



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di Agraria

**Corso di Laurea magistrale in**  
**SCIENZE E TECNOLOGIE DEI SISTEMI FORESTALI**  
(Classe di laurea LM-73)  
**CLASSE DELLE LAUREE IN SCIENZE E TECNOLOGIE  
FORESTALI E AMBIENTALI**

Materia tesi: Selvicoltura speciale

I rimboschimenti *Pinus nigra* in Toscana in prospettiva: verso  
una tavola di cubatura assortimentale

Relatore: Chiar.mo Prof. Fabio Salbitano  
Correlatore: Dr. Paolo Cantiani

Tesi di laurea di  
Giulia Rinaldini

Anno Accademico 2015-2016

*Ai miei genitori, Corrado e Paola  
che mi hanno permesso di seguire  
le mie passioni più grandi donandomi  
la possibilità di studiare ciò  
che mi ha sempre affascinata e Phantom.  
Grazie.*

# INDICE

<b>1. RIASSUNTO</b> .....	<b>pag. 1</b>
<b>2. ABSTRACT</b> .....	<b>pag. 2</b>
<b>3. PREMESSA</b> .....	<b>pag. 3</b>
<b>3a. Il pino nero</b> .....	<b>pag. 4</b>
- Distribuzione geografica.....	<b>pag. 4</b>
- Caratteri botanici.....	<b>pag. 5</b>
- Esigenze ecologiche.....	<b>pag. 8</b>
- Problemi fitopatologici.....	<b>pag. 8</b>
- Sistematica.....	<b>pag. 9</b>
- Importanza ed uso.....	<b>pag. 12</b>
<b>3b. I rimboschimenti di pino nero</b> .....	<b>pag. 12</b>
- Europa.....	<b>pag. 12</b>
- Italia.....	<b>pag. 13</b>
- Toscana.....	<b>pag. 13</b>
<b>3c. Regolamento regionale nelle pinete di <i>Pinus nigra</i></b> .....	<b>pag. 18</b>
- Il regolamento forestale della regione toscana.....	<b>pag. 18</b>
<b>4. OBIETTIVI DEL LAVORO</b> .....	<b>pag.20</b>
<b>5. MATERIALI E METODI</b> .....	<b>pag.20</b>

5a. Le tavole di cubatura.....	pag.20
5b. Il mercato del pino nero in Toscana.....	pag.25
5c. Area geografica di studio.....	pag.29
- Pratomagno .....	pag.29
- Amiata .....	pag.32
- Casentino.....	pag.34
5d. Strumenti di misura.....	pag.36
5e. Protocollo di rilievo.....	pag.41
6. RISULTATI.....	pag.44
7. CONCLUSIONI.....	pag.53
8. APPENDICE.....	pag.57
- Amiata .....	pag. 59
- Pratomagno.....	pag.
	65
9. BIBLIOGRAFIA.....	pag.71



## 1. RIASSUNTO

Autore: Rinaldini Giulia

Anno Accademico: 2015-2016

Titolo: I rimboschimenti *Pinus nigra* in Toscana in prospettiva: verso una tavola di cubatura assortimentale.

In Toscana, a partire dalla fine del diciannovesimo secolo fino al secondo dopoguerra furono realizzati moltissimi rimboschimenti di pino nero, tanto che ad oggi, in questa regione, le pinete di impianto a prevalenza di tale conifera coprono una superficie superiore ai 12000 ettari.

Tuttavia la gestione attiva di queste formazioni è generalmente episodica e limitata alle stazioni con maggior accessibilità a causa soprattutto del basso prezzo al quale il legname di tale conifera viene venduto.

In realtà dal pino nero si ricavano assortimenti interessanti e con un buon valore di vendita e proprio per questo motivo è stato messo a punto uno strumento che permetta al selvicoltore o all'utilizzatore di stimare la pineta non tanto in quantità di legname ricavabile da essa, quanto piuttosto in tipologia di materiale ottenibile dal taglio.

Ad oggi manca infatti uno strumento che permetta di effettuare stime di questo tipo per il pino nero, solitamente fatte a vista e basate molto sull'esperienza di chi la effettua.

Il lavoro ha previsto l'utilizzo di uno strumento, il relascopio CRITERION RD 1000, il quale ha consentito di effettuare tutti i rilievi degli alberi modello su alberi in piedi evitando così la fase di abbattimento e riducendo notevolmente i tempi e i costi dell'operazione.

## 2. ABSTRACT

Author: Rinaldini Giulia

Year: 2015-2016

Title: Perspectives on *Pinus nigra* forest plantations in Tuscany: towards an assortment table

In the main stream of protection forestry, since the end of the 19<sup>th</sup> century and especially after the World Wars, many afforestation programmes were started and realised by using plantation stock of *Pinus nigra* (Austrian pine).

Nowadays over 12,000 hectares of pinewoods are present in Tuscany according to the National Forest Inventory.

The presence or absence of an active management of these forest plantations is related to societal and economic factors. Generally, the pinewoods are managed just in sites having better accessibility. This is mainly due to the low economic value of Austrian pine timber.

However, in the last decades, a new economic interest is growing concerning some valuable timber assortments delivered by *Pinus nigra* stands.

Accordingly, an assortment table was developed aiming to a more accurate estimate of the timber products of the *Pinus nigra* forest plantations.

At present, the growing stock is generally estimated trusting on personal skills and experience in the forestry field.

The research work was carried out by using a new measurement device, the relascope CRITERION RD 1000. This relascope allowed to perform all measurements of model trees without cutting them and reducing time and cost of field campaigns.

*“Piantate alberi, perché ci danno due dei più importanti elementi per la nostra sopravvivenza: ossigeno e libri.”*

*Alan Whitney Brown*

### **3. PREMESSA**

La Toscana è una regione ricca di rimboschimenti di pino nero, la maggior parte dei quali realizzati a partire dalla fine del diciannovesimo secolo fino al secondo dopoguerra.

L'abbondanza di questi popolamenti è in particolar modo dovuta al fatto che, tra la fine del diciottesimo e la metà del diciannovesimo secolo, il territorio toscano fu interessato da una grave riduzione della superficie forestale e da un'intensa degradazione dei boschi, principalmente legata al fatto che in tutto il Granducato vi era piena libertà in materia forestale. Per tale motivo, con la prima legge forestale italiana, la n. 3917 del 20 giugno 1877, gli interventi di rimboschimento furono iscritti nella legislazione nazionale, al fine di garantire la consistenza dei suoli e regolare il corso delle acque.

Il pino nero venne impiegato in larga misura per la realizzazione di tali opere in quanto pianta frugale, particolarmente adatta alla funzione di specie pioniera delle stazioni montane appenniniche così che ad oggi, in Toscana, le pinete di impianto a prevalenza di pino nero coprono una superficie pari a 12357 ha (CIABATTI *et al.* 2009).

La gestione attiva di queste formazioni è tuttavia generalmente episodica e limitata soprattutto alle stazioni con maggior accessibilità dove è possibile adottare un grado di meccanizzazione più spinto. Infatti, se tali popolamenti sono attualmente importanti come testimonianza storica della selvicoltura appenninica e per la funzione "ricreativa" alla quale assolvono, il basso prezzo di vendita al quintale del legname di pino nero fa sì che manchino spesso interventi di gestione e utilizzazione. Tuttavia dal pino nero si ricavano assortimenti interessanti e con un buon valore di

vendita e proprio per questo motivo lo scopo del lavoro è stato quello di metter a punto uno strumento che permetta al selvicoltore o all'utilizzatore di stimare la pineta non tanto in quantità di legname ricavabile da essa, quanto piuttosto in tipologia di materiale ottenibile dal taglio. Ad oggi infatti manca uno strumento che consenta di effettuare una stima di tal genere per questa conifera e, laddove si voglia stimare la quantità e la tipologia di assortimenti ricavabili da un determinato popolamento di pino nero, ci si affida ad una stima del tutto visiva basata principalmente sull'esperienza di chi la effettua.

L'obiettivo principale è, quindi, valorizzare i boschi di una specie molto presente nel territorio regionale toscano e consentire di valutare la convenienza degli interventi selvicolturali di volta in volta, popolamento per popolamento e in base alla situazione del mercato al momento della stima, permettendo di realizzarne di più puntuali e adattate, caso per caso, alla tipologia di popolamento in esame.

### **3a. Il pino nero**

#### **- Distribuzione geografica**

La distribuzione passata del pino nero in Europa è difficile da ricostruire soprattutto a causa della difficoltà di rilievo di polline e carbone, elementi ampiamente utilizzati per ricostruire la distribuzione delle varie specie nel passato. Tuttavia, gli studi suggeriscono che grandi popolazioni di pino nero fossero già presenti durante il tardo Pleistocene e l'Olocene nel bacino del Mediterraneo nord-occidentale. Queste popolazioni sembrano aver subito poi una sostanziale diminuzione durante l'Olocene come conseguenza del riscaldamento climatico. Ciò ha portato all'attuale distribuzione piuttosto frammentata della specie che ad oggi si estende dal Nord-Africa occidentale fino all'Europa meridionale e all'Asia Minore. Il Pino nero copre attualmente più di 3,5 milioni di ettari e questo lo rende uno delle specie di conifere con più ampia distribuzione nei Balcani e in Asia Minore (da "European Atlas of Forest Tree Species").

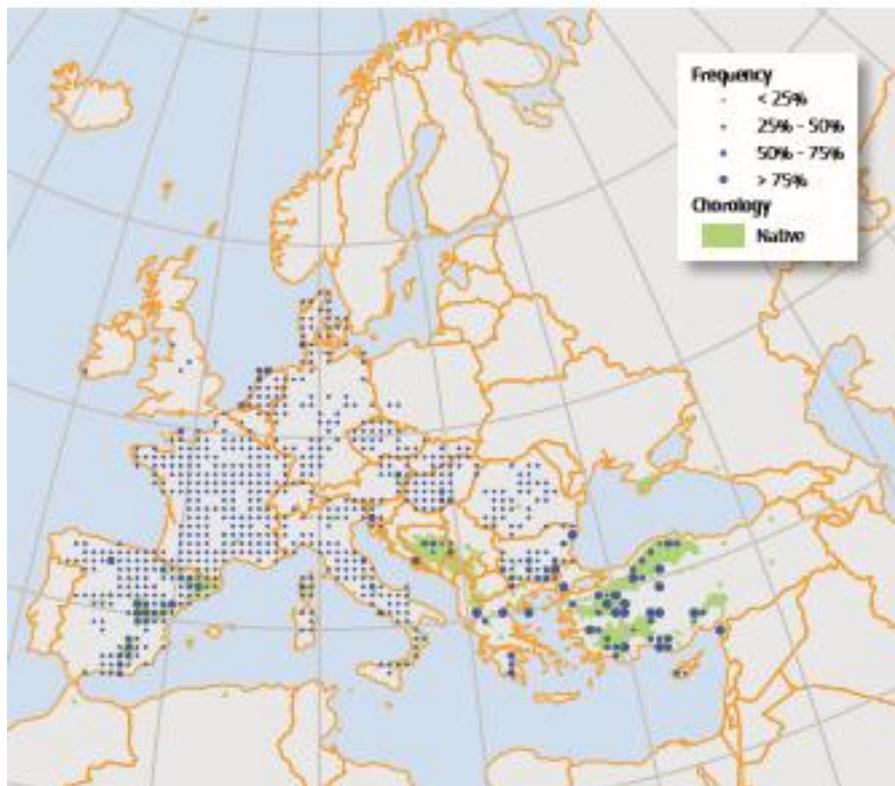


Figura 1. Distribuzione e mappa corologia semplificata per *Pinus nigra* (presa da European Atlas of Forest Tree Species)

### - Caratteri botanici

Il portamento del pino nero è arboreo. Alto e snello in gioventù, ha chioma inizialmente piramidale che diviene espansa ed irregolare con l'età e può essere mantenuta fino a terra in condizioni di scarsa densità. La pianta adulta può arrivare ai 15-35 m di altezza anche se il pino austriaco e il laricio possono raggiungere i 40 (50) m. Il diametro può arrivare sino al metro, anche se ne sono stati misurati di superiori in piante molto vecchie. Il pino nero laricio presenta fusti particolarmente dritti mentre nelle altre sottospecie il fusto è più rastremato e meno slanciato. Negli individui giovani la corteccia è di colore bruno grigiastro con un aspetto scaglioso, ma crescendo si screpola fino a fessurarsi in placche di colore chiaro nelle forme occidentali, più scure e con i margini neri nelle sottospecie centrali e orientali. L'aggettivo nero è dovuto al fatto che negli individui più vecchi i solchi interplacca, molto accentuati per le dimensioni, assumano tale colorazione.

Nella pianta giovane i rami sono in verticilli ben evidenti, in quella adulta orizzontali con la porzione terminale rivolta verso il basso nei pini anatolici e verso l'alto nel pino austriaco. Sono inoltre sottili in pino laricio, grossi e nodosi nell'austriaco.

Le gemme sono ovoidali, appuntite e resinose.

Gli aghi hanno guaina persistente e sono riuniti in fascetti di due. Lunghi (4) 8-16 (24) cm e spessi (1) 1,2-1,8 (2,1) cm sono di colore verde intenso o chiaro in base alla provenienza, con le due facce solcate da 12-14 linee stomatifere e i margini denticolati. Solitamente gli aghi sono dritti o leggermente incurvati anche se in pino laricio l'ago può avere più di una curvatura così da assumere un aspetto sinuoso, ma mai ritorto come in pino silvestre. Per quanto riguarda l'ipoderma meccanico, esiste un gradiente da ovest verso est: nel pino laricio se ne hanno 1-2 strati mentre in pino austriaco si hanno, sempre con gradiente da ovest verso est, da 2 a 5 strati. Questi, con funzione meccanica, determinano la rigidità degli aghi. Rispetto al pino austriaco gli aghi del pino laricio sono flessibili, appuntiti, ma poco pungenti e di colore più chiaro.

Il pino nero raggiunge la maturità intorno ai 15-20 anni anche se in popolamenti densi o in condizioni stagionali difficili, la fase giovanile può durare anche 40-50 anni. La fioritura avviene in primavera, da aprile ai primi di giugno in base alla stazione e all'esposizione. I microsporofilli, di colore giallo a maturità, sono portati alla base del ramo dell'anno e compaiono all'inizio della fase di allungamento del germoglio stesso.

I macrosporofilli, inizialmente di colore verde, virano al rosso a maturazione. Sono portati eretti a gruppi di 2-4 su un brevissimo peduncolo all'apice del ramo

dell'anno e compaiono quando si evidenzia la gemma apicale. Gli strobili maturano



Figura 2. Microsporofilli raggruppati alla base del ramo dell'anno

nell'autunno del secondo anno e cadono nella primavera successiva, per lo più dopo aver già disseminato, ma a volte ancora integri. A maturità sono conici, lunghi fino a 12 cm, di colore variabile dal giallo bruno al marrone chiaro. Le squame sono ben lignificate e l'unghia (parte nascosta della faccia superiore della squama) è tipicamente colorata di nero. L'apofisi è dorsale e termina con un umbone mucronato.



Figura 3. Strobili di pino nero

Contengono dei semi alati non dormienti lunghi circa 6–8 mm leggermente cuneiformi, compressi lateralmente e di colore variabile dal grigio bruno al grigio cenere. L'ala è lunga diverse volte il seme stesso. In media il peso di 1000 semi si aggira intorno ai 20-30 g e la fertilità è piuttosto alta.

I semenzali di pino nero hanno (5) 7-8 (10) cotiledoni sottili, lunghi 25-30 mm, glabri e privi di denticolatura che cadono nell'autunno del primo anno. Le foglie definitive compaiono nell'anno successivo. La radice della plantula è un fittone molto lungo dal quale si dipartono velocemente radici secondarie i cui apici sono solitamente ben micorrizzati da numerose specie fungine.

Nella pianta adulta l'apparato radicale è ampio e particolarmente robusto costituito da un fittone molto sviluppato e da grosse radici laterali che possono esplorare grandi quantità di terreno anche all'interno di cavità e fessure nelle rocce.

L'alburno è piuttosto ampio e di colore chiaro mentre il duramen è più scuro e molto resinoso. Gli anelli legnosi sono ben evidenti e regolari e i canali resiniferi, numerosi e larghi, sono presenti prevalentemente nel legno tardivo o di transizione.

La qualità del legno varia notevolmente fra le sottospecie, ma generalmente si tratta di un legno resinoso con buone proprietà meccaniche, ma di scarsa durata se non trattato. Quello in assoluto migliore proviene dal pino laricio mentre quello del pino austriaco si presenta molto nodoso (da “Botanica forestale” di Gellini R., Grossoni P. e da “Le piante del bosco: forme, vita e gestione” di Bernetti G.).

### - Esigenze ecologiche

E' in generale specie eliofila e frugale senza particolari esigenze nei riguardi della tessitura del suolo anche se la reazione chimica caratterizza abbastanza bene le diverse sottospecie, differenziando anche l'accrescimento e la qualità del legname. Il pino laricio si trova su suoli acidi, granitici o sabbiosi mentre quello austriaco e quello di Villetta Barrea hanno analogie edafiche, adattandosi bene a suoli calcarei o dolomitici pur tollerando anche suoli marnosi e argillosi compatti purché mai sommersi.

Vegeta male in condizioni di ombra e non si rinnova sotto denso strato arbustivo.

Per quanto riguarda l'optimum altitudinale, questo è compreso tra gli 800 e i 1500 m anche se il pino nero si ritrova dai 350 m in Italia sino ai 2200 m nelle montagne del Tauro.

Si tratta inoltre di una specie dalle caratteristiche pioniere, di sicuro effetto nei rimboschimenti, in grado di crescere sia in ambienti estremamente secchi che umidi con una notevole tolleranza alle variazioni di temperatura e per questo si trovano spesso pinete, anche estese, al di fuori dell'areale naturale (da “Botanica forestale” di Gellini R., Grossoni P.).

### - Problemi fitopatologici

La specie presenta buona resistenza all'aerosol marino e ai parassiti, almeno finché si trova nelle stazioni di indigenato. Tuttavia tale resistenza viene spesso meno in condizioni artificiali. Specialmente su



Figura 4. Nidi di *Thaumatopea pytocampa*

terreni calcarei le principali cause di danno alle pinete di pino nero sono rappresentate da larve di Lepidotteri. Fra questi la più conosciuta e appariscente è la processionaria (*Thaumatopea pytocampa*) del pino (Den. & Schiff.).

La lotta a tale parassita è obbligatoria, anche se forse più sensata all'epoca in cui si eseguivano i rimboschimenti in quanto risulta particolarmente dannoso solo nelle giovani piante. Altro lepidottero che può causare danni alla chioma e in particolar modo ingiallimenti, è l'*Hematoloma dorsatum* conosciuto come cercopide del pino.

Piante indebolite possono morire anche a causa dello scoltide *Tomicus minor*, xilofago in grado di attaccare anche piante sane che tuttavia difficilmente arrivano a morte.



Figura 5. Le femmine di *Tomicus minor* scavano una galleria a graffa mentre le gallerie larvali sono perpendicolari a quella materna e terminano nella cella pupale

Fra i funghi figura la ruggine vescicolosa del pino della quale comunque non si sono registrate eccessive epidemie. La pericolosità del parassita è rivelata dalla presenza del suo ospite secondario, il *Vincetoxicum officinale*, specie erbacea frequente sui suoli più aridi.

Tuttavia alla base del problema sono da ritenersi l'artificialità del sistema e i fenomeni di senescenza precoce, con tutta probabilità legati a mancanza di cure colturali, e aggravati dalla natura del substrato (Tiberi e Roversi, 2001).

## - Sistematica

La divisione interna dei pini neri è stata molto controversa (Gellini, 1968). Varie sono le classificazioni della specie, come quella proposta da Gaussen et al.(1993) in

Flora Europea, basata principalmente su caratteri morfologici. Tuttavia è attualmente molto in uso quella del Fukarek (1958). Quest'ultima segue basi prevalentemente geografiche pur distinguendo le entità più occidentali anche per gli aghi non rigidi dovuti ai pochi strati di cellule dell'ipoderma e agli strobili brevemente picciolati anziché sessili.

Secondo tale classificazione risulta una grande specie, quattro piccole specie e complessivamente quattordici sottospecie (Bernetti, 1995).

