462. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.6.05>
- Bagnara L., 2012 - *Assetto strutturale-funzionale e capacità di rinnovazione del Tasso (Taxus baccata L.) nella Macchia delle Tassinete (MC)*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze Agrarie – UNIVPM.
- Bagnara L., Urbinati C., 2010 - *Progetto per la Conservazione e la Valorizzazione ambientale dell’area floristica n. 51 “Macchia delle Tassinete”*. Regione Marche - UNIVPM.
- Biondi E., 1982 - *La forêt des “Tassinete”. Guide - Itinénaire de l’Excursion Internationale de Phytosociologie en Italie Centrale (2-11 juillet 1982)*. Camerino.
- Bottacci A., Radicchi S., Zoccola A., Padula M., Ciampelli P., Tacconi S., Antonelli A., Bertinelli S., Alterini A., 2007 – *Gli alberi monumentali delle riserve naturali statali casentinesi (appennino tosco-romagnolo)*. Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna, 25: 7-23.
- Cambiaggi F., Ciccarese L., 2004 – *Materiale di propagazione forestale e conservazione della biodiversità: il caso studio della Liguria*.
- Caramalli P., 2008 – *Nuovo status normativo per gli alberi monumentali*. L’Italia Forestale e Montana, 3: 279-282.
- Capodarca V., 2008 – *Alberi monumentali delle Marche*, 39-43, 205-209.
- Di Santo D., 2015 – *Il ruolo degli alberi monumentali e delle formazioni forestali vetuste nella conservazione della biodiversità*. L’Italia Forestale e Montana, 70 (6): 417-425. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.6.02>
- Ducci F., Pignatti G., Proietti R., Vannuccini M., 2005 – *Contributo alla definizione di provenienza per i materiali forestali di propagazione*. Forest@ 2 (2): 198-206. <http://www.sisef.it/>
- Fratrus T., 2013 – *Manuale del perfetto cercatore d’alberi*.
- Guidi G., 2012 – *Le formazioni vegetali monumentali delle Marche*. CFS e Regione Marche.

- Keddy P.A., Drummond C.G., 1996 – *Ecological properties for the evaluation, management, and restoration of temperate deciduous forest ecosystem*. Ecological Applications, (6) 3: 748-762. <http://dx.doi.org/10.2307/2269480>
- Lisa C., 2011 – *Gli alberi monumentali: normative conoscenza e tutela*. L'Italia Forestale e Montana, 66 (6): 509-519. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2011.6.03>
- Mergen F., - *Forest tree breeding research*. Unasyuva, (13) 2.
- Pietracaprina A., Corti G., Vischetti C., Cocco S., Agnelli A., 2006 - *Scenari pedologici dell'entroterra collinare marchigiano in ambiente naturale e coltivato: influenza del substrato pedogenetico e della vegetazione*. Ancona.
- Roggero F., 2015 – *Il quadro normativo vigente sugli alberi monumentali*. L'Italia Forestale e Montana, 70 (6): 427-439. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.6.03>
- Russo D., Corona P., Merlini P., Agrimi M., 2015 – *Alberi monumentali: beni culturali e ambientali da sostenere nel tempo e nello spazio*. L'Italia Forestale e Montana, 70 (6): 411-416. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.6.01>
- Spadoni P., 1828 - *Xilologia Picena applicata alle arti*. Presso Antonio Cortesi.
- Taffetani F., Zitti S., Giannangeli A., 2004 - *Vegetazione e paesaggio vegetale della dorsale di Cingoli (Appennino Centrale, Dorsale Marchigiana)*. Fitosociologia, 41(2), 83-161.
- Tiberi M., 2006 - *Dorsale di Cingoli ed Aree retrostanti. Suoli e Paesaggi delle Marche*. Programma Interregionale "Agricoltura e Qualità".- Misura 5 (D.G.R. n 2805 del 28/12/2000). ASSAM, 201-206. 89–524.
- Urbinati C., 2015 – *Alberi e formazioni vegetali monumentali: caratteri dendrologici e metodi di rilevamento*. L'Italia Forestale e Montana, 70 (6): 441-451. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.6.04>
- Zitti S., Casavecchia S., Pesaresi S., Taffetani F., Biondi E., 2014 - *Analysis of forest diversity in an area of high presence of Taxus baccata L. and Ilex aquifolium L.. The study case in the central Apennines (Italy)*. Plant Sociology, 51(2), 117-129.

6. Sitografia

- <https://appennini.wordpress.com/2016/10/21/la-cena-dei-briganti>
- <http://www.fao.org/forestry/unasylva/en>
- https://phaidra.cab.unipd.it/detail_object/o:5014
- www.globalbioclimatics.org



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali

Corso di Laurea in Scienze Forestali ed Ambientali (L)

**Il Tasso (*Taxus baccata L.*):
caratterizzazione genetica della
popolazione di Macchia delle Tassinete
nell' Appennino Centrale (Italia)**

Tesi di laurea di
Pier Giorgio Fioravanti

Relatore
Dott.ssa Elena Bitocchi
Correlatore
Prof. Carlo Urbinati

Anno Accademico 2016-2017
Sessione Dicembre 2017

INDICE

1. INTRODUZIONE	Pag. 3
1.1 Il tasso (<i>Taxus baccata</i> L.)	Pag. 3
1.1.1 Tassonomia e distribuzione geografica	Pag. 3
1.1.2 Descrizione botanica	Pag. 6
1.1.3 L'importanza e l'utilizzo del tasso	Pag. 7
1.2 La conservazione del tasso	Pag. 7
1.3 Marcatori genetici	Pag. 10
1.3.1 Marcatori molecolari neutrali e selettivi	Pag. 10
1.3.2 Marcatori molecolari dominanti e codominanti	Pag. 10
1.3.3 Marcatori molecolari che si basano sulla Reazione a Catena della DNA Polimerasi (PCR)	Pag. 13
1.3.3.1 <i>Reazione a Catena della DNA Polimerasi (PCR)</i>	Pag. 14
1.3.4 Marcatori molecolari SSR nucleari (nuSSR) e del cloroplasto (cpSSR)	Pag. 16
1.4 Obiettivi della tesi	Pag. 20
2. MATERIALI E METODI	Pag. 21
2.1 Area di studio	Pag. 21
2.1.1 Assetto fisiografico, climatico e vegetazionale	Pag. 21
2.1.2 Caratteri compositivi e strutturali della Macchia delle Tassinete	Pag. 2
2.1.3 Il censimento del tasso	Pag. 29
2.2 Il campionamento degli individui adulti di tasso	Pag. 32
2.2.1 Estrazione del DNA	Pag. 33
2.2.2 Elettroforesi su gel di agarosio	Pag. 34
2.2.3 Marcatori molecolari cpSSR e nuSSR	Pag. 36
2.3 Analisi dei dati	Pag. 39
2.3.1 Equilibrio di Hardy-Weinberg	Pag. 40
2.3.2 Calcolo dell'indice di diversità genetica	Pag. 42
2.3.3 Calcolo dell'indice di fissazione	Pag. 42
3. RISULTATI	Pag. 44
3.1 Caratteri dendrometrici-strutturali del campione analizzato	Pag. 44
3.2 Analisi molecolari	Pag. 46
4. DISCUSSIONE	Pag. 52
5. BIBLIOGRAFIA	Pag. 56

1. INTRODUZIONE

1.1 Il tasso (*Taxus baccata* L.)

1.1.1 Tassonomia e distribuzione geografica

Il tasso (*Taxus baccata* L.) è una gimnosperma dioica appartenente alla famiglia delle *Taxaceae* dell'ordine delle *Pinales*. In passato la famiglia delle *Taxaceae* veniva attribuita all'ordine delle *Taxales* e solo in seguito ad accurate analisi di DNA di questa famiglia dimostrarono la monofilia ovvero la possibile appartenenza dati due ordini ad un progenitore comune (Cheng et al. 2000). Quella delle *Taxaceae* è una famiglia costituita da quattro (Gellini e Grossoni 1996) o cinque generi (Cope 1998), con 15 specie quasi tutti situati nell'emisfero boreale. La famiglia ha origini molto antiche come testimoniano i fossili risalenti al triassico.

Il genere *Taxus* è il più ampio e diffuso tra i generi delle *Taxaceae* (Fu et al. 1999). L'attuale tassonomia del genere *Taxus* è basata principalmente su caratteristiche morfologiche e sulla distribuzione geografica dei singoli *taxa*. Tuttavia, i caratteri considerati per identificare le varie specie appartenenti al genere sono piuttosto variabili all'interno di ciascun gruppo e sovrapponibili tra le diverse specie (Möller et al. 2007). La caratterizzazione sistematica del genere *Taxus* è alquanto complessa e controversa (Li et al. 2001), poiché mancano caratteri inequivocabilmente distintivi tra le specie a livello morfologico e chimico, così come molti studi basati sull'utilizzo di marcatori molecolari e sequenze geniche non presentano un appropriato campionamento (De Laubenfels 1988; Farjon 2001; Fu et al. 1999; Spjut 2007). Il genere risulta per alcuni autori composto da 5 o da 7-10 specie differenti (Cope 1998), mentre altri autori hanno proposto di considerare il genere un'unica grande specie suddivisa in una moltitudine di varietà o razze geografiche diverse (Debazac 1964; Bernetti 1995).

L'origine di *Taxus baccata* risale all'era Terziaria (Hao et al. 2008). Evidenze paleoecologiche sulla distribuzione geografica del tasso in tempi passati sono scarse, anche se i più antichi resti fossili di polline in Europa indicano che l'areale del *Taxus* si è ampliato durante i diversi periodi interglaciali e ha contribuito in maniera molto più significativa rispetto ad oggi alla vegetazione Europea (Mamakova 1989; Turner 2000, de Beaulieu et al. 2001; Müller et al. 2003; Koutsodendris et al. 2010). Inoltre, resti palinologici indicano che il tasso è stato in grado di persistere durante l'ultima glaciazione (Würm, conclusa circa 10.000 anni fa) non solo nelle aree rifugio del Sud Europa (Allen et

al. 2002; Carrión 2002; Carrión et al. 2003) ma anche in quelle dell'Europa centrale ed orientale (Stewart e Lister 2001; Willis e van Andel 2004), mentre c'è ancora un dibattito aperto circa la sua presenza nei rifugi del Nord Europa (Tzedakis et al. 2013). Pur essendo caratterizzato attualmente da un areale molto ampio, il tasso è presente in popolazioni di piccole dimensioni. Durante gli ultimi secoli le popolazioni Europee sono diminuite in numero, collegamento e dimensioni probabilmente a seguito dei cambiamenti climatici e dell'azione antropica, quali pratiche di sfruttamento e gestione (Paule et al. 1993; Thomas e Polwart 2003).

Il tasso oggi ha un areale di distribuzione che si estende dall'Europa settentrionale, all'Africa settentrionale, fino al Caucaso. In particolare, il limite nord dell'areale è di circa 61-63 gradi di latitudine, fino a Svezia e Norvegia; a sud la sua presenza si estende fino all'Italia, Spagna, Grecia e Nord Africa, mentre ad ovest comprende gli arcipelaghi di Madeira e delle Azzorre. Verso est si sviluppa fino in Estonia, Polonia, Ucraina, Turchia e la catena montuosa del Caucaso (Thomas e Polwart 2003). La **Figura 1.1.1** mostra la distribuzione geografica della specie. Il limite altitudinale oscilla tra il livello del mare, nelle zone al limite nord dell'areale, ed i 2500 metri di quota in Nord Africa.

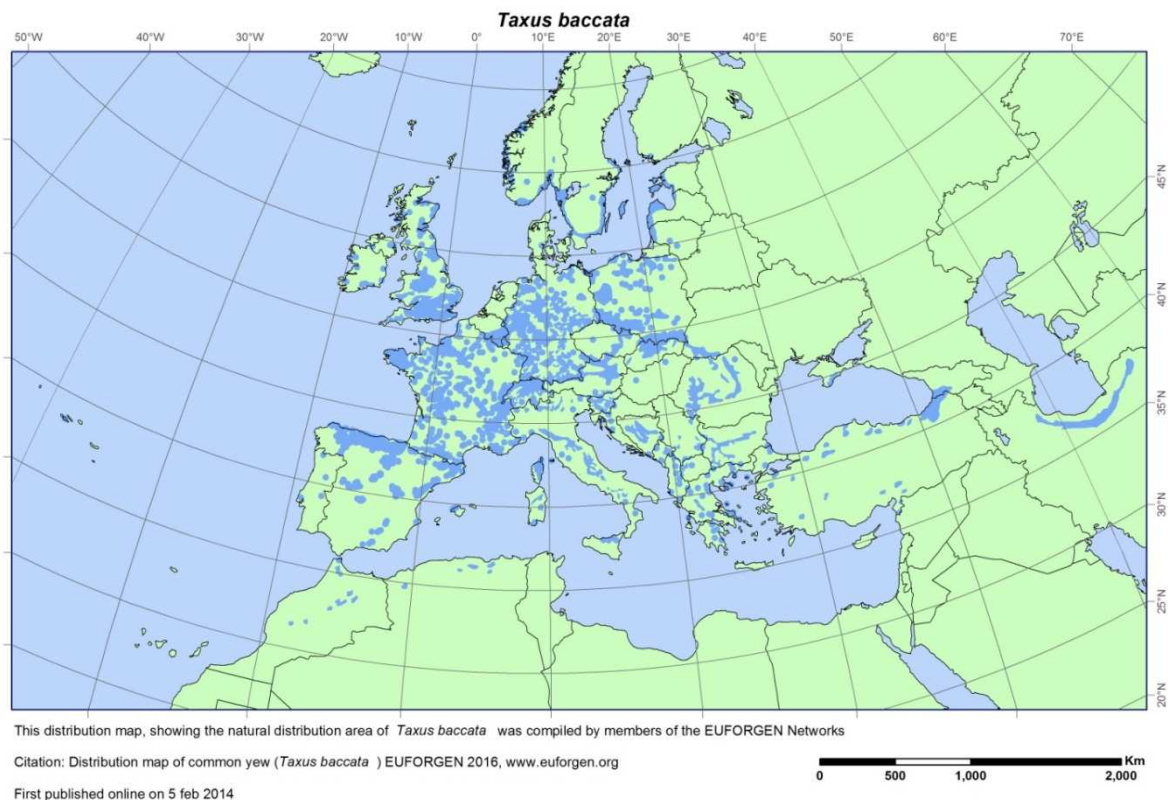


Figura 1.1.1 - Distribuzione geografica del tasso (*Taxus baccata* L.) [da EUFORGEN 2016, www.euforgen.org]

In Italia il tasso è presente lungo tutto l'arco alpino e appenninico, fino alla fascia mediterranea, e nelle isole del Mediterraneo si ritrova in Sicilia, Sardegna, Corsica, Isola d'Elba e Baleari; tuttavia, tale areale risulta essere molto frammentato, costituito da piccole popolazioni isolate (Gellini 1985).

In Italia centrale si segnalano i popolamenti dei Monti Lepini, Bosco Martese nella catena dei Monti della Laga, Terminillo, Simburini (Camerata Vecchia, Civita d'Antino, Morino), nella Marsica, Vallone Santa Margherita nel versante nord del monte Genzana, sui Frentani, Monti Pizzi. Meritano inoltre di essere ricordati i nuclei della Sardegna (Sos Niberos), della Sicilia (Nebrodi), della Garfagnana e del Gargano. In alcune zone dei Monti Lepini sono presenti diversi esemplari imponenti.

La presenza più qualificata di *Taxus baccata* nella Regione Marche è quella di Macchia delle Tassinete a Cingoli (MC), che rappresenta la più importante popolazione per numero di individui e assetto fisionomico-strutturale. Altre presenze, in genere con popolazioni più esigue, sono segnalate al Monte Catria–Monte Acuto (PU), Monte Carpegna (PU), Alpe della Luna (PU), Monte Cucco (AN), Montagna di Torricchio (MC), Monte Cavallo (MC), Bolognola (MC), Gola del Fiastrone (MC), Infernaccio (AP), Monte Ceresa (AP), Monti della Laga (AP). Un esemplare monumentale censito dalla Regione Marche è presente presso il monastero di Fonte Avellana (PU). Oggi sull'Appennino raramente si riscontrano popolamenti puri di tasso (Pignatti 1982, 1998), ma in passato lo scenario era sicuramente differente come testimoniano ricerche palinologiche e storico-archivistiche che indicano una maggiore diffusione (Giacomini e Fenaroli 1958; Marchesoni 1959; Salbitano 1988), così come la diffusione nei territori collinari e montani di toponimi quali Tasseto, Tassinete, Tassaneta, Tassiti, Colle Tasso, luoghi dove oggi la presenza di *T. baccata* non è più segnalata.

Le condizioni ottimali di crescita del tasso sono quelle tipiche del clima oceanico con temperature moderate, inverni non troppo rigidi, elevate precipitazioni (meglio se >1000 mm/anno) ed umidità durante tutto l'anno ed (Godwin 1975). In particolare, le precipitazioni influenzano positivamente la crescita, mentre questa risulta inversamente correlata con le temperature estive che risultano essere il fattore di stress limitante (Moir 1999). Il limite di distribuzione geografica è, in effetti, rappresentato dalle basse temperature alle latitudini a nord, dall'estrema continentalità delle regioni del Baltico ed in Polonia ad est, dall'elevata siccità a in Turchia e sud-est, e dalla siccità ed elevate temperature nel nord Africa. Ciò spiegherebbe, negli ambienti collinari e montuosi dell'Europa, la presenza del tasso prevalentemente nei versanti ombrosi con esposizioni

nord-est e nordovest in mescolanza con specie decidue che agevolano la formazione di microclimi stazionali a maggior impronta oceanica (Thomas e Polwart, 2003).

Il tasso è una specie fortemente tollerante l'ombra che si trova spesso nelle cenosi che il faggio forma con l'agrifoglio. Da un punto di vista edafico, la specie risulta abbastanza ubiquitaria (Brzeziecki e Kienast 1994; Thomas e Polwart 2003).

1.1.2 Descrizione botanica

Taxus baccata L. è una gimnosperma sempreverde di terza grandezza (mesofanerofita) caratterizzata da *habitus* arboreo o arbustivo, monocormico o policormico, di altezza 15 – 25 m circa (Thomas e Polwart 2003), con chioma generalmente piramidale espansa o globosa irregolare (Thomas e Polwart 2003). Il tronco è eretto tozzo ramoso sin dalla base, col progredire dell'età assume invece un aspetto più gracile. La corteccia solitamente è liscia, sottile, di colore bruno-rossiccio negli individui più giovani, mentre in quelli più adulti e senescenti assume un colore bruno-grigiastro, una consistenza più spessa e col progredire dell'età assume una forma screpolata a placche o screpolato-longitudinale. *Taxus baccata* è una specie molto longeva (oltre 1000 anni), con crescita inizialmente rapida, poi lenta.

Le foglie di *Taxus baccata* sono persistenti, aghiformi, disposte in due file opposte ai lati dei rametti (Pignatti 1982), verde scure, con lamina lineare – appiattita (2 x 15-25 mm), mucronata all'apice, lucida sulla pagina superiore, giallastra in quella inferiore (Pignatti 1982). Le gemme sono molto piccole di colore verde e assumono una forma ovoide.

Essendo pianta dioica, *Taxus baccata* presenta i coni maschili con diametro di 2-3 mm circa (riuniti in 6-14 squame staminali peltate, ciascuna contenente 4-9 sacche polliniche (Mundry e Mundry 2001); esse sono avvolte da squamette bruno-rossicce prima dell'antesi (gennaio-maggio).

I coni femminili sono isolati all'ascella delle foglie (Pignatti 1982) o appaiati, gemmiformi, verdi, disposti all'apice di un rametto e circondati anch'essi da un involucro di squamette persistenti che proteggono ovulo il quale, dopo l'impollinazione (anemogama), dà origine ad un frutto simile a una bacca (arillo), rosso viva a maturità e che copre parzialmente un grosso seme (6x7 mm) nero, ovoide, appuntito e legnoso (**Figura 1.1.2**).



Figura 1.1.2 – Infiorescenza femminile e maschile e arillo.

1.1.3 L'importanza e l'utilizzo del tasso

Il tasso, oltre alla valenza naturalistica, ha un elevato valore ornamentale, una notevole importanza officinale, ma uno scarso valore economico. Le foglie e i semi del tasso sono velenosi, contengono un alcaloide estremamente tossico, la tassina. Le foglie posseggono un'azione spasmolitica, stimolante, abortiva, ma per la loro tossicità e difficoltà di dosaggio non vengono impiegate. *Taxus baccata* può provocare irritazione agli occhi, alla pelle e alle vie respiratorie, oltre a nausea, mal di testa e effetti cardiaci.

Il legno del tasso è caratterizzato da alborno bianco e durame rossastro, di grana fine ed omogenea, è molto ricercato e usato in lavori di tornio e in ebanisteria. Quest'ultimo, essendo duro e a crescita lenta, viene utilizzato nella costruzione di cancelli, mobili, impiallacciatura, strumenti musicali (liuti), pavimenti in parquet, pannelli, ed è eccellente per l'intaglio e la tornitura del legno in quanto la sua crescita contorta e i suoi "nodi" formano motivi intricati e variegati. A livello ornamentale, le numerose varietà di tasso vengono largamente coltivate nei parchi e giardini in quanto sopporta bene sia l'inquinamento che le potature e si adatta all'arte topiaria nei giardini all'italiana.

1.2 La conservazione del tasso

“La conservazione di una specie si identifica essenzialmente nella capacità di rinnovazione della specie stessa. In letteratura la soglia numerica in grado di garantire una sufficiente variabilità genetica di popolazione, viene stabilita a 500 individui maturi, valore spesso critico per le piccole popolazioni di tasso come quelle presenti in molte zone d'Italia” (USDA 1992).

Taxus baccata, è una specie caratterizzata da alcuni fattori limitanti che riducono la sua capacità di rinnovazione:

- la produzione di seme del singolo individuo può essere influenzata da vari disturbi ecologici, con possibili ripercussioni sulla struttura dei popolamenti in cui il tasso vegeta;
- le caratteristiche dei suoli, spesso poco evoluti, su cui il seme trova dimora e quindi la sua capacità germinativa;
- la presenza di erbivori (specialmente ungulati) che si nutrono delle giovani piantine potrebbero limitarne lo sviluppo o peggio determinarne la morte.

Al fine di stimare la capacità rigenerativa della specie è importante analizzare all'interno della popolazione la *sex ratio* del singolo individuo in quanto *Taxus baccata* possiede infiorescenze maschili e femminili in individui separati.

Tuttavia tale caratteristica sembrerebbe sfavorire la conservazione della specie, perché le piante dioiche avrebbero una più alta probabilità di estinzione rispetto alle piante monoiche (Iszkulo et al. 2009).

Il tasso è principalmente una specie a dispersione zoocora, difatti gli arilli vengono consumati soprattutto da Turdidi, sia stanziali (*Turdus merula*, *Turdus philomelos* e *Turdus viscivorus*) che migratori (*Turdus iliacus* e *Turdus pilaris*) i quali si nutrono del frutto direttamente sui rami, disperdendone i semi tramite rigurgito o deiezione. Anche le volpi occasionalmente consumano i frutti di tasso ma contribuiscono poco alla dispersione dei semi (Garcia et al. 2007).

La vistosa e appetibile presenza di frutti genera un forte richiamo di uccelli aumentando la possibilità che questi provvedano alla disseminazione del seme stesso (Garcia e Obeso 2003).

I fattori naturali limitanti la diffusione del tasso sono quindi molteplici, cui va aggiunto il disturbo antropico diretto e indiretto il quale in passato è stato anche molto intenso sia per le numerose utilizzazioni del legno di tasso (ottima qualità per strutture e manufatti), sia per un'eccessiva attività di pascolamento del bosco.

La riduzione e/o l'abbandono delle utilizzazioni forestali in molte zone montane, grazie anche alla tolleranza alla copertura della specie, ha determinato uno sviluppo di numerosi individui di tasso "sottocopertura" che in alcune stazioni evidenzia una notevole potenzialità di recupero della specie. Un aspetto di notevole rilevanza attuale, data la necessità di conservazione e di una gestione forestale sostenibile è indirizzare il bosco verso strutture equilibrate e durature.

Nell'ambito della rete Natura 2000 i faggeti degli Appennini con *Taxus* e *Ilex*, costituiscono un habitat prioritario ricadente nelle foreste mediterranee caducifoglie.

Tale habitat prioritario rientra nella Direttiva Habitat 9210 “*Faggeti degli Appennini con Taxus e Ilex*”; la quale designa “*faggete termofile con tasso e agrifoglio nello strato arbustivo e arbustivo del piano bioclimatico supratemperato ed ingressioni nel mesotemperato superiore, sia su substrati calcarei sia silicei o marnosi distribuite lungo tutta la catena Appenninica e parte delle Alpi Marittime*”.

Le aree ricadenti nella direttiva hanno una composizione floristica varia e ricca, con partecipazione di specie arboree, arbustive ed erbacee mesofile dei piani bioclimatici sottostanti, prevalentemente elementi sud-est europei (appenninico-balcanici), sud-europei e mediterranei (Geranio striati-Fagion).

La distribuzione di questo habitat è appenninico-centromeridionale.

In genere, trattasi di formazioni montane con quote minime intorno a 950 m.

La copertura forestale interessa mediamente circa il 90% della superficie dei SIC (Siti di Importanza Comunitaria), lo strato arboreo è, in genere, dominato dal faggio il quale può mescolarsi all'abete nelle stazioni più fresche. Troviamo inoltre, tutte le latifoglie decidue temperate, anche quelle più esigenti (e.g. acero riccio e di monte, frassino maggiore, tigli), nonché verso il basso alcune legnose sempreverdi di clima temperato-caldo.

Il fatto che molte popolazioni di tasso sono a rischio di estinzione ha spinto l'Unione Europea a finanziare alcuni progetti LIFE per la conservazione della specie. Infatti, in base alla direttiva 92/43/CEE del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, le tassete, o comunque i boschi in cui è presente il tasso, sono considerati: "tipi di habitat naturali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione". Tali aree ricadono nell'Appennino centrale e sono interessate dalla presenza di consorzi forestali dominati dal faggio con il tasso e, molto sporadicamente, agrifoglio.

Le due specie sono accomunate dall'esigenza di strutture forestali articolate come per esempio le foreste vetuste. In base alle esperienze pregresse, si è dimostrato che *Taxus baccata* è specie dall'ecologia molto complessa, di conseguenza, non è possibile individuare un modello di gestione forestale, finalizzato alla sua conservazione, che abbia validità generale. Pertanto, la conservazione e la possibilità di diffusione del tasso richiedono la formulazione d'indirizzi gestionali calibrati su diverse realtà forestali e socio-economiche. L'approccio di rete, coinvolgendo le riserve regionali, aiuterà a meglio comprendere l'ecologia di questo habitat prioritario, in seguito un'analisi comparata di diversi casi permetterà di tracciare le più opportune strategie per salvaguardare gli habitat preferenziali del tasso; allo stesso tempo queste riserve potranno costituire delle isole di

conservazione molto utili anche per la loro funzione di corridoio ecologico in un paesaggio che per molti tratti resta a tutt'oggi interessato dall'attiva presenza dell'uomo.

La Lista Rossa delle specie in pericolo dell'IUCN, in base ad una valutazione del 1998, a livello mondiale, assegna il tasso alla categoria delle specie a basso rischio di estinzione (“*Lower risk*”), sottocategoria “*Least concern*” (minima preoccupazione). Allo stesso tempo la comunità europea però identifica 4 Habitat naturali legati alla presenza del tasso, 3 dei quali definiti prioritari (91J0 –Boschi di *Taxus baccata* delle Isole Britanniche; 9210 – Faggeti degli Appennini con *Taxus* ed *Ilex*; 9580 – Boschi mediterranei di *Taxus baccata*). Con quest'ultima definizione la CE identifica i tipi di habitat naturali che rischiano di scomparire nell'ambito del suo territorio e per la cui conservazione la Comunità ha una responsabilità particolare a causa dell'importanza della parte della loro area di distribuzione naturale. In effetti la constatazione che diverse popolazioni di tasso sono oggi a rischio di estinzione ha spinto la CE a finanziare alcuni progetti LIFE per la conservazione della specie (Piovesan et al. 2003; Presutti Saba 2006).

1.3 Marcatori genetici

I marcatori genetici rappresentano lo strumento chiave per comprendere come si struttura la diversità genetica ed il suo significato evolutivo, il cui scopo ultimo è quello di conservare la diversità sul pianeta Terra, aiutando a comprendere in che modo tale diversità si organizza e in questo modo individuando azioni specifiche per evitare l'estinzione delle specie e la conseguente perdita di variabilità genetica.

I marcatori genetici possono essere distinti in:

- Marcatori morfologici: si riferiscono a caratteri qualitativi fenotipici (variazione discontinua a livello fenotipico di ogni singolo individuo) e costituiscono il metodo classico della stima della diversità genetica. Una delle principali limitazioni di questo tipo di marcatori è rappresentata dal fatto che possono essere influenzati dall'ambiente;
- Marcatori biochimici: si riferiscono direttamente all'attività di specifici geni, in particolare evidenziano variazioni (polimorfismi, nella traduzione di un determinato tratto di DNA (proteine, e più in particolare isoenzimi e allonzimi);
- Marcatori molecolari: si riferiscono a variazioni della sequenza della molecola di DNA, come inserzioni, delezioni e mutazioni; tali marcatori hanno numerosi vantaggi rispetto ai marcatori morfologici e biochimici, tra cui il fatto di non essere influenzati dall'

ambiente, di coprire qualsiasi parte del genoma (trascritta e non) e di permettere di rilevare polimorfismo anche tra individui molto simili.

Le applicazioni dei marcatori molecolari sono molteplici, tra cui, ad esempio, analisi di paternità, diagnosi di anomalie genetiche, analisi forensi, identificazione di regioni del genoma o singoli geni che controllano caratteri quantitativi (QTLs, Quantitative Trait Loci), miglioramento genetico delle specie vegetali e animali (MAS, Marker Assisted Selection), studi di epidemiologia, tracciabilità dei prodotti alimentari (i.e. OGM), studio della struttura, evoluzione e biodiversità delle popolazioni.

Alcuni tipi di marcatori genetici comunemente usati sono:

- RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism)
- VNTR (Variable Number of Tandem Repeat)
- SNP (Single Nucleotide Polymorphism)
- STR (Short Tandem Repeat)
- SSLP (Simple sequence length polymorphism)
- AFLP (Amplified fragment length polymorphism)
- RAPD (Random amplification of polymorphic DNA)
- SSR (Simple sequence repeat)
- SFP (Single feature polymorphism)
- DArT (Diversity Arrays Technology)
- RAD (Restriction site associated DNA markers)

1.3.1 Marcatori molecolari neutrali e selettivi

I marcatori molecolari vengono distinti in “neutrali” e “selettivi”. I marcatori neutrali sono quelli per cui la variazione osservabile non è influenzata direttamente dalla selezione (Hillis 1996). La selezione però può avere effetto indiretto dovuto a fenomeni di associazione (*linkage*) fra loci neutrali (ad esempio i marcatori genetici) e loci soggetti a selezione (geni che controllano uno specifico carattere).

Ad esempio, si consideri una popolazione di individui di una specie diploide, e due loci (M ed A) strettamente associati, localizzati sul genoma ad una distanza molto ravvicinata; il locus M è caratterizzato dalla presenza di 2 alleli, M1 e M2, ed è neutrale, mentre il locus A presenta un unico allele A1. Se in un individuo di questa popolazione di genotipo M1M1

avviene una mutazione favorevole al locus A, per cui si ha la presenza di un nuovo allele A2 che migliora la fitness dell'individuo e che non viene eliminato per fenomeni casuali di campionamento (*drift*), si avrà un aumento della frequenza nella popolazione dell'allele A2 perché sotto selezione positiva; di conseguenza, si avrà un aumento anche della frequenza dell'allele M1, non perché sia sotto selezione ma per il semplice fatto di essere strettamente associato al locus A sotto selezione. Tale fenomeno prende il nome di *hitchhiking* o autostop, ovvero una variazione di comportamento da parte di un locus neutrale rispetto all' atteso dovuta all'associazione genetica con un locus soggetto a selezione (Mainard-Smith e Haigh 1974). Un fenomeno simile, relativo all'effetto delle mutazioni sfavorevoli viene detto *background selection*.

In entrambi i casi la dimensione della regione genomica interessata da questi fenomeni è negativamente correlata con la ricombinazione effettiva che avviene in una popolazione fra il locus neutrale e quello sotto selezione. La ricombinazione effettiva è risultante dalla frequenza di ricombinazione tra i loci considerati e la frequenza di esoincrocio nella popolazione. Per questa ragione, *hitchhiking* e *background selection* hanno particolare importanza nelle specie autogame (Papa et al. 1998; Papa e Gepts 2000) a differenza delle allogame dove risultano limitanti o assenti (Wang et al. 1994).

Dal momento che la maggior parte del genoma è costituito da regioni non codificanti e che i marcatori molecolari sono distribuiti casualmente all'interno del genoma stesso, fa sì che la frequenza di marcatori molecolari influenzati dalla selezione risulta spesso trascurabile.

La neutralità di gran parte dei marcatori molecolari rende possibile la scomposizione dell'effetto delle forze evolutive che influenzano la dinamica delle popolazioni, ovvero deriva genetica, migrazione, selezione e mutazioni). In particolare, tramite analisi di loci neutrali è possibile stimare il grado di isolamento riproduttivo dovuto all' effetto contrastante della migrazione e della deriva genetica, e consente di stabilire se la selezione ha un ruolo nella differenziazione fra popolazioni per uno specifico carattere fenotipico (Papa et al. 1998).

L'uso dei marcatori molecolari neutrali e selettivi, ha efficacia qualora si disponga di un accurata valutazione fenotipica e/o di marcatori soggetti direttamente o indirettamente all' effetto della selezione.

1.3.2 Marcatori molecolari dominanti e codominanti

I marcatori molecolari possono essere distinti in due gruppi, dominanti e codominanti (**Figura 1.3.1**). I marcatori molecolari dominanti, sono caratterizzati dal fatto che ad ogni

locus è possibile evidenziare la presenza o l'assenza della banda ma non distinguere la situazione eterozigote (a/-) da quella omozigote per lo stesso allele (a/a). In genere, tali marcatori mettono in evidenza molti loci simultaneamente e per questo motivo vengono detti anche marcatori 'multilocus'. Il loro utilizzo in genetica delle popolazioni risulta ottimale solo per organismi aploidi e per specie strettamente autogame.

I marcatori codominanti permettono di mettere in evidenza tutti i genotipi possibili, ovvero è possibile distinguere i loci omozigoti (a/a e b/b) da quelli eterozigoti (a/b) rappresentati rispettivamente da una banda (l'uno o l'altro allele) e da due diverse bande (entrambi gli alleli marcatori); tali marcatori sono anche detti marcatori a singolo-locus o specifici di locus. Essi prevedono l'impiego di sonde o primers specifici per determinati loci genomici al fine di ibridare o amplificare tratti cromosomici a sequenza nota.

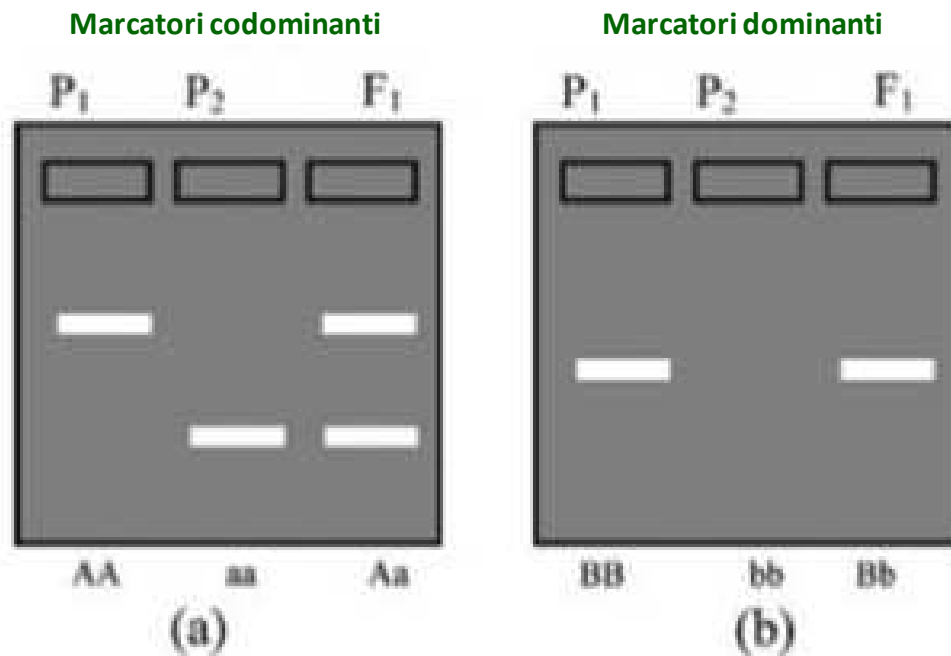


Figura 1.3.1 - Comparazione tra marcatori (a) codominanti e (b) dominanti. I marcatori codominanti possono chiaramente discriminare tra omozigoti (AA, aa) ed eterozigoti (Aa) al contrario dei marcatori dominanti. P₁, parentale 1; P₂, parentale 2; F₁, progenie (modificata da Collard et al. 2005).

1.3.3 Marcatori molecolari che si basano sulla Reazione a Catena della DNA Polimerasi (PCR)

I marcatori molecolari possono essere ulteriormente distinti in marcatori che si basano sugli enzimi di restrizione (ad esempio, marcatori RFLP e VNTR) e marcatori che si basano sulla Reazione a Catena della DNA Polimerasi (Polymerase Chain Reaction, PCR).

Gli enzimi di restrizione operano una restrizione o degradazione enzimatica del DNA, ovvero riconoscono specifiche sequenze nucleotidiche del DNA (siti di restrizione) e lo ‘tagliano’ o in corrispondenza di tale sito o in regioni ad esso vicine (sito di taglio).

La specificità degli enzimi di restrizione è tale che la sostituzione anche di una sola base all’interno della sequenza di riconoscimento impedisce all’enzima di tagliare. Grazie a questa specificità si possono evidenziare polimorfismi tra individui. Il DNA viene tagliato in specifici punti generando una miscela di frammenti genici di lunghezza diversa. Mediante l’utilizzo di sonde è possibile evidenziare loci specifici ed identificare differenze tra individui basate sulla lunghezza dei frammenti di restrizione.

I marcatori molecolari che si sviluppano con questa tecnica sono gli RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism, Polimorfismo di Lunghezza dei Frammenti di Restrizione) ed i VNTR (Variable Number of Tandem Repeats, Numero Variabile di Sequenze Ripetute).

Le tecniche che si basano sull’uso degli enzimi di restrizione sono alquanto complicate e onerose; ecco perchè, l’esigenza di sviluppare altri sistemi per l’ottenimento di marcatori molecolari, ha portato alla messa a punto di tecniche basate sulla PCR, che consente di amplificare selettivamente specifici tratti di DNA (Mullis et al. 1986).

1.3.3.1 Reazione a Catena della Polimerasi (PCR)

La Reazione a catena della DNA polimerasi (PCR), è una tecnica scoperta da Kary Banks Mullis nel 1985 che permette la moltiplicazione (amplificazione) di frammenti di acidi nucleici.

L’ amplificazione mediante PCR permette di aumentare sino ad un miliardo di volte il numero di frammenti di DNA in poche ore partendo da quantità estremamente ridotte di DNA che funge da stampo (templato). In pratica mediante PCR si ricostruisce *in vitro* un passaggio fondamentale della riproduzione cellulare, ovvero la replicazione del DNA *in vivo*, che consiste nella sintesi di un segmento di DNA ‘completo’ (a doppia elica) a partire da un filamento a singola elica. *In vivo*, l’enzima che catalizza la polimerizzazione delle catene polinucleotidiche, a partire dai singoli monomeri mononucleotidici, è la DNA polimerasi (Kornberg et al. 1958); tale enzima svolge la funzione catalitica di crescita della molecola di DNA in direzione 5’ → 3’. Inoltre la replicazione del DNA *in vivo* richiede l’intervento di numerosi enzimi per la separazione del doppio filamento, la sintesi di piccoli RNA primers e la sintesi del nuovo filamento di DNA.

La DNA polimerasi mantiene la sua funzionalità anche *in vitro*, caratteristica che ha consentito lo sviluppo della tecnica della PCR, che trova applicazione in molti campi tra cui, ad esempio, la biologia molecolare, la diagnostica e la genetica forense.

A differenza della replicazione del DNA *in vivo*, la sintesi del DNA *in vitro* richiede un solo enzima, che è la Taq polimerasi (identificata e purificata dal *Thermus aquaticus*, un batterio termofilo che cresce alle temperature elevate delle sorgenti bollenti dei geysir dello Yellowstone, negli Stati Uniti; (Brock 1967). La Taq polimerasi non è inattivata alle alte temperature, necessarie nel procedimento *in vitro* per la denaturazione del DNA. Tutti gli altri componenti della reazione possono essere aggiunti all'inizio del processo, che si svolge ciclicamente mediante diverse temperature che permettono l'amplificazione.

I componenti della reazione sono:

- DNA genomico a doppia elica (stampo), che rappresenta il campione da amplificare;
- DNA polimerasi termostabile;
- Primers (piccoli segmenti di DNA);
- Deossinucleotidi: dNTP (dATP, dTTP, dCTP, dGTP);
- Buffer di reazione contenente MgCl₂ (la DNA polimerasi è un enzima Mg⁺⁺ dipendente);

La reazione di PCR è caratterizzata da 3 fasi (**Figura 1.3.2**): *denaturazione*, ovvero la separazione dei due filamenti della molecola di DNA tramite calore, *annealing* o *attacco dei primers*, ovvero l'appaiamento dei primers (reverse inneschi di oligonucleotidi) alle regioni complementari dei filamenti di DNA denaturato e, infine, *estensione*, ovvero la sintesi del nuovo filamento di DNA a partire dalla sequenza stampo.

Inizialmente il doppio filamento di DNA viene denaturato tramite calore e ridotto a singolo filamento (temperatura di separazione ~95 °C); una volta denaturato, i singoli filamenti sono disponibili per l'attacco dei primers (fase di annealing), che prevede un abbassamento della temperatura per permettere l'appaiamento dei primers alle sequenze complementari. La temperatura di annealing dipende sia dalla lunghezza dei primers (più sono lunghi più possono avere alte temperature) sia dal contenuto in G e C (che danno maggiore forza di legame). Infine, una volta attaccati i primers, la temperatura viene innalzata a 72°C, temperatura ottimale per l'azione dell'enzima Taq Polimerasi, che sintetizza un nuovo filamento di DNA complementare al filamento stampo. Questi tre passaggi sono ripetuti molte volte (per molti cicli, in genere tra i 24-35) per amplificare lo stampo di DNA.

Se in ciascun ciclo viene prodotta una copia di ciascuno dei filamenti dello stampo, il numero di molecole di DNA cresce in maniera esponenziale ad ogni ciclo, così per esempio dopo una serie di 20 cicli, supponendo di essere partiti da due sole molecole di DNA, avremo 220 copie del DNA di interesse.

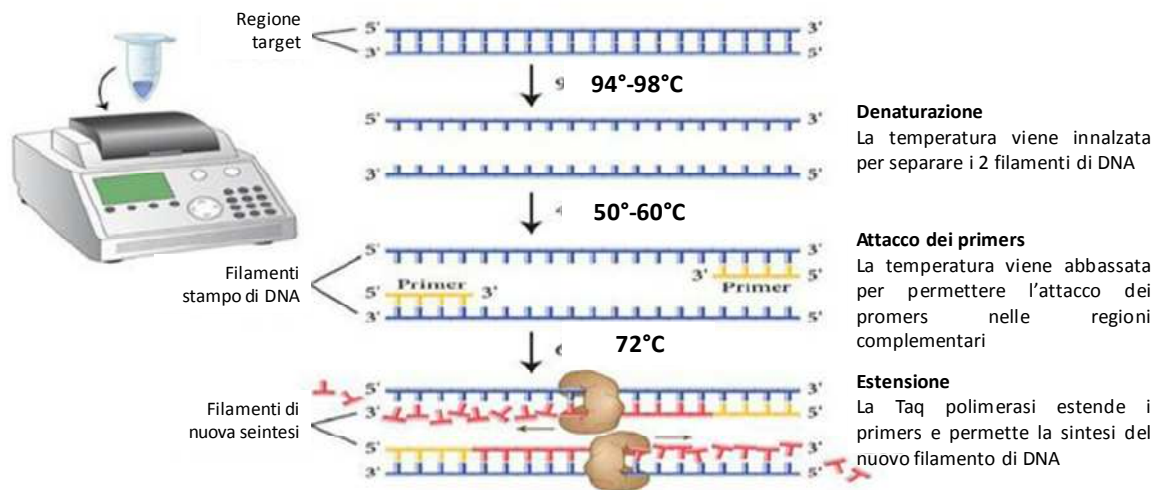


Figura 1.3.2 - Fasi della Reazione a catena della DNA polimerasi

L'intero procedimento avviene mediante l'utilizzo di un termociclatore. La PCR è molto sensibile, infatti è possibile amplificare frammenti di DNA partendo da un numero molto basso di molecole. Ciò costituisce da un lato, il grande vantaggio della PCR, dall'altro, una difficoltà nell'applicazione della stessa, in quanto occorre evitare contaminazioni di DNA estraneo ai campioni i quali devono essere amplificati.

1.3.4 Marcatori molecolari SSR nucleari (nuSSR) e del cloroplasto (cpSSR)

I loci ipervariabili sono regioni del genoma nucleare che contengono ripetizioni in tandem di corti segmenti di DNA. essi si distinguono in microsatelliti (SSRs), minisatelliti e satelliti in base alla lunghezza del tratto di DNA ripetuto: se le ripetizioni interessano un tratto di DNA che va da 2 a 5 bp si parla di microsatelliti; se il tratto ripetuto è di circa 20 bp parliamo di minisatelliti (Armour e Jeffreys 1992); infine se la sequenza è molto più grande, si parla di satelliti. La variabilità tra individui si origina da differenze nel numero e nella lunghezza di queste ripetizioni.

I marcatori microsatelliti o SSR (Simple Sequence Repeats) si sono dimostrati marcatori particolarmente efficaci per la mappatura e per gli studi di popolazione ed evolutivi, specialmente per organismi con una variazione di DNA a livelli molto bassi, in quanto

codominanti, riproducibili, altamente informativi, distribuito casualmente sul genoma e facilmente utilizzabili e scambiabili tra laboratori.

Gli SSR sono molto comuni nel genoma degli eucarioti (Hamada et al. 1982,1984), mentre sembrano rari o assenti nei procarioti (Tautz e Renz 1984).

La variabilità si origina da differenze nel numero e nella lunghezza di queste ripetizioni che vengono evidenziate attraverso una coppia di primers locus-specifici fiancheggianti la ripetizione microsatellite ed una amplificazione PCR della regione target (Litt e Luty 1989; Weber e May 1989). I microsatelliti sono costituiti da 10 a 15 ripetizioni in tandem di motivi brevi, da 2 a 5 bp; quando non ci sono interruzioni alle ripetizioni il micro satellite si dice perfetto, mentre in presenza di interruzioni si parla di microsatellite imperfetto (Hearne et al. 1992) (**Figura 1.3.3**); si trovano casualmente distribuiti nel genoma a livello di regioni codificanti e non, con una frequenza media stimata di uno ogni 50-100 mila bp (Morgante e Olivieri 1993). In particolare, i mono-, di- e tetra-nucleotidi sono localizzati in regioni non codificanti, mentre i tri-nucleotidi sono presenti sia in regioni codificanti che non (Wang et al. 1994).

Il tipo di ripetizioni che sono state osservate varia tra specie vegetali e animali; nell'uomo e negli animali le ripetizioni AC e GT sono predominanti, mentre sono molto più rare nelle piante, dove il motivo AT è il più abbondante nel DNA. Nelle piante i microsatelliti presenti nelle regioni codificanti sono caratterizzati prevalentemente dai motivi AG e CT. Nelle monocotiledoni, ripetizioni di tri-nucleotidi ricchi in GC sono prevalenti (Morgante et al. 2002). I microsatelliti sono meno comuni nel genoma mitocondriale e plastidiale (Weising e Gardner 1999).

I microsatelliti possono trovarsi ovunque nel genoma, sia in regioni codificanti che non, anche se risultano meno abbondanti nelle regioni codificanti rispetto alle regioni non codificanti (Hancock 1995).

La costruzione di primers per l'amplificazione dei marcatori SSR è una tecnica relativamente complessa in quanto richiede la conoscenza di sequenze fiancheggianti specifiche per ciascun locus microsatellite; comunque, l'uso di tali marcatori per rilevare polimorfismo tra individui è possibile grazie al fatto che le sequenze fiancheggianti sono, in genere, molto conservate.

Le regioni microsatellite sono instabili, ovvero presentano frequentemente perdita o aggiunta di motivi ripetuti (delezioni ed inserzioni), per cui individui della stessa specie presentano spesso e volentieri polimorfismi in queste sequenze (differenze che non sono presenti nelle sequenze fiancheggianti).

a) Microsatellite perfetto

Individuo 1 (10 ripetizioni motivo AT)

5' GCCGGATTCC**ATATATATATATATATAT**CCCGGTTATAGG 3'

3' CGGCCTAAGG**TATATATATATATATATA**GGGCCAATATCC 5'

Individuo 2 (8 ripetizioni motivo AT)

5' GCCGGATTCC**ATATATATATATAT**CCCGGTTATAGG 3'

3' CGGCCTAAGG**TATATATATATATA**GGGCCAATATCC 5'

b) Microsatellite imperfetto

Individuo 1 (10 ripetizioni motivo AT)

5' GCCGGATTCC**ATATATATATATATATAT**CCCGGTTATAGG 3'

3' CGGCCTAAGG**TATATATATATATATA**GGGCCAATATCC 5'

Individuo 2 (8 ripetizioni motivo AT)

5' GCCGGATTCC**ATATATGCATATATATAT**CCCGGTTATAGG 3'

3' CGGCCTAAGG**TATATACGTATATATATA**GGGCCAATATCC 5'

Figura 1.3.3 - Esempi di microsatellite (a) perfetto e (b) imperfetto.

Sono stati proposti due modelli principali per spiegare la formazione dei microsatelliti e la loro instabilità:

- eventi di ricombinazione mitotica/meiotica, come, ad esempio crossing over ineguale tra cromosomi omologhi durante la meiosi (Jakupciak e Wells 1999);
- slittamento della DNA polimerasi durante il processo di replicazione (slippage replication), che può portare ad un aumento della lunghezza della regione ripetuta (backward slippage) o ad una sua diminuzione (forward slippage) (Richards e Sutherland 1994).

I microsatelliti evolvono in maniera naturale, quindi, il livello di polimorfismo è atteso essere proporzionale al tasso di mutazione. Il tasso di mutazione degli SSR per gli eucarioti varia tra 10^{-3} e 10^{-4} per locus di generazione (Estoup e Angers 1998; Mariette et al. 2001; Garoia et al. 2007).

Microsatelliti sono stati trovati in tutti i genomi del cloroplasto sequenziati completamente, così come in centinaia di sequenze parziali del cloroplasto. L'amplificazione mediante PCR degli SSRs presenti nel DNA plastidiale (cpDNA), effettuata utilizzando primers specifici nelle regioni fiancheggianti 5' e 3', generalmente altamente conservate, origina prodotti che mostrano variazioni di lunghezza corrispondenti all'espansione e/o alla contrazione delle regioni ripetute (Provan et al. 2001).

Essendo il genoma plastidiale ad eredità uni parentale, materna nelle angiosperme e paterna nelle gimnosperme, l'analisi del polimorfismo dei microsatelliti plastidiali (cpSSRs) risulta particolarmente adatta per studiare fenomeni di ibridazione naturale e flussi genici tra ed entro popolazioni, oltre a fornire importanti informazioni complementari rispetto alle analisi basate sui marcatori nucleari (Vendramin e Lelli 1996). L'eredità uniparentale fa sì che il genoma plastidiale sia caratterizzato da assenza di ricombinazione, ciò rende i cpSSRs particolarmente adatti per studiare filogenesi e fitogeografia, e consentire di monitorare il flusso genico via seme, così come permettere di mettere in evidenza elevati livelli di differenziazione genica tra due o più popolazioni.

Caratteristica del genoma plastidiale è quella di essere altamente conservato, per cui gli oligonucleotidi utilizzati per amplificare una regione del microsatellite in una specie sono in grado di fare lo stesso con diverse specie appartenenti allo stesso genere, come è stato per esempio dimostrato da Vendramin et al. (1996) in specie forestali appartenenti alla famiglia delle Pinaceae, o da Provan et al. (1997) in specie spontanee e domestiche del genere *Oryza*.

L'elevato grado di conservazione del DNA del cloroplasto assieme all'eredità uni parentale permettono l'analisi di sequenze antiche caratterizzate da basso tasso di mutazione. Queste caratteristiche fanno sì che le differenze attese tra gli individui di una popolazione siano limitate mentre siano più elevate quelle tra diverse popolazioni (Fineschi et al. 1998).

Le diverse caratteristiche dei microsatelliti nucleari (nuSSRs) e dei cpSSR fa sì che l'analisi simultanea di entrambi permette di comprendere più a fondo i processi evolutivi che determinano la struttura e la variazione tra e all'interno delle popolazioni naturali e non (Provan et al. 2001; Desiderio et al. 2013). Ad esempio, analisi di struttura di popolazione, confrontando il polimorfismo del DNA nucleare e del cloroplasto possono essere utilizzate per comprendere il contributo relativo del seme e del polline nel flusso genico (McCauley 1995).

1.4. Obiettivi della tesi

Il presente lavoro di tesi ha avuto come scopo principale quello di caratterizzare, per la prima volta dal punto di vista genetico la popolazione di tasso di Macchia delle Tassinete (Cingoli, AN).

Marcatori molecolari SSR del cloroplasto e nucleari sono stati utilizzati al fine di investigare il livello e la struttura della diversità genetica della popolazione stessa e di valutare eventuale presenza di fattori, quali ad esempio deriva genetica e inbreeding, che possono causare erosione genetica e, quindi, perdita di variabilità. Queste valutazioni sono fondamentali perché la diversità genetica rappresenta il presupposto fondamentale per la sopravvivenza delle specie, soprattutto in riferimento ai cambiamenti climatici.

2. MATERIALI E METODI

2.1 L'area di studio

2.1.1 Assetto fisiografico, climatico e vegetazionale

Ad ovest di Cingoli (MC) si eleva un piccolo sistema montuoso detto “ellissoide del Monte Acuto di Cingoli” o “Dorsale Cingolana”, sistema calcareo affiorante limitato a Nord dalla Valle del Musone e a Sud da quella del Potenza, che si sviluppa con andamento NW-SE nella fascia collinare marchigiana (**Figura 2.1.1**). Esso è disposto parallelamente alla Dorsale Marchigiana ed alla Dorsale Umbro-Marchigiana ed è costituito da una serie di piccoli rilievi: Monte Nero (665 m.), Pian dei Conti (792 m.), Cima delle Piane (782), Cima Mastro Luca (715), Monte di Sant’Angelo (717) e Monte Carcatora (771 m.) (Bagnara 2012).

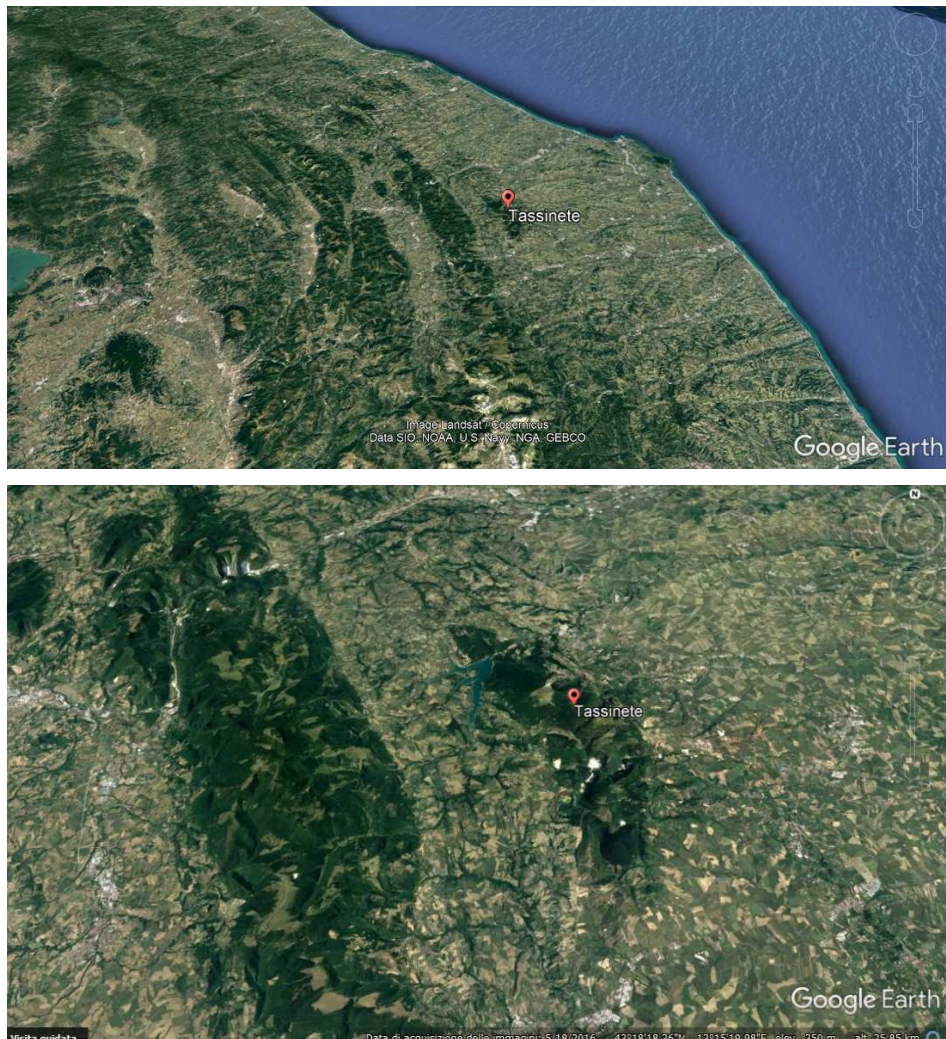


Figura 2.1.1 - La dorsale cingolana in provincia di Macerata

La Macchia delle Tassinete si estende per 163.34 ha e occupa il versante settentrionale della Cima Mastro Luca, poco acclive e morfologicamente omogeneo. L'altitudine nell'area di studio è variabile tra 450 e 770 m s.l.m. con netta prevalenza di quote comprese attorno i 600 m; l'esposizione prevalente del versante è quella nord-ovest (Bagnara 2012). Più della metà della superficie dell'area ha una pendenza compresa tra 30% e 50% (**Figura 2.1.2**).



