



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

Corso di laurea in tecnologie forestali e ambientali

Analisi dendrocronologica per lo studio dell'ecologia  
dell'abete bianco e dell'abete rosso nel comune di  
Lavarone (TN)

Relatore  
Dott. Daniele Castagneri

Laureando  
Matteo Fincato  
Matricola n. 1166811

ANNO ACCADEMICO 2022-23

Sommario

<b>RIASSUNTO</b> .....	2
<b>1.INTRODUZIONE</b> .....	3
<b>1.1 L'uso della dendrocronologia per l'analisi dell'ecologia delle specie</b> .....	3
<b>1.2 Descrizione delle due specie oggetto della ricerca</b> .....	5
<b>1.2.1 Abete bianco</b> .....	5
<b>1.2.2 Abete rosso</b> .....	6
<b>2.AREA DI STUDIO</b> .....	8
<b>2.1 Aree boschive del Trentino</b> .....	8
<b>2.2 Descrizione sito Malga Laghetto</b> .....	9
<b>2.3 Cenni storici</b> .....	12
<b>2.4 Funzioni ambientali e storico culturali</b> .....	13
<b>3. OBIETTIVI E FASI DELLA RICERCA</b> .....	14
<b>4. MATERIALI E METODI</b> .....	15
<b>5. RISULTATI</b> .....	23
<b>5.1 Descrizione delle età</b> .....	24
<b>5.2 Standardizzazione accrescimenti</b> .....	25
<b>5.3 Correlazione dati metereologici accrescimento</b> .....	30
<b>5.3.1 Precipitazioni</b> .....	31
<b>Abete bianco</b> .....	31
<b>Abete rosso</b> .....	33
<b>5.3.2 Temperature massime</b> .....	35
<b>Abete bianco</b> .....	35
<b>Abete rosso</b> .....	37
<b>5.3.3 Temperature minime</b> .....	39
<b>Abete bianco</b> .....	39
<b>Abete rosso</b> .....	41
<b>5.4 Effetti della competizione sull'accrescimento</b> .....	43
<b>Abete bianco</b> .....	43
<b>Abete rosso</b> .....	44
<b>5.5 Effetti della pendenza sull'accrescimento</b> .....	44
<b>Abete bianco</b> .....	45
<b>Abete rosso</b> .....	47
<b>6. DISCUSSIONE</b> .....	49
<b>7. CONCLUSIONI</b> .....	53
<b>SITOGRAFIA</b> .....	56
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	56

## RIASSUNTO

Il seguente studio dendrocronologico è stato condotto con l'obiettivo di valutare e prevedere gli effetti che i cambiamenti climatici avranno nei boschi di conifere del nord Italia; nello specifico prendendo in considerazione l'abete bianco e l'abete rosso, due specie ampiamente diffuse sulle alpi, che rappresentano uno dei cardini principali della selvicoltura italiana in termini di produzioni legnose. Le analisi sul campo sono state svolte nel sito di Malga Laghetto a Lavarone (TN), in un bosco misto di conifere caratterizzato dalla presenza di piante monumentali e di dimensioni imponenti. Sono state prelevate delle carote legnose da circa venti piante di entrambe le specie, le quali, sono state analizzate nel laboratorio di dendrocronologia del dipartimento TESAF. I dati dell'ampiezza degli anelli sono stati crossdatati e standardizzati poi con l'ausilio di software per l'analisi dendrocronologica. I parametri ottenuti sono stati comparati con alcuni dati meteorologici ottenuti dalla stazione T0032 Lavarone (Chiesa). In particolare, è stata indagata una possibile correlazione degli accrescimenti con le temperature massime e le precipitazioni mensili, dove si evidenzia come l'abete rosso, rispetto all'abete bianco, patisca maggiormente la siccità e le alte temperature, soprattutto nei mesi estivi. È stata svolta inoltre un'analisi finalizzata a valutare i diversi effetti della competizione sulla crescita delle due specie, calcolando per ciascun individuo l'indice di Hegyi, grazie al quale è stata constatata una minor tolleranza dell'abete rosso alla competizione rispetto all'abete bianco. Infine, è stata svolta una ricerca su come la pendenza individuale di ciascuna pianta possa influenzarne gli accrescimenti, anche se questa ipotesi non è stata confermata dai dati. Pertanto, da quanto appreso, sembra evidente come l'abete bianco possa sopportare meglio l'effetto dei cambiamenti climatici nel lungo termine rispetto all'abete rosso; mentre quest'ultimo sembra destinato a ridurre gli accrescimenti e nel lungo periodo ad essere sostituito da specie più termofile.

## **1.INTRODUZIONE**

### **1.1 L'uso della dendrocronologia per l'analisi dell'ecologia delle specie**

La dendrocronologia si basa sul fatto che la crescita degli organismi vegetali non avviene in maniera continua, ma con alcuni intervalli e interruzioni.

La dendrocronologia, dunque, si focalizza sullo studio degli incrementi annuali di legno prodotto durante le fasi di accrescimento della pianta, consentendo di analizzare in modo deduttivo gli schemi spazio-temporali dei processi biologici, fisici e culturali che la circondano.

La crescita degli alberi è controllata sia da fattori genetici e ormonali endogeni, sia da fattori esogeni legati alle caratteristiche ambientali alle quali la pianta è chiamata a rispondere, in particolare l'alternarsi delle stagioni, la lunghezza del fotoperiodo, l'intensità della radiazione luminosa, il verificarsi delle precipitazioni e la disponibilità idrica del suolo, ma anche gli sbalzi e le variazioni di temperatura. Dall'analisi di una sezione trasversale di un fusto, è possibile identificare una serie di anelli concentrici composti a loro volta da legno primaverile (primaticcio) e legno tardivo.

Le cellule di cui sono composti hanno infatti delle conformazioni e dimensioni diverse e questo consente nella maggior parte dei casi di distinguerli anche ad occhio nudo.

Nelle conifere in particolare, le cellule chiamate tracheidi che vengono prodotte verso l'inizio della stagione vegetativa tendono a crescere e ad avere dimensioni maggiori, ma allo stesso tempo presentano pareti cellulari molto sottili. Man mano che la stagione vegetativa prosegue fino a giungere poi al suo termine, le tracheidi delle conifere tendono a diventare più minute, in particolare nella direzione radiale, sviluppano pareti cellulari sempre più spesse.

Durante i mesi invernali il cambio è dormiente e la produzione di cellule cessa fino a quando le condizioni primaverili più calde e/o umide stimolano una nuova ripresa vegetativa.

La presenza di particolari sequenze caratteristiche di anelli più larghi e più stretti della media riflette visivamente l'effetto di possibili variazioni e cambiamenti avvenuti nelle condizioni stazionali e ambientali in cui una pianta vive, tuttalpiù rappresenta un fattore di studio e di confronto fra specie simili o differenti che vivono nelle medesime situazioni o no.

Tipicamente, condizioni climatiche particolarmente favorevoli per la crescita degli alberi, come ad esempio una buona disponibilità idrica nel suolo oppure temperature estive non troppo calde, si traducono in anelli più larghi; mentre condizioni di stress e sofferenza dovute ad esempio alla mancanza prolungata di precipitazioni o agli effetti della competizione fra diversi individui in un bosco, si traducono in una minore crescita radiale e quindi in anelli più stretti.

L'alternanza delle serie di anelli più larghi e più sottili si ripete nell'intero ciclo vitale degli alberi andando a formare delle serie anulari che possono essere abbinate, o correlate, da albero ad albero e persino fra alberi vivi e alberi morti, il che a sua volta consente di ricostruire delle cronologie per periodi di tempo molto lunghi e superiori rispetto alla vita dei singoli alberi.

Alberi che appartengono alla stessa specie legnosa, che vivono nella medesima area geografica, danno origine contemporaneamente e allo stesso tempo a serie anulari tendenzialmente simili, poiché affrontano le stesse condizioni climatiche e ambientali.

Attraverso una operazione chiamata crossdating, è possibile confrontare e sincronizzare graficamente le sequenze anulari di piante che vivono all'interno della stessa area geografica e cresciute nello stesso periodo di tempo.

Attraverso questo sistema è possibile ricostruire le curve dendrocronologiche, dove sull'asse delle ascisse viene riportata la successione cronologica degli anni e l'asse delle ordinate riporta le ampiezze anulari corrispondenti ([www.fondazionemcr.it/dendrocronologia](http://www.fondazionemcr.it/dendrocronologia)).

## **1.2 Descrizione delle due specie oggetto della ricerca**

### **1.2.1 Abete bianco**

L'abete bianco (*Abies alba*, Mill., 1759), è una pianta a portamento arboreo, facente parte della famiglia delle Pinaceae. Prende il nome dal colore chiaro della sua corteccia, che talvolta in alcuni esemplari risulta tendente al bianco sporco. Si presenta come un albero a portamento colonnare con chioma conico-piramidale che, in condizioni di buona fertilità, raggiunge altezze anche superiori a 50-55 m. In casi particolari la pianta può superare i due metri di diametro misurato a 1,30 m da terra. A differenza dell'abete rosso, gli aghi presentano una caratteristica forma appiattita e sono lunghi circa 1,5–3 cm. La pagina superiore degli aghi è lucida e di colore verde scuro, mentre quella inferiore è biancastra azzurrina.

L'apparato radicale dell'abete bianco si presenta fittonante nelle piante più giovani, per poi assumere con l'età una tipica forma a candelabro ben ramificata, che conferisce alla pianta un ottimale ancoraggio ai substrati rocciosi montani e una notevole resilienza agli eventi atmosferici estremi e alle forti sollecitazioni esterne. (Ducci et al.1998).

A differenza dell'abete rosso, gli strobili dell'abete bianco sono disposti verticalmente verso l'alto e sono presenti quasi esclusivamente nei rami superiori della chioma.

Il legno dell'abete bianco viene considerato qualitativamente inferiore a quello dell'abete rosso; tuttalpiù risulta essere più denso, compatto e resistente alle intemperie; nonché privo di dotti resiniferi. D'altro canto, si parla spesso di "cuore

bagnato” per intendere l’elevata presenza di umidità nel durame del fusto, che risulta anche fino a quattro volte superiore rispetto a quello dell’abete rosso<sup>1</sup>.

L’areale di distribuzione dell’abete bianco può essere considerato montano, infatti si rinviene sulle principali catene montuose come: Pirenei, massiccio centrale francese, le Alpi, i Vosgi, le Alpi Dinariche ed i Carpazi. In modo discontinuo è presente anche sull’ Appennino ed in Corsica. Sulle Alpi italiane la sua distribuzione è saltuaria e mista al faggio e all’abete rosso; ad eccezione delle Alpi Carniche, il Trentino, l’Altopiano di Asiago e il Cadore, dove la sua presenza si fa più significativa ([www.ariasottile.net/informazione-appennino/abete-bianco-abies-alba-mill](http://www.ariasottile.net/informazione-appennino/abete-bianco-abies-alba-mill)).

L’abete bianco è presente ad altitudini comprese fra 500 e 2.000 m sul livello del mare e diversamente da altre specie di *Abies*, predilige climi oceanici rispetto a quelli continentali con temperature medie estive comprese fra 14 °C – 19 °C e precipitazioni annuali comprese fra 800 – 1000 mm.

Ama inoltre vegetare su suoli freschi e profondi, tipici delle zone ombreggiate e piovose (Dobrowolska et al.2017).

Le piante adulte sono in grado di sopportare basse temperature invernali, anche fino a -30 °C, mentre le più giovani e la rinnovazione sono estremamente sensibili ai danni causati dal gelo. La mancanza di calore estivo e di umidità adeguata durante il periodo vegetativo risultano essere dei fattori altamente compromettenti alla sua normale crescita. (Mercurio 2019).

### **1.2.2 Abete rosso**

L'abete rosso o peccio (*Picea abies* L. Karst.) è un albero appartenente alla famiglia Pinaceae, che prende il nome dal colore rossastro della sua sottile corteccia. Le

---

<sup>1</sup> Tratto dal sito Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio (WSL)  
<https://www.waldwissen.net/it/ecosistema-bosco/alberi-e-piante-forestali/conifere/labete-bianco-abies-alba>

piante presentano un tipico portamento conico-piramidale e possono arrivare fino a 60 metri di altezza e fino a due metri di diametro a petto d'uomo.

Le foglie sono aghiformi e appuntite, a sezione quadrangolare, lunghe fino a 2,5 cm. Vista la sua attitudine a vegetare in condizioni di suolo ghiacciato e permafrost; l'apparato radicale dell'abete rosso è piuttosto superficiale e di rado penetra nel terreno oltre il metro di profondità per cui le piante possono essere sensibili e facilmente sradicabili da forti colpi di vento e trombe d'aria, come quanto successo durante la tempesta Vaia nell'autunno del 2018<sup>2</sup>.

I conetti femminili dell'abete rosso si formano all'apice dei rametti laterali nella parte più alta della chioma e presentano una tipica forma cilindrica e di colore rosso cupo, eretti fino alla fecondazione, poi penduli verso il basso.

Il legno dell'abete rosso è di colore giallognolo, poco pesante, tenero, costituito da fibre lunghe e, data la sua elevata lavorabilità è molto impiegato in falegnameria, ma a differenza di quello dell'abete bianco, se non trattato, non ha una grande durabilità agli agenti atmosferici.

Il legno presenta un aspetto omomorfo e a occhio nudo non è possibile distinguere l'alburno e il durame, ma si differenzia bene da quello dell'abete bianco per la costante presenza di canali resiniferi. Il legno del peccio vanta quindi un forte potere calorifico, dato dalla resina che contiene.

L'areale dell'abete rosso risulta essere estremamente vasto, vista la sua notevole capacità di adattamento a quote diverse. E' presente dalle coste atlantiche della Scandinavia e Siberia fino al Nord Italia e lungo la penisola balcanica.

Nel territorio italiano si rinviene lungo l'arco alpino ad altitudini comprese tra gli 800 e i 2.100-2.300 metri. Spesso può formare estesi boschi puri, ma si associa anche al faggio, all'abete bianco fino a m. 1400-1600 e oltre i 1800 al larice. Sugli

---

<sup>2</sup> Tratto da Universo Alpino dal sito <https://universoalpino.com/abete-rosso/#:~:text=Le%20radici%20di%20Abete%20Rosso,rallenta%2C%20%C3%A8%20normale%20incontrare%20piante> e dalla rivista online AboutPlants dal sito <https://www.aboutplants.eu/notizie/ecologia/abete-rosso-dalle-alpi-all-appennino-settentrionale#:~:text=L'abete%20rosso%20ha%20un,Fiemme%20il%202023%20giugno%202014>



Appennini è rimasto sottoforma di nuclei relitti dell'ultima glaciazione presso il passo del Cerreto e Abetone, Picea di Campolino.

L'abete rosso è una pianta molto resistente alle basse temperature, tanto da essere considerato specie microterma. Presenta una certa sensibilità alle gelate molto tardive che si possono avere nel mese di giugno quando avviene l'emissione dei primi germogli, ma molto meno rispetto all'abete bianco e ancor meno rispetto al faggio.

Nei climi suboceanici del centro Europa e nei bassi versanti meridionali più caldi delle Alpi, la sua diffusione viene limitata dalle alte temperature estive, che causano negli esemplari esposti, la formazione nel legno di tasche resinifere, nonché la fuoriuscita dalla corteccia di colate di resina; oltre a ciò, viene anche inibita l'auto potatura dei rami bassi, producendo tronchi con diffusi nodi passanti a scarso valore commerciale.

Le piante necessitano inoltre di una buona umidità atmosferica nel periodo vegetativo e di una costante piovosità.

Predilige terreni freschi senza troppe esigenze particolari, ma non riesce a sopravvivere in terreni periodicamente sommersi per lunghi periodi<sup>3</sup>.

## **2.AREA DI STUDIO**

### **2.1 Aree boschive del Trentino**

Le aree boschive in Trentino ricoprono una superficie di 390.463 ettari, pari al 63 % del territorio provinciale. Le tipologie di bosco più rappresentate in termini di superficie sono quelle a prevalenza di abete rosso (32 %), faggio (14 %), larice (13 %) ed abete bianco (11 %). In media, la superficie boschiva cresce ogni anno con un tasso intorno allo 0,1 %.

---

<sup>3</sup> Tratto dal sito AceSap Ecosistemi alpini e cambiamento ambientale in sito [https://acesap.fondazionemcr.it/acesap\\_species\\_detail.jsp?area=80&ID\\_LINK=112077&id\\_context=235327](https://acesap.fondazionemcr.it/acesap_species_detail.jsp?area=80&ID_LINK=112077&id_context=235327)

Nella provincia di Trento la superficie forestale è ripartita per un 76 % in foreste di proprietà pubblica e per un 24 % in foreste di proprietà privata<sup>4</sup>.

## 2.2 Descrizione sito Malga Laghetto

Il biotopo di Malga Laghetto è una realtà naturalistica che sorge al centro di un rigoglioso bosco di conifere, nei pressi di Monterovere, sulla strada che da Lavarone va a Luserna<sup>5</sup>.



Foto 2.1. Localizzazione del sito di Malga Laghetto 45°57'18.9"N 11°18'11.9"E

<sup>4</sup> Tratto dal sito Provincia Autonoma di Trento – Servizio Foreste e Servizio faunistico in pagina web: <https://forestefauna.provincia.tn.it/Foreste/Foreste-in-Trentino/Le-foreste-in-Trentino>.

<sup>5</sup> Le informazioni sul biotopo di Malga Laghetto sono state tratte dal sito [https://www.visittrentino.info/it/guida/natura/aree-protette/biotopo-di-malga-laghetto\\_md\\_317352](https://www.visittrentino.info/it/guida/natura/aree-protette/biotopo-di-malga-laghetto_md_317352)

La sua superficie complessiva di 23 ettari è totalmente coperta da formazioni erbacee di buona qualità pabulare. Il sito prende il nome dalla vecchia malga che sorge a pochi passi dallo specchio d'acqua lacustre, laddove l'oscillazione di falda influenza profondamente il cotico e si riscontrano formazioni rigogliose di megaforie con elementi tipici della torbiera bassa e del molinetto. Altrove le specie afferiscono al festuceto e sono espressione tipica di rinverdimenti artificiali. La quota sulla quale si estende il sito varia dai 1180 m s.l.m. ai 1400. s.l.m. sviluppandosi per la maggior parte alle quote inferiori. La pendenza varia notevolmente tra il corpo centrale semi-pianeggiante e le aree boscate dislocate sulle piste da sci dove, in alcuni limitati tratti di ridotta estensione, si riscontrano pendenze superiori al 30 %. Tutta l'area risulta ben servita da viabilità con una strada comunale che lambisce il corpo principale della zona pascolabile.

La sequenza sedimentaria tipica che caratterizza l'ambito degli Altipiani Cimbri, l'intera proprietà del comune di Lavarone e Malga Laghetto, è costituita dalla piattaforma Atesina, generatasi nel periodo dal Triassico superiore all'Eocene; sulla quale si depose la Dolomia Principale, durante tutto il Norico e il Retico.

