



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

Corso di laurea magistrale in Scienze Forestali e Ambientali - LM

Studio delle dinamiche di rinnovazione naturale post-Vaia:
il caso della Malga Marcai (TN).

Relatore
Prof. Mario Pividori

Laureando
Michele Nicolussi Neff

Matricola n.
1181653

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

*“Tra vent’anni non sarete delusi delle cose che avete fatto ma da quelle che non avete fatto.
Allora levate l’ancora, abbandonate i porti sicuri, catturate il vento nelle vostre vele.
Esplorate. Sognate. Scoprite.”*

Mark Twain

SOMMARIO

RIASSUNTO	3
ABSTRACT	5
1. PREMESSA	7
2. OBIETTIVI	8
3. STATO DELL'ARTE	9
3.1 Disturbi da vento	10
3.1.1 La tempesta Vaia	14
3.1.2 Interventi post disturbo	17
3.1.3 Fattori di rinnovazione post disturbo	19
3.2 Specie arboree presenti nell'area di studio	24
3.2.1 Abete rosso	24
3.2.2 Abete bianco	24
3.2.3 Larice	25
3.2.4 Sorbo degli uccellatori	25
3.2.5 Le specie medicina	26
3.3 Area di studio	27
3.3.1 Inquadramento generale	27
3.3.2 Inquadramento vegetazionale	29
3.3.3 Inquadramento del danno	31
4. MATERIALI E METODI	33
4.1 Rilievi in campo	33
4.2 Elaborazione dati	36

5. RISULTATI	38
5.1 Elaborazione dati di campo	38
5.2 Fattori di rinnovazione successivi al disturbo da vento	45
5.2.1 Copertura % della vegetazione – Numerosità piantine rinnovazione	45
5.2.2 Copertura % di legno morto CWD – Numerosità piantine rinnovazione	49
5.2.3 Copertura % di orizzonte minerale– Numerosità piantine rinnovazione	52
5.2.4 Distanza dal margine del bosco – Numerosità piantine rinnovazione	54
6. DISCUSSIONE DEI RISULTATI	59
6.1 Elaborazioni dei dati di campo	59
6.2 Implicazioni gestionali	61
7. CONCLUSIONI	63
BIBLIOGRAFIA	65
RINGRAZIAMENTI	69

RIASSUNTO

Le foreste del centro-nord Europa negli ultimi 50 anni sono state interessate numerose volte da disturbi di natura abiotica e in modo particolare da tempeste di vento. Tra il 28 e il 29 ottobre 2018 sui boschi delle Alpi centro-orientali italiane si è abbattuta la tempesta Vaia che ha interessato 42.525 ettari di superficie boscata per un volume di circa 8.5 milioni di metri cubi di legname schiantato a terra. Un evento dalle simili dimensioni è la prima volta che interessa la parte meridionale delle Alpi e ciò ha dapprima preso alla sprovvista le amministrazioni proprietarie dei boschi e successivamente ha portato gli studiosi ad approfondire tali tipi di dinamiche.

Il comune di Levico Terme ha subito enormi perdite di superficie boscata, si stima che siano stati recuperati più di 160.000 m³ di legname da opera, per più della metà interessano la parte dell'altopiano di Vezzena, dove pure i boschi di proprietà dei limitrofi comuni di Lavarone e Luserna sono stati fortemente colpiti con quantitativi di legname abbattuto di circa 60.000 m³ e 40.000 m³.

La quasi totalità di queste superfici è stata esboscata con un approccio definito "salvage logging" ovvero è stato recuperata la totalità del legname abbattuto in tempi relativamente brevi.

Essendo il primo evento di questa portata che interessa le Alpi italiane e passata la fase emergenziale di recupero del materiale, il selvicoltore dovrà definire le modalità per la ricostituzione dei boschi.

In questo lavoro di tesi si sono analizzate le dinamiche forestali di breve periodo in un'area campione sita sull'altopiano di Vezzena che presenta caratteristiche tipiche della zona allo scopo di poter estendere i concetti derivanti dai risultati ottenuti a tutta l'area limitrofa.

L'area di studio è rappresentata da una superficie schiantata di circa 15 ettari, con un danno compreso tra il 50 e il 90% sul totale delle piante presenti. Lo studio è stato svolto per transetti lineari (21) di lunghezza 10 m e larghezza 2 m, posti a diverse distanze dai margini boscati in modo da poter rappresentare in maniera uniforme le dinamiche in atto all'interno dell'area.

I rilievi sul campo sono stati svolti a 4 anni e mezzo dall'evento e a più di 3 anni dopo l'esbosco totale del materiale schiantato, sono stati rilevati i parametri stazionali fondamentali (pendenza, esposizione), il grado di copertura del suolo (copertura di vegetazione, legno morto e orizzonte minerale) e la densità di rinnovazione suddivisa in pre e post rinnovazione.

I risultati ottenuti permettono di sostenere che il tipo di copertura del suolo possa condizionare in parte la presenza e la densità di rinnovazione, negativamente o positivamente in funzione del tipo di copertura e della specie presa in considerazione infatti, specie eliofile e pioniere si insediano preferibilmente su parti dove lo strato minerale del suolo è esposto, mentre specie tolleranti l'ombra che richiedono ambienti sciafili per lo sviluppo si rinnovano meglio in presenza di vegetazione erbacea che garantisca copertura nelle fasi iniziali di attecchimento e accrescimento.

Il fattore più influenzante la distribuzione e la densità di rinnovazione, rilevato in questo studio, è rappresentato dalla distanza dal margine boscato, infatti il numero di piantine di rinnovazione è maggiore più ci si avvicina ai margini del bosco per via della presenza delle piante portaseme, nonostante ciò i risultati ottenuti dimostrano che il numero di piante in rinnovazione sia buono anche nelle zone centrali della tagliata. Questo aspetto rispecchia le attese previste e trovate in letteratura, infatti in aree gestite a salvage logging la rinnovazione è spesso rapida e diffusa principalmente da parte delle specie pioniere, nel caso specifico il sorbo degli uccellatori, ma talvolta si è riscontrato il rapido ritorno delle specie caratterizzanti il popolamento antecedente alla tempesta, infatti nell'area studio la presenza di rinnovazione di abete rosso rimane notevole.

Perciò, constatato che la densità di rinnovazione risulta abbondante e superiore a quella che verrebbe applicata in un progetto di rimboschimento, e che la presenza dell'abete rosso, specie dal maggior interesse in termini produttivi, è buona, si può sostenere che non sia necessario l'intervento di rimboschimento artificiale preferendo lo sviluppo di nuovi popolamenti naturali maggiormente resistenti e resilienti ai disturbi causati dal vento.

ABSTRACT

Over the past 50 years, the forests of central and northern Europe have been affected many times by abiotic disturbances and in particular by windstorms. Between the 28 and 29 of October 2018, storm Vaia caused a landfall in the forests of the central-eastern Italian Alps, affecting 42.525 hectares of wooded area and causing a volume of around 8.5 million cubic meters of timber to crush on the ground. It is the first time that such an event occurs in the southern part of the Alps: it has first caught the forest authorities off guard and then led researchers into investigating this kind of dynamics in greater depth.

The territory of Levico Terme has suffered enormous losses of forested area, it is estimated that more than 160,000 m³ of lumber have been recovered, more than half of them concern the part of the Altopiano of Vezzena, where also the forests owned by the neighboring village of Lavarone and Luserna have been severely affected with quantities of felled timber of about 60,000 m³ and 40,000 m³. Almost all of the affected area was cleared using the so-called “salvage logging” approach, i. e. all the timber fallen was recovered in a relatively short time.

Being it the first event of this magnitude affecting the Italian Alps, after the emergency phase of material recovery, the forest holder will have to define the modalities for the reconstruction of the forests.

In this thesis the short-term forest dynamics have been analysed considering a sample area located on the Altopiano of Vezzena, which presents the typical characteristics of the land, in order to be able to extend the concepts derived from the results obtained to the whole surrounding area.

The considered area consists of a crushed surface of about 15 hectares, with damage affecting a percentage between 50-90% of the total plants.

The study was carried out using linear transects (21) of 10 m length and 2 m width, placed at different distances from the edges of the forest with the aim to uniformly represent the dynamics occurring within the area. The field surveys were carried out 4 and a half years after the event took place and more than 3 years after the total of the collapsed material had been removed, for this operation the basic parameters of the ground (slope, exposure), the degree of soil cover (vegetation cover, dead wood and mineral horizon) and the density of renovation divided into pre and post renewal were recorded.

The results obtained allow us to state that the type of soil cover may partially affect the presence and density of renewal, in a negative as well as in a positive way, depending on the type of cover and the species considered.

In fact, heliophilous and pioneer species settle more easily on areas where the mineral layer of the soil is exposed, whereas shade-tolerant species requiring shadowy environments for development regenerate better in the presence of herbaceous vegetation, which assures cover during the initial stages of rooting and growth.

The study has shown that the most influential factor in the distribution and density of renewal is the distance from the forest edge, in fact the number of renewal plants is greater the closer we get to the edge of the forest due to the presence of seed-bearing plants. Nevertheless, the results obtained show that the number of renewal plants is positive even in the central areas of the cut (?).

This aspect confirms the expectations that were also found in literature, in fact in areas managed by salvage logging the renewal is often rapid and spread mainly by pioneer species, in this specific case by the “Sorbo degli uccellatori”, but sometimes the rapid return of those species, which characterized the population of the area before the storm has occurred: the presence of the spruce renewal in fact is still remarkable.

Therefore, given that the density of renewal is abundant and higher than that which would be applied in a reforestation project, and that the presence of spruce, the most relevant in terms of production, is good, it can be argued that the intervention of artificial reforestation is not necessary, preferring the development of new natural populations more resistant and resilient to further problems, which may be caused by wind.

1. PREMESSA

La tempesta Vaia ha causato ingenti danni ai patrimoni forestali della provincia di Trento, ad oggi a quasi 5 anni dall'evento e ultimata la fase di recupero del legname schiantato risulta importante la programmazione degli interventi di ripristino la quale dipende da elementi noti, quali ad esempio la funzione prominente delle superfici boscate colpite e l'intensità dei danni subiti, oltre che da dinamiche non note e solo presumibili legate alle singole condizioni stazionali che nel panorama provinciale si presentano numerose ed eterogenee.

Quindi, uno studio sulle dinamiche di rinnovazione post evento deve riportare numerose risposte a diversi quesiti quali:

- Che tipo di approccio è stato adottato per la gestione del materiale schiantato?
- Qual è lo stato del suolo e soprassuolo rimanente?
- La presenza di ungulati può essere alta da compromettere l'affermazione e lo sviluppo della rinnovazione?
- La rinnovazione affermatasi antecedentemente all'evento è sufficiente e com'è distribuita?
- La rinnovazione post evento è presente in quantità sufficiente e com'è distribuita?
- Quali sono i fattori limitanti lo sviluppo della rinnovazione?

Lo studio e il monitoraggio di aree colpite dagli schianti da vento diventa prerogativa per conoscere le dinamiche forestali della rinnovazione, conoscendo le aree che possono essere lasciate all'evoluzione naturale da quelle in cui il ripristino naturale risulta maggiormente complesso e richiedono l'intervento artificiale di ricostituzione.

2. OBIETTIVI

L'obiettivo che questo studio si prefigge è quello di analizzare le dinamiche di rinnovazione in un'area campione sull'altopiano di Vezzena soggetta a schianti da vento causati dalla tempesta Vaia del 28-29 ottobre 2018.

Lo studio ha lo scopo di capire quali possano essere i fattori più importanti che incidono sull'affermazione della rinnovazione post-evento al fine di poter delineare le scelte gestionali più opportune per garantire la naturalità dei popolamenti e ripristinare la funzione produttiva che contraddistingue tutta l'area boschiva dell'altopiano di Vezzena. Ottenere popolamenti forestali resistenti e resilienti sarà la vera sfida futura che il selvicoltore dovrà porsi, prima ancora del solo ripristino in tempi rapidi dei popolamenti alle condizioni antecedenti il disturbo.

Come sottolineato dal Piano d'azione Vaia in Trentino, in Provincia di Trento non è mai stato condotto nessuno studio sulla rinnovazione post disturbo da vento, pertanto sono state attivate alcune stazioni di monitoraggio permanente nella Foresta Demaniale di Paneveggio e Primiero da parte del Corpo Forestale provinciale. Questo studio può rappresentare spunto per conoscere l'andamento delle dinamiche di rinnovazione naturale post disturbo nelle aree colpite degli altipiani di Vezzena, Folgaria, Lavarone e Luserna fungendo da punto di partenza per futuri studi e analisi.