Figura 2.1.2 - La Macchia delle Tassinete vista da Nord-Ovest

I rilievi calcarei sono caratterizzati da sommità pianeggianti, versanti acclivi e profonde incisioni vallive. Il settore è interamente compreso nel piano alto collinare e la quota più elevata è raggiunta dal Monte Acuto (820 m) (Bagnara 2012). I principali complessi litologici della dorsale sono il calcare Massiccio affiorante, il calcare della Maiolica, il calcare della Scaglia Rossa e Bianca, le Marne a Fucoidi e i complessi detritici di versante. Nella Macchia delle Tassinete in prevalenza vi sono i complessi della Scaglia Bianca e della Scaglia Rossa con qualche lingua di calcare a Maiolica e di Marne a Fucoidi.

Nei versanti boscosi della Montagna di Cingoli prevalgono *Cambisols* pietrosi e suoli degli ambienti boscosi a volte arrossati se evoluti su colluvi decarbonatati o terre rosse, con orizzonte superficiale ricco in sostanza organica e/o substrato litoide poco profondo (Tiberi 2006). Pietracaprina et al. (2006) hanno analizzato tre profili geopedologici realizzati lungo il sentiero principale che attraversa Macchia delle Tassinete, rilevando suoli

superficiali con orizzonti A e AB limitati ai primi 30 cm di profondità ed inquadrandoli in base alla classificazione FAO-ISRICISSS (1998) come “*Calcic Siltic Chernozem*”.

La dorsale cingolana è attraversata dal fiume Musone mentre il bosco di Tassinete dal Fosso delle Scalette, che nasce dalla località Tassinete e scende verso l’abitato di Capo di Rio (PDG Macchia Tassinete, 2015). Gli altri corsi sono quasi sempre asciutti in estate anche a causa dell’alta permeabilità dei substrati calcarei; il più importante di questi è il Torrente Rudielle che attraversa la dorsale nella zona meridionale e attraversando l’incisione che divide in due l’anticlinale.

Il bioclina dell’area è caratterizzato da un Macrobioclina Temperato (var.submediterranea), Bioclina Temperato Oceanico, Piano bioclimatico sub-mesomediterraneo (mesotemperato superiore), ombrotipo umido inferiore con complessiva precipitazione media annua di circa 1000 mm (**Figura 2.1.3**), con picchi minimi a luglio (50 mm) ed una distribuzione sub-equinoziale con massimi in primavera e autunno. Le precipitazioni medie mensili di giugno, luglio, agosto (mesi più caldi) sono di circa 178 mm con temperatura media annua è di 12.9 °C; i minimi e massimi termici che si registrano a gennaio (4.2 °C) e agosto (23.6 °C) (Taffetani et al. 2004).

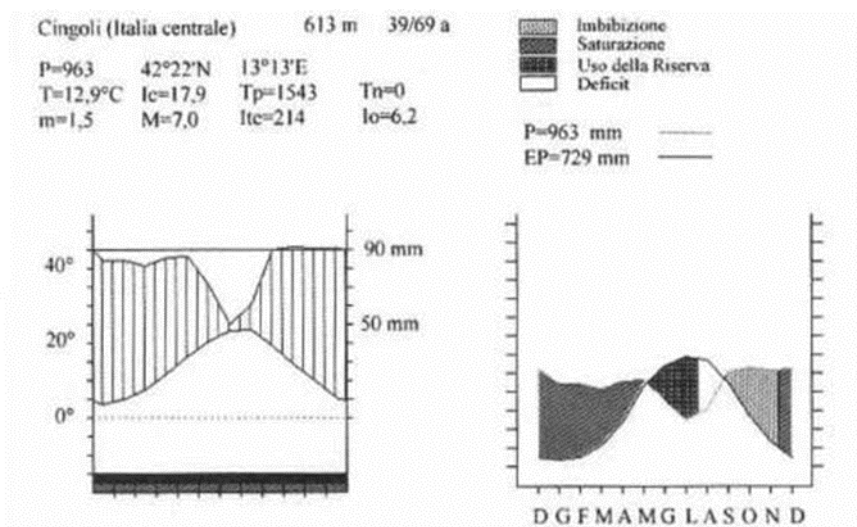


Figura 2.1.3 - Diagramma termo pluviometrico di Bagnouls e Gaussen e del bilancio idrico di Thornthwaite riferiti al trentennio 1961-1990 per la stazione di Cingoli (ottenuti tramite il programma on-line www.globalbioclimatics.org) (Taffetani et al. 2004)

La disponibilità delle serie di dati termo pluviometrici (1921-2010 per le piogge e 1950-2010 per le temperature medie annue, peraltro con alcuni dati mancanti) consente di evidenziarne l’andamento, caratterizzato da una tendenziale diminuzione delle precipitazioni medie annue ed un lieve aumento delle temperature (**Figura 2.1.4**).

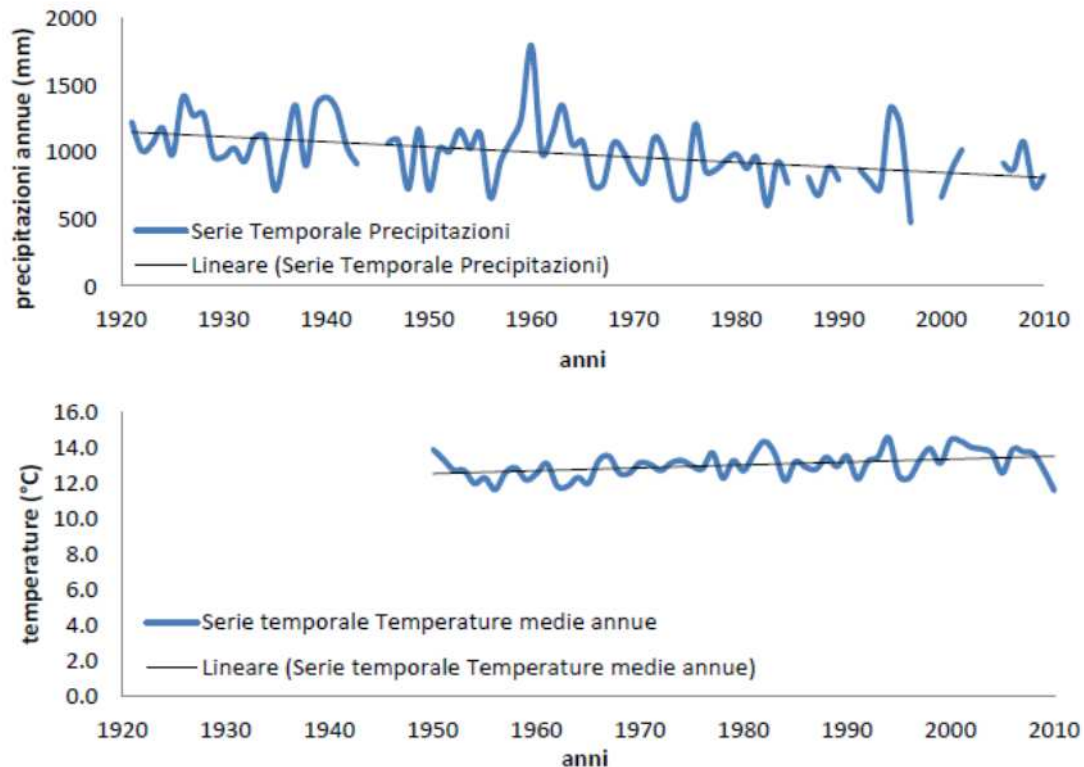


Figura 2.1.4 - Serie temporali delle precipitazioni totali (sopra) e delle temperature medie (sotto) annue per la stazione di Cingoli.

L'area floristica denominata "Macchia delle Tassinete" è stata istituita con la legge regionale n. 52 del 1974 "Provvedimenti per la tutela degli ambienti naturali", uno dei primi strumenti normativi per la salvaguardia delle risorse botaniche-vegetazionali regionali e realizzato sulla base del Censimento Italiano dei biotopi (S.B.I., 1971; S.B.I., 1979). Essa era peraltro già nota in epoca storica ai naturalisti quale sito caratteristico per la notevole presenza di tasso (*Taxus baccata* L.) specie considerata rara nella regione Marche. Successivamente la Regione con la Direttiva Habitat ha individuato nell'area floristica la corrispondenza con un Sito di Interesse Comunitario denominato omonimo (Macchia delle Tassinete SIC IT5330013) con la seguente motivazione "Zona di grande importanza fitogeografica per la presenza del tasso, specie quasi ovunque scomparsa a causa dell'intervento antropico, soprattutto nel piano collinare. Stato di conservazione buono".

La Macchia delle Tassinete è costituita quasi esclusivamente da vegetazione forestale che la Tipologia Forestale delle Marche (IPLA, 2001) aveva classificato come Orno-ostrieto mesoxerofilo, e la Regione Marche, Direttiva Habitat come boschi basifili di carpino nero riferibili all'associazione *Scutellario columnae-Ostryetum carpinifoliae* (Ballelli et al.

1980; Pedrotti et al. 1980) *subass. Violetosum reichenbachiana* (Allegrezza 2003). Recentemente ulteriori indagini (Zitti et al. 2014) hanno stabilito che si tratta in prevalenza di ostrieto a tasso (*Taxo baccatae-Ostryetum carpinifoliae*, Biondi 1982; Ubaldi 1995) attribuibili all'ordine di *Fagetalia* e quindi inquadrabili fra gli habitat di faggeta con tasso e agrifoglio. Vi sono anche altre piccole porzioni di fitocenosi differenti (**Figura 2.1.5**) fra le quali, nella parte sommitale di Cima Mastro Luca, una piccola porzione di cerreta (prevalenti nel versante sud-orientale fuori del perimetro dell'area) e, sopra l'abitato di Capo di Rio rimboschimenti di conifere di abete rosso (*Picea abies*) e pino strobo (*Pinus strobo*). Gli ostrieti a tasso sono in gran parte boschi cedui a prevalenza di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), frassino minore (*Fraxinus ornus*) ed una elevata ricchezza di specie arboree mesofile e mesoxerofile quali: faggio (*Fagus sylvatica*), acero a foglie ottuse (*Acer obtusatum*), acero riccio (*Acer platanoides*), nocciolo (*Corylus avellana*), maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*), cerro (*Quercus cerris*), ciavardello (*Sorbus torminalis*), sorbo comune (*Sorbus domestica*), roverella (*Quercus pubescens*), acero campestre (*Acer campestre*), acero minore (*Acer monspessulanum*), il non comune paternoster o falso pistacchio (*Staphylea pinnata*) ed altre.

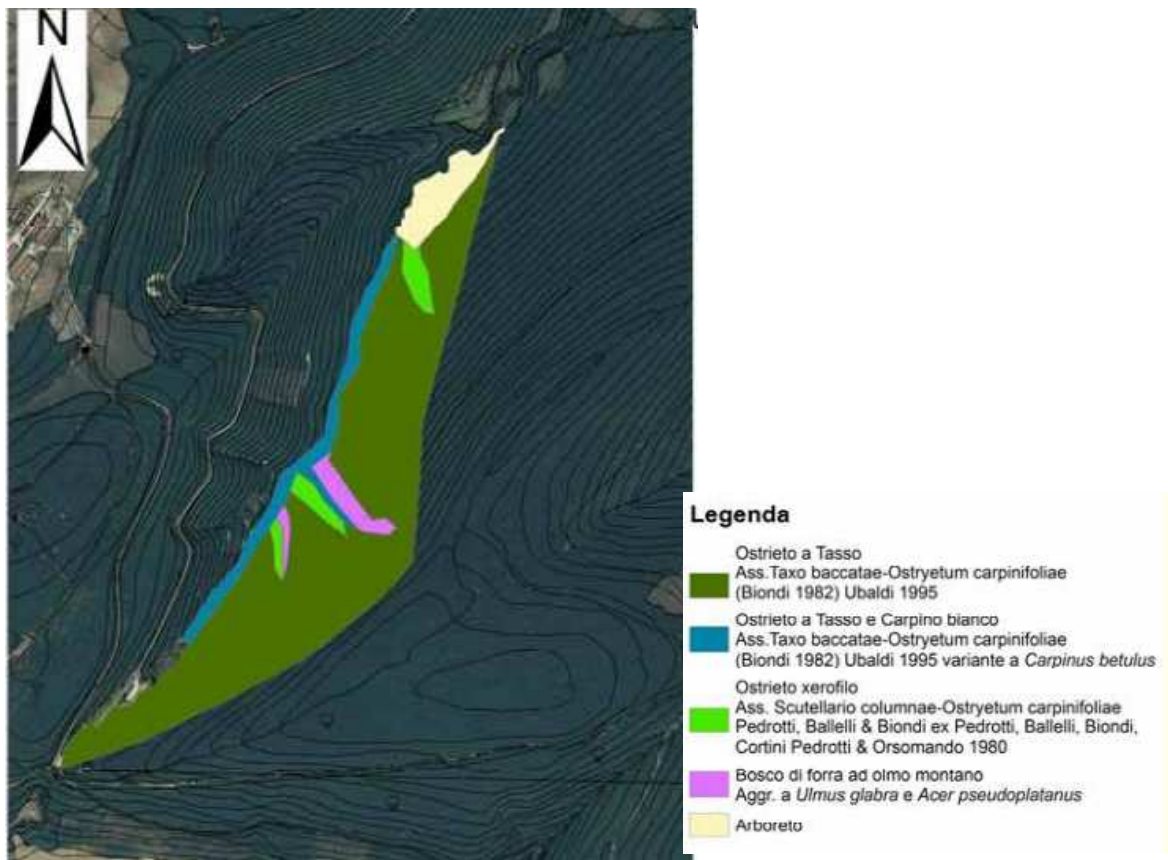


Figura 2.1.5 - Carta della vegetazione della vegetazione del SIC “Macchia delle Tassinete” (da Barraco 2011 tesi di laurea, UNIVPM)

2.1.2 *Caratteri compositivi e strutturali della Macchia delle Tassinete*

La caratterizzazione attuale della cenosi di Tassinete necessita di un breve excursus storico per comprenderne le dinamiche avvenute. Il toponimo “Tassinete” (o Tassenete) appare in alcuni documenti storici a partire dall’inizio ottocento (Spadoni 1828) quale luogo con la presenza di “*numerosi e vetustissimi tassi*”. In realtà i primi documenti e manufatti storici che testimoniano la presenza del tasso nei boschi di Cingoli risalgono ad epoche ben più antiche. La presenza del tasso è stata caratterizzata anche qui da fluttuazioni qualitative, in relazione al prevalere delle priorità di utilizzazione o protezionistiche, quest’ultime risalenti almeno al XVI secolo che dipendeva ovviamente anche dall’assetto fondiario variato fra pubblico e privato nei diversi periodi storici. Non è certo se il bosco fosse una fustaia rada di tasso (quasi in purezza) o una sorta di ceduo sotto-fustaia di tasso, ma è più che probabile che latifoglie e conifera convivessero. Il bosco ceduo, peraltro, era all’epoca una risorsa fondamentale per le popolazioni locali che si approvvigionavano di legna da ardere e carbone da legna per il sostentamento quotidiano. Si presume che, per lo meno negli ultimi 500 anni, la presenza del tasso sia stata sempre associata a quella del bosco ceduo (Bagnara 2012). Il tasso ebbe un’elevata valenza locale, sia per il legno pregiato sia per la caccia e l’uccellazione, attività molto praticate un tempo. La sua tutela divenne però necessaria per garantirne un utilizzo importante già nel 1533 quando il Magistrato Pontificio a Cingoli impose il divieto di tagliarne anche un solo esemplare, istituendo pene assai severe.

Nella seconda metà del XIX secolo in vista dell’unità d’Italia ebbero inizio l’alienazione delle proprietà ed altri importanti cambiamenti dell’assetto fondiario e di conseguenza anche l’utilizzazione incontrollata del tasso. Spadoni denunciò, inutilmente, tagli clandestini che proseguirono fino a poco dopo il 1870 e causarono l’abbattimento di tutto il bosco per farne legna (“... *sul Monte di Cingoli non ve ne restava più uno*”), documentato da uno scritto del Raffaelli (1874), nel quale si denunciava l’abolizione delle leggi a tutela delle piante, fino a quel momento in vigore (Bagnara 2012).

Il bosco si ricostituì dopo i pesanti tagli e Barontini nel 1903, riporta che i cedui di Montenero di Cingoli, nei pressi di Tassinete, erano utilizzati con turni di 6 o 9 anni. In località “Tassinete” il turno di utilizzazione del ceduo era fra 12 e 16 anni negli anni ’50-’60 del secolo scorso, dai 17 ai 20 anni negli anni ’70-’80 ed infine fra 20 e 28 dai primi anni 90 ad oggi (Bagnara 2012). Il progressivo allungamento dei turni e per alcune aree anche l’abbandono completo della ceduazione ha determinato negli ultimi decenni una modificazione della struttura dei soprassuoli e conseguentemente di alcuni assetti

ecosistemici in grado di condizionare lo sviluppo e l'accrescimento del tasso (Bagnara 2012). Nel settore a proprietà privata (70,5 ha corrispondente al 43,2% dell'intera superficie del sito), attribuibile in gran parte ad un'azienda agricola, dove oggi si trova il maggior numero di esemplari di tasso, si è proseguito con il governo a ceduo, con taglio a raso delle ceppaie di latifoglie, rilasciando i singoli individui di tasso come matricine. Nella proprietà pubblica, dapprima demanio statale poi regionale (92,8 ha corrispondente al 56,8%) dove la presenza di tasso è notevolmente minore, l'ente gestore ha indirizzato il soprassuolo verso la fustaia con interventi di avviamento irregolari e discontinui.

Il bosco di Tassinete è stato ampiamente studiato dall'area Sistemi forestali di UNIVPM ed è stata evidenziata la prevalenza assoluta delle latifoglie nel piano dominante dove il tasso non riesce ad accedervi e deve accontentarsi di dominare fra la rinnovazione. Ciò conferisce in molti tratti una struttura verticale biplana al soprassuolo soprattutto dove più recente è stata la ceduazione (**Tabella 2.1.1** e **Figura 2.1.6**). In altri tratti del bosco, in corrispondenza di aree avviate irregolarmente all'alto fusto, le chiome delle latifoglie sono meno uniformemente distribuite nello spazio verticale ed è possibile distinguere una struttura biplana, caratterizzata da un piano dominante fra i 12 e i 18 metri nel quale vegetano il carpino nero, il carpino bianco, l'acero a foglie ottuse e il cerro, e da un piano intermedio fra i 6 e i 12 m, dove vegeta anche l'orniello. Anche in questo caso inoltre gli individui di tasso sono presenti solo nel piano inferiore ma rispetto al caso precedente, si nota una discontinuità fra questi ed il piano intermedio delle latifoglie che garantisce una maggiore possibilità di sviluppo per la rinnovazione (**Figura 2.1.7**; Bagnara 2012).

	N° specie	Densità totale (N/ha)	Morti (N/ha)	Ceppaie (N/ha)	Polloni (N/ha)	P/C (N)	G (m ² /ha)	dG (cm)
ADS1	7	6169	665	1542	5660	3.67	40.57	9.15
ADS2	9	1924	255	368	849	2.31	31.85	14.34

Tabella 2.1.1 – Principali parametri dendrometrico-strutturali del soprassuolo nelle due aree di saggio permanenti. P/C: n. medio di polloni per ceppaia; G: area basimetrica totale; dg: diametro medio (da Bagnara 2012).

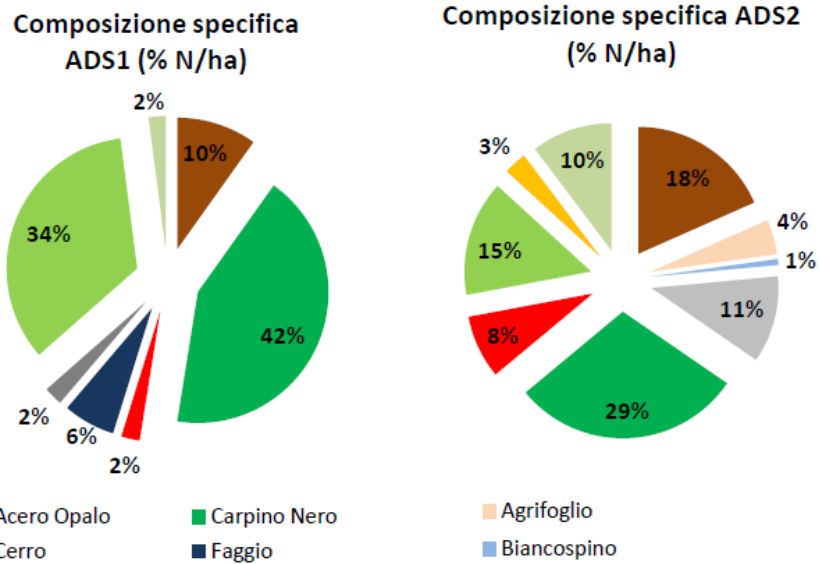


Figura 2.1.6 – Composizione specifica del soprassuolo nelle due aree di saggio permanenti (da Bagnara 2012).

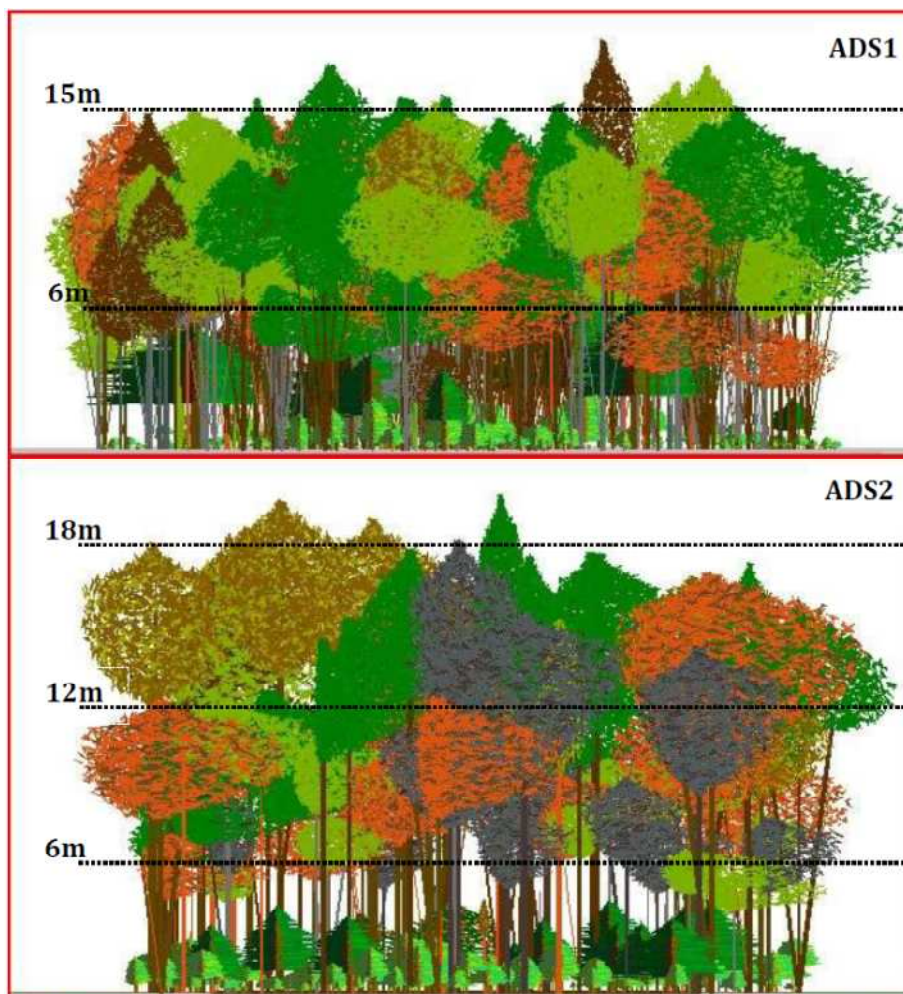


Figura 2.1.7 – Rappresentazione della struttura verticale nelle due aree di saggio permanenti: ceduo oltre turno (sopra); ceduo in parziale avviamento (sotto).

2.1.3 Il censimento del tasso

Nell'ambito delle ricerche svolte da D3A-UNIVPM il censimento della popolazione di tasso di "Macchia delle Tassinete" ha interessato i soli individui di tasso considerati "adulti", ovvero con diametro minimo a 1,3 m di altezza pari o superiore ai 15 cm. Tale limite dimensionale è stato stabilito in considerazione delle rallentate caratteristiche di accrescimento della specie e della normativa regionale (Urbinati e Bagnara 2010; Bagnara 2012; Garbarino et al. 2015). Sono stati etichettati e georeferenziati oltre 1000 individui sui quali sono stati rilevati i seguenti parametri dendrometrico-strutturali: *a) Diametro del fusto a 1,3 m da terra; b) Altezza totale; c) Altezza di inserzione della chioma; d) proiezioni a terra dello sviluppo della chioma nello spazio.* Inoltre, su una parte del contingente sono state censite le condizioni vegetative nonché prelevati campioni legnosi per la determinazione dell'età cambiale e delle dinamiche di accrescimento. In 30 aree di saggio distribuite su quasi tutta la superficie del bosco è stata rilevata la presenza, le dimensioni e lo stato vegetativo della rinnovazione naturale di tasso (Bagnara 2012).

La popolazione dei tassi adulti è prevalentemente ubicata nel settore più occidentale dell'area, in corrispondenza delle condizioni più microtermiche e funzionali alla presenza del tasso. Verso est infatti la cenosi forestale assume caratteri edafo-climatici più tipici delle aree collinari circostanti tendenzialmente xerofitici (**Figura 2.1.8**)

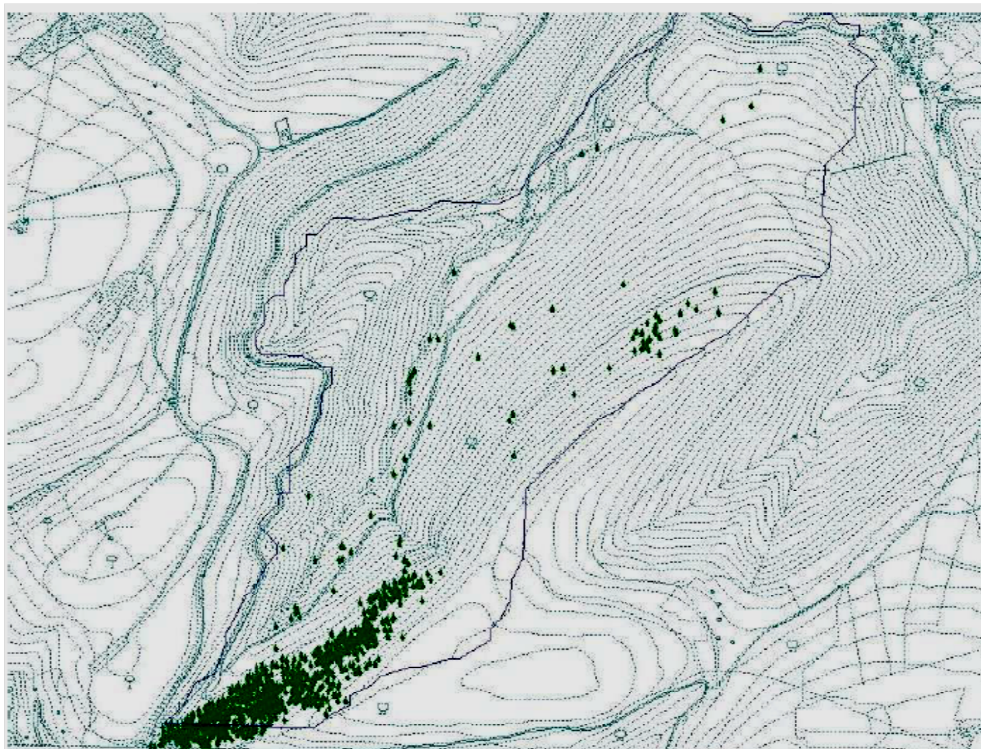


Figura 2.1.8 – Distribuzione spaziale dei 1030 individui adulti di tasso (dbh >15 cm) nella Macchia delle Tassinete (da Bagnara 2012).

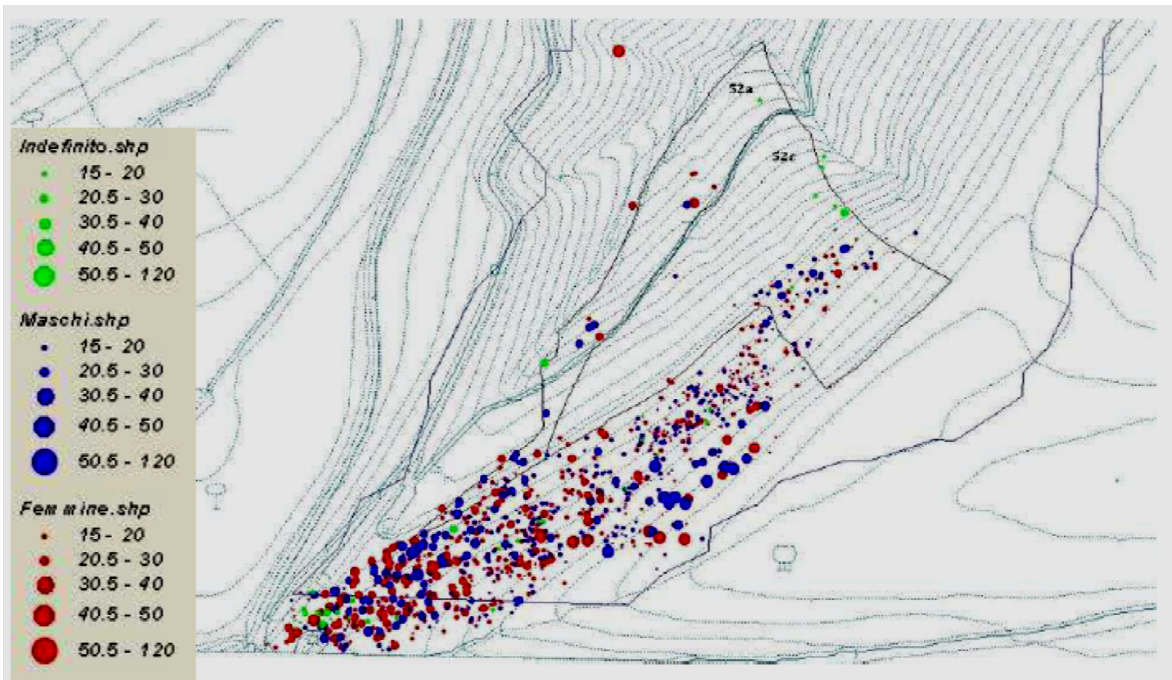


Figura 2.1.9 – Distribuzione per classi dimensionali (DBH) e sesso (M, F e ND) degli individui adulti di tasso (dbh >15 cm) nell’area a maggiore densità della Macchia delle Tassinete (da Bagnara, 2012).

Non ci sono differenze sostanziali fra maschi e femmine per caratteri dimensionali e il 90% degli individui ha diametri compresi fra 15 e 47 cm (**Figura 2.1.9** e **Figura 2.1.10**). Le altezze sono contenute entro il 12-13 m ma la moda è nella classe 6-9 m, indicando una scarsa fertilità del suolo ed anche una dominanza delle latifoglie evidentemente più competitive in tali condizioni stazionali.

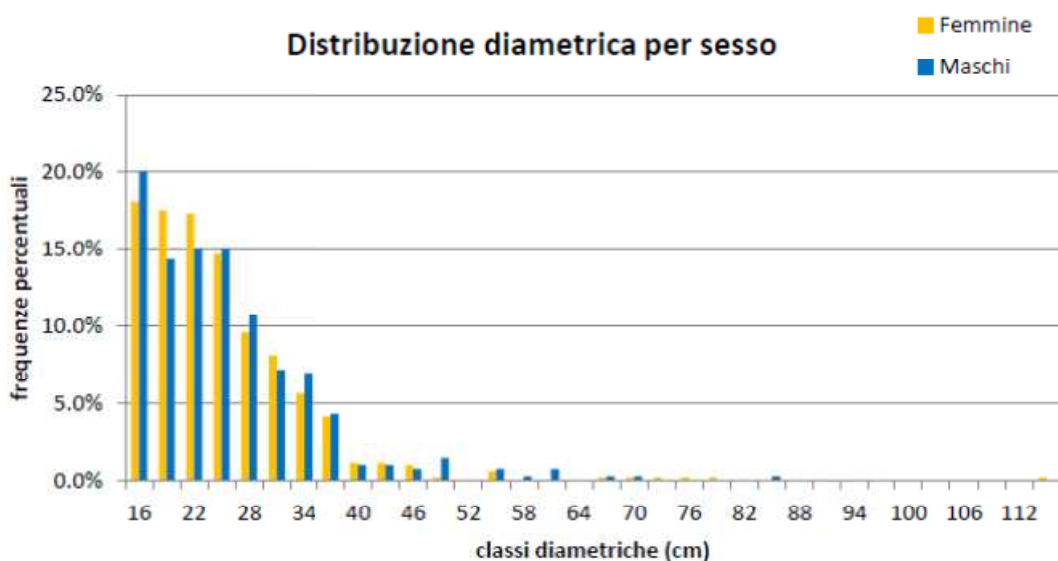


Figura 2.1.10 – Distribuzione diametrica di Maschi e Femmine degli individui adulti di tasso (dbh >15 cm) nella Macchia delle Tassinete (da Bagnara 2012).

La maggior parte degli individui di *Taxus baccata* presenta portamento monocormico, ma non sono rari individui con portamento policormico, dovuto sia a fattori genetici oppure a fattori di disturbo come al taglio o alla brucatura di ungulati. Il tasso è infatti una delle poche conifere predisposta a condizionamenti della chioma (vedi potature nei giardini all'italiana).

Il 50% degli individui di Tasso presenta un fusto regolare e solo un 10% presenta un fusto “sciabolato”, ovvero inclinato con forte piegatura, o altre anomalie; peraltro circa il 50% circa degli individui presenta numerosi rami epicormici, i quali costituiscono indicatori di possibili condizioni di stress. In generale le condizioni del fusto degli individui di tasso sono buone.

Il 90% degli esemplari esaminati ha un'età compresa fra 80 e 140 anni, centrale con moda fra 100 e 120 anni (**Figura 2.1.11**). Solo due individui hanno un'età superiore ai 140 anni. La popolazione è tendenzialmente coetanea se si escludono i pochi individui delle classi cronologiche di 50 e 70 anni. L'età rilevata è quella relativa all'altezza di cavallettamento (1.30 m da terra) e che quindi andrebbe aumentata di un numero di anni corrispondente al tempo necessario per raggiungere tale altezza (stimata intorno ai 30 anni). Tale struttura evidenzia la presenza di un probabile evento perturbatore pregresso, che nel caso in oggetto potrebbe essere il taglio raso del bosco eseguito in loco fra il 1860 al 1870, come riporta la documentazione storica (Raffaelli 1874). Ciò evidenzerebbe che gran parte degli individui adulti di tasso oggi presenti si sono generati subito dopo il taglio e solo pochi erano già presenti, come pre-rinnovazione sotto copertura del soprassuolo pregresso.

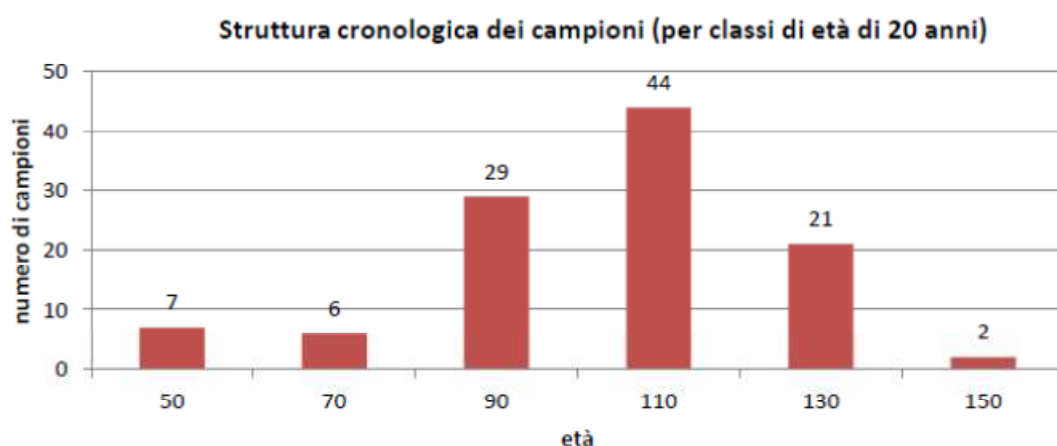


Figura 2.1.11 – Distribuzione cronologica (età cambiale) del sottocampione individui adulti di tasso (dbh >15 cm) nella Macchia delle Tassinete (da Bagnara 2012).

2.2 Il campionamento degli individui adulti di tasso

In questo lavoro per l'analisi genetica sono stati censiti 98 individui di *Taxus baccata* a partire dai 109 per i quali erano disponibili oltre a sesso, diametro a 1.30 m da terra, altezza totale anche informazioni riguardanti l'età (**Figura 2.2.1**). In pratica alcuni individui selezionati non sono stati rintracciati e quindi sono stati campionati altri esemplari di tasso, già censiti per posizione e parametri dendrometrici, ma non per età. Il campione finale per l'analisi genetica è quindi costituito da 98 esemplari, ma solo di 83 è disponibile il dato cronologico.

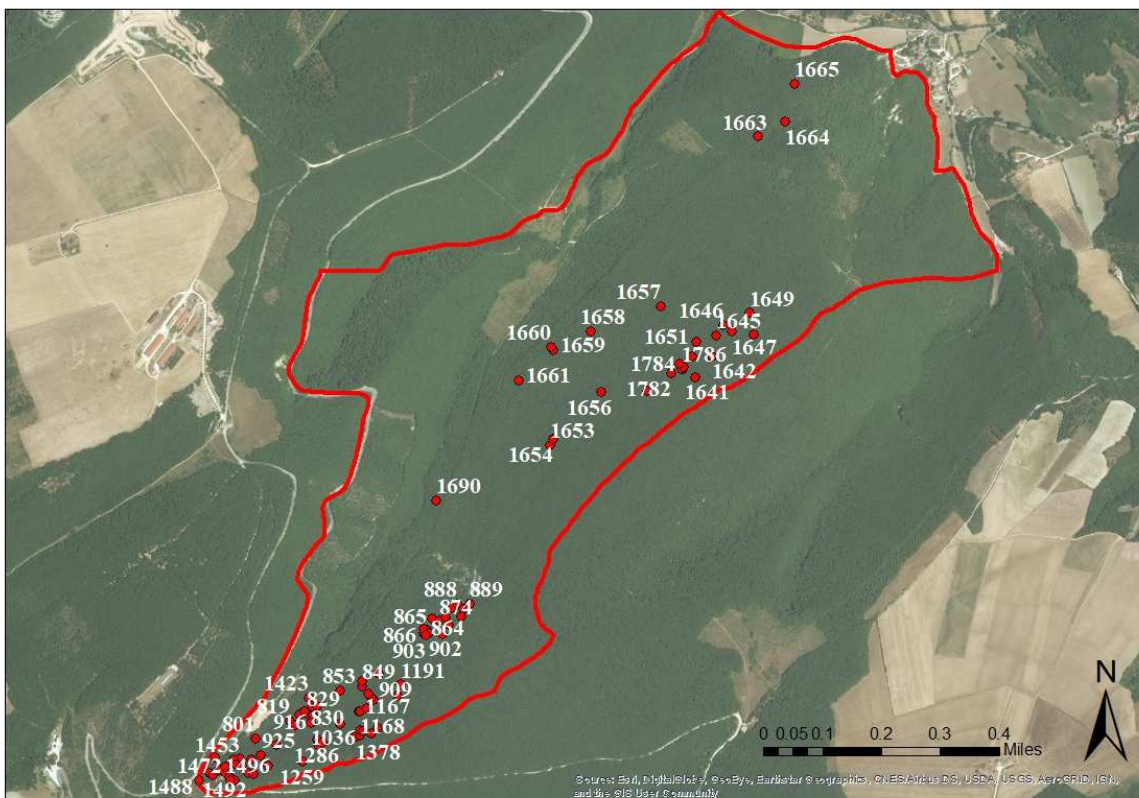


Figura 2.2.1 - Distribuzione geografica dei 98 individui di tasso selezionati per le analisi genetiche

Nell'autunno del 2016 gli individui prescelti sono stati rintracciati con GPS Trimble e sottoposti ad alcune verifiche dimensionali e sul sesso. Per ognuno di essi è stato prelevato dalla chioma materiale vegetale (aghi) per l'estrazione del DNA genomico totale da utilizzare per le successive analisi molecolari. I tessuti fogliari sono stati inseriti in bustine ('tea bags') che a sua volta sono state riposte in contenitori ermetici contenenti gel di silice, al fine di disidratare i tessuti ed evitare la degradazione del DNA.

2.2.1 Estrazione del DNA

I tessuti vegetali sono stati, quindi, utilizzati per l'estrazione del DNA genomico totale tramite l'utilizzo del kit di estrazione degli acidi nucleici 'GeneAll Exgene Plant SV Mini' (GeneAll Biotechnology, Co., Seoul, Korea).

Il protocollo di estrazione ha previsto i seguenti passaggi:

1. Le foglie prelevate sono state inserite in microprovette da 2.0 ml contenenti una pallina di tungsteno ciascuna; tali provette sono state poste in azoto liquido per circa 5 minuti così come gli adattatori del macchinario utilizzato per la distruzione dei tessuti, ovvero Mixer Mill MM300, Qiagen (**Figura 2.2.2**), ciò per favorire la distruzione dei tessuti stessi. L'azione meccanica applicata ha previsto una frequenza di 24 Hertz per 40 secondi.



Figura 2.2.2 - Omogeneizzatore MixerMill (Qiagen)

2. Una volta polverizzati i tessuti sono stati aggiunti 400 μ l di Buffer di estrazione (Buffer PL) e 4 μ l di enzima RnaseA (per la degradazione dell'RNA); i campioni sono stati quindi omogeneizzati tramite agitatore vortex;

3. I campioni sono stati incubati a 65°C per 10 minuti; durante il periodo di incubazione i tubi sono stati invertiti 2-3 volte; la temperatura elevata ha l'effetto di ammorbidire i tessuti, favorire la diffusione del buffer di estrazione e di inibire l'azione di enzimi che potrebbero interferire nel processo di estrazione;

4. Sono stati, quindi, aggiunti 140 μ l di Buffer PD; i campioni sono stati vortexati ed incubati per 10 minuti in ghiaccio; tali operazioni favoriscono la lisi cellulare mediante la

denaturazione delle proteine, l'immobilizzazione di queste ultime e dei carboidrati ed il rilascio degli acidi nucleici in soluzione;

5. I campioni sono stati centrifugati per 5 minuti alla massima velocità (14.000 rpm); ciò ha permesso il deposito dei residui cellulari, proteine precipitate e polisaccaridi sul fondo del tubo e la separazione del lisato (surnatante) contenente il DNA;

6. Il lisato è stato quindi trasferito nelle colonnine del kit EzSep™ Filter, e centrifugato per 2 minuti alla massima velocità; tali filtri lasciano passare gli acidi nucleici, mentre trattengono ulteriormente proteine e polisaccaridi;

7. La soluzione filtrata è stata trasferita in nuovi tubi da 2 ml sono stati aggiunti 1,5 volumi di Buffer BD (soluzione di 'binding'), mixando lentamente con la pipetta 5 volte;

8. 700 µl del mix ottenuto dallo step precedente sono stati trasferiti nei tubi GeneAll SV Column e centrifugati per 30 secondi a 14,000 rpm. Tali colonnine trattengono il DNA (cromatografia per gel filtrazione), grazie ad una membrana di silice che sfrutta la proprietà degli acidi nucleici di adsorbirsi alla silice, a differenza delle proteine e di altri composti organici; questo step è stato ripetuto col restante mix;

9. Sono stati quindi effettuati due lavaggi tramite il buffer CW; il primo ha previsto l'aggiunta di 700 µl di Buffer CW nei tubi SV Column, e una centrifugazione per 30 secondi alla massima velocità; il filtrato è stato quindi buttato e il tubo riutilizzato per il secondo lavaggio con 300 µl di Buffer CW e centrifugazione per 2 minuti alla massima velocità;

10. Le colonnine di silice sono state trasferite su un nuovo tubo da 1.5 ml ed è stata effettuata la prima eluizione tramite 80 µl di H₂O deionizzata e autoclavata inserita direttamente nel centro della colonnina SV; il campione è stato incubato per 5 minuti a temperatura ambiente e centrifugato per 1 minuto alla massima velocità;

11. Al fine di estrarre la maggiore quantità possibile di DNA contenuto nella membrana di silice, le colonnine sono state trasferite su nuovi tubi da 1.5 ml ed è stata effettuata una seconda eluizione con 40 µl di H₂O deionizzata e autoclavata.

2.2.2 Elettroforesi su gel di agarosio

La qualità e la quantità del DNA estratto (sia prima che seconda eluizione) è stata controllata tramite gel di agarosio (**Figura 2.2.3**). L'agarosio è un polisaccaride lineare, di massa molecolare media di circa 12.000, costituito da unità di base ripetute di agarobiosio intercalate da unità alternate di galattosio e 3,6 - L - anidrogallattosio, legati in modo alterno da legami glicosidici. L'agarosio è un polisaccaride lineare neutro purificato dall'agar-agar di una specie alga rossa.

Le proprietà gelificanti sono dovute ai legami idrogeno inter e intracatena tra le diverse catene di agarosio. Le dimensioni dei pori nel gel sono in relazione inversa con alla concentrazione di agarosio utilizzata (maggiore è quest'ultima minore saranno le dimensioni dei pori, e viceversa). La concentrazione di agarosio utilizzata per l'analisi di DNA ad elevato peso molecolare è stata dello 0,8% in TBE 1X, con l'aggiunta di 1/100 del volume di soluzione GelRed (colorante fluorescente) le cui molecole emettono fluorescenza quando sono irradiate con luce ultravioletta. L'agarosio viene sciolto, in quantità adeguata alla concentrazione, in un tampone acquoso di TBE 1X pH 8.0, il quale ha la seguente composizione:

Tris base: 108g

Acido bórico: 55g

EDTA 0.5 M pH 8.0: 40 ml

Tutto portato a volume finale di 1 litro con H₂O.

La soluzione viene fatta raffreddare a temperatura ambiente fino a circa 50 °C; si aggiungono, a questo punto, 6µl di soluzione GelRed. La soluzione viene poi versata in un apposito stampo in cui è stato preventivamente inserito un pettine per la formazione dei pozzetti, nei quali saranno poi caricati i campioni. Il gel viene fatto raffreddare fino a raggiungere la sua completa solidificazione.

Le corse elettroforetiche sono state condotte, a temperatura ambiente, in una camera da elettroforesi orizzontale in cui il gel è sommerso dal tampone di corsa (TBE 1X), applicando una differenza di potenziale costante. Quest'ultimo è stato stabilito di volta in volta a seconda delle caratteristiche del gel e dei frammenti di DNA. Il movimento dei frammenti di DNA è dal catodo verso l'anodo, questo dovuto alle caratteristiche chimiche (in particolare i gruppi fosfato) dei filamenti di DNA.

Ogni campione viene caricato sul gel (con 1X di gel loading buffer, BBF, che appesantisce il campione stesso, impedendogli di fuoriuscire dal pozzetto, e che, inoltre, fornisce una stima qualitativa indiretta della corsa del DNA) e, per ogni corsa elettroforetica, i DNA dei campioni in esame vengono fatti migrare contemporaneamente ad un marcatore di peso molecolare (DNA di fago Lambda digerito con Hind III), al fine di permettere una stima quantitativa del DNA estratto.

Terminata la corsa elettroforetica, occorre visualizzare i frammenti. Il metodo impiegato è quello della colorazione con GelRed: questo colorante si lega al DNA intercalandosi tra le coppie di basi appaiate e mostra un'intensa fluorescenza quando viene illuminato da radiazioni ultraviolette. Con l'impiego di questo metodo è possibile identificare molecole di DNA a

doppio filamento presenti in quantità dell'ordine di qualche ng per banda (osservazione al transilluminatore a luce ultravioletta ed acquisizione dell'immagine).

A questo punto lo stock di DNA di partenza è stato diluito ad una concentrazione di 5 ng/ μ l, per essere impiegato nelle successive procedure.

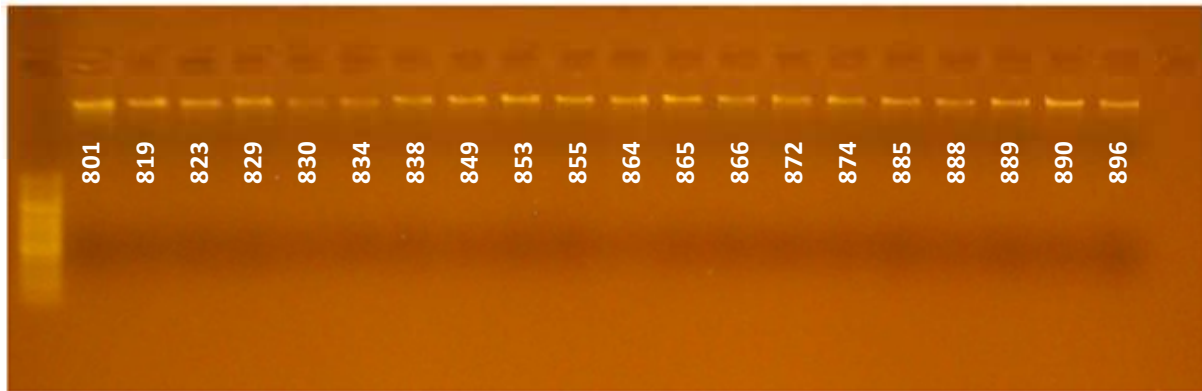


Figura 2.2.3 - Verifica della qualità e della quantità del DNA di alcuni campioni analizzati mediante elettroforesi su gel di agarosio.

2.2.3 Marcatori molecolari cpSSR e nuSSR

In questo studio sono stati analizzati quattro marcatori SSRs del genoma del cloroplasto, di cui tre (ccSSR4, ccSSR7 e ccSSR20) sono stati sviluppati da Chung e Staub (2003) per essere universali per diverse specie vegetali, mentre il locus cpSSR2 è stato sviluppato da Angioi et al. (2009) su *Phaseolus* spp. Tali marcatori sono caratterizzati da ripetizioni mononucleotidiche. In **Tabella 2.2.1** sono riportati il nome delle coppie (forward e reverse) di primers utilizzate, le sequenze corrispondenti, il motivo ripetuto e la pubblicazione in cui si descrive lo sviluppo di tali marcatori. Uno dei due primer per ciascuna coppia presenta una marcatura con fluorocromi 6-FAM o HEX per permettere la visualizzazione dei frammenti tramite l'utilizzo del sequenziatore capillare ABI Prism 3100 Avant Genetic Analyser (PE Applied Biosystems).

Locus	Primer Forward (F) e Reverse (R)	Motivo ripetuto	Sviluppati da
ccSSR4	F 5'-AGGTTCAAATCCTATTGGACGCA-3' 6-FAM	T ^{(8)a}	Chung and Staub (2003)
	R 5'-TTTTGAAAGAAGCTATTCARGAAC-3'		
ccSSR7	F 5'-CGGGAAGGGCTCGKGCAG-3' 6-FAM	T ^{(11)a}	Chung and Staub (2003)
	R 5'- GTTCGAATCCCTCTCTCTCTCTTTT-3'		
ccSSR20	F 5'-CCGCARATATTGGAAAAACWACAA-3' HEX	A ^{(8)a}	Chung and Staub (2003)
	R 5'-GCTAARCAAATWGCTTCTGCTCC-3'		
cpSSR2	F 5'- TCTGTTTTGACCATATCGCACT-3' HEX	T ^{(8)b}	Angioi et al. (2009)
	R 5' - TCCATAAATAGATTCCCCGAAAAA-3'		

Tabella 2.2.1 - Lista dei cpSSR utilizzati per la caratterizzazione genetica; ^anumero di ripetizioni in *Nicotiana tabacum*; ^bnumero di ripetizioni in *Phaseolus vulgaris*.

I campioni sono stati analizzati anche per un marcatore molecolare SSR nucleare, il locus Tax86, uno degli otto marcatori SSR nucleari sviluppati da Dubreuil et al. (2008) in *Taxus baccata*. La **Tabella 2.2.2** riporta il nome del locus, le sequenze dei primers e il motivo ripetuto.

Locus	Primer Forward (F) e Reverse (R)	Motivo ripetuto	Sviluppati da
Tax86	F 5'- CCCTAGGGTTGGTGGAAATTT -3' 6-FAM	GT ⁽³⁴⁾	Dubreuil et al. (2008)
	R 5'- TGTGGGAATCCATTTAAGCA -3'		

Tabella 2.2.2 - Locus Tax86 utilizzato per la caratterizzazione genetica.

Il DNA genomico dei singoli campioni è stato amplificato utilizzando le cinque coppie di primers (4 cpSSRs e 1 nuSSR) sopra elencate, mediante PCR. La reazione di PCR è stata condotta in un volume finale di 25 µl: 4µl di DNA (5ng/µl) in totale 20 ng/µl; 2,5 µl di Buffer (10X), 2 µl di MgCl₂ (25 mM), 2 µl di dNTPs (dATP; dTTP; dCTP; dGTP) (2,5 mM), 0,2 µl di ciascun primer (Forward e Reverse) (50pmole/µl), 0,2 µl di Taq Polimerasi (5U/µl) e 13,9 µl di H₂O dd. L'amplificazione mediante termociclatore Perkin Elmer 9600 (Applied Biosystems, Inc.).

La **Tabella 2.2.3** riporta le temperature di annealing dei primers specifiche per ciascun locus. Nella **Tabella 2.2.4** è riportato il ciclo di amplificazione utilizzato per i loci ccSSR4, ccSSR7 e cpSSR2 (il ciclo è identico cambiano solamente le temperature di annealing, riportate nella **Tabella 2.2.3**). La **Tabella 2.2.5** riporta il ciclo di PCR del locus ccSS7 per il quale è stata effettuata una Touchdown PCR ed infine, la **Tabella 2.2.6** riporta il ciclo per il locus Tax86.

Locus	Temperatura di annealing	Chloroplast (cp)/nuclear (nu) SSR	Ciclo
ccSSR4	56°C	cpSSR	Tabella a
ccSSR7	TD 56°C → 52°C	cpSSR	Tabella b
ccSSR20	54°C	cpSSR	Tabella a
cpSSR2	56°C	cpSSR	Tabella a
Tax86	TD 52°C → 48°C	nuSSR	Tabella c

Tabella 2.2.3 - Temperatura di annealing dei primers per ciascun locus.

		30 cicli					
Temperatura (°C)	94°C	94°C	Tannealing	72°C	72°C	10°C	
Tempo (min)	5	1	1	1	15	∞	

Tabella 2.2.4 - Ciclo di amplificazione per i loci ccSSR4, ccSSR20 e cpSSR2

ccSSR7		8 cicli (-0,5°C ad ogni ciclo)			20 cicli				
Temperature (°C)	94°C	94°C	56°C	72°C	94°C	52°C	72°C	72°C	10°C
Tempo	5min	1min	1min	1min	1min	1min	1min	15min	∞

Tabella 2.2.5 - Ciclo di amplificazione per il loci ccSSR7

Tax86		8 cicli (-0,5°C ad ogni ciclo)			20 cicli				
Temperature (°C)	94°C	94°C	52°C	72°C	94°C	48°C	72°C	72°C	10°C
Tempo (min)	5min	30sec	40sec	40sec	30sec	40sec	40sec	15min	∞

Tabella 2.2.6 - Ciclo di amplificazione per il loci ccSSR7

L'analisi dei frammenti per i marcatori molecolari cpSSR è avvenuta tramite sequenziatore capillare ABI Prism 3100 Avant Genetic Analyser (PE Applied Biosystems). Il locus Tax86 è stato analizzato tramite corsa su gel di agarosio.

2.3 Analisi dei dati

Lo scopo principale del lavoro di tesi è stata la caratterizzazione genetica della popolazione di tasso di Macchia delle Tassinete tramite analisi di genetica di popolazione.

La genetica di popolazione è un campo della genetica volto allo studio della composizione genica delle popolazioni biologiche. In riferimento alla biologia, con il termine 'popolazione', animale o vegetale, si intende un insieme di individui della stessa specie che occupa una certa area e la cui continuità nel tempo è assicurata dal succedersi delle generazioni; la popolazione è, quindi, soggetta ad un processo evolutivo. Tale processo, ricco di complesse variabili, avviene fondamentalmente a causa dell'azione e interazione di quattro fattori: selezione naturale, deriva genetica, flusso genico, mutazione. Questi elementi introducono la variabilità che modifica la composizione genetica, la quale di generazione in generazione si trasmette all'interno di una popolazione.

La struttura genetica delle popolazioni è fortemente influenzata dal tipo di unioni che si verificano al suo interno, ovvero dal sistema riproduttivo delle varie specie. Per quanto riguarda le specie vegetali che si riproducono per via sessuale, possiamo avere specie prevalentemente autogame, ovvero che si riproducono per autofecondazione e specie allogame, ovvero per fecondazione incrociata.