Gli strati superiori vedono la presenza di Calcari Grigi su cui si deposita il Rosso Ammonitico, a sua volta ricoperto da Biancone e Scaglia Rossa. Le risorse litiche sono rappresentate esclusivamente dalle selci incluse nella successione di rocce di mare aperto che si sono deposte tra il Giurassico superiore e il Cretacico superiore. La componente calcarea, caratteristica peculiare delle formazioni litologiche dell'Altopiano, ha permesso nel tempo la formazione di diffusi fenomeni carsici sotterranei.

L'altopiano su cui sorge Malga Laghetto si trova in un ambiente mesalpico, con lembi protesi verso le Prealpi Vicentine che risentono maggiormente dei caratteri esalpici. L'analisi degli indici climatici sintetici colloca l'area di studio all'interno

della fascia climatica del Fagetum, con un clima intermedio fra quello tipicamente continentale e quello oceanico, con una situazione pluviale prealpica.

La zona degli altipiani è interessata da valori di precipitazione con picchi concentrati nei periodi primaverile-autunnale. I valori minimi si verificano durante i mesi invernali. La media annua è di 1290 mm. Le temperature medie estive si aggirano sui 15 °C, quelle invernali sono sensibilmente più basse, tanto che le medie sono intorno ai 0 °C. Gelate certe si verificano da novembre a marzo; gelate occasionali anche in aprile e ottobre<sup>6</sup>.

La vegetazione forestale che caratterizza Malga Laghetto e il suo territorio circostante è certamente il frutto di dinamiche evolutive naturali e soprattutto il risultato dell'intervento antropico che ha operato attraverso selvicoltura a selezione positiva. Le ondulazioni del suolo che caratterizzano l'altopiano creano microclimi differenti con esposizioni alternate ed avvallamenti, dando vita a conche fertili e piccole dorsali con esposizioni più fresche. Queste particolari condizioni permettono il dominio delle categorie pertinenti all'abete bianco (*Abies alba*, Mill.) e dell'abete rosso (*Picea abies*, L. Karst.). In particolare, la situazione climatica e la presenza di substrato carbonatico drenato, che determina acidificazione e periodi di moderata siccità, permettono la formazione di una particolare sottocategoria tipica dell'ambiente dell'altopiano: l'abieteto calcicolo mesalpico dei suoli acidificati. Lo stesso è caratterizzato da maggiore presenza di faggio e specie del bosco indicatrici di acidità edafica. Nelle conche più fertili invece, dove i suoli sono più profondi e vi è un'umidità atmosferica più significativa, l'abete bianco trova il suo optimum e edifica consorzi tipici, con partecipazioni che arrivano al 70 % della copertura forestale, costituendo i cosiddetti abieteti dei suoli fertili. La presenza dell'abete rosso è più variabile, spesso a macchia di leopardo, divenendo più marcata all'aumentare della quota.

---

<sup>6</sup> Per quanto riguarda gli andamenti annuali di temperatura e precipitazioni si fa riferimento alla stazione meteorologica T0032 di Lavarone – Chiesa (1155 m)



Altrove, dove la profondità del suolo diviene minore o le esposizioni risultano più calde, la partecipazione del faggio diventa rilevante, contribuendo a formare consorzi afferenti alla categoria degli abieteti calcicoli con faggio.



*Foto 2.2 Sito di Malga Laghetto: fotografia di una delle zone di analisi*

### **2.3 Cenni storici**

Tutto il territorio del Comune di Lavarone è cosparso di segni dell'opera dell'uomo, che si è insediato sul territorio fin dall'età del bronzo (2300-950 a.C.). Fino al 1500 d.C. sono state erette muraglie di contenimento, confini di laste, recinti di laste e di pietra, "baiti", ovili, terrazzamenti, muretti a secco, strade; che al giorno d'oggi si rinvengono di frequente nel bosco e nei pressi dei centri abitati, come fondamentale testimonianza storica delle attività rurali, tra le quali quella pastorale. La storia più recente, caratterizzata dal primo conflitto bellico, ha lasciato segni altrettanto importanti, quali forti, postazioni per obici, avamposti per vedette e trincee, alcuni dei quali ancora ben visibili, altri mascherati dalle attuali condizioni di copertura erbacea o arborea. Degni di nota sono il Forte Belvedere Gschwent e il forte Campo di Luserna, ancora parzialmente visitabili.

Tra le distese pascolive ed i boschi si possono rinvenire resti o segni tangibili dei sanguinosi conflitti che si sono svolti proprio su questi territori che hanno rappresentato la prima linea Austro-ungarica, dalla prima parte del conflitto denominata “guerra dei forti”, alla cosiddetta Strafexpedition. Sebbene sul lato trentino del fronte la guerra durò solo nella prima parte del conflitto, per poi spostarsi sul versante veneto, il patrimonio boschivo riporta ancora oggi gli effetti degli importanti disboscamenti causati dai bombardamenti e legati all’approvvigionamento e al mantenimento in sicurezza dei forti austriaci. Gran parte della copertura forestale attuale, è frutto di importanti azioni di rimboscamento che hanno portato a strutture semplificate e spesso monospecifiche, talvolta diverse dalle reali potenzialità della zona.

#### **2.4 Funzioni ambientali e storico culturali**

Nelle vicinanze di Malga Iagheretto è presente la ZSC IT3120088 denominata Palù di Monte Rovere, ovvero un’area protetta dalla Direttiva UE 92/43/CEE del Consiglio relativa alla “Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”, meglio conosciuta come Direttiva Habitat. La sua tutela è stata istituita in quanto si tratta di un biotopo di vitale importanza per la riproduzione di molte specie di anfibi e rettili, caratterizzata da una densa vegetazione di specie igrofite natanti e sommerse, con la tipica seriazione della vegetazione acquatica, di ambiente palustre e di prato umido. Sulla medesima area svettava fino al 12 novembre 2017 un abete bianco monumentale, tutelato come bene ambientale dal PUP art. 12. L’individuo, denominato “Avez del Prinzep” in ricordo del podestà che lo preservò al taglio nonostante il reddito che lo stesso avrebbe potuto portare al comune, aveva un’altezza di 54 metri e una circonferenza di 5,6 metri, per un’età stimata di circa 244 anni. Queste dimensioni ed età molto considerevoli, hanno fatto in modo che venisse dichiarato abete

bianco più alto d'Europa. Nelle vicinanze vi sono altri abeti bianchi con le medesime caratteristiche che conferiscono all'area un notevole valore ambientale, omaggiato con un sentiero ad essi dedicato denominato "dei giganti"<sup>7</sup>.

### **3. OBIETTIVI E FASI DELLA RICERCA**

Lo scopo principale dell'attività di ricerca è stato quello di svolgere uno studio di dendrocronologia su abete rosso e abete bianco al fine di evidenziare gli effetti del clima sulla crescita delle medesime specie e ipotizzare come i cambiamenti climatici possano influire sull'evoluzione del bosco. Tra le analisi condotte rientra quella di investigare gli eventi del passato basandosi sull'individuazione di analogie o differenze fra le specie sotto forma di picchi positivi o negativi in comune o meno nelle rispettive cronologie.

L'analisi dendrocronologica è risultata fondamentale non solo per lo studio delle interazioni fra il clima e le piante, ma pone le basi anche per altre considerazioni. L'analisi delle età delle due specie ha consentito di sviluppare alcune ipotesi sulla gestione passata del sito e sulle dinamiche che hanno interessato l'area di Malga Laghetto nel corso degli anni.

Le informazioni del passato ottenute risultano essere essenziali per studiare le dinamiche di sviluppo futuro a lungo termine delle foreste in termini di composizione specifica, struttura, dimensioni, distribuzione ed estensione, biodiversità, accrescimenti, gestione selvicolturale, conservazione degli ecosistemi forestali e delle risorse naturali, previsione di calamità naturali, eventi climatici estremi, fenomeni erosivi, dissesto idrogeologico e attacchi parassitari.

---

<sup>7</sup> La maggior parte delle informazioni sono state tratte dal documento Piano di gestione forestale aziendale del comune di Lavarone (2014-2023) di proprietà del Comune di Lavarone

Ciascun anello legnoso può essere considerato dunque come una testimonianza reale di come l'albero ha risposto a delle sollecitazioni ambientali esterne e nel loro insieme costituiscono un perfetto esempio di archivi naturali.

Le varie attività e procedure messe in pratica vengono riportate all'interno del paragrafo materiali e metodi.

#### **4. MATERIALI E METODI**

In virtù delle necessità pratiche da conseguire, la scelta del sito di Malga Laghetto è stata possibile al fine di individuare una zona boscata caratterizzata da:

1. Una buona presenza di abeti bianchi ed abeti rossi possibilmente di almeno 80 anni, con diametro superiore a 40 cm.
2. Mancanza di evidenti e recenti disturbi. Questo perché disturbi importanti quali un forte diradamento o un incendio, estesi schianti da vento o smottamenti generalizzati, alterano in maniera irreversibile gli accrescimenti e questo rende molto più complesso fare delle altre valutazioni sugli incrementi legnosi, in particolare la loro relazione con il clima.

Prima di effettuare i rilievi, doverosa è stata la consultazione del piano di gestione della zona, consultabile presso il comune di Lavarone. Prendendo in considerazione un'area delimitata specifica vicino alla pista da sci, la scelta delle piante da campionare è stata fatta individuando gli individui di entrambe le specie caratterizzati dalle predette caratteristiche. Per ciascun individuo è stato misurato il diametro a 1,30 m con il cavalletto dendrometrico, ponendosi sempre a monte della pianta e la sua pendenza con il dispositivo GeoDist®60-GREEN.





*Foto 4.1 Cavalletto dendrometrico utilizzato per la misurazione del diametro della pianta*

Le carote sono state estratte sempre a 1,30 m a monte di ciascuna pianta tramite il succhiello di Pressler e fermate con dello scotch di carta in appositi supporti di legno prefabbricati. In ciascuno di questi è stata appresa l'indicazione della specie e il numero identificativo dell'esemplare utilizzando una matita. Per ogni albero soggetto sono stati campionati anche i competitori rientranti all'interno di un'area topografica di 8 metri di raggio. Per ogni pianta competitorice individuata con diametro superiore a 17,5 cm è stata registrata la specie di appartenenza, il diametro corrispondente e la corrispettiva distanza dalla pianta target con un Telemetro Trupulse 360. Con il medesimo strumento sono state misurate anche alcune altezze delle piante soggette al carotaggio. In totale sono state campionate 22 piante di abete bianco e 22 piante di abete rosso.



*Foto 4.2 Strumenti utilizzati nelle rilevazioni: dispositivo GeoDist®60-GREEN e Telemetro Trupulse 360*

I campionamenti sono stati effettuati a partire dalla tarda mattinata fino alle prime ore della sera, periodo della giornata durante il quale è possibile trovare un giusto compromesso in termini di temperatura e ore di luce, al fine di garantire una ideale visibilità per gli strumenti ottici ed elettronici utilizzati. Le operazioni si sono svolte a marzo 2023, in giornate caratterizzate da buone condizioni meteo. Tutti i valori e i parametri ottenuti nel corso delle operazioni sono stati registrati in appositi fogli di campo, insieme ad informazioni aggiuntive relative ad altri fattori di interesse.

Nel corso delle giornate successive le carote sono state attentamente incollate definitivamente nei corrispettivi supporti.

Per questa operazione è stata utilizzata della semplice colla Vinavil, ideale per incollare materiali porosi come il legno.

Vista la presenza di carote sfaldate in alcuni punti, con pezzi completamente separati dal corpo principale, dovuti in parte alle caratteristiche intrinseche del legno stesso di ciascun individuo e in parte all'azione meccanica esercitata con il succhiello di Pressler, questa fase ha richiesto una notevole meticolosità nelle procedure e una particolare attenzione ai dettagli.

Ragguardevole attenzione è stata dedicata ad incollare le carote con le fibre perpendicolari al supporto, al fine di garantire una corretta lettura degli anelli.

Talvolta l'orientamento delle fibre di legno è risultato diverso in entrambe le sezioni delle stesse, quantomeno nella grande maggioranza delle carote. E' stato supposto che questa difformità sia legata in parte alla presenza di nodi nel fusto e in parte al fatto che probabilmente, durante le operazioni con il succhiello, le carote ancora umide e abbastanza elastiche abbiano subito una leggera rotazione attorno al loro asse dovuta all'attrito con le pareti dello strumento anch'esse in rotazione; quindi, se da un lato si sono poste le fibre in verticale, qualche volta dalla parte opposta si sono presentate addirittura orizzontali.

Per rimediare a questo sono state considerate prevalentemente le fibre dal lato della corteccia, individuate eliminando eventuali residui di quest'ultima con l'ausilio di un coltellino. Questa conclusione è stata presa sia perché gli anelli degli ultimi anni sono stati considerati quelli più interessanti da analizzare, sia perché spesso sono risultati quelli più sottili e quindi più difficili da misurare, anche perché la torsione ha interessato soprattutto la parte più distale dalla corteccia, ovvero quella centrale.

In seguito, le carote ottenute sono state sottoposte ad una accurata fase di levigatura al fine di evidenziare al meglio le sequenze anulari e renderle più visibili alla lettura da parte degli strumenti. In primis è stata realizzata una levigatura più grossolana di tutte le carote con numero di grana 80, mediante l'ausilio di una levigatrice elettrica in azienda agraria ad Agripolis. Quest'ultima è composta da un piccolo nastro trasportatore che consente di far scorrere le carote rivolte verso l'alto in direzione di un rullo rotante al quale è stato applicato un rotolo di carta vetrata.



*Foto 4.3 Levigatrice elettrica utilizzata per levigare le carote*

Questa prima smerigliatura ha consentito di fare le prime valutazioni visive sulla disposizione dei singoli anelli, nonché di verificare la corretta tenuta della colla utilizzata per fissare le carote ai supporti.

Successivamente si è passati alla levigatura manuale definitiva, utilizzando della carta abrasiva con numero di grana 220, che ha consentito di lucidare perfettamente i vari anelli e di eliminare eventuali imperfezioni fisiche.

La susseguente fase di lettura, si è tenuta in laboratorio di dendrocronologia del dipartimento TESAF.

Le misure sono state effettuate utilizzando uno Stereomicroscopio Leica 8-40 ingrandimenti collegato con un tavolino mobile di misurazione manuale degli anelli ANIOL servoassistito con memorizzazione dei dati su PC.

Per la registrazione dei dati è stato impiegato il software TSAP Win 4.87, attraverso il quale è stato possibile raffigurare graficamente l'andamento annuale della crescita anulare di ciascuna carota analizzata, considerando una unità di lunghezza di 1/100 di mm.

In virtù del fatto che i carotaggi siano stati svolti a marzo in una località montana, in un periodo di inizio primavera, dove la stagione vegetativa avrebbe dovuto ancora iniziare, la maggior parte delle carote prelevate è risultata priva dell'abbozzo anulare del 2023. In alcuni rari casi però, è stato possibile notare la formazione di qualche cellula nuova. Per correttezza di esecuzione, durante le analisi si è preso in considerazione l'anello corrispondente all'anno 2022, come primo riferimento.

Successivamente, attraverso le funzioni del predetto software è stato possibile ricostruire graficamente la cronologia delle due specie mettendo in relazione i dati ottenuti dall'analisi di tutte le carote.

La successiva fase chiamata crossdating è risultata fondamentale per verificare la corretta sincronizzazione delle carote e per individuare, valutare ed eventualmente correggere eventuali errori di lettura dovuti a traumi, anelli mancanti o disattenzioni. Questa operazione è stata svolta per entrambe le specie tramite il software CofechaXP2007 (Holmes, 1983), in grado di analizzare le ampiezze dei dati e di restituire un numero che evidenzia se la misura del campione è associata con la media di tutte.

Per i dati che presentano una correlazione inferiore allo 0,3281, il software evidenzia dove potrebbe celarsi il possibile errore, che nella maggior parte dei casi è dovuto alla mancata misura di uno specifico anello, alla misura un cosiddetto "falso anello" al posto di una cicatrice o di una rottura oppure al fatto che il campione potrebbe essere privo di alcuni anelli finali staccatisi per errore durante le operazioni di rimozione della corteccia.

Sulla base delle informazioni ottenute da Cofecha, sono state fatte delle valutazioni direttamente su TSAP, dove confrontando graficamente tutti i campioni delle corrispettive specie, si individuano palesemente i periodi e gli anni nei quali l'andamento grafico presenta dei picchi positivi o negativi, causati

ipoteticamente dalle avverse condizioni climatiche. Se per qualche motivo alcuni picchi di crescita significativamente simili risultano disposti a distanza di qualche anno allora si procede ad una ulteriore ricerca e verifica del possibile errore analizzando ulteriormente le carote interessate al microscopio. Una volta eseguite le dovute correzioni, è stata fatta una seconda prova di verifica con il medesimo software fino ad ottenere dei risultati veritieri.

I dati ottenuti delle relative curve medie rappresentative di ogni specie, correttamente datate e misurate, sono poi state standardizzate attraverso l'utilizzo del software ARSTAN (Cook & Holmes, 1996), il quale consente di eliminare la variabilità di lungo periodo, dovute ad un trend biologico potenzialmente legato all'età, alle dimensioni e altre cause non climatiche.

Attraverso il processo di standardizzazione, inoltre è stata ottenuta graficamente una curva media standardizzata (Mean index STD), rappresentativa delle due specie.

Il software ARSTAN ha anche restituito alcuni parametri statistici delle cronologie, quali la media delle ampiezze degli anelli, la deviazione standard, l'errore standard, l'indice di Curtosi, il coefficiente di correlazione e la sensibilità media.

In particolare, la sensibilità media consente di determinare la variazione media tra due anelli successivi. Il suo valore generalmente resta compreso tra 0 quando due anelli successivi risultano uguali e 2 quando l'ampiezza di uno dei due è nulla.

La presenza di valori di sensibilità diversi per alcune cronologie individuali appartenenti allo stesso sito in analisi, attestano la possibile presenza di fattori microstazionali in grado di influenzare diversamente ogni singolo individuo; tra i quali possono riscontrarsi la disponibilità idrica, una disomogeneità del popolamento oppure fenomeni di competizione radicale anche tra specie differenti (Nola 1990).

In linea di massima tanto maggiore è il coefficiente di sensibilità media di un individuo, tanto maggiore è la sua sensibilità, nonché la sua significatività nel contenuto informativo rispetto ad una variabile specifica, come ad esempio uno stimolo esterno o un fattore ambientale, ma può essere anche relativa a fattori ad esso intrinseci. Una specie si definisce sensitiva quando il valore di sensibilità supera lo 0.25, in caso contrario la specie è definita compiacente, quando quindi presenta valori bassi di sensibilità.

Sul sito Meteo Trentino sono stati poi ottenuti dei dati meteorologici storici come da annale idrologico riguardanti la stazione T0032 Lavarone (Chiesa)<sup>8</sup>. In particolare, è stato possibile ottenere i dati storici riguardanti: la pioggia mensile in mm dal 1921 al 2022; la media mensile della temperatura massima dell'aria dal 1925 al 2022 e la media mensile della temperatura minima dell'aria dal 1925 al 2022 in gradi celsius.

