



Laurea Triennale in Tecnologie Forestali e Ambientali
Corso di Dendrometria

Esercitazione dendrometrica a Vallevecchia

Andreetta Luca
2067548

Gennaio 2024
Anno accademico 2023 / 2024

Sommario

Questa relazione espone i risultati inerenti all'esercitazione di rilievo dendrometico, svolta nell'azienda agricola sperimentale di Vallevecchia, Caorle (Ve). L'area di studio è stata divisa in due particelle, est ed ovest.

Al fine di ricavare i principali parametri dimensionali (densità di popolamento, diametro medio,...), sono stati utilizzate tre diverse metodologie di rilievo: il cavallettamento totale, il metodo delle aree di saggio circolari ed il metodo relascopico.

Confrontando i risultati, si può notare come i metodi di rilevamento campionario sovra-estimino i parametri di densità di popolamento e di area basimetrica, rispetto a quelli del censimento. Inoltre, l'analisi dei risultati permette di capire come i due popolamenti siano completamente differenti, pur essendo a poca distanza tra di loro.

Indice

1	Introduzione	3
2	Descrizione dei rilievi	3
2.1	Cavallettamento totale	4
2.2	Aree di saggio con raggio fisso	4
2.3	Aree relascopiche diametriche	4
3	Elaborazione dei dati	5
3.1	Cavallettamento totale	5
3.2	Aree di saggio con raggio fisso	5
3.3	Aree relascopiche diametriche	6
3.4	Altezze e curve diametriche	6
3.5	Volumi	7
4	Risultati	8
4.1	Cavallettamento totale	8
4.2	Aree di saggio con raggio fisso	10
4.3	Aree relascopiche diametriche	13
4.4	Altezze e curve diametriche	16
4.5	Volumi	17
5	Conclusioni	19
	Bibliografia	21

1 Introduzione

L'obiettivo del rilievo è quello di descrivere quantitativamente il popolamento della pineta di Vallevecchia. I parametri dendrometrici interessati sono: il diametro medio, l'area basimetrica (totale o a ettaro), la distribuzione diametrica, l'altezza media, la curva ipsometrica e la stima del volume legnoso.

Azienda Agricola di ValleVecchia

Il sito in esame è localizzato all'interno dell'azienda agricola pilota "ValleVecchia" 1, di proprietà della Regione Veneto e gestita da Veneto Agricoltura, all'interno del Comune di Caorle (Ve) [1].

Nei quasi 800 ettari dell'azienda agricola, si possono trovare boschi planizali litoranei, siepi, zone umide, pinete e aree coltivate (per attività sperimentali).

Proprio per questo motivo, tra gli anni '50 e '60, è stata realizzata una pineta per difendere le colture dall'erosione del vento e del mare.

La pineta

La pineta analizzata in questo rilievo, pur non avendo importanti aspetti produttivi, oltre rappresentare un'importante difesa dal punto di vista idrogeologico, possiede una notevole funzione estetico-turistica nei confronti della spiaggia. [2]

Le due colture prevalenti presenti sono il pino domestico (*Pinus pinea*) e il pino marittimo (*Pinus pinaster*).

Suolo

Il suolo dell'azienda agricola presenta differenti composizioni chimiche, che possono essere suddivisi in tre differenti gruppi:

- in bosco: prevalentemente sabbioso, con una grande quantità di calcio e magnesio, superiori agli altri siti;
- adiacenti ai corsi d'acqua: ricco di limo, argilla, sodio e zolfo;
- nelle produzioni colturali: alta percentuale di materia organica, azoto e fosforo.

Non sono state trovate rilevanti differenze nei suoli dei siti con diverse colture forestali [3].

Geografia e clima

Essendo in una zona litoranea, l'altitudine dell'area d'interesse è di 0 m s.l.m.

All'interno dell'azienda agricola sono presenti dei canali d'acqua.

La temperatura media annua della zona, essendo di tipo sub-continentale, è di 12.6 °C; mentre le precipitazioni medie annue sono di 854 mm, distribuite secondo un regime pluviometrico sub-equinoziale [4].

2 Descrizione dei rilievi

La zona coperta da alberi, e quindi d'interesse per il rilievo, è stata divisa in due particelle, la ovest e la est. A loro volta, queste aree sono state divise in due sottoparticelle. Si avranno quindi due sottoparticelle ovest (da 1.14ha e 1.10ha), e due sottoparticelle est (da 1.17ha e 1.55ha). Al fine di ricavare i parametri dendrometrici necessari per comprendere il popolamento, sono stati utilizzati tre diverse modalità di rilievo dei diametri, con misure campionarie delle altezze.



Figura 1: Veduta dell'azienda agricola Vallevecchia.

Le rilevazioni della particella ovest sono state svolte il 24 maggio 2023, mentre la particella est è stata analizzata il 26 maggio 2023.

In tutte e tre le tipologie di misurazione, sono state presi in considerazione solamente gli alberi vivi, con soglia di cavallettamento di 17,5 cm.

2.1 Cavallettamento totale

Consiste nella delimitazione di un'area (in questo caso una sottoparticella) e la successiva rilevazione dei diametri di ciascun albero presente all'interno di essa. Dovendo ricavare la misura di molti alberi, il cavallettamento totale risulta un'operazione lunga, spesso poco efficiente. In questa operazione di rilevazione possono presentarsi degli errori dovuti all'operatore ed agli strumenti (per esempio se tarati male).

