



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

**Scuola di Agraria**

**Corso di Laurea in**  
**Scienze forestali e ambientali**  
**(Classe L-25) - classe delle lauree in Scienze e**  
**Tecnologie Agrarie e Forestali**

**Materia della tesi: Selvicoltura generale**

**“Confronto fra due modalità di diradamento  
in popolamenti artificiali di pino nero”**

**“Comparison between two types of thinning  
in artificial stands of Pinus nigra”**

**Relatore**

**Andrea Tani**

**Correlatore**

**Paolo Cantiani**

**Candidato**

**Mirko Grotti**

## **Riassunto**

Questo elaborato descrive e confronta le caratteristiche ecologiche e pratiche del diradamento dal basso e del diradamento selettivo in popolamenti artificiali di pino nero. Sono state realizzate 18 aree di saggio su un'area complessiva di 6 ettari, di cui 3 ettari a diradamento dal basso e 3 a diradamento selettivo. Le aree sono situate nella foresta dell'Unione dei Comuni del Pratomagno e rientrano nel progetto sperimentale SelPiBio Life, il cui scopo è dimostrare gli effetti positivi sulla biodiversità di uno specifico trattamento selvicolturale. In ciascuna area di saggio sono stati eseguiti il cavallettamento totale, la misurazione del diametro e dell'altezza totale e la classificazione della posizione sociale. In seguito sono stati calcolati il numero di piante, l'area basimetrica, il diametro medio di area basimetrica media, l'altezza media della pianta di diametro medio, l'altezza dominante e il volume dendrometrico. Questi calcoli sono stati riportati ad ettaro per poter essere confrontati e sono state calcolate le medie aritmetiche per ciascun metodo di diradamento. Nelle aree sottoposte a diradamento dal basso sono state asportate mediamente il 30% delle piante a cui corrisponde il 19% dell'area basimetrica e il 18% del volume. Nelle aree a diradamento selettivo le percentuali sono rispettivamente 32%, 30% e 29%.

## **Abstract**

The aim of this work is to describe and compare the ecological and practical properties of thinning from below and selective thinning in artificial stand of black pine. 18 sample plots were created on a total area of 6 hectares; three hectares were thinned from below while the other three were cut following the selective thinning approach. The plots are located in the forests of Unione dei Comuni del Pratomagno and are in the background of the SelPiBio Life experimental project, whose goal is to demonstrate the positive effects on biodiversity of a specific silvicultural treatment. In each plot, all trees were measured collecting the diameter at breast height, the total height and the rank. With this dataset the number of plants, the basal area, the average diameter of average basal area, the average height of average diameter, the dominant height and the dendrometric volume were calculated. These calculations were carried over per hectare in order to be compared and the arithmetic averages were calculated for each type of thinning. In the plots thinned from below the average percentage of removed plants was 30% corresponding to 19% of the basal area and 18% of the volume. With the selective thinning those percentages were respectively 32%, 30% and 29%.

# INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUZIONE</b> .....                                  | <b>1</b>  |
| <b>CAPITOLO I – Pino nero</b> .....                        | <b>2</b>  |
| • Il pino nero .....                                       | 2         |
| • Utilizzo del pino nero in Italia .....                   | 5         |
| • Problemi gestionali delle pinete .....                   | 6         |
| • Perché ipotizzare un taglio selettivo? .....             | 9         |
| <b>CAPITOLO II – Descrizione della stazione</b> .....      | <b>11</b> |
| • Comprensorio dell’Unione dei Comuni del Pratomagno ..... | 11        |
| • Area di studio .....                                     | 12        |
| <b>CAPITOLO III – Materiali e metodi</b> .....             | <b>14</b> |
| • Metodologia d’indagine .....                             | 14        |
| <b>CAPITOLO IV – RISULTATI</b> .....                       | <b>18</b> |
| • Immagini e tabelle .....                                 | 18        |
| <b>CAPITOLO V – DISCUSSIONE E CONCLUSIONI</b> .....        | <b>27</b> |
| • Analisi pre-intervento .....                             | 30        |
| • Analisi delle tesi di diradamento .....                  | 30        |
| • Analisi post-intervento .....                            | 32        |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....                                  | <b>37</b> |

# INTRODUZIONE

Il pino nero rappresenta una delle specie più utilizzate nei rimboschimenti italiani del secondo dopoguerra. Le sue grandi capacità di adattamento, le scarse esigenze e la facilità di allevamento hanno reso possibile la sua diffusione su terreni degradati e stazioni difficili. Attualmente si pone il problema di stabilire un futuro per le pinete artificiali tenendo conto di vari aspetti quali produzione, tutela del paesaggio e difesa idrogeologica. Gli elevati costi, non più sostenibili né dal settore pubblico né tantomeno da quello privato, hanno causato non pochi problemi alla gestione selvicolturale dei rimboschimenti. La mancanza di trattamenti durante le fasi giovanili del popolamento ha comportato un ridotto accrescimento diametrico, un elevato rapporto ipsodiametrico del popolamento e rende difficile la successione del soprassuolo. Questo studio prende in esame le caratteristiche pratiche e gli effetti ecologici del diradamento dal basso di debole-media intensità e del diradamento selettivo in una pineta del Pratomagno (AR) mettendo a confronto una serie di parametri strutturali. Sono state realizzate 18 aree di saggio circolari di 15 m di raggio su una superficie totale di 6 ettari. I rilievi riguardano specie, diametro a petto d'uomo, altezza totale e posizione sociale. I dati così ottenuti sono stati elaborati e sono stati calcolati il numero di piante ad ettaro, l'area basimetrica ad ettaro, il diametro medio di area basimetrica media, l'altezza media dell'albero di diametro e area basimetrica media, l'altezza dominante e il volume dendrometrico ad ettaro. Questi calcoli si riferiscono alla fase pre-trattamento, asportazione del soprassuolo e post-trattamento. Sono stati quindi confrontati i risultati provenienti dalle aree relative al diradamento dal basso di debole-media intensità e al diradamento selettivo.

# CAPITOLO I – Pino nero

## Il pino nero

Il pino nero (*Pinus nigra* Arnold) è un albero tipico delle zone montuose del Mediterraneo appartenente alla famiglia delle Pinaceae, ordine delle Pinales, divisione Pinophyta (Gimnosperme). Il suo areale si estende in maniera discontinua dalla penisola iberica alla Crimea, caratteristica che ha dato origine a numerose sottospecie con caratteri morfologici ed ecologici diversi. Il portamento è arboreo con chioma piramidale, il ritidoma della pianta adulta si fessura in piccole placche grigiastre con solchi di colore nero, gli aghi, portati in fascetti di due, sono lunghi 8-15 cm e hanno la guaina persistente. Lo strobilo è sessile, di colore bruno chiaro, con squame nere nell'unghia, raggiunge la maturità nell'autunno del secondo anno e cade nella primavera successiva, spesso ancora integro. I semi sono grandi circa 5 mm e sono dotati di un'ala grande svariate volte la grandezza del seme stesso, la quale facilita la diffusione anemocora. Il nome "pino nero" è dovuto appunto dal colore dei solchi interplacca lungo il fusto e dell'unghia dello strobilo. La plantula possiede un apparato ipogeo più sviluppato di quello epigeo, è composto da un fittone molto lungo da cui si diramano le radici secondarie che spesso presentano micorrize con specie fungine. L'apparato radicale della pianta adulta è ampio e ben organizzato, è costituito da un fittone molto sviluppato e grosse radici che si espandono in senso orizzontale. In caso di terreni poco profondi o praticamente assenti l'apparato radicale si modifica, rimanendo più superficiale e approfitta degli spazi tra le rocce per ancorarsi permettendo così alla pianta di avere una buona stabilità. La facilità di allevamento in vivaio e la possibilità di impiantare direttamente a radice nuda hanno reso questa specie estremamente adatta ai rimboschimenti su stazioni difficili. È una specie molto longeva (alcuni esemplari della

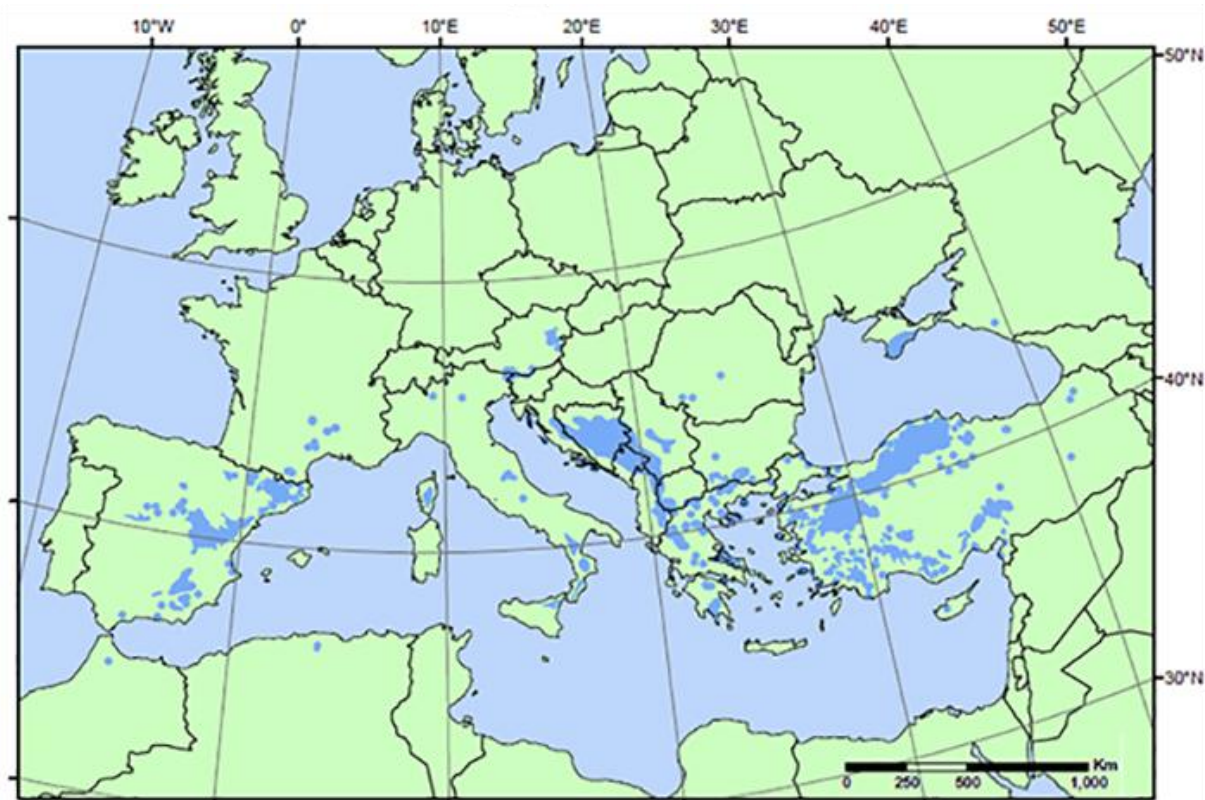


Figura 1 – Areale del pino nero (Euforgen 2011).

Sila, Calabria, superano i 350 anni), raggiunge la maturità sessuale a 15-20 anni, ma può tardare di 20-30 anni in popolamenti densi o in ambienti difficili. Può raggiungere facilmente i 25-30 m di altezza e oltre un metro di diametro. In generale è specie una dotata di elevata frugalità ed eliofilia, non ha particolari esigenze di tessitura o di fertilità chimica del suolo in quanto riesce ad adattarsi molto facilmente anche in condizioni del suolo difficili.

La Flora Europea (1993) distingue il *P. nigra* in cinque sottospecie in base all'origine geografica e alla rigidità dell'ago:

- subsp. *salzmanni* (Dunal) Franco
- subsp. *nigra*
- subsp. *laricio* (Poiret) Maire
- subsp. *dalmatica* (Vis.) Franco
- subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.

*P.n.* subsp. *salzmanni* (pino di Spagna o delle Cevenne) è la sottospecie più occidentale. È diffuso in Marocco, Algeria, Spagna centrale e orientale e nella Francia meridionale. *P.n.* subsp. *nigra* (pino d'Austria) si ritrova in Austria sud-orientale, in Italia centrale e nord-orientale e nei Balcani. *P.n.* subsp. *laricio* (pino laricio) ha per areale Corsica, Sicilia e Calabria. *P.n.* subsp. *dalmatica* si trova solamente lungo le coste della Dalmazia. *P.n.* subsp. *pallasiana* (pino di Crimea) occupa la parte più orientale dell'areale, cioè Crimea, Anatolia e Cipro. A loro volta le sottospecie sono suddivise in varietà (es. var. *austriaca*, var. *calabrica*, var. *italica*) in base all'origine geografica più che per motivi morfologici o anatomici. Le differenze principali che caratterizzano le varie sottospecie, oltre alla localizzazione geografica, riguardano altezza e forma della pianta, anatomia dell'ago, tipo di terreno preferito e resistenza alla siccità.

In Italia le provenienze autoctone sono *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *nigra*, subsp. *nigra* var. *italica* (pino nero di Villetta Barrea) e subsp. *laricio*.

Il pino laricio ha un comportamento di tipo montano, predilige suoli acidi granitici o sabbiosi, esige umidità atmosferica ma sopporta bene estati secche, è dotato di buona resistenza al freddo (i semenzali non subiscono danni a temperature di -20°C). Ha come optimum climatico la fascia del Fagetum caldo, anche se spesso, data la sua tolleranza al secco, scende al piano delle latifoglie xerofile come cerro (*Quercus cerris* L.), farnetto (*Quercus frainetto* Tenore), roverella (*Quercus pubescens* Wild.) e leccio (*Quercus ilex* L.). Raggiunge facilmente i 40 m di altezza, presenta un tronco slanciato, il rametto dell'anno è di colore giallo ocre poi bruno rossastro che nella pianta adulta rimane sottile, gli aghi sono di colore verde chiaro, spesso ad andamento sinuoso, è composto da cellule dell'epidermide a parete poco ispessita (caratteristica che rende l'ago più flessibile e meno pungente).