I valori di piovosità e temperatura ottenuti sono stati ordinati e informatizzati tramite l'uso del software Microsoft Excel, facendo attenzione ai casi nei quali, per qualche svariato motivo di malfunzionamento o anomalia, non sono stati registrati alcuni dati. Sempre grazie al software Microsoft Excel, è stato possibile calcolare l'indice di correlazione fra i dati meteo ottenuti e i valori di crescita annuale precedentemente standardizzati per entrambe le specie. Dall'analisi della correlazione, è stato infatti possibile dedurre il grado d'influenza dei fattori climatici su entrambe le specie.

Oltre ai fattori sopra descritti, basandosi sui dati delle piante competitori raccolti in bosco, è stato calcolato anche l'indice di competizione di Hegyi (Hegyi 1974), attraverso la formula:

---

<sup>8</sup> I dati meteorologici son tratti da <https://www.meteotrentino.it/index.html#!/home>),

$$C_i = \sum_j \frac{D_j/D_i}{R_{ij}},$$

(4. 1)

dove  $D_j$  rappresenta il diametro a petto d'uomo della pianta competitiva,  $D_i$  rappresenta il diametro a petto d'uomo della pianta target e  $R_{ij}$  rappresenta la distanza topografica fra la pianta target e la pianta competitiva.

I valori degli indici di competizione calcolati per ciascuna pianta soggetto sono stati poi correlati con la media degli incrementi anulari calcolata per il periodo 2013-2022 e rappresentati su due grafici a dispersione provvisti di linea di tendenza. Questa indagine è stata realizzata al fine di verificare l'effetto della competizione sulla crescita delle piante in termini di accrescimento radiale o secondario. Utilizzando il predetto software Microsoft Excel, sono stati calcolati inoltre anche i dati di correlazione fra la pendenza del terreno rilevata in campo su cui si trovava ogni singolo individuo di entrambe le specie e i corrispettivi valori di accrescimento riferiti a tre anni recenti. In particolare, sono stati presi in esame: il 2006, particolarmente secco e arido; il 2014, caratterizzato da precipitazioni ben al di sopra della media e il 2022 che presenta valori di siccità importanti ma inferiori rispetto al 2006. I risultati ottenuti sono stati riportati in sei grafici a dispersione, ciascuno munito di linea di tendenza.

## 5. RISULTATI

I dati raccolti durante i campionamenti condotti nel corso della primavera del 2023 nel sito di Malga Laghetto all'interno del comune di Lavarone unitamente allo studio dendrocronologico svolto in laboratorio, hanno permesso di definire un quadro esaustivo delle dinamiche di crescita delle specie di abete bianco e abete rosso, in relazione alle caratteristiche ambientali e climatiche alle quali sono soggette.

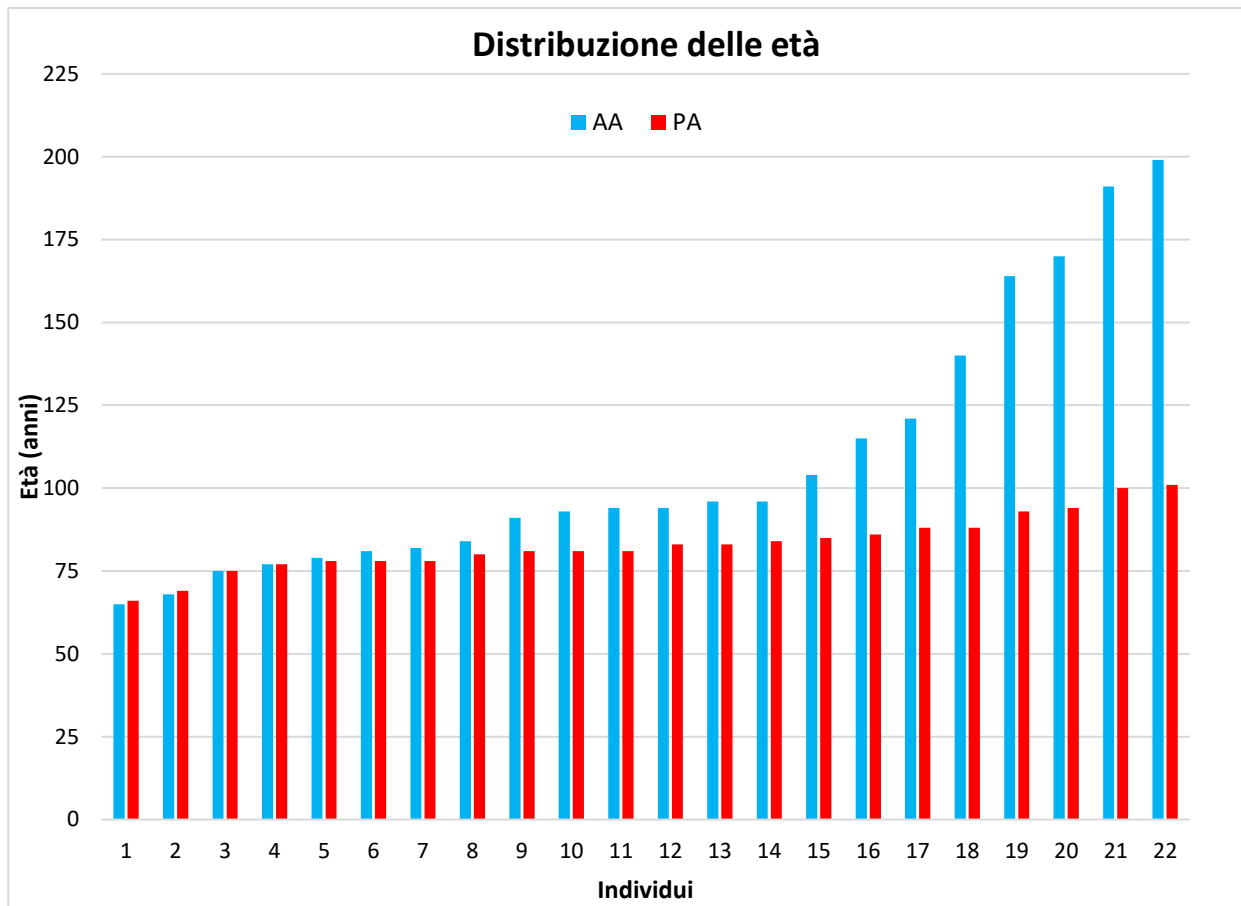


## 5.1 Descrizione delle età

Di seguito viene riportato a titolo di esempio un grafico a colonne raggruppate che raffigura la distribuzione delle età degli individui delle due specie presi in analisi all'interno del popolamento.

Si tenga in considerazione che si tratta di una stima dell'età basata esclusivamente sul conteggio degli anelli presenti nelle carote ottenute; quindi, gli alberi dovrebbero essere considerati leggermente più vecchi di quanto riportato, in quanto non è stata fatta la stima degli anelli mancanti al centro, né quella degli anni necessari a raggiungere l'altezza di campionamento di 1,30 m.

Dall'analisi dei risultati ottenuti attraverso la lettura delle carote è risultato evidente che l'abete bianco presenta una maggiore età media rispetto all'abete rosso, che nel caso dei 22 individui di abete bianco in analisi si attesta a 108 anni, dove l'individuo ML027AA risulta essere il più vecchio con 199 anni e l'individuo ML005AA risulta essere il più giovane con 65 anni. D'altro canto, gli individui di abete rosso presentano un'età media di 83 anni; nei quali il soggetto più anziano risulta ML024PA con 101 anni e il soggetto più giovane risulta ML003PA con 66 anni.



Gráficoo 5.1 Distribuzione delle età delle due specie nel popolamento

## 5.2 Standardizzazione accrescimenti

Viene riportato a seguire un grafico che evidenzia e mette a confronto l'andamento della crescita anulare media standardizzata di abete bianco e abete rosso, mettendo in evidenza i picchi positivi e negativi di entrambe le specie. Basandosi sulla lettura del grafico (5.2), di seguito vengono presi in analisi i picchi negativi e positivi più interessanti, nonché i periodi che mostrano delle analogie o delle sostanziali differenze nella crescita delle due specie.

Per i casi oggetto di studio elencati di seguito si è cercato di identificarne delle cause e corrispondenze con i dati meteo di piovosità e temperatura massima relativi principalmente al periodo estivo di giugno e luglio dell'anno coincidente.

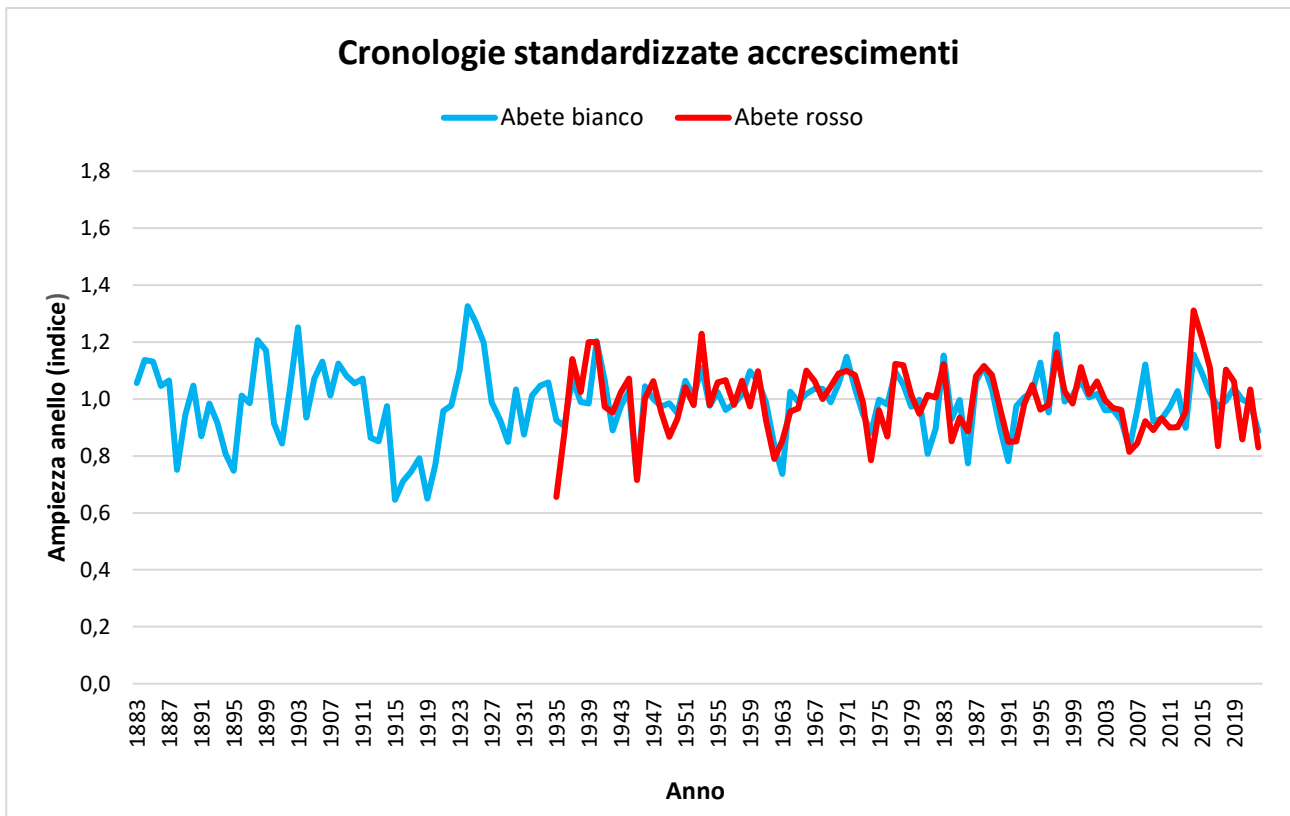


Grafico 5.2 Cronologie standardizzate degli accrescimenti delle due specie

Entrambe le specie presentano alcuni significativi picchi negativi in corrispondenza degli anni 1945, 1962 e 1963, 1974, 1991, 2006, 2020 e 2022.

Nel giugno del 1945 sono caduti soltanto 23,8 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 126,75 mm e la temperatura massima è stata di 21,3 °C rispetto alla media mensile di 19,52 °C. In questo caso entrambe le specie hanno reagito allo stesso modo con un brusco picco negativo.

Rispettivamente nel giugno del 1962 sono caduti 119,3 mm di pioggia e nel giugno del 1963 sono caduti 140,9 mm rispetto alla media mensile di 126,75 mm. Nel luglio del 1962 sono caduti 92,8 mm di pioggia e nel luglio del 1963 sono caduti 93,3 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 114,50 mm. In questo caso i dati sulle temperature massime non sono stati registrati dalla stazione metereologica quindi le considerazioni non possono ritenersi estremamente attendibili. Le precipitazioni di giugno sono da considerarsi nella norma mentre quelle di luglio

sono abbastanza al di sotto della media mensile. Pur non potendo attestare quale sia stata l'influenza delle temperature nella crescita delle due specie in questo biennio particolare, è comunque evidente che l'abete bianco sia cresciuto di meno rispetto all'abete rosso.

Nel 1974 non sono presenti dati metereologici sia per quanto riguarda le precipitazioni sia per quanto riguarda le temperature; quindi, non è stato possibile identificare la causa del picco negativo; in ogni caso l'abete rosso è risultato più in sofferenza in questo periodo rispetto all'abete bianco.

Nel giugno del 1991 sono caduti 111,2 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 126,75 mm e la temperatura massima è stata di 18,8 °C rispetto alla media mensile di 19,52 °C. I parametri metereologici di luglio risultano nella norma, con addirittura 140,6 mm di pioggia caduti rispetto alla media mensile di 114,50 mm e una temperatura massima di 24,4 °C rispetto ad una media mensile di 22,02 °C. Anche se non vi è una reale corrispondenza fra accrescimenti e dati meteo nel 1991 l'abete bianco ha sofferto di più rispetto all'abete rosso.

Nel giugno del 2006 sono caduti soltanto 59,2 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 126,75 mm e la temperatura massima è stata di 22,8 °C rispetto alla media mensile di 19,52 °C. Nel luglio dello stesso anno sono caduti soltanto 79 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 114,50 mm e la temperatura massima è stata di 27,8 °C rispetto alla media mensile di 22,02 °C. Da questi parametri si evince come l'estate del 2006 sia stata particolarmente torrida e siccitosa e questo viene riscontrato come un picco negativo quasi identico in entrambe le specie.

Nel giugno del 2020 sono caduti 156,4 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 126,75 mm e la temperatura massima è stata di 19,4 °C rispetto alla media mensile di 19,52 °C. Nel luglio dello stesso anno sono caduti 128,8 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 114,50 mm e la temperatura massima è stata di 22,6 °C rispetto alla media mensile di 22,02 °C. Nel 2020, nonostante le precipitazioni

estive siano state leggermente al di sopra della media, l'abete rosso ha riportato un importante picco negativo, mentre l'abete bianco si è mantenuto su valori standard di accrescimento.

Nel giugno del 2022 sono caduti soltanto 73 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 126,75 mm e la temperatura massima è stata di 23,1 °C rispetto alla media mensile di 19,52 °C. Nel luglio dello stesso anno sono caduti solo 86,8 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 114,50 mm e la temperatura massima è stata di 26,1 °C rispetto alla media mensile di 22,02 °C. Nel 2022, è stata registrata un'estate particolarmente secca e calda; dove entrambe le specie hanno subito un picco negativo ed in particolare l'abete rosso.

Per quanto concerne i picchi positivi di entrambe le specie, questi si sono registrati principalmente negli anni 1940, 1953, 1997, 2008, 2014 e 2018.

Nel giugno del 1940 sono caduti 191 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 126,75 mm e la temperatura massima è stata di 16,7 °C rispetto alla media mensile di 19,52 °C. In corrispondenza del 1940 entrambe le specie presentano un picco positivo di pari dimensioni.

Nel giugno del 1953 sono caduti 171,3 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 126,75 mm e la temperatura massima è stata di 14,6 °C rispetto alla media mensile di 19,52 °C. Nel 1953 l'accrescimento dell'abete rosso è stato maggiore rispetto a quello dell'abete bianco.

Nel giugno del 1997 sono caduti 168 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 126,75 mm e la temperatura massima è stata di 19,7 °C rispetto alla media mensile di 19,52 °C. Nel luglio del 1997 sono caduti solo 77,2 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 114,50 mm, mentre la temperatura massima è stata di 22,5 °C rispetto alla media di 22,02 °C. Nel 1997 l'abete bianco è cresciuto leggermente di più rispetto all'abete rosso.

Nel giugno del 2008 sono caduti 151,4 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 126,75 mm e la temperatura massima è stata di 22,4 °C rispetto alla media mensile di 19,52 °C. Nel 2008 l'accrescimento dell'abete bianco è stato nettamente superiore rispetto a quello dell'abete rosso.

Nel giugno del 2014 sono caduti 163,6 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 126,75 mm e la temperatura massima è stata di 20,2 °C rispetto alla media mensile di 19,52 °C. Nel luglio del medesimo anno sono caduti addirittura eccezionalmente 334,2 mm di pioggia rispetto alla media di 114,50 mm e la temperatura massima è stata di 20,2 °C rispetto alla media di 22,02 °C. A fronte dei parametri di piovosità estiva così elevata nel 2014, l'accrescimento dell'abete rosso è risultato di quasi il doppio rispetto a quello dell'abete bianco.

Nel giugno del 2018 sono caduti solo 85,4 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 126,75 mm e la temperatura massima è stata di 21,6 °C rispetto alla media mensile di 19,52 °C. Nel luglio del 2018 sono caduti 117,8 mm di pioggia rispetto alla media mensile di 114,50 mm, mentre la temperatura massima è stata di 23,7 °C rispetto alla media di 22,02 °C. Nonostante le temperature estive leggermente al di sopra della media e il mese di giugno abbastanza secco, è stato registrato un lieve picco positivo in entrambe le specie ed in particolare nell'abete rosso.

Particolare attenzione è stata dedicata al periodo 2006-2012, dove il trend di crescita dell'abete rosso si è mantenuto a livelli molto bassi, mentre l'abete bianco, pur con picchi di crescita alterni sembra aver resistito meglio. In questo periodo si è registrata una piovosità media di 123,29 mm a giugno e di 120,29 mm a luglio, rispetto alle corrispettive medie storiche di 126,75 e 114,50 mm. Mentre la media delle temperature massime registrate per il medesimo periodo è rispettivamente di 22,00 °C a giugno e 24,87 °C a luglio, rispetto alle medie storiche di 19,52 °C e 22,02 °C. Nel luglio del 2006 la temperatura massima ha

raggiunto i 27,8 °C che rappresenta il valore più alto di sempre registrato in questo mese.

### **5.3 Correlazione dati metereologici accrescimento**

In questo capitolo si pone l'attenzione sull'analisi dei risultati sulla correlazione fra gli accrescimenti di entrambe le specie in analisi e i dati climatici storici ottenuti dalla stazione metereologica T0032 di Lavarone (Chiesa).