In questa esperienza, i gruppi si sono disposti in parallelo e hanno misurato ogni singolo albero, coprendo quindi tutta la zona precedentemente delimitata.

Per svolgere questo tipo di rilevazione, ogni squadra ha utilizzato un cavalletto dendrometrico (oppure una cordella metrica) un ipsometro meccanico e dei gessi (per evitare di misurare più volte lo stesso albero).

2.2 Aree di saggio con raggio fisso

Consiste nella delimitazione di un'area circolare (in questo caso di 10m di raggio), attorno a un albero prestabilito. Successivamente si compie il cavallettamento diametrico di tutti gli alberi all'interno di quest'area, e di misure campionarie di altezze. In questa esperienza, ogni squadra ha compiuto i cavallettamenti in due aree di saggio diverse, ma all'interno della stessa sottoparticella.

Inevitabilmente, agli errori causati dall'uomo e dagli strumenti, si aggiungono gli errori dovuti all'inferenza statistica, ovvero al relazionare questi valori alla superficie di un ettaro.

Per svolgere queste misurazioni, ogni squadra ha utilizzato un cavalletto, un dendrometro digitale (Vertex o Trupulse), una cordella metrica e dei gessi.

2.3 Aree relascopiche diametriche

Consiste nel posizionarsi a piacere in un punto dell'area d'interesse, e utilizzando il relascopio, contare tutti gli alberi che rientrano all'interno della banda prestabilita.

Anche in questo caso, ogni squadra ha compiuto rilevazioni in due punti diversi, ma all'interno

della stessa sottoparticella; inoltre, sono state fatte misure campionarie di altezze. Come per le misurazioni di aree di saggio con raggio fisso, questa metodologia porta a errori, causati dall'operatore, dallo strumento e dal calcolo statistico (per riportare i risultati all'ettaro). Per questa serie di misure, ogni squadra ha utilizzato un relascopio, un cavalletto, un ipsometro, una cordella metrica e dei gessi.

3 Elaborazione dei dati

Ogni squadra, al termine dell'esperienza, ha condiviso i propri valori ricavati, in modo da creare un database con tutti i dati di ogni rilevazione.

Per svolgere i calcoli, ho utilizzato LibreOffice Calc.

In modo da rendere queste spiegazioni sui calcoli più generiche possibili, ho omesso di indicare le conversioni tra unità di misura, potendo essere diverse da rilevamento a rilevamento. Resta il fatto che i calcoli sono stati fatti mantenendo una coerenza sulle unità di misura.

3.1 Cavallettamento totale

Sono stati sommati i conteggi di ogni singolo albero, suddivisi per classe diametrica, delle due sottoparticelle, per trovare la numerazione dell'intera particella est. Poi, è stata calcolata l'area basimetrica unitaria di ogni classe diametrica, e moltiplicata quindi per il conteggio totale di ogni classe. In questo modo si è ottenuta l'area basimetrica totale della particella, per ogni classe diametrica centimetrica. La somma di questi valori, porta all'area basimetrica totale dell'area. Rapportando quest'ultimo valore con l'area di saggio, si ricava l'area basimetrica all'ettaro.

Sommando ogni frequenza di classe diametrica, si ricava il numero totale di alberi rilevati. Questo valore, diviso per l'area d'interesse, indica la densità di alberi all'ettaro.

Il rapporto tra l'area basimetrica all'ettaro e la frequenza all'ettaro, è il valore medio di area basimetrica. Da questo valore medio, utilizzando la formula dell'area del cerchio, è possibile calcolare il diametro medio complessivo.

Per capire com'è distribuito il popolamento, le frequenze degli alberi sono state suddivise per classi diametriche di 5 cm e rappresentate in un istogramma.

3.2 Aree di saggio con raggio fisso

Per questa modalità di rilevazione, i calcoli sono stati svolti analizzando le singole aree di saggio, 16 in totale, e infine calcolato il valore totale.

E' stata calcolata l'area basimetrica di ogni singola classe diametrica, moltiplicando la frequenza e l'area basimetrica unitaria relativa. Sono state sommate le aree basimetriche di ogni singola classe diametrica, per trovare l'area basimetrica totale. Dividendo questo valore per l'area di saggio totale, si ricava l'area basimetrica a ettaro.

Sommando tutte le frequenze di valori, si trova il numero complessivo di alberi presenti nelle aree di saggio. Rapportando questo valore con l'area totale delle aree di saggio si ricava il numero di soggetti a ettaro.

Rapportando l'area basimetrica a ettaro e la densità a ettaro di ogni singola area di saggio, si ricava l'area basimetrica a ettaro. Infine, da questo valore, si è ricavato il diametro medio del

popolamento.

I valori della numerosità sono stati suddivisi in classi di 5 cm.

Per calcolare i parametri della totalità della particella, è necessario mediare i valori di ogni singola area di saggio. Occorrà quindi trovare la media dei valori di: numerosità totale e a ettaro, area basimetrica totale e a ettaro, area basimetrica media, diametro medio e numerosità per classe diametrica.

Dalla numerosità dell'area, suddivisa per classe diametrica di 5 cm, è possibile creare un istogramma, in modo da rappresentare la distribuzione del popolamento dell'area in esame.

3.3 Aree relascopiche diametriche

Come per le aree di saggio circolari, anche per questo studio i calcoli sono stati fatti singolarmente per ogni area di saggio.

Il calcolo dell'area basimetrica a ettaro è stato svolto moltiplicando la numerosità totale della sezione, per il fattore di numerazione precedentemente scelto (nel nostro caso è 2).