Allo stato attuale abbiamo:

- *Pinus clusiana*. E' la specie più occidentale, chiamata *Pinus nigra salzamanni* in Flora Europea. Caratterizzato da portamento leggermente contorto (Debazac, 1963), non raggiunge grandi sviluppi in altezza e si distingue molto bene dalle altre specie. Comprende due sottospecie *Arbez* e *Miller*, di difficile distinzione (Arbez e Miller, 1971). Si trova in popolazioni molto frammentate, spesso in ambienti sopramediterranei;

- *Pinus laricio* occupa la parte centro-meridionale dell'areale (Corsica, Sicilia e Calabria) e mantiene la stessa denominazione anche nella classificazione di Flora Europea. Ben distinto dalle altre specie, è separato nelle due sottospecie *corsicana* e *calabrica*;

- *Pinus nigricans* e *Pinus pallasiana* non sono ben distinti fra loro nonostante la grande diffusione in areali non piccoli (Arbez e Miller, 1971). Tuttavia *P. n. nigricans* corrisponde a *P. n. subs. nigra* e a *P.n. subs pallasiana* riconosciute in Flora Europea. Il primo è diffuso nell'Italia centrale (Abruzzo) e nord-orientale (Friuli), nell'Austria sud-orientale e nella penisola balcanica, l'altro lungo le coste della Dalmazia. La parte più orientale dell'areale è invece occupata da *P.n. subs. pallasiana* che caratterizza numerosi boschi della Crimea, dell'Anatolia e dell'isola di Cipro e per il quale anche Flora Europea mantiene la stessa denominazione;

- il pino di Villetta Barrea, conosciuto anche come *P.italica*, è un'entità intermedia tra *P. nigricans* e *P. laricio*, ma con una maggiore affinità con il primo (Gellini, 1968; Giacobbe, 1933; Paci, Michelozzi e Vidrich, 1990).

Le entità indigene nel territorio italiano sono il pino nero d'Austria, il pino nero di Villetta Barrea e il pino nero laricio di Calabria spesso diffuse in aree non accorpate e ad altitudini differenti.

La distribuzione di *P. nigricans ssp.austriaca* comprende il Veneto, dove è limitato a 2000 ha nella media valle del Piave, e il Friuli dove invece è più diffuso. Qui occupa ben 17000 ha, la maggior parte dei quali in Valcellina (Pordenone) e nel ramo orientale del bacino del tagliamento (Valle del Fella) dove il luogo più tipico è il Canale di Resia (Stefanelli, 1967; Poldini, 1969; Paiero, 1981). Per quanto riguarda la distribuzione altimetrica, a parte una stazione costiera (Lignano) di dubbio indigenato, il pino austriaco si trova da 200 a 1500 m con boschi puri e, con maggiore frequenza, tra i 400 e i 1000 m. Le precipitazioni sono cospicue in tutta l'area: 1700-3200 mm annui con 300-400 mm estivi, ma a causa dei suoli sempre calcarei o dolomitici e poco evoluti, è difficile trovare boschi adulti con altezza media superiore a 20 m.

Per quanto riguarda la distribuzione del pino nero di Villetta Barrea (*P. nigricans ssp. italica*) come è stata indicata da Giacobbe (1933) comprende oltre ai boschi abruzzesi, quelli di maggior riferimento, anche quelli dell'alta Val di Sangro mentre il nucleo maggiore è situato vicino all'abitato di Villetta Barrea nel Parco Nazionale dell'Abruzzo. Tuttavia è presente, sebbene in misura minore, anche in Campania, Basilicata e Calabria sui monti di Orsomarso. L'altitudine varia da 1000 a 1350 m e le precipitazioni nella zona sono di 1400 mm annui con 110 mm estivi. Anche in questo caso i suoli derivano da dolomie e calcari e le piante più alte di 15 m sono rare.

Il pino laricio calabrese (*P. laricio ssp.calabrica*) si distingue su tre aree separate; la Sila (37000 ha), l'Aspromonte (3000 ha) e il versante settentrionale dell'Etna con le pinete di Linguaglossa estese per 3500 ha (Meschini e Longhi, 1955). In Calabria il pino laricio vegeta su suoli da granitici o da scistosi spesso profondi tra 900 e 1600 m. I popolamenti maturi possono superare i 30 m di altezza media (Castellani, 1970). Per quanto riguarda i popolamenti siciliani, il pino si ritrova ad altitudini comprese tra 1200 e 2000 m su suoli giovani di lave basaltiche che consentono sviluppi solo fino a 26 m di altezza media dei popolamenti (Cantiani, 1965). Le precipitazioni nell'area del pino laricio sono di 1400-1800 mm annui con 80-120 mm estivi sia in Calabria che sull'Etna.

Le entità di rilevante impiego internazionale sono *P.nigricans ssp.austriaca*, *P.laricio ssp. calabrica* e *ssp. corsicana* mentre le altre hanno importanza solo nei paesi di origine. (da "Selvicoltura speciale" di Giovanni Bernetti ).

### - **Importanza ed uso**

I tronchi di pino nero sono stati ampiamente utilizzati in passato per la costruzione navale. Data inoltre la sua flessibilità ecologica, è una delle specie vegetali più utilizzate nei rimboschimenti. È molto efficace per la colonizzazione di suoli degradati e le sue radici sono adatte per garantire rinforzo al suolo tanto che questa specie si è dimostrata efficace nel ridurre l'erosione del suolo e nella trattenuta delle frane. Si tratta inoltre di un legno durevole, ricco di resina e facile da lavorare. È particolarmente adatto per pavimentazioni interne tanto che il pavimento della State Opera House di Vienna è fatto interamente di pino nero. Nell'area mediterranea, è utilizzato non solo per la costruzione di porte, rivestimenti, scale e mobili, ma anche come legna da ardere, mentre la polpa viene sfruttata per la produzione di carta. Si tratta anche di una specie ampiamente utilizzata nei parchi o in aree urbane grazie alla sua tolleranza all'inquinamento (da "European Atlas of Forest Tree Species").

## **3b. I rimboschimenti di pino nero**

### - **Europa**

Il primo grande rimboschimento con pino nero fu quello della Bassa Austria eseguito nel '700 con estensione di nuclei originari già esistenti e spinto fino alla provincia di Bolzano; oggi le pinete della Bassa Austria raggiungono la superficie di 80000 ettari e costituiscono la più comune provenienza del seme di pino nero austriaco usata nei rimboschimenti europei (Debazac, 1971). Successivo fu il rimboschimento francese di Les Barres eseguito fra il 1815 e il 1821 con pino laricio di provenienza calabrese (Pardè e Turpin, 1959) mentre il pino austriaco venne largamente utilizzato come specie rustica anche per il rimboschimento di terreni calcarei difficili, sia sul Carso triestino (Hoffman, 1984) che sui monti della Provenza (Combes e Bartet, 1982) a partire dal 1860.

## - Italia

Il favore per il pino nero in Italia giunse sulla scia dell'esperienza di queste grandi opere ove esso dimostrò le sue doti di facile impiego e le sue prestazioni per una copertura sicura, rapida ed economica.

Il rimboschimento con le due sottospecie di pino nero (austriaco e Villetta Barrea) fu praticato dalla fine dell'800 al 1970 in tutte le regioni, soprattutto nell'area montuosa appenninica, tanto da poter ritenere la specie emblematica della bonifica montana. Con il rimboschimento si cercava di recuperare a bosco, nel più breve tempo possibile, tutte le zone eccessivamente sfruttate dall'attività agricola e pastorale. La scelta del pino fu fatta per svariati motivi quali la facilità di approvvigionamento del seme e dell'allevamento in vivaio, il fatto che, nella maggior parte dei casi, l'impianto a radice nuda non dava problemi di attecchimento, ma soprattutto l'ampia adattabilità a climi e suoli differenti, sicura garanzia di riuscita dell'intervento. Quest'ultimo presupposto era infatti fondamentale per soddisfare il primo obiettivo della Bonifica montana ossia quello di assicurare una copertura arborea al suolo (Amorini e Fabbio, 1992; Federici, 2005). Secondo un'indagine condotta da Gambi la maggior parte dei rimboschimenti italiani (più del 65%) furono effettuati nel ventennio 1952-1972, dopodiché l'opera di rimboschimento fu molto rallentata.

Per quanto riguardava l'utilizzo delle varie sottospecie, Pavari (1952) diede alcune direttive purtroppo non sempre seguite fedelmente per la difficoltà pratica di distinguere le diverse entità (Bernetti e altri, 1969; Bernetti, 1995), così che ad oggi l'attribuzione della provenienza delle pinete di origine artificiale non è facile a meno della presenza di documenti di archivio. Secondo tali disposizioni il pino austriaco era da utilizzarsi su suoli calcarei e stazioni fredde, quello di Villetta Barrea su suoli calcarei meno freddi mentre il pino laricio era adatto a suoli silicati meno degradati e a stazioni più temperate.

## - Toscana

Per quanto riguarda la Toscana, tra la fine del diciottesimo e la metà del diciannovesimo secolo questa fu interessata da una grave riduzione della superficie forestale e da un'intensa degradazione dei boschi. Verso la fine del diciannovesimo secolo, fu avviata una graduale azione di rimboschimento che raggiunse la massima intensità nel secondo dopoguerra del ventesimo secolo. Tale momento coincise anche con una forte diminuzione dello sfruttamento di gran parte dei boschi di proprietà privata e nel quale furono realizzati i rimboschimenti della Calvana (PO), Monticelli (PT), Comano (MS), Scopetone (AR), buona parte del territorio casentinese (AR) e le Cornate di Gerfalco (GR). Tuttavia la prima opera di rimboschimento su ampia scala è da ritenersi quella di Monte Morello presso Firenze, risalente al 1909 seguita da quelle del comprensorio dei torrenti Rigutino e Grosso a sud di Arezzo nel 1914 (da "La selvicoltura delle pinete della Toscana").

In base ai diversi strumenti di legge e finanziari susseguitesi nel tempo, i rimboschimenti toscani vennero realizzati da soggetti pubblici e da privati con finalità ed obiettivi differenti. Circa fino alla metà degli anni settanta, la finalità principale del rimboschimento riguardò la tutela e il riassetto idrogeologico del territorio, ma nel tempo a questa se ne affiancarono altre. Ad esempio, durante l'ultimo dopoguerra, l'attività di rimboschimento divenne fondamentale sia come fonte occupazionale che per il riassetto territoriale nelle zone montane e rurali. Più recentemente accanto a tali obiettivi si è valorizzato anche il ruolo paesaggistico dei boschi, quello ecologico, fino ad abbracciare i più delicati equilibri globali del cambiamento climatico e della conservazione della biodiversità.

In gran parte della Toscana tra la fine del settecento e la metà dell'ottocento si registrava, specialmente nelle zone montane, una situazione di diffuso dissesto idrogeologico connesso alla forte riduzione di superficie forestale e al degrado dei boschi. In tutto il territorio del Granducato vi era infatti piena libertà in materia forestale e solo con la legge n. 3917 del 20 giugno 1877, la prima legge forestale italiana, si iniziano a iscrivere nella legislazione nazionale gli interventi di rimboschimento, al fine di garantire la consistenza dei suoli e regolare il corso delle acque. La direzione delle opere di rimboschimento era affidata all'Ispettorato forestale sotto la vigilanza del Comitato forestale il quale, oltre ad avere il compito di

individuare i terreni dissodati o disboscati doveva provvedere al loro rimboschimento. Nel caso di terreni di proprietà dei Comuni il Governo provvedeva ai due quinti della spesa mentre per i terreni incolti privati il contributo si limitava alla somministrazione gratuita di semi e piantine, alla compilazione del progetto e alla direzione dei lavori.

Fu solo alla fine dell'Ottocento che altri settori iniziarono a prendere coscienza dell'importanza dei rimboschimenti prevedendo norme e procedure per l'esecuzione di tali opere in collegamento e coordinamento a opere idrauliche o di bonifica.

Nel 1923, con il RDL n. 3267, si giunse a un riordino della materia forestale con un più ampio spettro di misure circa i rimboschimenti. Tuttavia l'obiettivo restava quello di realizzare soprassuoli a carattere principalmente protettivo.

Solo con la grave crisi economica delle zone montane del secondo dopoguerra, pur rimanendo fisso l'obiettivo della difesa idrogeologica, si ebbe un ampliamento delle finalità della politica e dell'intervento forestale. Si aggiunsero infatti sia l'obiettivo di sostegno sociale che quello di sviluppo economico e con la legge n.911 del 1952 i contributi per le opere di rimboschimento vennero estesi anche a terreni non sottoposti a vincolo idrogeologico ed innalzati al 75%, principalmente al fine di alleviare la disoccupazione. In questo periodo la superficie imboschita fu quasi il triplo di quelle imboschite negli oltre 80 anni precedenti (1867-1950).

Con il DPR n.11 del 1972 la competenza in materia di rimboschimenti passò alle regioni e in Toscana, come d'altronde in molte altre regioni, per molto tempo non si registrarono nuovi provvedimenti e, fino alla delega della materia a Provincie e comunità montane avvenuta negli anni ottanta, sono rimaste in vigore le norme nazionali. Oggi, piuttosto che alla realizzazione di nuovi rimboschimenti, l'attenzione si è spostata sul miglioramento e sulla manutenzione dei precedenti.

Ad oggi i rimboschimenti di pino nero in Toscana occupano 12357 ha dei quali 3145 ha nella provincia di Firenze dove, prima della seconda guerra mondiale, venne utilizzato in purezza per realizzare il 50% degli impianti e in consociazione per un 20%. Anche le provincie di Siena e di Arezzo ospitano grandi rimboschimenti realizzati con questa specie tra il secondo dopoguerra e la metà degli anni settanta del secolo scorso, circa 2670 ha la prima e 2412 ha la seconda (da "I rimboschimenti in Toscana e la loro gestione").

Oggi non mancano pareri negativi riguardo a tali rimboschimenti, considerati da molti un errore per svariati motivi. Viene infatti sottolineata l'estraneità di tale conifera al nostro paesaggio, criticata la monospecificità degli impianti e messa in dubbio la sua capacità di migliorare il terreno, legata quest'ultima all'humus molto povero che si produce dagli aghi. Difatti gli unici aspetti positivi riconosciuti al pino nero sono quelli di interrompere l'erosione del suolo e di offrire i generici benefici di una copertura. Tuttavia non bisogna dimenticare che i motivi che portarono alla scelta di tale conifera per la realizzazione dei rimboschimenti furono proprio questi in quanto, sia i forestali che i politici dell'epoca ambivano all'immediato passaggio dalla pietraia nuda al bosco di alto fusto in tutti quei territori gravati da un forte dissesto.

Si tratta infatti, per la maggior parte, di soprassuoli pionieri che hanno sostanzialmente raggiunto l'obiettivo originario assicurando in tempi brevi una buona copertura vegetale e riducendo l'erosione anche in casi estremi come quelli in cui gli operai portavano a spalla un po' di terriccio per riempire le buche d'impianto a causa dell'eccessiva superficialità del suolo o della totale assenza di questo. Inoltre durante la fase d'impianto venivano spesso inserite alcune latifoglie, specialmente aceri e frassini, e soprattutto laddove sono state eseguite le cure colturali, queste si sono insediate bene e risultano idonee alla sostituzione della pineta.

In questi casi la scelta gestionale prioritaria, laddove ammissibile, dovrebbe essere quella di tendere ad una progressiva "rinaturalizzazione" dei soprassuoli artificiali, ove con questo termine si intende genericamente un approccio colturale tendente a favorire l'evoluzione verso formazioni forestali formate da specie naturalmente presenti nell'ambiente anche se, una definizione più completa di rinaturalizzazione fa riferimento alla capacità del sistema di aumentare autonomamente la propria complessità e biodiversità. (Nocentini 1995, Nocentini 2000).

Tale obiettivo è da raggiungersi tramite trattamenti selvicolturali appropriati mirati alla rinnovazione naturale, ma purtroppo, fatta eccezione per grandi proprietà private e aree di interesse sociale, tali soprassuoli sono stati spesso lasciati a sé stessi così che ad oggi ci troviamo spesso davanti a situazioni dove la mancanza di cure e diradamenti ha dato origine a fustaie a densità eccessiva con piante particolarmente filate e poco differenziate. Infatti nella maggior parte dei casi l'impianto delle pinete è stato effettuato a densità elevate così da garantire in breve tempo la copertura

forestale (De Philippis 1952). La densità di impianto in Appennino è stata, in media, di 2.500 piante ad ettaro a sesto regolare secondo modalità variabili rispetto alle caratteristiche della stazione e quasi sempre l'impianto è stato oggetto di risarcimenti per ovviare alle fallanze dei primi anni anche se in molti casi, nella preoccupazione di coprire presto il terreno, si è arrivati a impiegare più di 3000 piantine ad ettaro. Con il tempo tale densità e tipologia d'impianto si sono spesso rivelate causa di forti instabilità all'interno dei soprassuoli.

Inoltre gli sfolli previsti nello stadio di spessina sono mancati quasi ovunque e nelle pinete di proprietà pubblica le cure colturali nella fase di perticaia e di giovane fustaia si sono spesso limitate a interventi di spalcatura a fini antincendio e all'asportazione delle piante sottoposte, interventi assolutamente influenti nella



dinamica della competizione.

Figura 6. Rimboschimento di pino nero in Toscana

Nelle pinete di proprietà privata invece, è quasi la regola che i diradamenti siano stati totalmente disattesi principalmente a causa dello scarso valore economico degli assortimenti ritraibili da popolamenti giovani ed all'incertezza di attribuzione della competenza degli Enti preposti alla gestione avvenuta nel periodo susseguente al passaggio dallo Stato alle Regioni.

Va comunque detto che in moltissimi casi le pinete assolvono ancora in modo ottimale la funzione protettiva per la quale erano state concepite e localmente possono ottemperare anche ad ulteriori funzioni non meno importanti, quali la valenza di testimonianza storica della selvicoltura appenninica e, soprattutto nelle zone periurbane, la funzione ricreativa.

### **3c. Regolamento regionale nelle pinete di *Pinus nigra***

#### **- Il regolamento forestale della regione toscana**

All'interno del Regolamento Forestale della Regione Toscana (L.R.39/2000), possiamo trovare le norme relative alle pinete di pino nero nella sezione 3 del capo II, relativo alla disciplina dei tagli boschivi. All'interno di tale capo sono presenti più sezioni: la sezione I contiene le norme comuni a tutti i boschi quali epoca di taglio, modalità di esecuzione del taglio, allestimento ed esbosco dei prodotti, potature. Qui si legge come “i tagli dei boschi di alto fusto di cui alla sezione III sono soggetti ad autorizzazione fatta eccezione per i tagli di diradamento, eseguiti in conformità all'articolo 30, e per i tagli compresi in piani di gestione o dei tagli, approvati ed in corso di validità, per i quali è richiesta la dichiarazione”. All'interno dei boschi di alto fusto citati rientrano anche le pinete di pino nero.

Nella sezione III ritroviamo le norme relative alle fustaie elencate all'interno di nove articoli, dal n.29 al n.37.

Proprio nell'art. 29 viene data definizione delle fustaie e di quelle considerate coetanee, disetanee, pure o a prevalenza di una o più specie.

Nell'art. 30 vengono normati i tagli di diradamento e sfollo nelle fustaie coetanee specificando quali sono soggetti a sola dichiarazione e quali necessitano invece di autorizzazione.

Si legge inoltre come per le fustaie di douglasia, di pini di tutte le specie e di abete rosso sia consentita l'esecuzione di tagli di diradamento che comportino l'asportazione di un massimo del 40 per cento delle piante vive presenti.

L'art. 31 definisce i turni delle fustaie coetanee fissando a 40 anni quello minimo del pino nero.

L'art. 32 tratta dei tagli successivi specificando che “nelle fustaie coetanee è adottato, salvo diversa indicazione in sede di autorizzazione, il trattamento a tagli successivi, al fine di garantire la graduale sostituzione del soprassuolo maturo con la rinnovazione”. All'interno dei soprassuoli eccessivamente densi per la mancata attuazione di diradamenti nelle fasi giovanili, un taglio di preparazione o di diradamento deve precedere il taglio di sementazione così da favorire il migliore sviluppo delle chiome dei soggetti tra cui verranno scelte le portaseme con il successivo taglio di sementazione. Inoltre si specifica come il periodo intercorrente tra il primo taglio di sementazione ed il taglio finale di sgombero, il periodo di rinnovazione, sia variabile in base alla composizione del soprassuolo e dell'andamento della rinnovazione, ma si precisa che in ogni caso il taglio di sgombero può essere attuato solo quando la rinnovazione risulti ormai insediata e ben sviluppata e, nel caso in cui la rinnovazione venga danneggiata a seguito del taglio di sgombero, è prevista l'esecuzione di un rimboschimento delle lacune createsi.