3. STATO DELL'ARTE

Nel continente europeo eventi di disturbo come Vaia si sono verificati più volte e negli ultimi decenni a partire dagli anni '70 sono aumentati significativamente i danni da vento alle foreste (figura 3.1). Tendenzialmente, le tempeste da vento che hanno interessato vaste superfici, si sono concentrate nelle parti centro settentrionali d'Europa senza interessare mai la penisola italiana (Gardiner, et al., 2013). L'unico evento di disturbo che ha provocato danni ai patrimoni forestali in Italia è la tempesta Vivian del 1990 che ha localmente colpito la Valle d'Aosta e il Piemonte (Regione Autonoma Valle d'Aosta – Regione Piemonte, 2006) (figura 3.2).

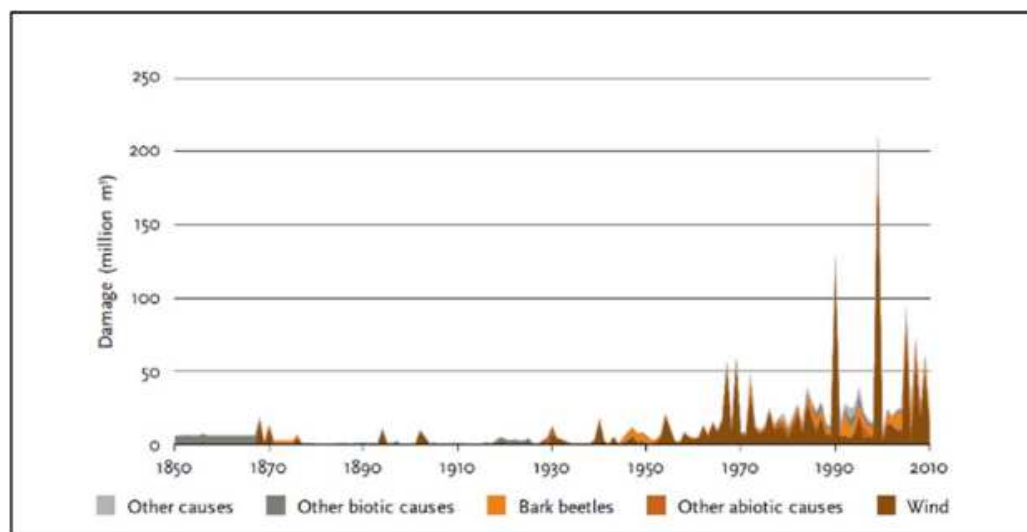


Figura 3.1 – Danni totali in m³ alle foreste europee a causa di eventi di disturbo (Gardiner, et al., 2013)

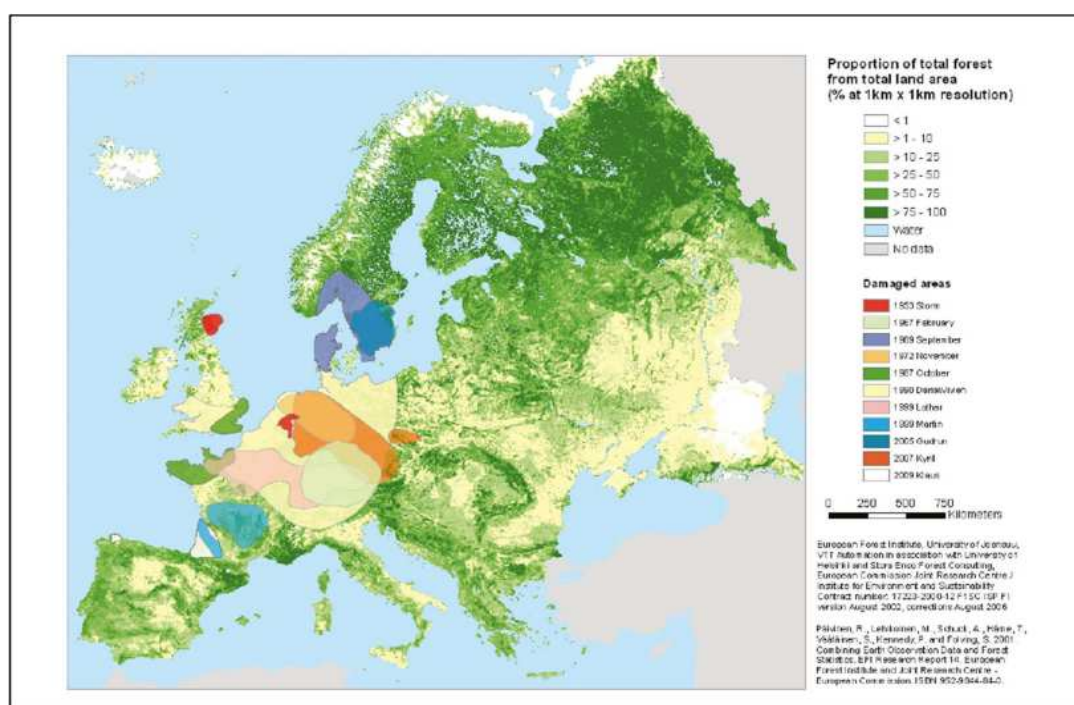


Figura 3.2 – Aree interessate da tempeste suddivise per ogni singolo evento (Gardiner et al., 2013)

Come premesso, i danni provocati da tempeste di vento sono aumentati fortemente negli ultimi 50 anni in modo particolare nella parte settentrionale d'Europa e ciò è sicuramente riconducibile ai cambiamenti climatici (Gardiner, et al., 2013) che ne determinano la formazione, ma sono altresì da considerare fattori quali la copertura forestale e la densità dei popolamenti incrementati in maniera significativa dagli anni '70 ad oggi (RaF Italia 2017-2018).

Pertanto il grafico presentato in figura 3.1 va interpretato in funzione alle attuali condizioni delle foreste: il rischio che si verificano schianti da vento è maggiore perché la superficie boscata presente è aumentata e al tempo stesso le foreste sono più soggette ad eventi con carichi di vento maggiori, quindi meno stabili.

Si è registrato come negli ultimi trent'anni almeno 2 eventi per decennio hanno provocato grossi danni al patrimonio forestale nel continente europeo, distruggendo enormi quantitativi di legname. I più noti e studiati sono Vivian del 1990 che ha provocato la distruzione di circa 60 milioni di m³, Lothar e Martin del 1999 che hanno abbattuto 240 milioni di m³, Gudrun e Kyrill rispettivamente nel 2005 e 2007 che hanno colpito il nord e centro Europa ed infine Vaia che ha provocato l'abbattimento di circa 8.5 milioni di m³ di legname nelle alpi orientali italiane (Chirici et al., 2019).

Principalmente riguardo alle tempeste Vivian e Lothar, che hanno interessato rispettivamente la Svizzera per entrambi gli eventi ed altri paesi del centro Europa quali Francia e Germania per la seconda, sono stati svolti numerosi studi in aree permanenti per il monitoraggio delle dinamiche di sviluppo della rinnovazione e sullo studio dell'influenza della necromassa al suolo.

3.1 Disturbi da vento

Il vento è un agente atmosferico che influenza la crescita e lo sviluppo della foresta infatti, può fungere un ruolo fondamentale per la riproduzione delle piante attraverso dispersione di polline e semi in modo particolare per le specie che adottano un tipo di impollinazione anemofila e/o disseminazione anemocora, come per esempio l'acero montano (*Acer pseudoplatanus*). Influisce sul processo di traspirazione della pianta e può portando gli alberi ad adattamenti morfologici per sopperire allo stress. Questa breve premessa può essere ritenuta sufficiente per sostenere che il vento rappresenta un fattore positivo per la pianta e per il popolamento forestale nel suo complesso. Le piante si sono sviluppate in funzione di queste caratteristiche, ma ciò trova fondamento se si considerano velocità inferiori di 50 km/h (Del Favero, Lingua & Pividori, 2019). Nel caso in cui il vento aumenti la sua velocità sopra la soglia dei 50 km/h, agisce come potenziale fattore di disturbo ponendo in condizioni fisiologiche di stress le piante (Holtmeier & Broll, 2010). Quando la velocità del vento aumenta superando la soglia dei 100 km/h si possono riscontrare ripercussioni sull'intero ecosistema foresta, arrivando anche all'abbattimento di tutta la componente arborea del popolamento.

Il vento rappresenta quindi un elemento essenziale per la vita delle piante ma al tempo stesso fattore di disturbo quando è un fenomeno che avviene con immediata intensità da causare un danno (Marson, 2019). Il vento rappresenta un fattore limitante quando ad esempio le piante assumono il portamento a bandiera per sopperire alla sua azione, mentre ad esempio, nel caso della tempesta Vaia, in cui ha generato la modificazione della struttura dei popolamenti il vento è considerato fattore di disturbo (Pickett & White, 1985).

Il vento è generato da masse d'aria in continuo movimento rispetto alla superficie terrestre costituite da una componente prettamente orizzontale da zone anticicloniche ad alta pressione a zone cicloniche a bassa pressione (Marson, 2019). La velocità con cui si muove il vento è condizionata dal gradiente barico ovvero la differenza di pressione fra due punti noti su di una nota superficie orizzontale in un dato momento. Maggiore sarà la differenza di pressione e maggiore sarà l'energia cinetica con cui si muove il vento.

L'altezza dal suolo influenza la velocità dei venti (figura 3.3), a livello del suolo si riscontrano velocità più basse rispetto a quote maggiori, aspetto dovuto al fatto che la superficie contrappone attrito e quindi tende a rallentare il flusso di vento. Pertanto la presenza di un popolamento forestale incide sul profilo dei venti infatti, esiste una differenza di velocità del vento sopra e sotto il popolamento (Santana, Dias-Junior, Vale, Tóta & Fitzjarrald, 2017).

Come riportato all'inizio del capitolo, il vento quando supera velocità di 100 km/h può causare lo schianto di una pianta, che in genere può avvenire in due modi (figura 3.4) :

- Sradicamento o ribaltamento (uprooting): avviene quando l'apparato radicale è soggetto a tali sollecitazioni da causare il cedimento del supporto meccanico fornito dallo stesso causando l'estrusione delle radici e parte di suolo connessa.
- Stroncamento (snapping): si verifica con la rottura del fusto nelle parti superiori al colletto, in questo caso l'apparato radicale ha retto le sollecitazioni da vento. Di norma si verifica per sradicamento di una pianta adiacente che provoca il cedimento meccanico della pianta colpita. Nel caso in cui la rottura del fusto sia avvenuta nella metà superiore della pianta, questo fenomeno è detto sveltamento.

Il fenomeno di sradicamento è di norma più frequente in suoli umidi e friabili, quando il suolo si presenta gelato o secco e per lo più compatto l'apparato radicale ha maggiori possibilità di resistere alle sollecitazioni. In questi casi non è raro che lo schianto avvenga per lo più per stroncamento (Nicoll, Gardiner, Rayner, & Peace, 2006).

L'altezza dell'albero e l'inclinazione dello stesso dal baricentro rappresentano due fattori importanti. La forza esercitata dal vento impatta sulla pianta creando dapprima un momento ribaltante a livello radicale e successivamente un momento flettente lungo il tronco (Marson, 2019). A diverse altezze

si hanno diverse entità di forze agenti e per il calcolo della forza orizzontale del vento è opportuno procedere per sezioni.

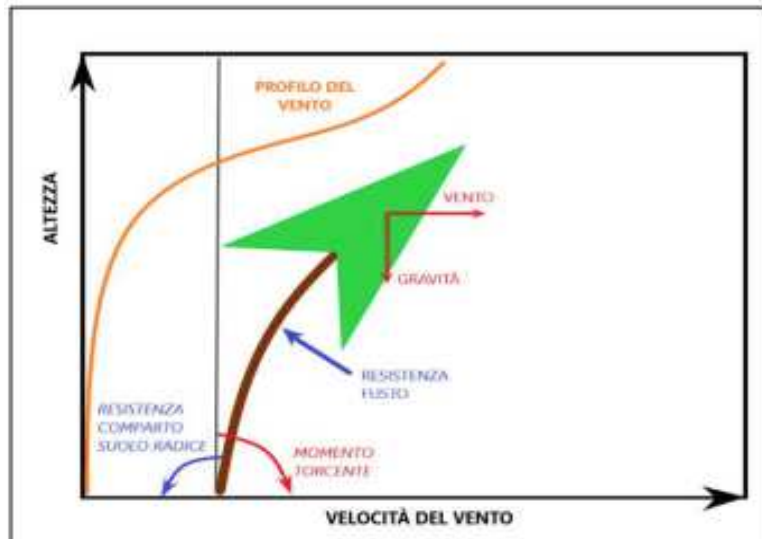


Figura 3.3 – Le frecce rosse indicano le forze che provocano la caduta della pianta mentre in blu i fattori di resistenza (Marson, 2019).



Figura 3.4 – Area schiantata con in basso piante sradicate e nella parte alta degli individui stroncati. Val d'Assa – altopiano di Vezzena (foto di Michele Nicolussi Neff scattata nel gennaio 2019).