Di seguito viene introdotta la tavola di correlazione di Pearson impiegata per l'individuazione del coefficiente di significatività delle correlazioni; dove per  $\alpha$  viene considerato un livello di significatività di 0,05, mentre per df si considera gli anni sui quali è stata svolta l'analisi.

Nello specifico caso in esame è stato considerato un periodo di 87 anni dal 1935 al 2022. Questa scelta è stata fatta per consentire di confrontare la correlazione delle due specie considerando lo stesso periodo di tempo, nonostante esse presentino delle età medie differenti.

Per entrambe le specie è stato scelto dunque un limite di significatività della correlazione di 0,217.

Pearson's Significance Table														
df \ $\alpha$	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001	df \ $\alpha$	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001	
1	0,951057	0,987688	0,996917	0,999507	0,999877	0,999999	35	0,215598	0,274611	0,324573	0,380976	0,418211	0,518898	
2	0,800000	0,900000	0,950000	0,980000	0,990000	0,999000	40	0,201796	0,257278	0,304396	0,357787	0,393174	0,489570	
3	0,687049	0,805384	0,878339	0,934333	0,958735	0,991139	45	0,190345	0,242859	0,287563	0,338367	0,372142	0,464673	
4	0,608400	0,729299	0,811401	0,882194	0,917200	0,974068	50	0,180644	0,230620	0,273243	0,321796	0,354153	0,443201	
5	0,550863	0,669439	0,754492	0,832874	0,874526	0,950883	60	0,164997	0,210832	0,250035	0,294846	0,324818	0,407865	
6	0,506727	0,621489	0,706734	0,788720	0,834342	0,924904	70	0,152818	0,195394	0,231883	0,273695	0,301734	0,379799	
7	0,471589	0,582206	0,666384	0,749776	0,797681	0,898260	80	0,142990	0,182916	0,217185	0,256525	0,282958	0,356816	
8	0,442796	0,549357	0,631897	0,715459	0,764592	0,872115	90	0,134844	0,172558	0,204968	0,242227	0,267298	0,337549	
9	0,418662	0,521404	0,602069	0,685095	0,734786	0,847047	100	0,127947	0,163782	0,194604	0,230079	0,253979	0,321095	
10	0,398062	0,497265	0,575983	0,658070	0,707888	0,823305	125	0,114477	0,146617	0,174308	0,206245	0,227807	0,288602	
11	0,380216	0,476156	0,552943	0,633863	0,683528	0,800962	150	0,104525	0,133919	0,159273	0,188552	0,208349	0,264316	
12	0,364562	0,457500	0,532413	0,612047	0,661376	0,779998	175	0,096787	0,124036	0,147558	0,174749	0,193153	0,245280	
13	0,350688	0,440861	0,513977	0,592270	0,641145	0,760351	200	0,090546	0,116060	0,138098	0,163592	0,180860	0,229840	
14	0,338282	0,425902	0,497309	0,574245	0,622591	0,741934	250	0,081000	0,103852	0,123607	0,146483	0,161994	0,206079	
15	0,327101	0,412360	0,482146	0,557737	0,605506	0,724657	300	0,073951	0,094831	0,112891	0,133819	0,148019	0,188431	
16	0,316958	0,400027	0,468277	0,542548	0,589714	0,708429	350	0,068470	0,087814	0,104552	0,123957	0,137131	0,174657	
17	0,307702	0,388733	0,455531	0,528517	0,575067	0,693163	400	0,064052	0,082155	0,097824	0,115997	0,128339	0,163520	
18	0,299210	0,378341	0,443763	0,515505	0,561435	0,678781	450	0,060391	0,077466	0,092248	0,109397	0,121046	0,154273	
19	0,291384	0,368737	0,432858	0,503397	0,548711	0,665208	500	0,057294	0,073497	0,087528	0,103808	0,114870	0,146436	
20	0,284140	0,359827	0,422714	0,492094	0,536800	0,652378	600	0,052305	0,067103	0,079920	0,094798	0,104911	0,133787	
21	0,277411	0,351531	0,413247	0,481512	0,525620	0,640230	700	0,048427	0,062132	0,074004	0,087789	0,097161	0,123935	
22	0,271137	0,343783	0,404386	0,471579	0,515101	0,628710	800	0,045301	0,058123	0,069234	0,082135	0,090909	0,115981	
23	0,265270	0,336524	0,396070	0,462231	0,505182	0,617768	900	0,042711	0,054802	0,065281	0,077450	0,085727	0,109385	
24	0,259768	0,329705	0,388244	0,453413	0,495808	0,607360	1000	0,040520	0,051993	0,061935	0,073484	0,081340	0,103800	
25	0,254594	0,323283	0,380863	0,445078	0,486932	0,597446	1500	0,033086	0,042458	0,050582	0,060022	0,066445	0,084822	
26	0,249717	0,317223	0,373886	0,437184	0,478511	0,587988	2000	0,028654	0,036772	0,043811	0,051990	0,057557	0,073488	
27	0,245110	0,311490	0,367278	0,429693	0,470509	0,578956	3000	0,023397	0,030027	0,035775	0,042457	0,047006	0,060027	
28	0,240749	0,306057	0,361007	0,422572	0,462892	0,570317	4000	0,020262	0,026005	0,030984	0,036773	0,040713	0,051996	
29	0,236612	0,300898	0,355046	0,415792	0,455631	0,562047	5000	0,018123	0,023260	0,027714	0,032892	0,036417	0,046512	
30	0,232681	0,295991	0,349370	0,409327	0,448699	0,554119								

Tabella 5.1 Tavola di correlazione di Pearson

### 5.3.1 Precipitazioni

#### Abete bianco

L'abete bianco presenta un indice di correlazione fra la media delle precipitazioni di giugno e luglio e la cronologia standardizzata di 0,288.

Il solo mese di giugno presenta una correlazione di 0,297, mentre il solo mese di luglio presenta una correlazione di 0,130.

Nella seguente tabella (5.2) sono riportati tutti i valori mensili di correlazione dell'abete bianco rispetto alle precipitazioni.

Parametri di correlazione mensile A. alba con precipitazioni													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Giu_Lug
Corr.	0,159	0,130	-0,065	-0,065	0,051	0,297	0,130	-0,020	-0,028	0,095	0,066	0,003	0,288

Tabella 5.2 Valori mensili di correlazione dell'abete bianco con le precipitazioni



Questi valori indicano come la crescita dell'abete bianco sia correlata positivamente all'aumento delle precipitazioni soprattutto nei mesi estivi, ovvero quando di norma vi sono i maggiori problemi di siccità durante l'anno.

Degne di nota sono anche le correlazioni (non significative) di 0,159 relativa al mese di gennaio e di 0,130 relativa al mese di febbraio.

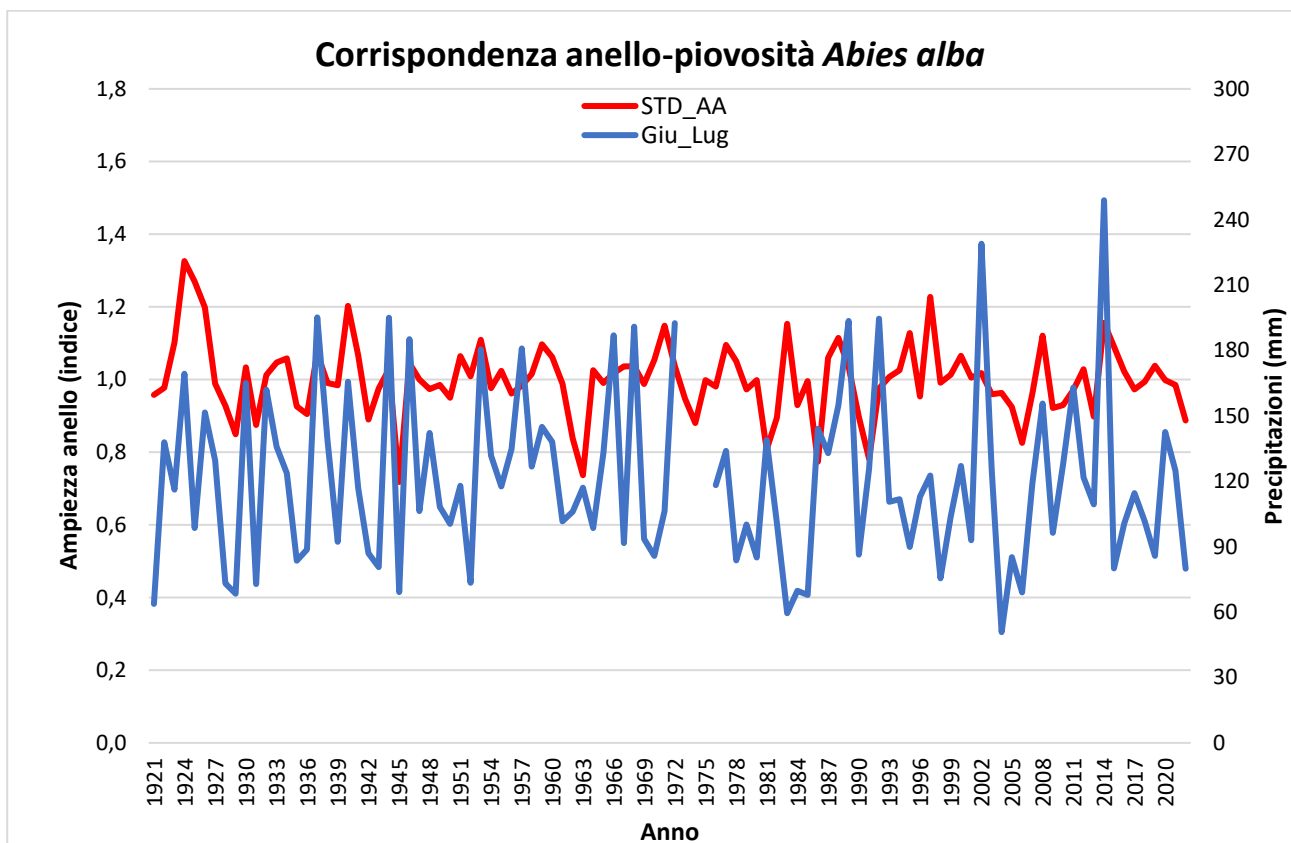


Grafico 5.3 Corrispondenza fra precipitazioni e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete bianco

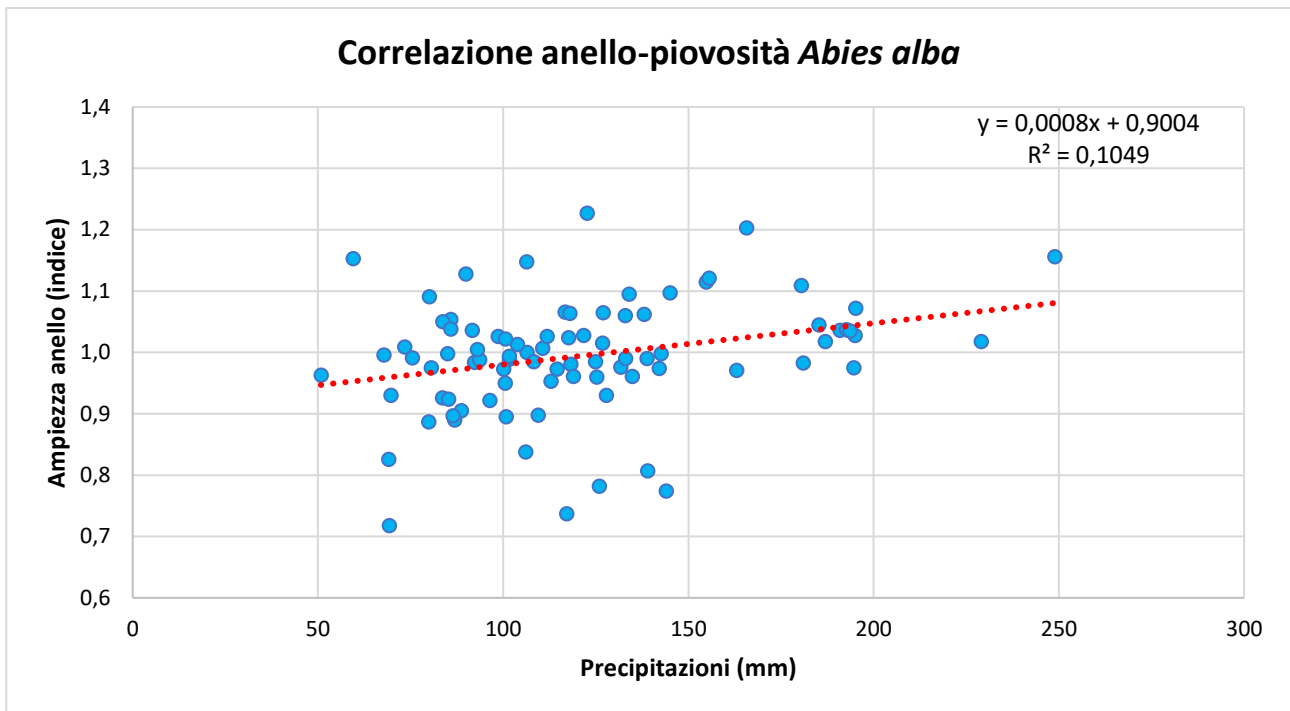


Grafico 5.4 Correlazione fra precipitazioni e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete bianco

### Abete rosso

L'abete rosso presenta un indice di correlazione fra la media delle precipitazioni di giugno e luglio e la cronologia standardizzata di 0,323.

Il solo mese di giugno presenta una correlazione di 0,261, mentre il solo mese di luglio presenta una correlazione di 0,221.

Nella seguente tabella (5.3) sono riportati tutti i valori mensili di correlazione dell'abete rosso rispetto alle precipitazioni.

Parametri di correlazione mensile <i>P. abies</i> con precipitazioni													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Giu_Lug
Corr.	0,212	0,242	0,026	-0,034	0,030	0,261	0,221	-0,007	0,098	0,089	-0,058	-0,160	0,323

Tabella 5.3 Valori mensili di correlazione dell'abete rosso con le precipitazioni

Questi valori indicano come anche la crescita dell'abete rosso sia correlata positivamente all'aumento delle precipitazioni soprattutto nei mesi estivi.

Gennaio e febbraio presentano una correlazione corrispettivamente di 0,212 e 0,242.

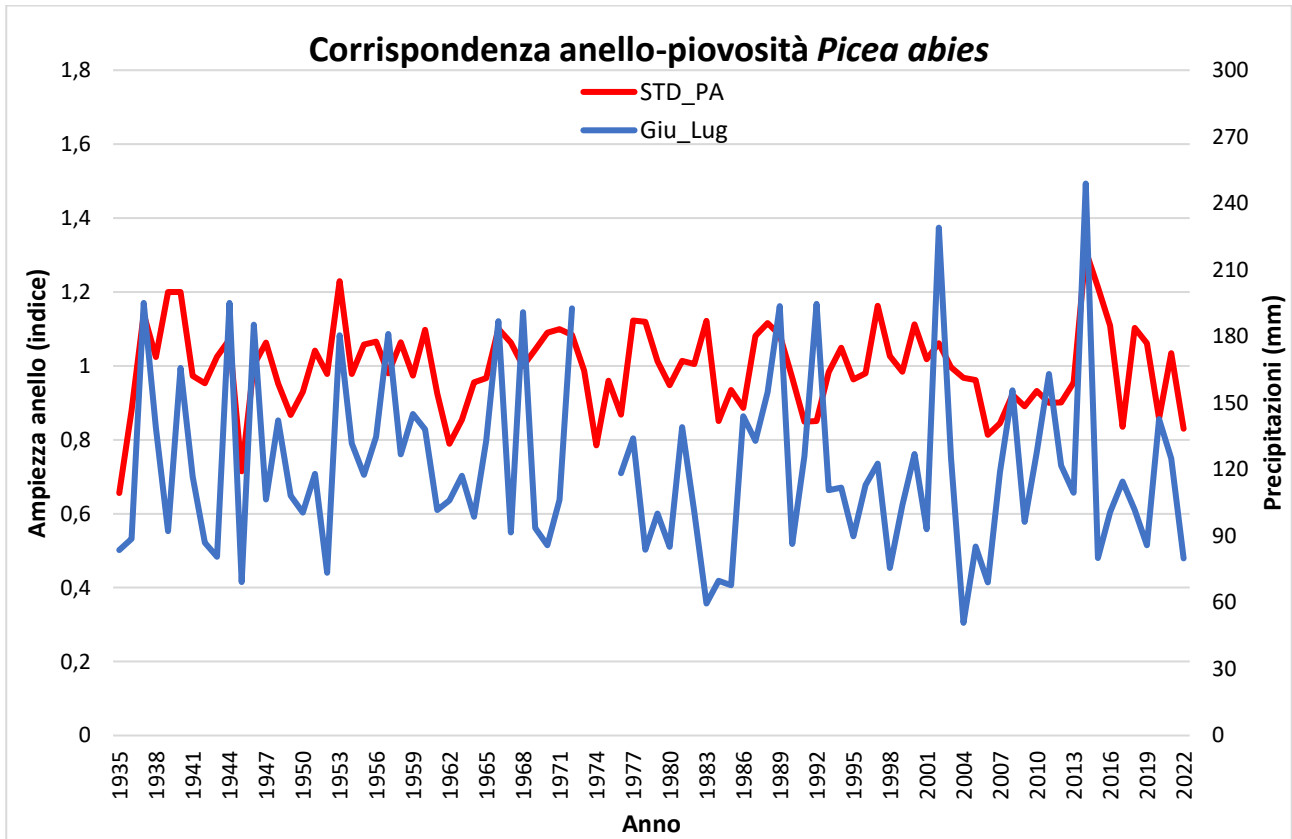


Grafico 5.5 Corrispondenza fra precipitazioni e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete rosso

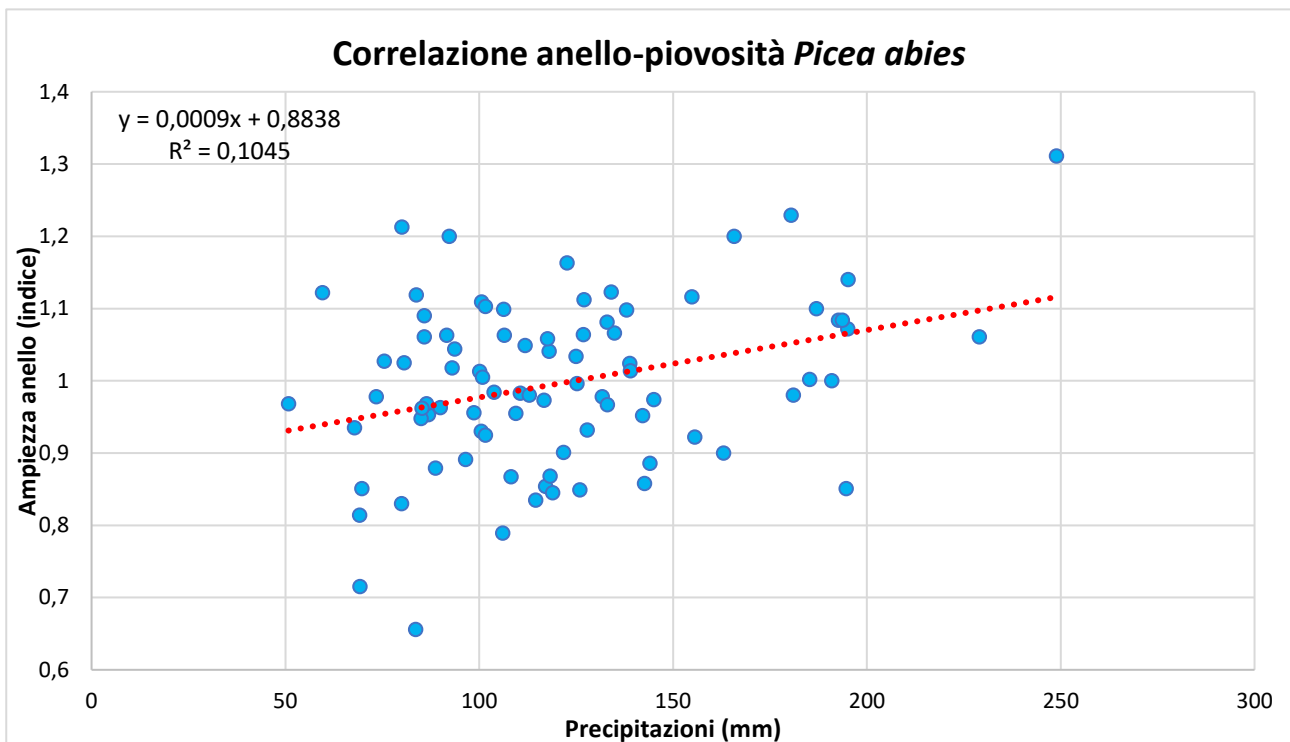


Grafico 5.6 Correlazione fra precipitazioni e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete rosso

### 5.3.2 Temperature massime

#### Abete bianco

L'abete bianco presenta un indice di correlazione fra la media delle temperature massime di giugno e luglio e la cronologia standardizzata di -0,216.