Per il calcolo della numerosità di ogni singola classe diametrica all'ettaro, occorre moltiplicare la numerosità per il fattore di numerazione, rapportando il tutto per l'area basimetrica unitaria.

La somma di tutte queste singole numerosità indica la numerosità all'ettaro complessiva.

Per calcolare l'area basimetrica media, occorre rapportare l'area basimetrica all'ettaro e la numerosità all'ettaro. Come per gli altri calcoli, è possibile ricavare il diametro medio della popolazione.

Come per gli altri metodi, anche in questo caso la numerosità dei campioni è stata suddivisa in classi di 5 cm, in modo da creare un istogramma delle distribuzioni e ricavare informazioni sul popolamento.

3.4 Altezze e curve diametriche

Avendo alcune misure campionarie circa l'altezza degli alberi, con relativo valore diametrico, è possibile creare la curva ipsodiametrica relativa al popolamento.

La curva è stata realizzata grazie alla funzione di creazione grafici di Calc (o come per qualsiasi altro programma di fogli elettronici). Oltre al plot del grafico, il programma permette di ricavare la funzione interpolante e il valore di dispersione dei dati (parametro R^2). Le funzioni interpolanti maggiormente utilizzate sono la logaritmica e l'esponenziale di secondo grado.

Avendo la funzione della curva interpolante e il valore del diametro medio del popolamento (calcolato con uno dei tre metodi precedentemente indicati), è possibile calcolare l'altezza media. Questo valore, di fatto, indica l'altezza riferita al soggetto di diametro medio del popolamento. Nel caso del popolamento ovest, dove i dati delle conifere sono pochi, si è preferito estrapolare il valore mediano della serie. Si evita di calcolare il valore medio, in quanto una bassa frequenza di dati porterebbe ad errori notevoli.

Utilizzando il parametro R^2 è possibile capire di quanto i valori misurati siano dispersi; un valore prossimo ad 1 indica misurazioni poco disperse, mentre se prossimo a 0, i dati sono molto dispersi.

3.5 Volumi

Al fine di conoscere il parametro volumetrico della popolazione, occorre avere a disposizione alcune informazioni, come la densità di popolazione, l'altezza media e la tipologia arborea. Con il metodo delle tavole Ravenna, occorre ricavare dalle relative tabelle il valore del volume unitario e successivamente moltiplicarlo per la densità a ettaro.

Tabella 1: Volume unitario, secondo le tavole Ravenna, degli alberi suddivisi per specie arborea. Le unità di misura sono cm per i diametri e m^3 per i volumi.

classe diam.	P pinea	P pinaster	Latif
20	0.1524	0.1524	0.2199
25	0.2832	0.2832	0.3436
30	0.4478	0.4478	0.4948
35	0.6534	0.6534	0.6735
40	0.8590	0.8590	
45	1.0646	1.0646	
50	1.2702	1.2702	
55	1.4758	1.4758	
60	1.6814	1.6814	
65	1.887	1.887	
70	2.0926	2.0926	
75	2.2982	2.2982	
80	2.5038	2.5038	

Un altro metodo di calcolo è quello che utilizza le formule Tabacchi. Il valore di volume unitario dei pini, si ricava conoscendo due appropriati coefficienti, l'altezza media e diametro medio, secondo la formula:

$$v = b_1 \cdot b_2 d^2 h \quad (1)$$

oppure, per le latifoglie:

$$v = b_1 \cdot b_2 d^2 h + b_3 d \quad (2)$$

Applicando la formula Tabacchi 1, con gli opportuni coefficienti, è possibile calcolare il volume unitario di ogni tipologia di alberi presente nella particella. Per ottenere il risultato in m^3 , occorre dividere il risultato trovato per 1000, utilizzando i cm per i diametri e i m per le altezze.

Tabella 2: Coefficienti estratti dalle Tavole Tabacchi

Specie	b_1	b_2	b_3
Pino domestico	$-4,0404 \cdot 10^{-1}$	$4,1113 \cdot 10^{-2}$	
Pino marittimo	2,9963	$3,8302 \cdot 10^{-2}$	
Latifolia	-2,2219	$3,9685 \cdot 10^{-2}$	$6,2762 \cdot 10^{-1}$

In tutte e due le particelle, sono stati utilizzati i valori di densità calcolati secondo il metodo del cavallettamento totale.

Per il valore delle altezze, si utilizza quella ricavabile dalla formula della curva ipsometrica.

4 Risultati

Dopo lo studio e l'analisi di ogni metodologia di rilievo dendrometrico, è possibile trarre alcune considerazioni.

La particella ovest si presenta come una pineta, in cui sono presenti maggiormente *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* e qualche latifolia (es *Quercus lix*). Il bosco, che si estende per un'area di 2,24 ha, ha una struttura biplana.

La particella est invece, si presenta come una pineta composta solamente da *Pinus pinea*. La struttura di questo bosco è monoplana, e si estende per un'area di 2,72 ha.

4.1 Cavallettamento totale

Particella ovest

Come si può notare dall'istogramma Figura 2 del cavallettamento totale ovest, la specie arborea maggiormente presente è il pino domestico, tranne nella classe dei 20 cm, dove il pino marittimo ha una numerosità superiore. In tutte le classi, le latifoglie sono presenti in numerosità e grandezze minori.

