



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di Agraria

Corso di Laurea Magistrale in

Scienze e Tecnologie dei Sistemi Forestali

Curriculum: Pianificazione, Paesaggio e Territorio Forestale

(Classe LM-73 - classe delle lauree in

Scienze e tecnologie forestali e ambientali)

Materia della tesi: Selvicoltura Speciale

Un indice di competizione come supporto decisionale ai diradamenti selettivi in popolamenti artificiali di pino nero

An index of competition as a decision support for selection thinning in black pine populations

Relatore

Prof. Fabio Salbitano

Correlatore

Dott. Paolo Cantiani

Dott. Maurizio Marchi

Candidato

Scapigliati Riccardo

Anno Accademico 2017/2018

*“C’è qualcuno seduto all’ombra oggi
perché qualcun altro ha piantato un albero
molto tempo fa.”
(Warren Buffett)*

Riassunto

L'elaborato ha come scopo quello di realizzare la formazione di un indice di competizione da utilizzare nei popolamenti di pino nero.

Questi boschi realizzati a seguito di rimboschimenti promossi dallo Stato sono stati nel corso del tempo abbandonati portando ad avere problemi di stabilità data la forte competizione interna.

La realizzazione di diradamenti dal basso su questi soprassuoli è risultata poco efficace a causa della legislazione forestale delle regioni appenniniche che spesso interviene incidendo sulla percentuale di piante da prelevare. Di conseguenza questo si traduce nell'asportazione della sola parte dominata che di fatto non incide sulla parte più sensibile quella dominante (Cantiani e Piovosi, 2009). Si rende perciò necessario applicare una diversa tipologia di intervento che corrisponde al diradamento "Selettivo". Tale intervento consiste nell'eliminazione delle dirette concorrenti della candidata liberando la chioma e permettendo alla pianta di potersi sviluppare e acquisire maggiore stabilità.

Da qui è emersa la creazione di questo indice di competizione che a come scopo quello di aiutare nella selezione delle piante competitori con la candidata.

Dopo uno studio effettuato nel comprensorio del Vivo d'Orcia dove è presente un popolamento di pino nero, sono stati presi in considerazione alberi la cui chioma non fossero in competizione con piante prossime o che presentassero fenomeni di competizione limitati.

I dati raccolti sono stati elaborati con modelli di regressione in modo da calcolare le tendenze di massima estensione del raggio di chioma in funzione del diametro del tronco.

Così facendo si è realizzato l'indice che è possibile applicare fino al diametro del tronco massimo a disposizione, in quanto al di sopra di esso l'utilizzo potrebbe non essere corretto in quanto non abbiamo dati certi.

Infine per testare l'efficacia dell'indice di competizione sono stati utilizzati i dati del progetto SelpBio Life, dove è stato effettuato il confronto con il diradamento selettivo, producendo buoni risultati.

Abstract

The purpose of the project is to create and test a competition index to be used in applying selective tendings in black pine stands.

These woodlands are the result of reforestation programmes promoted by the State, and have been neglected over time, thus leading to precarious individual and population stability caused by the strong inter-individual competition.

The implementation of low thinnings was however not very effective in term of improving the stability of the stands. To cope with this goal the selection thinning technique was applied, but trying to refine the way of treating the stands by identifying criteria and indicators oriented to optimize the technique itself.

Selection thinning consists in removing some of the dominant trees of the even aged stands so to eliminate the direct competitors of the so called candidate (i.e. “selected” trees). The treatment is oriented to- freeing the single-tree crown thus allowing to concentrate the growth on selected plants. It results a more balanced development of the selected trees enhancing a greater biomechanical and ecological stability both at individual and population levels.

Hence the creation of a competition index has emerged with the aim of supporting the selection of the plants competing.

the study was carried out in the district of Vivo d'Orcia. The crown of trees grown with some degrees of lateral freedom were measured in quantitative and qualitative terms so to identify a best performing index to be applied along selection thinning processes.

The collected data processed by linear regression function so to calculate the maximum extension of the crown radius.

In this way, the index has been created in order applied up to the maximum stem diameter available, as above it may not be used as we have no reliable data.

Finally, to test the effectiveness of the competition index, data from the SelpBio Life project were used, where the comparison was made with selection thinning, producing good results.

Indice

Premessa.....	8
Introduzione	10
Inquadramento geografico, geologico, vegetazionale e faunistico	12
Inquadramento climatico	16
Il pino nero.....	21
Storia dei rimboschimenti	24
Gestione delle pinete	27
Il diradamento dal basso	28
Un ipotesi alternativa al diradamento dal basso: il diradamento celeroincrementale	29
Il diradamento selettivo	33
Il progetto SelpiBioLife	36
I primi indici di competizione	38
Materiali e metodi	42
Risultati e indice di competizione del pino nero	46
Applicazione con i dati del progetto SelpiBioLife	55
Risultati	58
Discussioni	68
Conclusioni.....	71
Ringraziamenti	76
Bibliografia e Sitografia	77
Allegati	79

Premessa

Lo scopo principale della tesi è quello di produrre e testare un indice di competizione analizzando la relazione esistente tra il diametro del tronco e quello della chioma.

Sulla base di questo si tenterà di definire un modello specifico costruito sulla base delle caratteristiche di crescita integrata degli alberi cresciuti in assenza di condizionamenti competitivi interindividuali in modo da massimizzare le potenzialità di occupazione del biovolume delle singole piante.

L'applicazione di tale indice avrà quindi come obbiettivo finale il supporto alla scelte gestionali e agli indirizzi selvicolturali dei popolamenti di pino nero (*Pinus nigra* Arnold).

Nel caso di una risposta positiva della valutazione delle potenzialità dell'indice in questione, sarà poi possibile ottimizzare i tipi ed i parametri quali-quantitativi dei diradamenti attuabili.

È infatti urgente ottimizzare i criteri di gestione selvicolturale soprattutto per quei popolamenti artificiali che, realizzati a scopo di protezione con particolare riguardo ai temi idrogeologici, sono stati trascurati nel corso del tempo e possono presentare aspetti critici di stabilità (biomeccanica, ecologica e fitopatologica) individuale e di popolazione con conseguente diminuzione, annullamento oppure inversione in negativo dei servizi ecosistemici attesi.

Il pino nero è stato abbondantemente utilizzato in virtù delle caratteristiche bioecologiche della specie atte a rispondere positivamente anche a condizioni stazionali problematiche così da espletare, in modo più o meno transitorio, una funzione di rapida copertura del suolo e di preparazione del terreno.

Nel corso dei decenni, a questa funzione prettamente protettiva e di ricostituzione transitoria della copertura forestale, i boschi artificiali di pino nero hanno acquisito una molteplicità di valori interconnessi con le trasformazioni sociali ed economiche ricreativa e turistica, se non altro a livello locale.

Questi processi trasformativi impongono quindi una riflessione complessiva ed approfondita sulle modalità di approccio gestionale generale e specificamente selvicolturale dei boschi artificiali di pino nero.

Un aspetto fondamentale da considerare è che la gestione di questi soprassuoli non può prescindere dal riconoscere il fatto che sia necessaria una discontinuità di intenti legati alle prospettive di uso che tali boschi hanno assunto negli ultimi anni.

La stabilità del bosco, sia nel suo complesso che a livello di singole piante, e l'efficacia nell'erogare servizi ecosistemici sociali e di regolazione piuttosto che l'aumento del suo valore economico legato alla produzione legnosa, sono fondamentali per stabilire le modalità di gestione forestale.

L'indice di competizione ci permette di definire in modo più agevole i criteri di intervento e, in modo estremamente concreto, può divenire un supporto alle singole scelte nell'ambito dei diradamenti selettivi, ossia di quegli interventi che meglio si prestano alla modularità selvicolturale richiesta dagli obiettivi e dai criteri precedentemente ricordati.

L'applicazione di nuovi criteri e strumenti nell'ambito dei diradamenti selettivi può permettere di verificare se il metodo proposto consente di rilasciare i migliori soggetti che per le loro caratteristiche saranno in grado di migliorare la stabilità, la resilienza, l'integrità e i processi dinamici del popolamento.

L'indice proposto permetterà di confrontare le differenze tra il diradamento dal basso e il diradamento selettivo realizzato nel progetto SelpiBioLife, nel comprensorio del Vivo d'Orcia per il quale è disponibile un ampio set di dati.

Questo ci permetterà di valutare la correttezza dell'indice e il criterio secondo cui sono state eliminate le piante competitrici con la chioma della candidata che sottraggono a essa spazio e luce andando ad influire sostanzialmente sulle loro capacità di crescita ed esplorazione del biovolume. In definitiva sulla loro stabilità.

Introduzione

La superficie forestale negli ultimi decenni ha subito un costante incremento, raggiungendo solamente in Toscana un volume di 1.151.539 ettari, secondo quanto riportato nell'Inventario forestale e a tale ampliamento, hanno concorso anche gli interventi di rimboschimento, promossi nel dopo guerra.

Questo tipo d'intervento aveva due obbiettivi principali:

il primo era quello di ridurre il rischio idrogeologico derivante dall'abbandono ed eccessivo sfruttamento dei boschi e il secondo quello di ridurre la disoccupazione.

I rimboschimenti furono realizzati principalmente con pino nero (*Pinus nigra* Arnold) e solamente in alcuni casi sporadici vennero messe a dimora, insieme al pino nero, alberi di specie di latifoglie (Ciabatti G. 2009).

La gestione tradizionalmente applicata ai boschi di origine artificiale di pino nero è consistita essenzialmente in tagli intercalari assimilabili a diradamenti dal basso. Il risultato di tali interventi ha generalmente comportato costi elevati di converso a profitti assolutamente trascurabili tanto da portare alla cessazione degli interventi selvicolturali. Di conseguenza, molte pinete di pino nero si trovano attualmente in uno stato di abbandono colturale con evidenti fenomeni di instabilità meccanica e bio-ecologica dei soprassuoli forestali.

L'applicazione di tale tipo di diradamento, come risulta da studi prodotti nel corso del tempo (Cantiani, 2016), non ha quindi portato nessun tipo di beneficio alla struttura del bosco in termini di servizi ecosistemici erogati ed è, al contempo, di dubbia interpretazione per ciò che concerne la stabilità attuale e futura dei popolamenti nonché per i processi successionali che avranno luogo nelle prossime vicende dei boschi artificiali di pino nero. Negli ultimi decenni, ed in particolare negli ultimi anni, è nata quindi l'esigenza di individuare e formalizzare altri metodi di diradamento orientati alla stabilità del bosco e capaci di creare in futuro condizioni migliori per permettere l'insediamento progressivo di latifoglie.

In questo senso, il CREA di Arezzo ha iniziato una serie di sperimentazioni volte a testare modalità di esecuzione e metodi di valutazione innovativi volti ad ottimizzare

l'applicazione di diradamenti selettivi ai popolamenti artificiali di pino nero.

Questo intervento consiste nell'individuare delle piante "candidate" a costituire la popolazione di alberi di maturità del bosco. Attraverso gli interventi di diradamento le piante selezionate saranno progressivamente liberate dalla concorrenza in modo da creare condizioni ottimali di accrescimento ed equilibrio strutturale e fisiologico fino ad arrivare alla fine del turno.

Tale procedimento permette di avere una diversificazione della struttura, di aumentare la stabilità individuale e di popolazione e di influire sulle dinamiche del suolo per favorire l'introduzione di nuove specie arboree ed erbacee (Cantiani, 2016).

L'ipotesi da cui parte il presente lavoro di ricerca è che una corretta scelta delle piante da eliminare possa essere facilitata dalla costruzione di un indice di competizione. Per verificarne l'attendibilità, si è partiti dalla osservazione e dal rilievo degli alberi le cui chiome non fossero in contatto con piante prossime o presentassero fenomeni di concorrenza limitata.

In tal modo, sempre secondo l'ipotesi di partenza, si può simulare dal punto di vista quali-quantitativo (ossia in termini di accrescimenti e caratteristiche delle chiome) come le piante candidate potrebbero essere diventate all'interno del popolamento se non fossero state oggetto di competizione e quindi, applicando i limiti parametrici dell'indice come soglia di qualità delle chiome, stabilire le effettive concorrenti da eliminare per liberare la chioma della candidata.

Inquadramento geografico, geologico, vegetazionale e faunistico

L'area oggetto d'indagine ricade nel comprensorio del Vivo d'Orcia, una delle frazioni del comune di Castiglione d'Orcia (SI).

La frazione del Vivo d'Orcia, contornata prevalentemente da boschi di castagno, si colloca nel versante settentrionale del monte Amiata ad un'altitudine di circa 930 m.s.l.m.

Il territorio intorno al centro abitato è ricco di sorgenti. Fra queste, la più importante è quella dell'Ermicciolo, che rappresenta la fonte idrica per molti acquedotti della provincia di Siena e di Grosseto e dalla quale sorge il fiume Vivo, uno dei principali affluenti del fiume Orcia.

Questo aspetto, insieme alle caratteristiche vegetazionali ed alla copertura boschiva, fa sì che l'intera zona abbia un particolare interesse dal punto di vista paesaggistico e ambientale.

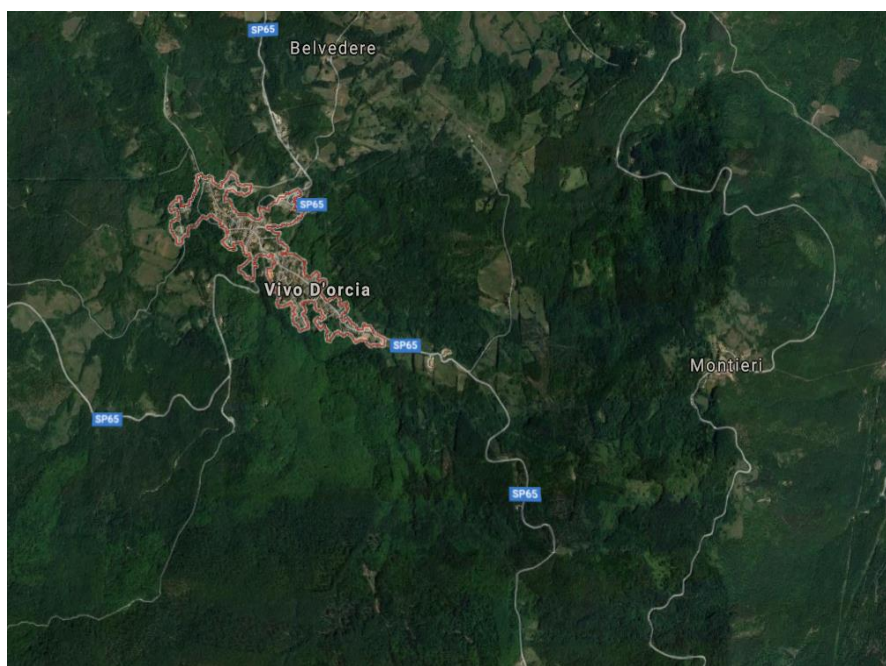


Figura 1. Zona del Vivo d'Orcia.

Il territorio del Vivo d'Orcia annovera una elevata superficie di terreni di proprietà pubblica ricadenti nell'ambito dei Beni Demaniali, beni gestiti, in passato, direttamente da istituzioni statali.

Dopo il trasferimento dei beni dallo Stato alle Regioni (legge 382/1975), questi beni sono stati affidati in gestione prima alla Comunità montana e quindi, più recentemente, all'Unione dei Comuni dell'Amiata Val d'Orcia.

Secondo quanto riportato nei piani di gestione di Madonna della Querce, l'area forestale del Vivo d'Orcia ha un'estensione di 1553.30 ettari sottoposti a vincolo idrogeologico e vincolo paesaggistico-ambientale.

Il territorio presenta un paesaggio culturale caratterizzato prevalentemente da insediamenti rurali, coltivi e pascoli (di cui la maggioranza in fase di abbandono e ricolonizzazione) e formazioni boschive.

I dati relativi all'assetto geologico e del suolo sono estrapolati dal piano di gestione di Madonna della Querce, relativo al ventennio 1998 – 2017, elaborato da Dott. For. Piero Chioccioli per conto di DREAM - Italia.

Dal punto di vista geologico, il territorio del Vivo d'Orcia è costituito da formazioni argillose, fra le quali l'unità delle argille a palombini, con litofacies calcareo marnosa, che compongono un complesso litologico formato da vari tipi di argilla (fissili, sintose e marnose) che, intercalati a calcareniti di base, portano alla formazioni di elementi calcareo-marnosi che assumono un colore scuro (P. Chioccioli, 1998).

I litotipi costituiscono una morfologia dei versanti che risulta essere ondulata e con pendenza che varia da moderata a forte. Questa conformazione geomorfologica determina la ricorrenza di fenomeni erosivi con movimenti di masse anche frequenti e con conseguente innesco di frane e smottamenti.

Gran parte del territorio risulta avere un'esposizione orientata a Nord-Est.

Il terreno è complessivamente sciolto, permeabile, profondo con un drenaggio non sempre ottimale vista la tessitura di carattere franco argillosa.

La parte superficiale del suolo è molto ricca di sostanza organica che appare ben amalgamata alla frazione minerale in aggregati umo-argillitici e, inoltre, il terreno ha un contenuto di ghiaia che tende ad aumentare scendendo in profondità.

In superficie, la pietrosità di dimensione piccola è comune e costituita in parte da rocce ignimbriti e reoignimbriti quarzo-latitiche derivanti dall'apparato vulcanico del monte Amiata.

Infine sulla base delle analisi chimiche svolte sul terreno, è emersa la presenza di calcare con una reazione moderatamente alcalina che porta ad avere un pH del suolo che varia da 5.0 nello strato superficiale a 7.5 in quelli più profondi.

Da studi effettuati sulla documentazione storica e fotografica, è stato possibile vedere come nel 1936 il Vivo d'Orcia fosse un'area con una modesta copertura forestale mentre prevalevano seminativi e pascoli. Dal 1936 in poi la superficie boscata ha iniziato a crescere in parte in conseguenza dell'abbandono della popolazione verso le grandi città industriali e in parte grazie alle azioni di rimboschimento aventi, quale obbiettivo prevalente, la riduzione del rischio idrogeologico. Le campagne di rimboschimento hanno avuto, nell'intenzioni delle amministrazioni locali e nazionali, anche una finalità socio-economica per costruire possibilità concrete di reddito ed impiego nelle zone montane così da ridurre lo spopolamento.

Tale trasformazione è visibile anche dalla carta dei cambiamenti di uso del suolo della Regione Toscana 1954 -1990.

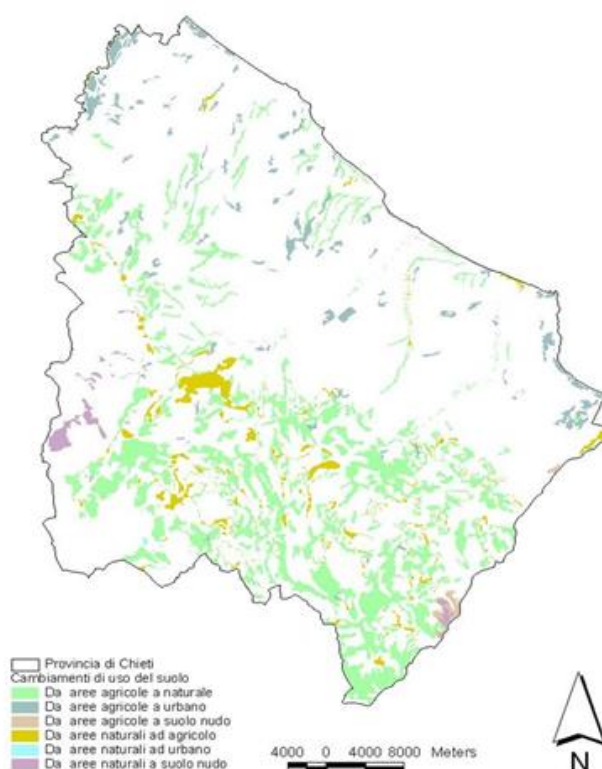


Figura 2. Carta cambiamenti uso del suolo 1954 - 1990.

Attualmente, la componente vegetale è principalmente costituita da boschi termofili a prevalenza di querce. I boschi mesofili hanno estensione più limitata e sono principalmente rappresentati da querceti misti a prevalenza di cerro e castagneti. Sono infine presenti faggete e soprassuoli artificiali che si estendono per circa 291.6 ettari.

Questi ultimi, costituiti essenzialmente da pino nero e, solo in limitati casi, associate a latifoglie, hanno quindi, nella stragrande maggioranza dei casi, strutture coetanee e monospecifiche.

L'utilizzo di tale specie nasce dalle condizioni in cui versavano i suoli all'inizio degli interventi di rimboschimento e dalle caratteristiche del substrato come riportate in precedenza. La concomitanza di calcoareniti, strati a prevalenza calcarea e inclusioni di argille in suoli impoveriti da secoli di sfruttamento agro-pastorale aveva portato alla formazione di terreni che rendevano problematico anche l'insediamento della vegetazione spontanea.

Lungo i corsi d'acqua invece si sviluppa un tipo di vegetazione ripariale costituita in prevalenza da salici e, in natura minore, da pioppo nero, pioppo bianco, pioppo tremulo e in maniera sporadica da ontano nero e nuclei di abete bianco nelle stazioni non interessate da sommersione temporanee.

La fauna presente nella zona è composta essenzialmente dal cinghiale, che risulta la specie più abbondante, il capriolo, l'istrice, la lepre e gli scoiattoli; per quanto riguarda l'avifauna, la zona del Vivo d'Orcia è un'importante zona di nidificazione per numerose specie anche di grande interesse comunitario come Scricciolo, Pettiroso, Merlo, Capinera, Cinciarella, Cinciallegra e Ghiandaia (da "Piano di gestione di Madonna della Querce 1998 – 2017").

Inquadramento climatico

I dati climatici, sono stati ripresi in parte da quelli elaborati per il piano di gestione di Madonna della Querce e sono relativi al comune di Castiglione d'Orcia e per metà dal sito climate-data.org.

Il clima della zona di Castiglione d'Orcia presenta delle variazioni significative al suo interno che possono essere ben spiegate grazie all'utilizzo della "carta dei tipi climatici" della Regione Toscana.

Nella carta dei tipi climatici (figura 3) viene evidenziata anche l'area di studio (poligono in retino punteggiato grigio), nella quale è possibile notare l'appartenenza a tre tipi di clima differenti: il clima "Subumido asciutto" interessa marginalmente la zona prossima a Pienza per poi risalire verso la vetta del Monte Amiata dove incontriamo un clima classificato come "Umido"; nell'area più elevata vi è quindi una digressione al clima "Perumido". L'aumento di quota porta infatti ad un aumento delle precipitazioni e parallelamente ad una diminuzione delle temperature.

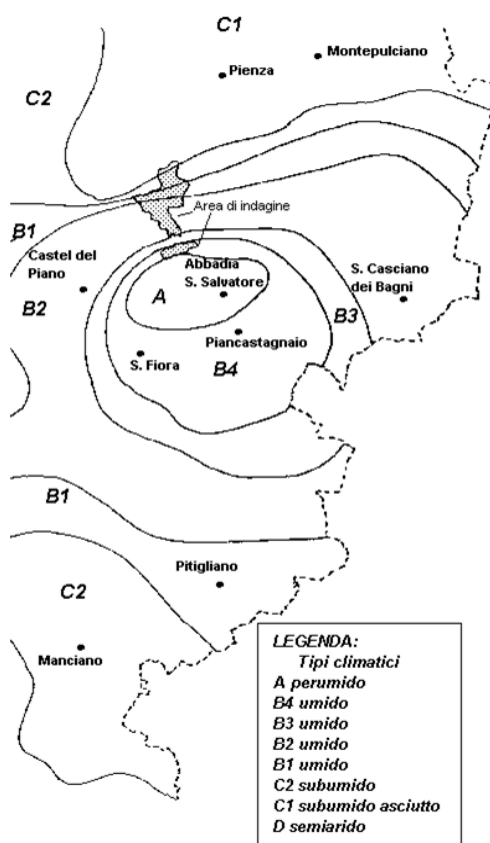


Figura 3. Carta dei tipi di clima elaborata.

Di seguito sono riportati i dati relativi alle stazioni climatiche di Pienza, Castel del Piano e Piancastagnaio .

Stazione	Latitudine	Longitudine	Quota (m s.l.m.)
Pienza	43°05'	0°46' W	499
Castel del Piano	42°54'	0°55' W	693
Piancastagnaio	42°51'	0°46' W	772

Figura 4. Dati stazioni pluviometriche.

Stazione pluviometrica di Pienza

L'analisi storica dei dati di precipitazioni medie mensili e temperature medie giornaliere riguardanti la stazione di Pienza è riferita al periodo 1982 – 2012.

Mesi	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annua
Pioggia (mm)	58	57	59	62	56	44	31	45	63	78	91	72	716
Temp. (°C)	4.4	5.2	7.3	10.4	14.5	18.4	21.7	21.3	18.2	13.6	9	5.6	12.5

Dalla tabella emerge che la media delle precipitazioni annuali, per il periodo considerato, è pari a 716 mm.

Le piogge sono maggiormente concentrate nel periodo autunnale con il mese più piovoso che è novembre in cui abbiamo una media di 91 mm, mentre i mesi più siccitosi sono quelli estivi in cui il mese più arido è luglio con una media di solo 31 mm.

L'andamento della temperatura risulta essere piuttosto regolare con una media pari a 12.5 °C, con il mese più caldo che è luglio con 21.7 °C, mentre quello più freddo è gennaio con una temperatura di 4.4 °C.

Questa tipologia di clima tipico delle aree mediterranee porta ad avere un'escursione termica annua di 18,8 gradi, che risulta essere piuttosto elevata.

Di seguito è riportato il diagramma di Bagnouls e Gaussen nel quale sono messe a

confronto temperature e piovosità.

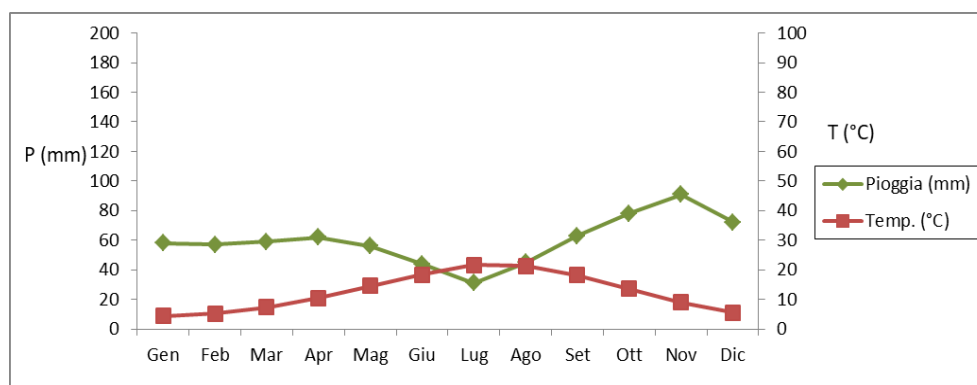


Figura 5. Diagramma di Bagnouls e Gaussen.

Il grafico ci mostra come il periodo che va da luglio a metà agosto risulta essere piuttosto siccitoso, in quanto la curva delle precipitazioni è al di sotto di quella delle temperature.

Stazione pluviometrica di Castel del Piano

Anche per quanto riguarda la stazione di Castel del Piano i dati utilizzati sono quelli del periodo compreso tra 1982 e 2012.

Mesi	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
Pioggia (mm)	57	53	55	55	50	37	24	41	57	73	84	65	651
Temp. (°C)	4.9	5.5	7.6	10.5	14.7	18.7	21.9	21.6	18.4	13.9	9.4	6.1	12.8

Per quanto riguarda i dati relativi a questa stazione climatica è possibile notare come la media della precipitazione media annua è pari a 651 mm.

La distribuzione delle piogge è massima nel periodo autunnale con novembre, il mese più piovoso, ben 84 mm, il minimo si registra invece nel periodo estivo con luglio il mese più asciutto, ben 24 mm.

La temperatura media annua registrata dalla stagione è pari a 12.8 °C, con la media mensile dei mesi più caldi che sono luglio con 21.9 °C, mentre, quello più freddo, è gennaio con una media di 4.9 °C.

Di seguito è riportato anche in questo caso il diagramma di Bagnouls e Gaussen nel quale sono messe a confronto temperature e piovosità.

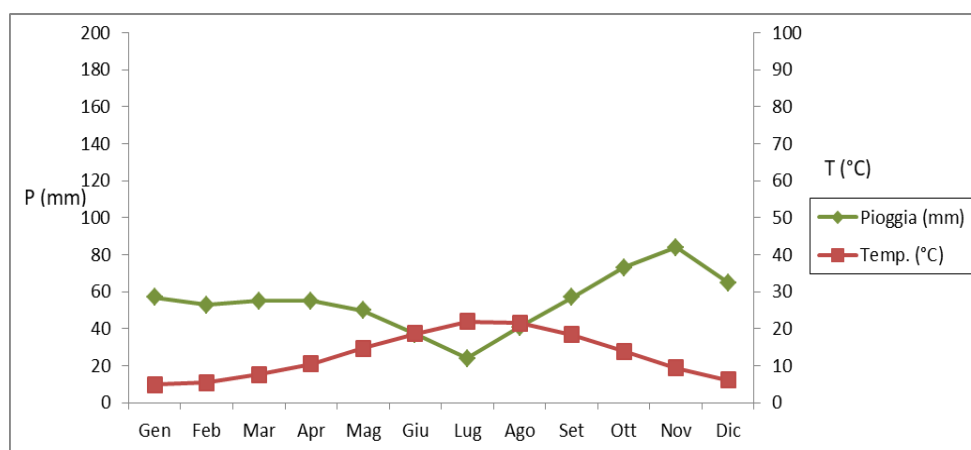


Figura 6. Diagramma di Bagnouls e Gaussen.

La relazione rappresentata da diagramma di Bagnouls e Gaussen in questo caso ci evidenzia che non ci sono periodi siccitosi, perché anche in estate abbiamo un sufficiente livello di piogge.