Le popolazioni naturali di piante autogame sono costituite in genere da un miscuglio di linee omozigoti strettamente imparentate che rimangono comunque più o meno indipendenti nella riproduzione. In queste popolazioni l'autofecondazione assicura l'omozigosi, e la variabilità è tra linee omozigoti.

Le popolazioni naturali allogame sia di specie vegetali che animali sono caratterizzate da individui più o meno eterozigoti che derivano da unioni casuali (random mating) dei gameti femminili e maschili di individui diversi; tale tipo di riproduzione permette di mantenere inalterate nelle popolazioni le frequenze geniche e le frequenze genotipiche.

Comprendere il concetto di frequenza è imprescindibile ai fini della comprensione della variabilità genetica. Quest'ultima rappresenta la piattaforma essenziale sopra la quale si struttura l'evoluzione biologica.

La frequenza allelica è la proporzione in una popolazione di tutte le copie di un gene che compaiono sotto forma di un particolare allele. Per frequenza allelica intendiamo, quindi, la proporzione di un determinato allele rispetto al totale degli alleli di quel gene presenti in una popolazione. Individui diploidi possiedono due copie di ciascun gene, per cui il

numero totale delle copie geniche è due volte il numero degli individui nella popolazione di nostro interesse.

La frequenza genotipica è la proporzione di un certo genotipo in una popolazione.

2.3.1 Equilibrio di Hardy-Weinberg

Nel 1908 Godfrey Hardy e Whilhelm Weinberg, rispettivamente un matematico e un medico, elaborarono un modello scientifico che riusciva a mettere in relazione le frequenze alleliche e genotipiche. Tale modello viene utilizzato in genetica di popolazione per comprendere come si evolvono le popolazioni. Più precisamente il modello considera popolazioni in equilibrio, ovvero popolazioni che non si evolvono nel tempo, in cui le frequenze alleliche rimangono costanti nel tempo attraverso le generazioni successive, mentre le frequenze genotipiche rimangono le stesse, dopo la prima generazione. Il mantenimento dell'equilibrio implica una serie di assunzioni:

- L'organismo è diploide a riproduzione sessuale;
- La riproduzione è sessuale e gli accoppiamenti si verificano in modo casuale, senza preferenza nella scelta sessuale di un fenotipo rispetto ad un altro;
- Le generazioni non si sovrappongono;
- La popolazione deve essere di grandi dimensioni (assenza di deriva genetica);
- Assenza di flusso genico (ovvero non devono esserci casi di migrazione di alleli dentro o fuori una popolazione).
- Assenza di mutazioni (la frequenza allelica deve rimanere costante).
- Assenza di selezione naturale (tutti gli individui hanno lo stesso successo riproduttivo).

Se una o più delle condizioni sopra elencate viene a mancare, la popolazione non è in equilibrio, quindi avremo evoluzione.

Consideriamo un locus, ovvero una specifica posizione nel genoma occupata da una specifica sequenza di basi (allele). In un individuo diploide abbiamo due possibili alleli: A_1 e A_2 . I possibili genotipi derivanti dalla combinazione di questi alleli sono A_1A_1 , A_1A_2 e A_2A_2 . Seguendo il principio di Hardy-Weinberg, quando tutte le condizioni sopra elencate vengono rispettate, le frequenze dei genotipi (frequenze genotipiche) A_1A_1 , A_1A_2 e A_2A_2 sono p^2 , $2pq$ e q^2 rispettivamente (**Figura 2.3.1**), dove p rappresenta la frequenza allelica dell'allele A_1 , q la frequenza allelica di A_2 e $p + q$ è uguale a 1 (cioè la totalità degli alleli presenti nel set genetico degli organismi che compongono una popolazione biologica in un dato momento).

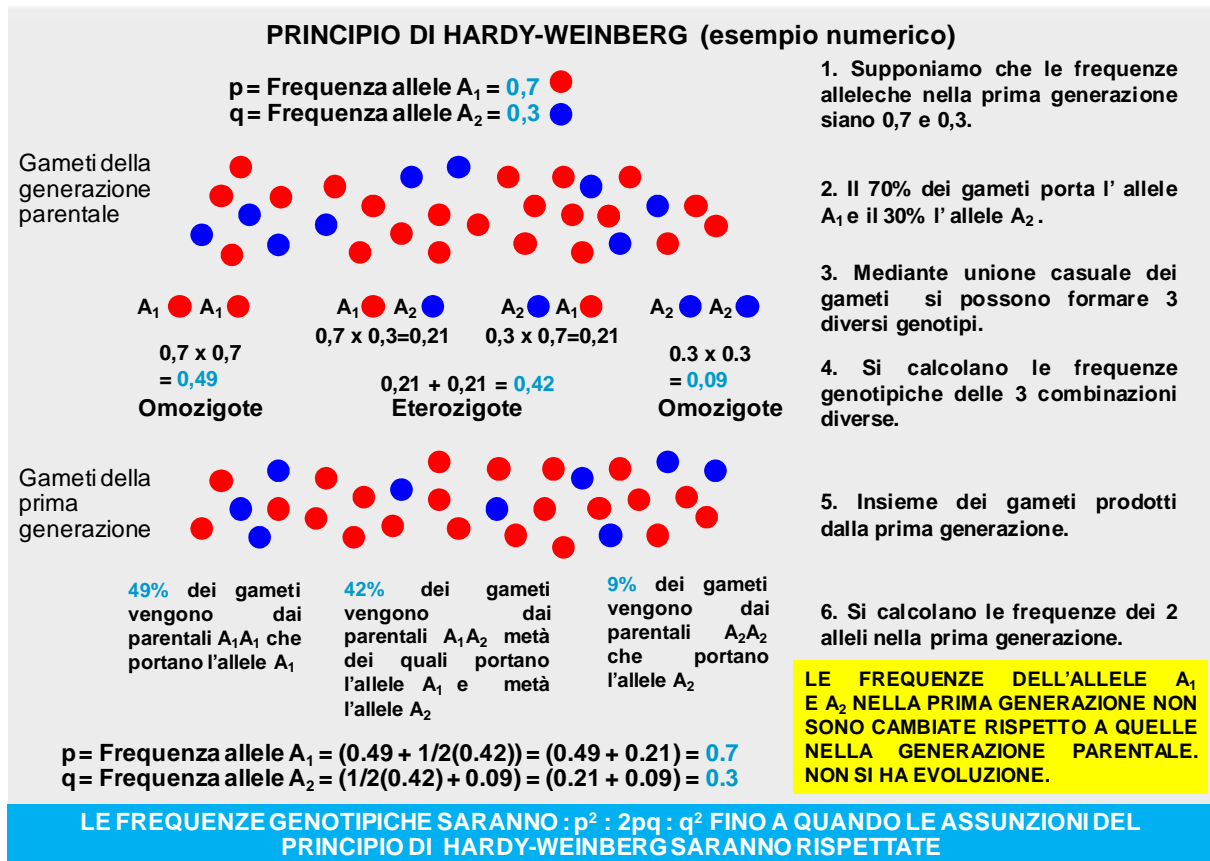


Figura 2.3.1 - Esempio numerico del principio di Hardy-Weinberg.

Nella realtà una popolazione biologica è raramente e mai totalmente in equilibrio. Questo perché in natura i fattori dell'evoluzione (mutazione, migrazione, deriva genetica e selezione) agiscono di continuo sulla variabilità genetica. Se ciò non accadesse, le forme di vita difficilmente potrebbero far fronte, nel tempo, ai radicali e repentini mutamenti climatici ed ambientali.

L'equazione che descrive l'equilibrio è un modello di riferimento indispensabile per la misura dei cambiamenti di frequenza allelica nelle popolazioni, e dunque della variabilità genetica, che come abbiamo già detto è il motore dell'evoluzione.

Nel lavoro di tesi abbiamo testato l'equilibrio di Hardy-Weinberg sulla popolazione di individui di tasso di Macchia delle Tassinete utilizzando il microsatellite nucleare Tax86. Ciò è stato fatto utilizzando il test statistico chi-quadrato (χ^2). Tale test statistico consente di calcolare la probabilità in favore delle ipotesi che le differenze tra i dati osservati e quelli attesi siano dovute unicamente al caso (ipotesi nulla); in base al valore della probabilità così calcolata si decide se rifiutare o meno l'ipotesi nulla. Il test è un indice di dispersione proposto da Pearson (1899) e si calcola applicando la seguente formula:

$$\chi^2 = \sum_1^n \frac{(X_{oss} - X_{att})^2}{X_{att}}$$

in cui:

X_{oss} = valori osservati sperimentalmente;

X_{att} = valori attesi sulla base dell'ipotesi;

n = numero di classi di valori esaminati.

Quando i valori osservati coincidono con quelli attesi il valore di χ^2 è zero; all'aumentare della differenza tra i valori osservati e i valori attesi aumenta anche il valore di χ^2 . Per stabilire le probabilità in favore dell'ipotesi nulla Pearson ha calcolato la distribuzione teorica di χ^2 , cioè i valori teorici che sono attesi verificarsi, per il solo effetto del caso, con una determinata probabilità.

2.3.2 Calcolo dell'indice di diversità

La diversità genetica entro una popolazione per ciascun locus (H_e), definita come la probabilità che due alleli scelti a caso nel campione siano diversi, è stata stimata in base alla formula:

$$\frac{n}{n-1} \left(1 - \sum_{i=1}^k p_i^2 \right)$$

Dove n è il numero di alleli campionati, k il numero delle forme alleliche per locus e p_i è la frequenza dell'allele i -esimo (Nei 1987). Nel caso di più loci il valore di H_e è calcolato come media dei valori di ciascun locus.

E' stata anche calcolata l'eterozigosità osservata (H_o), ovvero il numero di individui eterozigoti diviso il numero totale di campioni.

2.3.3 Calcolo dell'indice di fissazione

E' stato calcolato l'indice di fissazione (F_{IS} , Wright 1951), una misura della riduzione di eterozigosità attesa in base all'equilibrio di Hardy - Weinberg, dovuta a incroci non casuali all'interno di una popolazione.

Di seguito la formula per il calcolo del F_{IS} :

$$F_{IS} = 1 - \frac{H_o}{H_e}$$

Dove:

H_o = eterozigiosità osservata;

H_s = eterozigiosità attesa nella popolazione di individui considerata.

3. RISULTATI

3.1 Caratteri dendrometrico-strutturali del campione analizzato

Gli individui campionati (n. 98) sono così ripartiti per sesso: 44% femmine, 36% maschi e 20% non definibile. Non ci sono differenze significative fra i sessi nei valori dendrometrici che quindi vengono riportati in modo cumulativo. Il campione cronologico (n. 83) ha un'età media di 105 anni, con l'89% degli esemplari esaminati fra 80 e 140 anni (**Figura 3.1.1**), con moda nella classe tra 100 e 120 anni. L'8% degli individui presenta un'età compresa tra 28 e 78 anni, mentre solo 2 individui presentano un'età superiore (individuo 1513, 144 anni e individuo 1501, 150 anni). La popolazione è, quindi, decisamente coetanea.

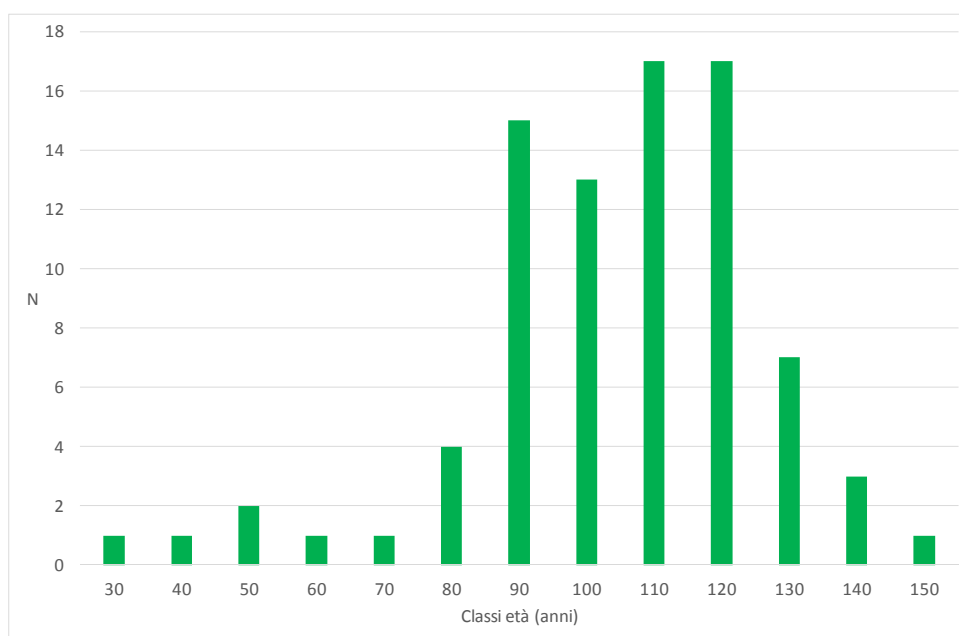


Figura 3.1.1 - Distribuzione cronologica (età cambiale) del sottocampione, 83 individui adulti di tasso (dbh >15 cm) nella Macchia delle Tassinete; N, numero di individui.

Sono stati analizzati i parametri dendrometrico-strutturali del campione di 98 individui selezionati tra oltre 1000 individui con diametro >15 cm precedentemente etichettati e georeferenziati; in particolare sono stati considerati: *diametro del fusto a 1,3 m da terra* e *altezza totale*. Il range di diametro varia tra 15 e 76 cm con moda nella classe di 25 cm (23-28 cm) (**Figura 3.1.2**), mentre le altezze variano da 4,3 a 16,8 m, ma la moda è nella classe 6-8 m (**Figura 3.1.3**).

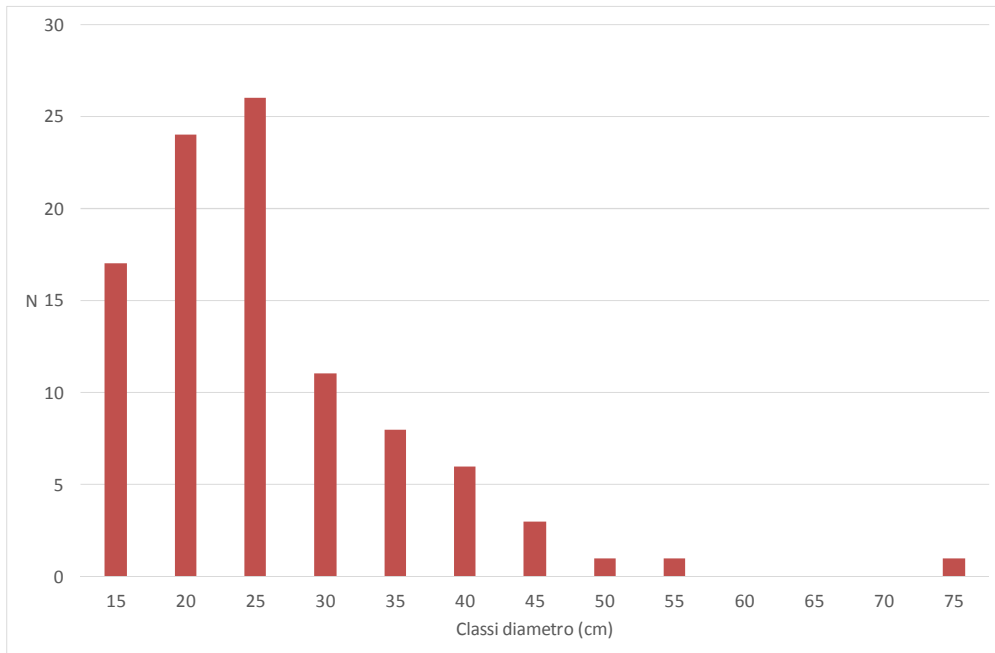


Figura 3.1.2 - Distribuzione diametrica degli individui di tasso analizzati.

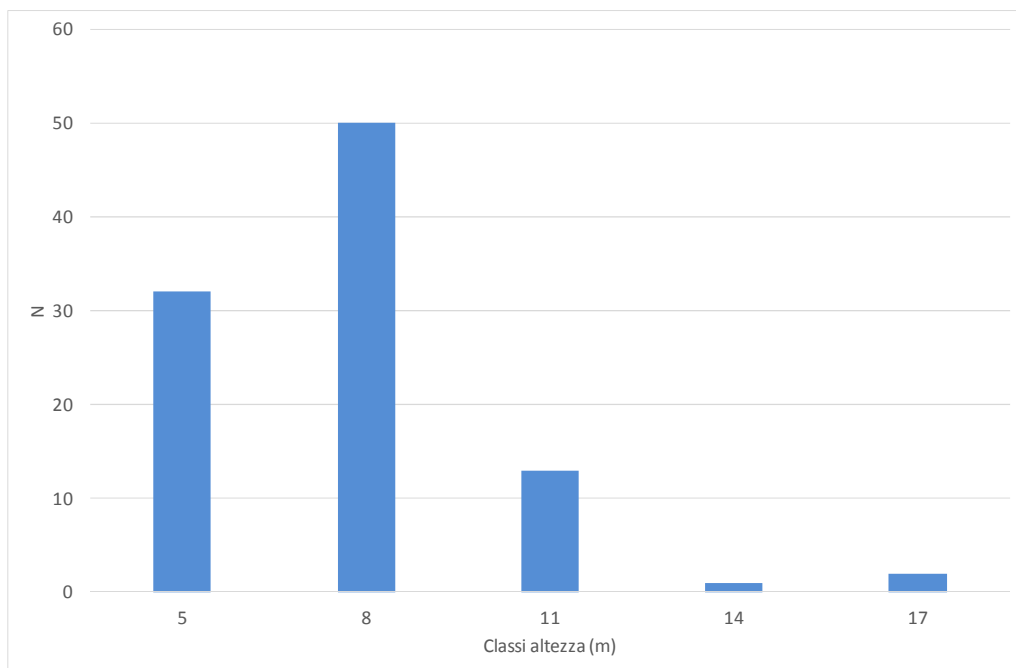


Figura 3.1.3 - Distribuzione delle altezze degli individui di tasso analizzati.

3.2 Analisi molecolari

Il DNA dei singoli campioni è stato amplificato mediante l'uso di quattro marcatori cpSSR e un marcatore nuSSR.

Per quanto riguarda i loci cpSSR i frammenti di amplificazione non hanno messo in evidenza polimorfismi tra i campioni considerati. In particolare, a seguito dell'analisi dei frammenti mediante il software GeneMarker ver. 2.7.0 (Hulce et al. 2011), frammenti di 111, 213, 288 e 336 bp sono stati messi in evidenza per i loci cpSSR2, ccSSR4, ccSSR7 e ccSSR20 rispettivamente (**Figura 3.2.1**).

La **Figura 3.2.2** mostra un esempio di analisi dei frammenti del locus ccSSR20 per 4 diversi campioni; come si può vedere il locus ccSSR20 è monomorfo tra i campioni considerati, ovvero la dimensione del frammento amplificato è la stessa per tutti.

A differenza dei loci cpSSR, è stato rilevato polimorfismo per il microsatellite nucleare Tax89. Pur considerando che un'analisi dei frammenti mediante strumenti in grado di rilevare differenze anche solo di una base tra un frammento e l'altro (ad esempio sequenziatore) è necessaria per caratterizzare geneticamente gli individui campionati, abbiamo effettuato uno screening preliminare separando i frammenti in gel di agarosio. La corsa elettroforetica su gel di agarosio ha permesso di identificare 3 diversi alleli (**Figura 3.2.3**). La **Figura 3.2.4** mostra le frequenze dei 3 alleli nella popolazione di Macchia delle Tassinete; l'allele 2 presenta la maggiore frequenza (0,63), seguito dall'allele 3 (0,35) e dall'allele 1 che è presente solo in 2 individui con una frequenza pari a 0,02. L'allele 1 risulta essere un allele raro e a forte rischio di perdita. La **Tabella 3.2.1** mostra le stime di diversità genetica della popolazione, in particolare l'eterozigosità osservata (H_o) e attesa (H_e) e l'indice di fissazione, pari a 0,26, 0,48 e 0,46 rispettivamente.

Abbiamo confrontato il livello di diversità genetica stimato per la popolazione di Macchia delle Tassinete con le stime ottenute su 195 popolazioni di tasso, distribuite su tutto l'areale della specie, analizzate con 8 marcatori SSR da Mayol et al. (2015). In particolare, il 3% delle popolazioni analizzate da Mayol et al. (2015) presentano un livello di diversità genetica simile alla popolazione di Macchia delle Tassinete, ovvero una diversità compresa tra 0,35 e 0,49; la maggior parte presenta una diversità genetica maggiore di 0,5, con un 58% delle popolazioni che hanno mostrato stime di H_e maggiori di 0,7.

La popolazione di Macchia delle Tassinete, presenta quindi un livello di diversità genetica basso, così come un basso livello di eterozigosità osservata e una stima elevata dell'indice di fissazione. Tali risultati indicano un elevato livello di inbreeding, ovvero di consanguineità tra individui. Ciò è ulteriormente indicato dal fatto che la popolazione non è in equilibrio di Hardy-Weinberg ($\chi^2 = 63,3$, 3 gradi di libertà, $P < 0,001$), e mostra un eccesso di individui con genotipo omozigote rispetto all'atteso (**Figura 3.2.5**).

La distribuzione dei diversi genotipi a livello spaziale (**Figura 3.2.6**), mostra anche una certa strutturazione della diversità genetica, con l'area a sud caratterizzata dalla presenza di tutti gli alleli e di tutte le combinazioni genotipiche; in questa zona si riscontra la maggior parte degli eterozigoti. L'area più a nord, è caratterizzata da una bassissima presenza di individui eterozigoti (3 individui in tutto) e una maggiore presenza a nord-est di individui omozigoti per l'allele 2, mentre nella parte centrale troviamo essenzialmente individui omozigoti per l'allele 3.

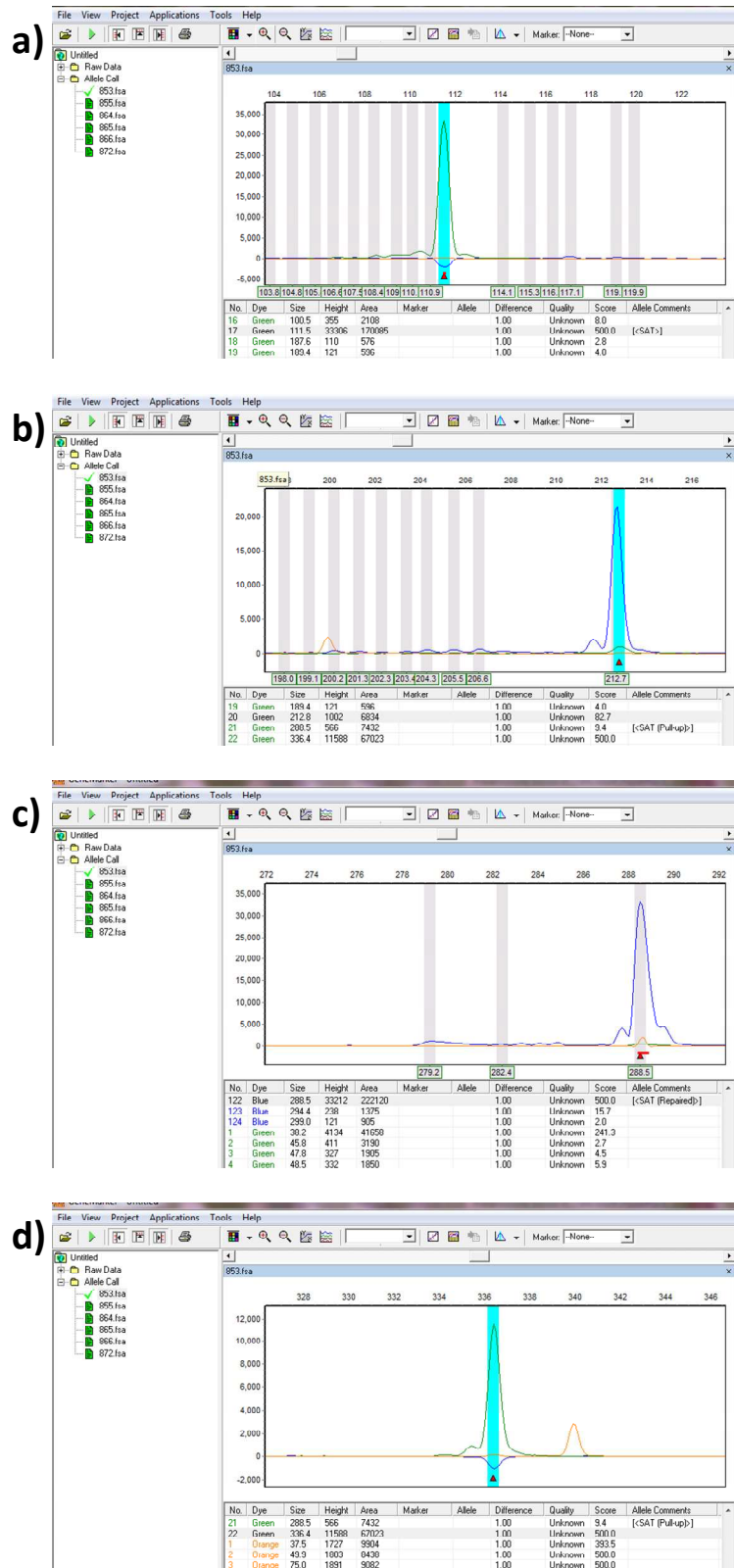


Figura 3.2.1 - Esempio di output del software GeneMarker per l'analisi della dimensione dei frammenti per il campione 853 e i loci a) cpSSR2, b) ccSSR4, c) ccSSR7 and d) ccSSR20.

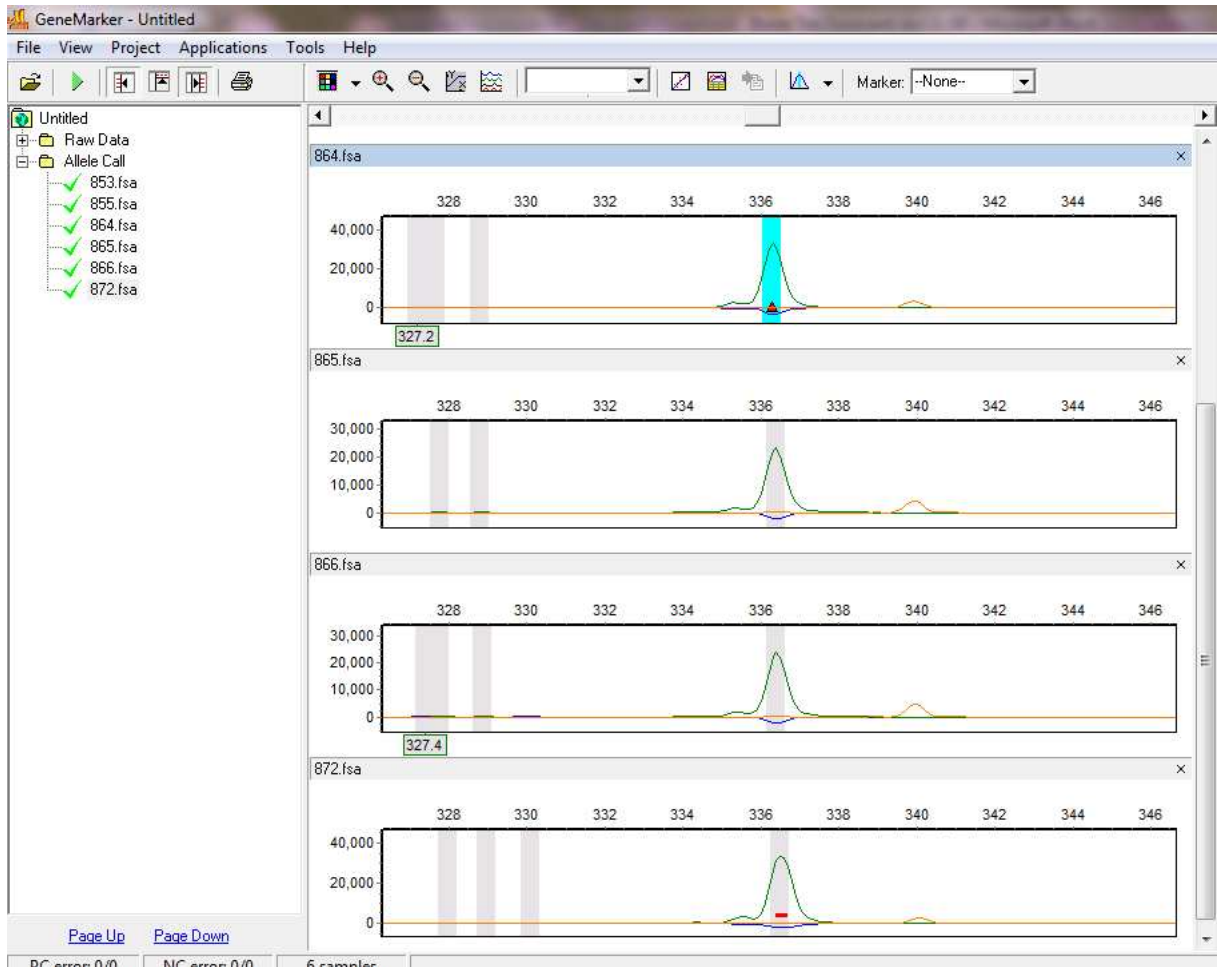


Figura 3.2.2 - Esempio di frammenti del locus ccSSR20 in 4 diversi campioni (864, 865, 866 e 872).

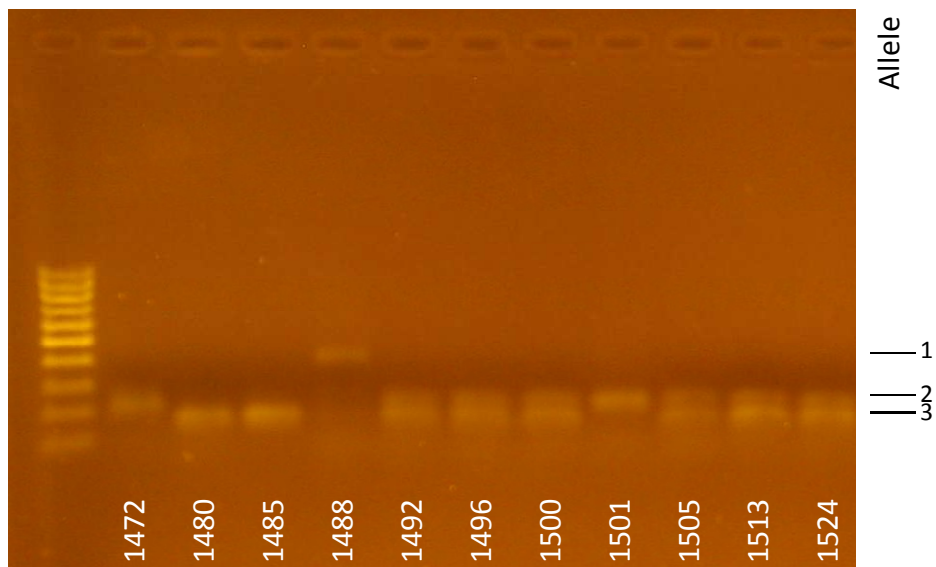


Figura 3.2.3 - Esempio di frammenti del locus Tax86 in alcuni dei campioni considerati.

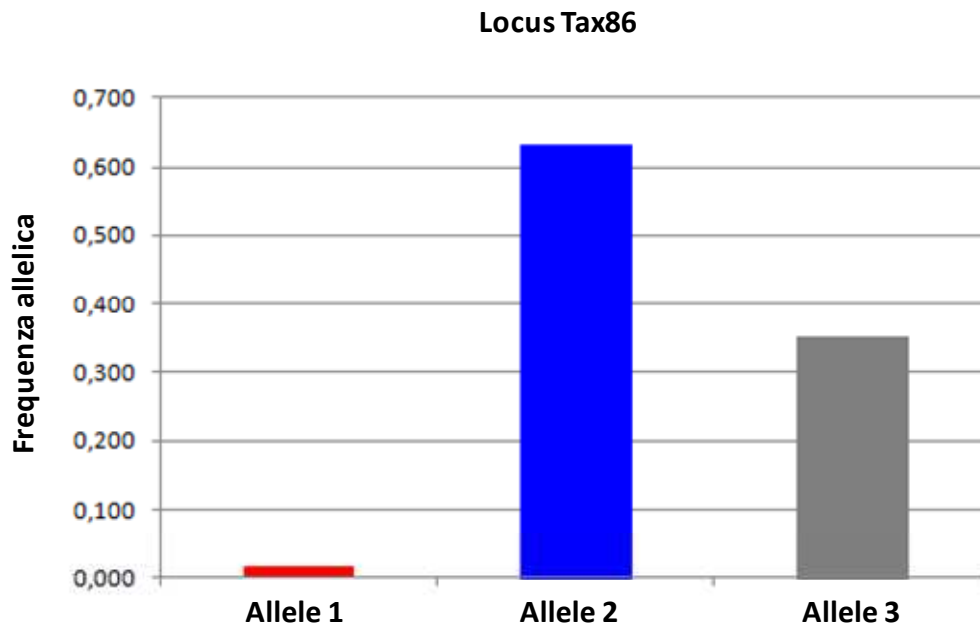


Figura 3.2.4 - Frequenze dei 3 alleli identificati per il locus Tax86.

Locus	N	Na	Ho	He	F_{IS}
Tax86	98	3	0,26	0,48	0,46

Tabella 3.2.1 - Stime di diversità e struttura genetica; N, numero di campioni; Na, numero di alleli, Ho, eterozigotà osservata; He, eterozigotà attesa; F_{IS}, indice di fissazione.

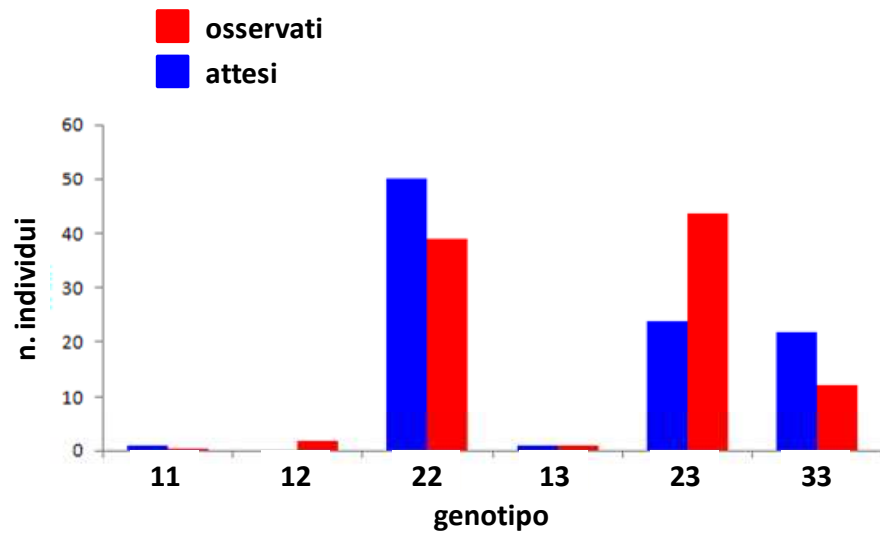


Figura 3.2.5 - Individui attesi e osservati per tutte le combinazioni possibili di alleli (genotipi).

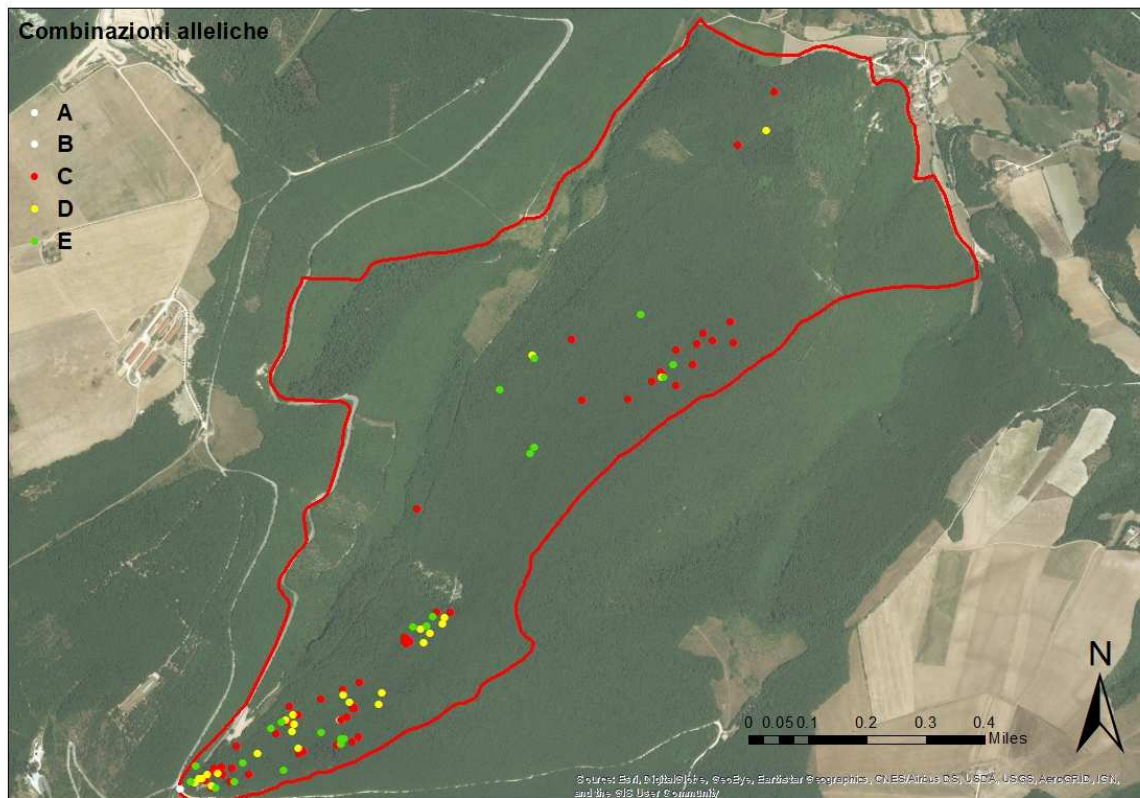


Figura 3.2.6 - Distribuzione spaziale dei diversi genotipi identificati sulla base dei dati del locus Tax86; genotipo 11 (A), 13 (B), 22 (C), 23 (D) e 33 (E).

4. DISCUSSIONE

Il tasso (*Taxus baccata* L.) rappresenta un classico esempio di specie in pericolo di estinzione; infatti, nonostante attualmente mostri un'areale naturale di vegetazione molto ampio (dal Nord Africa fino all'Europa centrale), localmente la sua distribuzione, nel corso degli ultimi secoli, si è ridotta a piccole popolazioni isolate, spesso costituite da pochi alberi sparsi. Le cause più probabili sono da imputare ai cambiamenti climatici e/o a disturbi antropici, ovvero utilizzazioni intense, diffusione del pascolo e incendi che hanno inciso sulla presenza, sulla frammentazione ed sull'erosione degli ecosistemi forestali (Paule et al. 1993).

La frammentazione degli habitat può avere conseguenze genetiche e demografiche importanti (e.g., Young et al. 1996; Oostermeijer et al. 2003; Honnay et al. 2005). Studi teorici ed empirici indicano che la riduzione della dimensione effettiva delle popolazioni e l'isolamento a seguito della frammentazione possono causare erosione genetica dovuta ad un maggiore effetto della deriva genetica (Ellstrand e Elam 1993), un maggiore livello di inbreeding (Keller e Waller, 2002) e limitato flusso genico e ridotti tassi di migrazione (Couvét 2002).

Diversi studi indicano che le specie arboree forestali generalmente soffrono meno l'effetto della frammentazione grazie al sistema riproduttivo (impollinazione incrociata), caratterizzato da un flusso genico esteso e ampie dimensioni delle popolazioni (Petit e Hampe 2006). Per questo, generalmente, le popolazioni di specie arboree forestali presentano una differenziazione relativamente bassa tra le popolazioni e più elevata all'interno delle popolazioni (e.g., Hamrick e Godt, 1996; Nybom 2004).

Negli ultimi anni, un sostanziale numero di evidenze empiriche si sono accumulate indicando che sia le angiosperme che le conifere sono sensibili agli interventi dell'uomo e alla frammentazione (Pautasso 2009). Recentemente, Jump e Peñuelas (2006) hanno caratterizzato la struttura genetica di popolazioni di faggio (*Fagus sylvatica* L.) del massiccio del Montseny (Spagna), mettendo in evidenza che habitat frammentati hanno effetti negativi sul livello e struttura della diversità genetica; comparando aree forestali frammentate e continue, questo studio ha evidenziato come la frammentazione delle fagete ha causato colli di bottiglia (genetic bottleneck), elevati livelli di inbreeding, divergenza tra le popolazioni e ridotta diversità genetica entro popolazione. Dubreuil et al. (2010) hanno analizzato popolazioni di *Taxus baccata* della stessa area geografica ed hanno messo in evidenza gli effetti negativi della frammentazione anche in questa specie,

trovando una forte struttura genetica ed elevati livelli di inbreeding non attesi per una specie strettamente allogama. Ciò risulta particolarmente preoccupante considerando che le due specie differiscono molto per abilità di dispersione del seme, infatti pur essendo entrambe le specie anemofile, il faggio è caratterizzato da una limitata dispersione del seme da parte di uccelli e mammiferi (la distanza media di dispersione del seme pari a 6.49 m, Sagnard et al. 2007), mentre il tasso presenta gli frutti carnosì (arilli) che vengono dispersi dagli uccelli e da piccoli mammiferi a distanze molto elevate (Thomas e Polwart 2003). In questo lavoro Dubreuil et al. (2010) mettono, quindi, in evidenza come anche una specie come il tasso caratterizzata da un alto potenziale di dispersione del seme non è protetta dagli effetti negativi della frammentazione degli habitat.

Nel lavoro di tesi abbiamo utilizzato quattro marcatori SSR del cloroplasto e un marcatore SSR nucleare al fine di caratterizzare molecolarmente (livello e struttura della diversità genetica), per la prima volta, la popolazione di tasso di Macchia delle Tassinete.

I primi marcatori che abbiamo scelto di utilizzare sono stati marcatori del cloroplasto. Tali marcatori presentano caratteristiche interessanti, tra cui il fatto di essere ad eredità uniparentale; in alcune specie l'eredità del cloroplasto è materna (prevalentemente nelle angiosperme) in altre è paterna (prevalentemente nelle conifere). La disponibilità di tali marcatori materni e paterni rende possibile sviluppare misure dirette ed espliciti modelli spaziali di flusso genico via seme e via polline, così come l'assegnazione dei parentali degli individui di una popolazione. Misure dirette di flusso genico sono state effettuate con successo in specie di conifere dove l'eredità paterna del cloroplasto è la regola (Vendramin et al. 1996). Nel lavoro di tesi, abbiamo, quindi, deciso di utilizzare tali marcatori con l'idea di utilizzarli non solo per investigare il livello di diversità genetica della nostra popolazione ma anche per effettuare analisi di flusso genico ed identificazione dei parentali. Abbiamo scelto marcatori SSR universali non utilizzati in nessun lavoro precedente in *Taxus baccata* che si sono rivelati molto utili in analisi di genetica di popolazione in altre specie tra cui, ad esempio, *Phaseolus* spp (Angioi et al. 2009; Desiderio et al. 2013; Rodriguez et al. 2013). Tali marcatori presentano fondamentali caratteristiche del genoma del cloroplasto; in particolare tale genoma è caratterizzato da mancanza di ricombinazione, in quanto si tratta di un genoma aploide, per cui la diversità che si osserva tra individui della stessa specie e di specie diverse è dovuta esclusivamente a mutazione. Nel caso del tasso il genoma del cloroplasto è ad eredità paterna. Un alto grado di conservazione nella dimensione, struttura e contenuto in geni è stato riscontrato a livello di genoma del cloroplasto per le maggiori famiglie di piante (Palmer 1985; Palmer e Stein

1986). Questo modello conservativo che caratterizza l'evoluzione del genoma del cloroplasto suggerisce che qualsiasi cambiamento nella struttura, arrangiamento o contenuto può avere importanti implicazioni filogenetiche. Recentemente, Mayol et al. (2015) hanno caratterizzato a livello molecolare un totale di 4992 individui di tasso collezionati in 238 diverse località rappresentanti la distribuzione geografica della specie mediante loci SSR nucleari; in più hanno analizzato un sottoinsieme di individui (da 1 a 2 individui per 26 popolazioni) mediante il sequenziamento di 3 regioni del cloroplasto (*rbcL*, *trnS-trnQ* e *trnL-trnF*). Il loci *rbcL*, *trnS-trnQ* sono risultati monomorfici, mentre il locus *trnL-trnF* ha messo in evidenza 2 aplotipi, che essenzialmente differenziano le popolazioni Iraniane da tutte le altre. Il nullo o poco polimorfismo si spiega proprio col fatto che il genoma del cloroplasto è abbastanza conservato (Palmer 1987). Sulla base di questi risultati che vedono un livello molto basso di diversità a livello del genoma del cloroplasto abbiamo deciso di utilizzare marcatori molecolari SSR che sono caratterizzati da un tasso di ricombinazione molto più elevato rispetto alle sequenze nucleotidiche. Tuttavia non sono stati rilevati polimorfismi (differenze a livello del genoma del cloroplasto) nel campione di 98 individui per i quattro loci utilizzati.

E' stato, quindi, deciso di effettuare un'analisi a livello di DNA nucleare, mediante la caratterizzazione del locus SSR Tax86. Sono state identificate per questo locus 3 diverse forme alleliche, le cui frequenze ci hanno permesso di stimare il livello e la struttura della diversità genetica.

Comparando la stima di diversità genetica ottenuta per la popolazione di Macchia delle Tassinete tramite l'analisi del locus Tax89, con quelle ottenute per 195 popolazioni di tasso (distribuite su tutto l'areale della species) mediante analisi di 8 loci SSR, abbiamo evidenziato come la popolazione di Macchia delle Tassinete presenti un livello basso di diversità genetica. Tale risultato è corroborato dalle altre stime, ovvero il basso livello di eterozigosità osservata (significativamente più basso rispetto all'atteso, infatti la popolazione non è in equilibrio di Hardy-Weinberg) e l'indice di fissazione è piuttosto elevato. Questi risultati preliminari indicano livelli di inbreeding (consanguineità) elevati facendo supporre che l'isolamento e la frammentazione stiano determinando fenomeni di deriva genetica. Inoltre, la distribuzione spaziale dei diversi genotipi sembra indicare anche una strutturazione interna della diversità genetica, ovvero, si ha una zona a sud caratterizzata da un gruppo di individui appartenente a tutte le tipologie genetiche, che include la maggior parte degli eterozigoti, mentre la parte nord è caratterizzata da individui omozigoti delle due tipologie principali, uno più spostato a nord-est, l'altro più centrale.

L'area a nord, presenta un minor numero di tassi presenti e condizioni ambientali diverse, più sfavorevoli per la crescita del tasso, rispetto all'area a sud. Queste due aree distinte sembrano, in qualche modo, isolate da un punto di vista genetico e indicano la presenza di fattori che limitano il libero interincrocio all'interno dell'intera area della popolazione stessa.

Ovviamente è necessario aumentare il numero di marcatori molecolari e auspicabile utilizzare altri marcatori molecolari del cloroplasto alla ricerca di polimorfismi non solo a livello nucleare ma anche a livello del cloroplasto al fine di comparare le informazioni ottenute mediante l'analisi di entrambi i tipi di marcatori e comprendere in maggiore dettaglio la strutturazione genetica della popolazione di Macchia delle Tassinete e il processo riproduttivo che garantisce il perpetuarsi delle generazioni (i.e. flusso genico), e, quindi, comprendere quali, tra i fattori evolutivi, possano, allo stato attuale, rappresentare i driver di controllo dell'evoluzione.

E' ampiamente dimostrato sia da studi teorici che empirici che la riduzione della dimensione effettiva (effettivo numero di riproduttori) e la presenza di piccole popolazioni frammentate possono portare a erosione genetica e, quindi, ad un aumento degli effetti della deriva genetica, come conseguenza di aumentati livelli di consanguineità, di limitati flussi genici, di tassi di immigrazione ridotti (Willi et al. 2006; Dubreuil et al. 2010). Tali situazioni possono compromettere la sopravvivenza delle specie per cui tali conoscenze sono la base indispensabile per l'attuazione di programmi di conservazione sia *in-situ* che *ex-situ*.

5. BIBLIOGRAFIA

- Allegrezza, M. (2003). Vegetazione e paesaggio vegetale della dorsale del Monte San Vicino (Appennino centrale). *Fitosociologia* 40 (1) (Suppl. 1): 3-118 analyses of chloroplast and nuclear DNA sequences. *Plant Systemetic and Evolution* 276, 89.
- Allen, J. R. M., Watts, W. A., McGee, E., & Huntley, B. (2002). Holocene environmental variability – the record from Lago Grande di Monticchio, Italy. *Quaternary International*, 88, 69–80.
- Angioi, S. A., Desiderio, F., Rau, D., Bitocchi, E., Attene, G., & Papa, R. (2009). Development and use of chloroplast microsatellites in *Phaseolus spp.* and other legumes. *Plant Biology*, 11(4), 598-612.
- Armour, J. A., & Jeffreys, A. J. (1992). Biology and applications of human minisatellite loci. *Current Opinion in Genetics & Development*, 2(6), 850-856.
- Bagnara, L. (2012). Assetto strutturale-funzionale e capacità di rinnovazione del Tasso (*Taxus baccata L.*) nella Macchia delle Tassinete (MC). Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze Agrarie – UNIVPM.
- Ballelli, S., Biondi, E., & Pedrotti, F. (1980). Un'associazione a *Corylus avellana* e *Carpinus betulus* nell'Appennino Umbro-Marchigiano. *Not. Fitosoc*, 16, 47-52.
- Barraco, D. (2011). Vegetazione e macromiceti del Bosco delle Tassinete di Cingoli (Appennino centrale), Tesi di Laurea, UNIVPM, AN.
- Bernetti G., (1995). Il Tasso. In: «Selvicoltura speciale». UTET-Torino, p 170.
- Biondi E. (1982). La forêt des “Tassinete”. Guide - Itéraire de l'Excursion Internationale de Phytosociologie en Italie Centrale (2-11 juillet 1982). Camerino.
- Brock, T. D. (1967). Life at high temperatures. Evolutionary, ecological, and biochemical significance of organisms living in hot springs is discussed. *Science*, 158(3804), 1012-9.
- Brzeziecki, B., & Kienast, F. (1994). Classifying the life-history strategies of trees on the basis of the Grimian model. *Ecology and Management*, 69, 167-187.
- Carrión, J. S. (2002). Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe. *Quaternary Science Reviews*, 21, 2047–2066.
- Carrión, J. S., Yll, E. I., Walker, M. J., Legaz, A. J., Chaín C, & López A. (2003). Glacial refugia of temperate, Mediterranean and Ibero-North African flora in southeastern

- Spain: new evidence from cave pollen at two Neanderthal man sites. *Global Ecology & Biogeography*, 12, 119–129.
- Cheng Y., Chaw S., Nicholson, R., & Tripp, K. (2000). Phylogeny of *Taxaceae* and *Cephalotaxaceae* genera inferred from chloroplast matK gene and nuclear rDNA ITS region. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 14(3), 353-365.
- Chung, S. M., & Staub, J. E. (2003). The development and evaluation of consensus chloroplast primer pairs that possess highly variable sequence regions in a diverse array of plant taxa. *Theoretical and Applied Genetics*, 107(4), 757-767.
- Collard, B. C. Y., Jahufer, M. Z. Z., Brouwer, J. B., & Pang, E. C. K. (2005). An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: the basic concepts. *Euphytica*, 142 (1-2), 169-196.
- Cope, E. A. (1998). *Taxaceae: the genera and cultivated species*. *The Botanical Review*, 64(4), 291-322.
- Couvet, D. (2002). Deleterious effects of restricted gene flow in fragmented populations. *Conservation Biology*, 16, 369 – 376.
- Debazac, E. (1964). *Manuel des coniferes*. Ecole National des Eaux et Forets. Nancy, France.
- De Beaulieu, J. L., Andrieu-Ponel, V., Reille, M., Grüger, E., Tzedakis, C., & Svobodova, H. (2001). An attempt at correlation between the Velay pollen sequence and the Middle Pleistocene stratigraphy from Central Europe. *Quaternary Science Reviews*, 20, 1593–1602.
- De Laubenfels, D. J. (1988). Coniferales. In: *Flora Malesiana*, vol. 10 (eds Van SteenisCGGJ & De WildeWJJO), pp. 337–453. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Desiderio, F., Bitocchi, E., Bellucci, E., Rau, D., Rodriguez, M., Attene, Attene G., Papa R. & Nanni, L. (2013). Chloroplast microsatellite diversity in *Phaseolus vulgaris*. *Frontiers in Plant Science*, 3, 312.
- Dubreuil, M., Riba, M., Gonzalez-Martinez, S. C., Vendramin, G. G., Sebastiani, F., & Mayol, M. (2010). Genetic effects of chronic habitat fragmentation revisited: strong genetic structure in a temperate tree, *Taxus baccata* (*Taxaceae*), with great dispersal capability. *American Journal of Botany*, 97(2), 303-310.
- Dubreuil, M., Sebastiani, F., Mayol, M., González-Martínez, S.C., Riba, M., Vendramin, G.G. (2008). Isolation and characterization of polymorphic nuclear microsatellite loci in *Taxus baccata* L. *Conservation Genetics*, 9(6), 1665-1668.

- Ellstrand, N. C., & Elam, D. R. (1993). Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. *Annual review of Ecology and Systematics*, 24(1), 217-242.
- Estoup, A., & Angers, B. (1998). Microsatellites and minisatellites for molecular ecology: Theoretical and experimental considerations. *Advances in Molecular Ecology*, ed Carvalho G (IOS Press, Amsterdam), pp 55–86..
- Farjon, A. (2001). *World Checklist and Bibliography of Conifers*, 2nd edn. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- Fineschi, S., Turchini, D., & Scuderi, G. (1998). Polimorfismo del DNA cloroplastico in popolazioni di *Quercus pubescens* Willd. della Sicilia. *Monti e Boschi*, 49, 17-20.
- Fu, L. G., Li, N., & Mill, R. (1999). *Taxaceae*. In: *Flora of China* (eds WuZY & RavenPH), 4, pp. 89–96. Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri.
- Garbarino, M., Weisberg, P., Bagnara, L., & Urbinati, C. (2015). Sex-related spatial segregation along environmental gradients in the dioecious conifer, *Taxus baccata*. *Forest Ecology and Management*, 358, 122-129.
- Garcia D., Martinez I., & Obeso J. R. (2007). Seed transfer among bird-dispersed trees and its consequences for post-dispersal seed fate. *Basic and Applied Ecology* 8,533-543.
- Garcia D., & Obeso J. R. (2003). Facilitation by herbivore-mediated nurse plants in a threatened tree, *Taxus baccata*: local effects and landscape level consistency. *Ecography*. 26:739-750
- Garoia, F., Guarniero, I., Grifoni, D., Marzola, S., & Tinti, F. (2007). Comparative analysis of AFLPs and SSRs efficiency in resolving population genetic structure of Mediterranean *Solea vulgaris*. *Molecular Ecology*, 16(7), 1377-1387.
- Gellini R., & Grossoni P. (1996). *Botanica forestale*. CEDAM, Padova. genetic diversity in woody plant species. *New Forests* 6, 95–124.
- Gellini, R., (1985). *Taxus baccata L.* In «*Botanica Forestale*». Ed. Cedam Padova.
- Giacomini, V., & Fenaroli, L. (1958). *Conosci L'Italia: La Flora*. Touring Club Italiano, Milano.
- Godwin, H. (1975). *The history of the British flora*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hamada, H., Petrino, M. G., & Kakunaga, T. (1982). A novel repeated element with Z-DNA-forming potential is widely found in evolutionarily diverse eukaryotic genomes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 79(21), 6465-6469.

- Hamada, H., Petrino, M.G., Kakunaga, T., Seidman, M., & Stollar, B. D. (1984). Characterization of genomic poly(dT-dG) poly(dC-dA) sequences: structure, organization and conformation. *Molecular and Cellular Biology*, 4, 2610-2621.
- Hamrick, J. L., & Godt, M. J. W. (1996). Effects of life history traits on genetic diversity in plant species. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B, Biological Sciences*, 351, 1291 – 1298.
- Hancock, J. M. (1995). The contribution of slippage-like processes to genome evolution. *Journal of Molecular Evolution*, 41(6), 1038-1047.
- Hao, D.C., Xiao, P.G., Huang, B., Ge, G.B., & Yang, L. (2008). Interspecific relationships and origins of *Taxaceae* and *Cephalotaxaceae* revealed by partitioned Bayesian analyses of chloroplast and nuclear DNA sequences. *Plant Systematic and Evolution*, 276, 89–104.
- Hearne, C. M., Ghosh, S., & Todd, J. A. (1992). Microsatellites for linkage analysis of genetic traits. *Trends in Genetics*, 8(8), 288-294.
- Hillis, D.M., Moritz, C., & Mable, B.K. (1996). *Molecular Systematics*, 2nd ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA. 655 pp.
- Honnay, O., Jacquemyn, H., B. Bossuyt, B., & Hermy, M. (2005). Forest fragmentation effects on patch occupancy and population viability of herbaceous plant species. *New Phytologist*, 166, 723 – 736 .
- Hulce, D., Li, X., Snyder-Leiby, T., & Liu, C. J. (2011). GeneMarker® genotyping software: tools to Increase the statistical power of DNA fragment analysis. *Journal of biomolecular techniques: JBT*, 22(Suppl), S35.
- ISSS, I. (1998). FAO. World reference base for soil resources. Wageningen/Rome, 68.
- Iszkulo G., Jasińska A.K., Giertych M.J., & Boratyński A. (2009). Do secondary sexual dimorphism and female intolerance to drought influence the sex ratio and extinction risk of *Taxus baccata*? *Plant Ecology*. 200,229-240.
- IUCN, (2009). Red list of threatened species. Version 2009.1. <http://www.iucnredlist.org>.
- Jakupciak, J. P., & Wells, R. D. (1999). Genetic instabilities in (CTG- CAG) repeats occur by recombination. *Journal of Biological Chemistry*, 274(33), 23468-23479.
- Jump, A. S., Hunt, J. M., Martínez-Izquierdo, J. A., & Peñuelas, J. (2006). Natural selection and climate change: temperature-linked spatial and temporal trends in gene frequency in *Fagus sylvatica*. *Molecular Ecology*, 15(11), 3469-3480.
- Keller, L. F. & Waller, D. M. (2002). Inbreeding effects in wild populations. *Trends in Ecology & Evolution*, 17, 230 – 241 .