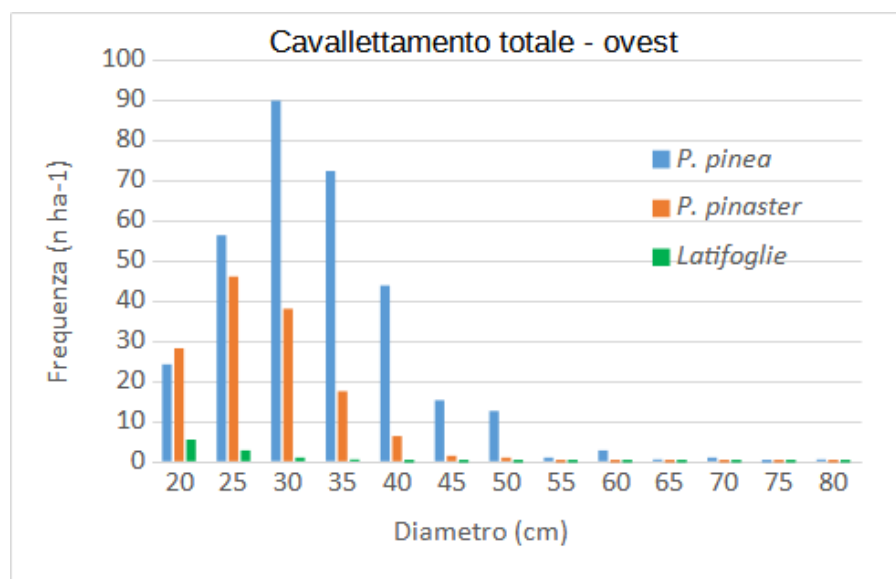


Figura 2: Distribuzione per classe diametrica, e per specie arborea, del popolamento della particella ovest, ricavata mediante cavallettamento totale.

Tabella 3: Distribuzione delle frequenze degli alberi, riferita all'area di un ettaro, della particella ovest.

Classe	<i>P. pinea</i>	<i>P. pinaster</i>	Latifoglie	Totale
20	24	28	5	58
25	56	46	3	105
30	90	38	1	129
35	72	17	0	90
40	44	6	0	50
45	15	1	0	17
50	13	1	0	13
55	1	0	0	1
60	3	0	0	3
65	0	0	0	0
70	1	0	0	1
75	0	0	0	0
80	0	0	0	0

Tabella 4: Parametri ricavati dallo studio della particella ovest

	Pinus pinea	Pinus pinaster	Latifoglie	Totale
N_{tot}	715	309	21	1045
$\frac{N}{ha}$	319	138	9	467
$G_{tot} (m^2)$	64,5	19,5	0,9	84,8
$\frac{G}{ha} (\frac{m^3}{ha})$	28,8	8,7	0,4	37,8
$g_{medio} (cm^2)$	901	630	411	811
diametro medio (cm)	34	28	23	32

Particella est

Grazie all'istogramma Figura 3, ovvero la rappresentazione grafica della distribuzione della particella est, si può notare come la classe diametrica più rappresentata sia quella dei 25 cm.

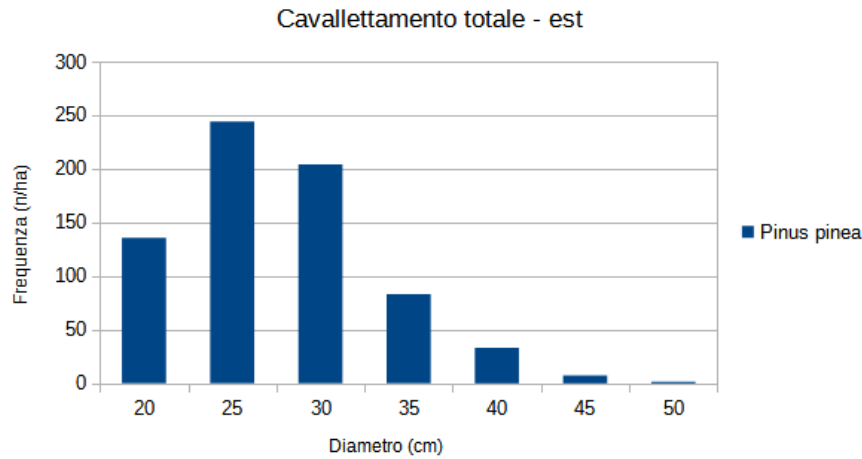


Figura 3: Distribuzione per classe diametrica del popolamento di *Pinus pinea* della particella est, ricavata mediante cavallettamento totale.

Tabella 5: Distribuzione delle frequenze degli alberi, riferita all'area di un ettaro, della particella est, con valori ricavati mediante cavallettamento totale.

Classe	<i>Pinus pinea</i>
20	136
25	244
30	204
35	83
40	33
45	7
50	1

Tabella 6: Parametri ricavati dallo studio della particella est

	<i>Pinus pinea</i>
N_{tot}	1928
$\frac{N}{ha}$	709
$G_{tot} (m^2)$	120
$\frac{G}{ha} (\frac{m^3}{ha})$	44
$g_{medio} (cm^2)$	620
diametro medio (cm)	28

4.2 Aree di saggio con raggio fisso

Particella ovest

Utilizzando l'istogramma Figura 4 e la tabella Tabella 8, è possibile comprendere la composizione e la frequenza della particella ovest.

La maggior parte degli alberi presenti appartiene alla specie del pino domestico, a eccezione della classe del 20 cm, dove c'è una maggiore presenza del pino marittimo. In tutte le classi diametriche le conifere sono in minore numerosità.

