



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE FORESTALI E AMBIENTALI

TESI DI LAUREA

MONITORAGGIO DELLE DINAMICHE DELLA  
RINNOVAZIONE NATURALE ALL'INTERNO DI AREE  
INTERESSATE DA SCHIANTI A SEGUITO DELLA  
TEMPESTA VAIA NEL BELLUNESE

Relatore

Prof. Lingua Emanuele

Laureando  
Lorenzo Segat

Matricola n.  
2063518

ANNO ACCADEMICO 2023/2024



*“Fa più rumore un albero che cade di un’intera foresta che cresce”*

*Lao Tzu*



# Indice

<b><u>RIASSUNTO .....</u></b>	<b><u>7</u></b>
<b><u>ABSTRACT .....</u></b>	<b><u>9</u></b>
<b><u>1. INTRODUZIONE.....</u></b>	<b><u>11</u></b>
1.1 LA TEMPESTA VAIA E GLI SCHIANTI DA VENTO.....	11
1.2 DINAMICHE POST-DISTURBO .....	16
<b><u>2. OBIETTIVI DELLO STUDIO .....</u></b>	<b><u>21</u></b>
<b><u>3. INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.....</u></b>	<b><u>23</u></b>
3.1 PARTICELLA 5 – COL DEI PEZ .....	24
3.2 PARTICELLA 6 – VALLAVIA ALTA.....	25
3.3 PARTICELLA 9 – PIAN GRAND .....	26
<b><u>4. STRUMENTI E METODI .....</u></b>	<b><u>29</u></b>
4.1 TIPOLOGIE DI RILIEVO .....	29
4.1.1 CAMPIONAMENTO SU TRANSETTI LINEARI .....	29
4.1.2 CAMPIONAMENTO IN AREE DI SAGGIO CIRCOLARI .....	31
4.1.3 CAMPIONAMENTO SU CEPPEAIE .....	33
4.1.4 CAMPIONAMENTO SU ORMAIE.....	36
4.2 ANALISI DEI DATI .....	37
<b><u>5. RISULTATI.....</u></b>	<b><u>41</u></b>
5.1 DISTRIBUZIONE DELLE PIANTE SULLA DISTANZA PROGRESSIVA DAL MARGINE.....	41
5.2 COPERTURA DEL SUOLO E CORRELAZIONE CON RINNOVAZIONE PRESENTE .....	45
5.3 DISTRIBUZIONE DELLA RINNOVAZIONE TRA PIT, MOUND E SUOLO CIRCOSTANTE .....	52
5.4 RINNOVAZIONE SULLE PISTE DI ESBOSCO.....	61
5.5 RAPPRESENTAZIONE DELLE SPECIE ALL'INTERNO DELLA RINNOVAZIONE .....	62

<b>6. DISCUSSIONE .....</b>	<b>67</b>
<b>6.1 RELAZIONE DELLA RINNOVAZIONE CON I MARGINI .....</b>	<b>67</b>
<b>6.2 INFLUENZA COPERTURA DEL SUOLO .....</b>	<b>69</b>
<b>6.3 INFLUENZA DELLA MODIFICAZIONE DELLA MICROTOPOGRAFIA .....</b>	<b>70</b>
<b>6.4 INFLUENZA DEL COMPATTAMENTO DEL SUOLO .....</b>	<b>73</b>
<b>6.5 LE SPECIE DELLA RINNOVAZIONE .....</b>	<b>73</b>
<b>7. CONCLUSIONE.....</b>	<b>77</b>
<b>RINGRAZIAMENTI .....</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>81</b>
<b>ALLEGATI .....</b>	<b>89</b>

## Riassunto

Con questo elaborato si sono volute analizzare le dinamiche che caratterizzano l'affermazione di rinnovazione naturale all'interno di aree colpite da schianti da vento a seguito della Tempesta Vaia nel 2018. La zona presa in considerazione per questo studio è collocata sul monte "Col Visentin", in provincia di Belluno.

Gli obiettivi di questo studio sono molteplici: individuare una correlazione tra i margini limitrofi lo schianto e la rinnovazione presente in questo; verificare se la competizione con altre specie non arboree e altri tipi di copertura del suolo influenza l'insediarsi di nuova rinnovazione; osservare in che modo la modifica a livello di microtopografia a seguito del ribaltamento delle piante può influenzare l'insediarsi di nuove piante; constatare i possibili risvolti sulla rinnovazione del passaggio di macchinari pesanti all'interno di queste aree ed infine evidenziare il tipo di rinnovazione presente sia su base qualitativa che quantitativa.

Per poter svolgere le analisi sono stati eseguiti dei rilievi sul campo e, in particolare, sono state svolte quattro tipologie di campionamento in tre diversi siti: la prima prevede delle aree di saggio lungo un transetto lineare a partire dai margini presenti attorno lo schianto; la seconda consiste nella raccolta dati all'interno di aree circolari distribuite su tutta l'area dello schianto; la terza si basa sul rilievo dei dati su delle ceppaie ribaltate sparse su tutta la superficie colpita dal disturbo. Oltre ai rilievi sopra riportati ne sono stati effettuati altri lungo le piste create dal passaggio dei macchinari all'interno dei siti.

Questi rilievi hanno portato alla raccolta di dati, sia di tipo qualitativo che quantitativo, e alla successiva creazione di un dataset su cui sono state svolte delle analisi.

I risultati ottenuti da queste analisi hanno dimostrato un'effettiva correlazione tra la presenza dei margini lungo le aree colpite dagli schianti e la numerosità degli individui della rinnovazione sulla distanza progressiva da questi. La copertura del suolo attualmente presente non influisce in modo determinante sulle dinamiche che interessano la rinnovazione fatta eccezione per alcune specie e tipologie di copertura, che hanno riportato un minimo grado di correlazione. È emersa una differenza significativa tra la numerosità di piante presenti sulle zone di pit e quelle presenti sulle zone di mound all'interno dei micrositi interessati dal ribaltamento delle ceppaie. Per quanto riguarda, invece, la numerosità di rinnovazione presente in questi micrositi rispetto alle aree adiacenti non modificate dal ribaltamento della ceppaia non sono emerse differenze significative. Il compattamento del suolo influisce

negativamente sull'affermazione della rinnovazione; è infatti emersa una differenza significativa tra la numerosità di piante presenti sul suolo compattato e su quello non compattato, dove queste si trovano in proporzione maggiore.

In generale all'interno di tutti i siti è prevalente la presenza di specie pioniere quali, *Salix caprea*, *Corylus avellana*, *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula pubescent* e *Larix decidua*. Specie accomunate dal fatto di essere pioniere e per la maggior parte eliofile, quindi caratteristiche delle comunità che si sviluppano a seguito di un disturbo e il conseguente abbattimento dei popolamenti forestali maturi, all'interno delle aree colpite da questo.



## **Abstract**

This paper aimed to analyze the dynamics that characterize the establishment of natural regeneration within areas affected by wind crashes following Storm Vaia in 2018. The area considered for this study is located on Mount "Col Visentin," in the province of Belluno.

This study has several aims: to find out a correlation between the edges bordering the crash areas and the natural regeneration in those areas; to verify the competition between the actual ground cover and the natural regeneration; to observe how pit and mound microtopography can influence the establishment of natural regeneration in those micro sites; to point out the possible effects of heavy traffic during salvage logging operations and the consequent soil compaction; in the end to rate quantitatively and qualitatively the actual regeneration in the sites.

The samplings in the areas study were carried out in four different ways. The first one involves test areas along a linear transect starting from the edges around the windthrow areas. The second one consists of circular sampling areas randomly spread all over the crash area. The third is based on the survey of data on overturned stumps scattered across the entire surface affected by the disturbance. Moreover, other samplings were carried out along the paths created by the passage of heavy vehicles within the sites.

These surveys led to a data collection, and the consequent creation of a dataset on which analysis were carried out.

The obtained results established an effective correlation between the presence of the edges along the crash area and the number of the regeneration individuals on the progressive distance from them. The actual ground cover does not significantly influence the dynamics affecting the regeneration growth, except for some species and cover types, which have reported a minimal correlation degree. A significant difference was pointed out between the number of plants on the pit areas and those present on the mound areas on the microsites affected by the overturning of the stumps. In contrast, as regard the numerosity of regeneration present on these microsites compared to adjacent areas unaltered by stump overturning, no significant differences emerged. Soil compaction negatively affects the establishment of the regeneration; in fact, a significant difference emerged between the numerosity of plants present on the compacted soil and on the uncompacted soil, where these are found in larger proportion.

Within all the sites, the presence of pioneer species such as *Salix caprea*, *Corylus avellana*, *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula pubescent* and *Larix decidua* is prevalent. Species that have in common to be pioneers and mostly heliophilous, therefore characteristics of the communities that develop and establish following a disturbance.

## 1. Introduzione

Gli ecosistemi di successione primaria che si stabiliscono ed evolvono dopo un disturbo si caratterizzano per la loro diversità a livello di specie, di dinamiche interne e di struttura; in particolare, dopo un disturbo gli ecosistemi si distinguono per un'elevata presenza di biological legacies, ovvero gli organismi, i materiali organici e gli ambienti fisici che si vanno a creare a seguito di un disturbo in un ecosistema (Franklin J. F. et al., 2000). Questi vanno ad influenzare le dinamiche evolutive dei nuovi popolamenti che andranno ad insediarsi a partire dalle dinamiche che interessano l'affermazione di nuova rinnovazione naturale (Swanson M. E. et al., 2010, Costa et al, 2021).

I disturbi naturali si differenziano in base alla loro origine, che può essere abiotica, biotica o artificiale. I disturbi di natura abiotica dipendono principalmente da fattori climatici, morfologici e pedologici, ne sono un esempio incendi, schianti da vento, valanghe, alluvioni e frane. Quelli di origine biotica sono da ricondurre invece ad organismi viventi le cui dinamiche comportamentali possono influenzare e far variare la struttura degli ecosistemi, ne sono un esempio le pullulazioni di insetti e gli attacchi di patogeni. I disturbi artificiali, infine, sono causati dall'uomo, che modifica la struttura degli ecosistemi attraverso la realizzazione di opere o attraverso le utilizzazioni forestali.

Indipendentemente dalla sua natura, un disturbo altera la struttura di un ecosistema modificando l'ambiente fisico e la disponibilità di risorse (White P. e Pickett S., 1985).

### 1.1 La Tempesta Vaia e gli schianti da vento

Il vento rappresenta il 28% dei disturbi a livello mondiale (Human Cost of Disaster, 2019) e in Europa è il maggior fattore di disturbo e agente di danno alle foreste, per più del 50% del totale (Motta et al., 2019); tuttavia, la magnitudo e la frequenza dei disturbi sta cambiando a causa dei cambiamenti climatici in atto (Seidl R. et al, 2017). A livello globale negli ultimi vent'anni si sono registrati tassi di aumento esponenziali di questi fenomeni e il trend è in continua crescita (Human Cost of Disaster, 2019).

Tra il 27 e il 30 ottobre del 2018 ampie zone delle Alpi e Prealpi Orientali hanno subito gli effetti di una profonda depressione atmosferica sviluppatasi la mattina del 27 ottobre tra il Baltico e il Mediterraneo Occidentale. Questa depressione ha causato forti e violente raffiche di vento che, combinate con ulteriori turbolenze locali in corrispondenza dei rilievi orografici,

hanno superato i 200 km/h (ARPAV, 2018); oltre a queste la depressione ha provocato forti piogge alluvionali, circa 850 mm in tre giorni (Davolio et al., 2020), figura 1.1.

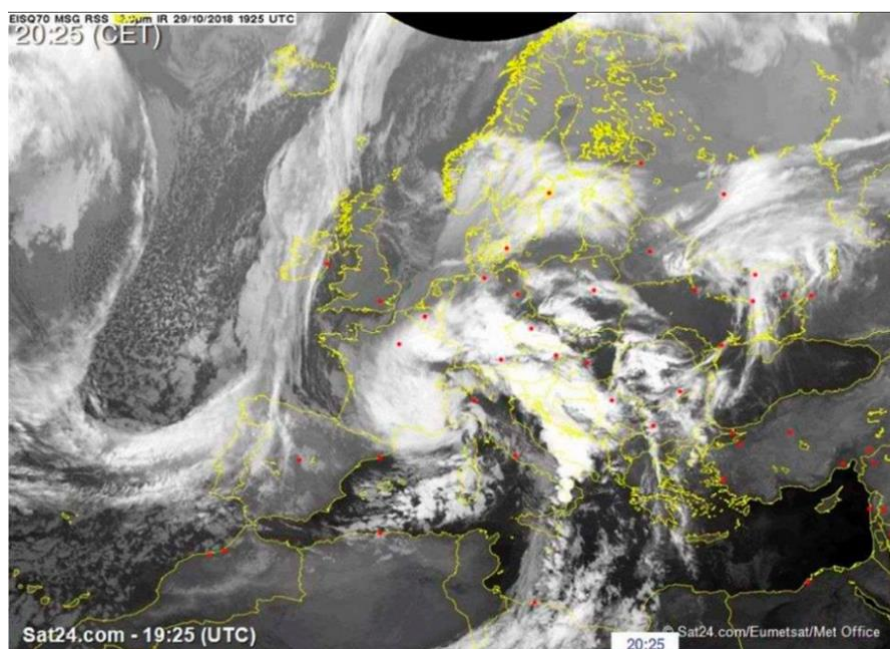


FIGURA 1.1 Tempesta Vaia vista da satellite il 29 ottobre (G. Chirici et al., 2019).

La tempesta Vaia, così denominata dalla Free University of Berlin, è l'evento di questo tipo più forte registrato negli ultimi 30 anni in Italia. Oltre alle caratteristiche straordinarie della tempesta, questa ha creato danni su vasta scala: in totale sono stati colpiti circa 2.307.000 ettari di superficie, oltre il 60% della quale a copertura forestale (circa 1.366.000 ettari), che hanno comportato la caduta a terra di circa 8 milioni di m<sup>3</sup> di legname (G. Chirici et al., 2019). Nel complesso i comuni italiani interessati dalla tempesta si stimano essere 494 e in particolare l'area complessiva in cui c'è stata una distruzione completa del soprassuolo è pari a circa 42.525 ettari (G. Chirici et al., 2019), figura 1.2.

Oltre alle condizioni meteorologiche che determinano il formarsi dell'evento e la magnitudo di questo, i danni ai popolamenti forestali sono esacerbati nei boschi che possiedono determinati fattori predisponenti, ovvero: le caratteristiche topografiche del sito, le caratteristiche del suolo, la stabilità individuale delle piante e la stabilità del popolamento (Motta et al., 2019).

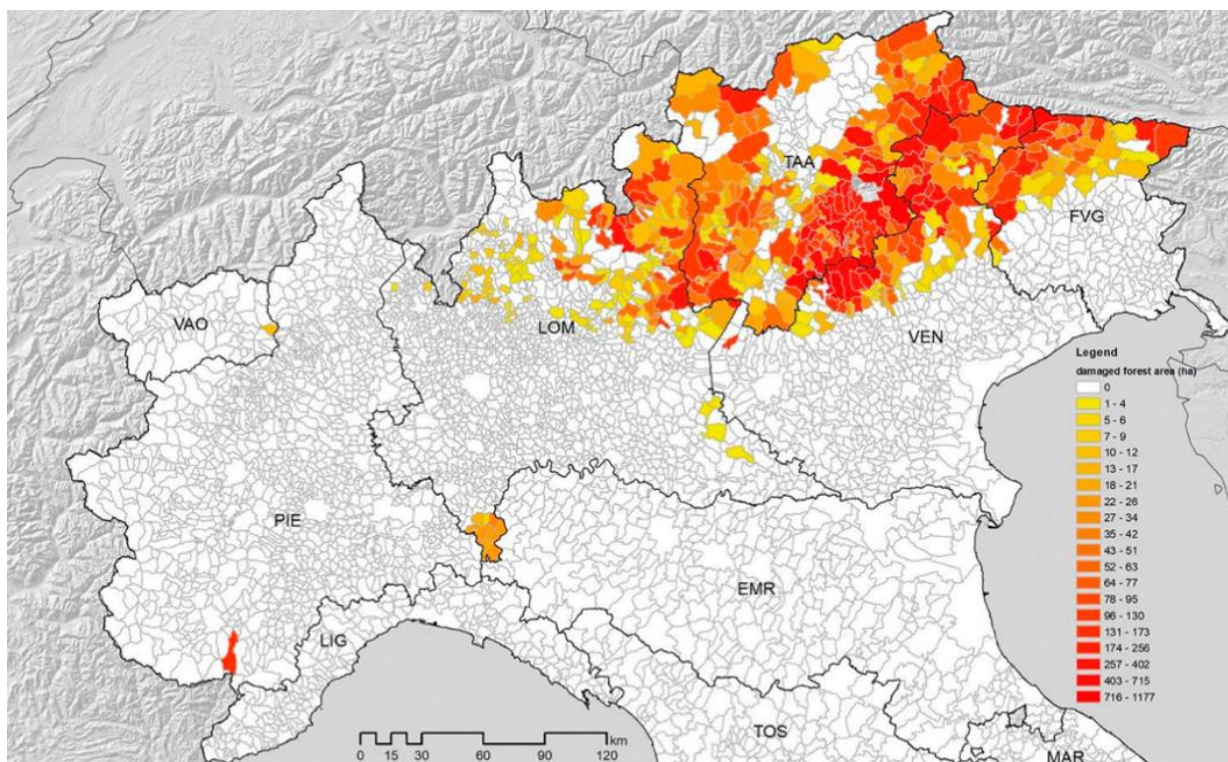


FIGURA 1.2 Superficie a copertura forestale distrutta dalla tempesta Vaia divisa per comuni italiani (G. Chirici et al., 2019)..

La topografia e la morfologia del territorio possono influenzare direttamente la velocità del vento ed in particolare l'orografia può farla accelerare o diminuire. Si possono presentare due situazioni particolari, ovvero quando la direzione del vento è perpendicolare o parallela alle valli e alle linee di cresta. Quando la direzione del vento è perpendicolare al rilievo, il vento avrà velocità basse nella valle e velocità elevate lungo le linee di cresta; quando la direzione del vento è parallela ai rilievi montuosi, la velocità del vento sarà massima nel fondovalle e in corrispondenza delle creste (FIG. 1.3). Anche i rilievi isolati possono avere influenza sul vento, in quanto in corrispondenza di questi si creano turbolenze e vortici sottovento (Gardiner et al. 2016).

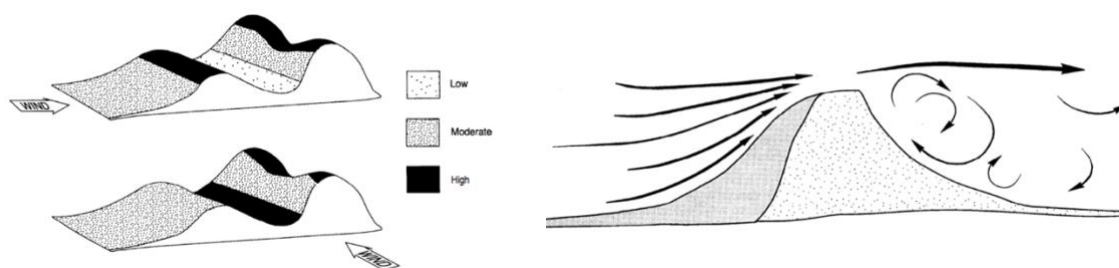
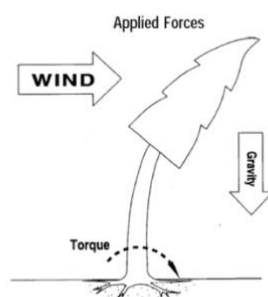


FIGURA 1.3 Effetti dell'orografia sulla velocità del vento (Stathers R. J. et al., 1994)

La profondità è la prima delle caratteristiche del suolo che influenza direttamente la probabilità di schianto di una pianta in quanto rappresenta lo spazio disponibile per la crescita e lo sviluppo dell'apparato radicale di questa e ne determina quindi la stabilità. Vi sono poi altre caratteristiche quali la capacità drenante, la struttura, la tessitura e lo scheletro che incidono indirettamente (Berretti R. et al., 2011).

La stabilità individuale delle piante dipende da diversi fattori quali l'altezza, il diametro e la forma del fusto, la classe e la dimensione della chioma e altri fattori che dipendono direttamente dalla specie, come la resistenza ed elasticità del legno e soprattutto le caratteristiche dell'apparato radicale. Alcune specie possiedono apparati radicali fittonanti, quindi più resistenti, e altre più superficiali e di conseguenza meno resistenti alla pressione del vento sulla chioma. Tutti questi elementi sono determinanti nel calcolare il rischio di un possibile schianto. Quest'ultimo, infatti, è dovuto al momento torcente che si crea lungo il fusto come risultante delle forze del vento e di gravità, figura 1.4.



*FIGURA 1.4 Forze che agiscono su una pianta e ne causano lo schianto (Stathers R. J. et al., 1994).*

È chiaro quindi come al variare di alcuni di questi fattori la probabilità di schianto aumenti. Se le piante possiedono chiome ampie la superficie d'impatto su cui agisce la forza del vento aumenta e quindi il carico di questa sul fusto sarà maggiore, la pianta si piega ed esce dalla situazione di equilibrio esponendosi al rischio di schianto. Durante la tempesta Vaia questo fenomeno è stato determinato e aggravato dal fatto che a causa delle forti piogge il peso delle chiome fosse ancora più elevato. Nel caso di specie con caratteristiche tecnologiche del legno

scarse è più probabile lo stroncamento<sup>1</sup> della pianta in quanto questa non riesce a sopportare la forza del vento.

La stabilità del popolamento dipende direttamente dall'altezza e densità di quest'ultimo, dalla sua composizione specifica e dai trattamenti selvicolturali che vengono effettuati su di esso (Stathers R. et al., 1994).

La stabilità meccanica di un soprassuolo ne definisce la resistenza e ne determina la suscettibilità agli schianti che può essere valutata a livello di formazione (tipo forestale) basandosi su tre elementi principali: profondità del suolo, apparato radicale e tendenza strutturale (l'espressione sintetica del rapporto di snellezza delle piante<sup>2</sup>, della lunghezza della chioma lungo il fusto e della forma della chioma).

Esistono quindi popolamenti più esposti al rischio di schianti di altri. La tempesta Vaia ha colpito una grande varietà di popolamenti anche se la superficie a copertura forestale interessata dagli schianti si compone per la maggior parte di peccete, piceo abieteti e piceo-abieto-faggeti, che possedevano molte delle seguenti caratteristiche: ad eccezione del faggio, che essendo una latifolia caducifoglie non possiede chioma in autunno, gli abeti e i pecci presentavano chiome portate fino in basso che sono state ancor di più appesantite dalle forti piogge di quei giorni che ne hanno quindi causato lo schianto; dove presente, l'Abete Rosso (*Picea abies (L.) H. Karst*) è stato sradicato a causa del suo apparato radicale superficiale. In generale i popolamenti colpiti si presentavano come fustaie mature, per lo più con copertura monoplana colma.

Bisogna specificare che comunque, quando il vento supera una certa soglia (pari a circa 94-100 km/h per i singoli alberi e fino a 150 km/h per popolamenti particolarmente resistenti) le forze di resistenza dell'albero sono largamente inferiori di quelle esercitate dalla massa d'aria e i fattori strutturali svolgono quindi un ruolo marginale (Motta et al., 2018).