Nell'art. 33 vengono trattati i tagli raso a buche o a strisce sempre all'interno di fustaie coetanee. Questi devono avere estensione inferiore ad 1 ettaro e devono essere distribuiti nello spazio al fine di evitare contiguità tra le tagliate prima di cinque anni.

L'art. 34 tratta dei tagli per la trasformazione del trattamento coetaneo in trattamento disetaneo specificando che questi sono ammessi nelle fustaie coetanee di qualunque

specie e che tale trasformazione sia da attuarsi con tagli di selezione che favoriscano la differenziazione della struttura verticale mediante.

A seguire, l'art. 35 e l'art. 36 riguardano rispettivamente il trattamento delle fustaie disetanee e il trattamento delle fustaie su ceduo.

Nel primo caso viene ammesso esclusivamente il taglio saltuario che deve regolare la densità del soprassuolo senza alterare la composizione specifica del bosco. L'art. 36 riporta che anche per le fustaie su ceduo si adotta, di norma, il trattamento previsto per le fustaie disetanee od irregolari.

Infine l'art. 37, l'ultimo della Sezione III, norma i tagli a raso nelle fustaie, autorizzati solo laddove ricorra almeno una delle condizioni riportate nel secondo comma del suddetto articolo.

Inoltre viene specificato come tali tagli non debbano avere estensione superiore a 3 ettari e debbano essere distribuiti nello spazio per di evitare contiguità tra le tagliate prima di cinque anni.

Sempre all'interno del Capo II del Regolamento sono presenti altre quattro sezioni. La sezione IV riguarda i tagli di manutenzione, la sezione V la pianificazione dei tagli, la sezione VI le opere connesse al taglio dei boschi distinguendo in particolare quelle permanenti da quelle temporanee, mentre la sezione VII riguarda la difesa fitosanitaria, la ricostituzione boschiva e il trattamento dei boschi in situazioni speciali.

## 4. OBIETTIVI DEL LAVORO

**Creare uno strumento che consenta all'utilizzatore forestale di approcciarsi alla pineta con un'ottica non più legata a quanto si ricava dal bosco in termini di quantità, ma piuttosto a cosa se ne può ricavare in termini di assortimenti.**

L'idea della tesi e della costruzione di una tavola assortimentale per il pino nero nasce dal fatto che ad oggi in Toscana vi sono numerose zone rimboschite con tale specie nelle quali viene fatto poco o nulla a livello di diradamenti e di interventi selvicolturali, principalmente a causa del basso valore commerciale della specie che spesso non giustifica i costi d'intervento. Inoltre molti di questi popolamenti hanno

superato il turno minimo previsto dalla legge per il taglio (L.R. 39/2000) e in molti casi i proprietari, specialmente se privati, vorrebbero procedere all'abbattimento.

Ragionando non più in termini quantitativi, bensì qualitativi, si potrà attribuire alle pinete un diverso valore a seconda della tipologia di piante presenti, ovvero di assortimenti ricavabili e della situazione del mercato al momento della stima, potendo magari dimostrare la sostenibilità e proficuità di interventi e tagli che in termini quantitativi risulterebbero sconvenienti.

## **5. MATERIALI E METODI**

### **5a. Le tavole di cubatura**

Le tavole di cubatura sono tabelle, costruite per singole specie arboree forestali o per gruppi di specie a valenza dendrometrica comune, che riportano i probabili valori del volume di singole piante in funzione di una o più variabili indipendenti da misurare in bosco. Si tratta dunque di strumenti estimativi in grado di fornire una stima precisa e accurata del volume della massa legnosa per interi soprassuoli boschivi mediante rilevamenti dendrometrici semplificati.

In Italia le tavole per la determinazione della massa legnosa sono state collezionate, fino almeno al 1982, da Castellani nel volume "Tavole stereometriche ed alsometriche per i boschi italiani". In seguito, in occasione della realizzazione del primo e del secondo inventario forestale nazionale, sono state predisposte delle tavole a valenza nazionale per tutte le specie, partendo da quelle raccolte nel volume di Castellani ed integrandole con misurazioni e rilievi eseguiti appositamente per tale scopo.

Queste tavole, a differenza di tutte le altre che hanno solitamente valenza locale, sono state le prime e le uniche ad aver valenza per l'intero territorio italiano.

Nel nostro Paese la base giuridica e finanziaria per l'esecuzione del primo Inventario Forestale Nazionale Italiano, quello del 1985 è stata fornita dalla legge Quadrifoglio del 1977 e dal relativo Piano Agricolo Nazionale. Successivamente furono realizzati altri inventari forestali in alcune Regioni. In seguito, all'inizio del 2003 hanno avuto inizio i rilievi per il secondo inventario forestale nazionale, l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di

Carbonio (INFC2005), che aveva tra i principali obiettivi la valutazione delle riserve di carbonio presenti negli ecosistemi forestali. Infine, la progettazione del terzo inventario forestale nazionale italiano, l'INFC 201, è iniziata nel 2012 anche se i rilievi veri e propri hanno avuto inizio nella primavera del 2013. Tra i principali obiettivi del terzo inventario italiano figurano l'aggiornamento delle stime ufficiali sull'estensione e la consistenza delle risorse forestali e ambientali e le variazioni intercorse nell'ultimo decennio.

Ad oggi esistono varie tipologie di tavole, ma le più frequenti sono quelle stereometriche le quali indicano il probabile volume di un albero in funzione del solo diametro o in funzione di diametro e altezza e dato che servono esclusivamente alla stima del volume di soprassuoli in piedi, è evidente che per diametro si intende quello a 1,30 m e per altezza quella totale fino alla vetta. L'impiego di tali tavole si fonda sul postulato empirico della dendrometria secondo cui alberi della stessa specie legnosa, della stessa classe di diametro e altezza, cresciuti in boschi di un territorio geografico più o meno vasto e sottoposti a una medesima forma di governo e trattamento, tendono ordinariamente a una forma tipica caratteristica. Possono essere suddivise in:

- *tavole stereometriche a una entrata*, che riportano il valore medio atteso della massa legnosa di un albero in funzione del solo diametro a petto d'uomo del fusto;
- *sistemi di tariffe*, che sono insiemi di tavole a una entrata differenziate in funzione delle caratteristiche ipsometriche del soprassuolo forestale da cubare. Vengono spesso utilizzate per rimediare ai problemi di accuratezza delle tavole ad una entrata;
- *tavole assortimentali*, che riportano, oltre al volume dendrometrico o cormometrico, il probabile volume di vari assortimenti mercantili;
- *tavole stereometriche a due entrate*, che riportano il valore medio atteso della massa legnosa di un albero in funzione sia del diametro a petto d'uomo che dell'altezza totale del fusto.

Le *tavole ad un'entrata*, a seconda dell'accuratezza, si suddividono in *tavole specializzate* ed in *tavole per l'assestamento forestale*. Le prime sono tavole da

utilizzarsi quando si mira ad una certa precisione, le altre sono tavole adatte a casi in cui si vuol ridurre i costi di cubatura anche a patto di accontentarsi di risultati piuttosto approssimativi e, dato il loro carattere convenzionale, possono essere costruite ricavando semplicemente i volumi da una tavola a doppia entrata considerata attendibile senza abbattere necessariamente alberi modello. In entrambi i casi tali tavole sono frutto di una doppia correlazione: quella stereometrica per la quale il volume è funzione del diametro, e quella ipsometrica secondo la quale anche l'altezza è funzione del diametro. La tavola è costituita da tre colonne:

- l'entrata, ossia la colonna dei diametri;
- la colonna dei volumi necessaria alla cubatura;
- la colonna delle altezze attraverso la quale verificare il campo di applicabilità della tavola. Quest'ultima risulta infatti utilizzabile solo qualora la curva ipsometrica del popolamento non si discosti troppo dalla sua correlazione ipsodiametrica.

Va comunque sottolineato come sebbene queste tavole forniscano valori spesso attendibili della massa legnosa complessiva di un'intera foresta, solitamente per compensazione tra le molte fonti di incertezza estimativa, commettano invece errori grossolani nella stima della massa di singole particelle forestali o, a maggior ragione, in quella di singole aree di saggio.

Tuttavia alla minore accuratezza nella cubatura fa riscontro, rispetto alle tavole a due entrate, una maggiore semplicità e minore onerosità di applicazione.

Inoltre, al fine di rimediare ai problemi di accuratezza di tali tavole, è possibile ricorrere alle *tariffe* o a *tavole ad un'entrata differenziate per classi di fertilità*. Le prime sono sistemi composti da un minimo di nove, dodici tavole caratterizzate ognuna da una determinata curva ipsometrica e costruite sulla base di volumi desunti da tavole a doppia entrata. La scelta della tariffa da applicare in un dato soprassuolo avviene appunto per confronto dell'intera curva ipsometrica del popolamento con gli andamenti ipsodiametrici delle tavole che la costituiscono, per cui l'applicazione di questo tipo di tavola richiede il calcolo preventivo del diametro medio del popolamento e la stima dell'altezza media. Tali sistemi di tavole sono dunque forniti di tabelle ausiliarie utili ad individuare la tavola da adottare per la cubatura. Le tavole

ad un'entrata differenziate per classi di fertilità si presentano invece come sistemi di tre o poche più tavole ad un'entrata differenziate in base alla fertilità, criterio stimabile attraverso l'altezza media del popolamento e con il quale operare la scelta della tavola da utilizzare. Si tratta di un tipo di sistema molto in uso per la cubatura di boschi di latifoglie dove qualsiasi altro metodo di cubatura rischia di risultare costoso ed aleatorio, data la difficoltà e la scarsa precisione nella misurazione delle altezze delle singole piante. Sono infatti particolarmente utilizzate per la cubatura di popolamenti di cerro e faggio nell'Italia meridionale.

In aggiunta le *tavole assortimentali* oltre al volume della pianta, che può essere dendrometrico o cormometrico, indicano in successive colonne il probabile volume di vari assortimenti mercantili. Tale specificazione risulta molto importante ai fini di stime di valore di un popolamento forestale anche se, per la costruzione di questa tipologia di tavole è sempre necessario un campione di alberi modello più numeroso rispetto alle normali tavole di cubatura, così da tener conto della maggior variabilità della ripartizione in assortimenti da albero ad albero.

Per quanto riguarda le *tavole a doppia entrata*, le prime ad avere avuto ampia diffusione e carattere di quasi ufficialità sono state quelle costruite a cavallo fra la fine dell'800 e l'inizio del '900 a cura degli istituti sperimentali forestali dei paesi di lingua tedesca. Ad oggi, in Italia le tavole a doppia entrata coprono quasi tutta la gamma delle specie che costituiscono boschi di alto fusto, ma hanno ciascuna validità limitata a determinate regioni o addirittura a singole foreste. Il primo tentativo di tavola a doppia entrata generale è rappresentato da quello di Di Tella per l'Abete bianco, la cui tavola fu costruita sulla base di oltre settemila alberi modello. Successivamente sono state realizzate quelle del primo Inventario Forestale Nazionale (1985) e a seguire quelle del secondo (2005). Sempre negli anni ottanta, sull'esempio di Di Tella, alcune regioni tra le quali l'Emilia Romagna si dotarono di un inventario regionale costruendo delle apposite tavole a valenza locale.

Questo tipo di tavole trae origine dal proposito di stabilire, per singole specie e per zone geografiche più o meno ampie, uno strumento di cubatura che risulti tanto preciso quanto di ampia applicabilità e si basano sulla correlazione a due variabili

indipendenti per cui il volume di una pianta è funzione sia del suo diametro che dell'altezza. Per l'applicazione è comunque necessario che il tipo di governo e il trattamento siano omogenei nella zona in esame.

Un problema abbastanza frequente nella stima del volume di un popolamento con questo tipo di tavole riguarda la loro applicabilità, comunque facilmente verificabile tramite confronto tra il volume fornito dalla tavola e quello ottenuto dalla cubatura di un campione del popolamento con un qualsiasi altro metodo, come ad esempio quello dell'albero modello. Tuttavia, un ulteriore controllo dovrebbe riguardare la distribuzione degli errori nelle varie classi diametriche in quanto la tavola risulta utilizzabile con sicurezza solo laddove questi risultino contenuti e accettabili nelle diverse classi.

Un breve accenno è da farsi anche riguardo alle *tavole alsometriche*, ugualmente conosciute come tavole di produzione.

Si tratta di tavole in grado di fornire il valore del probabile volume ad ettaro di un determinato popolamento a diverse età, facendo sempre riferimento a condizioni di densità normale, colma. Per tale motivo risultano particolarmente attendibili in giovani popolamenti artificiali e in cedui anche se non hanno funzioni di cubatura vera e propria, ma forniscono piuttosto stime abbastanza approssimative della massa potenziale del popolamento in esame. Risultano tuttavia utili nella programmazione di operazioni selvicolturali in quanto, oltre al volume, forniscono tutta una serie di altri parametri, come ad esempio area basimetrica, diametro ed altezza media del popolamento oltre a quella dominante e, in alcuni casi, perfino volume e numero di piante da asportarsi per diradamento. Vengono distinte per classi di fertilità e presentano come variabile indipendente l'età (da "Elementi di dendrometria" di La Marca O.).

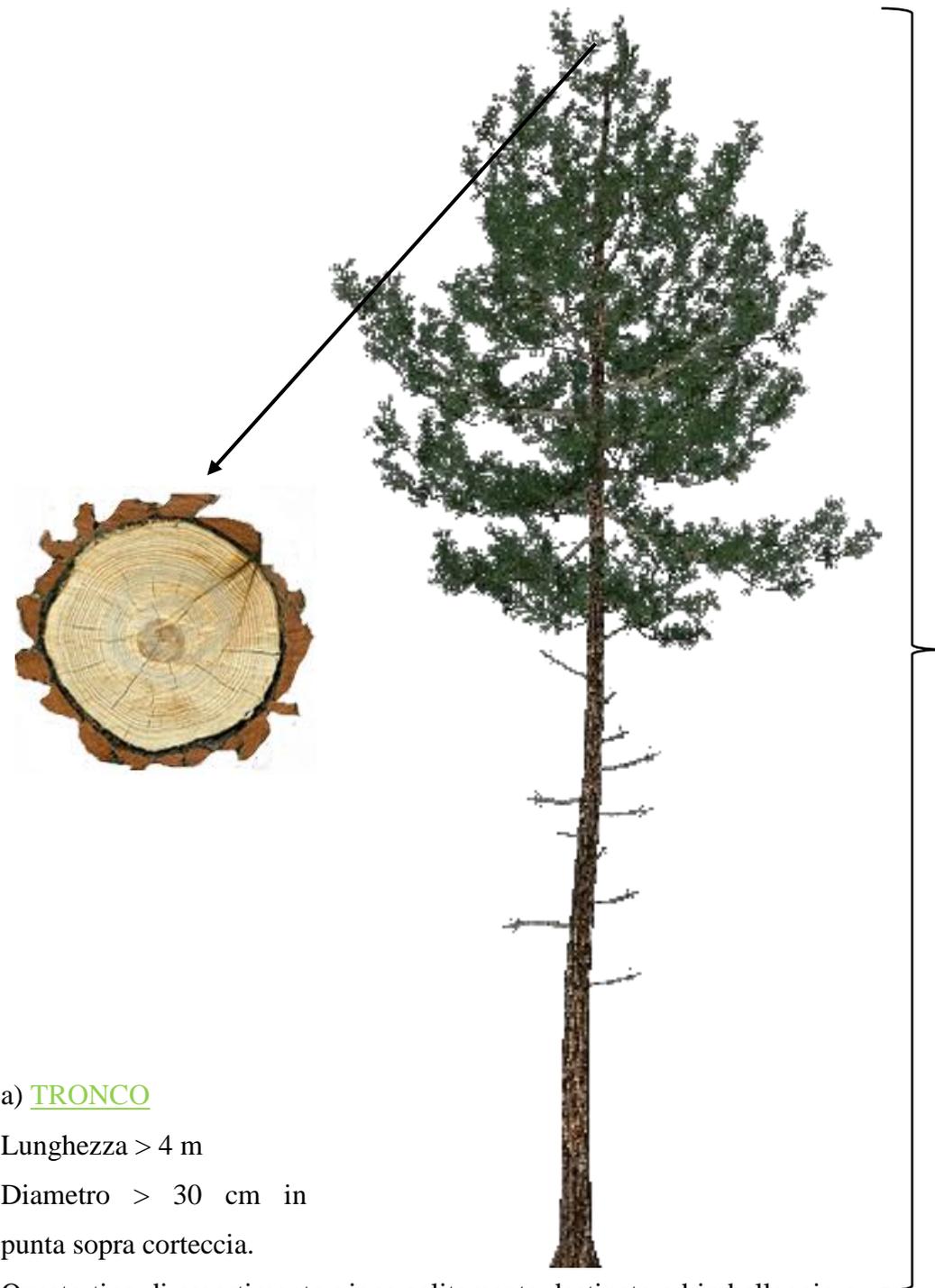
## **5b. Il mercato del pino nero in Toscana**

Per quanto riguarda il mercato del pino nero, risulta molto difficile trovare precise informazioni a riguardo, ma in generale sembra trattarsi di una specie che spunti dei prezzi di vendita al quintale piuttosto bassi.

Non risulta semplice reperire testi o documenti che trattino tale tema in maniera più o meno approfondita e dunque quindi è stata condotta un'indagine preliminare su quelli che sono gli assortimenti di pino nero maggiormente richiesti dal mercato e sui quali poter basare la costruzione della tavola assortimentale. L'indagine è stata svolta mediante interviste a persone direttamente coinvolte nel settore sia come utilizzatori, sia in qualità di gestori del bosco. Tutte le persone intervistate hanno confermato quanto detto in precedenza, ossia il fatto che si tratti di una tipologia di legna venduta a prezzi piuttosto bassi al quintale, ma hanno aggiunto che da essa si ricavano alcune tipologie di assortimento richieste e ben pagate, come ad esempio la "palafitta": palo di legno che viene infisso per lo più nel fondo o sulla riva di fiumi, lagune, paludi o talvolta anche sul terreno asciutto, al fine di sostenere abitazioni o costruzioni di altro tipo.

Quest'ultima informazione rappresenta esattamente il motivo per cui si è deciso di costruire una tavola degli assortimenti del pino nero: viene da sé che una pineta costituita da individui idonei a palafitta, se venduta a quintale spunterebbe prezzi molto bassi mentre, se cubata con una specifica tavola assortimentale tramite la quale ottenere una stima affidabile degli assortimenti ritraibili, risulterebbe avere tutt'altro valore.

Dalle informazioni ottenute tramite le interviste svolte, risulta che gli assortimenti di pino nero maggiormente richiesti siano classificabili in:



Ø > 30 cm sopra c

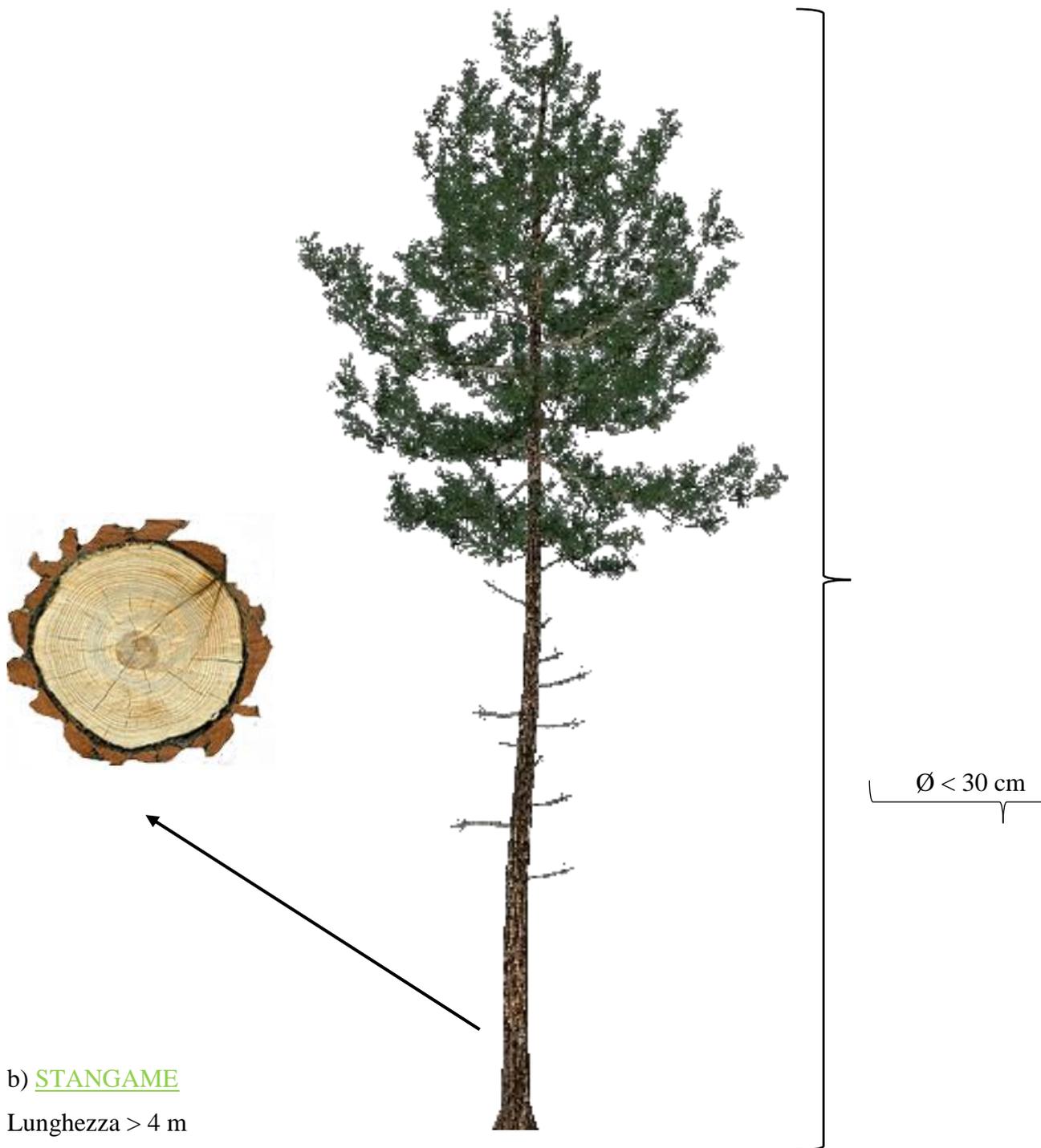
a) TRONCO

Lunghezza > 4 m

Diametro > 30 cm in  
punta sopra corteccia.