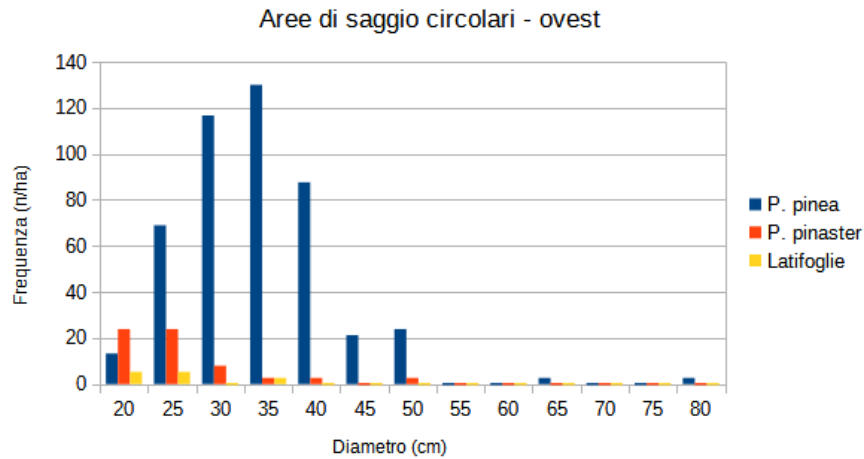


Figura 4: Distribuzione per classe diametrica, e per specie arborea, del popolamento della particella ovest, ricavata mediante aree di saggio circolari di raggio 10 m.

Tabella 7: Distribuzione delle frequenze degli alberi, riferita all'area di un ettaro, della particella ovest.

Classe	<i>P. pinea</i>	<i>P. pinaster</i>	Latifoglie
20	13	24	5
25	69	24	5
30	117	8	0
35	130	3	3
40	88	3	0
45	21	0	0
50	24	3	0
55	0	0	0
60	0	0	0
65	3	0	0
70	0	0	0
75	0	0	0
80	3	0	0

Tabella 8: Parametri ricavati dallo studio della particella ovest

	Pinus pinea	Pinus pinaster	Latifoglie	Totale
N tot	176	24	5	205
$\frac{N}{ha}$ media	467	64	13	544
G tot (m^2)	17,3	1.3	0.2	18.9
$\frac{G}{ha}$ media ($\frac{m^3}{ha}$)	46	4	1	50
g medio (cm^2)	1096	609	484	969
diametro medio (cm)	37	28	25	35
conf. diametro medio (cm)	5	3	1	9

Particella est

Utilizzando le aree di saggio sottostanti, è possibile comprendere la composizione del popolamento della particella est. La maggioranza degli individui è rappresentata da alberi appartenenti alla classe dei 25 cm di diametro.

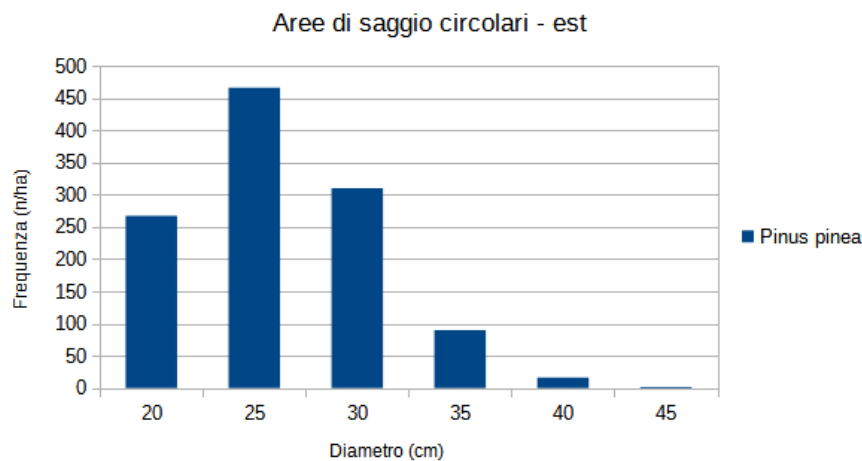


Figura 5: Distribuzione per classe diametrica, del popolamento di Pinus pinea della particella est, ricavata mediante aree di saggio circolari di raggio 10 m.

Tabella 9: Distribuzione delle frequenze degli alberi, riferita all'area di un ettaro, della particella est, con valori ricavati da aree di saggio circolari.

Classe	Pinus pinea
20	267
25	466
30	310
35	90
40	16
45	2

Tabella 10: Parametri ricavati dallo studio della particella est

	Pinus pinea
N tot	578
$\frac{N}{ha}$ media	1150
G tot (m^2)	32
$\frac{G}{ha}$ media ($\frac{m^3}{ha}$)	63
g medio (cm^2)	565
diametro medio (cm)	27
conf. diametro medio (cm)	4

4.3 Aree relascopiche diametriche

Particella ovest

Anche mediante questo metodo di rilievo, si può notare dal grafico Figura 6 come il popolamento di P. pinea sia più numeroso rispetto alle altre due specie arboree. La frequenza maggiore di pino domestico è all'interno della classe dei 30 cm.

