



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali
Corso di Laurea in Scienze Forestali ed Ambientali (L)

**Progetto LIFE RESILFOR:
monitoraggio sull'abete bianco nelle faggete
dei Monti della Laga (AP)**

*LIFE RESILFOR Project:
monitoring of silver fir in beech forests of the Laga Mts.*

Tesi di laurea di
Giacomo Storti

Relatore
Prof. Carlo Urbinati

Correlatore
Dott. Francesco Malandra

Anno Accademico 2019-2020
Sessione Autunnale Ottobre 2019

INDICE

1.	Introduzione	3
1.1	Contestualizzazione e obiettivi della tesi	3
1.2	Caratteri corologici ed ecologici di <i>Abies alba</i>	4
1.2.1	Morfologia dell' <i>Abies alba</i>	4
1.2.2	Ecologia dell' <i>Abies alba</i> in Europa	8
1.2.3	Distribuzione dell' <i>Abies alba</i> in Europa	10
1.3	L'abete bianco nei boschi dell'Appennino centrale	13
1.4	Il progetto RESILFOR	15
2.	Materiali e Metodi	19
2.1	Area di studio	19
2.1.1	Area di studio dell' <i>Abies Alba</i> nei microarboreti	10
2.1.1.1	Caratteristiche dei siti prima dell'impianto di <i>Abies Alba</i> nei microarboreti	23
2.1.2	Area di studio nel popolamento di <i>Abies alba</i>	24
2.1.3	Morfologia	26
2.1.4	Clima	28
2.1.5	Vegetazione	31
2.2	Rilevamenti in campo	33
2.2.1	Rilievi della rinnovazione nei microarboreti di nuovo impianto	33
2.2.2	Rilievi nel popolamento di <i>Abies alba</i>	36
2.3	Analisi dei dati raccolti	40
3	Risultati	42
3.1	Rinnovazione nei microarboreti	42
3.2	Effetti delle cure colturali sull'abete bianco	56
4	Conclusioni	60
5	Bibliografia	62
6.	Sitografia	63

1. INTRODUZIONE

1.1 Contestualizzazione e obiettivi della tesi

IL progetto UE LIFE NAT/IT/000371 RE.SIL.FOR (REstoring SILver fir FORest - Ricostituzione di boschi a dominanza di faggio con *Abies alba* nell'Appennino tosco-marchigiano) realizzato fra il 2010 e il 2013 era finalizzato alla valorizzazione e alla diffusione dell'abete bianco in alcune aree a specifica vocazione dell'appennino centrale. Il progetto era in partenariato con Regione Toscana, Regione Marche, Comunità montana del....., il CRA di Arezzo, DREAM Italia con la collaborazione dell'Area Sistemi Forestali del D3A, UNIVPM.

Il progetto nasce dall'esigenza di estendere gli habitat 9220 "Faggeti degli Appennini con *Abies alba*", riducendo i rischi di segregazione genetica delle popolazioni relitte di *Abies alba* e/o la loro scomparsa per le mutate condizioni microclimatiche dovute cambiamenti climatici, all'abbandono colturale o ad una gestione forestale inadeguata alla conservazione di questa importante specie forestale (Miozzo et al., 2015). Il progetto ha previsto numerose azioni di indagine e soprattutto d'intervento in un'ampia area appenninica, (Miozzo et al., 2015).

Il valore innovativo del progetto risiede nell'aver sperimentato un progetto di conservazione su una specie forestale, partendo dalla costituzione di una prima rete di monitoraggio permanente sui caratteri adattativi della specie, fino alla messa a punto dei protocolli d'intervento. Quest includevano sia nuovi impianti sperimentando anche tecniche vivaistiche di riproduzione anche per via agamica con innesto di marze autoctone su portainnesti, sia interventi colturali (Miozzo et al., 2015).

Le aree d'intervento nella regione Marche erano nell'Alpe della Luna – Bocca Trabaria (PU) e nella Valle della Corte sui Monti della Laga (AP), nella regione Toscana nell'Alta Valle dell'Arno, nelle Foreste di Camaldoli e Badia Prataglia e nelle Foreste del Siele e del Pigelleto di Piancastagnaio.

L'abete bianco nell'Appennino centrale ha una lunga e complessa storia biogeografica e antropologica non sempre facile da interpretare. I cambiamenti climatici progressi più che quelli recenti, la concorrenza con il faggio soprattutto se in rinnovazione agamica e l'utilizzo intensivo come legname da opera fino ai primi del '900, hanno indubbiamente ridotto il suo areale. Peraltro anche la natura dei suoli appenninici prevalentemente carbonatica ne ha sfavorito la presenza in ampie porzioni territoriali.). Negli ultimi decenni

l'abete bianco è stato oggetto di un significativo deperimento (Waldsterben ovvero moria del bosco) in Europa centrale a causa dell'aumento di SO₂ di origine industriale. Una riduzione di tali immissioni in atmosfera insieme ad una politica volta a diversificare la composizione delle foreste ha rapidamente migliorato la situazione in molte aree della Germania. In Italia tali fenomeni non sono stati registrati in modo evidente, ma l'analisi degli anelli legnosi ha indicato la presenza di prolungati periodi siccitosi che hanno determinato condizioni di stress alla specie soprattutto nelle aree con qualche deficit edafico (Miozzo et al., 2015).

La presenza di abete bianco (ed anche tasso) nelle faggete appenniniche è una valenza importante in chiave biogeografica, ecologica e storico-culturale cui deve seguire un processo di conoscenza e sperimentazione di tecniche gestionali per garantirne soprattutto la rinnovazione. Questo problema appare nella sua urgenza soprattutto nelle Marche dove le aree di vocazione della specie sono di fatto le due interessate dal progetto. Un piano dominante e aggressivo di faggio di origine agamica in abbandono colturale o in conversione guidata a fustaia coetanea, l'assenza di individui di abete bianco portaseme, non garantisce quella discontinuità strutturale utile ai processi di rinnovazione naturale fondamentali per la continuità delle cenosi, per noi e le generazioni future.

Con questa tesi si è iniziato un'azione di monitoraggio sull'efficacia degli interventi eseguiti con il progetto per la conservazione e diffusione dell'abete bianco nelle due aree del progetto RESILFOR. L'analisi è stata svolta intanto nel sito di Valle della Corte dove sono stati censiti sia le aree di nuovo impianto sia una delle due cenosi boschive dove sono stati eseguiti dei diradamenti a carico del faggio per favorire l'accrescimento dell'abete bianco. A circa 6 anni dall'impianto dei trapianti innestati e a 5 dal primo monitoraggio *post-operam* con questa tesi abbiamo monitorato lo stato vegetativo e l'accrescimento dei giovani individui di abete bianco nelle tre aree di rinnovazione impianto nel sito di Valle della Corte (AP) nonché verificato la dinamica di accrescimento di alcuni individui intermedi e dominati di abete bianco in una cenosi di faggio in conversione a fustaia.

1.2 Caratteri corologici ed ecologici di *Abies alba*

1.2.1 Morfologia dell'*Abies alba*

L'abete bianco (*Abies alba*, Mill.) è una conifera della famiglia delle *Pinaceae*, sempreverde monoica (presenta sulla stessa pianta fiori maschili e femminili distinti e

separati) di medie o grandi dimensioni. In condizioni ottimali, può raggiungere i 60 metri di altezza e i 3 metri di diametro e i 500-600 anni di età. È caratterizzata da un tronco colonnare e chioma tipicamente conica, che spesso si appiattisce o si arrotonda in vecchi alberi. Il fusto è dritto, composto da rami corti e orizzontali. Come tutte le specie arboree il suo portamento e l'inserzione della chioma variano in base alla disponibilità di luce e quindi alla densità del popolamento. . Fig. 1.2.1.2.



Fig. 1.2.1.1 Caratteri morfologici di *Abies alba*: aghi, rametti, corteccia e individuo adulto (foto da

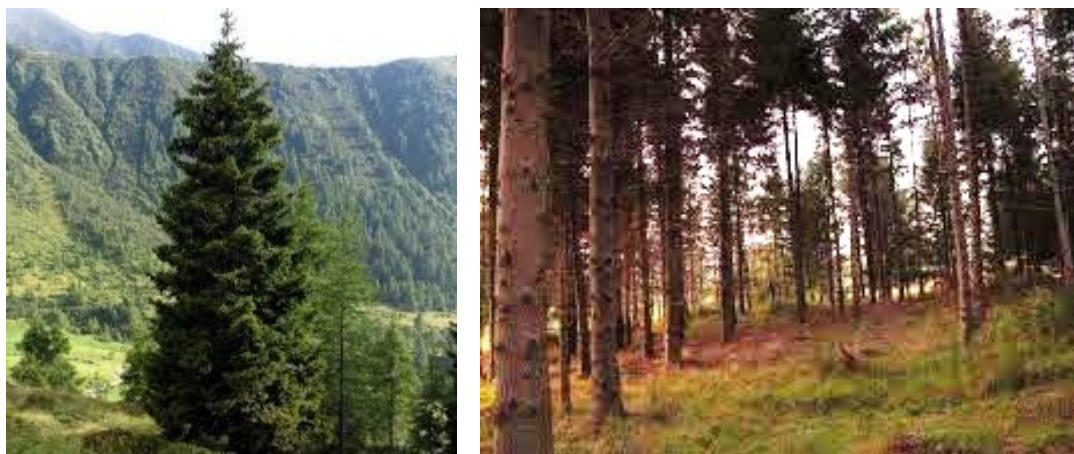


Fig. 1.2.1.2 Variazione della profondità della chioma in individuo isolato (a sinistra) e in formazione (a destra).

La chioma, di colore verde-blu cupo, ha forma piramidale negli esemplari giovani, mentre negli individui senescenti si forma un appiattimento, definito "nido di cicogna", in quanto la punta principale ferma la crescita e i rami sottostanti continuano a svilupparsi fino a formare una specie di conca (nido di cicogna) per l'arresto dell'accrescimento longitudinale della gemma apicale. Ha una ramificazione molto regolare di tipo monopodiale: i rami principali sono raggruppati in palchi e disposti orizzontalmente e mai

penduli. I rami secondari sono disposti lungo il tronco seguendo un andamento a spirale. La lunghezza della chioma è compresa tra la metà e i due terzi dell'altezza dell'albero. Le foglie sono persistenti (8-10 anni) e costituite da aghi appiattiti, rigidi e inseriti singolarmente e separatamente sui rametti, secondo una disposizione a pettine (Fig. 1.2.1.3). Gli aghi sono lunghi circa 1,5–3 cm e larghi 1,5–2 mm, leggermente ristretti alla base, con la punta arrotondata non pungente e i margini lisci. La pagina superiore, di colore verde scuro, è lucida, mentre quella inferiore presenta due caratteristiche linee parallele biancastre-azzurrognole, dette bande stomatifere, che presentano 6-8 file di stomi e canali resiniferi marginali. Altra caratteristica tipica di questa specie sono i rametti coperti da sottili peli di colore bruno chiaro.



Fig. 1.2.1.3 Disposizione degli aghi su un rametto di abete bianco.

La corteccia, negli esemplari giovani, è liscia, ha un colore bianco-grigio argenteo e presenta delle piccole sacche resinose che, se premute, diffondono odore di trementina; nelle piante più vecchie (oltre i cinquant'anni d'età) la corteccia si ispessisce tendendo a desquamarsi in placche sottili e diventa, partendo dalla base, rugosa, screpolata (fessurata) e di colore tendente al nero. La corteccia di abete bianco, tra le specie di *Abies*, è una delle meno ricche in tannino (solo il 5%). Tuttavia, a differenza di altre conifere che possiedono un legno resinoso, nell'abete bianco il legno ne è poco ricco mentre nella corteccia sono presenti delle sacche da cui è possibile estrarre la trementina.

Il legno è omoxilo, tenero, di colore da bianco a marrone chiaro, con poca differenza tra alburno e durame (San-Miguel-Avanz, 2016). E' facilmente lavorabile e si ottengono assortimenti di qualità (Fig. 1.2.1.4)



Fig. 1.2.1.4 Colore del legno di abete bianco con poca differenza tra durame e alburno.

L'apparato radicale è inizialmente di tipo fittonante e può raggiungere una profondità di circa 1,60 metri; in seguito si formano alcune radici laterali che continuano ad accrescersi (Ducci et al., 1998).

I coni femminili sono di forma sub-cilindrica, si trovano soprattutto nella parte superiore della chioma e, a differenza di molte conifere e analogamente ai cedri, sono rivolti verso l'alto. Formati da squame fitte con brattee sporgenti dentate che proteggono i semi all'interno; essi sono contenuti in una coppa eretta, membranosa alata, bruno – rossiccia, lunga da 5 a 20 mm.

Gli strobili sono lunghi dai 10 ai 18 cm e larghi 3–5 cm; sono inizialmente di colore verde, o giallo – grigio e di forma globulare o conica, mentre diventano rosso-bruno di forma ovoidale, cilindrica e resinosi, quando giunti a maturità. A settembre-ottobre gli strobili si sfaldano, le squame cadono una ad una insieme ai semi, lasciando il rachide, nudo sul ramo, dove può rimanere anche diversi anni (tipica caratteristica del genere *Abies*).

La produzione dei semi è piuttosto tardiva, soprattutto per le piante in bosco in quanto avviene dopo i cinquant'anni; trent'anni, invece, per le piante isolate. Le squame degli strobili hanno consistenza legnosa, variano in numero da 150-200 e ogni squama porta due semi. In totale ogni strobilo contiene circa una cinquantina di semi fertili. Questi sono di forma triangolare, lunghi 6–9 mm, di colore giallo-bruno e presentano un'ala 3-4 volte più grande, saldamente attaccata al seme stesso, che ne consente la disseminazione per via anemofila (Ducci, Proietti, 2000). La dormienza dei semi, causata da oli eteri (contenenti, ad esempio terpeni) immagazzinati nel loro mantello, dura solitamente un inverno. I semi conservati richiedono una stratificazione bagnato-freddo di 6 settimane per germogliare (Fig. 1.2.1.5).



Fig. 1.2.1.5 Strobili, bratee e rachide di abete bianco

1.2.2 Ecologia di *Abies alba*

Abies alba vive prevalentemente in ad altitudini comprese fra 500 e 1.900 m slm, ma può raggiungere anche i 2.000 m. A differenza di altre specie di *Abies* europee e mediterranee, preferisce condizioni più fresche, con temperature medie estive fra 14°C - 19°C e precipitazioni annuali fra 800-1000 mm: è sensibile alla bassa umidità dell'aria e preferisce infatti climi oceanici rispetto a quelli continentali. Di conseguenza, i principali fattori limitanti alla sua crescita sono la mancanza di calore estivo e di umidità adeguata durante il periodo vegetativo; resiste inoltre a basse temperature in inverno, vicino a -30°C, mentre le nuove piantine sono estremamente sensibili ai danni causati dal gelo. Alle nostre latitudini la fioritura dell'abete bianco avviene tra maggio e giugno. Tuttavia, occorre precisare che è inesatto parlare di fioritura delle conifere, dal momento che queste piante sono gimnosperme e non producono né fiori, né frutti. L'età di fioritura inizia a 25/30 anni su alberi isolati che crescono al di fuori della foresta, e a 60-70 anni per gli alberi nella foresta. È una specie che tollera bene l'ombra e può resistere a lungo sotto copertura in boschi misti alpini e appenninici. Negli stadi giovanili può rimanere sotto copertura anche oltre trent'anni, con possibili malformazioni del fusto, mentre allo stadio adulto richiede la piena luce.



Fig. 1.2.2.1 Scheda dei caratteri ecologici di *Abies alba*

L'abete bianco ama l'umidità, terreni freschi e profondi, tipici delle zone ombreggiate e piovose (Dobrowolska et al.2017). L'abete bianco tollera un'ampia gamma di condizioni del suolo, con diverso contenuto di sostanze nutritive, di tessitura da fine a media, ben drenati, ad eccezione di terreni compatti e idromorfi. I terreni profondi e umidi sono preferiti, con un pH da acido a neutro. L'abete bianco mostra una notevole capacità acidificante del terreno. I terreni su cui si possono sviluppare le piante di *Abies alba*, vanno da un terreno a pH acido a pH neutro, da povero a ricco con sostanze nutritive: si adatta quindi più o meno a tutti i terreni ma preferisce in assoluto terreni umidi e profondi, quindi ad esempio dentro a degli avvallamenti importanti con presenza di corsi d'acqua e anche acqua stagnante (Vitasse et al, 2019).L'abete bianco forma popolamenti puri o misti: si trova principalmente in mescolanza con abete rosso (*Picea abies*) o pino silvestre (*Pinus sylvestris*) fino al limite superiore del bosco e con il faggio (*Fagus sylvatica*) alle quote più basse),...

L'abete bianco è una delle conifere che meglio si ancora al terreno e risulta quindi poco soggetta a sradicamenti (Ducci et al., 1998). La radice fittonante permette alla specie allo stadio di adulto di affrontare le condizioni di siccità arrivando in profondità alle riserve di acqua profonde. Alberi giovani sono più sensibili alla siccità e si sviluppano meglio sotto le chiome degli alberi circostanti: l'ombra limita la concorrenza di altre specie che potrebbero disturbare il suo accrescimento.*Abies alba* è molto sensibile all'inquinamento atmosferico in particolar modo all'anidride solforosa (SO₂), che ne ha causato il declino tra il 1950-1990 in Europa centrale (Vitasse et al., 2019). La rinnovazione di abete è molto sensibile alla brucatura degli ungulati (capriolo e cervo soprattutto), che compromette e riduce il successo riproduttivo della specie.

Abies alba, dopo o durante siccità prolungata, viene attaccata da *Ips typographus* che porta progressivamente all'ingiallimento, all'arrossamento e infine alla morte della pianta se non si interviene prima. Questo coleottero attacca maggiormente gli abeti più vecchi e indeboliti, mentre individui giovani sono attaccati dall'afide *Dreyfusia nordmanniana* (Vitasse et al., 2019).