Il solo mese di giugno presenta una correlazione di -0,228, mentre il solo mese di luglio presenta una correlazione di -0,171.

Nella seguente tabella (5.4) sono riportati tutti i valori mensili di correlazione dell'abete bianco rispetto alle temperature massime.

Parametri di correlazione mensile <i>A. alba</i> con temperature massime													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Giu_Lug
Corr.	0,088	0,050	-0,048	0,002	-0,109	-0,228	-0,171	-0,118	-0,110	-0,072	-0,044	0,004	-0,216

Tabella 5.4 Valori mensili di correlazione dell'abete bianco con le temperature massime

Questi valori indicano come la crescita dell'abete bianco sia moderatamente correlata negativamente all'aumento delle temperature massime principalmente nei mesi estivi.

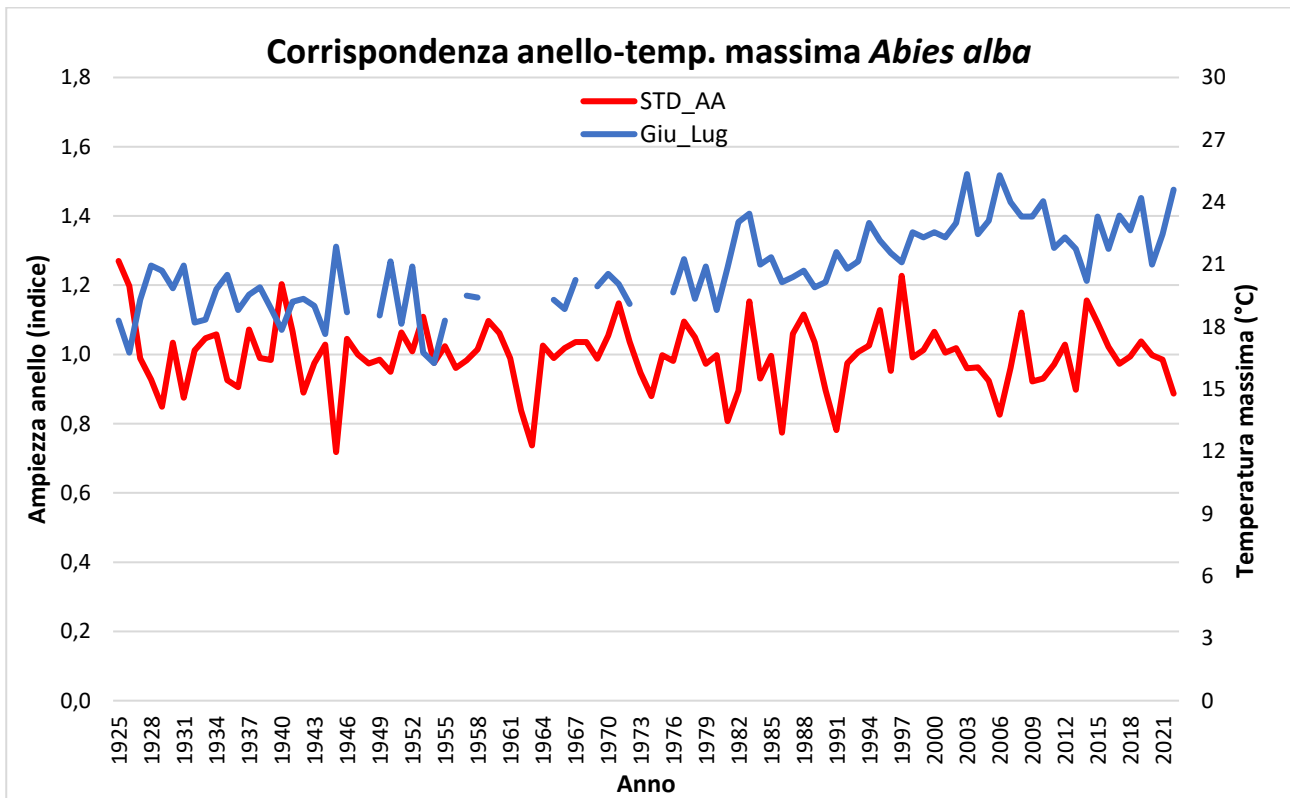


Grafico 5.7 Corrispondenza fra temperature massime e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete bianco

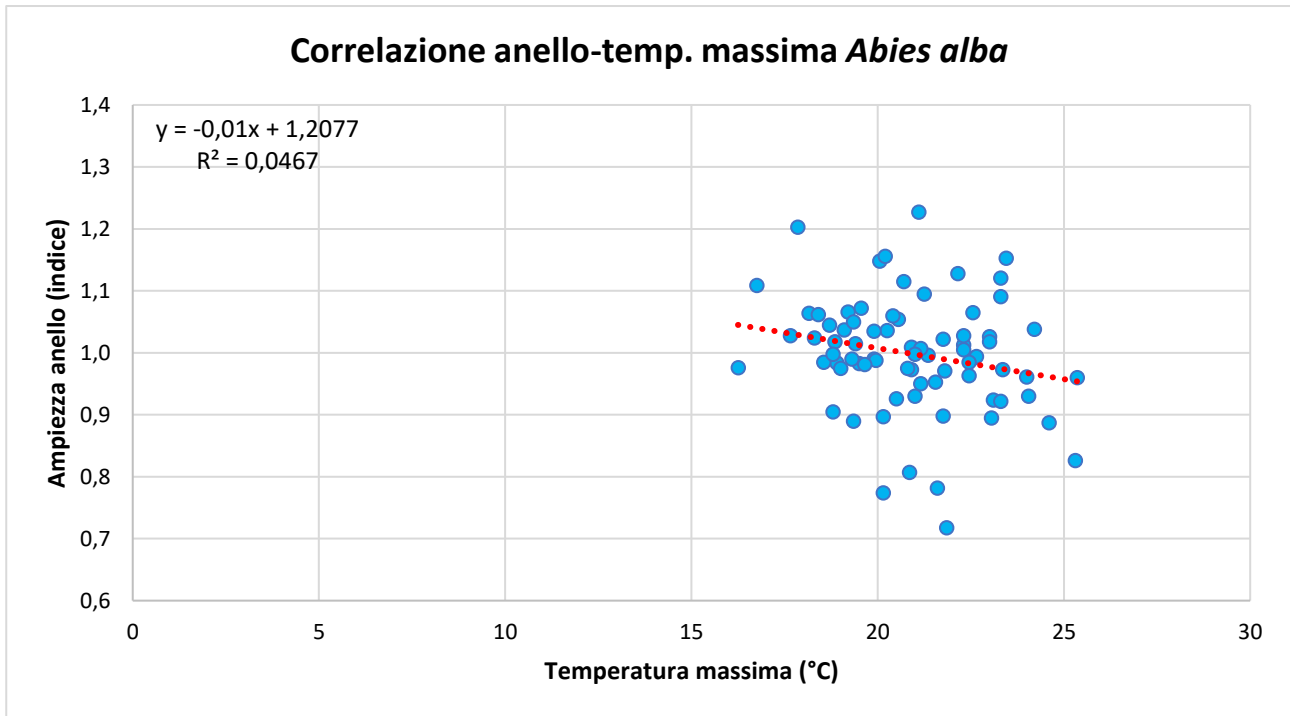


Grafico 5.8 Correlazione fra temperature massime e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete bianco

### Abete rosso

L'abete rosso presenta un indice di correlazione fra la media delle temperature massime di giugno e luglio e la cronologia standardizzata di -0,275.

Il solo mese di giugno presenta una correlazione di -0,233, il solo mese di luglio presenta una correlazione di -0,312, mentre il solo mese di agosto presenta una correlazione di -0,219.

Nella seguente tabella (5.5) sono riportati tutti i valori mensili di correlazione dell'abete rosso rispetto alle temperature massime.

Parametri di correlazione mensile <i>P. abies</i> con temperature massime													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Giu_Lug
Corr.	0,014	-0,099	-0,054	-0,086	-0,122	-0,233	-0,312	-0,219	-0,102	-0,168	0,014	0,049	-0,275

Tabella 5.5 Valori mensili di correlazione dell'abete rosso con le temperature massime

Questi valori indicano come la crescita dell'abete rosso sia correlata negativamente all'aumento delle temperature massime specificatamente nei mesi estivi.

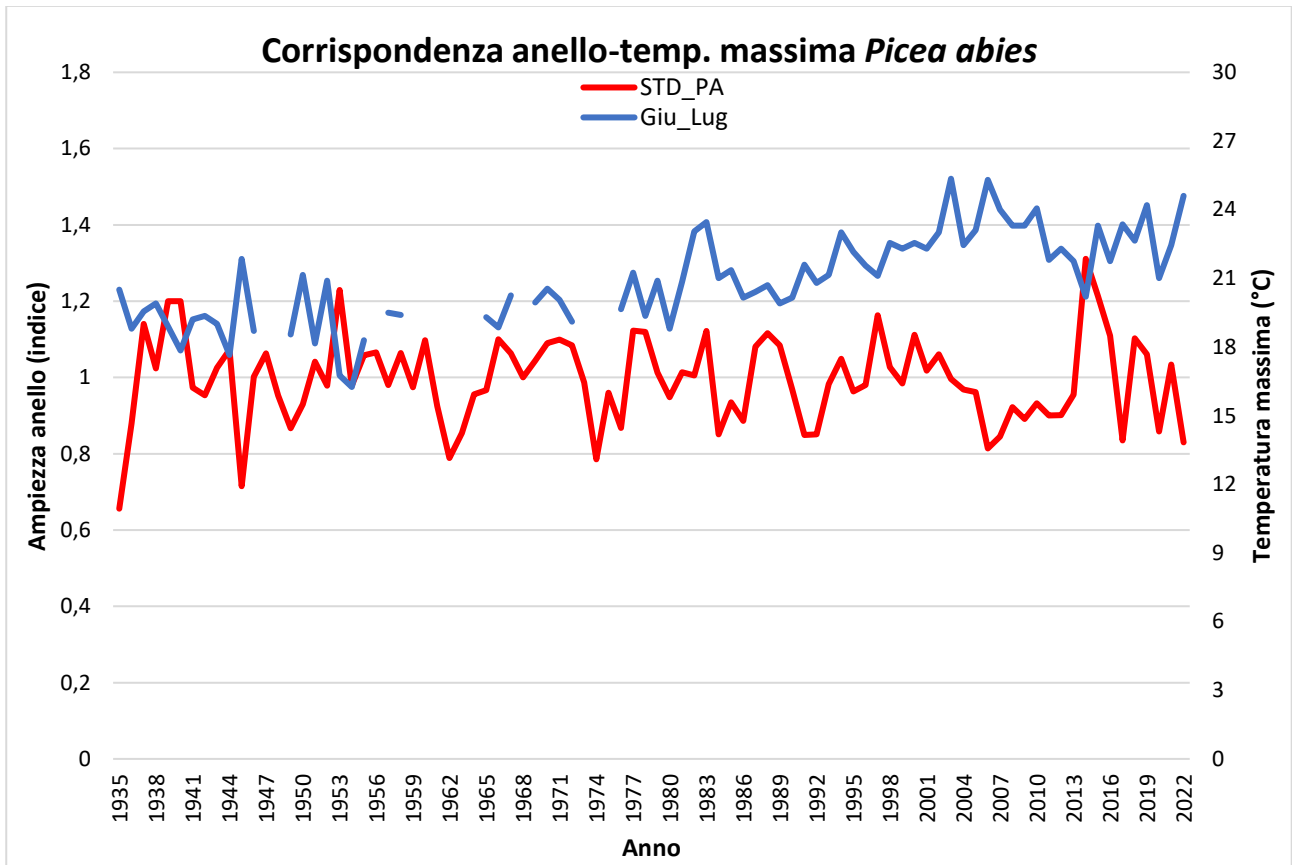


Grafico 5.9 Corrispondenza fra temperature massime e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete rosso

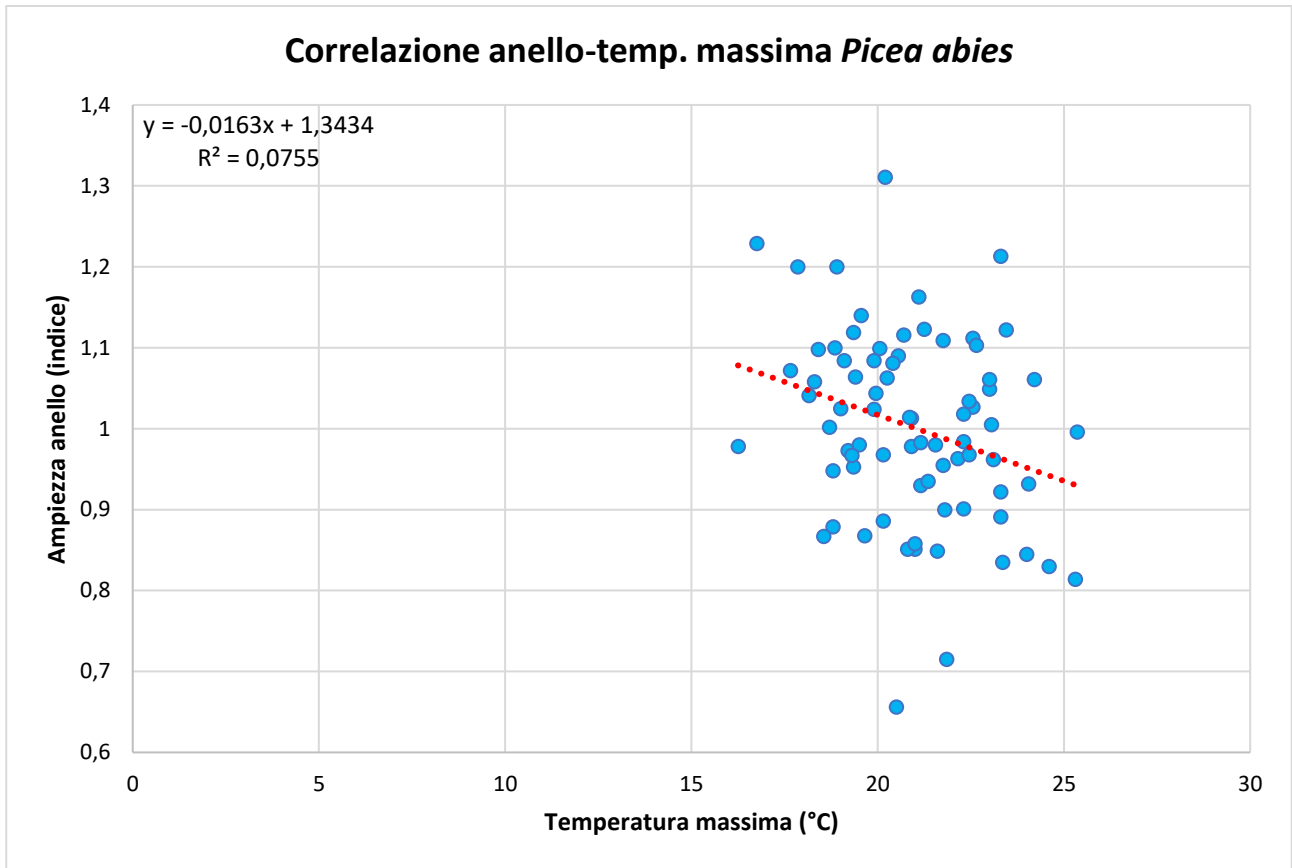


Grafico 5.10 Correlazione fra temperature massime e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete rosso

### 5.3.3 Temperature minime

#### Abete bianco

L'abete bianco presenta un indice di correlazione fra la media delle temperature minime di marzo e aprile e la cronologia standardizzata di -0,172.

Il solo mese di marzo presenta una correlazione di -0,167, mentre il solo mese di aprile presenta una correlazione di -0,116.

Nella seguente tabella (5.6) sono riportati tutti i valori mensili di correlazione dell'abete bianco rispetto alle temperature minime.

Parametri di correlazione mensile <i>A. alba</i> con temperature minime													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Mar_Apr
Corr.	0,201	0,102	-0,167	-0,116	-0,159	-0,187	-0,104	-0,061	-0,164	-0,012	0,022	0,098	-0,172

Tabella 5.6 Valori mensili di correlazione dell'abete bianco con le temperature minime



Questi valori indicano come la crescita dell'abete bianco non sia significativamente correlata all'andamento delle temperature minime.