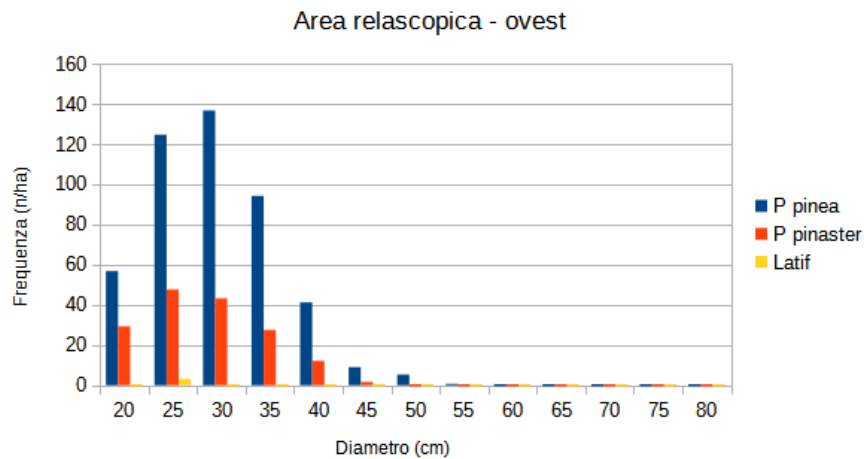


Figura 6: Distribuzione per classe diametrica, e per specie arborea, del popolamento della particella ovest, ricavata mediante metodo delle aree relascopiche.

Tabella 11: Distribuzioni delle frequenze, a ettaro, degli individui della particella ovest, suddivise per classi diametriche.

Classe	P pinea	P pinaster	Latif
20	57	29	0
25	125	48	3
30	137	43	0
35	94	28	0
40	41	12	0
45	9	2	0
50	5	0	0
55	1	0	0
60	0	0	0
65	0	0	0
70	0	0	0
75	0	0	0
80	0	0	0

Tabella 12: Parametri ricavati dallo studio della particella ovest

	Pinus pinea	Pinus pinaster	Latifoglie	Totale
N tot	206	64	1	270
$\frac{N}{ha}$ media	468	161	3	633
G tot (m^2)	18	4.9	0.05	23
$\frac{G}{ha}$ media ($\frac{m^3}{ha}$)	34	11	0.1	45
g medio (cm^2)	766	685	531	722
diametro medio (cm)	31	29	26	30
conf. diametro medio (cm)	3	4	1	4

Particella est

Grazie alla rappresentazione grafica, mediante istogramma, o alle indicazioni tabellari, è possibile comprendere la distribuzione del popolamento in esame. Se ne ricava l'informazione della classe più numerosa, ovvero quella dei 25 cm.

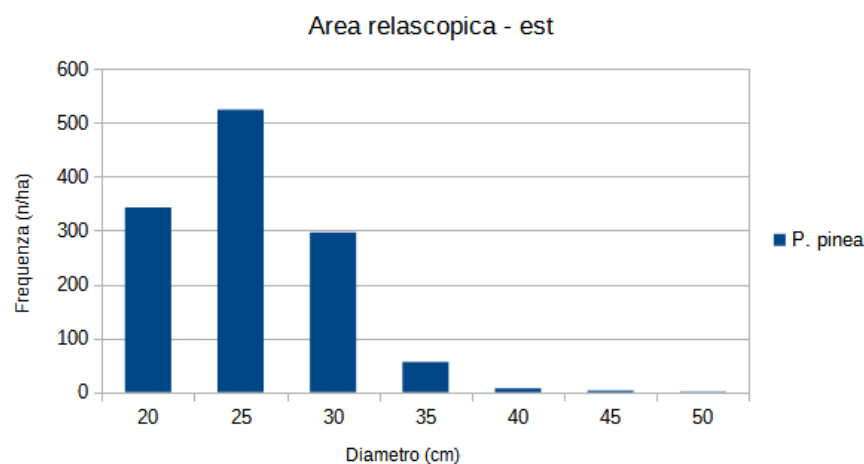


Figura 7: Distribuzione per classe diametrica, del popolamento della particella est, ricavata mediante metodo delle aree relascopiche.

Tabella 13: Distribuzione delle frequenze degli alberi, riferita all'area di un ettaro, della particella est, con valori ricavati mediante metodo relascopico.

Classe	Pinus pinea
20	343
25	524
30	296
35	56
40	7
45	3
50	1
55	0
60	0
65	0

Tabella 14: Parametri ricavati dallo studio della particella est

	Pinus pinea
N tot	511
$\frac{N}{ha}$ media	1229
G tot (m^2)	30
$\frac{G}{ha}$ media ($\frac{m^3}{ha}$)	64
g medio (cm^2)	527
diametro medio (cm)	26
conf. diametro medio (cm)	0,9

4.4 Altezze e curve diametriche

Particella ovest

Nella particella ovest, essendoci tre diverse specie arboree, c'è la necessità di ricavare i valori di tre altezze medie.

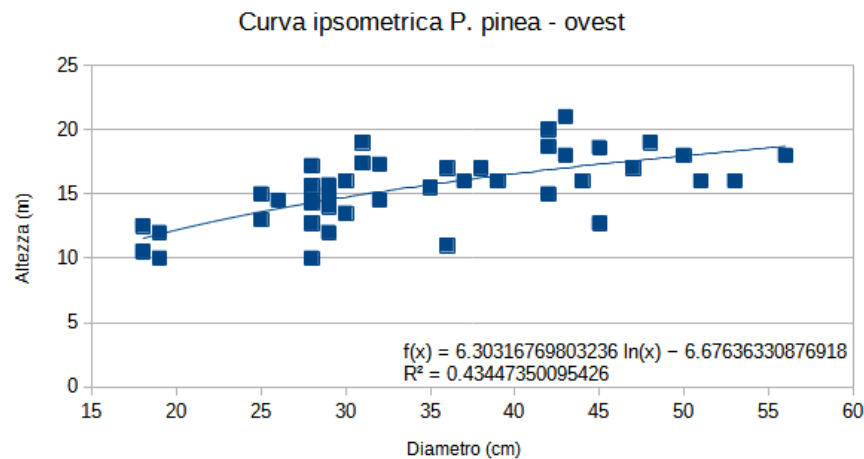


Figura 8: Curva ipsometrica di P. pinea, della particella ovest.