Questo tipo di assortimento viene solitamente destinato ad imballaggio e dunque alla segazione per ottenerne tavole.

Il prezzo di vendita è di circa 3 euro/qla al piazzale.



b) STANGAME

Lunghezza > 4 m

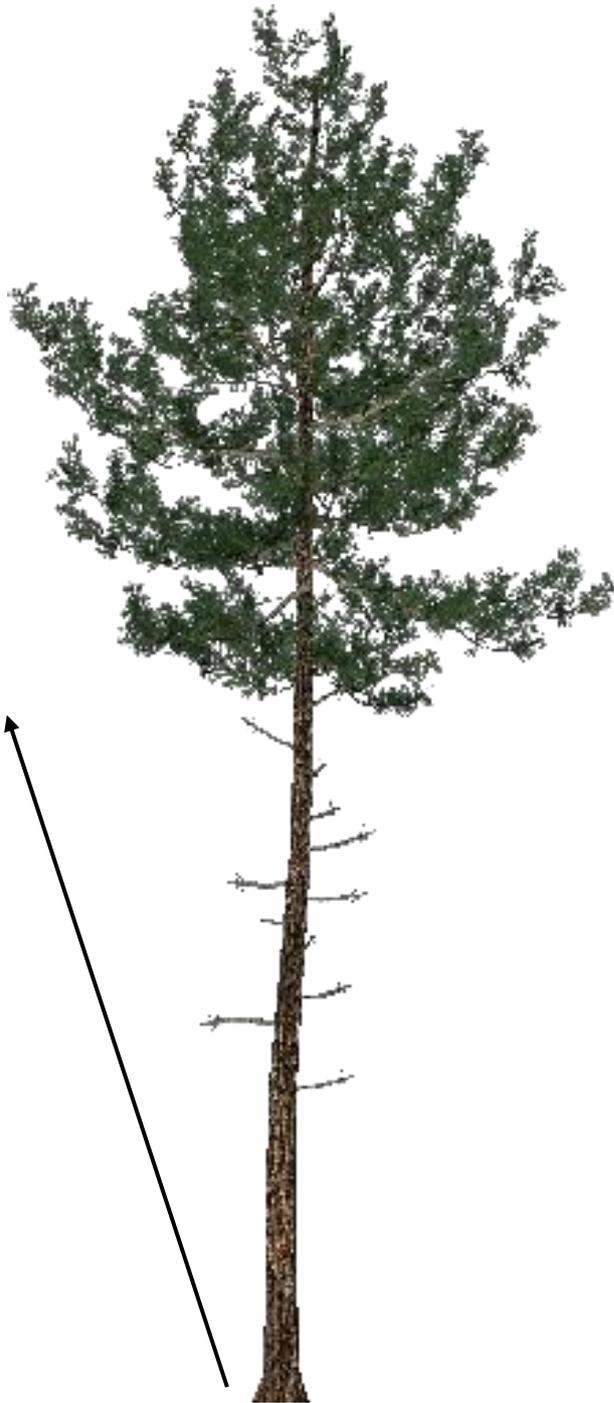
Diametro < 30 cm al calcio sopra corteccia (può arrivare anche a 10-12 cm)

Questo, a seconda della qualità e delle dimensioni, può essere destinato ad imballaggio o a palafitta, la quale può dunque essere considerata un sotto assortimento dello stangame.

Il prezzo di vendita è di circa 2,50 euro/qla al piazzale.



$18 \text{ cm} < \varnothing < 30 \text{ cm}$



$L \sim 5 - 5,40 \text{ m}$

b1) PALAFITTA

Lunghezza 5-5,40 m

$18 \text{ cm} < \text{diametro al piede} < 30 \text{ cm}$

Devono però essere perfettamente rettilinee e con la punta.

Vengono utilizzate in

ingegneria naturalistica come sostegno ad opere di consolidamento, o infissi in terreni invasi dalle acque o paludosi come fondazione a una costruzione muraria.

Ovviamente tutto ciò che è palafitta può essere utilizzato come stangame, ma non viceversa.

Risulta essere la tipologia di assortimento migliore anche in virtù del fatto che gli scarti di lavorazione possono essere nuovamente destinati a imballaggio.

Il prezzo di vendita è di circa 4 euro/qla al piazzale.

c) SCARTI DI LAVORAZIONE destinati a cippatura. Vi rientra tutto quello che non può essere sfruttato nelle altre categorie. E' sicuramente l'assortimento peggiore, pagato circa 1,60 euro/qlc in piazzale.

I prezzi indicati sono i prezzi medi attuali e derivano dalle offerte presentate alle aste dell'Unione dei Comuni Montani del Casentino.

### **5c. Area geografica di studio**

Per poter procedere alla costruzione della tavola assortimentale è stato necessario misurare un certo numero di alberi modello e, al fine di stabilire la dimensione del campione, ossia il numero di alberi modello necessari alla costruzione della tavola, è stato indispensabile effettuare un precampionamento.

Tutte le misurazioni, sia quelle relative al precampionamento che alla fase di campionamento vera e propria, sono state effettuate all'interno di aree sperimentali permanenti del CREA - Centro di Ricerca per la Selvicoltura di Arezzo con popolamenti di pino nero in cui tutte le piante risultavano già numerate e cavallettate. In particolare i rilievi sono stati effettuati all'interno di sei differenti aree: due di esse situate nella zona del Pratomagno valdarnese, due sul Monte Amiata e le due rimanenti nella zona del Casentino.

#### **- Pratomagno**

Da un punto di vista geologico, il massiccio del Pratomagno è un comprensorio montuoso lungo circa 30 km collocato nella parte orientale della Toscana, a ridosso della dorsale appenninica della quale segue l'andamento. Divide il Casentino dal Valdarno superiore ed è proprio nel versante valdarnese che si trovano le due aree di saggio.

Queste risultano ubicate nel comune di Loro Ciuffenna (AR), nelle vicinanze della località Anciolina.

La formazione geologica presente al loro interno è l'arenaria del Monte Falterona, roccia sedimentaria costituita da un'alternanza di arenarie gradate con siliti e argilliti.

Dal punto di vista chimico i suoli risultano privi di carbonato di calcio e la reazione è da estremamente a moderatamente acida.

Le aree campione del Pratomagno rientrano nel clima temperato freddo di De Philipphis con 4-8 mesi in cui la temperatura supera i 10°C, estate fresca e più o meno piovosa in cui le precipitazioni superano comunque i 150 mm.

La stazione termo pluviometrica più vicina alle aree di studio è quella di Villa Cogniola della quale si riporta il diagramma termo pluviometrico (Fig. 8).

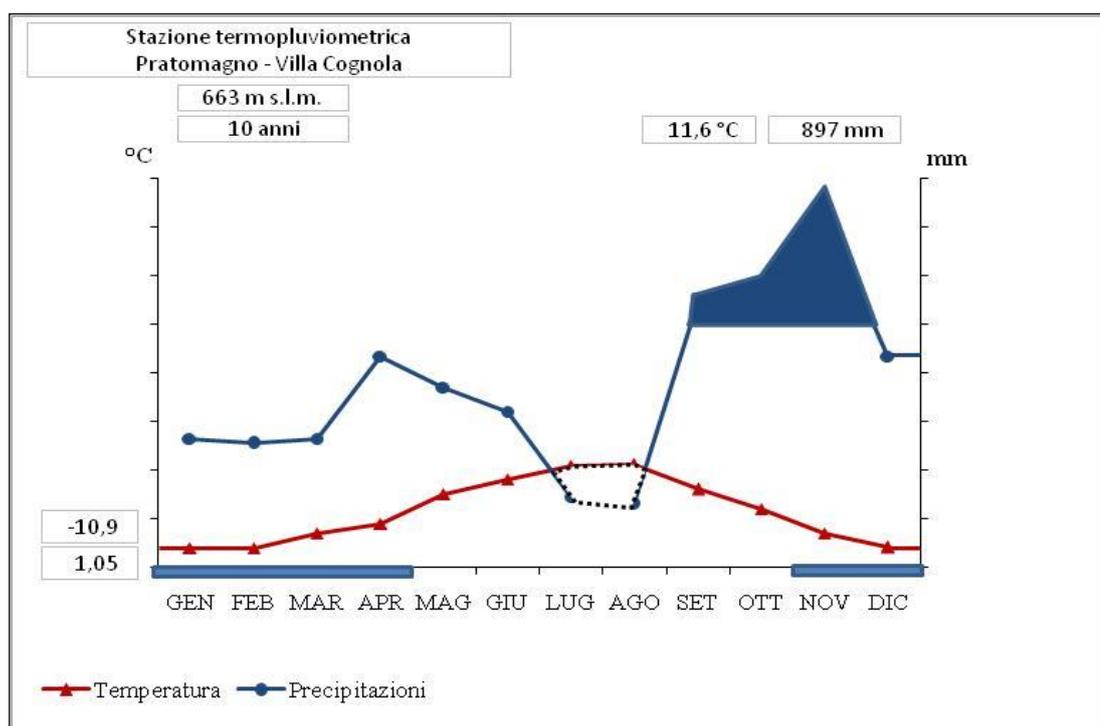


Figura 7. Diagramma climatico di Walter e Lieth per la stazione di Villa Cogniola

Dal punto di vista fitoclimatico, secondo la classificazione Pavari – De Philipphis, le aree rientrano nel Castanetum sottozona calda.

Qui, come del resto in tutta la zona del Pratomagno, l'opera di rimboschimento iniziò nel 1954 e si protrasse fino agli anni '80 offrendo occupazione a più di 100 operai che, fino almeno alla metà degli anni 60 svolsero a mano tutti i lavori di preparazione e di messa a dimora delle piantine. Il rimboschimento venne qui concepito con la prioritaria funzione di protezione idrogeologica ed anche le linee gestionali che si

sono susseguite nel tempo hanno sempre riflettuto e sono state coerenti con l'obiettivo di partenza.

Nei tratti più pendenti il rimboschimento fu eseguito a gradoni, mentre la sistemazione a buche fu riservata alle stazioni più favorevoli. Il sesto di impianto che venne adottato fu di 2x2 metri e, dopo le prime cure in concomitanza della fase giovanile, gli interventi si limitarono a una spalcatura e ad un moderato diradamento, spesso eseguito solo su parte dei soprassuoli, in relazione alla loro accessibilità.

In particolare per le zone oggetto di studio è stato possibile consultare il registro dei lavori di rimboschimento dal quale risulta che l'opera di rimboschimento venne realizzata tra il 1955 e il 1957. Prima della messa a dimora delle piantine vennero realizzati gradoni e buche per l'impianto con larghezza 40x40 e profondità di 50 cm, distanti mediamente 2 m le une dalle altre. Venne utilizzato principalmente pino laricio accompagnato in minor misura da abete bianco, acero montano e faggio.

Dopo dieci anni dall'impianto la zona fu oggetto di ripuliture, ma già dopo un anno venne sottoposta a risarcimenti di pino laricio seguiti, a distanza di sette anni, da ulteriori risarcimenti di pino nero e carpino nero che interessarono tuttavia solo parte dell'area in questione. Fino almeno a metà degli anni '60 tutti i lavori di preparazione e messa a dimora vennero fatti a mano.

Tutto il materiale da rimboschimento proveniva da diversi vivai e veniva tenuto ad acclimatare in zona prima dell'impianto.



Figura 8. Prima area campione zona Pratomagno località Anciolina

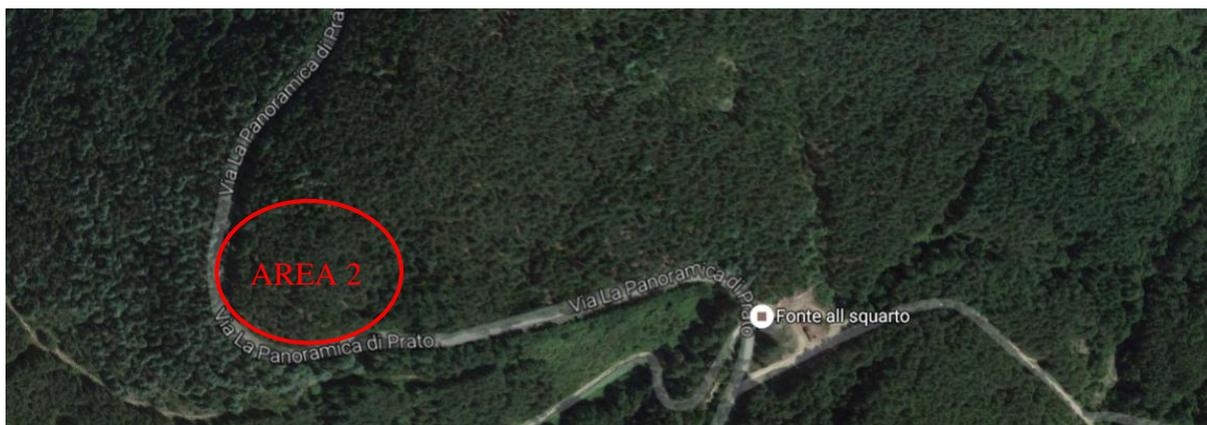


Figura 9. Seconda area campione zona Pratomagno località Anciolina “LA BAITA”

### - **Amiata**

Anche sul Monte Amiata sono presenti due aree di studio.

La prima si trova vicino a Vivo d’Orcia e per l’esattezza ricade nel comune di Castiglion d’Orcia (SI), nei pressi della località Laghi.

Da un punto di vista geologico si trova nell’Unità delle Argille a Palombini, litofacies calcareo marnosa, complesso litologico formato di argille fissili, siltose e marnose con sporadiche intercalazioni di calcari.

Si trova lungo un versante esposto a nord est con pendenza variabile da debole a forte nel quale non sono presenti particolari affioramenti rocciosi.

Dal punto di vista chimico i suoli risultano per lo più calcarei con una reazione moderatamente alcalina.

La seconda area di studio presente in zona si trova nei pressi di Abbadia S. Salvatore, un piccolo comune della provincia di Siena, in Toscana. Più precisamente è situata in prossimità del podere loc. Biagiotti, un nucleo di case tra la strada di collegamento Abbadia San Salvatore -Vivo d’ Orcia e la strada provinciale 18 che scende verso Bagni San Filippo.

La proprietà all’interno della quale si trova la zona oggetto di studio, compresa in una fascia altimetrica che va dai 900 ai 950 m s.l.m con una pendenza variabile tra il 5% nelle zone più vicine alla strada e più accessibili, fino al 15-20%, è privata ed è stata rimboschita con pino nero laricio nel 1969.

Da un punto di vista geologico, l'area di studio si trova nell'alto bacino del Torrente Pagliola dove affiorano argilliti e l'arenaria di Pietraforte. Sono tuttavia presenti corpi detritici relativi ad antiche frane staccatesi dal margine delle vulcaniti.



Figura 10. Terza area campione zona Amiata località Laghi



Figura 11. Quarta area campione zona Amiata località Abbazia S. Salvatore

Per quanto riguarda il clima, le aree rientrano nel clima temperato freddo della classificazione di De Philipphis, con 4-8 mesi con temperatura media superiore ai 10°C, estati fresche e con piovosità maggiore a 150 mm.

Per la zona, la stazione termo pluviometrica più vicina alle aree di studio è quella di Abbazia San Salvatore della quale si riporta il diagramma termo pluviometrico (Fig. 13).

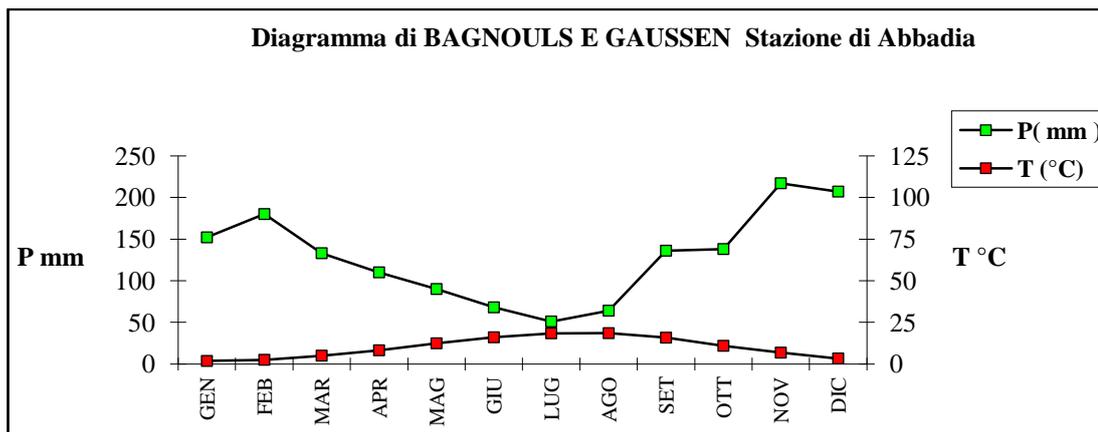


Figura 12. Diagramma climatico di Walter e Lieth per la stazione di Abbadia San Salvatore

Per quanto riguarda la classificazione Pavari – De Philipphis, le aree rientrano nella zona fitoclimatica del Castanetum, sottozona calda senza siccità estiva e in misura minore nella sottozona fredda.

Inizialmente concepiti come opera pubblica, fino agli anni settanta sul Monte Amiata fu lo Stato ad occuparsi dei rimboschimenti tramite soprattutto i Consorzi di Bonifica e il Corpo Forestale dello Stato che si occuparono dell'impianto e delle prime cure colturali, tramite contributi totali o parziali. La gestione dei soprassuoli rimboschiti passò poi alle Regioni nel 1972 e negli anni '80 agli Enti locali come Province e Comunità Montane (Cantiani 2012).

La forte attività di rimboschimento nel M. Amiata fu legata in particolare al tentativo di dirottare la crisi del settore minerario verso impieghi dai costi contenuti e socialmente utili e, ad oggi, la zona vanta in totale più di 4600 ha di rimboschimenti, la maggior parte dei quali realizzati nel periodo compreso tra il 1965 e il 1974.

### - Casentino

Entrambe le aree campione del Casentino si trovano all'interno del comune di Talla. La prima è situata nei pressi di località Paretole mentre l'altra in località Palmoline e rientrano entrambe nel Patrimonio Agricolo Forestale della Regione Toscana.

La prima area è esposta a sud, ad un'altitudine compresa tra i 762 m e i 901 m s.l.m. La seconda è invece situata tra gli 882 e i 1151 m s.l.m. con esposizione sud-est.

Per quanto riguarda i dati climatici, anche in questo caso la stazione termopluviometrica di riferimento è quella di Villa Cogniola (Fig. 8) e si può dunque far riferimento alle informazioni riportate per la zona del Pratomagno.. Il regime pluviometrico è di tipo submontano appenninico con valore massimo assoluto in autunno e minimo assoluto nel mese di agosto.