---

<sup>1</sup> Si definisce *stroncamento* la rottura del fusto della pianta al di sopra del colletto, *svettamento* la rottura del fusto nella metà superiore; si parla invece *sradicamento* quando vi è un cedimento dell'ancoraggio radicale che causa l'abbattimento del fusto ed estrusione delle radici dal suolo (Stathers R. J. et al., 1994)

<sup>2</sup> Il rapporto di snellezza o rapporto ipsodiametrico rappresenta il rapporto fra l'altezza totale di una pianta in m e il diametro a petto d'uomo in cm di questa; quando supera certi valori critici è indice di scarsa stabilità (La Marca O., 2017).

## 1.2 Dinamiche post-disturbo

Gli schianti causati dalla tempesta Vaia nel 2018 hanno di conseguenza causato altri schianti. La creazione di nuovi margini all'interno dei popolamenti colpiti, dove questi non sono stati abbattuti completamente, ha fatto sì che venissero esposte delle piante che fino a prima si trovavano all'interno del popolamento. Questi individui portavano la chioma molto in alto e risultavano essere molto filati (rapporti di snellezza elevati), di conseguenza presentavano una scarsa stabilità meccanica generale. Ad un qualunque evento di vento forte, anche se non elevato, questi margini di neo-formazione risultano più suscettibili allo schianto ed è quello che si è verificato negli anni a seguire la tempesta Vaia, con la creazione di un "effetto domino" che, in certi casi, ha portato alla completa distruzione di quelle parti di popolamenti sopravvissute alla tempesta nel 2018.

I nuovi margini formati a seguito degli schianti ricoprono un ruolo fondamentale per l'insediarsi della nuova rinnovazione. Essi, infatti, fungono da piante madri e porta-seme responsabili della disseminazione della nuova generazione. In tal senso la distanza dal margine risulta un fattore determinante: più ci si allontana dal margine minore sarà la disponibilità di seme (Mantero G. et al, 2023).

In generale, i disturbi, come gli schianti da vento, causano variazioni di growing space<sup>3</sup> in quanto eliminano delle piante esistenti in un'area e rendono disponibili risorse per altre piante (Mitchell S. J., 2013). Tali disturbi alterano dunque la disponibilità di nutrienti incorporando sostanza organica nel suolo attraverso la degradazione della necromassa. L'acqua disponibile aumenta, dal momento che non viene più intercettata e trattenuta dalle piante in piedi, arrivando direttamente al suolo in quantità maggiori. Accresce anche la disponibilità di ossigeno per le radici, così come la quantità di luce che raggiunge il suolo incrementando l'attività microbica.

Per quanto concerne il caso Vaia, la porzione di sostanza organica incorporata nei siti colpiti dagli schianti attraverso il rilascio di necromassa è minima in quanto il tempo passato dal disturbo è limitato.

---

<sup>3</sup> Per "growing space" si intende lo spazio di crescita di una pianta; più in generale viene inteso come un concetto astratto che descrive la capacità delle piante di crescere finché un fattore necessario per l'accrescimento non diventa limitante.



La disponibilità di spazio e risorse è comunque molto elevata nelle aree colpite e ciò può favorire l'insediamento di una certa quota di rinnovazione naturale.

Le prime fasi della successione secondaria si caratterizzano per l'assenza di copertura forestale. A seguito di un disturbo, in questo caso la tempesta Vaia, il suolo è privo della copertura del soprassuolo che viene abbattuto dal vento. Questo fattore incrementa la produttività delle specie vegetali del sito, che in queste fasi possiede un'elevata complessità strutturale e spaziale (Swanson et. Al, 2010).

Nelle prime fasi dello sviluppo degli ecosistemi forestali di successione secondaria sono spesso dominanti le specie erbacee opportunistiche. Molte di queste specie infestanti, in particolare quelle annuali, diminuiscono rapidamente nel corso delle stagioni vegetative successive al disturbo. Alcuni individui, però, persistono come parte della comunità vegetale fino all'affermazione di arbusti e alberi che li superano in altezza. Di conseguenza, emergono diverse comunità vegetali di specie erbacee, arbustive e arboree; questo, combinato con l'eredità strutturale dell'ecosistema pre-disturbo, spesso si traduce in elevati livelli di ricchezza strutturale (FIGURA 1.5 e 1.6), (Swanson et. Al, 2010, Fierke M. E Kauffman J., 2006), ma allo stesso tempo può ritardare di molto l'insediarsi della rinnovazione naturale aumentando la competizione per le risorse.



*FIGURE 1.5 e 1.6 Comunità vegetali presenti sui siti oggetto di studio. Si può notare la presenza di specie erbacee, arbusti e resti del popolamento precedente il disturbo.*

Lo schianto delle piante all'interno dei siti colpiti e il conseguente ribaltamento delle ceppaie causano delle modificazioni a livello di microtopografia. Queste modificazioni possono avere degli effetti sull'insediamento di nuova rinnovazione naturale. La capacità di intercettazione dei semi e la successiva germinazione e crescita varia al variare dei micrositi che si formano dopo il disturbo (Simon et al., 2011).

Nello specifico, in seguito a disturbi da vento sono caratteristici i micrositi che si vanno a formare sulle ceppaie ribaltate. Il ribaltamento dell'albero e la conseguente estrusione dell'apparato radicale fanno sì che la porzione di suolo più superficiale resti attaccata alle radici e venga rialzata da terra. Allo stesso tempo il ribaltamento della pianta causa l'esposizione di una certa quantità di suolo minerale. Nel dettaglio, queste due morfologie prendono il nome di mound, riferito alla porzione di suolo rialzata e coesa all'apparato radicale, e pit, che si riferisce alla porzione di suolo minerale esposto, figura 1.7 (Carlton G. e Bazzaz, 1998).

Vi sono alcune specie che hanno la particolare capacità di stabilirsi e crescere in queste particolari morfologie, anche se in generale le piante della rinnovazione si insediano più difficilmente e in proporzione minore nelle zone di pit (Simon et al., 2011).

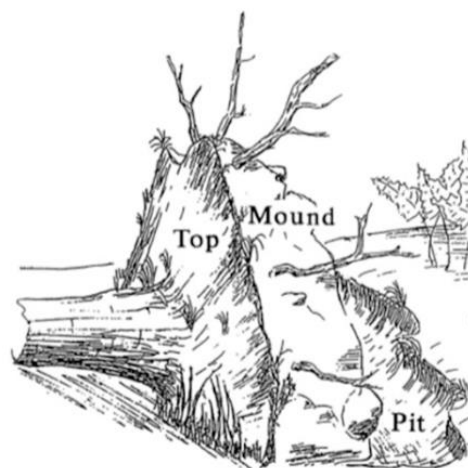


FIGURA 1.7 Pit e mound di una ceppaia ribaltata (Carlton G. e Bazzaz, 1998).

A seguito di un disturbo su popolamenti forestali, in particolare se questi hanno funzione di produzione, l'esbosco forzoso (salvage logging) del legname caduto a terra è una pratica molto diffusa, soprattutto per fini economici. Le conseguenze del salvage logging però sono spesso negative per gli ecosistemi forestali, in particolar modo quando queste pratiche vengono effettuate in modo e massivo in brevi periodi (Fidej G. et al, 2015).

Il compattamento degli strati più superficiali del suolo influenza negativamente l'insediamento di rinnovazione; questa fatica a svilupparsi poiché questo tipo di suolo possiede meno nutrienti ed essendo compattato limita o in alcuni casi non permette lo sviluppo dell'apparato radicale delle piante (Curzon M. et al., 2014).



## 2. Obiettivi dello studio

L'obiettivo principale di questa tesi è analizzare le dinamiche di insediamento della rinnovazione naturale in tre siti dove si sono verificati schianti da vento ad elevata severità a seguito della tempesta Vaia.

In particolare, si vogliono evidenziare i seguenti aspetti:

- Valutare se vi è una relazione tra la densità di individui della rinnovazione e la distanza progressiva dal margine dello schianto e successivamente osservare se le piante sopravvissute al margine dello schianto influenzano la composizione specifica della rinnovazione che si insedia all'interno dell'area schiantata.
- Stabilire se la copertura del suolo presente sull'area schiantata influenza l'insediarsi di nuovi individui e quindi stimare l'eventuale competizione tra la rinnovazione arborea e lo strato erbaceo-arbustivo insediatosi negli anni successivi allo schianto.
- Definire in che misura l'alterazione della microtopografia (in particolare con la morfologia a pit and mound) in conseguenza al ribaltamento delle piante e la successiva estrusione del loro apparato radicale, influenza il numero e la tipologia di specie che si insediano.
- Osservare se il compattamento del suolo causato dal ripetuto passaggio di macchinari pesanti sui siti durante i lavori di esbosco può avere conseguenze sulla germinazione dei semi e la crescita di nuova rinnovazione.
- Stimare su base qualitativa e quantitativa la rinnovazione naturale presente attualmente sulle aree colpite dagli schianti e confrontare la situazione attuale con i dati rilevati durante un precedente monitoraggio effettuato nel 2021.



### 3. Inquadramento dell'area oggetto di studio

Per questo studio sono stati presi in considerazione tre diversi schianti causati dalla tempesta Vaia distribuiti sul versante Ovest della dorsale Col Visentin, in provincia di Belluno.

Ognuno degli schianti ricade all'interno di una delle particelle del Piano di Riassetto Forestale del Comune di Belluno, in particolare la particella B005/0 (Col dei Pez), la B006/0 (Vallavia Alta) e la E009/0 (Pian Grand), figura 3.1.

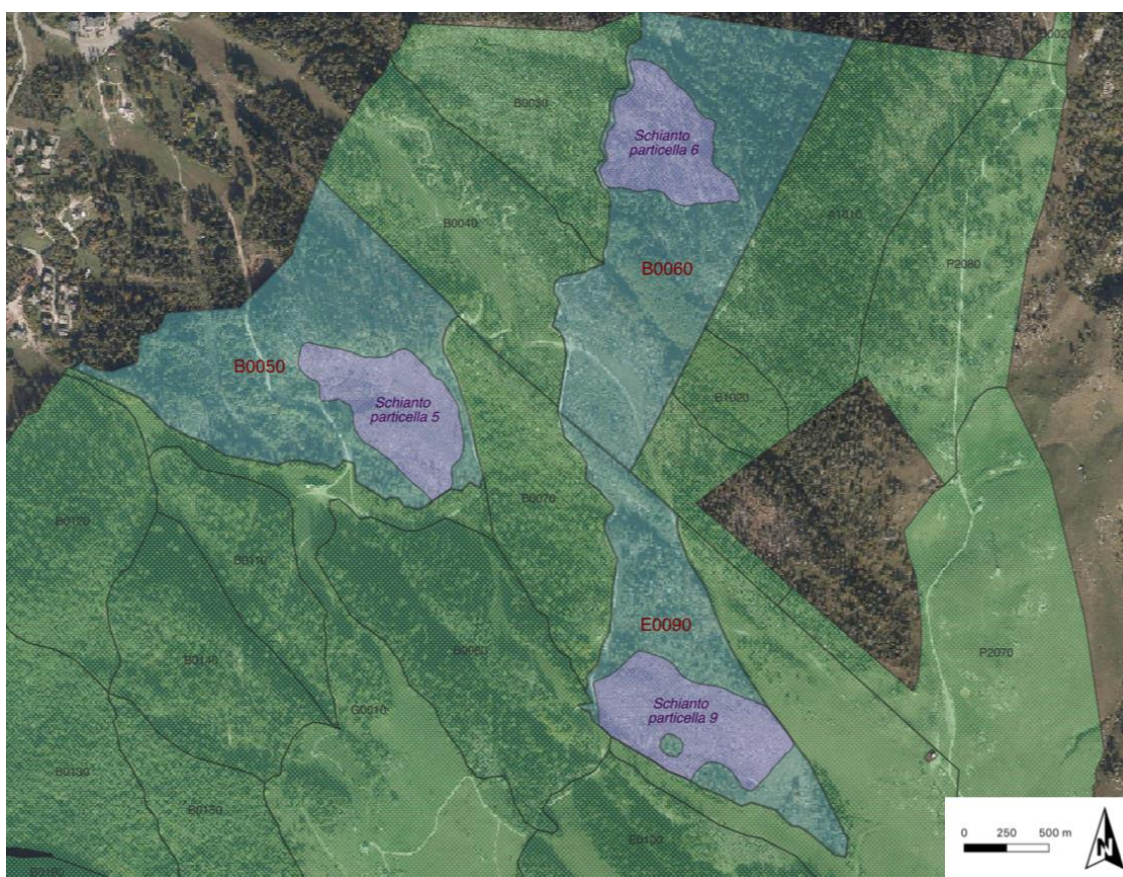


FIGURA 3.1 Le particelle B005/0, B006/0 e E009/0 del Piano di Riassetto Forestale del Comune di Belluno e gli schianti all'interno di queste.

Per ognuna delle tre particelle segue una breve descrizione particellare, tratta dal Piano di Riassetto Forestale dei Beni Silvo-Pastorali del Comune di Belluno, in cui vengono evidenziati la localizzazione, la composizione a livello di specie e la tipologia forestale prevalente, le principali caratteristiche stagionali, la quantità di legname schiantato esboscato e il periodo di fine lavori di esbosco forzoso (Comune di Belluno, 2023).

I dati e le caratteristiche stazionali riportati sono utili per comprendere in che modo possono aver influenzato lo schianto delle piante e successivamente l'insediamento della rinnovazione naturale.

Tutte le immagini riportate in questo capitolo sono state realizzate attraverso il software QGIS in scala 1:50000 a partire dagli shapefile resi disponibili dalla Regione Veneto sul suo Geoportale.

### 3.1 Particella 5 – Col dei Pez

La particella B005/0 del piano di assestamento 050\_4 del Comune di Belluno si trova in località Col dei Pez e si estende per una superficie totale di 25,44 ettari, 25,18 dei quali a copertura forestale (FIGURA 3.2).

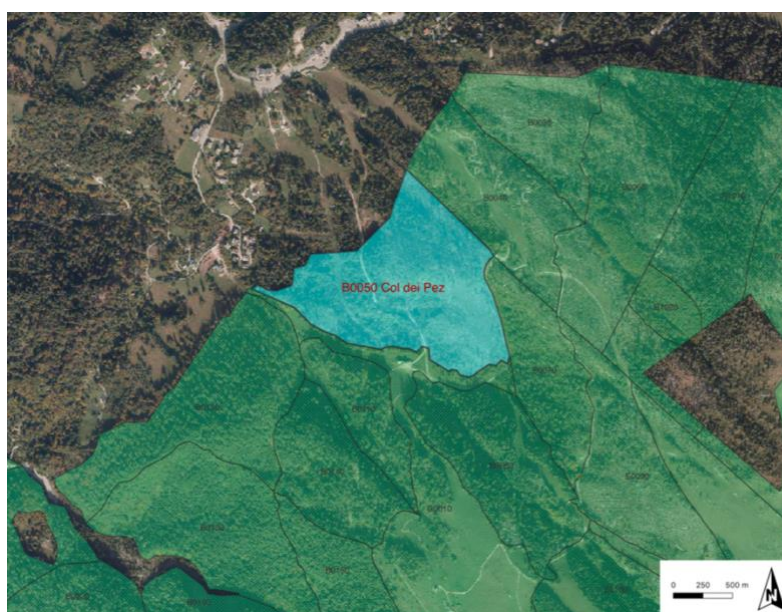


FIGURA 3.2 Particella B005/0 – Col dei Pez.

La struttura del popolamento era coetanea ed aveva funzione di produzione; il tipo forestale prevalente era quello di pecceta (rimboschimento artificiale di abete rosso) su faggeta montana tipica esalpica.

esalpica. L'altitudine prevalente è di 1171 m.s.m. con altitudine minima di 1034 m.s.m. e massima di 1262 m.s.m. La particella possiede un'assolazione totale annua maggiore di 1800 ore e la pendenza è compresa tra i 10 e i 20 gradi.

La profondità del suolo varia dai 30 ai 50 cm, il pH dell'orizzonte B è sub acido-alcino (> 7,5) e il pH dell'humus sub acido (compreso tra 5 e 6,5).



La particella risulta attraversata da una strada forestale e nella porzione a monte della stessa, la particella era composta da un popolamento di origine artificiale di circa 80-90 anni di Abete Rosso e Larice a struttura tendenzialmente monoplana, mentre invece nella sua porzione al di sotto della strada il popolamento si componeva di una giovane fustaia di latifoglie insediatasi naturalmente a seguito di alcuni schianti da vento verificatisi negli anni Ottanta.

Lo schianto provocato dalla Tempesta Vaia in questa particella si estende per circa 5,5 ettari ed è concentrato nella parte meridionale della particella, ovvero dove era presente la fustaia matura monoplana. Dopo lo schianto sono sopravvissuti solamente individui di Larice e alcune latifoglie, mentre invece quelli di Abete Rosso sono stati tutti abbattuti.

In totale, ad oggi, sono stati esboscati 2848,072 m<sup>3</sup> di legname. I lavori di esbosco sono stati eseguiti attraverso l'utilizzo di harvester e forwarder nella porzione più bassa dello schianto mentre invece nella parte alta, più ripida, sono state installate più linee di gru a cavo; i lavori sono terminati nel settembre del 2021.

### 3.2 Particella 6 – Vallavia Alta

La particella B006/0 del piano di assestamento 050\_4 del Comune di Belluno è situata in località Vallavia Alta e si estende per un'area complessiva di 27,25 ettari, di cui 26,28 di superficie boscata (FIGURA 3.3).

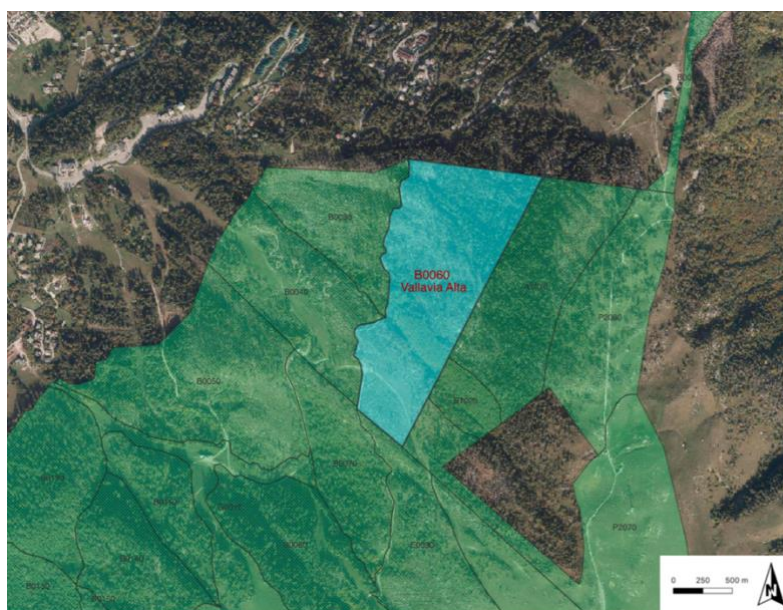


FIGURA 3.3 Particella B006/0 – Vallavia Alta.

Il popolamento si presentava come una fustaia coetanea matura a struttura monoplana con funzione di produzione; la tipologia forestale prevalente era quella di pecceta (rimboschimento artificiale di abete rosso) su faggeta montana tipica esalpica.

L'altitudine prevalente della particella è di 1342 m.s.m. e varia da una minima di 1269 m.s.m. ad una massima di 1402 m.s.m. L'assolazione totale annua è compresa tra le 1400 e le 1800 ore e l'inclinazione tra i 10 e i 20 gradi.

La profondità del suolo varia dai 30 ai 50 cm, l'orizzonte B possiede un pH sub acido-alcino (> 7,5) mentre il pH dell'humus risulta essere neutro (varia da 6,5 a 7,5).

La particella era formata da un popolamento di origine artificiale di Abete Rosso (66%), Larice (22%), Faggio (7%) e altre latifoglie (1%).

Lo schianto è localizzato nella parte centrale della particella e si estende per circa 27,25 ettari; la maggior parte delle piante di Abete Rosso sono state sradicate dal vento, anche con eventi di disturbo successivi alla tempesta Vaia nel 2018, mentre hanno resistito alcune piante di Larice e di alcune latifoglie.

Ad oggi sono stati esboscati 2141,046 m<sup>3</sup> di legname schiantato; i lavori di esbosco forzoso sono stati eseguiti con harvester e forwarder e successivamente tramite l'installazione di più linee di gru a cavo; i lavori sono stati conclusi nell'agosto del 2021.

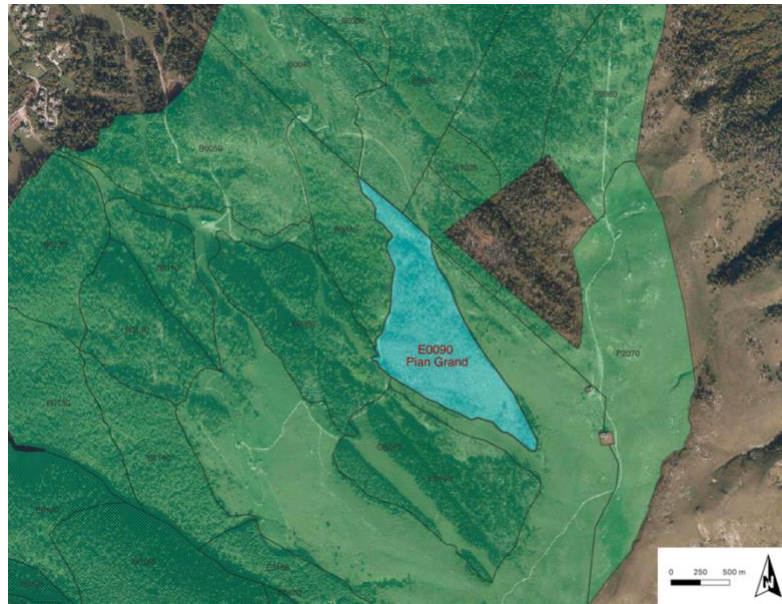
### **3.3 Particella 9 – Pian Grand**

La particella E009/0 del piano di assestamento 050\_4 del Comune di Belluno è situata in località Pian Grand e possiede una superficie totale di 16,71 ettari, della quale 15,20 a copertura forestale (FIGURA 3.4).

Il popolamento forestale si componeva di una fustaia coetanea matura a struttura monoplana con funzione di protezione; il tipo forestale prevalente era quello di pecceta (rimboschimento artificiale di abete rosso) su faggeta montana tipica esalpica.

La particella presenta un'altitudine prevalente di 1446 m.s.m. con altitudine minima di 1341 m.s.m. e massima di 1561 m.s.m.; inoltre questa possiede un'assolazione totale annua maggiore di 1800 ore e la pendenza è compresa tra i 20 e i 30 gradi.

La profondità del suolo è minore di 30 cm, il pH dell'orizzonte B è sub acido-alcino (> 7,5) e il pH dell'humus neutro (compreso tra 6,5 e 7,5). All'interno della particella sono presenti movimenti franosi.



*FIGURA 3.4 Particella E009/0 – Pian Grand.*

Il popolamento di origine artificiale si componeva di Abete Rosso (65%) e Larice (35%).

Lo schianto provocato dalla tempesta Vaia si concentra nella parte meridionale della particella e si estende per 6,4 ettari; in questo caso solo la minima parte delle piante ha resistito allo schianto e le poche piante sopravvissute si concentrano sui margini e sono per lo più individui di larice e di latifoglie.