- Kornberg, S.R., Lehman, I.R., Bessman, M.J., Simms, E.S., Kornberg, A. (1958). Enzymatic cleavage of deoxyguanosine triphosphate to deoxyguanosine and triphosphate. *Journal of Biological Chemistry*, 233, 159–162.
- Koutsodendris, A., Müller, U. C., Pross, J., Brauer, A., Kotthoff, U. & Lotter, A. F. (2010). Vegetation dynamics and climate variability during the Holsteinian interglacial based on a pollen record from Dethlingen (northern Germany). *Quaternary Science Reviews*, 29, 3298–3307.
- Lehman, I. R., Bessman, M. J., Simms, E. S., & Kornberg, A. (1958). Enzymatic synthesis of deoxyribonucleic acid I. Preparation of substrates and partial purification of an enzyme from *Escherichia coli*. *Journal of Biological Chemistry*, 233(1), 163-170.
- Li, J., Davis, C. C., Del Tredici, P., & Donoghue, M. J. (2001). Phylogeny and biogeography of *Taxus* (*Taxaceae*) inferred from sequences of the internal transcribed spacer region of nuclear ribosomal DNA. *Harvard Papers in Botany*, 267-274.
- Litt, M., & Luty, J. A. (1989). A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actin gene. *American Journal of Human Genetics*, 44(3), 397.
- Mamakova, K. (1989). Late Middle Polish glaciation, Eemian and Early Vistulian vegetation at Imbramowice near Wrocław and the pollen stratigraphy of this part of the Pleistocene in Poland. *Acta Palaeobotanica* 29, 11–176.
- Marchesoni, V. (1959). Importanza del fattore storico-climatico e dell'azione antropica nell'evoluzione della vegetazione forestale dell'Appennino umbro-marchigiano. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali*, 8: 327-343.
- Mariette, S., Chagné, D., Lézier, C., Pastuszka, P., Raffin, A., Plomion, C., & Kremer, A. (2001) Genetic diversity within and among *Pinus pinaster* populations: Comparison between AFLP and microsatellite markers. *Heredity*, 86, 469–479.
- Maynard Smith, J., & J. Haigh. (1974). The hitch-hiking effect of a favourable gene. *Genetical Research*, 23, 23-35.
- Mayol, M., Riba, M., González-Martínez, S. C., Bagnoli, F., Beaulieu, J. L., Berganzo, E., Burgarella, C., Dubreuil, M., Krajmerová, D., Paule, L., Romšáková, I., Vettori, C., Vincenot, L., & Vendramin G. G. (2015). Adapting through glacial cycles: insights from a long-lived tree (*Taxus baccata*). *New Phytologist*, 208(3), 973-986.
- McCauley, D. E. (1995). The use of chloroplast DNA polymorphism in studies of gene flow in plants. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(5), 198-202.

- Moir, A. K. (1999). The dendrochronological potential of modern yew (*Taxus baccata*) with special reference to yew from Hampton Court Palace, UK. *The New Phytologist*, 144(3), 479-488.
- Möller, M., Gao, L. M., Mill, R. R., Li, D. Z., Hollingsworth, M. L., & Gibby, M. (2007). Morphometric analysis of the *Taxus wallichiana* complex (*Taxaceae*) based on herbarium material. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 155, 307–335.
- Morgante, M., & Olivieri, A. M. (1993). PCR-amplified microsatellites as markers in plant genetics. *The Plant Journal*, 3(1), 175-182.
- Morgante, M., Hanafey, M., & Powell, W. (2002). Microsatellites are preferentially associated with nonrepetitive DNA in plant genomes. *Nature Genetics*, 30(2), 194-200.
- Müller, U. C., Pross, J., Bibus, E. (2003). Vegetation response to rapid climate change in Central Europe during the past 140,000 yr based on evidence from the Füramoos pollen record. *Quaternary Research*, 59, 235–245.
- Mullis, K., Faloona, F., Scharf, S., Saiki, R. K., Horn, G. T., & Erlich, H. (1986). Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction. In *Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology* (Vol. 51, pp. 263-273). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Mundry, I. & Mundry, M. (2001). Male cones in *Taxaceae* s.l. – an example of Wettstein’s pseudanthium concept. *Plant Biology*, 3, 405–416.
- Nei, M. (1987). *Molecular evolutionary genetics*. Columbia University Press.
- Nybom, H. (2004). Comparison of different nuclear DNA markers for estimating intraspecific genetic diversity in plants. *Molecular Ecology*, 13, 1143 – 1155.
- Oostermeijer, J. G. B. , Luijten, S. H., & den Nijs, J. C. M. (2003). Integrating demographic and genetic approaches in plant conservation. *Biological Conservation* 113 : 389 – 398.
- Palmer, J.D. (1985). Evolution of chloroplast and mitochondrial DNA in plants and algae. In *Molecular evolutionary genetics*, Plenum Press, New York. Pp.131-240.
- Palmer, J. D. & Stein, D. B. (1986). Conservation of chloroplast genome structure among vascular plants. *Current Genetics* 10, 823-833.
- Palmer, J. D. (1987). Chloroplast DNA Evolution and biosystematic uses of chloroplast DNA variation. *The American Naturalist*, 130, 6-29.

- Papa, R., Attene, G., Barcaccia, G., Ohgata, A., & Konishi, T. (1998). Genetic diversity in landrace populations of *Hordeum vulgare* L. from Sardinia, Italy, as revealed by RAPDs, isozymes and morpho-phenological traits. *Plant Breeding*, 117(6), 523-530.
- Papa, R. & Gepts, P. (2000). Map-Based analysis of population differentiation and gene flow in *Phaseolus vulgaris*. *Plant and Animal Genome VIII*. January 9-12, San Diego. (pp.184).
- Paule, L., Gömöry, D., & Longauer, R. (1993). Present distribution and ecological conditions of the English yew (*Taxus baccata* L.) in Europe. In: International yew resources conference: yew (*Taxus*) conservation biology and interaction. Berkeley, CA, pp 189–196.
- Pautasso, M. (2009). Geographical genetics and the conservation of forest trees. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 11(3), 157-189.
- Pearson, K. (1899). Mathematical contributions to the theory of evolution. V. On the reconstruction of the stature of prehistoric races. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, 192, 169-244.
- Pedrotti, F., Ballelli, S., Biondi, E., Cortini Pedrotti, C., & Orsomando, E. (1980). Resoconto dell'escursione della Società Italiana di Fitosociologia nelle Marche ed in Umbria (11–14 giugno 1979). *Not. Fitosoc*, 16, 73-75.
- Petit, R. J., & Hampe, A., (2006). Some evolutionary consequences of being a tree. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 37, 187–214.
- Piano di Gestione del S.I.C. IT5330013 “Macchia delle Tassinete”
- Pietracaprina, A., Corti, G., Vischetti, C., Cocco, S., & Agnelli, A. (2006). Scenari pedologici dell'entroterra collinare marchigiano in ambiente naturale e coltivato: influenza del substrato pedogenetico e della vegetazione. Ancona.
- Pignatti, S. (1982). *Flora d'Italia*.
- Pignatti, S. (1998). *I boschi d'Italia*. UTET, Torino.
- Piovesan, G., Hermanin, L., Lozupone, G., Palumbo, M., & Schirone, B. (2003). Considerazioni ecologico-selvicolturali per la ricomposizione e la riabilitazione delle tassete. *Sherwood For Alberi Oggi*, 91, 46–53.
- Presutti Saba, E. (2006). Monitoraggio e gestione di faggete con tasso (*Taxus baccata* L.) nell'Appennino centrale. Tasi di Dottorato di Ricerca, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italia.

- Provan, J., Corbett G., McNicol J.W., & Powell, W. (1997). Chloroplast variability in wild and cultivated rice (*Oryza spp.*) revealed by polymorphic chloroplast simple sequence repeats. *Genome*, 40, 104–110.
- Provan, J., Powell, W., & Hollingsworth, P.M. (2001). Chloroplast microsatellites: new tools for studies in plant ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 16, 142–147.
- Raffaelli, F. (1874). I sigilli del comune di Cingoli: Estratto dal Periodico di Numismatica e Sfragistica Anno 6. Tipogr. Ricci.
- Richards, R. I., & Sutherland, G. R. (1994). Simple repeat DNA is not replicated simply. *Nature Genetics*, 6(2), 114–116.
- Rodriguez, M., Rau, D., Angioi, S. A., Bellucci, E., Bitocchi, E., Nanni, L., Knüpfper, K., Negri, V., Papa, R., & Attene, G. (2013). European *Phaseolus coccineus* L. landraces: population structure and adaptation, as revealed by cpSSRs and phenotypic analyses. *PloSone*, 8(2), e57337.
- S.B.I., (1971) Censimento dei biotopi di rilevante interesse vegetazionale meritevoli di conservazione in Italia, Vol. I, Camerino.
- S.B.I., (1979) Censimento dei biotopi di rilevante interesse vegetazionale meritevoli di conservazione in Italia, Vol. II. Camerino.
- Sagnard, F., Pichot, C., Dreyfus, P., Jordano, P., & Fady, B. (2007). Modelling seed dispersal to predict seedling recruitment: recolonization dynamics in a plantation forest. *Ecological modelling*, 203(3), 464–474.
- Salbitano, F. (1988). Per uno studio delle modificazioni del paesaggio forestale: il caso del monte Catria. In: Andreoli B, Montanari M (eds) *Il Bosco nel Medioevo*. Clueb, Bologna, pp 287–301.
- Spadoni, P. (1828). *Xilologia Picena applicata alle arti*. Presso Antonio Cortesi.
- Spjut, R. W. (2007) Taxonomy and nomenclature of *Taxus* (*Taxaceae*). *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 1, 203–289.
- Stewart, J. R., & Lister, A. M. (2001). Cryptic northern refugia and the origins of the modern biota. *Trends in Ecology & Evolution*, 16, 608–613.
- Taffetani, F., Zitti, S., & Giannangeli, A. (2004). Vegetazione e paesaggio vegetale della dorsale di Cingoli (Appennino Centrale, Dorsale Marchigiana). *Fitosociologia*, 41(2), 83–161.
- Tautz, D., & Renz, M. (1984). Simple sequences are ubiquitous repetitive components of eukaryotic genomes. *Nucleic acids research*, 12(10), 4127–4138.

- Thomas, P. A., & Polwart, A. (2003). Biological flora of the British Isles. *Taxus baccata* L., *Journal of Ecology*, 91, 489–524.
- Tiberi, M. (2006) Dorsale di Cingoli ed Aree retrostanti. Suoli e Paesaggi delle Marche. Programma Interregionale “Agricoltura e Qualità”.- Misura 5 (D.G.R. n 2805 del 28/12/2000). ASSAM, 201-206. 89–524.
- Turner, C. (2000). The Eemian interglacial in the North European plain and adjacent areas. *Netherlands Journal of Geosciences*, 79, 217–231.
- Tzedakis, P. C., Emerson, B. C., Hewitt, G. M. (2013). Cryptic or mystic? Glacial tree refugia in northern Europe. *Trends in Ecology & Evolution*, 28, 696–704.
- Ubaldi, D. (1995). Tipificazione di syntaxa forestali appenninici e siciliani. Studi sul territorio, *Ann.Bot.* 51 (10): 113-127. USDA Forest Service, (1992). An interim guide to the conservation and management of Pacific Yew. USDA Forest Service, Pacific Northwest Region, Portland, Oreg.
- Urbinati, C., & Bagnara, L. (2010). Progetto per la Conservazione e la Valorizzazione ambientale dell'area floristica n. 51 “Macchia delle Tassinete”. Regione Marche - UNIVPM.
- Vendramin, G. G., Lelli, L., Rossi, P., Morgante, M. (1996). A set of primers for the amplification of 20 chloroplast microsatellites in Pinaceae. *Molecular Ecology*, 5, 595–598.
- Wang, Z., Weber, J. L., Zhong, G., & Tanksley S. D. (1994). Survey of plant short tandem DNA repeats. *Theoretical and Applied Genetics* 1994, 88, 1-6.
- Weber, J. L., & May, P. E. (1989). Abundant class of human DNA polymorphisms which can be typed using the polymerase chain reaction. *American Journal of Human Genetics*, 44(3), 388.
- Weising, K., & Gardner R. C. (1999). A set of conserved PCR primers for the analysis of simple sequence repeat polymorphisms in chloroplast genomes of dicotyledonous angiosperms. *Genome*, 42, 9–19.
- Willi, Y., Van Buskirk, J., & Hoffmann, A.A., (2006). Limits to the adaptive potential of small populations. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37: 433-434.
- Willis, K. J., & van Andel, T. H. (2004). Trees or no trees? The environments of Central and Eastern Europe during the Last Glaciation. *Quaternary Science Reviews*, 23, 2369–2387.

- Wright, S. (1949). The genetical structure of populations. *Annals of Human Genetics*, 15(1), 323-354.
- Young, A., Boyle, T., & Brown, T. (1996). The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in Ecology & Evolution* 11 : 413 – 418 .
- Zitti, S., Casavecchia, S., Pesaresi, S., Taffetani, F., & Biondi, E. (2014). Analysis of forest diversity in an area of high presence of *Taxus baccata* L. and *Ilex aquifolium* L.. The study case in the central Apennines (Italy). *Plant Sociology*, 51(2), 117-129.



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali

Corso di Laurea in Scienze Forestali ed Ambientali (L)

**Analisi e valorizzazione dei boschi da seme
nella regione Marche**

*Analysis and development of seed production forests in the
Marche region*

Tesi di laurea di

Luca Calandra

Relatore

Prof. Carlo Urbinati

Correlatore

Dott. Alessandro Vitali

Anno Accademico 2017-2018

Sessione Autunnale Dicembre 2018

Indice

1. Introduzione	4
1.1 Contestualizzazione e obiettivi della tesi	4
1.2 Boschi da seme e risorse genetiche forestali in Italia	5
1.3 La normativa di riferimento nazionale e regionale	6
1.4 Il registro regionale dei boschi da seme	7
1.5 Il Progetto ASSAM-D3A	8
2. Materiali e metodi	10
2.1 Aree di studio	10
2.1.1 Caratteri stazionali della Macchia delle Tassinete (MC)	10
2.1.2 Caratteri stazionali della selva dell'Abbadia di Fiastra (MC)	14
2.2 Protocollo di campionamento	16
2.2.1 Analisi svolte	18
3. Risultati	21
3.1 Macchia delle Tassinete, Cingoli (MC)	21
3.1.1 Assetto compositivo della cenosi	21
3.1.2 Assetto strutturale della cenosi	26
3.1.3 Analisi della diversità specifica	29
3.1.4 Indirizzi gestionali	32
3.2 La selva di Abbadia di Fiastra	33
3.2.1 Assetto compositivo della cenosi	33
3.2.2 Assetto strutturale della cenosi	36
3.2.3 Analisi della diversità specifica	39
3.2.4 Indirizzi gestionali	41

4. Conclusioni	43
5. Bibliografia	45
6. Sitografia.....	47

1. Introduzione

1.1 Contestualizzazione e obiettivi della tesi

A partire dai primi anni del dopoguerra il settore vivaistico in Italia ha avuto un incremento notevole, con una richiesta sempre più elevata di materiale di base da utilizzare per la produzione di nuove piantine.

Questo incremento è dovuto principalmente ai numerosi rimboschimenti effettuati soprattutto sulle principali catene montuose italiane che durante la guerra erano state e sovra sfruttate per ottenere legname a fini energetici e per la costruzione di infrastrutture necessarie alla guerra.

Nonostante negli ultimi anni il numero di rimboschimenti effettuati sia diminuito drasticamente l'attenzione verso la produzione e commercializzazione di materiale di base per fini forestali rimane alta anche se le motivazioni sono differenti.

Questo è dovuto ad una sempre più crescente attenzione, anche da parte della classe politica, ai vari aspetti ambientali come possono essere la biodiversità, il risanamento di aree colpite da disturbi naturali (incendi, vento, dissesto idrogeologico...), e lo stoccaggio di carbonio atmosferico. Quindi nonostante l'attività di vivaistica pubblica si è ridotta, è continuata soprattutto per valorizzare la conservazione della biodiversità e garantire produzioni di particolare qualità e con particolari caratteristiche sia a livello genotipico che fenotipico.

L'obiettivo generale di questa tesi, in linea con il progetto ASSAM-D3A è quello di analizzare e valorizzare alcune Formazioni Vegetali Monumentali (FVM) dal punto di vista della loro potenzialità riproduttiva. Si intende preservare il materiale di base ottenibile da queste formazioni. Nello specifico l'obiettivo principale della tesi è la caratterizzazione ecologica di due FVM forestali mediante la definizione di una scheda di rilevamento e di un protocollo sperimentale per la raccolta di dati sulla struttura e composizione specifica dei soprassuoli indagati, nonché l'eventuale individuazione di esemplari di specie di particolare valenza e con potenzialità di "portaseme".

Le due FVM oggetto dello studio sono la "Macchia delle Tassinete" (Cingoli, MC) e "Selva dell'Abbadia di Fiastra" (Tolentino, MC).

Le FVM come definite dalla L.R. 6/2005 art.2 sono gli alberi di qualunque specie, i filari, i gruppi e qualsiasi altro elemento o formazione vegetale di particolare interesse storico-culturale o di particolare pregio naturalistico-paesaggistico, che per età o dimensioni possono essere considerati come rari esempi di maestosità e longevità o che recano un

preciso riferimento ad eventi o memorie rilevanti dal punto di vista storico, culturale, o delle tradizioni locali.

1.2 Boschi da seme e risorse genetiche forestali in Italia

In Europa, come anche nella maggior parte dei paesi che posseggono risorse forestali, gli arboreti da seme sono da decenni un efficace strumento di controllo della biodiversità e, contemporaneamente, di diffusione di materiale biologico di buona qualità. Le tecniche di costituzione e di gestione di questi hanno proceduto di pari passo con il progredire delle conoscenze in genetica e nel miglioramento genetico. In Italia, pur disponendo di risorse genetiche di notevole valore biologico ed ecologico, tutto l'approvvigionamento dei materiali forestali di propagazione è affidato, attualmente, alle raccolte nei boschi da seme, con scarsi controlli sulla certificazione, sui metodi di raccolta e con possibili, evidenti ripercussioni negative sulla gestione della biodiversità e con scarsa competitività nei confronti di altri paesi europei. Il D.lgs. 386/03 ha introdotto la necessità di porre rimedio poiché diviene obbligatorio impiegare materiale non solo certificato ma anche di buona qualità. (Ducci, 2005)

In tutto il paese è sentito, seppure in misura diversa e secondo differenti modalità, il problema dell'individuazione sul territorio di aree idonee alla raccolta di materiale forestale di propagazione, sia di specie arboree che arbustive autoctone, da destinare alle produzioni di vivaio. Le regioni si sono attivate tutte indistintamente in questa direzione, senza tuttavia che vi sia un coordinamento nazionale del settore in grado di allocare risorse, fornire linee guida, armonizzare interventi e ricerca forestale, omogeneizzare per quanto possibile le esperienze in corso. (Cambiaggi e Ciccarese, 2004)

È indubbio che tutte le regioni si stanno muovendo in questo senso, ma problemi di natura economica e di appropriate politiche/strategie forestali sul territorio sia a livello nazionale, sia a livello regionale, relegano questi temi in un ruolo quasi marginale, più legato a piccoli finanziamenti puntuali eventualmente disponibili che ad un piano organico regionale e nazionale, in grado di coordinare le attività, diffondere le conoscenze e far convergere le risorse. (Cambiaggi e Ciccarese, 2004)

Di fatto, a causa della mancata trasmissione da parte di tutte le regioni (solo 10) al MIPAAFT ed ai Carabinieri Forestali (ex CFS) dell'elenco regionale dei boschi da seme e dei materiali di propagazione, non è potuto essere stato redatto un Registro Nazionale. (Cagelli, 2011)

1.3 La normativa di riferimento nazionale e regionale

La Comunità Europea fin dal momento della sua fondazione si è sempre impegnata nella salvaguardia e conservazione delle risorse ambientali, anche nel campo della vivaistica già dal 1966 e successivamente nel 1971 con l'emanazione, rispettivamente, della direttiva 66/404/CEE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione, e della direttiva 71/161/CEE, relativa alle norme di qualità esteriore dei materiali forestali di moltiplicazione commercializzati all'interno della Comunità.

A causa della continua e repentina evoluzione di questo settore queste due direttive sono state più volte modificate ed infine abrogate dalla Direttiva (CE) n. 105/1999 in cui si disciplina la produzione, classificazione e commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione, che è attualmente in vigore.

Infine, 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 ammessi nel proprio territorio e disciplina la redazione di quest'ultimo.

Seguendo le linee guida europee il Parlamento italiano sotto proposta diretta dell'ex MIPAAF (Ministero Italiano delle politiche agricole, alimentari e forestali) attuale MIPAAFT, emanò il D.lgs. 386/2003, che attua i principi legati alla direttiva 1999-105-CE, direttiva relativa alla produzione e alla commercializzazione di materiale di propagazione e moltiplicazione per fini forestali. Come definito dal presente D.lgs. con "fini forestali" si intendono tutte le attività relative all'imboschimento, al rimboschimento e all'arboricoltura da legno, mentre per materiale di moltiplicazione si intendono le unità seminali destinate alla produzione di postime. Inoltre, le regioni e le province autonome devono istituire un registro dei materiali di base delle specie elencate presenti nel proprio territorio. In detto registro, devono essere inseriti i dati specifici relativi a ciascuna unità di ammissione unitamente al riferimento unico del registro.

A seguito di questo decreto ogni Regione ha normato la produzione, la commercializzazione del materiale di moltiplicazione di base, nonché l'istituzione e la compilazione dei registri regionali dei boschi da seme. In seguito, si propone l'elenco delle norme regionali delle Marche e delle regioni confinanti ad essa (Tabella 1.1).

Regione	Normativa	
Marche	L.R. 6/2005 (art 14 e 17)	<i>Legge Forestale Regionale</i>
	D.G.R. 1269/2005	<i>Criteri e modalità per l'iscrizione e l'aggiornamento del libro regionale dei boschi da seme e dei materiali forestali di base</i>
Abruzzo	L.R. 3/2014 (art. 57-62)	<i>Legge Forestale Regionale</i>
Emilia-Romagna	L.R.244/2018 (art. 43)	<i>Legge Forestale Regionale</i>
	L.R.10/2007	<i>Norme sulla produzione e commercializzazione delle piante forestali e dei relativi materiali di moltiplicazione</i>
Lazio	L.R. 39/2002 (art. 58-63) e ss.mm.ii	<i>Norme in materia di gestione delle risorse forestali</i>
Toscana	L.R. 39/2000 (art. 77-80) e ss.mm.ii	<i>Legge Forestale Regionale</i>
Umbria	L.R. 28/2001 (art. 33-40) e ss.mm.ii.	<i>Testo unico regionale per le foreste</i>

Tabella 1.1. Norme in materia di produzione e commercializzazione delle piante forestali e dei relativi materiali di moltiplicazione delle Marche e delle Regioni confinanti le Marche

La regione Marche con la Legge Regionale 6/05 e la Delibera della Giunta Regionale 1269/05 disciplina le modalità di l'iscrizione e di aggiornamento del libro regionale dei boschi da seme e dei materiali forestali di base.

1.4 Il registro regionale dei boschi da seme

Successivamente al D.lgs. 386/03 ogni regione ha dovuto predisporre un registro regionale dei materiali di base in cui sono inseriti i dati specifici relativi a ciascuna unità di ammissione: il nome botanico, la categoria, la destinazione, il tipo di materiale di base ed il riferimento di registro o, se del caso, sintesi dello stesso, o il codice d'identità relativo alla regione di provenienza

In seguito con l'emanazione della L.R. 6/05 e successivamente con la D.G.R. 1269/05 la Regione Marche ha istituito il "Registro Regionale dei Boschi da Seme" definendone i criteri e le modalità per l'iscrizione e l'aggiornamento del libro.

Secondo la D.G.R. 1269/05 possono essere iscritti al "Registro" boschi, arboreti e piante appartenenti, oltre che alle specie di cui all'articolo 20 della L.R. 6/05, tutte le specie contenute nell'allegato 1 del D.lgs. 386/03.

Ai fini dell'iscrizione è opportuno prevedere la compilazione di una scheda cartacea realizzata ed informatizzata di rilevamento, ovviamente compilata dopo opportuni sopralluoghi.

A tal fine l'UNIVPM per conto dell'ASSAM in linea con il progetto in corso, ha elaborato una scheda di Rilevamento (Figura 1.1), sulla base delle informazioni richieste dalla D.G.R. sopra citata, utile per l'iscrizione delle FVM al Registro.

Attualmente risultano iscritte al Registro solo 4 formazioni vegetali:

- FVM n. 281, Agrifoglio (*Ilex aquifolium* L.) a Cingoli (MC);
- FVM n. 135, Magnolia (*Magnolia grandiflora* L.) ad Ancona (AN)
- FVM n. 121, Bagolari (*Celtis australis* L.) di San Francesco a Sirolo (AN)
- FVM n. 138, Roverella castagnola (*Quercus virgiliana* Ten.) ad Ancona (AN)

Mentre per altre 12 (9 alberi monumentali e 3 formazioni boschive) è stato già avviato un processo di approfondimento per lo studio e l'iscrizione al Registro.

Scheda di rilevamento Formazioni Vegetali delle Marche

FVM N _____ Nome _____ Pianta singola Gruppo o Filare Bosco

Specie _____ Nome comune _____ Nome scientifico _____

N.	Variabile	Descrizione	
1	Uso del suolo		
2	Provincia		
3	Comune		
4	Latitudine	WGS 84 UTM 33 N	Gauss Boaga
5	Longitudine	WGS 84 UTM 33 E	Gauss Boaga
6	Località		
7	Specie idonea/e alla raccolta	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
8	Superficie del popolamento (ha)		
9	Proprietà	<input type="checkbox"/> Demanio <input type="checkbox"/> Statale <input type="checkbox"/> Militare <input type="checkbox"/> Regionale <input type="checkbox"/> Provinciale <input type="checkbox"/> Comunale <input type="checkbox"/> Privata <input type="checkbox"/> Collettiva	
10	Accesso		
11	Agibilità	<input type="checkbox"/> Difficoltosa <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Buona	
12	Quota	<input type="checkbox"/> Minima <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Massima	
13	Esposizione	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> NW <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> SW <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> SE <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> NE	
14	Pendenza	<input type="checkbox"/> Minima <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Massima	
15	Substrato		
16	Suolo		
17	Tipo di formazione	<input type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input type="checkbox"/> Gruppo <input type="checkbox"/> Siepe <input type="checkbox"/> Arbusteto <input type="checkbox"/> Bosco	
18	Origine del materiale	<input type="checkbox"/> Autoctona <input type="checkbox"/> Non autoctona <input type="checkbox"/> Indigena <input type="checkbox"/> Non indigena <input type="checkbox"/> Sconosciuta	
19	Provenienza		

20	Tipo di materiale di base	<input type="checkbox"/> Pianta isolata <input type="checkbox"/> Filare <input type="checkbox"/> Gruppo <input type="checkbox"/> Identificato alla fonte <input type="checkbox"/> Selezionato <input type="checkbox"/> Qualificato <input type="checkbox"/> Controllato
21	Categoria commerciale d'iscrizione	
22	Numero di pianta/ettaro	
23	Volume medio/ettaro	
24	Diametro (x alberi singoli) Diametro medio (x boschi)	
25	Forma di governo	
26	Altezza	
27	Tipo di trattamento	
28	Età misurata o stimata	
29	Situazione evolutiva-culturale	<input type="checkbox"/> Assenti <input type="checkbox"/> Meteorici <input type="checkbox"/> Pascolo <input type="checkbox"/> Fauna selvatica <input type="checkbox"/> Incendio <input type="checkbox"/> Patogeni <input type="checkbox"/> Altro
30	Danni alla FVM	
31	Gestione pianificata	
32	Copertura	
33	Distribuzione	<input type="checkbox"/> casuale <input type="checkbox"/> a piccoli gruppi <input type="checkbox"/> a piede d'albero <input type="checkbox"/> isolati
34	Stato fitosanitario	Chioma <input type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico Fusto <input type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico Radici <input type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> soddisfacente <input type="checkbox"/> critico
35	Fenotipo	<input type="checkbox"/> Scadente <input type="checkbox"/> Discreto <input type="checkbox"/> Buono <input type="checkbox"/> Ottimo <input type="checkbox"/> Eccezionale per dimensioni
36	Rinnovazione gamica	<input type="checkbox"/> Diffusa <input type="checkbox"/> a gruppi
37	Fruttificazione	<input type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> scarsa <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Abbondante
38	Numero di individui portaseme	
39	Condizioni di raccolta	<input type="checkbox"/> Facili <input type="checkbox"/> Medie <input type="checkbox"/> Difficili
40	Giudizio complessivo e note aggiuntive	

Figura 1.1 - Scheda di rilevamento FV nelle Marche elaborata a seguito del progetto ASSAM-D3A

1.5 Il Progetto ASSAM-D3A

L'area Sistemi Forestali del D3A – UNIVPM partecipa con ASSAM ad un progetto finanziato dal PSR per la valorizzazione del materiale di propagazione da alberi e boschi di particolare interesse regionale. Fra le fonti di materiale di base sono state selezionate anche

delle formazioni vegetali monumentali (FVM) eseguito dal Corpo Forestale dello Stato nel 2012, sulla base di un Accordo di Programma sottoscritto con la Regione Marche nel maggio 2009, grazie alla loro adattabilità e resistenza, sicuramente superiori a quelle di normali individui. Sono state selezionate per il censimento, l'analisi e la raccolta del materiale (in prevalenza frutti) 12 FVM, di cui 9 individui monumentali e 3 formazioni boschive. Per le formazioni boschive è stato attuato un protocollo di campionamento sperimentale con lo scopo di caratterizzare la struttura delle cenosi forestali, la composizione arborea, l'origine (gamica-agamica) dei soprassuoli e la presenza e relativa mappatura di individui arborei particolarmente vocati alla produzione di seme, nonché gli indirizzi per la conservazione e la valorizzazione. Tale campionamento, oltre agli obiettivi specifici del progetto, ha permesso di verificare le condizioni ecologico-evolutive delle cenosi forestali e la presenza di possibili fattori di disturbo o minaccia ai normali processi silvigenetici, con particolare riferimento a quelli di rinnovazione naturale del bosco.

2. Materiali e metodi

2.1 Aree di studio

Le FVM analizzate in questa tesi sono la Macchia delle Tassinete (Cingoli – MC) (FVM n. 286 e la Selva di Fiastra (FVM 258 e 259), inclusa nella Riserva Naturale dell'Abbadia di Fiastra (MC). Ad esse si aggiunge l'Abetina di Fonte Abeti (PU) che rientra anche essa all'interno del progetto Assam-D3A, ma che non è oggetto di questa tesi (Figura 2.1)



Figura 2.1 – Localizzazione delle due aree analizzate (in giallo) e l'Abetina di Fonte Abeti (in nero) che rientra nel Progetto

2.1.1 Caratteri stazionali della Macchia delle Tassinete (MC)

La Macchia delle Tassinete si estende per 179 ha sul versante settentrionale della Cima Mastro Luca, poco acclive e morfologicamente omogeneo. L'altitudine nell'area di studio è variabile tra 450 e 770 m s.l.m. con netta prevalenza di quote comprese attorno i 600 m; l'esposizione prevalente del versante è quella nord-ovest (Bagnara 2012). Più della metà della superficie dell'area ha una pendenza compresa tra 30% e 50% (Figura 2.2).

In conseguenza all'elevata pendenza più evidente nella parte centrale dell'area si è formata una frana che di fatto taglia a metà l'area indagata (Figura 2.2).

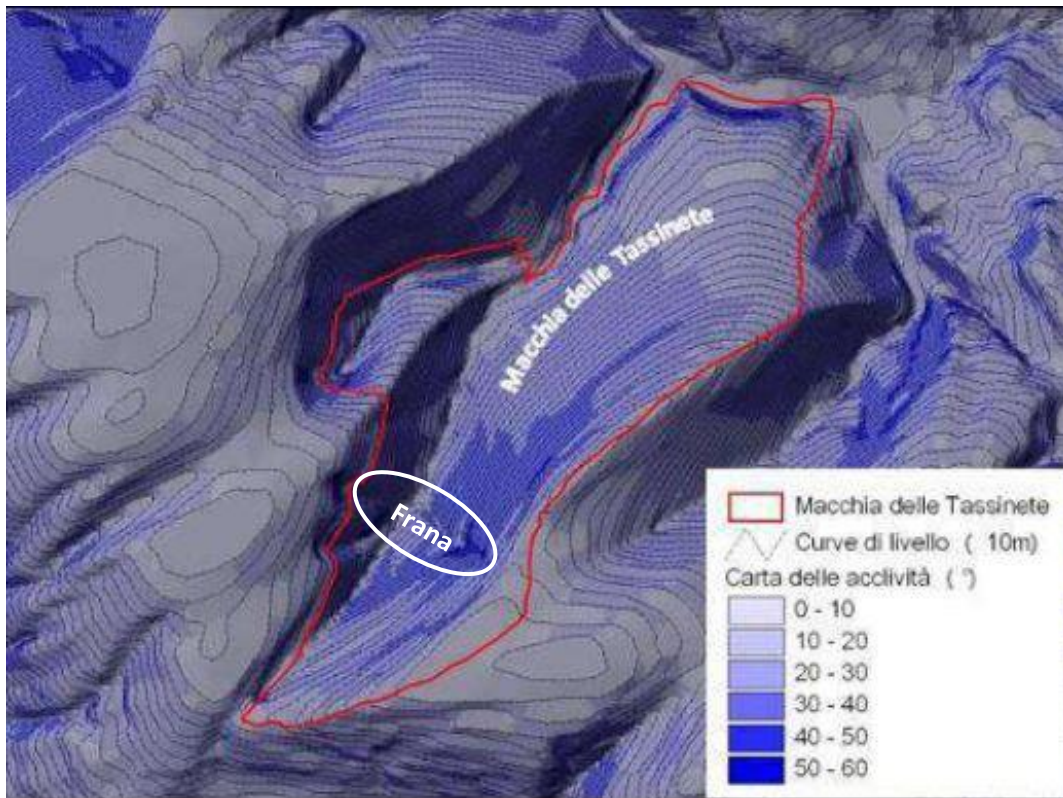


Figura 2.2 - Carta delle pendenze nell'area SIC di Macchia delle Tassinete

Il settore è interamente compreso nel piano alto collinare e la quota più elevata è raggiunta dal Monte Acuto (820 m). Il corso d'acqua di maggiore importanza è il Fosso delle Scalette che nasce dalla località Tassinete e scende verso l'abitato di Capo di Rio (Bagnara 2012). L'area di studio comprende solo una porzione dell'area ZSC della Macchia di Tassinete, che occupa la porzione sommitale del versante che va dalla strada fino alla linea di cresta del versante per una estensione di circa 56 ha.

I principali complessi litologici della dorsale sono il calcare Massiccio affiorante, il calcare della Maiolica, il calcare della Scaglia Rossa e Bianca, le Marne a Fucoidi e i complessi detritici di versante. Nei versanti boscosi della Montagna di Cingoli prevalgono *Cambisols* pietrosi e suoli degli ambienti boscosi a volte arrossati se evoluti su colluvi decarbonatati o terre rosse, con orizzonte superficiale ricco in sostanza organica e/o substrato litoide poco profondo (Tiberi, 2006). Pietracaprina et al, (2006) hanno analizzato tre profili geopedologici realizzati lungo il sentiero principale che attraversa Macchia delle Tassinete, rilevando suoli superficiali con orizzonti A e AB limitati ai primi 30 cm di profondità ed inquadrandoli in base alla classificazione FAO-ISRICISS (1998) come "*Calcic Siltic Chernozem*".

L'area in esame risulta essere caratterizzata da un Macrobioclima Temperato (variante sub mediterranea), Bioclima Temperato Oceanico, Piano bioclimatico submesomediterraneo (mesotemperato superiore) ed ombrotipo umido inferiore (Bagnara 2012).

Le precipitazioni medie annue sono di 912 mm, con valori massimi nel mese di novembre (98 mm) e minimi a luglio (50 mm) ed una distribuzione di tipo sub-equinoziale. Le precipitazioni medie nel trimestre estivo (giugno, luglio, agosto) sono di 191 mm, considerando che 150 mm è il valore proposto da De Philippis quale soglia per considerare un'estate siccitosa di tipo mediterraneo. La temperatura media annua è di 13 °C, con minimi e massimi termici che si registrano rispettivamente a gennaio (4,4 °C) e luglio (22,2 °C) (Figura 2.3) (Bagnara 2012).

Il diagramma di Thornthwaite (Figura 2.3) mette in evidenza un deficit idrico fra giugno e agosto, il quale tende progressivamente ad annullarsi nel corso dei mesi autunnali. (Bagnara 2012).

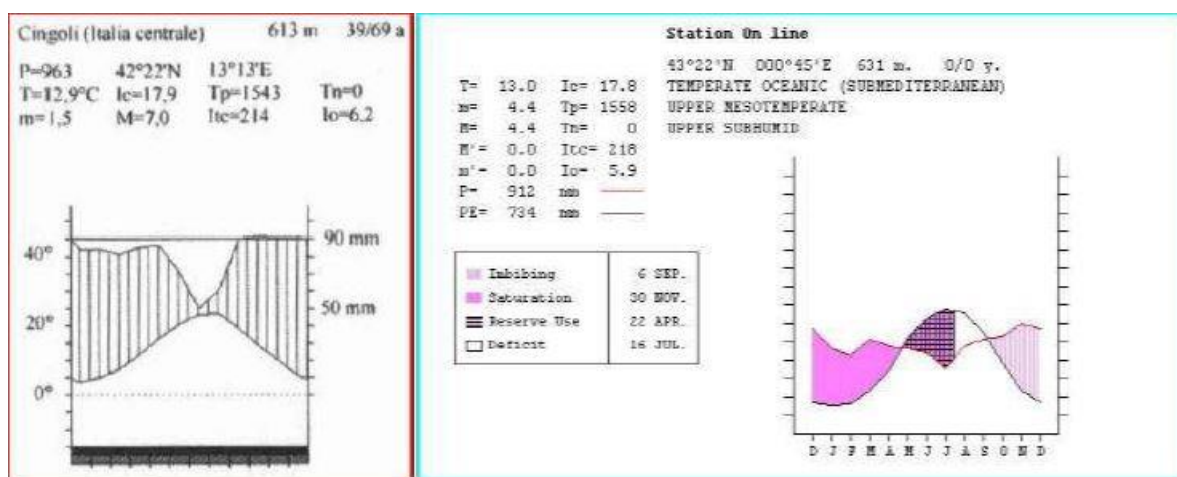


Figura 2.3 - Diagramma termo pluviometrico e del bilancio idrico di Thornthwaite riferiti al trentennio 1961-1990 per la stazione di Cingoli

Vegetazione

La vegetazione della Macchia delle Tassinete secondo la Tipologia Forestale delle Marche (IPLA, 2001) è quasi esclusivamente forestale inquadrabile quale Orno-ostrieto mesoxerofilo. In successivi studi le aree caratterizzate dalla presenza significativa del tasso sono state riconosciute nell'associazione *Taxo baccatae-Ostryetum carpinifoliae* poi considerate come variante a tasso (*Taxus baccata* L.) dell'orno-ostrieto (Taffetani et al., 2004). Le specie considerate caratterizzanti e diffuse nella suddetta variante a tasso sono il carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.), l'acero opalo (*Acer opalus* Mill.), l'erba limona

comune (*Melittis melissophyllum* L.), l'agrifoglio (*Ilex aquifolium*), il falso pistacchio (*Staphylea pinnata* L.) e la scutellaria (*Scutellaria columnae* All.).

Nella parte sommitale di Cima Mastro Luca è presente nell'area una piccola porzione delle cerrete che sono invece prevalenti nel versante sud-orientale ma al di fuori del perimetro dell'area floristica. Sopra l'abitato di Capo di Rio è presente anche un rimboschimento a prevalenza di pino nero (Figura 2.4).

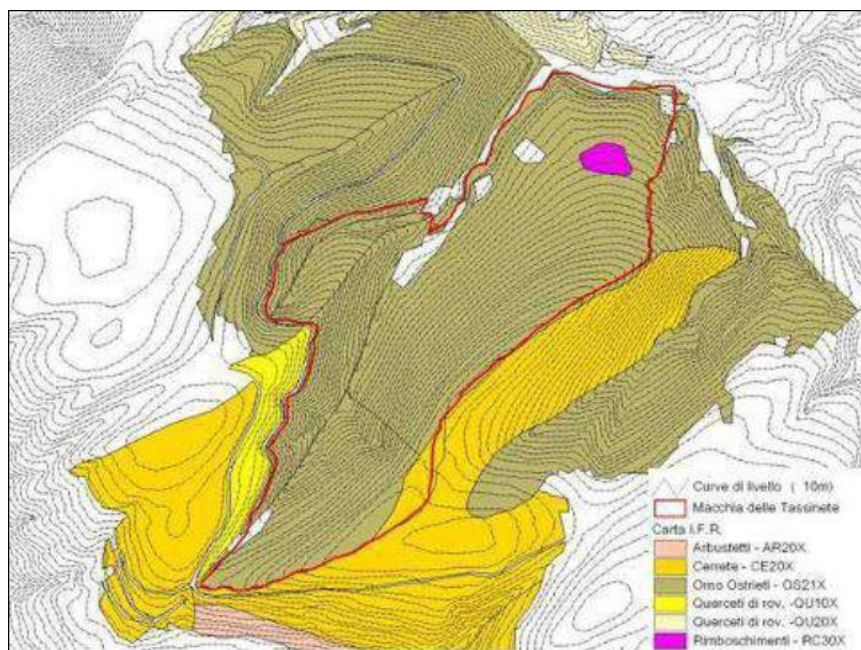


Figura 2.4 - Categorie forestali presenti nella Macchia delle Tassinete (IPLA, 2001)

I lavori fino ad ora reperibili in letteratura definiscono gli ostrieti a tasso come boschi cedui a prevalenza di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), orniello (*Fraxinus ornus* L.) ed una elevata ricchezza di specie arboree mesofile e mesoxerofile quali: faggio (*Fagus sylvatica* L.), acero a foglie ottuse (*Acer obtusatum* Waldst. & Kit. ex Willd.), acero riccio (*Acer platanoides* L.), nocciolo (*Corylus avellana* L.), maggiociondolo (*Laburnum anagyroides* Medik.), cerro (*Quercus cerris* L.), ciavardello (*Sorbus torminalis* L.), sorbo comune (*Sorbus domestica* L.), roverella (*Quercus pubescens* Willd.), acero campestre (*Acer campestre* L.), acero minore (*Acer monspessulanum* L.), il non comune falso pistacchio (*Staphylea pinnata*) ed altre (Taffetani et al., 2004).

La presenza del tasso nella Macchia delle Tassinete è cosa antica e sembra sia stata caratterizzata da fluttuazioni quali-quantitative, in relazione al prevalere delle priorità di utilizzazione o protezionistiche. Il bosco ceduo, peraltro, era all'epoca una risorsa fondamentale per le popolazioni locali che si approvvigionavano di legna da ardere e carbone

da legna per il sostentamento quotidiano. Si presume che, per lo meno negli ultimi 500 anni, la presenza del tasso sia stata sempre associata a quella del bosco ceduo (Bagnara 2012).

Barontini, (1903) riporta che i boschi cedui di Montenero di Cingoli, sito non lontano da quello di Macchia delle Tassinete, venivano tagliati con turni di 6 o 9 anni. Dalla consultazione del registro dei tagli del Comando Stazione Forestale di Cingoli poi è possibile evidenziare come in località "Tassinete" il turno di utilizzazione del ceduo fosse fra 12 e 16 anni negli anni '50-'60 del secolo scorso, dai 17 ai 20 anni negli anni '70-'80 ed infine fra 20 e 28 dai primi anni 90 ad oggi. Questo generale e progressivo allungamento dei turni e per alcune aree anche l'abbandono completo della ceduzione ha determinato negli ultimi decenni una modifica della struttura dei soprassuoli e conseguentemente di alcuni assetti ecosistemici in grado di condizionare lo sviluppo e l'accrescimento del tasso.

Nella proprietà pubblica, prima demanio statale oggi regionale (92,8 ha corrispondente al 56,8%) dove la presenza di tasso è di notevolmente minore, l'ente gestore ha indirizzato il soprassuolo verso una conversione estensiva al governo a fustaia. Peraltro, gli interventi di avviamento sono stati eseguiti in modo discontinuo, solo in poche aree, lasciando gran parte dei soprassuoli pubblici in condizioni di prevalente abbandono colturale.

2.1.2 Caratteri stagionali della selva dell'Abbadia di Fiastra (MC)

La Riserva Naturale dell'Abbadia di Fiastra è nei comuni di Tolentino e Urbisaglia (MC) con un'estensione totale di circa 1113 ha. È situata nella fascia medio-collinare fra i 130 ed i 306 m s.l.m. La selva dell'Abbadia di Fiastra si sviluppa su una superficie di circa 107 ha e si trova all'interno dell'area ZSC della Riserva Naturale dell'Abbadia di Fiastra.

Gli aspetti prioritari di salvaguardia di questa area protetta sono dati dalla presenza di un antico monastero cistercense il quale grazie alla cura dei monaci, presero una foresta di circa 107 ettari in cui predomina il Cerro. Così oggi in un territorio che va da quello di fondovalle tra i letti dei fiumi Fiastra, Chienti e del torrente Entogge scavato anche da qualche piccolo bacino lacustre di origine artificiale, fino alla dolce collina marchigiana, possiamo ritrovare questo esempio di bosco planiziario in un paesaggio che passa da quello della vegetazione riparia a quello della campagna marchigiana, fino a quello della selva vero e proprio. (Fermanelli e Magliola, 1996)

L'area in esame risulta essere caratterizzata da un Macrobioclima Temperato (variante sub mediterranea), Bioclima Temperato Oceanico e Piano bioclimatico mesosubmediterraneo (mesotemperato superiore). (Figura 2.5)



Figura 2.5 - Carta bioclimatica d'Italia (ottenuta tramite il programma on-line www.globalbioclimatics.org)

Le precipitazioni complessive medie annue come si evince dal grafico climatico riportato in seguito (Figura 2.6) sono di 785 mm, con valori massimi nel mese di novembre (85 mm) e minimi a luglio (50 mm) ed una distribuzione di tipo sub-equinoziale. La temperatura media annua è di 14,2 °C, con minimi e massimi termici che si registrano a gennaio (4,5 °C) ed agosto (23,3 °C).

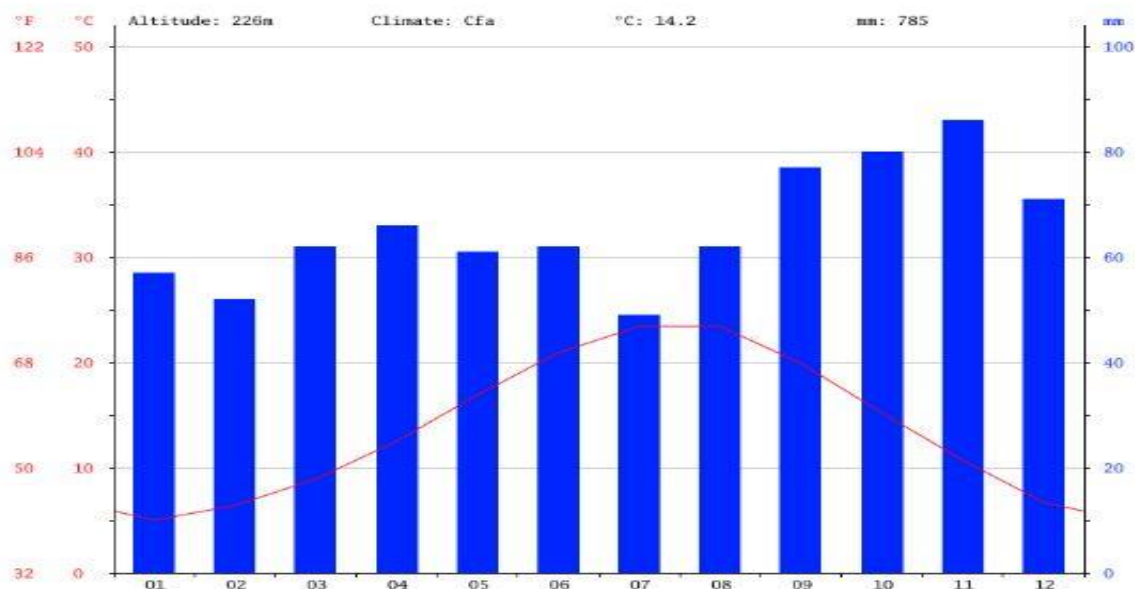


Figura 2.6 - Grafico termo-pluviometrico corrispondente alla stazione climatica di Tolentino corrispondente al trentennio 1987-2016 (ottenuto tramite il sito on-line

<https://it.climate-data.org>)

Vegetazione

La flora della Riserva Naturale dell'Abbadia di Fiastra risulta piuttosto ricca (comprendosi di più di 900 specie) ed è caratterizzata da una discreta impronta continentale. La distribuzione delle specie secondo la corologia rivela il notevole influsso oceanico a clima temperato fresco (specie euroasiatiche 31%), sulla matrice mediterranea (dominante con circa il 34% delle specie). Si rileva inoltre la presenza di specie endemiche atlantiche e montane. Dal punto di vista qualitativo la flora della Riserva presenta un contingente di specie imporatnti per diversi motivi: alcune di esse sono attualmente poco presenti nel piano collinare, in quanto legate agli oramai rari relitti di vegetazione forestale o risultano rare per il territorio regionale e, meno frequentemente, per ambiti superiori; altre specie rivestono un carattere endemico a diversa area geografica. (Fermanelli, Magliola 1996)

La selva si presenta come una associazione mesofila di caducifoglie a dominanza di cerro (*Quercus cerris*) con orniello (*Fraxinus ornus*) e carpino bianco (*Carpinus betulus* L.).

Inoltre lungo i fossi che solcano la selva sono presenti alcune formazioni ripariali con farnia (*Quercus robur* L.) e aceri, mentre nella porzione a sud-ovest dell'area una lecceta mista peraltro con un sesto d'impianto degli individui di leccio (*Quercus ilex* L.) che ne attesta la sua origine artificiale. (Fermanelli, Magliola 1996)

2.2 Protocollo di campionamento

Il campionamento delle due formazioni forestali sé stato dapprima definito con utilizzo di software GIS identificando 30 punti lungo tutta l'area in modo sistematico a partire da alcuni punti randomizzati (Figura 2.7) in principio erano stati disposti 35 punti in cui effettuare le aree di saggio ma per impossibilità di raggiungerli a causa della conformazione del suolo 5 di essi sono stati scartati.

A Tassinete l'area di campionamento è stata limitata al settore più elevato del versante (sopra strada), dove si massimizzano i caratteri mesofili della stazione e dove maggiore è la presenza del tasso, mentre a Fiastra l'area analizzata ha interessato solo la Selva.

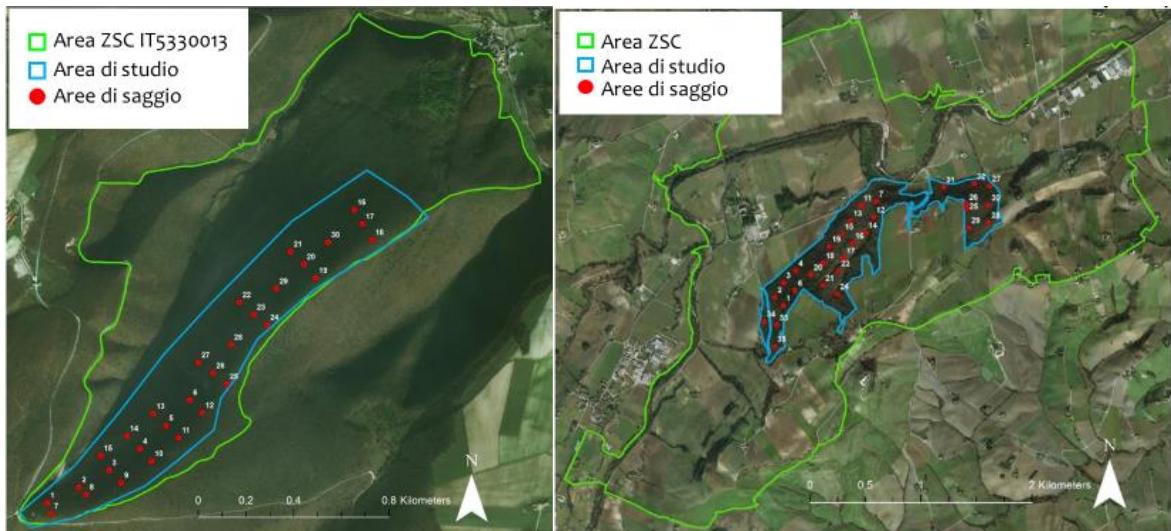


Figura 2.7 - A sinistra l'area ZSC di Macchia delle Tassinete con indicate le 30 ADS a destra l'area ZSC della Riserva Naturale dell'Abbadia di Fiastra con indicate le 35 ADS

Successivamente in campo sono stati localizzati con esattezza i punti di campionamento mediante l'utilizzo del GPS.

Le aree di saggio circolari di raggio di 5-7 m sono state realizzate assegnando un centroide (di solito un albero) in corrispondenza (o nei pressi) del punto GPS. Lo scopo del rilievo è quello di verificare la variazione nello spazio della composizione specifica arborea sia la presenza di individui portaseme di adeguate dimensioni.

È stata predisposta ed utilizzata una scheda di rilievo (Tabella 2.1), in cui sono state annotate le classi diametriche con ampiezza 3 cm a partire da fusti con diametro superiore a 9 cm ed una classe cumulativa per individui di dimensioni inferiori a tale soglia. Vista la presenza, a volte prevalente di individui di origine agamica è stato rilevato se l'elemento era un individuo monocormico o policormico ed il relativo numero di polloni presenti sulla ceppaia ed il diametro del pollone più grande.

Quello maggiormente utilizzato in letteratura, è l'indice H di Shannon-Wiener (Shannon, 1948). (Figura 2.8)

$$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Figura 2.8 - Algoritmo di calcolo dell'indice di Shannon-Wiener (H)

Questo indice fu ideato da Shannon in campo informatico per definire il contenuto informativo di un messaggio costituito da diversi simboli sulla base della diversità del messaggio medesimo (per esempio, un messaggio formato da un solo simbolo è meno informativo di uno contenente molti simboli). In seguito, Margalef (1958) ha applicato le idee di Shannon e Wiener (1949) alle discipline ecologiche.

Nel caso delle due aree di studio è stato applicato, calcolando dapprima il parametro p specifico per ogni specie, cioè il rapporto tra il numero totale di elementi di una certa area di saggio (n) e il totale di individui presenti nella stessa area (N), e solo successivamente applicata la formula precedente (Figura 2.8) facendo la sommatoria dei prodotti $p * \ln p$ calcolati per tutte le specie presenti nell'area di saggio.

Il secondo indice applicato è quello proposto per la prima volta nel 1949 dallo statistico britannico Edward Hugh Simpson. Anch'esso viene ideato per scopi diversi dal misurare la diversità biologica, ma come il precedente si applica bene anche in questo campo.

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$

Figura 2.9 – Algoritmo per calcolare l'indice di Simpson

In ecologia l'indice di Simpson è utilizzato per misurare la probabilità che due individui, scelti a caso all'interno di un gruppo, appartengano alla stessa specie per cui quanto più il numero di specie aumenta, tanto l'indice D quindi la probabilità diminuisce e tende a 0. Tale indice di dominanza può essere anche usato come indice di diversità, con $1-D$. Valori vicino a 1= alta diversità specifica, valori vicino allo 0= bassa diversità e presenza di specie dominanti. (Figura 2.9). È stato calcolato facendo la sommatoria dei parametri specifici (p), cioè il rapporto tra il numero totale di elementi di una certa area di saggio (n) e il totale di individui presenti nella stessa area (N), elevati al quadrato. Il valore che ne risulta viene sottratto a 1 ottenendo l'indice per l'area di saggio

Il terzo ed ultimo indice utilizzato è l'indice di Evenness (equitabilità) ideato dall'ecologa canadese Evelyn Chrystalla Pielou. In ecologia il concetto di equitabilità esprime il grado di omogeneità col quale gli individui sono distribuiti nelle varie specie che compongono una comunità. L'indice di equitabilità J di Pielou prende in considerazione la modalità di distribuzione dei singoli individui nelle varie specie. (Figura 2.10)

Esso viene calcolato a partire dall'indice di Shannon che viene diviso per l'indice di Shannon massimo. L'indice di Shannon massimo è calcolato facendo il logaritmo in base 2 del numero di specie presenti nell'area di saggio.

Il risultato di questa formula tende a 1 quanto più gli organismi sono distribuiti uniformemente tra le specie, mentre tende a 0 quanto più alcune specie dominano numericamente sulle altre.

$$J = \frac{H}{H_{\max}}$$

Figura 2.10 - Algoritmo di calcolo dell'indice di Evenness

Quest'ultimo se valutato insieme agli altri due (Simpson e Shannon) permette una descrizione più approfondita della composizione di una comunità.