Considerato che la formula per il calcolo dell'energia cinetica di Stathers (1994) considera la densità dell'aria, a temperature più basse l'aria sarà più densa e la forza esercitata dal vento sarà maggiore. Perciò gli eventi che si verificano in inverno sono potenzialmente più pericolosi.

Si è deciso di non entrare nello specifico sul calcolo dell'energia dell'aria poiché la sua determinazione risulta spesso difficile, ma quanto sopra riportato si ritiene utile per capire il processo che conduce allo schianto una pianta e quali possono essere i fattori principali che lo condizionano, favorendolo o limitandolo.

Attraverso lo studio delle tempeste da vento si è constatato come all'interno dello stesso popolamento ci siano state differenze cospicue in funzione della specie, infatti risulta che le latifoglie ed in particolare il faggio (*Fagus sylvatica*) resista maggiormente rispetto a conifere come abete rosso (*Picea abies*) e abete bianco (*Abies alba*). Da considerare elemento importante il fatto che, nelle tempeste invernali le latifoglie si presentano prive di apparato fogliare e quindi l'attrito opposto dai soli rami risulta inferiore.

Vulnerable	Intermediate	Resistant
<i>Picea abies</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Larix decidua</i>
<i>Picea sitchensis</i>	<i>Pinus nigra ssp laricio</i>	<i>Abies alba</i>
<i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Cedrus atlantica</i>
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus robur</i>
<i>Pinus contorta</i>	<i>Prunus avium</i>	<i>Quercus petraea</i>
<i>Populus nigra, P. trichocarpa, and hybrids</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Tilia cordata</i>
<i>Populus tremula</i>	<i>Betula pubescens</i>	<i>Carpinus betulus</i>
<i>Pinus radiata</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Eucalyptus globulus</i>		<i>Acer pseudoplatanus</i>

Figura 3.5 – Classificazione per gradi di vulnerabilità delle principali specie arboree (Gardiner et al., 2013)

In figura 3.5 è riportato un elenco delle specie suddivise in gradi di vulnerabilità ai disturbi da vento, si nota che l'abete rosso è ritenuto vulnerabile aspetto legato al suo tipo di apparato radicale fascicolato che si sviluppa negli strati superficiali del suolo. Altre specie come larice e abete bianco che possiedono un apparato radicale dallo sviluppo fittonante risultano tra quelle più resistenti.

E' necessario considerare anche le caratteristiche del suolo poiché dalla sua conformazione dipenderà l'attitudine allo stroncamento piuttosto che allo sradicamento o alla resistenza (Nicoll, Gardiner, Rayner, & Peace, 2006).

Perciò le piante giovani, con apparato radicale fittonante o a sviluppo profondo, chioma ridotta e con fusti dai diametri maggiori sono le più resistenti. Le piante con chioma sviluppata sono maggiormente esposte all'azione del vento ma non per questo più instabili.

Altro aspetto che influenza fortemente gli effetti di un disturbo da vento è l'orografia del territorio che può contribuire ad accelerare o diminuire l'energia del vento.

Gli effetti del vento variano in funzione della sua direzione di percorrenza, se è perpendicolare al versante si avranno velocità massime con alto rischio nelle zone di cresta ma non nelle zone di valle mentre se il vento percorre parallelamente la valle le velocità maggiori saranno raggiunte nel fondovalle e sulle creste (Marson, 2019).

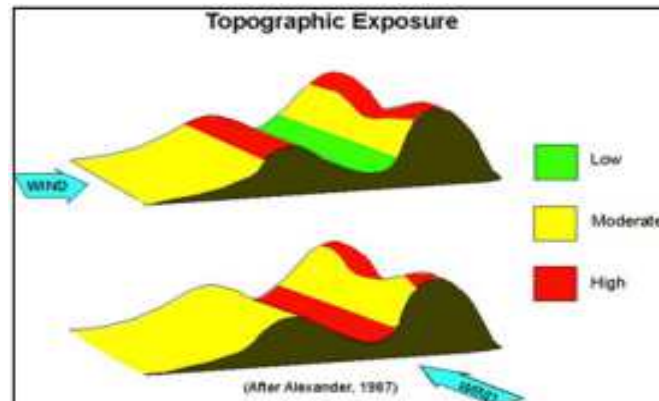


Figura 3.6 – In alto quando la direzione del vento è perpendicolare al versante. In basso quando la direzione del vento è parallela all'andamento della valle.

Le foreste europee dal dopo guerra si sono sviluppate e hanno iniziato ad invecchiare, infatti se si considera che la resistenza ai disturbi, sia di origine biotica che abiotica, diminuisce con l'avanzamento dell'età si deve considerare l'invecchiamento delle foreste come un fattore che abbia potenzialmente incrementato la loro vulnerabilità (Marson, 2019).

Le tempeste da vento possono colpire in modi diversi i popolamenti forestali infatti si possono manifestare schianti su ampie superfici e schianti per piccoli gruppi o piante singole all'interno del bosco (Del Favero, Lingua & Pividori, 2019). Gli schianti localizzati che provocano l'apertura di buche o fessure generano l'innesco dei processi di rinnovazione, come riportato da più studi condotti nelle foreste del centro Europa. Inoltre questo tipo di processi permettono lo sviluppo di una maggior varietà di specie altrimenti non in grado di rinnovarsi (Oheimb, Friedel, Bertsch, & Härdtle, 2007).

3.1.1 La tempesta Vaia

La tempesta Vaia si è verificata a partire da sabato 27 ottobre ed è terminata nella mattina di martedì 30 ottobre 2018 interessando le Alpi centro orientali raggiungendo massima intensità tra le Province di Bolzano, Trento e le Regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia (Chirici, et al., 2019). Le raffiche di vento hanno superato i 200 km/h ed hanno causato uno dei più grandi eventi di disturbo naturale alle foreste italiane (Motta et al., 2018).

A partire dal giorno 26 ottobre 2018 sull'Europa orientale si è costituito un campo di alta pressione mentre sull'Europa occidentale si è accentuata una saccatura atlantica che ha generato una circolazione di flussi tipica delle situazioni alluvionali del nord Italia perché determina la persistenza

di intensi flussi meridionali. Infatti a partire dalla sera del 26 ottobre si sono intensificate le correnti meridionali che nei due giorni successivi hanno causato precipitazioni a carattere torrentizio e persistente (figura 3.7) (Meteo Trentino, 2018). Le precipitazioni sono diminuite dalla domenica 28 fino al primo mattino di lunedì 29 quando un fronte freddo arrivato da ovest ha causato la ripresa delle precipitazioni a forte intensità per tutta la giornata (Meteo Trentino, 2018). Il fronte freddo in arrivo da ovest è stato preceduto da correnti d'aria calda che hanno conseguito il rapido innalzamento delle temperature e dei venti con delle velocità eccezionali raggiunti nella notte del 29 ottobre (Meteo Trentino, 2018).



Figura 3.8 - Immagine satellitare (@Eumetsat) del 28 ottobre 2018 alle ore 14:00 (Fonte: Meteo Trentino, 2018)

Le precipitazioni piovose hanno generato una quantità di piogge eccezionali che per la provincia di Trento presenta valori minimi di 275 mm fino a picchi massimi di 600 mm misurati a Passo Cereda e Passo Pian delle Fugazze (Meteo Trentino, 2018). In più di altre 50 località si sono riscontrate precipitazioni comprese tra i 200 e i 300 mm (Figura 3.9).

In modo particolare si riscontra come l'area oggetto di studio, sita sull'altopiano di Vezzena e riconducibile alle stazioni meteorologiche di Lavarone e Levico Terme, località che risultano tra quelle in cui sono state misurate precipitazioni estremamente eccezionali, abbiano registrato precipitazioni di 421,6 mm a Lavarone e 342,4 a Levico Terme (Meteo Trentino, 2018).

Per quanto riguarda la formazione di venti, sono state registrate raffiche con velocità superiore ai 120 km/h in più località della provincia di Trento per lo più concentrate nella parte orientale, con picchi massimi che hanno superato i 190 km/h a Passo Manghen e Passo Rolle (Meteo Trentino, 2018). Sull'altipiano di Vezzena sono state registrate raffiche di vento che hanno raggiunto velocità di circa 112 km/h (figura 3.10).

STAZIONE	pioggia 72 h (mm)	STAZIONE	pioggia 72 h (mm)
P.so Pian delle Fugazze	627,4	Val d'Ambiez	328,6
Passo Cereda	604,6	Rif. Graffer (M.te Grosté)	327,4
Val Noana	514,6	Vallarsa (Parrocchia)	325,8
Lavarone	421,6	Rifugio Gork	318,0
Passo Sommo	407,4	Paganella Malga Terlago	315,0
Ziano (Malga Sadole)	404,8	Malga Casinot	313,2
Tremalzo	381,8	Malga Bordolona	312,2
Centa San Nicolò	375,8	Cermis	310,6
Grigno (Barricata)	363,0	Daone (Pracul)	308,2
Tonadico (Castelpietra)	360,6	Passo Valles	305,4
Passo Rolle	353,2	Terragnolo	304,2
Caoria	352,8	Predazzo	302,6
Rifugio Viviani (Pradalago)	352,0	Tione	301,2
Passo Brocon	351,0	Ponte Arnò	293,6
Mezzano	351,0	Lago di Calaita	289,6
Malga Bissina	347,8	Forte d'Ampola	289,4
Levico Terme	342,4	Spormaggiore	283,4
Pian Fedaia (diga)	339,6	Storo	282,8
Canal San Bovo	337,8	Folgaria	280,2
S. Martino di Castrozza	331,4	Pinzolo (Malga Zeledria)	277,2

Figura 3.9 – Elenco dei 40 valori di pioggia più elevati misurati nelle stazioni della Provincia di Trento (Meteo Trentino, 2018)



Figura 3.10 – Rappresentazione delle velocità massime di vento misurate presso le varie stazioni sul territorio della Provincia di Trento (Provincia Autonoma di Trento, 2022).

Le raffiche di vento più forti e violente che si sono concentrate principalmente nella parte orientale della Provincia di Trento hanno generato ingenti danni a infrastrutture e superfici boscate.

Il picco massimo degli schianti si è registrato tra le ore 18.00 e le 24.00 del 29 ottobre.

La quantificazione dei danni ai patrimoni forestali causate dalla tempesta Vaia ha portato a stimare che su 494 comuni delle Alpi italiane colpiti, la superficie boscata totale rasa al suolo è di 42.525 ettari con un totale di circa 8.5 milioni di m³ di legname schiantato (Chirici et al., 2019). Le regioni maggiormente interessate, in funzione alla superficie boscata schiantata, sono rispettivamente Trentino, Veneto, Lombardia, Südtirol, Friuli Venezia Giulia e parzialmente Valle d'Aosta e Piemonte (figura 3.11).

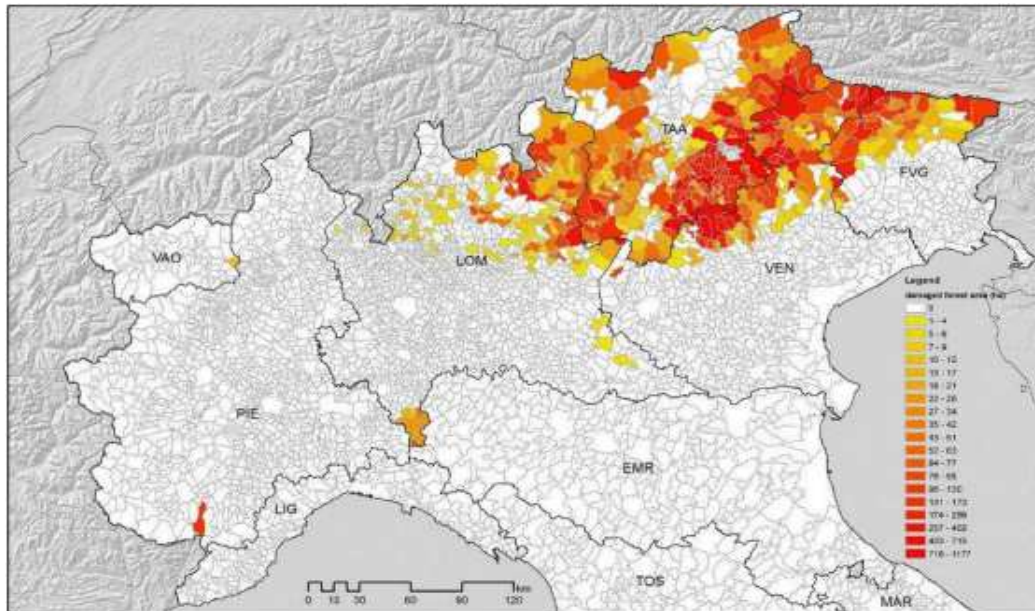


Figura 3.11 - Superficie forestale distrutta dalla tempesta Vaia per Comune (Chirici, et al., 2019).