Stazione pluviometrica di Piancastagnaio

I dati acquisiti dalla stazione di Piancastagnaio sono riferiti come per le stazioni precedenti, al periodo 1982 – 2012.

Mesi	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annua
Pioggia (mm)	52	52	51	54	52	38	28	44	58	72	81	60	642
Temp. (°C)	3.9	4.3	6.3	9.3	13.7	17.7	21.3	21	17.7	13.1	8.4	5.1	11.8

Questa stazione ha riportato una media delle precipitazioni annuali di 642 mm.

Le precipitazioni sono maggiormente intense nel periodo autunnale con novembre, il mese più piovoso dove la media arriva a 81 mm, mentre a luglio si toccano i 28 mm.

La temperatura giornaliera media annua è di 11.8°C, il minimo si registra a gennaio con una media mensile di 3.9 °C, che tende ad aumentare gradualmente fino a raggiungere il suo massimo a luglio con 21.3 °C;

anche in questo caso sulla base delle precipitazioni medie e della temperatura viene realizzato il diagramma di Bagnouls e Gaussen.

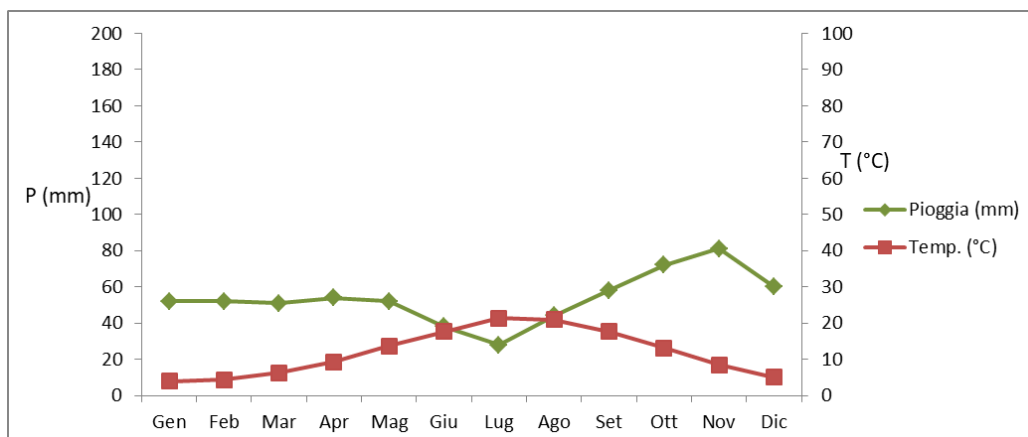


Figura 7. Diagramma di Bagnouls e Gaussen.

Come si può notare dal grafico non ci sono periodi siccitosi, poiché il livello di precipitazioni medie rimane ad un livello molto buono anche nel periodo estivo.

Analizzando i dati delle tre stazioni pluviometriche di riferimento è quindi possibile notare come le precipitazioni sono di norma maggiori nel mese di novembre e più scarse nel mese di luglio, tuttavia la quantità media di precipitazioni scongiura un periodo di siccità.

Per quanto riguarda la temperatura essa varia in funzione della quota e, quindi, all'aumentare di questa avremo una temperatura media sempre più bassa (da “Piano di gestione di Madonna della Querce 1998 – 2017”).

Il pino nero

L'areale delle entità genetiche afferenti al gruppo *Pinus nigra* Arnold è piuttosto frammentato a seguito di vicende che si sono verificate precedentemente alle glaciazioni e che hanno portato ad una lunga segregazione dei geni.

Nonostante tutto, questo areale è molto espanso, andando dalla Spagna fino alla Crimea, Asia minore, Austria, Algeria e Marocco.

In Europa meridionale si può trovare nelle Alpi orientali, Pirenei e Carpazi meridionali, mentre nel Bacino mediterraneo si colloca nell'Appennino centrale e meridionale, Dalmazia e nelle montagne del nord Africa.

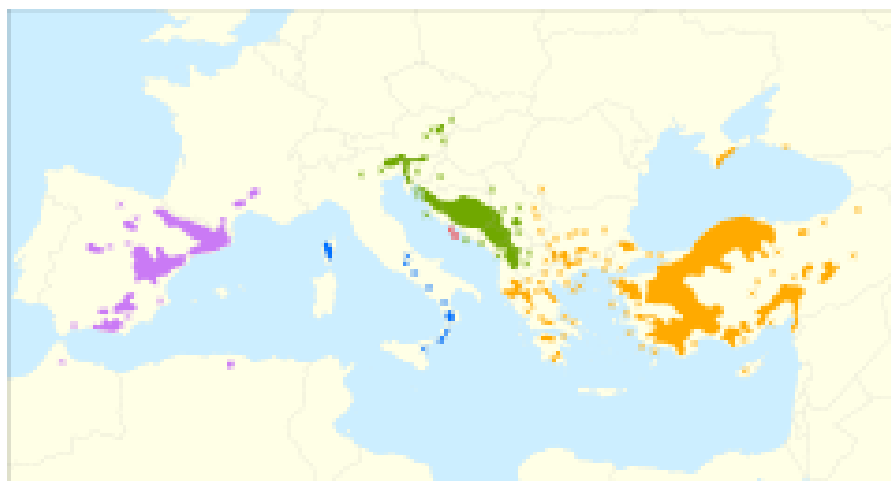


Figura 8. Nell'immagine si nota la diffusione del pino nero suddivise nelle cinque sottospecie. In viola *Pinus salzmanni*, in blu *Pinus laricio*, in verde *Pinus nigra*, in rosa *Pinus dalmatica* e in arancione *Pinus pallasiana*.

Per quel che riguarda l'Italia sono generalmente accettate, come indigenato, due/tre entità genetiche, per alcuni considerabili subspecie, per altri varietà e, in altre classificazioni ancora, riferibili a specie distinte. Bruschi et al. (2006) riportano che *Pinus nigra* Arn. è infatti specie piuttosto complessa dal punto di vista di inquadramento genetico e tassonomico. Per l'Europa, "MED-CHECKLIST" (Greuter et al., 1984 e Gaussen et al., 1993) hanno suddiviso il taxon in cinque sottospecie di cui due presenti anche nella flora italiana: *Pinus nigra* ssp. *nigra* e *P. n.* ss. *laricio*

(Poir.) Maire. In particolare, in Italia la sottospecie *nigra* è presente sulle Alpi Venete e Friulane, dal confine orientale al Bellunese; in Abruzzo a Villetta Barrea e in Campania mentre l'altra sottospecie è comune sui monti della Calabria e Etna.

Per quel che riguarda la sottospecie *nigra*, le popolazioni alpine sono da riferirsi alla var. *austriaca* Loud. mentre quelle abruzzesi, endemiche, costituiscono la varietà *italica* Hochst.

Il pino nero è classificato internamente in 5 sottospecie (Flora Europea, 1993 e EURO +Med planbase2014) in base alla sua diffusione in:

- *Pinus salzmannii*. La specie più occidentale, caratterizzata da un portamento leggermente contornato e da uno limitato non raggiunge grande sviluppo in altezza;
- *Pinus laricio*. Occupa la parte centro-meridionale dell'areale (Corsica, Sicilia e Calabria);
- *Pinus nigra*. Non è ben distinto delle altre varietà nonostante la sua diffusione in areali molto piccoli. È diffuso nell'Italia centrale (Abruzzo) e nord-orientale (Friuli), Australia sud-orientale e nella penisola balcanica
- *Pinus dalmatica*. Diffuso lungo le coste della Dalmazia
- *Pinus pallasiana* . Esso occupa la parte occidentale dei boschi della Crimea, Anatolia e isola di Cipro. (Gellini e Grossoni, 1997)

A queste 5 sottospecie si aggiunge il pino di Villetta Barrea che presenta caratteristiche di transizione tra il pino laricio e il pino austriaco (Gellini e Grossoni, 1997).

Il pino nero sottospecie *nigra* è presente prevalentemente su substrati calcarei a quote comprese fra i 300 e gli 800 (1000) m s.l.m. sulle Alpi mentre può spingersi a quote maggiori in Abruzzo e Campania. Gli alberi possono raggiungere altezze a maturità di 25-30 m, eccezionalmente superiori. Il pino laricio è invece diffuso sull'Appennino meridionale a partire dai 600 m di quota fino a 1550 m s.l.m. ed eccezionalmente a quote anche più elevate sull'Etna e in Sila. Gli alberi possono raggiungere i 40 m (eccezionalmente 50) di altezza su substrati silicei, profondi e moderatamente drenati. Attualmente il pino nero, nelle sue diverse espressioni genetiche, in Italia ha un'estensione di 180.000 ettari.

Il fusto si presenta molto robusto, come pure l'apparato radicale che è profondo e solido (Bernetti, 1995).

Il pino nero prende il suo nome molto probabilmente dalle caratteristiche della corteccia che, in età adulta, ha la tendenza a formare solchi di colore grigio-scuro e dagli strobili leggermente pedunculati che hanno le unghie delle squame di colore nero (Gellini e Grossoni, 1997).

La chioma inizialmente assume una forma piramidale, andando nel corso del tempo ad espandersi e compattarsi.

Il pino nero ha un periodo vegetativo che varia da 120 a 160 giorni con una temperatura media di 7 – 12 °C.

La pianta all'interno presenta un alburno di colore chiaro e un durame scuro e piuttosto resinoso, che portano alla formazione di anelli regolari ben evidenti con la presenza di canali resiniferi.

Altri elementi che, oltre la corteccia, caratterizzano il pino nero sono gli aghi e gli strobili.

Gli aghi, racchiusi in fascetti di due, sono lunghi 8-16 cm, rigidi, con l'apice appuntito e di colore verde scuro, mentre gli strobili sono lunghi 5 – 8 cm con squame ben lignificate di colore nero (Bernetti, 1995).

Il pino nero è una specie pioniera che in età giovanile supporta una leggera copertura e resiste molto bene all'attacco di patogeni e aerosol marini.

Preferisce terreni profondi e di origine calcarea, supporta quelli argillosi e silicatici purché non troppo acidi, mentre non accetta terreni stagnanti.

Il legno ha da un lato una scarsa qualità per via della resina e breve durata se non trattato in tempo, dall'altro presenta buone proprietà meccaniche.

Il pino nero nel complesso produttivo è principalmente usato in carpenteria e per la realizzazione di pasta di cellulosa o cippato.

Utilizzato prevalentemente per progetti di ricostituzione della copertura forestale orientati alla protezione idrogeologica, all'innescio di processi successionali che porteranno sia all'aumento della biodiversità che alla graduale sostituzione dei habitat idonei composti prevalentemente da specie autoctone, il pino nero rappresenta una specie fondamentale e molto valida nella selvicoltura dell'Europa centro-meridionale per i rimboschimenti.

Storia dei rimboschimenti

I pini per buona parte del secolo scorso sono stati abbondantemente utilizzati per i programmi di rimboschimento che hanno caratterizzato la selvicoltura dell'Europa centro-meridionale come risposta allo stato di precarietà e degrado che caratterizzava questa regione agli inizi del XX secolo.

Il primo grande rimboschimento in cui sia stato sistematicamente utilizzato pino nero è stato però eseguito in Austria nel '700, partendo da nuclei di popolazioni autoctone preesistenti ed estendendone la presenza fino all'Alto Adige, Bolzano in particolare.

L'insieme degli interventi derivati da questa campagna di rimboschimento ha interessato circa 80.000 ettari nei quali il pino nero austriaco è stata, quasi sempre, l'unica specie utilizzata (Arsia, 2009).

In Italia le campagne di rimboschimento su vasta scala iniziano nel 1880, partendo dapprima dalle regioni che erano state sotto la dominazione austriaca per poi diffondersi su tutto il territorio nazionale, in particolar modo sulle aree montane appenniniche. Un'accelerazione negli interventi di rimboschimento avviene negli anni '20 del XX secolo in seguito alla legge Serpieri del 1923: il rimboschimento viene codificato finalmente come un intervento fondamentale per combattere il dissesto idrogeologico e recuperare terreni esausti e degradati da usi del suolo che ne hanno minato la fertilità ed aumentato la propensione all'erosione. Il massimo sviluppo delle campagne di rimboschimento avviene, però, nel secondo dopoguerra e in particolare nel decennio 1952 e il 1962 (Gambi, 1983).

La scelta dell'utilizzo del pino nero non è stata casuale, ma dettata dalla facilità dell'approvvigionamento del seme, dall'alta adattabilità al clima, a substrati differenti e difficili e alla garanzia di attecchimento, sopravvivenza e primo sviluppo (e quindi al successo) dell'intervento.

I primi rimboschimenti effettuati vennero progettati ed eseguiti per lo più con impianti monospecifici sia di pino nero d'Austria che di pino laricio. Moderatamente diffuse sono state anche le consociazioni con acero montano (Arsia, 2009).

In Toscana un forte aumento della superficie utilizzata per i rimboschimenti si è avuta alla fine del diciannovesimo secolo, e a causa della grave crisi economica ha

trovato il suo culmine negli anni successivi alla seconda guerra mondiale.

Tra i più grandi rimboschimenti effettuati su vasta scala il primo, è da ritenersi quello di Monte Morello (FI) 1909 e quello tra Rigutino e Grosso a sud di Arezzo 1914 (Arsia, 2005).

Gli strumenti finanziari, messi a disposizione dei rimboschimenti, erano a beneficio sia del settore pubblico che dei privati con obiettivi diversi .

Fino agli anni settanta del secolo scorso lo scopo più importante è sicuramente stato quello di contribuire alla riduzione del dissesto idrogeologico causalmente connesso alla riduzione della superficie forestale e alla pressione di uso agro-pastorale che avevano interessato nei secoli precedenti molte aree del paese e in particolare zone fragili delle montagne del centro-sud Italia.

Nel 1877, con la prima legislazione forestale, si regolarono gli interventi di rimboschimenti al fine di garantire la consistenza del suolo e regolare i corsi d'acqua. Dopo la seconda guerra mondiale i rimboschimenti divennero essenziali per far fronte alla crisi economica ed occupazionale soprattutto nelle aree montane rurali.

Tale concetto viene poi esteso tramite la legge n. 911 del 1952, che ripartisce i fondi per la realizzazione dei rimboschimenti (Arsia, 2009).

L'effetto della ripartizione di fondi ha favorito un notevole aumento della superficie rimboschita.

Attualmente, le tendenze di politica forestale mirano più al miglioramento e alla gestione selvicolturale dei rimboschimenti esistenti piuttosto che alla promozione di nuove campagne di rimboschimento nuovi.

Secondo l'ultimo inventario nazionale prodotto, il pino nero in Toscana occupa una superficie di 12357 ettari, tra questi circa 3145 ettari nella provincia di Firenze, 2670 a Siena e 2412 ad Arezzo (Arsia, 2009).

La storia dei rimboschimenti amiatini è fortemente legata alla cessazione dell'attività mineraria (Cantiani, 2015), anche se precedentemente la chiusura delle miniere, venivano svolte attività di rimboschimento di pino nero ed abete bianco grazie a fondi stanziati dalle stesse società minerarie.

In seguito al blocco dell'attività minerarie tra gli anni 50 e la metà degli anni 90 sono della state rimboschiti, attraverso l'istituzione dell'ispettorato di Piancastagnaio, circa 3.700 ettari.

Dal 1982 ad oggi la gestione è principalmente rivolta alla cura dei boschi, piuttosto che alla realizzazione dei rimboschimenti.

La realizzazione di boschi artificiali di pino nero, ha provocato, nel corso del tempo, reazioni negative da settori naturalistici, ambientalisti e paesaggistici in quanto la specie è considerata estranea al paesaggio e alla flora locale in molte zone non solo del complesso dell'Amiata ma dell'intero territorio nazionale. I rimboschimenti di pino nero manifestano poi criticità sulla base della tendenza preponderante di operare boschi monospecifici: più recentemente è stato anche espresso il dubbio sull'effettiva quantità di composti umici che possano accumularsi al suolo viste anche le caratteristiche degli aghi.

D'altra parte, gli aspetti positivi, riportati in letteratura, sono legati alla frugalità dei pini, la loro grande capacità di sopravvivenza e accrescimento, l'ottimo potenziale di riduzione dell'erosione del suolo e benefici complessivi legati alla capacità di coprire efficacemente suoli precedentemente privi di copertura forestale.

Gestione delle pinete

La gestione del pino nero in Toscana si concentra principalmente sul miglioramento e la stabilizzazione dei circa 12357 ettari (Arsia, 2009).

Il trattamento di tali pinete dipende essenzialmente dal tipo di comprensorio in cui sono ubicate e sulla destinazione prevalente dei boschi che ospitano.

- a) Boschi di produzione in cui si ha l'utilizzo e la sostituzione con altre specie
- b) Boschi artificiali con significato paesaggistico
- c) Pinete naturali dove è prevista la sostituzione con altra specie
- d) Pinete con funzione di protezione idrologica. (Bernetti, 1995).

Inizialmente la gestione di tali pinete prevedeva sfolli in età giovanile e diradamenti negli stati evolutivi successivi.

Tuttavia questi trattamenti sono stati spesso disattesi a causa dello scarso valore economico, derivante dagli assortimenti retraibili in età giovanile.

Nel primo piano di gestione realizzato per la Tenuta di Abbadia San Salvatore, dal prof. Giovanni Bernetti e dal Dott. Alberto Cappelletti per conto di E.N.I. si prevedeva, per i rimboschimenti di pino, un consolidamento delle pinete in età giovanili, attraverso un diradamento fino ad arrivare alla rinnovazione dei popolamenti adulti per via artificiale.

Il secondo piano di gestione elaborato per il decennio 1993 – 2002 dalla società DREAM Italia, ricalca quanto previsto precedentemente con i diradamenti che hanno funzione di portare a maturità i boschi, ai quali seguirà una rinaturalizzazione attraverso l'ingresso delle latifoglie.

Infine anche il terzo piano, elaborato per il periodo 1998 - 2017 per il complesso di Madonna della Querce, rispecchia gli indirizzi precedenti.

Oggi, a causa dello stato delle pinete, si assiste alla sperimentazione di trattamenti basati su indirizzi naturalistici o economici (Cantiani, 2016).

Nell'indirizzo di tipo naturalistico i popolamenti vengono lasciati a libera evoluzione, questo comporterà sul piano inferiore la formazione di ondate di

rinnovazione fino a quando le piante non entreranno in crisi per senescenza. (Bernetti 2015, Del Favero 2010).

Per velocizzare il processo può essere effettuato un diradamento intenso forte dall'alto da ripetere fino al taglio di maturità del pino che porterà alle condizioni favorevoli alla rinnovazione delle specie sostitutive o di ulteriore affermazione della pre-rinnovazione.

L'indirizzo economico consiste in un trattamento che prevede la rinnovazione naturale e, al fine di realizzare tale processo, si applicano tagli a buche, a strisce (Cantiani, 2012) o taglio a raso su superfici ridotte.

Il diradamento dal basso

Come stabilito anche nel Piano di gestione di Madonna della Querce, l'intervento da effettuare nei popolamenti di pino nero consiste in un diradamento dal basso moderato.

Lo scopo principale di questo trattamento consiste nell'allontanare le piante che hanno uno sviluppo minore, ovvero, questo tipo di intervento punta all'eliminazione di tutti i soggetti che si trovano nel piano dominato, parte di quelli del piano codominante, ed inoltre vengono rimosse le piante malformate, poco vitali e morte in piedi.

Sono questi i fattori che incidono sul grado del diradamento che è dato dal rapporto tra piano dominante e quello dominato.

Tale intervento provoca un miglioramento dal punto di vista della distribuzione spaziale.

Il diradamento dal basso è effettuato indicativamente a partire dal 15 -20 anno, inizialmente con un esportazione di massa pari a circa 25% per poi passare ad un 35%.

Secondo Avolio e Bernardini (2008), nei popolamenti di pino nero, questo trattamento sembra l'unico attuabile, anche se gli effettuati porterebbero a definirlo inutile, poiché non modifica la concorrenza a livello dominante della chioma (Cantiani, Piovosi 2009 e Bianchi 2010).



Figura 9. Fasi di diradamento dal basso.

L'immagine in figura 9 mostra un diradamento dal basso. Tale intervento risulta ininfluenza nel modificare la struttura del bosco, in quanto il piano dominante non viene toccato e, di conseguenza, non si interviene assolutamente sui meccanismi di concorrenza delle pinete.

Un'ipotesi alternativa al diradamento dal basso: il diradamento celeroincrementale

Nel corso degli anni si è reso necessario trovare un'alternativa al diradamento dal basso, in quanto esso non è ritenuto efficace nella gestione delle pinete.

È così che viene proposto un nuovo diradamento “celeroincrementale” (Gehrhardt, 1925) del quale nel 1969, Cantiani cercò di studiarne i benefici per portare alla realizzazione di un nuovo trattamento.

Il diradamento celeroincrementale consiste nel distanziare la chioma delle singole

piante fin dall'età giovanile in maniera tale che le piante riescano a raggiungere le loro dimensioni massime.

Per valutare i benefici prodotti dal diradamento celeroincrementale, è necessario rilevare i seguenti parametri: il diametro del fusto a 1,30 metri, il diametro medio della chioma, l'altezza di un certo numero di piante di grandi dimensioni, forma regolare e cresciute in uno stato di quasi libertà.

Sulla base di questi valori è stato possibile determinare le correlazioni tra diametro del fusto a 1,30 metri e l'altezza, il diametro della chioma in funzione dell'altezza e il numero delle piante per ettaro sulla base dell'altezza.

Il numero degli alberi a ettaro scaturisce da una rappresentazione delle piante con chioma a sezione circolare ognuna delle quali circondata da altre piante equidistanti fra loro al vertice di un disegno esagonale.

Da questo è possibile calcolare l'area d'incidenza che sarà uguale all'area di un rombo che coincide con la distanza media fra le piante.

Il numero delle piante per ettaro si ottiene dividendo la superficie unitaria per l'area del rombo.

Da cui ne deriva la formula;

$$N = \frac{10000}{L^2 * 0,866}$$

L^2 = quadrato della distanza tra gli alberi.

È inoltre importante considerare che, affinché lo scopo preposto dal diradamento celeroincrementale si possa verificare, occorra intervenire nel popolamento con una certa frequenza.

Uno studio prodotto su una pineta di 70 anni su cui è stato realizzato un diradamento dal basso e un diradamento celeroincrementale hanno portato ad avere i seguenti dati di provvigione e produzione (Cantiani, 1969).

Classe di fertilità	Diradamento dal basso					Diradamento celeroincrementale				
	Provvigione totale su 70 ettari	Produzione			Saggio di accrescimento	Provvigione totale su 70 ettari	Produzione			Saggio di accrescimento
		Definitiva	Intercalare	Totale			Definitiva	Intercalare	Totale	
	Mc	Mc	mc	mc	%	Mc	mc	mc	mc	%
1	25.254	789	202	991	3,92	19.609	800	422	1222	6,23
2	19.386	635	167	802	4,14	12.612	489	301	790	6,26
3	13656	474	114	588	4,31	7.781	297	201	498	6,40

Tabella 1. Calcolo della provvigione e del volume utilizzabile in una pineta assestata con turno di 70 anni.

Questa tabella ci mostra come il saggio di accrescimento, in base alle tre classi di fertilità, per i diradamenti dal basso oscilla tra 3,9 e 4,3, mentre nel diradamento celeroincrementale sale 6,2 e 6,4.

Anche i volumi delle masse intercalari della produzione definitiva variano da 25,6 a 24,1 per i diradamenti dal basso e da 52,6 a 67,7 in quello celeroincrementale.

Inoltre Cantiani fa notare come nel trattamento celeroincrementale la provvigione si mantiene sempre più bassa nelle tre classi di fertilità rispetto a quanto avviene nel diradamento dal basso.

La produzione totale nel diradamento celeroincrementale, invece, è elevata nella prima classe, uguale nella seconda e inferiore nella terza.

L'applicazione di questa procedura ha permesso di vedere la correlazione esistente tra l'incremento corrente e il diametro del fusto e della chioma.

La scelta del grado e la periodicità dei tagli devono essere fatti sulla base di criteri economici e selvicolturali.

Per quanto riguarda la parte economica, essa è valutata attraverso l'utilizzo di appositi manuali (Patrone, 1962).

Essendo boschi artificiali molto densi (fino a 2500 piante a ettaro di densità iniziale), i diradamenti moderati mantengono comunque il popolamento a densità molto elevate precludendo al sottobosco e alle latifoglie di svilupparsi (Cantiani, 1969 e Bernetti, 1995).

Queste densità non trovano nessun tipo di giustificazione nemmeno per la funzione di protezione (Cantiani, 1969).

In definitiva il diradamento celeroincrementale risulta buono per boschi stabili, ma non per le nostre pinete che invece hanno funzione transitoria.

Come si nota, però, anche il diradamento del basso risulta essere poco utile in queste situazioni a causa del fatto che non incide sul piano dominante e codominante in maniera da modificare l'accrescimento del diametro del fusto e della chioma.

Per tale motivo nel corso del tempo si è reso necessario introdurre diradamenti di tipo selettivo che meglio possono essere adattati alle diverse esigenze di modificazione strutturale.

Il Diradamento Selettivo

Questo tipo di diradamento rientra nei diradamenti “liberi” a selezione positiva, in quanto essi si incentrano principalmente sulle piante da rilasciare invece che su quelle da togliere (Piussi e Alberti, 2015) .

L'utilizzo del termine “Selettivo” non è propriamente corretto, perché con questo termine si definisce già l'intervento effettuato da Schaedelin, legato alla selvicoltura naturalistica (Bernetti, 1995).

Cantiani (2016) propone l'utilizzo del diradamento selettivo nei popolamenti di pino nero allo scopo di incrementare le funzionalità complessive, in particolar modo per aumentare la stabilità meccanica, la capacità di crescita, le differenze strutturali e la biodiversità.

L'intervento permette di aumentare la diversità orizzontale togliendo le piante a contatto con le candidate che consentono di aprire dei gap, mentre in senso verticale invece rompe la continuità strutturale delle chiome.

Questa situazione permette di andare a modificare anche le condizioni microclimatiche del suolo dovute all'ingresso di luce e acqua.

Un fattore molto importante risiede nella scelta delle candidate che devono essere selezionate tra i soggetti migliori del popolamento appartenenti allo strato dominante. I soggetti devono avere una buona stabilità meccanica, assenza da patogeni, biforcazioni, danni da ungulati, presenza di corpi fungini e attacco d'insetti.

Nel caso vi siano latifoglie, esse devono essere privilegiate.

È possibile, inoltre, candidare anche gruppi di piante purché stabili, considerandole come singolo albero.

Le piante da candidare non deve essere in numero maggiore alle 100 unità ad ettaro, con una distanza di circa 10 metri l'una dall'altra.

La scelta dei 100 alberi non è casuale ma è frutto di analisi di modelli sviluppati dalla chioma del pino nero cresciuto in assenza di concorrenza (Bernetti 1969, Cantiani e Piovosi 2009).

L'individuazione delle piante concorrenti si effettua analizzando la corona della candidata che sottraggono ad essa luce.

Nella liberazione delle candidate possono essere eliminate anche le piante dominate che non producono nessun effetto, ai fini dell'intervento.

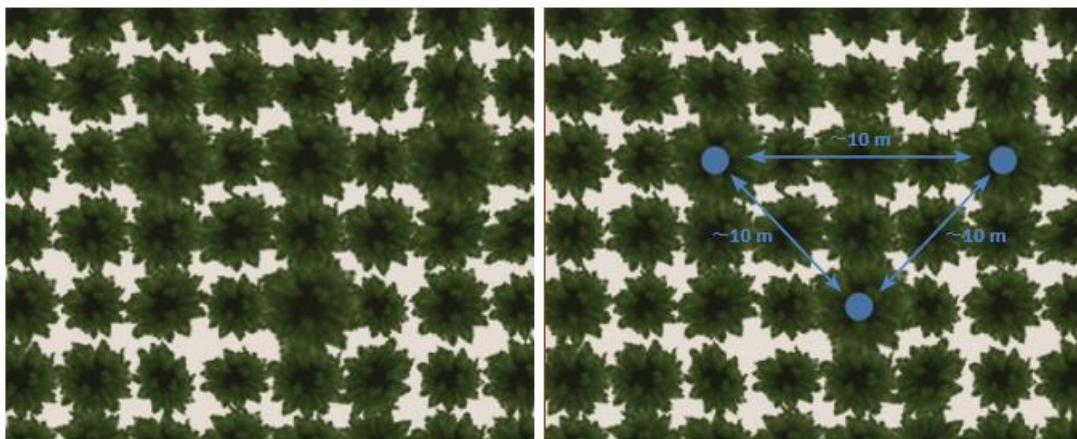


Figura 10. Nell prima immagine si assiste al contatto tra le chiome delle piante che necessitano di un diradamento. Nella seconda figura invece si nota la scelta delle candidate che è effettuata secondo i criteri stabiliti.

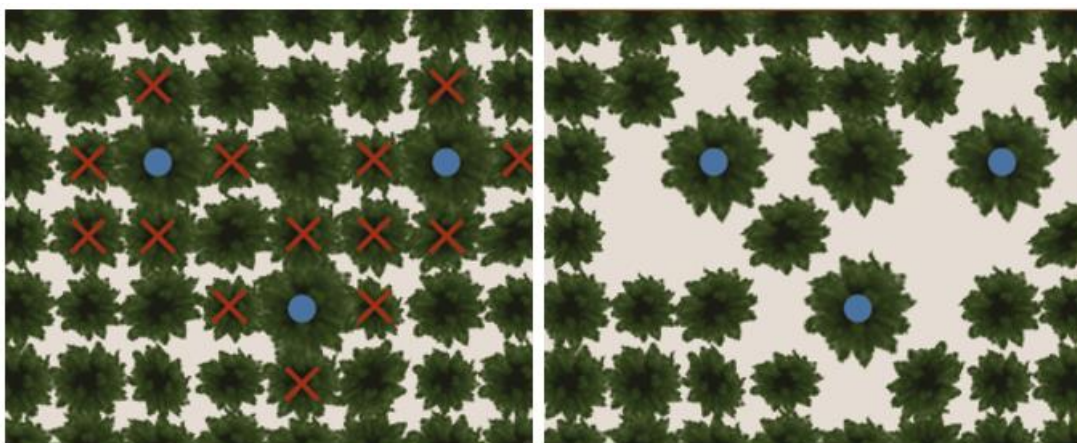


Figura 11. Nella prima foto si ha la martellata delle piante concorrenti, mentre nella seconda si assiste alle condizioni dopo il diradamento selettivo.