Il pino d'Austria è il meno termofilo, cresce su terreni calcarei e dolomitici, ma tollera i suoli marnosi e argillosi. Nel suo areale italiano è diffuso nelle Dolomiti a quote comprese tra 400-1000 m, accompagnato da carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scopoli), ornio (*Fraxinus ornus* L.) e roverella. Rispetto a *P.n. laricio* esige una discreta

piovosità estiva di 300-400 mm. La pianta raggiunge i 25-30 m di altezza, ma può arrivare anche a 40-50 m, il tronco raramente è slanciato, il rametto è di colore bruno grigiastro, i rami tendono ad essere grossi e nodosi, gli aghi sono di colore verde scuro, rigidi e pungenti.

Il pino di Villetta Barrea presenta caratteristiche intermedie tra i due: le preferenze edafiche sono simili al pino d'Austria, ma richiede una piovosità estiva molto inferiore (circa 100 mm). L'altezza raramente supera i 15-20 m, il tronco non è mai slanciato, gli aghi sono leggermente più brevi, di colore verde scuro, rigidi e pungenti.



**Figura 2** – Boschi di pino laricio della Sila, Calabria (Fonte: Andrea Martini di Cigala).



**Figura 3** – Boschi di pino d'Austria della Carnia, Friuli-Venezia Giulia (Fonte: Moro Andrea).



**Figura 4** – Boschi di pino di Villetta Barrea, Abruzzo (Fonte: Marchi Maurizio).

## **Utilizzo del pino nero in Italia**

Per la selvicoltura il pino nero rappresenta la fase pioniera, cioè è una specie che non ha particolari esigenze pedologiche e/o ambientali e che riesce a crescere ed insediarsi rapidamente allo scopo di preservare e migliorare il suolo. Una volta migliorate le condizioni, sarà possibile selezionare specie più esigenti e di maggior pregio in sostituzione della specie pioniera. I primi rimboschimenti di pino in Europa risalgono al XVIII secolo nella Bassa Austria come estensione di nuclei originari già presenti. Ad oggi l'intera area comprende una superficie di 80.000 ettari dalla quale si ricava il seme di pino nero d'Austria usato nei rimboschimenti europei (Debazac 1971). In Italia i rimboschimenti più antichi appartengono agli ex territori austriaci e sono a base di pino d'Austria. Alla fine del XIX secolo l'Italia ha iniziato la propria attività forestale impiegando anche il pino laricio e, nel 1920, il pino di Villetta Barrea. I rimboschimenti sono stati quindi diffusi in tutto il territorio nazionale tra il 1922 e il 1972, dopodiché l'opera è progressivamente diminuita anche a causa dell'abbandono delle campagne. Il pino nero ha visto un grande impiego nei rimboschimenti del secondo dopoguerra, soprattutto dal 1952 con la legge



n. 25 varata da Amintore Fanfani. Le provenienze scelte nei rimboschimenti seguivano indicazioni generali (Pavari 1952):

- pino d'Austria su suoli calcarei e stazioni fredde
- pino di Villetta Barrea su suoli calcarei e stazioni miti
- pino laricio su suoli silicei, poco degradati e in stazioni non troppo fredde.

In realtà le indicazioni non sono state sempre seguite, tant'è che spesso la determinazione della provenienza utilizzata nel rimboschimento risulta difficile. Anche il miscuglio di specie utilizzato cambiava a seconda della caratteristica della stazione:

- pino d'Austria misto a pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) o larice (*Larix decidua* Mill.), con chiazze di abete bianco (*Abies alba* Mill.) e abete rosso (*Picea abies* (L) H. Karst) nei suoli migliori;
- pino d'Austria o laricio misto con abete bianco (suoli peggiori) o douglasia (*Pseudotsuga menziesii* Franco) nei suoli migliori;
- pino d'Austria o laricio misto a cedro dell'Atlante (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti).

Talvolta la consociazione prevedeva latifoglie che tuttavia sono rimaste confinate al piano dominato del popolamento. L'impianto prevedeva densità elevate (circa 2000 piante ad ettaro) allo scopo di generare una copertura del suolo rapida e di sicura efficacia.

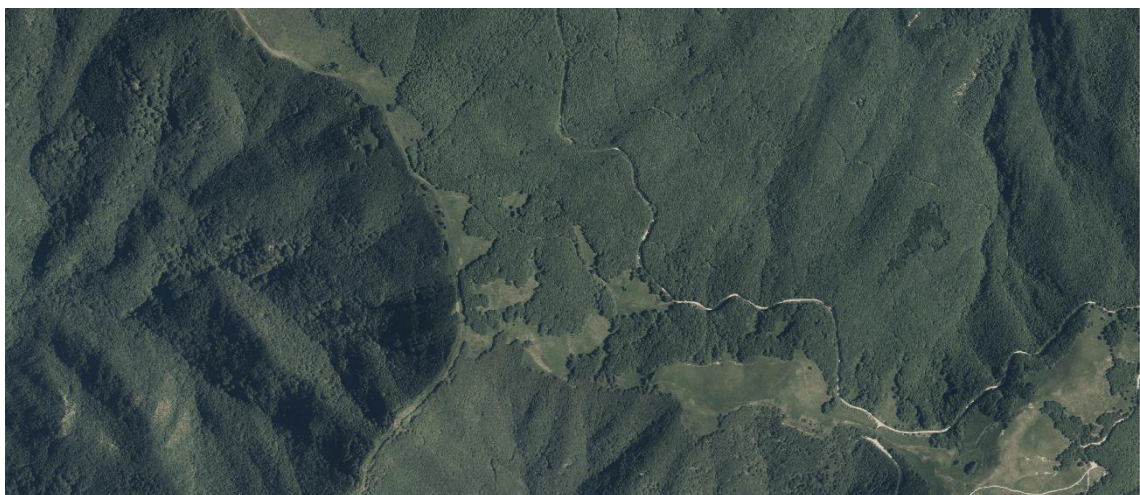
L'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (2007) stima una superficie nazionale coperta da boschi di 10.467.533 ettari, di cui 236.467 ettari ( $\pm$  4%) di pino nero e laricio (più di 18.000 ettari in Toscana).

## **Problemi gestionali delle pinete**

Le pinete derivanti da rimboschimenti eseguiti negli anni '60-'70 hanno raggiunto un'età media di circa 50-60 anni. Attualmente si pone il problema del futuro di queste pinete e, di conseguenza, della scelta di pratiche colturali adeguate a raggiungere lo scopo. Possiamo suddividere le pinete in base alla loro funzione: produttiva (maggior ritorno economico), paesaggistica (tutela del paesaggio), naturalistica (specie indigena) e protezione (contro il rischio idrogeologico). Generalmente il trattamento prevede un taglio a raso di 1-3 ettari con rinnovazione artificiale posticipata su suoli ben sviluppati e non troppo accidentati. La rinnovazione può essere composta da conifere pregiate in purezza (abete bianco o douglasia) o mista (abete e faggio). Può essere preso in considerazione il taglio a buche o a strisce se si cerca di favorire la permanenza del pino qualora abbia assunto importanza nel paesaggio del luogo (come accade nelle aree d'indigenato). In questo caso le aree tagliate dovranno consentire il rilascio di piante in grado di disseminare e affermare la ricolonizzazione della superficie asportata, per cui il diametro delle buche non deve superare i 40 m e le strisce devono essere di 30x100 m. È comunque da tenere in considerazione un eventuale piano arbustivo che potrebbe rendere difficile la futura rinnovazione. Se è già presente una rinnovazione naturale

(facilmente riscontrabile sui suoli migliori) è possibile scegliere se favorirla o meno: nel primo caso è sufficiente intaccare il piano di pino con diradamenti forti in modo da creare una progressiva apertura che agevoli la rinnovazione spontanea; nel secondo caso è possibile procedere con un normale taglio a raso e successivo reimpianto di pino o altre specie.

Bernetti (1969) per i rimboschimenti toscani aveva previsto uno sfollo in fase di spessina seguito da diradamenti moderati a cadenza decennale e di incidenza decrescente con l'età. Il turno sarebbe stato di 100 anni e il bosco sarebbe stato composto da più di 500 piante ad ettaro, alla cui scadenza si sarebbe eseguito un taglio raso con successivo reimpianto di latifoglie autoctone qualora la pineta avesse svolto il suo ruolo di preparazione (Pavari 1961). In realtà quasi mai i diradamenti sono stati eseguiti e, quando effettuati, sono stati ritardati rispetto al piano. Soprattutto nel settore pubblico le pratiche colturali spesso si sono limitate ad interventi antincendio e all'asportazione di piante sottoposte (Cantiani 2012). In realtà un diradamento ben eseguito e nei tempi giusti aumenta la produzione (Del Favero 2010), la stabilità dell'intero popolamento e crea condizioni transitorie per la sostituzione di specie (Mercurio 2010, Bianchi et al. 2010).



**Figure 5, 6, 7, 8** – Evoluzione del rimboschimento del Pratomagno. Le foto aeree sono state scattate nel 1954, 1978, 1996 e 2013 (Fonte: GEOscopio). Da notare la progressiva copertura del suolo, l'assenza di pratiche culturali e l'abbandono delle strade forestali successivo al 1996.

## **Perché ipotizzare un taglio selettivo?**

Il Regolamento forestale della Toscana (2003) impone un taglio di diradamento non superiore al 40% del numero di piante, rilasciando comunque una copertura di chioma superiore al 75% (art. 30) e fissa un turno minimo di 40 anni per le fustaie di pino nero (art. 31). Il più delle volte il pino si trova a vegetare in condizioni difficili, su terreni ad elevata pendenza e accidentati dove svolge un ruolo chiave nella difesa contro l'erosione del suolo e la formazione di frane. La prassi selvicolturale prevede diradamenti dal basso di intensità moderata ogni 10-15 anni. È da considerare che la rimozione di piante sottoposte, di piccole dimensioni e malformate spesso rappresenta un costo per il proprietario. Per questo motivo spesso i diradamenti, specialmente i primi e più importanti, sono stati completamente disattesi o effettuati in ritardo sia in ambito pubblico che privato (Cantiani 2012). Il trattamento a taglio raso è limitato alle stazioni migliori su superfici non superiori a tre ettari. L'elevata presenza di ungulati selvatici può compromettere l'efficacia di un reimpianto artificiale che comunque comporta un costo non indifferente. Da tenere presente anche la frammentazione della proprietà forestale italiana, composta per il 32% da enti pubblici (Stato, Regioni, Province e Comuni) e per il 64% dal settore privato (in media una proprietà privata non supera i 10 ettari, il che disincentiva ad investire nei possedimenti).

Per questi motivi è stato ipotizzato un tipo di taglio in grado di aprire progressivamente il soprassuolo di pino per aumentare la stabilità del popolamento e al tempo stesso favorire una successione naturale. Il diradamento classico, cioè dal basso di debole-media intensità, non intacca il piano dominante, quindi non si modificano in alcun modo le condizioni necessarie all'insediamento di nuove specie sotto alla copertura del pino. La pratica selvicolturale consiste in un diradamento selettivo facilmente replicabile allo scopo di facilitarne la diffusione e l'impiego. Il diradamento selettivo si basa sulla scelta di circa 100 piante/ettaro "candidate" in buone condizioni vegetative e di buona stabilità meccanica che andranno a costituire il bosco a fine turno. Queste piante sono scelte in base a diversi fattori: posizione sociale, diametro, altezza, rapporto ipsodiametrico, forma della chioma e distribuzione spaziale. Una volta scelta la candidata, l'operazione da seguire è la rimozione delle piante attorno ad essa che competono a livello del piano dominante, disinteressandosi del piano dominato se rappresenta una voce economica negativa (Cantiani 2012). In tal modo viene intaccato il popolamento sia nella struttura orizzontale che in quella verticale (cioè piano dominato e dominante) e si modificano i regimi di luce, acqua e temperatura a livello del suolo a favore di un incremento di attività biologica e, di conseguenza, di biodiversità. Il diradamento selettivo comporta una maggior stabilità del popolamento (in quanto le piante migliori sono favorite), aumento del valore economico ritraibile, aumento della resilienza dell'intero popolamento e maggior elasticità nelle scelte gestionali (la maggior stabilità del popolamento può portare ad un incremento della durata del turno).



**Figure 9 e 10** – Esempi di piante candidate. Le candidate sono state segnate con una fascia blu lungo l'intera circonferenza, le piante martellate con un pallino.



## CAPITOLO II – Descrizione della stazione

### Comprensorio dell'Unione dei Comuni del Pratomagno

Il complesso forestale “Pratomagno-Valdarno” occupa circa 3.300 ettari ricadenti all'interno dei comuni di Castelfranco di Sopra, Castiglion Fibocchi e Loro Ciuffenna nella provincia di Arezzo, di cui l'85% della superficie risulta boscata. La formazione geologica è composta dal Macigno del Chianti che origina suoli acidi e ricchi di potassio (Cantiani 2000). La quota è molto variabile e oscilla tra i 200 m dei centri abitati e i 1500 m dei crinali. Il regime pluviometrico è submontano appenninico, il cui picco massimo delle precipitazioni è in autunno e il minimo in estate (Plutino et al. 2009). La temperatura media annua è 8,5°C (Cantiani 2008). L'esposizione è sud o sud-ovest. L'intera Foresta è soggetta al vincolo idrogeologico (R.D.L. 3267/23) e a quote oltre 1200 metri sussiste anche il vincolo paesaggistico (D. Lgs. 490/99). Le categorie forestali più diffuse sono faggete (33%), pino nero (17%), castagneti (12%), querceti (11%), abetine (6%) e douglasieta (6%). L'età media dei boschi è di 35-60 anni, anche se i cedui stanno andando incontro ad un processo di invecchiamento e, limitatamente ai cedui a sterzo di faggio, coetanizzazione.