In provincia di Trento si valuta che la superficie boscata interessata da schianti sia di circa 19.000 ettari per un volume totale di massa legnosa di circa 4 milioni di m³ (Wolynsky, 2020). Si tratta di una quantità di legname equivalente a circa 9 annualità di ripresa. Il 40% delle superfici boscate interessate dagli schianti è stato completamente distrutto (danni superiori al 90%), per il 24% dei boschi colpiti si hanno danni compresi tra il 50% e il 90%, per il 15% delle superfici si hanno danni tra il 30% e il 50% e per il 21% delle superfici boscate interessate dal passaggio di Vaia si riportano danni inferiori al 30% (Wolynsky, 2020).

3.1.2 Interventi post disturbo

Il passaggio di una tempesta di vento che provoca schianti diffusi al patrimonio forestale è seguita da una fase di rendicontazione e stima dei danni alle infrastrutture e al bosco e dalla conseguente pianificazione di una strategia operativa di intervento. In riguardo al materiale legnoso schiantato, le modalità di intervento possono essere principalmente di due tipi: il salvage logging, ovvero il recupero del legname nel più breve tempo possibile oppure la scelta di non intervenire (no

intervention) lasciando in foresta tutto il legname schiantato. Con l'approccio del salvage logging si recupera il materiale abbattuto dal disturbo ricavando così un introito che altrimenti andrebbe perso riducendo il rischio di pullulazioni di insetti scolitidi negli anni successivi all'evento, che andrebbero a intaccare il patrimonio forestale rimasto attorno alle aree schiantate. D'altro canto asportare il materiale legnoso schiantato significa ridurre la copertura di necromassa al suolo e quindi verrebbe meno la funzione protettiva per l'instaurazione di nuova rinnovazione (Marson, 2019). Per sopperire a questa carenza è possibile agire artificialmente sulle dinamiche di rinnovazione procedendo a rimboschimenti per ridurre i tempi di attesa (Wohlgemuth, Schwitter, Bebi, Sutter, & Brang, 2017). Nel caso pratico degli altipiani di Vezzena, Lavarone e Luserna dove la conformazione del territorio favorisce in quasi la totalità dei casi il recupero del materiale legnoso, è stata adottata la scelta del recupero pressoché totale del legname (figura 3.12) tramite l'applicazione del salvage logging, pertanto non si ritiene necessario soffermarsi ulteriormente sull'influenza che la gestione degli schianti possa avere sulla rinnovazione forestale.

Di seguito si analizzeranno altri potenziali fattori d'interesse per l'area considerata, che possono incidere in maniera sostanziale sull'affermazione e lo sviluppo della rinnovazione.



Figura 3.12 – Passo Vezzena durante le operazioni di recupero del materiale legnoso schiantato, area gestita a salvage logging (foto di Michele Nicolussi Neff scattata il 14 maggio 2019).

3.1.3 Fattori di rinnovazione post disturbo

Gli schianti da vento rappresentato per le foreste europee il principale disturbo naturale che innesca i processi di rinnovazione delle foreste (Peterson, 2000). Degli studi condotti sulle tempeste Vivian (1990) e Lothar (1999) hanno evidenziato come il tipo di trattamento post evento (salvage logging o no intervention) sia meno influente rispetto ad un'altra serie di fattori che caratterizzano il sito sulle dinamiche di rinnovazione. E' risultato che i principali fattori determinanti la presenza di rinnovazione naturale sono l'acidità del terreno e il tipo di copertura del suolo (Kramer, Brang, Bachofen, Bugmann, & Wohlgemuth, 2014). Esistono una serie di fattori che possono incidere sull'affermazione, sviluppo e crescita delle piantine e di seguito verranno esposti i principali.

La formazione di fosse e tumuli dovute allo sradicamento delle piante per azione del vento permette la formazione di micro-siti con strato minerale di suolo esposto e buona copertura offerta dalle radici presentando condizioni favorevoli per l'attecchimento dei semi delle specie pioniere. Alcuni studi hanno dimostrato la correlazione tra questi micro-siti e la presenza di rinnovazione di abete rosso (Kuuluvainen e Kalmari 2003; Kramer et al. 2014). La presenza di fosse e tumuli garantisce inoltre una protezione alle piantine in fase di sviluppo, sia in termini di disturbi abiotici che per la protezione dei danni da ungulati rappresentando siti difficilmente raggiungibili. Nelle fasi di taglio ed esbosco sarà perciò importante preservare questi micro-siti evitando di depositare i cumuli di ramaglia nelle fosse.

Nelle foreste soggette a schianti da vento e gestite con la tecnica del salvage logging, nonostante il materiale legnoso venga recuperato, è di notevole importanza il ruolo che riveste il legno morto presente a terra o in piedi (CWD) poiché occupa la superficie al suolo garantendo funzioni di stabilità limitando i fenomeni erosivi, protegge la rinnovazione dal brucamento degli ungulati e limita la competizione con lo strato erbaceo ed arbustivo. Inoltre, il legno dopo 30-40 anni si presenterà in stato di decomposizione e diventerà sede favorevole per la formazione di nuove piantine (Fidej et al., 2018).

La presenza di legno morto CWD risulta rappresentare substrato ottimale per l'affermazione della rinnovazione di abete bianco e abete rosso (Tsvetanov et al., 2018) mentre ha effetti negativi sullo sviluppo di specie prettamente eliofile e pioniere poiché la sua presenza limita la luce e ingombra superfici potenzialmente favorevoli come fosse e tumuli (Bäders et al. 2021).

Le dimensioni dell'area schiantata e la conseguente distanza dalle piante porta seme è un fattore che influisce sulla presenza di rinnovazione. Nonostante ciò uno studio condotto nel 2010 da Jonášová ha dimostrato come le specie pioniere siano in grado di diffondersi anche su superfici colpite particolarmente estese, grazie alla banca di semi presenti nel suolo. La distanza delle piante portasemi influisce maggiormente sul tipo di specie che potranno occupare la superficie più che sulla densità di

rinnovazione (Taerøe et al. 2019).

Altro aspetto da considerare è il carico dei danni da brucamento e soffregamento degli ungulati sulle piantine che in casi di alta densità di popolazione, principalmente di caprioli e cervi, può risultare considerevole. Il selvicoltore può tentare di ridurre questo effetto provvedendo a rilasciare il legno morto CWD, cosa non applicabile nel caso si adotti l'approccio salvage logging.

Le piantine di rinnovazione delle specie arboree sia in natura che nel caso di rimboschimenti, soffrono nei loro primi stadi di sviluppo e affermazione la concorrenza con la vegetazione erbacea e arbustiva che, è stato osservato, sia maggiore nei casi in cui si tratti la foresta con salvage logging (Kramer et al., 2014). Coperture erbacee e arbustive fitte e dense condizionano negativamente lo sviluppo della rinnovazione di specie eliofile.

Ci sono poi fattori stazionali che influenzano la distribuzione della rinnovazione. Ad esempio su terreni acidi sono state osservate basse densità di rinnovazione mentre su suoli calcarei con valori di $\text{pH} > 7$ le densità di rinnovazione sono alte (Kramer et al., 2014).

All'aumentare dell'altitudine diminuisce la densità di rinnovazione, aspetto legato a condizioni ambientali dovute principalmente alla variazione della lunghezza del periodo vegetativo. Anche l'inclinazione del pendio e l'esposizione sono elementi che incidono sulla densità di rinnovazione, il primo determina lo scorrimento o l'accumulo di acqua influenzando il processo di erosione ed il secondo definisce la disponibilità di luce al suolo avendo impatto principalmente sulla tipologia di specie più adatta alla colonizzazione dell'area, se eliofile o tolleranti l'ombra.



Figura 3.13 – Condizioni di fosse e tumuli create dallo sradicamento di una ceppaia. Micro-siti favorevoli per l'affermazione della rinnovazione (Foto di Michele Nicolussi Neff scattata il 15 maggio 2023 – loc. Marcadei).



Figura 3.14 – Rinnovazione di abete rosso su strato di terreno minerale presente in una zona di fossa creata dallo sradicamento di una pianta (Foto di Michele Nicolussi Neff scattata il 15 maggio 2023 – loc. Marcadei).



Figura 3.15 – Rinnovazione di abete rosso precedente alla tempesta Vaia, su legno morto CWD di una ceppaia rilasciata da una pianta soggetta al taglio passato (Foto di Michele Nicolussi Neff scattata il 06 aprile 2023 – loc. Marcadei).



Figura 3.16 – Rinnovazione di una piantina di abete rosso localizzata su legno morto CWD in alto stato di decomposizione che è stato presumibilmente sgretolato dal passaggio delle macchine operatrici Harvester o Forwarder, creando substrato fertile per l’attecchimento (Foto di Michele Nicolussi Neff scattata il 06 aprile 2023 – loc. Marcadei).



*Figura 3.17 – Pre-rinnovazione di abete rosso e diffusione copertura erbacea e arbustiva (*Rubus idaeus*) che può influire negativamente sulla rinnovazione post evento in tempi brevi (Foto di Michele Nicolussi Neff scattata il 06 aprile 2023 – loc. Marcadei).*



Figura 3.18 – Danni da brucamento di ungulati su rinnovazione di sorbo degli uccellatori, si nota come la pianta abbia perso dominanza apicale compromettendone il suo sviluppo (Foto di Michele Nicolussi Neff scattata il 01 agosto 2023 – loc. Marcadei).

3.2 Specie arboree presenti nell'area di studio

Nel presente sotto – capitolo verranno illustrate brevemente le principali caratteristiche delle specie forestali arboree rilevate durante lo studio dell'area, facendo cenno anche alle principali specie arbustive di interesse.

3.2.1 Abete rosso

L'abete rosso (*Picea abies*) è la specie più importante dal punto di vista selvicolturale in Europa, ha un areale centro europeo estendendosi dai Pirenei all'Abetone fino alla catena degli Urali verso est e a nord arriva fino a Svezia e Norvegia. E' una specie ecologicamente plastica poiché mesofila in termini di necessità di luce per rinnovarsi e indifferente di fronte ai substrati, che tende ad acidificare attraverso la caduta dei suoi aghi. E' una specie microterma anche se di norma non raggiunge il limite del bosco perché richiede almeno tre mesi di periodo vegetativo. Rispetto alle esigenze idriche è considerabile una specie continentale adattandosi bene a qualsiasi regime idrico evitando suoli paludosi o torbosi. Predilige la regione mesalpica in cui si comporta da specie definitiva in popolamenti maturi, ma si trova anche in regioni esalpiche o endalpiche dal piano montano a quello subalpino (Pividori, 2018).

Nel piano montano l'abete rosso rinnova facilmente ed in maniera abbondante con tendenze eliofile, infatti necessita di luce ai lati soffrendo la competizione in caso di alte densità.

Nel piano subalpino la rinnovazione presenta maggiori difficoltà e si manifesta principalmente per collettivi in funzione della presenza di microstazioni favorevoli nei versanti esposti a sud.

La struttura principale dei boschi di abete rosso nell'orizzonte montano è rappresentata da popolamenti monoplani colmi e continui con chiome portate nel terzo superiore del fusto, la competizione è elevata per via dello spazio e delle risorse disponibili (Pividori, 2018).

3.2.2 Abete bianco

L'abete bianco (*Abies alba*) è una specie tipicamente oceanica, non si spinge ad occupare le aree sommitali delle montagne fino al limite del bosco ma si trova nel piano montano in regione esalpica e mesalpica dove riesce ad essere particolarmente competitivo (Pividori, 2018).

Non sopporta le forti escursioni termiche e richiede un'elevata umidità atmosferica, è una pianta tollerante l'ombra che si sviluppa e rinnova bene in ambienti sciafili, in questo molto simile al faggio. Riguardo al substrato si presenta pressoché indifferente, il suo apparato radicale è fittonante e ben sviluppato risulta pertanto una pianta stabile a differenza dell'abete rosso. La sua distribuzione è tendenzialmente centro-europea occupando i boschi a partire dall'Appennino calabro, tutte le Alpi fino ai Carpazi. L'areale di distribuzione non è particolarmente grande ma è uno degli abeti presenti in tutti i continenti.

Il suo legno è chiaro ed indifferenziato senza canali resiniferi, resina che si può riscontrare solo in tasche formatesi per origine traumatica.

Si differenzia dall'abete rosso per i coni posizionati verso l'alto e che si squamano, gli aghi posti solo lateralmente ai rametti hanno punta arrotondata e nella parte inferiore presentano due strisce argentee (Pividori, 2018). Ha dei semi pesanti e la disseminazione avviene per lo più in maniera barocora.

L'abete bianco non forma boschi puri ma si trova spesso associato in popolamenti misti con faggio e/o abete rosso, non è in grado di rinnovare sotto la sua stessa copertura per questioni allelopatiche (Pividori, 2018). È una specie particolarmente gradita, in particolare nei mesi invernali, agli ungulati.