In entrambe le aree casentinesi, la pendenza varia tra il 30% e il 50% e da un punto di vista litologico il substrato presente è l'Arenaria Macigno, una formazione turbiditica costituita da depositi arenacei all'interno della quale si trovano intercalazioni di corpi lenticolari, con assetto caotico, formati da argilliti, arenarie e calcareniti. Dalla matrice geologica derivano suoli acidi, ricchi di potassio e poveri di calcare (D.R.E.Am 2007).

Per quanto riguarda l'età dei soprassuoli presenti questa è compresa e variabile tra i 40 e i 60 anni.

Anche in queste aree il rimboschimento fu fatto sia a buche che a gradoni, generalmente sempre con lavorazioni manuali.



Figura 13. Quinta area campione zona Casentino località Paretole



Figura 13. Sesta area campione zona Casentino località Palmoline

## 5d. Strumenti di misura

Per quanto riguarda le misurazioni dei vari alberi modello, queste sono state effettuate mediante l'uso di un relascopio elettronico, strumento che rappresenta l'evoluzione più recente degli apparecchi per la misura indiretta del diametro.

Il modello di relascopio impiegato è il CRITERION RD 1000, un relascopio in grado di restituire dati in tempo reale.

Si tratta di uno strumento facilmente utilizzabile con una mano sola e comodo da trasportare sia in quanto munito di apposita tracolla, sia grazie alle ridotte dimensioni (7 cm x 5 cm x 16,5 cm) e al peso contenuto (500 g).

E' in grado di lavorare a temperature comprese tra i -30°C e i + 60°C e in due diversi sistemi di misura, quello metrico decimale (Metric) e quello inglese (Imperial).

Per misure di precisione è dotato di un treppiede sul quale può essere facilmente montato e pure di un mirino di ingrandimento.

E' dotato di due display: un display esterno sul corpo dello strumento e un display interno integrato al mirino di puntamento.

Inoltre, se si utilizza lo strumento in condizioni di scarsa luminosità ambientale, è possibile attivare, disattivare o regolare la retroilluminazione del display LCD esterno in ogni momento, per una migliore lettura dei dati.

Questo strumento offre cinque diverse modalità di misura, tre delle quali generano risultati che possono essere direttamente inviati ad un registratore di dati esterno. In particolare, per quanto riguarda le funzioni relascopiche è in grado di eseguire le seguenti misure:

- MODALITA' BAF: utilizzando questa modalità, è possibile specificare un valore di BAF (Fattore di Area Basale) per stimare a vista se un albero ricade dentro (In) o fuori (Out) ad una determinata area;

- MODALITA' IN/OUT: questa modalità permette di determinare gli alberi "limite" utilizzando come riferimento il raggio dell'area di lavoro, precedentemente memorizzato nello strumento.

Per quanto riguarda le funzioni dendrometriche le modalità di misura sono le seguenti:

- MODALITA' DIAMETRO: utilizzando questa modalità, è possibile determinare il valore del diametro di un albero a qualunque altezza si desideri. I valori misurati possono essere inviati ad un registratore dati esterno. Il range di misura dei diametri è compreso tra i 5 cm e i 254 cm;



Figura 14. Esempio di misura di diametro attraverso la modalità DIAMETRO.

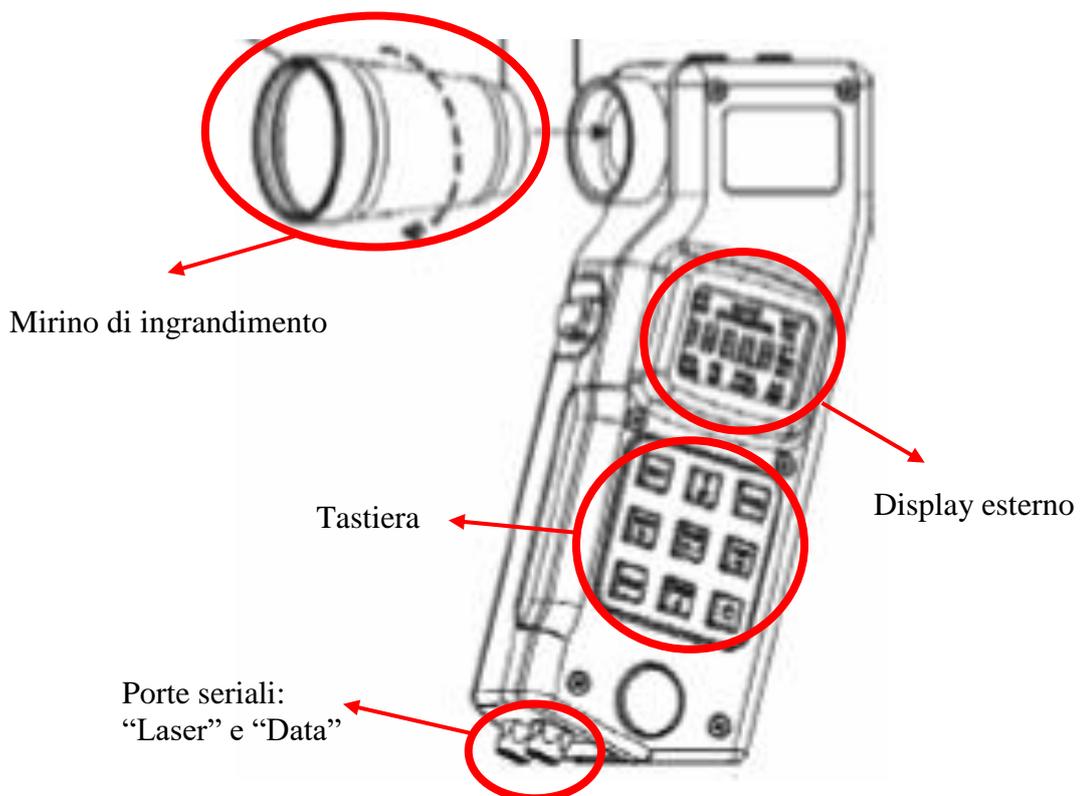
- MODALITA' HT/DIAMETRO: attraverso questa modalità è possibile determinare l'altezza alla quale uno specifico diametro viene raggiunto. I valori misurati possono essere inviati ad un registratore dati esterno.

- INCLINAZIONE: Visualizzata come pendenza percentuale (range  $\pm 90^\circ$ ). Anche in questo caso i valori misurati possono essere inviati ad un registratore dati esterno.

Per poter effettuare le misurazioni con questo tipo di apparecchio è tuttavia necessario inserire la distanza dall'albero che si sta misurando, operazione che può essere effettuata manualmente utilizzando la tastiera dello strumento dopo aver misurato la distanza con un distanziometro laser senza uscita dati o con una rotella metrica, oppure utilizzando un distanziometro laser in comunicazione con il relascopio. In questo studio è stato utilizzato un telemetro laser, il TRUPULSE

provvisto di uscita dati attraverso la quale inserire automaticamente la distanza nel relascopio utilizzando la procedura via porta seriale.

Lo strumento è infatti dotato di due porte seriali, utilizzate per comunicare con dispositivi esterni. La porta seriale “Laser” è dedicata all’interfacciamento del CRITERION RD1000 con un telemetro laser provvisto di uscita dati, mentre la porta seriale “Data” è dedicata al trasferimento dei dati misurati ad un registratore dati esterno.



Lo strumento contiene inoltre un clinometro interno che permette di misurare gli angoli verticali, utilizzati dal relascopio per determinare le distanze inclinate e le altezze. Tale clinometro permette di effettuare misure di  $\pm 90^\circ$ , con un range totale di  $360^\circ$  (le informazioni riportate provengono dal manuale d’istruzioni del Criterion RD1000).

L’utilizzo del CRITERION RD 1000 ha permesso di effettuare tutte le misurazione su alberi in piedi evitando così la fase di abbattimento e riducendo dunque i tempi e i costi dell’operazione.

Inoltre sempre attraverso l'utilizzo di tale strumento è stata misurata l'altezza di ogni pianta.



Al fine di valutare lo scarto esistente tra le misure effettuate con il relascopio e quelle effettuate con il cavalletto, sono stati messi a confronto i diametri di 176 alberi misurati dapprima con l'uno e poi con l'altro strumento.

Inoltre le differenze così ottenute sono state messe in relazione sia con la distanza dalla quale sono state effettuate le misurazioni con il relascopio rispetto alle piante misurate, sia con le altezze di quest'ultime al fine di capire se possa esistere qualche tipo di correlazione tra tali dati.

Figura 16. Relascopio elettronico CRITERION RD 1000

Lo strumento è stato messo a confronto con il cavalletto dendrometrico in modo tale da avere un'idea di quanto le misurazioni effettuate con i due diversi strumenti differiscano tra loro. Si è deciso di effettuare il confronto proprio con il cavalletto

perché si tratta dello strumento che viene comunemente utilizzato per la misurazione dei diametri in bosco e che, molto probabilmente, sarà in futuro impiegato anche per la misura dei diametri delle piante al fine dell'applicazione della tavola assortimentale oggetto dello studio.

In particolare è stato messo a confronto il diametro a petto d'uomo di 176 alberi misurati dapprima con il cavalletto e poi con il relascopio. Dalle misurazioni effettuate è risultato che il relascopio tende a sottostimare rispetto al cavalletto di circa 1,5 cm ( $\pm 2,06$ ).

Inoltre è stata messa in relazione, pianta per pianta, la differenza tra le due misure con la distanza dalla quale è stata effettuata quella con il relascopio al fine di capire se possa esistere una qualche relazione tra le due grandezze. Come si evince dal grafico 1, nel quale sono state riportate in ascissa le distanze dalle quali sono state effettuate le misure con il relascopio e in ordinata la differenza tra la misura effettuata con esso e quella effettuata con il cavalletto, non sembra esistere nessuna relazione precisa che leghi le due grandezze per cui la distanza dalla pianta non sembra influenzare in alcun modo l'esito della misurazione.

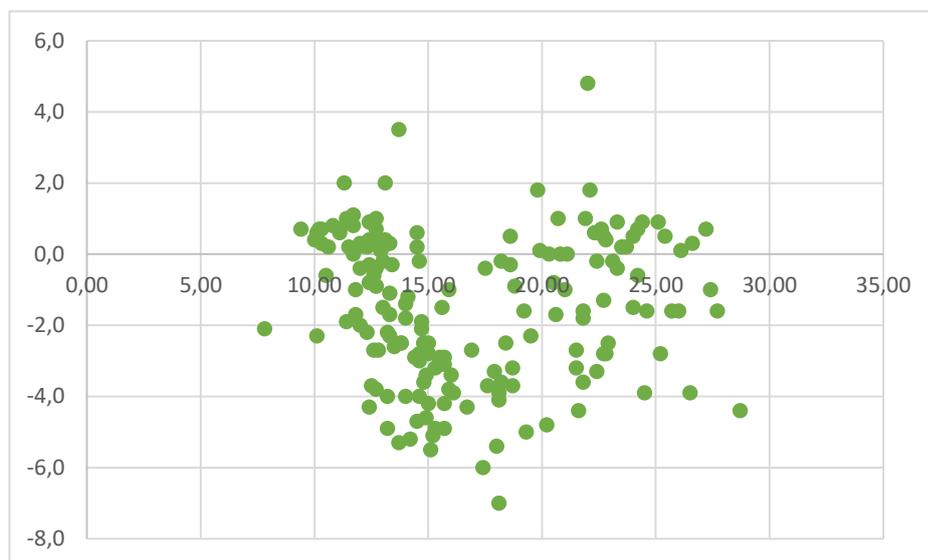


Grafico 1. Relazione tra differenza di diametro misurato con cavalletto e relascopio e distanza dalla quale viene effettuata la misura con il relascopio

## 5e. Protocollo di rilievo

Per poter procedere alla costruzione della tavola assortimentale è stato necessario misurare un sufficiente numero di alberi modello e, al fine di stabilire la dimensione

del campione, ossia il numero di alberi modello necessari alla costruzione della tavola, è stato indispensabile effettuare un precampionamento.

Quest'ultimo è stato fatto in due diverse aree di saggio: la prima situata in Amiata nel comune di Castiglion d'Orcia (SI), nei pressi della località Laghi (area 3) mentre l'altra nel Pratomagno valdarnese nel comune di Loro Ciuffenna (AR), nelle vicinanze di località Anciolina (area 1).

Tutte le misurazioni, sia quelle relative al precampionamento che alla fase di campionamento vera e propria, sono state effettuate all'interno di aree sperimentali del CREA (Centro di Ricerca per la Selvicoltura), con popolamenti di pino nero in cui tutte le piante risultavano già numerate e cavallettate (Cantiani P., Piovosi M., *“La gestione dei rimboschimenti di pino nero appenninici. I diradamenti nella strategia di rinaturalizzazione”*; Cantiani P., Chiavetta U. *“Estimating the mechanical stability of Pinus nigra Arn. using an alternative approach across several plantations in central Italy”*; Cantiani P., Plutino M., Amorini E. *“Effetti del trattamento selvicolturale sulla stabilità delle pinete di impianto di pino nero”*).

La presenza di tali dati è stata infatti fondamentale per poter determinare a priori le piante da misurare in bosco. In particolare, per ognuna delle aree di saggio prescelte, il piedilista di cavallettamento è stato utilizzato per poter dividere il popolamento in quartili sulla base del diametro ed estrarre poi, in modo totalmente casuale, lo stesso numero di piante da ciascun quartile sulle quali effettuare le misurazioni.

La scelta di adoperare il metodo dei quartili piuttosto che dividere la popolazione in classi di diametro, è stata fatta perché, per definizione, i quartili sono un metodo frequentemente utilizzato in statistica laddove si voglia suddividere una popolazione in quattro parti di uguale numerosità, in presenza di una distribuzione di un carattere quantitativo oppure qualitativo ordinabile.

Tale scelta è sembrata la più oggettiva in quanto il metodo della classi di diametro avrebbe comportato stabilire, in modo del tutto soggettivo, il numero di classi in cui suddividere il campione.

Una volta determinate le piante da misurare, in ciascuna area di saggio, e per ogni singolo albero, sono state eseguite le seguenti misurazioni:

- distanza dal punto in cui è stata effettuata la misurazione, dato richiesto dal relascopio per effettuare le successive misurazioni;
- diametro a 1,30 m;
- diametro ogni metro di altezza partendo da 0,5 m sino al massimo consentito dalla risoluzione dello strumento in base alla pianta misurata e alla distanza da essa;
- altezza totale.

I rilievi sono stati eseguiti anche in Casentino, oltre che sul Monte Amiata e in Pratomagno, per un totale di sei aree, due per ciascuna delle tre località. All'interno di due aree, quelle utilizzate per il precampionamento (area 1 e area 3) sono state campionate 40 piante ciascuna, mentre nelle altre quattro le misurazioni sono state effettuate su 32 piante per area, per un totale di 208 alberi modello. I parametri dendrometrici del campione analizzato risultano essere i seguenti:

N	D (cm)		H (cm)	
	208	<b>Dmin</b>	13,50	<b>Hmin</b>
<b>dg</b>		29,42	<b>Hm</b>	21,03
<b>Dmax</b>		49,50	<b>Hmax</b>	27,30
<b>devst</b>		± 6,91	<b>devst</b>	± 3,88

Anche in questo caso il criterio utilizzato per determinare gli alberi facenti parte del campione è stato quello dei quartili visto in precedenza: attraverso il piedilista di cavallettamento di ogni area si è diviso i singoli popolamenti in quartili e estratto casualmente da ogni quartile otto piante da misurare. Infine, una volta effettuate tutte le misure, è stato creato un database unico attraverso il quale poter elaborare i dati.

Di seguito vengono riportati i principali parametri dendrometrici relativi ai popolamenti dai quali sono state estratte le piante facenti parte del campione:

Zona	Nome	Età	Anno rilievo	N/ha	<b>dg</b>	<b>Hm</b>	<b>G</b>	<b>V</b>
					(cm)	(m)	(m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	(m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	Pratomagno "Anciolina"	60	2015	1077	28,70	18,81	68,58	632,57

Zona	Nome	Particella	Età	Anno rilievo		Anno dirad.	Intensità diradamento		N/ha	dg	Hm	G	V
							N (%)	G (%)					
2	La Baita	12	56	2016	DIRADATO	2009	44	47	430	33,15	25,30	36,95	355
2	La Baita	13	56	2016		2009							
2	La Baita	14	56	2016	NON DIRADATO	-	-	-	1064	28,40	24,00	67,30	625

Zona	Nome	Età	Anno rilievo	N/ha	dg	Hm	G	V
					(cm)	(m)	(m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	(m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
3	Amiata "Laghi"	49	2015	1050	23,64	17,73	44,84	394,12

Zona	Nome	Particella	Età	Anno rilievo		Anno dirad.	Intensità diradamento		N/ha	dg	Hm	G	V
							N (%)	G (%)					
4	Amiata "Abb. S.S."	2	47	2016	NON DIRADATO	2011	-	-	968	26,31	23,33	52,93	568,86
4	Amiata "Abb. S.S."	3	47	2016	DIRADATO	2011	89	83	100	32,60	25,41	7,87	89,99

Zona	Nome	Età	Anno rilievo	N/ha	dg	Hm	G	V
					(cm)	(m)	(m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	(m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
5	Casentino "Paretole"	50	2014	1910	19,71	13,70	58,28	436,39

Zona	Nome	Età	Anno rilievo	N/ha	dg	Hm	G	V
					(cm)	(m)	(m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	(m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )

6	Casentino "Palmoline"	50	2014	1329	25,18	19,97	66,22	398,94
---	--------------------------	----	------	------	-------	-------	-------	--------

\* N/ha: numero di piante a ettaro; dg: diametro medio di area basimetrica; Hm: altezza media; G: area basimetrica; V: volume ad ettaro; N (%): intensità del diradamento in termini di numero di piante ad ettaro; G (%): intensità del diradamento in termini di area basimetrica ad ettaro.

## 6. RISULTATI

La prima fase dell'elaborazione dei dati ha riguardato la costruzione di una serie di curve di profilo dei fusti attraverso l'utilizzo dei diametri rilevati in bosco, alle varie altezze, su ogni pianta. Tali curve permettono di sapere esattamente, conoscendo il diametro a petto d'uomo della pianta, l'andamento dei diametri lungo il fusto, metro per metro partendo da un'altezza minima di 0,5 m fino ad un massimo di 17,5 m. La scelta di utilizzare come diametro massimo quello corrispondente a 17,5 m di altezza è stata fatta in base al numero di dati presenti. Oltre tale limite infatti, il numero di diametri rilevati in bosco non era sufficiente per la costruzione di un modello attendibile.