I lavori di esbosco forzoso sono stati eseguiti con harvester e forwarder nonostante le pendenze elevate di alcune zone; in totale sono stati esboscati 753 m<sup>3</sup> di legname e i lavori di esbosco sono terminati nell'estate del 2020.



## 4. Strumenti e metodi

### 4.1 Tipologie di rilievo

Avendo questo studio molteplici obiettivi, sono stati adottati diversi metodi e tipologie di rilievo e campionamento; ognuna di queste è specifica e varia in base all'obiettivo atteso.

Sono stati adottati quattro diversi metodi di campionamento: lungo un transetto lineare, all'interno di aree di saggio circolari, su ceppaie ribaltate e lungo le piste di esbosco; segue una descrizione del protocollo di campionamento per ognuno di questi e un'esposizione di come sono stati effettuati i rilievi nei siti interessati dallo studio.

Ogni schianto è stato numerato, in particolare quello della particella B005/0 viene definito sito 1, quello della B006/0 sito 2 ed infine quello della particella E009/0 sito 3.

#### 4.1.1 Campionamento su transetti lineari

Per evidenziare una possibile relazione, vengono effettuati dei rilievi lineari a partire da un margine lungo l'area dello schianto. In direzione interna a questo, viene stesa una cordella metrica di lunghezza pari a 50 m. Lungo la lunghezza della cordella ogni cinque metri viene svolta un'area di saggio di 1 m<sup>2</sup> di forma quadrangolare, il cui centro ricade sul numero misurato sulla cordella (FIGURA 4.1). Per ogni transetto vengono svolte in totale 10 aree di saggio.

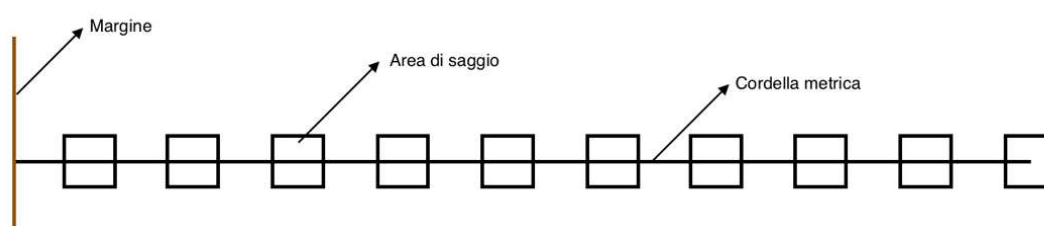


FIGURA 4.1 Rilievo lungo transetto lineare.

All'interno di ognuna delle singole aree di saggio sono conteggiate il numero di piante appartenenti alla rinnovazione naturale, la specie a cui appartengono, la classe di altezza<sup>4</sup> e l'età stimata<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> L'altezza viene misurata in base a tre diverse categorie: minore di 20 cm; compresa tra 20 e 150 cm; maggiore di 150 cm.

<sup>5</sup> L'età è riferita al momento di disturbo: per ogni pianta viene definita come pre o post tempesta Vaia.

In ognuno dei tre siti sono stati eseguiti 9 rilievi di questo tipo per un totale di 27 transetti (FIGURE 4.2, 4.3 e 4.4). Inizialmente i dati sono stati raccolti in loco su tabelle di campo create precedentemente (Allegato 1) e successivamente sono stati riordinati e trascritti su dei fogli di calcolo Excel.

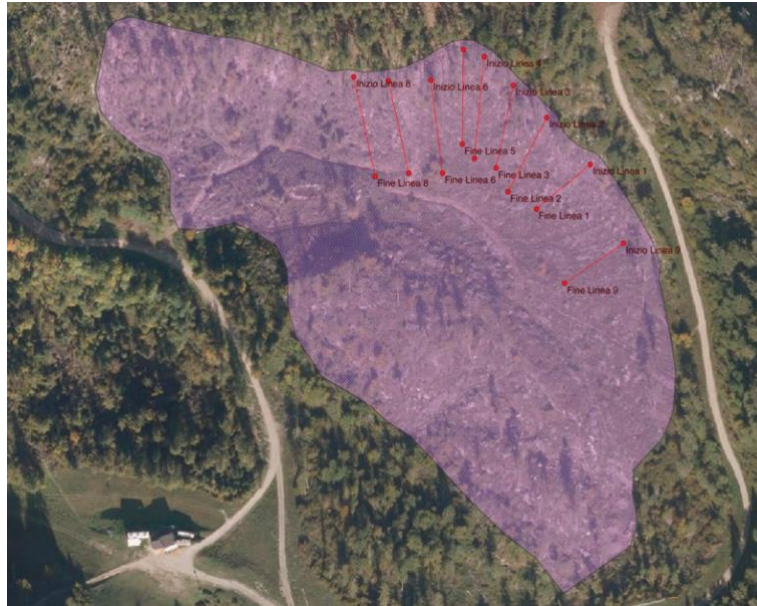


FIGURA 4.2 Rilievi su transetti lineari all'interno dello schianto del sito 1.



FIGURA 4.3 Rilievi su transetti lineari all'interno dello schianto del sito 2.

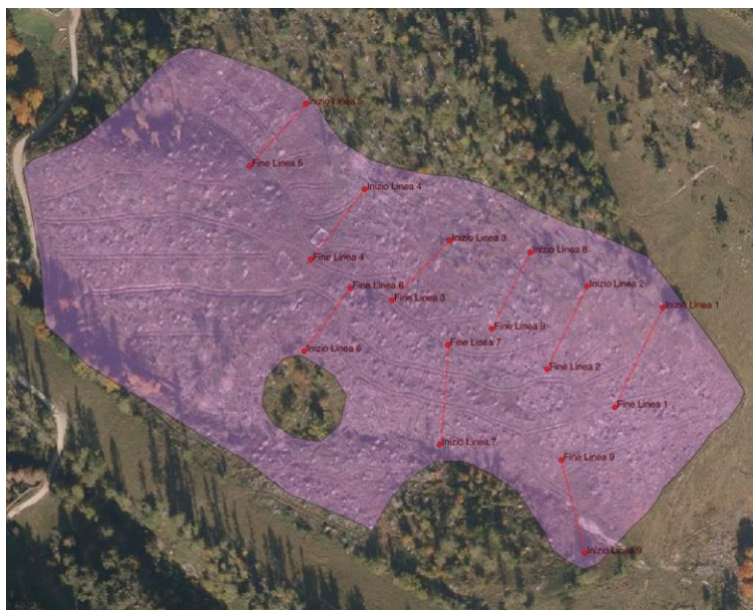


FIGURA 4.4 Rilievi su transetti lineari all'intero dello schianto del sito 3.

Questo tipo di campionamento serve per raccogliere dati utili a definire una possibile relazione tra il tipo di rinnovazione naturale presente all'interno dell'area dello schianto e le piante in piedi presenti sui margini di questo ed inoltre per evidenziare una possibile relazione tra il numero di piante e la distanza progressiva dal margine.

#### 4.1.2 Campionamento in aree di saggio circolari

Sono state create delle aree di saggio di forma circolare di raggio 4 metri. Il centro di tale area di saggio è stabilito in maniera casuale all'interno dello schianto, mentre il perimetro della circonferenza è delineato tramite l'utilizzo di una cordella metrica, assumendo un raggio di 4m (FIGURA 4.5).

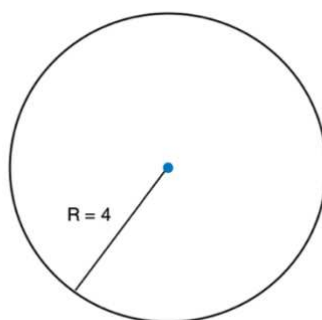


FIGURA 4.5 Area di saggio circolare di raggio 4 metri.

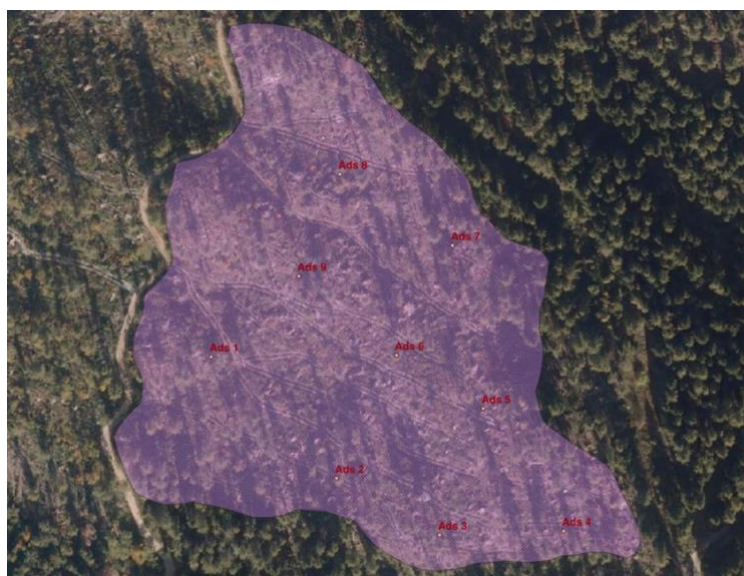
All'interno dell'area di saggio, in senso orario, vengono contati gli individui di rinnovazione presente e per ognuno di questi viene annotata la specie a cui appartengono e la classe di altezza. Oltre a questo, viene stimata in percentuale la copertura del suolo, ovvero la presenza di arbusti, specie erbacee a foglia stretta e specie erbacee a foglia larga, suolo compattato e suolo non compattato scoperto, presenza di roccia affiorante e necromassa.

Anche in questo caso i dati sono stati inizialmente raccolti sul campo in delle tabelle (Allegato 2) e successivamente riportati su dei fogli di calcolo Excel.

Per ognuno dei tre siti sono stati eseguiti 9 rilievi di questo tipo, sparsi in modo casuale su tutta la superficie dello schianto (FIGURE 4.6, 4.7 e 4.8).



*FIGURA 4.6 Aree di saggio circolari sullo schianto nel sito 1.*



*FIGURA 4.7 Aree di saggio circolari sullo schianto nel sito 2.*





FIGURA 4.8 Aree di saggio circolari sullo schianto nel sito 3.

La stima della copertura del suolo attualmente presente è stata effettuata per analizzare se vi sia un'influenza sulla rinnovazione presente. Inoltre, con questi rilievi è possibile raccogliere dati utili a definire la quantità e la composizione specifica della rinnovazione presente mediamente sullo schianto.

#### 4.1.3 Campionamento su ceppaie

Dopo aver individuato in maniera casuale all'interno dello schianto una ceppaia ribaltata, questa viene numerata e viene definita la dimensione dell'area del suolo lasciato scoperto in conseguenza al suo ribaltamento ed estrusione del suo apparato radicale, misurando il diametro maggiore e minore dell'area; oltre a questo viene stimata la percentuale dell'area definita come pit (FIGURA 4.9).

Successivamente vengono conteggiate le piante della rinnovazione naturale presenti, per ognuna di queste ne viene definita la specie e la posizione annotando se queste si trovano sul pit o sul mound ("P", pit o "M", mound).

In seguito, si definisce attorno alla ceppaia e al pit una corona circolare di larghezza 1 metro di suolo non modificato dal ribaltamento della ceppaia, all'interno della quale vengono conteggiate le piante, di cui si riporta la specie e la posizione (in questo caso sarà "C", intendendo la corona circolare).



FIGURA 4.9 Esempio di ceppaia campionata all'interno del sito 2. Si possono notare il mound e il pit, ovvero la porzione di suolo minerale lasciato esposto.

Per ogni schianto sono state individuate 20 ceppaie sulle quali sono stati poi svolti i rilievi (FIGURE 4.10, 4.11, 4.12).



FIGURA 4.10 Distribuzione ceppaie campionate nello schianto del sito 1.



FIGURA 4.11 Distribuzione ceppaie campionate nello schianto del sito 2.



FIGURA 4.12 Distribuzione ceppaie campionate nello schianto del sito 3.

Questa tipologia di rilievo ha lo scopo di raccogliere dati utili ad analizzare in che modo la modificazione degli orizzonti più superficiali del suolo e nello specifico la microtopografia a pit and mound, possano influenzare l'insediamento della rinnovazione; inoltre viene definita la presenza di rinnovazione naturale in termini quantitativi e qualitativi.

Come nei due casi precedenti, i dati sono stati raccolti sul campo in delle tabelle precedentemente create (Allegato 3) e successivamente riordinati e riportati in dei fogli Excel per la successiva analisi.

#### 4.1.4 Campionamento su ormaie

Sono state svolte delle aree di saggio lungo le piste create durante i lavori di esbosco forzoso. Dopo aver individuato le piste d'esbosco all'interno dei siti presi in considerazione per questo studio, sono state fatte delle aree di saggio di forma quadrangolare e di area pari a 2 m<sup>2</sup> su queste; nel dettaglio sono state svolte 50 aree di saggio che sono state divise in due sotto aree di 1 m<sup>2</sup>, la prima veniva fatta sull'ormaia e la seconda sul suolo non interessato dal compattamento, parallelamente a questa.

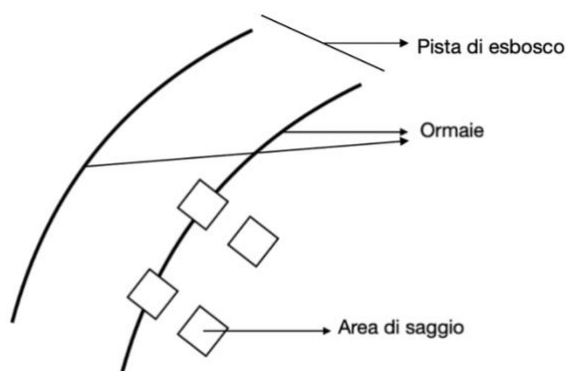


FIGURA 4.15 Rilievo lungo le piste di esbosco.

In ognuna di queste aree venivano contati il numero di piante, la specie a cui appartenevano, la classe di altezza (stimata in tre categorie, 0-20 cm, 20-150 cm e > 150 cm) e l'età stimata (pre o post Vaia).

I dati sono stati raccolti sul campo in delle tabelle (Allegato 4) e successivamente riordinati e riportati in dei fogli Excel per la successiva analisi.

Attraverso il successivo confronto tra la rinnovazione presente sul suolo compattato e su quello non compattato, in particolare sulla base del numero di piante e sulla loro altezza, si potrà evidenziare un possibile effetto limitante prodotto dalla compattazione del suolo.

## 4.2 Analisi dei dati

Per ognuno dei tipi di campionamento sopra descritti i dati raccolti sono stati organizzati in dataset a partire dai quali sono state effettuate delle analisi di tipo statistico.

Tutte le rielaborazioni grafiche sono state effettuate attraverso l'utilizzo del software Excel e tutte le analisi statistiche tramite il software Past.

Nel dettaglio sono state eseguite le seguenti tipologie di rielaborazioni e analisi.

- Con i dati raccolti lungo i transetti lineari sono state effettuate delle regressioni di tipo lineare. Sono state prese in considerazione come variabile indipendente la distanza progressiva a partire dal margine mentre come variabile dipendente numero di piante conteggiate lungo i transetti. Per calcolare una possibile correlazione tra la distanza progressiva e il numero di piante lungo questa viene utilizzata la correlazione lineare di Pearson, che rende il grado di correlazione tra le due variabili (distanza dal margine e numero di piante) e il valore di significatività dell'analisi. Per questo studio si considera un intervallo di confidenza del 95% ovvero un valore del *p-value* inferiore a 0,05. La rielaborazione grafica ha reso dei grafici a dispersione con una linea di tendenza
- I dati di copertura del suolo sono stati rappresentati tramite un grafico a colonne in pila che riporta la distribuzione dei diversi tipi di copertura in tutte le aree campionate. Successivamente viene riportato un grafico a torta rappresentate la copertura media e le tabelle dei dati da cui questi vengono creati.  
Dai rilievi all'interno delle aree di saggio circolari sono state evidenziate le specie più rappresentate e per ognuna di queste è stata calcolata una correlazione con i tipi di copertura del suolo predominanti (per entrambi viene fissata una soglia minima di rappresentazione del 10%). Attraverso l'utilizzo del software Past viene calcolato il grado di correlazione e la significatività di questo con l'utilizzo della correlazione lineare di Pearson.

- Le analisi che riguardano i dati raccolti sulle ceppaie ribaltate sono state divise in due parti principali. Nella prima è stato svolto un confronto della rinnovazione rispetto alla zona di pit e quella di mound; nella seconda invece il confronto è stato svolto tra la rinnovazione sulle ceppaie ribaltate (pit + mound) e quella sulla zona limitrofa a queste (corona circolare).

Nel dettaglio sono state fatte le seguenti analisi e rielaborazioni grafiche. È stato eseguito un t-test per verificare se vi fosse una differenza significativa nella numerosità degli individui della rinnovazione presenti sulle zone di pit e su quelle di mound all'interno dei tre siti. Successivamente sulla base della numerosità delle piante sono stati creati dei box-plot per ognuno dei tre siti per osservare la variabilità di queste ultime sulle zone di pit e di mound. Sono stati poi aggregati i dati di tutti i siti per svolgere un'analisi generale. Per evidenziare una differenza significativa tra la distribuzione in numero delle piante tra le due tipologie di morfologia è stato svolto un t-test, conoscendo il numero di piante sul pit e sul mound per ogni ceppaia si ottengono due serie di dati, alle quali viene sottoposto il test. Infine, sono stati creati un grafico a colonne raggruppate e un box-plot rispettivamente al numero di individui presenti sulle due diverse morfologie.

Per quanto riguarda il confronto tra la rinnovazione sulle ceppaie e sulla corona circolare intorno a queste sono state svolte le stesse analisi e creati gli stessi grafici del confronto tra la rinnovazione sul pit e sul mound, come descritto sopra.

Considerando la rinnovazione campionata sul pit e sul mound è stata calcolata la presenza percentuale di ognuna delle specie presenti in queste due morfologie e sulla base di questi risultati sono stati creati dei grafici a pile raggruppate. Infine, è stata stimata la densità media a metro quadro di ognuna delle specie presenti.

- La numerosità delle piante conteggiate sulle ormaie e sul suolo limitrofo è stata rappresentata tramite l'utilizzo di un grafico a colonne raggruppate, riportante il numero di piante conteggiate sui due diversi tipi di posizione (suolo compattato e non), e un box-plot, col fine di evidenziare la variabilità dei dati nelle due diverse tipologie di area. È stato applicato un t-test per stabilire se la differenza tra la numerosità degli individui presenti sulle ormaie e sul suolo non compattato sia statisticamente significativa.

- A partire dai dati raccolti nei tre diversi tipi di campionamento, per ognuno di questi, vengono realizzate delle tabelle riportanti le specie rappresentate nei tre siti e la loro quantità. Sulla base dei dati raccolti con le prime due tipologie di campionamento (lungo transetto lineare e all'interno di aree circolari) viene stimata la distribuzione nelle tre classi di altezza definite per questo studio (0-20 cm, 20-150 cm e > 150 cm) della rinnovazione presente nei tre siti. Infine, basandosi sui dati raccolti all'interno delle aree di saggio circolari, nelle aree di saggio lungo i transetti lineari e sulle ceppaie, è stata calcolata la densità media ad ettaro del numero di piante presenti nei diversi siti.





## 5. Risultati

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle analisi svolte.

### 5.1 Distribuzione delle piante sulla distanza progressiva dal margine

Per ogni sito preso in considerazione da questo studio è stata utilizzata la correlazione lineare di Pearson per analizzare la relazione tra la distanza progressiva dal margine ed il numero di piante rilevate. I risultati sono stati riportati nei grafici a dispersione. Ognuno di questi riporta la linea di tendenza dei punti presenti sul grafico a dispersione, con la sua equazione e il valore dell' $r^2$ .

Per questo tipo di analisi non sono state conteggiate le piante appartenenti alla rinnovazione antecedente Vaia, ma solamente quelle insediatesi successivamente.

All'interno del sito 1 sono stati svolti 9 transetti lineari. In totale sono stati conteggiati 207 individui appartenenti alla rinnovazione, quindi mediamente 23 per transetto. Il test di correlazione lineare (TAB. 5.1) ha riportato un grado di correlazione pari a -0,23 e un  $p$ -value di 0,032.

Correlazione distanza_progressiva e numero_piante SITO 1		
	d_progr	n_piante
d_progr		<u>0,032396</u>
n_piante	-0,22576	

TABELLA 5.1 Test di correlazione lineare di Pearson tra la distanza progressiva a partire dal margine dello schianto e il numero di piante presenti lungo questa all'interno dei 9 transetti nel sito 1.

Attraverso l'analisi di regressione lineare è stato creato un grafico (GRAFICO 1). La linea di tendenza ha pendenza negativa pari a -0,027 e un valore di  $r^2$  uguale a 0,051. Questo esplica ancor di più la correlazione della numerosità delle piante rispetto alla distanza. Come si può notare dal grafico, la numerosità tende a diminuire all'aumentare della distanza. La regressione ha reso un  $p < 0,05$  e per questo la relazione si può considerare significativa.

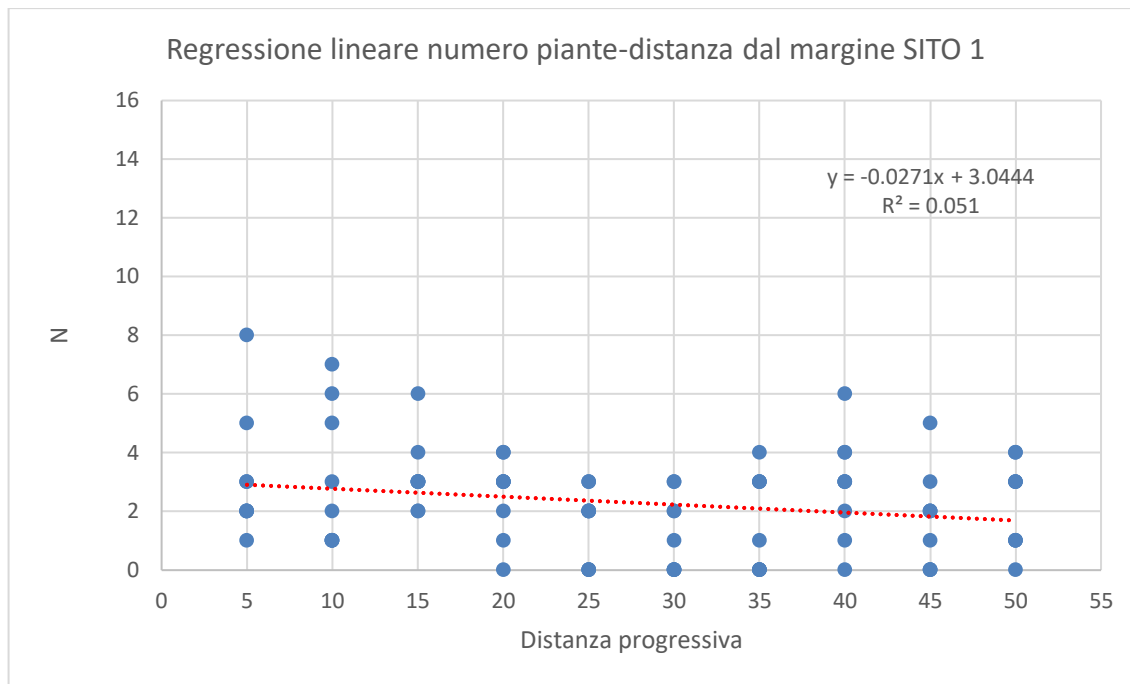


GRAFICO 1 Regressione lineare del numero piante (variabile dipendente) rispetto alla distanza progressiva a partire dal margine (variabile indipendente) all'interno del sito 1.