Effettuato il trattamento, si provvederà ad intervenire nuovamente quando le chiome delle candidate si troveranno nuovamente a contatto con le piante circostanti ovvero le dirette concorrenti.

La frequenza degli interventi dipende dall'intensità con cui è effettuato il primo

intervento, lo stadio evolutivo del popolamento e la fertilità della stazione.

Nel caso in cui si verificano disturbi, attacchi parassitari o morte della candidata, essa può essere sostituita.

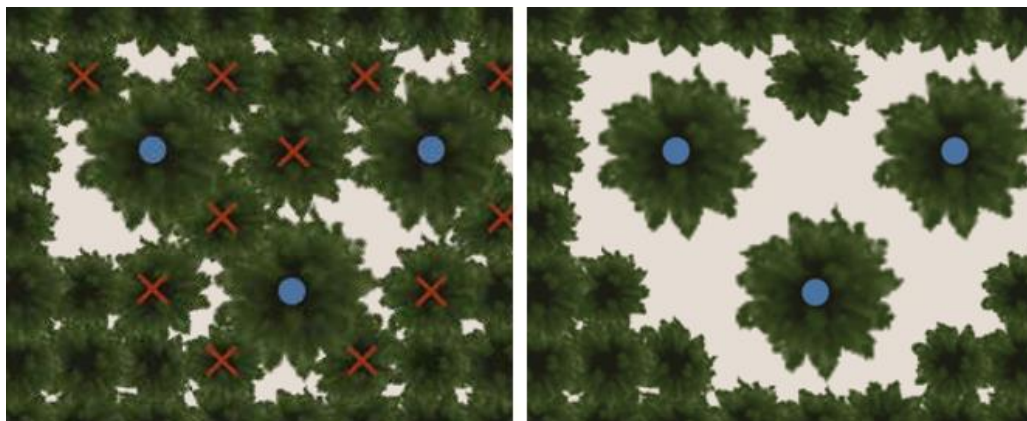


Figura 12. Nella prima figura si assiste al ritorno della competizione che comporta la realizzazione di un nuovo diradamento. Nella seconda invece la realizzazione dell'intervento.

Il progetto SelPiBioLife

Come detto precedentemente, i rimboschimenti di conifere in Italia sono stati realizzati soprattutto negli anni '60 e sono oggetto di una gestione incentrata principalmente sulla produzione legnosa.

Attualmente questi popolamenti si trovano in uno stato di degrado e necessitano di una corretta gestione impostata non solo su un punto di vista produttivo ma anche ambientale.

Il progetto SelPiBioLife (LIFE13 BIO/IT/000282) ha come finalità quello di mostrare gli effetti positivi di uno specifico trattamento selvicolturale (diradamento “Selettivo”) sull'accrescimento delle piante, la stabilità dei soprassuoli e la biodiversità a livello di sottobosco e suolo.

Il protocollo del progetto prevede la comparazione di due trattamenti diversi: il diradamento dal basso (trattamento classico e in linea con la normativa forestale) e il diradamento “Selettivo” (trattamento innovativo).

La realizzazione del progetto avviene dalla collaborazione tra CREA (Consiglio per la ricerca in campo agricolo e l'analisi dell'economia agraria), Compagnia delle Foreste s.r.l., Unione dei Comuni Amiata Val d'Orcia, Unione dei Comuni del Pratomagno e Università degli studi di Siena.

Il metodo è stato proposto per ottimizzare l'efficacia degli interventi in termini di stabilità e biodiversità in modo tale da provare che, modificando le caratteristiche orizzontali e verticali del popolamento e quindi la copertura della chioma, si determini un diverso regime di luce, acqua e temperatura che comporti il miglioramento dell'insediamento della vegetazione, la creazione di nuovi habitat e l'aumento della diversità micologica e funzionalità dell'ecosistema.

Le aree di studio sono poste nell'Unione dei Comuni del Pratomagno (Arezzo) e nell'Unione dei Comuni Amiata Val d'Orcia (Siena).

In entrambi i siti è stato ripetuto il medesimo protocollo sperimentale costituito da nove aree con le seguenti tesi: 3 aree diradamento dal basso, 3 diradamento selettivo e 3 senza diradamenti (controllo).

All'interno di ogni area sono stati realizzati tre plot circolari di quindici metri di

di diametro con funzione di ripetizione.

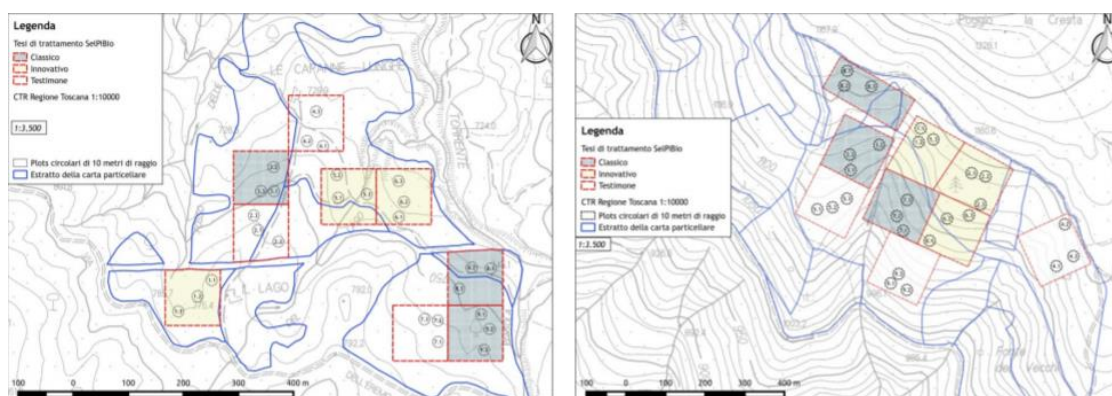


Figura 13. Nella foto a sinistra la disposizione dei plot nell'area del Vivo d'Orcia, in quella a destra la disposizione dei plot nell'area di Pratomagno.

I primi indici di competizione

Studi effettuati nel corso del tempo hanno fatto emergere come le piante sono influenzate da notevoli fattori: l'ambiente in cui vivono, l'età, le dimensioni, la loro posizione sociale e lo stato della competizione (H.E.Burkhardt, M.Tomé, 2012).

La competizione per la spartizione delle risorse fra due individui è un fattore che influenza fortemente le piante, portando ad avere un rallentamento della crescita, una riduzione della riproduzione fino a compromettere lo stato vitale.

Nei casi in cui si abbia una forte densità di popolamento, la concorrenza porta ad avere una produzione inferiore rispetto a quello che dovrebbe essere il suo "ottimo".

Lo studio della competizione è effettuato per mezzo degli "indici di concorrenza", essi permettono di valutare l'influenza di una pianta rispetto a quella vicina, in maniera semplice attraverso la loro posizione gerarchica o complessa attraverso il modo in cui le piante sono aggregate intorno alla "candidata".

Nella competizione di piante di stessa dimensione le risorse sono condivise in maniera uguale o proporzionale tra loro, in questo caso si parla di concorrenza simmetrica.

Nella competizione tra soggetti di varie dimensioni gli alberi più grandi sovrastano gli individui più piccoli, in questo caso avremo una concorrenza asimmetrica (H.E.Burkhardt, M.Tomé, 2012).

Nella competizione tra piante nei confronti della luce bisogna tenere in considerazione che ci sono specie che riescono a tollerare bene l'ombra concentrandosi sull'intercettazione di acqua e sostanze nutritive.

L'utilizzo dell'indice di concorrenza è molto importante per aiutare la gestione della foresta grazie alla capacità di analizzare in modo sintetico il diametro, l'altezza totale e la circonferenza della chioma rispetto alle concorrenti.

Nel 1974 da Mumro classifica gli indici di competizione in due categorie: indipendente e dipendente della distanza.

Gli indici indipendenti dalla distanza si basano sulle applicazioni di funzioni relative alle dimensioni dell'albero soggetto a quelli della pianta media o massima: i primi ad applicare questo tipo di sistema sono stati Glover e Hool 1979.

Gli indici dipendenti della distanza richiedono invece di conoscere le coordinate degli alberi per sapere la distanza tra le piante; il primo a identificare un metodo di costruzione dell'indice è stato Staebler nel 1951.

La realizzazione di un indice di competizione si attua conoscendo il grado di condivisione delle risorse e la selezione dei concorrenti, che può avvenire:

- Individuando come concorrenti tutti gli alberi che ricadono all'interno di un cerchio di raggio fisso che parte dal centro della pianta candidata.
- Individuare come concorrenti gli alberi che ricadono in un raggio di lunghezza pari al doppio del raggio della chioma media.
- Un numero di piante fisse che si trovano vicino alla candidata.
- Attraverso un campionamento basato sugli angoli di Bitterlich.

Ritornando all'indice di concorrenza dipendente dalla distanza, la competizione porterà ad avere funzione decrescente nella distanza e crescente nelle dimensioni del albero vicino.

Sulla base dei fattori che caratterizzano gli indici di concorrenza essi vengono così classificati:

- Indice di densità del punto, utilizzato da Lemmon e Schumacher che, nel 1962, eseguono la misurazione dell'area basale fornendo la valutazione della densità degli alberi in competizione intorno a quello candidato.
- Indice di sovrapposizione di area, che è dato dalla condivisione di un'area di influenza da parte della candidata e dalle sue concorrenti. Tutti gli alberi che sovrappongono la propria area sull'area di influenza della candidata sono considerate concorrenti.
- Indici basati sulla dimensione e distanza dei vicini all'interno del cerchio, che, usato per la prima volta da Hamilton 1969 e Hegyi 1974, è dato dalla somma dei rapporti tra le dimensioni dell'albero concorrente e il candidato, attraverso una funzione della distanza tra gli alberi. Tale indice è facile da applicare e spiega con precisione la variazione di crescita.
- Indici basati su angoli orizzontali e verticali incentrati sui candidati, che utilizzano la somma degli angoli della candidata all'interno di un cerchio di dimensioni fisse per misurare la competizione.

- Indici basati sullo spazio di crescita e area disponibile che, proposto da Alemdag 1978, tiene conto delle dimensioni di crescita dell'albero candidato tracciando, sulla base di queste, un cerchio immaginario intorno ad esso. Tutte le piante che ricadono all'interno sono considerate le concorrenti. Questo indice ha una limitazione poiché il valore numerico decresce nel corso del tempo.

- Indici incentrati sulla teoria del campo ecologico e del vicinato, che, porta alla realizzazione di due modelli: modelli di vicinato basati su siti e modelli basati su individui.

I modelli di vicinato basati su siti, detti anche "modelli basati su griglia", rappresentano relazioni spaziali su griglie rettangolari.

I modelli basati su individui producono grafici che considerano la posizione delle piante in uno spazio continuo.

In entrambi i modelli l'indice di competizione viene realizzato attraverso l'utilizzo di un raggio fisso che definisce l'area di influenza.

Il modello basato sul campo ecologico descrivere l'interferenza spaziale tra le piante e i vicini, con una scala da 0 a 1 in base agli effetti della disponibilità delle risorse (acqua, luce e nutrienti).

Modelli basati sul vicinato di campo sono collegati a quelli del campo ecologico, avendo come differenza che tutte le piante si sovrappongono in un punto, con conseguenza un'aggregazione di dati diversa.

- Indici basati sull'ombreggiamento e intercettazione della luce, considerati fattori fondamentali dalla crescita.

Attraverso uno studio in campo sul grado d'intercettazione della luce delle piante concorrenti, è quindi possibile stimare la concorrenza rispetto alle candidate.

Come già affermato, l'indice di competizione è molto importante in quanto ci permette di effettuare la stima della crescita del popolamento, utile per la modellizzazione della popolazione.

Attraverso questo procedimento si producono mappe di distribuzione, che sono in grado di offrire notevoli benefici come la valutazione della disposizione spaziale del popolamento, la variazione e lo sviluppo nel corso del tempo.

Tali mappe ci permettono di compiere una migliore gestione del popolamento, con la possibilità di calcolare anche il reddito di produzione.

Le mappe, ottenute attraverso le misurazioni strumentali raccolte nelle aree sperimentali, hanno portato alla formazione di modelli della chioma tridimensionale che hanno permesso la produzione di immagini spaziali sulla struttura di chioma.

I dati raccolti si sono basati sulla lunghezza dei raggi, l'altezza totale, quella di inserzione e la relazione esistente tra la restrizione laterale della chioma e la crescita della chioma stessa.

I modelli di forma restituiscono graficamente la chioma all'altezza, dove la larghezza è massima.

Lo studio di questi modelli tuttavia non è concluso, ma è ancora in via di sviluppo; un esempio è la seguente tesi con cui si vuole tentare di realizzare un indice di competizione da utilizzare per rendere più efficace il diradamento selettivo.

Materiali e metodi

Si è tentato di realizzare un indice di competizione da applicare nei popolamenti di pino nero per la realizzazione del diradamento selettivo.

Per compiere tale elaborazione i dati sorgente sono stati raccolti all'interno del comprensorio forestale del Vivo d'Orcia.

Attraverso l'impiego di carte forestali sono stati individuati i rimboschimenti di pino nero presenti nel territorio di Castiglione d'Orcia (SI).

Individuati tali popolamenti e confrontato i dati con quelli del piano di gestione di Madonna della Querce (1998 – 2017) è stata effettuata una seconda scelta per individuare popolamenti non influenzati da un qualsivoglia tipo di gestione.

Individuate le zone potenzialmente idonee è stata effettuata una ricognizione direttamente in campo per valutare le caratteristiche della stazione e del popolamento da cui prendere i dati necessari al non scopo.

Attraverso la ricognizione sono state individuate le piante potenzialmente idonee, cresciute in condizioni favorevoli di luce, acqua e nutrienti.

Le piante ritenute idonee per la raccolta dati devono possedere i seguenti requisiti:

- Devono avere la chioma libera; la pianta idonea deve avere almeno un grado di libertà rispetto al contatto con le chiome delle piante circostanti. In questo sono comunque state avvantaggiate quelle piante che avevano un massimo grado di libertà ovvero la chioma si trovava libera su tutti i lati.
- Dominanti o codominanti; in caso si trovassero al margine dei boschi o lungo le strade, esse devono essere classificate nello strato superiore delle chiome altrimenti le condizioni di luce sarebbero inevitabilmente inferiori a quelle nate e cresciute come piante isolate;
- Assenza di trattamenti; le piante scelte non devono essere state soggette a tipi di trattamento che possano aver influenzata la loro crescita in modo da evitare situazioni di concorrenza diretta con altre piante.

Sulla base di questi quattro parametri di scelta, sono state individuate piante che, per la maggior parte, si trovano in terreni abbandonate su cui il seme è giunto per via aerea oppure sono ubicate lungo strade nelle quali si trovavano in un'ottima

esposizione e/o in contatto solamente parziale con altre chiome.

Per la raccolta dati sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

- Ipsometro telemetro HaglöfVertex IV-360:
- Cavalletto dendometrico

Per quanto riguarda l'ipsometro telemetro HaglöfVertex IV-360 lo strumento permette di misurare in maniera rapida e veloce altezza e distanza.

Grazie alle sue caratteristiche, è in grado di abbreviare i tempi di lavoro con misure semplici, veloci e affidabili.

Per l'utilizzo dell'ipsometro, non è necessario porsi a distanze prefissate. Esso è composto da uno strumento misuratore che esegue i rilievi, da un ricevitore "trasponder" che va fissato all'albero da misurare ad un'altezza pari a 1,30 metri.

Le misurazioni sono prese attraverso un impulso ad ultrasuoni che permette di effettuare la lettura della pianta e che verrà poi riportata nel display.

Per quanto riguarda invece il cavalletto dendometrico esso ci permette di misurare il diametro delle piante a 1,30 metri da terra.

Grazie all'ausilio di questi due strumenti vengono rilevati i dati di cui abbiamo bisogno per la realizzazione dell'indice di competizione.

I dati che sono stati presi per ogni pianta consistono nel diametro della pianta preso a 1,30 metri, l'altezza totale, l'altezza dove la chioma della pianta è più espansa che per comodità viene definita altezza "grassa", l'altezza di inserzione della chioma e la misura dei rami della chioma liberi.

Da qui la creazione dell'indice di competizione può essere realizzata in due modi diversi ma che producono lo stesso risultato.

La prima procedura si basa sull'utilizzo del software Microsoft Excel©. Tuttavia le elaborazioni in ambiente Excel richiedono tempi piuttosto lunghi perché le singole procedure di processing devono essere compiute per tantissime volte per valutare il modello.

La seconda procedura si basa sull'utilizzo del software statistico R, che ci permette di svolgere l'operazione che si andrebbero a svolgere su Excel impiegando molto meno tempo.

Nella procedura con Excel la prima fase da svolgere consiste nel riportare i dati raccolti comprendenti il raggio di chioma massimo.

Dopo di che si procede alla formazione di una tabella che permette di mescolare casualmente i dati delle varie piante al fine di valutare quattro tipi di funzione lineare, logaritmica, esponenziale e potenza.

Questa procedura è indispensabile per creare e valutare quale delle funzioni sia la più corretta per la formazione dell'indice di competizione.

Tale procedura è riprodotta per venticinque volte al interno del quale le cento piante raccolte vengono suddivise in maniera casuale in settantacinque che serviranno per la produzione dei quattro grafici, sul quale verrà poi realizzata la funzione e trovato il valore di R quadro e venticinque impiegate per trovare l'errore, RMSE e MAE.

Questo ci porterà ad avere una serie di valori di errore, RMSE e MAE per ognuna delle venticinque ripetizioni, attraverso la quale sarà possibile valutare quale delle funzioni avrà un errore minore e quindi sarà quella più corretta da utilizzare per la realizzazione dell'indice.

Per applicare quanto detto sopra, si procede con l'elaborazione delle venticinque piante rimaste casualmente sulla base dell'equazione risultante dalle quattro diverse funzioni che ci permetterà di calcolare i predetti errori RMSE e MAE.

Il calcolo del predetto è dato applicando l'equazione generata dalla linea di tendenza delle quattro diverse funzioni.

L'errore invece è calcolato effettuando la differenza tra il valore medio e quello del predetto.

RMSE (errore quadratico medio) è una misura utilizzata per valutare la differenza al quadrato tra la previsione e l'osservazione effettiva.

Tale valore viene calcolato semplicemente elevando al quadrato l'errore.

MAE misura invece la grandezza media degli errori, considerando la media sul campione di prova e la differenza tra valore osservato e quello reale in cui le differenze hanno lo stesso peso.

Eseguito questo passaggio per tutti e venticinque i valori si effettua la media dell'errore e MAE e la radice della media dei valori di RMSE.

Tuttavia le sole venticinque elaborazioni prodotte non sono sufficienti per poter vedere quale delle quattro funzioni sia la migliore e il proseguimento con questa

procedura richiede molto tempo.

Per velocizzare le elaborazioni di cui si necessita, si passa all'utilizzo del software R, con cui non solo è possibile realizzare tale elaborazioni di calcolo statistico ma è possibile avere anche restituzioni grafiche e test di validità.

Risultati e indice di competizione del pino nero

Sulla base del cavallettamento effettuato sono risultati i seguenti dati:

		H	H	H	Densità	Grado				
Id	DBh	Totale	Grassa	Inserzione	%	di	r	r	r	r
						libertà	nord	est	sud	ovest
1	0.28	9.8	6.1	3.3	70	2			2.3	3.2
2	0.3	12	4.7	3.6	80	3	2.53		3.12	3.8
3	0.38	14.2	4.2	2.7	80	2			4.8	4.13
4	0.43	13.2	6.7	2.6	90	2		4.1	4.08	
5	0.33	11.8	8	2.6	70	2			2.34	3.53
6	0.18	7	3.1	0.1	60	3	2.16	2.5	2.26	2.55
7	0.25	9.9	3.8	0.1	70	3	2.53	3.2	3.19	3.11
8	0.13	3.9	1.5	0.1	80	4	1.14	1.5	1.2	1.71
9	0.07	3.6	1.7	0.1	40	4	1.19	1.19	1.43	1.4
10	0.15	5.7	1.9	0.1	90	4	1.81	1.3	1.5	1.92
11	0.35	11.5	5.4	1.3	80	3	2.65	2.66		3.6
12	0.08	3.3	1.8	0.1	50	4	1	1.1	1.15	0.9
13	0.1	3	1.7	0.2	60	4	1.03	1.41	1.47	1.1
14	0.26	11	4.3	1.8	70	3	3.9		3.19	3.35
15	0.26	9.9	3	2.3	70	2		2.9	2.76	
16	0.18	7.6	3	0.1	50	3		1.85	2.25	2.17
17	0.22	7.7	4.1	1.7	70	2		2.23		
18	0.26	8.8	3.5	1.8	80	2			2.55	3.15
19	0.3	8.5	3.6	2	70	2		4.55		
20	0.23	8.7	3.9	1.5	90	1		2.75		
21	0.29	9.8	4.3	2.1	80	2			2.75	3.1
22	0.23	8.8	2.2	1.5	80	1			3.51	
23	0.21	8.7	3.9	1.8	70	1			2.8	
24	0.16	8	3.2	2.1	70	1				2.96

25	0.27	10.7	3.7	2.2	80	1				3.68
26	0.24	9.7	4.1	2	80	1				3.25
27	0.28	11.5	3.2	2.1	70	2			4	4.1
28	0.27	12.1	4.6	1.9	80	1				3.6
29	0.24	9.7	3.8	2.1	70	1				3.24
30	0.33	12.8	4.1	2.6	70	1				3.51
31	0.26	9.3	5.9	1.9	80	2			2.94	3.57
32	0.25	10.6	5.8	2.2	80	1			3.2	
33	0.21	9.4	6.1	2.1	70	2			2.87	2.6
34	0.32	8.8	3.9	2.4	80	2			3.7	3.5
35	0.13	5.1	1.6	0.1	90	3		1.78	1.43	1.42
36	0.13	4.3	2	0.1	80	2			1.46	1.49
37	0.12	6.6	2	0.1	70	3		1.93	1.5	1.5
38	0.16	5.8	2.6	0.1	60	3		1.95	1.92	1.9
39	0.24	8.1	3.9	0.2	80	4	2.6	2.4	2.3	2.2
40	0.2	7.6	2.7	1.1	80	4	2.5	1.78	1.98	2.2
41	0.22	7.5	3	0.1	80	3		2.85	2.74	2.1
42	0.22	9.6	4.5	1.8	90	1				3.3
43	0.25	9.6	4.4	2	80	1				3.19
44	0.26	9.6	4.4	2.5	90	2			2.05	2.04
45	0.29	7.6	3.6	1.8	80	2			2.9	2.35
46	0.28	8.3	2.4	1.9	90	1			2.33	
47	0.14	6.4	2.8	1.5	80	2			2.27	2.8
48	0.23	7.8	4.3	1.9	90	1			2.95	
49	0.21	6.9	3.1	1.7	80	4	3	3	2.17	2.71
50	0.41	13.1	4.4	2.3	90	2			3.15	2.6
51	0.26	10.9	5.2	2.1	70	2	3.27			3.02
52	0.18	8.5	3.3	2.4	60	2			2.28	2.73
53	0.32	12	4.9	2.2	80	1				3.82
54	0.21	9.9	4.3	1.5	70	1				2.53
55	0.32	11.6	6.7	2.6	80	3	3.73		2.75	4.24

56	0.3	11.9	5.3	1.8	90	2	2.79			3.14
57	0.24	11.3	5.1	2.4	80	2			2.5	3.24
58	0.36	11.4	3.9	1.9	90	2			3.37	3.3
59	0.23	8.9	2.4	1.5	80	2			2.59	1.86
60	0.34	12.1	5.5	2.9	70	3	2.78		3.44	2.76
61	0.29	13.4	4.7	2.5	70	2		2.41	3.67	
62	0.38	16.6	7	2.5	80	2		3.33	5.28	
63	0.36	15	8.3	3.5	80	4	1.32	2.05	4.22	1.56
64	0.07	3.5	1.7	0.1	80	3	0.95		1.12	1.02
65	0.1	4.9	1.5	0.1	80	4	1.41	1.41	1.41	1.53
66	0.37	11.9	6.9	3	80	3	3.61		3.41	2.92
67	0.38	14	3.8	4.5	80	2	3.83			3.58
68	0.24	12.6	5.1	2.5	80	2			2.62	2.94
69	0.29	11.9	3.8	2.2	70	2			2.56	3.71
70	0.34	13.1	5.6	2.7	80	3	3.88	3.29	3.73	
71	0.39	13.2	6.3	3.3	80	4	3.4	3.61	3.41	3.7
72	0.41	14.3	5.2	2	90	4	3.32	3.77	3.42	3.92
73	0.26	12.2	4.8	1.7	90	3		2.42	2.41	3.44
74	0.26	12.4	5.9	2.9	90	4	2.77	2.52	2.47	2.57
75	0.38	13.8	5.1	2.1	90	1	2.71			
76	0.29	11.1	5.7	2	80	3		2.7	3.36	3.36
77	0.36	14.1	6.1	2.6	80	3	3.61		3.01	2.9
78	0.14	5	2.2	0.4	90	3		1.87	1.66	1.72
79	0.17	5.5	2.7	0.1	90	4	2.32	2.44	2.34	2.02
80	0.3	8	3.9	1.8	90	4	3.36	3.2	2.84	2.84
81	0.12	3.4	1.3	0.1	90	4	1.64	1.62	2.02	1.6
82	0.13	6	2.6	0.1	90	3	1.29	1.38	1.36	
83	0.24	9.6	3.7	2.6	90	2	2.62			2.48
84	0.1	3.9	2.1	0.1	90	1	1.61			
85	0.26	10.7	4.9	1.8	80	2	2.93			2.83
86	0.29	10.8	5.8	2.4	80	3		2.17	2.82	3.31

87	0.31	11.4	5.7	3.3	80	4	2.52	2.6	2.78	2.72
88	0.32	10.6	3.9	2.4	90	4	2.89	2.54	2.46	2.69
89	0.33	10.5	4.6	2	90	3	2.2		2.46	2.66
90	0.23	8.9	2.8	2	90	2			2.47	3.37
91	0.28	9.9	3.3	2.4	90	2		2.67	2.98	
92	0.24	7.4	4	2.3	80	2	2.95			3.79
93	0.15	8	3.9	1.4	80	2			2.27	2.37
94	0.25	10.5	4.6	1.7	70	2			3.02	3.08
95	0.21	7.8	3.3	2	90	2	2.09			2.16
96	0.25	9.3	4.3	2.7	90	2	2.82			2.68
97	0.27	8.8	3.9	2.2	90	1				3.26
98	0.21	10.3	4.9	2.5	80	1				2.59
99	0.36	13.4	6.2	3.9	90	2	4.24			4.24
100	0.33	15	7.3	4.3	80	3	4.3	3.01		4.33

Figura 14. Tabella dei dati rilevati su pini neri liberi o semi-liberi.

Sui risultati del cavallettamento si calcola il raggio di chioma massimo e si procede ad effettuare le elaborazioni su Excel che portano ad avere i seguenti risultati.

	LINEARE			LOGARITMICA			POLINOMIALE 2 GRADO			POTENZA		
	Error	RMS E	MA E	Error	RMS E	MA E	Error	RMSE	MA E	Error	RMS E	MAE
Run 1	1.89	2.00	1.89	3.75	3.76	3.75	2.53	2.59	2.53	2.34	2.42	2.34
Run 2	1.69	1.84	1.69	3.61	3.62	3.61	2.36	2.45	2.36	2.20	2.30	2.20
Run 3	1.89	2.01	1.89	3.75	3.76	3.75	2.40	2.48	2.40	2.34	2.42	2.34
Run 4	1.58	1.76	1.58	3.46	3.47	3.46	2.21	2.32	2.21	2.13	2.24	2.13
Run 5	1.79	1.95	1.79	3.71	3.72	3.71	2.58	2.68	2.58	2.35	2.45	2.35
Run 6	1.74	1.98	1.74	3.40	3.44	3.40	2.51	2.65	2.51	2.35	2.50	2.35
Run 7	1.88	2.03	1.88	3.60	3.61	3.60	2.46	2.56	2.46	2.36	2.47	2.36
Run 8	1.74	1.94	1.74	3.52	3.54	3.52	2.46	2.59	2.46	2.31	2.44	2.31
Run 9	1.63	1.81	1.64	3.64	3.65	3.64	2.46	2.55	2.46	2.22	2.31	2.22
Run 10	1.82	1.94	1.82	3.57	3.58	3.57	2.38	2.46	2.38	2.31	2.40	2.31
Run 11	1.75	1.94	1.75	3.44	3.46	3.44	2.51	2.62	2.51	2.32	2.43	2.32

Run 12	1.94	2.05	1.94	3.64	3.66	3.64	2.63	2.71	2.63	2.44	2.52	2.44
Run 13	1.76	1.85	1.76	3.60	3.61	3.60	2.42	2.48	2.42	2.26	2.31	2.26
Run 14	1.67	1.82	1.67	3.37	3.39	3.37	2.38	2.47	2.38	2.23	2.33	2.23
Run 15	1.98	2.10	1.98	3.75	3.77	3.75	2.72	2.79	2.72	2.50	2.59	2.50
Run 16	1.54	1.76	1.55	3.46	3.48	3.46	2.32	2.44	2.32	2.15	2.28	2.15
Run 17	2.17	2.24	2.17	3.73	3.74	3.73	2.71	2.76	2.71	2.58	2.64	2.58
Run 18	1.76	1.93	1.76	3.85	3.86	3.85	2.20	2.32	2.20	2.26	2.37	2.26
Run 19	1.89	1.99	1.89	3.62	3.64	3.62	2.64	2.71	2.64	2.41	2.48	2.41
Run 20	1.85	1.96	1.85	3.67	3.68	3.67	2.48	2.55	2.48	2.35	2.42	2.35
Run 21	1.76	1.91	1.76	3.64	3.65	3.64	2.47	2.56	2.47	2.31	2.41	2.31
Run 22	1.84	2.01	1.84	3.52	3.54	3.52	3.04	3.16	3.04	2.36	2.47	2.36
Run 23	1.68	1.83	1.68	3.60	3.61	3.60	2.38	2.47	2.38	2.23	2.32	2.23
Run 24	1.88	2.03	1.88	3.61	3.63	3.61	2.56	2.66	2.56	2.35	2.46	2.35
Run 25	1.92	1.99	1.92	3.84	3.84	3.84	2.65	2.69	2.65	2.40	2.45	2.40
Media	1.80	1.95	1.80	3.61	3.63	3.61	2.50	2.59	2.50	2.32	2.42	2.32

Figura 15. Sintesi della media delle funzioni.