Nel ciclo di vita di individui arborei, le condizioni di crescita cambiano a seconda degli interventi selvicolturali, dei disturbi naturali e dei rapporti di concorrenza intra e interspecifica che determinano, soprattutto nell'abete bianco, periodi di "soppressione" e di recupero nelle serie di anelli legnosi.. Tuttavia, ad eccezione del periodo di declino della crescita dovuto alle emissioni di SO₂, l'abete bianco ha mostrato un tasso di crescita crescente negli ultimi cento anni (Dobrowolska et al.2017).

1.2.3 Distribuzione di *Abies alba*

Il genere *Abies* è apparso alle alte latitudini dell'emisfero settentrionale circa 100 milioni di anni fa, evolvendosi in diverse specie durante la sua migrazione verso sud, durante l'Eocene. Il genere *Abies* comprende circa 50 specie in tutto il mondo con 9 di queste specializzate alla regione mediterranea meridionale, ed altre più diffuse in Nord America e Asia orientale. Tra le specie di *Abies* originarie dell'Europa, *Abies alba* è la specie più diffusa e più alta. Tuttavia l'attuale distribuzione dell'abete bianco è stata fortemente modellata dalle glaciazioni e dai successivi periodi interglaciali durante il Quaternario, con le Alpi che costituiscono una grande barriera geografica tra il nord e il sud Europa (Fig. 1.2.3.1).

L'alternanza dei cicli glaciale-interglaciale ha costretto le popolazioni arboree a sopravvivere in rifugi di dimensioni molto ridotte. Le contrazioni delle popolazioni nei periodi glaciali e le espansioni interglaciali hanno determinato ripetuti contatti tra diverse specie del genere *Abies* che ha subito una significativa differenziazione morfologica ed una separazione geografica, piuttosto che genetica delle diverse specie. Per questo motivo tutte le specie di abete provenienti dall'Europa meridionale sono in grado di ibridarsi. La specie *A. alba* ha subito un adattamento evolutivo per la forte competizione con specie sempreverdi e latifoglie decidue, assumendo una capacità di portamento che garantisce una maggiore efficienza di utilizzo della luce. Questa speciale disposizione degli aghi, tipico nella specie dell'area subtropicale, è forse un'eredità delle condizioni climatiche calde dell'Eocene e del Miocene ca. 5-5,3 milioni di anni fa (Dobrowolska et al.2017).

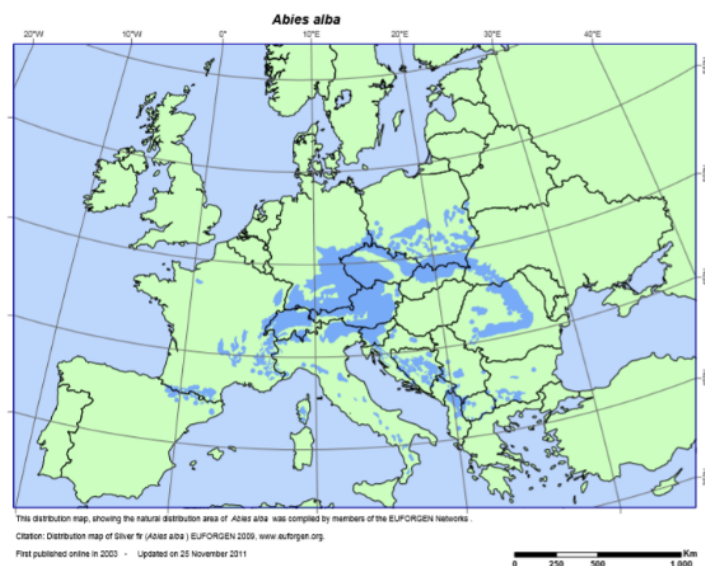


Fig.1.2.3.1 Areale di distribuzione di *Abies alba*.

La penisola balcanica, le montagne appenniniche e la penisola iberica furono i tre principali rifugi per numerose specie arboree durante i periodi glaciali del Quaternario. Studi genetici supportano l'esistenza di quattro rifugi glaciali per *A. alba* durante l'ultimo periodo glaciale (Dobrowolska et al.2017):

1. la regione calabrese nell'Italia meridionale
2. l'Appennino settentrionale e i Colli Euganei nell'Italia settentrionale
3. Grecia nordoccidentale nei Balcani meridionali
4. i Pirenei

Oggi *Abies alba* è per la maggior parte segregato in piccole aree come popolazione relitto endemica, separate da barriere geografiche, ed è limitata principalmente alle regioni montuose dell'Europa orientale, occidentale, meridionale e centrale. L'area principale va da 52°N a nord (Polonia) a 40°N a sud (confine settentrionale della Grecia) e da 5°E a ovest (Alpi occidentali) a 27°E a est (Romania, Bulgaria). Presenze isolate di questa specie si possono trovare in Francia (Massiccio Centrale e Pirenei) e nella Spagna settentrionale (Pirenei), e nell'Italia centrale e meridionale (Calabria) estendendo il limite meridionale a 38°N. Nella zona di distribuzione a nord-est del fiume Danubio, l'abete bianco si trova a quote comprese tra 135 m.s.l.m in Polonia e 1350 metri nei Carpazi orientali (Romania). A sud-ovest del Danubio, cresce da 325 m nell'Appennino (Italia) a 2100 m nelle Alpi occidentali, nelle Alpi Orientali e si estende fino a 2900 m nei Monti Pirin (Bulgaria) (Euforgen.org). La sua distribuzione principale è concentrata nell'Europa centrale,

sull'altopiano della Svizzera e nella Germania meridionale e orientale, nonché nella Repubblica Ceca e in Austria. Boschi di abete bianco sono presenti nelle Alpi Dinariche e sono continuamente collegati verso i monti Rodopi in Bulgaria e Grecia, dove si ibridano naturalmente con l'abete greco (*Abies cephalonica*) formando popolazioni stabili di forme intermedie descritte come abete bulgaro (*Abies x borisiiregis*). Le piantagioni di abete bianco sono rare al di fuori del suo territorio naturale, possibilmente a causa dell'aumento del potenziale di danneggiamento delle monocolture da parte degli insetti. Riguardo alla sua distribuzione nel passato, prove palinologiche suggeriscono diversi rifugi dell'abete bianco durante l'era glaciale, in Italia settentrionale, centrale e meridionale, nei Balcani, sui Pirenei e potenzialmente in Francia, la quale rientra tra i risultati ottenuti attraverso marcatori biochimici e molecolari (San-Miguel-Avanz, 2016).

Negli ultimi decenni l'abete bianco ha reagito positivamente al riscaldamento climatico nell'Europa centrale e nelle aree adiacenti, come documento in molte serie di anelli di alberi. In Svizzera, tuttavia, l'abete bianco sta diminuendo e viene sostituito sempre più dall'abete rosso (*Picea abies*), una specie economicamente più pregiata. La futura distribuzione dell'abete bianco è oggetto di dibattito. Alcuni studi prevedono contrazione dell'areale di distribuzione in risposta al riscaldamento globale previsto, mentre altri suggeriscono condizioni di stabilità o espansione (San-Miguel-Avanz, 2016).

Recentemente è stato osservato l'innalzamento del limite altitudinale dell'abete bianco a causa del cambio d'uso e del cambiamento. Le attività umane hanno fortemente modellato e frammentato l'originale areale di distribuzione di questa specie. L'aumento della frequenza degli incendi e dell'attività di brucatura ha favorito l'abete bianco rispetto ad altre specie arboree meno suscettibili a questi disturbi. L'abete bianco è una delle specie legnose più ricercate nelle foreste miste europee. I dati genetici suggeriscono che prima dei disturbi indotti dall'uomo l'abete bianco era abbondante nelle foreste di pianura a sud delle Alpi, riflettendo una rapida ricolonizzazione dell'area grazie a condizioni climatiche più favorevoli. Alcuni autori addirittura si riferiscono a questo declino come "l'estinzione dell'abete bianco di metà Olocene".

Dal Medioevo fino al 1840 d. C. si sono verificati cambiamenti intensivi nell'uso del suolo, come la conversione delle foreste in terreni agricoli e l'utilizzo intensivo delle foreste. Dal XVIII secolo in poi, l'abete norvegese e le specie di pino a crescita rapida sono state in gran parte piantate e favorite rispetto all'abete bianco. Inoltre anche il sistema selvicolturale del taglio a raso, utilizzato in Europa in questo periodo, è stato dannoso anche per l'abete bianco (Vitasse et al., 2019).

Le popolazioni di abete bianco sono diminuite localmente anche in altre aree come i Carpazi settentrionali, la Slovenia e la Croazia, soprattutto a causa della crescita concorrenziale con il faggio europeo e la brucatura degli ungulati. L'attuale espansione della sua distribuzione verso altitudini più elevate nell'Europa centrale o occidentale potrebbe essere il risultato di un crescente abbandono delle attività silvo-pastorali che indirettamente hanno favorito anche diffusione di grandi predatori come la lince e il lupo, che hanno iniziato a limitare la pressione di brucatura dei grandi erbivori (Vitasse et al., 2019). L'abete bianco è considerato un importante equilibratore ecologico e funzionale delle foreste europee e può servire come specie chiave di volta per mantenere un'elevata biodiversità negli ecosistemi forestali (San-Miguel-Avanz, 2016).

1.3 L'abete bianco nei boschi dell'Appennino centrale

L'abete bianco in Appennino ha una distribuzione disomogenea e discontinua ma che interessa l'intero arco montuoso dalla Liguria orientale fino all'Aspromonte prevalentemente in aree a macroclima temperato con termotipi supratemperati. Nell'Appennino centrale le formazioni più importanti si trovano in Toscana e in Molise sempre caratterizzate da cenosi di faggio in cui l'abete è più o meno diffusamente presente.

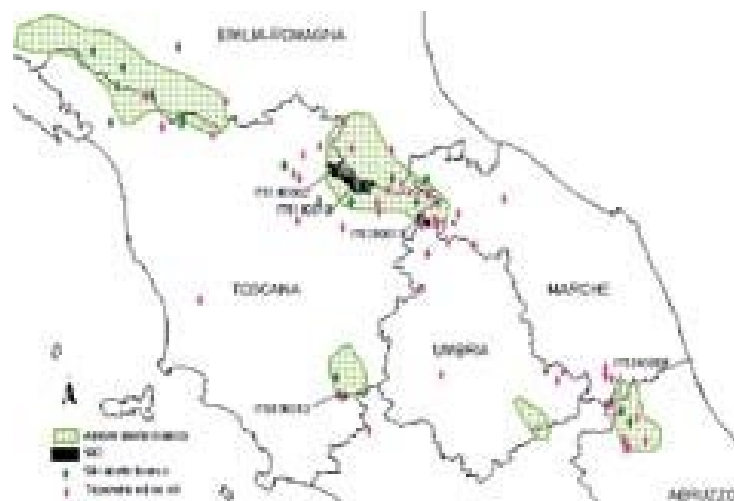


Fig. 1.3.1 Areale di *Abies alba* nell'appennino centrale.

La recente contrazione dell'areale è da imputare probabilmente anche all'impatto delle attività antropiche sulla vegetazione forestale (Liferesilfor.eu). L'eccezionale ritrovamento di individui vivi plurisecolari di abete bianco consente di ricostruire dinamiche di accrescimento, relazioni climatiche e storia pregressa di boschi oggi marginali, i quali,

dopo aver perso il loro valore socio-economico, sono depositari di importanti valenze naturalistiche, spesso poco valorizzate (Gallucci e Urbinati, 2011).

L'abete bianco appenninico ha quasi completamente perduto la sua valenza economica protratta nei secoli fino agli anni '60 del secolo scorso ed è oggi, laddove presente in formazione sicuramente autoctone, una specie di prevalente interesse naturalistico. Esso caratterizza ancora alcune formazioni del piano submontano (cerrete) e montano (faggete), soprattutto se associato ad altre specie sempreverdi come tasso e agrifoglio.

Nelle faggete la direttiva 92/43/CEE individua alcuni habitat di particolare interesse contenente l'abete bianco quali:

- 9220 – Faggete degli Appennini con *Abies alba* e *A. nebrodensis*
- 9510 – Foreste sud-appenniniche di *Abies alba*.

Si tratta di un insieme di habitat affini nei quali è piuttosto frequente la presenza di specie interpretabili come relitti terziari (*Taxus baccata*, *ilex aquifolium*, *Daphne laureola*). Per affinità ecologica e di distribuzione, sono comprese in questo gruppo anche le faggete con *Abies alba* e *A. nebrodensis* e le abetine appenniniche.

Nel versante orientale dell'Appennino centrale, una delle zone di origine dell'abete bianco è quella dei Monti della Laga ed in particolare le aree di medio e alto versante del bosco della Martese, nel settore abruzzese (nei pressi di Ceppo, TE) e della Valle della Corte (presso Umito Terme, AP) in quello marchigiano, nel Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga (Gallucci e Urbinati, 2011).

Grandi esemplari di abete bianco sono stati rinvenuti sui due versanti della Laga settentrionale sia nelle faggete del Bosco della Martese che nei boschi di Valle della Corte, tutte e due nel Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga fra i 1.400 e 1.500 m di altitudine. Nel settore abruzzese vi sono ancora fustaie di faggio e abete che testimoniano una più diffusa presenza di tale forma di governo, sebbene siano documentate utilizzazioni estensive fino alla metà del secolo scorso.

Nel settore marchigiano l'abete bianco si trova in faggete acidofile e mesoneutrofile di habitat prioritario nel SIC omonimo "Valle della Corte", utilizzate a ceduo per la carbonificazione in loco fino al dopoguerra, poi in parte avviate a fustaia coetanea all'inizio degli anni '90 o abbandonate all'evoluzione naturale.

I polloni di faggio formano il piano dominante nel quale si affacciano timidamente rari individui di abete bianco, che invece costituisce in prevalenza nuclei più o meno ampi sotto copertura, con accrescimenti radicali molto ridotti, apici vegetativi compromessi ed altri evidenti segni di deperimento riconducibili all'eccessivo ombreggiamento. Sono stati

rinvenuti abeti bianchi ultrasecolari vivi con età fra 192 e 328 anni ed anche un individuo morto, ancora in piedi, con un'età di 395 anni nato intorno 154 e morto intorno al 1940 (Gallucci e Urbinati, 2011).

Anche nel versante teramano sono stati ritrovati individui plurisecolari che confermano la grande valenza dendrologica dell'abete bianco in questo settore dei Monti della Laga, la cui prevalente natura arenacea dei suoli e la peculiarità morfologica della stazione, costituiscono importanti fattori per la presenza e lo sviluppo della specie (Gallucci e Urbinati, 2011). Le cronologie dei due individui più vetusti della Laga marchigiana evidenziano un accrescimento irregolare caratterizzato da cicliche fluttuazioni che sono riconducibili alle frequenti ceduzioni pregresse, meno evidenti negli individui del bosco della Martese, dove il governo a fustaia è prevalso nei secoli. Nel piano dominato, invece, l'abete bianco ha un'età sempre superiore ai 50 anni ed evidenzia una crisi incrementale già a partire dal 1970 a causa di un rapido aumento della copertura del faggio. Ciò indicherebbe che l'attuale rinnovazione si è insediata in occasione dell'ultima ceduzione estensiva effettuata in questo settore delle faggete di Valle della Corte, poi abbandonate soprattutto per la loro ridotta accessibilità (Gallucci e Urbinati, 2011).

1.4 Il progetto RESILFOR

Il progetto LIFE RESILFOR era finalizzato alla conservazione e alla ricostituzione di boschi autoctoni a dominanza di faggio con *Abies alba* nell'appennino tosco-marchigiano e prevedeva anche l'impianto di nuovi nuclei di abete bianco (e di tasso) in stazioni idonee all'insediamento, ecisi ed espansione futura della specie. Il progetto è stato coordinato dalla Unione dei Comuni dell'Amiata Val d'Orcia, l'Unione dei Comuni montani del Casentino, la Regione Marche, il CRA di Selvicoltura di Arezzo, la società cooperativa D.R.E.Am. Italia e la collaborazione scientifica dell'Università Politecnica delle Marche e dell'Università degli Studi di Siena. L'unità di ricerca Sistemi Forestali e il TreeringLab" dell'Università Politecnica delle Marche ha partecipato al progetto come ente di coordinamento scientifico per le aree marchigiane. Oltre alla caratterizzazione genetica e strutturale di alcuni popolamenti con abete bianco toscani e marchigiani, il progetto ha consentito diradamenti selettivi, finalizzati al mantenimento della specie e interventi d'incentivazione della rinnovazione in microarboreti con materiale rigorosamente autoctono in parte moltiplicato per via gamica ed in parte realizzato per innesto utilizzando marze locali). Il budget del progetto era di 1,3 milioni di euro cofinanziati per 626.700 euro

da parte dell'Unione Europea e per 772.300 euro da parte dei partner. Il progetto è iniziato il 1 gennaio 2010 e si è concluso il 30 settembre 2014. Oltre all'abete bianco le azioni di conservazione e valorizzazione, hanno riguardato anche altre specie, sia animali sia vegetali, riferibili a medesimo ecosistema: *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Salamandrina perspicillata*, *Bombina pacyphus*, *Rosalia alpina* e *Lucanus cervus*. In particolare, nel progetto sono state utilizzate come ambiti di studio e d'intervento 4 popolazioni autoctone di *Abies alba*: foresta della Verna (AR), foresta del Pigelleto (SI), foresta di Fonte Abeti (PU) e foresta della Valle della Corte (AP) (Fig. 1.4.1).



Fig. 1.4.1 Siti di *Abies alba* del Progetto Resilfor.

Il progetto mette in evidenza il fattore clima nel possibile processo di regressione dell'abete bianco: “Se..... le isoterme cresceranno ad un tasso di 11 m di altitudine per anno e di 2-3 km di latitudine per anno nei prossimi 20 anni, si potrebbero determinare condizioni termiche ottimali di questa specie, normalmente comprese tra 800 e 900 m s.l.m., tipiche della fascia fitoclimatica del *Castanetum freddo-Fagetum*, anche a quote superiori comprese tra 1100 e 1200 m s.l.m. Il progetto LIFE Resilfor intende individuare misure di mitigazione e individuare i territori di ridiffusione in modo da avviare un programma di salvaguardia di questa specie e degli habitat d'interesse europeo che sono ad essa connessi” (Miozzo et al., 2015). In Tab 1.4.1 sono riportate le azioni previste del progetto LIFE RESILFOR nei vari siti.