Analogamente al sito 1, nel sito 2 sono stati svolti 9 transetti lineari. In totale sono stati conteggiati 387 individui appartenenti alla rinnovazione, quindi mediamente 43 per transetto. Come nel caso precedente è stato svolto un test di correlazione lineare (TAB. 5.2), che ha riportato un grado di correlazione pari a -0,22 e un *p-value* di 0,04.

Correlazione distanza_progressiva e numero_piante SITO 2		
	d_progr	n_piante
d_progr		<u>0,040355</u>
n_piante	-0,21655	

TABELLA 5.2 Test di correlazione lineare di Pearson tra la distanza progressiva a partire dal margine dello schianto e il numero di piante presenti lungo questa all'interno dei 9 transetti nel sito 2.

Anche in questo caso è stato creato un grafico a partire dalla regressione lineare delle due variabili (GRAFICO 2). La linea di tendenza ha pendenza di -0,053 e un  $r^2$  pari a 0,047. Anche in questo caso viene evidenziata la relazione del numero di piante rispetto alla distanza dal margine, che diminuisce all'aumentare di quest'ultima. Anche in questo caso la regressione è significativa ( $p < 0,05$ ).

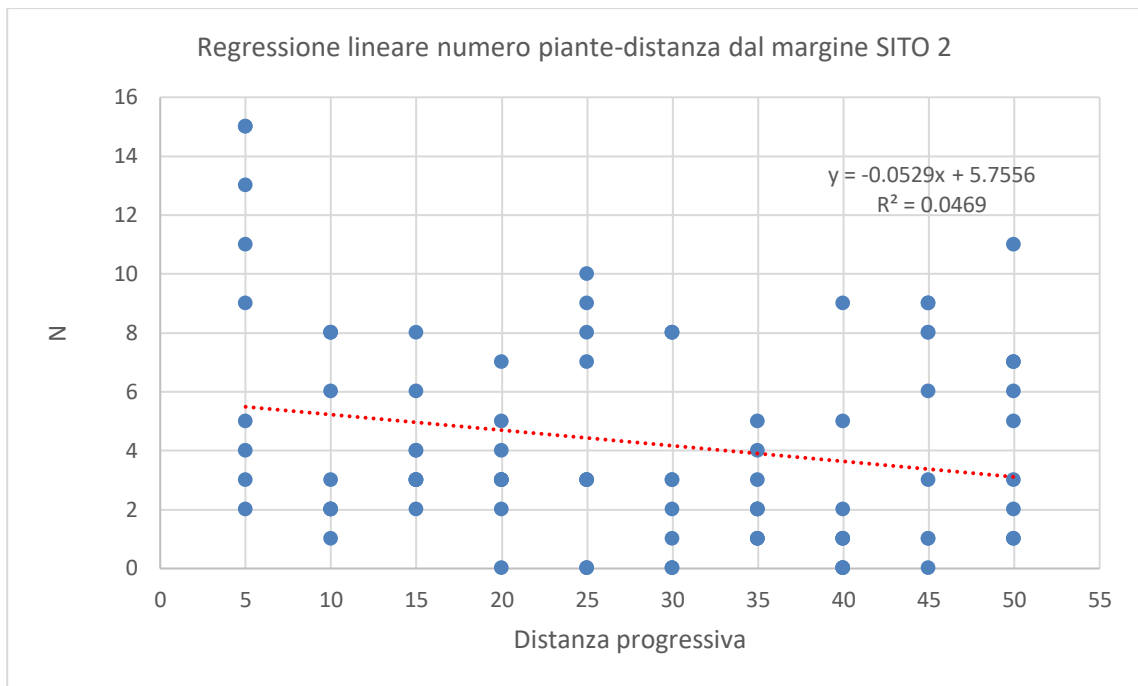


GRAFICO 2. Regressione lineare del numero piante (variabile dipendente) rispetto alla distanza progressiva a partire dal margine (variabile indipendente) all'interno del sito 2.

Sono state svolte le stesse analisi dei due casi precedenti anche nel sito 3. In questo caso il numero totale di piante campionate è pari a 259 e la media per ognuno dei nove transetti è di 29 individui. Come riportato in tabella 5.3 in questo caso il grado di correlazione è pari a -0,25 e il *p-value* risulta uguale a 0,018.

Correlazione distanza_progressiva e numero_piante SITO 3		
	d_progr	n_piante
d_progr		<u>0,018363</u>
n_piante	-0,24814	

TABELLA 5.3 Test di correlazione lineare di Pearson tra la distanza progressiva a partire dal margine dello schianto e il numero di piante presenti lungo questa all'interno dei 9 transetti nel sito 3.

Come nei casi precedenti è stata svolta una regressione lineare (GRAFICO 3). La linea di tendenza ha una pendenza di -0,045 e un  $r^2$  uguale a 0,062. La regressione evidenzia quindi come, anche in questo caso, all'aumentare della distanza la numerosità delle piante diminuisce. La relazione è risultata significativa poiché ha reso un *p-value* < 0,05.

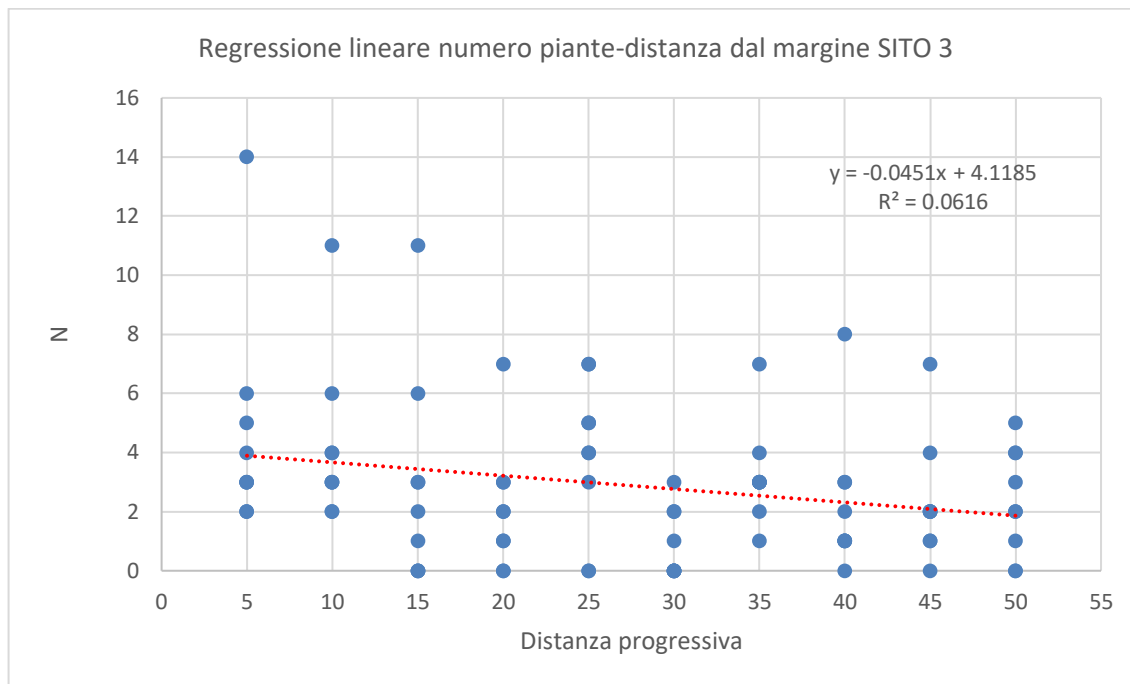


GRAFICO 3. Regressione lineare del numero piante (variabile dipendente) rispetto alla distanza progressiva a partire dal margine (variabile indipendente) all'interno del sito 3.

I dati raccolti nei tre siti sono stati poi uniti ed è stato così ottenuto un data set generale. In totale sono state conteggiate 853 piante nei 27 transetti, ovvero mediamente 32 individui per transetto.

Anche in questo caso è stato fatto un test di correlazione utilizzando la correlazione lineare di Pearson che ha reso un grado di correlazione di -0,21 e un *p-value* di 0,005 (TAB. 5.4).

Correlazione distanza_progressiva e numero_piante		
	d_progr	n_piante
d_progr		<u>0,00048904</u>
n_piante	-0,21078	

TABELLA 5.4 Test di correlazione lineare di Pearson tra la distanza progressiva a partire dal margine dello schianto e il numero di piante presenti lungo questa all'interno dei 27 transetti.

È stata poi fatta una regressione lineare tra la numerosità totale degli individui lungo la distanza progressiva e quest'ultima. La regressione ha reso una linea con pendenza uguale a -0,042 e un  $r^2$  pari a 0,044. La relazione tra due variabili è significativa ( $p < 0,05$ ).

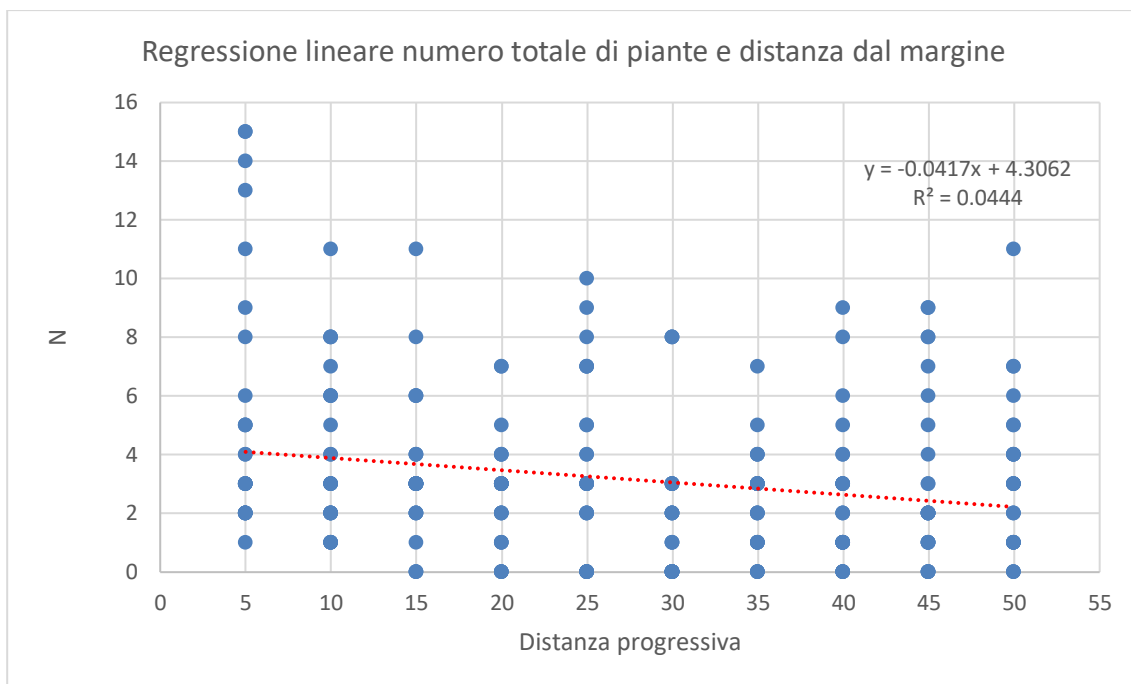


GRAFICO 4. Regressione lineare del numero piante totale (variabile dipendente) rispetto alla distanza progressiva a partire dal margine (variabile indipendente).

## 5.2 Copertura del suolo e correlazione con rinnovazione presente

La copertura del suolo stimata in ognuna delle aree di saggio circolari viene riportata in un grafico a colonna in pile (GRAFICO 5).

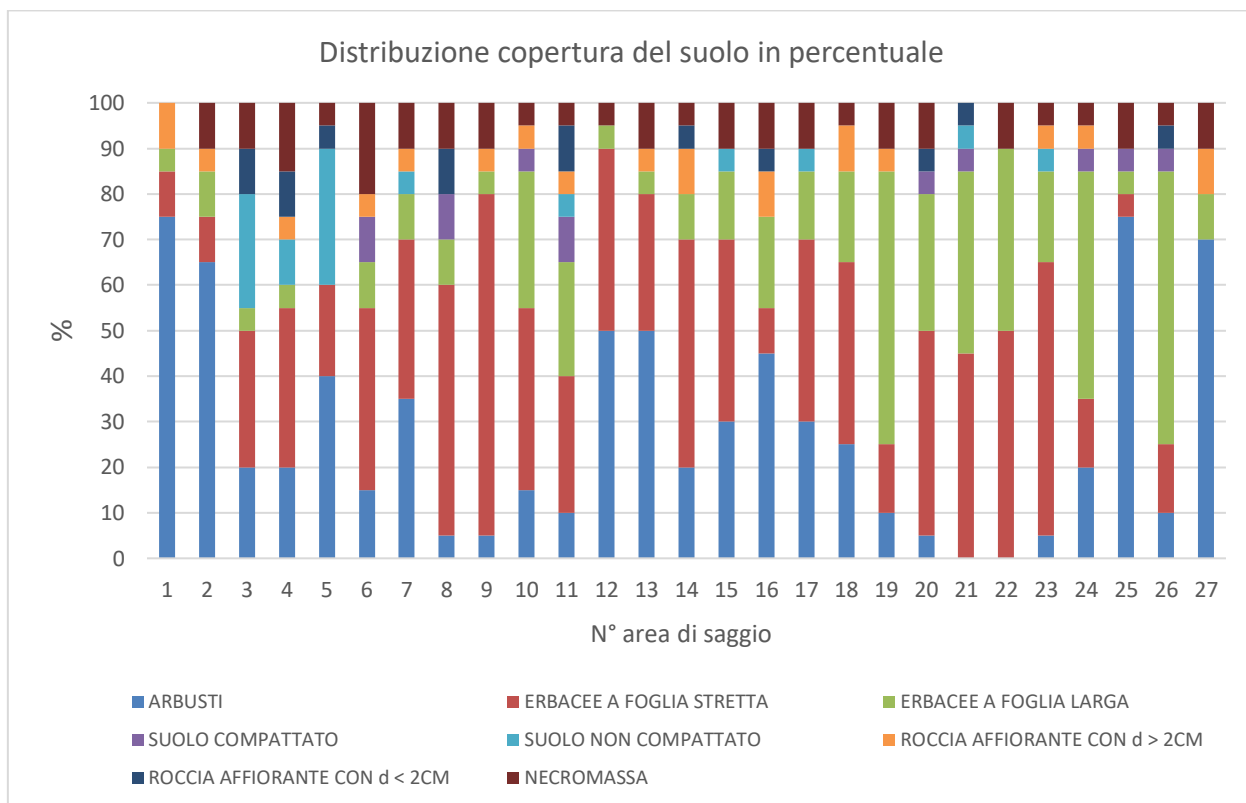


GRAFICO 5. Distribuzione della copertura del suolo in percentuale nelle aree di saggio.

Per ogni sito è stata calcolata la copertura del suolo media (TABELLE 5.5, 5.6 e 5.7) e a partire dai dati così ottenuti sono stati creati dei grafici a torta riportanti la distribuzione media della copertura del suolo in percentuale (GRAFICI 6, 7, e 8).

TIPOLOGIA COPERTURA DEL SUOLO	PERCENTUALE [%]
ARBUSTI	31,1
ERBACEE A FOGLIA STRETTA	34,4
ERBACEE A FOGLIA LARGA	6,7
SUOLO COMPATTATO	2,2
SUOLO NON COMPATTATO	7,8
ROCCIA AFFIORANTE CON d > 2CM	3,9
ROCCIA AFFIORANTE CON d < 2CM	3,9
NECROMASSA	10,0

*TABELLA 5.5 Copertura del suolo nel sito 1.*

TIPOLOGIA COPERTURA DEL SUOLO	PERCENTUALE [%]
ARBUSTI	30,6
ERBACEE A FOGLIA STRETTA	35,6
ERBACEE A FOGLIA LARGA	16,1
SUOLO COMPATTATO	1,7
SUOLO NON COMPATTATO	1,7
ROCCIA AFFIORANTE CON d > 2CM	5,0
ROCCIA AFFIORANTE CON d < 2CM	2,2
NECROMASSA	7,2

*TABELLA 5.6 Copertura del suolo nel sito 2.*

TIPOLOGIA COPERTURA DEL SUOLO	PERCENTUALE [%]
ARBUSTI	21,7
ERBACEE A FOGLIA STRETTA	27,8
ERBACEE A FOGLIA LARGA	35,0
SUOLO COMPATTATO	2,8
SUOLO NON COMPATTATO	1,1
ROCCIA AFFIORANTE CON d > 2CM	2,8
ROCCIA AFFIORANTE CON d < 2CM	1,7
NECROMASSA	7,2

*TABELLA 5.7 Copertura del suolo nel sito 3.*

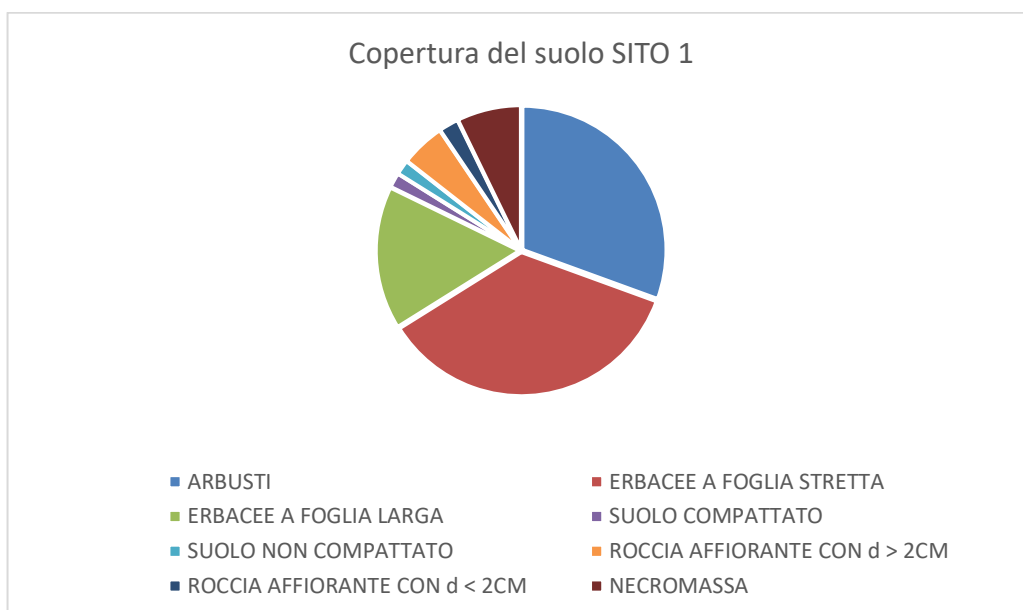


GRAFICO 6. Composizione della copertura del suolo nel sito 1.

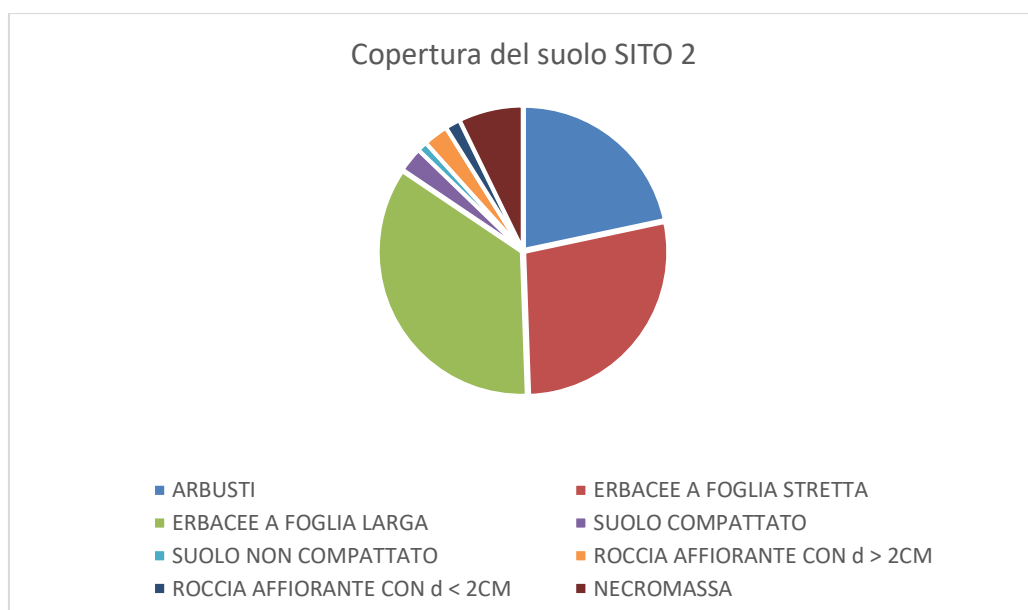


GRAFICO 7. Composizione della copertura del suolo nel sito 2.

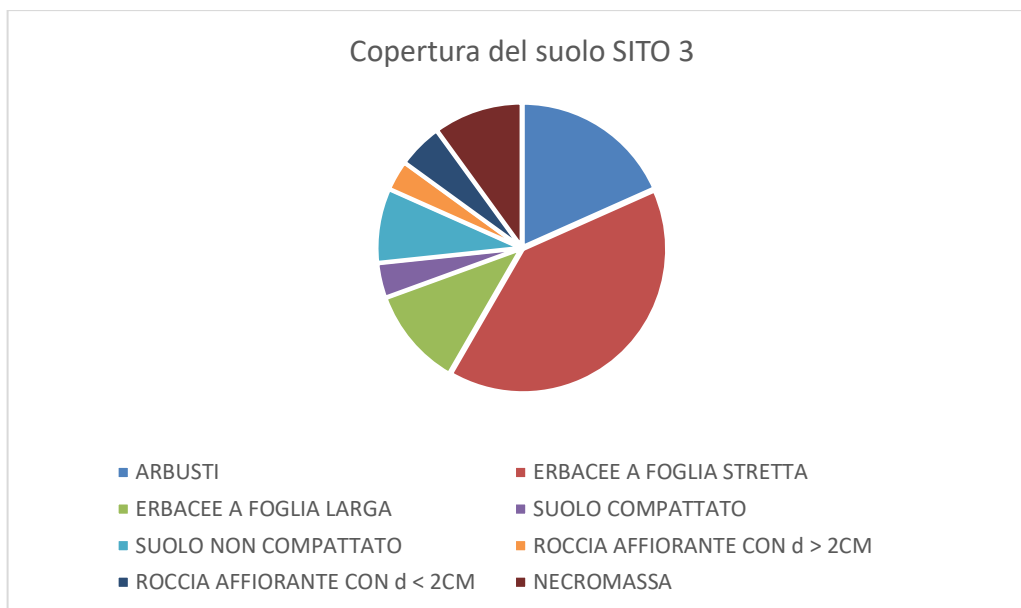


GRAFICO 8. Composizione della copertura del suolo nel sito 3.

La copertura del suolo è stata poi mediata in modo tale da ottenere dei valori di copertura medi dei tre siti oggetto di studio. Le coperture maggiormente rappresentate risultano essere gli arbusti (27,8%), le specie erbacee a foglia stretta (32,6%) e le specie erbacee a foglia larga (19,3). Tutte le altre tipologie di copertura sono presenti in percentuale minore del 10% (TABELLA 5.8).