Come detto in precedenza le sole venticinque elaborazioni prodotte non sono sufficienti per poter vedere quale delle quattro funzioni è la migliore e il proseguimento con questa procedura richiede molto tempo.

Per velocizzare le elaborazioni di cui si necessita, si passa all'utilizzo del software R, con cui non solo è possibile realizzare tali elaborazioni di calcolo statistico ma è possibile avere anche restituzioni grafiche e test di validità.

Si inseriscono nel software R i dati raccolti tramite cavallettamento delle 100 piante ricreando una tabella dei valori.

Ottenuta la tabella, si compiono le prime elaborazioni che consistono nella verifica della normalità del dato, che ci permette di valutare se i dati rilevati rispondono ai requisiti minimi della normalità e omoschedasticità.

La normalità del dato sta alla base dell'inferenza statistica, permettendo di riportare in questo caso la relazione esistente tra la frequenza e il raggio massimo.

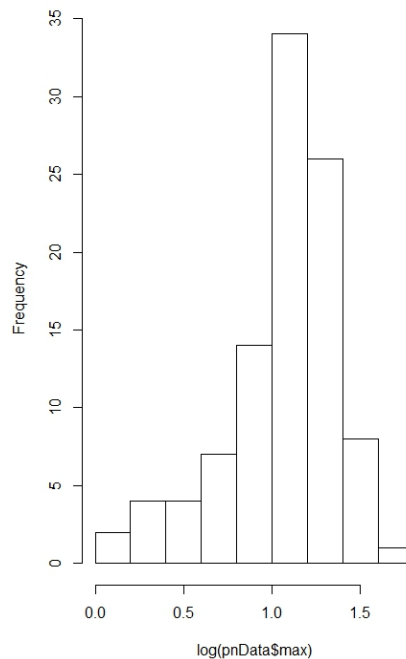


Figura 16. Grafico della frequenza dei dati.

Questo porta alla formazione di un istogramma a forma di campana asimmetrica.

Sulla base di questo viene anche valutato se i dati portano ad avere una eteroschedasticità o una omoschedasticità. Quando la varianza dell'Y è costante per ogni valore della varianza esplicativa si parla di omoschedasticità ovvero il grafico dato dalla relazione tra X e Y riporta una nuvola di punti in cui si ha una disposizione della nuvola aggregata in maniera costante intorno all'asse orizzontale. In caso in cui i punti non si dispongono casualmente intorno all'asse orizzontale, ma sono molto distanti si parla di eteroschedasticità.

Nel nostro caso il grafico che risulta dai nostri dati è di tipo eteroschedastico in quanto come detto si nota che la nuvola casuale dei punti è costante in torno all'asse principale.

Valutata a questo punto la normalità dei dati, si passa ad effettuare la modellizzazione dei dati utilizzando cinque diverse funzioni:

- Lineare; $\text{Log}(\text{max}) \sim a + b * \text{dbh}$
- Lineare logaritmo – logaritmo; $\text{Log}(\text{max}) \sim a + b * \log(\text{dbh})$
- Esponenziale; $\text{Log}(\text{max}) \sim a + b * \exp(\text{dbh})$
- Polinomiale di 2° grado; $\text{Log}(\text{max}) \sim a + b * \text{dbh}^2 + c * \text{dbh}$

- Power; $\log(\max) \sim a + b * dbh^c$

La Power permette di calcolare la variabile c rispetto alla variabile dipendente.

Si procede alla realizzazione delle funzioni sulla base dei dati riportati inizialmente nella tabella sul software R.

La realizzazione delle funzioni e i valori a essi correlati si discostano di poco come è possibile notare nell'immagine sottostante fatta eccezione per la funzione esponenziale e la Power che per tale motivo saranno le prime ad essere escluse a causa dei valori risultati.

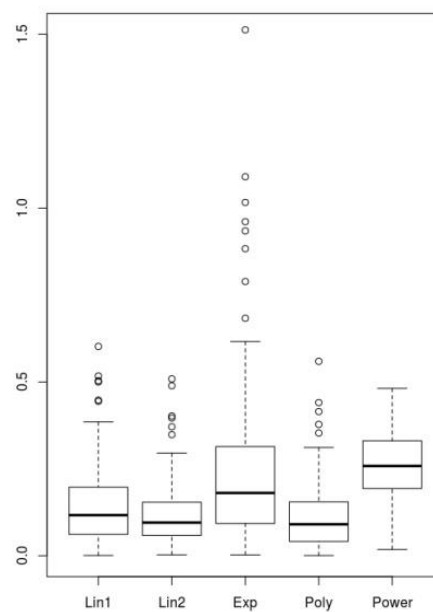


Figura 17. Test per valutare quale delle funzioni è la migliore.

Tra quelli che rimangono quindi andrò a scegliere quello che da un RSME e un errore assoluto più piccolo, che è la polinomiale.

A questo punto andremmo a effettuare una nuova elaborazione grafica utilizzando la funzione polinomiale sui dati di diametro e raggio massimo di chioma che ci permetteranno di avere il predetto.

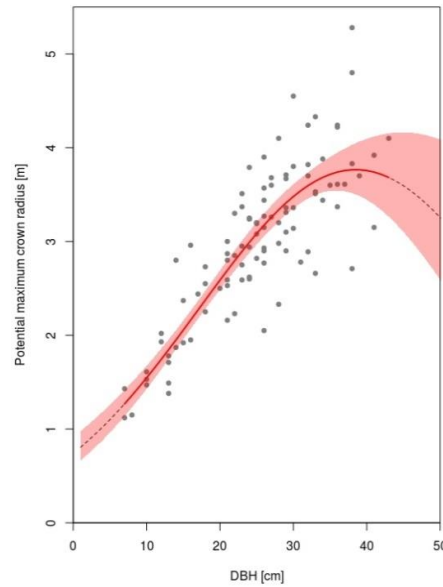


Figura 18. Indice di competizione errato basato sulla funzione polinomiale.

La realizzazione grafica della polinomiale tuttavia mostra una linea dello sviluppo del raggio massimo della chioma in funzione del diametro che tende a decrescere. Questo tipo di funzione non è possibile e ci porta a scartare la funzione polinomiale. Non ritenendo quindi il modello possibile si passa a realizzare quella lineare.

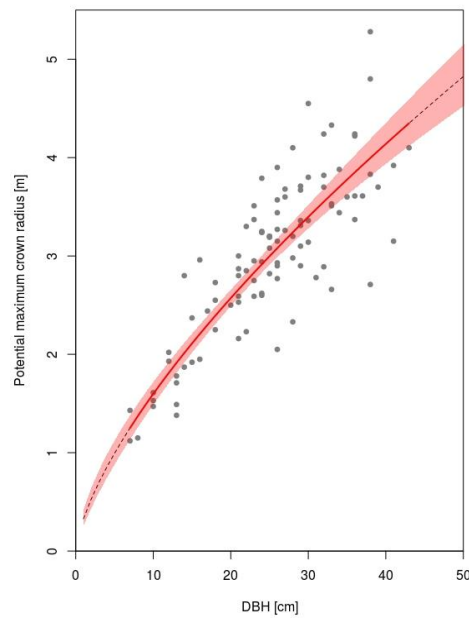


Figura 19. Indice di competizione basato su la funzione lineare.

Questo tipo di rappresentazione grafica si nota invece che la linea che scaturisce dalla rappresentazione della funzione lineare tra la relazione del raggio di chioma massimo e il diametro risulta essere corretta e quindi può essere usata come modello. Il grafico (fig.19) rappresenta l'indice di competizione, avendo a disposizione il diametro della candidata e delle piante vicine ci permette di conoscere il raggio di massimo sviluppo della chioma e sulla base di essa eliminare le concorrenti. L'indice di competizione è quindi basato sul calcolo della massima estensione della chioma attraverso i coefficienti:

	Estimate	Std. Error	T value	Pr(> t)	
Intercept	-1.1119	0.1223	-9.092	1.13e-14	***
Log (dbh)	0.6865	0.0384	17.875	< 2 e -16	***

Signif. Codes: 0 (***), 0.001 (**), 0.01 (*) 0.05(), 0.1(), 1

Da cui ne deriva la formula che sarà:

$$\text{Logaritmo del raggio massimo} = -1,1119 + 0.6865 * \log \text{DBH}$$

$$\text{da cui: } R \text{ max} = \exp (\log (R \text{ max}))$$

Da qui nasce l'indice di competizione che può essere usato per valutare il massimo grado di accrescimento della chioma sulla base della competizione con le piante vicine.

L'utilizzo di questo indice tuttavia può trovare impiego solamente fino a un diametro massimo rilevato ovvero 43 cm in quanto al di sopra della linea non ci sono dati certi.

Applicazione con i dati del progetto SelpiBioLife

Terminate le elaborazioni su R, si ottiene la formula attraverso la quale viene sviluppato l'indice di competizione per i diversi diametri a disposizione. Una volta sviluppato l'indice è quindi possibile passare ad applicarlo sui dati in possesso dal trattamento SelpiBioLife del comprensorio del Vivo d'Orcia.

Questo ci permette di effettuare anche un confronto sulla base dei dati che derivano dal trattamento selettivo effettuato mediante il progetto SelpiBioLife e quello che deriva dall'applicazione dell'indice di competizione.

Per svolgere questo obiettivo è necessario riportare i dati del SelpiBioLife in particolare quelli della chioma degli alberi e dei trattamenti effettuati sul Software Qgis.

I dati riguardanti la chioma degli alberi riportano per ogni pianta il numero identificativo, il relativo diametro, l'altezza totale, l'altezza di inserzione, la posizione topografica e i raggi della chioma nelle diverse direzioni cardinali.

Partendo da questi dati a disposizione viene effettuata una rappresentazione grafica delle piante che verranno poi categorizzate in base alla loro posizione sociale.

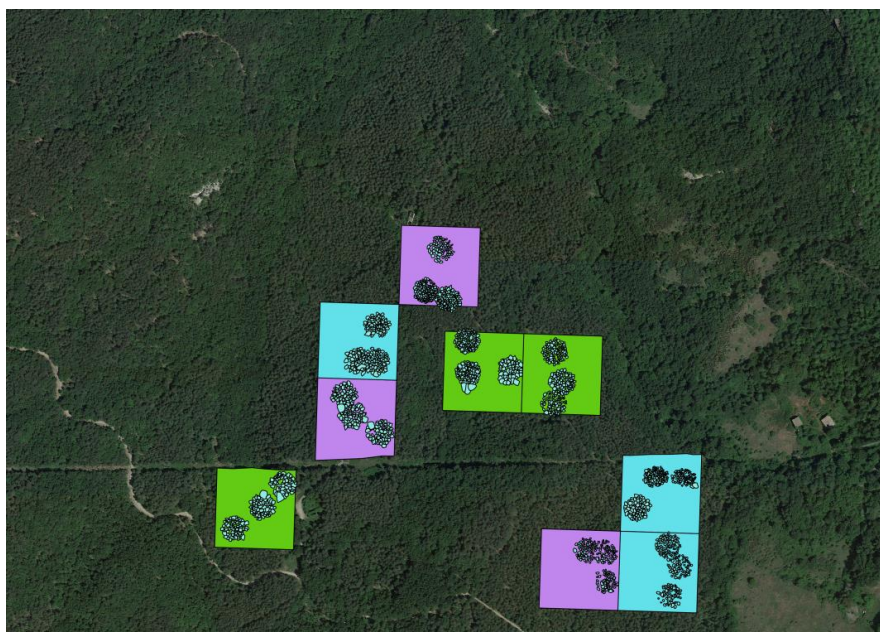


Figura 20. Trattamenti selvicolturali SelpiBioLife.

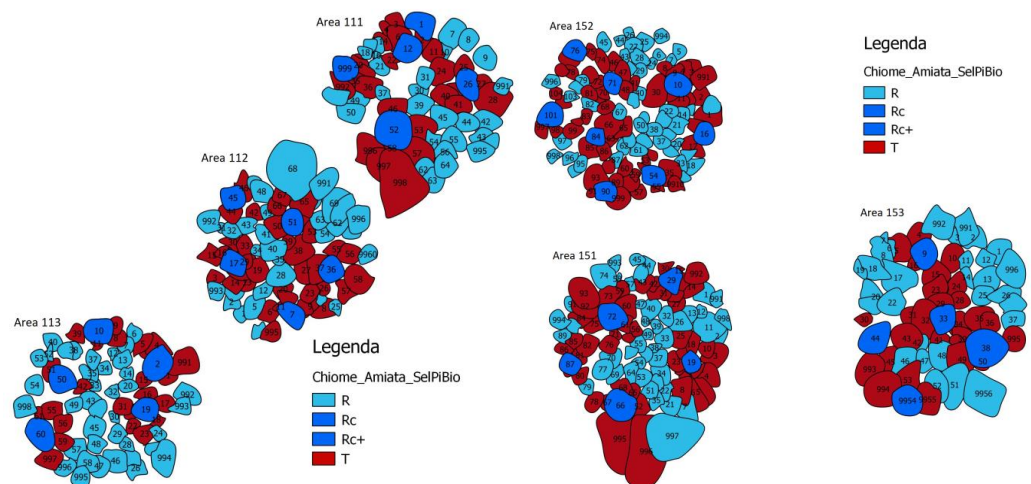
La foto di figura 20 evidenzia i trattamenti selvicolturali realizzati all'interno del progetto SelpiBioLife del Vivo d'Orcia nei quali sono rappresentate le nove aree di cui le tre in viola sono quelle usate con funzione di controllo dove non sono stati effettuati trattamenti, le tre in azzurro dove è stato fatto un diradamento dal basso e le tre verdi dove è stato effettuato il trattamento selettivo.

Selezionando le aree trattate con il trattamento selettivo la prima operazione da svolgere è quella della scelta delle candidate. Queste devono essere scelte in maniera visiva direttamente in bosco tra quelle appartenenti al piano dominante e devono essere distanti l'una dall'altra 15 metri.

Per confrontare meglio l'indice di competizione con il trattamento selettivo già effettuato vengono considerate le stesse piante che sono state effettivamente scelte in fase di martellata.

Una volta individuate le candidate per utilizzare l'indice di competizione viene rappresentato il centromero, sulla base dei quali verrà effettuato un buffer di tre metri che deriva dal indice di competizione e che ci permette di vedere graficamente la circonferenza tratteggiata, che rappresenta la massima espansione della chioma in assenza di competizione.

Sulla base di questa circonferenza tutte le piante che ricadono all'interno del cerchio che parte dalla candidata e si trovano nella stessa posizione sociale dominante sono le potenziali competitori in quanto sottraggono ad essa spazio e luce.



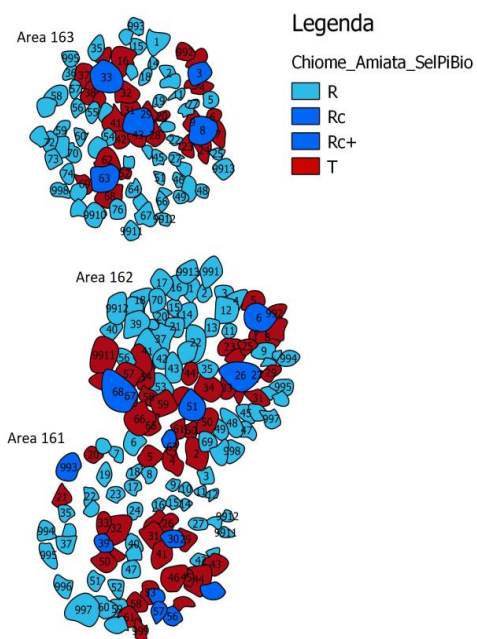


Figura 21. Trattamento effettuato mediante l'applicazione dell'indice di competizione.

R: rimane ; Rc: rimane candidata; Rc+:rimane candidata; T:tolta.

A questo punto si confrontano le piante evidenziate di rosso tramite le nostre elaborazioni con quelle tolte nella realtà dal taglio selettivo in maniera tale da poter valutare le differenze.

Risultati

Compite tutte le operazioni necessarie è possibile analizzare adesso i risultati della prova effettuata sulla base delle elaborazioni prodotte e quelle realizzate dall'intervento selettivo.

Nella prima zona del SelpiBioLife del Vivo d'Orcia abbiamo i tre plot sperimentali che sono la 111 – 112 e 113 esse hanno prodotto i seguenti risultati.

Nel primo plot (111) realizzata con un raggio di 15 metri, sono state calcolate un totale di 64 piante tra le quali sono state selezionate 5 candidate la 1, 12, 26, 52 e 999.

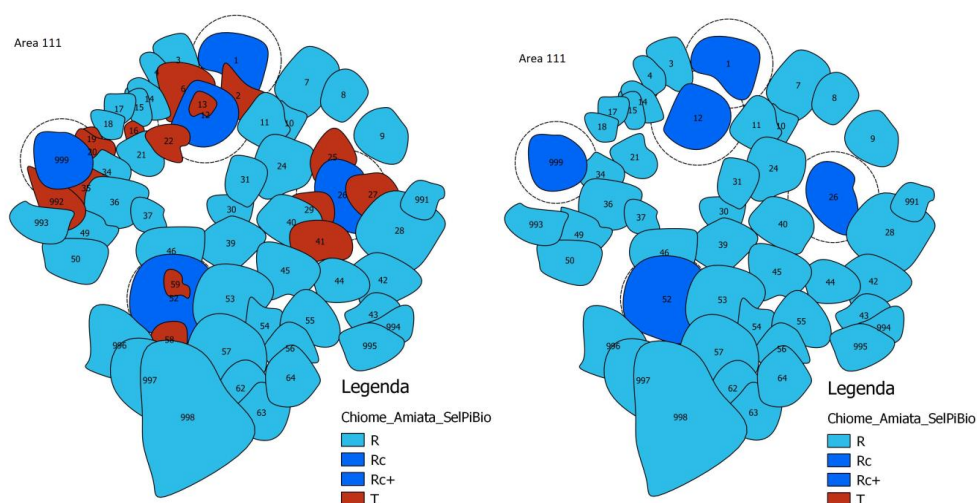


Figura 22. Nell'immagine a sinistra l'intervento selettivo effettuato nell'immagine a destra la situazione attuale.

L'intervento con il trattamento selettivo prodotto dal CREA di Arezzo ha portato all'eliminazione di 15 pini che si trovavano in concorrenza con le piante candidate mentre le rimanenti 44 piante sono state rilasciate perché non influenti nei confronti della luce e dello spazio.

Le elaborazioni prodotte tramite il metodo l'indice di competizione invece hanno portato ad avere un'eliminazione delle piante che rientrano all'interno della circonferenza che dovrebbe avere la chioma se non vi fosse competizione di 30 pini e un rilascio di 29 piante come è possibile notare nella figura esposta qui sotto.

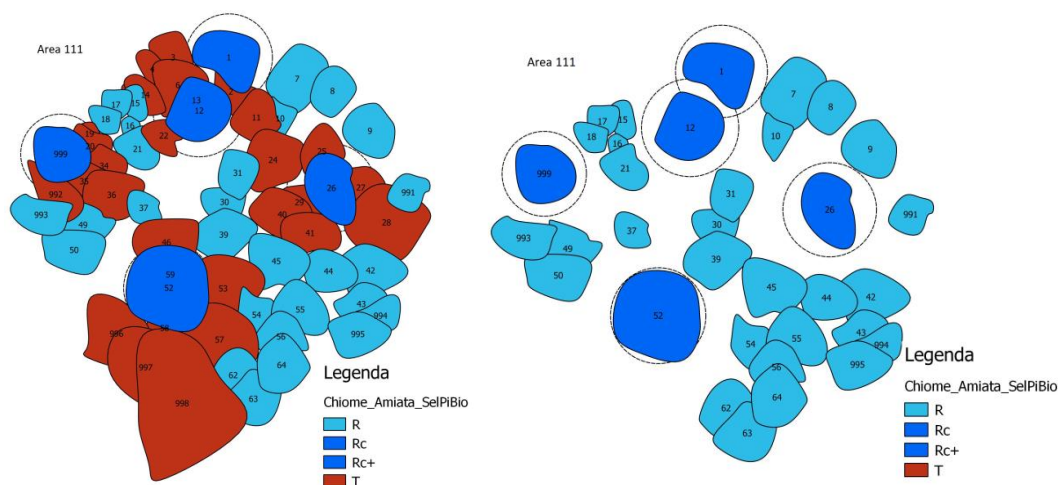


Figura 23. Nell'immagine a sinistra l'intervento realizzato mediante l'applicazione dell'indice di competizione, nel immagine a destra la situazione dopo il taglio.

Analizzando il secondo plot (112), avente un raggio di 15 metri, sono state rivelate un totale di un totale di 74 piante tra le quali anche in questo caso sono state selezionate 5 candidate la 7, 17, 36, 45 e 51.

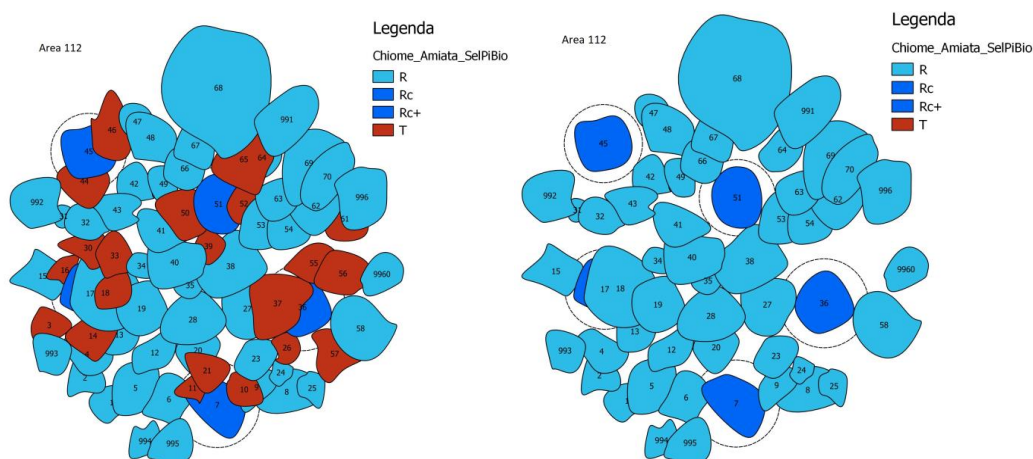


Figura 24. Nell'immagine a sinistra l'intervento selettivo effettuato nel immagine a destra la situazione attuale.

Il trattamento del taglio selettivo prodotto dal CREA ha portato ad avere un taglio degli alberi di pino competitrici pari a 21 esemplari, con una rimanenza di 48 piante. Il trattamento prodotto tramite indice invece porta ad avere un'eliminazione di pini che si trovano a compere con la chioma della candidata pari ha 37, mentre rimangono perché non ritenuti influenti sulla candidata 32 piante come si nota anche

nell'immagine sottostante.

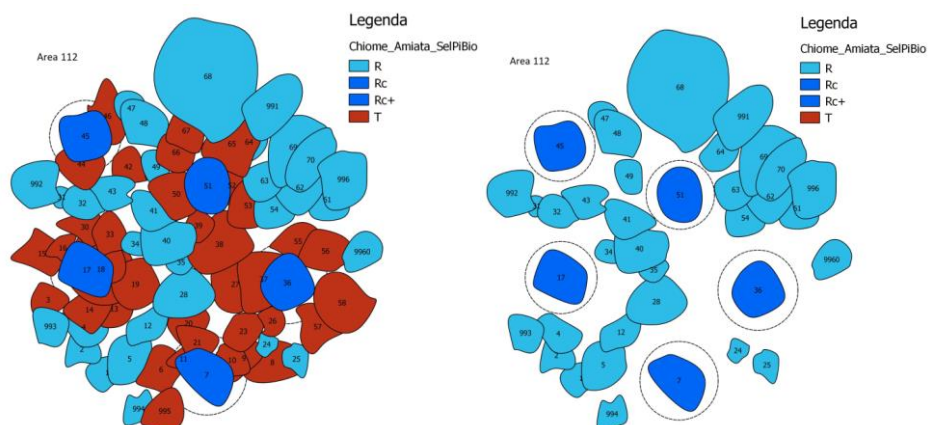


Figura 25. Nell'immagine a sinistra l'intervento realizzato mediante l'applicazione dell'indice di competizione, nel immagine a destra la situazione dopo il taglio.

Nel terzo plot (113) avente come le precedenti un raggio di 15 metri, sono state contate un numero totale di 69 piante tra le quali sono state individuate 5 candidate la 2, 10, 19, 50 e 60.

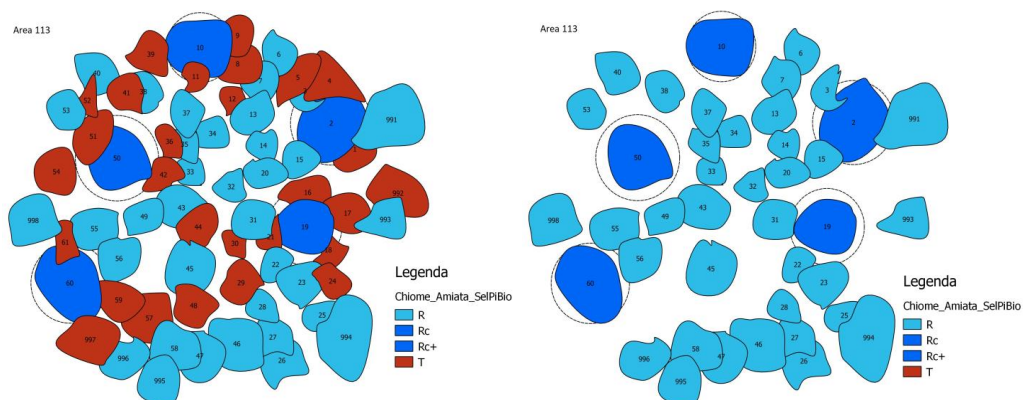


Figura 26. Nell'immagine a sinistra l'intervento selettivo effettuato nel immagine a destra la situazione attuale.

L'intervento realizzato nell'immagine espressa qui sopra da parte del CREA di Arezzo, in cui è stato effettuato il taglio selettivo a portato partendo dalle candidate all'esportazione di 28 pini ritenuti competitrici e il rilascio di 36 piante.

Il trattamento realizzato con l'ausilio dell'indice di competizione ha fatto emergere invece un eliminazioni di 24 pini a contato di chioma con la candidata e un rilascio di ben 40 piante.

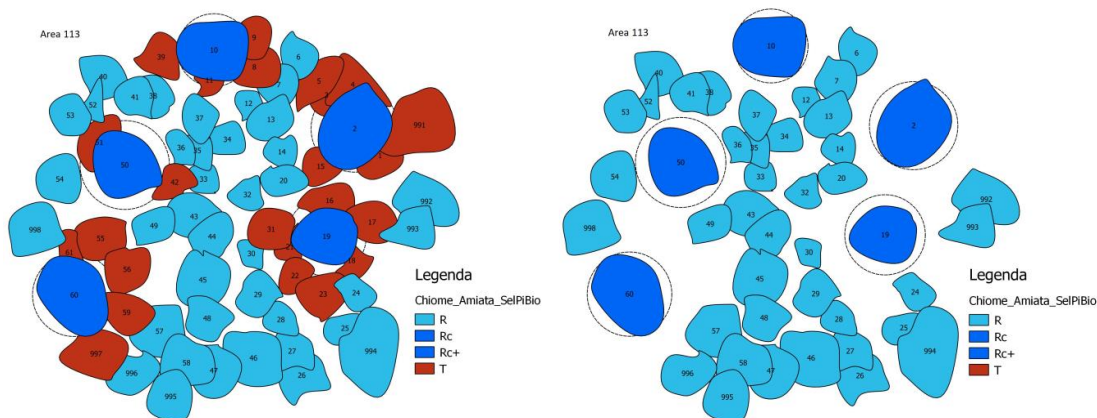


Figura 27. Nell'immagine a sinistra l'intervento realizzato mediante l'applicazione dell'indice di competizione, nell'immagine a destra la situazione dopo il taglio.

Passando ad analizzare la seconda zona del SelpiBioLife del comprensorio del Vivo d'Orcia abbiamo tre plot sperimentali che sono la 151 – 152 e 153 esse hanno prodotto i seguenti risultati.

Analizzando il plot 151, costituito con un raggio di 15 metri, sono state contate un totale di 100 piante tra cui sono state selezionate come nei primi precedenti casi 5 piante candidate (le piante numero 19, 29, 66, 72 e 87).