Introducendo nella formula della curva interpolante il diametro medio della specie, che è 33,77 cm, l'altezza media risultante sarà 15,5 m.

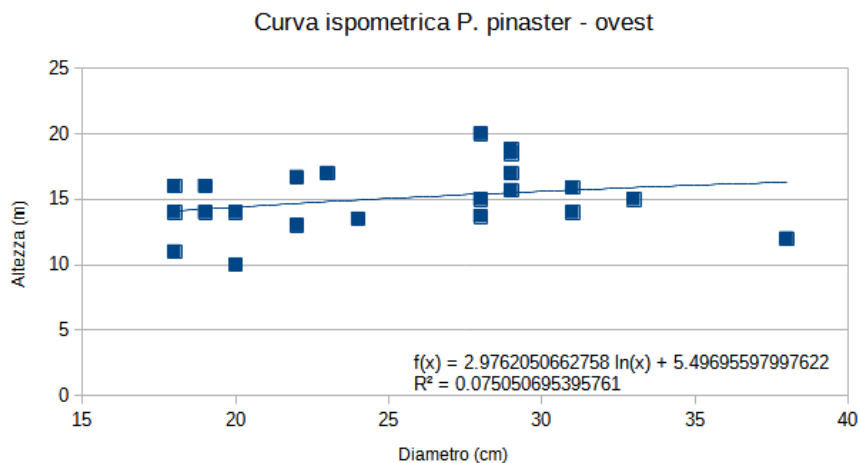


Figura 9: Curva ipsometrica di P. pinaster, della particella ovest.

Introducendo nella formula della curva logaritmica interpolante il valore del diametro medio della specie, presente nel popolamento, ovvero 28,32 cm, l'altezza risultante sarà 15,45 m. Nel caso delle latifoglie, si estrae il valore mediano della serie delle altezze, che è 14 m. Come anticipato precedentemente, la particella ovest può essere definita come una pineta biplana, essendoci una differenza di altezze all'interno di essa.

Particella est

Nella particella est, essendoci solamente una specie arborea, è sufficiente calcolare una sola altezza media.

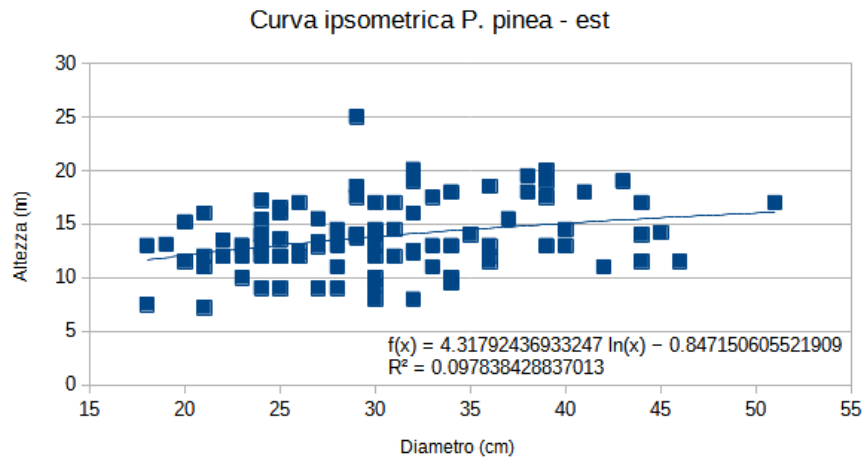


Figura 10: Curva ipsometrica di P. pinea, della particella est.

Introducendo nella formula della curva logaritmica interpolante il valore del diametro medio dei soggetti del popolamento, ovvero 28,1 cm, l'altezza risultante sarà 13.6 m. Ne risulta che, l'altezza media del popolamento della particella est è minore di quello della particella ovest.

4.5 Volumi

Particella ovest

Com'è possibile notare dalle due tabelle sottostanti, la classe diametrica con il maggiore volume di biomassa è quella dei 35 cm, poco superiore di quella dei 30 cm.

Tabella 15: Volumi (in $\frac{m^3}{ha}$), del popolamento ovest, suddivisi per specie arborea e classi diametriche, secondo le tavole Ravenna.

Diametro	P. pinea	P. pinaster	Latif	Totale
20	3.67	4.29	1.18	9.14
25	15.93	13.02	0.92	29.87
30	40.18	16.99	0.44	57.62
35	47.25	11.38	0.30	58.93
40	37.58	5.37	0.00	42.95
45	16.16	1.43	0.00	17.58
50	15.88	1.13	0.00	17.01
55	1.32	0.00	0.00	1.32
60	4.50	0.00	0.00	4.50
65	0.84	0.00	0.00	0.84
70	1.87	0.00	0.00	1.87
75	0.00	0.00	0.00	0.00
80	1.12	0.00	0.00	1.12
				242,8

Tabella 16: Volumi (in $\frac{m^3}{ha}$) del popolamento, suddivisi per specie arborea e classi diametriche, secondo le tavole Tabacchi.