3.2.3 Larice

Il larice (*Larix decidua*) è tipicamente una specie continentale, a carattere pioniero e caratterizzante gli ambienti sub-alpini, presenta un areale particolare che in Europa è suddiviso in quattro nuclei differenti: il nucleo alpino è quello più vasto per superficie occupata, il nucleo sudetico, il nucleo carpatico e quello polacco (Pividori, 2018).

Il larice è specie pioniera indifferente al substrato, eliofila, con apparato radicale fittonante, esigente in termini di necessità idriche e dall'elevata longevità. Si sviluppa bene e colonizza suoli molto poveri ricchi di sostanza minerale grezza associati ad una buona disponibilità idrica (Pividori, 2018).

Il larice è l'unica conifera di origine europea ad essere caducifoglie e questa sua caratteristica riveste un ruolo importante dal punto di vista ecologico. Gli aghi creano un tappeto che non permette nuova rinnovazione di larice ma favorisce l'entrata di altre specie come quelle definitive, ad esempio l'abete rosso.

3.2.4 Sorbo degli uccellatori

Il sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia*) ha un'areale di distribuzione che comprende le aree centrali e settentrionali d'Europa, estendendosi fino in Russia e Asia. È una specie microterma che si adatta molto bene agli ambienti freddi, per questo in sud Italia si trova nelle aree interne ad altitudini non inferiori di 500 m s.l.m.

La pianta è costituita da un tronco a forma affusolata con corteccia liscia che si fessura con l'invecchiamento, la chioma è tondeggianti e la foglia è composta da una serie di foglioline con margine seghettato.

Il sorbo degli uccellatori non costituisce popolamenti puri ma si presenta per lo più come specie sporadica in popolamenti di abete rosso nelle fasce montane e alti-montane nelle zone di radura, ma anche in ambienti sub-alpini tra le larici-cembrete o ancora può occupare saltuariamente delle zone di canalone su sub-strati calcarei. La sua disseminazione prettamente zoocora è dovuta all'azione degli uccelli che cibandosi delle sue bacche ne favoriscono la disseminazione.

E' una delle piante più presenti in rinnovazione dopo un disturbo, proprio perché la sua disseminazione non è strettamente legata alla presenza nelle strette vicinanze di piante porta-seme.

3.2.5 Le specie medicina

Dopo un disturbo l'attività biologica del suolo è nuovamente stimolata ad attivarsi in tempi rapidi da determinate specie capaci di affermarsi in tempi brevi e migliorare la fertilità del terreno rilasciando alti contenuti di proteine e ceneri (Bernetti, Del Favero, Pividori, 2012).

Tali specie tendono a riportare la fertilità del suolo a livelli simili a quelli pre-disturbo e per questo motivo possono essere considerate terapeutiche (Bernetti, Del Favero, Pividori, 2012).

Fra le specie medicina rilevate durante lo studio di campo si annoverano:

- Sambuco comune (*Sambucus nigra*) è un arbusto con areale di distribuzione compreso in tutta Europa, estendendosi fino al nord Africa e alla catena del Caucaso ad est. In termini di altitudine si distribuisce dalla pianura fino all'orizzonte montano. Si trova spesso come specie sporadica in ambienti ruderali anche fortemente antropizzati ma anche in boschi umidi o sulle sponde dei fiumi.
- Salicone (*Salix caprea*) è una pianta dal portamento principalmente arbustivo che ha un'areale di distribuzione definito eurasiatico. La sua distribuzione varia dall'orizzonte collinare fino a quello montano e si trova come specie sporadica spesso ai margini dei boschi. In alcuni casi in ambienti esalpici si spinge fino alla fascia sub-alpina.
- Lampone (*Rubus idaeus*) è pianta arbustiva tipica delle zone di collina fino all'orizzonte alti-montano, con areale di distribuzione centro europeo. Si sviluppa su terreni profondi e freschi spesso con densità molto dense in zone percorse da disturbi in cui funge da miglioratore del terreno.

3.3 Area di studio

3.3.1 Inquadramento generale

L'area di studio oggetto di questo lavoro di tesi si trova sull'altopiano di Vezzena, territorio ricompreso nella parte meridionale del Comune amministrativo di Levico Terme (TN) il quale conta nella sua complessità una superficie di 4.130 ha di cui 3.146 sono occupati da superficie boscata di vario tipo ed altri 832 ha da alpi, prati e pascoli (Facchinelli et al., 2012).

Nello specifico l'area di studio è ubicata nel comparto Oltre Brenta – Vezzena e si trova tra l'impluvio creato dalla sorgente del Rio Val d'Assa che ha origine dai pascoli della malga Basson di sotto e le cime dell'altopiano, Vezzena e Mandriolo che raggiungono rispettivamente le quote di 1908 m e 2049 m s.l.m.

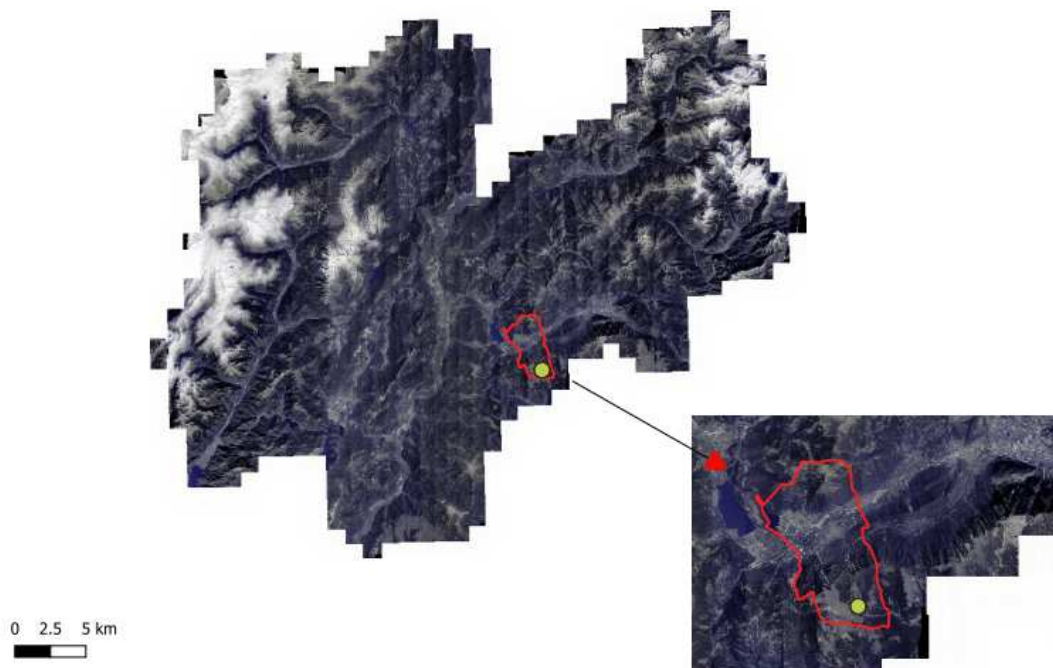


Figura 3.19 – Inquadramento del comune di Levico Terme all'interno della provincia di Trento e in colore giallo la collocazione dell'area di studio in località Marcai.

Dal punto di vista geologico il comparto in destra orografica del comune di Levico occupato dall'altopiano di Vezzena è principalmente costituito da calcari del Lias con intercalazioni di calcari del Giurassico e depositi morenici misti (Facchinelli et al., 2012).

La pedologia dei suoli è particolarmente varia all'interno del comune di Levico in funzione delle caratteristiche del substrato litologico e delle caratteristiche stazionali legate anche alla tipologia di vegetazione presente (Facchinelli et al., 2012). L'altopiano di Vezzena è composto da suoli formati su calcari duri e calcari marnosi con alternarsi di zone di Luvisuoli discretamente profondi, acidi, con

lisciviazione dell'argilla, e altre zone a Phaeozems ove avviene l'accumulo abbondante di sostanza organica in superficie (Facchinelli et al., 2012).

La morfologia dell'altopiano è caratterizzata da lievi pendenze e andamenti collinari che facilitano notevolmente l'accesso e la fruizione dei servizi ecosistemici concessi dal bosco, si hanno zone ad accidentalità localizzata nelle aree della val Postesina, della val Sparvieri e della val d'Assa a ridosso della località "termine", confine con la Provincia di Vicenza (Facchinelli et al., 2012).

L'idrografia dell'altopiano è piuttosto semplificata e dovuta sia alla natura drenante del substrato che alla morfologia collinare, i due principali corsi d'acqua sono il rio Bianco che nasce sull'altopiano per poi raggiungere la Valsugana e segna il confine di proprietà con il comune di Caldonazzo, e il rio val d'Assa il quale trasporta portate idriche occasionali in arrivo dalle valli Postesina e Sparvieri (Facchinelli et al., 2012).

L'altopiano di Vezzena è ricompreso, dal punto di vista climatico, in zona mesalpica con clima fresco tipico delle fasce da sub-continentali a sub-oceaniche che favoriscono l'instaurazione di popolamenti forestali costituiti prettamente da specie mesofile come abete bianco e faggio, infatti sull'altopiano prevale la presenza di abieteti tipici del piano montano (Facchinelli et al., 2012). Dall'analisi dei dati climatici legati a temperatura e pluviometria (figure 3.20, 3.21), presa in considerazione la stazione di Lavarone, posta a 1.186 m s.l.m., come rappresentativa del piano montano in ambiente di altopiano, si notano precipitazioni maggiori rispetto alle altre aree del comune di Levico con picchi in maggio e ottobre a rimarcare il carattere oceanico dell'area, condizioni ottimali per lo sviluppo dell'abete bianco (Facchinelli et al., 2012).

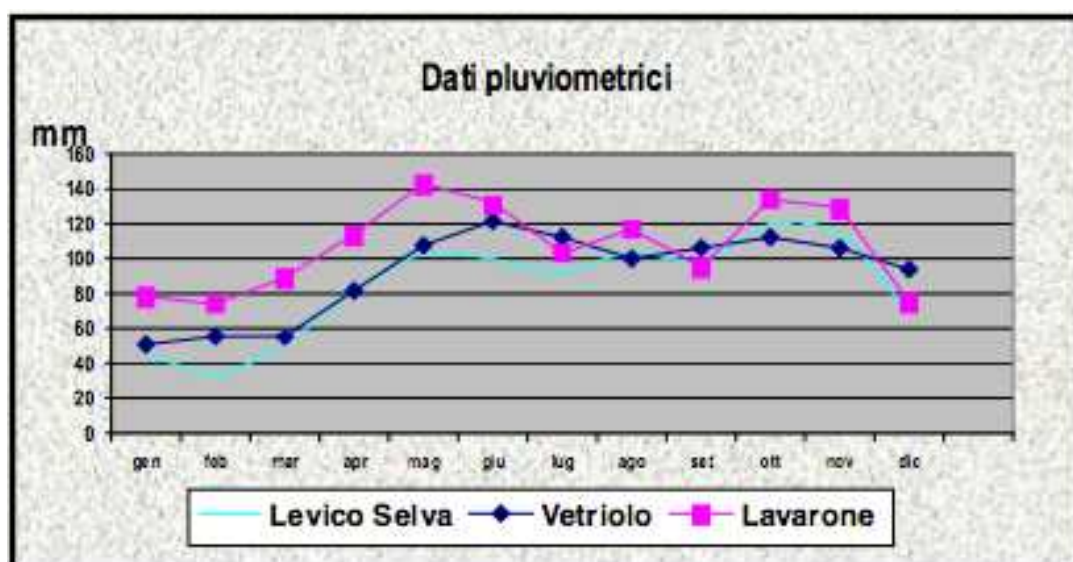


Figura 3.20 – Dati pluviometrici tre stazioni meteorologiche riferibili a tre diversi comparti del comune di Levico (Facchinelli et al., 2012)

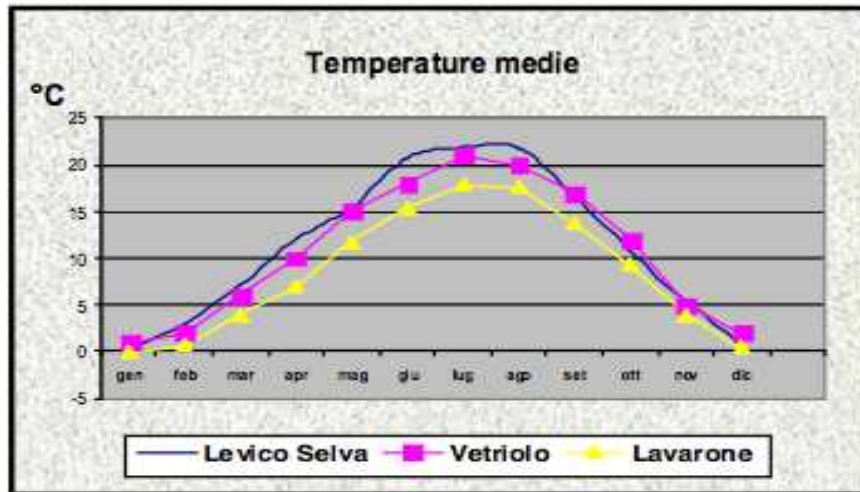


Figura 3.21 – Dati di temperature medie nelle tre stazioni metereologiche riferibili a tre diversi comparti del comune di Levico (Facchinelli et al., 2012)

3.3.2 Inquadramento vegetazionale

L’altopiano di Vezzena è caratterizzato principalmente da popolamenti di abete rosso che formano peccete secondarie prettamente coetaneiformi, sono presenti in minor presenza e principalmente localizzate nelle zone di valle in presenza di ambienti freschi gli abieteti dei suoli fertili (Facchinelli et al., 2012). Oltre le quote di 1500 m sl.m. si presentano tipiche peccete altimontane alternate a quelle xeriche fino a 1800 m, da dove la pecceta inizia ad assumere caratteri tipici dell’orizzonte sub-alpino. La composizione specifica è in ordine composta da abete rosso, abete bianco, presenza limitata di faggio nella parte della val d’Assa e altre specie a carattere sporadico quali larice, pino silvestre, acero montano e sorbo degli uccellatori (Facchinelli et al., 2012).