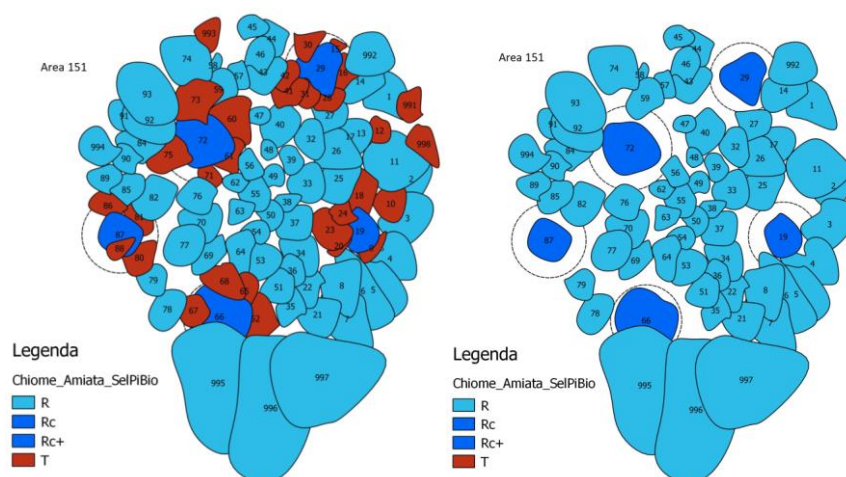


Figura 28. Nell'immagine a sinistra l'intervento selettivo effettuato nell'immagine a destra la situazione attuale.

Il trattamento del plot con il taglio selettivo effettuato dal CREA di Arezzo ha portato ad avere come risultato in questo plot l'eliminazione di 31 pini che si trovano a competere con la chioma delle candidate e il rilascio di 64 piante ininfluenti.

La realizzazione dello stesso procedimento tramite l'indice realizzato ed esposto in precedenza ha portato ad avere un'eliminazione di 47 pini ritenuti in competizione con la candidata e il rilascio di 48 piante che non interferiscono con la candidata.

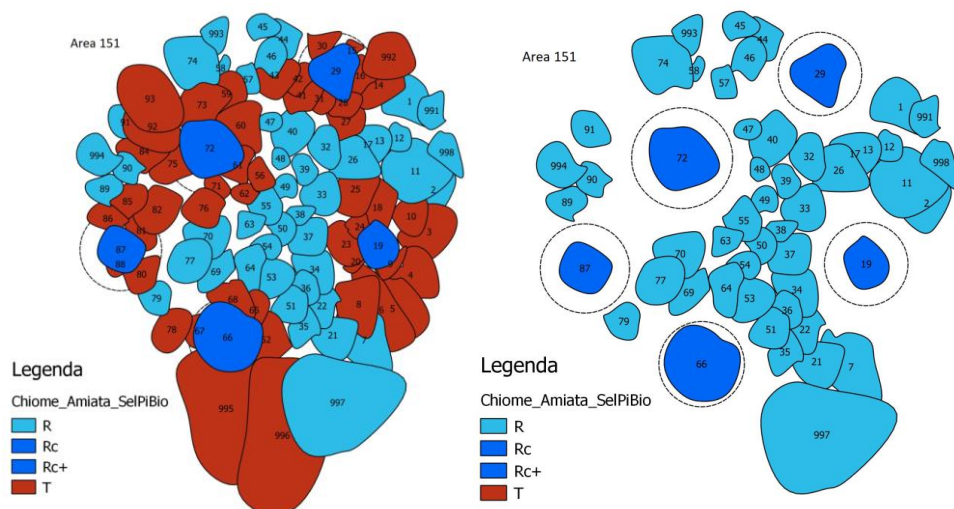


Figura 29. Nell'immagine a sinistra l'intervento realizzato mediante l'applicazione dell'indice di competizione, nell'immagine a destra la situazione dopo il taglio.

Il secondo plot preso in esame ovvero 152, costituito da un raggio di 15 metri, ha invece un numero totale di 114 piante totali. Tra tutte quelle rilevate nel plot sono state individuati ben 8 piante da candidare tra le quali 10, 16, 54, 71, 76, 84, 90 e 101, che sono ben distribuite nel plot come è possibile notare nell'immagine sottostante.

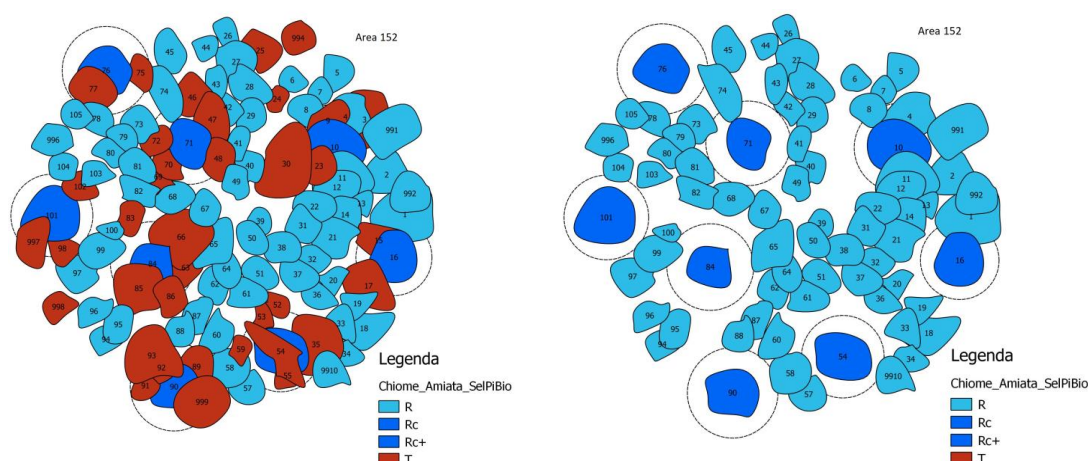


Figura 30. Nell'immagine a sinistra l'intervento selettivo effettuato nell'immagine a destra la situazione attuale.

In questo plot il trattamento selettivo espresso attraverso l'attuazione progetto SelpiBioLife porta ad avere un numero di pini eliminati dal taglio pari a 37, mentre si ha un rilascio di 69 piante che rimangono all'interno del plot.

Lo stesso intervento costituito attraverso l'attuazione dell'indice, ha portato ad avere dati discostanti da quelli a disposizione dal intervento, in quanto le elaborazioni hanno portato ad avere un numero di 56 pini eliminate in quanto competitori con la chioma della candidata e 50 piante che vengono rilasciate.

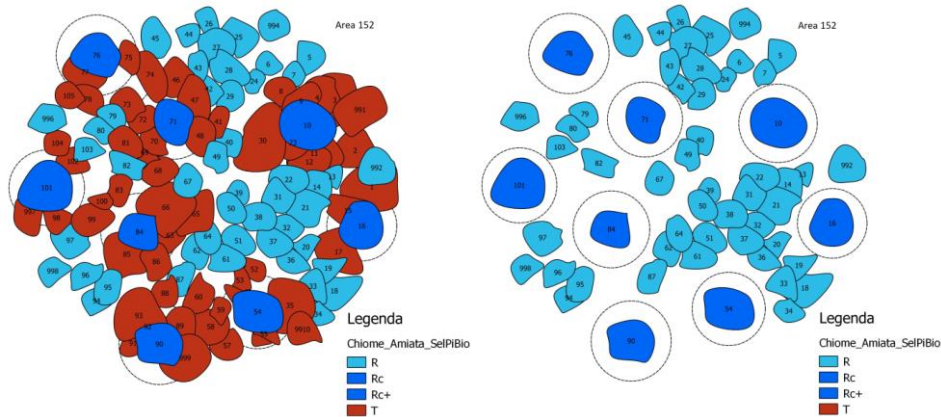


Figura 31. Nell'immagine a sinistra l'intervento realizzato mediante l'applicazione dell'indice di competizione, nell'immagine a destra la situazione dopo il taglio.

Nel terzo plot (153) della seconda area realizzata come le precedenti con un raggio di 15 metri abbiamo un totale di 62 piante tra le quali sono state scelte le 5 candidate che sono la numero 9, 33, 38, 44 e la 9954.

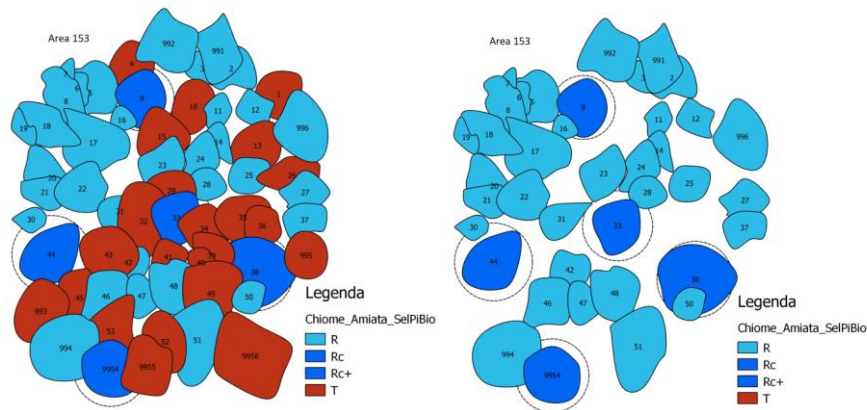


Figura 32. Nell'immagine a sinistra l'intervento selettivo effettuato nell'immagine a destra la situazione attuale.

Andando ad analizzare i due interventi si nota come il taglio effettuato da CREA di Arezzo porta ad avere un'eliminazione di 23 pini che si trovano intorno alla candidata. Di conseguenza questo porterà ad avere un rilascio nel plot di 34 piante. L'applicazione dell'indice di competizione descritto in precedenza in questo caso porterà ad avere dei risultati che si discostano di poco da quelli precedenti poiché si avrà un totale di piante da dover togliere in torno alle candidate che sarà di 27 pini e il rilascio di 30 piante che sono invece ininfluenti con la candidata.

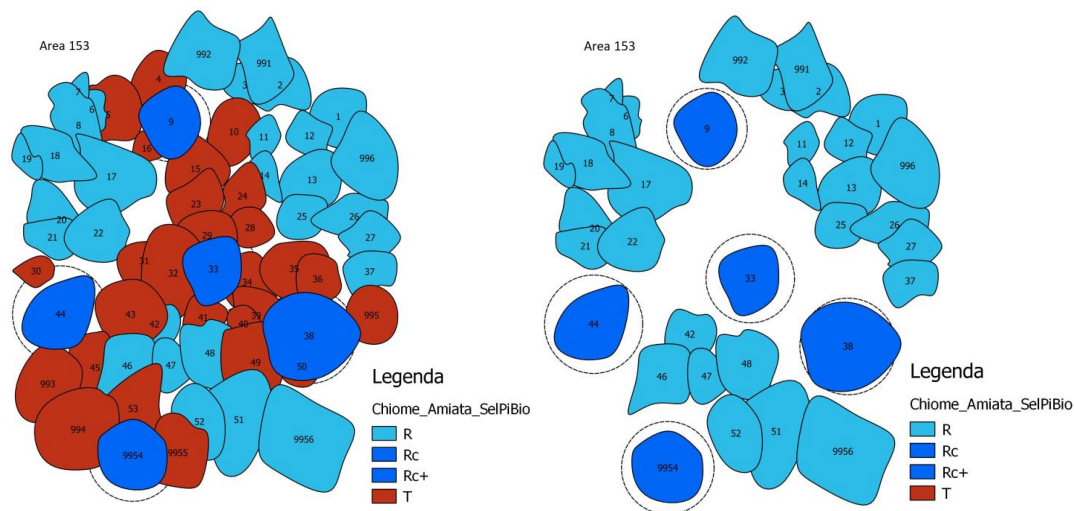


Figura 33. Nell'immagine a sinistra l'intervento realizzato mediante l'applicazione dell'indice di competizione, nel immagine a destra la situazione dopo il taglio.

Infine analizzando l'ultima area d'intervento del progetto SelpiBioLife del comprensorio dell'Amiata che racchiude i plot 161 – 162 – 163 porta ad avere i seguenti risultati;

Il primo plot 161 che viene realizzando con lo stesso raggio dei precedenti porta ad avere al interno di esso un totale di 72 piante tra le quali sono state individuate 8 candidate la 30, 39, 54, 56, 57, 991, 993 e la 9910 come è possibile notare nell'immagine sottostante.

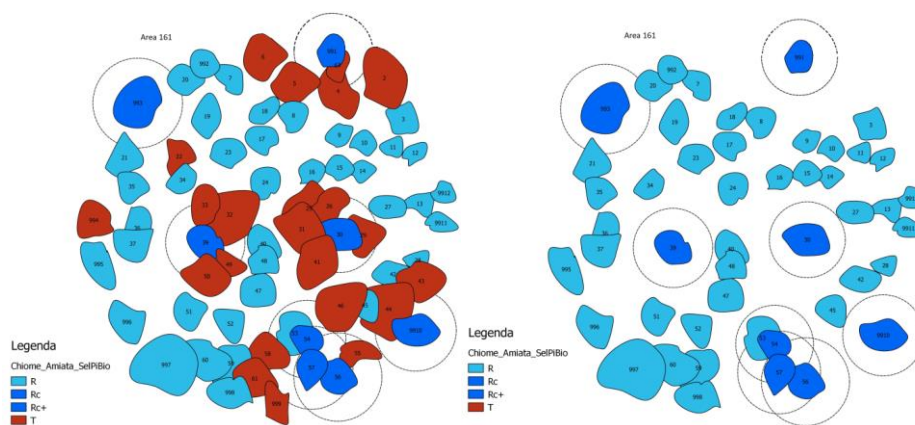


Figura 34. Nell'immagine a sinistra l'intervento selettivo effettuato nell'immagine a destra la situazione attuale.

L'applicazione del trattamento selettivo del CREA di Arezzo su questo plot ci porta ad avere come risultato dell'intervento un totale di pini sottratte pari a 23 in quanto si trovano a competere con la chioma della candidata per luce e spazio e il rilascio sulla superficie di 41 piante.

L'intervento da noi prodotto con l'indice di competizione porta ad avere dei dati che non si discostano da quelli dell'intervento realizzato da CREA se non per l'eliminazione di una pino in più abbattuto che di conseguenza porta il numero di quelle rilasciate a 40 piante.

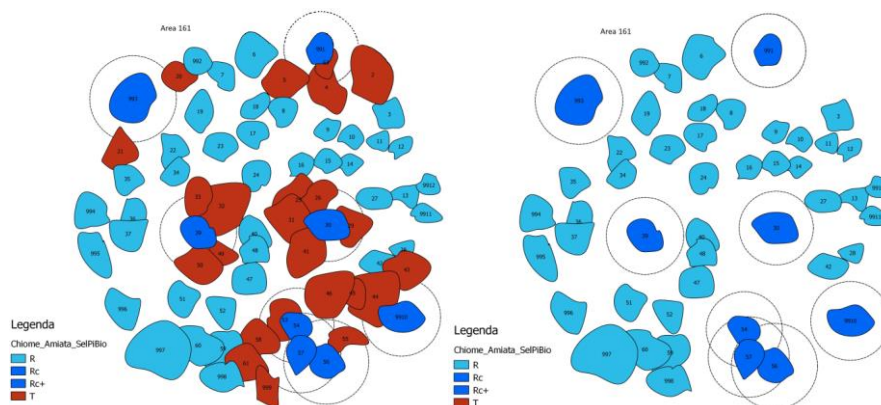


Figura 35. Nell'immagine a sinistra l'intervento realizzato mediante l'applicazione dell'indice di competizione, nell'immagine a destra la situazione dopo il taglio.

Il plot numero 162 realizzato secondo lo stesso criterio dei precedenti contiene al proprio interno 83 piante di cui 5 vengono selezionate come candidate 6, 26, 51, 68 e 991.

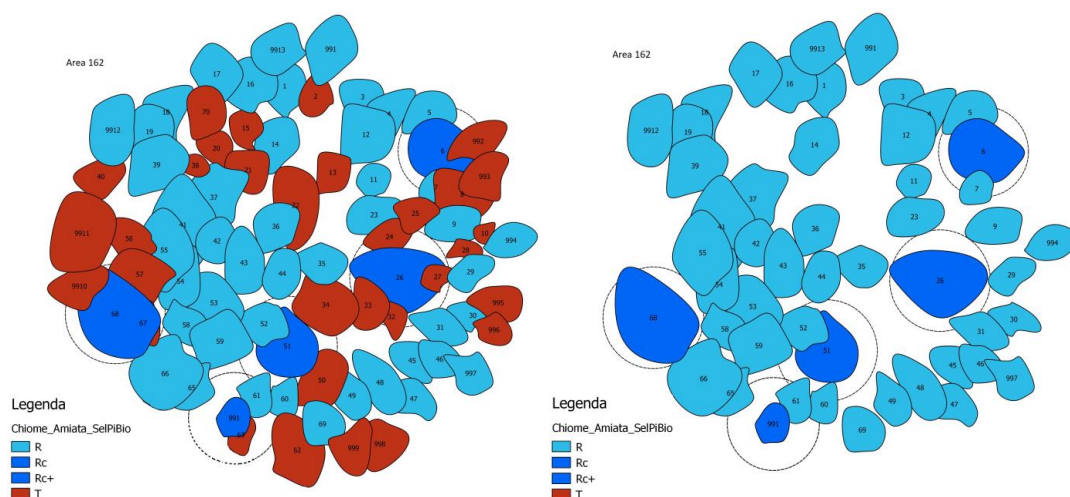


Figura 36. Nel immagine a sinistra l'intervento selettivo effettuato nel immagine a destra la situazione attuale.

Il taglio selettivo effettuato su questo plot attraverso il SelpiBioLife ha prodotto sulla base della posizione delle candidate l'asportazione di 32 pini e il rilascio di 46 piante ininfluenti con il principio del trattamento culturale.

L'applicazione del nostro procedimento anche in questo caso porta ad avere dati che sono pressappoco simili poiché il numero di piante eliminate differisce solamente per un'unità. Poiché abbiamo l'eliminazione di 31 pini e il rilascio di 47 piante.

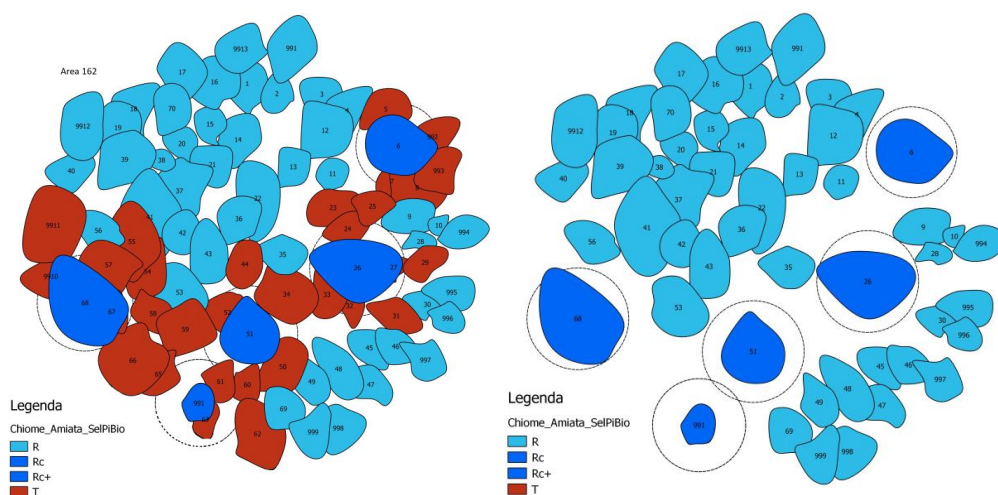


Figura 37. Nell'immagine a sinistra l'intervento realizzato mediante l'applicazione dell'indice di competizione, nel immagine a destra la situazione dopo il taglio.

Il terzo e ultimo plot ovvero il 163 costituito con un raggio uguale a quello dei precedenti delinea una area su cui sono state calcolate un numero di 90 piante tra le quali sono state scelte le 5 candidate che sono la 3, 8, 30, 33 e la 63.

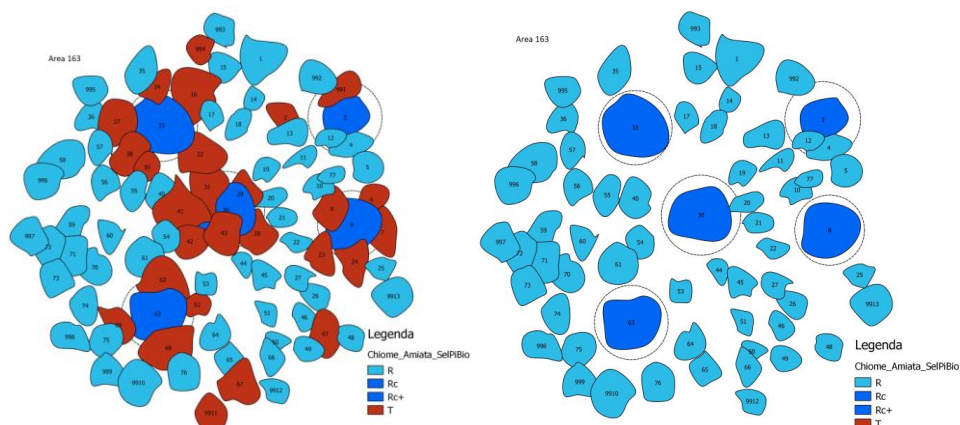


Figura 38. Nell'immagine a sinistra l'intervento selettivo effettuato nell'immagine a destra la situazione attuale.

Sulla base di questo il trattamento effettuato dal CREA di Arezzo vengono eliminati 27 pini mentre 58 piante vengono rilasciate perché ritenute ininfluenti.

Anche in questo caso l'applicazione dell'indice porta ad avere un'elaborazione che mostra dati quasi del tutto simili a quelli precedenti in cui abbiamo che il numero di pini eliminati è di 26 mentre le piante che rimangono sono pari a 59.

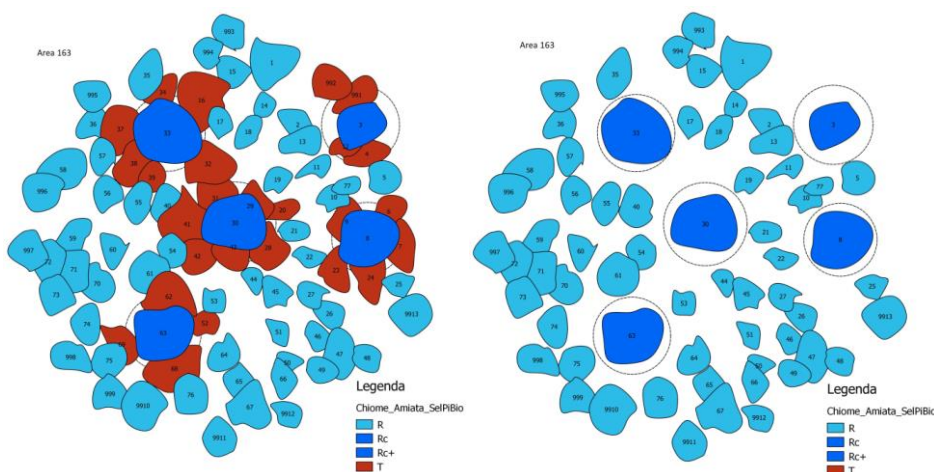


Figura 39. Nell'immagine a sinistra l'intervento realizzato mediante l'applicazione dell'indice di competizione, nell'immagine a destra la situazione dopo il taglio.

Discussioni

Analizzando i risultati, possiamo notare come nelle prime due aree è stato individuato un numero di piante da eliminare maggiore rispetto a quelle realmente abbattute mediante l'intervento.

Questo numero superiore sicuramente è dovuto al fatto che le piante, eliminate nel trattamento effettuato nel SelpiBioLife, sono solamente quelle che si trovano a contatto diretto con la chioma della candidata.

Nel nostro caso, invece, saranno abbattute in maniera sistematica tutte quelle che rientrano nel raggio massimo di estensione della chioma appartenente alla pianta libera, che sono state individuate mediante l'applicazione dell'indice di competizione.

Nella terza area le piante eliminate nel trattamento SelpiBioLife, sono le stesse che vengono identificate mediante l'utilizzo dell'indice.

Questo è dovuto in parte alla posizione delle piante che rientrano all'interno dell'area di massimo sviluppo della chioma e che risultano più distanziata tra loro.

All'interno della prima area, che comprende il plot 111 – 112 – 113, abbiamo nella prima e seconda ripetizione dell'intervento, un numero maggiore di piante che dovremo abbattere rispetto a quelle che sono state effettivamente eliminate all'interno del progetto SelpiBioLife.

Il numero di pini che si trovano nell'area di competizione con la chioma della candidata è, infatti, maggiore poiché non si tiene in considerazione solo quelle che si toccano con essa, ma anche il loro raggio di massima estensione.

Nella terza area il numero di piante da eliminare è minore rispetto a quelle che sono state tolte nella realtà, perché ritenute ininfluenti nei confronti della candidata.

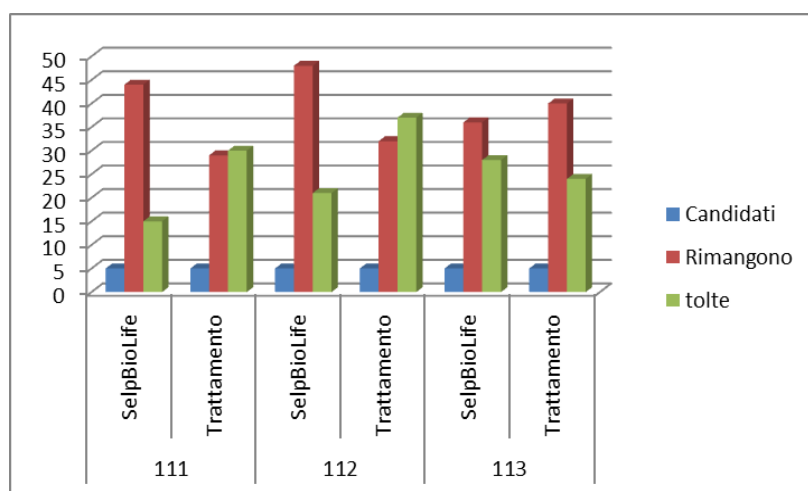


Figura 40. Riassunto dati area uno.

La seconda area con all'interno i plot 151 – 152 – 153 rispecchia quello precedente, ovvero anche qui è possibile notare un numero superiore di piante tagliate rispetto a quelle che abbiamo nell'intervento realizzato mediante l'attuazione del SelpiBioLife.

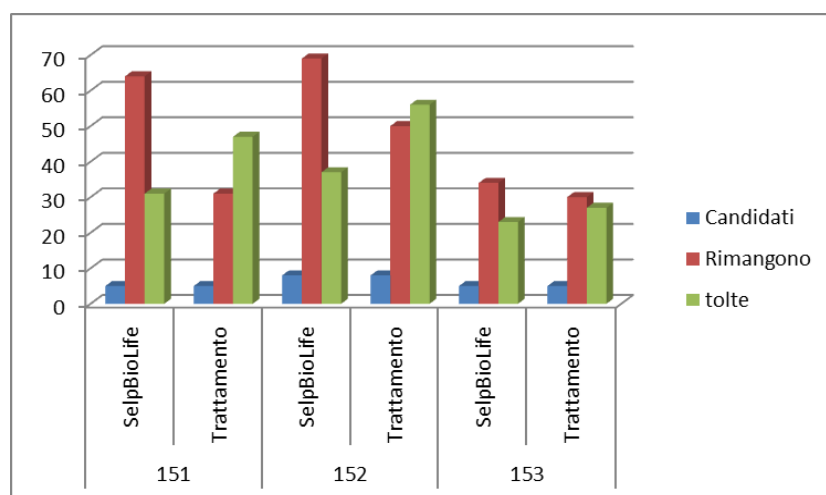


Figura 41: Riassunto dati area due.

La terza e ultima area, contenente i plot 161 – 162 – 163, mostra invece una situazione in cui il confronto tra i dati, ottenuti mediante l'applicazione dell'indice di competizione con quelli riscontrati nell'attuazione del SelpiBioLife, fanno emergere un numero di piante tagliate che in entrambi i casi sono le stesse. Questo è dovuto al numero di piante situate all'interno dell'area di massima espansione della chioma e che coincidono con quelle posizionate a contatto della chioma diretta.

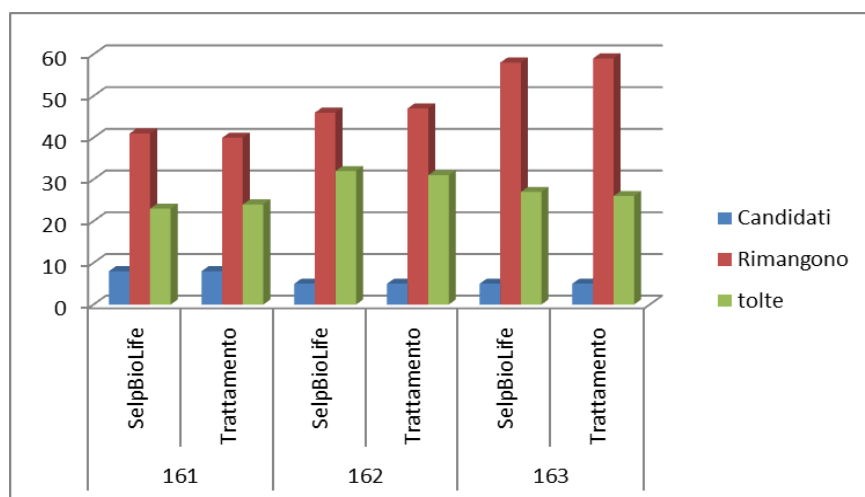


Figura 42. Riassunto dati area tre.

Sulla base dei risultati esposti nella figura 40, 41 e 42, possiamo quindi definire che i dati emersi dimostrano come i dati reali (martellata SelpBioLife) e quelli del modello sono piuttosto simili.

Questo a dimostrazione che la martellata in campo è stata corretta e di conseguenza supporta il modello.

Il limite del modello sta però nel fatto che l'operatore in campo può effettuare considerazioni non possibili nell'applicazione sistematica del metodo: ad esempio, lo stato di salute degli alberi intorno alle candidate non viene preso in considerazione dalla mera applicazione sistematica del modello spaziale. Ciò si traduce nel fatto che verrà rilasciata una pianta con caratteristiche problematiche.

Tuttavia occorre precisare che l'applicazione di questo metodo può avvenire solamente per l'intervallo di diametro massimo, rilevato in quanto al disopra non si avrebbero dati certi.