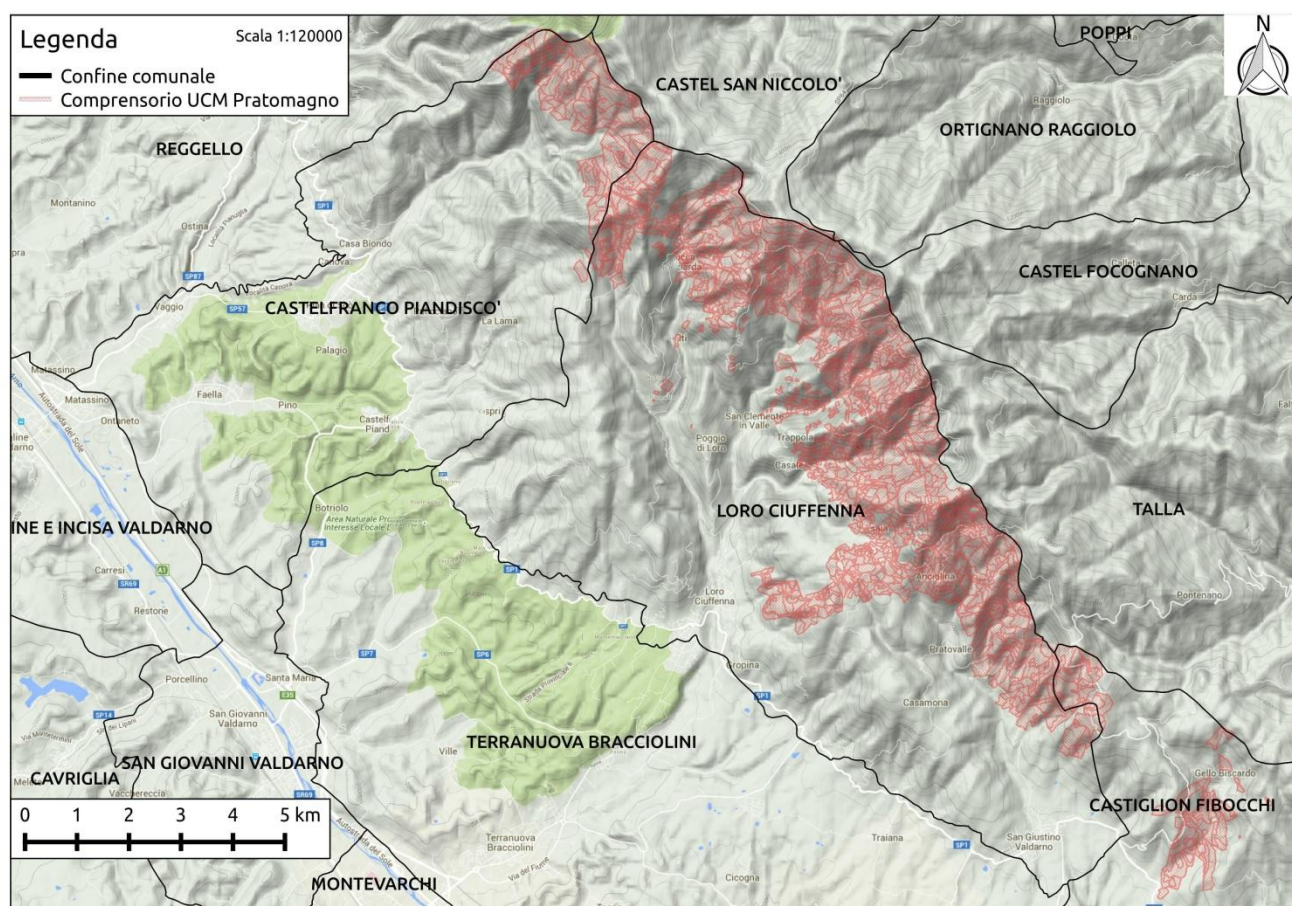


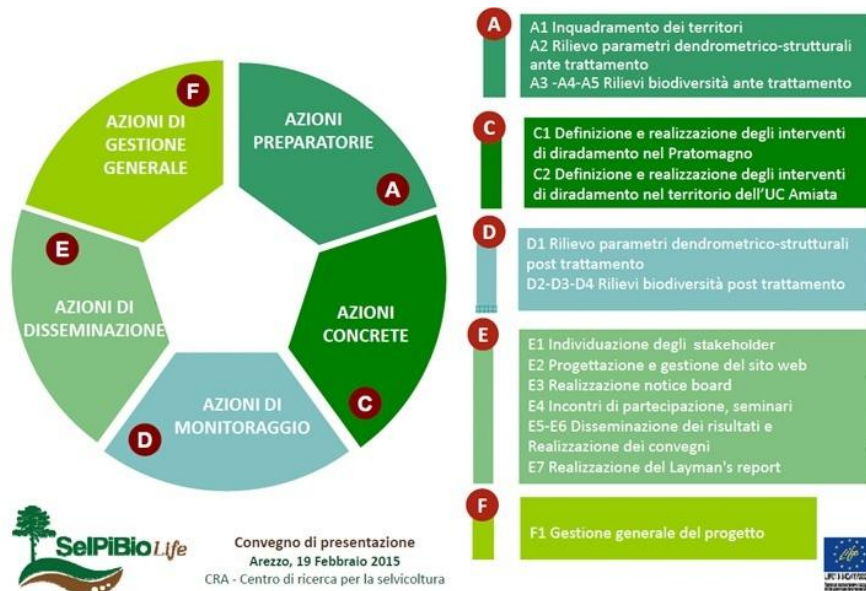
Figura 11 – Distribuzione geografica del complesso forestale Pratomagno-Valdarno.

Circa il 92% delle pinete di pino nero derivano da rimboschimenti effettuati tra gli anni '50 e '70 su aree sfruttate da agricoltura e pascoli ed in seguito abbandonate, in linea con quanto avvenuto a livello nazionale. La loro distribuzione è relativa ai versanti più accidentati e difficili dove svolgono un ruolo di protezione contro il rischio idrogeologico. Per le pinete artificiali il piano di gestione 2007-2021 prevede sia diradamenti dal basso di medio-forte intensità che diradamenti liberi. Nel primo caso si ha il rilascio delle piante maggiormente sviluppate, di buona forma della chioma e di maggior stabilità. Le piante eliminate appartengono quindi al piano dominato ed eccezionalmente a quello codominante. In caso di piante dominanti con malformazioni, in cattive condizioni vegetative o con chioma scadente, è possibile comunque intervenire con la loro eliminazione. Se nella fustaia è presente abete bianco o rinnovazione di latifoglie autoctone, è obbligatorio favorire quest'ultimi anche a discapito del piano dominante di pino. È consigliato il rilascio di soggetti vetusti o marcescenti a scopo faunistico. Il prelievo si aggira tra il 32-38% del numero di piante a cui equivale il 22-30% di area basimetrica e il 20-28% del volume. Le percentuali dipendono dalla densità, dalla fertilità e pendenza stazionale e dal rapporto ipsodiametrico. Questo metodo di diradamento intaccherà le classi diametriche inferiori: 15 (circa l'80% delle piante appartenenti a questa classe), 20 (55%), 25 (30%) e 30 (15%). Nel secondo caso il diradamento è selettivo di medio-forte intensità. Questo metodo di taglio è applicato in caso sia già presente una rinnovazione naturale (non necessariamente di pino, può essere composta da abete o latifoglie autoctone) che si desidera favorire. Una volta scelta una pianta candidata dalla buona stabilità meccanica, buon rapporto ipsodiametrico e buona distribuzione della chioma, si procede all'eliminazione delle piante vicine (in genere 5-10) che possono disturbarne la crescita. Il prelievo varia tra il 28-35% del numero di piante, corrispondente al 23-28% dell'area basimetrica e del volume.

## **Area di studio**

Le aree considerate rientrano nel progetto SelPiBioLife (Selvicoltura innovativa per accrescere la biodiversità dei suoli in popolamenti artificiali di pino nero) che vede coinvolti numerosi Enti territoriali quali CREA-SEL e CREA-ABP (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, ex CRA), Compagnia delle Foreste s.r.l., Unione dei Comuni del Pratomagno, Unione dei Comuni Amiata Val d'Orcia e Università di Siena. L'investimento totale è di € 1.549.975,00 (di cui il 50% proveniente da contributi dell'Unione Europea) da erogarsi nel periodo 2014-2019. Il progetto ha come obiettivo principale la rilevazione del grado di biodiversità micologica, floristica, della mesofauna e delle componenti microbiologiche del suolo presente in pinete governate a diradamenti dal basso, selettivi e prive di trattamenti, prestando particolare attenzione alla stabilità del popolamento. Parallelamente a questi risultati verrà analizzata la relazione tra trattamento selvicolturale e le consociazioni con specie fungine commestibili. L'intero progetto è stato suddiviso in 5 azioni: azioni preparatorie (A), azioni concrete (C), azioni di monitoraggio (D), azioni di

disseminazione (E) e azioni di gestione generale (F). Questa tesi prenderà in considerazione i dati provenienti dalle azioni A2, C1 e D1.



**Figura 12** – Azioni del progetto SelPiBio Life.

Lo studio effettuato si è svolto nei boschi dell'Unione dei Comuni del Pratomagno (AR) all'altezza della località Pian della Cucina. L'area presenta una quota di  $1.100 \pm 50$  m s.l.m, esposizione sud-ovest e pendenza media del 30% ( $17^\circ$ ). Attualmente il bosco è composto da fustaie di pino laricio e abete bianco con sporadica presenza di cerro (*Quercus cerris* L.), acero montano (*Acer pseudoplatanus* L.), faggio (*Fagus sylvatica* L.) e cedro (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti). I boschi sono di origine artificiale



**Figura 13** – Esempio del soprassuolo presente.

risalenti a rimboschimenti eseguiti nel secondo dopoguerra (1954), costituiti da pino nero mescolato ad abete bianco e acero montano a densità di 2500 piante ad ettaro (Angerilli 1970) con l'obiettivo di creare zone boscate su suoli a scarsa fertilità e in condizioni difficili (Amorini 1983). La pineta appartiene alla 2° classe di fertilità rispetto al modello alsometrico per il pino della Toscana (Bernetti et al. 1969) e rientra nella categoria di *pineta neutro acidoclina di pino nero* (Mondino e Bernetti 1998; Bianchi e Paci 2002). Nel popolamento non sono stati rilevati agenti patogeni gravi.



# CAPITOLO III – Materiali e metodi

## Metodologia d'indagine

La superficie totale dell'area della sperimentazione è di 9 ettari, di cui 3 ettari a diradamento classico, 3 ettari a diradamento selettivo e 3 ettari come testimoni (privi di trattamento). Per questa ricerca saranno presi in considerazione solamente i 3 ettari trattati a diradamento dal basso e i 3 a diradamento selettivo, per una superficie complessiva di 6 ettari.

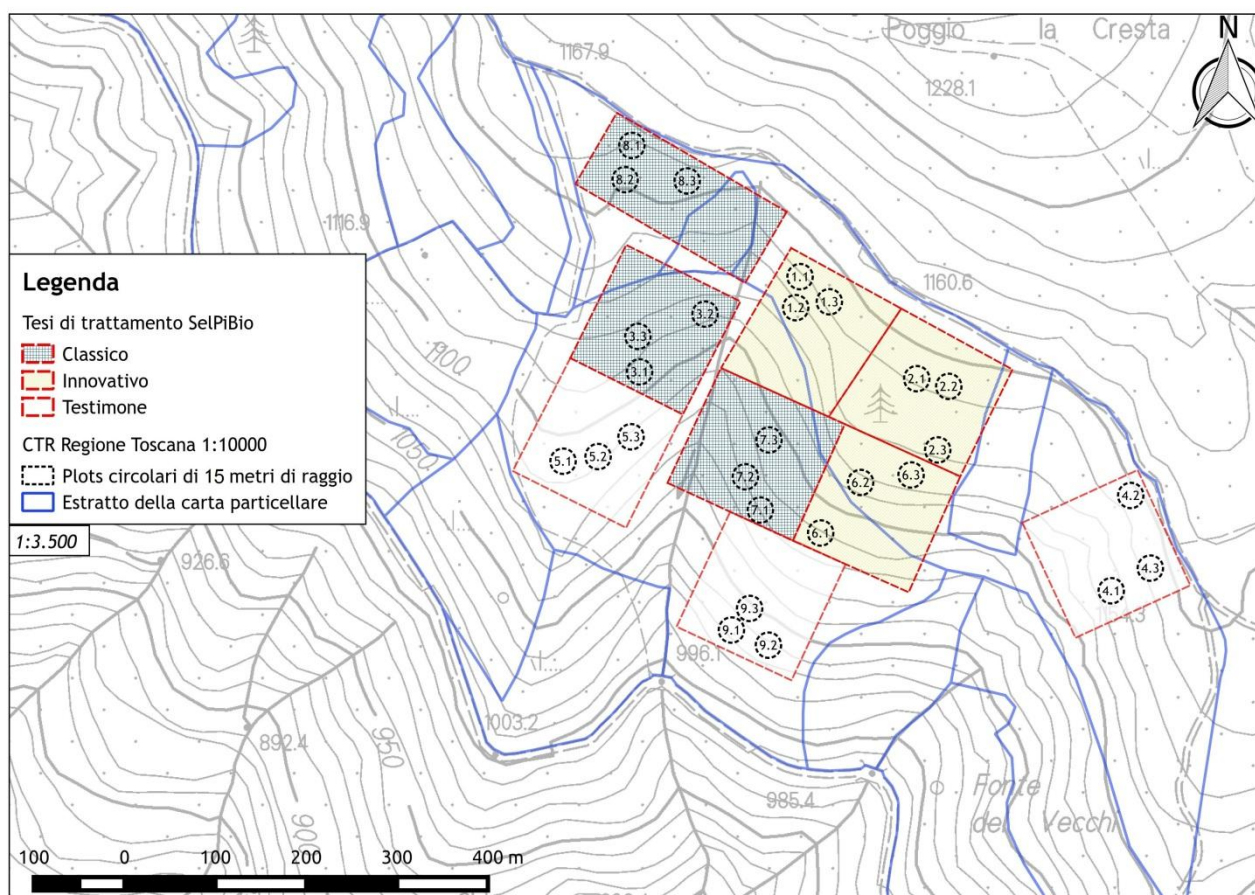


Figura 14 – Carta delle aree sperimentali del progetto SelPiBio.