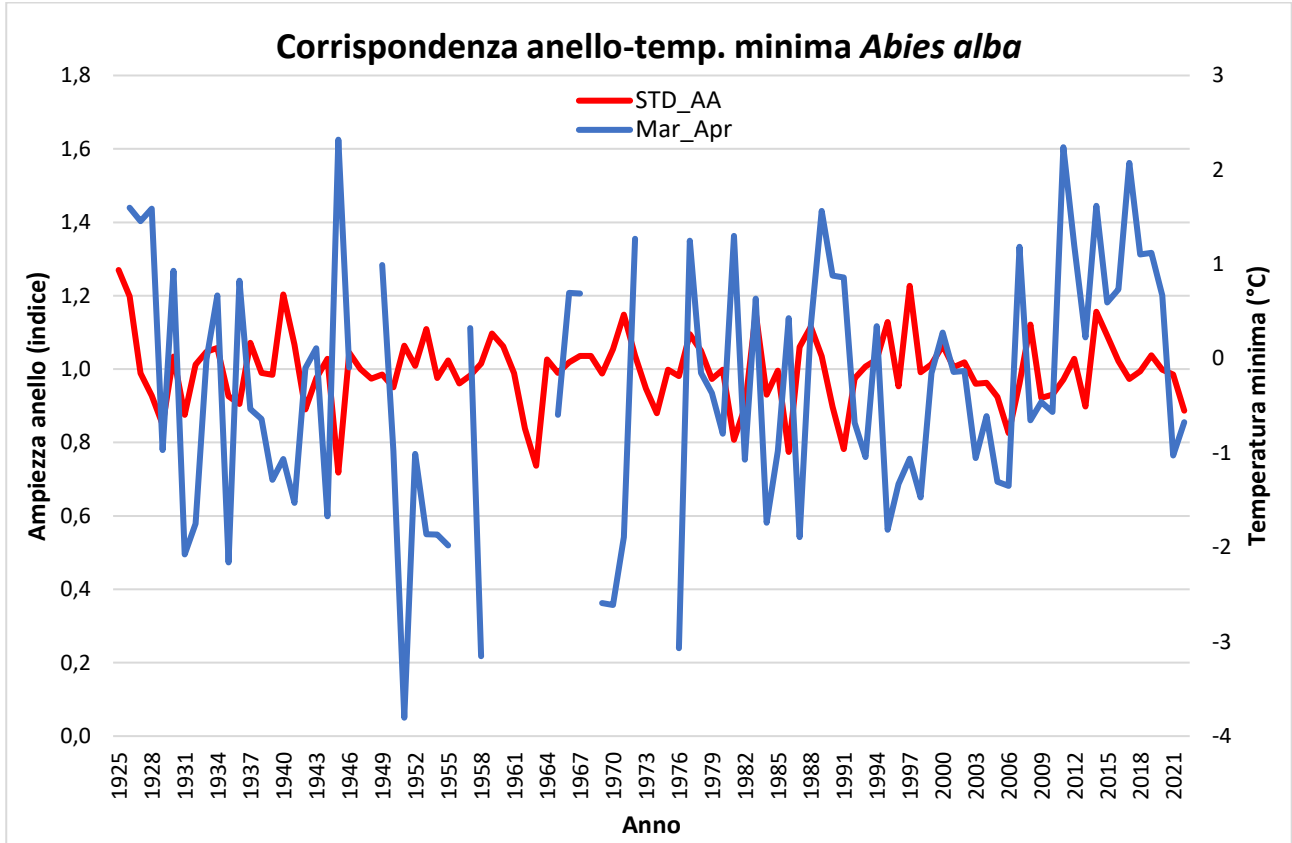


Grafico 5.11 Corrispondenza fra temperature minime e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete bianco

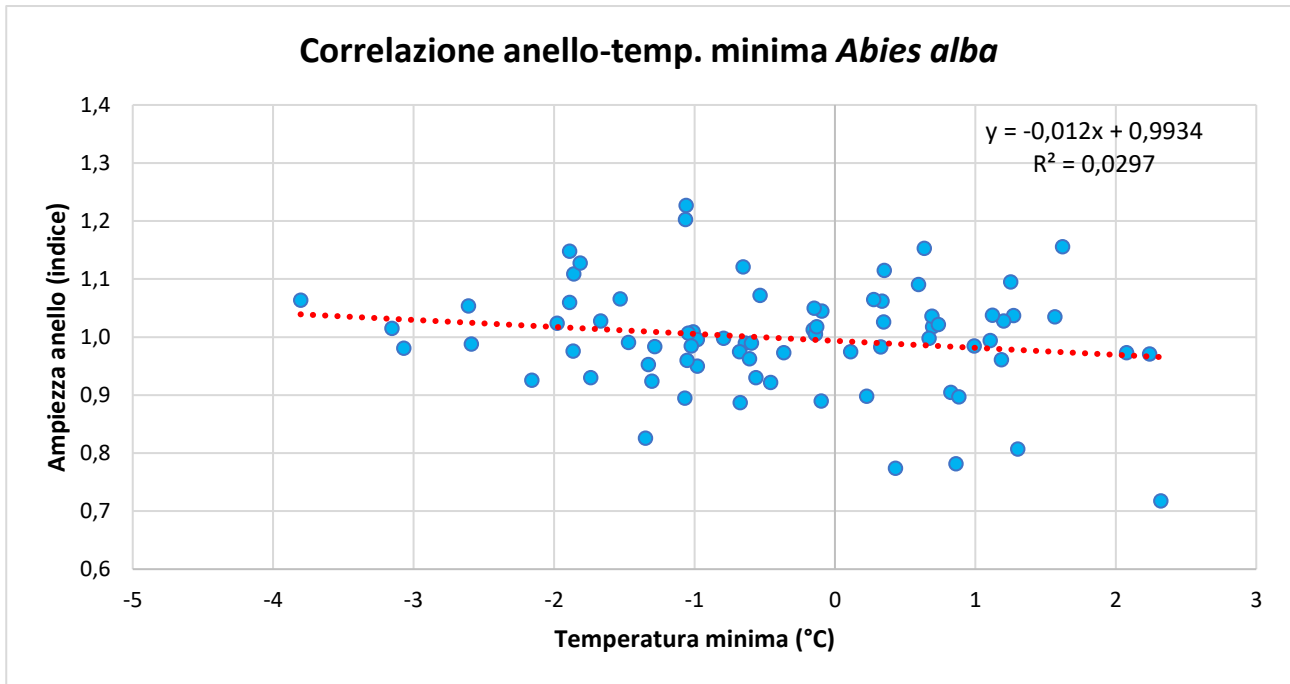


Grafico 5.12 Correlazione fra temperature minime e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete bianco

### Abete rosso

L'abete rosso presenta un indice di correlazione fra la media delle temperature minime di marzo e aprile e la cronologia standardizzata di -0,040.

Il solo mese di marzo presenta una correlazione di -0,063, mentre il solo mese di aprile presenta una correlazione di -0,013.

Nella seguente tabella (5.7) sono riportati tutti i valori mensili di correlazione dell'abete rosso rispetto alle temperature minime.

Parametri di correlazione mensile <i>P. abies</i> con temperature minime													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Mar_Apr
Corr.	0,136	0,041	-0,063	-0,013	-0,084	-0,143	-0,113	-0,070	0,032	0,071	0,132	0,156	-0,040

Tabella 5.7 Valori mensili di correlazione dell'abete rosso con le temperature minime

Questi valori indicano come la crescita dell'abete rosso non sia minimamente correlata all'andamento delle temperature minime.

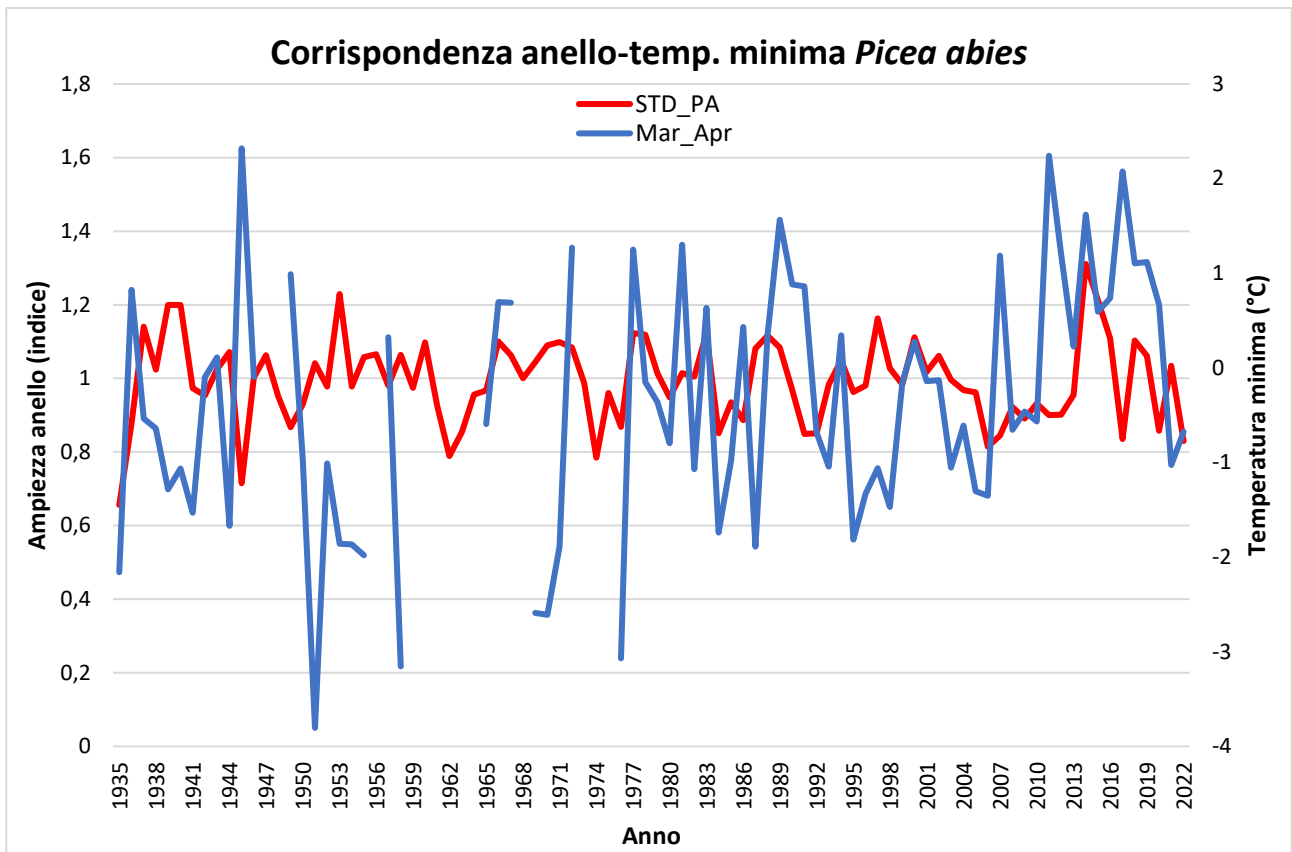


Grafico 5.13 Corrispondenza fra temperature minime e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete rosso

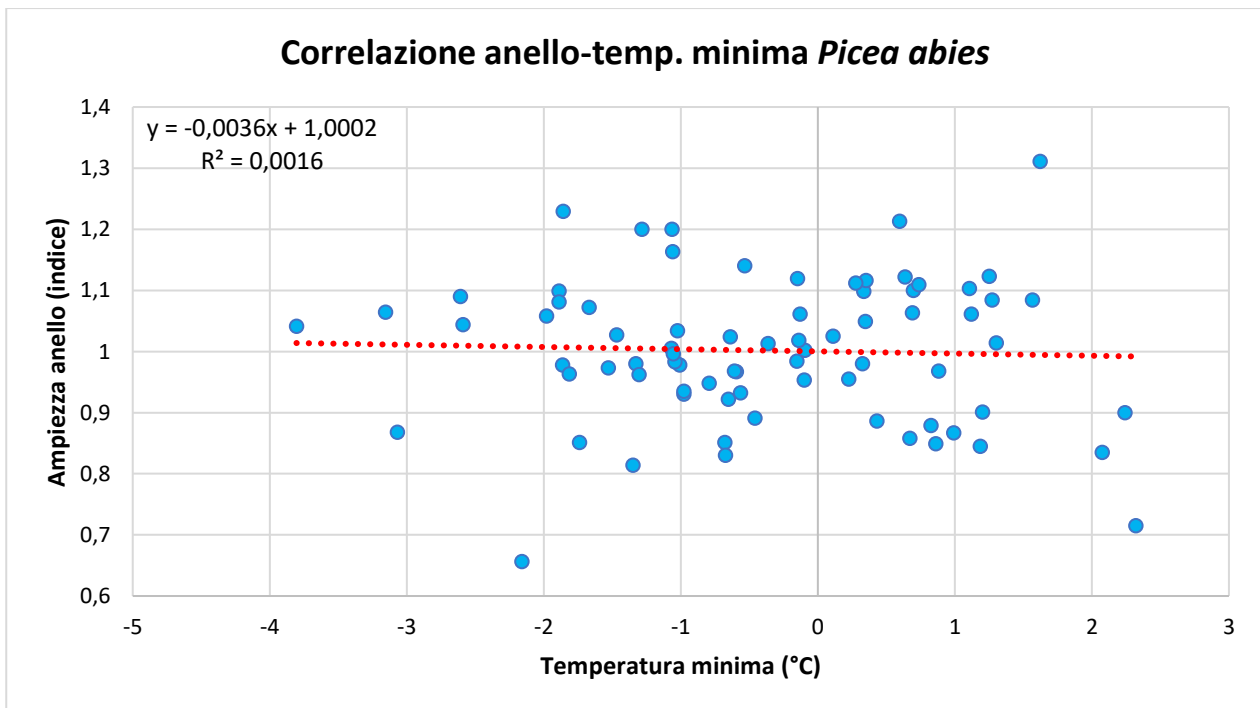


Grafico 5.14 Correlazione fra temperature minime e cronologia standardizzata degli accrescimenti dell'abete rosso

## 5.4 Effetti della competizione sull'accrescimento

Di seguito si riportano due grafici a dispersione che mostrano l'effetto della competizione sugli accrescimenti in mm/100 degli ultimi 10 anni per le piante di entrambe le specie.

### Abete bianco

Dal grafico (5.15) si evince come la competizione non abbia influenzato sensibilmente la crescita delle piante di abete bianco negli ultimi 10 anni.

La correlazione negativa fra l'indice di Hegyi e l'accrescimento dell'abete bianco è di -0,091.

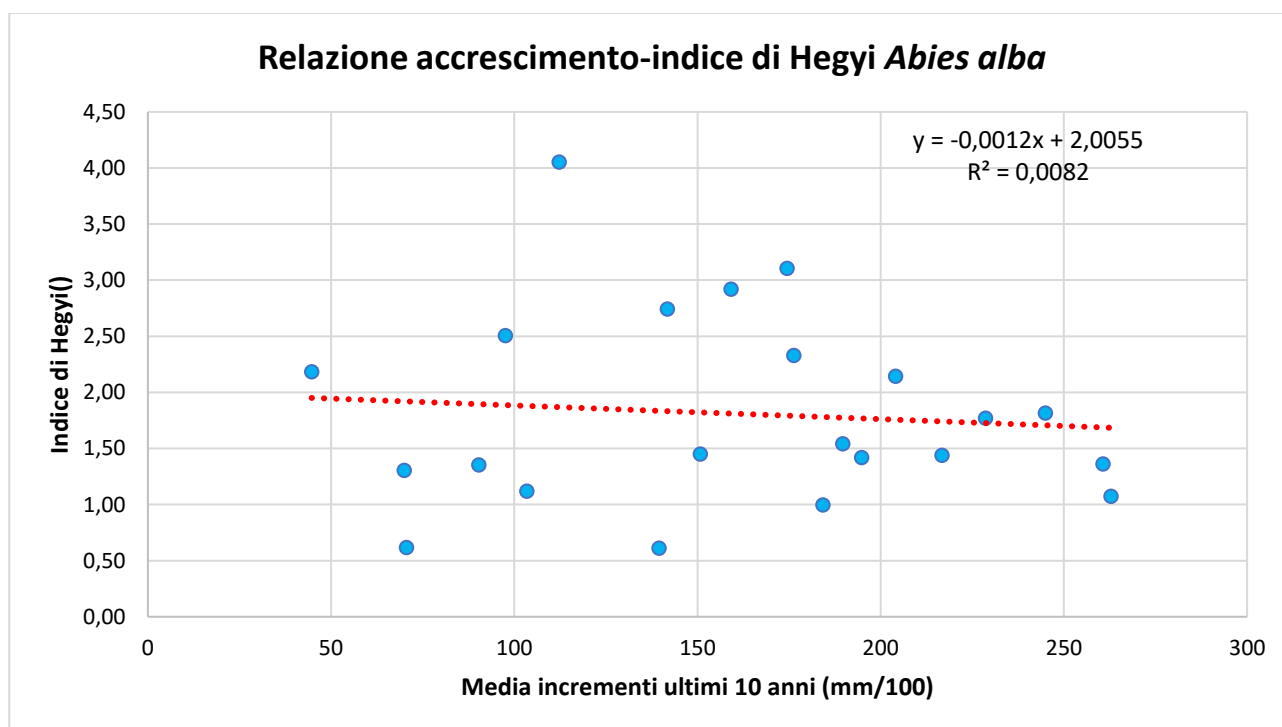


Grafico 5.15 Correlazione fra indice di Hegyi e media degli incrementi degli ultimi 10 anni dell'abete bianco

## Abete rosso

Dal grafico (5.16) si evince come la competizione abbia influenzato decisamente la crescita delle piante di abete rosso negli ultimi 10 anni.

La correlazione negativa fra l'indice di Hegyi e l'accrescimento dell'abete rosso è di -0,359.