L'applicazione dell'indice di competizione, benché risulti essere un utile strumento di supporto, richiede un tempo di utilizzo più lungo rispetto alla selezione svolta da un operatore. Risulta, al contrario, essere un ottimo sistema di valutazione ex-post dell'applicazione dei diradamenti selettivi qualora sia necessario verificare una corretta esecuzione dei diradamenti da parte di diversi operatori.

Conclusioni

A conclusione del seguente studio, possiamo quindi affermare che il trattamento previsto, attraverso l'attuazione del diradamento selettivo, risulta essere una valida alternativa al diradamento dal basso nei popolamenti artificiali di pino nero in quanto l'eliminazione delle principali competitori fa sì che le candidate acquistino maggiore stabilità.

Le pinete in considerazione della loro storia sono state nel corso del tempo, abbandonate costituendo boschi monospecifici e con problemi di stabilità.

Per quanto riguarda tale studio, le elaborazioni prodotte dimostrano come l'indice di competizione sviluppato per le pinete di pino nero, risulta essere un utile strumento di supporto per la scelta delle candidate e l'individuazione, su base prettamente spaziale delle piante concorrenti da eliminare per favorire le prime.

L'eliminazione delle giuste concorrenti nel trattamento selettivo è un importante fattore, vista la capacità di risposta del pino che consentono agli alberi rilasciati di accrescersi ed espandersi anche in età avanzata, una volta che il biovolume in termini di spazio, acqua e risorse nutrienti sia modificato in senso migliorativo per la singola candidata.

Bisogna ricordare che del trattamento selettivo non beneficiano dall'eliminazione delle concorrenti solo il pino nero, ma anche le latifoglie presenti, che avranno la priorità e verranno selezionate come candidate. Si sottolinea, inoltre, che tale intervento può comportare modificazioni positive nei processi pedogenetici grazie ad un aumento delle funzionalità della componente micotica e di microfauna al suolo.

Come già ricordato, l'utilizzo dell'indice di competizione permette di eliminare solamente le piante che sono all'interno dell'area che dovrebbe avere la candidata se non fosse stata soggetta alla concorrenza con altre piante simulando, in questo modo, quella che è l'individuazione di una cellula di diradamento secondo le definizioni selvicolturali classiche.

Tuttavia, nonostante la sua precisione, l'utilizzo dell'indice di competizione risulta avere dei limiti visto che il suo sviluppo basato su equazioni geometriche e probabilistiche non è in grado di valutare lo stato bioecologico, funzionale e

patologico del singolo albero sottoposto a scelta, cosa che, al contrario, un operatore esperto può agevolmente fare in fase di martellata in bosco.

Infatti, un punto di vista soggettivo nell'attuazione del trattamento selettivo elimina quelle piante che si trovano sullo stesso piano della candidata e che sono a contatto con la chioma, considerando anche il loro stato di salute e trascurando le altre piante che sono ininfluenti.

Un ulteriore limite è il tempo di applicazione dell'indice di competizione che risulta più lungo rispetto ad una normale selezione effettuata da un operatore esperto. Questo tempo, infatti, include anche, oltre la tempistica di gestione ed elaborazione dei dati, la fase di rilievo dati delle piante da sottoporre a valutazione.

È utile inoltre sottolineare che l'applicazione dell'indice di competizione realizzato, può essere applicato solo alle piante che rientrano nell'intervallo dei diametri effettivamente rilevati per l'elaborazione dell'indice, in quanto al di sopra di questi non è valutabile l'errore effettivo nelle proiezioni geometriche dell'indice.

Sviluppi futuri di questo indice di competizione potrebbero essere il completamento di quello esistente con l'aggiunta di piante con diametri del fusto maggiore e quello di realizzare un indice di competizione anche in formazioni forestali dove siano presenti altre specie arboree per le quali si possano applicare i diradamenti selettivi. Un altro utilizzo dell'indice di competizione potrebbe essere la sua applicazione nel campo dell'osservazione e predizione degli sviluppi futuri del trattamento ovvero, conoscendo l'accrescimento del pino nero, si potrebbe notare quali sono le piante che influenzerebbero nuovamente la candidata a distanza di un certo intervallo di tempo.

Di seguito è proposto un esempio di quanto detto.

Partendo dal trattamento effettuato in precedenza nella prima area comprendente i plot 111 – 112 – 113 si stabilisce una possibile previsione futura delle piante che andranno eliminate nel successivo taglio selettivo.

Sulla base dell'intervento realizzato si valuta la nuova situazione del popolamento ipotizzato a distanza di 15 anni.

Conoscendo lo sviluppo medio anno riguardante il pino nel periodo compreso tra 2011 e 2017, di cui i dati sono riportati nella tabella in allegato.

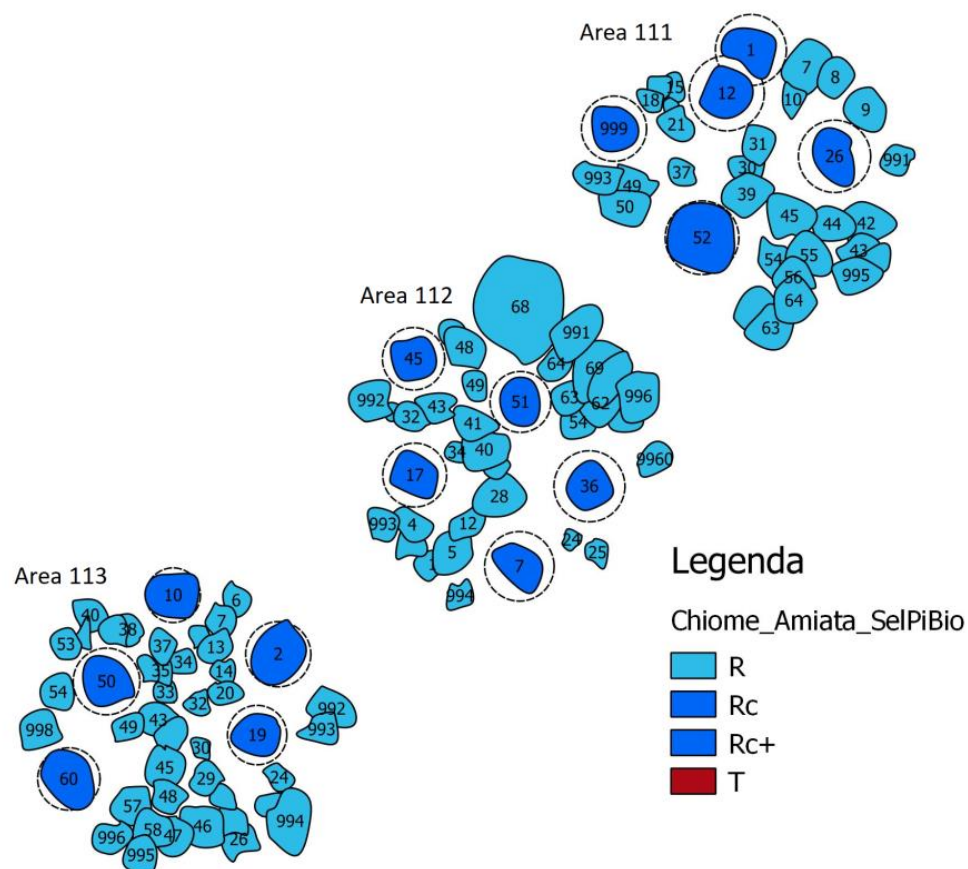


Figura 43. Area uno dopo l'attuazione del taglio selettivo 2011.

Partendo dall'intervento proposto in precedenza nel quale è stato eseguito il primo taglio selettivo, si procede a calcolare l'incremento medio, si moltiplicando per 15 anni e si aggiunge a tutte le piante rimaste, così facendo abbiamo una situazione di come saranno cresciute le piante a distanza di 15 anni.

Una volta effettuato ciò si passa all'applicazione dell'indice di competizione attraverso l'attuazione della formula che ci porterà alla selezione delle piante competitive.

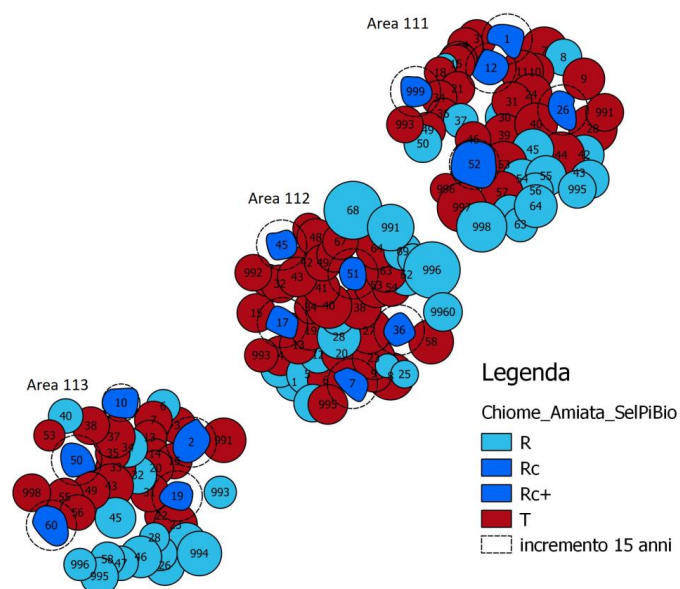


Figura 44. L'immagine mostra le piante che finiscono a taglio dopo il calcolo dell'incremento di 15 anni.

L'attuazione dell'indice di competizione ci permette di eliminare tutte quelle piante che interferiscono con la candidata andando nuovamente a sottrarre luce e spazio a causa della loro crescita.

La soluzione finale porterà ad avere il seguente stato.

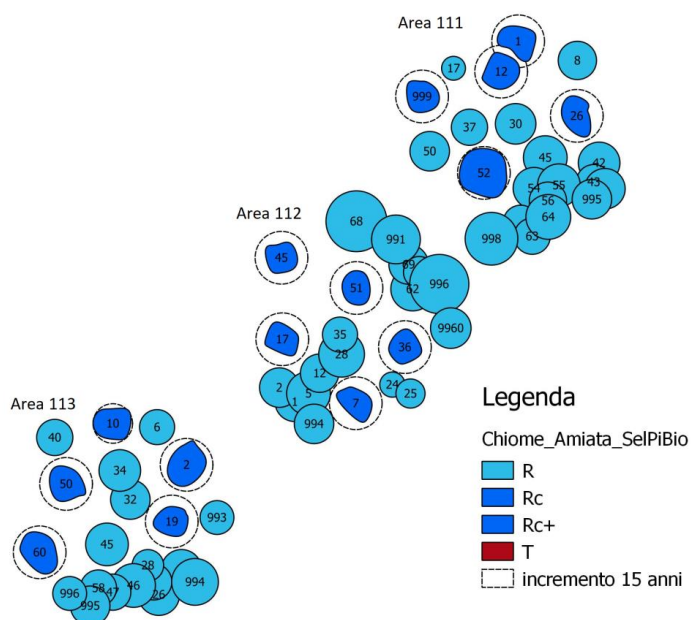


Figura 45. Situazione ipotizzata dopo il taglio a distanza di 15 anni.

Per rendere più evidente e confrontabile quanto successo nell'arco temporale di 15 anni, di seguito, viene proposta l'immagine del primo trattamento selettivo e di quello successivo.

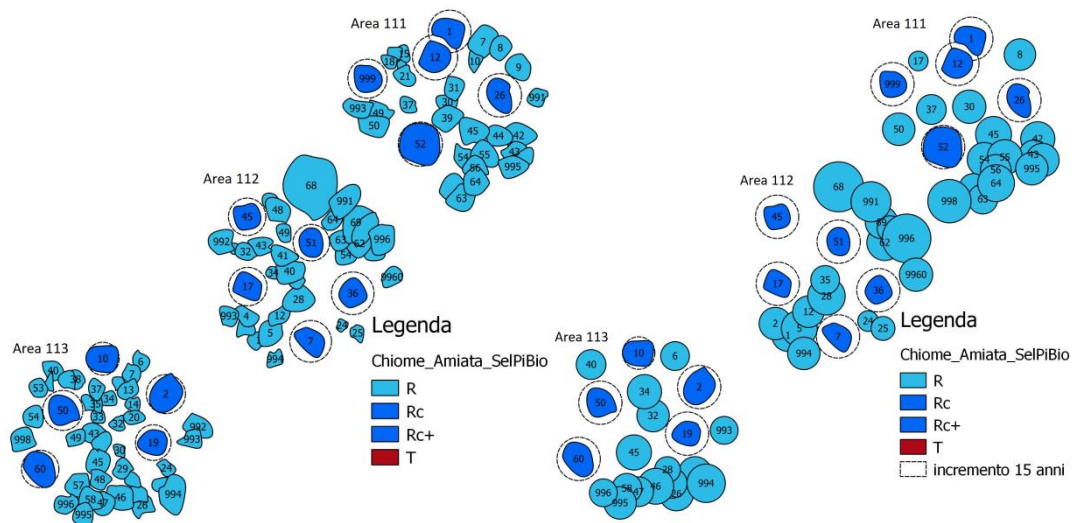


Figura 46. L'immagine a sinistra mostra i plot dopo il primo taglio selettivo nell'immagine a destra l'ipotesi dopo il trattamento avvenuta a distanza di 15 anni.

Con questi semplici passaggi possiamo eseguire uno studio diacronico degli interventi di diradamento grazie al quale sarà possibile prevedere le piante che dovranno essere eliminate al successivo taglio selettivo.

Concludendo, possiamo quindi affermare che l'indice di competizione risulta essere un utile strumento di supporto al trattamento selettivo anche se richiede un tempo di applicazione piuttosto lungo e una buona capacità di gestione di dati spaziali e di software statistici.

Ringraziamenti

Giunti a questo punto mi sembra doveroso effettuare una serie di ringraziamenti.

I più grandi e sentiti ringraziamenti vanno alla mia famiglia in particolar modo alla mia mamma e ai miei nonni per avermi dato la possibilità di compiere gli studi, a loro dedico questa tesi con la speranza di poterli in qualche modo ripagare dei loro sacrifici.

Inoltre ringrazio la mia fidanzata per avermi sostenuto e incoraggiato nei momenti più difficili della carriera scolastica e non solo.

Ringraziamenti vanno a tutti i miei amici e compagni di corso che mi hanno accompagnato in questa lunga “avventura” e con i quali abbiamo vissuto momenti indimenticabili.

Altri ringraziamenti vanno alla struttura che mi ha ospitato per il tirocinio e mi ha dato una mano nel rilevare i dati per questa tesi Unione dei Comuni Amiata Val d’Orcia di cui il responsabile Piergiuseppe Montini e il vice responsabile Scapigliati Giacomo.

Infine i ringraziamenti più doverosi vanno al mio relatore Fabio Salbitano e i miei correlatori Paolo Cantiani e Maurizio Marchi che mi hanno accompagnato e seguito nell’elaborazione di questa tesi.

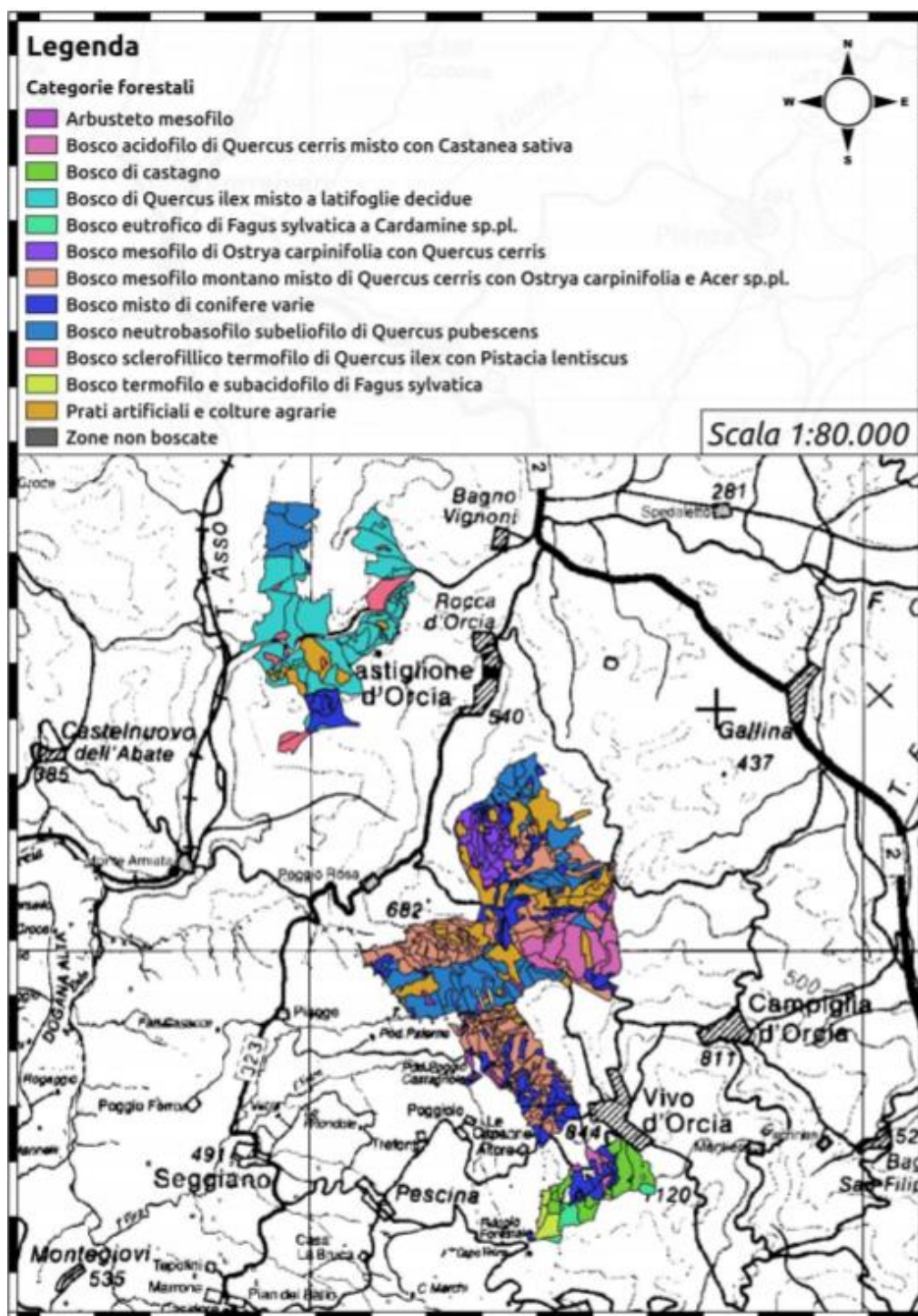
Grazie di cuore a tutti voi

Bibliografia e Sitografia

- Cantiani, P- (a cura di) 2016 - Il diradamento selettivo. Accrescere stabilità e biodiversità in boschi artificiali di pino nero. Manuale tecnico SelPiBioLife [LIFE13 BIO/IT/000282]. Compagnia delle Foreste: 64 pp.
- Bernetti G. 2015. Le piante del bosco. Forme, vita e gestione. Compagnia delle Foreste.
- Perrone V, Conifere, guida al riconoscimento di alberi, Collana verde EDaS.
- Gellini, R., Grossoni, P. 1997, Botanica Forestale, 2 voll. CEDAM
- Greuter W., Burdet H.M., Long G. (eds.), 1984 – Med-Checklist. 1. Pteridophyta. Gymnospermae. Dicotyledones (Acanthaceae-Cneoraceae). Editions des Conservatoire et jardin botanique de la Ville de Geneve. Genève.
- Piussi, P., Alberti, G. 2015. Selvicoltura generale. Boschi, società e tecniche colturali. Compagnia delle Foreste: 434 pp.
- Bernetti, G. 1995. Selvicoltura speciale, UTET, Torino
- Piano di Assestamento per la Tenuta di Abbadia San Salvatore (1981 – 1992) G. Bernetti e A. Cappelletti Editore E.N.I.
- Piano di Assestamento per la Tenuta di Abbadia San Salvatore (1993 - 2002) D.R.E.Am. Italia
- Piani di assestamento forestale del complesso Madonna della Quercia 1998 - 2017
- Ciabatti G. [et al.]2009, I rimboschimenti in Toscana e la loro gestione. Firenze, ARSIA,
- Patrone, G., Bernetti, G., Hellrigl, B., Tofani, M., Cantiani, M., Biraghi, A., Camaiti, A., Corti, R., De Horatiis, M., De Philipps, A., Magini, E., Malquori, A., Mancini, F. 1990. L'Italia forestale e montana.
- Patrone, G. 1962. Sulle dimensioni dell'impresa forestale. Accademia di Scienze Forestali, Firenze
- De Philippis, A. 1949. I diradamenti boschivi, Editrice Università.
- Del Favero, R. 2010. I boschi delle regioni dell'Italia Centrale, editore CLEUP.

- Burkahart, H. E., Tomé, M. 2012. Modeling forest trees and stands. Springer, Berlin.
- Hans Pretzsch. 2009. Forest dynamics, growth and yield. Springer, Berlin.
- Bruschi, P., Di Santo, D., Grossoni, P., Tani, C. 2006 Indagini tassonomiche sul pino nero, *Pinus nigra* Arn. (Pinaceae), della Majella. Informatore Botanico Italiano, 38 (2) 357-362
- <http://www.agraria.org/coltivazioniforestali/pinonero.htm>
- <http://www.sir.toscana.it/ricerca-dati>
- <http://www.emplantbase.org/home.html>
- <http://www.strumentiforestali.it/index.php?page=index&npg=3&pid=35>
- <https://www.qgis.org/it/site/>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Vivo_d%27Orcia
- <http://www.comune.castiglionedorcia.siena.it/on-line/Home/Turismoemultimedia/Luoghiidiinteresse/articolo806490.html>
- <https://en.climate-data.org/>

Allegato 1: Carta Forestale



Allegato 2: PINO NERO E LARICIO della Toscana – M. Cantiani (L'Italia forestale e montana, pag. 29-30, anno 1969) Tavola alsometrica a tre classi di fertilità, dei Rimboschimenti di pino nero e laricio, sottoposti a una ipotesi di diradamento celero-incrementale, della Toscana. Detta tavola è stata costruita sulla base di 87 aree di saggio. Dà la massa dendrometrica.

Età anni	N. p. per Ha del sottobosco principale	Altezza dominante	Area basimetrica	Diametro m. 1,30	Diametro medio della chioma	Massa principale	Entità del dirada- mento		Somma dei diradamenti	Massa totale	Incrementi di massa totale		
							N. piante	Vol.			Perio- dico	Corrente	Med.
I ^a Classe di fertilità													
15	1.050	7,50											
20	634	10,50	11,20	15,0	4,30	60	1416	40	40	100	77	15,4	5,0
25	466	13,20	15,68	20,7	5,00	101	168	36	76	177	102	20,4	7,1
30	358	16,00	20,50	27,0	5,70	156	108	47	123	279	96	19,2	9,3
35	297	18,30	24,19	32,2	6,25	209	61	43	166	375	109	21,8	10,7
40	254	20,50	28,20	37,6	-6,75	272	43	46	212	484	120	24,0	12,1
45	223	22,60	32,38	43,0	7,20	344	31	48	260	604	122	24,4	13,4
50	201	24,40	36,68	48,2	7,60	420	22	46	306	726	126	25,2	14,5
55	185	26,00	41,28	53,3	7,90	503	16	43	349	852	131	26,2	15,5
60	173	27,50	46,02	58,2	8,20	593	12	41	390	983	106	21,2	16,4
65	165	28,60	49,81	62,0	8,40	667	8	32	422	1.089	133	26,6	16,8
70	157	29,80	54,53	66,5	8,60	761	8	39	461	1.222	100	20,0	17,5
75	151	30,70	57,61	69,7	8,80	828	6	33	494	1.322	81	16,2	17,6
80	148	31,40	60,59	72,2	8,90	891	3	18	512	1.403	92	18,4	17,6
85	143	32,10	63,18	75,0	9,00	950	5	33	545	1.495	66	13	2 17,6
90	140	32,60	65,19	77,0	9,10	995	3	21	566	1.561	68	13,6	17,3
95	138	33,10	67,64	79,0	9,20	1.048	2	15	581	1.629	37	7,4	17,1
100	136	33,40	68,36	80,0	9,25	1.069	2	16	597	1.666			16,7
II ^a Classe di fertilità													
15	1.525	5,90											
20	890	8,30	8,00	10,7	3,65	37	635	27	27	64	50	10,0	3,2
25	626	10,60	11,36	15,2	4,30	61	264	26	53	114	66	13,2	4,6
30	476	13,00	15,25	20,2	4,95	97	150	30	83	180	75	15,0	6,0
35	384	15,20	19,15	25,2	5,50	139	92	33	116	255	78	15,6	7,3
40	324	17,20	22,45	29,7	6,00	183	60	34	150	333	81	16,2	8,3
45	282	19,00	25,60	34,0	6,40	230	42	34	184	414	77	15,4	9,2

Età anni	N. p. per Ha del sottoscuolo principale	Altezza dominante	Area basimetrica	Diametro m. 1,30	Diametro medio della chioma	Massa principale	Entità del dirada- mento		Somma dei diradamenti	Massa totale	Incrementi di massa totale		
							N. piante	Vol.			Perio- dico	Corrente	Med.
	n.	m.	mq.	cm.	m.	mc.	n.	mc.	mc.	mc.	mc.	mc.	mc.
50	252	20,60	28,28	37,8	6,75	274	30	33	217	491			9,8
											76	15,2	
55	231	22,00	31,10	41,4	7,08	321	21	29	246	567			10,3
											81	16,2	
60	215	23,30	34,19	45,0	7,35	374	16	28	274	648			10,8
											70	14,0	
65	202	24,30	36,55	48,0	7,55	417	13	27	301	718			11,0
											72	14,4	
70	192	25,30	39,22	51,0	7,75	465	10	24	325	790			11,3
											65	13,0	
75	184	26,10	41,52	53,6	7,90	508	8	22	347	855			11,4
											51	10,2	
80	178	26,70	43,22	55,6	8,05	541	6	18	365	906			11,3
											52	10,4	
85	173	27,30	45,08	57,6	8,15	576	5	17	382	958			11,3
											38	7,6	
90	170	27,70	46,48	59,0	8,25	603	3	11	393	996			11,1
											38	7,6	
95	167	28,10	47,85	60,4	8,30	630	3	11	404	1.034			10,9
											28	5,6	
100	165	28,40	48,86	61,4	8,35	650	2	8	412	1.062			10,1
III ^a Classe di fertilità													
15	2.160	4,30											
20	1.450	6,10	5,58	7,0	3,00	25	710	12	12	37			1,9
											28	5,6	
25	950	8,00	7,76	10,2	3,60	35	500	18	30	65			2,6
											41	8,2	
30	675	10,00	10,39	14,0	4,14	54	275	22	52	106			3,5
											53	10,6	
35	525	12,10	13,96	18,4	4,70	83	150	24	76	159			4,5
											54	10,8	
40	434	13,90	16,80	22,2	5,15	113	91	24	100	213			5,3
											52	10,4	
45	377	15,40	19,40	25,6	5,55	143	57	22	122	265			5,9
											52	10,4	
50	334	16,80	21,76	28,8	5,90	173	43	22	144	317			6,3
											49	9,8	
55	304	18,00	23,69	31,5	6,18	202	30	20	164	366			6,7
											50	10,0	
60	280	19,10	25,72	34,2	6,45	232	24	20	184	416			6,9
											41	8,2	
65	263	20,00	27,22	36,3	6,64	256	17	17	201	457			7,0
											41	8,2	
70	250	20,80	28,80	38,3	6,80	282	13	15	216	498			7,1
											36	7,2	
75	239	21,50	30,03	40,0	7,00	304	11	14	230	534			7,1
											28	5,6	
80	231	22,00	31,10	41,4	7,08	321	8	11	241	562			7,0
											28	5,6	
85	225	22,50	32,22	42,7	7,20	340	6	9	250	590			6,9
											18	3,6	
90	220	22,80	32,70	43,5	7,25	350	5	8	258	608			6,8
											18	3,6	
95	216	23,10	33,29	44,3	7,30	361	4	7	265	626			6,6
											19	3,8	
100	213	23,40	34,18	45,2	7,35	375	3	5	270	645			6,4

Allegato 3: Dati progetto SelpBio Life

Numeric plot ID	treatment	1→n	latin	cm	d-c-s - m-s snag	R-T RC	metres	metres	metres	metres
ID	Treatment	Nr	Sp_count	dbh	rank	state	Ht	htl	hti	Rmax
111	ST	1	Pn	35	d	Rc	22.5	17.8	14.7	3.46
111	ST	2	Pn	26	s	T	20.1	16.4	13	3.21
111	ST	3	Pn	26	c	R	22.3	16.7	12.4	2.64
111	ST	4	Pn	23	c	R	19.7	13.8	11.7	2.78
111	ST	5	Pn	24	s	R	21	16.4	16.3	4.69
111	ST	6	Pn	32	d	T	21.6	17.3	12.7	3.58
111	ST	7	Pn	35	d	R	22	15.2	10.1	4.69
111	ST	8	Pn	24	c	R	20.8	16.3	13.5	3.26
111	ST	9	Pn	29	d	R	20.6	16.4	9.5	14.60
111	ST	10	Pn	25	s	R	20.9	17.9	13.6	2.30
111	ST	11	Pn	30	c	R	21.8	16.7	12.6	2.98
111	ST	12	Pn	38	d	Rc	21.4	16.2	15.4	4.12
111	ST	13	Pn	21	s	T	18.4	15.7	13.7	2.04
111	ST	14	Pn	19	s	R	16.9	10.6	7.1	2.30
111	ST	15	Pn	25	c	R	20.1	15.9	12.8	1.80
111	ST	16	Pn	20	c	T	NA	NA	NA	0.00
111	ST	17	Altre	12	s	R	7.1	2.6	1.5	1.87
111	ST	18	Pn	19	s	R	19.5	15.4	14.6	3.49
111	ST	19	Pn	22	c	T	20.6	18.4	13.5	2.05
111	ST	20	Pn	28	d	T	22.2	19.8	13.9	2.76
111	ST	21	Pn	22	c	R	20.1	14.5	11.8	2.18
111	ST	22	Pn	24	c	T	20.1	17.7	13.9	2.55
111	ST	23	Pn	25	snag	T	3.5	NA	NA	0.00
111	ST	24	Pn	29	c	R	21.2	16.6	14.3	3.56
111	ST	25	Pn	31	d	T	21.4	16.9	12.7	2.71
111	ST	26	Pn	36	d	Rc	22.5	15.7	12.1	3.54
111	ST	27	Pn	38	d	T	21.7	17.3	12.4	2.62
111	ST	28	Pn	36	d	R	19.8	15.1	11	4.54
111	ST	29	Pn	26	c	T	20.9	17.8	13.2	2.61
111	ST	30	Pn	26	c	R	19.5	14.8	11.2	2.76
111	ST	31	Pn	27	c	R	21	14.4	10.6	2.70
111	ST	32	Pn	28	snag	R	5.1	NA	NA	0.00
111	ST	33	Pn	30	m	R	16.2	NA	NA	0.00
111	ST	34	Pn	23	s	R	20.8	14.5	12.8	2.38
111	ST	35	Pn	27	c	T	19.3	17.8	13	3.33
111	ST	36	Pn	19	s	R	16.5	12	3.2	3.80
111	ST	37	Pn	22	s	R	18.3	11.3	10.3	2.33