Tab 1.4.1 Azioni previste dal progetto LIFE-RESILFOR

COD.	AZIONE	DESCRIZIONE E OUTPUT
A1	Caratterizzazione delle popolazioni autoctone dell'appennino e indagini storiche	15 aree permanenti per la caratterizzazione degli habitat di faggeta-abetina appenninica cartografia dei sic per la individuazione dei siti per la reintroduzione di abete bianco e tasso, cartografia di distribuzione della popolazione autoctona di <i>Abies alba</i> in appennino centrale, cartografia delle aree potenziali di sviluppo del progetto
A2	Indagini genetiche su <i>Abies alba</i>	3 aree test di indagine genetica su toscana finalizzate ad individuare le piante madri portatrici di maggiore plasticità fenotipica in relazione al clima
A3	monitoraggi naturalistici ante-interventi	Inventario naturalistico sui sic di progetto; monitoraggi ante <i>operam</i> : ornitologico, flora, vegetazione, insetti e anfibi
C1	Raccolta e propagazione 9.000 piantine di <i>Abies alba</i> e 5.000 piantine di <i>Taxus baccata</i>	Produzione di 9000 piantine da innesto di abete bianco+9000 piantine da seme+5000 piantine da talea di tasso
C2	Reintroduzione <i>Abies alba</i> per Microarboreti	Realizzazione di 70 impianti da 500 mq ciascuno di microarboreti da innesto di abete bianco.
C3	Sostituzione di impianti artificiali con faggeta-abetina di origine autoctona	Taglio a mosaico e raso di 12 ettari di pinete artificiali in aree ad alto valore naturalistico con ricostituzione del soprassuolo per rinnovazione naturale e artificiale con specie autoctone
C4	Interventi di controllo abete Alloctono	Interventi di diradamento di tipo alto a favore di latifoglie autoctone su impianti di <i>Abies</i> di origine alloctona situati in vicinanza agli impianti dell'az. C2
C5	Ricostituzione di faggete con <i>Taxus</i>	Realizzazione di 20 microcollettivi di tasso in faggeta
C6	Interventi a favore specie animali (<i>Salamandrina terdigitata</i> , <i>Bombina variegata</i> , <i>Lucanus cervus</i> , <i>Rosalia alpina</i>)	Realizzazione di 8 siti di riproduzione anfibi; ricostituzione di nicchie riproduttive per cerambicidi in faggeta attraverso la cercinatura di almeno 4 individui per ettaro su complessivi 40 ettari
D1	Sito internet, pubblicazione, opuscoli e documentario	Pubblicazione di un sito internet sul progetto, opuscoli divulgativi del progetto e un documentario sul progetto
D2	Cartelli, itinerari e attività informative coinvolgimento delle scuole	Messa in opera di 8 cartelli informativi sulle azioni realizzate; allestimento di un sentiero naturalistico nella foresta naturale del Pigelleto; realizzazione di una campagna di sensibilizzazione nelle scuole elementari dei comuni interessati dal progetto sul tema dei boschi naturali, vetusti, sulla biodiversità.
D3	Workshop e conferenza finale	Realizzazione di 2 eventi pubblici nazionali: 1 workshop di apertura del progetto e un convegno finale del progetto
E1	Gestione generale del progetto (coordinamento, piano di azione e controllo, audit)	Riunioni di coordinamento, rapporti intermedi, gestione delle criticità.
E2	Monitoraggio dei risultati	Monitoraggi <i>post-operam</i> : ornitologico, flora, vegetazione, insetti e anfibi, foreste

2. MATERIALI E METODI

2.1 Area di studio

L'area di studio è ubicata nella frazione di Umito nel comune di Acquasanta Terme (AP), all'interno del Parco Nazionale del Gran Sasso e dei Monti della Laga) (Fig. 2.1.1). Il monitoraggio svolto nell'ambito della tesi si è svolto sia nei siti di nuovo impianto (n.3) (località Maolaro), sia in una cenosi di faggio con abete bianco (località Colle dell'Abete) nel periodo tra luglio e agosto 2019.



Fig. 2.1.1 Presenza di *Abies alba* sporadico vicino alle aree da noi monitorate.

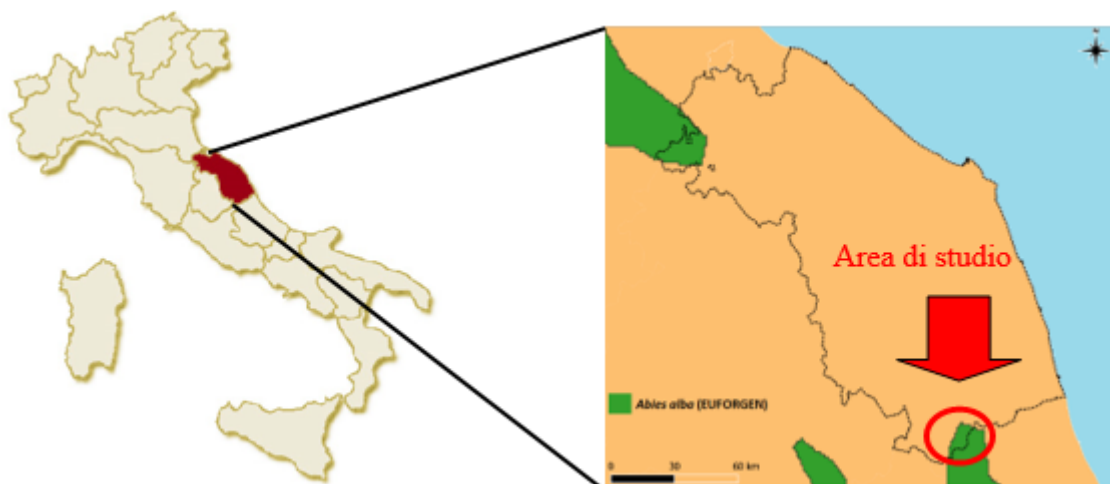


Fig. 2.1.2 Ubicazione dell'area di studio in comune di Acquasanta Terme nel Parco Nazionale del Gran Sasso e dei Monti della Laga.

Il territorio oggetto di studio appartiene ad un complesso montuoso dei monti della Laga in un versante tra i 1150 e i 1500 m.s.l.m.a prevalente esposizione N-NO sotto la cima della Macera della Morte. costituito da Flysch terrigeni, ed è posizionato su un verdante boscato, In particolare, l'area di studio interessa due porzioni delle particelle M93A241, M93A281 del piano di Assestamento Forestale delle Proprietà delle Comunanze Agrarie nel Consorzio nei Monti della Laga valevole per il decennio 2006-2015 (Fig. 2.1.2). La Comunanza agraria di Umito è una proprietà collettiva che possiede 499 ettari di superficie boschiva assoggettata al PPAF (Rocchi, 2011). L'area di studio con i microarboreti comprende in totale tre aree due delle quali due si trovano nella particella forestale A24 a quote più basse (numero 4 e numero 5), mentre la terza si trova nella particella forestale A28 ad altitudine maggiore di circa 100 metri, (numero 8) (Fig. 2.1.1.2).

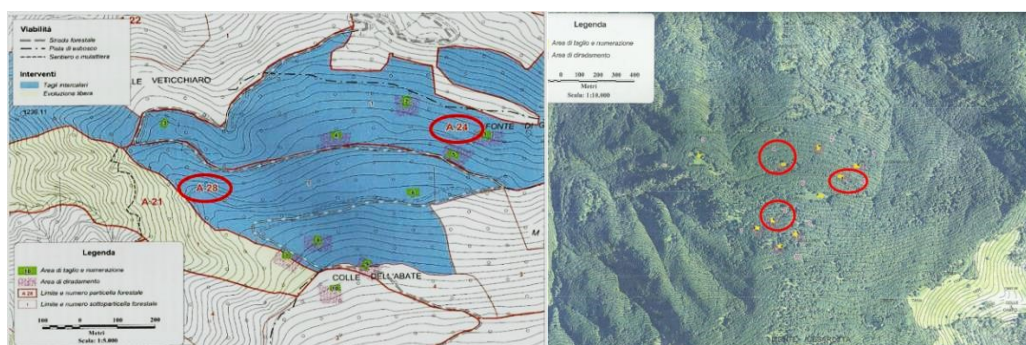


Fig. 2.1.2. In questa immagine si evidenzia cerchiata in rosso le due particelle delle quali all'interno di esse sono situate le area di rinnovazione. Fig. 2.1.1.2 Area di studio degli impianti di *Abies alba* in microarboreti, con n 4 e 5 nella particella A24 e con n 8 nella particella A28.

I microarboreti con *Abies Alba*

I microarboreti sono stati realizzati con l'Azione C2 del progetto (25 all'Alpe della Luna e 4 a Valle della Corte) mediante la creazione di . I 25 microarboreti nel SIC (Siti Importanza Comunitaria) hanno una superficie di circa 500 m² e sono ubicati in stazioni con caratteristiche idonee alle esigenze ecologiche delle specie.

Al loro interno sono state messe a dimora 25 piantine di abete bianco prodotte da innesto con materiale proveniente da piante madri certificate. Le protezioni utilizzate sono perimetrali all'area d'impianto o individuali, ma sempre realizzate con 3 pali di castagno e rete metallica.

Nel SIC Valle della Corte l'obiettivo principale degli interventi era migliorare la stabilità di popolamenti seminaturali di faggio e abete bianco nel sito, liberando l'abete bianco

autoctono dalla dominanza del faggio e iniziando dalla liberazione verticale per proseguire in futuro con quella laterale sugli individui che mostreranno capacità di reazione.

La realizzazione di microarboreti di abete bianco è avvenuta nel seguente modo:

- a. Taglio raso della vegetazione
- b. Diradamento perimetrale intorno all'area d'impianto per 3000 m²
- c. Messa a dimora delle piantine di abete bianco e/o tasso
- d. Realizzazione di adeguati sistemi di protezione contro i danni da fauna ungulati

Gli interventi di diradamento sono stati realizzati con un approccio selettivo basato su:

- Localizzazione del piano arboreo superiore ed intermedio
- Selezione su base compositiva e diametrica degli individui soprannumerari del popolamento principale (faggio)
- Prelievo per ettaro non superiore al 10% della massa legnosa.
- Distribuzione a macchia di leopardo delle aree di intervento per ridurre interferenze dell'ecosistema
- Rilascio di individui vetusti che possano costituire nicchia ecologica per specie animali
- Applicare la cercinatura per aumentare l'effetto progressivo dell'intervento

(Gallucci e Vitali, 2015).

In ogni area l'intervento di diradamento ha interessato una superficie di 3000 m², ma la forma della superficie è in relazione all'esposizione prevalente del versante, alla morfologia del terreno e alle caratteristiche del soprassuolo (altezza, densità ecc.) (Rocchi, 2011).

La percentuale complessiva e massima di prelievo sarà pari al 30% delle piante vive presenti all'interno dei 3000 m² di superficie (Rocchi, 2011). L'intervento pratico all'interno delle aree d'impianto è stato basato sul taglio raso di tutto il soprassuolo. Per almeno 10 piante per area, da selezionare tra quelle di maggiori dimensioni, si è effettuato un taglio ad un'altezza di 80-100 cm da terra in modo da favorire la presenza di legno morto in piedi. Le operazioni di taglio, allestimento ed esbosco del materiale sono state condotte in modo da evitare danni al soprassuolo circostante e agli eventuali soggetti rilasciati all'interno. Tuttavia, per l'impianto di abete bianco non si è potuto rispettare ovunque un sesto d'impianto rigido, poiché è stato necessario considerare sia gli eventuali ostacoli dovuti alla presenza delle ceppaie, sia le irregolarità della morfologia del terreno.

In ciascuna area sono stati collocati 25 esemplari di abete bianco e il sesto d'impianto utilizzato risulta pari a 3x3,5 metri e 4x4 metri. Questo impianto è stato effettuato evitando sia il periodo estivo, che quello invernale (Rocchi, 2011).

I nuovi impianti sono stati protetti dalla fauna ungulata selvatica (in prevalenza cinghiale e capriolo), tramite la realizzazione di protezioni individuali in rete metallica sorrette da pali di castagno (Rocchi, 2011). Fig. 2.1.1.3

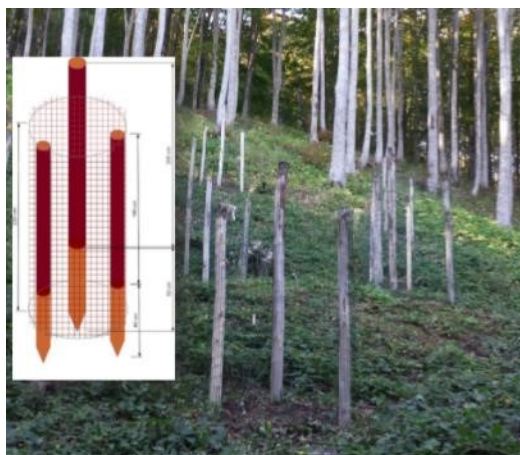


Fig. 2.1.1.3 Recinzioni individuali nell'area d'impianto (Rocchi, 2011).

2.1.1.1 Caratteristiche dei siti prima dell'impianto di *Abies Alba* nei microarboreti

Nella prima area denominata Maolaro 1, prima dell'impianto vi era una radura all'interno di una faggeta pura, colonizzata completamente da rovo e sporadica rinnovazione di faggio, salicione e raro acero di monte, di piccole e medie dimensioni (Rocchi, 2011). L'altezza del bosco circostante è di circa 20 metri, il diametro medio di 30 centimetri, e 450/600 piante ad ettaro. In quest'area il terreno d'impianto ha morfologia semi pianeggiante. E' stato effettuato il taglio di due piante adulte molto ramosi e un diradamento all'interno della faggeta.

La seconda area denominata Maolaro 2 era una fustaia di faggio, di circa 80 anni, con densità non uniforme e numerosi piccoli vuoti colonizzati da rovo e ortica (Rocchi, 2011). Anche qui il terreno risulta semi pianeggiante. L'altezza del bosco circostante è 20 metri, il diametro medio 30 cm e circa 500/600 piante per ettaro. Nell'area è stato effettuato il taglio di 10 piante già danneggiate per scortecciamento di animali.

La terza area, denominata Maolaro 3, è quella situata ad una quota più elevata e prima dell'impianto presentava una fustaia di faggio, la quale aveva un'altezza di 17 metri, 23 cm

di diametro e 800/900 piante per ettaro. Si è riscontrata la presenza di due esemplari di abete bianco in buone condizioni e da preservare. Fig. 2.1.1.1.1



Fig 2.1.1.1.1 Presenza di 2 esemplari di *Abies alba* da preservare in stato adulto al confine dell'area studiata.

2.1.2 Area di studio nel popolamento di *Abies alba*

L'intervento interessa una particella forestale situata all'interno del SIC "Valle della Corte" all'interno del "Parco Nazionale Gran Sasso – Monti della Laga". (Fig. 2.1.2.1).

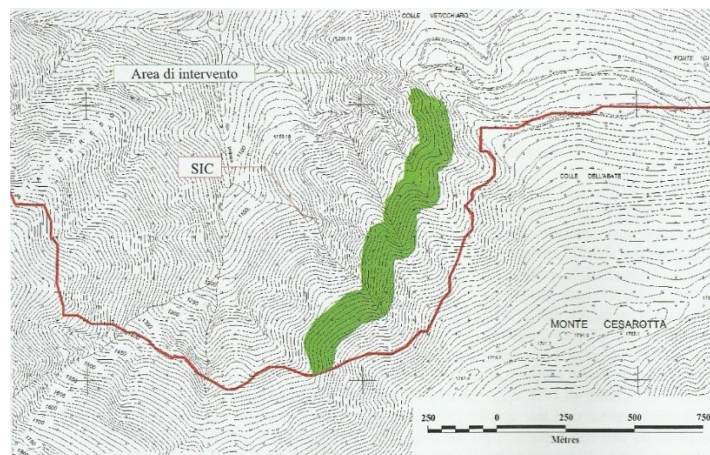


Fig. 2.1.2.1 Area di studio del popolamento di *Abies alba*.

Nell' area campionata sono stati censiti gli individui di faggio abbattuti e segnalati per cercare di creare sempre meno competizione con l'abete bianco nei piani inferiori.

Nel novembre del 2013 sono state realizzate anche cercinature sul fusto di alcuni individui di faggio che ostacolavano lo sviluppo verticale di alcuni abeti, presenti nel piano

intermedio del bosco. Per ogni ettaro di superficie, sono stati realizzati interventi di cercinatura su almeno 4 piante (Mini 2011).

Nel passato, in questi soprassuoli sono state eliminate risorse forestali rilevanti, tra le quali le parti più sviluppate di abete bianco, che era presente fino agli anni '30 (Mini, 2011).

L'abete bianco era poco rappresentato in questo versante e nella maggior parte dei casi era posto sotto copertura al faggio. Quest'ultima specie appariva più competitiva ed inoltre è stata avvantaggiata dall'interruzione di interventi di taglio e di diradamento, al punto che in molte zone costituiva ormai un piano dominante rispetto all'abete.

L'obiettivo principale del progetto è quello di migliorare la stabilità dei popolamenti seminaturali di faggio e abete bianco presenti nel sito. Tale obiettivo si raggiunge realizzando specifici interventi selvicolturali a favore degli individui di Abete bianco in buone condizioni.

L'area di studio è caratterizzata da un soprassuolo che vegeta in condizione estrema anche a quota di 1500 metri s.l.m.; inoltre, poiché le piante da liberare sono state sottoposte ad un lungo periodo di sottomissione al faggio, l'intervento non potrà che avere caratteri puntuali, mirati a liberare le singole piante di abete bianco e comunque interessare una modestissima parte del soprassuolo di faggio. La preoccupazione principale della futura specie di *Abies alba* deriva, dalla sua incapacità di raggiungere gli spazi epigei con il faggio. Per i tratti di foresta che vedono l'abete bianco fortemente dominato e collocato negli strati inferiori del soprassuolo, si prevede il taglio a carico del faggio (relativamente agli individui che occupano il cono di illuminazione soprastante le piante di abete bianco); l'intervento punta a favorire la ripresa della crescita in altezza degli individui di abete bianco. Come mostrato nella figura sottostante, l'area in cui è stato effettuato questo intervento interessa alcune porzioni delle particelle A19, A20 e A21, ma l'area di saggio si estende soprattutto nell'area di colore giallo A19 (Fig. 2.1.2.2).