Una prima analisi della composizione boscata effettuata attraverso l’osservazione sulla presenza delle principali specie erbacee e arbustive caratterizzanti il sottobosco comparata alla scheda dei tipi forestali della provincia di Trento permette di collocare l’area di studio nell’ambiente tipico dell’abieteto dei suoli mesici. Formazione presente su suoli profondi e freschi, stazioni fertili principalmente pianeggianti o situate in impluvi, scarsa presenza di faggio e di sottobosco (Odasso et al., 2018). Nelle zone di radura infatti sono presenti numerose specie spesso indicatrici di fertilità come la lonicera (*Lonicera nigra*) e megaforbie.

In particolare, l’area di studio è ricompresa dalle superfici che ricadono nelle particelle forestali n. 46 e n. 55 del Piano di Gestione Forestale e Aziendale di proprietà del Comune di Levico (Figura 3.22). Entrambe le particelle forestali vengono descritte, antecedentemente alla tempesta, come occupate da peccete secondarie in ambiente di abieteti dai suoli fertili con abete in rinnovazione. Entrambe le particelle sono state percorse da tagli selvicolturali che nello specifico hanno interessato la particella n. 55 nel 2005 con un taglio di 508 m³ e la particella n. 46 nel 2008 con un taglio di 469 m³ (Facchinelli et al., 2012).

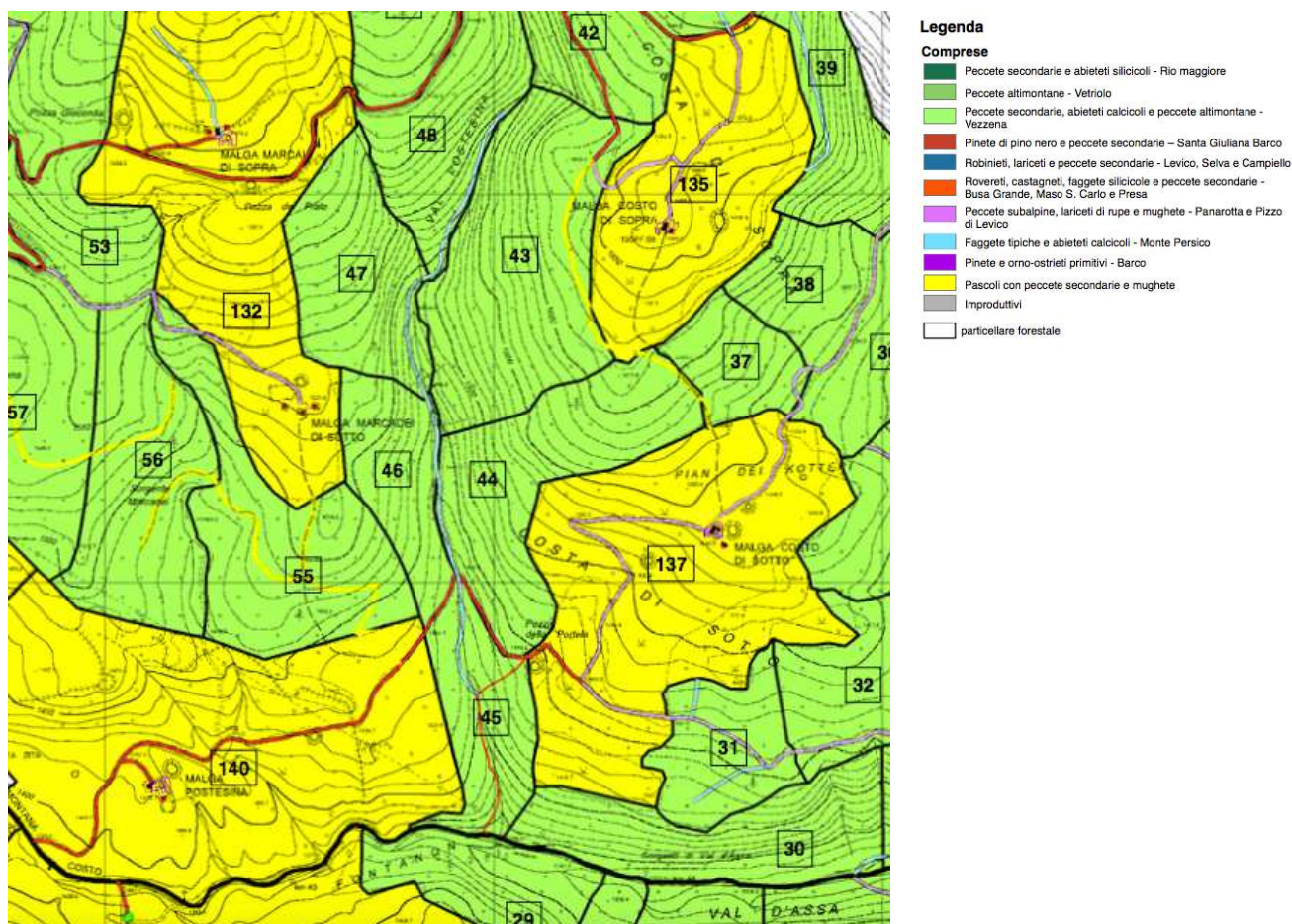


Figura 3.22 – Estratto mappa carta sinottica forestale con suddivisione in particelle forestali della proprietà del comune di Levice Terme (Facchinelli et al., 2012)

All’anno 2012 nella particella forestale n. 55 si è stimata una provvigione totale di 10008 m³ con una ripresa particellare riferita al seguente decennio di 600 m³, mentre nella particella n. 46 una provvigione di 4899 m³ con una ripresa di 250 m³ (Facchinelli et al., 2012).

Come riportato nel piano di gestione (Facchinelli et al., 2012) l’area studio è interessata dalla presenza cospicua di tetraonidi quali il gallo cedrone (*Tetro urogallus*) e il francolino di monte (*Bonasa bonasia*) per cui gli interventi selvicolturali presentano delle limitazioni in senso temporale previste dalla legge provinciale in materia di foreste (L.p. n. 11 del 23.05.2007), la quale vieta le operazioni di taglio ed esbosco in popolamenti forestali con presenza di tetraonidi dal 1 di marzo fino al 15 luglio.

La particella forestale n. 46 ricade nell’areale di distribuzione della salamandra di Aurora (*Salamandra atra aurorae*) (Facchinelli et al., 2012), pertanto vige la prescrizione che l’esbosco dovrà essere fatto per via aerea o condotto con i classici metodi a strascico con verricello o con mezzi meccanizzati come skidder e forwarder esclusivamente nei mesi invernali quando il suolo si presenta congelato e coperto di neve.

3.3.3 Inquadramento del danno

Nella notte tra il 29 e il 30 ottobre 2018 durante la perturbazione che ha formato la tempesta Vaia si sono manifestate raffiche di vento con velocità superiori a 100 km/h che hanno causato forti schianti in tutta la Provincia di Trento e in modo particolare anche su tutto l'altipiano di Vezzena.

Da stime si conta che il comune di Levico abbia subito una perdita superiore ai 150.000 m³ di legname, circa 23-25 volte la ripresa annuale prevista dal piano di gestione forestale.

L'area di studio ha una dimensione compresa tra 14 e 15 ettari e ricade per lo più sulla particella forestale n. 55 e solo marginalmente nella parte più ad ovest dell'area nella particella n. 44. L'area è stata interessata da schianti diffusi che hanno sradicato e abbattuto la quasi totalità delle piante presenti ad eccezione di quelle poste nella vallecchia ai lati di malga Marcai di sotto. La classe di danno, secondo i parametri dettati dalla Provincia di Trento, è ricompresa nel "completamente distrutta" (danni superiori al 90%).



Figura 3.23 – Panoramica dell'area studio costituita da una tagliata di circa 15 ha causata dalla tempesta Vaia. Area che ricade totalmente nella p.f. 55 ad esclusione della parte a destra in foto (Foto di Marco Nicolussi Neff scattata il 22 agosto 2023 – loc. Marcadei)

Il legname abbattuto è stato stimato a presunto in circa 6500 m³ per la particella n. 55 e 2500 m³ per la particella n. 46 (PAT, 2018), che sono stati venduti a corpo già nel mese di gennaio successivo all'evento. Le utilizzazioni si sono svolte in somma urgenza e pertanto si è potuto procedere in deroga alle limitazioni previste per il rispetto dei tetraonidi, mentre sono state rispettate nella particella n. 46 le prescrizioni per la salvaguardia della salamandra di Aurora, infatti il cantiere ha interessato quella zona nei mesi invernali subito dopo l'aggiudicazione del lotto alla ditta.

Le fasi di taglio ed esbosco del materiale schiantato sono state ultimate entro la fine dell'anno 2019. Negli anni successivi si sono verificate delle pullulazioni di bostrico che hanno interessato le piante marginali ai lati delle tagliate create dal vento, pertanto sono stati eseguiti due assegni forestali, il primo nel 2021 e il secondo nel 2022. Tali assegni hanno interessato anche piante marginali ricadenti nelle due particelle di studio andando ulteriormente ad allargare le dimensioni dell'area.

Come illustrato dalla figura 3.23 l'area colpita si presenta su una cresta ricompresa tra due vallette laterali, fattore che ha inciso indubbiamente sull'azione distruttiva del vento per i motivi precedentemente esposti in figura 3.6.

L'area studio pertanto si presenta ricompresa tra due margini boscati laterali siti nelle due vallette, val Marcadei a sinistra e val Postesina a destra, mentre a monte e a valle l'area confina con le superfici pascolate rispettivamente di malga Marcadei di sotto e malga Postesina, con la presenza di piante singole e isolate che non possono essere considerate parte di un popolamento.

Come facilmente riscontrabile in figura 3.23, a seguito della tempesta, delle operazioni di esbosco e del recupero del materiale colpito da bostrico, a partire dal mese di luglio e fino alla metà di agosto 2023, quindi successivamente ai rilievi effettuati per questo studio, è stata effettuato il ripristino della pista forestale denominata "Postesina – Marcadei" la quale era stata rovinata dal passaggio di mezzi pesanti come harvester e forwarder, intaccando così la possibile rinnovazione post evento di specie pioniere già affermate. Altresì è da considerarsi che la movimentazione del terreno ai lati della pista può essere sede di futura rinnovazione, presumibilmente di specie eliofile pioniere.



Figura 3.24 – Parte iniziale della pista di esbosco “Postesina – Marcadei” dopo i lavori di ripristino. Si nota ai lati della pista terreno movimentato con orizzonte minerale in superficie e ai lati piante singole di abete e un larice in centro (Foto di Michele Nicolussi Neff scattata il 01 agosto 2023 – loc. Marcadei)

4. MATERIALI E METODI

Nei mesi di maggio e giugno 2023 sono stati effettuati i rilievi in campo, periodo considerato ottimale per evitare che la vegetazione erbacea ed arbustiva ostacolasse eccessivamente le operazioni per la raccolta dati e per garantire il certo riconoscimento di tutte le principali specie arboree e arbustive oltre che delle principali specie erbacee.

Questa attività di campo ha consistito dapprima nell'individuare i punti dove disporre e allestire le aree da sottoporre a transetto e in seguito, una volta definita la posizione dei plot, ad effettuare lo studio della rinnovazione. Successivamente si è proceduto alla fase di elaborazione dei dati raccolti e alla discussione dei risultati ottenuti.

4.1 Rilievi in campo

Le attività di rilievo sono state precedute da una fase di studio e inquadramento dell'area, esposta nel precedente capitolo e dalla ricerca di un metodo di campionamento il più possibile oggettivo che possa rispecchiare la situazione di rinnovazione naturale pre e post evento dell'area studiata.