111	ST	38	Pn	25	snag	T	4.1	NA	NA	0.00
111	ST	39	Pn	30	c	R	20.1	14.1	11.1	3.47
111	ST	40	Pn	30	d	R	21.6	15.8	13.6	3.08
111	ST	41	Pn	38	d	T	21.1	18.3	13.7	3.73
111	ST	42	Pn	27	s	R	17.5	13	10.7	4.70
111	ST	43	Pn	21	s	R	17.6	14.1	12.1	2.88
111	ST	44	Pn	34	c	R	21.2	16.3	14.5	3.22
111	ST	45	Pn	29	c	R	19.9	14.8	12.2	3.82
111	ST	46	Pn	23	s	R	17.3	11.3	4.3	3.51
111	ST	47	Altre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00
111	ST	48	Pn	25	snag	T	3.7	NA	NA	0.00
111	ST	49	Pn	23	s	R	16.9	13.1	10	3.53
111	ST	50	Pn	25	d	R	19.1	14.4	4.8	3.28
111	ST	51	Pn	26	m	T	14	NA	NA	0.00
111	ST	52	Pn	37	d	Rc	21.4	13.7	10.6	4.51
111	ST	53	Pn	34	d	R	21.2	12.7	10.4	4.22
111	ST	54	Pn	27	c	R	19.6	15.4	13.4	2.90
111	ST	55	Pn	28	c	R	19.9	15.4	12.2	3.93
111	ST	56	Pn	23	c	R	18.8	14.8	13.4	2.97
111	ST	57	Pn	29	d	R	20.7	15.7	12.1	3.99
111	ST	58	Pn	27	c	T	19	15.7	12.1	2.88
111	ST	59	Pn	20	s	T	18.7	14.9	12.3	5.69
111	ST	60	Pn	19	snag	T	12.5	NA	NA	0.00
111	ST	61	Pn	26	m	T	17.2	NA	NA	0.00
111	ST	62	Pn	21	c	R	18.6	14.4	11.6	2.48
111	ST	63	Pn	22	c	R	17.3	13.9	9.1	3.26
111	ST	64	Pn	30	d	R	18.5	14.8	10.3	4.48
111	ST	991	Pn	25	d	R	18.4	13	9.1	2.75
111	ST	992	Pn	33	s	T	19.6	12.3	10.2	2.98
111	ST	993	Pn	24	c	R	17.6	11.8	9.6	3.31
111	ST	994	Pn	26	s	R	18.7	15.3	11.2	3.32
111	ST	995	Pn	25	s	R	18.2	12.5	5.6	3.31
111	ST	996	Altre	19	s	R	18.6	15.5	3.2	6.95
111	ST	997	Altre	37	d	R	22.7	14.4	10.2	7.18
111	ST	998	Altre	38	d	R	20.5	13.1	8.9	7.25
111	ST	999	Pn	31	d	Rc	19.3	13.9	13.1	3.25
112	ST	1	Pn	25	c	R	18.3	15.1	13	4.26
112	ST	2	Pn	25	c	R	17.9	16.6	13.7	4.41
112	ST	3	Pn	26	d	T	18.8	15.2	12.3	2.21
112	ST	4	Pn	27	d	R	19.7	17.2	13.4	3.82
112	ST	5	Pn	29	d	R	20.4	17.4	14.8	3.73
112	ST	6	Pn	24	s	R	18.8	16.3	12.5	4.10
112	ST	7	Pn	34	d	Rc	20.7	15.9	11.2	3.94
112	ST	8	Pn	35	d	R	20.3	16.9	12.1	4.42

112	ST	9	Pn	24	c	R	20	16.2	12.4	3.38
112	ST	10	Pn	24	c	T	20.4	15.9	12.6	2.13
112	ST	11	Pn	24	c	T	20	16.9	14.5	1.78
112	ST	12	Pn	24	c	R	20.5	16.5	13.7	3.13
112	ST	13	Pn	25	c	R	19.2	17.8	14.3	3.04
112	ST	14	Pn	24	s	T	18	17.5	16.2	2.89
112	ST	15	Pn	26	c	R	19.4	15.9	14.1	3.63
112	ST	16	Pn	19	s	T	17.1	14.6	13	1.88
112	ST	17	Pn	30	d	Rc	20	15.9	13	4.30
112	ST	18	Altre	9	s	R	5.1	4.2	3.6	4.84
112	ST	19	Pn	26	d	R	19.7	15.1	12.3	3.20
112	ST	20	Pn	28	d	R	21.7	17.8	14.4	2.94
112	ST	21	Pn	23	c	T	19.6	18.3	14.6	2.30
112	ST	22	Altre	21	snag	R	17.4	14.8	12	0.00
112	ST	23	Pn	30	d	R	22.3	17.5	13.5	2.30
112	ST	24	Altre	13	s	R	17.4	15	13.6	1.59
112	ST	25	Altre	16	s	R	16.7	14.7	12	3.23
112	ST	26	Pn	21	s	T	17.6	15.8	13.8	1.52
112	ST	27	Pn	33	d	R	20.5	18.1	15.6	2.90
112	ST	28	Pn	31	d	R	21.1	18.9	17.8	3.74
112	ST	29	Pn	23	c	T	19.5	16.7	14.5	2.22
112	ST	30	Pn	26	c	T	19.8	17.2	14.5	2.91
112	ST	31	Pn	20	s	R	17.9	16.1	14.3	0.00
112	ST	32	Pn	25	c	R	19.6	17	13.8	2.02
112	ST	33	Pn	26	d	T	20.6	15.4	12.4	2.65
112	ST	34	Pn	20	s	R	18.9	16.9	14.9	1.82
112	ST	35	Pn	21	s	R	18.6	16	14.5	2.03
112	ST	36	Pn	35	d	Rc	22.3	17.6	13.5	4.03
112	ST	37	Pn	33	d	T	21.6	17.1	15	3.70
112	ST	38	Pn	30	d	R	20.1	15.6	12.1	4.26
112	ST	39	Pn	27	c	T	20.7	18.6	16	2.16
112	ST	40	Pn	33	d	R	20.6	17.2	13.3	3.91
112	ST	41	Pn	24	c	R	20	18.3	15.7	3.30
112	ST	42	Pn	23	c	R	19.8	15.6	14.1	2.54
112	ST	43	Pn	27	c	R	19	16.2	12.1	2.40
112	ST	44	Pn	26	c	T	18.8	15.6	12.5	2.70
112	ST	45	Pn	29	d	Rc	19	14.6	11.7	13.61
112	ST	46	Pn	23	s	T	18.1	15.2	13.4	3.74
112	ST	47	Pn	19	s	R	18.8	15.5	13.7	2.66
112	ST	48	Pn	25	d	R	20.1	16	14.4	10.40
112	ST	49	Pn	24	d	R	21.2	17.7	14	2.13
112	ST	50	Pn	31	d	T	21.8	16.7	13.3	3.39
112	ST	51	Pn	28	c	Rc	20.9	18.3	14.2	2.71
112	ST	52	Pn	26	c	T	20.7	17.3	14.2	1.99

112	ST	53	Pn	32	d	R	22.4	16.2	13.6	3.19
112	ST	54	Pn	25	s	R	19.1	16.8	13.8	2.47
112	ST	55	Pn	28	c	T	19.8	16.3	13.3	2.62
112	ST	56	Pn	27	c	T	19.3	17.2	12.8	3.46
112	ST	57	Pn	26	c	T	20.6	18.4	16.1	2.68
112	ST	58	Pn	32	d	R	21.5	16.5	13.9	4.03
112	ST	59	Altre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00
112	ST	9960	Pn	26	d	R	18.5	12	10.1	3.25
112	ST	61	Pn	31	s	T	19.3	15.5	13.1	3.17
112	ST	62	Pn	29	d	R	20.4	16.1	12.7	3.70
112	ST	63	Pn	30	d	R	22.8	17.5	14	3.22
112	ST	64	Pn	29	c	R	20.6	18.1	14.4	2.74
112	ST	65	Pn	29	d	T	20.8	17.6	14.8	4.17
112	ST	66	Pn	23	c	R	20.2	17.6	15.1	2.37
112	ST	67	Pn	23	s	R	17.8	16	13.9	3.33
112	ST	68	Altre	47	d	R	25.9	21.3	18.1	7.93
112	ST	69	Altre	25	s	R	15	12	10.3	5.67
112	ST	70	Altre	18	s	R	17.8	15.6	12.8	5.04
112	ST	991	Altre	34	s	R	20	17.4	12.8	4.58
112	ST	992	Pn	24	s	R	18.6	16.4	14.2	3.46
112	ST	993	Pn	21	c	R	18.2	14.7	12.1	4.42
112	ST	994	Pn	25	c	R	18.6	15.7	11.5	3.41
112	ST	995	Pn	27	c	R	18.2	16.2	13.7	4.02
112	ST	996	Altre	45	d	R	17.4	12.2	5.6	4.11
113	ST	1	Pn	24	s	T	16	12.1	10.1	2.12
113	ST	2	Pn	31	d	Rc	20.3	16.6	11	4.37
113	ST	3	Pn	24	s	R	18.3	15.1	8.8	2.95
113	ST	4	Pn	27	c	T	18.1	13	10.7	4.91
113	ST	5	Pn	25	c	T	18	13.9	10.9	2.87
113	ST	6	Pn	21	s	R	17.4	12.9	11	3.30
113	ST	7	Pn	25	c	R	18.4	13.8	10.3	2.87
113	ST	8	Pn	23	c	T	17.5	12.6	10.8	2.33
113	ST	9	Pn	21	c	T	17	12.5	10.2	2.01
113	ST	10	Pn	24	d	Rc	19.2	15.7	13.7	3.35
113	ST	11	Pn	21	c	T	17.7	13	11	2.02
113	ST	12	Pn	17	s	T	16	13.3	12	1.55
113	ST	13	Pn	22	c	R	17.9	13.6	12.2	2.65
113	ST	14	Pn	18	c	R	18.6	14.8	11.4	1.96
113	ST	15	Pn	23	c	R	19	15.9	11.6	2.19
113	ST	16	Pn	24	c	T	17.7	13.8	10.8	2.44
113	ST	17	Pn	23	c	T	18.8	13.7	10.2	3.00
113	ST	18	Pn	21	s	T	17.3	11	10	4.87
113	ST	19	Pn	27	d	Rc	18.8	13.7	11	2.89
113	ST	20	Pn	23	c	R	19.2	14.5	12	2.03

113	ST	21	Pn	24	c	T	19	13.7	12.4	1.79
113	ST	22	Pn	21	c	R	19.2	12.9	9.7	1.67
113	ST	23	Pn	31	d	R	21.5	15.9	12.3	2.50
113	ST	24	Pn	20	s	T	17.8	12	10.9	2.32
113	ST	25	Pn	26	d	R	19.9	15.7	12.2	2.40
113	ST	26	Pn	27	c	R	18.9	14.5	11.5	2.76
113	ST	27	Pn	22	c	R	18.6	14.5	11.5	2.49
113	ST	28	Pn	18	s	R	17	13.1	11	2.04
113	ST	29	Pn	24	c	T	17.9	12.4	10.3	2.21
113	ST	30	Pn	22	c	T	18.4	13.2	11.9	1.82
113	ST	31	Pn	26	d	R	20.5	15.8	11.2	2.25
113	ST	32	Pn	25	c	R	18.2	13.9	11	2.19
113	ST	33	Pn	27	c	R	19.9	13.1	10.7	1.54
113	ST	34	Pn	27	c	R	18.7	13.7	12.5	1.84
113	ST	35	Pn	22	c	R	18.2	13.8	11.9	2.02
113	ST	36	Pn	23	c	T	19.1	13.9	10.1	2.05
113	ST	37	Pn	30	d	R	20.3	15	13.1	2.94
113	ST	38	Pn	25	c	R	18.1	13.5	11.3	2.37
113	ST	39	Pn	23	s	T	16.6	10.5	10.5	2.45
113	ST	40	Pn	22	s	R	17.3	13.6	9.5	2.51
113	ST	41	Pn	21	c	T	18.7	12	10.5	2.11
113	ST	42	Pn	21	s	T	18.4	12.9	10.7	2.48
113	ST	43	Pn	32	d	R	20.8	14.8	12.2	2.45
113	ST	44	Pn	25	c	T	18.7	12.4	10.8	2.61
113	ST	45	Pn	28	d	R	19.2	12	11.5	3.04
113	ST	46	Pn	29	c	R	19.3	14.2	10.9	3.50
113	ST	47	Pn	22	c	R	20.9	13.3	11.9	3.90
113	ST	48	Pn	32	d	T	20.8	11.3	10.8	2.54
113	ST	49	Pn	25	d	R	19.4	16.4	12.8	2.35
113	ST	50	Pn	32	d	Rc	19.5	12.8	11.3	3.41
113	ST	51	Pn	26	c	T	19.9	13.9	12	2.85
113	ST	52	Pn	18	s	T	16.4	11	9.9	2.71
113	ST	53	Pn	19	s	R	17.1	14.1	12.2	2.77
113	ST	54	Pn	22	c	T	17	11	10.2	3.04
113	ST	55	Pn	25	c	R	17.5	10.4	9.5	3.46
113	ST	56	Pn	23	c	R	20	15.1	12.9	2.39
113	ST	57	Pn	20	s	T	17.4	11.7	9.9	3.05
113	ST	58	Pn	22	s	R	18.1	13.4	10.9	4.09
113	ST	59	Pn	32	d	T	19.7	13.2	12.2	2.33
113	ST	60	Pn	29	d	Rc	19.1	13.9	12.2	4.51
113	ST	61	Pn	24	c	T	18.2	13.9	11.5	2.33
113	ST	991	Pn	32	d	R	22.1	11.9	10.8	4.72
113	ST	992	Pn	32	d	T	17.5	11.6	10	3.22
113	ST	993	Pn	20	c	R	18.4	12.4	9.2	2.53

113	ST	994	Pn	32	d	R	20	13.4	12	4.18
113	ST	995	Pn	25	c	R	19.7	15.2	11.5	4.17
113	ST	996	Pn	20	c	R	18.3	15.1	10.3	3.94
113	ST	997	Pn	25	d	T	19.6	12.8	11.3	3.07
113	ST	998	Pn	25	c	R	18.3	12.6	10.7	3.16
151	ST	1	Pn	24	c	R	21.9	19.3	15.4	3.00
151	ST	2	Pn	29	d	R	23.3	19.1	13.5	3.31
151	ST	3	Pn	35	d	R	20	18.4	11.9	3.31
151	ST	4	Pn	28	d	R	20.7	18.1	11.5	3.43
151	ST	5	Pn	23	c	R	18	14.8	11.7	10.49
151	ST	6	Pn	25	d	R	20.2	17.6	12.5	9.62
151	ST	7	Pn	26	c	R	20.7	15	13.1	5.52
151	ST	8	Pn	29	d	R	20.5	17.9	13.8	3.52
151	ST	9	Pn	22	s	T	18.1	15.6	13.6	1.92
151	ST	10	Pn	30	d	T	20.6	16.9	13.1	2.12
151	ST	11	Pn	27	d	R	21.4	17	13.4	3.72
151	ST	12	Altre	8	s	T	NA	NA	NA	0.00
151	ST	13	Altre	10	s	T	NA	NA	NA	0.00
151	ST	14	Pn	28	c	R	22.1	16	13.4	2.76
151	ST	15	Pn	21	c	T	19.9	16.8	14	1.33
151	ST	16	Pn	27	c	T	20.9	17.4	14.1	1.82
151	ST	17	Pn	24	c	R	21.7	18.9	12.9	3.32
151	ST	18	Pn	29	d	T	22.4	16.2	13.5	3.17
151	ST	19	Pn	28	c	Rc	20.9	17.6	13.3	2.49
151	ST	20	Pn	10	s	T	18.5	15.3	13.8	2.30
151	ST	21	Pn	30	d	R	23.1	19.1	13.6	4.49
151	ST	22	Pn	25	c	R	21.7	17.4	12.6	4.59
151	ST	23	Pn	31	d	T	21.5	17.1	14.4	2.41
151	ST	24	Pn	20	s	T	21.5	18.9	14.7	1.82
151	ST	25	Pn	26	c	R	20.7	17.8	13.4	2.73
151	ST	26	Pn	28	d	R	23.4	19.1	14.5	3.05
151	ST	27	Pn	24	c	R	22.5	19.6	13.4	2.38
151	ST	28	Pn	27	c	T	21.3	17.6	14.1	2.12
151	ST	29	Pn	28	d	Rc	21.4	17.8	13.4	3.36
151	ST	30	Pn	28	d	T	20.8	17.2	12.9	2.04
151	ST	31	Altre	9	s	T	NA	NA	NA	0.00
151	ST	32	Pn	29	c	R	23.3	20.7	16.6	2.27
151	ST	33	Pn	28	d	R	24.4	19.7	15.7	2.21
151	ST	34	Pn	30	d	R	23.1	19.8	14.8	3.42
151	ST	35	Pn	21	s	R	22	17.9	13.8	2.90
151	ST	36	Pn	21	s	R	21.1	16.8	13.2	2.40
151	ST	37	Pn	23	s	R	21.5	18.3	14.8	2.50
151	ST	38	Pn	20	s	R	20.4	18.5	15.2	1.97
151	ST	39	Pn	25	c	R	22.8	20	14.5	1.52

151	ST	40	Pn	34	d	R	23.8	21	15.5	2.96
151	ST	41	Pn	25	c	T	21.9	18.4	15.7	2.69
151	ST	42	Altre	11	s	T	NA	NA	NA	0.00
151	ST	43	Pn	30	d	R	23.4	20.7	16	3.21
151	ST	44	Pn	27	c	R	23.4	20.1	16.6	3.51
151	ST	45	Pn	19	s	R	18.1	15.6	13.8	5.85
151	ST	46	Pn	27	c	R	22.9	20.8	16	2.97
151	ST	47	Pn	18	s	R	20.9	19.2	15.4	1.45
151	ST	48	Pn	17	s	R	21.3	17.5	15.7	1.58
151	ST	49	Pn	22	c	R	22.2	19.7	16.3	1.70
151	ST	50	Pn	25	d	R	24.2	19.7	16	2.35
151	ST	51	Pn	24	s	R	21.3	18	14.2	3.15
151	ST	52	Pn	26	d	T	19.6	14.5	11.1	3.20
151	ST	53	Pn	24	d	R	23.3	19.5	15.7	3.14
151	ST	54	Pn	23	c	R	23.1	20.7	15.3	2.05
151	ST	55	Pn	27	d	R	23.4	20.6	15.4	1.98
151	ST	56	Pn	21	s	R	22.5	20.2	17	1.86
151	ST	57	Pn	20	s	R	22.9	20.7	16.4	2.34
151	ST	58	Pn	13	s	R	17.8	15.7	14.3	2.00
151	ST	59	Pn	30	c	R	24.4	21.5	16.7	3.32
151	ST	60	Pn	33	d	T	23.2	20.5	14.1	3.03
151	ST	61	Pn	23	c	T	21.2	19	15.5	2.19
151	ST	62	Pn	27	c	R	22.4	20.5	16.6	1.44
151	ST	63	Pn	27	c	R	23.4	21.3	17.4	1.92
151	ST	64	Pn	25	c	R	23.3	20.4	16.5	2.78
151	ST	65	Pn	19	s	T	16.5	15.4	12.8	2.69
151	ST	66	Pn	29	d	Rc	23.4	20.8	15.6	4.27
151	ST	67	Pn	26	c	T	22.1	18.2	14.7	0.00
151	ST	68	Pn	29	d	T	21.2	17.3	15.3	2.36
151	ST	69	Pn	20	s	R	21.4	18.7	16.5	2.64
151	ST	70	Pn	26	d	R	22.6	18.9	14.6	2.50
151	ST	71	Pn	26	c	T	21.2	12.7	15.4	1.49
151	ST	72	Pn	37	d	Rc	24	20.1	14.6	3.11
151	ST	73	Pn	29	d	T	23.3	19.3	13.6	2.55
151	ST	74	Pn	30	d	R	25.6	22.2	17.3	4.12
151	ST	75	Pn	26	c	T	18.9	16.2	14	2.60
151	ST	76	Pn	26	c	R	22	20.4	15.3	2.71
151	ST	77	Pn	28	c	R	22.7	20.8	16.7	2.62
151	ST	78	Pn	23	s	R	22.1	19.2	16.4	2.90
151	ST	79	Pn	27	d	R	23.4	20.2	15.9	2.33
151	ST	80	Pn	22	c	T	19.2	17.2	14.3	2.52
151	ST	81	Pn	23	c	T	21.4	19.2	15.3	2.04
151	ST	82	Pn	28	d	R	22.3	18.3	14.4	2.44
151	ST	83	Pn	13	m	R	14.4	NA	NA	0.00

151	ST	84	Pn	28	d	R	24.2	20.7	15.8	2.59
151	ST	85	Pn	24	c	R	22.5	20	16.9	2.23
151	ST	86	Pn	19	s	T	19.2	17.2	14.2	2.26
151	ST	87	Pn	31	d	Rc	23.6	20.1	16.8	2.75
151	ST	88	Pn	24	s	T	20.9	18.5	15.7	2.12
151	ST	89	Pn	19	s	R	22	19.5	16.3	1.91
151	ST	90	Pn	25	c	R	23.7	20.5	17.9	1.77
151	ST	91	Pn	23	s	R	23.5	21.1	16.1	2.13
151	ST	92	Altre	7	s	R	10.5	5.9	2	3.52
151	ST	93	Pn	39	d	R	25.7	19.4	16.1	3.41
151	ST	991	Pn	28	d	T	22.1	18.8	14.7	1.82
151	ST	992	Pn	26	c	R	23.3	20.1	16	3.55
151	ST	993	Pn	18	c	T	20.3	17.9	15.3	2.00
151	ST	994	Pn	27	c	R	21.1	18.6	15.5	2.41
151	ST	995	Altre	41	d	R	23	19.5	7.5	8.20
151	ST	996	Altre	38	d	R	22.7	14.1	4.4	8.09
151	ST	997	Altre	35	d	R	23.7	16	9	6.61
151	ST	998	Pn	24	c	T	20.7	17.3	13.5	3.43
152	ST	1	Altre	9	s	R	4.9	2.8	1.4	4.01
152	ST	2	Pn	22	s	R	18.4	14.9	11.1	3.79
152	ST	3	Pn	32	c	T	19	16.6	13.3	3.42
152	ST	4	Altre	7	s	R	8.4	5.7	1.6	3.37
152	ST	5	Pn	23	s	R	18.5	14.8	11.7	3.31
152	ST	6	Pn	23	s	R	18.1	13.6	11.3	2.35
152	ST	7	Pn	21	s	R	18.4	15	13.4	3.82
152	ST	8	Pn	18	s	R	17.8	15.6	14.2	3.93
152	ST	9	Pn	23	c	T	20.2	15.5	13.8	2.22
152	ST	10	Pn	31	d	Rc	19.5	16.1	13.2	2.97
152	ST	11	Altre	10	s	R	9.3	5.7	1.8	3.34
152	ST	12	Pn	23	s	R	18.6	16	12.9	2.30
152	ST	13	Pn	25	c	R	18.4	16.3	14.6	2.28
152	ST	14	Pn	28	d	R	19.2	16	13.4	2.30
152	ST	15	Pn	20	s	T	18.3	15.8	12.7	2.32
152	ST	16	Pn	26	d	Rc	18.9	13.4	12.3	2.87
152	ST	17	Pn	27	c	T	19.5	17	11.6	3.07
152	ST	18	Pn	22	c	R	19.8	15.2	13	2.85
152	ST	19	Pn	19	s	R	19.2	16.8	14	1.80
152	ST	20	Pn	13	s	R	17.4	15.7	14.8	1.73
152	ST	21	Pn	27	d	R	20.3	16.3	12.1	2.74
152	ST	22	Pn	21	s	R	18.9	14.9	13.1	2.53
152	ST	23	Pn	23	s	T	18.4	16.6	12.6	2.08
152	ST	24	Pn	15	s	T	17.8	15.6	14.2	1.68
152	ST	25	Pn	21	s	T	18.9	16.1	12.7	2.49
152	ST	26	Pn	28	d	R	20.8	17.3	15.1	2.77

152	ST	27	Pn	19	s	R	17.5	14.4	12.8	2.96
152	ST	28	Pn	29	d	R	20	14.6	11.9	2.83
152	ST	29	Pn	20	c	R	18.3	15.6	13.5	2.14
152	ST	30	Pn	31	d	T	22.9	19.8	14	3.31
152	ST	31	Pn	22	s	R	18.9	16.3	14.2	2.13
152	ST	32	Pn	18	s	R	19.2	17.2	15.9	1.54
152	ST	33	Pn	27	d	R	20.7	17.5	12.8	2.18
152	ST	34	Pn	20	c	R	20.9	17.8	15.2	1.77
152	ST	35	Pn	33	d	T	20.8	18.6	12.9	2.90
152	ST	36	Pn	27	d	R	21.8	17.4	13.3	1.80
152	ST	37	Pn	24	c	R	21.2	17.9	14.1	2.22
152	ST	38	Pn	28	d	R	22.2	19.5	16	1.75
152	ST	39	Pn	24	c	R	20.7	17.1	14.6	1.34
152	ST	40	Pn	24	c	R	19.7	15.6	13	2.01
152	ST	41	Pn	21	c	R	19.8	17.1	13.5	1.95
152	ST	42	Pn	23	c	R	19.2	16	13	2.06
152	ST	43	Pn	21	s	R	18.6	15.1	13.2	2.35
152	ST	44	Pn	25	s	R	19.1	16.7	14.2	1.99
152	ST	45	Pn	26	c	R	19.6	18.1	16.9	2.50
152	ST	46	Pn	22	c	T	20.7	18.1	13.5	2.43
152	ST	47	Pn	27	c	T	21.3	18.7	14.8	2.32
152	ST	48	Pn	22	s	T	19.7	16.5	13.3	1.87
152	ST	49	Pn	27	d	R	21.1	16.5	14.5	1.88
152	ST	50	Pn	23	c	R	21.1	16.1	14.7	1.71
152	ST	51	Pn	28	s	R	22.2	17.9	14.7	2.05
152	ST	52	Pn	18	c	T	19.2	17.3	14.2	1.41
152	ST	53	Pn	21	c	T	21	18.7	15	2.00
152	ST	54	Pn	28	d	Rc	21.7	18.4	16.2	3.46
152	ST	55	Pn	24	c	T	20.6	17.8	14.7	0.00
152	ST	56	Pn	23	c	T	20.2	18.2	14.1	4.54
152	ST	57	Pn	26	d	R	21.6	19.3	16.1	3.24
152	ST	58	Pn	24	d	R	20.4	17.4	15.4	2.84
152	ST	59	Pn	15	s	T	19	17.6	14.2	1.49
152	ST	60	Pn	25	c	R	20.3	18.2	15.4	2.79
152	ST	61	Pn	32	d	R	22.1	17.5	15.3	2.14
152	ST	62	Pn	21	s	R	20.4	17.8	14.9	2.14
152	ST	63	Pn	24	c	T	20.7	17.4	14.4	1.93
152	ST	64	Pn	21	s	R	20.3	17.5	15.2	1.71
152	ST	65	Pn	27	d	R	21.9	18.6	16.3	2.60
152	ST	66	Pn	31	d	T	21.3	19.1	13.5	2.80
152	ST	67	Pn	28	d	R	20.7	17.8	15.5	1.68
152	ST	68	Pn	27	c	R	21.4	18	15.7	2.09
152	ST	69	Pn	18	s	T	18.3	16.5	14.3	1.49
152	ST	70	Pn	21	c	T	20.5	18.9	13.9	1.52