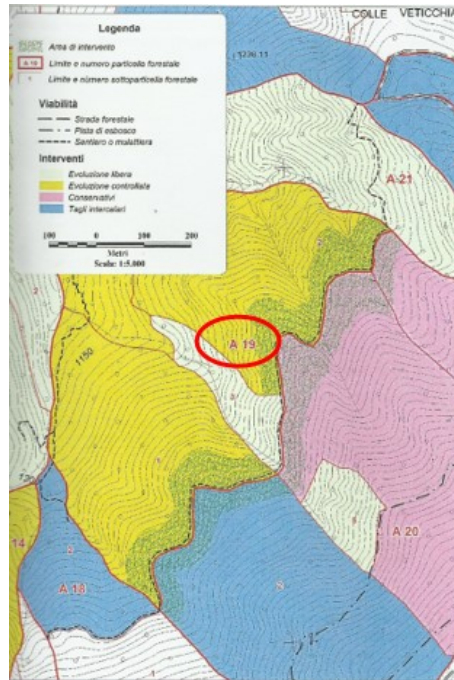


Fig. 2.1.2.2 L' area di saggio cerchiata in rosso è situata nella porzione gialla della particella A19 interessata dall'intervento.

2.1.3 Morfologia

Come precedentemente menzionato, l'area di studio è situata nel complesso dei monti della Laga. Questa catena montuosa ha la particolarità di avere un versante poco inclinato, verso il quale gli strati tendono a scivolare, e un versante molto più ripido, dove gli strati sono inclinati verso la montagna (Gallucci e Urbinati, 2011). Particolare risulta anche la roccia, caratterizzata da una scarsa permeabilità primaria, a causa della presenza di strati argillosi che impediscono l'assorbimento dell'acqua. Infatti, in assenza di fratture profonde, l'acqua scorre in superficie con velocità più o meno elevata in base alla pendenza e al tipo di vegetazione, e contemporaneamente erode ed approfondisce il letto del fiume. L'arenaria inoltre, consente il mantenimento di un elevato grado di umidità del terreno che favorisce la presenza di castagno, di cenosi neutrofile o addirittura acidofile e di pascoli in quota, rispetto alla formazione calcarea dei Monti Sibillini e del Gran Sasso.

La diversità della formazione arenacea rispetto alla calcarea mette in evidenza la moltitudine di specie ad areale più settentrionale. Delle 3 aree che sono state analizzate, denominate Maolaro 1, Maolaro 2 e Maolaro 3 (per comodità di trascrizione), sono poi state ricavate l'altitudine, la pendenza e l'esposizione, tramite il software QGIS. I valori ottenuti vengono riportati qui in tabella (Tab 2.1.3.1).

ADS	Altitudine [m]	Pendenza [°]	Esposizione [°]
-----	----------------	--------------	-----------------

Maolaro 1	1431	20	330
Maolaro 2	1450	26	2
Maolaro 3	1539	18	341

Tab 2.1.3.1 Valori di altitudine pendenza e esposizione dei microarboreti

Nell'area di studio considerata, la morfologia del suolo è a gradini, per l'alternanza di strati arenacei e strati marnoso-argillosi. Risulta tuttavia maggiormente presente lo strato marnoso-argilloso. Fig. 2.1.3.1



Fig. 2.1.3.1 Roccia marnosa arenacea in maniera disomogenea ma di grande spessore.

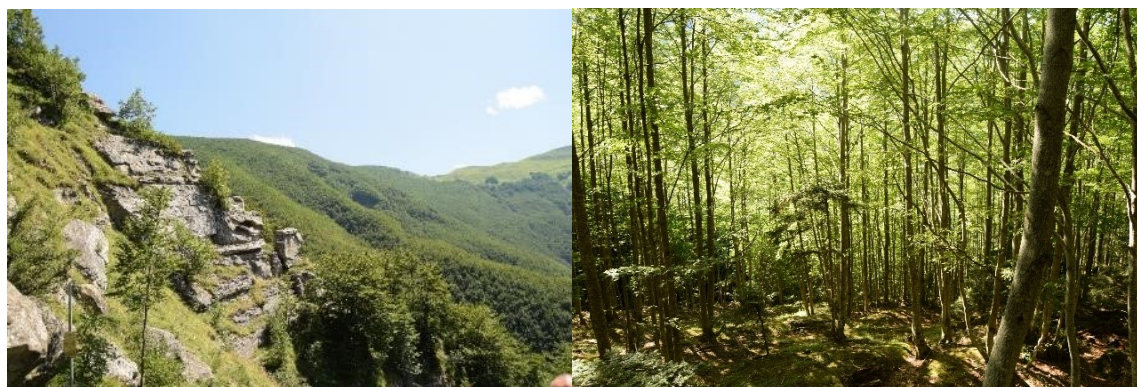


Fig. 2.1.3.2 La figura di sinistra è un'immagine del versante della montagna, dove si possono notare i blocchi di roccia arenaria. La figura di destra è una foto dell'area saggiata che mostra la netta pendenza che c'è al suo interno.

2.1.4 Clima

Per l'analisi climatica delle tre aree in esame, sono stati presi come più rappresentativi i dati rilevati nella stazione di Amatrice perché più vicina all'area in esame.

La stazione di Amatrice è posta ad un'altitudine di 955 m.s.l.m. e sono state rilevate da qui sia le temperature che le precipitazioni.

Tab. 2.1.4.1 tabella riassuntiva del regime climatico (medio mensile ed annuale) che rappresenta le temperature massime mensili, le temperature medie mensili, le temperature minime mensili e le precipitazioni medie mensili della stazione di Amatrice. – dati climatici P 1951-2015, T 1957-2015

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
T MAX	10.6	13.2	16.6	18.8	24.5	28.9	31.1	32.5	27.6	21.6	15.7	12.8
T	2.5	3.2	5.3	8.3	12.8	15.6	18.5	18.5	14.5	11	6.7	3.3
T MIN	-5.2	-3.8	-2.5	-1.0	3.1	6.9	8.2	9.5	5.4	2.0	-1.6	-3.6
P	74	73	77	77	60	53	39	40	61	80	106	105

Tab 2.1.4. Tabella dei dati di temperatura e piovosità medie annuali

Le precipitazioni sono state rilevate dal 1951-2015, mentre le temperature sono state rilevate dal 1957-2015. La differenza che c'è tra l'anno di inizio prelievo delle temperature e delle precipitazioni è di 6 anni (questo non ha modificato l'andamento complessivo del risultato). I dati relativi riportati nella tabella precedente, e relativi alla precipitazione, possono essere meglio evidenziati nel grafico che segue: Fig. 2.1.4.1.

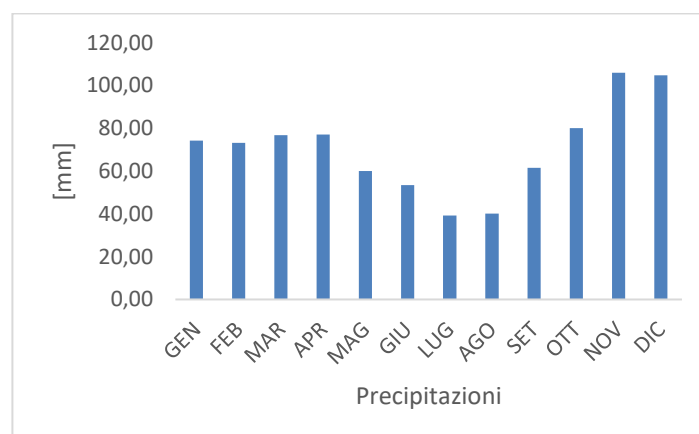


Fig. 2.1.4.1 Precipitazioni nella stazione di Amatrice dei valori medi mensili nel periodo dal 1951 al 2015.

Come evidenziato nella tabella e nel grafico, per la stazione di Amatrice si possono osservare i seguenti risultati:

- La distribuzione mensile delle piogge presenta una massima assoluta autunnale nel mese di novembre (106 mm) ed un minimo estivo nel mese di luglio (39 mm).
- Dal minimo estivo le precipitazioni crescono rapidamente nel periodo autunnale fino al massimo del mese di novembre, rimangono stazionarie nel mese di dicembre e decrescono rapidamente nel mese di gennaio per poi mantenersi su

valori intermedi nel periodo primaverile. E' da notare la maggior piovosità del mese di aprile rispetto agli altri mesi primaverili.

I valori delle temperature medie mensili sono visibili, oltre che nella tabella sopra, anche nel grafico di seguito. Fig. 2.1.4.2

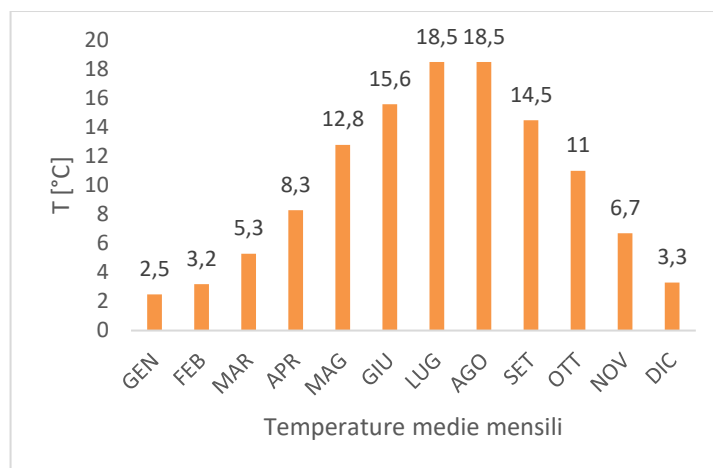


Fig. 2.1.4.2 Temperature nella stazione di Amatrice dei valori medi mensili nel periodo dal 1957 al 2015.

La temperatura media annua è pari a 10,3°C; i mesi più caldi in assoluto sono luglio e agosto con 18,5°C, mentre il mese con le temperature minori è gennaio con 2,5°C.

L'andamento delle temperature è regolare, con aumento graduale delle temperature da gennaio a luglio e poi una più ripida diminuzione dei valori. Dal punto di vista climatico i Monti della Laga sono caratterizzati da una maggiore continentalità rispetto all'omologo versante occidentale degli Appennini: sono infatti caratterizzati da forti escursioni termiche giornaliere, temperature minime e massime elevate, come possiamo riscontrare nel grafico seguente (Santini, 2012).

Nell'area studiata si riscontrano periodi prolungati con bassissime precipitazioni, seguiti da improvvise e abbondanti precipitazioni nevose. L'area è interessata principalmente da venti di tramontana (N), grecale (E), scirocco (S-E) e forti correnti provenienti da Sud-Ovest (libeccio). I danni da vento sulla vegetazione si localizzano principalmente sulle parti apicali della chioma e successivi schianti nelle zone più esposte.

Un utile confronto tra temperature e piovosità è dato dal diagramma di Bagnouls e Gausse, nel quale le piovosità sono raffrontate direttamente con le temperature riportate con scala doppia. Fig. 2.1.4.3

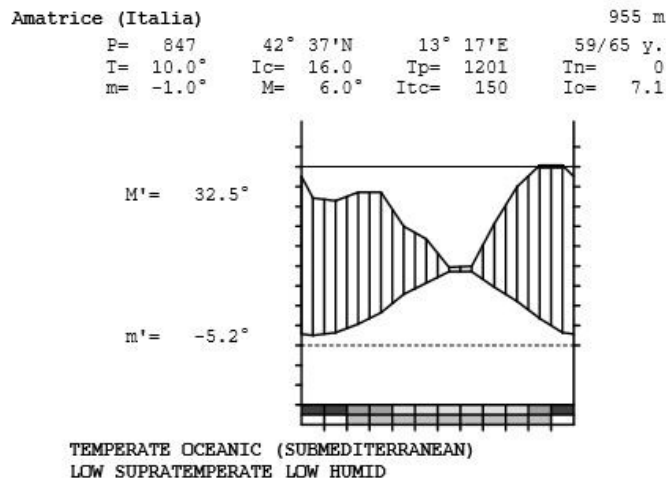


Fig. 2.1.4.3 Grafico termopluviometrico delle precipitazioni e temperature medie mensili.

La classificazione di Rivas-Martinez evidenzia un macroclima di tipo temperato, termotipo supratemperato inferiore e umido inferiore. Questo diagramma è importante per caratterizzare l'aridità di una stazione, che rappresenta un fattore ecologico determinante per la vegetazione.

Secondo questo diagramma infatti, si considerano aridi i periodi in cui la curva delle precipitazioni si trova al di sotto di quella delle temperature, quando il rapporto $P/2T$ è uguale o inferiore a uno.

Nel caso qui esaminato, e come evidenziato nel grafico precedente, non esiste un breve periodo di aridità; le due curve nei periodi estivi si avvicinano molto, perché le temperature aumentano fino a 18.5°C di media e le precipitazioni diminuiscono fino a 39 mm di media.

Come mostrato nel grafico seguente, il bilancio idrico evidenzia un periodo di deficit compreso tra la metà di luglio e l'inizio di settembre, ma senza comportare rilevanti stress idrici. Fig. 2.1.4.4

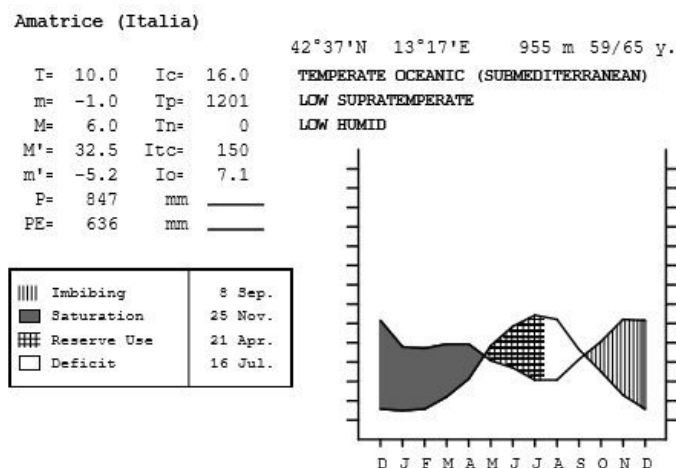


Fig. 2.1.4.4 Caratterizzazione idrologica secondo Thorntwaite.

2.1.5 Vegetazione

Analizzando la vegetazione delle tre aree dei microarboreti, dal piano più alto fino ad arrivare al suolo, possiamo rilevare: un mantello di vegetazione compatta e densa ad un'altezza di circa 1,5 metri, caratterizzata soprattutto da Ortica (*Urtica dioica*) (Fig. 2.1.5.1) e Rovo comune (*Rubus fruticosus*), compresa all'interno dei microarboreti (Fig. 2.1.5.2). Al di sotto di questo sono presenti altre specie di piccole altezze, sempre erbacee, che ricoprono l'aria fino al limite della faggeta, come Geranio di San Roberto (*Geranium robertianum*), Edera comune (*Hedera helix*) e *Veronica urticifolia*. Ancora più in basso delle piccole specie erbacee, troviamo le vecchie ceppaie tagliate 5 anni fa con taglio raso e rimaste sotto a tutta la vegetazione. In particolare, su una delle ceppaie trovate sommerse dall'ortica, si sono formati numerosissimi licheni di notevoli dimensioni (Fig. 2.1.5.3).



Fig. 2.1.5.1 Area ricoperta da Ortica e Rovo.



Fig. 2.1.5.2 Competizione tra abete e vegetazione erbacea all'interno dei siti di impianto.



Fig. 2.1.5.3 Licheni cresciuti dopo 5 anni in una ceppaia sommersa da 1 metro d'ortica
Il versante dell'area di saggio è maggiormente inclinato rispetto alle altre due aree di saggio dei microarboreti Fig. 2.1.5.4.



Fig. 2.1.5.4 Area di studio con maggior pendenza.

2.2 Rilevamenti in campo

I rilevamenti in campo sono effettuati dal 31/7/2019 fin al 13/8/2019. Il progetto è incentrato sul monitoraggio di 3 siti con microarboreti di Abete bianco e un'area boschiva con presenza di Faggio (*Fagus sylvatica*) in prevalenza e Abete bianco (*Abies alba*) in maniera sporadica.

2.2.1 Rilevi della rinnovazione nei microarboreti di nuovo impianto

Il monitoraggio nelle 3 aree d'impianto ha interessato 25 individui per ciascuna di esse Fig. 2.2.1.1.



Fig. 2.2.1.1 Esempio di uno dei 25 individui analizzati per ogni area.

Per effettuare il rilievo sono stati utilizzati differenti strumenti quali:

- Metro ripiegabile
- Calibro dendrometrico (MAX 30 cm)
- Guanti
- Decespugliatore a lame
- Gesso bianco

Il metro ripieghevole è servito per misurare l'altezza totale della piantina d'abete bianco e i vari internodi presi dall'apice, Ln1, Ln2, Ln3. Il calibro dendrometrico è stato usato per misurare il diametro basale delle piantine. I guanti sono serviti per aprire nell'apertura apposita la recinzione che ricopre la piantina d'abete bianco dall'attacco di ungulati. Il decespugliatore a lame è servito per tagliare l'ortica per farvi delle vie preferenziali per arrivare fino alle apposite aperture degli impianti di *Abies alba* Fig. 2.2.1.2.

Il gesso bianco è infine servito per segnare in uno dei tre pali di legno di castagno l'ID di ogni singolo esemplare.



Fig. 2.2.1.2 Azione del taglio di ortica e piante erbacee in competizione con l'Abete bianco all'interno dell'area da monitorare.

Per arrivare ad ogni singolo esemplare e riuscire a misurarlo, è stato necessario creare un passaggio tra l'ortica e altre specie, per questo abbiamo usato il decespugliatore a lame. Il rilevamento è stato eseguito attraverso aperture a "porta" nella rete per consentire le operazioni di misurazione alle piantine Fig. 2.2.1.3.