TIPOLOGIA COPERTURA DEL SUOLO	PERCENTUALE [%]
ARBUSTI	27,8
ERBACEE A FOGLIA STRETTA	32,6
ERBACEE A FOGLIA LARGA	19,3
SUOLO COMPATTATO	2,2
SUOLO NON COMPATTATO	3,5
ROCCIA AFFIORANTE CON d > 2CM	3,9
ROCCIA AFFIORANTE CON d < 2CM	2,6
NECROMASSA	8,1

TABELLA 5.8 Copertura media del suolo.

Dai valori così ottenuti è stato creato un grafico a torta (GRAFICO 9), dove viene evidenziata la predominanza degli arbusti e delle specie erbacee sulle altre categorie di copertura.



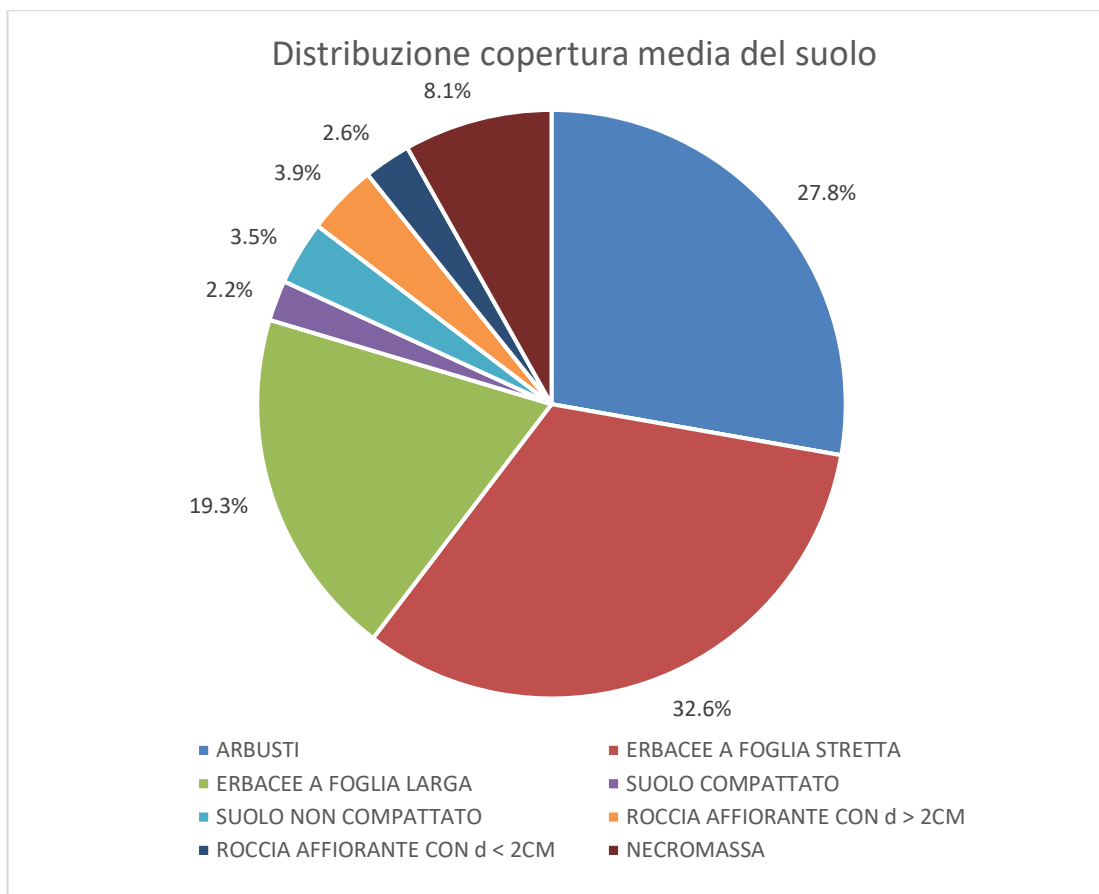


GRAFICO 9. Distribuzione media della copertura del suolo nei tre siti oggetto di studio.

Per evidenziare quali fossero le specie più rappresentate all'interno dei tre siti, sono stati uniti tutti i dati raccolti all'interno delle aree di saggio circolari effettuate nei tre siti. Da questi dati è stata creata una tabella riportante il numero totale e la percentuale di specie presenti (TABELLA 5.9).

SPECIE	NUMERO	PERCENTUALE [%]
Salix caprea	472	43,6
Corylus avellana	178	16,5
Acer pseudoplatanus	135	12,5
Sorbus aucuparia	132	12,2
Betula pubescent	69	6,4
Larix decidua	24	2,2
Fraxinus excelsior	24	2,2
Fagus sylvatica	23	2,1
Ostrya carpinifolia	13	1,2
Populus tremula	6	0,6
Tillia platiphillos	4	0,4
Picea abies	2	0,2
Sorbus aria	0	0

TABELLA 5.9 Distribuzione delle specie nei tre siti in numero e percentuale.

Si può notare come le specie più presenti all'interno delle aree campionate siano il *Salix caprea* (43, 6%) il *Corylus avellana* (16,5%), l'*Acer pseudoplatanus* (12,5%), il *Sorbus aucuparia* (12,2%), la *Betula pubescens* (6,4%), il *Larix decidua* (2,2%), *Fraxinus excelsior* (2,2%), *Fagus sylvatica* (2,1%), *Ostrya carpinifolia* (1,2%), *Populus tremula* (0,6%), *Tillia platiphillos* (0,4%) e *Picea abies* (0,2%).

Per l'analisi di correlazione tra la tipologia di specie e la copertura del suolo è stata definita la soglia di rappresentazione della specie all'interno dei siti e la percentuale di copertura pari al 10%. Per questa tipologia di analisi sono state prese quindi in considerazione le specie *Salix caprea*, *Corylus avellana*, *Acer pseudoplatanus* e *Sorbus aucuparia* e le categorie di copertura *arbusti*, *erbacee a foglia stretta* ed *erbacee a foglia larga*. Per ognuna delle specie scelte è stato calcolato il grado di correlazione tra la numerosità di individui e la percentuale di copertura del suolo tramite la correlazione lineare di Pearson.

Nelle tabelle a seguire (5.10, 5.11 e 5.12) viene riportato il grado di correlazione e la significatività statistica di ogni test eseguito.

	<i>Salix caprea</i>	Arbusti
<i>Salix caprea</i>		0,28593
Arbusti	-0,21307	

	<i>Corylus avellana</i>	Arbusti
<i>Corylus avellana</i>		0,70891
Arbusti	-0,075306	

	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arbusti
<i>Acer pseudoplatanus</i>		0,66554
Arbusti	0,087156	

	<i>Salix caprea</i>	Arbusti
<i>Salix caprea</i>		0,28593
Arbusti	-0,21307	

	<i>Sorbus aucuparia</i>	Arbusti
<i>Sorbus aucuparia</i>		0,92812
Arbusti	-0,018222	

	<i>Salix caprea</i>	Erbacee a foglia stretta
<i>Salix caprea</i>		0,79966
Erbacee a foglia stretta	-0,051235	

	<i>Corylus avellana</i>	Erbacee a foglia stretta
<i>Corylus avellana</i>		0,21228
Erbacee a foglia stretta	0,24801	

	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Erbacee a foglia stretta
<i>Acer pseudoplatanus</i>		0,29751
Erbacee a foglia stretta	-0,20814	

	<i>Salix caprea</i>	Arbusti
<i>Salix caprea</i>		0,28593
Arbusti	-0,21307	

	<i>Sorbus aucuparia</i>	Erbacee a foglia stretta
<i>Sorbus aucuparia</i>		0,35688
Erbacee a foglia stretta	0,18451	

TABELLA 5.10 Test correlazione lineare di Pearson tra gli individui delle specie *S. caprea*, *C. avellana*, *A. pseudoplatanus* e *S. aucuparia* e la categoria copertura del suolo "arbusti".

TABELLA 5.11 Test correlazione lineare di Pearson tra gli individui delle specie *S. caprea*, *C. avellana*, *A. pseudoplatanus* e *S. aucuparia* e la categoria copertura del suolo "erbacee a foglia stretta".

	<b>Salix caprea</b>	<b>Erbacee a foglia larga</b>
<b>Salix caprea</b>		<u>0,022861</u>
<b>Erbacee a foglia larga</b>	0,4364	

	<b>Corylus avellana</b>	<b>Erbacee a foglia larga</b>
<b>Corylus avellana</b>		<u>0,039511</u>
<b>Erbacee a foglia larga</b>	-0,3985	

	<b>Acer pseudoplatanus</b>	<b>Erbacee a foglia larga</b>
<b>Acer pseudoplatanus</b>		0,97844
<b>Erbacee a foglia larga</b>	-0,0054582	

	<b>Sorbus aucuparia</b>	<b>Erbacee a foglia larga</b>
<b>Sorbus aucuparia</b>		0,49694
<b>Erbacee a foglia larga</b>	-0,13658	

TABELLA 5.12 Test correlazione lineare di Pearson tra gli individui delle specie *S. caprea*, *C. avellana*, *A. pseudoplatanus* e *S. aucuparia* e la categoria copertura del suolo “erbacee a foglia larga”.

Come si può osservare dai risultati ottenuti le uniche correlazione ad aver avuto un *p-value* inferiore alla soglia di accettabilità e quindi risultare significative, sono quelle tra le specie *Salix caprea* e *Corylus avellana* e la tipologia di copertura del suolo “erbacee a foglia larga”. Come si nota nella tabella 5.12, infatti, la correlazione tra la copertura a specie erbacee a foglia larga e la specie *S. caprea* ha un grado di correlazione pari a 0,44 e un valore del *p* di 0,02. Inoltre, la correlazione tra la copertura a erbacee a foglia larga e la specie *C. avellana* ha riportato un grado di correlazione uguale a -0,4 e un *p-value* pari a 0,04.

### 5.3 Distribuzione della rinnovazione tra pit, mound e suolo circostante

Sulla base dei dati raccolti è emerso che in tutti i siti la presenza di rinnovazione è maggiore sulle zone di pit rispetto che su quelle di mound (TAB. 5.13)

SITO	PIT	MOUND
1	50	30
2	138	30
3	131	46

TABELLA 5.13 Somma del numero di individui della rinnovazione su pit e mound per ognuno dei tre siti.

Per ogni sito è stato applicato un t-test per stabilire se vi sia una differenza significativa tra la numerosità di individui rilevati sul pit e sul mound. In tutti i casi è emersa una differenza statisticamente significativa, in quanto, come riportato in tabella 5.14, tutti i valori del *p-value* ottenuti sono minori di 0,05.

SITO	p-value
1	0,045
2	< 0,05
3	0,002

TABELLA 5.14 P-value ottenuti dai t-test sottoposti alle serie di dati riguardanti la numerosità di individui sulle zone di pit e di mound nei tre siti.

Successivamente sono stati creati dei box-plot per ognuno dei siti, a partire dalla serie di dati raccolti in ognuno di essi (GRAFICI 10, 11 e 12).

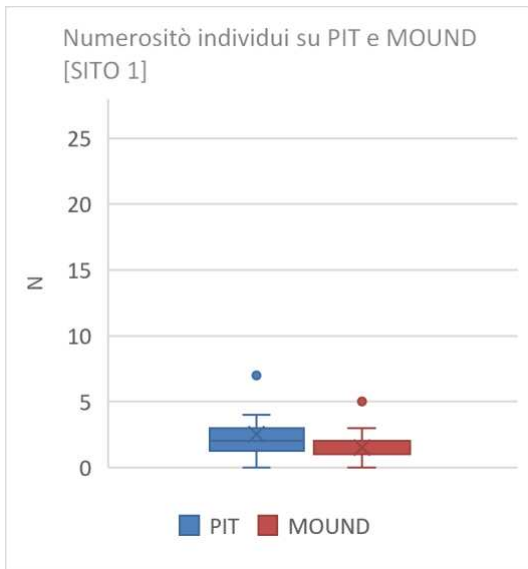


GRAFICO 10. Numerosità individui nel sito 1.

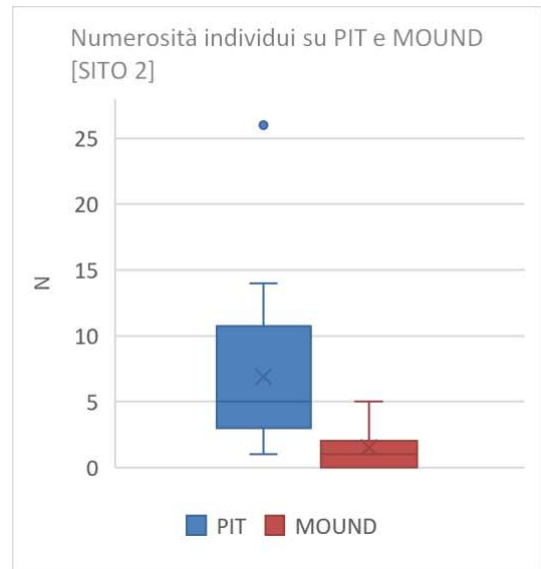


GRAFICO 11. Numerosità individui nel sito 2.

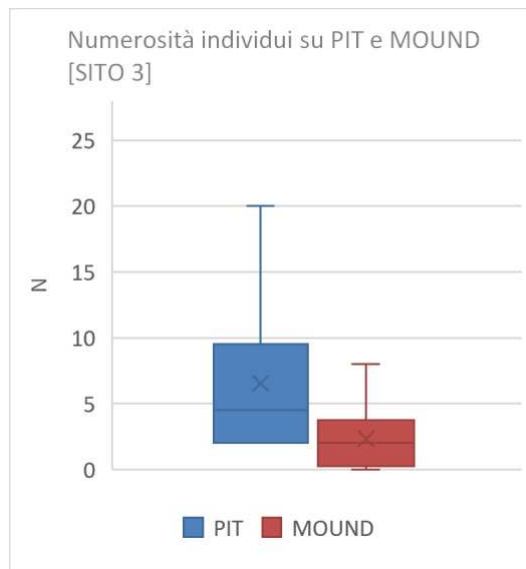


GRAFICO 12. Numerosità individui nel sito 3.

Successivamente i dati raccolti nei diversi siti sono stati aggregati. In totale sulle 60 ceppaie campionate sono state conteggiate 319 piante sulle zone di pit e 106 piante sulle zone di mound. A partire da questi dati sono stati creati un grafico a colonne raggruppate (GRAFICO 13) e un box-plot (GRAFICO 14).

Le serie di dati utilizzate per queste rielaborazioni sono state sottoposte ad un t-test, che ha evidenziato una differenza significativa tra la numerosità di individui sul pit e sul mound ( $p < 0,5$ ).

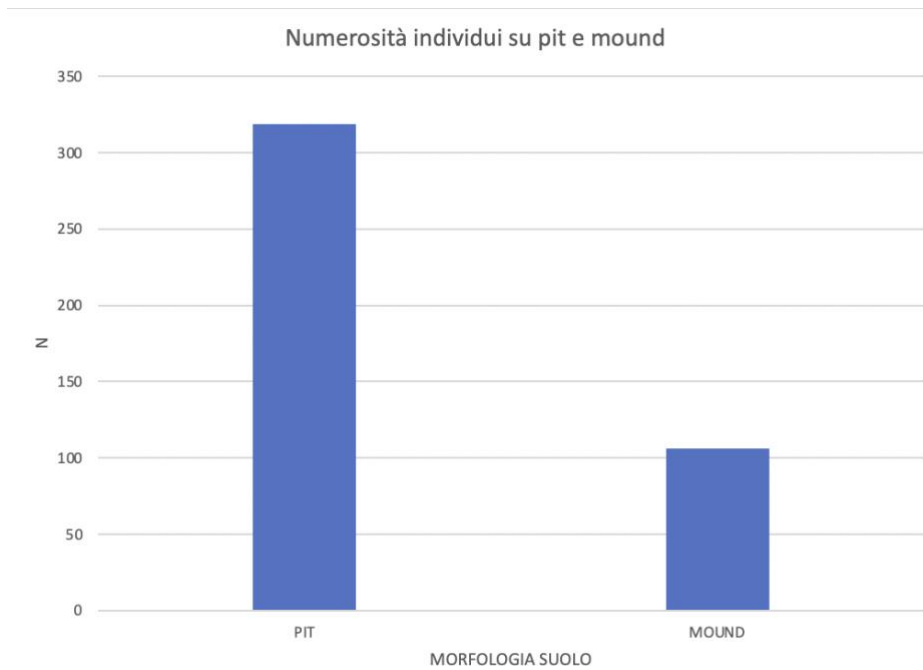


GRAFICO 14. Numerosità degli individui sulle zone di pit e sulle zone di mound sul totale delle 60 ceppaie campionate.

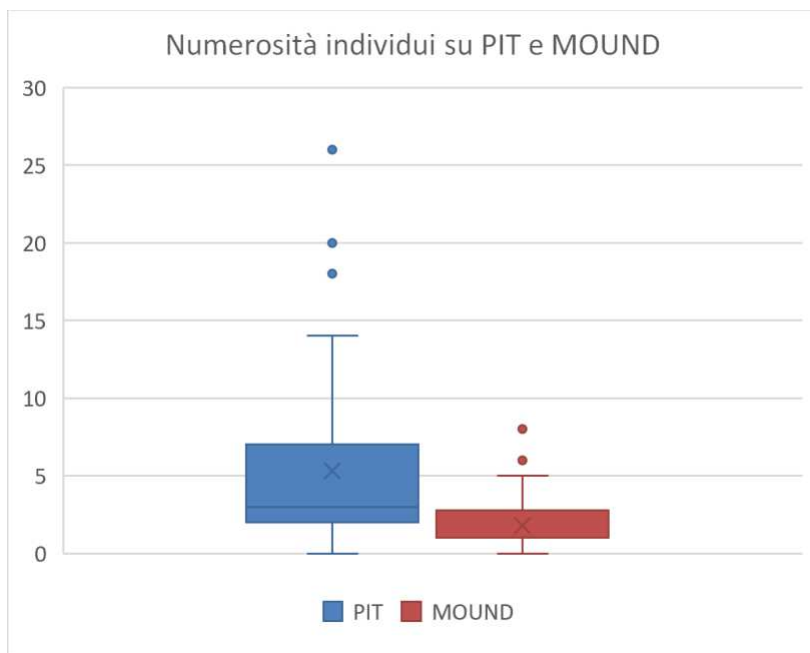


GRAFICO 15. Numerosità totale degli individui sulle zone di pit e di mound.

È stato poi svolto un confronto tra la numerosità degli individui presenti sulla ceppaia ribaltata e il suolo limitrofo non interessato da modifiche. In questo caso i risultati non sono uguali nei tre siti: nel primo, infatti, vi è una maggiore quantità di rinnovazione sulla corona circolare attorno la ceppaia; mentre invece negli altri due il risultato è opposto, con una predominanza di rinnovazione sulle ceppaie (TAB. 15.5).

SITO	PIT+MOUND	CORONA CIRCOLARE
1	80	135
2	168	124
3	177	145

TABELLA 5.15 Somma del numero di individui della rinnovazione sulle ceppaie e sulla corona circolare attorno a queste in ognuno dei tre siti.

Anche in questo caso per ogni sito è stato svolto un t-test per stabilire se vi sia una differenza significativa tra la numerosità di individui rilevati sulle ceppaie e sulla corona circolare limitrofa. Solamente nel primo sito è emersa una differenza statisticamente significativa ( $p$ -value < 0,05), al contrario negli altri due il  $p$ -value è maggiore di 0,05 (TAB. 5.16).

SITO	p-value
1	0,02
2	0,19
3	0,41

TABELLA 5.16 P-value ottenuti dai t-test sottoposti alle serie di dati riguardanti la numerosità di individui sulle ceppaie e sulle corone circolari attorno queste.

Sulla base dei dati raccolti sono stati creati dei box-plot riguardo la numerosità degli individui sulle ceppaie e sulle corone circolari (GRAFICO 16, 17 e 18).

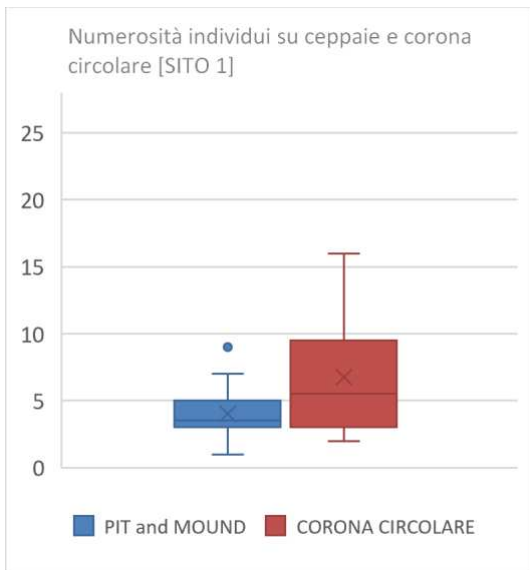


GRAFICO 16. Numerosità individui nel sito 1.

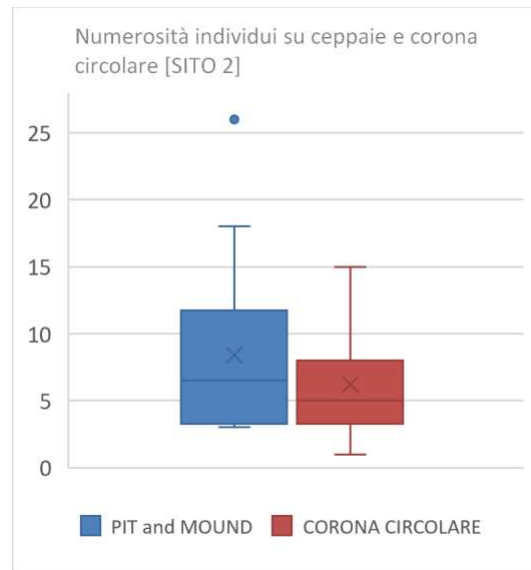


GRAFICO 17. Numerosità individui nel sito 2.

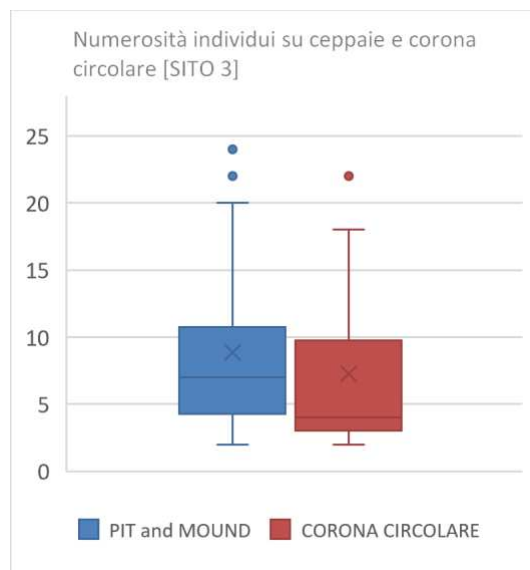


GRAFICO 18. Numerosità individui nel sito 3.

Anche in questo caso i calcoli poi sono stati effettuati sul totale e sulla base dei dati così ottenuti sono stati creati un grafico a colonne raggruppate (GRAFICO 19) e un box-plot (GRAFICO 20). Sul totale sono state individuate 425 piante sulle ceppaie (pit e mound) e 404 sul suolo adiacente a quest'ultime.



Le due serie di dati utilizzate (numero di piante su ogni ceppaia e numero di piante sulla corona circolare) sono state sottoposte ad un t-test che però non ha rilevato una differenza significativa in quanto il *p-value* risulta maggiore di 0,05 ( $p=0,71$ ).