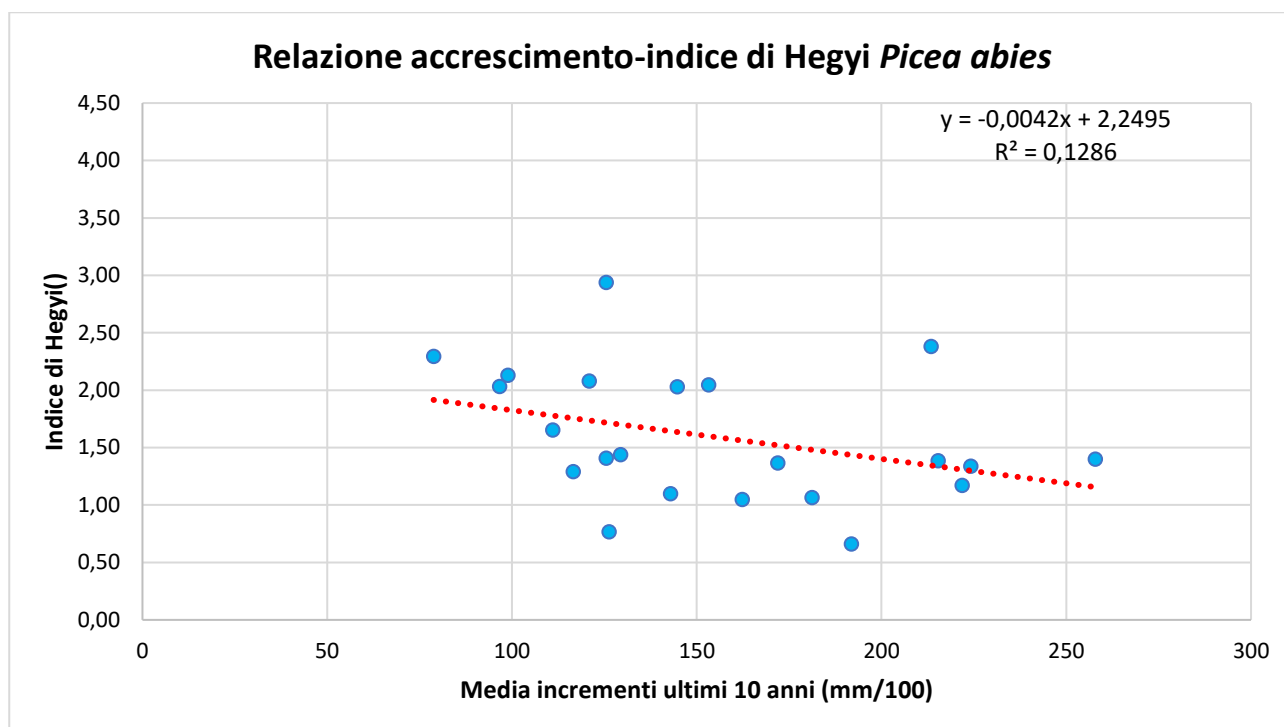


Grafico 5.16 Correlazione fra indice di Hegyi e media degli incrementi degli ultimi 10 anni dell'abete rosso

## 5.5 Effetti della pendenza sull'accrescimento

Di seguito si riportano 6 grafici a dispersione che mostrano l'effetto della pendenza sugli accrescimenti delle due specie in analisi, prendendo in considerazione gli anni: 2006, 2014 e 2022.

Al fine di alleviare l'effetto sull'equilibrio della correlazione di alcuni individui isolati che nonostante la forte pendenza presentano degli incrementi superiori alla media, il valore di correlazione è stato calcolato fra la pendenza e il rapporto tra l'accrescimento nell'anno considerato e i tre anni precedenti.

## Abete bianco

L'abete bianco presenta un valore di correlazione fra la pendenza e gli accrescimenti di 0,301 nel 2006, di -0,314 nel 2014 e di -0,257 nel 2022.

Da questi valori si desume come non ci sia una correlazione significativa tra pendenza e accrescimenti in nessuno degli anni caratteristici considerati.

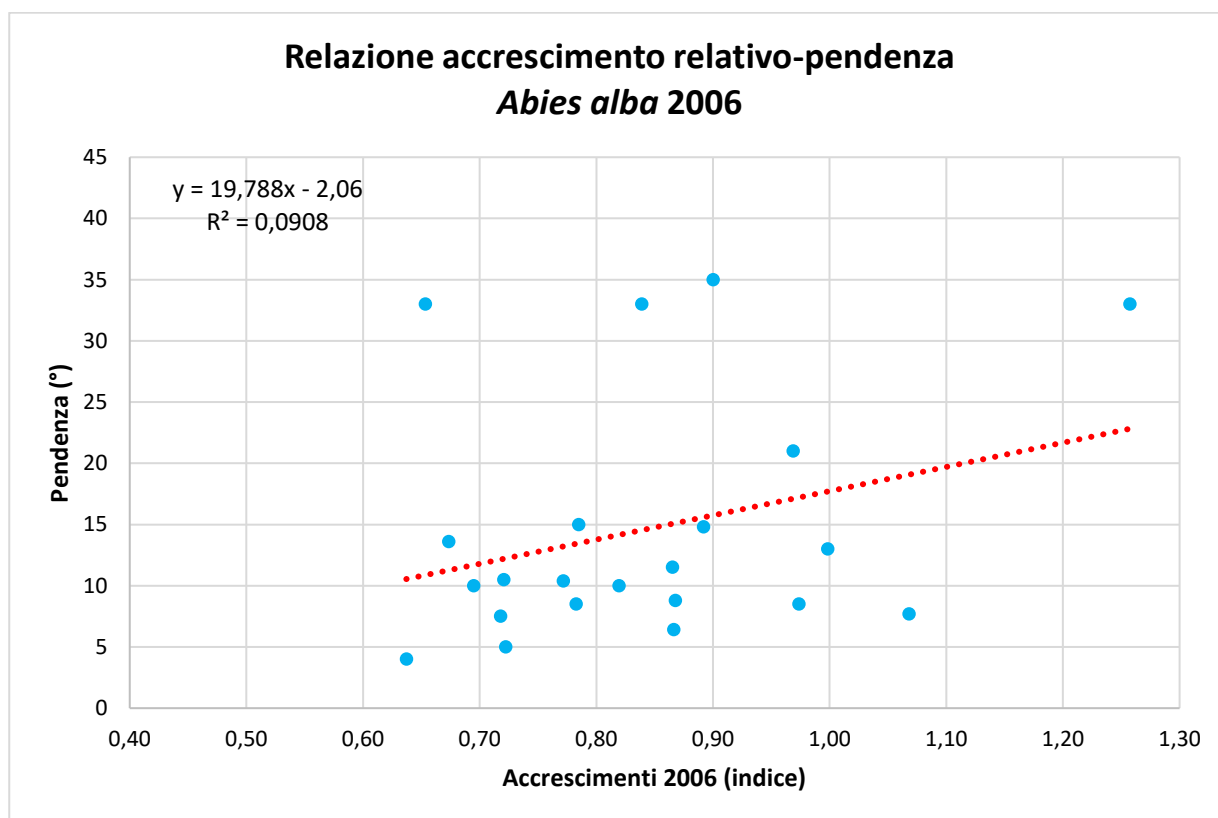


Grafico 5.17 Correlazione fra pendenza e accrescimenti dell'abete bianco nel 2006

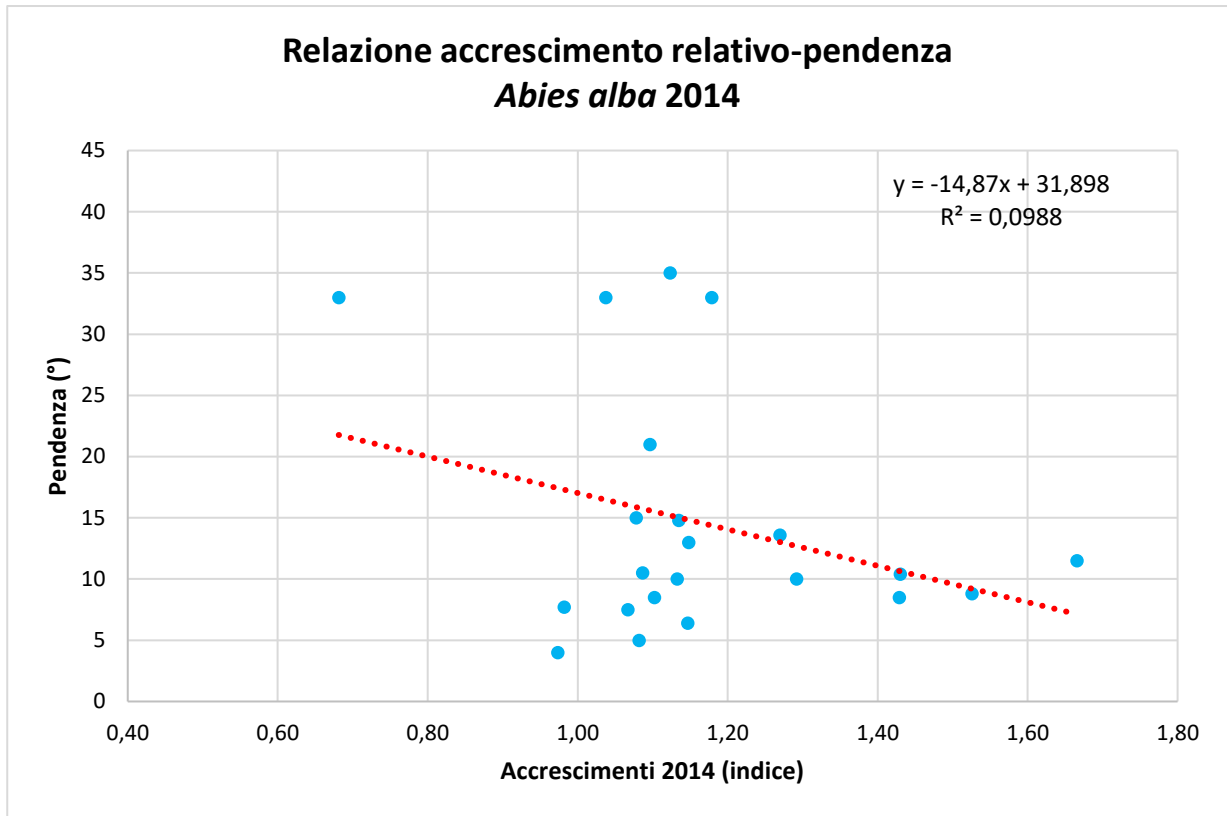


Grafico 5.18 Correlazione fra pendenza e accrescimenti dell'abete bianco nel 2014

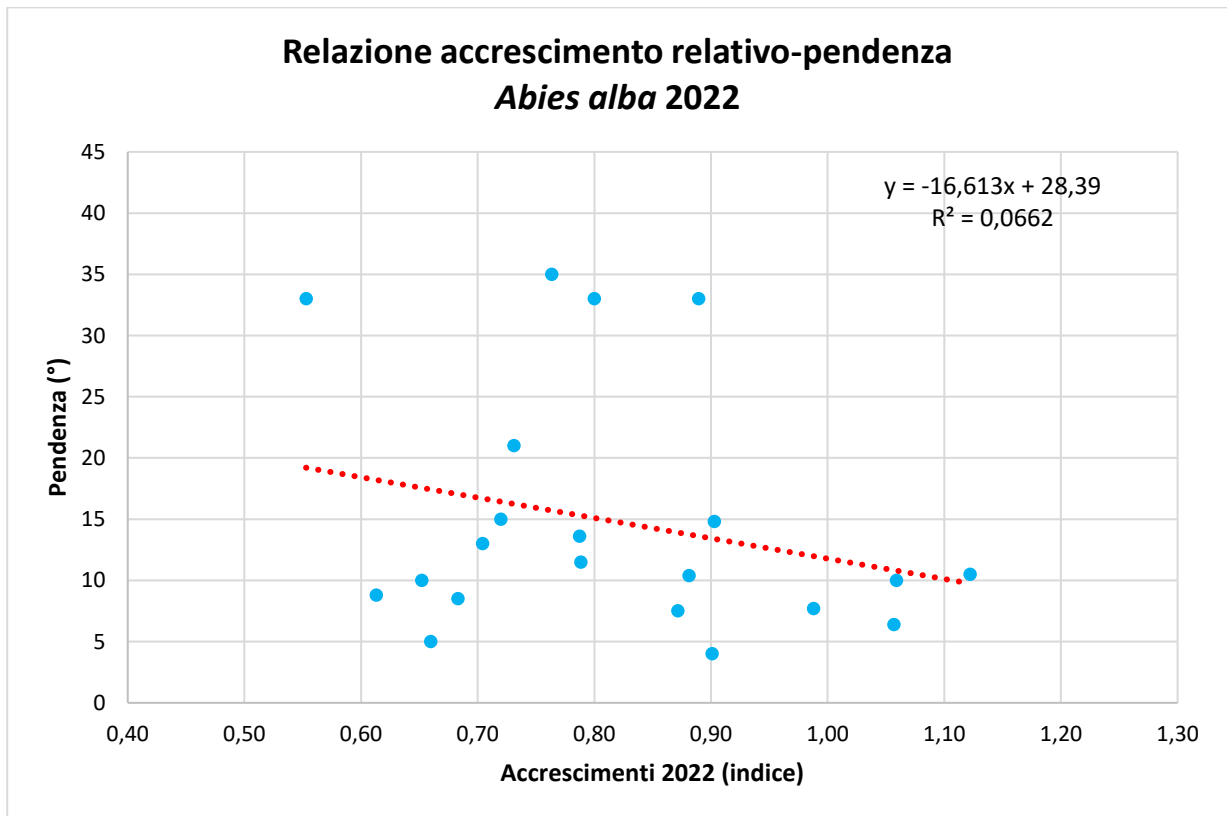


Grafico 5.19 Correlazione fra pendenza e accrescimenti dell'abete bianco nel 2022

## Abete rosso

L'abete rosso presenta un valore di correlazione fra la pendenza e gli accrescimenti di 0,174 nel 2006, di -0,261 nel 2014 e di -0,074 nel 2022.

Da questi valori si deduce come non sussista una correlazione significativa tra pendenza e accrescimenti in nessuno degli anni caratteristici considerati.