Per la loro costruzione sono state inizialmente testate quattro diverse funzioni di regressione: esponenziale, lineare, logaritmica e polinomiale. La scelta è infine ricaduta sulla funzione lineare, quella che presentava il maggior valore di  $r^2$  o coefficiente di determinazione, indicatore che, partendo dalla retta di regressione, sintetizza in un unico valore di quanto la grandezza analizzata si discosta mediamente da tale retta (Grafico 2). Le curve di profilo così ottenute presentano un valore di  $r^2$ :

- Minimo → 0,518
- Medio → 0,857
- Mediana → 0,920
- Massimo → 0,994

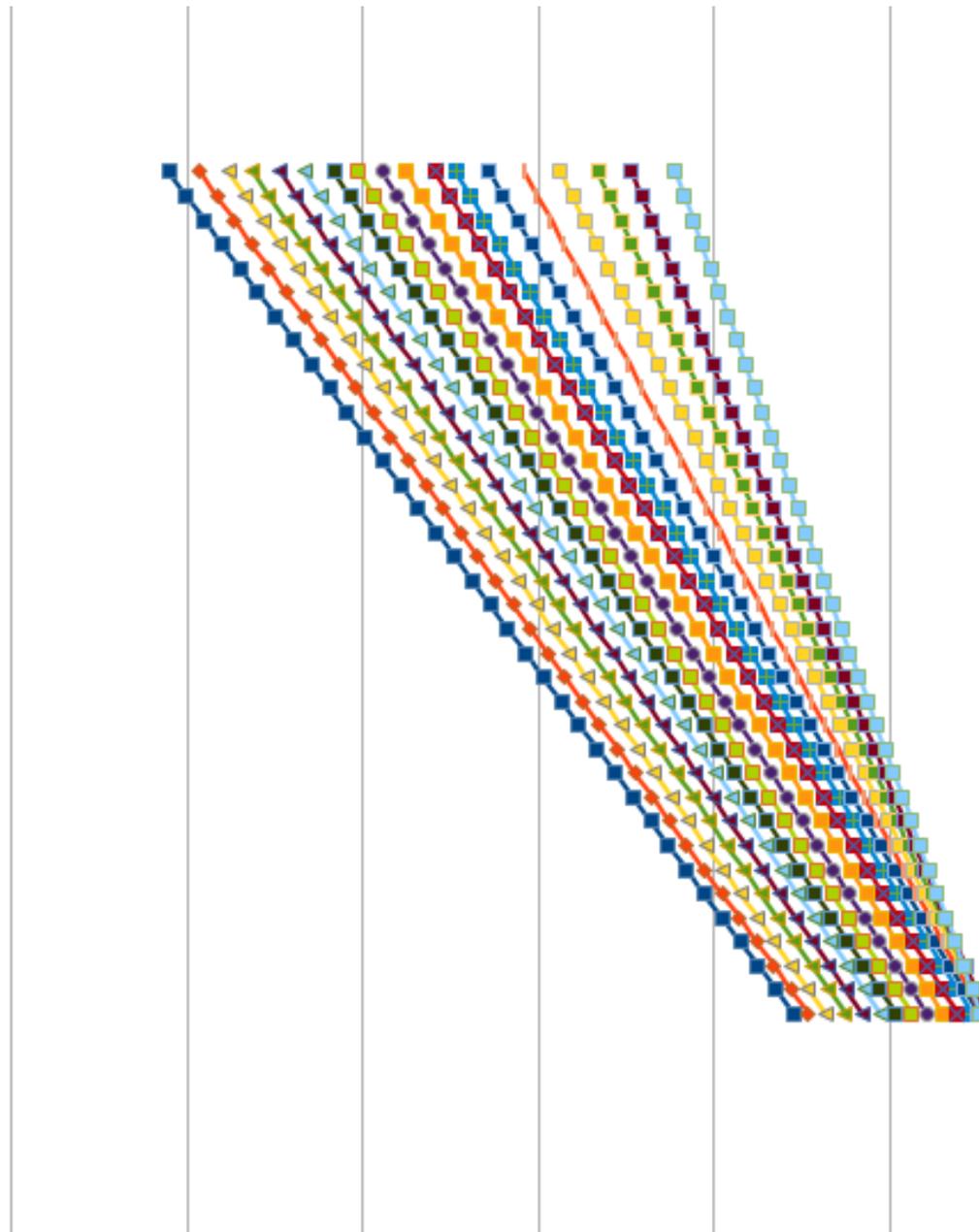


Grafico2. Rappresentazione grafica delle curve di profilo dei fusti costruite attraverso l'utilizzo dei diametri e delle altezze rilevate in bosco

Viene riportato anche il grafico nel quale sono stati messi in relazione i volumi di ogni sezione di un metro di ciascuna pianta utilizzata per la cubatura degli alberi modello, con il diametro a petto d'uomo della pianta misurata. Si tratta in questo caso di una funzione polinomiale di secondo grado. Ovviamente, e come si nota dalla relazione, il volume tende ad aumentare all'aumentare del diametro di ogni toppe.

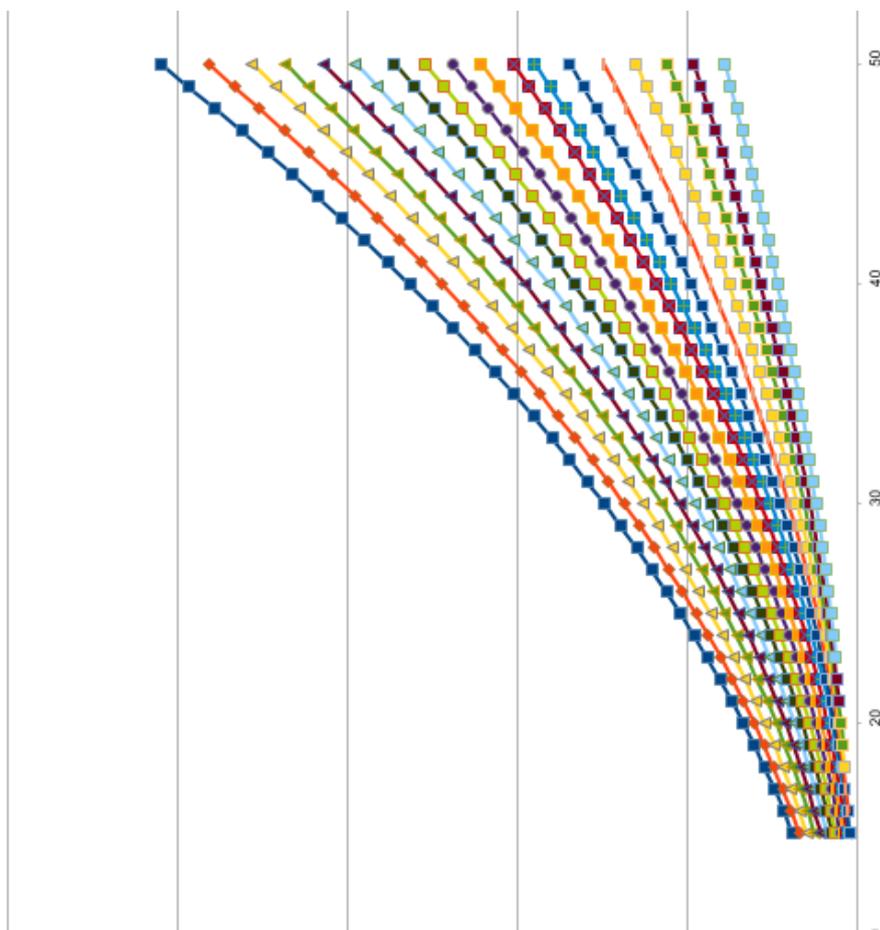


Grafico 3. Relazione tra il volume di ogni toppe di un metro di ciascuna pianta con il diametro a petto d'uomo

Di seguito viene riportata la tabella con i valori utilizzati per la costruzione delle curve di profilo. Tale tabella risulta altrettanto utile della tavola assortimentale in quanto, conoscendo il valore del diametro a petto d'uomo di un fusto, in colonna sono elencati, metro per metro, i diametri corrispondenti alle varie altezze. Questo permette di avere una cubatura precisa dei fusti e un'idea chiara del loro andamento così che, conoscendo le dimensioni degli assortimenti che si vogliono ricavare in base al valore e alle richieste variabili del mercato, sarà sempre possibile costruire una nuova tavola di cubatura o semplicemente verificare la quantità di assortimenti ricavabili da un determinato fusto.

Dunque, semplicemente cavallettando una pianta, sarà possibile ricostruire l'andamento del fusto lungo tutta la sua lunghezza.

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
28,7	29,7	30,7	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,9	38,9	39,9	40,9	41,9	42,9	43,9	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	51,1
27,5	28,5	29,5	30,5	31,5	32,5	33,5	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,3	45,3	46,3	47,3	48,3	49,3
26,3	27,3	28,2	29,2	30,2	31,1	32,1	33,1	34,0	35,0	36,0	37,0	37,9	38,9	39,9	40,8	41,8	42,8	43,7	44,7	45,7	46,7	47,6
25,1	26,0	27,0	28,0	28,9	29,9	30,9	31,8	32,8	33,8	34,7	35,7	36,7	37,6	38,6	39,5	40,5	41,5	42,4	43,4	44,4	45,3	46,3
23,9	24,8	25,8	26,7	27,7	28,6	29,6	30,5	31,5	32,4	33,3	34,3	35,2	36,2	37,1	38,1	39,0	40,0	40,9	41,9	42,8	43,8	44,7
22,7	23,7	24,6	25,5	26,5	27,4	28,3	29,3	30,2	31,1	32,1	33,0	34,0	34,9	35,8	36,8	37,7	38,6	39,6	40,5	41,5	42,4	43,3
21,6	22,5	23,4	24,3	25,2	26,1	27,0	27,9	28,9	29,8	30,7	31,6	32,5	33,4	34,3	35,2	36,2	37,1	38,0	38,9	39,8	40,7	41,6
20,5	21,4	22,3	23,2	24,1	25,0	25,9	26,8	27,7	28,6	29,5	30,4	31,3	32,2	33,1	34,0	34,9	35,8	36,6	37,5	38,4	39,3	40,2
19,4	20,3	21,2	22,1	23,0	23,9	24,7	25,6	26,5	27,4	28,3	29,2	30,1	30,9	31,8	32,7	33,6	34,5	35,4	36,2	37,1	38,0	38,9
18,3	19,2	20,1	21,0	21,8	22,7	23,6	24,4	25,3	26,2	27,1	27,9	28,8	29,7	30,5	31,4	32,3	33,2	34,0	34,9	35,8	36,7	37,5
17,2	18,1	18,9	19,8	20,6	21,5	22,3	23,2	24,0	24,9	25,7	26,6	27,4	28,3	29,1	30,0	30,8	31,6	32,5	33,3	34,2	35,0	35,9
16,3	17,1	17,9	18,8	19,6	20,5	21,3	22,1	23,0	23,8	24,7	25,5	26,3	27,2	28,0	28,9	29,7	30,5	31,4	32,2	33,0	33,9	34,7
15,3	16,1	16,9	17,7	18,5	19,3	20,1	20,9	21,7	22,5	23,3	24,1	24,9	25,7	30,4	31,2	32,0	29,6	28,8	28,0	27,2	26,5	32,8
14,4	15,2	15,9	16,7	17,4	18,2	18,9	19,7	20,4	21,1	21,9	22,6	23,4	24,1	28,6	29,3	30,1	27,8	27,1	26,3	25,6	24,9	30,8
13,6	14,3	14,9	15,6	16,3	17,0	17,7	18,4	19,1	19,8	20,5	21,2	21,9	22,5	26,7	27,4	28,1	26,0	25,3	24,6	23,9	23,2	28,8
12,7	13,4	14,0	14,6	15,3	15,9	16,5	17,2	17,8	18,4	19,0	19,7	20,3	20,9	24,7	25,3	26,0	24,1	23,4	22,8	22,2	21,6	26,6
12,0	12,6	13,2	13,8	14,4	14,9	15,5	16,1	16,7	17,2	17,8	18,4	19,0	19,5	23,0	23,6	24,1	22,4	21,8	21,3	20,7	20,1	24,7
11,3	11,8	12,3	12,8	13,3	13,8	14,3	14,8	15,3	15,8	16,3	16,8	17,3	17,8	20,7	21,2	21,7	20,2	19,7	19,2	18,7	18,3	22,2

DBH	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
H_0,5	15,5	16,5	17,5	18,6	19,6	20,6	21,6	22,6	23,6	24,6	25,7	26,7	27,7
H_1,5	14,6	15,6	16,6	17,6	18,6	19,6	20,6	21,6	22,6	23,6	24,5	25,5	26,5
H_2,5	13,7	14,7	15,6	16,6	17,6	18,5	19,5	20,5	21,4	22,4	23,4	24,4	25,3
H_3,5	12,5	13,5	14,5	15,4	16,4	17,4	18,3	19,3	20,3	21,2	22,2	23,2	24,1
H_4,5	11,6	12,5	13,5	14,4	15,4	16,3	17,3	18,2	19,1	20,1	21,0	22,0	22,9
H_5,5	10,5	11,5	12,4	13,4	14,3	15,2	16,2	17,1	18,0	19,0	19,9	20,8	21,8
H_6,5	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,3	15,2	16,1	17,0	17,9	18,8	19,7	20,6
H_7,5	8,8	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,2	15,1	16,0	16,9	17,8	18,7	19,6
H_8,5	7,9	8,8	9,7	10,6	11,5	12,4	13,2	14,1	15,0	15,9	16,8	17,7	18,6
H_9,5	7,0	7,9	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2	13,1	14,0	14,8	15,7	16,6	17,5
H_10,5	6,2	7,0	7,9	8,7	9,6	10,4	11,3	12,1	13,0	13,8	14,7	15,5	16,4
H_11,5	5,4	6,2	7,0	7,9	8,7	9,6	10,4	11,2	12,1	12,9	13,8	14,6	15,4
H_12,5	5,0	5,8	6,6	7,4	8,2	9,0	9,8	10,6	11,4	12,2	13,0	13,8	14,5
H_13,5	4,8	5,5	6,3	7,0	7,8	8,5	9,2	10,0	10,7	11,5	12,2	13,0	13,7
H_14,5	4,6	5,3	6,0	6,7	7,4	8,0	8,7	9,4	10,1	10,8	11,5	12,2	12,9
H_15,5	4,6	5,2	5,8	6,5	7,1	7,7	8,3	9,0	9,6	10,2	10,9	11,5	12,1
H_16,5	4,6	5,1	5,7	6,3	6,9	7,4	8,0	8,6	9,2	9,7	10,3	10,9	11,5
H_17,5	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8	7,3	7,8	8,3	8,8	9,3	9,8	10,3	10,8

Tabella 1. Tabella per la cubatura dei fusti di pino nero

La seconda fase dell'elaborazione dei dati ha riguardato la costruzione della tavola assortimentale vera e propria.

E' innanzitutto da precisare come la tavola costruita nel presente lavoro abbia validità solo per i popolamenti di pino nero della Toscana facenti parte della seconda classe di fertilità. Infatti dall'analisi dell'altezza dominante e dell'età dei popolamenti di provenienza degli alberi campione, tutti i popolamenti sono risultati appartenere a tale classe di fertilità. La verifica è stata effettuata utilizzando la tavola alsometrica per il pino nero e laricio della Toscana costruita nel 1969 da Bernetti G., Cantiani M. e Hellrigl B. .

Per prima cosa è stata costruita la curva ipsometrica del popolamento mettendo in relazione i diametri a petto d'uomo delle piante misurate e le loro altezze totali (Grafico 5). Pur trattandosi di una tavola di cubatura valida per i popolamenti di pino nero della seconda classe di fertilità e quindi applicabile senza bisogno di ulteriori verifiche a tutti i popolamenti che rientrano in tale classe, la curva ipsometrica sarà comunque necessaria a verificare la possibilità di applicazione della tavola in tutti quei casi in cui non sia possibile risalire alla classe di fertilità di appartenenza di un certo soprassuolo o non se ne abbia comunque la certezza.

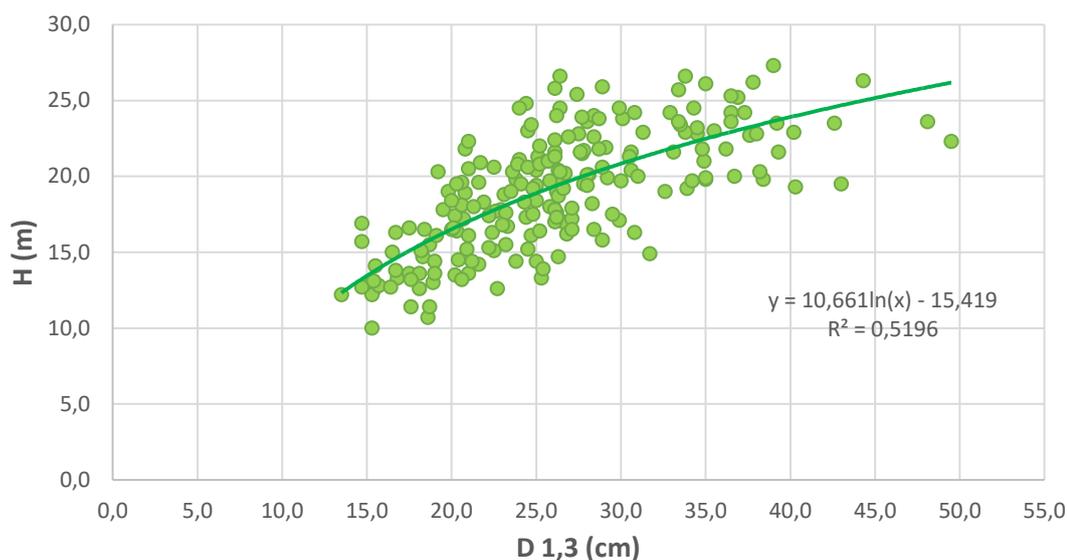


Grafico 4. Curva ipsometrica del popolamento

In seguito è stato calcolato il volume cormometrico di ogni pianta attraverso la formula della cubatura dei fusti per sezioni, la formula di Heyer (Tabella 2 e Tabella 3).

Il passo successivo ha riguardato il calcolo della quantità dei vari assortimenti ricavabili dai fusti (sia in termini di volumi che di percentuale rispetto al volume dell'intero fusto).

È importante precisare che la scelta degli assortimenti da inserire in tabella è stata fatta sulla base dei prezzi medi attuali derivati dalle offerte presentate alle aste dell'Unione dei Comuni Montani del Casentino nel 2015-2016. Si tratta dunque di una tavola adatta a quelle che sono le attuali condizioni di mercato nella zona mentre, nel caso si voglia effettuare la cubatura considerando tipologie di assortimenti differenti, sarà sempre possibile utilizzare la tabella vista in precedenza (Tabella 1).

In particolare sono state costruite due differenti tavole: la prima nella quale gli assortimenti riportati sono tronchi, stangame, scarti; l'altra dove la cubatura si concentra sulle palafitte, tronchi e scarti.

Questo perché la palafitta è un assortimento non sempre ricavabile in quanto necessita di fusti particolarmente dritti e privi di difetti. Inserirla in un'unica tavola di cubatura assieme agli altri assortimenti avrebbe rischiato di falsarne i dati in tutti quei casi in cui le piante cubate non presentino le caratteristiche richieste.

In questo modo sarà invece possibile utilizzare la prima tavola, quella con lo stangame, in tutti i casi in cui il bosco sia composto da piante non particolarmente dritte o in cui si miri a ricavare questa tipologia di assortimento; l'altra laddove si voglia invece privilegiare la produzione di palafitta e le piante risultino adatte a tale scopo.

Gli assortimenti sono riportati, in entrambe le tavole, in ordine dal più pregiato allo scarto. In particolare il tronco risulta avere un valore maggiore dello stangame, ma minore rispetto alla palafitta.

Sotto ad ognuna delle due tavole viene riportato il grafico con la ripartizione percentuale degli assortimenti in funzione del diametro.