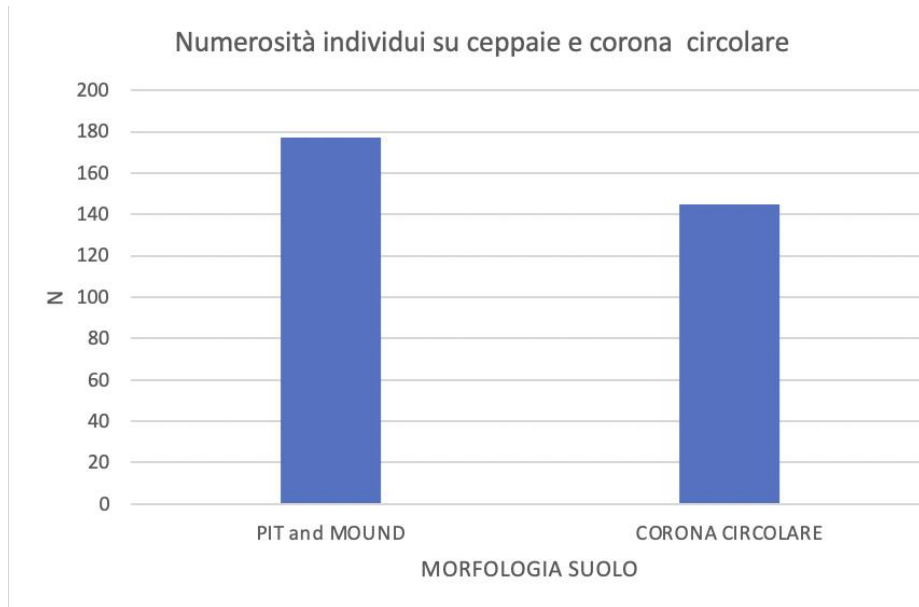


GRAFICO 19. Numerosità individui sulle ceppaie e sulle corone circolari delle 60 ceppaie campionate.

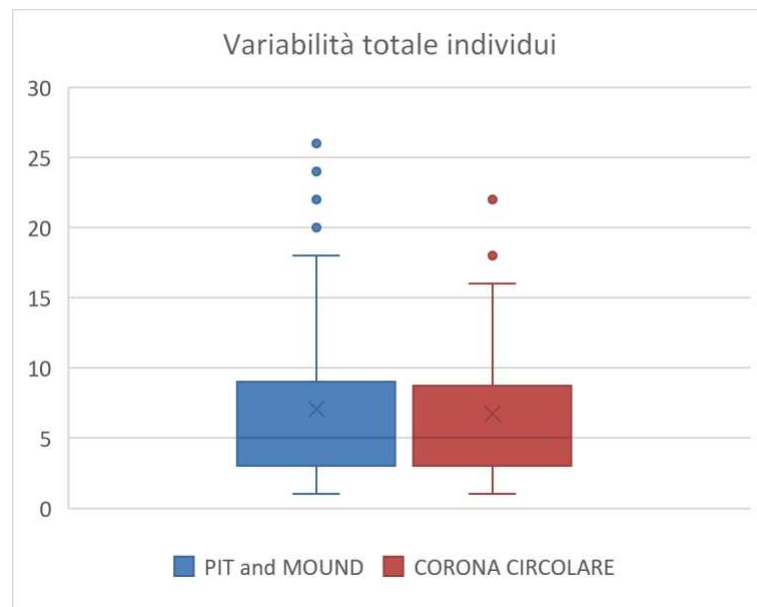


GRAFICO 20. Somma del numero di individui sulla ceppaia (pit and mound) e sulla corona circolare attorno a questa.

A partire dalla numerosità degli individui di ogni specie all'interno delle zone di pit e di mound ne è stata calcolata la presenza percentuale in entrambe (TAB. 5.17 e 5.18). È possibile notare la predominanza del salice su entrambe le zone (75,9% sul pit e 58,9% sul mound).

SPECIE	NUMEROSITA'	%
Salix caprea	249	75,9
Larix decidua	30	9,1
Sorbus aucuparia	23	7,0
Corylus avellana	11	3,4
Betula pubescent	7	2,1
Fraxinus excelsior	4	1,2
Populus tremula	2	0,6
Fagus sylvatica	1	0,3
Acer pseudoplatanus	1	0,3

Tabella 5.17 Composizione specifica degli individui rilevati nel "pit" all'interno dei siti analizzati.

SPECIE	NUMEROSITA'	%
Salix caprea	63	58,9
Larix decidua	19	17,8
Sorbus aucuparia	21	19,6
Betula pubescent	1	0,9
Fraxinus excelsior	2	1,9
Acer pseudoplatanus	1	0,9

Tabella 5.18 Composizione specifica degli individui rilevati nel "mound" all'interno dei siti analizzati.

Sulla base dei dati riportati nelle tabelle 5.17 e 5.18 vengono creati i grafici 21 e 22 riportanti la presenza percentuale delle specie presenti all'interno delle due aree.

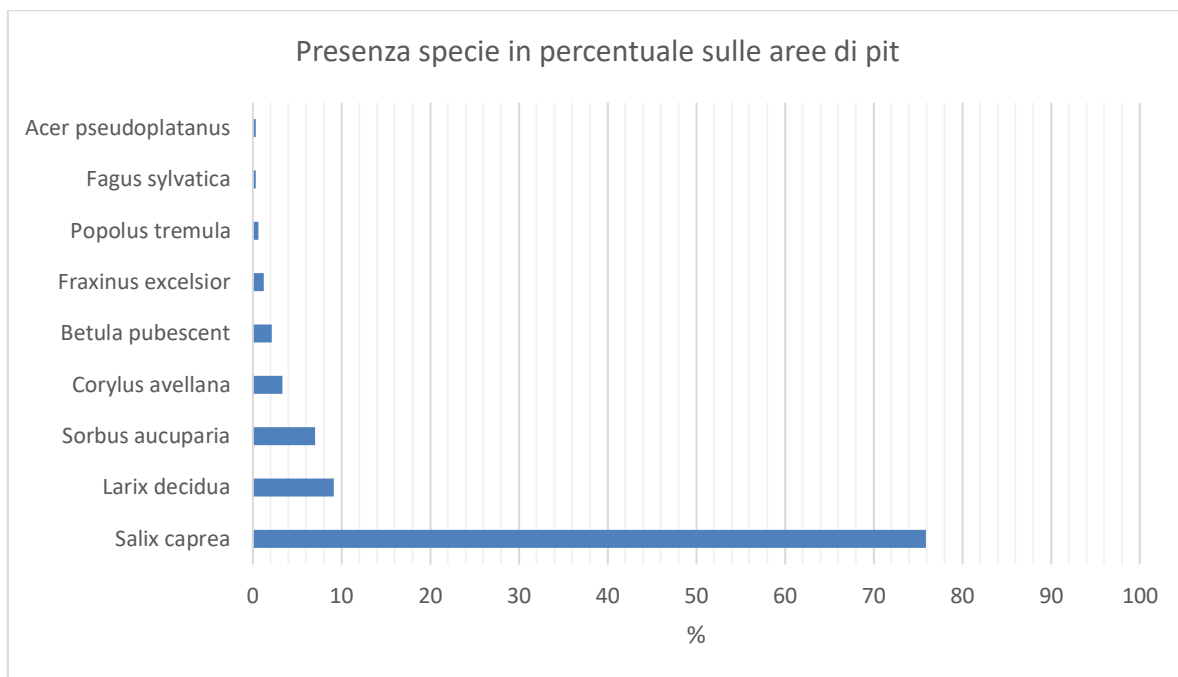


GRAFICO 21. Presenza percentuale di ciascuna specie all'interno delle aree di "pit".

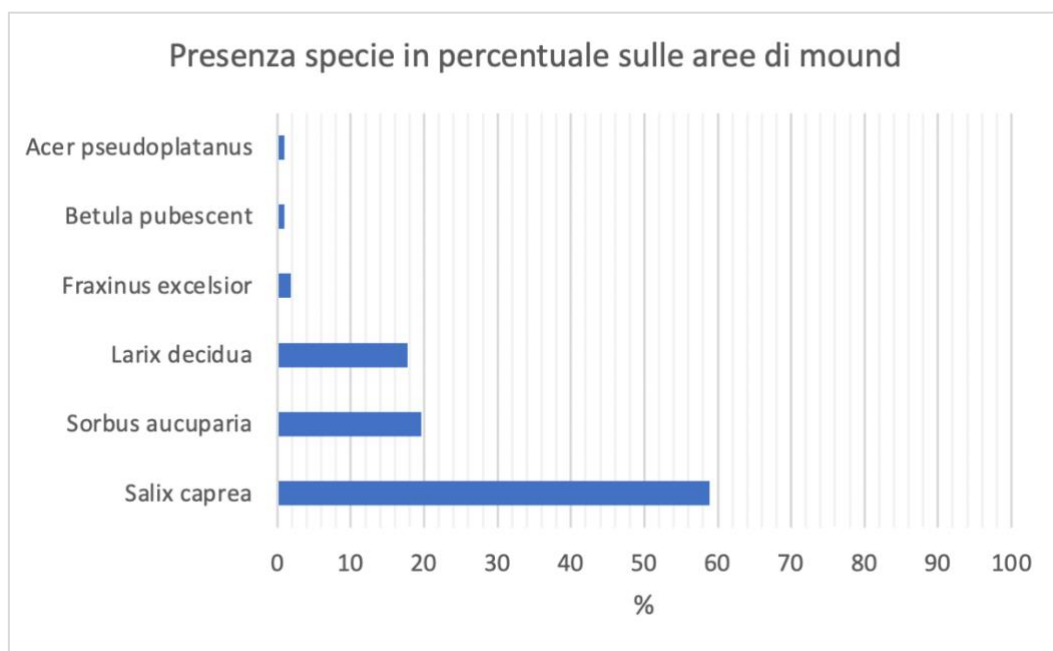


GRAFICO 22. Presenza percentuale di ciascuna specie all'interno delle aree di "mound".

Conoscendo l'area della ceppaia ribaltata (considerando sia pit che mound) e l'area della corona circolare di larghezza 1 metro attorno a questa di tutte le 60 ceppaie campionate, ed inoltre il numero e la specie delle piante presenti su di esse, è possibile calcolare il numero di piante a metro quadro delle specie più rappresentate (TAB. 5.19 e 5.20).

Le serie di dati riguardanti le aree delle ceppaie e delle corone circolari sono state sottoposte ad un t-test che non ha fatto emergere differenze significative in quanto il *p-value* reso è maggiore di 0,05 ( $p = 0,23$ ).

SPECIE	NUMERO	N/M <sup>2</sup>
Salix caprea	312	0,97
Larix decidua	11	0,03
Sorbus aucuparia	44	0,14
Corylus avellana	49	0,15
Betula pubescent	7	0,02
Fraxinus excelsior	2	0,01
Populus tremula	1	0,00

TABELLA 5.19 Numero di piante a metro quadro delle specie più rappresentate sulle ceppaie (pit and mound).

SPECIE	NUMERO	N/M <sup>2</sup>
Salix caprea	133	0,47
Larix decidua	99	0,35
Sorbus aucuparia	56	0,20
Corylus avellana	8	0,03
Betula pubescent	34	0,12
Fraxinus excelsior	29	0,10
Populus tremula	13	0,05

TABELLA 5.20 Numero di piante a metro quadro delle specie più rappresentate sulle corone circolari attorno le ceppaie.

## 5.4 Rinnovazione sulle piste di esbosco

Nelle 50 aree di saggio effettuate lungo le piste di esbosco sono state conteggiate 50 piante sul suolo compattato e 130 sul suolo limitrofo non modificato (GRAFICO 23).

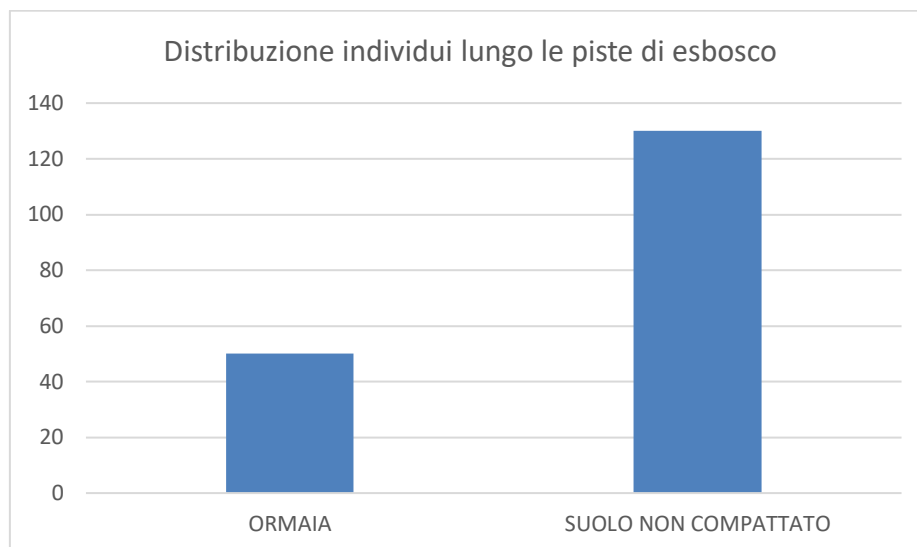


GRAFICO 23. Numerosità degli individui della rinnovazione lungo le piste di esbosco divisi in base alla loro posizione, nello specifico se sull'ormiaie o sul suolo adiacente non compattato.

Successivamente è stato creato un box-plot rispetto ai dati raccolti (GRAFICO 24).

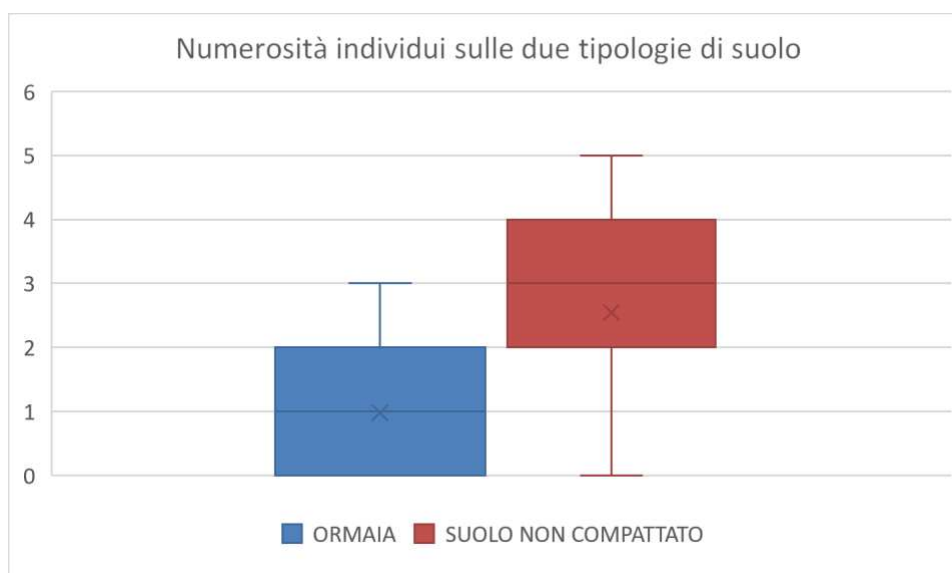


GRAFICO 24. Numero degli individui all'interno delle due tipologie di sito.

È emersa una differenza significativa nella numerosità degli individui sui due siti (t-test,  $p < 0.05$ ).

## 5.5 Rappresentazione delle specie all'interno della rinnovazione

Sulla base dei dati raccolti nei rilievi lungo i transetti lineari è stata creata la tabella 5.21 riportante le specie presenti e le quantità con cui sono rappresentate all'interno dei tre siti.

SPECIE	NUMERO	%
<i>Salix caprea</i>	355	40,3
<i>Corylus avellana</i>	130	14,8
<i>Sorbus aucuparia</i>	122	13,9
<i>Betula pubescent</i>	77	8,8
<i>Acer pseudoplatanus</i>	48	5,5
<i>Larix decidua</i>	43	4,9
<i>Fagus sylvatica</i>	30	3,4
<i>Fraxinus excelsior</i>	23	2,6
<i>Sorbus aria</i>	21	2,4
<i>Ostrya carpinifolia</i>	15	1,7
<i>Picea abies</i>	7	0,8
<i>Populus tremula</i>	6	0,7
<i>Tillia platiphillos</i>	3	0,3

TABELLA 5.21 Numerosità e percentuale sul totale delle specie all'interno della rinnovazione.

Dai dati raccolti nelle aree di saggio circolari è stata creata una tabella in cui vengono riportate le specie presenti e la loro quantità (TABELLA 5.22).

SPECIE	NUMERO	%
<i>Salix caprea</i>	472	43,6
<i>Corylus avellana</i>	178	16,5
<i>Acer pseudoplatanus</i>	135	12,5
<i>Sorbus aucuparia</i>	132	12,2
<i>Betula pubescent</i>	69	6,4
<i>Larix decidua</i>	24	2,2
<i>Fraxinus excelsior</i>	24	2,2
<i>Fagus sylvatica</i>	23	2,1
<i>Ostrya carpinifolia</i>	13	1,2
<i>Populus tremula</i>	6	0,6
<i>Tillia platiphillos</i>	4	0,4
<i>Picea abies</i>	2	0,2

TABELLA 5.22 Numerosità e percentuale sul totale delle specie all'interno della rinnovazione.

A partire dai dati raccolti nei rilievi sulle ceppaie è stato possibile creare una tabella riportante le specie presenti e la loro quantità (TABELLA 5.23).

SPECIE	NUMERO	%
Salix caprea	445	53,7
Corylus avellana	110	13,3
Sorbus aucuparia	100	12,1
Larix decidua	56	6,8
Betula pubescent	41	4,9
Acer pseudoplatanus	31	3,7
Fagus sylvatica	14	1,7
Fraxinus excelsior	13	1,6
Sorbus aria	8	1,0
Populus tremula	5	0,6
Tillia platiphillos	4	0,5
Ostrya carpinifolia	3	0,4

TABELLA 5.23 Numerosità e percentuale sul totale delle specie all'interno della rinnovazione.

Dai dati raccolti è stato inoltre possibile osservare l'altezza media delle piante della rinnovazione, in particolare a partire dai dati raccolti lungo i transetti lineari (GRAFICO 25) e successivamente da quelli raccolti nelle aree di saggio circolari (GRAFICO 26).

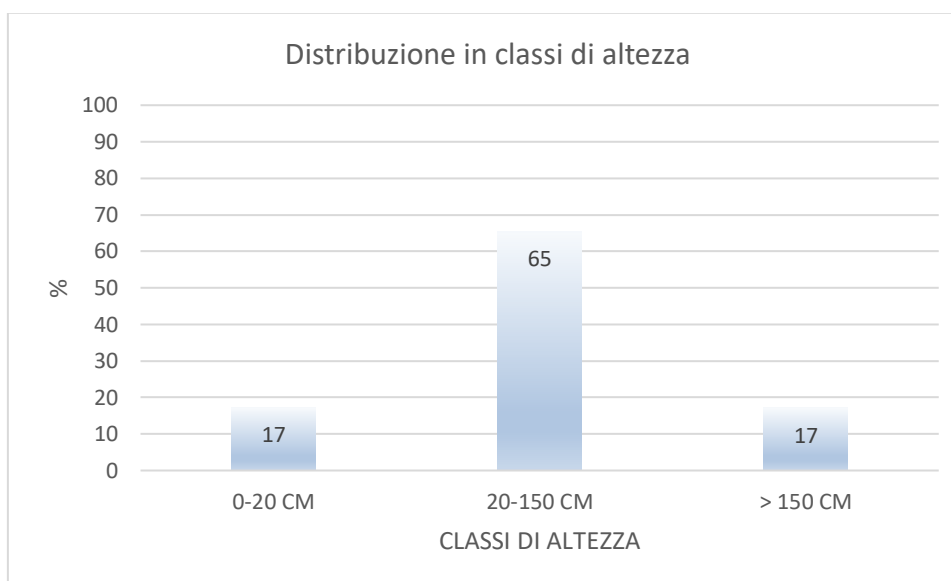


GRAFICO 25. Numerosità all'interno delle tre classi di altezza (0-20 cm, 20-150 cm e > 150 cm) delle piante appartenenti alla rinnovazione campionate lungo i transetti lineari.

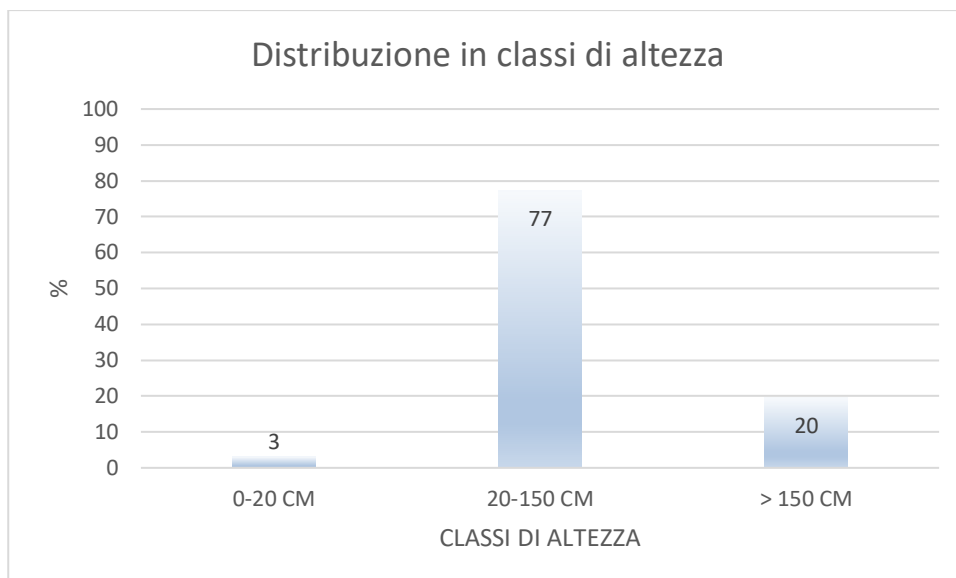


GRAFICO 26. Numerosità all'interno delle tre classi di altezza (0-20 cm, 20-150 cm e > 150 cm) delle piante appartenenti alla rinnovazione campionate all'interno delle aree di saggio circolari.

Sulla base dei dati raccolti nei diversi siti è possibile stimare la presenza del numero di piante della rinnovazione ad ettaro. Questo è stato fatto con i dati dei rilievi lungo i transetti lineari (TABELLA 5.24), i dati raccolti nelle aree di saggio circolari (TABELLA 5.25), e quelli raccolti sulle ceppaie (TABELLA 5.26).

Conoscendo il numero di piante per ogni area di saggio e l'area di ognuna di queste è possibile fare una stima ad ettaro, basta sulla densità media delle aree di saggio.

SITO	NUMERO PIANTE	AREA ADS	NUMERO PIANTE/M <sup>2</sup>	NUMERO PIANTE/HA
1	209	90	2,32	23222
2	388	90	4,31	43111
3	260	90	2,89	28888

TABELLA 5.24 Densità media di piante ad ettaro a partire dai dati raccolti lungo i transetti lineari.

SITO	NUMERO PIANTE	AREA ADS	NUMERO PIANTE/M <sup>2</sup>	NUMERO PIANTE/HA
1	382	452	0,844405	8444
2	358	452	0,791354	7914
3	349	452	0,771459	7715

TABELLA 5.25 Densità media di piante ad ettaro a partire dai dati raccolti all'interno delle aree di saggio circolari.