Innanzitutto si è concordato di considerare la variabile “distanza dal margine boscato” quale fattore che possa influenzare maggiormente la presenza e la distribuzione delle specie forestali arboree e arbustive all'interno dell'area schiantata.

Per cui in seguito alla perimetrazione dell'area di studio è definito che la stessa ha una forma trapezoidale con un'altezza approssimativa di 350 metri, una larghezza di 400 metri e una superficie di 14 ettari circa, si è deciso di predisporre le aree di saggio composte da transetti lineari di lunghezza 10 metri e larghezza 2 metri disposti a distanze considerate vicine, mediamente vicine e lontane dai margini boscati presenti in destra e sinistra orografica. Inoltre, è stata effettuata una serie di transetti nella parte centrale dell'area di studio. Considerando queste categorie di distanze dai margini boscati si è proceduto a fissare 21 plot all'interno della tagliata i quali sono stati posti a distanze di circa 20 m, 60 m, 100 m e 150 m dai margini boscati considerando delle piccole variazioni tra alcuni plot dovute all'incompatibilità del terreno d'analisi. Per ogni plot è stato rilevato il tracciato, la posizione, la data e l'orario di rilevamento e i principali parametri stazionali.

Prima di procedere con le attività di rilievo si è provveduto a creare un'apposita scheda di campagna composta dalle seguenti principali informazioni:

- Codice del rilievo: è stata attribuita una sigla in funzione della vicinanza dal bosco rispettivamente al margine destro o sinistro e della posizione in funzione della quota;
- Dati stazionali per transetto: quota, esposizione, pendenza, etc;

- Dati strutturali: copertura strato arboreo, arbustivo, suffruticoso, erbaceo, muscinale e orizzonte minerale. La stima della copertura si è basata su un'osservazione a vista attribuendo ad ogni categoria una % che permettesse di definire la % di copertura dei vari plot;
- Rinnovazione post-evento: elenco delle specie presenti instauratesi dopo la tempesta Vaia e numero di individui rilevati;
- Rinnovazione pre-evento: elenco delle specie presenti già presenti prima della tempesta Vaia e numero di individui rilevati;
- Note: vengono riportate considerazioni che possono influenzare la distribuzione della vegetazione arborea e altre informazioni ritenute utili per l'interpretazione dei risultati come ad esempio l'impatto dei danni da ungulati sulla rinnovazione;
- Disegno: si rappresenta in maniera schematizzata in scala 1:100 la distribuzione della vegetazione arborea, arbustiva ed erbacea con l'indicazione dell'eventuale presenza di legno morto a terra e delle zone di orizzonte minerale. Inoltre si annota la presenza di vallecole che possono creare situazioni favorevoli per l'instaurazione della rinnovazione naturale.

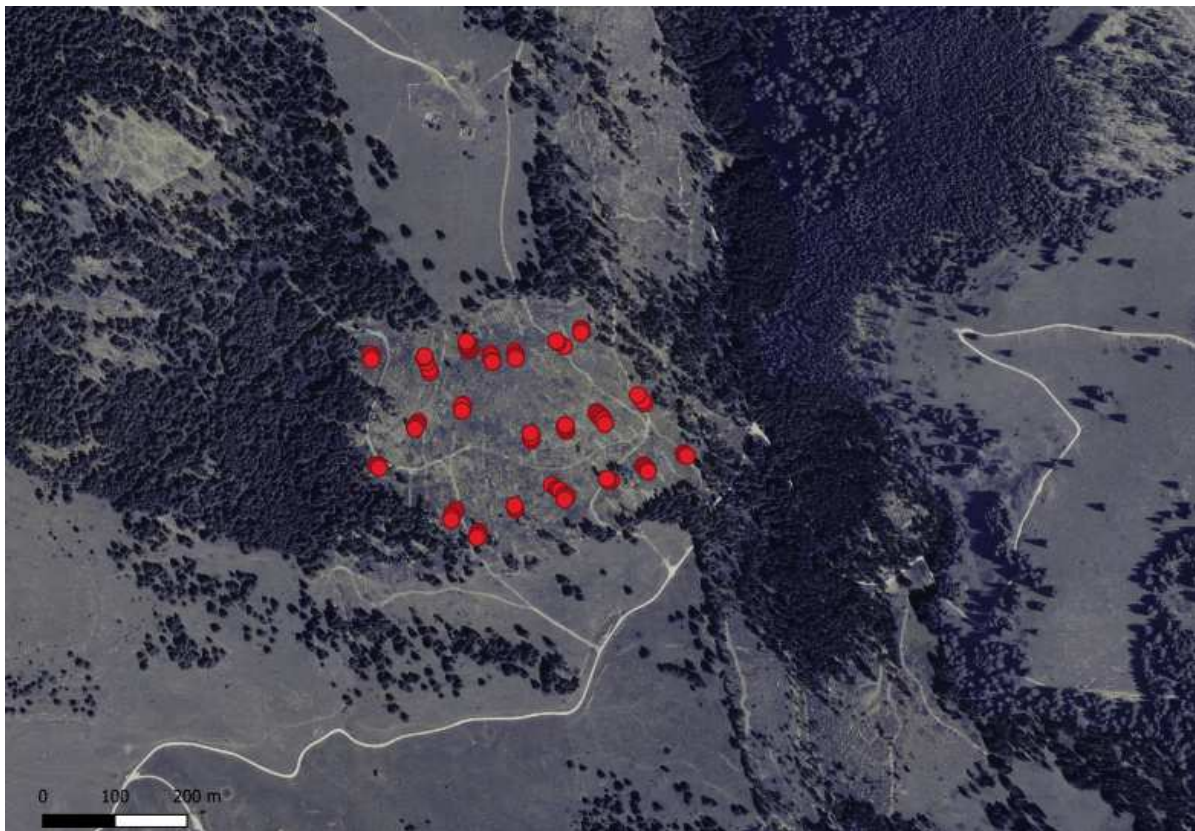


Figura 4.1 – Suddivisione area di studio in n. 21 transetti

Definiti i punti dove collocare le aree di saggio, tramite l'ausilio di una cordella metrica si è proceduto alla definizione della lunghezza dei plot, e, con un doppio metro, all'identificazione della larghezza. Per fare questo si è cercato di mantenere la cordella il quanto più possibile orizzontale fissandola su

dei picchetti di altezza 0,5 m, soprattutto nelle zone caratterizzate da pendenze del terreno mediamente elevate, in modo da considerare l'area topografica e non quella reale.

I rilievi sono stati svolti partendo da nord e proseguendo verso sud all'interno dell'area di transetto e sono state identificate tutte le piante arboree e arbustive costituenti la rinnovazione pre e post disturbo, ovvero tutte le piante aventi un'altezza inferiore o uguale ai due metri come disposto dall'art. 2 della Legge provinciale n. 11 del 23.05.2007 in materia di foreste. Si è inoltre distinta la rinnovazione pre e post evento sulla base del metodo adottato secondo letteratura anche in altri studi (Kramer et. Al, 2014) ossia fissando la soglia dell'altezza di 20 cm per stabilire se si trattasse di rinnovazione pre o post disturbo.



Figura 4.2 – Fase di preparazione e allestimento transetto di studio con cordella metrica per la definizione della lunghezza di 10 metri e doppio metro per stabilire la larghezza di 2 metri.

4.2 Elaborazione dati

A seguito delle attività di raccolta dati in campo è stato creato un apposito dataset su un file elettronico di lavoro in Microsoft Excel. Tutti i dati raccolti sono stati inseriti in un primo foglio di lavoro e poi elaborati su di uno successivo. Nel foglio di lavoro sono stati riportati i seguenti dati per ogni plot:

- Codice plot in funzione alla distanza dal margine boscato di destra e di sinistra: VD=Vicino da destra; MD=mediamente vicino da destra; LD= lontano da destra; VS= vicino da sinistra; MS= mediamente vicino da sinistra; LS=lontano da sinistra; C= centrale alla tagliata. Inoltre per ogni categoria sono stati eseguiti tre transetti, per cui ad ogni codice viene aggiunto il numero progressivo da 1 fino a 3.
- Distanza dal margine boscato;
- Specie arboree e arbustive presenti divise in rinnovazione pre e post evento così abbreviate:
 - PA: *Picea abies* (L.) H. Karst. - abete rosso; – AA: *Abies alba* Mill. - abete bianco; – SA: *Sorbus aucuparia* L. - sorbo degli uccellatori; – SN: *Sambucus nigra* L. – sambuco comune
 - LD: *Larix decidua* Mill. - larice comune – SL: *Salix caprea* L. - salicone;
- Copertura espressa in termini percentuali degli strati: arboreo, arbustivo, suffruttiloso, erbaceo, muscinale e orizzonte minerale.

L'elaborazione e lo studio dei dati raccolti ha portato alla creazione di grafici e tabelle che consentono una lettura chiara e rapida e dei risultati del monitoraggio.

Lo studio dei dati è stato fatto inizialmente considerando gli aspetti generali, evidenziando innanzitutto se dopo circa 5 anni dalla tempesta Vaia si sia o meno instaurata nuova rinnovazione arborea e/o arbustiva e quindi definendo un valore di rinnovazione totale rapportata all'ettaro di superficie. Successivamente si è entrati maggiormente nel dettaglio considerando diversi aspetti, tra cui: la rinnovazione totale in funzione del tipo di specie, la rinnovazione naturale pre e post disturbo e il numero di piantine in rinnovazione per ogni transetto effettuato.

Si è messo poi in relazione la distribuzione della rinnovazione in funzione dei differenti gradi di copertura degli strati sopra meglio descritti, correlando la presenza o meno della rinnovazione al tipo di soprassuolo presente, più o meno favorevole all'attecchimento delle sementi naturali.

Infine si è analizzata la distribuzione della rinnovazione in gruppi di plot considerati vicini, mediamente vicini e lontani dal margine boscato.

Le correlazioni sono state rappresentate con dei grafici a dispersione individuando la retta di regressione che permette di capire la reale presenza della correlazione, il suo grado di forza e se essa sia positiva oppure negativa, inoltre si è definito l'indice di bontà di adattamento di un modello lineare (R^2) utile a verificarne l'esistenza della correlazione e la sua significatività.

Per la definizione della bontà dei risultati ci si è avvalsi del seguente criterio:

- $R^2 < 0,2$: non esiste correlazione tra i parametri confrontati;
- $0,2 < R^2 < 0,3$: esiste una debole correlazione tra i parametri confrontati;
- $0,3 < R^2 < 0,5$: esiste una leggera correlazione tra i parametri confrontati;
- $R^2 = 0,5$: esiste una correlazione tra i parametri confrontati;
- $R^2 > 0,5$: esiste una forte correlazione tra i parametri confrontati.

Per poter considerare accettabili e significative le correlazioni è importante che vi sia una sufficiente mole di dati a disposizione.

5. RISULTATI

In questo capitolo vengono riportati i principali risultati ottenuti, non tutte le correlazioni effettuate tra i vari parametri possono considerarsi significative, ma risulta importante riportarle ugualmente poiché ritenute utili per sostenere dei concetti inversamente funzionali al risultato ottenuto. Nei casi in cui siano risultate forti correlazioni esse possono essere considerate sufficientemente significative, il limite maggiore è legato al modesto numero di dati a disposizione, a favore del risultato è invece da considerarsi che i rilievi sono stati eseguiti a quasi 5 anni dalla tempesta Vaia, tempo ritenuto sufficientemente utile per lo studio delle dinamiche di rinnovazione post disturbo.

5.1 Elaborazione dati di campo

I rilievi di campo hanno consentito di raccogliere una serie di dati relativi alla quota, esposizione, copertura vegetale, di legno morto (CWD) o di orizzonte minerale presenti e caratterizzanti il soprassuolo dell'area post-disturbo, oltre che a definire la presenza e numerosità della rinnovazione naturale nelle aree sottoposte a transetto.

Innanzitutto dall'elaborazione dei dati raccolti si è estrapolato il numero di piantine di tutte le specie forestali arboree e arbustive di interesse, già elencate nel precedente capitolo, rapportando poi il dato ottenuto in relazione alla dimensione di tutti i plot con l'ettaro di superficie.

Il numero di piantine di rinnovazione pre e post disturbo risulta essere di 261, rilevate su una superficie di 420 m², ovvero 21 transetti di dimensione 20 m² ciascuno, che rapportate all'ettaro di superficie risultano essere 6214 piantine.

Superficie (m ²)	N. piantine RN tot
420	261
10000	6214

Tabella n. 5.1 – Numero totale piantine di rinnovazione rilevate nei transetti e rapportate all'ettaro di superficie

Considerato il fatto che l'analisi comprende nelle specie rilevate il saliccone (*Salix caprea L.*), la cui presenza risulta comunque modesta, e il sambuco comune (*Sambucus nigra L.*) la cui presenza invece risulta rilevante soprattutto in alcune situazioni e condizioni stazionali presenti all'interno dell'area di studio, si è deciso di estrarre dalla sopra riportata "tabella n. 5.1" queste specie poiché considerate di scarso interesse e valore dal punto di vista produttivo e quindi, da quello che poi realmente interesserà conoscere al selvicoltore per la gestione del bosco e la progettazione dei futuri interventi.