All'interno di ciascun ettaro sono state preparate 3 aree di saggio circolari di 15 m di raggio (circa 706 m<sup>2</sup>) dislocate casualmente, per un totale di 18 aree di saggio. La numerazione delle aree di saggio utilizzata rispecchia quella adottata dal progetto SelPiBio. Tramite software GIS sono stati tracciati tutti i confini delle aree, dopodiché si è resa necessaria la loro delimitazione fisica. Il perimetro di ogni settore e il centro di ciascuna area di saggio sono stati tracciati utilizzando strumenti GPS segnando le piante che ricadevano all'esterno di esso. Per la delimitazione dell'area di saggio si è scelto di utilizzare il Vertex (strumento distanziometro-clisimetro ad ultrasuoni) posizionando il

transponder al centro, misurando di volta in volta la distanza da esso e segnando le piante esterne. Successivamente le piante sono state numerate ed è stato eseguito il cavallettamento totale (con soglia minima di 5 cm), indicando la specie per ogni individuo. Utilizzando il Vertex sono state misurate le altezze totali; le classi sociali sono state stimate secondo il metodo semplificato: dominanti, codominanti e sottoposte. È stata poi eseguita l'operazione di martellata sulla superficie di ciascun settore. Oltre ai dati raccolti per questa tesi, sono state rilevate le altezze di massima larghezza e di inserzione di ogni chioma e tramite TruPulse (strumento distanziometro-clisimetro laser) sono stati misurati 8 raggi di chioma e le coordinate del piede di ciascuna pianta per il progetto SelPiBio Life.



**Figura 15** – Strumenti utilizzati durante la raccolta dei dati: GPS (A), computer portatile (B), TruePulse (C), Vertex (D).

La martellata è stata eseguita tenendo conto del settore di appartenenza, cioè diradamento dal basso nelle aree 3-7-8 (Tesi A) e diradamento selettivo nelle aree 1-2-6 (Tesi B). Nelle aree 3-7-8 sono state martellate le piante appartenenti al piano sottoposto e codominante, con diametri spesso inferiori a 20 cm e di minore altezza, biforcute o con chioma estremamente malformata. Nelle aree 1-2-6 la prima fase è stata l'individuazione delle piante candidate; successivamente sono state martellate le piante individuate come loro dirette concorrenti (sia a livello del piano orizzontale che verticale) creando così delle aperture nel piano delle chiome attorno alla candidata per

favorirne lo sviluppo futuro. La scelta delle piante candidate si è basata su diversi parametri: posizione sociale, diametro, altezza, rapporto ipsodiametrico, forma della chioma e distribuzione spaziale. La distribuzione ottimale delle candidate è di circa 100 piante/ettaro, quindi la distanza tra di esse è di circa 10 m. Se due piante, raramente tre, sono vicine e ognuna possiede i requisiti per essere considerata candidata è possibile contrassegnare l'intero gruppo e considerarlo come una candidata in modo da favorirne la stabilità (la vicinanza degli apparati epigei origina una chioma unica che risulterebbe particolarmente sbilanciata in caso di rimozione di un solo individuo; l'individuo rimanente si ritroverebbe una chioma "a bandiera"). Con i diradamenti successivi potranno essere favorite entrambe (se la competizione non ne compromette lo sviluppo) o solamente una di loro. Le piante candidate costituiscono le piante che conferiscono maggiore stabilità al popolamento. Per questo motivo saranno loro a comporre il popolamento a fine turno.



**Figura 16** – Coppia di piante candidate. La coppia si riconosce dalla croce blu presente sul fusto.

Il diametro medio di ogni area è stato calcolato in funzione dell'area basimetrica media. È stato ottenuto quindi il diametro medio di area basimetrica media. L'altezza media è stata considerata l'altezza dell'albero di area basimetrica e diametro medio. L'altezza dominante è riportata come media aritmetica delle altezze delle 7 piante (100 piante ad ettaro) di diametro maggiore per ciascuna area. Per il calcolo del volume dendrometrico è stata utilizzata la tavola di cubatura a doppia entrata "Pino nero e laricio della

Toscana” (Hellrigl, 1969). La tavola è specifica per i popolamenti derivanti da rimboschimenti e restituisce la massa cormometrica comprensiva di corteccia e cimale.

## CAPITOLO IV – RISULTATI

### Immagini e tabelle

Una volta ottenuti tutti i dati grezzi, questi sono stati inseriti in un foglio elettronico di calcolo ed elaborati. Per ogni area è stato calcolato il numero di piante e l'area basimetrica ad ettaro, il diametro medio, l'altezza media, l'altezza dominante (altezza media delle 100 piante di maggior diametro ad ettaro) e il volume dendrometrico. Tutti i dati riportati sono relativi alla fase pre-trattamento, soprassuolo asportato e alla fase di post-trattamento. La numerazione delle aree equivale alla numerazione seguita nel progetto SelPiBio. Le aree 1-2-6 sono evidenziate in giallo e rappresentano quelle che saranno trattate a diradamento selettivo, mentre le aree 3-7-8 in blu saranno trattate a diradamento dal basso. I dati provenienti da ciascuna area sono stati rapportati ad ettaro per poter essere facilmente comparati. Il numero di piante ad ettaro (N/ha), l'area basimetrica (G/ha) espressa in m<sup>2</sup>, il diametro medio (dmedio) in cm, l'altezza media (Hmedia) e dominante (Hdom) in metri e il volume dendrometrico (V/ha) in m<sup>3</sup> sono inseriti nelle tabelle seguenti. La situazione media pre-trattamento mostra una densità di circa 950 piante/ettaro a cui corrispondono circa 65 m<sup>2</sup> di area basimetrica.

| PRE-TRATTAMENTO |      |       |        |        |       |      |
|-----------------|------|-------|--------|--------|-------|------|
| Ads             | N/ha | G/ha  | dmedio | Hmedia | V/ha  | Hdom |
| 1.1             | 736  | 54.10 | 31     | 19.9   | 528.0 | 23.3 |
| 1.2             | 793  | 57.30 | 30     | 19.7   | 559.1 | 22.6 |
| 1.3             | 934  | 65.80 | 30     | 19.7   | 597.3 | 20.1 |
| 2.1             | 906  | 54.60 | 28     | 19.2   | 486.9 | 20.0 |
| 2.2             | 920  | 61.60 | 29     | 19.5   | 577.5 | 21.7 |
| 2.3             | 977  | 67.90 | 30     | 19.7   | 639.8 | 21.8 |
| 6.1             | 1118 | 73.70 | 29     | 19.5   | 683.7 | 20.6 |
| 6.2             | 934  | 62.50 | 29     | 19.5   | 583.2 | 21.7 |
| 6.3             | 863  | 57.20 | 29     | 19.5   | 508.1 | 19.0 |
| 3.1             | 849  | 61.80 | 30     | 19.7   | 641.2 | 22.9 |
| 3.2             | 1019 | 64.10 | 28     | 19.2   | 591.6 | 21.5 |
| 3.3             | 963  | 70.00 | 30     | 19.7   | 811.0 | 24.9 |
| 7.1             | 1189 | 68.40 | 27     | 19.0   | 634.1 | 20.8 |
| 7.2             | 1387 | 83.50 | 28     | 19.2   | 771.4 | 20.9 |
| 7.3             | 1033 | 81.00 | 32     | 20.1   | 802.5 | 22.5 |
| 8.1             | 764  | 66.60 | 33     | 20.3   | 733.2 | 24.4 |
| 8.2             | 821  | 64.50 | 32     | 20.1   | 670.9 | 22.8 |
| 8.3             | 764  | 51.10 | 29     | 19.5   | 444.4 | 20.1 |
| MEDIA           |      |       |        |        |       |      |
| SELETTIVO       | 909  | 61.63 | 29     | 19.6   | 573.7 | 21.2 |
| DAL BASSO       | 977  | 67.89 | 30     | 19.6   | 677.8 | 22.3 |

Tabella 1 – Situazione delle aree prima del diradamento.

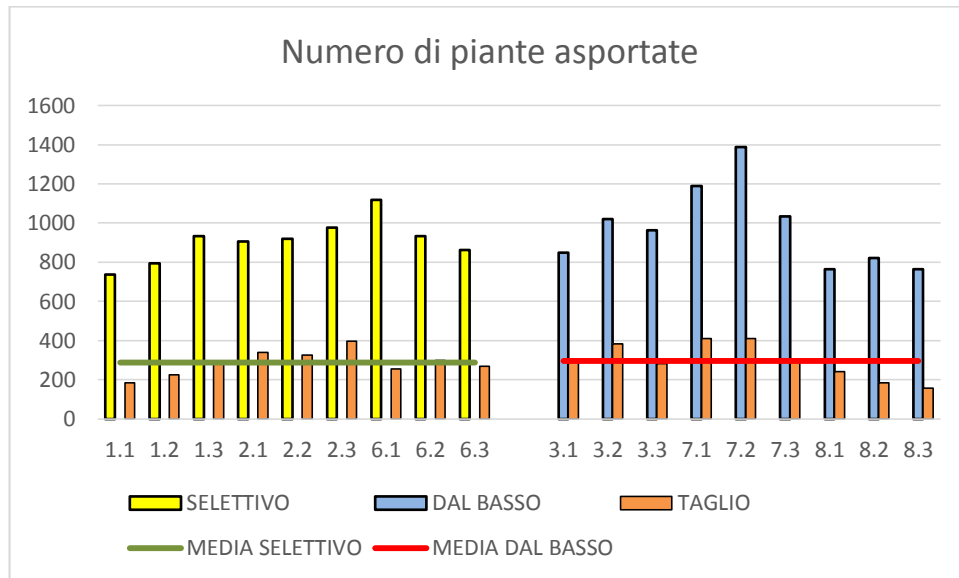
| SOPRASSUOLO ASPORTATO |      |       |        |        |       |       |       |       |         |
|-----------------------|------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Ads                   | N/ha | G/ha  | dmedio | Hmedia | V/ha  | % N   | % G   | % V   | CV diam |
| 1.1                   | 184  | 12.50 | 29     | 19.5   | 118.9 | 25.0% | 23.1% | 22.5% | 19.4%   |
| 1.2                   | 226  | 14.60 | 29     | 19.5   | 144.4 | 28.5% | 25.5% | 25.8% | 25.1%   |
| 1.3                   | 283  | 18.70 | 29     | 19.5   | 152.9 | 30.3% | 28.4% | 25.6% | 15.6%   |
| 2.1                   | 340  | 19.30 | 27     | 19.0   | 172.7 | 37.5% | 35.3% | 35.5% | 24.1%   |
| 2.2                   | 326  | 23.00 | 30     | 19.7   | 213.7 | 35.4% | 37.3% | 37.0% | 15.4%   |
| 2.3                   | 396  | 26.40 | 29     | 19.5   | 250.5 | 40.5% | 38.9% | 39.2% | 22.8%   |
| 6.1                   | 255  | 15.80 | 28     | 19.2   | 143.0 | 22.8% | 21.4% | 20.9% | 19.9%   |
| 6.2                   | 297  | 18.40 | 28     | 19.2   | 161.4 | 31.8% | 29.4% | 27.7% | 25.5%   |
| 6.3                   | 269  | 17.00 | 28     | 19.2   | 140.1 | 31.2% | 29.7% | 27.6% | 15.2%   |
| 3.1                   | 297  | 12.40 | 23     | 17.9   | 121.7 | 35.0% | 20.1% | 19.0% | 17.9%   |
| 3.2                   | 382  | 14.80 | 22     | 17.6   | 124.6 | 37.5% | 23.1% | 21.1% | 20.4%   |
| 3.3                   | 283  | 12.70 | 24     | 18.2   | 143.0 | 29.4% | 18.1% | 17.6% | 22.2%   |
| 7.1                   | 411  | 15.30 | 22     | 17.6   | 134.5 | 34.5% | 22.4% | 21.2% | 20.1%   |
| 7.2                   | 411  | 15.40 | 22     | 17.6   | 130.2 | 29.6% | 18.4% | 16.9% | 14.6%   |
| 7.3                   | 297  | 11.70 | 22     | 17.6   | 114.6 | 28.8% | 14.4% | 14.3% | 18.3%   |
| 8.1                   | 241  | 15.80 | 29     | 19.5   | 167.0 | 31.5% | 23.7% | 22.8% | 24.1%   |
| 8.2                   | 184  | 10.50 | 27     | 19.0   | 100.5 | 22.4% | 16.3% | 15.0% | 27.5%   |
| 8.3                   | 156  | 5.90  | 22     | 17.6   | 43.9  | 20.4% | 11.5% | 9.9%  | 18.2%   |
| MEDIA                 |      |       |        |        |       |       |       |       |         |
| SELETTIVO             | 286  | 18.41 | 29     | 19.3   | 166.4 | 31.5% | 29.9% | 29.1% | 20.3%   |
| DAL BASSO             | 296  | 12.72 | 24     | 18.0   | 120.0 | 29.9% | 18.7% | 17.5% | 20.4%   |

**Tabella 2** – Valori del diradamento. Le percentuali si riferiscono al totale pre-trattamento. Il coefficiente di variazione è stato calcolato come discostamento delle singole piante abbattute dal diametro medio del trattamento.