Fig. 2.2.1.3 Azione per apertura di rete che circonda l'esemplare di *Abies alba*.

A seguito dei rilevamenti in campo sono stati scritti i valori campionari ottenuti Fig. 2.2.1.4.



Fig. 2.2.1.4 Rilevamento dei dati in campo.

I valori campionati sono stati trascritti sulla tabella come segue:

Specie		ID		Stato veget.		Dom. Ap. (si/no)		Ric. Lat. (si/no)		Class. base		H tot (cm)		L100 (cm)		L100 (cm)		L100 (cm)		Note	

Tab 2.2.1.1 Tabella da compilare per il monitoraggio.

Questa tabella è stata compilata per ogni ID presente nell’area per un totale di 25 per area. Lo stato vegetativo è stato registrato attraverso una valutazione da 1 a 6 sullo stato della pianta all’interno del microarboreto. La Dominanza Apicale e del Ricaccio Laterale, sono state messe in relazione, il compito era quello di osservare il campione all’interno della rete e valutare se si è sviluppato più in altezza, ovvero Dominanza Apicale, oppure più lateralmente, ovvero Ricaccio laterale.

Abbiamo utilizzato cavalletto e metro ripieghevole per determinare i valori mancanti.

2.2.2 Rilievi nel popolamento di abete bianco

Per indicare il percorso dell'area di saggio si è fatto riferimento alla presenza di cercinature sugli alberi di faggio all'interno dell'area. Tuttavia, prima di saggiare l'area di studio, è stato opportuno prendere dei punti di riferimento su degli alberi ben visibili al ciglio del sentiero, utilizzando una bomboletta di vernice.

Per il monitoraggio delle aree boschive con presenza di Faggio in maggior numero e Abete bianco in maniera sporadica, sono stati usati i seguenti strumenti:

- Fascetta metrica
- Ipsometro
- Calibro dendrometrico (MAX 50 cm)
- Righello pieghevole
- 2 Trivella di Preesler (MAX 30, 50 cm)
- Supporto per le carote
- Scotch di carta
- Bomboletta con vernice (Fluorescent Forestry Marker)

La fascetta metrica è servita per allontanarsi dalla pianta d'abete bianco da campionare, mantenendo sempre la stessa curva di livello, rispetto alla base dell'albero; ci si è allontanati ad una distanza tale da poter rimanere comunque all'interno della scala presente all'interno dell'ipsometro (15 m). L'ipsometro è uno strumento che abbiamo usato e ci permette di misurare l'altezza della pianta.

Il calibro dendrometrico posizionato ad un'altezza di 130 cm da terra è servito per determinare il diametro della pianta, facendo due misurazioni a 90° l'una dall'altra così da vedere se il tronco fosse perfettamente cilindrico o un po' ellittico. Le 2 trivelle di Pressler di diverse misurazioni di profondità sono state usate per estrarre la carota dalla pianta e determinarne quindi l'età in laboratorio. Il supporto delle carote ha permesso di depositare le carote, una volta estratte dalla pianta, in un posto sicuro che non si potesse rompere, perché sono molto delicate dopo la fuoriuscita dalla pianta, e così da poterle riutilizzare per la successiva misurazione. Successivamente alla deposizione, le carote sono state attaccate con dello scotch di carta alle estremità del supporto.

Lo scopo dell'intervento è stato quello di individuare gli abeti bianchi all'interno dell'area di saggio che si trovano vicini ad un'azione di diradamento o di cercinatura.

La metodologia che è stata usata per quest'area è stato l'uso di una tabella Tab 2.2.2.1 da compilare con le seguenti voci:

Monitoraggio RESILFOR. Data _____		Località _____				Rilevatore _____				
specie	ID	DBH	Htot	Età	Intervento	Stato Veg.	LIN 1 (cm)	LIN2 (cm)	LIN3 (cm)	Note

Tab 2.2.2.1 Tabella da compilare per il monitoraggio

La specie nella voce iniziale indica la sigla della specie da censire come l'*Abies alba* (AA); avendo trovato anche un esemplare di Tasso (*Taxus baccata*), esso è stato campionato e messo come sigla TB. Il DBH corrisponde al diametro all'altezza del petto della pianta. L'H tot, corrisponde alla misurazione dell'altezza totale della pianta. Per l'età della pianta è stato riportato in tabella solo con una x se è stata o meno prelevata la carota.

La modalità d'intervento classificata con la lettera C o D sono per gli alberi nelle vicinanze dell'abete bianco che sono stati Cercinati o Diradati. Per lo stato vegetativo, la valutazione va da 1 a 6. Le note sono molto importanti perché indicano se il nostro campione è una pianta morta e se si trova vicino a segni ben riconoscibili, come ad esempio vicino ad un sentiero.

Avendo misurato l'area di saggio, che è di quindici metri di raggio, si sono individuati gli abeti all'interno dell'area. Visto che il terreno non era pianeggiante, sono state analizzate le piante da monte a valle, per comodità. Le piante di *Abies alba*, all'interno dell'area, erano di numero superiore a quelle che dovevano essere censite sulla tabella, perciò sono state censite soltanto quelle interessate dagli interventi di diradamenti e cercinature Fig. 2.2.2.1.



Fig. 2.2.2.1 Piante misurate interessate da un'azione di cercinatura.

Nella nostra area di saggio si sono formati delle aperture tramite l'abbattimento e cercinatura di faggio, per far sì che creassero più spazio e quindi che possa entrare più luce per la crescita dell'abete bianco che si trova in un piano dominato rispetto al faggio, come possiamo riscontrare nelle immagini sottostanti Fig. 2.2.2.2.



Fig. 2.2.2.2 La figura a sinistra rappresenta l'area prima del diradamento, la figura a destra rappresenta l'area dopo il diradamento.

Per l'analisi dei dati sono state segnate le piante tramite una bomboletta, ogni volta che si iniziava a prendere le misurazioni; si è quindi provveduto alla misurazione del diametro della pianta e alla successiva rimozione della carota con la trivella di Pressler Fig. 2.2.2.3.



Fig. 2.2.2.3 Applicazione della trivella di Pressler all'interno di un abete bianco.

Abbiamo utilizzato la trivella di Pressler per tutti gli esemplari censiti nell'area di saggio.



Fig. 2.2.2.4 Trivella di Pressler in azione con l'utilizzazione del metro ripieghevole per misurare a che altezza penetrare.

Dopo la misurazione del diametro e dell'estrazione della carota, abbiamo determinato l'altezza della pianta. Eseguendo il censimento delle piante di *Abies alba* all'interno dell'area di saggio, notando la presenza di un Tasso (*Taxus baccata*), è stato deciso di campionare anche questa specie.

L'estrazione della carota sulla specie *Taxus baccata* è avvenuta con più fatica perché in confronto all'abete bianco, questo ha una corteccia e un legno di durezza maggiore.

Per l'elaborazione ed individuazione dell'età delle piante si è proceduto in questo modo: in laboratorio, sono state prese le carote e posizionate con le fibre perpendicolari al supporto

per far sì che gli anelli si potessero veder meglio, poi abbiamo preso la carta vetrata a grana fine e levigato la superficie della carota per poi inumidirla per aiutare alla misurazione dello stetoscopio

Di grande aiuto in questa fase è stato il software chiamato TSAP-WinTM. Questo software per essere utilizzato ha bisogno di alcuni parametri: la sigla della carota (UMAA e il numero del campione), sigle della specie (ABAL come *Abies alba*) e l'aggiunta dell'ultimo anno che si andrà a misurare della carota (2019). Impostando per ogni carota il software in questa maniera, si può incominciare la misurazione degli anelli.

Dopo l'impostazione dei dati sul display, automaticamente si apre un piano cartesiano, che nell'asse delle X indica le distanze degli anelli con l'unità di misura in centesimi di millimetro, e sull'asse delle Y si trovano gli anni di crescita. Prendendo la carota e posizionandola su un misuratore semi-automatico (LINTAB) è stato possibile misurare l'ampiezza degli anelli legnosi. Dopo la numerazione ogni dieci anelli, si è aggiunto un puntino all'anello, così da non perdere la numerazione.

2.3 Analisi dei dati raccolti

I software che utilizzati per analizzare i dati sono: Qgis, per quanto riguarda solamente la determinazione dell'altitudine, pendenza ed esposizione dei siti nei microarboreti. Il programma Excel è stato usato maggiormente per l'elaborazione dei dati. I dati elaborati sono poi stati paragonati tramite dei grafici (meglio descritti nel paragrafo successivo). Per il confronto fra siti, sono stati applicati dei test di significatività statistici i quali suggeriscono se la diversità delle medie delle variabili in esame è dovuto solo al caso oppure ad uno specifico fattore.

Avendo variabili con distribuzione normale e non normale allo stesso tempo, è stato applicato il test del T-student, per variabili con distribuzione ambedue normali, e il test di Wilcoxon, per variabili con distribuzioni ambedue non normali oppure per una distribuzione normale e una non normale.

La soglia di significatività del P-value ottenuto è di 0,05, per cui se il risultato sarà inferiore a questa soglia possiamo affermare che la differenza tra i due gruppi sia statisticamente significativa.

Successivamente, sono stati correlati diametri e altezze nei siti dei microarboreti e dell'area boschiva e calcolati i grafici "box plot" per la distribuzione dei parametri di diametro, altezza e LN rilevata nei vari siti oltre a: dominanza apicale o ricaccio laterale dei vari siti dei microarboreti e stato vegetativo dei microarboreti e dell'area boschiva, le

identificazioni delle lunghezze degli anelli con le rispettive curve che ne mostrano l'andamento di sviluppo.

3 Risultati

3.1 Rinnovazione nei microarboreti

Durante i rilievi in campo, sono state riscontrate delle piccole anomalie, come per esempio, degli attacchi da parte di animali sotterranei vicino ad un'esemplare di abete bianco. Andando a controllare i singoli esemplari per il monitoraggio, si è anche provveduto all'unione della rete intorno ai tre pali, così da evitare che gli animali ungulati potessero entrare con facilità all'interno e brucare le gemme o i getti dell'ultimo anno. Tra tutti gli esemplari esaminati, peraltro solamente uno è risultato essere in condizioni; questo, rispetto agli altri, si trova ad un'altitudine minore e inoltre è al confine con il faggio. Ciò ha facilitato molto l'attacco da parte degli ungulati, che hanno così avuto facile accesso a questa zona marginale Fig. 3.1.1

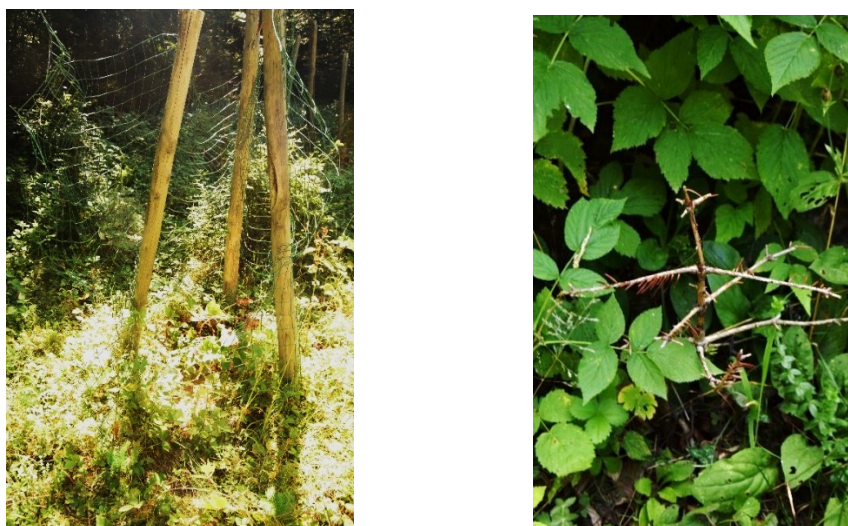


Fig. 3.1.1 A sinistra shelter con rete aperta. A destra abete bianco morto

All'interno dei microarboreti, è stato preso in considerazione ogni singolo esemplare, di cui sono state annotate le varie caratteristiche: possono essere date dal danno di brucatura ripetuta Fig. 3.1.2, altri esemplari analizzati anno sviluppato un ricaccio laterale molto prominente Fig. 3.1.3, la crescita di altri esemplari li ha portati nel fuoriuscire con i rami dalla rete che la protegge da ungulati, ma in questo caso facilita solamente il morso di essi Fig. 3.1.4, uno dei pochi esemplari che abbiamo monitorato li abbiamo trovati con una struttura ottima e omogena, con un ottimo colorito degli aghi, quindi l'abbiamo classificata in ottimo stato vegetativo Fig. 3.1.5, altri esemplari sono stati attaccati prima da brucatura e successivamente da siccità quindi si sono riscontrati di un colore rossastro Fig. 3.1.6, altri esemplari per cause date dalla brucatura o da fattori atmosferici o fotosintetici, non hanno

sviluppato i rami del primo anno, ma si è sviluppata maggiormente nell'accrescimento apicale dell'ultimo anno Fig. 3.1.7.



Fig. 3.1.2 Rinnovazione di abete bianco danneggiata da brucatura ripetuta



Fig. 3.1.3 Rinnovazione di abete bianco che non segue più lo sviluppo della dominanza apicale (cerchiato in blu) ma del ricaccio laterale (cerchiato in rosso).



Fig. 3.1.4 - Rinnovazione di abete bianco con getti laterali esterni alla rete (cerchiati in rosso).



Fig. 3.1.5 Rinnovazione di abete bianco in ottimo stato vegetativo.



Fig. 3.1.6 Rinnovazione di abete bianco danneggiata da brucatura e successivo disseccamento.



Fig. 3.1.7 Rinnovazione di abete bianco con notevole accrescimento longitudinale dell'ultimo anno (in rosso).

Nel diagramma a colonna di seguito, si confronta la distribuzione di frequenza dei diametri in relazione ai tre siti Fig. 3.1.8.

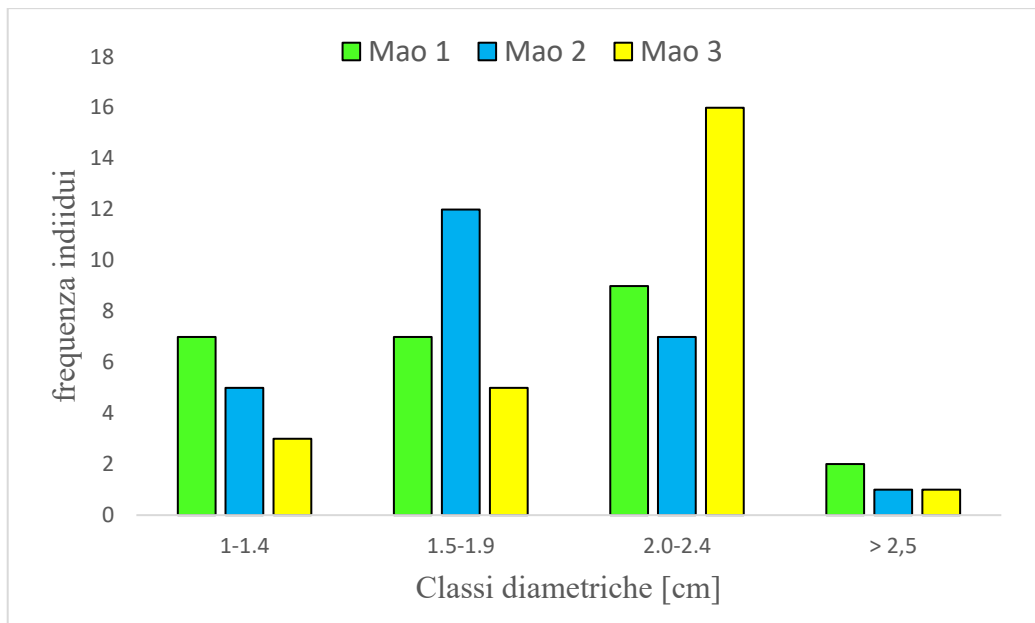


Fig. 3.1.8 Frequenza di individui suddivisi per classi dimetriche nei tre microarboreti

Nel diagramma si nota che nel sito Mao 1 ha una frequenza maggiore (9 individui su 25) tra 2 e 2,4 cm, nel sito Mao 2 ha una frequenza maggiore (12 su 25) tra 1,5 e 1,9 cm, nel sito Mao 3 ha una frequenza maggiore (16 su 25) tra 2 e 2,4 cm.

Nel seguente boxplot, elaborato con il programma R, confrontando la distribuzione dei diametri basali per sito: Fig. 3.1.9. Nel confronto di questi tre box plot possiamo notare che: il sito Mao 3 ha una distribuzione con valori più elevati rispetto agli altri siti, con mediana pari a 2 cm.

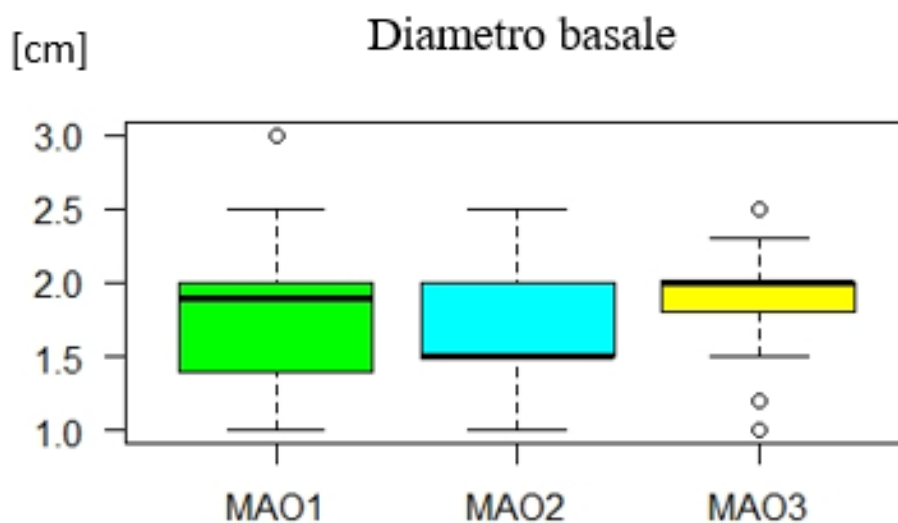


Fig. 3.1.9 Box plot dei diametri per ogni sito.