SITO	NUMERO PIANTE	AREA ADS	NUMERO PIANTE/M <sup>2</sup>	NUMERO PIANTE/HA
1	80	91,2	1,14	11400
2	168	151,9	0,90	9042
3	177	77,6	0,44	4384

*TABELLA 5.26 Densità media di piante ad ettaro a partire dai dati raccolti all'interno sulle ceppaie.*

Facendo una media della densità media ad ettaro, ottenuta nei tre siti a partire dalla numerosità delle piante all'interno delle aree di saggio lungo i transetti lineari, si ottiene un valore di 31740 piante ad ettaro. Per quanto riguarda invece i risultati ottenuti dai dati raccolti all'interno delle aree di saggio circolari, si ottiene una densità media di 8024 piante ad ettaro. Sulla base dei dati raccolti sulle ceppaie sparse all'interno dei tre siti, invece, si ottiene un valore di densità media pari a 8275 piante ad ettaro.



## 6. Discussione

### 6.1 Relazione della rinnovazione con i margini

La numerosità delle piante della rinnovazione tende a diminuire all'aumentare della distanza dal margine di queste, così come già emerso da Mantero G. et al. (2023). Come si può osservare nelle tabelle 5.1, 5.2 e 5.3, le analisi di correlazione effettuate tra la numerosità degli individui e la distanza progressiva hanno riportato un grado di correlazione negativo in tutti i siti, e in tutti la correlazione è risultata significativa ( $p < 0,05$ ). Le regressioni lineari effettuate tra le due variabili (distanza progressiva dal margine, variabile indipendente, e numerosità delle piante, variabile dipendente) ha confermato i risultati ottenuti dalla correlazione lineare di Pearson. Come si può notare nei grafici 1, 2 e 3, infatti, in tutti e tre i siti presi in considerazione la densità delle piante mediamente tende a diminuire a mano a mano che ci si allontana dal margine dell'area schiantata. Questo fenomeno è evidenziato dalla linea di tendenza che si può osservare nei grafici: in tutti e tre questa possiede una pendenza negativa. Il coefficiente di pendenza negativo delle linee di tendenza conferma la presenza di una relazione tra la presenza del margine e la densità delle piante appartenenti alla rinnovazione all'interno dello schianto. Il fatto che il coefficiente sia negativo significa che la numerosità degli individui tende a diminuire all'aumentare della distanza dal margine. Lo sviluppo delle piante, in particolar modo durante i primi anni di vita, è determinato principalmente dalla disponibilità di luce e dalla competizione con altre piante della rinnovazione arborea o con la vegetazione erbacea e arbustiva, che si trova in proporzioni largamente maggiori nelle zone centrali delle aree schiantate (Van Couwenberghe R. et al, 2010).

Prendendo in considerazione i risultati totali la tendenza è la stessa. La correlazione lineare ha reso un grado di correlazione pari a  $-0,21$  e la linea di tendenza ottenuta dalla regressione lineare possiede una pendenza pari a  $-0,042$ . Ciò significa che la densità degli individui aumenta di un'unità ogni 22,2 metri. Il coefficiente di pendenza negativo non possiede un valore elevato e di conseguenza la relazione tra i margini e il numero di piante non è molto forte. Ciononostante, è presente una relazione significativa in tutti i siti analizzati: seppur minima l'influenza che i margini hanno sulla numerosità della rinnovazione all'interno dell'area colpita dal disturbo è presente.

Le specie più rappresentate all'interno delle aree di saggio lungo i transetti lineari sono state: *Salix caprea* (40,3%), *Corylus avellana* (14,8%), *Sorbus aucuparia* (13,9%), *Betula pubescent* (8,8%) e *Acer pseudoplatanus* (5,5%). Le altre specie campionate sono presenti in percentuali minori del 5% (TABELLA 5.21). Le specie sopracitate non sono presenti all'interno dei margini presi in considerazione per questo studio, ad eccezione dell'acero e della betulla che però si trovano in maniera minima e sporadica. La presenza di queste specie è spiegata dal fatto che sono tutte specie pioniere. Queste specie sono in grado di colonizzare aree prive di copertura forestale a seguito di un disturbo, ovvero aree dove è presente un'elevata quantità di growing space. Le specie pioniere sono caratteristiche delle prime fasi della successione forestale secondaria (Wohlgemuth et. Al, 2017).

Il larice (*Larix decidua*) e l'abete rosso (*Picea abies*), che compongono per la maggior parte i margini degli schianti, compaiono all'interno della rinnovazione in minima parte, rispettivamente per il 4,4 e lo 0,8% (TABELLA 5.21).

Il larice, pur essendo una pianta pioniera, è estremamente eliofila (Da Ronch F. et al, 2016) e la presenza dei margini può quindi aver influito negativamente ombreggiando troppo il suolo. Le semenze di larice, inoltre, richiedono particolari condizioni per germinare e le annate di pasciona sono ogni 4-5 anni per questa specie (Dibona 1998); anche queste condizioni possono averne limitato l'insediamento.

L'abete rosso è una specie definitiva e non pioniera, le condizioni attuali quindi non sono ottimali per la sua insediazione (Tjoelker M. G. et al, 2007) e dal momento che non vi è rinnovazione antecedente al disturbo, se non in minima parte, questa specie resta attualmente poco rappresentata.

In generale, sulle aree colpite da schianti da vento, nei decenni successivi un disturbo i siti vengono colonizzati da piante pioniere e caratteristiche delle prime fasi della successione forestale. Le specie tardive e definitive, come l'abete rosso, emergono e si instaurano all'interno della comunità in fasi successive (Seidl R., et. Al, 2014). L'influenza dei margini sulla rinnovazione per queste specie è presente ma non sul breve periodo. È necessario, infatti, attendere le fasi adeguate allo sviluppo di queste piante; gli effetti di tale influenza possono emergere anche a distanza di secoli (Seidl R., et. Al, 2014).

## 6.2 Influenza copertura del suolo

Per via dell'elevate quantità di risorse disponibili e l'assenza di soprassuolo forestale, il periodo successivo a un disturbo può essere caratterizzato da un'elevata produttività delle specie vegetali, compresi arbusti ed erbe (Swanson et. Al, 2010). I risultati ottenuti dalle analisi confermano ciò: come si può osservare dalle tabelle 5.5, 5.6 e 5.7, infatti, le categorie di copertura del suolo maggiormente presenti risultano essere quella degli arbusti e quelle delle specie erbacee, che in tutti e tre siti superano il 70% della copertura totale, sfiorando l'85% nel sito 3.

Sul totale, la copertura a specie erbacee a foglia stretta, per la maggior parte graminacee, risulta essere predominante con il 32,6 % (TABELLA 5.5). L'elevata presenza è riconducibile al fatto che le graminacee sono specie pioniere e in quanto tali si adattano all'ambiente aperto che caratterizza le aree colpite da schianti da vento. Gli arbusti si compongono per la quasi totalità di lamponi (*Robus idaesu*), specie pioniera e colonizzatrice. Tale predominanza è da ricondurre alla loro presenza antecedente il disturbo; gli individui presenti hanno disseminato nuove sementi che l'anno successivo alla tempesta hanno germinato. Trovando condizioni estremamente favorevoli hanno avuto un tasso di riproduzione sempre in crescita negli anni, fino ad arrivare all'ultima stagione vegetativa dove hanno raggiunto il 27,8% di copertura totale. L'elevata presenza di arbusti è sicuramente un fattore limitante per le specie erbacee a foglia larga che a causa dell'ombreggiamento da parte di quest'ultimi e l'elevata esposizione costituiscono solamente il 19,3% della copertura totale.

Per capire in che modo queste tipologie di copertura possano influire sullo sviluppo della rinnovazione sono stati effettuati dei test di correlazione tra quest'ultime e la numerosità degli individui. Le specie prese in considerazione per queste analisi sono state *Salix caprea*, *Corylus avellana*, *Acer pseudoplatanus* e *Sorbus aucuparia*. Come riportato nella tabella 5.8, infatti, queste sono le specie più presenti all'interno dei tre siti. Per trovare una correlazione tra il numero di individui e la copertura del suolo è stata utilizzata la correlazione di tipo lineare di Pearson che oltre a restituire il grado di correlazione rende anche il valore di significatività. Come si può notare dalle tabelle 5.10 e 5.11 la correlazione delle specie con la copertura arbustiva e le graminacee non è significativa in nessun caso. In tutti i casi analizzati il valore del *p-value*, riportato nella casella in alto a destra, è di molto superiore alla soglia di accettabilità dello 0,05. Di conseguenza si può stabilire che non vi è una correlazione

significativa tra le variabili oggetto di studio. Ciò significa che queste tipologie di copertura non hanno influenza sulla numerosità degli individui di salice, nocciolo, acero e sorbo dell'uccellatore.

Per quanto riguarda la copertura delle specie erbacee a foglia larga la correlazione è risultata significativa con le specie *Salix caprea* e *Corylus avellana*. La correlazione lineare di Pearson ha reso, infatti, dei valori del *p-value* inferiori di 0,05. Nello specifico in relazione al salice ha reso un valore del *p* di 0,02 e in relazione al nocciolo dello 0,04. Nel dettaglio la correlazione è positiva nel caso del nocciolo (indice di correlazione pari a circa 0,4) la cui numerosità degli individui aumenterà all'aumentare della copertura, e negativa (valore dell'indice di correlazione di circa -0,4) nei confronti degli individui del salice, che quindi diminuiranno all'aumentare della presenza di erbacee a foglia larga. Questo si spiega col fatto che il nocciolo è una specie sciafila che quindi tollera una certa quota di ombreggiamento da parte delle erbacee a foglia larga, al di sotto delle quali riesce a insediarsi e svilupparsi (Tallantire P., 2002). Il salice, al contrario, è una specie eliofila che necessita di un'elevata quantità di luce per svilupparsi (Myking T., 2013). L'ombreggiamento causato da queste specie erbacee influenza quindi negativamente la sua presenza limitandone l'insediamento e lo sviluppo. Contrariamente al salice e al nocciolo, non è emersa significatività dalla correlazione tra la numerosità dell'acero e del sorbo con le specie erbacee a foglia larga, le cui correlazioni lineari di Pearson hanno reso valori del *p-value* largamente maggiori della soglia di accettabilità.

### **6.3 Influenza della modificazione della microtopografia**

La ricolonizzazione di un sito dopo un disturbo è il risultato della combinazione di molti fattori, tra cui l'abbondanza di semenzali, la capacità di intercettare i semi da parte dei micrositi e la capacità di particolari specie di stabilirsi e crescere nelle particolari condizioni di questi micrositi (Simon A. et al, 2011). A seguito di un disturbo da vento la microtopografia di un sito si caratterizza per la presenza di ceppaie ribaltate che creano due differenti tipologie di morfologia del suolo: il mound e il pit (Godziek J. e Pawlik L., 2023).

Già da una prima osservazione dei dati raccolti è possibile osservare come sul pit la numerosità degli individui sia molto maggiore rispetto a quella presente sulle zone di mound (TAB. 5.13). È emersa una differenza significativa tra la numerosità delle piante presenti sul pit e quelle presenti sul mound, contrariamente da quanto affermato da Simon et. Al (2011), infatti, la rinnovazione è presente in proporzione maggiore sulle zone di pit piuttosto che in quelle di

mound, dove si trova sempre in minima parte (GRAFICI 14 e 15). Questa tendenza è riconducibile al fatto che la porzione di terreno attaccata alle radici esposte negli anni è andata a diminuire a causa dell'erosione da parte di fattori esterni quali pioggia, neve e vento e quindi il substrato favorevole per l'attecchimento dei semenzali è andato sempre più a ridursi (Khanina et al., 2019). Oltre a ciò, è presente una maggiore esposizione delle piante: essendo rialzate da terra all'interno di uno schianto privo di qualsiasi tipo di copertura, le piante della rinnovazione che si insediano sul mound crescono senza alcun tipo di protezione da parte di altre piante, arbusti, necromassa o rocce. Questo fattore è sicuramente limitante.

Un risultato importante rispetto alla rinnovazione presente sul pit riguarda le tipologie di specie che la compongono: come riportato in tabella 5.17 il salice è presente in maniera preponderante in tutti i siti campionati, seguono il larice e il sorbo anche se in proporzioni di gran lunga inferiori (GRAFICO 21). Tale predominanza è da ricondurre alle caratteristiche della specie e alle condizioni ambientali che si creano in queste stazioni. Il *Salix caprea* è una specie tipicamente pioniera e nello specifico colonizzatrice anche di terreni secchi e drenanti, quali frane e ghiaioni. Come tutti i salici possiede una crescita piuttosto rapida ma non è resistente alla concorrenza di altri alberi. Possiede semi numerosi e leggeri, dotati di un ciuffo di peluria, che vengono trasportati per via anemocora (Spohn M. e Spohn R. 2011).

Le zone di pit si caratterizzano per essere prive di sostanza organica sugli strati più superficiali, che sono invece formati da ghiaioni o roccia affiorante, che la pioggia negli anni ha privato di quasi tutta la sostanza organica (FIG. 4.12). questo è un fattore limitante per molte specie, i cui semi non riescono a germinare una volta arrivati al suolo. Per questo motivi non si insediano molte specie vegetali, ad eccezione di qualche arbusto o erbacea. Non subendo la concorrenza di altre specie, avendo a disposizione un'elevata quantità di luce e riuscendo a svilupparsi su queste tipologie di suolo, il salice riesce ad affermarsi in maniera predominante. Il larice si caratterizza per essere una specie fortemente pioniera e necessita di molta luce per svilupparsi. È inoltre resistente a basse temperature e ad ambienti fortemente nevosi (Da Ronch F. et al., 2016). L'assenza di copertura e l'esposizione ad abbondanti neviccate che si verificano sulle zone di pit non sono quindi un fattore limitante per il larice. Uno dei motivi principali per cui si trova in proporzione così bassa è da ricondurre sicuramente alla scarsa disponibilità di seme. Anche il *Sorbus aucuparia*, come le altre, è una specie pioniera e in quanto tale si caratterizza per essere eliofila. Per questo motivo si trova in abbondanza sulle zone di pit anche se la sua presenza relativamente scarsa rispetto al salice è da ricondurre al

fatto che, per quanto colonizzi tutte le tipologie di suolo, predilige suoli fertili ed umidi (Myking T. et al. 2013).

Per quanto concerne le specie presenti sulle zone di mound, quelle più rappresentate sono il salice (*S. caprea*), il larice (*L. decidua*) e il sorbo (*S. aucuparia*). I motivi per i quali si trovano rappresentate queste specie piuttosto che altre sono per lo più gli stessi descritti sopra per le zone di pit. La ragione per cui, invece, si trovano in numeri largamente inferiori rispetto alle zone di pit può essere ricondotta all'elevata esposizione agli agenti atmosferici a cui sono esposte le piante sul mound.

Dal confronto effettuato sulla numerosità degli individui presenti sul suolo modificato dal ribaltamento della ceppaia, quindi in riferimento al pit e il mound, e al suolo limitrofo non modificato, ovvero la corona circolare di larghezza un metro attorno la ceppaia, non sono emerse differenze significative. Come si nota nella tabella 5.16, è emersa una differenza significativa solo all'interno del sito 1, dove la numerosità di piante è maggiore sul suolo limitrofo alla ceppaia piuttosto che su quest'ultima. Nei siti 2 e 3 non sono emerse differenze significative tra la numerosità all'interno delle due morfologie.

Lo stesso risultato si è ottenuto osservando i dati totali dei tre siti. Ciò significa che i risultati ottenuti non evidenziano differenze tra la numerosità degli individui della rinnovazione presenti sulla ceppaia e quella di quest'ultimi sulla corona circolare di suolo non modificato attorno a questa, e che quindi la modificazione della microtopografia a livello di pit e mound non produce una variazione nell'affermazione di nuova rinnovazione.

Dalla stima a metro quadro del numero di piante svolta per tipologie di specie sui due differenti siti, come riportato nelle tabelle 5.19 e 5.20, si osserva la differente distribuzione delle specie su quest'ultimi. Sebbene infatti la numerosità degli individui sulle ceppaie e sul suolo limitrofo a queste sia simile, la composizione specifica è molto diversa. Le uniche due specie che risultano rappresentate in proporzione maggiore sulle ceppaie sono il *Corylus avellana* e il *Salix caprea*. *Larix decidua*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pubescent*, *Fraxinus Excelsior* e *Populus tremula* sono maggiormente presenti sulla corona circolare.



## 6.4 Influenza del compattamento del suolo

Le operazioni di esbosco svolte tramite l'utilizzo di macchinari pesanti, quali harvester, forwarder e skidder, hanno degli effetti diretti sui siti in cui vengono attuate. I più importanti sono la compattazione del suolo superficiale e l'alterazione della morfologia del terreno. La compattazione del suolo ne riduce la porosità, che di conseguenza implica limitazioni nell'apporto di acqua e ossigeno ai microrganismi e alle piante presenti. Nei casi di terreni in pendenza il deflusso dell'acqua canalizzato sulle ormaie create dal passaggio dei mezzi comporta l'erosione dello strato più superficiale e fertile del suolo con conseguenze negative per le piante. Lo sviluppo di queste è infatti limitato o nei casi peggiori l'affermazione di nuova rinnovazione è completamente impedita (Cambi et al., 2015; Williamson J. e Neilsen W., 2000).

Come si può notare dal grafico 23, la presenza di rinnovazione è largamente superiore sul suolo non compattato limitrofo alle ormaie create dai mezzi. Lungo le ormaie, infatti, si sono osservati in media meno individui in tutte le aree di saggio, al contrario che sul margine di queste, dove sul suolo non compattato il numero di individui appartenenti alla rinnovazione è in media più elevato.

I risultati ottenuti sono in linea con quelli riportati da Pinard M. et al (2000): si osserva infatti come la numerosità degli individui della rinnovazione sia maggiore lungo i margini delle piste dove il suolo non è stato modificato dal passaggio dei macchinari pesanti.

La diminuzione della porosità del suolo e della disponibilità di nutrienti non permette infatti lo sviluppo di un apparato radicale tale per cui le piante possano crescere e svilupparsi.

## 6.5 Le specie della rinnovazione

Le prime fasi della successione forestale successivamente ad un disturbo si caratterizzano per l'assenza di copertura forestale e l'abbondanza di risorse, quali nutrienti, luce, acqua e ossigeno (Swanson et. Al, 2010). Queste condizioni favoriscono la colonizzazione delle aree colpite da parte di piante appartenenti a tipologie di specie che vengono definite pioniere.

Sulla base dei risultati ottenuti attraverso le diverse modalità di campionamento, su tutti i siti analizzati le specie più rappresentate risultano essere: *Salix caprea*, *Corylus avellana*, *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula pubescent* e *Larix decidua*. Oltre a queste poi sono state individuate le specie *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Sorbus aria*, *Ostrya carpinifolia*,

*Populus tremula*, *Tillia platiphillos* e *Picea abies*, anche se in quantità relativamente inferiori, come si può osservare nelle tabelle 5.21, 5.22 e 5.23.

La differenza del grado di rappresentabilità è da ricondurre alle caratteristiche delle specie. Le prime, infatti, ad eccezione del nocciolo, sono tutte tipologie di specie pioniere e per la maggior parte fortemente eliofile. Le condizioni dei siti analizzati in questo studio sono dunque favorevoli al loro insediamento e successivo sviluppo. Pur non essendo una pianta eliofila, il nocciolo si trova in quantità relativamente elevate. La sua presenza è riconducibile al fatto che si tratta di una specie che possiede un'elevata capacità di sopravvivenza vegetativa. Nonostante sia sensibile alle ghiacciate autunnali, infatti, possiede un'ottima capacità di rinnovazione e differenti metodologie di propagazione dei semi (idrocora, mirmecora, e zoocoria) che assicurano una discreta presenza di semenzali. Pur avendo un ruolo minore nella competizione con le altre specie riesce a sopravvivere grazie a queste discrete capacità di rinnovazione e grazie al fatto che è una specie sciafila (Tallantire A., 2002). Il fatto di tollerare una certa quota di ombreggiamento, infatti, gli permette di insediarsi laddove le altre specie pioniere non riescono per via della poca luce.

All'interno dei siti analizzati, la classe di altezza predominante delle piante della rinnovazione è quella dei 20-150 cm. Come si evidenzia nei grafici 25 e 26, infatti, le piante di altezza inferiore ai 20 cm e maggiore ai 150 cm rappresentano una percentuale relativamente bassa. La presenza limitata delle piante di altezza minore ai 20 cm può essere ricondotta al fatto che vi è una percentuale minore di piante appartenenti alla rinnovazione delle ultime stagioni vegetative. Subendo infatti la competizione e, in particolar modo, l'ombreggiamento della rinnovazione già affermata e delle altre specie che compongono la copertura del suolo in questo momento (arbusti e specie erbacee per la maggior parte), la nuova rinnovazione fatica ad affermarsi.

Gli individui della classe 20-150 cm appartengono per la maggior parte alla rinnovazione sviluppatasi a partire dalle prime stagioni vegetative successive al disturbo, quando la competizione era assente in quanto non vi era alcun tipo di copertura vegetale se non qualche specie erbacea annuale.

Le piante di altezza maggiore di 150 cm, sebbene in alcuni casi possano appartenere alla rinnovazione post disturbo che per condizioni micro-stazionali particolarmente favorevoli hanno raggiunto altezze relativamente elevate, per la maggior parte appartengono a

rinnovazione preesistente. Si tratta infatti di rinnovazione che si trovava all'interno del popolamento prima dell'evento di disturbo e che è sopravvissuta allo schianto del popolamento. Questa rinnovazione può avere origine naturale, formatasi quindi all'interno del popolamento per la creazione di buche derivanti da tagli di diradamento o schianti da vento o da neve di piccole estensioni, oppure origine artificiale, derivante quindi da sotto impianti effettuati dai Servizi Forestali Regionali in passato (Comune di Belluno, 2016).

La predominanza della classe intermedia, 20-150 cm, è da interpretare come un segnale positivo in quanto significa che la quota principale di rinnovazione presente al momento sui siti colpiti dagli schianti a seguito della tempesta Vaia si compone di rinnovazione naturale, nata e cresciuta a seguito del disturbo.

Osservando i valori stimati di densità media di piante ottenuti per ognuna delle tre modalità di campionamento si evidenziano delle differenze. Come si può notare nelle tabelle 5.24, 5.25 e 5.26, infatti, la rinnovazione presente lungo i transetti lineari è di maggiore rispetto a quella calcolata a partire dai dati raccolti all'interno delle aree di saggio circolari e sulle ceppaie.

Le aree di saggio circolari e i rilievi sulle ceppaie ribaltate sono stati svolti in maniera sparsa su tutta l'area colpita dallo schianto, mentre invece i transetti lineari sono sempre stati eseguiti a partire dal margine attorno lo schianto. Tale differenza è quindi riconducibile all'influenza dei margini sulla numerosità della rinnovazione, che si trova in proporzione maggiore in prossimità di questi. All'interno dello schianto, dove non sono presenti gli effetti dei margini, la quantità di rinnovazione sembra essere dunque minore.

La maggiore quantità di rinnovazione sulle aree limitrofe ai margini conferma l'effetto positivo di questi rispetto alla sua affermazione.