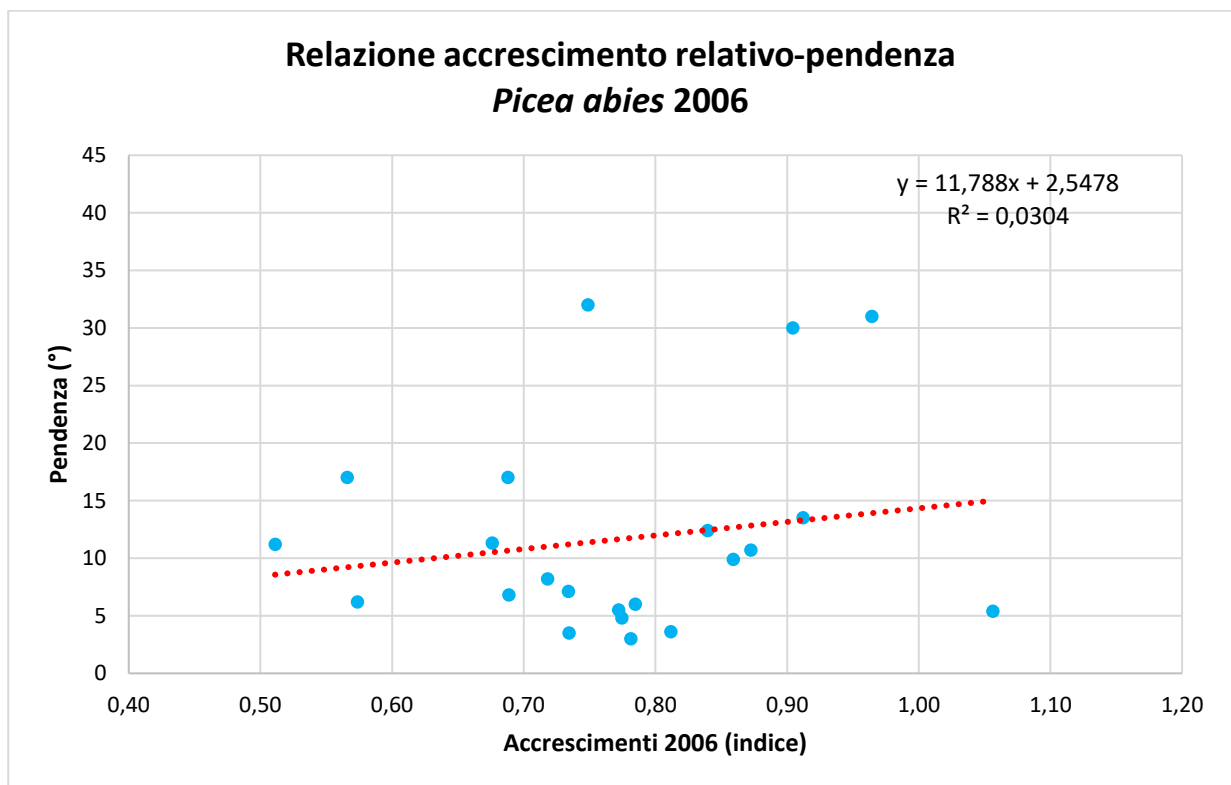


Grafico 5.20 Correlazione fra pendenza e accrescimenti dell'abete rosso nel 2006



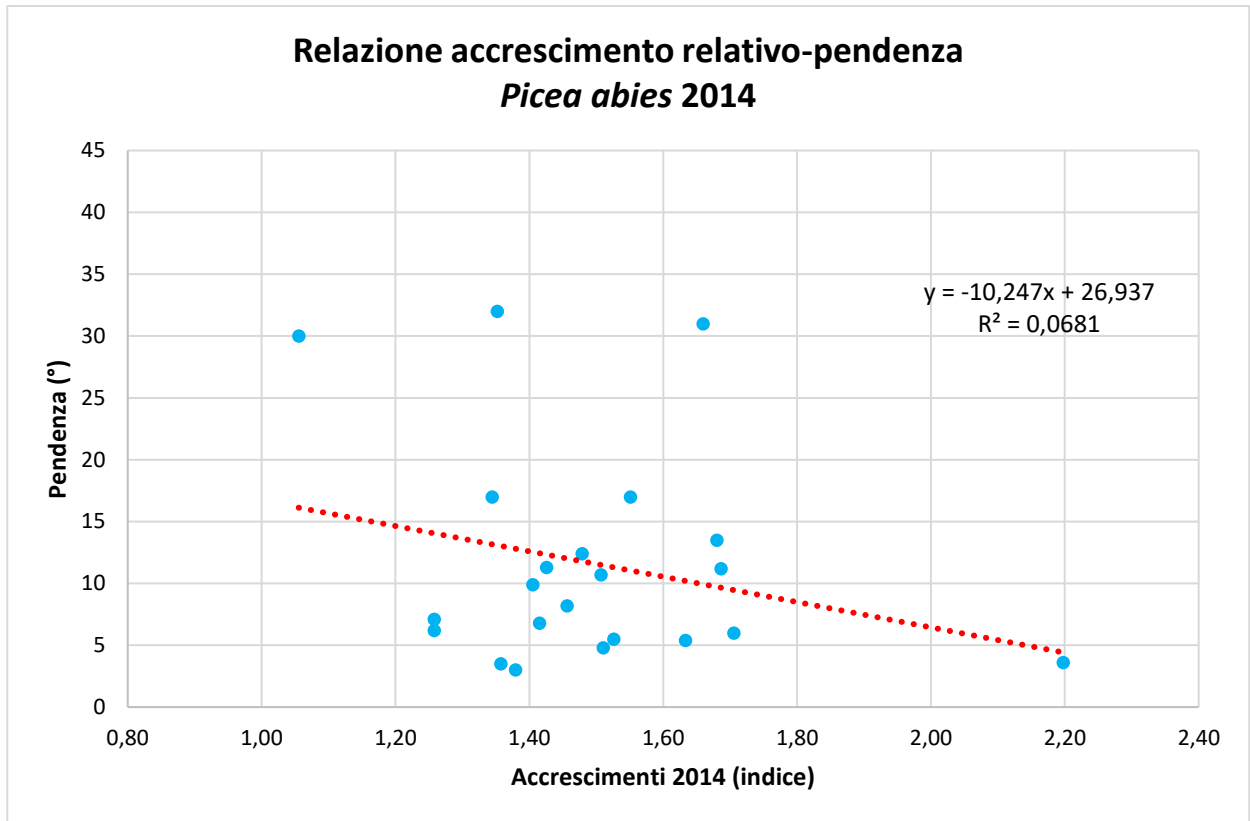


Grafico 5.21 Correlazione fra pendenza e accrescimenti dell'abete rosso nel 2014

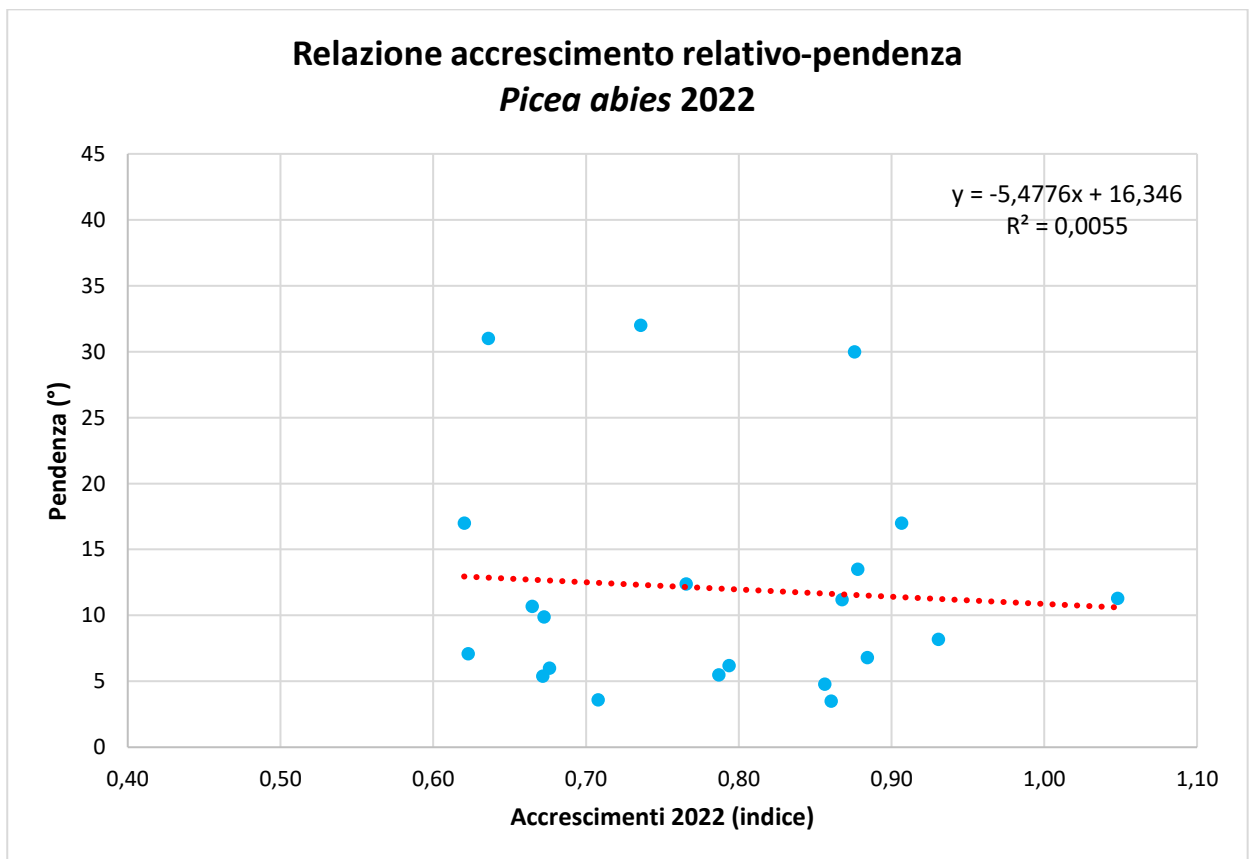


Grafico 5.22 Correlazione fra pendenza e accrescimenti dell'abete rosso nel 2022

## 6. DISCUSSIONE

Lo studio si proponeva di effettuare un'analisi dendrocronologica per valutare l'effetto del clima e della competizione sulla crescita delle piante di abete bianco e abete rosso, al fine di intuire quali possibili sviluppi possano subire i boschi di conifere del nord Italia in futuro.

Dall'analisi sulla descrizione delle età, è emerso che all'interno del popolamento, l'abete bianco conta dunque delle piante in media più vecchie rispetto all'abete rosso.

Si consideri comunque che, ai fini dendrocronologici, le piante sono state individuate sulla base di caratteristiche di diametro e dimensioni ottimali per consentire di ottenere delle carote di legno adeguatamente lunghe in grado di fornire importanti informazioni sugli eventi del passato. Tuttavia, questa scelta ha riguardato indistintamente la ricerca di individui di entrambe le specie; quindi, molto probabilmente l'età media reale delle due specie nel popolamento potrebbe essere leggermente differente, ma presumibilmente la specie con individui più vecchi si confermerebbe comunque essere l'abete bianco. E' da segnalare che il sito di campionamento si trova nei pressi del cosiddetto "percorso dei Giganti del bosco" in riferimento ad un'insolita concentrazione di abeti bianchi di enormi dimensioni, uno su tutti il leggendario e mitologico "Avez del Prinzipe", schiantatosi solo di recente.

Confrontando le colonne delle età dalla più piccola alla più grande nel grafico (5.1), si ha la conferma visiva di quanto sopra descritto.

A supporto di quanto detto pocanzi appare evidente che il popolamento di abete rosso risulti essere in media più giovane rispetto a quello di abete bianco e allo stesso tempo presenti un range di età più ristretto e meno variabile rispetto a quest'ultimo.

Queste caratteristiche potrebbero essere indicative del fatto che la rinnovazione di abete rosso si sia insediata all'interno del popolamento di abete bianco più recentemente, forse a seguito di alcuni tagli per utilizzazioni, oppure, nelle aperture causate dall'esplosione di ordigni bellici e di colpi di artiglieria che hanno pesantemente interessato la zona degli Altipiani cimbri dal 1915 al 1918, causando notevoli devastazioni.

Dal confronto ottenuto attraverso la sovrapposizione delle curve medie standardizzate di entrambe le specie si evince come il trend di crescita sia abbastanza simile salvo alcuni picchi negativi e positivi dove il comportamento di entrambe è risultato differente sotto alcuni aspetti.

Considerando anche la mancanza di dati meteorologici in alcuni anni interessanti come 1962, il 1963 e il 1974 ed alcuni picchi che non hanno trovato una reale e concreta corrispondenza con la situazione meteorologica locale, nonché la possibile e probabile influenza di altri fattori esterni abiotici e biotici, come ad esempio attacchi parassitari, tagli e utilizzazioni, incendi, schianti da vento e danni provocati da animali selvatici; in linea di massima, è possibile affermare che entrambe le specie entrino in sofferenza in estati estremamente secche come nel 1945, nel 2006 e nel 2022, dove sembra che le temperature massime al di sopra della media stagionale svolgano un ruolo altrettanto limitante ma forse non così incisivo come le precipitazioni.

Tuttavia, l'abete rosso sembra più soggetto a reagire in maniera più marcata di fronte a riduzioni o aumenti estremi di piovosità nel corso dei mesi estivi e alle temperature, in particolare quelle di luglio, come si vede nel caso dei recenti ultimi anni ed in particolare nel 2014 dove, in seguito ad una piovosità estiva estremamente più elevata rispetto alla media stagionale, l'abete rosso presenta un picco positivo quasi doppio rispetto a quello dell'abete bianco.

E' possibile anche dedurre che l'abete bianco sia in grado di sopportare periodi prolungati di più anni caratterizzati da temperature estive più calde della media in maniera migliore rispetto all'abete rosso, che invece tende ad entrare in sofferenza riducendo gli accrescimenti in maniera abbastanza marcata, come si può vedere dal periodo 2006-2012, dove un aumento delle temperature, è seguito da un aumento molto moderato delle precipitazioni.

Questa maggiore resilienza dell'abete bianco nel lungo periodo potrebbe essere influenzata positivamente dal suo apparato radicale fittonante molto profondo, che permette di raggiungere e stoccare le riserve idriche per più tempo e in maniera più efficace rispetto all'abete rosso, il quale sviluppa tipicamente un apparato radicale più superficiale (Larcher 1995 ).

Dai dati risultanti dall'analisi statistica sulla correlazione è emersa la reale esistenza di una correlazione fra andamento delle precipitazioni e delle temperature massime estive e l'accrescimento delle due specie.

In particolare, sia la crescita dell'abete bianco, sia quella dell'abete rosso sono risultate positivamente correlate all'aumento delle precipitazioni nei mesi estivi di giugno e luglio e allo stesso tempo sono risultate negativamente correlate alle temperature massime nel medesimo periodo.

Per quanto concerne le precipitazioni, nonostante l'indice di correlazione calcolato per entrambe le specie abbia abbondantemente superato il limite di significatività di correlazione prestabilito, è stata riscontrata in media una maggiore correlazione positiva dell'abete rosso alle precipitazioni estive rispetto all'abete bianco e questo conferma anche le ipotesi formulate nell'analisi dei picchi di crescita precedentemente descritte.

L'accrescimento dell'abete rosso è inoltre risultato modicamente correlato alle precipitazioni di gennaio e soprattutto febbraio, le quali, sotto forma di precipitazioni nevose, consentono di fornire un adeguato apporto idrico alle

piante alla ripresa della stagione vegetativa (Rossi et al., 2007, 2009), promuovendo così un inizio anticipato della riattivazione cambiale e della crescita apicale ([www.annforsci.biomedcentral.com](http://www.annforsci.biomedcentral.com)).

L'abete bianco sembra invece non trarre un beneficio così evidente da questa situazione, con una correlazione alle precipitazioni primaverili ben al di sotto del limite di significatività.

Anche per quanto riguarda le temperature massime, l'abete bianco è risultato sensibilmente meno correlato negativamente all'aumento delle temperature massime estive rispetto all'abete rosso; il quale, di fronte ad un graduale aumento generalizzato delle temperature massime avutosi a partire dagli anni 80, come è chiaramente evidenziato dal grafico (5.9), rimarca chiaramente delle sofferenze visibili anche nel lungo periodo.

Fermo restando che il bosco oggetto di analisi cresca in un sito ideale per gli abeti, non trovandosi a quote troppo elevate né in un fondovalle, in un suolo abbastanza fertile e drenante; è stato svolto uno studio sulla correlazione che prende in considerazione anche le temperature minime dei mesi di marzo e aprile, svolto con lo scopo di verificare una possibile relazione fra le gelate tardive, con conseguente danneggiamento dei getti primaverili e l'accrescimento anulare delle due specie. In realtà, nonostante i valori di correlazione siano ben al di sotto della soglia di significatività e quindi non sia possibile individuarne un effetto conclamato, l'abete bianco sembra essere, con le dovute proporzioni, più sensibile a questo fenomeno.

Dall'analisi sugli effetti della competizione sugli incrementi degli ultimi dieci anni sono stati ottenuti dei risultati differenti fra le due specie oggetto di studio.

Nonostante il fatto non trascurabile che per entrambe le specie siano state campionate delle piante per lo più dominanti, quindi che idealmente hanno subito poca competizione negli ultimi decenni, l'abete rosso sembra subirne

maggiormente l'effetto rispetto all'abete bianco e questo è riscontrabile nella maggiore pendenza della linea di tendenza del grafico (5.16) rispetto al grafico (5.15).

Il valore di correlazione negativa fra l'indice di Hegyi e l'accrescimento dell'abete rosso è risultato infatti molto più forte (e statisticamente significativo) rispetto a quello dell'abete bianco.

Questi risultati possono trovare una spiegazione logica sul fatto che in media le piante di abete bianco presentino un'età e delle dimensioni maggiori rispetto a quelle di abete rosso, di certo insediatesi più di recente e quindi ipoteticamente più influenzate dall'effetto limitante della competizione da parte di piante più vecchie.

C'è anche da soppesare che l'abete bianco è considerata una specie sciafila, ossia più tollerante l'ombra e in grado di sopravvivere per lunghi periodi sotto la copertura fogliare di altre piante, rispetto all'abete rosso che invece viene considerata come una specie semi-eliofila ovvero più intollerante l'ombra e questo di certo può avere dei riscontri sulla sua maggiore sofferenza in situazioni di competizione prolungata. (Idžojtić, 2009).

Per quanto concerne l'analisi sulla correlazione fra la pendenza e gli accrescimenti, sono stati ottenuti dei risultati statisticamente non significativi e molto altalenanti fra di loro. L'ipotesi alla base di questa indagine, ossia che la pendenza potesse avere un'influenza sull'accrescimento delle piante in anni caratterizzati da particolari condizioni climatiche avverse o favorevoli non è confermata dai dati.

## **7. CONCLUSIONI**

L'analisi dendrocronologica svolta ha permesso di evidenziare quali fattori ambientali (clima e pendenza) e biotici (competizione) siano in grado di

influenzare positivamente e negativamente la crescita dell'abete bianco e dell'abete rosso nei boschi di conifere montani del nord-est Italia.

L'intero arco alpino, essendo ricco di ecosistemi sensibili, sta subendo tuttora in modo particolare gli effetti dei cambiamenti climatici in atto in Europa. Dallo studio dei modelli climatici regionali, si prevede per l'intero territorio alpino nazionale un incremento di 2°C della temperatura media annua nei prossimi 30 anni, al quale si accompagnerà un calo del 10% e uno scostamento stagionale delle precipitazioni, con maggiori e più prolungati periodi di siccità soprattutto in estate<sup>9</sup>.

Alla luce di queste previsioni e anche sulla base di quanto riscontrato nel corso di questo studio, appare evidente che entrambe le specie siano destinate a dover subire l'effetto conclamato dei cambiamenti climatici nel corso dei prossimi decenni.

Tuttavia, l'abete bianco sembra poter essere in grado di sopportare meglio queste conseguenze nel lungo periodo rispetto all'abete rosso.

Quest'ultimo, infatti, salvo qualche annata eccezionalmente positiva come il 2014, sembra sia già entrato in un periodo di inesorabile declino nel corso dell'ultimo ventennio e se nel mentre dei prossimi anni l'aumento generalizzato delle temperature non potrà più essere compensato con un regolare approvvigionamento idrico, la specie sembra essere destinata a ridurre gli accrescimenti e, nel lungo termine, ad essere sostituita da specie più termofile.

Al contempo, per ora gli accrescimenti dell'abete bianco, anch'esso indiscutibilmente abbastanza sofferente, sembrano un po' più stabili.

Attualmente l'abete rosso occupa il 60% della copertura forestale del Trentino, ([www.forestefauna.provincia.tn.it](http://www.forestefauna.provincia.tn.it)), nonché rappresenta la conifera più diffusa dei

---

<sup>9</sup> Le informazioni sono state tratte dalla relazione del Comitato Permanente della Conferenza delle Alpi a Galtür, dal titolo *Cambiamenti climatici nella Regione Alpina Conseguenze e Sfide*, Gugler GmbH Wien 2006

boschi di tutto l'arco alpino nazionale e una delle specie più importanti da un punto di vista selvicolturale a livello europeo.

Questa situazione appare dunque particolarmente preoccupante, perché il rischio è quello di dover fare i conti con una specie in sofferenza idrica e dunque più sensibile a patogeni come il bostrico. Da qui si possono innescare problemi di dissesto idrogeologico, nonché economici e selvicolturali. Dunque, è indiscutibilmente necessaria una maggiore attenzione a livello internazionale.

Di certo se non si riuscirà ad arginare concretamente il fenomeno dei cambiamenti climatici, si renderà sempre più necessario e al più presto prendere in considerazione un piano di conversione forestale verso specie più tolleranti nel lungo periodo.

A seguito del bagaglio di informazioni ottenuto dalla seguente tesi in dendrocronologia è possibile dunque affermare che l'abete bianco potrebbe concretamente rappresentare una valida specie sostitutiva all'abete rosso in tutto l'arco alpino, vista comunque la sua presenza già ben consolidata in alcune realtà montane e forestali territoriali, nonché la sua somiglianza morfologica all'abete rosso, che renderebbe meno drastica una possibile operazione di conversione forestale su larga scala anche da un punto di vista paesaggistico e ambientale rispetto all'introduzione di altre specie non autoctone.

Resta comunque il fatto che seppure potenzialmente efficace come operazione, non può essere considerata come una soluzione definitiva di adattamento al fenomeno dei cambiamenti climatici, che, se non contrastato rischierà seriamente di sconvolgere drasticamente l'equilibrio forestale, ecologico e paesaggistico mondiale nel corso dei prossimi secoli.



## SITOGRAFIA

- AceSap, Ecosistemi alpini e cambiamento ambientale in sito [https://acesap.fondazionemcr.it/acesap\\_species\\_detail.jsp?area=80&ID\\_LINK=112077&id\\_context=235327](https://acesap.fondazionemcr.it/acesap_species_detail.jsp?area=80&ID_LINK=112077&id_context=235327)
- Annali di scienze forestali in sito <https://annforsci.biomedcentral.com/articles/10.1007/s13595-012-0241-0>
- Fondazione Museo Civico di Rovereto alla pagina web:
- <https://www.fondazionemcr.it/dendrocronologia>
- Foreste e Fauna provincia di Trento in sito [https://forestefauna.provincia.tn.it/content/download/12560/228637/file/abete\\_rosso.pdf](https://forestefauna.provincia.tn.it/content/download/12560/228637/file/abete_rosso.pdf)
- Provincia Autonoma di Trento – Servizio Foreste e Servizio faunistico in pagina web: <https://forestefauna.provincia.tn.it/Foreste/Foreste-in-Trentino/Le-foreste-in-Trentino>
- Rivista online AboutPlants dal sito <https://www.aboutplants.eu/notizie/ecologia/abete-rosso-dalle-alpi-all-appennino-settentrionale#:~:text=L'abete%20rosso%20ha%20un,Fiemme%20il%2023%20giugno%202014>
- Universo Alpino dal sito <https://universoalpino.com/abete-rosso/#:~:text=Le%20radici%20di%20Abete%20Rosso,rallenta%2C%20C3%A8%20nor male%20incontrare%20piante>

## 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, Favre J. M, (1998) – Le genre abies en Italie: ècoloige gènèrale gestion sylviolle et ressources gènètiques. *Foret Mediterranèenne*, XIX, 2.
- Hegyi, Frank. (1974) A Simulation Model for Managing Jack-pine Stands. in Fries, J. (Ed.) *Growth Models for Tree and Stand Simulation*. Royal College of Forestry, Department of Forest Yield Research, Research Notes 30. Stockholm, Sweden. March 7, (2022)
- Idžojtić, M. *Dendrologija: list*. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, (2009).
- Larcher W (1995) *Ecologia vegetale fisiologica*. Springer, Berlino
- Mercurio Roberto, Ebook *Abete bianco. Selvicultura e restauro delle abetine* (2019)
- Nola Paola, (1990). Tesi di dottorato, Università degli studi di Pavia
- *Relazione del Comitato Permanente della Conferenza delle Alpi a Galtür, dal titolo Cambiamenti climatici nella Regione Alpina Conseguenze e Sfide*, Gugler GmbH Wien (2006)