Infine, sulla base dei risultati ottenuti sono state presentate alcune considerazioni di carattere gestionale, finalizzate a migliorare la struttura e la diversità specifica dei soprassuoli analizzati.

3. Risultati

3.1 Macchia delle Tassinete, Cingoli (MC)

3.1.1 Assetto compositivo della cenosi

Le specie numericamente dominanti sono: il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) (27%), l'orniello (*Fraxinus ornus*) (22%), il faggio (*Fagus sylvatica*) (17%) ed il tasso (*Taxus baccata*) (10%) (Figura 3.1).

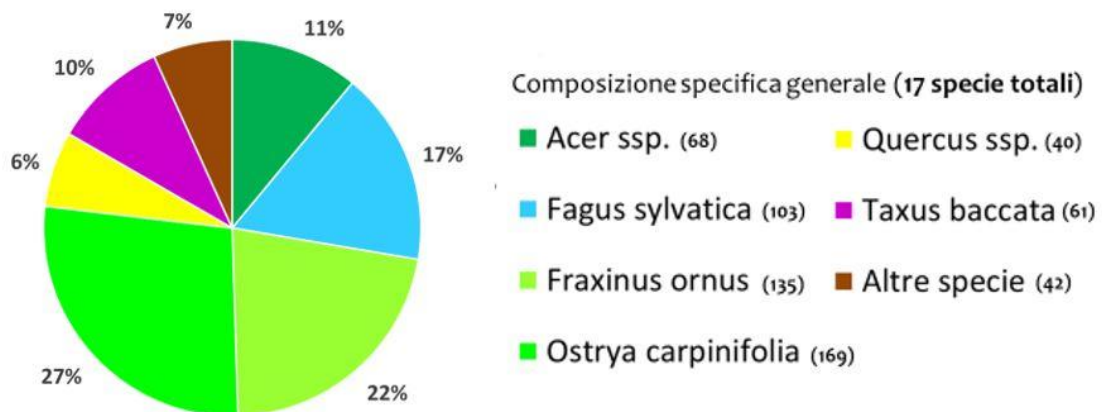


Figura 3.1 - Composizione specifica relativa (in percentuale) dell'area di studio di Macchia delle Tassinete per ogni specie sono riportati anche il numero assoluto di individui campionati (a destra)

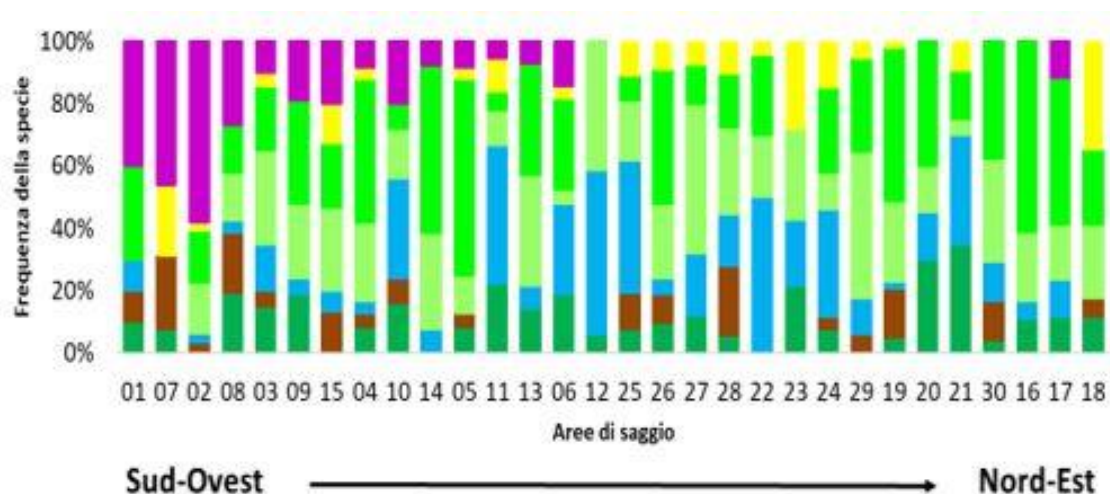


Figura 3.2 - Distribuzione della diversità specifica nelle aree di saggio secondo un gradiente SO-NE. I colori fanno riferimento alle specie come riportate in Figura 3.1

Da un'analisi approfondita dei grafici precedenti notiamo che la tipologia forestale dominante è l'orno-ostrieto, infatti le due specie caratterizzanti questa tipologia (orniello e carpino nero) le ritroviamo in tutte le Ads.

Come ci mostra il grafico relativo alla frequenza delle principali specie lungo il transetto SO-NE (Figura 3.2) la composizione specifica della cenosi varia anche in base al cambiamento delle condizioni microclimatiche e strutturali stagionali.

Infatti, nelle porzioni più mesofile come possono essere quelle nei pressi della villa troviamo il tasso (specie tipicamente mesofila). Nonostante il faggio potrebbe insediarsi in quanto ha esigenze simili al tasso, quindi anch'esso è una specie mesofila, lo ritroviamo in numero esiguo, dovuto probabilmente alla gestione degli ultimi decenni che ha favorito il tasso a scapito delle altre specie ed inoltre dato che la concentrazione è molto elevata il faggio non trova lo spazio per potersi sviluppare, dovendosi accontentare di raggiungere un'elevata frequenza solo nelle zone vicine la frana con caratteristiche microclimatiche simili, per poi ridursi verso nord-est (più vicino al mare) in cui le condizioni diventano più xeriche.

Proprio in queste porzioni più meso-xerofile troviamo le querce che meglio si adattano a queste condizioni.

La mappa di distribuzione dei 1030 individui di tasso censiti nell'area (Figura 3.3) (Bagnara, 2012) evidenzia che la specie è concentrata nella zona più interne del sito, nei pressi della villa dove coesistono sia individui adulti (che superano anche i 40 cm di diametro) sia individui di dimensioni inferiori. Procedendo verso NE il tasso diminuisce progressivamente per diventare una specie sporadica fino a quasi scomparire completamente viste le condizioni stagionali sempre più xeriche e quindi poco idonee ad una specie tipica di ambiente mesofilo.

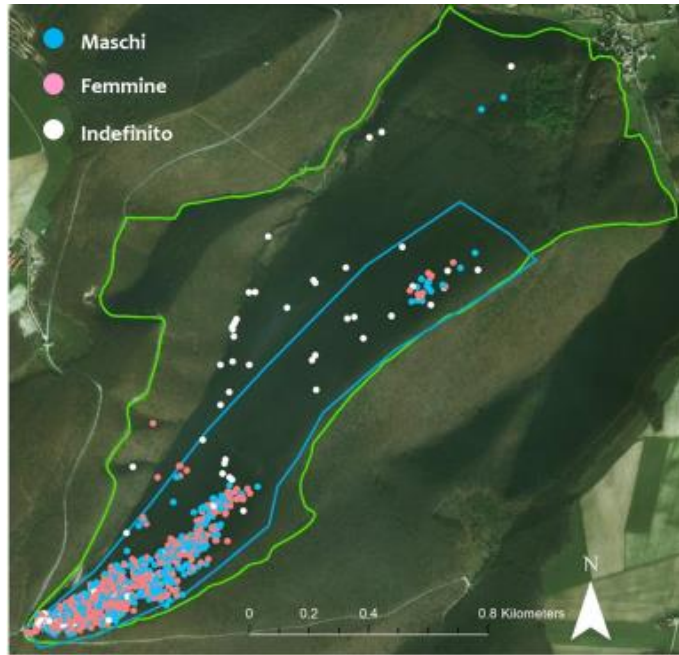


Figura 3.3 - Carta di distribuzione dei 1030 individui censiti di *Taxus baccata*, suddivisi tra individui maschili (in blu), individui femminili (in rosa) ed individui il quale è stato impossibile definire il sesso (in bianco).

Da un'analisi approfondita dei grafici precedenti notiamo che la tipologia forestale dominante è l'orno-ostrieto, infatti le due specie caratterizzanti questa tipologia (orniello e carpino nero) le ritroviamo in tutte le Ads.

Come si evince dai grafici di concentrazione realizzati per le principali specie sopra citate, in base alla frequenza di individui presenti, il faggio è più frequente nelle aree di saggio vicine alla frana soprattutto alle altitudini più elevate (Figura 3.4) diventando la specie dominante nelle Ads 11, 12, 22, 25; mentre in maniera complementare il carpino nero e l'orniello sono distribuiti con più o meno frequenza lungo tutta l'area di Tassinete, essendo le specie che meno esigenti in termini di range di temperatura ed edafici. (Figure 3.5, 3.6), diventando perfino dominanti nelle zone intermedie tra la villa e la frana e nelle zone più ad est dopo la frana.



Figura 3.4 - Carta di concentrazione del *Fagus sylvatica*

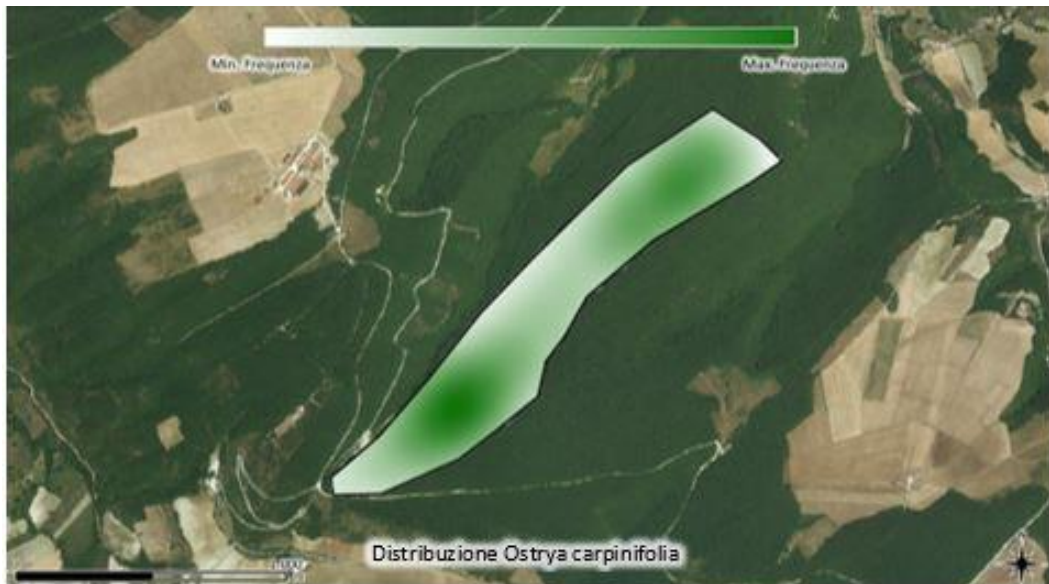


Figura 3.5 - Carta di distribuzione dell'*Ostrya carpinifolia*



Figura 3.6 - Carta di distribuzione del Fraxinus ornus

Cerro (*Quercus cerris*) e roverella (*Quercus pubescens*) non erano molto frequenti e quindi per avere un dato più rappresentativo, sono state raggruppate come *Quercus spp.* Dal grafico di distribuzione si evince che ad eccezione di pochi esemplari che risultano presenti lungo tutta l'area, la maggiore concentrazione si osserva nel settore più orientale dell'area, più xerico. (Figura 3.7)



Figura 3.7 - Carta di distribuzione del Quercus cerris e del Quercus pubescens raggruppati nel genere Quercus spp.

orientate verso la fustaia. Si osserva un andamento simile anche nel numero di esemplari ad alto fusto e il numero di ceppaie, nelle zone più ad est ed a ovest dell'area c'è una prevalenza di fusti monocormici, mentre spostandoci in direzione della frana aumentano le ceppaie.

Il numero più elevato potrebbe dipendere dal tipo di gestione pregressa. Infatti, dove il numero di individui è più elevato corrisponde alla porzione di bosco di proprietà privata che è stata più frequentemente tagliato per trarre benefici soprattutto di natura economica.

Invece dove la proprietà è di demanio pubblico sono stati iniziati degli interventi di conversione all'alto fusto quindi il numero risulta relativamente inferiore.

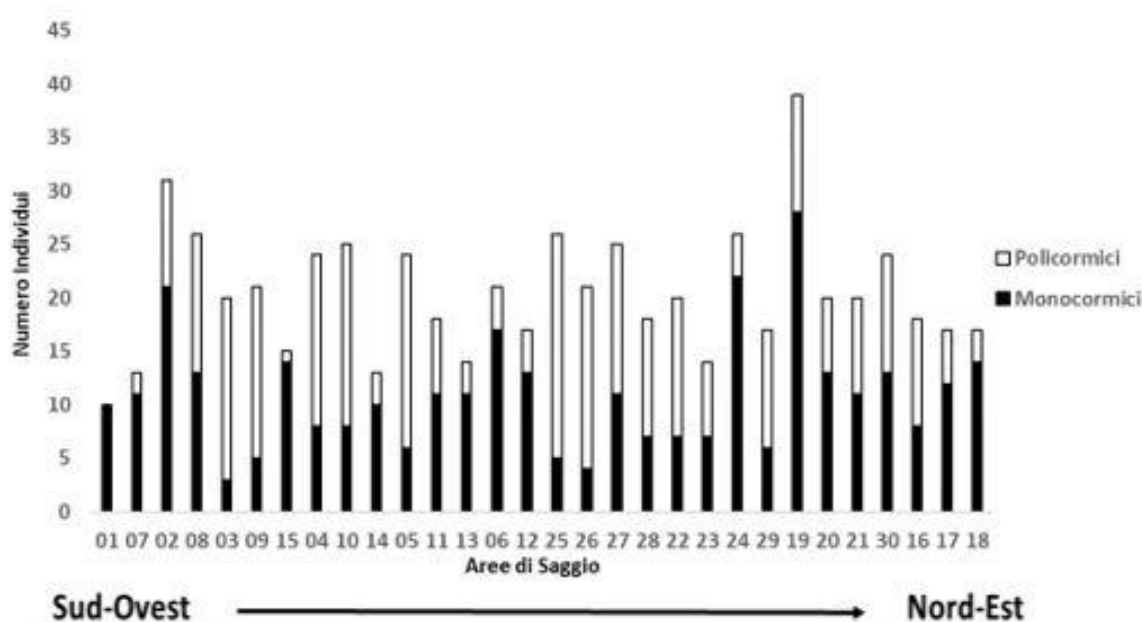


Figura 3.9 - Numero di individui monocormici e policormici per Ads

Il rapporto fra individui mono e policormici è stato analizzato anche in base alle specie rilevate (Figura 3.10). Ricontriamo che alcune specie come l'orniello ed il carpino nero hanno una predominanza di individui in forma policormica, da qui possiamo dedurre che rappresentano le specie a maggior valenza per il bosco ceduo e che più frequentemente venivano ceduate.

Altre specie come il cerro e la roverella le troviamo quasi esclusivamente sotto forma di individui monocormici a dimostrazione del fatto che erano più comunemente rilasciate come matricine durante gli interventi di matricinatura

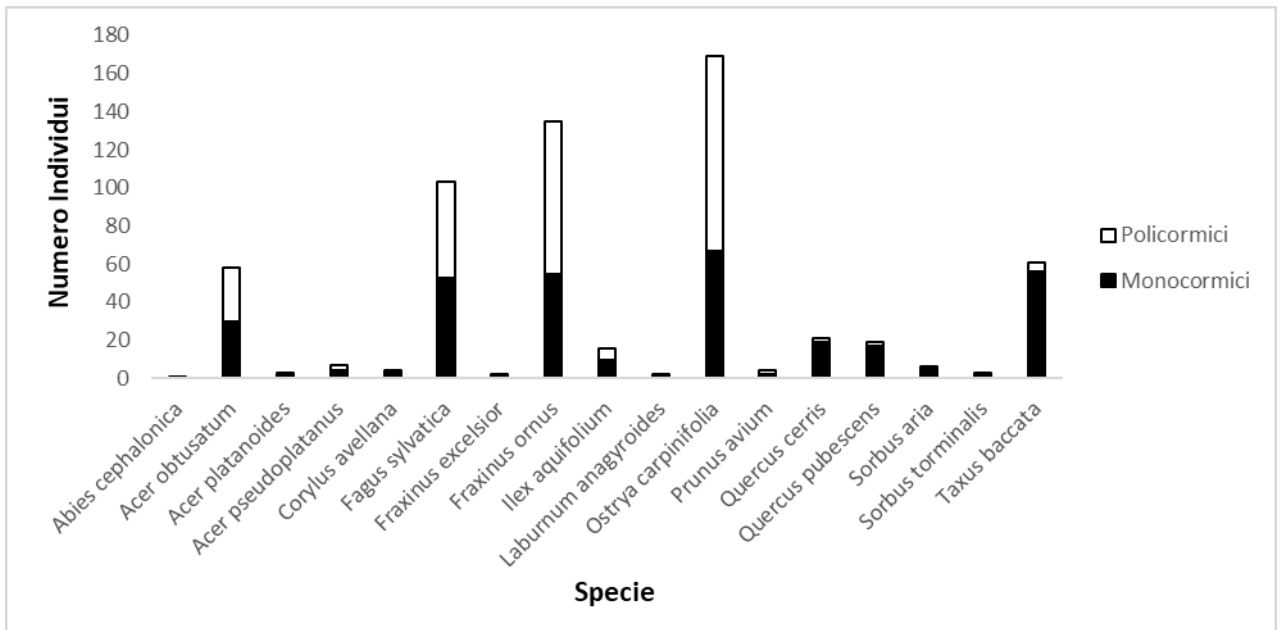


Figura 3.10 - Distribuzione di frequenza individui monocormici e policormici per specie (Valori assoluti)

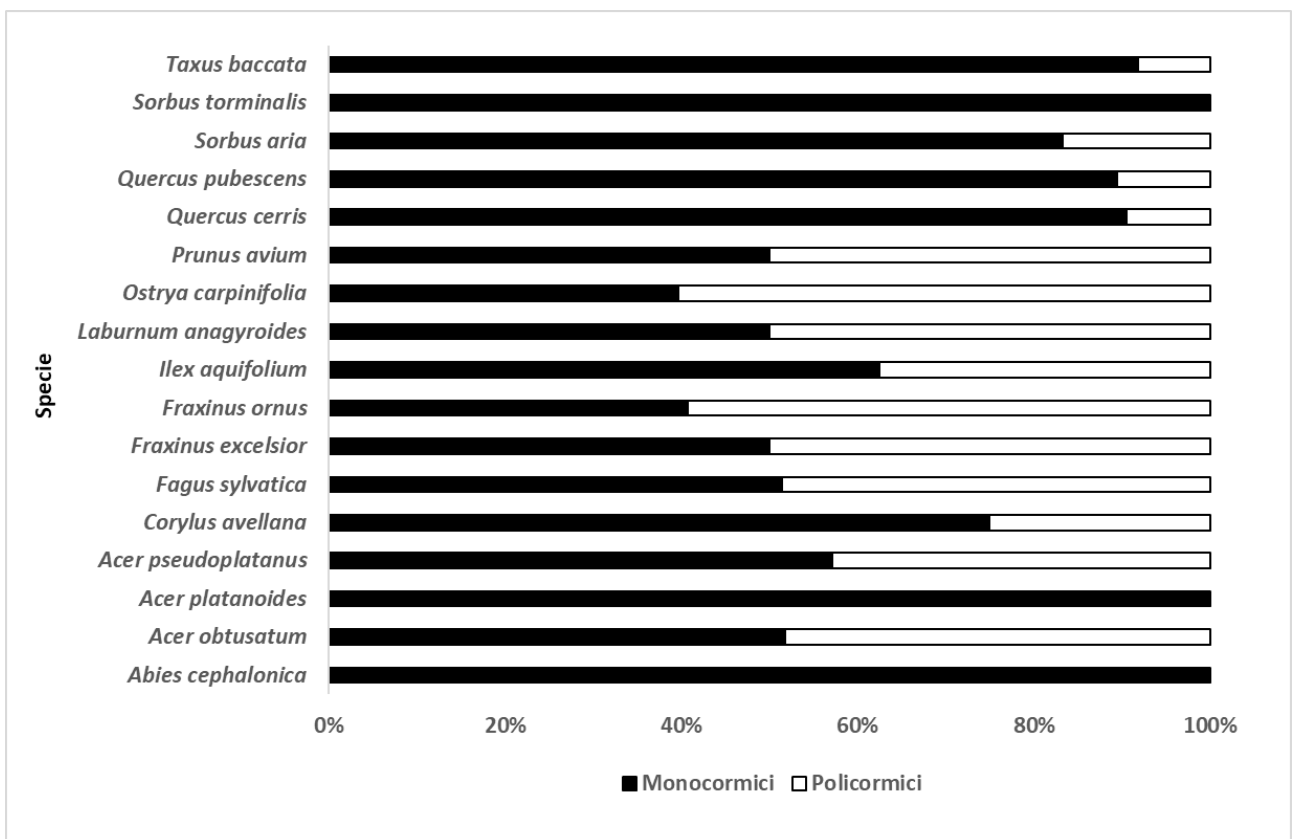


Figura 3.11 - Grafico di frequenza (%) degli individui monocormici e policormici per ogni specie

Il grafico di sopra (Figura 3.11) rappresenta il rapporto espresso in percentuale tra individui monocormici e ceppaie. Tra le specie più rappresentate si nota che la roverella, il cerro ed il tasso presentano la quasi totalità di individui (circa 90%) in forma monocormica. Carpino

nero, orniello, faggio e acero d'Ungheria (*Acer obtusatum*) al contrario, sono rappresentati soprattutto (tra il 50 ed il 60%) da individui policormici.

3.1.3 Analisi della diversità specifica

Per quantificare più precisamente la diversità compositiva arborea è stato dapprima calcolato il numero di individui per ogni specie presenti in ogni area di saggio e successivamente calcolato il totale per ottenere il numero totale di individui per specie (Tabella 3.1). Successivamente è stato calcolato il parametro p specifico per ogni specie, cioè il rapporto tra il numero totale di elementi di una certa area di saggio (n) e il totale di individui presenti nella stessa area (N). (Figura 3.2). Tale passaggio risulta necessario per poter applicare gli indici di Shannon e di Simpson.

SPECIE	n = numero totale di elementi (monocomici + ceppaie)																														
	1	7	2	8	3	9	15	4	10	14	5	11	13	6	12	25	26	27	28	22	23	24	29	19	20	21	30	16	17	18	
Abies cephalonica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acer obtusatum	1	1	0	5	3	4	0	2	4	0	2	3	2	4	1	2	1	3	0	0	3	2	0	1	6	5	0	2	1	0	
Acer platanoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	
Acer pseudoplatanus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	
Corylus avellana	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fagus sylvatica	1	0	1	1	3	1	1	1	8	1	0	8	1	6	9	11	1	5	3	10	3	9	2	1	3	7	3	1	2	0	
Fraxinus excelsior	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Fraxinus ornus	0	0	5	4	6	5	4	6	4	4	3	2	5	1	7	5	5	12	5	4	4	3	8	10	3	1	8	4	3	4	
Ilex aquifolium	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	1	5	0	0	1	0	0	
Laburnum anagyroides	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Ostria carpinifolia	3	0	5	4	4	7	3	11	2	7	15	1	5	6	0	2	9	3	3	5	0	7	5	19	8	3	9	11	8	4	
Prunus avium	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Quercus cerris	0	2	0	0	1	0	2	1	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	6	
Quercus pubescens	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	2	2	1	1	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	
Sorbus aria	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
Sorbus torminalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Taxus baccata	4	6	18	7	2	4	3	2	5	1	2	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
TOTALE (N)	10	13	31	26	20	21	15	24	25	13	24	18	14	21	17	26	21	25	18	20	14	26	17	39	20	20	24	18	17	17	

Tabella 3.1 - N. Totale di individui per specie in ognuna delle 30 aree di saggio

SPECIE	p = rapporto n/N																														
	1	7	2	8	3	9	15	4	10	14	5	11	13	6	12	25	26	27	28	22	23	24	29	19	20	21	30	16	17	18	
Abies cephalonica	0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Acer obtusatum	0,10	0,08	0	0,19	0,15	0,19	0	0,08	0,16	0	0,08	0,17	0,14	0,19	0,06	0,08	0,05	0,12	0	0	0,21	0,08	0	0,03	0,30	0,25	0	0,11	0,06	0	
Acer platanoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0,06	0	
Acer pseudoplatanus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0,05	0	0,06	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0,04	0	0	0,12	
Corylus avellana	0	0	0	0,12	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fagus sylvatica	0,10	0	0,03	0,04	0,15	0,05	0,07	0,04	0,32	0,08	0	0,44	0,07	0,29	0,53	0,42	0,05	0,20	0,17	0,50	0,21	0,35	0,12	0,03	0,15	0,35	0,13	0,06	0,12	0	
Fraxinus excelsior	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	
Fraxinus ornus	0	0	0,16	0,15	0,30	0,24	0,27	0,25	0,16	0,31	0,13	0,11	0,36	0,05	0,41	0,19	0,24	0,48	0,28	0,20	0,29	0,12	0,47	0,26	0,15	0,05	0,33	0,22	0,18	0,24	
Ilex aquifolium	0	0	0,03	0,04	0	0	0,07	0	0,04	0	0,04	0	0	0	0	0,08	0	0	0,11	0	0	0	0,06	0,13	0	0,04	0	0	0	0	
Laburnum anagyroides	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	
Ostria carpinifolia	0,30	0	0,16	0,15	0,20	0,33	0,20	0,46	0,08	0,54	0,63	0,06	0,36	0,29	0	0,08	0,43	0,12	0,17	0,25	0	0,27	0,29	0,49	0,40	0,15	0,38	0,61	0,47	0,24	
Prunus avium	0	0,23	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Quercus cerris	0	0,15	0	0	0,05	0	0,13	0,04	0	0	0,04	0,06	0	0	0	0,08	0	0	0,06	0	0	0,08	0	0	0	0,10	0	0	0	0,35	
Quercus pubescens	0	0,08	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0,05	0	0,04	0,10	0,08	0,06	0,05	0,29	0,08	0,06	0,03	0	0	0	0	0	0	0	
Sorbus aria	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0,11	0	0	0	0	0,03	0	0	0,04	0	0	0	0	
Sorbus torminalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	
Taxus baccata	0,40	0,46	0,58	0,27	0,10	0,19	0,20	0,08	0,20	0,08	0,08	0,06	0,07	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12	0
INDICE DI SHANNON (H)	1,42	1,38	1,24	1,87	1,78	1,48	1,81	1,52	1,73	1,09	1,23	1,71	1,39	1,60	0,87	1,72	1,59	1,39	1,92	0,77	1,38	1,69	1,30	1,43	1,30	1,61	1,52	1,04	1,50	1,47	
INDICE DI EVENNES (e)	0,61	0,59	0,48	0,62	0,63	0,64	0,70	0,54	0,62	0,55	0,48	0,57	0,60	0,62	0,55	0,57	0,57	0,60	0,64	0,39	0,69	0,65	0,56	0,48	0,65	0,62	0,54	0,52	0,58	0,63	
INDICE DI SIMPSON (Hsi)	0,72	0,70	0,61	0,83	0,81	0,76	0,82	0,71	0,80	0,60	0,58	0,75	0,71	0,78	0,55	0,76	0,73	0,69	0,83	0,65	0,74	0,78	0,67	0,68	0,71	0,77	0,73	0,56	0,71	0,75	

Tabella 3.2 - Indici di Shannon, Simpson ed Evenness calcolati per ogni area di saggio

Gli indici di Shannon e di Simpson evidenziano che la diversità specifica è distribuita in maniera piuttosto uniforme in tutta l'area, infatti come possiamo notare dalla carta di distribuzione (Figura 3.14) non risulta una grande differenza tra la zona a sud-ovest (vicino la villa) e la zona a nord-est (dopo la frana). Nonostante ciò, la leggera differenza esistente fra i valori potrebbe essere dovuta principalmente ad un maggior utilizzo del bosco ceduo in quelle aree e favorito lo sviluppo di alcune specie come ad esempio il tasso o altre specie meno frequenti che aumentano notevolmente la biodiversità. Infatti, proprio in questa prima zona possiamo rilevare i più alti livelli di questo indice.

Nelle Ads 12, 22 gli indici rilevano una bassa diversità specifica infatti possiamo notare una presenza di sole due-tre specie (faggio, carpino ed orniello) che di fatto non lasciano spazio per lo sviluppo di altre specie; mentre nell'Ads 28 troviamo il valore più alto dato dalla coesistenza di 8 specie diverse

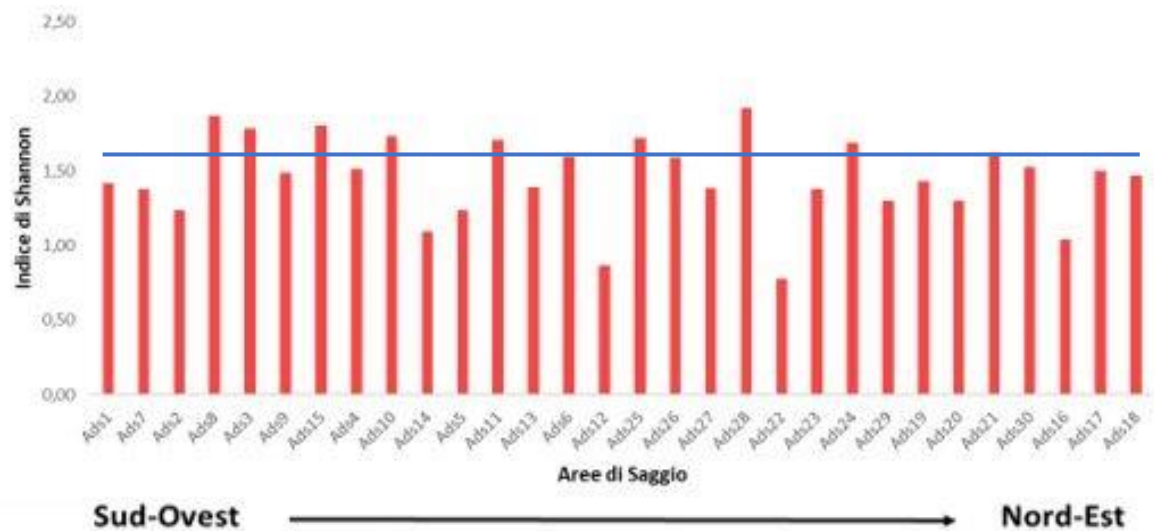


Figura 3.12 - Variazione dell'indice di Shannon nelle aree di saggio

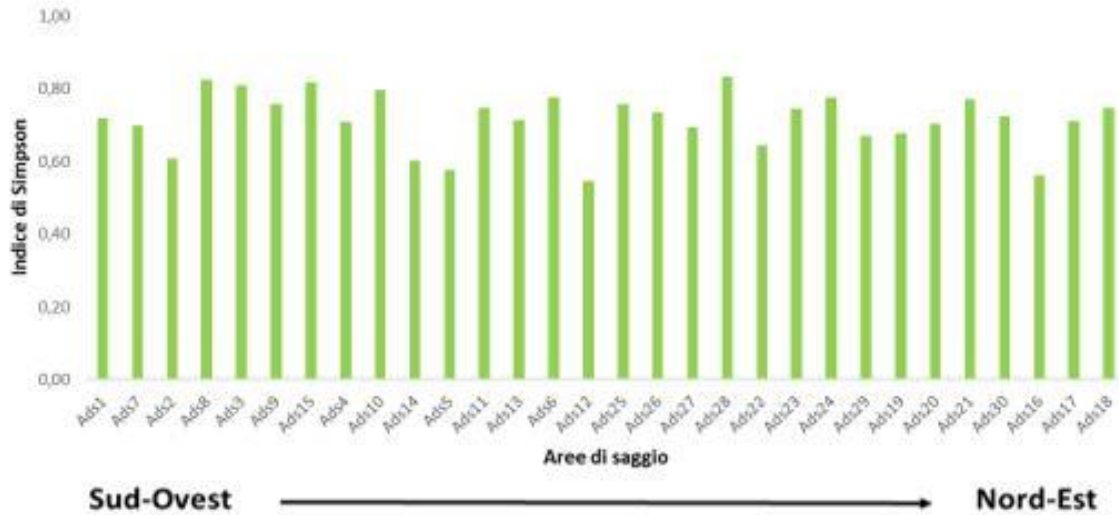


Figura 3.13 - Grafico che illustra l'indice di Simpson nelle aree di saggio

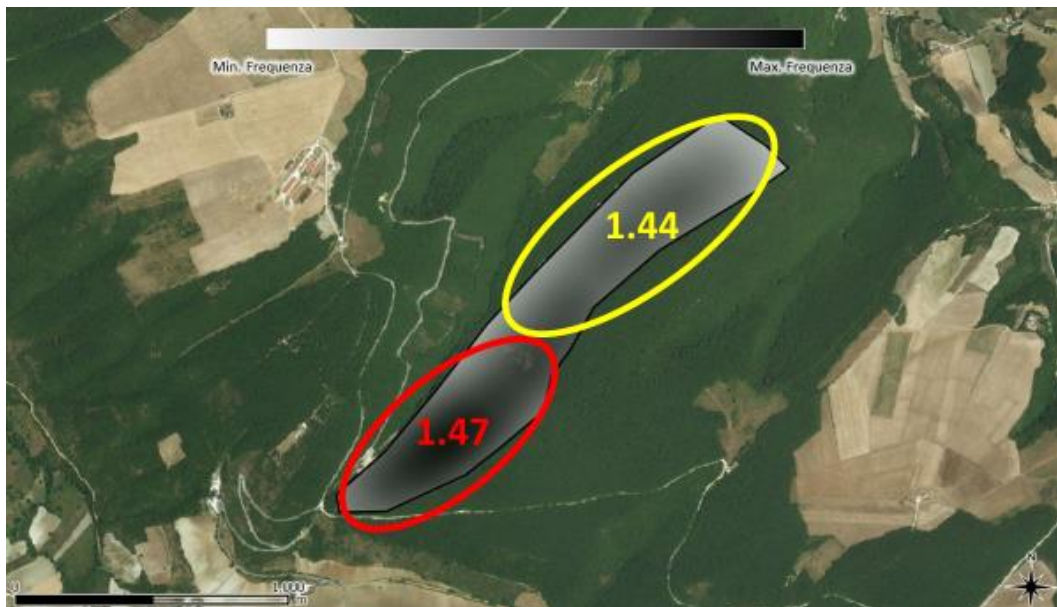


Figura 3.14 - Mappa di distribuzione della biodiversità calcolata con l'indice di Shannon

L'indice di Evenness, come già spiegato in precedenza indica la distribuzione numerica delle specie all'interno di ogni area, quindi stima la presenza di specie prevalenti. I risultati (Figura 3.15) indicano il valore oscilla tra 0,5 e 0,7 e quindi indica una condizione intermedia con una tendenza alla co-dominanza di alcune specie, probabilmente per la diffusa presenza congiunta di carpino nero e orniello.

Nell'Ads 22 si verifica il valore più basso infatti assistiamo ad una maggiore frequenza del faggio (oltre il 50%) su tutte le altre specie, mentre nelle aree 15 e 23 che presentano un valore più elevato assistiamo ad una somiglianza numerica per ogni specie rappresentata.

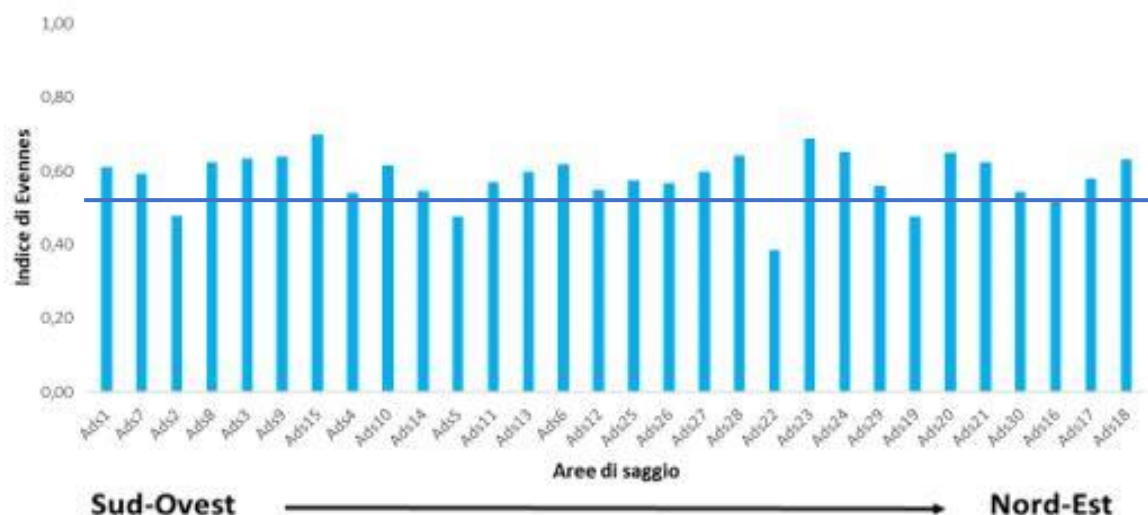


Figura 3.15 - Distribuzione dell'indice di Evenness nelle aree di saggio

3.1.4 Indirizzi gestionali

Alla luce di tutti i risultati si propongono alcuni possibili indirizzi gestionali di quest'area al fine di migliorare il soprassuolo con una valorizzazione degli individui portaseme. Alcuni interventi che potrebbero essere svolti all'interno dell'area potrebbero riguardare sia interventi localizzati su singoli individui e, o gruppi, sia interventi andanti sia azioni protettive a carico della rinnovazione (soprattutto di tasso).

Si potrebbero sperimentare interventi ispirati alla selvicoltura d'albero soprattutto per le specie "target" dell'area ZSC come il tasso (*Taxus baccata*) ma anche per esemplari di notevole dimensione appartenenti a tutte le altre specie presenti che potrebbero fungere da individui porta seme. Questo tipo di intervento potrebbe essere applicato anche alle zone in cui sono presenti specie più sporadiche.

Tali interventi potrebbero favorire lo sviluppo del tasso specie emblematica dell'area, garantendo un miglior sviluppo della chioma di alcuni esemplari, anche di altre specie, che per le loro dimensioni potrebbero essere etichettati come "piante portaseme" e aumentando ulteriormente la diversità di tutta l'area favorendo le specie più sporadiche.

Sarebbe importante garantire il mantenimento a ceduo di alcune porzioni di bosco con matricinatura anche a gruppi con tassi adulti e alcune delle specie più sporadiche (aceri, sorbi) con la finalità di facilitare anche l'insediamento futuro della rinnovazione di queste specie.

Infine, si propone anche la difesa della rinnovazione di tasso presente nell'area, ma sottoposta ad una eccessiva brucatura degli ungulati (caprioli) presenti nell'area, in quanto

le barriere naturali che già questa specie possiede (il tasso produce ed accumula nei suoi tessuti una sostanza molto tossica detta taxina), non risultano sufficienti alla sua salvaguardia. Questo potrebbe essere attuato attraverso la costruzione di piccole recinzioni attorno ai nuclei di rinnovazione.

3.2 La selva di Abbadia di Fiastra

3.2.1 Assetto compositivo della cenosi

La Selva di Fiastra nella sua parte meno modificata da impianti artificiali è di fatto una cerreta con carpino bianco fortemente sottoposto. In termini numerici il campionamento ha evidenziato una composizione arborea prevalente di carpino bianco (*Carpinus betulus*) (38%), orniello (*Fraxinus ornus*) (24%) e cerro (*Quercus cerris*) (20%) (Figura 3.16). Molto più ridotta e concentrata in alcune aree di saggio sono carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) (3%) e roverella (*Quercus pubescens*) (4%). Cerro e carpino bianco sono presenti praticamente in tutte le Ads, così come l'orniello. Il cerro occupa quasi ovunque il piano dominante della cenosi mentre il carpino bianco quello dominato; l'orniello si trova a seconda della disponibilità di luce sia in quello dominato che in quello intermedio. Le altre specie (roverella, leccio e carpino nero) costituiscono le specie accessorie e non sono rappresentate in tutte le Ads (Figura 3.17).

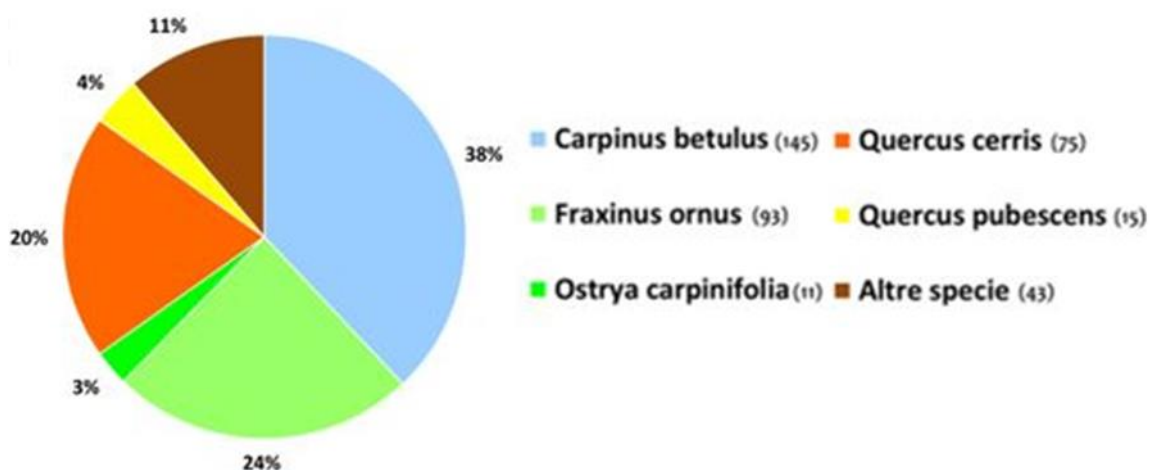


Figura 3.16 - composizione specifica relativa (in percentuale) dell'area di studio della Selva dell'Abbadia di Fiastra e per ogni specie sono riportati anche il numero assoluto di individui campionati (a destra)

La figura 3.17 ci mostra come il carpino bianco (specie mesofila) è più frequente nella porzione a sud-ovest in cui la conformazione del suolo data dalla presenza di canali e fossi

in cui c'è una minor temperatura e maggiore quantità di umidità da delle caratteristiche di mesofilità all'area; mentre dove ci sono condizioni più xeriche (nord-est) c'è una maggior frequenza del cerro e dell'orniello a scapito del carpino bianco.

Ovviamente queste diversità di condizioni (in quanto si tratta di un'area non molto estesa) non è rilevante a tal punto da determinare una scomparsa totale delle specie sopra citate infatti anche se in minor frequenza le possiamo ritrovare in tutta l'area.

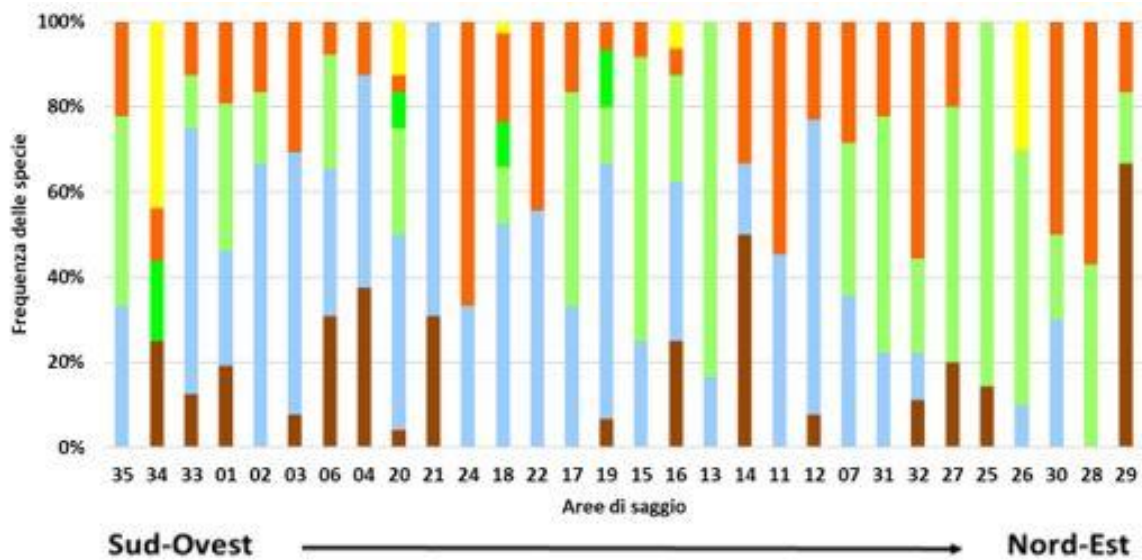


Figura 3.17 - Distribuzione della diversità specifica nelle aree di saggio secondo un gradiente SO-NE. I colori fanno riferimento alle specie come riportate in Figura 3.16

Le mappe di concentrazione confermano la prevalenza del cerro nell'intera area ma soprattutto nelle zone a nord-est e nord-ovest dell'area (Figura 3.18). Distribuzione diffusa è anche quella dell'orniello che peraltro è concentrata maggiormente in due siti: uno nella zona centrale dove il cerro era meno frequente ed una nel settore NE dove è molto presente ma dove occupa soprattutto il piano dominato (Figura 3.19).

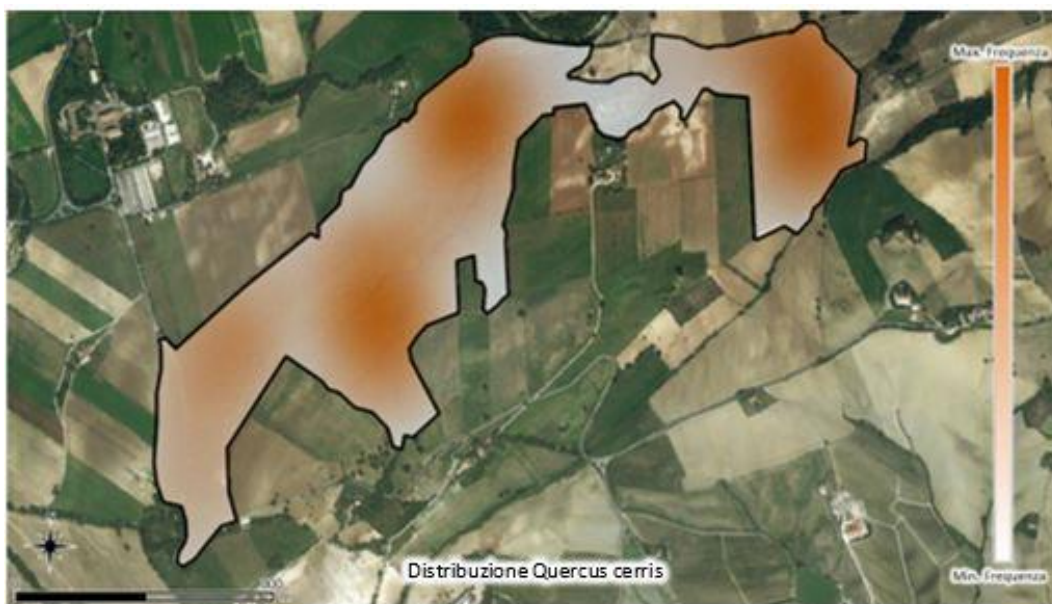


Figura 3.18 - Carta di concentrazione del *Quercus cerris*

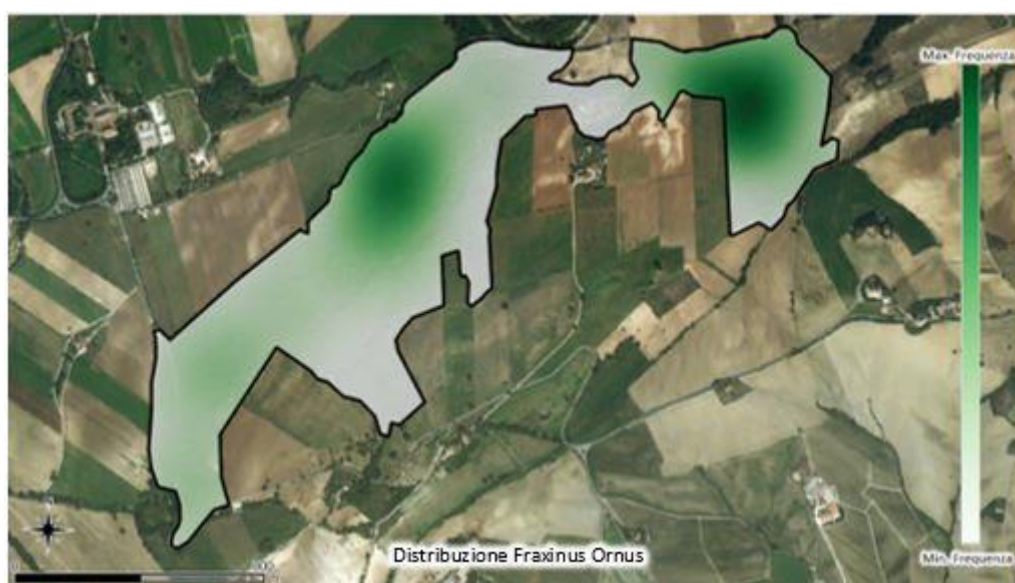


Figura 3.19 - Carta di concentrazione del *Fraxinus ornus*

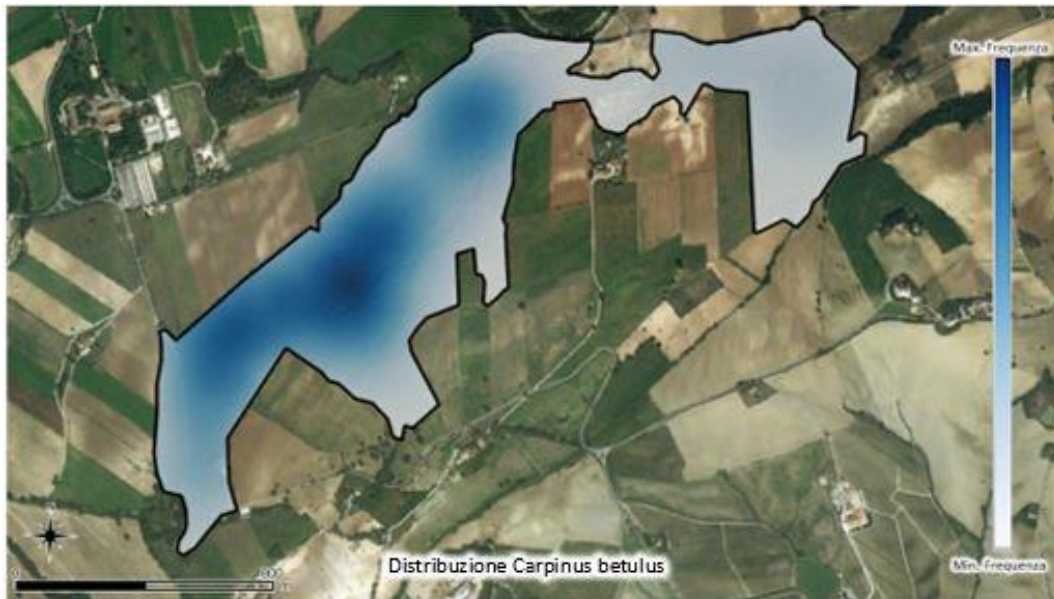


Figura 3.20 - Carta di concentrazione del *Carpinus betulus*

Il carpino bianco come già accennato occupa in prevalenza il piano dominato ed anzi in molte situazioni è decisamente sottoposto e necessiterebbe interventi per una sua valorizzazione. Questa specie è presente in quasi tutta la selva, anche se i settori con maggior concentrazione sono quelle sud-ovest dell'area, mentre a nord-est per la concorrenza dell'orniello e per condizioni stagionali più xeriche la sua presenza si riduce fortemente. (Figura 3.20).

3.2.2 Assetto strutturale della cenosi

. La distribuzione di frequenza in classi diametriche (Figura 3.21) denota chiaramente la stratificazione in due piani della cenosi forestale.

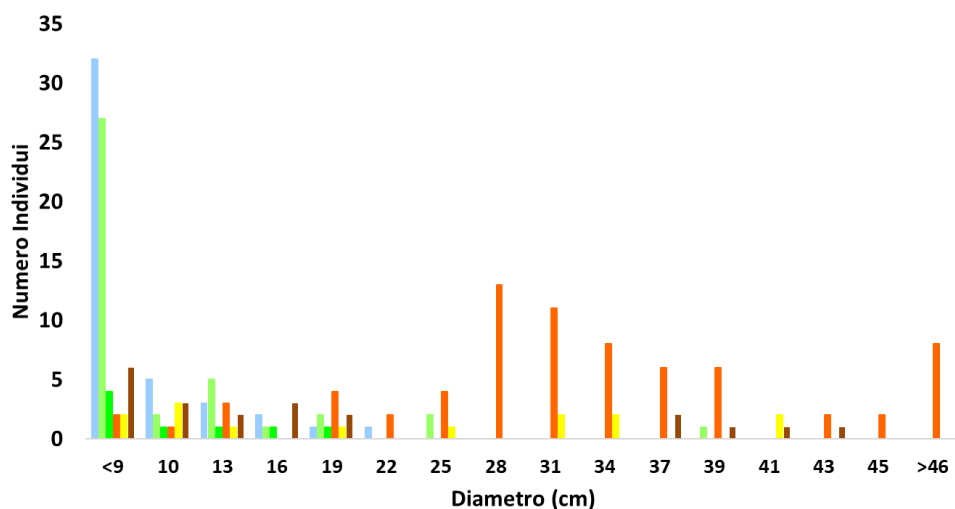


Figura 3.21 - Grafico di distribuzione delle specie principali divise per classi diametriche. I colori fanno riferimento alle specie come riportate in Figura 3.16

Si osserva infatti una struttura coetaniforme del cerro dominante con moda intorno alla classe di 30 cm (nonché la presenza di alcuni grandi individui di oltre 45 cm di diametro) ed una struttura delle altre specie quasi tutte dominate con moda nella classe diametrica inferiore a 9 cm. Fra i grandi individui vi sono anche alcune roverelle e altre specie (Figura 3.21).

Tale struttura induce a pensare ad un bosco in parte utilizzato quasi a ceduo composto per scopi venatori in passato con ceduazione del piano dominato ed un taglio saltuario coordinato nella fustaia di cerro, poi interrotti negli ultimi decenni con conseguente aduggiamento del carpino bianco che spesso è in condizioni vegetative non ottimali.

In Figura 3.22 si osserva un andamento tendenzialmente decrescente del numero di individui procedendo da Sud-Ovest verso Nord-Est forse anche per un diverso regime di gestione dell'area, confermato anche dal rapporto tra individui monocormici e policormici che è in quella zona maggiore a favore dei policormici.

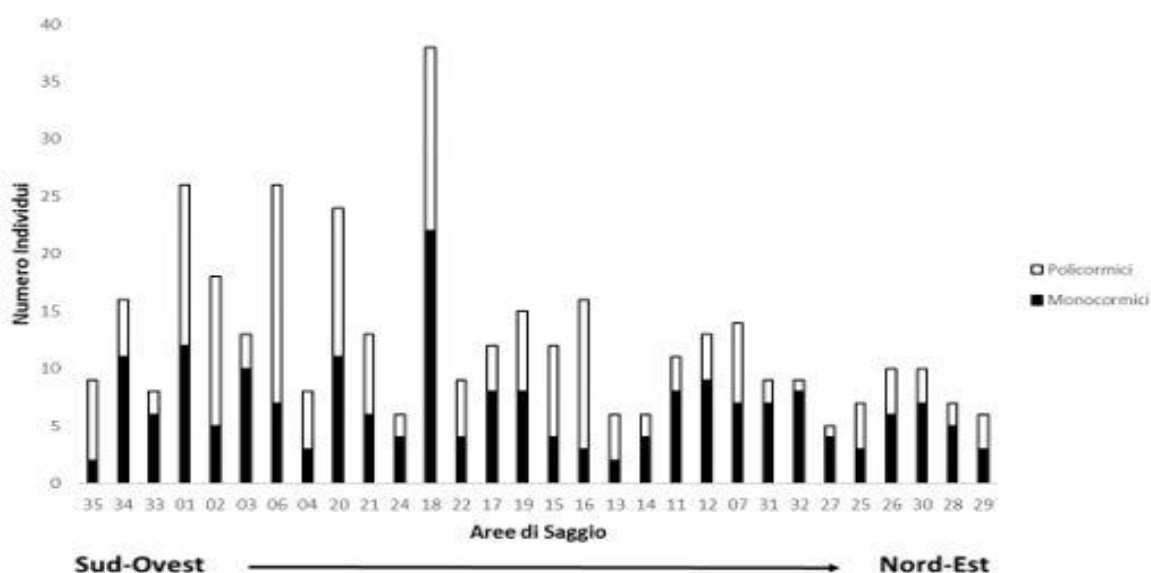


Figura 3.22 - Numero di individui monocormici e policormici per Ads

In Figura 3.23 si osserva chiaramente quanto detto in precedenza ovvero la netta dominanza del cerro monocormico nel piano dominante gestito a fustaia e quella di carpino bianco e orniello governati a ceduo nel piano dominato. Tale condizione sembra confermare la struttura a ceduo composto di gran parte del soprassuolo. La figura 3.24 rappresenta il rapporto espresso in percentuale tra individui monocormici e policormici ed evidenzia la sporadicità di alcune specie sia di origine gamica (leccio, acero campestre...) che agamica (acero d'Ungheria, maggiociondolo...).