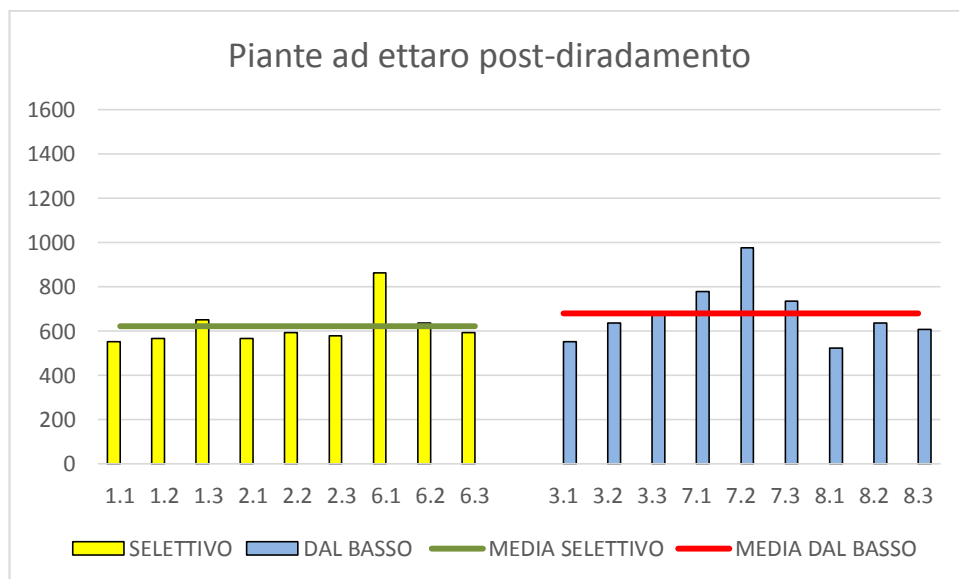
| POST-TRATTAMENTO |      |       |        |        |       |  |
|------------------|------|-------|--------|--------|-------|--|
| Ads              | N/ha | G/ha  | dmedio | Hmedia | V/ha  |  |
| 1.1              | 552  | 41.60 | 31     | 19.9   | 409.1 |  |
| 1.2              | 566  | 42.70 | 31     | 19.9   | 414.7 |  |
| 1.3              | 651  | 47.10 | 30     | 19.7   | 444.4 |  |
| 2.1              | 566  | 35.30 | 28     | 19.2   | 314.2 |  |
| 2.2              | 594  | 38.60 | 29     | 19.5   | 363.8 |  |
| 2.3              | 580  | 41.50 | 30     | 19.7   | 389.2 |  |
| 6.1              | 863  | 57.90 | 29     | 19.5   | 540.7 |  |
| 6.2              | 637  | 44.10 | 30     | 19.7   | 421.8 |  |
| 6.3              | 594  | 40.20 | 29     | 19.5   | 368.0 |  |
| 3.1              | 552  | 49.40 | 34     | 20.5   | 519.5 |  |
| 3.2              | 637  | 49.30 | 31     | 19.9   | 467.1 |  |
| 3.3              | 679  | 57.30 | 33     | 20.3   | 668.1 |  |
| 7.1              | 779  | 53.10 | 29     | 19.5   | 499.6 |  |
| 7.2              | 977  | 68.20 | 30     | 19.7   | 641.2 |  |
| 7.3              | 736  | 69.30 | 35     | 20.7   | 687.9 |  |
| 8.1              | 524  | 50.80 | 35     | 20.7   | 566.2 |  |
| 8.2              | 637  | 54.00 | 33     | 20.3   | 570.4 |  |
| 8.3              | 609  | 45.20 | 31     | 19.9   | 400.6 |  |
| MEDIA            |      |       |        |        |       |  |
| SELETTIVO        | 623  | 43.2  | 30     | 19.6   | 407.3 |  |
| DAL BASSO        | 681  | 55.2  | 32     | 20.2   | 557.8 |  |

**Tabella 3** – Situazione delle aree dopo il diradamento

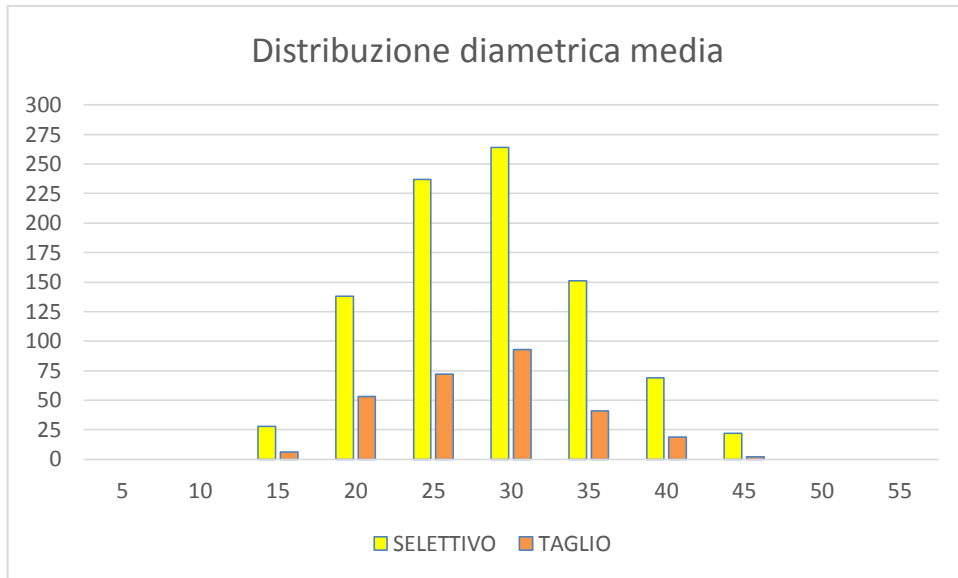
Il rapporto tra il numero di piante ad ettaro post-trattamento in entrambi i diradamenti rimane simile alla situazione pre-trattamento. In media le aree trattate a diradamento dal basso presentano 681 piante ad ettaro, 55 m<sup>2</sup> di area basimetrica e 558 m<sup>3</sup> di volume. Le aree a diradamento selettivo rispettivamente 623, 43 m<sup>2</sup> e 407 m<sup>3</sup>. Il diametro medio e l'altezza media risultano leggermente aumentati nelle aree 3-7-8 e pressochè invariati nelle aree 1-2-6.



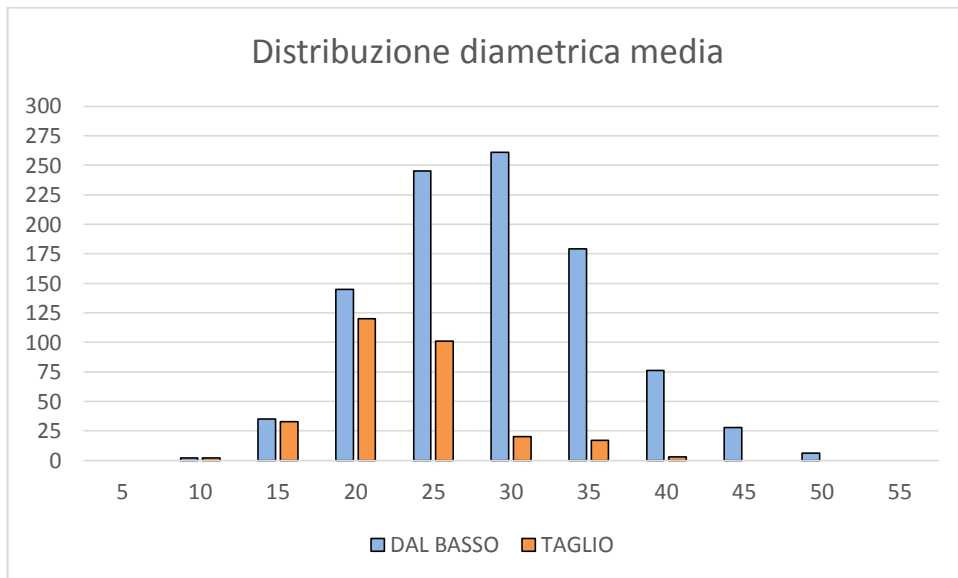
**Grafico 1** – Numero di piante totali e soggette a taglio suddiviso per area. Le medie si riferiscono alle piante tagliate.



**Grafico 2** – Numero di piante presenti dopo il diradamento suddiviso per area.

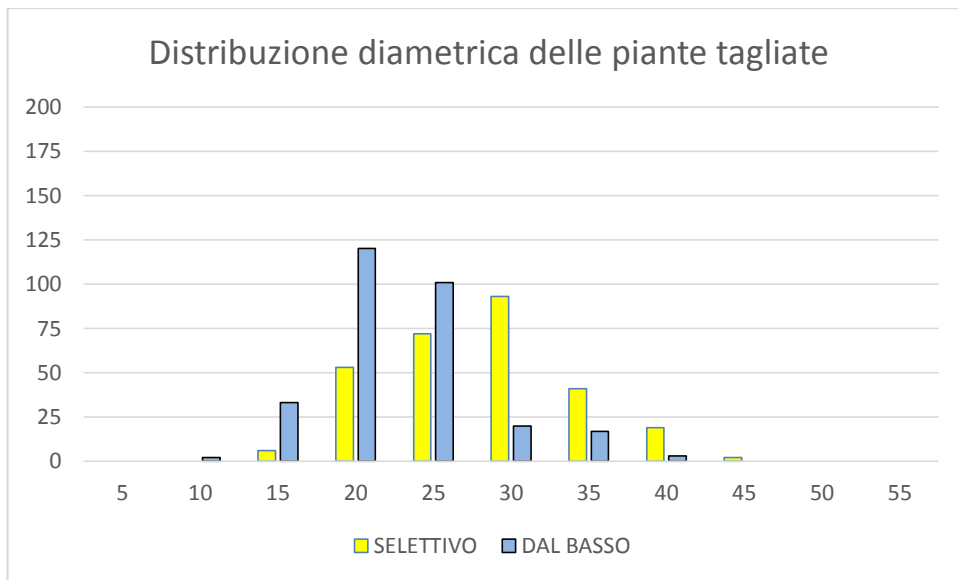


**Grafico 3** – Distribuzione media in classi diametriche di 5 cm per le aree soggette a diradamento selettivo. Il numero di piante in giallo corrisponde a quello pre-trattamento.

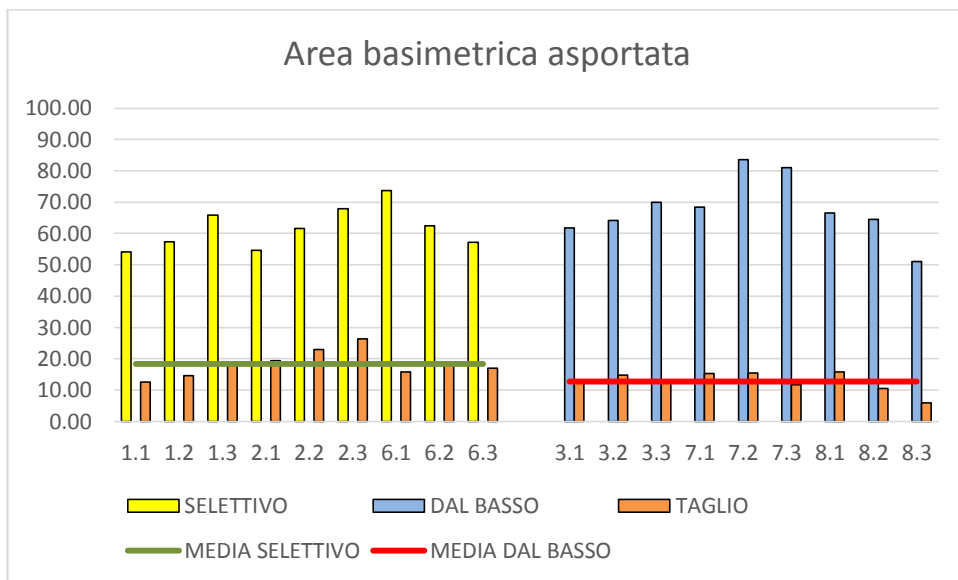


**Grafico 4** – Distribuzione media in classi diametriche di 5 cm per le aree soggette a diradamento dal basso. Il numero di piante in blu corrisponde a quello pre-trattamento.

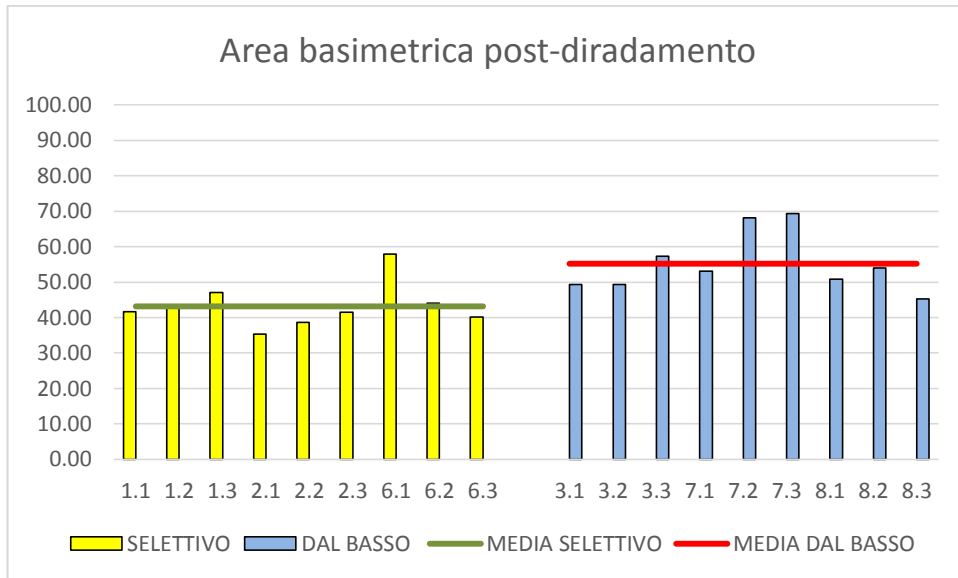




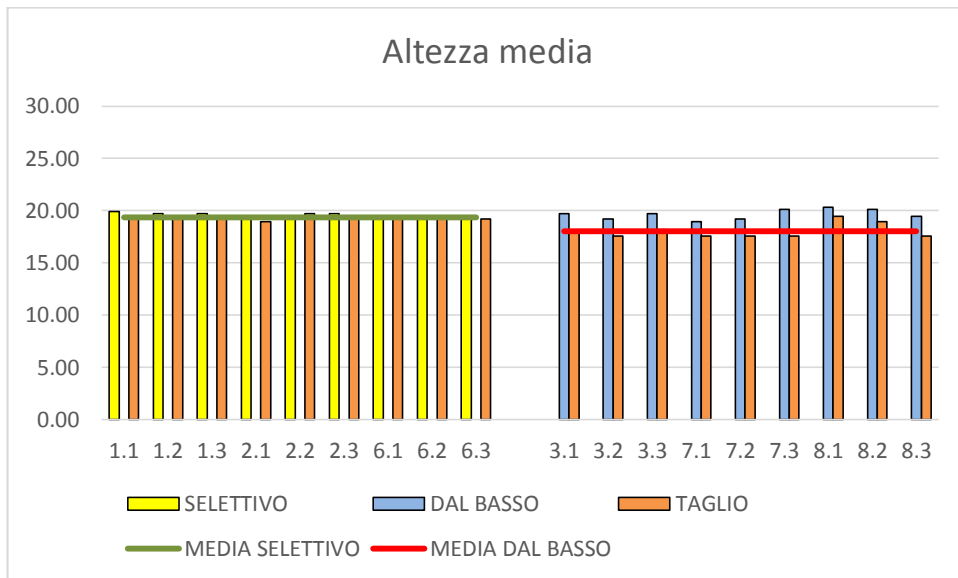
**Grafico 5** – Distribuzione in classi diametriche di 5 cm delle piante tagliate.