D 1,30	H	V <sub>corn</sub>	Tronchi		Stangame		Scarti	
			m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
15	13,45	0,112	-	0	0,101	90	0,011	10
20	16,52	0,244	-	0	0,227	93	0,017	7
25	18,90	0,437	-	0	0,425	97	0,012	3
30	20,84	0,687	-	0	0,523	76	0,164	24
35	22,48	1,000	0,433	43	0,516	52	0,052	5
40	23,91	1,387	0,891	64	0,392	28	0,105	8

45	25,16	1,822	1,382	76	0,254	14	0,186	10
50	26,29	2,335	1,820	78	0,207	9	0,308	13

Tabella 2. Tavola di cubatura con tronchi, stangame e scarti

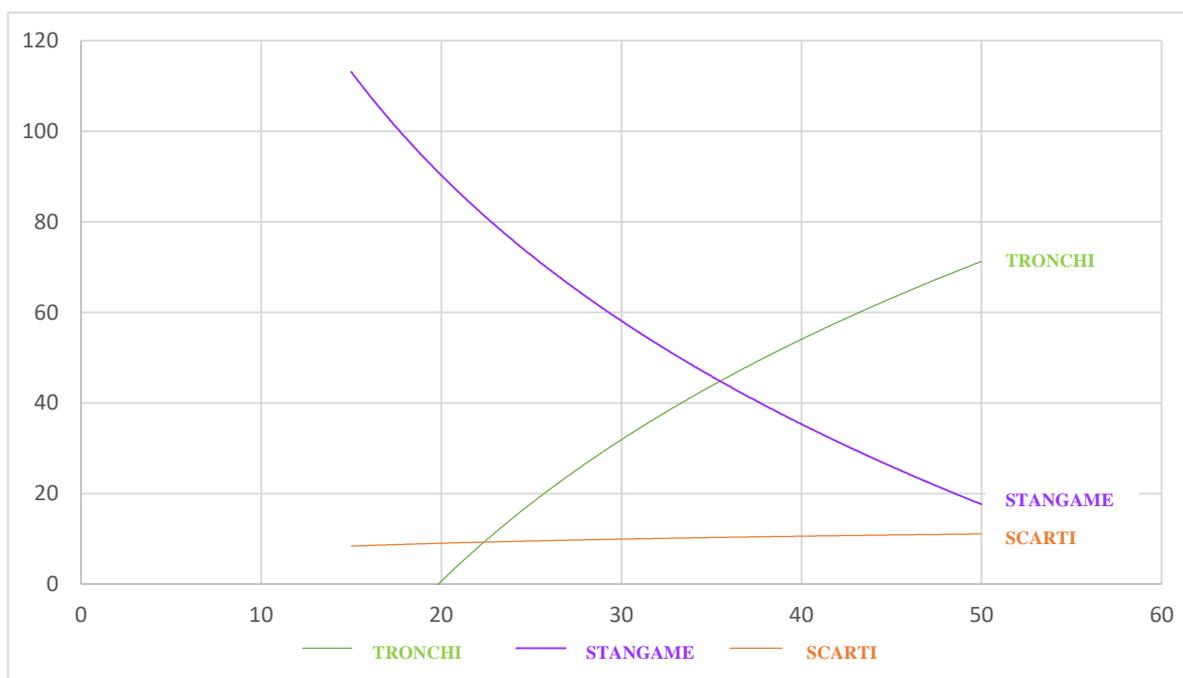


Grafico 5. Ripartizione percentuale degli assortimenti in funzione del diametro

D 1,30	H	Vcorm	Palafitta		Tronchi		Scarti	
			m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
15	13,45	0,112	-	-	-	-	0,112	100
20	16,52	0,244	0,153	63	-	-	0,091	37
25	18,90	0,437	0,358	82	-	-	0,079	18
30	20,84	0,687	0,422	61	-	-	0,265	39
35	22,48	1,000	0,478	48	0,433	43	0,089	9
40	23,91	1,387	0,308	22	0,891	64	0,189	14
45	25,16	1,822	0,284	16	1,382	76	0,156	9

50	26,29	2,335	-	-	2,063	88	0,272	12
----	-------	-------	---	---	-------	----	-------	----

Tabella 3. Tavola di cubatura con palafitta, tronchi e scarti

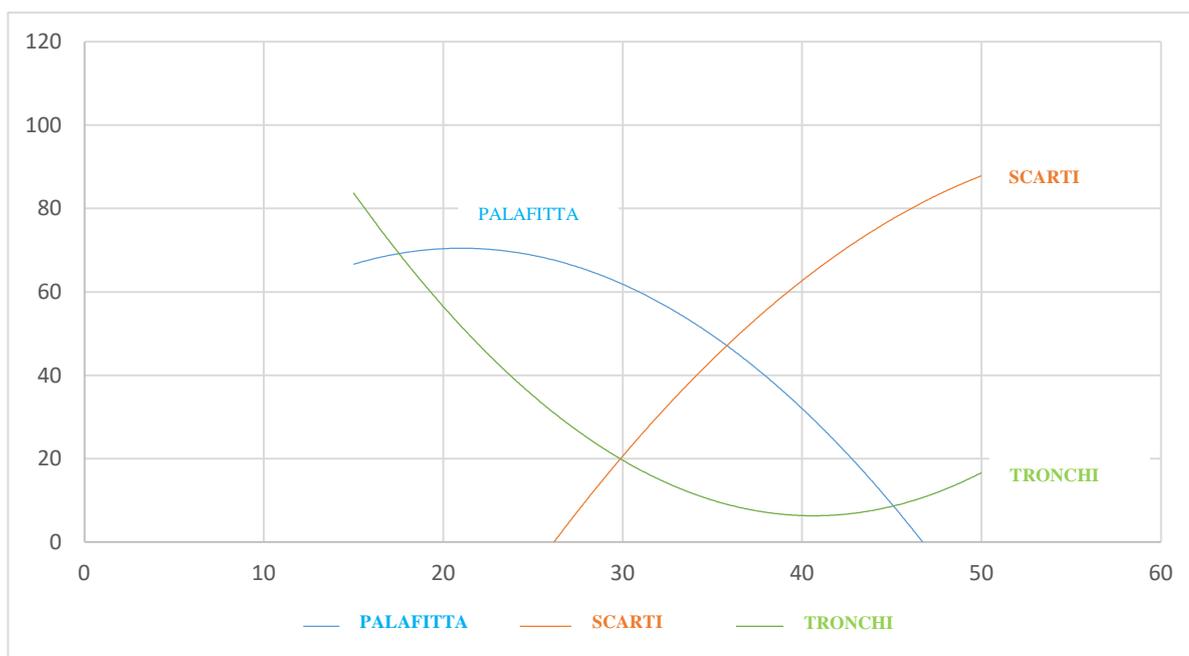


Grafico 6. Ripartizione percentuale degli assortimenti in funzione del diametro

Per le dimensioni e le caratteristiche degli assortimenti riportati nelle tavole assortimentali è possibile far riferimento al paragrafo “5b. Il mercato del pino nero in Toscana”.

## 7. CONCLUSIONI

La tavola assortimentale costruita risulta essere la prima e l'unica disponibile per il pino nero in Toscana. Proprio per questo motivo, al fine di verificarne l'attendibilità, è stata messa a confronto con le due tavole di norma utilizzate per la cubatura del pino nero: la tavola di Hellrigl per la cubatura del pino nero e laricio della Toscana e quella dell'Inventario Forestale Nazionale del 2005.

Bisogna tuttavia precisare che lo scopo con il quale sono state costruite le tre tavole è diverso: quella di Hellrigl è una vera e propria tavola di cubatura cormometrica a

doppia entrata la quale fornisce il volume delle piante comprensive di cimale e corteccia.

Le tavole dell'IFNC del 2005, l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio, nascono invece con l'obbiettivo principale della valutazione delle riserve di carbonio presenti negli ecosistemi forestali. A tal fine dette tavole, oltre al volume del fusto comprendono anche quello dei rami grossi. Ovviamente sono state consultate solo quelle relative al pino nero e, anche in questo caso, si tratta di tavole di cubatura a doppia entrata. Infine, la tavola costruita nel presente lavoro, oltre ad essere una tavola ad una sola entrata, nasce come tavola assortimentale.

Il confronto è stato comunque fatto in quanto, fatte tali precisazioni, risulta interessante valutare l'affidabilità della tavola costruita anche per i valori dei volumi cormometrici. Infatti, sebbene nata per scopi diversi, potrebbe essere comunque utilizzata come tavola di cubatura per il volume cormometrico laddove sia necessaria una stima rapida e poche misurazioni, trattandosi appunto di una tavola ad una entrata che necessita quindi del solo diametro delle piante da cubare e di poche altezze, per verificarne l'applicabilità tramite confronto con la curva ipsometrica.

Il confronto è stato effettuato utilizzando le equazioni della tavola di Hellrigl e della tavola dell'Inventario Forestale Nazionale con le classi di diametro presenti nella tavola assortimentale costruita con le relative altezze derivanti dalla curva ipsometrica del popolamento campione.

Dal confronto è risultato quanto segue:

<b>D 1,30</b>	<b>Vol tavola</b>	<b>Vol Hellrigl</b>	<b>Vol IFNC</b>
<b>(cm)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>
<b>15</b>	0,112	0,063	0,123
<b>20</b>	0,244	0,158	0,279
<b>25</b>	0,437	0,303	0,468
<b>30</b>	0,687	0,501	0,715
<b>35</b>	1,000	0,757	1,023

<b>40</b>	1,387	1,074	1,396
<b>45</b>	1,822	1,454	1,835
<b>50</b>	2,335	1,900	2,344

A livello grafico risulta:

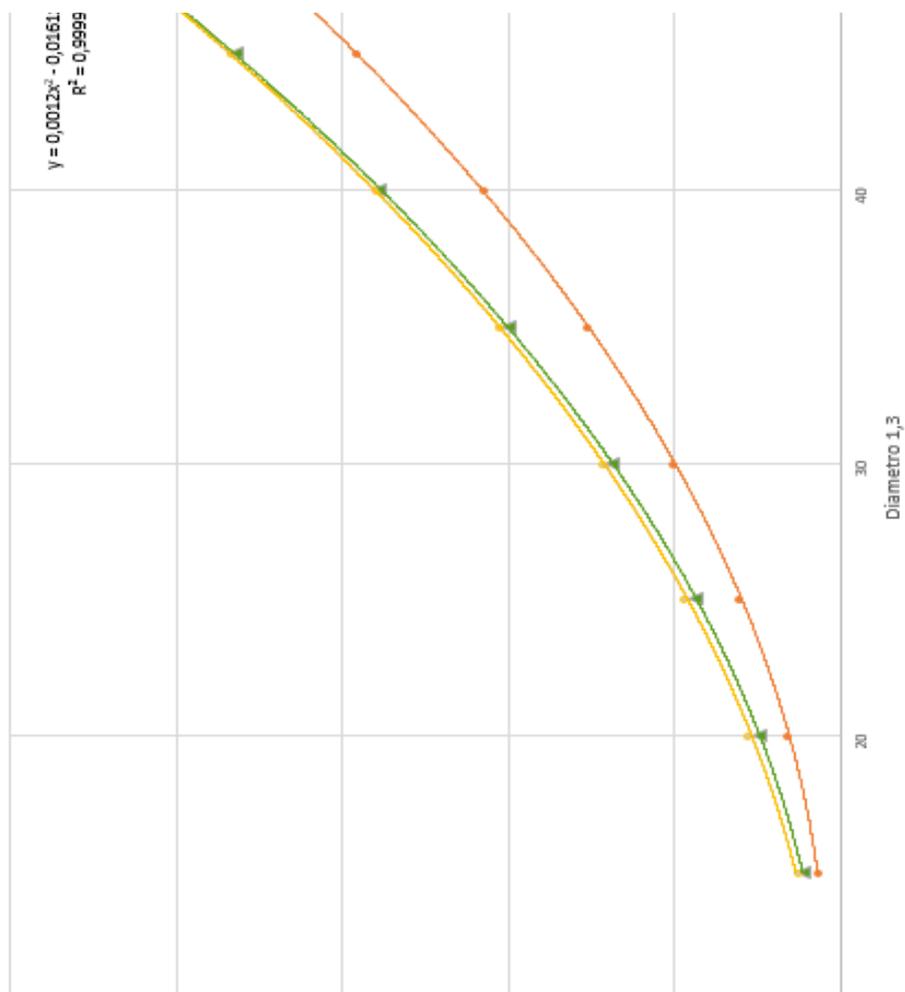


Grafico 7. Confronto grafico dei volumi cubati con le tre tavole

Risulta evidente come la tavola assortimentale costruita tenda a sottostimare i volumi rispetto a quella dell'IFNC del 2005, ma li sovrastimi rispetto alla tavola di Hellrigl. In particolare la differenza tra la tavola dell'IFNC e quella costruita è minore rispetto alla differenza tra la tavola assortimentale e quella di Hellrigl. Inoltre il valore fornito dalla tavola dell'Inventario Forestale Nazionale risulta probabilmente maggiore del nostro a causa del fatto che detta tavola consideri, oltre al fusto con cimale, anche il volume dei rami grossi che nella tavola assortimentale non sono stati presi in considerazione.

La differenza con la tavola di Hellrigl è invece probabilmente da attribuire alla diversa tipologia di boschi sulla base dei quali è stata costruita. Si tratta infatti di una tavola risalente al 1969, anno in cui la maggior parte dei rimboschimenti della Toscana erano giovani e costituiti quindi da piante per lo più di piccole dimensioni. Mancavano quasi sicuramente piante adulte sulle quali effettuare le misurazioni mentre, ad oggi, molti popolamenti di pino nero, compresi quelli nei quali sono state effettuate le misure, hanno abbondantemente superato i quarant'anni di età. La differenza è dunque dovuta, con molta probabilità, proprio alla diversa tipologia di popolamenti campionati, pur trattandosi di due tavole appositamente costruite per la Toscana.

Inoltre, lo studio mette in luce l'utilità dello strumento con il quale è stata realizzata la tavola, il relascopio CRITERION RD 1000. Infatti in assenza di questo sarebbe stato necessario l'abbattimento di tutte le piante campione e questo avrebbe comportato un grande innalzamento dei costi e dei tempi di realizzazione.

Si tratta inoltre di uno strumento piuttosto facile e veloce da utilizzare con il quale, in una giornata lavorativa, si riescono a realizzare misurazioni di questo tipo anche su sessanta piante, considerando i tempi di spostamento da una all'altra.

## 8. APPENDICE

La tavola assortimentale per i popolamenti di *Pinus nigra* della Toscana costruita nel presente lavoro è stata utilizzata per la cubatura in termini di assortimenti di due soprassuoli di pino nero situati, il primo sul Monte Amiata (SI) all'interno del Complesso Forestale Madonna delle Querce e diradato nel 2015, l'altro, anch'esso diradato nel 2015, situato sul massiccio del Pratomagno, nel comune di Loro Ciuffenna (AR) e con più precisione nelle vicinanze della località Anciolina.

Per i dati climatici ed edafici dei popolamenti è possibile far riferimento a quelli riportati per le aree geografiche Amiata e Pratomagno nel paragrafo “5c. Area geografica di studio”.

In particolare, i popolamenti in questione rientrano all’interno del progetto SelPiBioLife (Selvicoltura innovativa per accrescere la biodiversità dei suoli in popolamenti artificiali di pino nero) nel quale sono coinvolti numerosi Enti territoriali quali CREA-SEL (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, ex CRA) in qualità di coordinatore e CREA-ABP (Centro di ricerca per l’agrobiologia e la pedologia), Compagnia delle Foreste s.r.l., Unione dei Comuni del Pratomagno, Unione dei Comuni Amiata Val d’Orcia e Università di Siena come partners.

Il progetto “SelPiBioLife” riguarda le pinete di origine artificiale di *Pinus nigra* e mira a dimostrare gli effetti positivi di un diradamento innovativo di tipo selettivo rispetto alla modalità tradizionale (diradamento dal basso) prevista dagli attuali piani di gestione, non solo a livello di accrescimento delle piante e di stabilità dei soprassuoli, ma nello specifico anche riguardo alla biodiversità a livello di sottobosco e del suolo (funghi, batteri, flora, mesofauna, nematodi).

Il progetto nasce in relazione al fatto che, ad oggi, nel territorio toscano i boschi a prevalenza di pino nero coprono una superficie considerevole, principalmente come conseguenza di rimboschimenti eseguiti nel secondo dopo guerra per ricostruire la copertura forestale su superfici degradate da un uso eccessivo delle risorse montane. Tuttavia al fine di garantire il ruolo multifunzionale e sostenibile di queste pinete, risulta ormai necessario prevedere ed attuare azioni selvicolturali finalizzate alla gestione dei popolamenti quali ad esempio i diradamenti, cioè interventi selvicolturali attraverso i quali viene regolata la densità del popolamento forestale (da “Manuale SelPiBioLife”).

In particolare il progetto mette in evidenza le differenze tra due tipologie di diradamento: quello dal basso e il selettivo.

Partendo dal primo, si tratta di un diradamento che prevede la rimozione di piante a partire dalla classe delle sottoposte e che può essere classificato in base all’intensità di taglio: debole (incide solamente sul piano dominato), medio (piano dominato e codominante) e forte (piano dominato, codominante e dominante).

Il diradamento selettivo prevede invece una prima fase in cui si procede all'individuazione delle piante candidate sulla base di alcuni criteri quali posizione sociale, diametro, altezza, rapporto ipsodiametrico, forma della chioma e distribuzione spaziale. Le piante scelte dovranno possibilmente appartenere al piano dominante, con diametro e altezza soddisfacenti, generalmente al di sopra della media del popolamento in esame. La chioma dovrebbe essere ben bilanciata e distribuita in modo uniforme mentre il rapporto ipsodiametrico non dovrebbe mai superare 90 (limite dell'indice di stabilità). Infatti generalmente una pianta è considerata stabile se il suo rapporto di snellezza (cioè altezza totale su diametro a 1,30 m) non supera 90 (Cantiani P., Chiavetta U. 2015).

La distribuzione spaziale ottimale è di circa 100 candidate ad ettaro. Una volta scelte le candidate, si procede all'individuazione delle piante da eliminare in particolare modo tra le dirette competitive della candidata, sia a livello orizzontale che verticale. Così facendo si dovrebbe favorire l'arrivo di luce diretta al suolo e, con essa, lo sviluppo di rinnovazione naturale e di biodiversità a livello floristico e anche micologico.

Nel manuale del progetto "Selpibiolife" viene descritto come "una tecnica di scelta e allevamento delle piante di maggior sviluppo potenziale, diradamento finalizzato ad accrescere la stabilità meccanica complessiva del bosco (funzione protettiva), la capacità di crescita delle piante (funzione produttiva) e la differenziazione strutturale (funzione di aumento di biodiversità). Consiste nella scelta di piante candidate e nel taglio delle dirette concorrenti sul piano dominante con l'obiettivo di aprire la copertura dando più spazio alle chiome per incrementarne sviluppo e capacità fotosintetica e, contemporaneamente, determinare al suolo un diverso regime di luce, acqua e temperatura con conseguente aumento della biodiversità vegetale del sottobosco e di quella a livello di suolo nonché della funzionalità complessiva dell'ecosistema".

### - **Amiata**

I parametri dendrometrici del popolamento analizzato risultano essere i seguenti:

Dmin	11,00	Hmin	10,10
------	-------	------	-------

Dg	26,25	Hm	18,75
Dmax	41,00	Hmax	25,70
Devst	4,94	devst	2,58

Tabella 5. Parametri dendrometrici del popolamento "Amiata"

L'altezza dominante e l'età del popolamento sono state utilizzate per verificarne la classe di fertilità di appartenenza e dunque l'applicabilità della tavola per la cubatura in assortimenti. La verifica è stata effettuata utilizzando la tavola alsometrica per il pino nero e laricio della Toscana costruita nel 1969 da Bernetti G., Cantiani M. e Hellrigl B. .

Il popolamento è risultato appartenere alla seconda classe di fertilità per cui si è proceduto alla cubatura, effettuata utilizzando entrambe le tavole assortimentali costruite: quella con tronchi, stangame e scarti e quella con palafitta, tronchi e scarti. Inoltre sono stati utilizzati sia i dati relativi al diradamento dal basso che a quello selettivo.

In particolare per quanto riguarda la porzione di popolamento diradato dal basso, secondo dunque le modalità tradizionali, risultano cadute al taglio 476 piante ad ettaro per un totale di 143,685 m<sup>3</sup>, così ripartite:

cl diametro	N
15	80
20	236
25	141
30	14
35	2
40	2

Tabella 6. Dati ad ettaro del numero di piante cadute al taglio per ciascuna classe di diametro

Come visto in precedenza, si tratta di un diradamento che incide principalmente sulle classi diametriche inferiori (15,20,25) alle quali appartengono la maggior parte delle piante del piano dominato.

Utilizzando la tavola di cubatura comprensiva dello stangame (Tab. 2) risulta che dal diradamento si ottengono:

TRONCHI	STANGAME	SCARTI
m3	m3	m3
3,122	131,285	9,278

Tabella 7. Dati ad ettaro della ripartizione delle piante cadute al taglio in assortimenti utilizzando la Tab.2

In particolare la ripartizione percentuale degli assortimenti rispetto ai metri cubi totali caduti al taglio risulta essere la seguente:

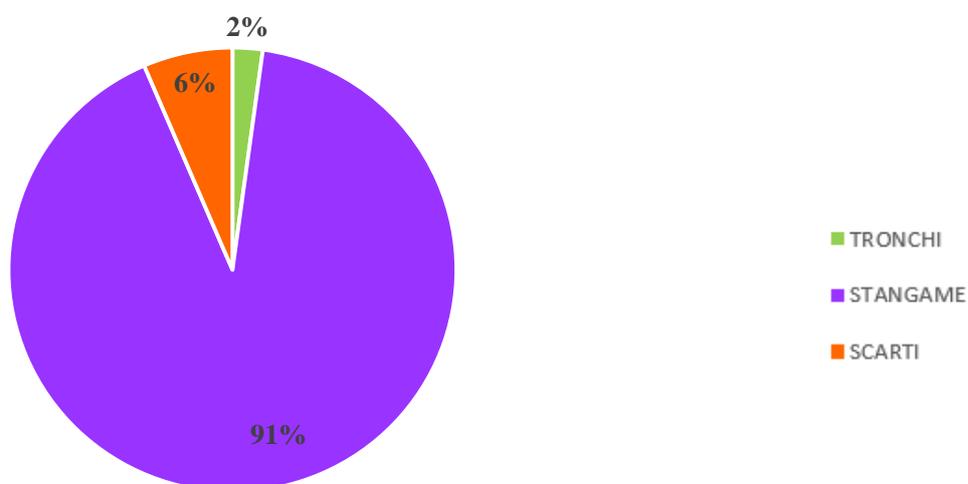


Grafico 8. Ripartizione percentuale degli assortimenti rispetto al totale di m3 caduti al taglio

Dal diradamento dal basso si ottengono dunque 6 tronchi e 1498 stangame ad ettaro ai quali sono da sommare i metri cubi di legname destinati a scarto.