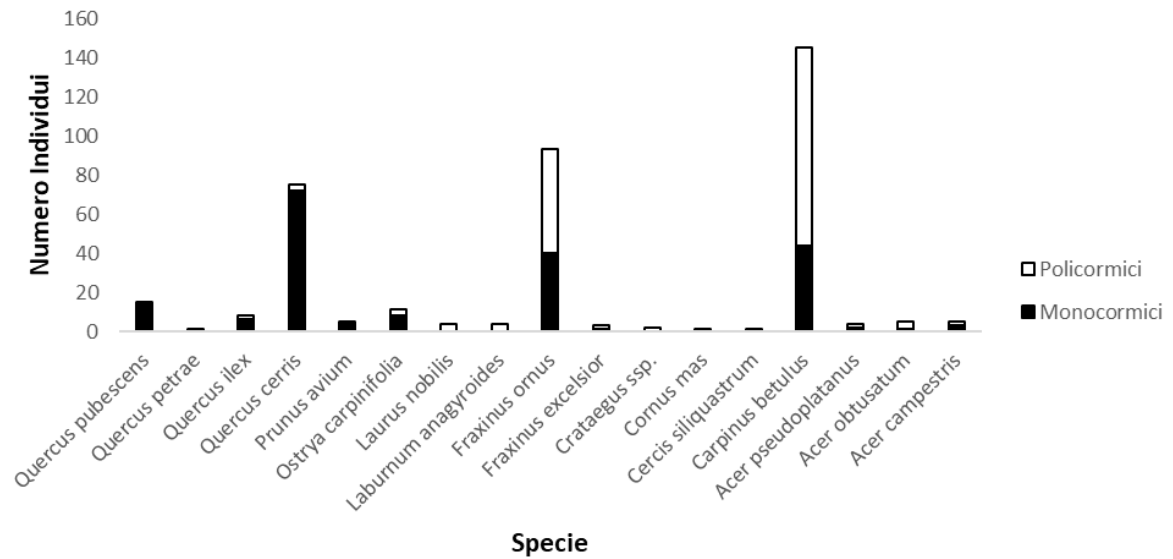


Figura 3.23 - Numero di individui monocormici e policormici per ogni specie

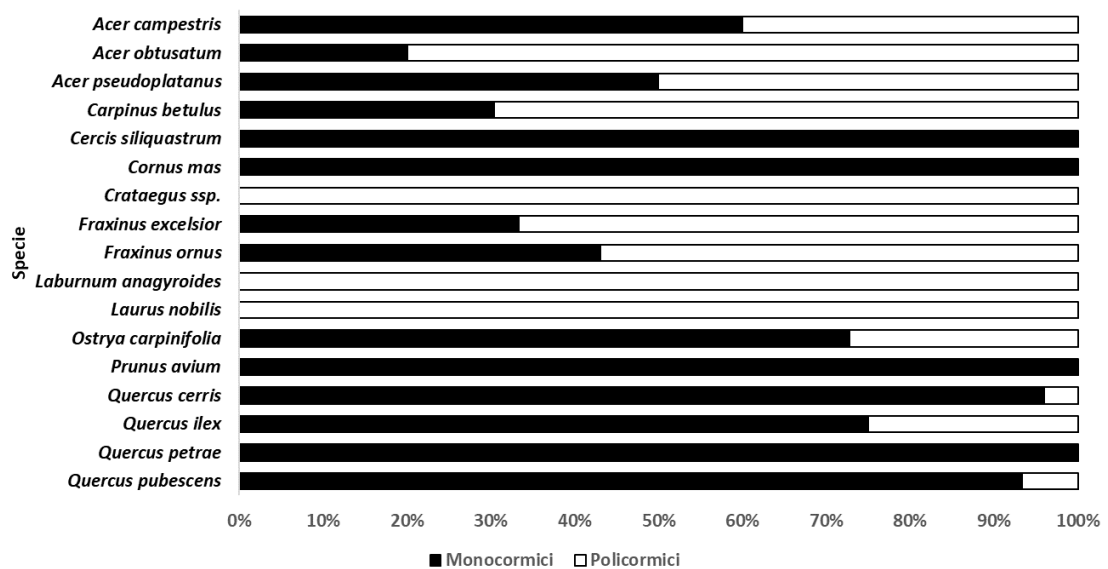


Figura 3.24 - Grafico di frequenza % degli individui monocormici e policormici per ogni specie

3.2.3 Analisi della diversità specifica

SPECIE	n = numero totale di elementi (monocormici + ceppaie)																													
	35	34	33	1	2	3	6	4	20	21	24	18	22	17	19	15	16	13	14	11	12	7	31	32	27	25	26	30	28	29
Acer campestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
Acer obtusatum	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acer Pseudoplatanus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carpinus betulus	3	0	5	7	12	8	9	4	11	9	2	20	5	4	9	3	6	1	1	5	9	5	2	1	0	0	1	3	0	
Cercis siliquastrum	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cornus mas	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crataegus ssp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Crategus ssp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fraxinus excelsior	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fraxinus ornus	4	0	1	9	3	0	7	0	6	0	0	5	0	6	2	8	4	5	0	0	0	5	5	2	3	6	6	2	3	1
Laburnum anagyroides	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
laurus nobilis	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ostrya carpinifolia	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
prunus avium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Quercus cerris	2	2	1	5	3	4	2	1	1	0	4	8	4	2	1	1	1	0	2	6	3	4	2	5	1	0	0	5	4	1
Quercus ilex	0	0	0	4	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Quercus petrae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Quercus pubescens	0	7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	
TOTALE (N)	9	16	8	26	18	13	26	8	24	13	6	38	9	12	15	12	16	6	6	11	13	14	9	9	5	7	10	10	7	6

Tabella 3.3 - Tabella per il calcolo del numero di elementi appartenenti alle singole specie nell'area di saggio

SPECIE	p = rapporto n/N																													
	35	34	33	1	2	3	6	4	20	21	24	18	22	17	19	15	16	13	14	11	12	7	31	32	27	25	26	30	28	29
Acer campestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0,20	0	0	0	0	0,50	
Acer obtusatum	0	0,13	0	0	0	0,08	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Acer Pseudoplatanus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0,33	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carpinus betulus	0,33	0	0,63	0,27	0,67	0,62	0,35	0,50	0,46	0,69	0,33	0,53	0,56	0,33	0,60	0,25	0,38	0,17	0,17	0,45	0,69	0,36	0,22	0,11	0	0	0,10	0,30	0	0
Cercis siliquastrum	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cornus mas	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crataegus ssp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	
Crategus ssp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fraxinus excelsior	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fraxinus ornus	0,44	0	0,13	0,35	0,17	0	0,27	0	0,25	0	0	0,13	0	0,50	0,13	0,67	0,25	0,83	0	0	0	0,36	0,56	0,22	0,60	0,86	0,60	0,20	0,43	0,17
Laburnum anagyroides	0	0	0	0	0	0	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
laurus nobilis	0	0,06	0	0,04	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ostrya carpinifolia	0	0,19	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0,11	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
prunus avium	0	0	0	0	0	0	0	0	0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Quercus cerris	0,22	0,13	0,13	0,19	0,17	0,31	0,08	0,13	0,04	0	0,67	0,21	0,44	0,17	0,07	0,08	0,06	0	0,33	0,55	0,23	0,29	0,22	0,56	0,20	0	0	0,50	0,57	0,17
Quercus ilex	0	0	0	0,15	0	0	0,08	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Quercus petrae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	
Quercus pubescens	0	0,44	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0,03	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	0	0
INDICE DI SHANNON	1,06	1,54	1,07	1,45	0,87	0,86	1,60	1,21	1,44	0,62	0,64	1,27	0,69	1,01	1,20	0,82	1,67	0,45	1,33	0,69	0,79	1,09	1,00	1,15	0,95	0,41	0,90	1,03	0,68	1,24
INDICE DI SIMPSON	0,64	0,73	0,56	0,75	0,50	0,52	0,77	0,66	0,70	0,43	0,44	0,65	0,49	0,61	0,60	0,49	0,77	0,28	0,72	0,50	0,46	0,66	0,59	0,62	0,56	0,24	0,54	0,62	0,49	0,67
INDICE DI EVENNESS	0,67	0,60	0,54	0,62	0,55	0,54	0,62	0,61	0,56	0,62	0,64	0,64	0,69	0,64	0,52	0,52	0,59	0,45	0,67	0,69	0,50	0,69	0,63	0,58	0,60	0,41	0,57	0,65	0,68	0,62

Tabella 3.4 - Tabella per il calcolo del valore p e per il calcolo degli indici di Shannon, Simpson ed Evenness

Dalla tabella 3.4 e dalla comparazione degli indici di Shannon e Simpson (Figure 3.25, 3.26) si nota che la diversità di specie arboree all'interno dell'area della selva di Fiastra è nettamente inferiore rispetto a quella riscontrata a Tassinete con un indice medio calcolato a 1,02 inferiore a quel valore di riferimento di 1,5 considerato limite per i boschi temperati. Se si considera il numero di specie rilevate, questo è simile a quello ottenuto a Tassinete, ma ben diverso è il numero di individui per ogni specie soprattutto fra quelle considerate accessorie. A Fiastra rispetto a Tassinete l'indice di Shannon (Figura 3.27) varia nelle

diverse zone della Selva con valori più elevati nel settore sud ovest dove le condizioni sembrano maggiormente mesofile. In questa zona riscontriamo indici di biodiversità simili a quelli riscontrati a Tassinete con picchi nelle aree 6 e 16 rispettivamente di 1,60 e 1,67 mentre per il resto dell'area troviamo indici nettamente inferiori.

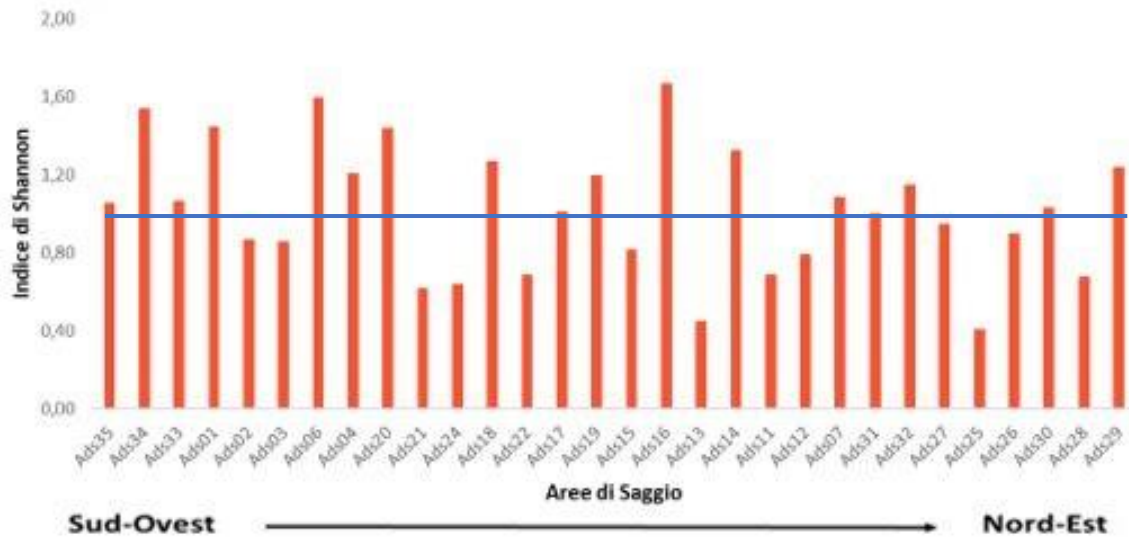


Figura 3.25- Grafico che illustra l'indice di Shannon nelle aree di saggio

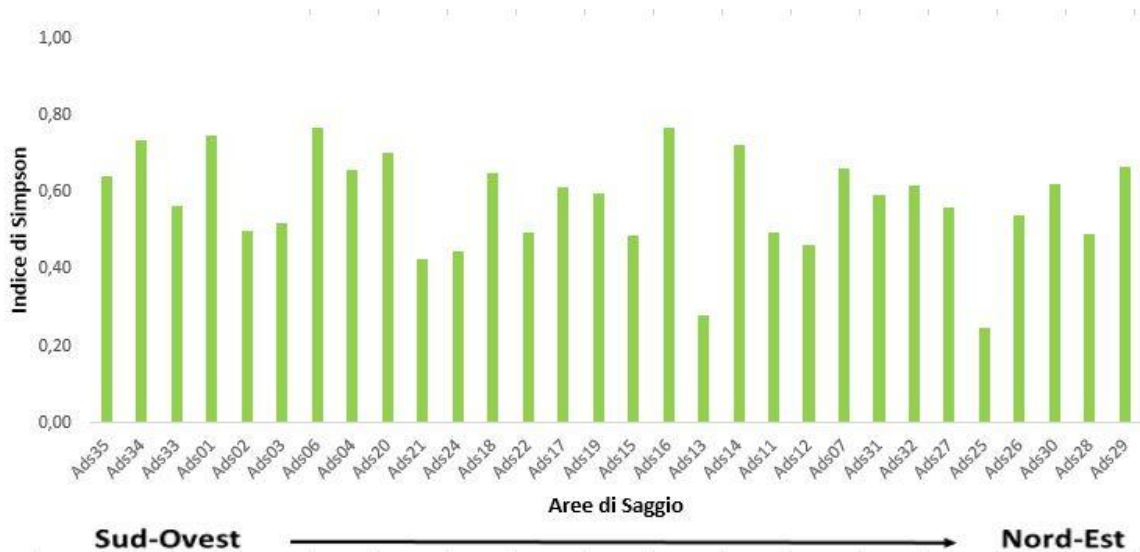


Figura 3.26 - Grafico che illustra l'indice di Simpson nelle aree di saggio

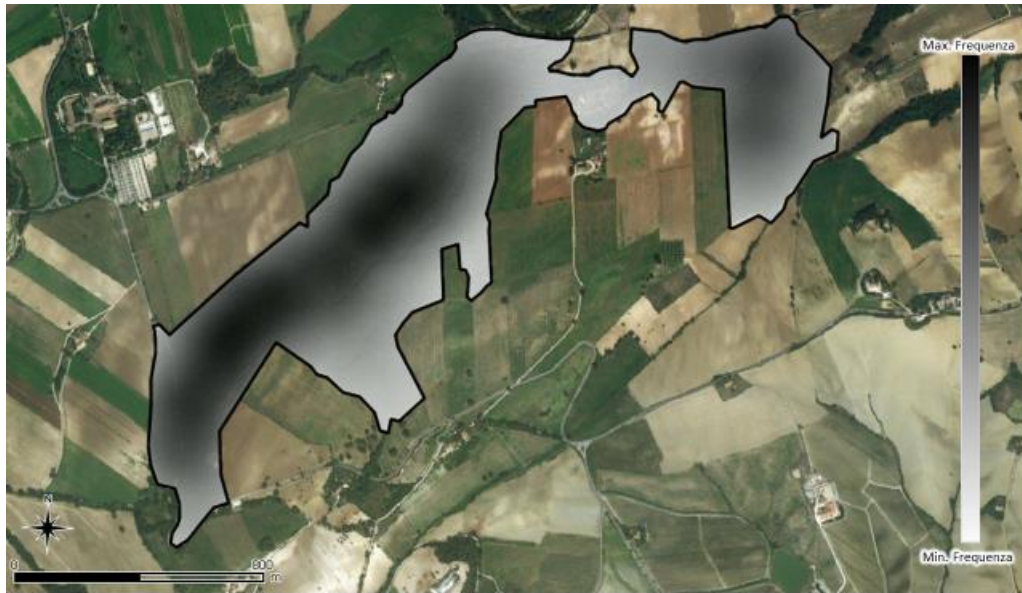


Figura 3.27 - Mappa di distribuzione della biodiversità calcolata con l'indice di Shannon

L'indice di Evenness (Figura 3.28) ci indica che generalmente siamo intorno ad un valore che oscilla intorno a 0,6. Questo valore dimostra che non c'è una specie che domina sulle altre, ma c'è co-dominanza numerica di tre specie principali (carpino bianco, orniello e cerro) su tutte le altre specie che sono state rilevate più sporadicamente. Peraltro, in termini di dominanza sociale il cerro è nettamente la specie prevalente.



Figura 3.28 - Grafico che illustra l'indice di Evenness nelle aree di saggio

3.2.4 Indirizzi gestionali

Gli interventi che si intende suggerire sono finalizzati ad un miglioramento strutturale della selva nella sua componente a cerreta ma anche per risolvere alcuni problemi legati allo

strato erbaceo-arbustivo caratterizzato da un'eccessiva diffusione di specie altamente competitive come il rovo (*Rubus ulmifolius* Schott.), l'edera (*Hedera helix* L.) e soprattutto il pungitopo (*Ruscus aculeatus* L.). In pratica alcune ipotesi gestionali potrebbero essere quelle di effettuare diradamenti selettivi localizzati in alcuni settori per cercare di dare la giusta quantità di luce al carpino bianco e incentivarne la ripresa di accrescimento, anche con una loro riceppatura. L'obiettivo sarebbe una struttura localmente stratificata. Oppure anche un rispristino, anche in piccoli lotti del ceduo composto, soluzione questa più complessa da far accettare ai proprietari. Tali diradamenti potrebbero valorizzare anche altre specie "rare" come ad esempio il Carpino orientale (*Carpinus orientalis* Mill.) ed il maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*) per poter aumentare la biodiversità dell'area. Inoltre, questi diradamenti se ben localizzati potrebbero anche favorire l'insediamento della rinnovazione naturale. Infine, la diffusione delle specie come il pungitopo eccessivamente competitive che ostacolano fortemente sia la rinnovazione naturale che tutte le altre specie nemorali tipiche dell'area a detrimento della biodiversità globale. Inoltre, la diffusione eccessiva soprattutto del pungitopo crea un habitat ideale per la diffusione dei cinghiali che già in sovrannumero determinano danni significativi sia all'interno del bosco ma soprattutto nei terreni agricoli vicini.

4. Conclusioni

Per questa tesi ci siamo posti gli obiettivi di caratterizzare le due cenosi forestali dal punto di vista della composizione specifica e strutturale raggiunti attraverso la definizione di una scheda di rilevamento, e l'analisi dei dati rilevati nei sopralluoghi effettuati.

Valutando i risultati dei dati analizzati per Tassinete e confrontandoli con ciò che è già in letteratura possiamo dire che il soprassuolo può essere caratterizzato come orno-ostrieto mesofilo in ambiente alto-collinare con presenza di tasso e con vegetazione del piano bioclimatico basso-montano, come ad esempio il faggio ed il sorbo, che inizia a comparire all'interno della cenosi.

Nella Selva dell'Abbadia di Fiastra invece il soprassuolo si può classificare nel piano dominante come una cerreta meso-xerofila con un piano dominato in cui prevalgono il carpino bianco e l'orniello. La struttura del soprassuolo di entrambe le cenosi in esame risulta profondamente segnata dalle pregresse gestioni con un governo a ceduo, infatti in entrambe le aree troviamo i principali caratteri di questo tipo di utilizzazione forestale. In entrambe le aree troviamo tendenzialmente una struttura biplana con uno strato dominante ed uno dominato. C'è però una differenza fondamentale: a Tassinete la dominanza sociale quasi assoluta è delle specie di latifoglie del bosco ceduo a scapito del tasso che veniva rilasciato e dei giovani allievi monocormici, che si devono accontentare di rimanere sotto copertura. Alla Selva dell'Abbadia di Fiastra al contrario c'è un piano dominante con matricine di *Quercus cerris*, mentre sul piano dominato troviamo il ceduo con le ceppaie principalmente di carpino bianco ed orniello.

Entrambe le aree presentano una discreta biodiversità, in termini numerici di specie, infatti possiamo contare per entrambe le aree di studio 17 specie arboree. Tale numero, in base a dati presenti in letteratura, tende a crescere in quanto molte specie "sporadiche" non sono state rinvenute all'interno delle ADS.

Però, mentre per Tassinete la biodiversità specifica risulta distribuita più o meno uniformemente su tutta l'area con solo un leggero incremento nella zona adiacente alla villa, per Fiastra abbiamo invece una tendenza a raggrupparsi nella porzione più ad ovest.

Questa diversità compositiva potrebbe derivare probabilmente anche da un impatto antropico maggiore, proprio perché in queste aree a seguito di impianti artificiali potrebbero essere state introdotte specie non propriamente tipiche dell'area come ad esempio il leccio a Fiastra. Da non sottovalutare che un ulteriore aiuto alla biodiversità potrebbe essere attribuito

proprio al tipo di governo a ceduo che proprio grazie alle frequenti chiarie create nel bosco ha favorito l'affermazione di questi esemplari appartenenti alle diverse specie.

	Macchia delle Tassinete	Selva dell'Abbadia di Fiastra
N. specie	17	17
Tipologia forestale	Orno-ostrieto con faggio e tasso	Cerreta
Specie prevalenti	<i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Taxus baccata</i>	<i>Carpinus betulus</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus cerris</i>
Moda diametri	>9 cm per tutte le specie prevalenti	28 cm per il cerro, >9cm per tutte le altre specie
Tipo strutturale del soprassuolo	Bosco ceduo di carpino, orniello e faggio con matricine di tasso e querce	Ceduo composto con ceppaie di carpino bianco ed orniello nel piano dominato e cerreta nel piano dominante
Valore medio indice di Shannon	1,67	1,02

Tabella 4.1 Tabella che mette a confronto le due cenosi forestali

Queste indagini ai fini di conservazione della biodiversità hanno un'importanza primaria in quanto queste due Formazioni Vegetali, considerate in letteratura come "relicti di vegetazione forestale, che un tempo coprivano un areale molto più vasto" (Fermanelli e Magliola, 1996), ora sono limitate a piccole superfici risparmiate dal taglio ed alla conversione agraria principalmente per motivi fisiografici, di accessibilità o socioculturali. Questo ha portato una scarsa resilienza di queste fitocenosi che se interessate a disturbi di diversa intensità (come incendi, attacchi parassitari, eventi metereologici...) rischierebbero di scomparire o di dar luogo ad una considerevole ed irrimediabile perdita di biodiversità. Inoltre, proprio in queste due aree sono presenti insieme specie che ritroviamo separatamente in altri luoghi delle Marche come ad esempio il tasso (*Taxus baccata*) a Tassinete o il carpino bianco (*Carpinus betulus*) ed il carpino orientale (*Carpinus orientalis*) per la Selva dell'Abbadia di Fiastra, che appunto per la loro rarità andranno a costituire una importantissima fonte di approvvigionamento del Materiale Forestale di Base per scopi vivaistici e forestali.

5. Bibliografia

- Bagnara L., (2012) - *Assetto strutturale-funzionale e capacità di rinnovazione del Tasso (Taxus baccata L.) nella Macchia delle Tassinete (MC)*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze Agrarie – UNIVPM
- Bagnara L., Urbinati C., (2010) - *Progetto per la Conservazione e la Valorizzazione ambientale dell'area floristica n. 51 "Macchia delle Tassinete"*. Regione Marche - UNIVPM.
- Barontini, G. (1903). - *Dei Boschi di Cingoli e della loro produzione* (Premiato S., pp. 1-16).
- Beauchamp K. (2016) - *Measuring Forest Tree Species Diversity*
- Brandoni L., (2011) - *La Gestione Forestale Sostenibile n. 2 - Foreste e Biodiversità*
- Cagelli L., (2011) - *Regioni italiane e risorse genetiche forestali*. Conferenza ISPRA - Le risorse forestali e i servizi ecosistemici.
- Cambiaggi F., Ciccarese L., (2004) – *Materiale di propagazione forestale e conservazione della biodiversità: il caso studio della Liguria*.
- Ducci F. (2005) – *Linee guida per il reperimento e l'impiego dei materiali forestali di base per l'applicazione della direttiva europea 105/1999/CE e del D.lgs. 386/2003*. CRA - Istituto Sperimentale per la Selvicoltura
- Ducci F., Pignatti G., Proietti R., Vannuccini M., (2005) – *Contributo alla definizione di provenienza per i materiali forestali di propagazione*
- Fermanelli A., Magliola C. (1996) - *Piano di gestione della Riserva Naturale Abbadia di Fiastra*
- IPLA, & Marche, R. (2001). - *I tipi forestali delle Marche. Inventario e Carta Forestale della Regione Marche*.

- Mezzabotta M. (2017) - *Le Formazioni Vegetali Monumentali delle Marche: linee guida per la produzione di seme di qualità*. Tesi di Laurea Triennale in Scienze forestali ed Ambientali-UNIVPM
- Pietracaprina A., Corti G., Vischetti C., Cocco S., Agnelli A., (2006) - *Scenari pedologici dell'entroterra collinare marchigiano in ambiente naturale e coltivato: influenza del substrato pedogenetico e della vegetazione*.
- Taffetani F., Zitti S., Giannangeli A., (2004) - *Vegetazione e paesaggio vegetale della dorsale di Cingoli (Appennino Centrale, Dorsale Marchigiana)*.
- Terre S.R.L. (2016) – *Misure di conservazione Sito Natura 2000, Selva dell'Abbadia di Fiastra*
- Tiberi M., (2006) - *Dorsale di Cingoli ed Aree retrostanti*. In ASSAM (Ed.), *Suoli e Paesaggi delle Marche. Programma Interregionale "Agricoltura e Qualità"*.
- Urbinati C., (2018) - *Relazione sulle criticità rilevate nella Selva dell'Abbadia di Fiastra e possibili interventi sperimentali di miglioramento strutturale-funzionale delle cenosi forestali*
- Direttiva CEE n.404 (1966) – *Commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione*
- Direttiva CEE n.161 (1971) – *Norme di qualità esteriore dei materiali forestali di moltiplicazione commercializzati all'interno della Comunità*
- Direttiva (CE) n.105 (1999) – *Commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione*
- Regolamento (CE) n.1597 (2002) – *Modalità di applicazione della direttiva 1999/105/CE del Consiglio per quanto riguarda la presentazione degli elenchi nazionali dei materiali di base per la produzione di materiali forestali di moltiplicazione*
- Decreto Legislativo n.386 (2003) - *Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione*

Legge Regionale della Regione Marche n.6 e ss.mm.ii (2005) - *Legge forestale regionale*

Delibera della Giunta Regionale delle Marche n.1269 (2005) - *Norme sulla produzione e commercializzazione delle piante forestali e dei relativi materiali di moltiplicazione*

Legge Regionale della Regione Abruzzo n.3 e ss.mm.ii (2014) – *Legge organica in materia di tutela e valorizzazione delle foreste, dei pascoli e del patrimonio arboreo della regione Abruzzo*

Legge Regionale della Regione Emilia-Romagna n.10 e ss.mm.ii (2007) - *Norme sulla produzione e commercializzazione delle piante forestali e dei relativi materiali di moltiplicazione*

Legge Regionale della Regione Emilia-Romagna n.244 e ss.mm.ii (2018) – *Norme sulla produzione e commercializzazione delle piante forestali e dei relativi materiali di moltiplicazione*

Legge Regionale della Regione Lazio n.39 e ss.mm.ii (2002) – *Norme in materia di gestione delle risorse forestali*

Legge Regionale della Regione Toscana n.39 e ss.mm.ii (2000) - *Legge Forestale Regionale*

Legge Regionale della Regione Umbria n.28 e ss.mm.ii (2001) - *Testo unico regionale per le foreste*

6. Sitografia

<https://it.climate-data.org>

<http://abbadiafiastro.net/it/>

<https://earth.google.com>

<http://www.globalbioclimatics.org>

<http://www.assam.marche.it/>

<https://sisef.org/>

Vorrei esprimere un ringraziamento particolare a coloro che hanno collaborato nelle analisi, stesura e correzione di questa tesi, a partire dal Prof. Carlo Urbinati, il Dott. Alessandro Vitali, il Dott. Francesco Malandra e tutti i collaboratori dell'area Sistemi Forestali del Dipartimento D3A dell'UNIVPM.

Ringrazio inoltre i parenti e gli amici che con il loro contributo economico e morale mi hanno sostenuto durante tutto il ciclo di studi.



Allegato 6

Relazione su indirizzi gestionali nella Macchia di Tassinete

La macchia di Tassinete (S.I.C. IT5330013, e Formazione Vegetale Monumentale n. 286), costituisce un sistema forestale di oggettivo interesse non solo per la presenza di una delle più importanti popolazioni di tasso (*Taxus baccata* L.) dell'Italia centrale, ma anche per la notevole abbondanza di specie arboree autoctone che la caratterizza.

Dai nostri primi studi iniziati nel 2009 su struttura ed evoluzione del bosco di Tassinete emerse chiaramente **che una conversione a fustaia coetanea/coetaniforme attiva o passiva dei cedui presenti, potrebbe modificare significativamente l'assetto strutturale e compositivo dei soprassuoli, compromettendone il valore naturalistico.**

In un incontro svolto in loco con l'associazione Pro-Silva Italia nell'estate 2011, cui parteciparono numerosi tecnici forestali dell'Italia centrale, si affermò che **gli interventi culturali dovessero prioritariamente essere indirizzati alla conservazione, non solo degli individui di tasso presenti, ma anche e soprattutto alla cospicua diversità compositiva del loro contorno.** La composizione arborea varia infatti notevolmente lungo un gradiente ecologico Ovest-Est passando da condizioni di faggeta (intorno a Villa Tassinete) a quelle di querceto termofilo (verso Cingoli) e annovera la presenza di almeno 20 specie arboree (fra cui anche i 5 principali aceri italiani, A. montano, A. riccio, A. a foglie ottuse, A. campestre e A. minore).

L'obiettivo selvicolturale condiviso è **indirizzare le cenosi verso strutture diversificate, irregolari per favorire al massimo la diversità compositiva e la resilienza ecosistemica,** raggiungibile mediante un'attenta selezione esperta degli individui delle specie di latifoglie presenti intorno agli individui di tasso.

Le nostre analisi (Urbinati e Bagnara, 2009; Bagnara 2012, Garbarino et al. 2014) hanno inoltre contribuito ad innescare negli anni successivi un processo di revisione geobotanica, da parte dei coleghi di Ancona e Camerino. In precedenza, infatti le cenosi con tasso erano state classificate come orno-ostrieti e solo la loro riclassificazione nell'ambito delle faggete ne consentì l'attribuzione all'habitat prioritario 9210.

Le raccomandazioni culturali emerse dalle nostre analisi trovarono poco dopo diretta applicazione in un progetto esecutivo denominato **"Interventi selvicolturali di prevenzione dagli incendi boschivi nella Foresta Demaniale di Cingoli, località Internone e Tassinete"** ad opera dell'allora Comunità Montana Ambito 4 (ora Unione Montana San Severino) a firma del dott. for. Stefania Ramazzotti. Sono stati interessati dagli interventi anche alcuni ettari di ceduo fuori turno (con tasso) a prevalenza di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) con roverella (*Quercus pubescens*), cerro (*Quercus cerris*), orniello (*Fraxinus ornus*), acero d'Ungheria (*Acer obtusatum*), ciavardello (*Sorbus torminalis*) e sporadicamente faggio (*Fagus sylvatica*) e carpino bianco (*Carpinus betulus*).

Il tasso (*Taxus baccata*) aveva distribuzione irregolare sia degli esemplari adulti, ma soprattutto della rinnovazione (altezza sotto 1.30 m da terra, ma età anche di 40 anni per ripetute brucature). Nella tabella seguente era stato sinteticamente indicato l'effetto previsto dall'intervento di diradamento rivolto soprattutto a contenere l'aggressività di carpino nero (e orniello) per favorire



le altre latifoglie e diversificare maggiormente la composizione specifica oltre che naturalmente per valorizzare la presenza del tasso. Gli interventi effettuati sono in fase di monitoraggio.

Specie	ANTE	POST
Carpino nero	42%	32%
Cerro-roverella	4%	8%
Orniello	29%	25%
Altre latifoglie	26%	35%

I principi di diversificazione strutturale e compositiva hanno permeato anche le indicazioni colturali del Piano di gestione del SIC Macchia di Tassinete (Studio Verde, 2014). Le cenosi afferenti all'habitat prioritario 9210* Faggeti degli Appennini con *Taxus* e *Ilex* sono state valutate in buono stato di conservazione, da mantenere nel tempo con interventi di contrasto a possibili minacce finalizzati a:

- limitare la brucatura da parte del capriolo sui giovani individui di *Taxus baccata* con shelter e/o recinzioni di protezione,
- differenziare la struttura orizzontale e verticale del bosco che tende ad una progressiva omogeneizzazione
- monitorare le capacità silvigenetiche (capacità di fioritura, fruttificazione e rinnovazione della specie, nelle diverse condizioni stagionali, strutturali e di posizione sociale) di *Taxus baccata*, *Fagus sylvatica* e di *Ilex aquifolium*;
- **provvedere alla propagazione in situ ed/o ex-situ delle specie *Taxus baccata* e *Ilex aquifolium***, per garantire la conservazione dei genotipi e fenotipi locali e la produzione di materiale vegetale da utilizzarsi per rinfoltimenti e/o sottopiantagioni nel sito e/o in altri siti della Rete Natura 2000 in Regione Marche, **anche mediante accordo di programma/convenzione con ASSAM**;
- sperimentare e monitorare (in aree dimostrative permanenti) tipologie di intervento e modelli selvicolturali diversi e definire protocolli di monitoraggio per valutare nel medio-lungo termine gli effetti (obiettivo primario generale è dato dal perseguimento di efficaci stratificazioni strutturali orizzontali e verticali attuabili con le numerose specie arboree presenti nella zona, garantendo adeguate condizioni bioecologiche, selvicolturali e di posizione sociale all'interno dei popolamenti adeguate alla conservazione e permanenza di *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium* e anche *Fagus sylvatica*).

È evidente che eventuali interventi attuabili nel progetto boschi da seme ASSAM-UNIVPM dovranno essere rivolti a valorizzare individui arborei di particolare pregio o potenzialità come portaseme e dovranno essere attuati non con modalità estensive, ma nell'ottica della **selvicoltura d'albero**, con azioni molto localizzate intorno alle piante obiettivo. L'allevamento di singoli individui da valorizzare avviene con interventi progressivi molto localizzati in base allo stadio di sviluppo degli individui di avvenire (**cassage, diradamenti selettivi, cercinature**) e degli obiettivi posti. La cercinatura si presterebbe particolarmente alle esigenze specifiche del progetto, in quanto



eviterebbe qualsiasi operazione cantieristica ed un isolamento troppo repentino di alcuni individui di potenziale interesse ma non ancora pronti ad essere privati della concorrenza.

In situazioni localizzate più evolute con presenza di individui o gruppi di piante più vecchie è possibile rilasciare le cosiddette **isole di senescenza** (Cateau et al. 2013), ovvero gruppi arborei lasciati a libera evoluzione senza interventi colturali, con funzione di micro-riserve. Si tratta di un concetto più evoluto e di maggior valenza ecosistemica, ma simile a quello del rilascio delle matricine ad invecchiamento indefinito nei cedui o di *retention trees*, tipici nelle fustaie del Nord Europa.

Ulteriori indicazioni operative sono riportate anche nel volume della Regione Marche e UNIVPM **“Lavorare in bosco nelle Marche: Indirizzi e applicazioni di selvicoltura e cantieristica forestale”** (a cura di Urbinati, 2016) a cui si farà riferimento per specifici interventi che dovranno valutare dettagliatamente gli effetti diretti e indiretti sui micro-siti e sul contesto generale.



Ancona 21.06.2018

Progetto con ASSAM-UNIVPM su Boschi da Seme – **Misura 15.2 azione a) PSR Marche “Sostegno per la conservazione e promozione delle risorse genetiche forestali”**.

Relazione sulle criticità rilevate nella Selva dell’Abbadia di Fiastra e possibili interventi sperimentali di miglioramento strutturale-funzionale delle cenosi forestali

Premessa

L’area Sistemi Forestali del D3A – UNIVPM partecipa con ASSAM ad un progetto PSR di valorizzazione del materiale di propagazione da alberi e boschi di particolare interesse regionale (2017-2018). Fra le fonti di materiale di base sono state selezionate anche delle formazioni vegetali monumentali (FVM) censite dal Corpo Forestale dello Stato per conto della Regione Marche, grazie alla loro adattabilità e resistenza, sicuramente superiori a quelle di normali individui. Sono state selezionate per il censimento, l’analisi e la raccolta del materiale (in prevalenza frutti) 12 FVM, di cui 9 individui monumentali e 3 formazioni boschive (Macchia di Tassinete, Selva dell’Abbadia di Fiastra e Abetina di Fonte Abeti). Per le formazioni boschive è stato attuato un protocollo di campionamento sperimentale con distribuzione sistematico-stratificata (circa 30 aree campione su tutta la superficie boscata) con lo scopo di caratterizzare la struttura delle cenosi forestali, la composizione arborea, l’origine (gamica-agamica) dei soprassuoli e la presenza e relativa mappatura di individui arborei particolarmente vocati alla produzione di seme, nonché gli indirizzi per la conservazione e la valorizzazione. Tale campionamento, oltre agli obiettivi specifici del progetto, ha permesso di verificare le condizioni ecologico-evolutive delle cenosi forestali e la presenza di possibili fattori di disturbo o minaccia ai normali processi silvigenetici, con particolare riferimento a quelli di rinnovazione naturale del bosco.

Il campionamento e la Selva

Nella Selva dell’Abbadia di Fiastra sono state realizzate 29 aree campione (**Fig. 1**) di cui 23 nella Selva “grande” e 6 nella Selva “piccola”. L’elaborazione e l’analisi dei dati raccolti sono in corso d’opera e saranno presentati entro la fine dell’estate. Nell’Inventario e Carta Regionale dei tipi forestali le cenosi presenti sono prevalentemente classificate nella categoria delle Cerrete (CE) (tipo *Cerreta mesoxerofila*, sottotipo *termofilo-costiero*). Una piccola porzione esposta a sud-est è classificata come Lecceta (LE) (tipo *Lecceta mesoxerofila a carpino nero*, sottotipo *termofilo costiero*). Lungo i fossi e il torrente Fiastra lembi di Formazioni Ripariali (FR) (Tipo *Pioppeto-Saliceto Ripario*).

Il piano di Gestione del SIC Selva di Fiastra (2016) individua nel medesimo territorio tre habitat: 3280 Fiumi mediterranei a flusso permanente con vegetazione dell'alleanza *Paspalo-Agrostidion* e con filari ripari di *Salix* e *Populus alba* (55,67 ha); 92A0 Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba* (72,93 ha); 6430 Bordure planiziali, montane e alpine di megafornie idrofile (11,13 ha). Sono inoltre stati individuati lembi ridottissimi di 92Lo Querceti di rovere illirici (*Erythronio-Carpinion*).



Fig. 1. Localizzazione delle 29 aree campione censite nella Selva di Fiastra per il progetto boschi da seme regionali UNIVPM-ASSAM

L'indagine svolta da D3A, visti gli obiettivi del progetto, ha riguardato soprattutto le cenosi collinari e planiziali a prevalenza di cerro e altre latifoglie. I risultati preliminari evidenziano globalmente strutture molto omogenee e in parte rimaneggiate da impianti (pini, cipressi, e conifere in genere) e nelle aree di margine da ingressioni spontanee di specie alloctone (robinia, ailanto). Nelle esposizioni più calde si trovano anche leccete, in parte di sicura origine antropica a giudicare dal sesto d'impianto regolare, ma anche naturalizzate.

Le cerrete sono prevalentemente soprassuoli biplani con un piano dominante costituito da grandi individui di *Quercus cerris* e in quota minore da individui del gruppo *Quercus pubescens*, di origine gamica e con un piano dominato a prevalente origine agamica costituito in gran parte da *Carpinus betulus*, in consociazione con *Ostrya carpinifolia*, *Acer obtusatum* e *Fraxinus ornus* e molto localmente da *Carpinus orientalis*. Si tratta soprattutto di cedui matricinati utilizzati fino ad alcuni decenni fa ed ora in libera evoluzione. Le leccete sono fustaie tendenzialmente coetanee e i boschi



ripariali sono in prevalenza cenosi irregolari strutturalmente disomogenee nella struttura verticale e orizzontale, anch'esse in libera evoluzione.

La Selva ad eccezione delle aree a forte impronta antropogena, caratterizzati da impianti di conifere varie lungo i sentieri e/o i margini del bosco e anche di leccio, è costituita da cenosi senza alcuna forma di gestione da alcuni decenni. Tale scelta motivata probabilmente da fattori di ordine fondiario e socioeconomico ha trovato continuità con l'istituzione della Riserva Naturale che ha vietato la ceduzione o ogni altro tipo di intervento selvicolturale. Peraltro, gran parte della Selva è anche area SIC/ZSC e caratterizzata dalla presenza di habitat prioritari la cui conservazione e manutenzione sono obiettivi prioritari dello specifico piano di gestione.

Le criticità evidenziate

L'evoluzione libera delle cenosi forestali dopo secoli di utilizzazioni a scopo venatorio e produttivo, insieme ai cambiamenti climatici stanno oggi determinando, anche nelle aree più interessanti dinamiche ecologiche regressive che potrebbero ridurre fortemente la valenza ecosistemica della Selva senza specifici e urgenti interventi. La struttura delle cenosi è oggi molto omogenea e l'eccessiva densità del piano dominante di cerro, sta minacciando ad esempio la sopravvivenza del carpino bianco, una specie con una moderata tolleranza dell'ombra, ma che necessita urgentemente di maggiore disponibilità di luce. Sotto copertura, si stanno determinando condizioni di scarsa illuminazione, che in seguito al riscaldamento climatico ed alla conseguente siccità stagionale, hanno favorito l'estensiva invasione e l'eccessivo sviluppo di pungitopo (*Ruscus aculeatus*) che in molte aree raggiunge anche altezze superiori a 1.5 m. Tale presenza impedisce l'insediamento e la sopravvivenza di qualsiasi altra specie arborea, ed ha contribuito a ridurre nel corso degli ultimi 20 anni la biodiversità vegetale dell'area. La capacità di rinnovazione delle cerrete è al momento fortemente minata da una serie di fattori di disturbo sui quali sarebbe opportuno intervenire per ridurre gli impatti

L'eccessiva densità della cenosi colturali (diradamenti) sta competizione arborea, la quale in condizioni climatiche sembra rapida diffusione del fungo *mediterranea* agente del cancro coinvolto nel complesso "deperimento delle querce". I evidenti e diffusi in diverse aree determinare la morte di individui fungo è stato studiato nella Selva attivo con una certa virulenza. necromassa potrebbe anche d'incendio globale della Selva, medio-basso (per tipo di



Fig. 2 – Corpi fruttiferi di *Biscognauxia mediterranea* sul fusto di un individuo di cerro.

nei prossimi anni. in assenza di interventi determinando una forte sinergia con le modificate essere una delle cause di ascomicete *Biscognauxia* carbonioso delle querce processo noto come sintomi (Fig. 2) sono molto della cerreta ed in grado di giovani e adulti. Lo stesso di Castelfidardo dove è Nel tempo l'aumento di aumentare il rischio attualmente valutato di tipo combustibile), ma di gravità



elevata per la presenza diffusa di habitat forestali anche di tipo prioritario. L'aumento di necromassa determinato sia dalla mortalità naturale (effetto della concorrenza inter-intra specifica) sia da quella indotta dal suddetto fungo costituisce un fattore di rischio crescente che dovrà essere opportunamente considerato nei prossimi piani antincendio boschivo. In tali condizioni di totale abbandono ha trovato habitat ideale il cinghiale che è presente con popolazioni fuori controllo e assolutamente insostenibili per la Selva. La loro presenza in alcuni ambiti della selva ha determinato anche forme di dissesto idrogeologico.

Le condizioni generali della Selva, nonostante l'apparente normalità percepibile lungo i sentieri, sono a nostro avviso preoccupanti e l'assenza di specifici interventi ostacola un equilibrio ecosistemico già compromesso e la conservazione degli habitat presenti. In sintesi, la Selva si trova a nostro avviso, in una situazione anomala in quanto da un lato essa risulta interamente inclusa in Zona A della Riserva, sottoposta a tutela integrale e quindi esente da qualsiasi tipo di intervento. Dall'altro il Piano di Gestione del SIC Abbadia di Fiastra IT 5330024 (2016) prevede interventi specifici sulla componente vegetazionale e faunistica come riportato nelle azioni 25, 26, 28 e 29. **L'azione 25 prevede la realizzazione di un piano forestale di dettaglio per tutte le aree boscate** (secondo la definizione della Regione Marche dovrebbe essere un Piano Particolareggiato di Assestamento Forestale) **per definire le attività di gestione forestale necessarie a garantire la conservazione soddisfacente degli habitat.** L'azione 26 prevede l'incremento di siti di nidificazione per la fauna forestale attraverso **la cercinatura di alberi**, il rilascio di piante morte in piedi e di necromassa a terra. Le azioni 28 e 29 richiamano rispettivamente **la necessità di controllo delle popolazioni di fauna domestica e di cinghiale.**

I possibili interventi sperimentali sulla vegetazione

Sebbene gli obiettivi della ricerca ASSAM-D3A siano quelli della valorizzazione di boschi da seme ci è sembrato opportuno segnalare tale situazione di particolare criticità, nonché proporre alcuni interventi **ad esclusivo carattere sperimentale** che potrebbero essere in parte realizzati anche in tempi rapidi e con risorse specifiche di ASSAM.

Gli interventi possibili a cura di ASSAM sarebbero i seguenti:

- individuazione di alcuni siti di cerreta invasi da pungitopo nel piano dominante ed in cui il piano dominante con carpino bianco e/o carpino orientale risulti particolarmente compromesso.
- Realizzazione di alcune piccole aree sperimentali di circa 100-200 m² nelle quali ridurre la copertura e la densità del piano dominante/intermedio mediante la cercinatura degli individui degli individui prescelti (.
- In tali aree esecuzione del taglio ed estirpazione del pungitopo nonché impianto di nuclei arborei-arbustivi con specie tipiche delle serie vegetazionali presenti e adattate alle particolari condizioni stagionali, tramite materiale di base strettamente autoctono e selezionato nei vivai ASSAM.
- Costruzione di mini-chiudende per ogni nucleo arboreo-arbustivo costituite da tre pali di castagno e rete metallica di altezza e fattura tali da resistere all'azione della fauna selvatica presente nella Selva (**Fig 3**).

- Monitoraggio delle condizioni vegetative del materiale cercinato e di quello messo a dimora ed eventuale risarcimento del postime non attecchito.

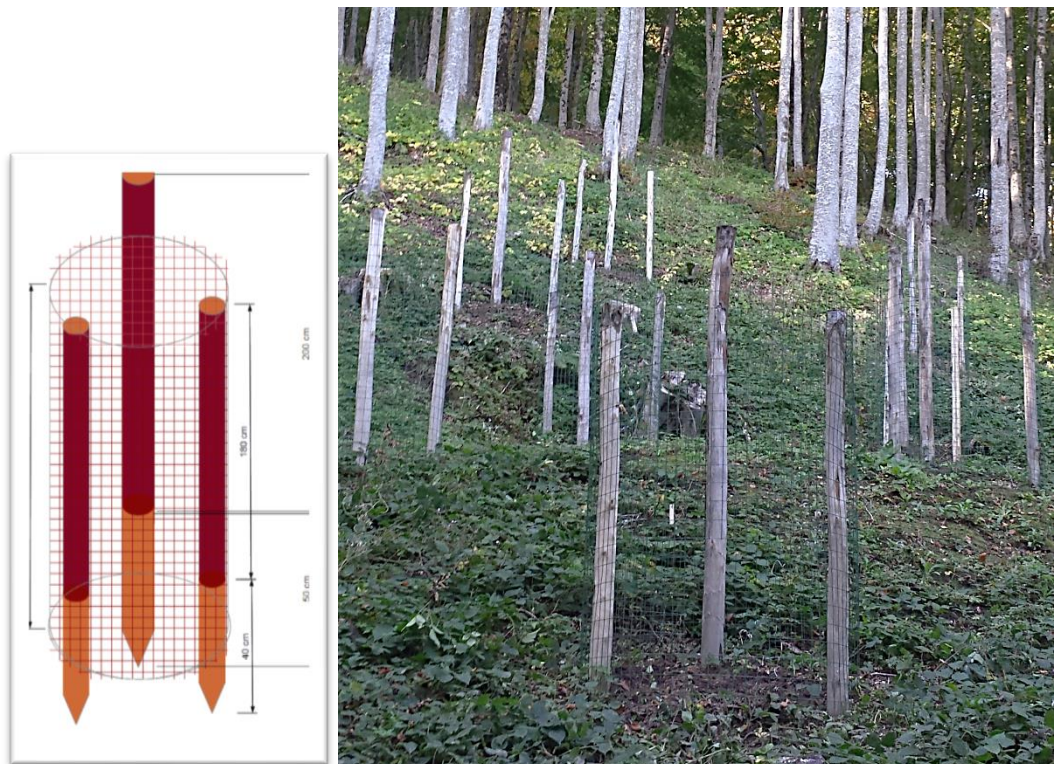


Fig. 3 – Micro-chiudende realizzate con pali di castagno e rete metallica per la difesa di materiale di nuovo impianto dalla fauna selvatica realizzate nel SIC Valle della Corte (AP) (Foto Urbinati da LIFE – Resilfor).

Inoltre, sarebbe opportuno procedere ad un'analisi sulla diffusione e patogenicità di *Biscognauxia mediterranea* che potrebbe essere finanziata con risorse specifiche (es. bandi PSR, Fondazioni, ecc.) e condotta congiuntamente da D3A-UNIVPM e ASSAM.

Circa la presenza dei cinghiali, sono certo che esistano azioni di monitoraggio e di contenimento, ma che evidentemente devono essere rafforzate. Mi preme segnalare l'estrema criticità rilevata e quindi l'urgenza nel mettere in atto questi interventi sperimentali (lontano dalla vista degli escursionisti e quindi ad una certa distanza dai sentieri principali).

L'area Sistemi Forestali del D3A-UNIVPM è a disposizione per qualunque chiarimento, approfondimento e confronto in merito alle problematiche evidenziate e agli interventi proposti, nonché per presentare pubblicamente i dati delle nostre analisi (a partire dal prossimo autunno) anche presso la vostra sede. È altresì interessata a collaborare per ulteriori attività di pianificazione, gestione e monitoraggio degli ecosistemi forestali gestiti dalla Fondazione Giustiniani Bandini.

Carlo Urbinati





Lunedì
12 Novembre
2018

Ore 14.30

Aula Azzurra
DISVA

UNIVPM
Ancona
Via Brece
Bianche
(Polo Montedago)



Alberi e boschi da seme per la produzione di materiale di moltiplicazione e la conservazione della biodiversità nelle Marche

Presentazione risultati progetto ASSAM-UNIVPM Misura 15.2 az. a)
“Sostegno per la conservazione e la promozione delle risorse genetiche forestali”

Ore 14.30 - *Registrazione dei partecipanti*

Ore 15.00 - *Saluti istituzionali*

Prof. Nunzio Isidoro - Direttore Dip.to D3A - UNIVPM

Prof. Davide Neri – Direttore Azienda agraria didattico sperimentale D3A UNIVPM
Arch. Anna Casini – Assessore Agricoltura e Vice Presidente Regione Marche

Ore 15.20 - *Inizio lavori*

Dott.ssa **Ambra Micheletti** (ASSAM) - *Le misure del PSR Marche per la tutela e la valorizzazione delle risorse genetiche agrarie e forestali*

Dott.ssa **Lorella Brandoni** (ASSAM) – *Il progetto boschi da seme ASSAM-UNIVPM*

Dott. **Gianluca Naso** (ASSAM) - *La raccolta e la gestione del materiale di propagazione nei vivai regionali*

Prof. **Carlo Urbinati** (D3A - UNIVPM) - *Alberi e boschi da seme nelle Marche: sintesi dei principali risultati del progetto*

Dott.ssa **Elena Bitocchi** (D3A - UNIVPM) - *Caratterizzazione genetica della popolazione di tasso di Macchia delle Tassinete (MC)*

Dott. **Alessandro Vitali** – Dott. **Francesco Malandra** (D3A - UNIVPM) - *Assetto strutturale, diversità specifica e indirizzi gestionali di due boschi da seme delle Marche*

Ore 17.30 - *Discussione e considerazioni conclusive*

Informazioni e contatti:

Alessandro Vitali (alessandro.vitali@univpm.it) o **Francesco Malandra** (f.malandra@pm.univpm.it) tel. 071 2204274



Alberi e boschi da seme per la produzione di materiale di moltiplicazione e la conservazione della biodiversità nelle Marche

12 Novembre 2018 – Aula Azzurra - UNIVPM



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



Unione Europea / Regione Marche
PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE 2014-2020
FONDO EUROPEO AGRICOLA PER LO SVILUPPO RURALE: CREANDO INVESTI NELLE ZONE RURALI





Alberi killer?

HOME NEWS METEO ▾ NOWCASTING ▾ GEO-VULCANOLOGIA ASTRONOMIA MEDICINA & SALUTE TECNOLOGIA

Maltempo, "basta alberi killer": chiesto al Governo un decreto che obblighi i Comuni ad avviare la VTA, ecco cos'è

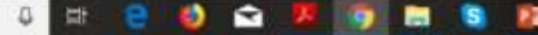
Maltempo, alberi killer. Assoiimpredia: "Tutti i Comuni siano obbligati per legge alla verifica di stabilità e al censimento degli alberi". Proposta lanciata al Governo nazionale

A cura di **Peppo Carilli** 31 ottobre 2018 - 12:10

MI piace 525.615



Per eseguire la ricerca





- 14 Mil di alberi abbattuti nel Nord-Est
- 6-8 milioni di metri cubi di legname
- Circa 20.000 ettari di foreste
- Difesa idro-geologica a valle

Eventi su alberi e foreste

Area Sistemi Forestali



HOME PRESENTAZIONE SOGGIATI SESSIONI DI PAR. EDITOREI CERCAGIONE PARRANDA ABSTRACT BOOK INFO

IL BOSCO QUOTIDIANO. I DIVERSI UTILIZZI DEL LEGNO



Indagine su vivaistica nazionale

- Questionario inviato a 20 regioni e 2 province autonome da parte della Direzione Generale
- Solo 7 Enti al momento hanno risposto (33% della superficie nazionale)
- 4.5 Mil di piantine in allevamento nel 2018
- 800 mila piantine distribuite nel 2017

Scopo dell'indagine

Fotografia vivaistica forestale italiana
Quadro conoscitivo RAF Italia
Verifica omogeneità nell'attuazione
del D. lgs 386/03

Capacità di comunicazione verso l'esterno

Vival pubblici
Vival privati

Produzione e vendita
Documenti attuativi

Indagine conoscitiva sulla consistenza del comparto vivaistico forestale nazionale

Alessandro Stefani¹, Enrico Pompei², Angela Farina³, Alberto Manzo⁴, Fulvio Ducci⁵, Alberto Maltoni⁶, Barbara Mariotti⁷, Andrea Tanzi⁸

¹Direzione generale delle Foreste, Ministero delle politiche agricole alimentari, forestali e del turismo
²Direzione generale delle Foreste, DIFOR 5 Politiche forestali nazionali e internazionali, Ministero delle politiche agricole alimentari, forestali e del turismo
³Direzione generale delle Foreste, DIFOR IV Servizi assistenziali e valorizzazione biodiversità, Ministero delle politiche agricole alimentari, forestali e del turismo
⁴Direzione generale per la promozione della qualità agroalimentare e dell'acqua, IQAI II, Ministero delle politiche agricole alimentari, forestali e del turismo
⁵Centro di ricerca Foreste e Legno (CREA-FL) Arezzo, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
⁶Dipartimento dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (SESAAF), Università degli Studi Firenze



Obiettivo della vivaistica pubblica

La tutela e la conservazione della biodiversità forestale (e agraria) attraverso la produzione di materiale di moltiplicazione di qualità e adeguato al luogo

Rimboschimenti (oltre 1,2 Mha)



Arboricoltura (da legno, da tartufo)

Circa 100.000 ha di impianti

Oltre il 50% è costituito da
pioppicoltura

Il restante da latifoglie varie
(miste o in purezza)

Fonte: Rete Rurale, 2018
INARBO.IT

Inventario arboricoltura da legno
in Italia





- Contestualizzazione e terminologia
- Obiettivi generali del progetto ASSAM-UNIVPM
- Formazioni vegetali selezionate
- Principali risultati
- Conclusioni

Sinopsi

Che cos'è un bosco da seme?

Bosco da seme
soprassuolo forestale dal quale è possibile prelevare semi o altro materiale di moltiplicazione di specie forestali **autoctone**

"autoctono"

relativo a popolazione di norma rigenerata tramite rinnovazione naturale o artificiale (tramite materiale di propagazione omologo o di soprassuoli autoctoni vicini)

"indigeno"

soprassuolo o fonte di semi autoctoni o prodotti artificialmente per semina, la cui origine nella stessa regione di provenienza

Qualche precisazione terminologica

Materiali di moltiplicazione

- **unità seminali:** strobili, infruttescenze, frutti e semi per produzione di postime;
- **parti di piante:** talee caulinari, fogliari e radicali, espianti o embrioni per micropropagazione, gemme, radici, marze, piantoni per produzione di postime;

Materiali forestali di moltiplicazione

- Materiale di moltiplicazione relativo a specie e/o ibridi artificiali utilizzabili **ai fini forestali** (*imboschimento/rimboschimento, arboricoltura da legno* e ad eventuali ulteriori ambiti previsti da regioni e province autonome);

Materiali di base

- **Alberi o arbusti** di una determinata zona dove si raccolgono i semi;
- **Popolazioni identificate** di alberi ed arbusti con sufficiente uniformità di composizione;
- **Arboreti da seme** (piantagioni di cloni o famiglie selezionati, isolati da impollinazione estranea);
- **Genitori:** alberi utilizzati per ottenere discendenti tramite impollinazione controllata o libera;
- **Cloni:** insieme di individui (ramet) derivati per via vegetativa da un unico individuo originale (ortet); anche in miscuglio

Art. 2 - D. Leg. 10 novembre 2003, n. 386 - "Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione"

Normativa nazionale e regionale

D. Leg. 227/2001 Art. 9. Materiale forestale di moltiplicazione

Le regioni istituiscono **il libro dei boschi da seme** per il territorio di propria competenza, in cui sono iscritti i **boschi, gli arboreti, gli alberi e le piantagioni di alberi da seme** per la produzione di materiale forestale di moltiplicazione.

L.R. 6/2005 Art. 14 (Libro regionale dei boschi da seme)

Presso la struttura regionale competente in materia di foreste è istituito **il libro regionale dei boschi da seme** nel quale vengono iscritti i boschi, gli arboreti e le piante relative alle specie di cui all'articolo 20 da cui approvvigionarsi di seme.