È possibile svolgere un confronto della densità media attuale con quella calcolata in uno studio del 2021 (Segat L., 2021) sulle stesse zone interessate da questa analisi. In particolare, con lo studio di due anni fa è stata stimata la numerosità di piante ad ettaro sulla base dei dati raccolti su ceppaie ribaltate all'interno di aree schiantate sul Col Visentin, coincidenti o limitrofe a quelle prese in considerazione per questo studio. Dall'analisi di due anni fa è emersa una densità media di circa 20900 piante ad ettaro, mentre quella stimata alla situazione attuale è di circa 8275 piante ad ettaro. Tale riduzione è da ricondurre a più fattori. Il tasso di mortalità delle piante, infatti, può essere influenzato dalla competizione con altre

specie (Hahn K. et. al, 2007), dalla pressione del brucamento da parte della fauna selvatica e dalle gelate tardive all'inizio delle stagioni vegetative, durante le quali le giovani piante sono particolarmente sensibili (Burney T. et al., 2018).

## 7. Conclusione

In questo studio sono state analizzate alcune delle dinamiche che interessano la rinnovazione naturale affermatasi all'interno di tre schianti provocati dalla tempesta Vaia nell'autunno del 2018 sul Col Visentin, in provincia di Belluno.

Il ruolo dei margini, che si sono creati attorno alle aree schiantate in seguito al disturbo, è risultato essere rilevante. Dalle analisi svolte è infatti emersa una correlazione tra quest'ultimi e la rinnovazione presente all'interno dei siti. Nel dettaglio, si è notato come la numerosità degli individui diminuisca progressivamente all'aumentare della distanza dal margine. Inoltre, è stata osservata una maggiore densità di individui nella fascia di area schiantata limitrofa ai margini, piuttosto che sul resto dell'area. Sebbene i margini influiscano sulla quantità di piante, questi non ne condizionano le specie; non è risultata nessuna relazione tra le specie trovate all'interno dei siti e quelle che compongono i margini di questi.

Contrariamente a quanto atteso, la copertura del suolo attualmente presente sulle aree schiantate, che si compone per la maggior parte di arbusti ed erbacee, non condiziona lo sviluppo della rinnovazione naturale. Non è emerso nessun tipo di correlazione significativa tra la copertura del suolo e la numerosità delle piante della rinnovazione, ad eccezione delle specie erbacee a foglia larga.; è emersa, infatti, una correlazione tra queste e le specie *Salix caprea* e *Corylus avellana*. Nel primo caso la copertura è risultata limitante mentre invece nel secondo favorevole.

Lo schianto delle piante e il successivo rilascio delle ceppaie ribaltate all'interno dei siti ne ha modificato la morfologia, creando delle zone a pit e delle zone a mound. Si è osservato come la rinnovazione sembra essere più abbondante sulle zone di pit piuttosto che su quelle di mound, sulle quali si trova in numeri maggiori e rappresentata da specie prettamente pioniere ed eliofile, come il *Salix caprea*, il *Larix decidua* e il *Sorbus aucuparia*. Nonostante la differenza significativa tra queste due microtopografie, non ne è invece emersa nessuna tra la numerosità degli individui sulle ceppaie ribaltate (pit e mound) e le zone limitrofe non modificate dal ribaltamento delle piante. Questo dimostra come la modifica a livello di microtopografia non influenza l'affermazione della rinnovazione all'interno delle aree schiantate, che si trova in quantità simili sulle zone modificate e su quelle che non lo sono.

Il traffico di macchinari pesanti durante le operazioni di esbosco ha causato un compattamento degli strati più superficiali del suolo che ha comportato degli effetti negativi sulla rinnovazione. Quella presente lungo le piste di esbosco è infatti di gran lunga minore

sulle ormaie create dai mezzi piuttosto che sul suolo non compattato limitrofo a queste. Le piante della rinnovazione non riescono infatti a sviluppare un apparato radicale e stabilirsi al di sopra del suolo compattato.

All'interno dei tre siti è attualmente predominante la presenza di specie pioniere e per la maggior parte eliofile, quali *Salix caprea*, *Corylus avellana*, *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula pubescent* e *Larix decidua*. Queste specie sono tipiche delle comunità appartenenti alle prime fasi della successione forestale, ovvero quelle che attualmente interessano queste aree schiantate.

Le densità medie calcolate all'interno dei siti si attestano sugli 8000 individui ad ettaro, questo dato è indicativo di una buona affermazione della rinnovazione attuale presente sui siti.

Con questo studio si sono analizzate diverse dinamiche che caratterizzano l'affermazione della rinnovazione all'interno di aree colpite da schianti. Gli aspetti trattati sono solo alcuni e sarebbe interessante approfondirne altri. Per avere un quadro più dettagliato della situazione attuale sarebbe utile svolgere uno studio più specifico riguardo le altezze delle piante della rinnovazione. Analizzandole, infatti, sarebbe possibile definire con più accuratezza in che modo la competizione con altre specie vegetali influisca sullo sviluppo della rinnovazione. Inoltre, sarebbe possibile definire in modo più preciso quanto il compattamento del suolo e la conseguente limitazione della creazione di un apparato radicale adeguato influisca e limiti la crescita in altezza delle piante.

Questo lavoro ha scattato una fotografia delle condizioni attuali delle aree prese in considerazione per questo studio ma, dal momento che gli ecosistemi non sono statici ma in continua evoluzione, sarebbe interessante continuare il lavoro di monitoraggio su queste zone per osservare in che modo questi ecosistemi rispondano al disturbo su una scala temporale più vasta e non solo sul breve periodo.

## Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento al Professor Emanuele Lingua, che ha fin da subito accolto questo mio progetto di tesi con entusiasmo, seguendomi durante tutta la sua realizzazione.

Vorrei ringraziare i miei genitori, Andrea e Barbara, per avermi dato quest'opportunità, con la speranza che questo traguardo possa in parte ripagare i sacrifici fatti per me. Insieme a loro vorrei ringraziare mio fratello Gabriele, i miei nonni e tutta la mia famiglia, che mi è sempre stata vicina.

Grazie ad Alice, con la quale ho condiviso dal primo all'ultimo giorno di questo percorso, e che oltre ad essere stata un'ottima compagna di corso è sempre stata un'amica speciale, su cui ho potuto contare nei momenti più difficili e con la quale ho condiviso quelli più belli.

Grazie ad Arianna, una delle prime persone che ho conosciuto qui a Padova e che, anche se da lontano in alcuni momenti, mi è sempre stata accanto, sostenendomi sempre.

Grazie a Giulio, per avermi sempre sopportato e supportato, anche nei momenti di difficoltà, spronandomi sempre a non arrendermi e credendo in me.

Grazie a Linda e ad Arianna, coinquiline ed amiche speciali, con cui ho condiviso momenti indimenticabili che porterò sempre con me.

Un ringraziamento al Comune di Belluno ed in particolare a Domenico Crose, che ha contribuito alla realizzazione di questa tesi, aiutandomi durante la raccolta dei dati su cui si basa questo studio.

Infine, vorrei ringraziare tutte le persone che ho conosciuto durante questo percorso e che hanno contribuito, anche solo in parte, al raggiungimento di questo traguardo.





## Bibliografia

ARPAV (2018) - "27-30 ottobre 2018. Maltempo in Veneto: Pioggia e vento eccezionali"

<https://www.arpa.veneto.it/arpav/pagine-generiche/emergenze-ambientali/storico-emergenze-ambientale/27-30/ottobre-2018.-maltempo-in-veneto-pioggia-e-vento-eccezionali>.

Atkinson M. D. (1992) - "*Betula pendula* Roth (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh"-  
Journal of Ecology, Vol. 80, No 4, pp, 837-870.

Berretti R., Bottero A., Bruno E., Della Beffa G., Freppaz M. et al. (2011) - "*Foreste di protezione diretta. Disturbi naturali e stabilità nelle Alpi Occidentali*" -.

Bebi P., Seidl R., Motta R., Fuhr M., Firm D., et al. (2017) - "*Changes of forest cover and disturbance regimes in the mountain forests of the Alps*" - Forest Ecology and Management, Vol. 388, pp. 43-56.

Beck P., Caudullo G., De Rigo D., Tinner W. (2016) - "*Betula pendula, Betula pubescens and other birches in Europe: distribution, habitat, usage and threats*" - European Atlas of Forest Tree Species, pp. 70-73.

Bernetti G. (2005) - "*Specie arboree pioniere e specie arboree conclusive*" - L'Italia Forestale e Montana, Botanica e Selvicoltura, Capitolo 33, pp. 331-333.

Bottero A., Garbarino M., Long J. N., Motta R. (2013) - "*The interacting ecological effects of large-scale disturbances and salvage logging on montane spruce forest regeneration in the western European Alps*" - Forest Ecology and Management, Vol. 292, pp. 19-28.

Burney O. T., Jacobs D. F. (2018) - "*Species selection – A fundamental silvicultural tool to promote forest regeneration under high animal browsing pressure*" - Forest Ecology and Management, Vol. 408, pp.67-74.

Cambi M., Certini G., Neri F., Marchi E. (2015) - *“The impact of heavy traffic on forest soils: A review”*- Forest Ecology and Management, Vol. 338, pp. 124-134.

Carlton G. C., Bazzaz, F. A. (1998) - *“Resource congruence and forest regeneration following an experimental hurricane blowdown”* - Ecology, pp. 1305-1319.

Chirici G., Giannetti F., Travaglini D., Nocentini S., Francini S., et al. (2019) - *“Stima dei danni della tempesta “Vaia” alle foreste in Italia”* - Forest@, Vol. 16, No 1, pp. 3-9.

Comune di Belluno (2016) - *“Piano di Riassetto Forestale dei Beni Silvo-Pastorali del Comune di Belluno”* - Parte generale e parte speciale.

Costa M., Marchi N., Bettella F., Bolzon P., Berger F., Lingua E. (2021) - *“Biological Legacies and Rockfall: The Protective Effect of a Windthrown Forest”* - Forests, Vol. 12, Fasc. 9.

Curzon M. T, D’Amato A. W., Palik B. J. (2014) - *“Harvest residue removal and soil compaction impact forest productivity and recovery: Potential implications for bioenergy harvests”* - Forest Ecology and Management, Vol. 329, pp. 99-107.

Da Ronch F., Caudullo G., Tinner W., De Rigo D. (2016) - *“Larix decidua and other larches in Europe: distribution, habitat, usage and threats”*- European Atlas of Forest Tree Species, pp. 108-110.

David H. and Paul R. (2023), PAST (PAleontological STatistics), versione 4.13.

Daviolo S., Della Fera S., Laviola S., Miglietta M. M., Levizzani V. (2020) - *“Heavy Precipitation over Italy from the Mediterranean Storm “Vaia” in October 2018: Assessing the Role of an Atmospheric River”* - American Meteorological Society Journal, Vol. 148, No 9, pp. 3571-3588.

Dibona D. (1998) - *“Il Larice”* - Regione del Veneto, “La Tipografica” A.G.V. srl, Venezia.

Enescu C. M., Houston Durrant T., De Rigo D., Caudullo G. (2016) - *“Salix Caprea in Europe: distribution, habitat, usage and threats”* - European Atlas of Forest Tree Species, pp. 170-171.

Fierke M. K. and Kauffman J. K. (2006) - *“Riverscape-level patterns of riparian plant diversity along a successional gradient, Willamette River, Oregon”* - Plant Ecology, Vol. 185, pp 85-95.

Fidej G., Rozman A., Nagel T. A., Dakskobler I., Diaci J. (2016) - *“Influence of salvage logging on forest recovery following intermediate severity canopy disturbances in mixed beech dominated forests of Slovenia”* - iForest, Vol. 9, pp. 430-436. SISEF - Italian Society of Silviculture and Forest Ecology.

Fidej G., Rozman A., Diaci J. (2018) – *“Drivers of regeneration dynamics following salvage logging and different silvicultural treatments in windthrow areas in Slovenia”* - Forest Ecology and Management, Vol. 409, pp. 378-389.

Franklin J. F., Lindenmayer D., Macmahon J. A., McKee A. (2000) - *“Threads of continuity: Ecosystem disturbances, biological legacies and ecosystem recovery”*- researchgate.net publication.

Gardiner B., Schuck A., Schelhaas M. J., Orazio C., Blennow K., et al. (2013) - *“Living with Storm Damage to Forests”* -

Gardiner B., Beery P., Moulia B. (2016) - *“Review: Wind impacts on plant growth, mechanics and damage”* - Plant Science, Vol. 245, pp. 94-118.

Geoportale della Regione Veneto - <https://idt2.regione.veneto.it> -

Godziek J., Pawlik L. (2023) - *“Indicators of wind-driven forest disturbances – pit–mound topography, its automatic detection and significance”* - Catena, Vol. 211, Part A, pp. 1-13.

Hahn K., Emborg J., Vesterdal L., Christensen S., Bradshaw R. H., et al. (2007) - *“Natural forest stand dynamics in time and space - synthesis of research in Suserup Skov, Denmark and perspectives for forest management”* - Ecological Bulletins, No 52, pp. 183.194.

Hein S., Collet C., Ammer C., Le Goff N., Skovsgaard J. P., et al. (2009) - *"A review of growth and stand dynamics of Acer pseudoplatanus L. in Europe: implications for silviculture"* - Forestry: an International Journal of Forest Research, Vol. 82, No. 4, pp. 361-385.

Keeton W. S., Franklin J. F. (2005) - *"Do remnant old-growth trees accelerate rates of succession in mature douglas-fir forests?"* - Ecological Monographs, Vol. 75, No 1, pp. 103-118.

Khanina L. G., Bobrovsky M. V., Zhmaylov I. V. (2019) - *"Vegetation diversity on the microsites caused by tree uprooting during a catastrophic windthrow in temperate broadleaved forests"* - Russian Journal of Ecosystem Ecology, Vol. 4 (3), pp. 1-17.

Kramer K., Brang P., Bachofen H., Bugmann H., Wohlgemuth T. (2014) - *"Site factors are more important than salvage logging for tree regeneration after wind disturbance in Central European forests"* - Forest Ecology and Management, Vol. 331, pp. 116-128.

La Marca O. (2017) - *"Elementi di dendrometria"* - Pàtron Editore Bologna.

Ledger M. E, Harris R., Milner A. M., Armitage P. D. (2006) - *"Disturbance, biological legacies and community development in stream mesocosms"* - Oecologia, Vol. 148, pp. 682-691.

Mantero G., Morresi D. , Negri S., Anselmetto N., Lingua E., et al. (2023) - *"Short-term drivers of post-fire forest regeneration in the Western Alps"* - Fire Ecology, Vol. 19, No 23.

McClellan D., De Varembe R. (2019) - *"The human cost of disasters: an overview of the last 20 years"*.

McMahon T. A., (1975) - *"The Mechanical Design of Trees"* - Scientific American , Vol. 233, No. 1, pp. 92-103.

Microsoft (2022), Microsoft Excel, versione 16.66.1.

Mitchell S. J. (2013) - *“Wind as a natural disturbance agent in forests: a synthesis”* - Forestry: an International Journal of Forest Research, Vol. 86, No 2, pp. 147-157.

Motta R., Ascoli D., Corona P. M., Marchetti M., Vacchiano G. (2018) - *“Selvicoltura e schianti da vento. Il caso della “tempesta Vaia”* - Forest@, Vol. 15, No 1, pp. 94-98.

Myking T., Bøhler F., Austrheim G., Solberg E. J. (2011) - *“Life history strategies of aspen (Populus tremula L.) and browsing effects: a literature review”* - Forestry, Vol. 84, No. 1., pp. 61-71.

Myking T., Solberg E. J., Austrheim G., Speed J. D. M., Bøhler F., et al. (2013) - *“Browsing of willow (Salix caprea L.) and rowan (Sorbus aucuparia L.) in the context of life history strategies: a literature review”* - European Journal of Forest Research, Vol. 132, pp. 399-409. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Nicoll B. C., Gardiner B. A., Rayner B., Peace A. J. (2006) - *“Anchorage of coniferous trees in relation to species, soil type, and rooting depth”* - Canadian Journal of Forest Research, Vol. 36, No 11, pp. 1871-1882.

Pinard M. A., Barkera M. G., Tayb J. (2000) - *“Soil disturbance and post-logging forest recovery on bulldozer paths in Sabah, Malaysia”* - Vol. 130, pp. 213-225.

QGIS Development Team (2022), QGIS, versione 3.22 “Białowieża”.

Raspe O., Findlay C., Jacquemart A. (2000) - *“Sorbus aucuparia L.”* - Journal of Ecology, Vol. 88, No 5, pp. 910-930.

Segat L. (2021) - *“Monitoraggio dell’insediamento della rinnovazione in un’area interessata da schianti a seguito della tempesta Vaia nel Bellunese”* -.

Seidl R., Thom D., Kautz M., Martin-Benito D., Peltoniemi M., et al. (2017) - *“Forest disturbances under climate change”* - Landscape Ecology, Vol. 32, pp. 1485-1498.

Seidl R., Rammer W., Spies T. A. (2014) - *“Disturbance legacies increase the resilience of forest ecosystem structure, composition, and functioning”* - Ecological Application, Vol. 24, No 8, pp. 2063-2077.

Simon A., Gratzer G., Sieghardt M. (2011) - *“The influence of windthrow microsites on tree regeneration and establishment in an old growth mountain forest”* - Forest Ecology and Management, Vol. 262, pp. 1289-1297.

Spohn M., Spohn R. (2011) - *“Guida agli alberi d’Europa”* - Franco Muzzio editore, Roma.

Stathers R. J., Rollerson T. P., Mitchell S.J. (1994) - *“Windthrow Handbook for British Columbia Forests”* -.

Stueve K. M., Perry C. H., Nelson M. D., Healey S. P., Hill A. D., et al. (2011) - *“Ecological importance of intermediate windstorms rivals large, infrequent disturbances in the northern Great Lakes”* - Ecosphere: an ESA Open Access Journal, Vol. 2, No 1, pp. 1-21.

Swanson M. E. et al. (2010) - *“The forgotten stage of forest succession: early-successional ecosystems on forest sites”* - Frontiers in Ecology and the Environment, Vol. 9, No 2, pp. 117-125.

Tallantire P. A. (2002) - *“The early-Holocene spread of hazel (Corylus avellana L.) in Europe north and west of the Alps: an ecological hypothesis”* - The Holocene, Vol. 12, No 1, pp. 81-96.

Tiebel K., Leinemann L., Hosius B., Schlicht R., Frischbier N., Wagner S. (2019) - *“Seed dispersal capacity of Salix caprea L. assessed by seed trapping and parentage analysis”* - European Journal of Forest Research, Vol. 138, pp. 495-511. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature.

Tjoelker M. G., Boratynski A., Bugała W. (2007) - *“Biology and Ecology of Norway Spruce”* -.

Tsvetanov N., Dountchey A., Panayotov M., Zhelev P., Bebi P. et al. (2018) - *“Short- and long-term natural regeneration after windthrow disturbances in Norway spruce forests in Bulgaria”* - iForest, Vol. 11, pp. 675-684.

Vaglio Laurin G., Francini S., Luti T., Chirici G., Pirotti F., et al. (2021) - *“Satellite open data to monitor forest damage caused by extreme climate-induced events: a case study of the Vaia storm in Northern Italy”* - Forestry: an International Journal of Forest Research, Vol. 94, No 3, pp. 407-413.

Valt M., Salvatori R., Salzano R., Marigo G. (2020) - *“Identification of potential avalanche areas associated with the Vaia storm using Sentinel-2 data”* - researchgate.net publication.

Van Couwenbergh R. , Collet C., Lacombe E. , Pierrat J. C. , Gégout J. C. (2010) - *“Gap partitioning among temperate tree species across a regional soil gradient in windstorm-disturbed forests”* - Forest Ecology and Management, Vol. 260, pp. 146-154.

White P. S., Pickett S. T. (1985) - *“The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics”* -.

Williamson J.R., Neilsen W.A. (2000) - *“The influence of forest site on rate and extent of soil compaction and profile disturbance of skid trails during ground-based harvesting”* - Canadian Journal of Forest Research, Vol. 30, pp. 1196–1205.

Wohlgemuth T., Schwitter R., Bebi P., Sutter F., Brang P. (2017) - *“Post-windthrow management in protection forests of the Swiss Alps”* - European Journal of Forest Research, Vol. 136, pp. 1029-1040. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.





# Allegati

DATA RILIEVO ...../...../.....

OPERATORE: *Lorenzo Segat*

PARTICELLA N. .... DEL COMUNE DI BELLUNO  
LOCALITA' .....

TIPO DI RILIEVO:  
TRANSETTO DA 50 M CON 10 AREE DI 1M<sup>2</sup> CIASCUNA DISTANTI 5 M

D. PROGRESSIVA	SPECIE	NUMERO	ALTEZZA	ETA'
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	

ALLEGATO 1. Tabella di campo rilievi lungo transetti lineari con aree di saggio ogni 5 m.

DATA RILIEVO ...../...../.....

OPERATORE: *Lorenzo Segot*

PARTICELLA N. .... DEL COMUNE DI BELLUNO  
LOCALITA' .....

TIPO DI RILIEVO:  
AREE DI SAGGIO CIRCOLARI DI RAGGIO 4M

N. Ads	SPECIE	NUMERO	ALTEZZA	ETA'	COPERTURA SUOLO %						
					ARBUSTI	ERBACEE		SUOLO NUDO		ROCCIA	
					f.stretta	f.larga	compattato	non compatto	> 2cm	< 2cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm <input type="checkbox"/> 20-150 cm <input type="checkbox"/> > 150 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni							
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm <input type="checkbox"/> 20-150 cm <input type="checkbox"/> > 150 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni							
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm <input type="checkbox"/> 20-150 cm <input type="checkbox"/> > 150 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni							
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm <input type="checkbox"/> 20-150 cm <input type="checkbox"/> > 150 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni							
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm <input type="checkbox"/> 20-150 cm <input type="checkbox"/> > 150 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni							

ALLEGATO 2. Tabella di campo rilievi all'interno di aree di saggio circolari di raggio 4m.

DATA RILIEVO ...../...../.....

OPERATORE: *Lorenzo Segat*

PARTICELLA N. .... DEL COMUNE DI BELLUNO  
LOCALITA' .....

TIPO DI RILIEVO: A PARTIRE DA NORD IN SENSO ORARIO. SU TUTTO IL TERRENO MINERALE PRESENTE,  
COMPRESO SULLE RADICI. SULLA CORONA CIRCOLARE DI 1M ATTORNO ALLA CEPPAIA SRADICATA

NUMERO CEPPAIA	Dimensione	Stima percentuale PIT	RINNOVAZIONE SUOLO MINERALE		Posizione  Pit/Mound	RINNOVAZIONE CIRCOSTANTE	
	D / d (m)		SPECIE	NUMERO		SPECIE	NUMERO

ALLEGATO 3. Tabella di campo rilievi su ceppaie ribaltate e corona circolare attorno a queste.

DATA RILIEVO ...../...../.....

OPERATORE: *Lorenzo Segat*

PARTICELLA N. .... DEL COMUNE DI BELLUNO  
 LOCALITA' .....

TIPO DI RILIEVO:  
 AREE DI SAGGIO SU PISTE DI ESBOSCO E SUOLO LIMOTROFO

N. AdS*	SPECIE	NUMERO	ALTEZZA	ETA'
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	
			<input type="checkbox"/> 0- 20 cm	<input type="checkbox"/> < 5 anni <input type="checkbox"/> > 5 anni
			<input type="checkbox"/> 20-150 cm	
			<input type="checkbox"/> > 150 cm	

\* Specificare se su ormaia (a) o se su suolo non interessato dal passaggio di macchinari (b).

*ALLEGATO 4. Tabella di campo rilievi lungo piste di esbosco.*