Nella Tab 3.1.1 notiamo un (DB) diametro basale medio come segue: Mao 1 = 1.7, Mao 2 = 1.6 e Mao 3 = 1.9; invece notiamo altezze medie (HT) come segue: Mao 1 = 53, Mao 2 = 53 e Mao 3 = 67.

Tab. 3.1.1 Medie dei diametri (DB) e delle altezze totali (HT) delle piantine rilevate nei vari siti di impianto MAO 1, MAO 2 e MAO 3.

	DB [cm]	HT [cm]
MAO 1	1.7	53
MAO 2	1.6	53
MAO 3	1.9	67

Nella Tab 3.1.2 per quel che riguarda i test di significatività statistica in confronto fra Mao 3 e Mao 2 ha evidenziato un p.value di 0,0075: quindi possiamo dire che questi due siti per questo test sono diversi al livello statistico essendo il p value inferiore alla soglia di 0,005. Confrontando il sito di Mao 2 inerente all' HT (altezza totale) e DB (diametro basale) con il sito Mao 1 e utilizzando il test di Wilcoxon, abbiamo ottenuto un risultato non significativo.

Confrontando il sito Mao 3 inerente all'HT con il sito Mao 1 e il Mao 2, utilizzando in tutti e due i siti il test di Wilcoxon, i risultati ottenuti sono per i due casi significativi. Confrontando il sito Mao 1 con Mao 3 abbiamo ottenuto un valore p value di 0,0098 e confrontando Mao 2 con Mao 3 un valore p value di 0,014, questi due valori essendo tutti e due inferiori a 0,05 sono significativi.

Tab. 3.1.2 Risultati del test di Wilcoxon per il confronto tra le medie dei diametri (DB) e delle altezze (HT) nei rispettivi siti. NS = Non Signficativo; * = $p < 0,05$.

	DB		HT	
	MAO2	MAO3	MAO2	MAO3
MAO1	NS	NS	NS	*
MAO2		*		*

Nel diagramma a colonna di seguito, si confronta la distribuzione di frequenza delle altezze in relazione ai singoli individui dei tre siti Fig. 3.1.10.

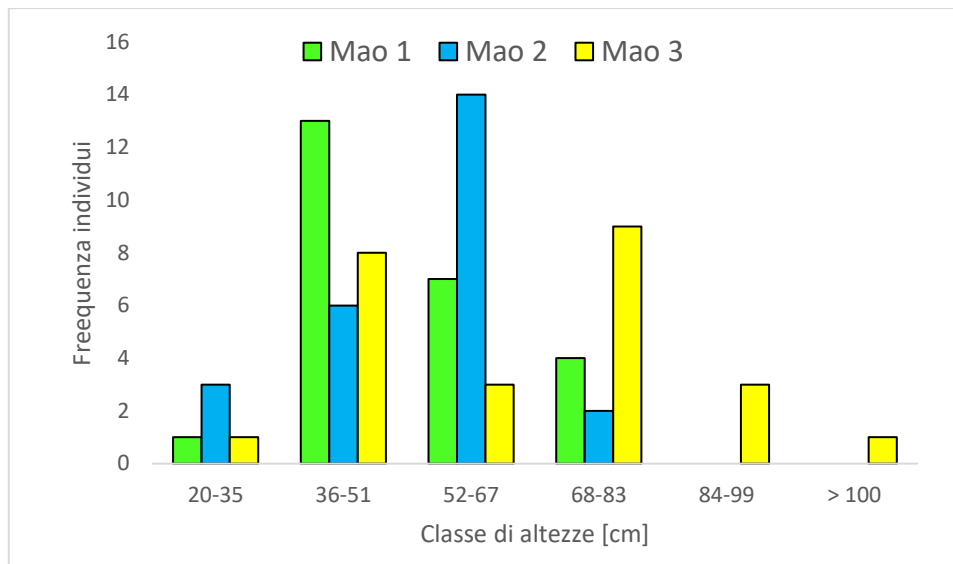


Fig. 3.1.10 Frequenza di individui divisi per classi di altezze in ogni sito.

Nel diagramma si nota che nel sito Mao 1 ha una frequenza maggiore (13 individui su 25) tra 36 e 51 cm, nel sito Mao 2 ha una frequenza maggiore (14 individui su 25) tra 52 e 67 cm, nel sito Mao 3 ha una frequenza maggiore (9 individui su 25) tra 68 e 83 cm. Il seguente box plot mette a confronto le singole altezze totali ricavate da ogni singolo sito Fig. 3.1.11. Nel confronto di questi tre box plot possiamo notare che: il sito con valori più elevati per la distribuzione dei punti e per le altezze totali è il sito Mao 3, perché ha una mediana delle altezze maggiore degli altri e quindi una presenza di piante più alte. Questo presumibilmente lo possiamo notare perché il sito posizionato ad altitudini maggiori ed a esposizione maggiore rispetto agli altri siti ed ha meno competizione con le specie infestanti visto che si trova in terreni con maggior pendenza.

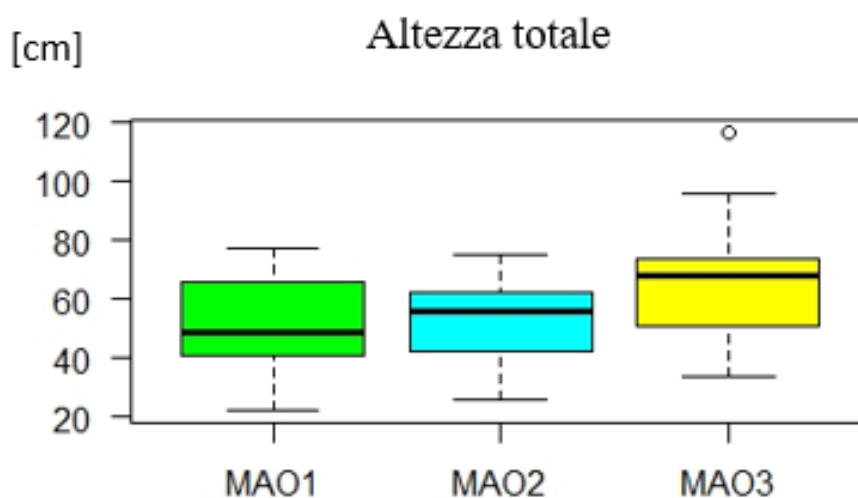


Fig. 3.1.11 Box plot delle altezze per ogni sito.

I grafici che seguono raffigurano le correlazioni tra il diametro e l'altezza di ogni singola area, Mao 1, Mao 2 e Mao 3 e un grafico a istogramma che ci raffigura i valori di r di pearson Fig. 3.1.12. Il sito Mao 1 ha il valore r di Pearson più alto, perché maggiore è la correlazione tra diametri e altezze

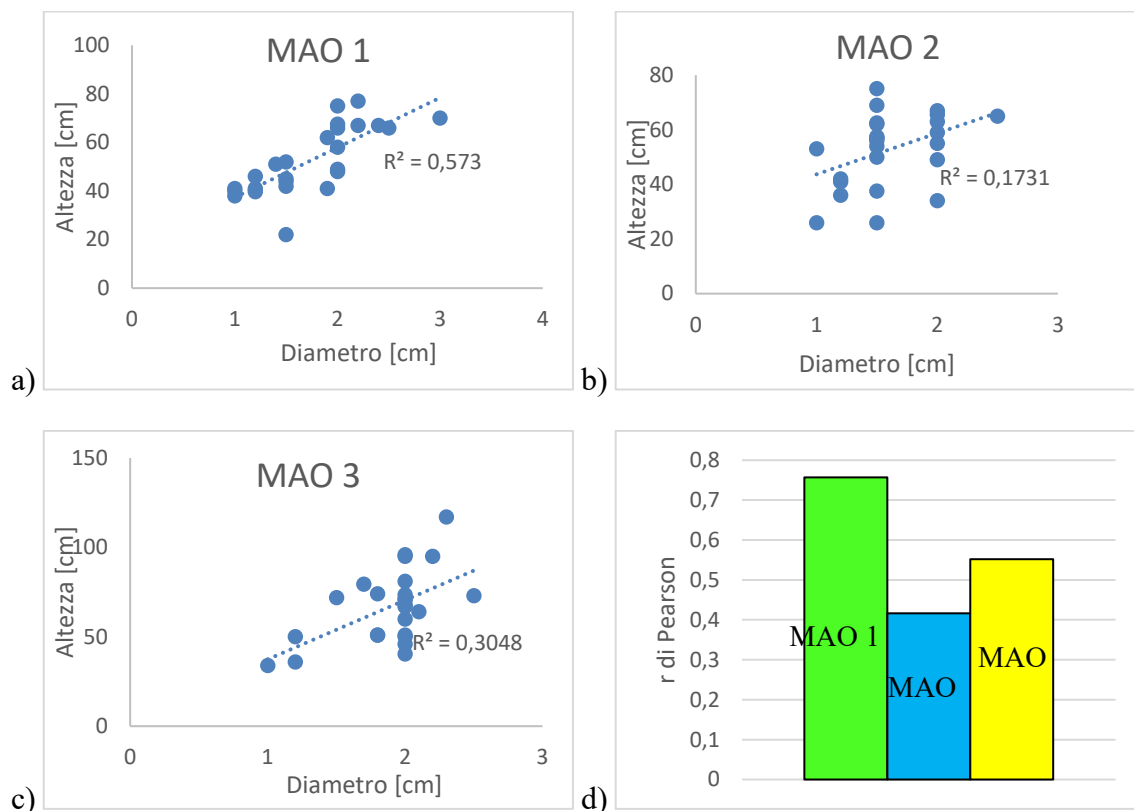


Fig. 3.1.12 Curve di regressione delle altezze in relazione ai diametri e valore di r di Pearson delle correlazioni. MAO 1 (a); MAO 2 (b); MAO 3 (c); r di Pearson (d).

Nel grafico seguente rappresenta i diversi intervalli di crescita, tra l'apice e il primo internodo (LIN 3), con quelli dal primo internodo al secondo internodo (LIN 2) e quelli dal secondo internodo al terzo internodo (LIN 1). Fig. 3.1.13.

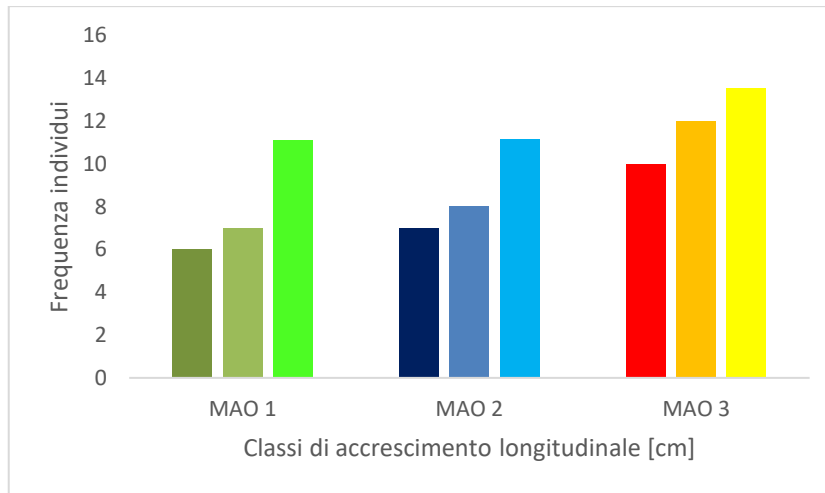


Fig. 3.1.13 Frequenza di individui divisi per classi di accrescimento longitudinale (LIN 1 + LIN 2 + LIN 3) confrontati per ogni sito. All'interno di ogni sito da sinistra a destra troviamo LIN 1 LIN 2 LIN 3.

Dalla rappresentazione del grafico possiamo notare che in tutti e tre i siti l'accrescimento di LIN 3 medio è superiore a tutti gli altri accrescimenti. Questo presumibilmente ci indica che se le piante si trovano (non tutte ma la maggior parte) in uno stato di copertura da parte dell'Ortica, come nell'ultimo anno hanno avuto più tempo e sostanze nutritive nel terreno per accrescersi e di conseguenza hanno avuto meno danni da parte di ungulati o danni atmosferici. Possiamo notare inoltre che tutti e tre i siti hanno lo stesso andamento ma non dobbiamo confonderci che nel sito Mao 3 si parla di maggiori accrescimenti.

Di seguito si è voluto raffigurare, in maniera semplificata su Excel, le piantine misurate in campo, per analizzare quali hanno avuto più difficoltà di crescita rispetto agli altri e quali si sono accresciuti in maniera migliore.

I risultati ottenuti nei grafici sottostanti notiamo che: nel sito Mao 1 l'individuo numero 21 ha avuto un accrescimento negli internodi LIN 1, LIN 2 e LIN 3 molto basso e quindi si presume che sia stato brucato dalla fauna locale o dominato dalla competizione delle erbe infestanti. Nel sito Mao 2 possiamo notare che nell'individuo 3, 4 e 9 non è presente l'accrescimento dell'internodo LIN 3, quindi si presume che sia stato brucato in maniera violenta, oppure da siccità; un altro carattere di questo sito da esaltare è nell'individui 17 che ne riguarda l'accrescimento di LIN 3 che è di oltre 20 cm, ed è anche l'accrescimento dell'internodo LIN 3 maggiore di tutti i siti. Nel sito Mao 3 notiamo la presenza di due individui di minor dimensioni datogli presumibilmente da una situazione o sotto copertura o da attacco di ungulati; in questo sito notiamo anche l'individuo 23 che ha un accrescimento di LIN 1, LIN 2 e LIN 3 di intervalli quasi regolari per arrivare ad una

altezza totale di 117 cm, che è l'altezza maggiore di tutti gli esemplari monitorati. Per fare questo è stato necessario sottrarre l'altezza totale delle singole piantine, alla somma dei vari singoli accrescimenti (LIN 1 + LIN 2 + LIN 3), così da ricavare l'altezza delle piantine senza gli accrescimenti; poi è stato sufficiente aggiungere accrescimento dopo accrescimento (LIN 3, LIN 2, LIN 1), in modo da ricavare l'altezza totale delle piantine con i vari singoli accrescimenti. Fig. 3.1.14 Fig. 3.1.15 Fig. 3.1.16

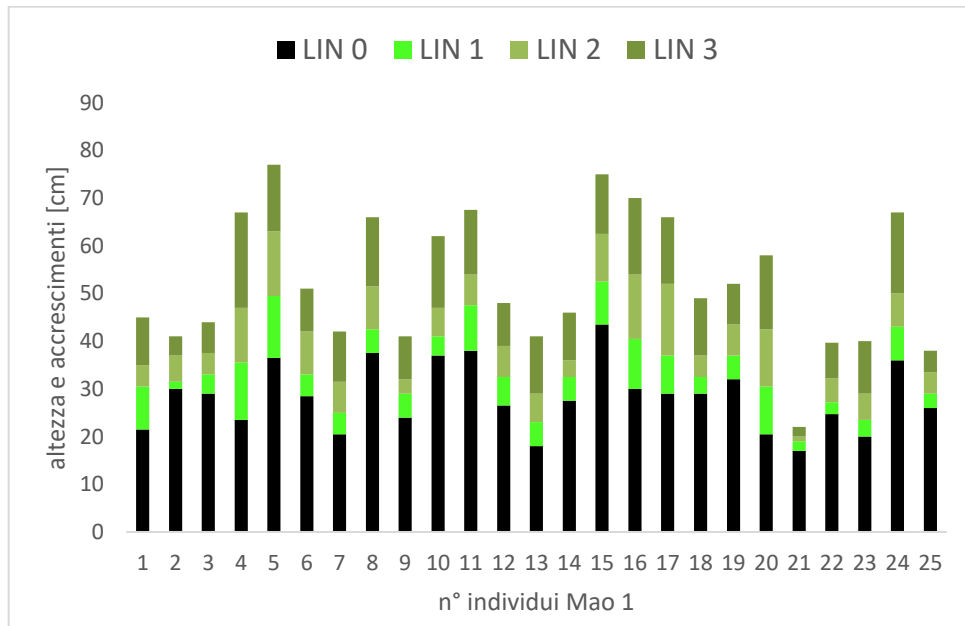


Fig. 3.1.14 Altezza di accrescimenti longitudinali delle singole piantine nel 2016 (LN0 - barre nere) e gli accrescimenti nei successivi tre anni: 2017 (LN 1 – barre verde chiaro); 2018 (LN 2 – verde); 2019 (LIN 3 – verde scuro). L'altezza totale della barra corrisponde all'altezza rilevata nel 2019.

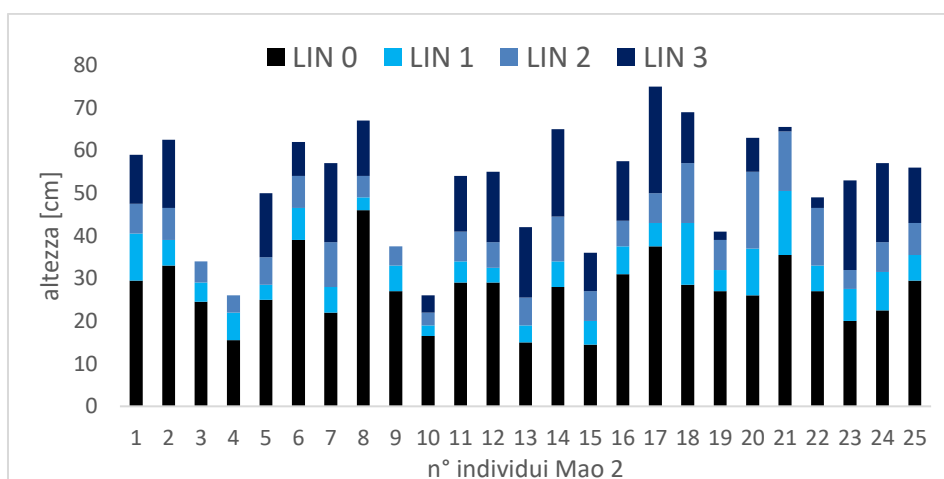


Fig. 3.1.15 Altezze degli accrescimenti longitudinali delle singole piantine nel 2016 (LN0 - barre nere) e gli accrescimenti nei successivi tre anni: 2017 (LN 1 – barre celesti); 2018 (LN 2 – barre azzurre); 2019 (LIN 3 – barre blu). L'altezza totale della barra corrisponde all'altezza rilevata nel 2019.