Normativa nazionale

D. Leg. 34/2018 Art. 13 - Materiale forestale di moltiplicazione

1. La provenienza del materiale di moltiplicazione destinato a fini forestali è certificata in conformità alle disposizioni del decreto legislativo 10 novembre 2003, n. 386. Il medesimo materiale di moltiplicazione deve essere **in condizioni fitosanitarie conformi** alle normative di settore ed **adeguato alle condizioni ambientali della stazione di impianto**.
2. **Le regioni aggiornano i registri dei materiali di base** in cui vengono iscritti i materiali forestali di base presenti nel proprio territorio. Le regioni alimentano con i dati dei registri di cui al primo periodo il registro nazionale dei materiali di base conservato presso il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali.
3. Al fine di tutelare la biodiversità del patrimonio forestale nazionale, **i Centri nazionali biodiversità Carabinieri di Pieve S. Stefano, Peri e Bosco Fontana**, sono riconosciuti quali centri nazionali per lo studio e la conservazione della biodiversità forestale. Possibilità di attivare altri centri.
4. I centri sono abilitati alla certificazione ufficiale delle analisi sulla qualità dei semi forestali e possono coadiuvare le regioni nell'individuazione delle aree di provenienza e dei materiali di base
5. La Commissione tecnica di cui all'articolo 14 del decreto legislativo del 10 novembre 2003, n. 386, istituita presso il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, redige, conserva e aggiorna il registro nazionale dei materiali di base di cui al comma 2 e coordina la filiera vivaistica forestale nazionale, secondo modalità definite con decreto del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali.

- **Validità del D. Leg 386/2003**
- **Aggiornamento registri regionali materiale di base**
- **Riconoscimento Centri Nazionali Biodiversità (Pieve Santo Stefano, Peri e Bosco Fontana)**
- **Certificazione analisi qualità dei semi**
- **Commissione tecnica MIPAAFT**

Progetto Boschi da seme



- Misura 15.2 az. A) del P.S.R. Marche «**Sostegno per conservazione e promozione delle risorse genetiche forestali**»
 - ✓ Individuazione specie forestali di interesse vivaistico per iscrizione nel Libro regionale dei boschi da seme
 - ✓ Redazione dei relativi piani particolareggiati di conservazione
- Riorganizzazione delle schede di rilevamento (per formazioni arboree e forestali)
- Caratterizzazione e stato vegetativo di **Formazioni arboree**
- Censimento e mappatura specie in **Formazioni forestali**
- Definizione indirizzi gestionali e di tutela

D3A – Area Sistemi Forestali

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



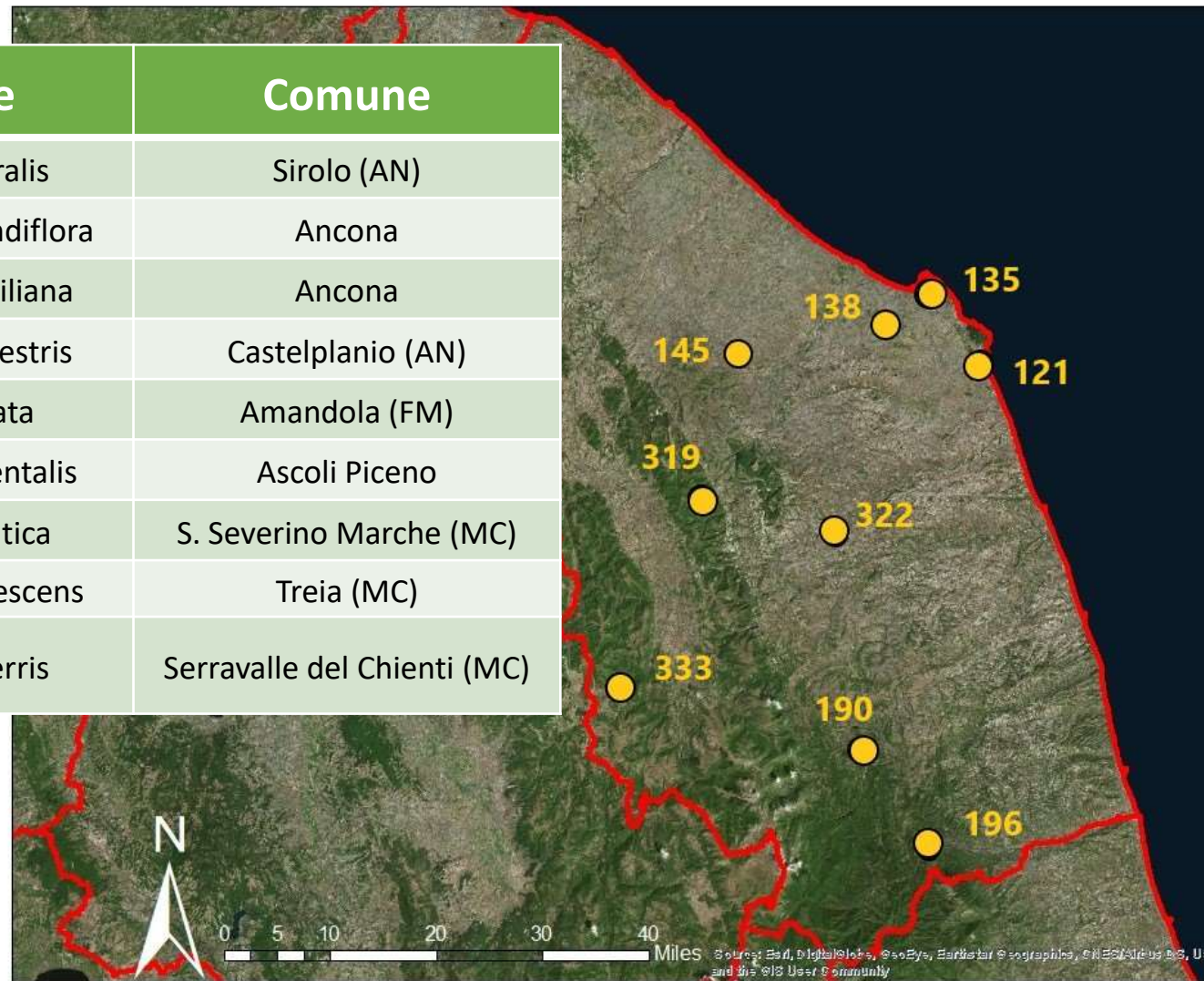


Parametri rilevati nelle FVM arboree

- Dati stazionali e geografici
- Proprietà ed accessibilità
- Informazioni su Materiale di Base
- Parametri dendrometrici
- Stato fitosanitario

Formazioni vegetali - Alberi

N. FV	Specie	Comune
121	<i>Celtis australis</i>	Sirolo (AN)
135	<i>Magnolia grandiflora</i>	Ancona
138	<i>Quercus virgiliana</i>	Ancona
145	<i>Ulmus campestris</i>	Castelplanio (AN)
190	<i>Tilia cordata</i>	Amandola (FM)
196	<i>Platanus orientalis</i>	Ascoli Piceno
319	<i>Fagus sylvatica</i>	S. Severino Marche (MC)
322	<i>Quercus pubescens</i>	Treia (MC)
333	<i>Quercus cerris</i>	Serravalle del Chienti (MC)



D3A - Area Sistemi Forestali

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

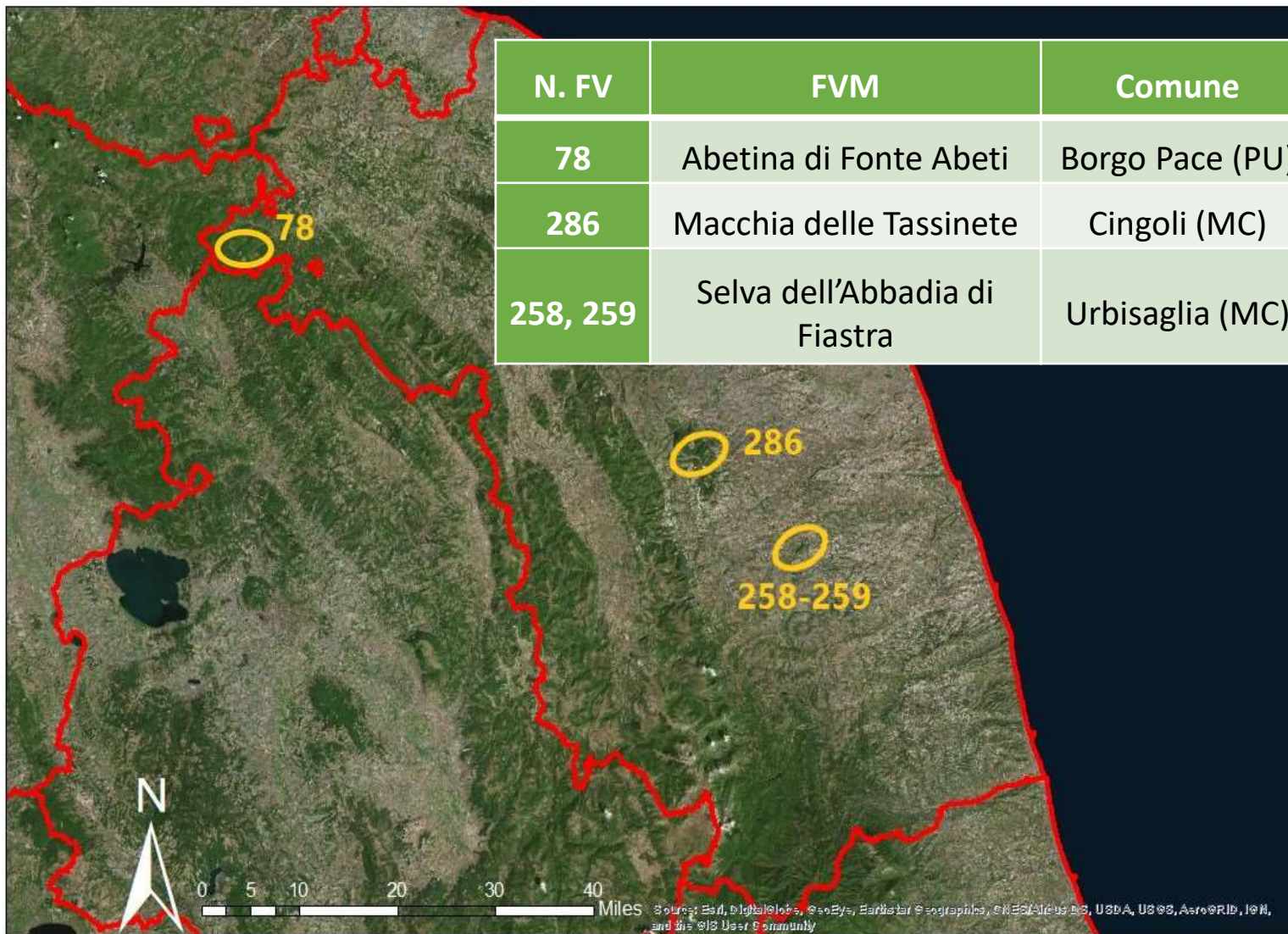


Gli alberi monumentali

D3A – Area Sistemi Forestali



Formazioni vegetali - Boschi



D3A – Area Sistemi Forestali

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE





Formazioni vegetali - Boschi



Dall'alto in basso

- Fonte Abeti (Borgo Pace, PU)
- Selva Abbadia di Fiastra (Urbisaglia, MC)
- Macchia di Tassinete (Cingoli, MC)



Principali risultati progetto ASSAM-UNIVPM

Riorganizzazione schede rilievo

Inserimento delle FVM (Censimento Formazioni Vegetali Monumentali) nel materiale di moltiplicazione forestale

Approfondimenti su assetto strutturale e compositivo delle cenosi

Caratterizzazione genetica del tasso di Tassinete (e dell'Alpe della Luna)

Applicazione innovativa di dati telerilevati (LIDAR)

Ringraziamenti

ASSAM: Lorella Brandoni, Massimo Latini, Ambra Micheletti, Gianluca Naso

D3A: Elena Bitocchi, Alessandro Vitali, Francesco Malandra, Enrico Tonelli

Studenti: Matteo Mezzabotta, Piergiorgio Fioravanti, Francesco Belli, Luca Calandra

Altri: Fondazione Bandini (Fiastra); Felice Volpi (Alpe della Luna), Valeria Gallucci (Carabinieri Forestale, Mercatello s. Metauro)



Alberi e boschi da seme nelle Marche: sintesi dei principali risultati del progetto



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Prof. Carlo Urbinati
Dott. Alessandro Vitali
Dott. Francesco Malandra



12 Novembre 2018 – Aula Azzurra - UNIVPM





Assetto strutturale, diversità specifica e indirizzi gestionali di due boschi da seme delle Marche



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Dott. Alessandro Vitali
Dott. Francesco Malandra
Prof. Carlo Urbinati



12 Novembre 2018 – Aula Azzurra - UNIVPM



Sinopsi

- **Obiettivi della ricerca**
- **Aree di studio e protocollo di campionamento**
- **Analisi dei dati raccolti**
- **Risultati**
 - **Macchia delle Tassinete, Cingoli (MC)**
 - **Selva di Abbazia di Fiastra (MC)**
- **Considerazioni gestionali**
- **Conclusioni**



Obiettivi della ricerca

- **Analisi strutturale e compositiva dei due boschi da seme selezionati**
- **Analisi della diversità specifica dei popolamenti**
- **Integrazione di dati rilevati a terra e telerilevati (LIDAR)**
- **Individuazione di emergenze e criticità**
- **Proposte gestionali per la produzione di seme**

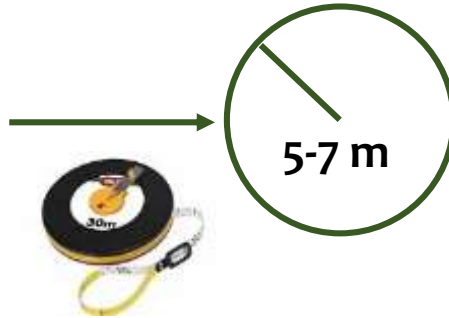
D3A – Area Sistemi Forestali

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



Metodi:

➤ Raggio area di saggio: 5-7 m



➤ Campionamento: sistematico

Individui monocormici:

- Specie
- DBH

Individui policormici:

- Specie
- N° polloni per ceppaia
- DBH maggiore

Macchia delle Tassinete

Selva di Abbadia di Fiastra

➤ Rilievo



2 – METODI

2.2 – Elaborazioni

Statistiche descrittive strutturali



- Abbondanza specifica di specie
- Distribuzione diametrica
- Analisi delle altezze
- Frequenza individui policormici-monocormici
- Indice di biodiversità: **Shannon (H)**

Interpolazioni spaziali



- Distribuzione delle specie
- Biodiversità

Elaborazioni dati LiDAR

- Analisi della struttura verticale

QGIS



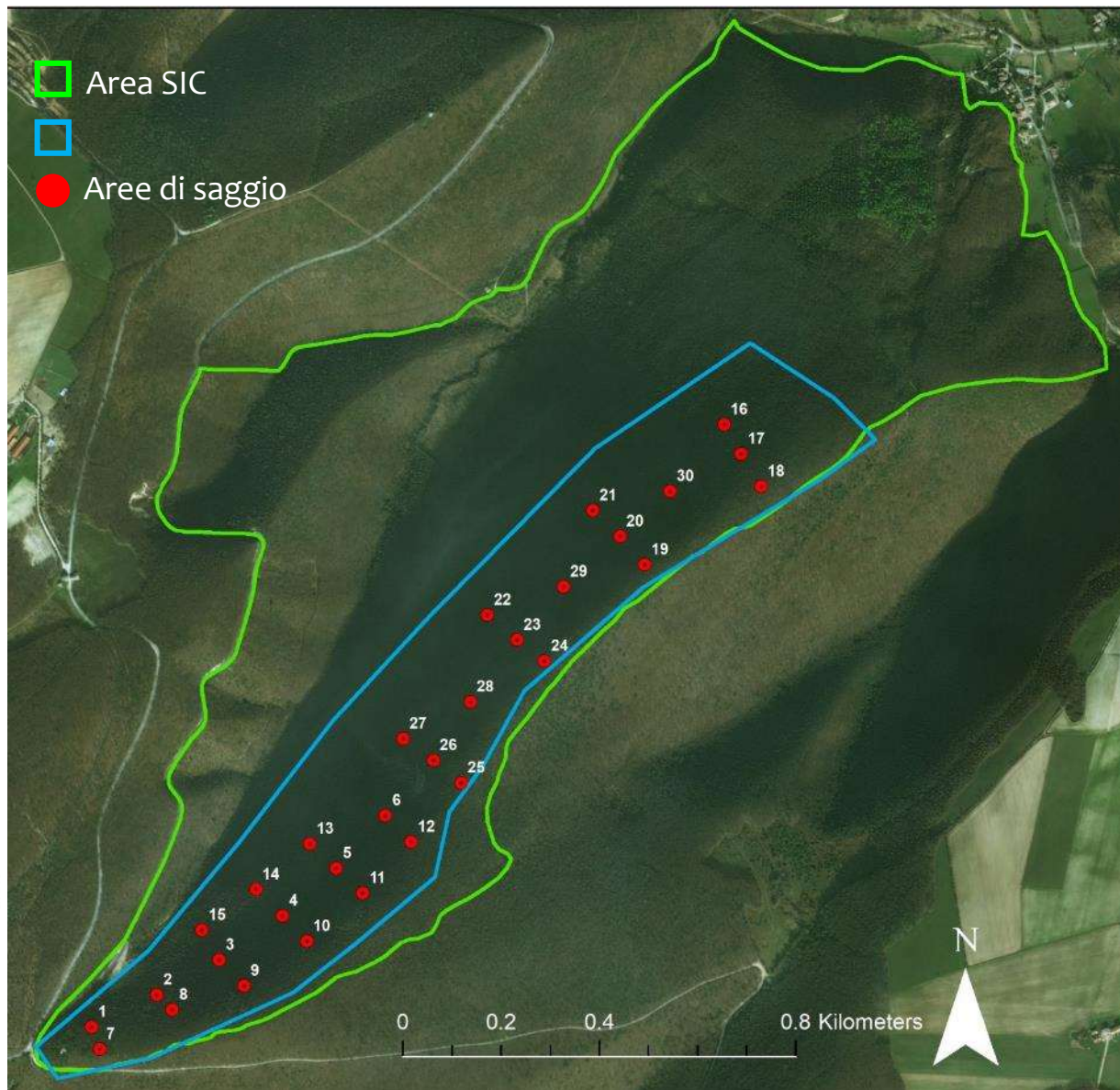
Unione Europea / Regione Marche
PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE 2014-2020



È TEMPO DI AGRICOLTURA

FONDO SVILUPPO AGRICOLA PER LO SVILUPPO RURALE: C'È UNO CHE INVESTE NEGLI ZONE RURALI

Macchia delle Tassinete (Cingoli, MC)



Si può razionalizzare la d
Bisogna dire che sono ar

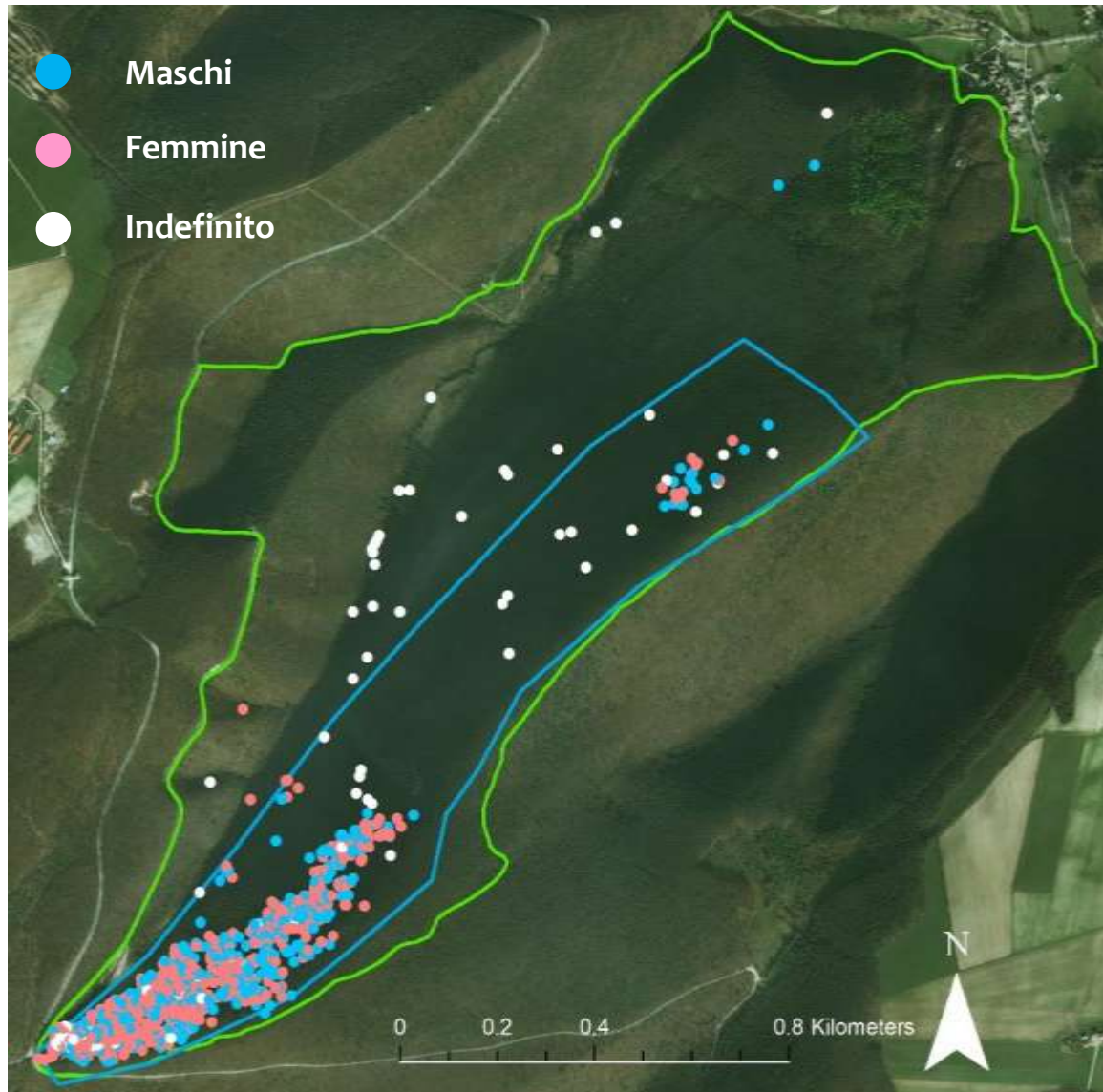
- Superficie
163 ha
- Altitudine
450-770 m a.sl.
- Esposizione
Nord-Ovest
- Pendenze:
30-50%
- N° Ads **30**

D3A – Area Sistemi Forestali

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



Macchia delle Tassinete (MC) – Il tasso



Individui di tasso censiti:

n. 1030 (% M % F

DBH

Altezza

Età

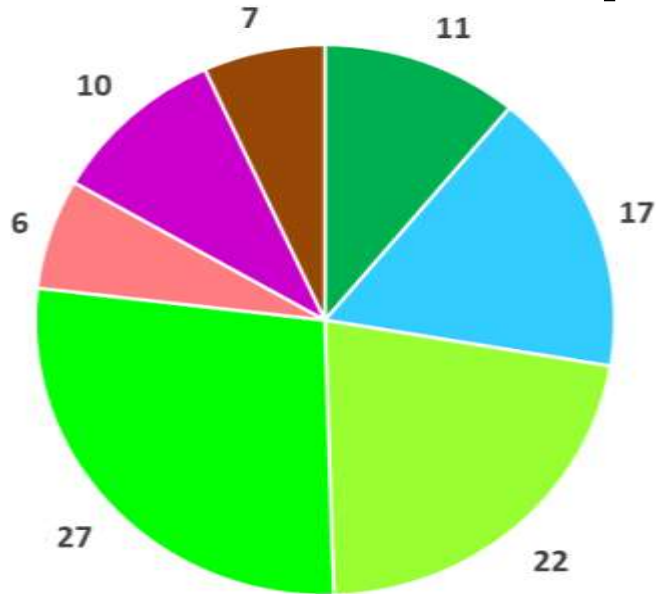
Dati medi non servono
dati distinti per sesso

D3A – Area Sistemi Forestali

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



Tassinete: composizione specie arboree

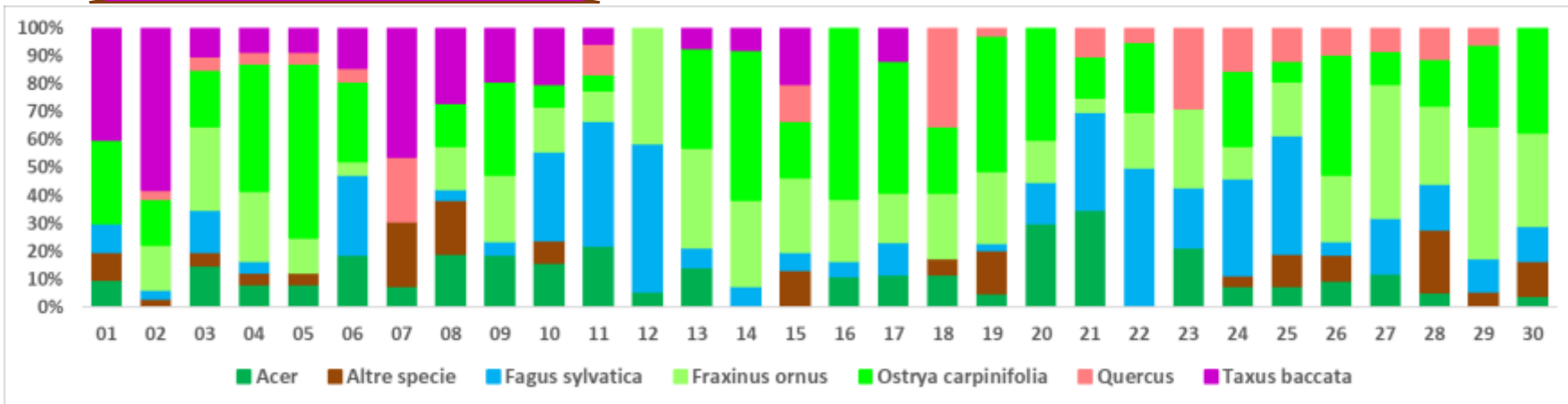


N. di specie rilevate

Qui legenda specie più grande

Qui si deve percepire il gradiente OVEST-EST e quindi le aree andrebbero sequenziate in ordine geografico

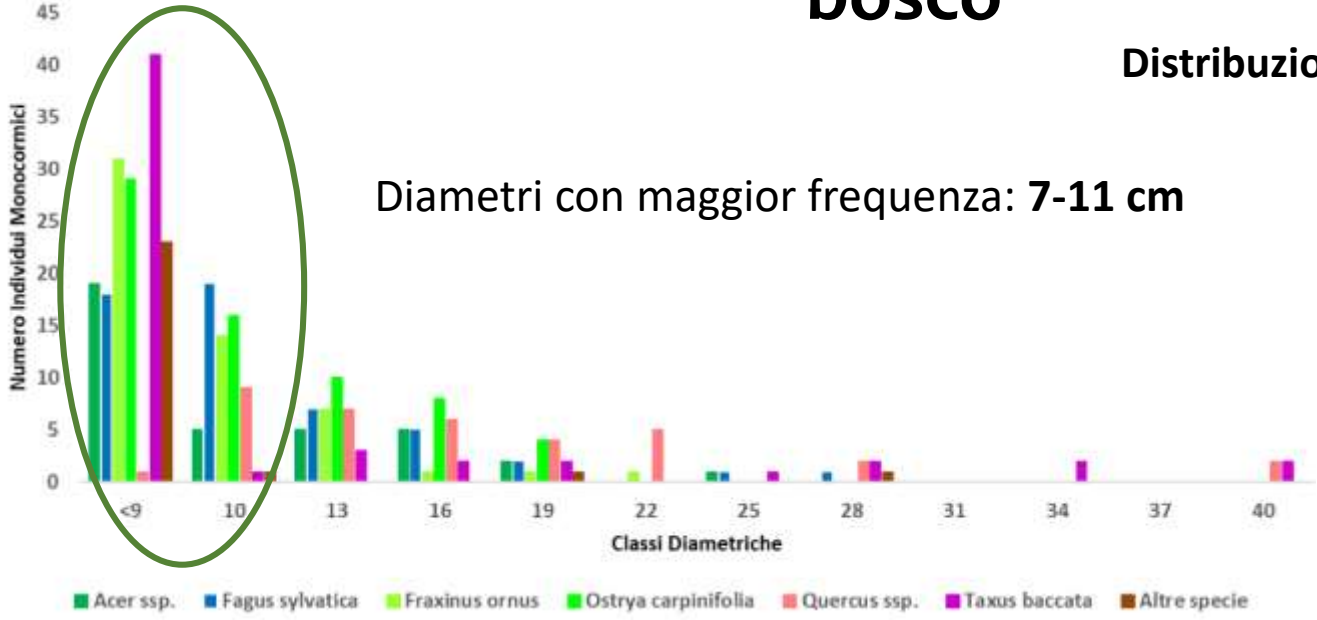
Taxus baccata



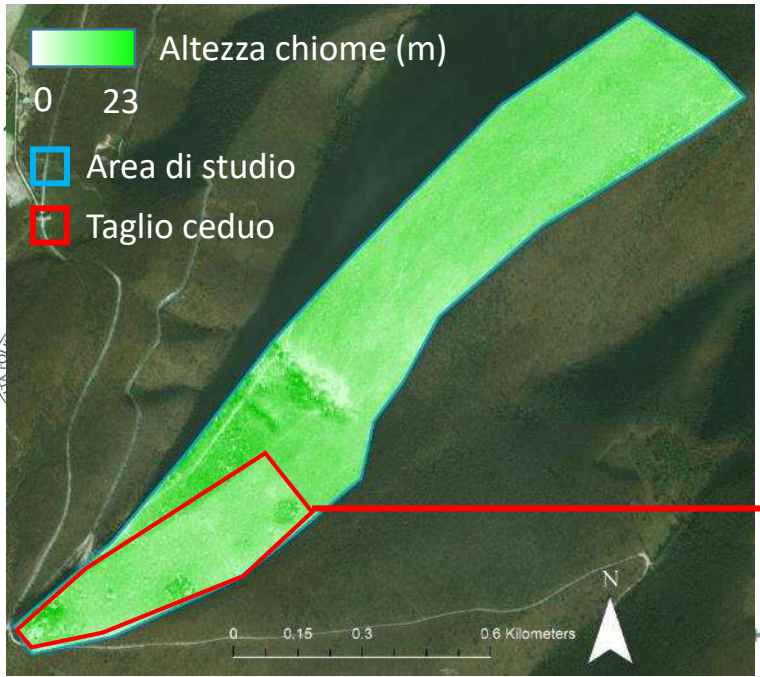
Struttura del bosco

Distribuzione delle classi diametriche

Diametri con maggior frequenza: 7-11 cm



A



Modello digitale delle chiome

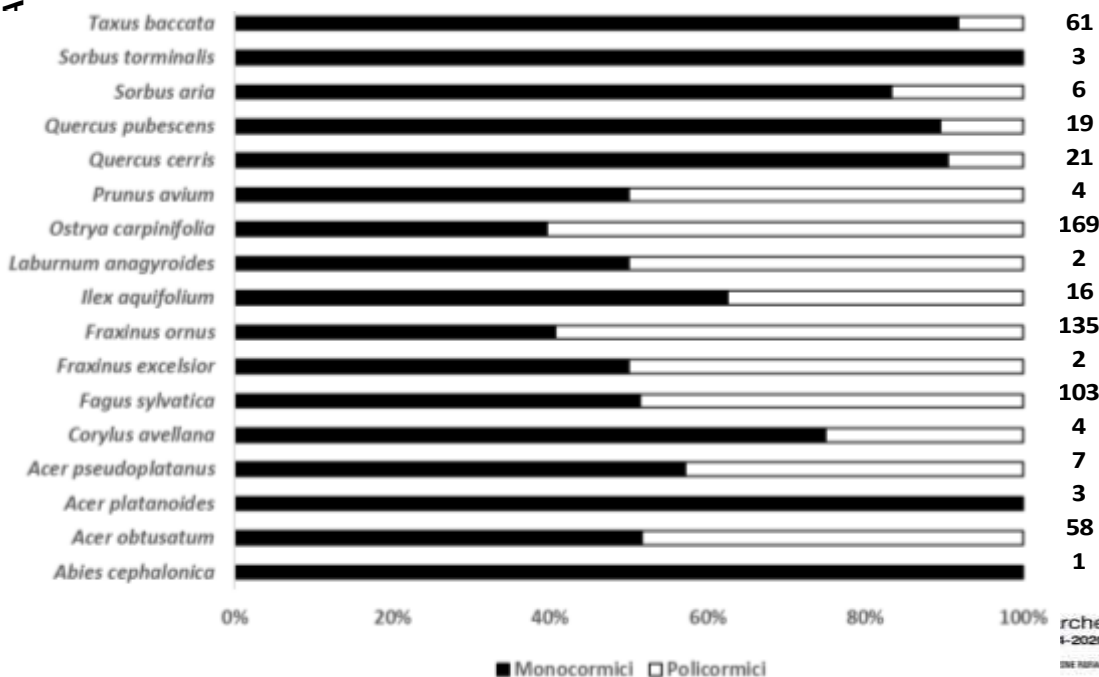
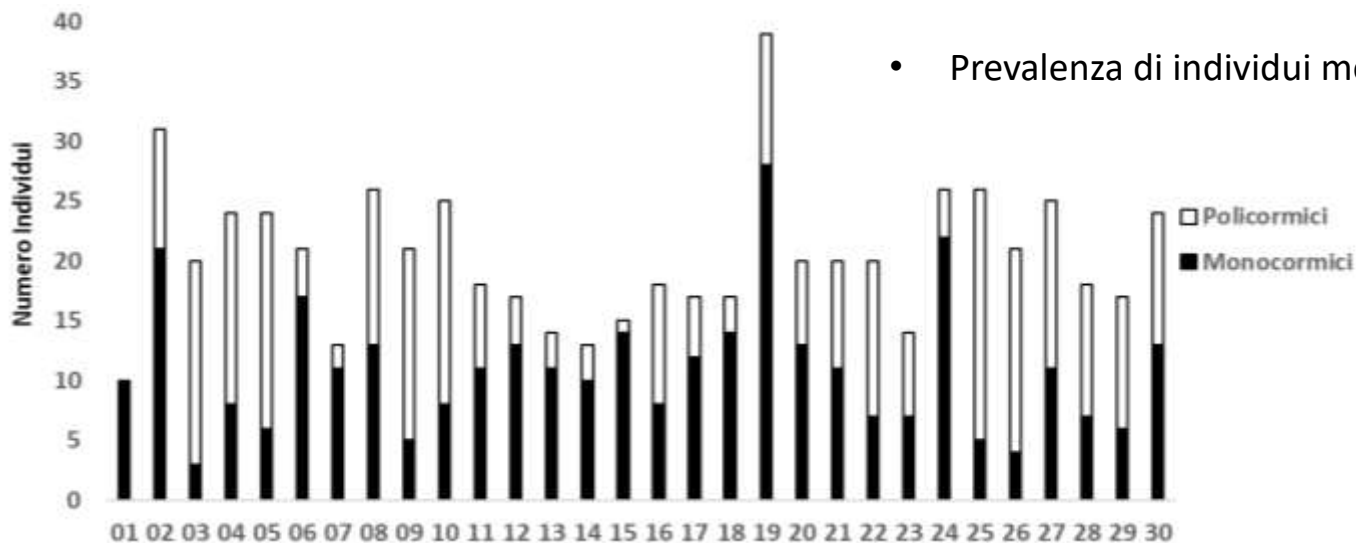
- Altezza media delle chiome: **9.3 m**
- Altezza massima delle chiome: **23 m**
- Altezza media delle chiome nella porzione di bosco tagliato negli anni '80: **8.6 m**

Macchia delle Tassinete (MC) – Struttura del bosco

1 – Area Sistemi Forestali

Frequenza policormici-monocormici

- Prevalenza di individui monocormici



In generale è bilanciata la proporzione per le specie di maggior presenza

Totale individui per specie

Macchia delle Tassinete (MC) – Biodiversità

Indice di Shannon (H)

Indice di Shannon (H) medio: **1.46**
Deviazione standard: **0.28**

Indice di Shannon (H) medio ADS 1-15: **1.47**

Indice di Shannon (H) medio ADS 16-30: **1.44**

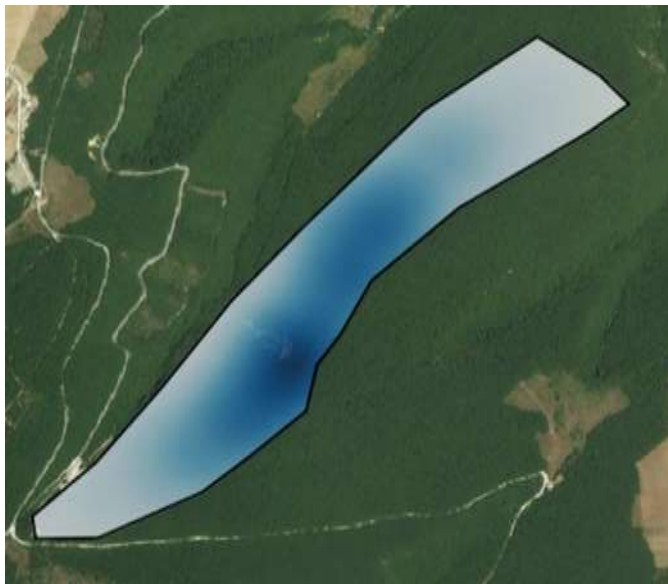


Maggiore biodiversità in corrispondenza della tagliata a ceduo degli anni 80' dove si ritrovano anche più individui di Taxus



Macchia delle Tassinete (MC) – Distribuzione delle specie

Fagus sylvatica



Fraxinus ornus



Ostrya carpinifolia



Quercus ssp.



D3A – Area Sistemi Forestali

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



Indirizzi gestionali

- Interventi colturali di **selvicoltura d'albero** per favorire lo sviluppo di:
 1. singoli individui o piccoli collettivi di tasso
 2. individui portaeme di latifoglie varie
- Mantenimento aree a **ceduo con rilascio individui di tasso**:
 1. Facilitazione insediamento rinnovazione futura di tasso
- Difesa rinnovazione attuale di tasso da:
 1. **brucatura di ungulati** (micro recinzioni intorno a nuclei)
 2. Eccessivo aduggiamento (diradamenti selettivi)

Bosco di Fiastra– Aree di saggio



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Estensione Bosco di Fiastra: 107 ha

Altitudine: 212 m s.l.m.

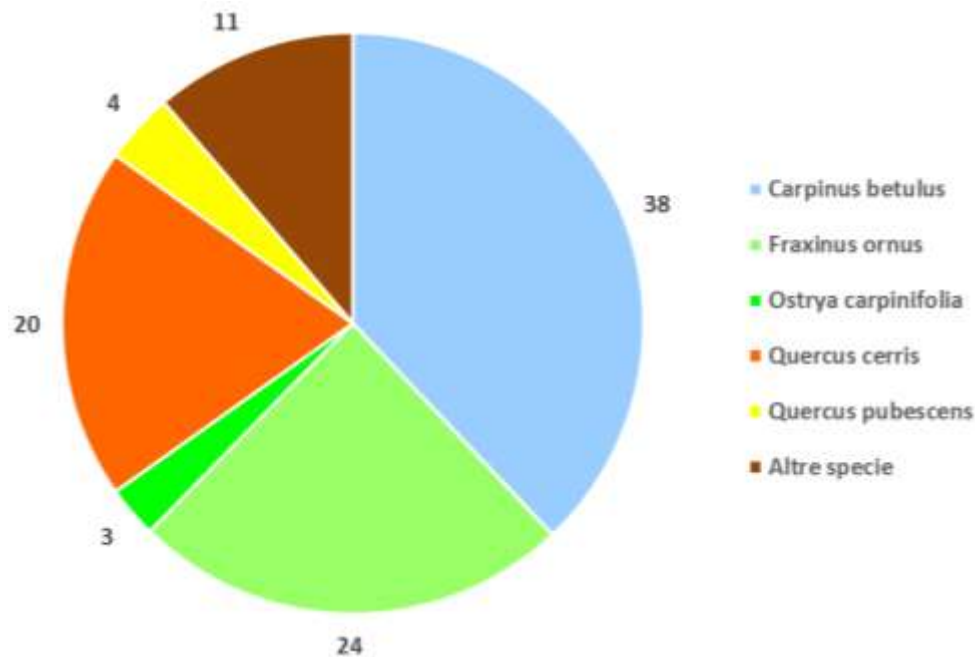
- Esposizione prevalente: N-NO

- 35 aree di saggio distribuite sistematicamente da software GIS

5 aree scartate in fase di rilievo → **30 Ads**



Bosco di Fiastra (MC) – Struttura del bosco



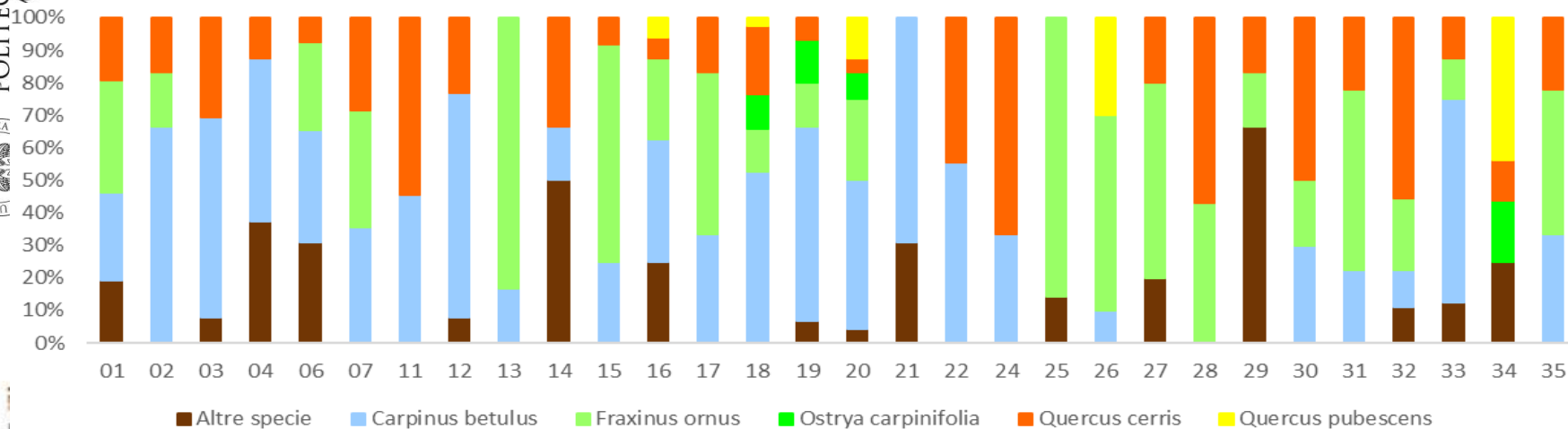
Composizione specifica generale

Specie prevalenti (numero di individui):

- 1) Carpinus betulus: **38%**
- 2) Fraxinus ornus: **24%**

D:

Distribuzione delle specie nelle aree di saggio

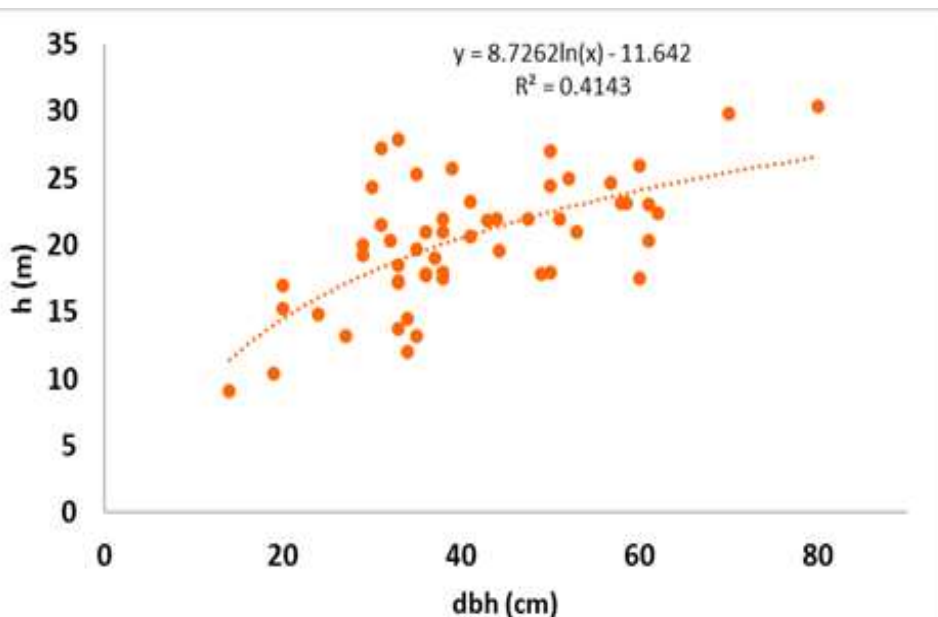
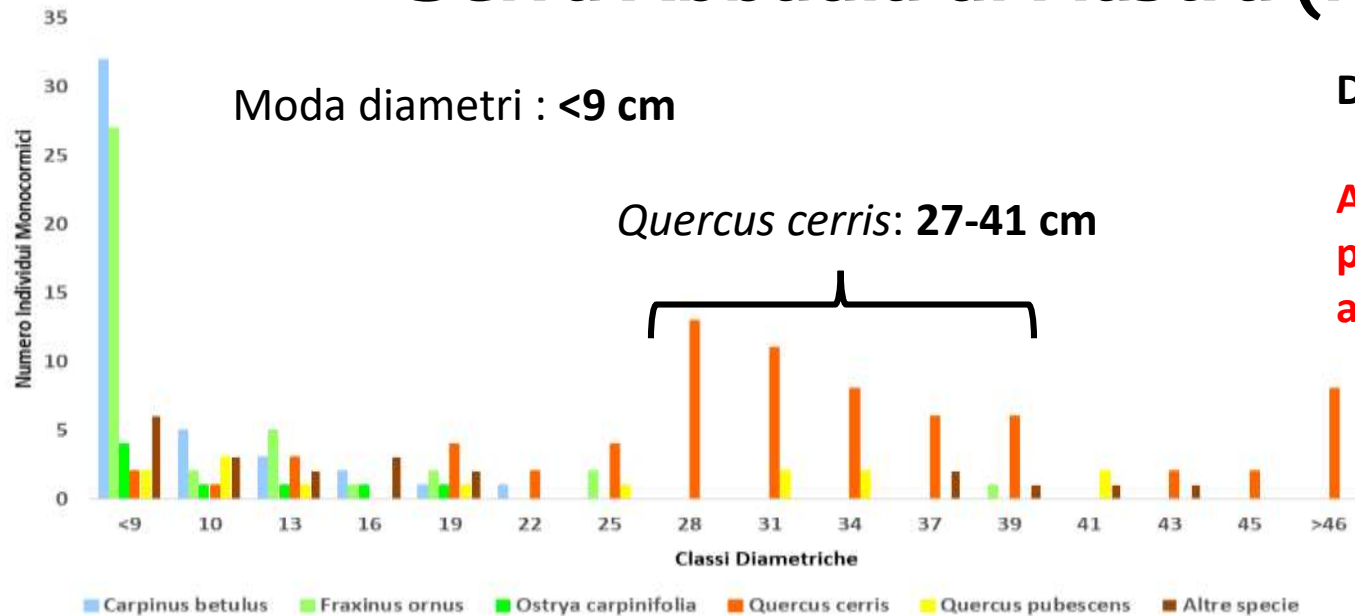


Selva Abbadia di Fiastra (MC)

Moda diametri : <9 cm

Distribuzione diametrica

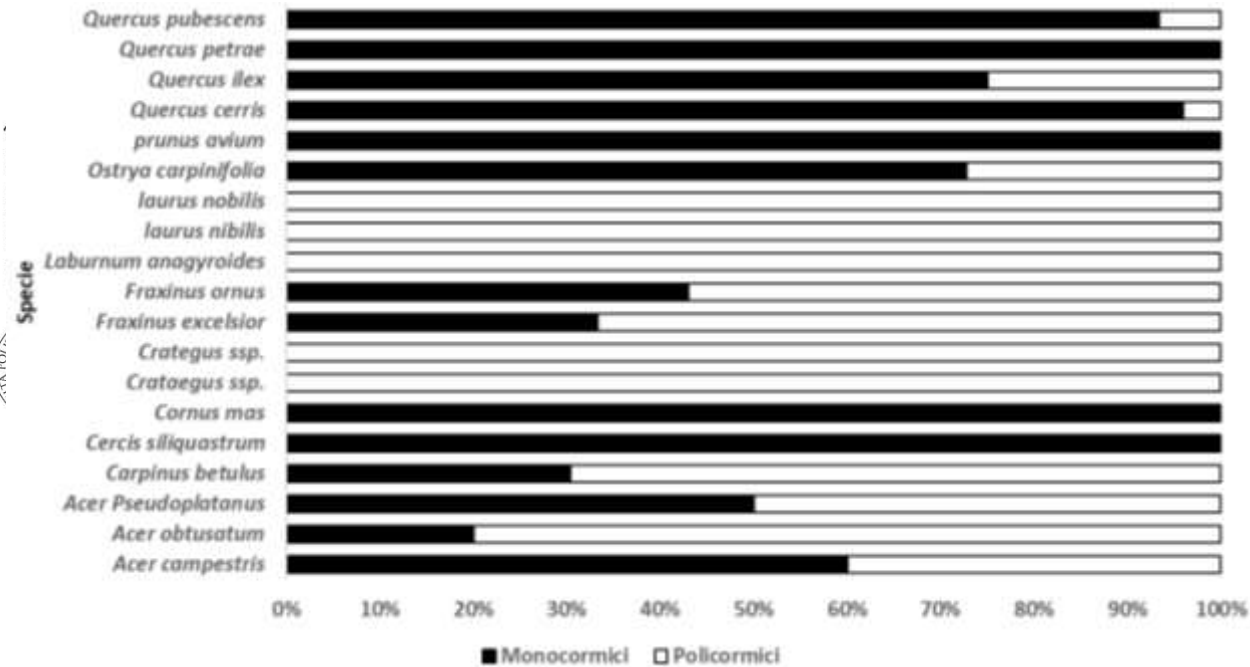
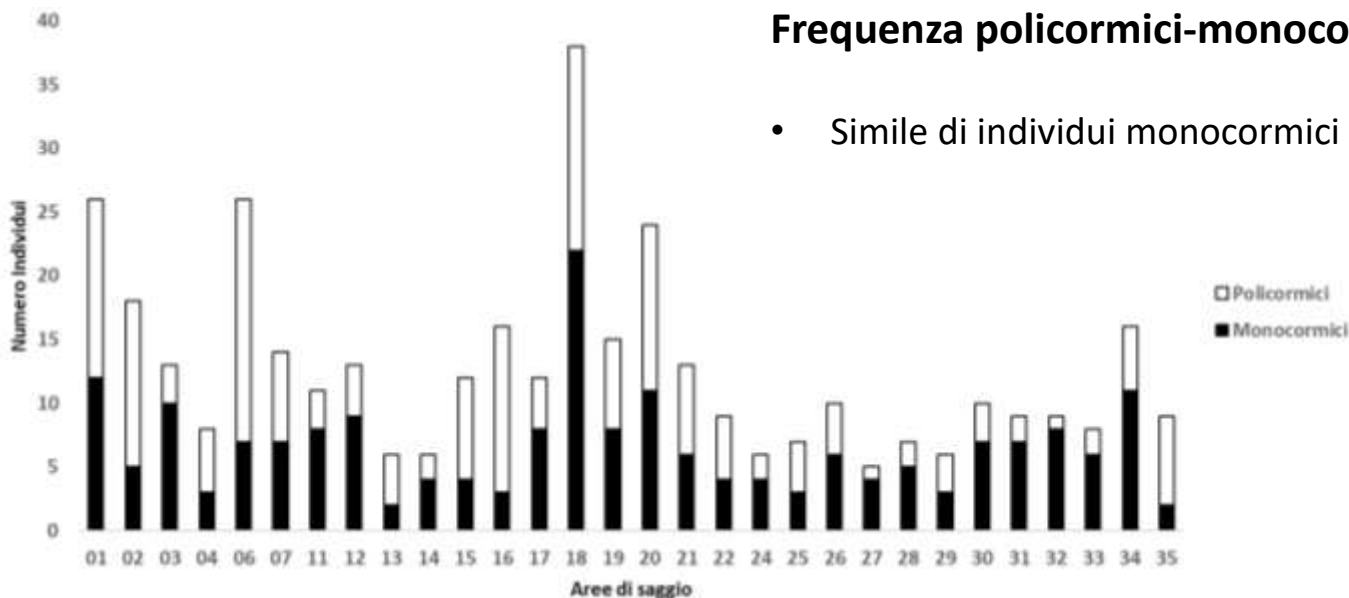
Area basimetrica del
popolamento quasi interamente
a carico del Q. cerris !!!