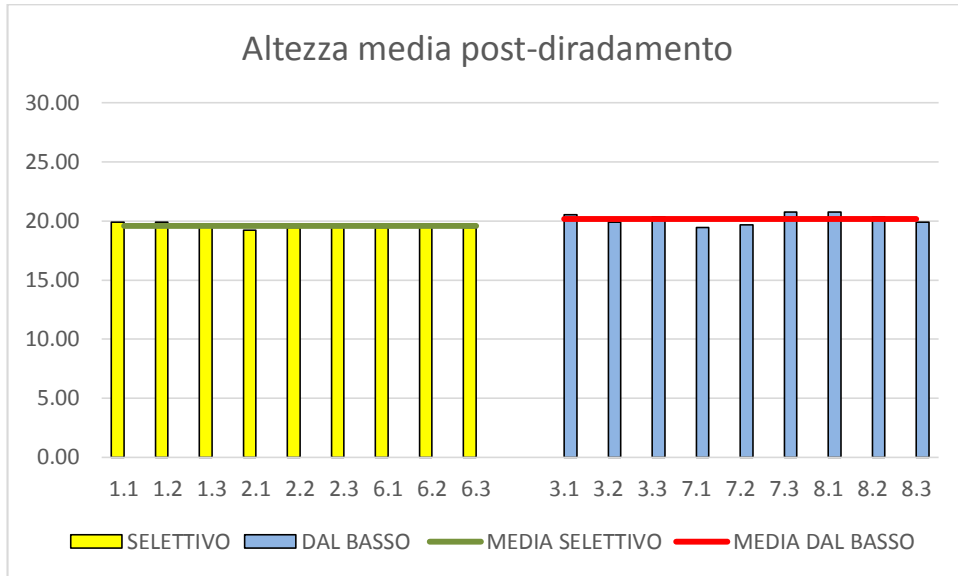
**Grafico 6** – Area basimetrica delle piante totali e soggette a taglio suddiviso per area. Le medie si riferiscono alle piante tagliate.



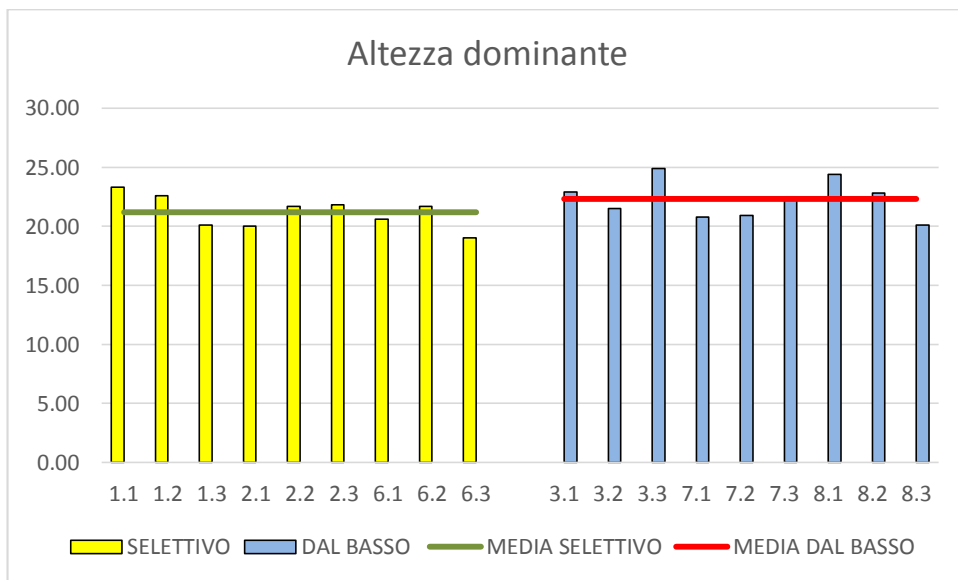
**Grafico 7** – Area basimetrica delle piante non soggette a taglio suddiviso per area.



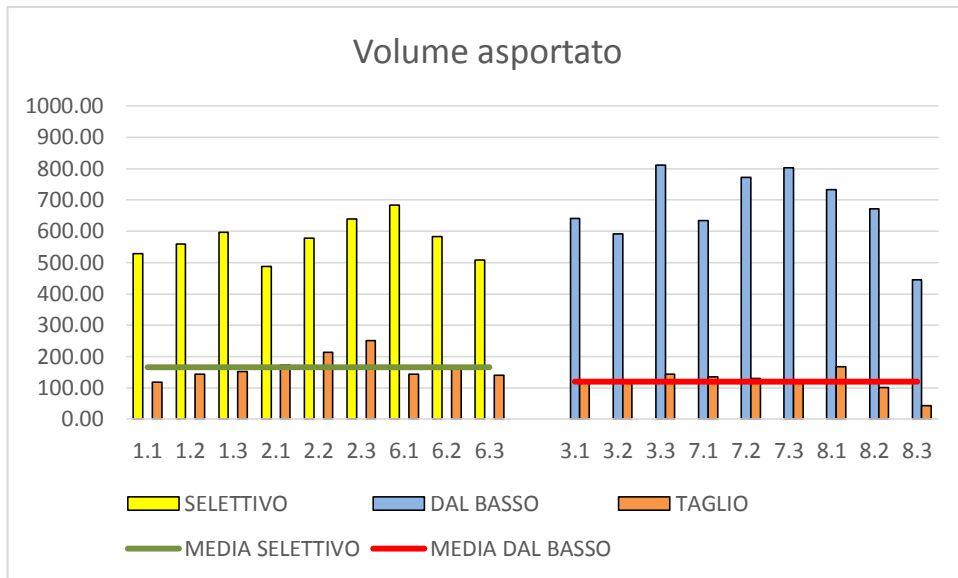
**Grafico 8** – Altezza media totale e soggetta a taglio suddiviso per area. L'altezza media è stata calcolata come altezza della pianta di area basimetrica e diametro medio. Le medie del grafico si riferiscono alle piante asportate.



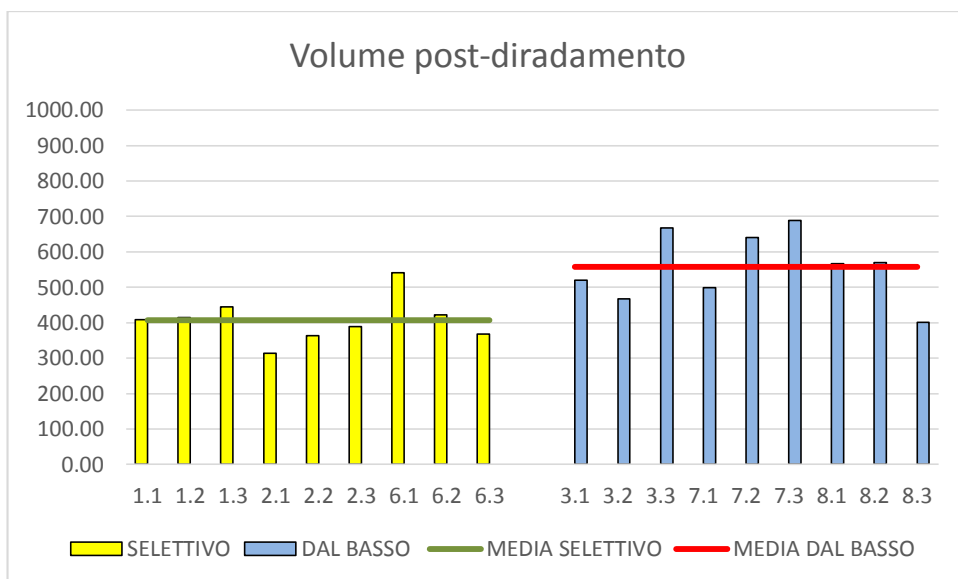
**Grafico 9** – Altezza media delle piante non soggette a taglio suddiviso per area.



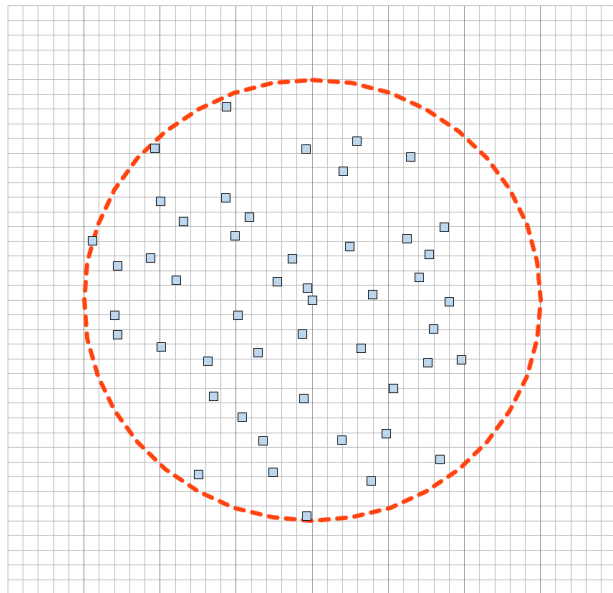
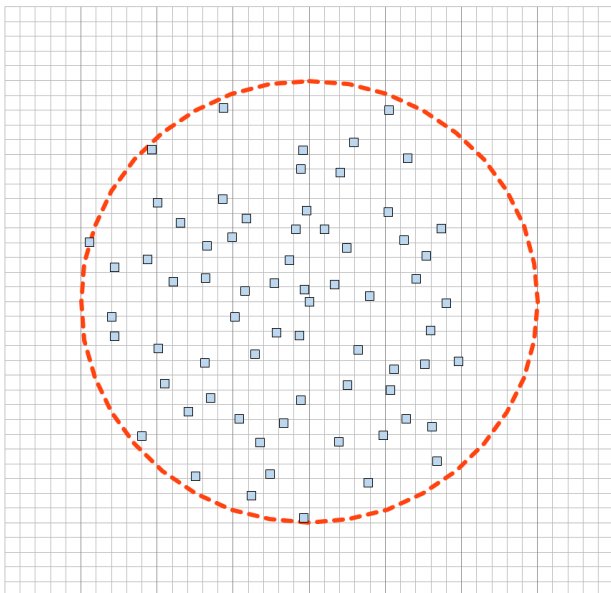
**Grafico 10** – Altezza dominante per ogni area.



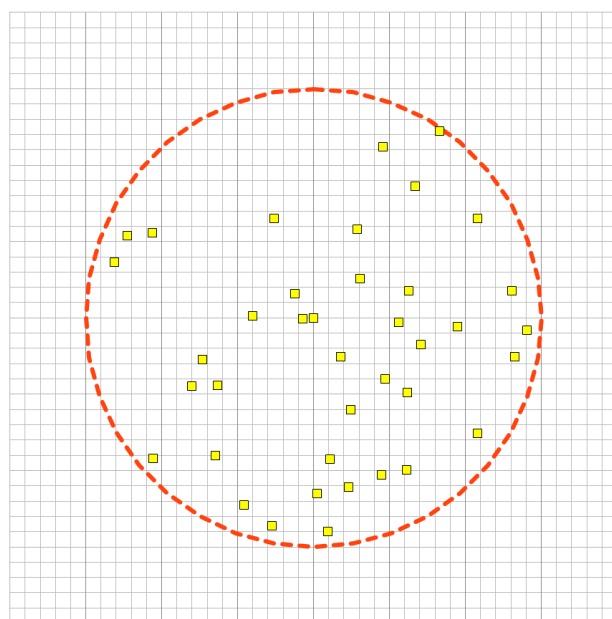
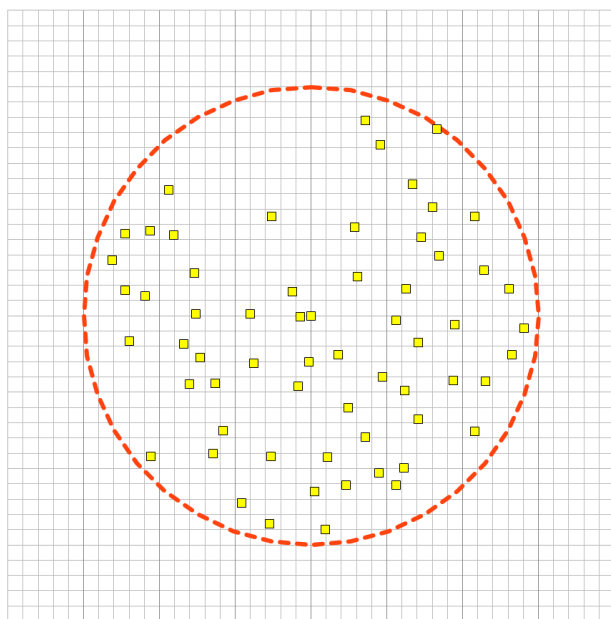
**Grafico 11** – Volume totale e soggetto a taglio suddiviso per area. Le medie si riferiscono alle piante asportate.