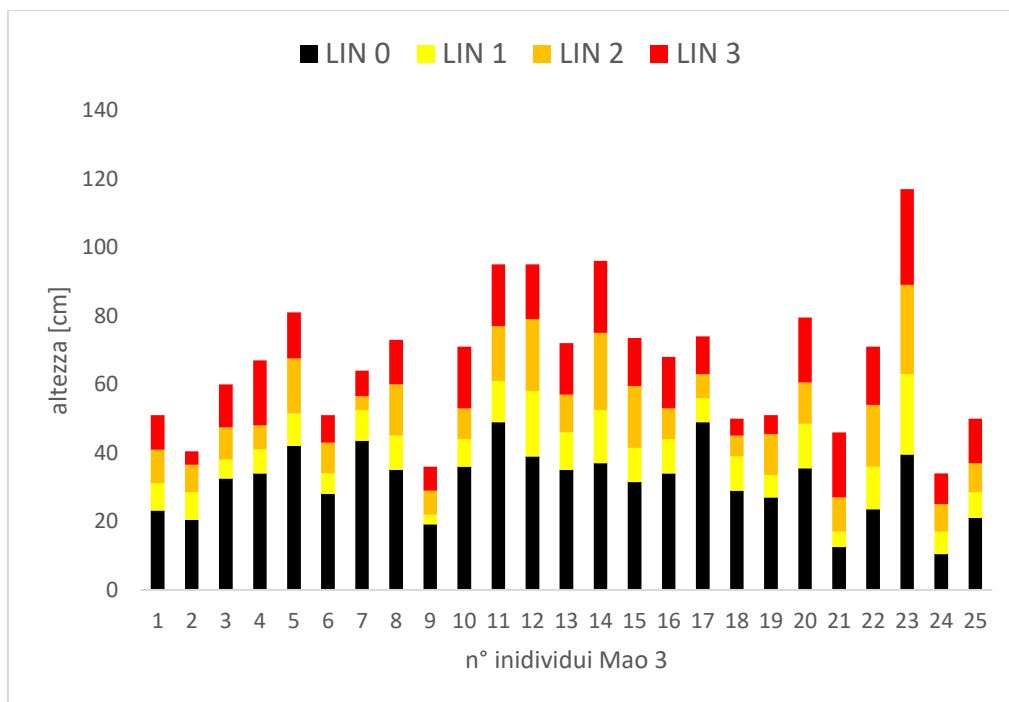


Fig. 3.1.16 Altezze degli accrescimenti delle singole piantine nel 2016 (LN0 - barre nere) e gli accrescimenti nei successivi tre anni: 2017 (LN 1 – barre gialle); 2018 (LN 2 – barre arancioni); 2019 (LIN 3 – barre rosse). L'altezza totale della barra corrisponde all'altezza rilevata nel 2019.

In questi singoli box plot nella figura seguente, abbiamo commentato ogni singolo sito all'interno del proprio internodo (LN 1, LN 2, LN 3) Fig. 3.1.17. Confrontando il primo internodo (LN 3) dei singoli siti possiamo notare che il sito che ha una distribuzione con più elevati valori è il sito Mao 3, perché ha una distribuzione totale dei valori più elevati, che vanno da 27 circa a 4 cm, e una densità di valori che va da 18 cm a 9 circa; la mediana è leggermente superiore al sito di Mao 2, ma in confronto a questo, ha una densità dei punti maggiore al precedente anche se a quote inferiori, da 16 a 4 cm circa. Confrontando il secondo internodo (LIN 2) dei singoli siti possiamo notare che:

Il sito con valori più elevati in questo box plot è Mao 3, perché ha una distribuzione più diluita in maniera omogenea, da 26 a 4 cm circa, con mediana nel valore di 10 cm circa, invece gli altri siti hanno distribuzioni con range di valore inferiore. Andando a confrontare il terzo internodo (LIN 1) dei singoli siti, possiamo notare che il sito con una distribuzione con valori più elevati in questo box plot è Mao 3, ma non ha una netta differenza di variazioni con gli altri siti. Ha un range di punti che varia da 3 a 16 cm circa in confronto degli altri due che vanno da 4 a 11 cm in Mao 2 e da 2 a 13 cm circa in Mao 1.

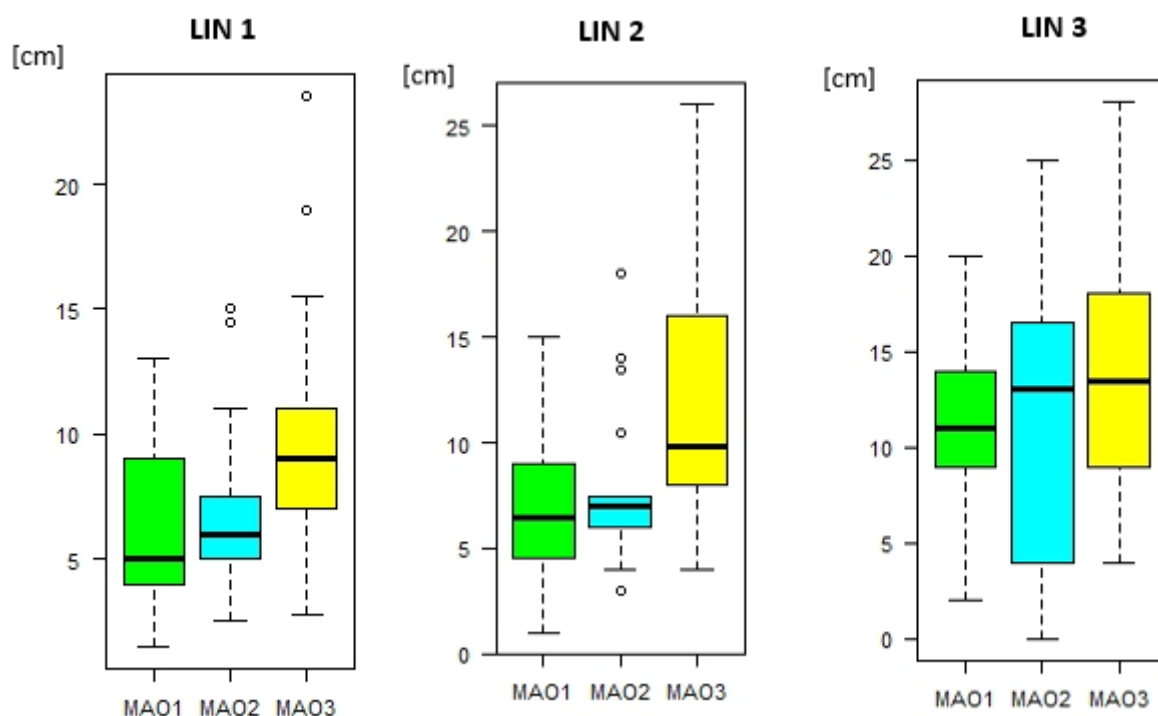


Fig. 3.1.17 Box plot degli accrescimenti longitudinali per ogni siti divisi per anno di accrescimento:
LIN 1 = 2017, LIN 2 = 2018, LIN 3 = 2019

Nella Tab 3.1.3 per LIN 1 rilevato nel sito Maolaro 1, abbiamo ottenuto un valore di 11 e la rispettiva sua percentuale di 20; per LIN 2 il valore di 7 e la rispettiva sua percentuale di 13, per LIN 3 il valore di 6 e la rispettiva sua percentuale di 11. Per LIN1 rilevato nel sito Maolaro 2, abbiamo ottenuto un valore di 11 e la rispettiva sua percentuale di 20; per LIN 2 il valore di 8 e la rispettiva sua percentuale di 15, per LIN 3 il valore di 7 e la rispettiva sua percentuale di 13.

Per LIN1 rilevato nel sito Maolaro 3, abbiamo ottenuto un valore di 13 e la rispettiva sua percentuale di 20; per LIN 2 il valore di 12 e la rispettiva sua percentuale di 18, per LIN 3 il valore di 10 e la rispettiva sua percentuale di 14.

	LIN 0		LIN 1		LIN 2		LIN 3		H tot
	[cm]	[%]	[cm]	[%]	[cm]	[%]	[cm]	[%]	
MAO 1	28	56	11	20	7	13	6	11	52
MAO 2	27	52	11	20	8	15	7	13	53
MAO 3	31	48	14	20	12	18	10	14	67

Tab. 3.1.3 Valori di accrescimento in assoluto (cm) e relativo (%) rispetto all'altezza totale della rinnovazione ad oggi. LIN 0 = altezza della pianta nel 2016, LIN 1= accrescimento 2017, LIN 2 = 2018, LIN 3 = 2019.

Nella Tab. 3.1.4 Confrontando il sito Mao 1 con LIN 1, LIN 2, LIN 3 del sito Mao 2, ed utilizzando per tutti e tre il test di Wilcoxon, abbiamo ottenuto un risultato non

significativo. Abbiamo confrontato l'accrescimento LIN 2 e LIN 3 con la colonna Mao 3 con i siti Mao 1 e Mao 2. Da tale confronto abbiamo riscontrato che: paragonando l'accrescimento LIN 2 con la colonna Mao 3 e il sito Mao 1 utilizzando il test di Wilcoxon abbiamo ottenuto un p value di 0,00064. Paragonando l'accrescimento LIN 3 con la colonna Mao 3 e il sito Mao 1 utilizzando il test di Wilcoxon abbiamo ottenuto un p value di 0,002. Paragonando l'accrescimento LIN 2 con la colonna Mao 3 e il sito Mao 2 utilizzando il test di t student abbiamo ottenuto un p value di - 3,08. Paragonando l'accrescimento LIN 3 con la colonna Mao 3 e il sito Mao 2 utilizzando il test di t studente abbiamo ottenuto un p value di -2,72. Con questi valori possiamo esprimere un risultato statistico significativo.

	LIN 1		LIN 2		LIN 3	
	MAO2	MAO3	MAO2	MAO3	MAO2	MAO3
MAO1	NS	NS	NS	*	NS	*
MAO2		NS		**		**

Tab. 3.1.4 Risultati del test di Wilcoxon (*, $p < 0,05$) e del test di t student (**, $p < 0,05$) per il confronto fra siti degli accrescimenti longitudinali. NS = Non Significativo.

Il fenomeno della mortalità non è omogeneo in tutte le aree censite Fig. 3.1.18, ma è minima nell'area di Mao 2, con solo la presenza di 2 esemplari morti in tutto il sito. Questo sito ha anche come carattere distintivo la minor percentuale di individui in perfetto stato vegetativo. Il sito in cui è presente maggiori individui con miglior stato vegetativo è il sito Mao 1, che inizia da uno stato vegetativo 3 e questo sito ha anche la particolarità di avere lo stato vegetativo 6 > 50% degli individui.

Possiamo confrontare tra il sito Mao 2 e Mao 3 le percentuali degli stati vegetativi che sono diverse, ma sommando la percentuale del valore dello stato vegetativo 5, 6 di Mao 2 e 5, 6 del Mao 3 hanno la stessa percentuale circa, avendo però delle percentuali diverse in ogni sito.

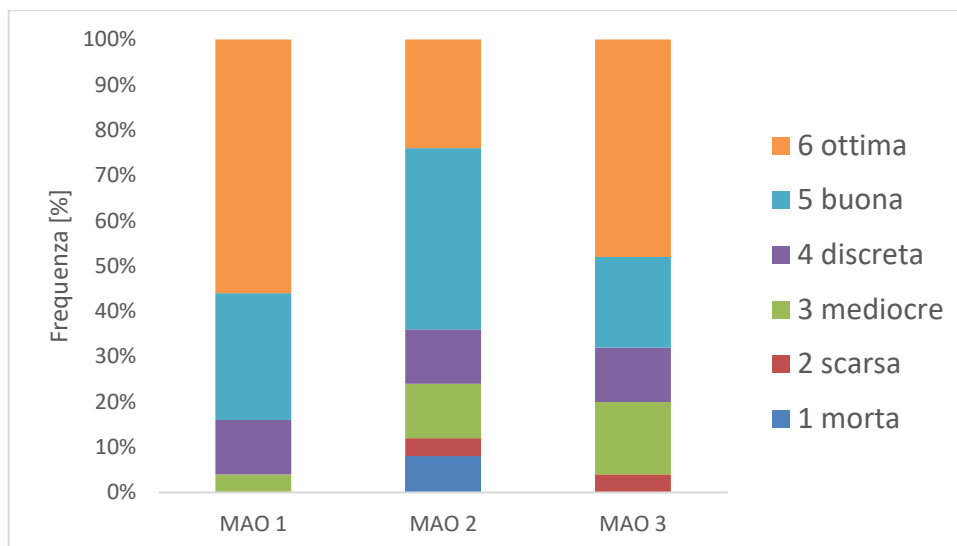


Fig. 3.1.18 Frequenza dei tre siti confrontandoli in base allo stato vegetativo

In figura 3.1.19 si osserva oltre il 71 % delle piantine ha una vigoria buona o ottima che si estende al 83% includendo anche la classe discreta. La mortalità degli individui è formata da una piccola percentuale del 3% e sommata a quella di individui con una vigoria insufficiente ovvero con stato vegetativo 3 e 2 arriva al 14%, il risultato degli individui con uno stato vegetativo insufficiente sono del 17 %, quindi meno della media rispetto al totale Fig. 3.1.4.

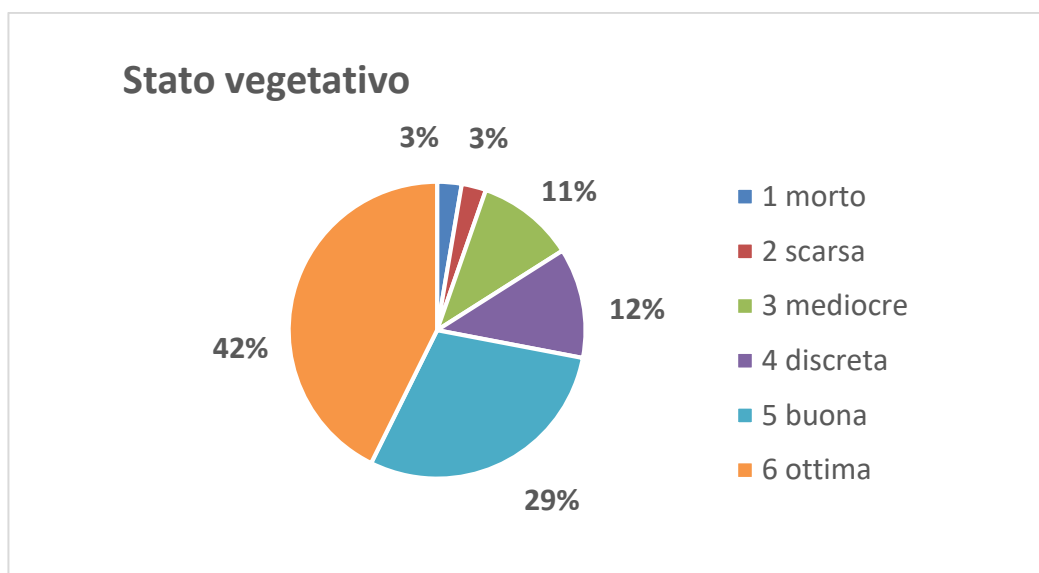


Fig. 3.1.19 Percentuale dello stato vegetativo medio di tutti i siti, valutata in base allo stato di vigoria della marza.

L'ultimo confronto è stato eseguito per lo scopo di vedere la percentuale dei soggetti dentro agli impianti di microarboreti che seguono la Dominanza Apicale invece del Ricaccio Laterale e viceversa Fig. 3.1.20.

Questo grafico ci fa ragionare su quanti individui in prevalenza cercano ancora la dominanza apicale del 92% in relazioni a quanti quella laterale dell'8%, per cui quella apicale ci indica l'importanza che questa specie dà alla ricerca della luce, per i ricacci laterali abbiamo riscontrato una percentuale minimale, ci spiega che questa percentuale derivano da individui che hanno subito danni di vario genere per cui non hanno avuto modo di riprendere la dominanza apicale e si sono dovuti sviluppare per forza di lato.

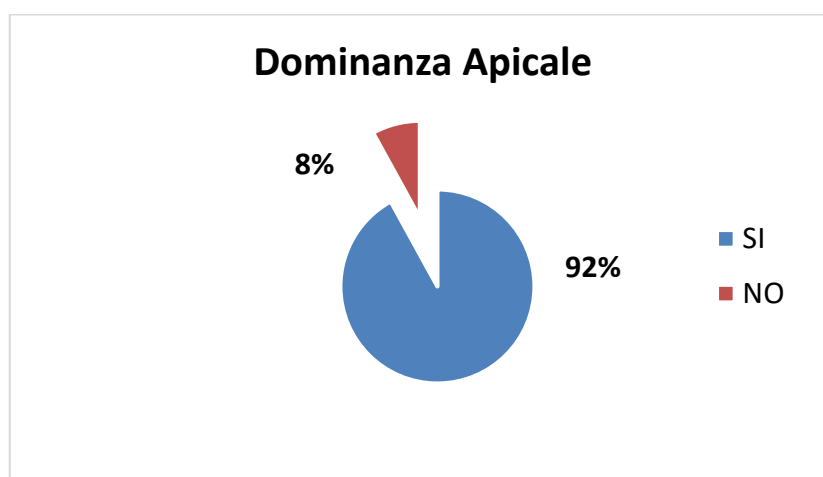


Fig. 3.1.20 Dominanza apicale e Ricaccio laterale in percentuale di media di tutti i siti.