152	ST	71	Pn	29	d	Rc	21.2	18.2	14.8	2.15
152	ST	72	Pn	22	c	T	19.9	18.1	13.6	1.78
152	ST	73	Pn	28	c	R	20.9	16.9	14.6	2.10
152	ST	74	Pn	23	c	R	20.8	18.1	14.5	2.79
152	ST	75	Pn	14	s	T	14.7	13.7	12.3	3.02
152	ST	76	Pn	32	d	Rc	19.8	16.3	13.7	2.56
152	ST	77	Pn	26	c	T	19	17.4	12.2	2.24
152	ST	78	Pn	24	s	R	19.5	15.9	14.7	1.92
152	ST	79	Pn	16	s	R	19	16.1	14.8	1.60
152	ST	80	Pn	23	c	R	20.1	16.2	14	1.60
152	ST	81	Pn	18	s	R	20.9	17.2	14.7	1.80
152	ST	82	Pn	30	d	R	21.7	17.4	13.9	2.47
152	ST	83	Pn	21	s	T	21.2	18.7	14.2	2.10
152	ST	84	Pn	30	d	Rc	22.1	18.1	15.6	2.34
152	ST	85	Pn	29	d	T	22	19.7	13.9	2.94
152	ST	86	Pn	20	c	T	18.4	15.4	13.3	2.40
152	ST	87	Pn	19	s	R	19.6	16.6	14	2.23
152	ST	88	Pn	20	s	R	19.9	17.1	14.2	2.63
152	ST	89	Pn	24	c	T	19.9	17.5	13.8	2.18
152	ST	90	Pn	32	d	Rc	21.6	15.9	12.2	3.57
152	ST	91	Pn	16	s	T	15.3	12.9	10.9	1.75
152	ST	92	Pn	17	s	T	19.7	17.1	13.9	1.63
152	ST	93	Pn	26	c	T	21.7	17.9	13.4	3.01
152	ST	94	Pn	25	c	R	22.3	16	13.6	3.30
152	ST	95	Pn	35	d	R	20.9	16.2	13	2.97
152	ST	96	Pn	17	s	R	18.3	14.9	12.2	2.95
152	ST	97	Pn	34	d	R	22.6	16.4	15.5	3.12
152	ST	98	Pn	19	c	T	20.3	17.9	15.9	2.04
152	ST	99	Pn	28	c	R	19.8	14	12.7	2.16
152	ST	100	Pn	13	s	R	16.6	12.1	10	1.62
152	ST	101	Pn	29	d	Rc	22.1	14.4	11.1	2.62
152	ST	102	Pn	18	s	T	18.8	16.9	13.5	1.58
152	ST	103	Pn	21	c	R	20.1	17.1	14	1.69
152	ST	104	Pn	21	s	R	19.4	16.7	14.2	1.86
152	ST	105	Pn	25	c	R	19.9	16.1	14.3	1.48
152	ST	991	Pn	29	d	R	18.5	15.6	10.1	3.79
152	ST	992	Pn	26	d	R	19	13.9	12	3.75
152	ST	993	Altre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00
152	ST	994	Pn	21	c	T	20.9	18.6	14.5	1.82
152	ST	995	Altre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00
152	ST	996	Pn	22	s	R	19.4	17.7	13.2	1.99
152	ST	997	Pn	31	d	T	21.6	17.9	13.9	3.20
152	ST	998	Pn	19	s	T	19.7	18.4	14.1	1.89
152	ST	999	Pn	27	c	T	24.6	18.4	13.4	2.37

152	ST	9910	Pn	19	s	R	20.4	18.3	14.6	2.11
153	ST	1	Pn	25	d	T	15.5	11.6	7.5	3.23
153	ST	2	Pn	28	d	R	17.3	13.9	10.1	3.32
153	ST	3	Pn	20	s	R	15.5	12	9.6	3.43
153	ST	4	Pn	26	c	T	17.4	14.2	9.6	2.51
153	ST	5	Altre	30	c	R	13.5	5.8	2.4	4.64
153	ST	6	Altre	16	c	R	15.2	4.3	2.2	3.69
153	ST	7	Altre	17	c	R	7.2	4.2	2.7	3.61
153	ST	8	Altre	23	c	R	12.4	6.6	4.4	6.20
153	ST	9	Pn	27	d	Rc	18.2	14	9.4	3.93
153	ST	10	Pn	20	s	T	15.8	13.2	9.6	3.34
153	ST	11	Pn	24	c	R	16.6	13.3	10.3	2.73
153	ST	12	Pn	25	d	R	16.9	13.3	9.6	3.37
153	ST	13	Pn	28	c	T	15.7	11.3	7.8	2.91
153	ST	14	Pn	23	d	R	18	14	11	2.42
153	ST	15	Pn	25	c	T	17.3	13.2	10	3.43
153	ST	16	Altre	8	s	R	7.9	3.6	1.9	1.96
153	ST	17	Pn	32	d	R	17	12	8.9	4.21
153	ST	18	Altre	25	d	R	16.8	12.1	7.8	3.55
153	ST	19	Altre	20	s	R	13.9	11.4	10.5	2.14
153	ST	20	Altre	38	c	R	13.1	8	4.2	4.72
153	ST	21	Altre	10	s	R	9.2	8.3	8.2	2.94
153	ST	22	Pn	28	d	R	17	12.5	8	3.32
153	ST	23	Pn	23	c	R	18.2	11.9	8.9	4.29
153	ST	24	Pn	28	d	R	19	12.8	11.7	3.17
153	ST	25	Pn	22	c	R	15.5	12.2	6.2	2.60
153	ST	26	Pn	21	s	T	14.5	9.7	7.4	3.54
153	ST	27	Pn	24	d	R	15.6	10.3	7.1	3.57
153	ST	28	Pn	23	c	R	16.4	10.7	7.5	2.28
153	ST	29	Pn	27	d	T	17.5	11.5	10.1	2.79
153	ST	30	Altre	12	s	R	9.8	8.7	8.1	1.72
153	ST	31	Pn	31	d	R	19.7	14.3	10.8	3.25
153	ST	32	Pn	25	c	T	16.9	14.8	10	4.18
153	ST	33	Pn	31	d	Rc	18.7	12.2	10.4	3.03
153	ST	34	Pn	22	s	T	16.1	13.4	7.5	3.21
153	ST	35	Pn	38	d	T	17.3	14.3	8.2	3.12
153	ST	36	Pn	18	s	T	14.2	11	7.3	4.07
153	ST	37	Pn	20	s	R	14	10.3	6.9	3.05
153	ST	38	Pn	35	d	Rc	19.1	13.2	7.9	4.57
153	ST	39	Pn	25	c	T	18.2	14	9.9	2.81
153	ST	40	Altre	9	s	T	3.3	2.5	0.6	0.00
153	ST	41	Pn	24	c	T	17.5	13.7	10.6	2.11
153	ST	42	Pn	28	d	R	20.4	13.4	11.4	3.21
153	ST	43	Pn	26	c	T	19.7	15.3	9.5	3.50

153	ST	44	Pn	36	d	Rc	20.9	15.5	12.1	4.75
153	ST	45	Pn	28	c	T	20.6	17.5	11.1	3.58
153	ST	46	Pn	32	d	R	20.8	15	12.6	3.84
153	ST	47	Pn	24	c	R	17.4	13.3	10.3	2.77
153	ST	48	Pn	25	c	R	16.9	12.3	8.5	3.54
153	ST	49	Pn	28	d	T	17.2	12.9	8.2	4.52
153	ST	50	Altre	11	s	R	6	3.5	1.8	4.72
153	ST	51	Pn	31	d	R	17.5	8.8	7.4	5.48
153	ST	52	Pn	30	d	T	19.1	16.3	9.4	3.11
153	ST	53	Pn	22	c	T	18.8	14.8	10.1	4.21
153	ST	9954	Pn	33	d	Rc	21.5	11.1	7.2	4.99
153	ST	9955	Pn	28	c	T	18.6	16	8	3.82
153	ST	9956	Pn	34	d	T	15.9	11	5.8	4.95
153	ST	991	Pn	23	c	R	16.9	12.2	9.1	4.94
153	ST	992	Pn	27	d	R	18.1	10.2	8.6	5.22
153	ST	993	Pn	34	d	T	22.7	17.6	12.7	4.01
153	ST	994	Pn	32	d	R	19.7	12.4	9.4	5.46
153	ST	995	Pn	20	s	T	15.4	11	10.7	2.91
153	ST	996	Pn	31	d	R	17.4	10.6	8.6	4.95
161	ST	1	Pn	23	s	T	20.9	18.1	12.6	2.16
161	ST	2	Pn	23	s	T	17.2	14.9	12.2	3.55
161	ST	3	Pn	22	c	R	20.4	18.2	14.5	3.02
161	ST	4	Pn	23	c	T	19	16.8	13	2.77
161	ST	5	Pn	24	c	T	18.7	15	11.5	2.68
161	ST	6	Pn	17	s	T	16.5	14.4	10.5	2.69
161	ST	7	Pn	22	d	R	17.8	15.2	10.8	4.86
161	ST	8	Pn	20	s	R	17.3	13.1	9.8	3.96
161	ST	9	Pn	20	c	R	18.9	15.7	12.3	3.06
161	ST	10	Pn	24	d	R	20.2	16.8	12.8	3.17
161	ST	11	Pn	19	s	R	19.1	16.1	12	2.95
161	ST	12	Pn	20	d	R	19.2	15.8	11.5	2.82
161	ST	13	Pn	23	c	R	20	15.5	10.3	2.33
161	ST	14	Pn	20	c	R	20.1	16.4	12	2.41
161	ST	15	Pn	27	d	R	20.1	17.4	11.9	2.43
161	ST	16	Pn	24	d	R	21.5	16.8	11	2.25
161	ST	17	Pn	26	d	R	20.4	16.5	10.6	3.05
161	ST	18	Pn	26	c	R	19.2	14.6	10.9	4.01
161	ST	19	Pn	29	m	R	18.3	NA	NA	4.51
161	ST	20	Pn	26	d	R	19.5	15.9	10.5	5.70
161	ST	21	Pn	23	c	R	18.3	14.8	11.5	4.49
161	ST	22	Pn	25	c	T	21	16.8	12.4	2.30
161	ST	23	Pn	25	d	R	19.9	16.2	10.3	3.42
161	ST	24	Pn	18	d	R	18.4	14	10.2	2.12
161	ST	25	Pn	24	c	T	18.6	15.5	10.9	3.14

161	ST	26	Pn	21	c	T	18.7	16.3	12.2	2.65
161	ST	27	Pn	24	d	R	18.6	16.6	11.6	1.94
161	ST	28	Pn	20	s	R	19	14.4	11.1	1.67
161	ST	29	Pn	18	s	T	16.8	14.1	11.4	2.93
161	ST	30	Pn	29	d	Rc	21	13.4	12.2	2.23
161	ST	31	Pn	28	c	T	20.2	16.5	12	2.65
161	ST	32	Pn	27	c	T	19.3	17.2	14.1	4.12
161	ST	33	Pn	18	s	T	16.7	14.5	12.1	2.76
161	ST	34	Pn	21	c	R	19	15.7	12	3.01
161	ST	35	Pn	21	c	R	18.7	15.4	13.1	2.74
161	ST	36	Altre	15	s	R	16.5	13.9	8.7	3.01
161	ST	37	Altre	14	s	R	16.5	13.9	8.9	2.70
161	ST	38	Pn	18	snag	T	14.2	NA	NA	0.00
161	ST	39	Pn	31	d	Rc	23	18.9	13.2	2.54
161	ST	40	Pn	23	c	R	22.4	16.6	11.3	1.90
161	ST	41	Pn	24	c	T	19.3	16	15.7	2.77
161	ST	42	Pn	22	c	R	19.8	15.4	12.9	2.34
161	ST	43	Pn	27	d	T	20.9	17	13.7	2.36
161	ST	44	Pn	28	d	T	20	16.9	12.6	3.82
161	ST	45	Pn	17	s	R	19	15.9	11	2.96
161	ST	46	Pn	29	d	T	18.4	15.1	12.5	3.69
161	ST	47	Pn	28	d	R	22.5	18.7	13.5	3.17
161	ST	48	Pn	30	d	R	23.2	18.1	13.5	2.65
161	ST	49	Pn	18	s	T	19.2	17	13	1.73
161	ST	50	Pn	25	c	T	20.4	18.5	12.7	2.58
161	ST	51	Pn	23	d	R	21	17.7	12.2	4.15
161	ST	52	Pn	21	c	R	20.7	17.4	13.2	3.47
161	ST	53	Altre	9	s	R	7.9	4	3.2	4.37
161	ST	54	Pn	30	d	Rc+	22.5	18.4	14.5	3.37
161	ST	55	Pn	22	c	T	18.1	15.4	11.3	2.76
161	ST	56	Pn	36	d	Rc+	23.6	18.6	12.8	4.69
161	ST	57	Pn	33	d	Rc+	21.9	17.7	14.2	4.55
161	ST	58	Pn	25	d	T	20.9	17.9	14.3	3.20
161	ST	59	Pn	28	c	R	22.3	17.8	14.3	5.29
161	ST	60	Pn	29	d	R	22	18.6	13.5	5.10
161	ST	61	Pn	28	d	T	20.9	17.9	14.1	2.13
161	ST	991	Pn	29	d	Rc	20.6	16.6	12.4	4.53
161	ST	992	Pn	18	s	R	17.4	14.8	12.7	5.43
161	ST	993	Pn	37	d	Rc	20.2	15.9	9.9	5.51
161	ST	994	Pn	19	s	T	17.8	13.2	11.4	2.56
161	ST	995	Altre	21	s	R	15.2	11.4	5.2	3.99
161	ST	996	Altre	29	d	R	20.7	14.6	10.2	4.80
161	ST	997	Altre	32	d	R	20.8	17	10.6	7.37
161	ST	998	Pn	27	c	R	20.9	17.1	12	6.27

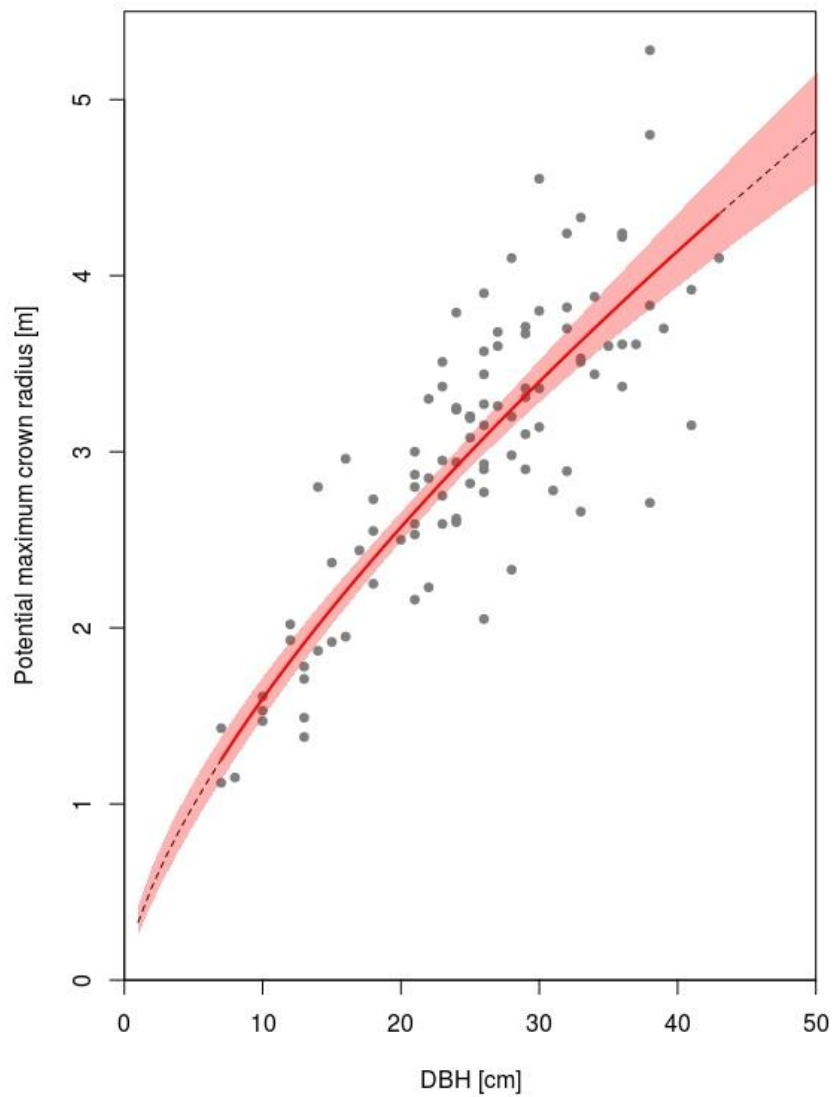
161	ST	999	Pn	27	c	T	21.9	17.9	12.5	3.02
161	ST	9910	Pn	32	d	Rc	20.1	14.1	14	3.66
161	ST	9911	Pn	18	c	R	16.5	13.7	10.1	2.01
161	ST	9912	Pn	17	s	R	18.2	14.9	12.8	1.83
162	ST	1	Pn	19	s	R	15.7	12	9.5	4.51
162	ST	2	Pn	25	d	T	16.2	13.8	9.8	1.81
162	ST	3	Pn	22	d	R	18.3	12.3	9.6	4.33
162	ST	4	Pn	19	s	R	15.3	12.1	9.1	4.31
162	ST	5	Pn	17	s	R	14.8	12.2	9.1	4.17
162	ST	6	Pn	28	d	Rc	19.2	15.2	10.1	4.11
162	ST	7	Pn	18	s	R	17	14.9	11.4	2.15
162	ST	8	Pn	23	c	T	19	15.2	10.9	3.03
162	ST	9	Pn	24	d	R	17.8	13.2	10.7	2.30
162	ST	10	Pn	14	s	T	15.2	13.6	10.2	0.00
162	ST	11	Pn	16	s	R	14.5	10.4	8.3	2.13
162	ST	12	Pn	25	d	R	17.6	12.4	8.6	3.86
162	ST	13	Pn	19	c	T	14.3	12.2	8.9	2.22
162	ST	14	Pn	30	d	R	17.5	14.3	10.3	4.59
162	ST	15	Pn	19	s	T	15.8	14	11.2	1.72
162	ST	16	Pn	25	d	R	19.9	13.4	10	5.41
162	ST	17	Pn	24	c	R	17.2	13.4	10.5	5.97
162	ST	18	Pn	23	d	R	17.4	13	10.4	5.95
162	ST	19	Pn	22	c	R	16.7	13.3	11.1	4.89
162	ST	20	Pn	23	c	T	16.6	14.9	13.4	2.10
162	ST	21	Pn	21	s	T	16.6	13.2	10.2	1.99
162	ST	22	Pn	28	d	T	16.9	13.3	9.5	3.42
162	ST	23	Pn	24	d	R	18.2	14.2	10.9	3.21
162	ST	24	Pn	19	s	T	16.8	14	11	1.93
162	ST	25	Pn	17	s	T	16.9	13.8	12	1.94
162	ST	26	Pn	33	d	Rc	21.4	13.5	10.2	3.90
162	ST	27	Pn	15	s	T	16.2	13.7	9.9	1.64
162	ST	28	Pn	24	c	T	17.2	14.3	11.7	1.59
162	ST	29	Pn	22	c	R	17.8	13.9	11.3	2.55
162	ST	30	Pn	22	c	R	18	12.9	11.1	2.28
162	ST	31	Pn	22	c	R	16.4	12.4	9.9	2.81
162	ST	32	Pn	19	s	T	17.3	12.7	10.4	1.88
162	ST	33	Pn	23	c	T	17.8	15.6	12.7	2.53
162	ST	34	Pn	29	d	T	18	14.9	9	2.61
162	ST	35	Pn	24	c	R	18.2	13	9.5	2.64
162	ST	36	Pn	20	c	R	16.7	12.4	11.1	2.77
162	ST	37	Pn	27	c	R	16.3	12.3	9.8	4.81
162	ST	38	Pn	14	s	T	14.7	12.8	9.6	1.20
162	ST	39	Pn	25	d	R	19	12.7	10.7	4.54
162	ST	40	Pn	19	s	T	16.6	14.6	12.1	2.40

162	ST	41	Pn	23	c	R	16.8	12.5	8.9	5.22
162	ST	42	Pn	18	s	R	16.1	12.9	10.3	2.26
162	ST	43	Pn	23	d	R	17.4	13.7	10.3	2.91
162	ST	44	Pn	18	s	R	16.8	13	11.1	2.08
162	ST	45	Pn	21	c	R	17.8	13.9	10.4	3.04
162	ST	46	Pn	25	c	R	18.3	14.5	10.8	3.27
162	ST	47	Pn	22	c	R	18	14.1	10.1	3.43
162	ST	48	Pn	24	d	R	18.5	13.6	11.2	3.79
162	ST	49	Pn	18	s	R	17.3	14	11.2	3.58
162	ST	50	Pn	27	d	T	17.3	14.7	11.9	2.93
162	ST	51	Pn	33	d	Rc	19	13.6	9.8	4.86
162	ST	52	Pn	25	c	R	18.2	14	10.9	1.99
162	ST	53	Pn	26	d	R	19.6	16	12.4	3.22
162	ST	54	Pn	16	s	R	16.6	13.1	9	2.50
162	ST	55	Pn	29	d	R	19.7	15.8	11.7	3.85
162	ST	56	Pn	21	s	T	17.2	14.8	13.2	2.45
162	ST	57	Pn	27	c	T	19.4	16.6	13.9	2.69
162	ST	58	Pn	27	c	R	18.8	14.2	11.6	3.28
162	ST	59	Pn	27	d	R	18.6	12.9	10.1	4.48
162	ST	60	Pn	16	s	R	16.7	14.3	10.5	1.71
162	ST	61	Pn	17	s	R	16.5	13.8	11	2.05
162	ST	62	Pn	23	s	T	17.2	14.9	12.2	3.55
162	ST	63	Pn	23	s	T	20.9	18.1	12.6	2.16
162	ST	64	Pn	29	d	Rc	20.6	16.6	12.4	4.53
162	ST	65	Pn	22	c	R	17.4	13.5	9.9	2.42
162	ST	66	Pn	26	d	R	18.8	15.2	11.8	4.85
162	ST	67	Pn	20	s	T	19.1	15.4	10.9	1.89
162	ST	68	Pn	33	d	Rc	19.3	14.1	11.7	4.08
162	ST	69	Pn	22	c	R	17.3	14.2	11.2	4.89
162	ST	70	Pn	18	s	T	17.1	15	14.3	5.13
162	ST	991	Pn	27	d	R	18	12.9	10.4	5.28
162	ST	992	Pn	22	c	T	18.2	15.7	10.5	2.59
162	ST	993	Pn	22	c	T	23.3	18.7	13.5	3.02
162	ST	994	Pn	28	d	R	18.9	14.4	11.5	2.26
162	ST	995	Pn	24	c	T	18.6	15.7	12.2	2.46
162	ST	996	Pn	20	s	T	17.4	14.5	9.9	1.79
162	ST	997	Pn	24	c	R	18	12.7	9.6	3.54
162	ST	998	Pn	20	s	T	19.9	17	10.6	2.31
162	ST	999	Pn	18	s	T	17.8	16	15.2	0.00
162	ST	9910	Pn	21	d	T	16.8	13.7	10.5	2.91
162	ST	9911	Pn	23	c	T	18.4	15	14.2	3.95
162	ST	9912	Pn	25	d	R	17.1	13.2	10.2	5.80
162	ST	9913	Pn	24	d	R	17.7	13.5	11.2	5.65
163	ST	1	Pn	27	d	R	18.5	12.7	9.3	5.10

163	ST	2	Pn	22	s	T	17.8	13.2	9.2	4.37
163	ST	3	Pn	27	d	Rc	17.9	12.7	8.9	3.65
163	ST	4	Pn	19	s	R	15.5	11.3	8.7	3.06
163	ST	5	Pn	26	d	R	16.5	9.7	6.5	2.44
163	ST	6	Pn	16	s	T	13.1	11.3	9.3	1.95
163	ST	7	Pn	23	c	T	18.2	15.5	10.1	2.62
163	ST	8	Pn	24	d	Rc	16.7	10	7.8	2.01
163	ST	9	Pn	21	s	T	17	13.4	10.4	1.96
163	ST	10	Pn	22	c	R	15.9	11.7	7.6	2.16
163	ST	11	Pn	23	c	R	16.3	11.2	8.5	2.15
163	ST	12	Pn	20	s	R	16.4	12.4	9.3	2.44
163	ST	13	Altre	18	m	R	12.2	NA	NA	3.30
163	ST	14	Pn	25	d	R	18.1	13	10.8	3.03
163	ST	15	Pn	23	c	R	18.5	11.4	9	3.36
163	ST	16	Pn	24	c	T	18.9	15.3	10.6	2.93
163	ST	17	Pn	25	d	R	18.2	12.1	10.5	2.84
163	ST	18	Pn	20	s	R	17.4	12.2	9.2	2.40
163	ST	19	Pn	20	s	R	14.1	8.2	8.2	2.00
163	ST	20	Pn	19	s	R	15.2	11	8.1	2.11
163	ST	21	Pn	21	c	R	16.9	13.3	9.7	1.42
163	ST	22	Pn	27	d	R	19.1	11.3	10.1	1.71
163	ST	23	Pn	20	s	T	15.4	13	10.9	2.60
163	ST	24	Pn	24	c	T	15.1	13.3	9.3	2.79
163	ST	25	Pn	19	s	R	14.4	8.4	7	1.73
163	ST	26	Pn	19	s	R	14.6	10.2	9	2.28
163	ST	27	Pn	23	c	R	15.9	10.3	7.6	1.82
163	ST	28	Pn	19	s	T	16.3	14.4	12.2	2.66
163	ST	29	Pn	19	s	T	18.6	14.5	12.1	2.27
163	ST	30	Pn	29	d	Rc	17.4	11.3	8.8	2.67
163	ST	31	Pn	22	s	T	16.8	14.8	11.2	2.60
163	ST	32	Pn	25	c	T	17.4	14.2	11.4	3.29
163	ST	33	Pn	26	d	Rc	17.7	11.1	7.6	3.25
163	ST	34	Pn	17	s	T	16.4	14.2	11.7	2.24
163	ST	35	Pn	22	c	R	17.5	12.8	10.4	4.05
163	ST	36	Pn	16	s	R	16.6	11.4	11.4	3.29
163	ST	37	Pn	22	c	T	16.2	13	10.7	2.70
163	ST	38	Pn	22	s	T	16.8	15.8	11.5	2.06
163	ST	39	Pn	19	s	T	16.6	13	10.3	2.23
163	ST	40	Pn	24	c	R	17.4	11.5	9.4	1.92
163	ST	41	Pn	22	s	T	18.7	15.6	12.3	3.21
163	ST	42	Pn	23	s	T	17.8	16.4	13.6	1.88
163	ST	43	Pn	20	c	T	17.6	15.9	11.4	4.62
163	ST	44	Pn	21	c	R	16.3	11.4	9.2	1.56
163	ST	45	Pn	23	d	R	18.6	11.9	9.1	2.02

163	ST	46	Pn	23	d	R	16.4	11.3	9.5	2.03
163	ST	47	Pn	24	c	T	16.1	14.9	11.7	2.29
163	ST	48	Pn	25	d	R	17.4	11.4	8.6	2.98
163	ST	49	Pn	22	s	R	16.6	13.4	10.5	3.28
163	ST	50	Pn	17	s	R	15.2	10.2	10.2	3.33
163	ST	51	Pn	20	c	R	15.6	10.9	9	2.14
163	ST	52	Pn	19	s	T	16.6	15.1	10.1	1.40
163	ST	53	Pn	20	s	R	15.1	7.2	6	2.38
163	ST	54	Pn	20	s	R	16.9	8.7	8.7	1.68
163	ST	55	Pn	23	c	R	18	13.1	10.3	1.82
163	ST	56	Pn	21	c	R	15.2	11.7	7.7	1.65
163	ST	57	Pn	24	c	R	17.2	12.4	9.8	2.49
163	ST	58	Pn	25	d	R	16.4	12.2	9.5	2.56
163	ST	59	Pn	24	c	R	16.4	11.7	10.3	2.39
163	ST	60	Pn	22	c	R	16.2	11.6	7.6	2.32
163	ST	61	Pn	21	s	R	15.7	9.5	6.6	2.83
163	ST	62	Pn	24	c	T	17.9	15.3	12.4	2.99
163	ST	63	Pn	26	d	Rc	19	10.1	8.6	3.90
163	ST	64	Pn	23	c	R	18.5	12.8	9.7	3.16
163	ST	65	Pn	25	c	R	18.2	11.9	9.9	3.84
163	ST	66	Pn	20	s	R	17.3	12.7	12.7	2.47
163	ST	67	Pn	25	c	T	17.8	15.8	10.7	2.41
163	ST	68	Pn	26	d	T	17.5	15.3	10.4	3.08
163	ST	69	Pn	21	s	T	18.3	15.8	11.5	2.22
163	ST	70	Pn	17	s	R	16.1	11.3	8.5	3.23
163	ST	71	Pn	24	d	R	16.9	12.3	10.3	2.86
163	ST	72	Pn	21	s	R	15.5	7.9	7.9	3.54
163	ST	73	Pn	23	s	R	16.5	10.2	8.6	3.49
163	ST	74	Pn	23	c	R	19.8	16.3	12.2	4.58
163	ST	75	Pn	21	c	R	17.7	12.4	12.4	4.22
163	ST	76	Pn	25	c	R	17.5	11.6	10.1	4.40
163	ST	77	Altre	8	s	R	4.5	1.7	1.5	1.61
163	ST	991	Pn	20	s	T	16.9	15.1	11.1	2.72
163	ST	992	Pn	30	d	R	19.5	11.2	9.5	4.33
163	ST	993	Pn	28	d	R	18	12.8	10.7	4.29
163	ST	994	Pn	24	c	T	17.6	15.4	11.9	9.55
163	ST	995	Pn	19	s	R	16.4	11	9	10.20
163	ST	996	Pn	22	c	R	15.3	10.7	9.7	6.85
163	ST	997	Pn	31	d	R	17.9	12.4	9.2	13.58
163	ST	998	Pn	24	c	R	16.6	10.3	7.6	10.00
163	ST	999	Pn	24	c	R	17.6	10.4	9	7.85
163	ST	9910	Pn	22	s	R	16.1	12.2	9	0.00
163	ST	9911	Pn	19	s	T	16	14.1	10.4	9.59
163	ST	9912	Pn	25	d	R	18.3	12.4	10	14.43

Allegato 4: Indice di competizione e relativa formula.



$$\text{Log R max} = -1,1119 + 0.6865 * \log \text{DBH}$$

da cui: $\text{R max} = \exp (\log (\text{R max}))$

Allegato 5: Incrementi popolamento pino nero

	BASSO	SELETTIVO	TESTIMONE
INC PRE	1.813481	2.295481	2.078148
INC			
POST	1.655926	2.648519	1.825185
DIFF	-0.15756	0.353037	-0.25296

I seguenti dati sono stati rilevati ed elaborati all'interno delle aree dove è avvenuto il progetto SelpiBioLife per la tesi del Dott. Scanferla