Supponendo invece che il popolamento diradato sia costituito da piante idonee alla produzione di palafitta sarà possibile utilizzare la tavola che prevede la produzione di tale assortimento (Tab.3). Così facendo risulta:

PALAFITTA	TRONCHI	SCARTI
m3	m3	m3

94,545	3,122	46,016
--------	-------	--------

Tabella 8. Dati ad ettaro della ripartizione delle piante cadute al taglio in assortimenti utilizzando la Tab.3

La ripartizione percentuale degli assortimenti in questo caso risulta la seguente:

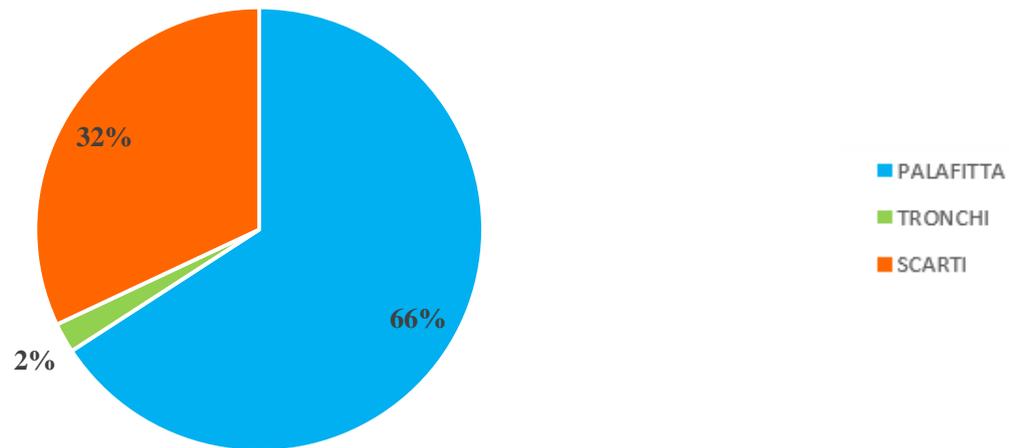


Grafico 9 .Ripartizione percentuale degli assortimenti rispetto al totale di m3 caduti al taglio

In questo caso si otterranno 552 palafitte e 6 tronchi oltre ovviamente al materiale da scarto che risulta essere di lunga superiore a quello ottenuto dalla produzione di tronchi e stangame.

Per quanto riguarda invece il diradamento selettivo, si è visto come questo risulti essere un tipo di diradamento che, rispetto a quello dal basso, miri all'abbattimento delle piante in competizione con le candidate e facenti dunque principalmente parte del piano dominante e codominante andando raramente a intaccare quello dominato. Questo è evidente anche dalla ripartizione nelle varie classi diametriche delle piante cadute al taglio:

cl diametro	N
15	17
20	118
25	236
30	134

35	42
40	7

Tabella 9. Dati ad ettaro del numero di piante cadute al taglio per ciascuna classe di diametro

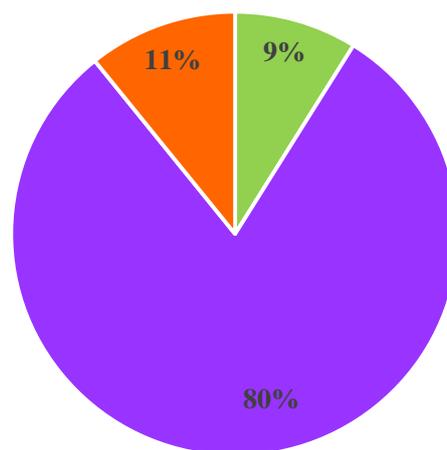
In questo caso sono cadute al taglio 554 piante ad ettaro per un totale di 278,285 m<sup>3</sup> di materiale e, dalla Tabella 9 si può osservare come le piante abbattute appartenessero per lo più a classi diametriche maggiori rispetto a quelle tagliate nel diradamento dal basso.

Utilizzando a questo punto la tavola di cubatura nella quale viene preso in considerazione lo stangame (Tab. 2), dal diradamento selettivo risulta possibile ricavare le seguenti quantità di assortimenti:

TRONCHI	STANGAME	SCARTI
m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
24,680	223,600	30,006

Tabella 10. Dati ad ettaro della ripartizione delle piante cadute al taglio in assortimenti utilizzando la Tab.2

Questi risultano così ripartiti:



Tuttavia, a laddove le caratteristiche strutturali e delle piante

■ TRONCHI  
■ STANGAME  
■ SCARTI

Grafico 10. Ripartizione percentuale degli assortimenti rispetto al totale di m<sup>3</sup> caduti al taglio abbattute dovessero soddisfare i requisiti per la produzione di palafitta, la cubatura potrà essere effettuata con la tavola apposta (Tab.3) dalla quale risulta:

<b>PALAFITTA</b>	<b>TRONCHI</b>	<b>SCARTI</b>
m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
181,630	24,680	71,933

Tabella 11. Dati ad ettaro della ripartizione delle piante cadute al taglio in assortimenti utilizzando la Tab.3

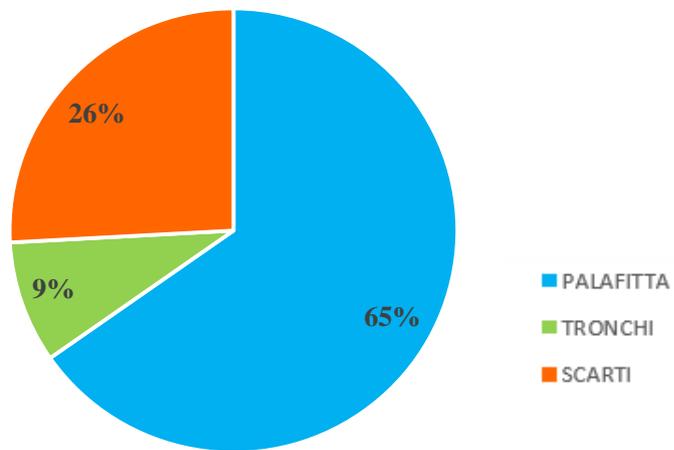


Grafico 11. Ripartizione percentuale degli assortimenti rispetto al totale di m3 caduti al taglio

o così suddivisi:

I  
metr  
i  
cubi  
di  
mate  
riale  
cadu  
to al  
tagli  
o  
risu  
ltan

In particolare, dal diradamento selettivo si ottengono 56 tronchi e 2008 stangame ad ettaro o, in alternativa, 949 palafitte e 56 tronchi ad ettaro laddove si opti per la cubatura con la Tab.3 eccezion fatta per il materiale da scarto che, anche in questo caso risulta essere di gran lunga più abbondante laddove si opti per la produzione di tronchi e palafitta rispetto a quella di tronchi e stangame.

Concludendo, il diradamento dal basso eseguito in questo popolamento permette di ottenere discrete quantità di stangame e palafitta, ma una minima percentuale di tronco, anch'esso assortimento di buon valore. Con il diradamento selettivo invece aumenta la produzione di tutti gli assortimenti di pregio, tronco compreso, in funzione sia del fatto che viene asportato un maggior quantitativo di materiale, sia in quanto le dimensioni delle piante cadute al taglio risultano essere maggiori rispetto a quelle abbattute con il diradamento dal basso. In entrambi i casi il materiale di scarto è molto più abbondante laddove si opti per la produzione di palafitta (Tab.3) rispetto a quella di stangame e tronchi.

### - Pratomagno

In questo caso i parametri dendrometrici del popolamento risultano essere i seguenti:

Dmin	12,00	Hmin	8,10
dg	32,01	Hm	20,03
Dmax	54,00	Hmax	27,50
devst	7,03	devst	3,08

Tabella 12. Parametri dendrometrici del popolamento "Amiata"

Anche in questo caso il popolamento risulta appartenere alla seconda classe di fertilità per cui, così come per il popolamento dell'Amiata, si è proceduto alla

cubatura con entrambe le tavole assortimentali costruite utilizzando anche in questo caso i dati relativi sia al diradamento dal basso che a quello selettivo.

Per quanto riguarda il diradamento dal basso, con esso sono state asportate 408 piante ad ettaro, per un totale di 189,027 m<sup>3</sup>. Queste risultano così ripartite nelle diverse classi di diametro:

cl diametro	N
15	17
20	125
25	167
30	61
35	28
40	9

Tabella 13. Dati ad ettaro del numero di piante cadute al taglio per ciascuna classe di diametro

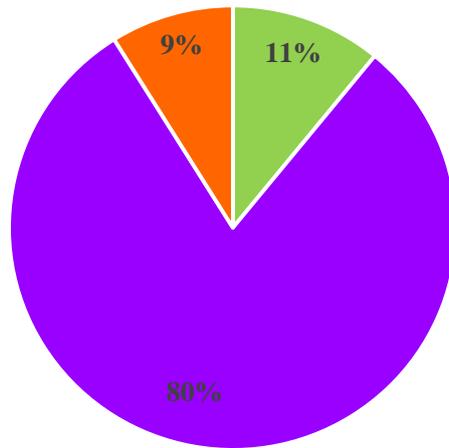
A questo punto, utilizzando la tavola di cubatura comprensiva dello stangame (Tab. 2) risulta che dal diradamento si ottengono:

TRONCHI	STANGAME	SCARTI
m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
20,655	151,541	16,830

Tabella 14. Dati ad ettaro della ripartizione delle piante cadute al taglio in assortimenti utilizzando la Tab.2

Esprimendo la quantità percentuale di ogni assortimento rispetto al totale di materiale abbattuto, risulta:

■ TRONCHI  
 ■ STANGAME  
 ■ SCARTI



Laddo

Grafico 12. Ripartizione percentuale degli assortimenti rispetto al totale di m<sup>3</sup> caduti al taglio.

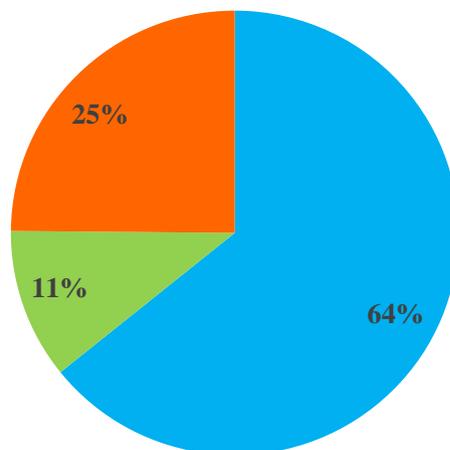
ve invece il

popolamento diradato presentasse caratteristiche idonee alla produzione di palafitta sarà possibile utilizzare la tavola apposta (Tab.3). Così facendo risulta:

PALAFITTA	TRONCHI	SCARTI
m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
121,352	20,655	46,992

Tabella 15. Dati ad ettaro della ripartizione delle piante cadute al taglio in assortimenti utilizzando la Tab.3

Rispetto al totale di metri cubi caduti al taglio, la percentuale di ogni assortimento risulta la seguente:



Dun

■ PALAFITTA  
■ TRONCHI  
■ SCARTI

que,  
con

Grafico 13. Ripartizione percentuale degli assortimenti rispetto al totale di m<sup>3</sup> caduti al taglio.

questa tipologia di diradamento, si ottengono 47 tronchi e 1426 stangame ad ettaro o, in alternativa, 648 palafitte e 57 tronchi ad ettaro laddove si opti per la cubatura con la Tab.3.

Nel caso invece del diradamento selettivo risultano cadute al taglio un totale di 429 piante ad ettaro così distribuite nelle varie classi di diametro:

cl diametro	N
15	0
20	40
25	111
30	139
35	87
40	50
45	2

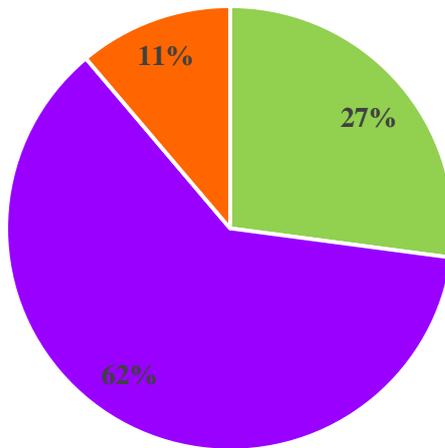
Tabella 16. Dati ad ettaro del numero di piante cadute al taglio per ciascuna classe di diametro

Dal taglio si ottengono 314,129 m<sup>3</sup> di materiale dal quale, utilizzando la tavola di cubatura nella quale viene preso in considerazione lo stangame (Tab. 2), risulta possibile ricavare le seguenti quantità di assortimenti, ripartite come nel Grafico 14:

TRONCHI	STANGAME	SCARTI
m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
85,151	193,978	35,000

Tabella 17. Dati ad ettaro della ripartizione delle piante cadute al taglio in assortimenti utilizzando la Tab.2

- TRONCHI
- STANGAME
- SCARTI



Laddove invece il popolamento venga cubato con la tavola di cubatura che comprende palafitta e stangame (Tab.3), dal taglio risulta possibile ottenere:

<b>PALAFITTA</b>	<b>TRONCHI</b>	<b>SCARTI</b>
m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
162,133	85,151	66,758

Tabella 18. Dati ad ettaro della ripartizione delle piante cadute al taglio in assortimenti utilizzando la Tab.3

Rispetto al totale di metri cubi asportati, la ripartizione percentuale degli assortimenti risulta la seguente:

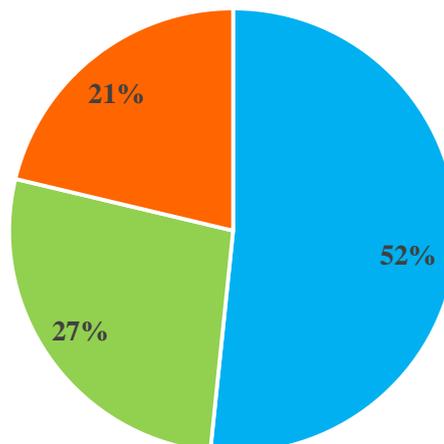




Grafico 15. Ripartizione percentuale degli assortimenti rispetto al totale di m3 caduti al taglio.

Si ottengono dunque 193 tronchi e 1483 stangeme nel caso la cubatura venga effettuata con la Tab.2 o, in alternativa, 771 palafitte e 189 stangame laddove la cubatura venga effettuata con la Tab.3

Anche in questo popolamento, come in quello amiantino, dal diradamento selettivo risulta possibile ottenere una quantità maggiore di assortimenti di valore e il materiale da destinarsi a scarto è comunque più abbondante nel caso di produzione di palafitta.

Concludendo, dal confronto effettuato nei due popolamenti risulta possibile ricavare una maggior quantità di tronchi, stangame e palafitta (assortimenti con il maggior valore di vendita) dal diradamento selettivo piuttosto che da quello dal basso in quanto si tratta degli assortimenti di dimensioni maggiori, difficilmente ricavabili dal materiale asportato con un diradamento dal basso. Per quanto riguarda la quantità di materiale da destinarsi a scarto, questo risulta sempre maggiore nel caso in cui si opti per la produzione di palafitta piuttosto che per quella di tronchi e stangame, in entrambe le tipologie di diradamento.

Infine, per il valore di vendita delle piante abbattute in entrambi i popolamenti esaminati, si può far riferimento ai prezzi medi attuali di vendita derivati dalle offerte presentate alle aste dell'Unione dei Comuni Montani del Casentino nel 2015 riportati nel paragrafo "5b. Il mercato del pino nero in Toscana", tenendo comunque presente che si riferiscono al mercato al momento della stima, ma che potrebbero tuttavia subire variazioni nel tempo.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Bernetti G., *I boschi della Toscana*, Edagricole, Bologna, 1987. (Quaderni di Monti e Boschi)
- Bernetti G., *Selvicoltura speciale*, UTET, 1995

- Bianchi L., Giovannini G., Maltoni A., Mariotti B., Paci M., *La selvicoltura delle pinete della Toscana*, ARSIA, 2005
- Gellini R., Grossoni P., *Botanica forestale*, CEDAM, 1996
- Bernetti G., *I boschi della Toscana*, Edagricole, Bologna, 1987. (Quaderni di
- Monti e Boschi).
- Bernetti G., *Selvicoltura speciale*, UTET, 1995
- Bernetti G., *Le piante del bosco. Forme, vita e gestione*, Compagnia delle Foreste, 2015
- Bernetti G., Cantiani M., Hellrigl B. (1969), *Ricerche alsometriche e dendrometriche sulle pinete di pino nero e laricio in Toscana*, in *l'Italia Forestale e Montana* 1:10-40
- Ciabatti G. [et al.], *I rimboschimenti in Toscana e la loro gestione*, Firenze, ARSIA, 2009
- Del Favero R., *I boschi delle regioni dell'Italia centrale. Tipologia, funzionamento, selvicoltura*, Padova, CLEUP, 2010
- Mercurio R., *Restauro della foresta mediterranea*, CLUEB, 2010
- Cantiani P., Piovosi M., *La gestione dei rimboschimenti di pino nero appenninici. I diradamenti nella strategia di rinaturalizzazione*, in "Annali CRA - Centro Ricerca Selvicoltura" Vol. 35, 2007-2008: 35 – 42
- Cantiani P., *Pinete di pino nero in Toscana. Note sul trattamento in ordine alle normative vigenti*, in "Sherwood", n.184, giugno 2012
- Cantiani P., Plutino M., Amorini E., 2010 - *Effetti del trattamento selvicolturale sulla stabilità delle pinete di impianto di pino nero*, in "Annali CRA - Centro Ricerca Selvicoltura", 36 (2009-10): 49-58
- Cantiani P., Chiavetta U., 2015, *Estimating the mechanical stability of Pinus nigra Arn. using an alternative approach across several plantations in central Italy*. iForest (early view): e1-e7 [online 2015-04-08] URL:<http://sisef.it/iforest/contents/?id=ifor1300-007>
- Enescu, C. M., de Rigo, D., Caudullo, G., Mauri, A., Houston Durrant, T., *Pinus nigra* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*, 2016
- La Marca O., *Elementi di dendrometria*, Patron, 2004

- Bertani R., *Tavole per la determinazione della massa legnosa in piedi dei boschi dell'Emilia Romagna*, in *l'Italia Forestale e Montana*, 2000
- Cibella R., Corona P., La Mela Veca D., Pizzurro G., *Tavole di cubatura di popolamento per i soprassuoli forestali della Sicilia*, in *l'Italia Forestale e Montana*, 2009
- Cantiani P., Marchi M., Gardin L., Rinaldini G., *RELAZIONE AZIONE A1 Quadro conoscitivo della componente fisica dei territori, della componente forestale e della gestione dei boschi*, 2016
- Regione Toscana, *Piano di Gestione del complesso forestale regionale "PRATOMAGNO VALDARNO" Periodo di applicazione 2007-2021*
- Regione Toscana, *Piano di Gestione del complesso forestale regionale "PRATOMAGNO CASENTINO" Periodo di applicazione 20014-2028*
- Grotti Mirko, *"Confronto fra due modalità di diradamento in popolamenti artificiali di pino nero"*, 2015
- <http://www.regione.toscana.it/-/regolamento-d-attuazione-della-legge-forestale-della-toscana-l-r-39-00->

## Ringraziamenti

Il primo e più grande ringraziamento va ai miei genitori che mi sono sempre vicini e a mia sorella che, se pur lontana, so essermi comunque accanto.

Altro grande pilastro in questo percorso è stato Pasquale che ringrazio per esserci sempre e in ogni momento, nonostante tutto e per avermi aiutata, con tanta pazienza, nei rilievi.

Un particolare grazie va poi a Paolo Cantiani e a Maurizio Marchi per avermi aiutata nella stesura della tesi, ma soprattutto per avermi insegnato moltissime cose e per la loro infinita disponibilità.

Grazie anche a Valter Cresti che mi ha sempre accompagnata in bosco insegnandomi tanto e regalandomi tantissime risate e a Umberto Di Salvatore per l'attenta e paziente revisione della tesi.

Grazie al mio professore, Fabio Salbitano che mi ha consigliata per raggiungere al meglio questo traguardo e per i suoi insegnamenti.

Grazie alla mia famiglia, grande famiglia, a Patrizia, Sofia, Matilde, Marco, Luigi, Melania, Vanessa, Simon, Vincenzo e Anna e a mia nonna Antonietta che, nonostante l'età, quando mi vede si ricorda sempre di domandarmi come va a "scuola".

Grazie agli amici, ai professori e ai compagni di corso.

Grazie a tutti quelli che hanno creduto in me e che mi hanno insegnato qualcosa.

*Giulia*