3.2 Effetti delle cure colturali sull'abete bianco

Nella tabella di seguito Tab 3.2.1 abbiamo riportato il database delle misurazioni prese in campo nell'area di saggio all'interno del popolamento di abete bianco.

In questa area di saggio ci sono stati fatti degli interventi denominati in tabella come D = Diradamenti e C = Cercinature, per cui in questa tabella si può riscontrare in base al tipo di intervento che si è eseguito, l'aumento o la diminuzione di ampiezza degli anelli dopo l'intervento.

Possiamo notare che in media gli esemplari che hanno subito un intervento di cercinatura hanno avuto un'ampiezza degli anelli medi maggiore degli interventi di diradamento. Queste considerazioni sono esatte ma non hanno un valore statistico perché abbiamo pochi esemplari a confronto.

In questa tabella sono presenti anche individui dove non è stato possibile individuare l'età della pianta e di conseguenza neanche l'ampiezza degli anelli.

ID	DBH [cm]	Htot [m]	Età [anni]	INTERVENTO	Stato Veg.	Ampiezza anelli [mm]			
						MAX	MEDIO	MIN	DS
00310	13	7,6	45	D	4	3,90	1,11	0,50	0,59
00244	5		28	C	1	2,99	0,85	0,15	0,80
00249	7,5	3,9	51	D	4	1,74	0,73	0,25	0,33
00250	5	2,1	56	D	3	2,39	0,65	0,07	0,44
00279	23	10	65	C	5	4,18	1,22	0,09	1,21
00272	24	13,8	62	C	4	9,64	2,00	0,29	1,41
00215	11,5	8,5	59	D	4	3,59	0,93	0,16	0,77
00238	9	7	45	D	5	4,41	0,85	0,08	0,90
00300	11,5	7,5	66	D	4	3,61	0,75	0,06	0,75
00269	14,5	9	54	D	5	4,75	0,15	1,47	1,20
00211	5	2,5		C	3				
00209	13,5	9,5		C	4				
00212	7	5,5		C	5				
00210	13	11		C	5				
00263	5	1,4		D	5				
00288	6	2,4		D	3				
00294	10	10,5		D	4				

Tab 3.2.1 Parametri dendrometrici, tipo di intervento stato vegetativo e accrescimenti diametrico dei diciotto individui monitorati nell'area di saggio. DBH: Diametro a 1,30 m; H tot: Altezza totale; intervento: C = Cercinatura, D = Diradamento; Stato vegetativo: 1 = morto, 2 = scarsa, 3 = mediocre, 4 = discreta, 5 = buona, 6 = ottima.

Nella Fig. 3.2.1 è raffigurato la situazione dello stato vegetativo analizzata nella nostra area di saggio. Questi valori riportati in figura rispecchiano solo diciotto esemplari che abbiamo esaminato. Abbiamo analizzato che oltre la metà per un totale del 76% fanno parte gli esemplari che hanno uno stato vegetativo da discreto a buono, con una più bassa percentuale fanno parte gli esemplari con uno stato vegetativo mediocre di un 18% e solo un'esemplare che noi abbiamo dovuto tagliare per determinarne l'età perché di piccole dimensioni lo abbiamo rilevato morto con la percentuale di 6% rispetto al totale.

Questi valori dallo stato vegetativo ci fanno capire che gli interventi di diradamento e di cercinatura hanno fatto effetto sulle piante di abete bianco mantenendole in uno stato ottimale di crescita in media.

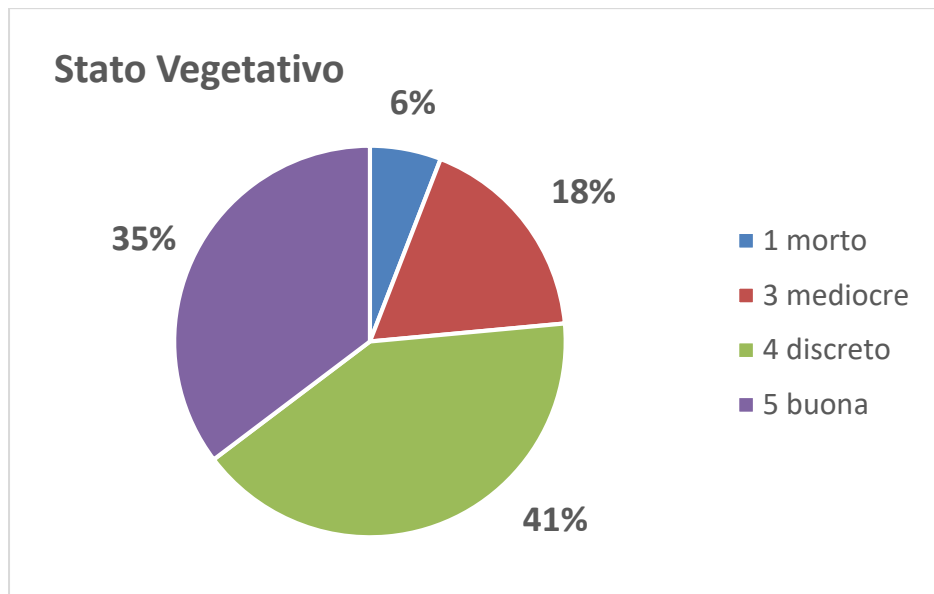


Fig. 3.2.1 Stato vegetativo medio in percentuale dell'area di saggio.

Nel grafico abbiamo preso in considerazione la correlazione diametro altezza del popolamento di abete bianco Fig. 3.2.2.

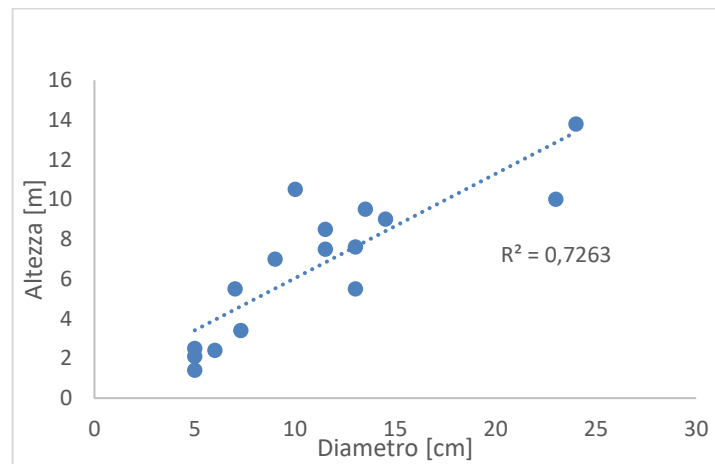


Fig. 3.2.2 Regressione delle altezze in relazione ai diametri rilevati.

La correlazione con “r di pearson” tra diametri e altezze corrisponde a 0,84. Questo valore è superiore ai valori precedentemente commentati nelle altre correlazioni, quindi possiamo dire che confrontando questa area di saggio con i dati precedenti, manifesta una struttura tra diametro e altezza in uno stato migliore.

Nella Fig. 3.2.3. le curve raffigurate all'interno del piano cartesiano, rappresentano una serie di misurazioni dei diciotto alberi di abete bianco presenti all'interno della nostra area di saggio. La curva rossa che esprime la media di tutte le misure ricavate in laboratorio.

L'obiettivo è stato quello di analizzare se tra il periodo che va dal 2015 al 2019, ovvero dall'inizio del progetto ad oggi ci sono stati degli accrescimenti sugli anelli del legno. E' emerso che dal 2015 si sono incominciati ad accrescere gli anelli di legno, come si nota sul grafico l'accrescimento di anelli è incominciato anche dal 2013, come possiamo vedere in figura cerchiato di rosso.

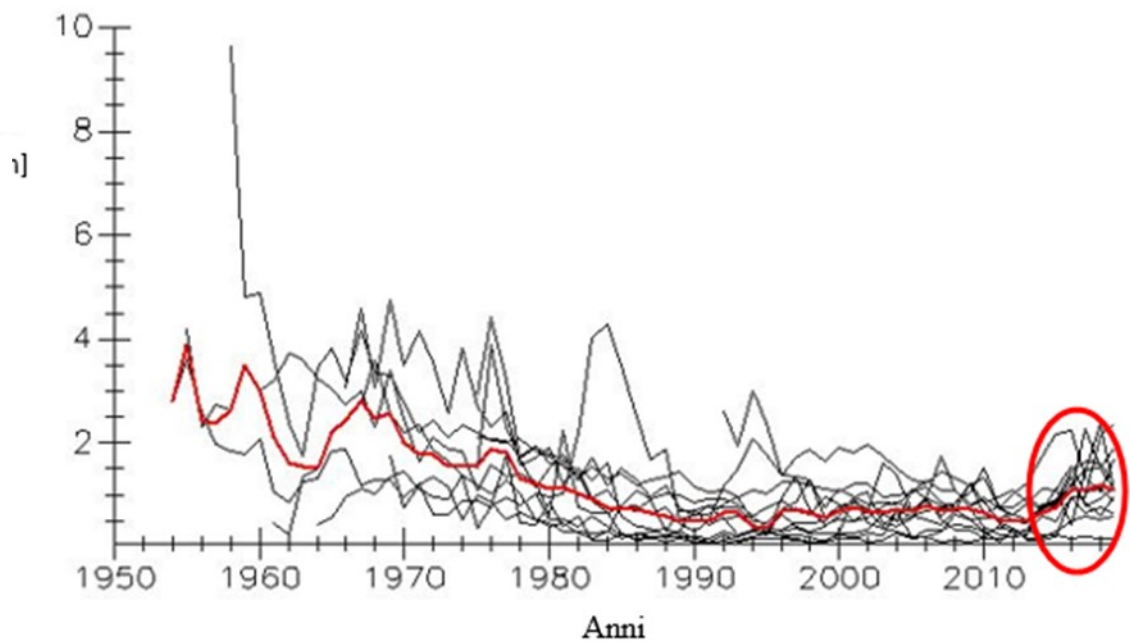


Fig. 3.2.3. Curve di accrescimento degli anelli legnoso dal 1950 al 2019. La linea rossa rappresenta la media di tutte le serie individuali (curve nere). Negli ultimi anni (cerchio rosso) si osserva una ripresa di accrescimento riconducibile agli effetti degli interventi di diradamento e cercinatura eseguiti nel 2013-2014.

4 CONCLUSIONI

L'obiettivo del monitoraggio eseguito era verificare dopo 6 anni dalla loro esecuzione gli effetti degli interventi colturali realizzati con il progetto RESILFOR nel sito dei Valle della Corte (AP) sia sulla rinnovazione messa dimora in microarboreti, sia su individui giovani o adulti in cenosi a dominanza di faggio. Nei microarboreti, la maggior parte degli individui di abete bianco è riuscita a sopravvivere ed anche in buone condizioni e con discreti accrescimenti. Solo piccole percentuali sono state danneggiate dal morso di ungulati. Gli interventi di ripulitura dalla vegetazione erbacea e di manutenzione generale da parte della Regione Marche negli anni successivi all'impianto sono stati eseguiti sebbene non regolarmente. L'esuberante sviluppo della vegetazione erbaceo-arbustiva (prevalentemente ortica e rovi) nelle aree esterne ed all'interno dei micro-recinti di protezione ha, da un lato limitato il problema degli ungulati ma, ma anche aumentato la concorrenza con le piantine di abete, che grazie alla sua tolleranza all'ombra, ha potuto garantire una buona percentuale di sopravvivenza. Globalmente sui 75 individui di abete bianco censiti, solo il 3% sono risultati morti 14% in condizioni vegetative non soddisfacenti mentre il restante 87% sono comunque in salute (12% discreto, 29% buono e 42% ottimo).

A livello quantitativo invece, per i tre siti dei microarboreti monitorati misurandone il diametro, l'altezza e gli accrescimenti longitudinali e poi confrontandoli tra loro, si è osservato che nell'area Mao 3 si sono rilevati i valori più elevati in tutte e tre le variabili misurate, probabilmente perché ubicato in una stazione più favorevole per topografia, ma anche meno accessibile.

Nell'area boschiva gli abeti censiti sono risultati in gran parte caratterizzati da valore buono e discreto (76%) per condizioni vegetative, il 6% morto e il 18% in condizioni scadenti. Nell'area vi erano cospicue quantità di necromassa a terra, sia come residuo degli interventi del progetto sia da un precedente taglio colturale realizzato 50 anni fa.

Gli abeti censiti tutti nel piano intermedio e dominato (media diametri 11 cm, media altezza 7 m, media età 52 anni) hanno in gran parte evidenziato una risposta incrementale positiva agli interventi colturali eseguiti (diradamenti e cercinature). Forse sarebbe opportuno anche ripetere tali interventi senza i quali l'abete bianco farà probabilmente molta fatica a svilupparsi sotto la aggressiva copertura del faggio.

5 BIBLIOGRAFIA

- Dobrowolska D, Boncina A & Klumpp R (2017) – *Ecology and silviculture of silver fir (Abies alba Mill.): e review m*, Journal of Forest Research
- Ducci F, Proietti R, (2000) – *Aspetti genetici delle risorse di Abete bianco (Abies alba Mill.) nel comprensorio del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi*.
- Ducci F, Proietti R, Favre J. M, (1998) – *Le genre abies en Italie: ècoloige gènèrale gestion sylviolle et ressources gènètiques*. Foret Mediterranèenne, XIX, 2.
- Gallucci V, Urbinati C, (2011) - *Abete bianco nelle faggete dei monti della laga*. Gestione Forestale
- Gallucci V, Vitali A, (2015) - *Relazione sul monitoraggio degli interventi di impianto e di diradamento in foreste nei siti marchigiani*. Ricostruzione di boschi a dominanza di faggio con *Abies alba* nell'Appennino Tosco-Marchigiano.
- Houston Durrant T., De Rigo D., Mauri A., Caudullo G., San Miguel Avanz I., (2016) - *European atlas of forest tree species*
- Innocenti A, Miozzo M (2015) – *LIFE08NAT / 000371 / RESILFOR. Ricostituzione di boschi a dominanza di Faggio con Abies alba nell'Appennino Tosco – Marchigiano – Unione dei Comuni Amiata Val d'Orcia, Unione dei Comuni Montani del Casentino, Regione Marche, CRA Selvicoltura di Arezzo, D.R.E.Am. Italia. Layman's Report*
- Mini L, (2011) – *LIFE NAT/IT/000371 RESILFOR (REstoringSILver-firFORest) Ricostruzione di boschi a dominanza di faggio con Abies alba nell'appennino Tosco-Marchigiano*. Azione C4 – Valle della Corte, Studio di incidenza
- Miozzo M, Ducci F, Montini P, (2015) – *LIFE08NAT / 000371 / RESILFOR. Ricostituzione di boschi a dominanza di Faggio con Abies alba nell'Appennino Tosco – Marchigiano – Unione dei Comuni Amiata Val d'Orcia, Unione dei Comuni Montani del Casentino, Regione Marche, CRA Selvicoltura di Arezzo, D.R.E.Am. Italia*
- Rocchi F, Miozzo M, Maezzini E, Gallucci V, (2011) – *LIFE NAT/IT/000371 RESILFOR (REstoringSILver-firFORest) Ricostruzione di boschi a dominanza di faggio con Abies alba nell'appennino Tosco-Marchigiano*. Azione C2 – Valle della Corte, Relazione di progetto e cartografia
- Rocchi F, Miozzo M, Maezzini E, Gallucci V, (2011) – *LIFE NAT/IT/000371 RESILFOR (REstoringSILver-firFORest) Ricostruzione di boschi a dominanza di faggio con Abies alba nell'appennino Tosco-Marchigiano*. Azione C4 – Valle della Corte, Relazione di progetto e cartografica.
- Santini E., (2012) - *Dinamismi strutturali e auxometrici in faggete dei Monti della Laga*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze Agrarie – UNIVPM
- Vitasse Y, Bottero A, Rebetez M, Conedera M, Augustin S, Brang P, Tinner W, (2019) – *What is the potential of silver fir to thrive under warmer and drier climate?. Assmann Review*

6. SITOGRAFIA

<https://it.euforgen..org>

<https://it.liferesilfor.eu>

Ringraziamenti

Dopo 49 lunghi e intensi mesi, finalmente il giorno è arrivato: scrivere queste frasi di ringraziamento è il tocco finale della mia tesi. È stato un periodo di profondo apprendimento, non solo a livello scientifico, ma anche personale.

Scrivere questa tesi ha avuto un forte impatto sulla mia personalità. Vorrei spendere due parole di ringraziamento nei confronti di tutte le persone che mi hanno sostenuto e aiutato durante questo periodo.

Prima di tutto vorrei ringraziare i colleghi che ho incontrato durante il mio corso di laurea per la loro fantastica collaborazione, mi rivolgo anche al mio relatore della mia tesi il prof. Urbinati, oltre che per l'aiuto fornitomi in tutti questi anni e la grande conoscenza che mi ha donato, per la disponibilità e precisione dimostratami durante tutto il periodo di stesura. Senza di Lei questo lavoro non avrebbe preso vita!

Un ringraziamento particolare va anche ai suoi collaboratori, Francesco Malandra in particolare ma anche Enrico Tonelli e Alessandro Vitali per i loro preziosi consigli. Mi avete fornito tutti gli strumenti di cui avevo bisogno per intraprendere la strada giusta e portare a compimento la mia tesi.

Un ringraziamento particolare va anche alla mia famiglia, mia madre Luciana, mio padre Pasquale, mio fratello Giovanni, nonna Emilia e tutti i miei parenti per i loro saggi consigli e la loro capacità di ascoltarmi e che con il loro dolce e instancabile sostegno, sia morale che economico, mi hanno permesso di arrivare fin qui davanti a voi oggi, contribuendo alla mia formazione personale. Siete sempre stati al mio fianco.

Per ultima ma non meno importante, la mia ragazza Mariachiara. Ci siamo sempre sostenuti a vicenda, nella buona e nella cattiva sorte, sia durante le fatiche e lo sconforto che hanno caratterizzato il nostro percorso sentimentale e universitario nei momenti di gioia e soddisfazione al raggiungimento del traguardo.

Un sentito grazie a tutti!

Storti Giacomo

Ancona, 02 ottobre 2019