Curva ipsometrica del cerro

Bosco di Fiastra (MC) – Struttura del bosco

Area Sistemi Forestali

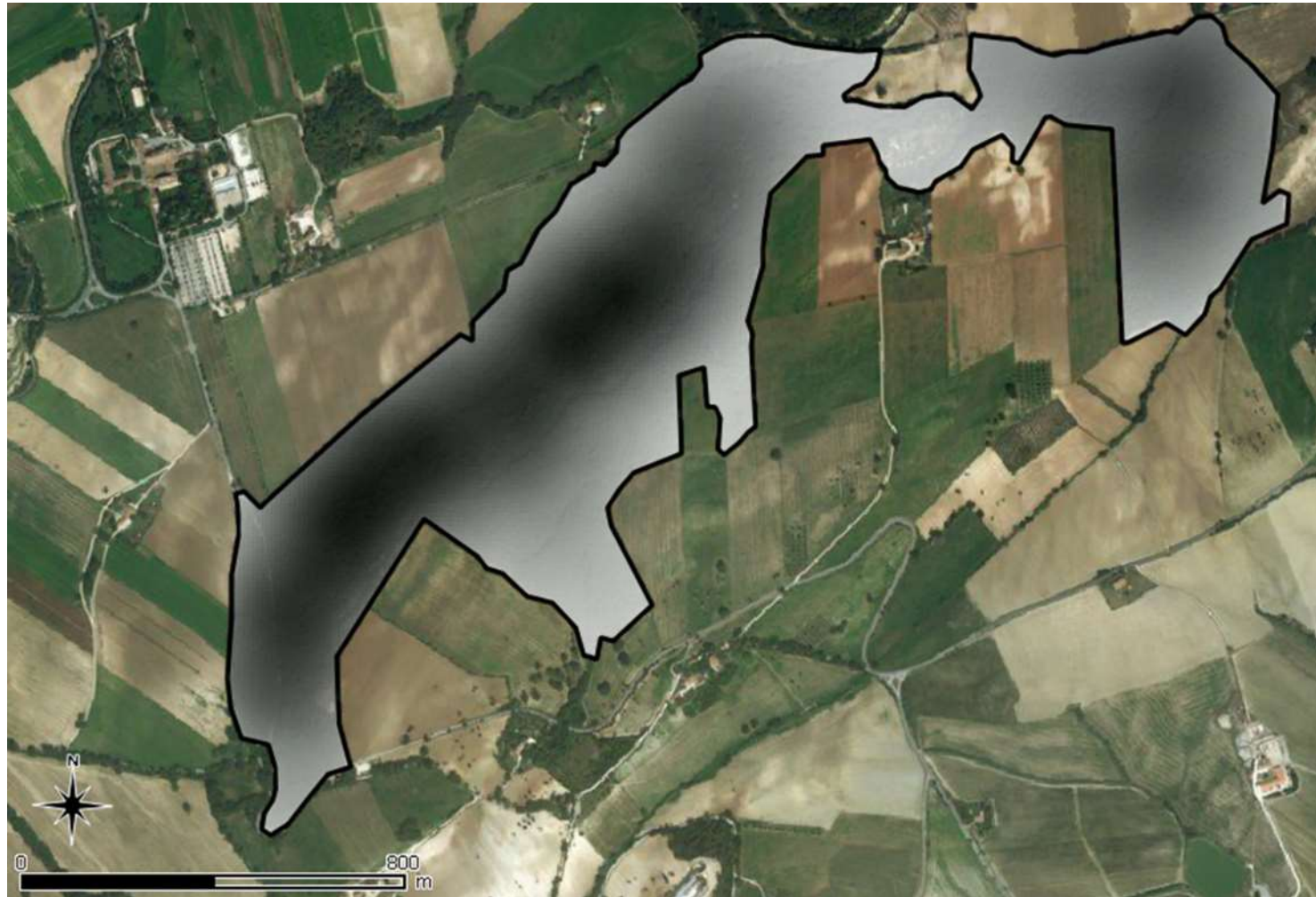


Frequenza policormici-monocormici

In generale prevale la componente monocormica

Bosco di Fiastra (MC) – Biodiversità

Indice di Shannon (H)



D3A – Area Sistemi Forestali

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



Indice di Shannon (H) medio: **1.02**

Deviazione standard: **0.33**

- Distribuzione **omogenea** della biodiversità
- Indice di biodiversità **inferiore** alla Macchia delle

Tassinete (H = 1.46)

Bosco di Fiastra (MC) – Distribuzione delle specie

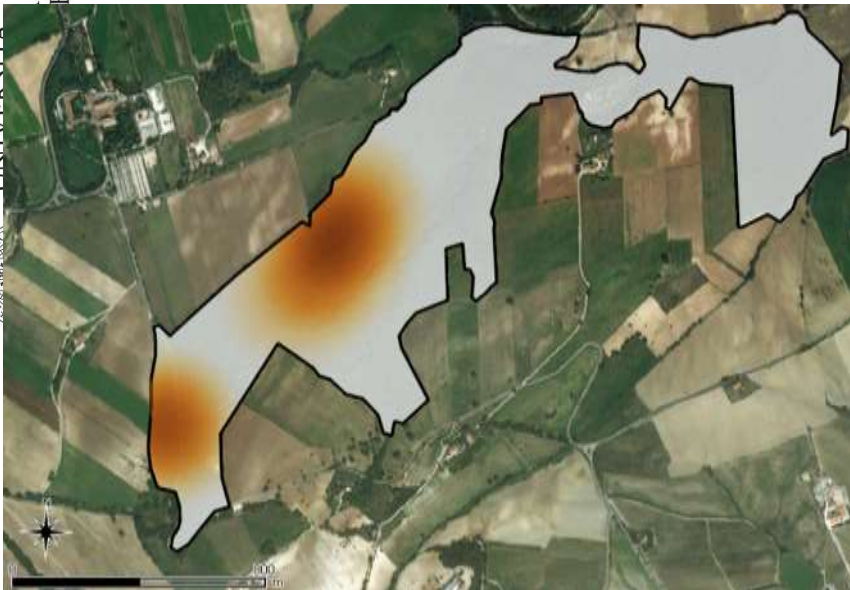
Carpinus betulus



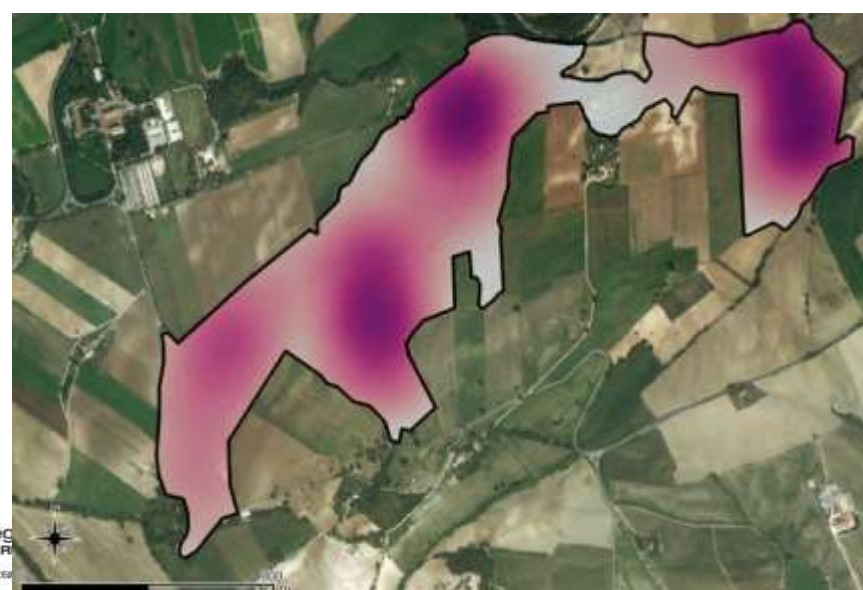
Fraxinus ornus



Ostrya carpinifolia



Quercus cerris



D3

LINIVERSITÀ

UNIVERSITÀ POLITECNICA

Europea / Reg
IA DI SVILUPPO R
PER LO SVILUPPO ROMA, CCG

Danni da cinghiali

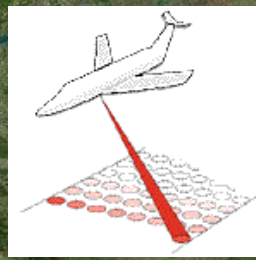
D3A – Area Sistemi Forestali

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

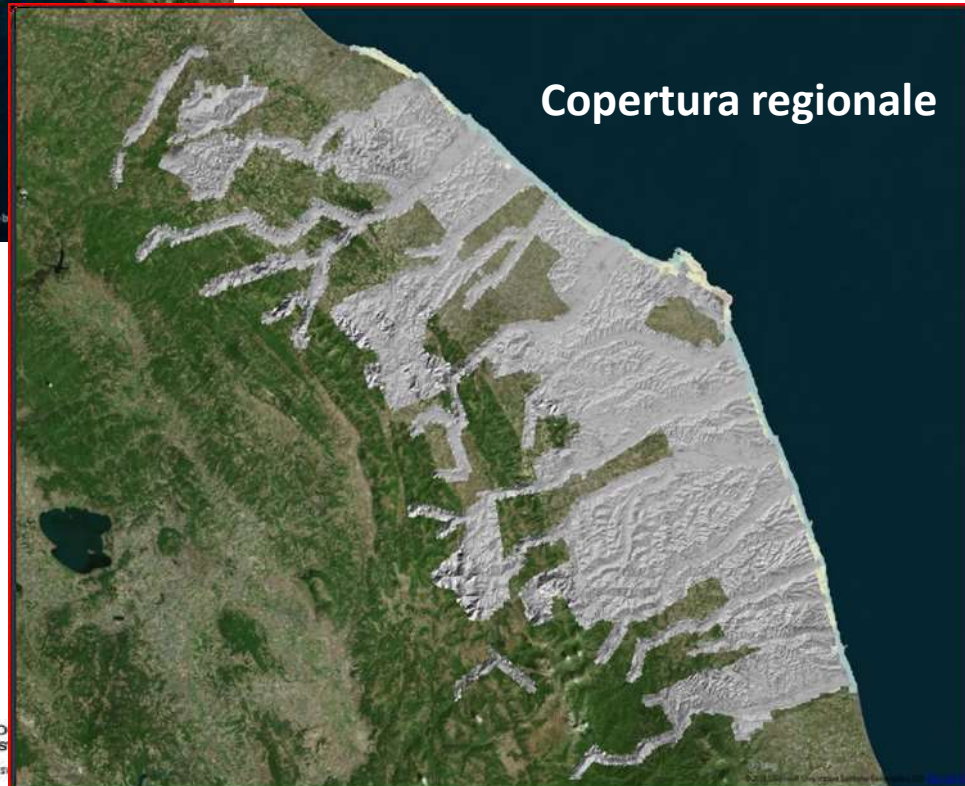


Data voli LiDAR: 2008-2011

(sia voli estivi che invernali)



Copertura nazionale



Copertura regionale

<http://www.pcn.minambiente.it/mattm/>

Dato originale: nuvola di punti (formato xyz)

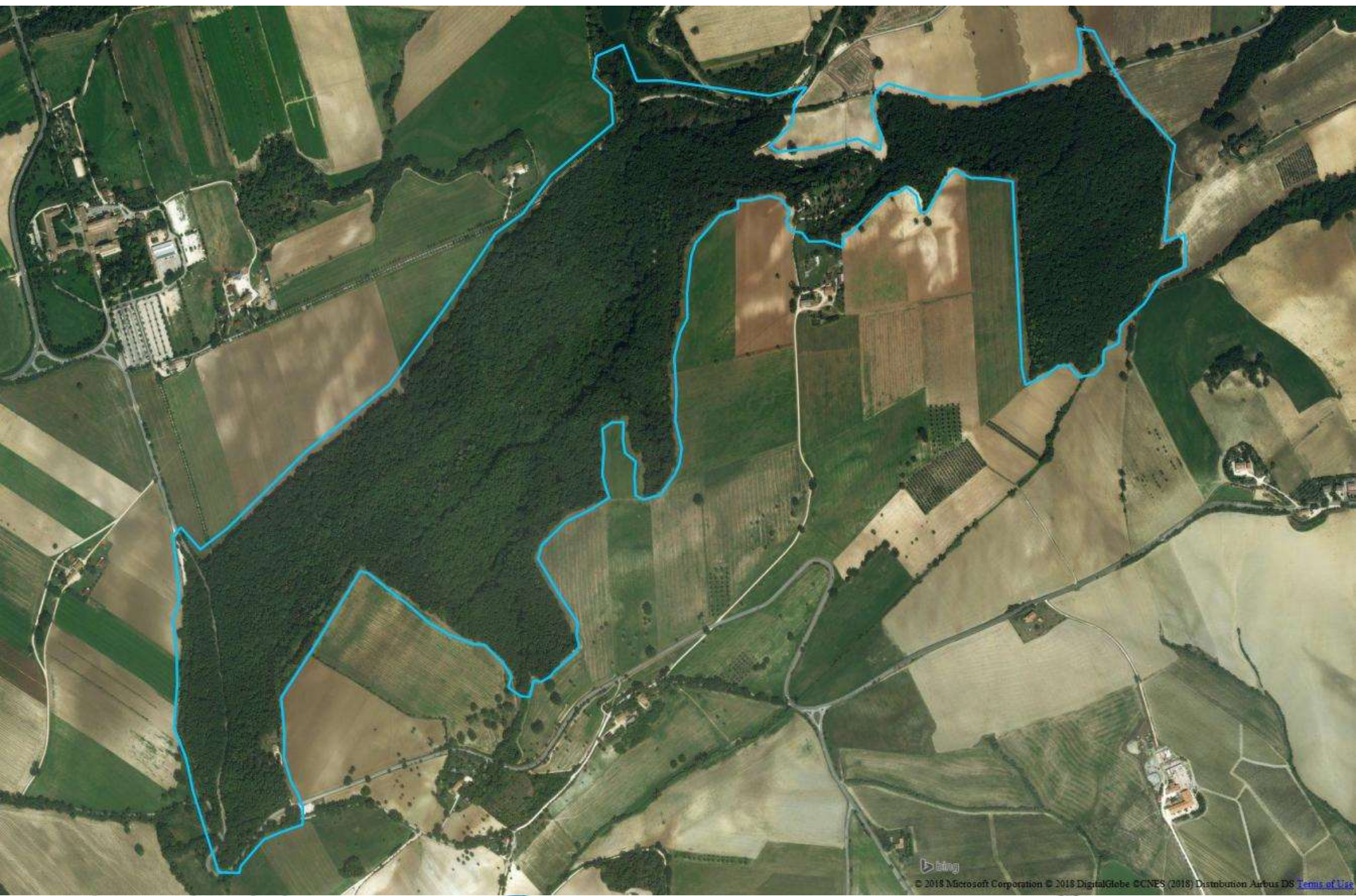
Dati raster: DTM e DSM (risoluzione 1x1m)

- Linea di costa (buffer di 800 m verso l'interno)
- Aste fluviali di I, II e III ordine (buffer di 350 m a destra e sinistra)
- Aree critiche

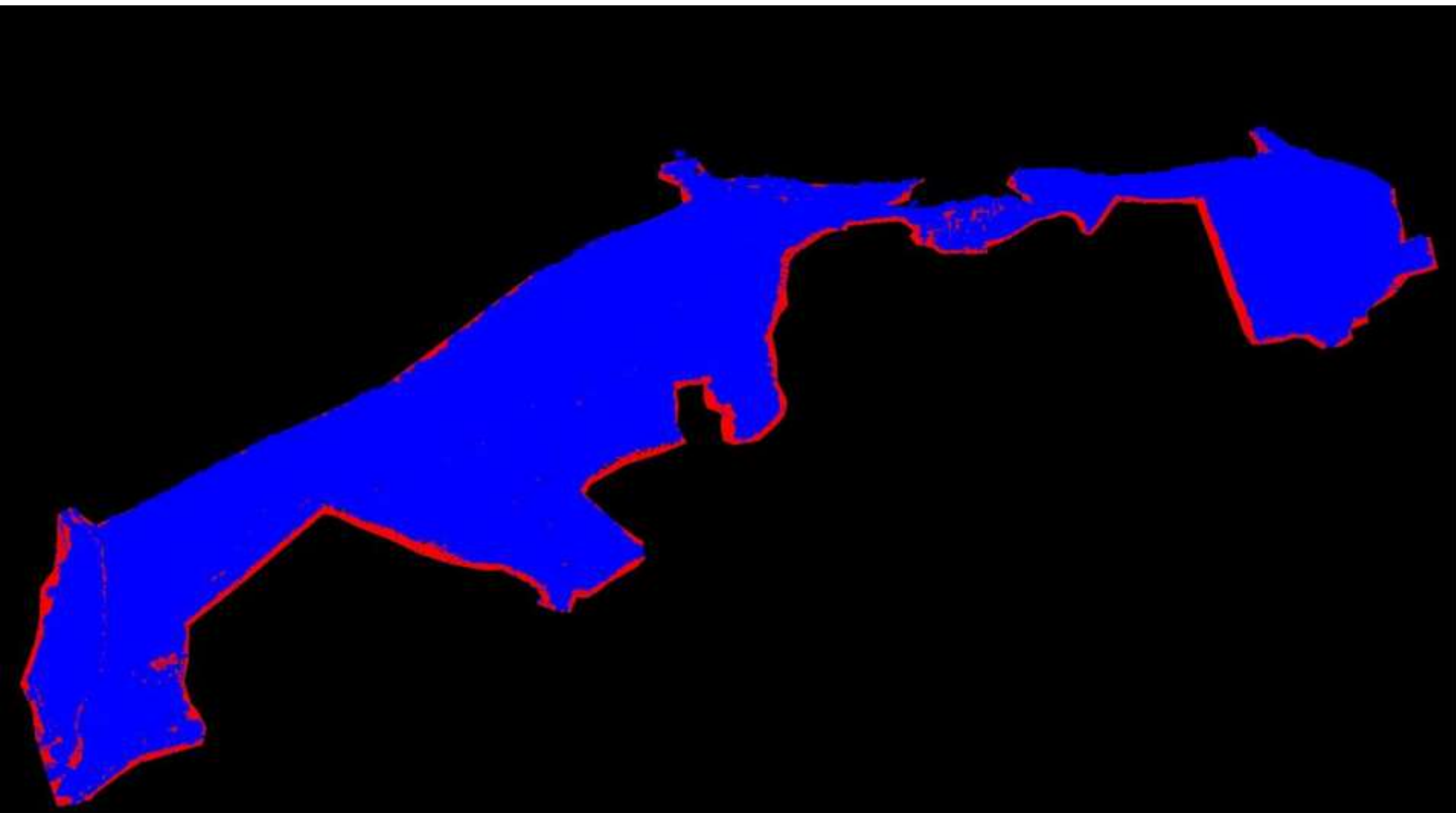

È TEMPO DI AGRICOLTURA

 Unione Europea
PROGRAMMA DI S
FONDO EUROPEO AGRICOLA PER LO S

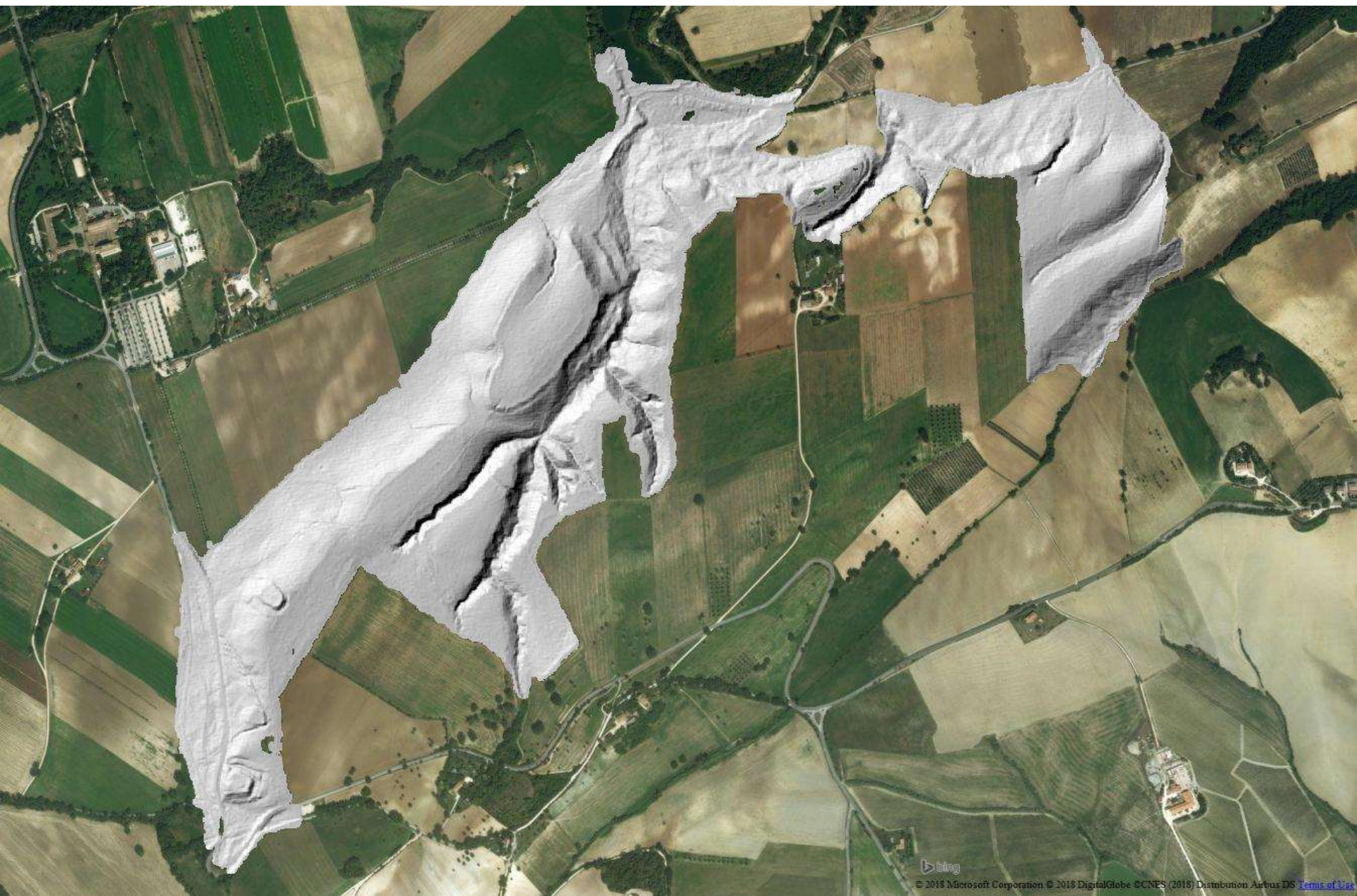
Confine della selva digitalizzato da ortofoto online



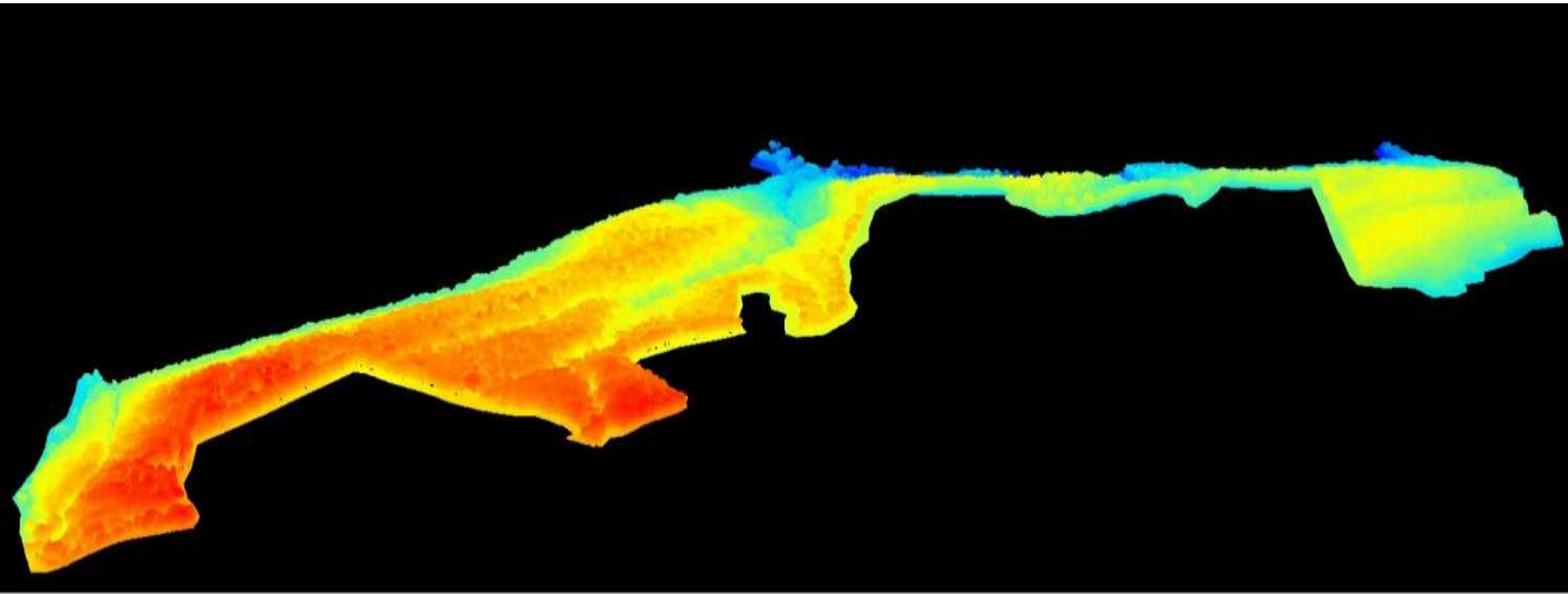
Nuvola di punti (.las) classificata come terreno e non-terreno



Modello digitale del terreno (DTM) con risoluzione spaziale di 1 metro



Nuvola di punti (.las) colorata in base alla quota sul livello del mare



Modello digitale della superficie (DSM) con risoluzione spaziale di 1 metro



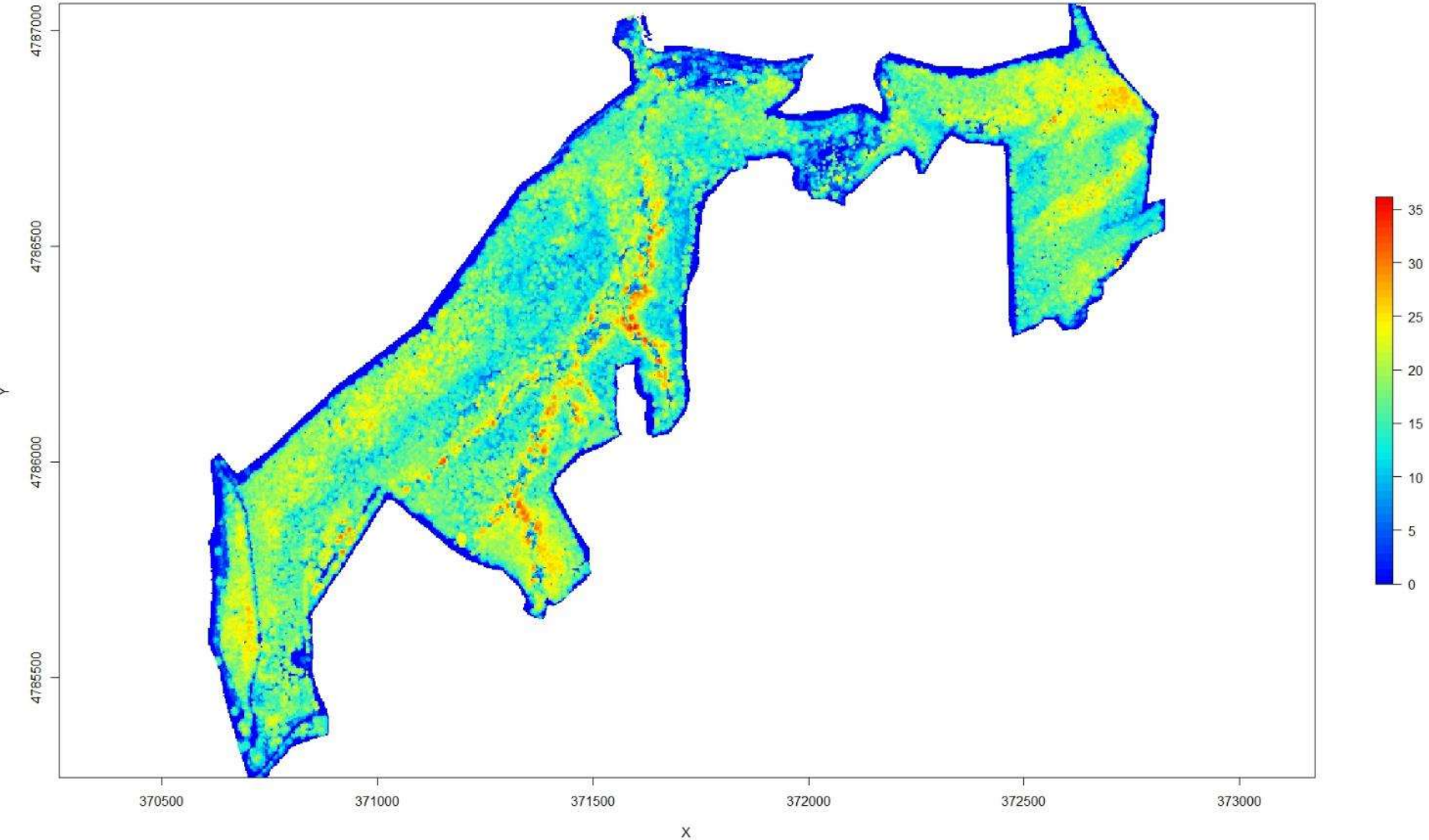
Modello digitale delle chiome (CHM) con risoluzione spaziale di 1 metro



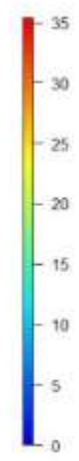
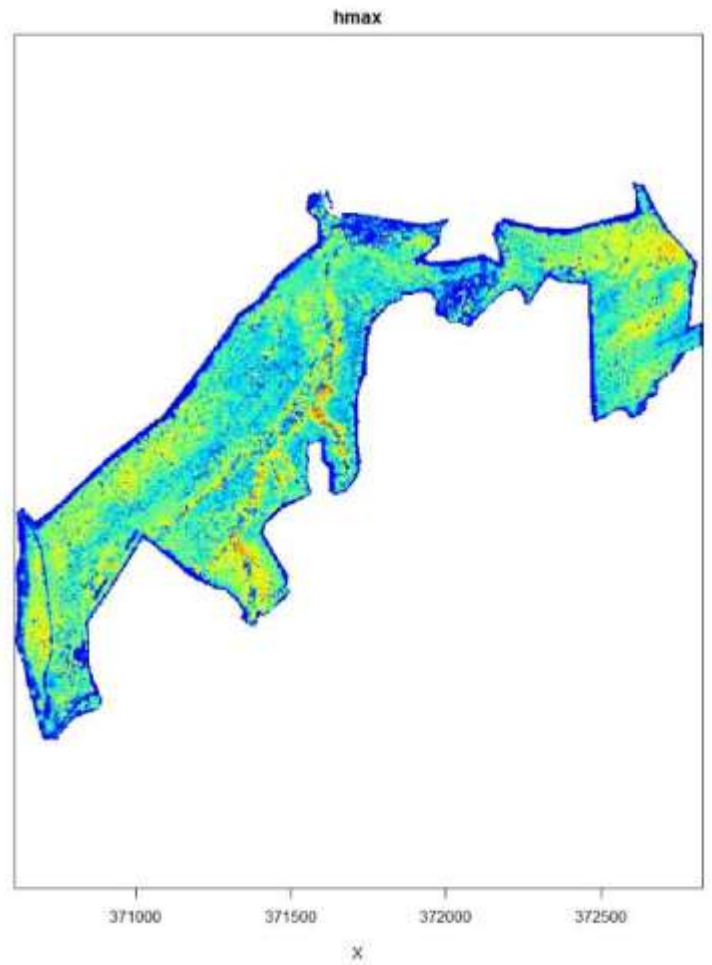
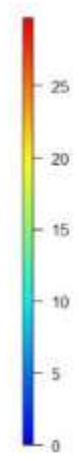
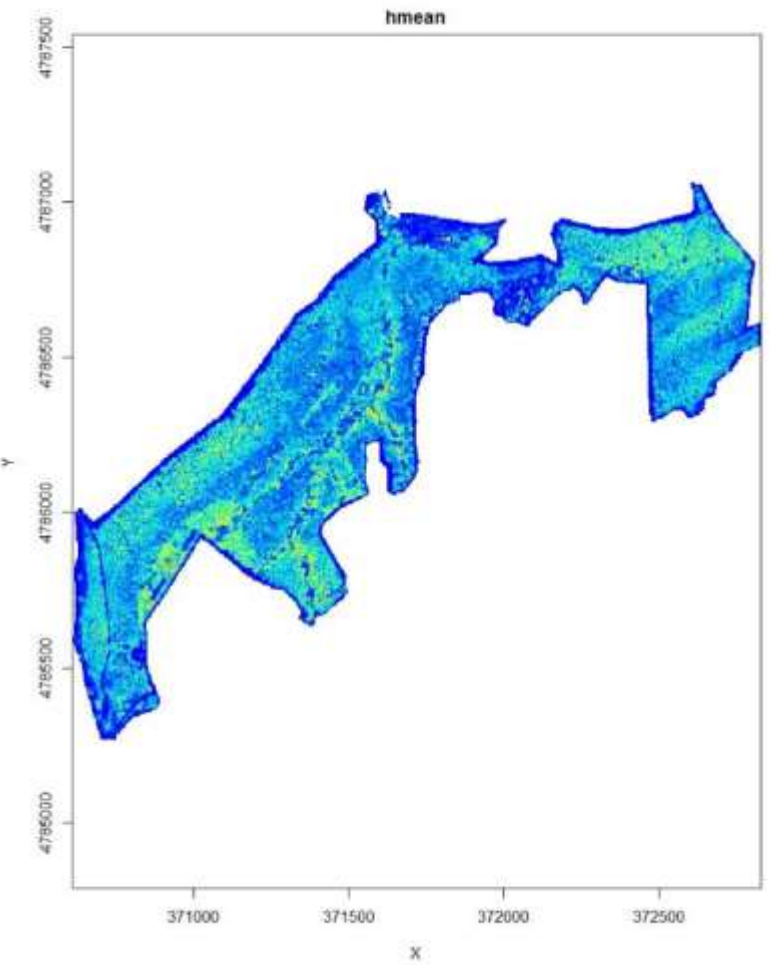
Possibilità di definire precisamente il margine del bosco = copertura boschiva minima del 20%



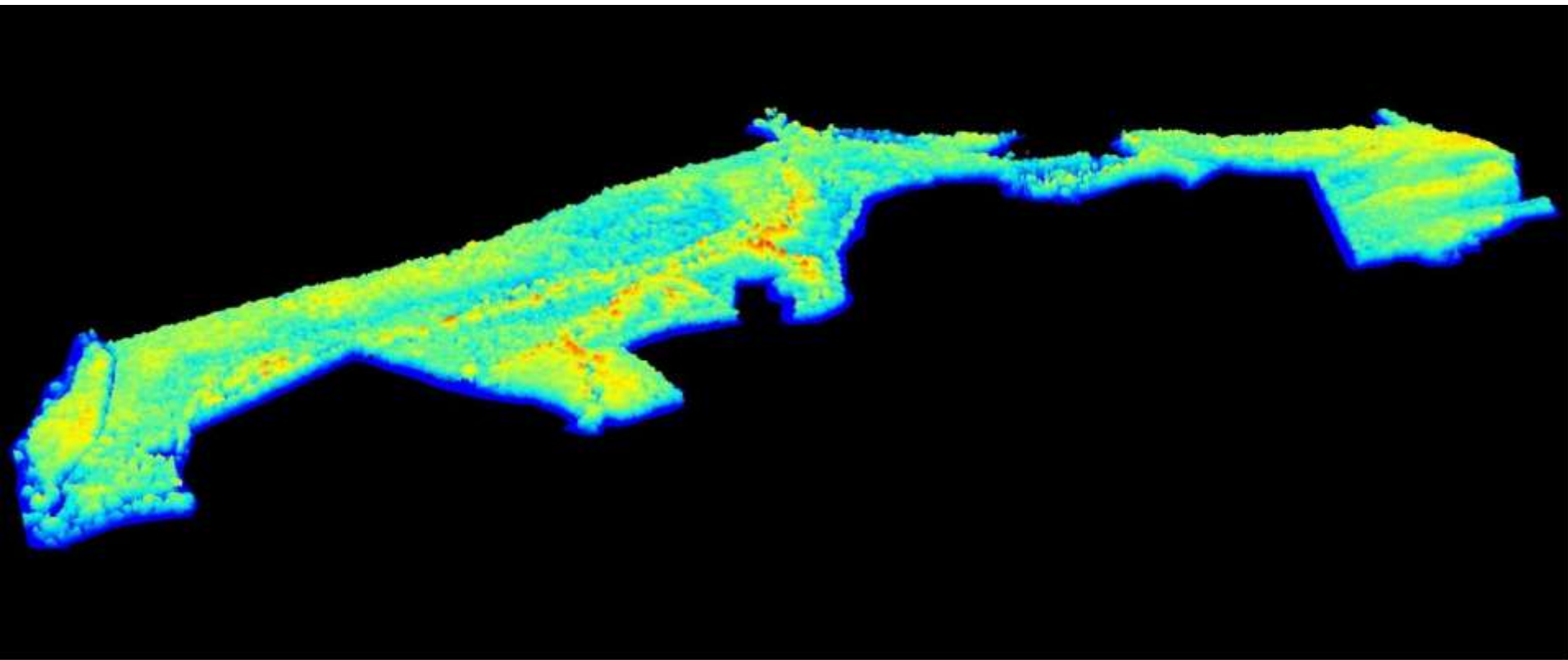
Modello digitale delle chiome (CHM) con risoluzione spaziale di 2 metri

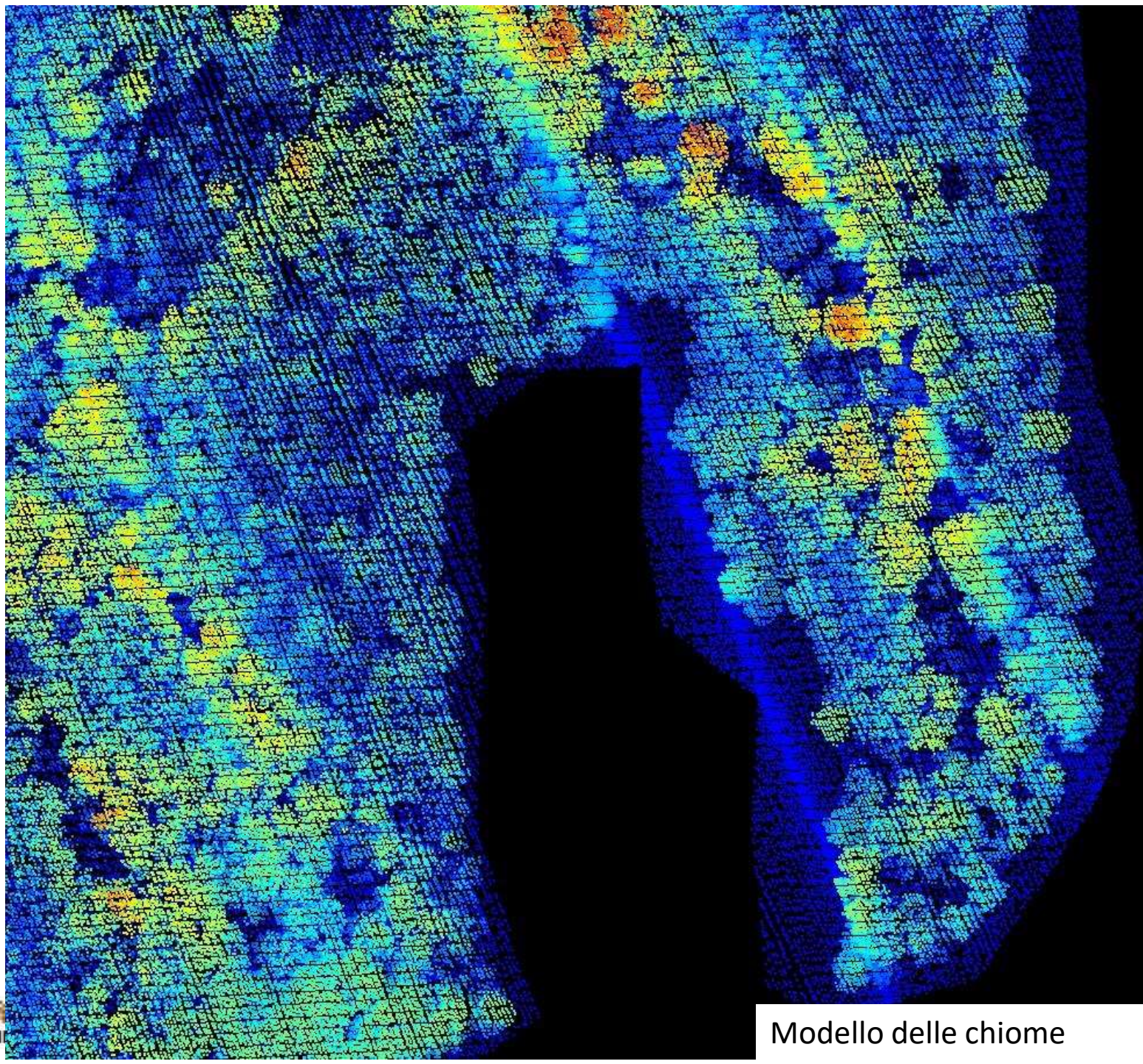


Altezza media e massima del soprassuolo con risoluzione spaziale di 2 metri

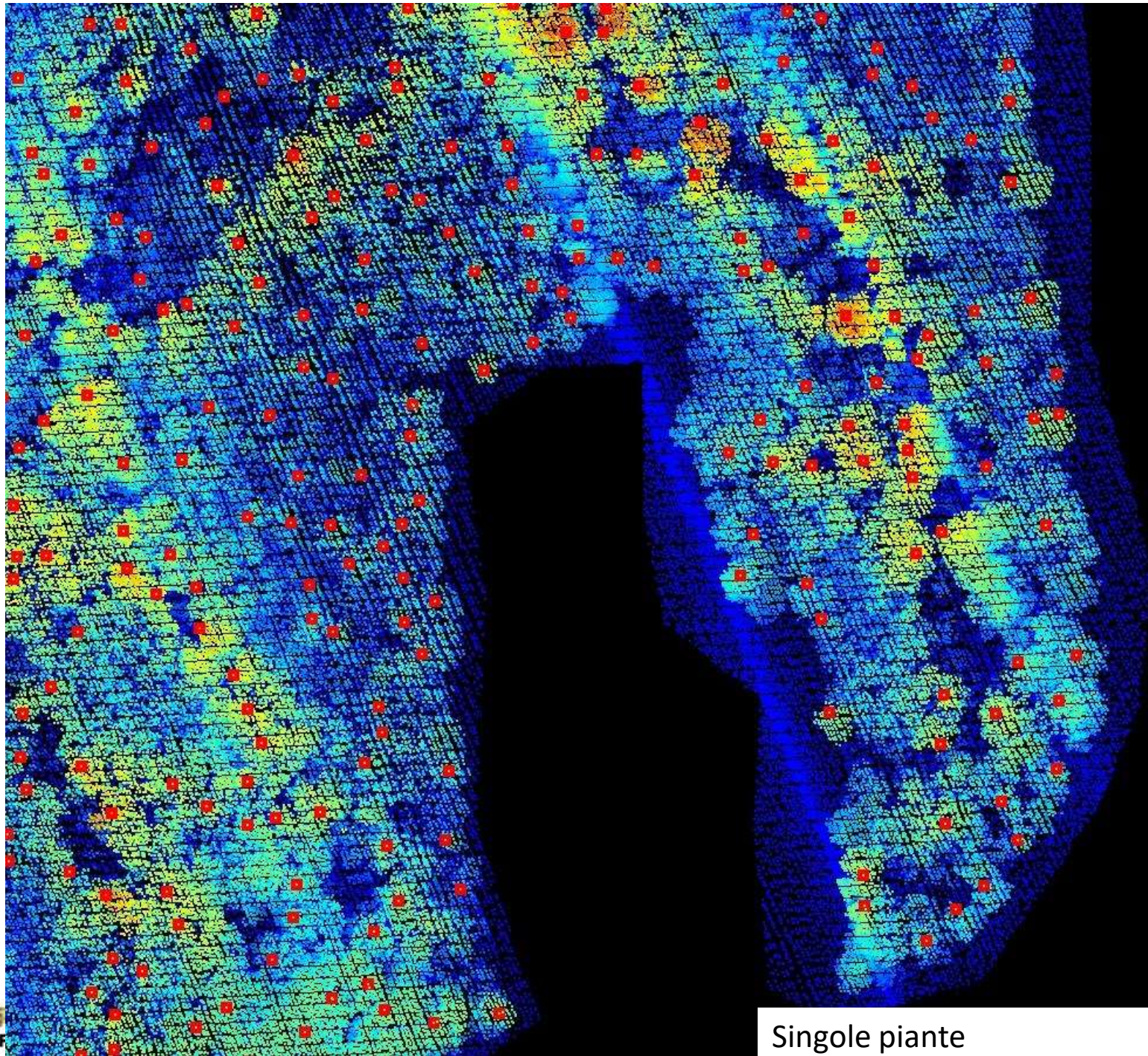


Nuvola di punti (.las) colorata in base alla quota sul terreno



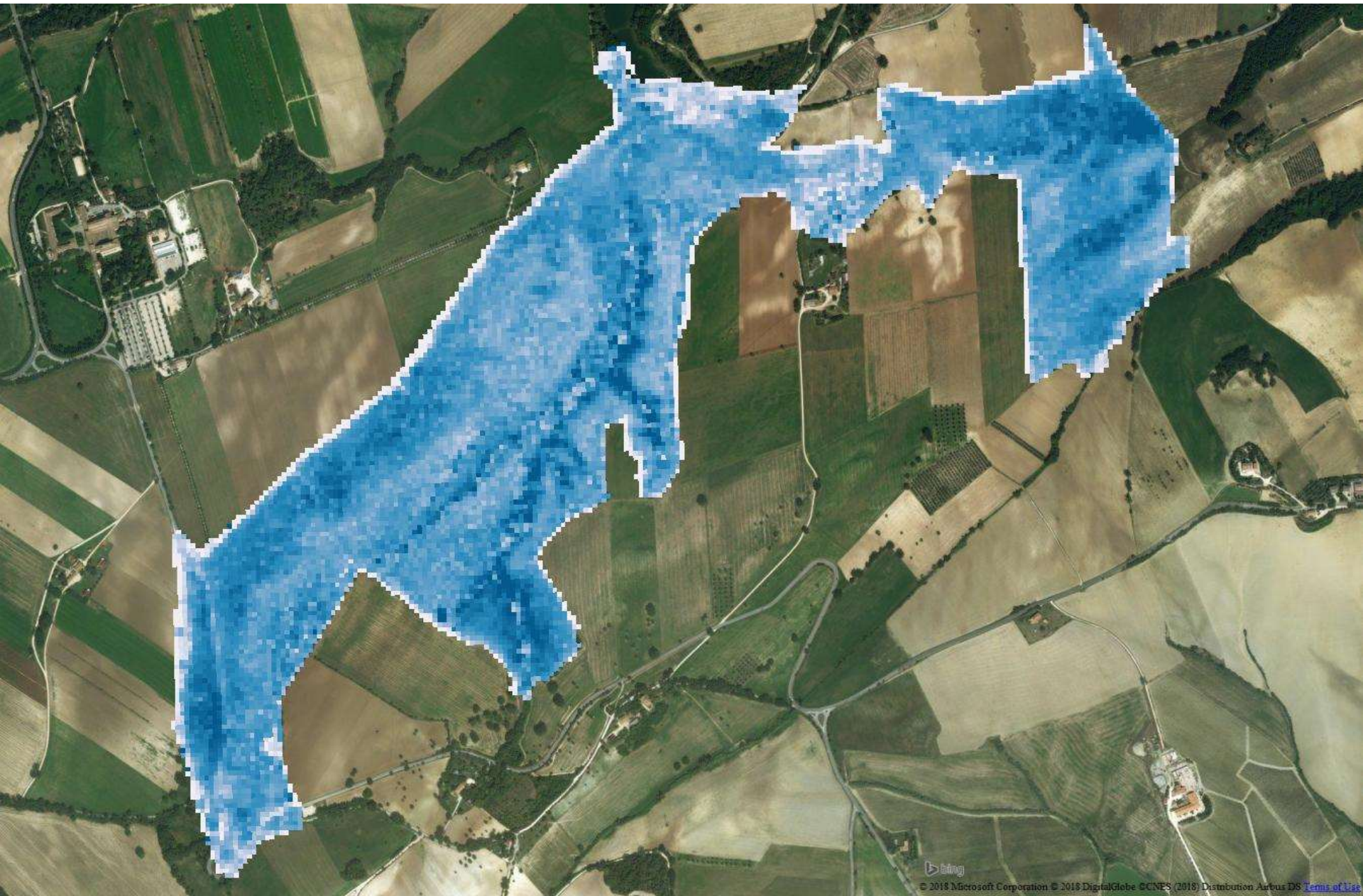


Modello delle chiome



Singole piante

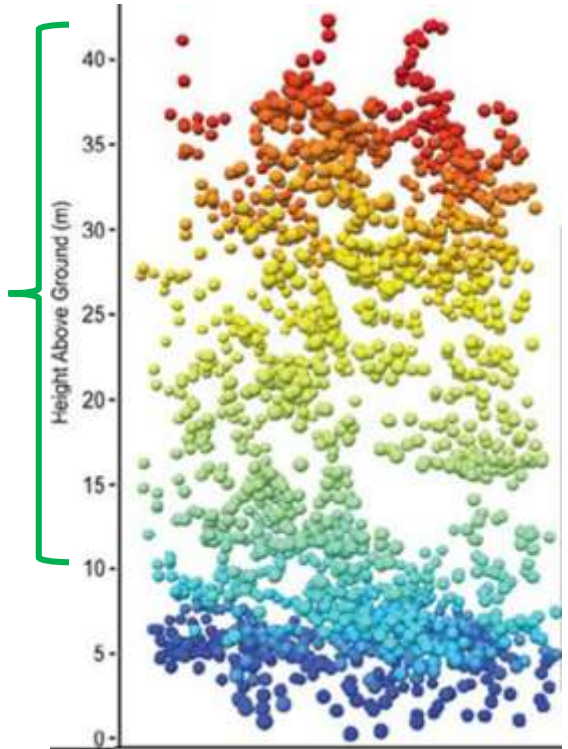
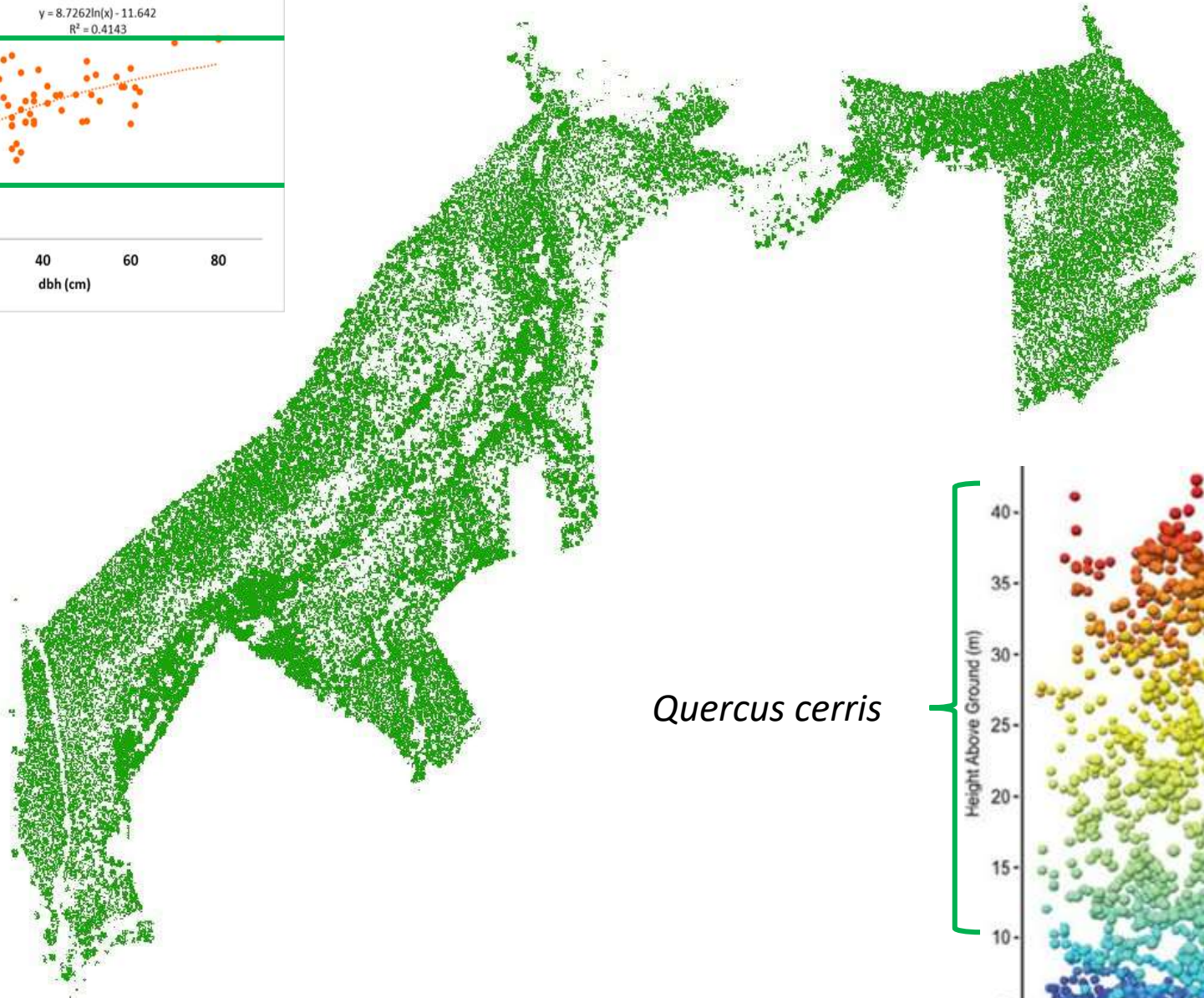
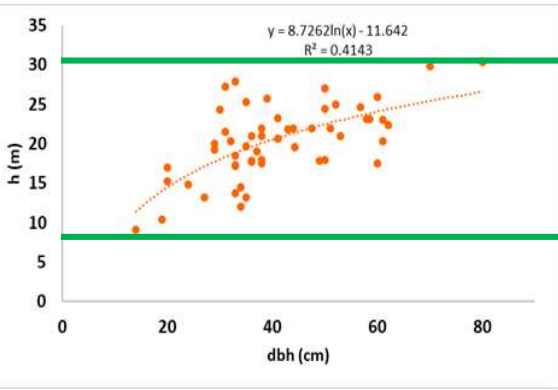
Deviazione standard delle altezze con risoluzione spaziale di 10 metri





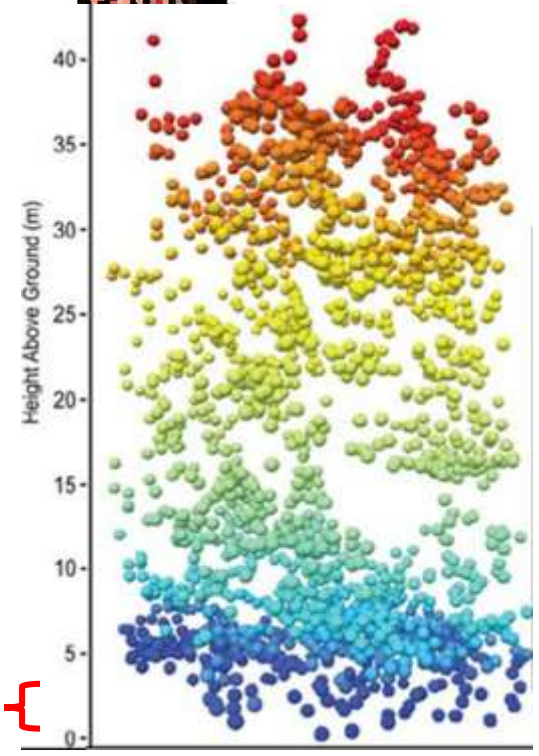
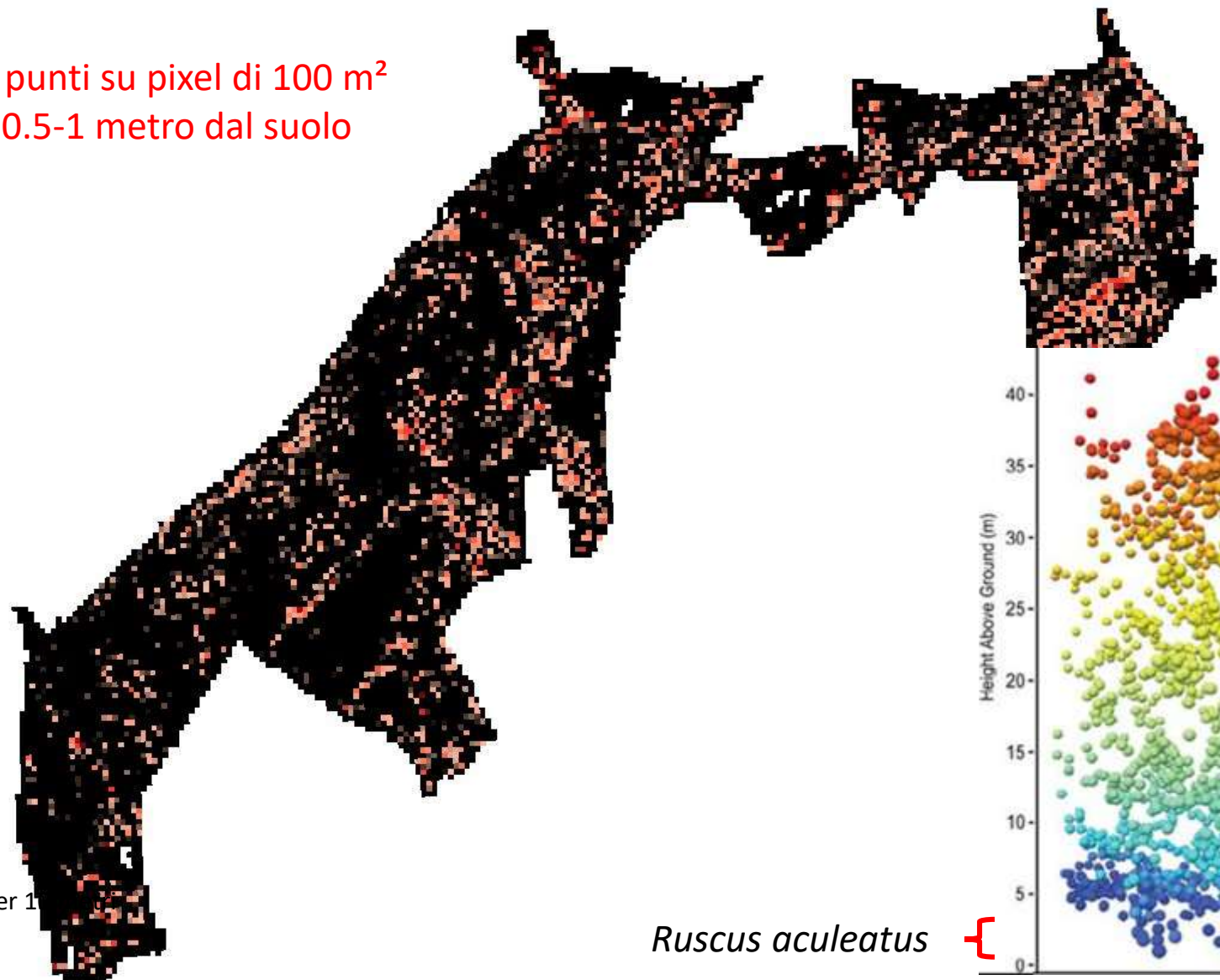
Diffusa presenza di *Ruscus aculeatus*

Definizione della copertura boschiva con altezza ≥ 10 metri (piano dominante *Q. cerris* = 10-30 metri)




Probabile distribuzione di *Ruscus aculeatus* in corrispondenza di copertura boschiva ≥ 10 metri

$\geq 10\%$ dei punti su pixel di 100 m^2
ricade tra 0.5-1 metro dal suolo



Risoluzione raster 1

Ruscus aculeatus 

Conclusioni

D3A – Area Sistemi Forestali

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DIE
DALLE
MARCHE

- **Struttura delle cenosi è molto omogenea**
- **L'eccessiva chiusura del piano dominante** (cerro) sta minacciando la sopravvivenza del **carpino bianco**, che ha una moderata tolleranza dell'ombra, ma che necessita ora di maggiore disponibilità di luce
- Condizioni di **scarsa illuminazione sotto copertura**, coniugate a **siccità stagionale**, hanno favorito **l'invasione e l'eccessivo sviluppo di pungitopo (*Ruscus aculeatus*)**. Tale presenza impedisce l'ingresso e l'insediamento di qualsiasi altra specie arborea, ed ha contribuito a ridurre nel corso degli ultimi 20 anni la biodiversità vegetale dell'area.
- In queste condizioni di abbandono ha trovato condizioni ideali il **cinghiale** che è presente con popolazioni numerose all'interno della Selva.
- **Eccessiva densità** e la successiva forte competizione arborea sembra essere, in sinergia con le modificate condizioni climatiche, la causa della **rapida diffusione del fungo ascomicete *Biscognauxia mediterranea***, agente del cancro carbonioso e del deperimento delle querce. I sintomi sono molto evidenti e diffusi in diverse aree della cerreta ed in grado di determinare la morte di individui giovani e adulti.
- L'aumento di **necromassa** potrebbe anche aumentare il **rischio d'incendio** globale della Selva, attualmente valutato di tipo *medio-basso* (per tipo di combustibile), ma di gravità elevata per la presenza diffusa di habitat forestali.



Assetto strutturale, diversità specifica e indirizzi gestionali di due boschi da seme delle Marche



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Prof. Carlo Urbinati
Dott. Alessandro Vitali
Dott. Francesco Malandra



12 Novembre 2018 – Aula Azzurra - UNIVPM