**Grafico 12** – Volume delle piante non soggette a taglio suddiviso per area.



**Grafici 13 e 14** – Esempio di distribuzione spaziale pre e post-diradamento dal basso nell'area 3,3.



**Grafici 15 e 16** – Esempio di distribuzione spaziale pre e post-diradamento selettivo nell'area 2,2.

## CAPITOLO V – DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La funzione produttiva, cioè la produzione di materiale legnoso, è solamente una delle tante funzioni svolte dal bosco. Nel suo insieme il bosco svolge funzioni utili alla collettività che non riguardano solamente il singolo proprietario: ne sono un esempio la funzione turistico-ricreativa, antincendio, difesa dal dissesto idrogeologico, tutela del paesaggio, stoccaggio del carbonio, habitat naturale, possibilità d'occupazione ecc... Oltre al materiale legnoso è possibile ottenere svariate tipologie di prodotti quali erbe medicinali, funghi commestibili, selvaggina, frutti o biomasse. Lo scopo della selvicoltura è la massimizzazione di una o più funzioni senza tralasciare le altre. Ad esempio un proprietario privato tende a massimizzare la quantità e la qualità del materiale legnoso ottenibile dai propri possedimenti tenendo comunque conto del rischio idrogeologico e antincendio. Un proprietario pubblico (Comune, Regione, Stato) tende invece ad avere una visione più ampia a riguardo dell'intero ecosistema bosco. Alcuni esempi sono i Parchi nazionali, le aree naturali protette e le Riserve Biogenetiche sparse su tutto il territorio nazionale dove vengono tutelati ecosistemi sempre più a rischio. Per questi motivi è importante avere cura dei nostri boschi tramite la selvicoltura, altrimenti le funzioni sopra citate vengono meno a discapito dell'interesse collettivo. L'abbandono delle campagne che si è registrato dagli anni '60 non ha di certo aiutato a mantenere i boschi in salute e oggi, sempre più spesso, ne subiamo le conseguenze. Negli ultimi anni sono aumentati gli episodi di inondazioni e frane dovuti al cambiamento climatico ed aggravati dalla scarsa gestione dei popolamenti arborei. Anche la lenta scomparsa della figura professionale del "boscaiolo" ha inciso molto, comportando una perdita di conoscenze tecniche e di interesse del mondo forestale passando da una generazione all'altra.

Non c'è dubbio che il pino nero abbia svolto egregiamente il suo scopo, cioè quello di creare un suolo fertile in ambienti spesso degradati o impoveriti da pascoli e coltivazioni intensive. Grazie alle sue caratteristiche di eliofilia e frugalità (scarse esigenze di tessitura e di fertilità chimica del suolo), alla facilità di allevamento in vivaio, il pino nero ha trovato grande impiego nei rimboschimenti delle zone degradate in tutta la penisola italiana, soprattutto nell'Appennino centro-settentrionale. Ad oggi questa specie pioniera ha svolto in maniera considerevole il suo compito, tant'è che adesso è possibile sostituire il pino con specie più esigenti e che garantiscono, tra l'altro, una qualità migliore degli assortimenti. Nonostante l'età avanzata, il pino nero ha dimostrato di saper reagire bene anche ad un diradamento tardivo eseguito con criterio selettivo (Cantiani 2008). La finalità principale del diradamento è il mantenimento di buone condizioni vegetative diminuendo la densità e la competizione tra i singoli individui. Oltre a queste, il diradamento permette di ottenere una certa quantità di materiale legnoso prima del taglio di utilizzazione vero e proprio, seppur in maniera modesta. Nel caso preso in esame, lo scopo principale è l'aumento di stabilità meccanica del popolamento e favorire il progressivo ingresso di una successione

naturale di latifoglie autoctone. Per raggiungere questo scopo è necessario intaccare il piano dominante. Se si vuole veramente incidere su tale piano i metodi di diradamento possibili sono dal basso di forte intensità, dall'alto o selettivo. Un diradamento dal basso prevede la rimozione di piante a partire dalla classe delle sottoposte. Il diradamento dal basso 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 dal basso di forte intensità ha come obiettivo l'eliminazione di piante appartenenti a tutte le classi sociali in percentuali progressive. I soggetti più colpiti restano quelli dominati, ma è possibile incidere sul piano codominante e dominante (anche se in minima parte). Il numero di piante rimosse rimane pressoché invariato, ma la distribuzione dei diametri non si limita ai diametri inferiori in quanto vengono colpite anche gli individui appartenenti al piano codominante e dominante (di conseguenza di diametri maggiori). Con questo diradamento è possibile ottenere gli assortimenti migliori e, di conseguenza, ricavi maggiori. Le caratteristiche negative che hanno limitato l'applicazione di questo metodo di diradamento sono la difficoltà e onerosità dell'operazione di martellata. I tempi di lavoro si allungano di molto, addirittura possono raddoppiare rispetto ad un diradamento selettivo, in quanto è necessario stabilire la posizione sociale per ciascun individuo del popolamento. Anche una persona esperta presenta delle difficoltà ed è costretta ad impiegare più tempo per svolgere la martellata. A causa dell'alto costo, la durata della martellata e i relativamente scarsi ricavi ottenibili, il diradamento dal basso di forte intensità è stato escluso a priori nei rimboschimenti di pino nero.

Il diradamento dall'alto ha come obiettivo la valorizzazione di tutte le piante dominanti di buona conformazione, agendo sulle loro dirette competitori. In questo modo la qualità del materiale ottenibile è quasi sicuramente la migliore disponibile al momento del taglio, ma si potrebbe avere un calo di qualità negli anni successivi dovuto alla non corretta reazione del popolamento al diradamento. Anche in questo caso si presentano le limitazioni del diradamento dal basso di forte intensità, cioè determinazione della classe sociale per ogni singolo individuo con conseguente aumento della durata e dei costi della martellata.

I metodi di diradamento più efficienti (come rapporto ricavi-costi-tempo) presi in esame sono dal basso di debole-media intensità e selettivo.

Nel primo caso (Tesi A) le piante eliminate si trovano in condizioni vegetative sfavorevoli, spesso sono biforcute e presentano una distribuzione irregolare della chioma (o chioma quasi assente) e sono destinate a morte certa nel giro di qualche anno a causa della concorrenza. Con questo diradamento il selvicoltore anticipa la mortalità per ottenere una certa quantità di materiale legnoso senza intaccare in alcun modo il piano dominante. Per quanto riguarda il pino nero, che è una specie eliofila, la rimozione di piante sottoposte non presenta alcun vantaggio né dal punto di vista ecologico né economico. L'eliminazione di soggetti sottoposti non influenza in alcun modo la quantità di luce che arriva a terra in quanto ormai non diretti competitori con i

soggetti dominanti, quindi il diradamento dal basso di debole-media intensità è praticamente ininfluenza. Per quanto riguarda l'aspetto economico il diradamento interessa piante di dimensioni limitate da cui è possibile ottenere assortimenti di scarso valore, tant'è che spesso rappresenta una voce economica negativa (Cantiani 2012).

Nel secondo caso (Tesi B) le piante eliminate si trovano attorno ad una pianta candidata in buone condizioni vegetative. La prima fase è l'individuazione della candidata secondo alcuni criteri: posizione sociale, diametro, altezza, rapporto ipsodiametrico, forma della chioma e distribuzione spaziale. La posizione sociale da ricercare è dominante sulle piante attorno, se codominante occorre valutare anche gli individui vicini. Il diametro e l'altezza devono essere soddisfacenti, generalmente al di sopra della media del popolamento in esame. Il rapporto ipsodiametrico delle candidate non dovrebbe mai superare 90 (limite dell'indice di stabilità). La chioma deve essere ben bilanciata e distribuita uniformemente. La distribuzione spaziale ottimale è di circa 100 candidate ad ettaro, cioè una distanza tra candidate di circa 10 metri. Ovviamente riscontrare perfettamente questi parametri in campo è difficile, per cui sono ammesse piccole variazioni. Ad esempio, se due piante rispettano tutti i requisiti ma si trovano ad una distanza di 8 metri, è possibile accettarle entrambe. Allo stesso modo se due individui si trovano molto vicini e competono a livello dell'apparato aereo, è possibile accettarle entrambe come coppia di candidate. Dopo l'individuazione della candidata, la fase successiva è la scelta delle piante da eliminare. La scelta si basa sulla rimozione delle dirette competitive, sia a livello del piano orizzontale che verticale, della pianta candidata. Si formerà una piccola buca attorno alla candidata che quindi avrà spazio per continuare il suo sviluppo. La formazione di queste buche aumenta la luce diretta che arriva al suolo e favorisce lo sviluppo di rinnovazione naturale e la biodiversità a livello floristico e anche micologico. Con le pratiche selvicolturali successive sarà possibile scegliere se promuovere o meno la rinnovazione naturale che si è formata sotto al piano di pino nero. Confrontando i dati ottenuti dalle aree trattate alle due modalità di diradamento è possibile dimostrare quanto detto in precedenza.



**Figura 17** – Esempio di copertura pre-intervento.





**Figure 18 e 19** – Esempio di copertura successiva al diradamento dal basso a sinistra (Tesi A) e al diradamento selettivo a destra (Tesi B).

## **Analisi pre-intervento**

Nella Tabella 1 è stata riportata la situazione di ciascuna area prima dell'intervento. Le aree che saranno soggette a diradamento selettivo presentano in media un bosco composto da 909 piante ad ettaro, a cui corrisponde un'area basimetrica di  $61 \text{ m}^2$  e un volume di  $574 \text{ m}^3$ . Per le aree destinate al diradamento dal basso i valori di partenza risultano essere superiori e sono rispettivamente 977 piante ad ettaro,  $68 \text{ m}^2$  e  $678 \text{ m}^3$ . L'elevato numero di piante presenti in ciascuna area è da imputarsi all'assenza di interventi (sfolli e diradamenti) nelle fasi giovanili in quanto non economicamente convenienti. Questa condizione ha portato alla formazione di un bosco ad elevata densità che ha permesso unicamente una crescita in senso verticale, formando un soprassuolo composto da numerosi individui estremamente filati e meccanicamente instabili. Il diametro medio e l'altezza media in tutte le aree sono simili in quanto derivanti da fattori di alta densità e fertilità della stazione. Le altezze dominanti delle singole aree risultano molto variabili (da 19 m dell'area 6,3 a 24.9 dell'area 3,3), ma la media complessiva delle aree che saranno trattate a diradamento dal basso (22,3 m) è leggermente superiore alla media delle aree a diradamento selettivo (21,2 m). La distribuzione percentuale dei diametri risulta pressochè uguale su tutta la superficie.

## **Analisi delle tesi di diradamento**

Nella Tabella 2 sono riportati i valori riguardanti i due metodi di diradamento. Come è possibile notare, il numero di piante medie asportate in entrambe le Tesi è simile, di poco superiore nel diradamento dal basso. Diversamente, l'area basimetrica e il volume sono maggiori nel diradamento selettivo. Ciò è evidenziato dal Grafico 5, dove è possibile osservare la distribuzione diametrica delle piante rimosse. Se alla Tesi di diradamento dal basso corrisponde un maggior numero di piante, è altresì vero che la

loro distribuzione riguarda prevalentemente diametri inferiori alla media del popolamento. Questi diametri derivano da soggetti appartenenti al piano sottoposto e quindi cresciuti in condizioni vegetative non ottimali, soprattutto il loro accrescimento è stato limitato dalla competizione con i soggetti appartenenti al piano dominante. Dato che i diametri sono scarsi, di conseguenza anche l'area basimetrica e il volume delle piante asportate risulta inferiore all'altro metodo di diradamento. Per quanto riguarda il diradamento selettivo, è possibile intuire che la scelta delle piante da eliminare non è collegata direttamente al diametro in quanto sono state intaccate uniformemente tutte le classi diametriche. Infatti, le frequenze con cui si manifestano le classi diametriche rimangono inalterate. Con il diradamento dal basso si ha una forte diminuzione percentuale delle piante appartenenti alle classi minori (15-20-25 cm) e, di conseguenza, un aumento percentuale delle classi maggiori (30-35-40 cm). La diminuzione percentuale nelle aree trattate a diradamento dal basso è spiegabile in quanto vengono principalmente asportate le piante sottoposte che spesso sono caratterizzate da diametri scarsi. La moda dei diametri medi per le aree trattate a diradamento selettivo è 29 cm, mentre per le aree a diradamento dal basso è 22 cm. Questo dato, in relazione al coefficiente di variazione calcolato sulla base dei diametri delle piante tagliate, significa che il diametro nella Tesi B è molto più variabile che nella Tesi A. Le percentuali di taglio riferite alla situazione pre-trattamento rafforzano quanto detto. La percentuale media di piante eliminate nelle aree trattate a diradamento dal basso A è del 30%, a cui corrisponde il 19% dell'area basimetrica e il 18% del volume. Nelle aree a diradamento selettivo le percentuali sono rispettivamente 32%, 30% e 29%. Se le percentuali del numero di piante si somigliano in entrambe le modalità di diradamento, quelle dell'area basimetrica e del volume sono quasi il doppio nelle aree appartenenti alla Tesi B. In relazione ai dati previsti dal piano di gestione, cioè circa 30% del numero di piante e 20-30% dell'area basimetrica e del volume, la Tesi A si colloca agli estremi inferiori, mentre la Tesi B agli estremi superiori. Nonostante la maggior quantità di volume detraibile dagli interventi nelle aree secondo la Tesi B, il legno di pino non trova un impiego pregiato e spesso il suo utilizzo è limitato alla produzione di beni di scarso valore quali pancali e materiale da imballaggio. In tempi recenti è stato ipotizzato che pannelli di pino possano essere impiegati nella bioedilizia come strutture portanti. È presente anche un mercato in continua crescita come paleria da immersione e cippato. Dalle aree trattate a diradamento dal basso si ottengono piccoli assortimenti di scarso valore commerciale, tant'è che spesso il taglio di piante con diametro scarso rappresenta una voce economica negativa. Al contrario, il diradamento selettivo permette di ottenere anche assortimenti di dimensioni e qualità maggiori dalle piante abbattute appartenenti al piano codominante/dominante. In base all'aspetto economico risulta quindi più favorevole una modalità di diradamento selettivo.



**Figura 20** – Piccola catasta di tronchi derivanti da diradamento selettivo. È possibile notare la varietà di diametri delle piante abbattute.