Diametro	P pinea	P pinaster	Latif	Totale
20	4.83	6.31	1.25	12.38
25	19.66	16.77	0.97	37.40
30	49.00	20.59	0.46	70.05
35	57.30	13.21	0.31	70.83
40	47.70	6.34	0.00	54.05
45	21.89	1.76	0.00	23.64
50	23.11	1.47	0.00	24.58
55	2.06	0.00	0.00	2.06
60	7.59	0.00	0.00	7.59
65	1.52	0.00	0.00	1.52
70	3.62	0.00	0.00	3.62
75	0.00	0.00	0.00	0.00
80	2.46	0.00	0.00	2.46
				310,2

Particella est

Tabella 17: Volumi (in $\frac{m^3}{ha}$), del popolamento est, suddivisi per classi diametriche, secondo le tavole Ravenna.

Diametro	P. pinea
20	20,1
25	69,1
30	91,4
35	54,2
40	28,3
45	7,5
50	1,3
Totale	272,5

Tabella 18: Volumi (in $\frac{m^3}{ha}$), del popolamento est, suddivisi per classi diametriche, secondo le tavole Tabacchi.

Diametro	P. pinea
20	27,0
25	81,7
30	104,4
35	60,6
40	32,7
45	9,1
50	1,6
Totale	317,1

5 Conclusioni

Al termine dello studio delle due particelle, utilizzando metodi diversi di rilevamento, è possibile compiere alcune osservazioni.

I risultati hanno chiarito e confermato le composizioni e le proprietà delle due aree di studio. Secondo il cavallettamento totale, la particella ovest è composta da un bosco, prevalentemente di pino domestico, con: portamento biplano, diametro medio di 32 cm, altezza media (di p. pinea) di 15,5 m area basimetrica totale di $84,8 \frac{m^3}{ha}$ e densità di 467 individui a ettaro. Sempre secondo il cavallettamento totale, la particella est invece, è composta da una pineta monoplana, di soli pini domestici, con: diametro medio di 28 cm, altezza media 13,6 m, area basimetrica di $44 \frac{m^3}{ha}$ e una densità di 709 alberi a ettaro.

Risulta quindi, che la particella ovest ha un diametro medio, un'area basimetrica e un'altezza (almeno per il pino domestico), maggiore rispetto a quella est, che però ha una densità di individui a ettaro superiore.

Comparando i tre metodi, separatamente per la particella est e ovest, si può notare come le

aree di saggio circolari e quelle relascopiche portino a valori di numerosità e area basimetrica a ettaro maggiori rispetto a quelle ricavate mediante cavallettamento totale.

Queste notevoli differenze potrebbero essere causate da tre motivazioni: errori derivanti l'inferenza, derivanti gli errori sistematici dell'operatore e dello strumento, e dalla scelta soggettiva delle aree di saggio. Di fatto, la presenza di rovi induce l'operatore a evitare il campionamento di quella zona, portandolo invece verso un'area libera da spine, ma magari con una presenza maggiore di alberi. Inoltre, al fine di ridurre l'errore standard, nei casi di campionamenti, si cerca di rilevare le zone di bosco dove c'è una numerosità di campioni maggiore. Il campionamento in aree al limite del bosco porta a rilevamenti di zone con densità minori di alberi.

Per quanto riguarda il calcolo dei volumi, le due formule hanno portato a differenze di valori, all'interno delle stesse particelle, notevoli. Di fatto, le formule delle tavole Tabacchi sovrastimano la biomassa a ettaro rispetto alle corrispettive formule Ravenna.

Per ridurre gli errori, compiuti durante l'esercitazione, si potrebbe adottare l'utilizzo di campionamenti non soggettivi, come per esempio quello sistematico oppure quello casuale, pur tenendo in considerazione la possibilità che ci possano essere distorsioni o aree non sufficientemente rappresentate.

Rimane il fatto che, il cavallettamento totale elimina le fonti di errori causate dalle trasformazioni statistiche e dall'errata scelta di aree di saggio. Seppur sia un metodo efficace, risulta poco efficiente, necessitando di molto tempo per le misurazioni e per gli spostamenti.

Un'altra possibilità per ridurre gli errori (e velocizzare le operazioni in bosco) è quella di utilizzare strumenti ottici di misura, al posto di quelli analogici; come per esempio, l'utilizzo del Vertex al posto della cordella metrica e dell'ipsometro di Blume-Leiss. Di fatto, la minore sensibilità alle oscillazioni dell'operatore, la non necessità di correzione della pendenza e della misura della distanza, permette di migliorare l'efficacia e l'efficienza delle misurazioni, migliorando la bontà dei risultati finali.

Bibliografia

- [1] *Azienda Pilota e Dimostrativa Valle Vecchia – Caorle (VE)*. URL: <https://www.venetoagricoltura.org/2007/01/sedi/azienda-pilota-e-dimostrativa-vallevecchia-caorle-ve/>.
- [2] Valentina Rossetti. *INTRODUZIONE DELLA VEGETAZIONE POTENZIALE NELLE PINETE ARTIFICIALI DEL LITORALE VENETO*. 2008.
- [3] Maurizio G. Paoletti et al. “Soil Invertebrates as Bio-indicators in a Natural Area Converted from Agricultural Use: The Case Study of Vallevicchia-Lugugnana in North-Eastern Italy”. In: *Journal of Sustainable Agriculture* 34.1 (2009), pp. 38–56. DOI: 10.1080/10440040903396698. eprint: <https://doi.org/10.1080/10440040903396698>. URL: <https://doi.org/10.1080/10440040903396698>.
- [4] H. Schnyder et al. *Grassland in a changing world*. 2010.