### **Analisi post-intervento**

Nella Tabella 3 vengono riportati i dati relativi al popolamento nella fase successiva al diradamento. Su tutta la superficie si ha un incremento dell'altezza media dovuto alla rimozione di piante appartenenti al piano sottoposto. Questo incremento è più marcato nelle aree sottoposte a Tesi A. Il metodo di diradamento dal basso sembrerebbe il più efficace per aumentare l'altezza media del popolamento, ma, includendo solamente piante appartenenti al piano sottoposto, l'aumento di stabilità meccanica degli individui rilasciati non è garantita in alcun modo. Anche il diametro medio nelle aree 3-7-8 ha seguito lo stesso processo, cioè la rimozione di piante sottoposte con diametri scarsi ha causato uno spostamento della media verso valori più grandi. Al contrario, nelle aree 1-2-6 il diametro medio e l'altezza media sono rimasti pressoché invariati in quanto tutte le classi diametriche sono state oggetto di diradamento.

Anche se il diradamento è stato eseguito ad un'età del bosco avanzata (circa 55-60 anni), il pino nero ha dimostrato, in altri studi, di saper reagire bene e di richiudere le buche create dall'intervento tramite espansione dell'apparato aereo nel giro di pochi anni (Cantiani 2008).

Come detto in precedenza, il regolamento forestale della Regione Toscana ammette un diradamento dal basso che non superi il 40% del numero totale di piante. Dato che i

tagli intercalari negli anni passati spesso sono stati disattesi, il popolamento presenta densità elevate nella fase di perticaia/giovane fustaia. Ciò ha condizionato la crescita dei singoli individui sul piano orizzontale, obbligando solo una crescita verticale che ha formato un bosco composto da individui meccanicamente instabili. 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). È stato calcolato che numerosi individui superano abbondantemente tale soglia, a volte oltre a valori di 100-110. Al contrario, le piante candidate hanno dimostrato di avere un rapporto di snellezza mai superiore a 60, alcune addirittura a 40. Questo indice rappresenta un buon metodo per giudicare il grado di stabilità di un individuo e dell'intero popolamento. Per questo motivo è preferibile il diradamento selettivo in quanto è l'unico metodo mirato a favorire le piante migliori dal punto di vista della stabilità meccanica.



**Figura 21** – Piante dell'area 2.1 cresciute estremamente filate.

La scelta del taglio di utilizzazione finale da adottare si basa principalmente sulle condizioni stazionali e sulle prospettive future del proprietario. Se il pino ha creato le condizioni necessarie all'ingresso di altre specie, è possibile favorire specie più esigenti e che assicurino una qualità migliore degli assortimenti e un ritorno economico maggiore (ad esempio faggio, douglasia, abete bianco). Se invece le caratteristiche della stazione non sono soddisfacenti, è possibile promuovere una rinnovazione naturale di pino e impiegarlo per un secondo turno. Secondo il regolamento forestale (art. 31) la durata del turno minimo di una fustaia di pino nero è di 40 anni, ma il ciclo vitale di questa specie può superare i 350-400 anni. Ciò significa che la pianta al momento della

fine del turno legislativo è da poco entrata nella fase adulta e potrebbe presentare difficoltà nella disseminazione naturale. La maturità selvicolturale, cioè quando gli incrementi diametrici e d'altezza non sono più rilevanti, viene raggiunta superati i 100 anni (Cantiani 2008).

Le forme di trattamento tra cui scegliere sono taglio a raso, tagli successivi e tagli a buche/strisce.

Il taglio a raso viene impiegato con le specie eliofile e rustiche con rinnovazione naturale o artificiale posticipata. Si tratta di tagli su piccole superfici (in genere 1-3 ettari) eseguiti a fine turno. Con questo taglio viene eliminato completamente il soprassuolo arboreo lasciando così un'area aperta. Se la rinnovazione è artificiale posticipata, la specie desiderata viene impiantata sull'intera superficie successivamente allo sgombero del materiale derivante dall'utilizzazione del soprassuolo precedente. In poco tempo, grazie alle capacità eliofile, si creerà una copertura omogenea. Il popolamento, se impiantato a densità elevate (questa operazione permette di ricoprire rapidamente la superficie e obbliga gli individui ad accrescersi in senso verticale), necessiterà di interventi colturali, detti sfolli, già dopo pochi anni. Questi interventi hanno lo scopo di ridurre la densità e la competitività per luce, elementi nutritivi e spazio, e favorisce uno sviluppo verticale e orizzontale ben bilanciato. Nelle prime fasi un buon grado di densità risulta utile in quanto stimola la crescita in altezza, ma con l'aumentare dell'età e l'ingresso nella fase di spessina la pianta ha bisogno di accrescersi radialmente, motivo per cui la densità andrebbe diminuita (la densità è funzione inversa dell'età). I vantaggi derivanti dal taglio a raso sono l'assenza della martellata (in quanto è sufficiente delimitare l'area soggetta a taglio), la possibilità di utilizzare agevolmente mezzi meccanici (ove possibile) per ridurre i costi e la possibilità di scegliere la specie da reimpiantare. Inoltre rappresenta l'unico trattamento applicabile per la gestione di alcune specie arboree. Gli svantaggi di questo trattamento sono forte impatto visivo, esposizione diretta del suolo per un breve periodo (in questa fase la funzione protettiva contro il dissesto idrogeologico si riduce drasticamente e si alterano le condizioni di microclima), insicurezza di successo (presenza di ungulati selvatici che potrebbero danneggiare gravemente l'impianto), costi elevati dell'impianto, rischio di ingresso da parte di specie invasive.

Un'alternativa al taglio raso ipotizzabile nelle stazioni più a rischio, cioè dove potrebbe non essere possibile lasciare il terreno nudo, è rappresentata dai tagli successivi. Questo trattamento prevede l'eliminazione del soprassuolo in 2-3 tagli in un periodo variabile tra 5-30 anni. I tagli successivi possono essere uniformi, cioè su tutta la superficie considerata, o gradualali, cioè su piccole superfici. In ogni caso alla fine del turno il risultato è un bosco coetaneo. Se i diradamenti non sono stati effettuati o sono risultati insufficienti, occorre fare un taglio di preparazione circa 15-20 anni prima della fine del turno. Successivamente, alla scadenza del turno, si effettua il taglio di sementazione. Con questo taglio viene aperto il piano dominante per favorire l'ingresso della rinnovazione naturale derivante dai semi prodotti dalle piante circostanti. L'intensità di taglio dipenderà dalla specie che costituisce il popolamento: se specie eliofila, il taglio di sementazione può rimuovere oltre il 75% della massa legnosa; se specie sciafila, il

taglio non deve superare il 40%. Infine, si procede al taglio di sgombero con cui vengono rimossi gli alberi rimanenti dal taglio di sementazione. Questa fase è molto delicata in quanto è necessario prestare particolare attenzione durante le fasi di taglio per non danneggiare la rinnovazione presente. I vantaggi rispetto al taglio a raso sono minor impatto visivo, minor esposizione del suolo, stessa quantità di assortimenti ottenibili e possibilità di rinnovazione naturale. Gli svantaggi riguardano soprattutto la rinnovazione, cioè incertezza dell'affermarsi della rinnovazione, danni causati durante il taglio di sementazione e sgombero e instabilità delle piante rimaste isolate dopo il taglio.

Altri tipi di utilizzazione ipotizzati per le pinete di pino nero sono il taglio a buche e il taglio raso a strisce. Il primo può essere paragonato ad un taglio a raso su superfici limitate (generalmente la dimensione della buca è 1-1,5 volte l'altezza media degli alberi). Questo trattamento è ampiamente applicato nelle zone d'indigenato del pino nero (soprattutto in Calabria) allo scopo di preservare il più possibile il popolamento a rinnovazione naturale. I vantaggi del trattamento possono essere equiparati al taglio a raso. Gli svantaggi sono da imputarsi all'accurata e costosa pianificazione degli interventi di taglio. Il taglio raso a strisce, come si può intuire dal nome, consiste nell'eliminazione geometrica del soprassuolo. Presenta il vantaggio di semplificare enormemente la martellata e di poter utilizzare agevolmente mezzi meccanici. Gli svantaggi sono simili al taglio raso con l'aggiunta di problemi di instabilità nei soggetti rilasciati lungo le strisce.

Nel bosco in esame sarebbe già possibile eseguire un taglio di utilizzazione in quanto l'età del popolamento supera i 55-60 anni e la legge forestale lo consente oltre i 40 anni. Dato che sotto al piano di pino non è presente alcun tipo di rinnovazione naturale, è sconsigliato il taglio a raso in quanto il suolo si ritroverebbe privo di protezione e gli effetti positivi della presenza del pino potrebbero essere compromessi. Anche la forte pendenza (30% o 17°) gioca un ruolo a sfavore del taglio a raso. È quindi necessario operare con cautela per mantenere una copertura costante. Se la rinnovazione di latifoglie autoctone che si insedierà nelle aree diradate riuscirà ad affermarsi (per valutare tale andamento occorre monitorare l'area per una decina d'anni), allora sarà possibile intervenire con un taglio a raso, altrimenti occorre valutare l'opportunità di un altro metodo di intervento che favorisca la rinnovazione naturale, quali tagli successivi, a buche o a strisce.

In conclusione il diradamento selettivo ha dimostrato di essere una valida alternativa al diradamento dal basso sotto numerosi aspetti, quali maggior ritorno economico del diradamento stesso e incremento della provvigione futura, favorisce il ritorno di specie autoctone in sostituzione del pino, premia le piante più stabili e migliori meccanicamente, aumenta la biodiversità ma soprattutto l'operazione di martellata è semplice e facilmente replicabile da qualsiasi tecnico forestale. Grazie alla grande resilienza del pino nero è possibile eseguire un diradamento in età avanzata senza compromettere la stabilità presente e futura del bosco. Se i diradamenti fossero stati eseguiti nei modi e nei tempi previsti, sicuramente ad oggi sarebbe possibile effettuare il

taglio finale. La scelta del trattamento da applicare si baserà sui dati ottenuti dal monitoraggio dell'area negli anni successivi al diradamento.

Desidero ringraziare Marchi Maurizio, Cresti Valter e tutto il CREA-SEL per l'aiuto offerto e la collaborazione nella raccolta dei dati.

## BIBLIOGRAFIA

Amorini E., 1983 – Prove di diradamento nella pineta di pino nero di Monte della Modena sull'Appennino Toscano. *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, 14: 101-148.

Angerilli A., 1970 – Comune di Loro Ciuffenna. Rimboschimenti eseguiti nei terreni dell'A.S.F.D. dall'Ispettorato Dipartimentale delle Foreste di Arezzo. Relazione inedita.

Bernetti G., Cantiani M., Hellrigl B. 1969 - Ricerche alsometriche e dendrometriche sulle pinete di pino nero e laricio della Toscana. *L'Italia Forestale e Montana*, 1: 10-41.

Bianchi L., Paci M. 2002 - Tipologia delle pinete di pino nero del Parco Nazionale Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali*, 51:73-120.

Bianchi L., Paci M., Bresciani A., 2010 - Effetti del diradamento in parcelle sperimentali di pino nero in Casentino (AR): risultati a otto anni dall'intervento. *Forest@ 7*: 73-83.

Bernetti G. et al, 1969 – Ricerche alsometriche e dendrometriche sulle pinete di pino nero e laricio della Toscana. *Italia Forestale e Montana*, 24(1):10-26

Bernetti G., 1998 – *Selvicoltura speciale*. Casa ed. Utet. p. 132-142

Bernetti G., 2015 – *Le piante del bosco. Forme, vita e gestione*. Casa ed. Compagnia delle Foreste. p. 119-126.

Cantiani P., 2000 – Indicazioni gestionali in rimboschimenti di pino nero dell'Appennino Centro-settentrionale. In: *Atti del II Congresso SISEF*, Bologna: 125-130.

Cantiani P., Piovosi M., 2008 – La gestione dei rimboschimenti di pino nero appenninici. I diradamenti nella strategia di rinaturalizzazione. *Ann. CRA - Centro Ric. Selv. - Vol. 35*, 2007-2008.

Cantiani P. 2012 - Pinete di pino nero in Toscana. Note sul trattamento in ordine alle normative vigenti. *Sherwood*, 184:15-20.

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)* - doi: 10.3832/ifor1300-007

Debazac E.F., 1971 – Contribution à la connaissance de la répartition et de l'écologie de *Pinus nigra* Arn. Dans le Sud-Est de l'Europe. *Annales des Sc. Forestières* 28(12):91-139



Del Favero R., 2010 - I boschi delle regioni dell'Italia centrale. Tipologia, funzionamento, selvicoltura. Cleup. 425 pp.

D.R.E.Am. Italia 2007 – Piano di gestione del complesso forestale regionale “Pratomagno-Valdarno” 2007-2021

Flora Europea, 1993 – Vol. 1 Edited by T.G. Tutin, N.A. Burges, A.O. Chater, J.R. Edmondson, V.H. Heywood, D.M. Heywood, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters, D.A. Webb. Cambridge University Press, Cambridge.

Gellini R., Grossoni P. 1996 – Botanica forestale I - Gimnosperme. Casa ed. Dott. Antonio Milani.

Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio, 2007 – Le stime di superficie 2005 – Prima parte. Autori G. Tabacchi, F. De Natale, L. Di Cosmo, A. Floris, C. Gagliano, P. Gasparini, L. Genchi, G. Scrinzi, V. Tosi. MiPAF – Corpo Forestale dello Stato - Ispettorato Generale, CRA-ISAFA, Trento.

Mercurio R., 2010 - Restauro della foresta mediterranea. Clueb. 368 pp.

Mondino G.P., Bernetti G. 1998 - I tipi forestali. Boschi e macchie di Toscana. Regione Toscana, Firenze. 265-275 p.

Pavari A., 1952 – Le varietà di *Pinus nigra* nei rimboschimenti dell'Appennino. Monti e Boschi, 3(9):442-443.

Pavari A., 1961 - I rimboschimenti nella catena appenninica. Atti del Congresso Nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.

Piussi P., 2015 – Selvicoltura generale. Boschi, società e tecniche culturali. Casa ed. Compagnia delle Foreste

Plutino M., Piovosi M., Cantiani P. 2009 - Rinaturalizzazione dei rimboschimenti di pino nero. Prove di impianto di potenziali nuclei di disseminazione di rovere in Pratomagno (AR). Sherwood, 150: 9-14.

Regione Toscana, 2003 – Regolamento Forestale della Toscana. 8 agosto 2003 n° 48/R.