Superficie (m ²)	N. piant. RN piante arboree
420	195
10000	4643

Tabella n.5.2 – Numero totale piantine di rinnovazione rilevate nei transetti e rapportate all'ettaro di superficie

Nella sopra riportata “tabella n. 5.2” sono elencate le piantine di rinnovazione pre e post disturbo rilevate durante le operazioni di campo, riguardanti esclusivamente le specie arboree che possono avere un determinato valore e interesse commerciale, nello specifico l’elenco comprende l’abete rosso (*Picea abies*), l’abete bianco (*Abies alba Mill.*), il sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia L.*) e il larice (*Larix decidua Mill.*).

Nei 420 m² analizzati con i transetti sono state rilevate 195 piantine in rinnovazione delle specie forestali arboree sopra citate, ciò significa che se il campione rappresentativo raccolto viene esteso all’ettaro di superficie si ottiene un numero di piantine in rinnovazione pari a 4643.

Superficie (m2)	PA	AA	SA	SN	LD	SL
420	66	12	115	63	2	3
10000	1571	286	2738	1500	48	71

Tabella n. 5.3 – Suddivisione delle piantine di rinnovazione per singole specie poi rapportate all’ettaro di superficie

Per cui, definito il numero totale di piantine di rinnovazione si è proceduto ad analizzare il numero di piantine in rinnovazione suddiviso per ogni singola specie rilevata, come riportato in “tabella n. 5.3”, dati che poi sono stati rapportati all’ettaro per avere un’idea orientativa della distribuzione per specie sull’unità di misura standard utilizzata dal selvicoltore.

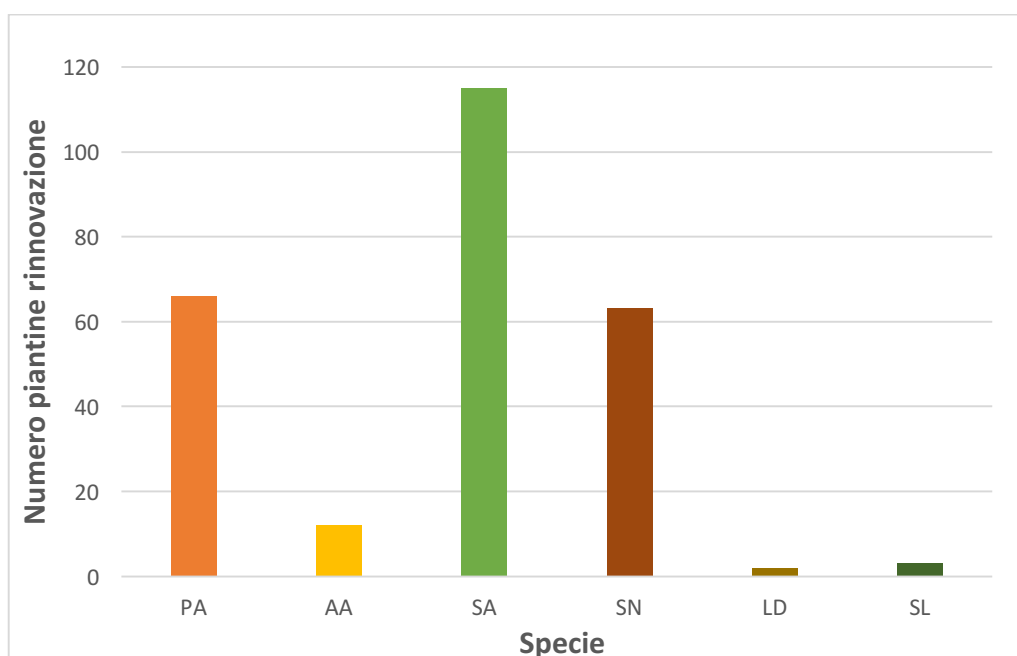


Grafico n. 5.1 – Numero di piantine in rinnovazione pre e post disturbo divise per specie

Nel “grafico n. 5.1” viene rappresentato graficamente quanto già riportato nella precedente tabella ed è possibile evincere chiaramente come la rinnovazione totale rilevata sia principalmente composta dal sorbo dell’uccellatore (*Sorbus aucuparia*) con 115 individui, dall’abete rosso (*Picea abies*) con 66 individui e dal sambuco comune (*Sambucus nigra*) con 63 individui, e solo in minor parte da altre

specie come l'abete bianco (*Abies alba*) con 12 individui, il salicione (*Salix caprea*) con 3 individui e il larice (*Larix decidua*) con 2 individui.

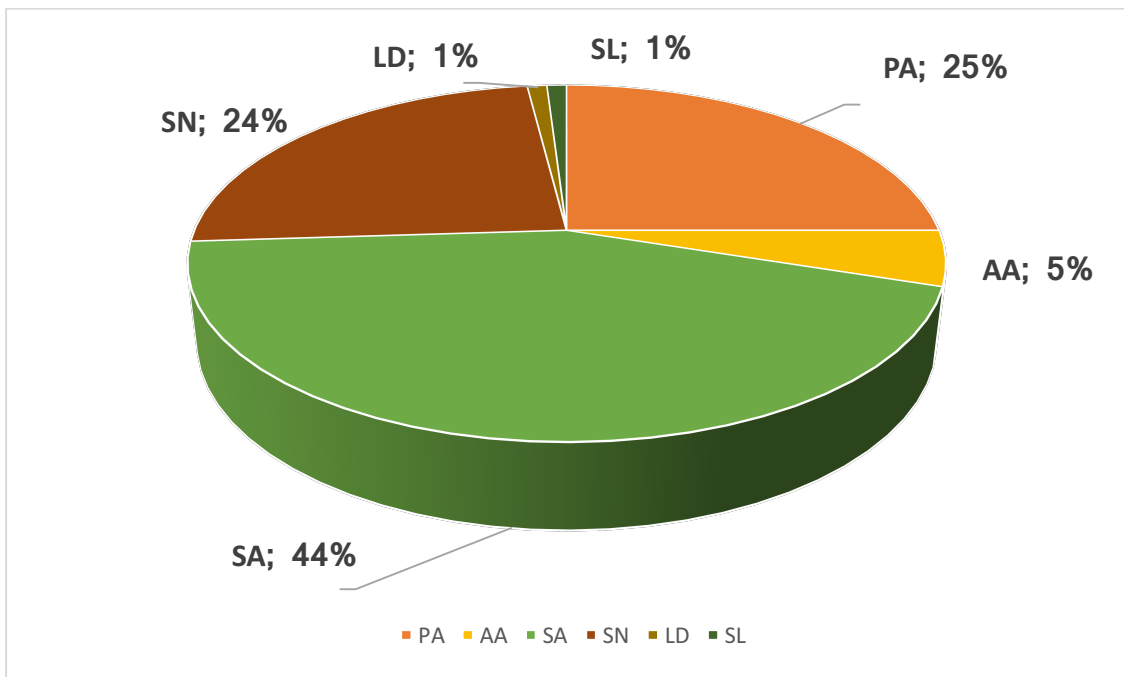


Grafico n. 5.2 –Suddivisione numerosità in percentuale delle specie in rinnovazione rilevate

Il sopra riportato “grafico n. 5.2” rappresenta in termini percentuali la distribuzione delle specie rilevate, si nota come la rinnovazione sia rappresentata per quasi la metà, 44 %, dal sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia*), 25 % abete rosso (*Picea abies*), 24 % sambuco comune (*Sambucus nigra*), 5 % abete bianco (*Abies alba*), 1 % larice (*Larix decidua*) e 1 % salicione (*Salix caprea*).

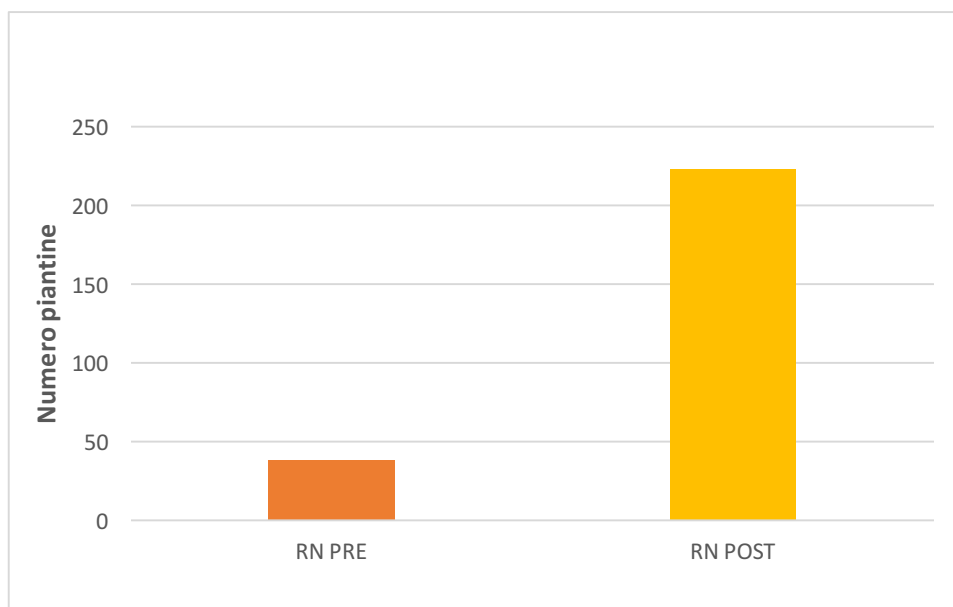


Grafico n. 5.3 – Suddivisione numerosità rinnovazione naturale pre e post disturbo

Successivamente si è deciso di scorporare dal dato di rinnovazione totale fin qui analizzato la rinnovazione che è stata considerata, con i parametri esposti nel capitolo precedente, presente e già affermata prima dell'evento di disturbo, nominata "RN PRE" e la rinnovazione affermata in seguito alla tempesta, nominata "RN POST". Dal grafico n. 5.3 si nota chiaramente come quest'ultima sia nettamente superiore alla rinnovazione instauratasi antecedentemente al disturbo in condizioni di bosco stabile. Nello specifico sono state rilevate n. 38 piantine di rinnovazione pre disturbo e n. 223 piantine di rinnovazione post disturbo.

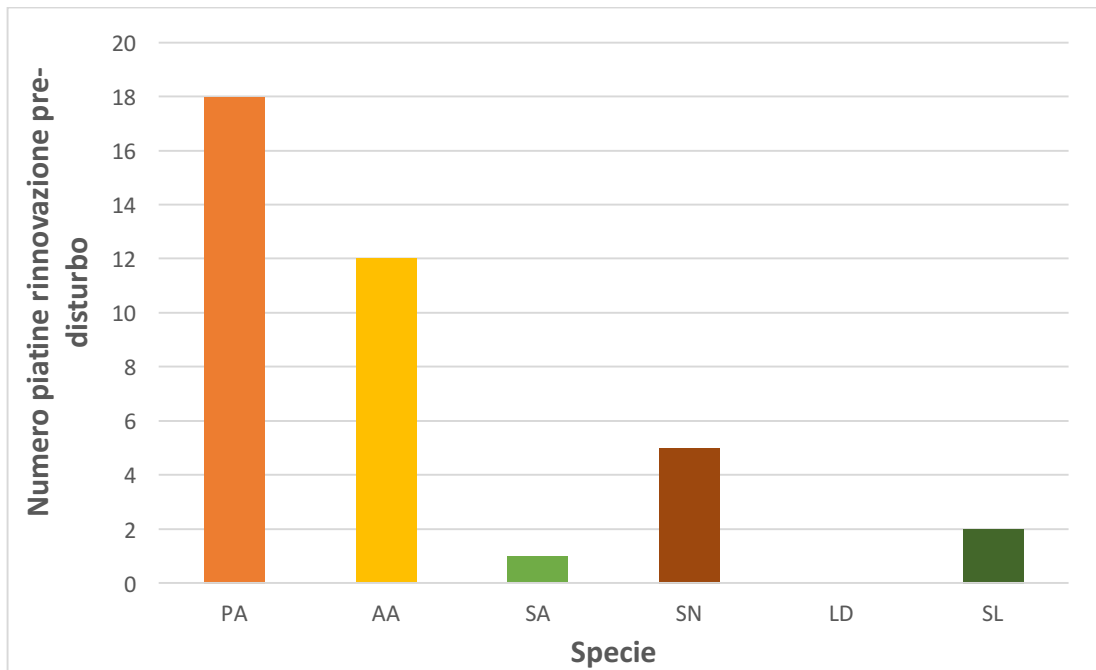


Grafico n. 5.4 – Suddivisione per specie piantine rinnovazione pre disturbo

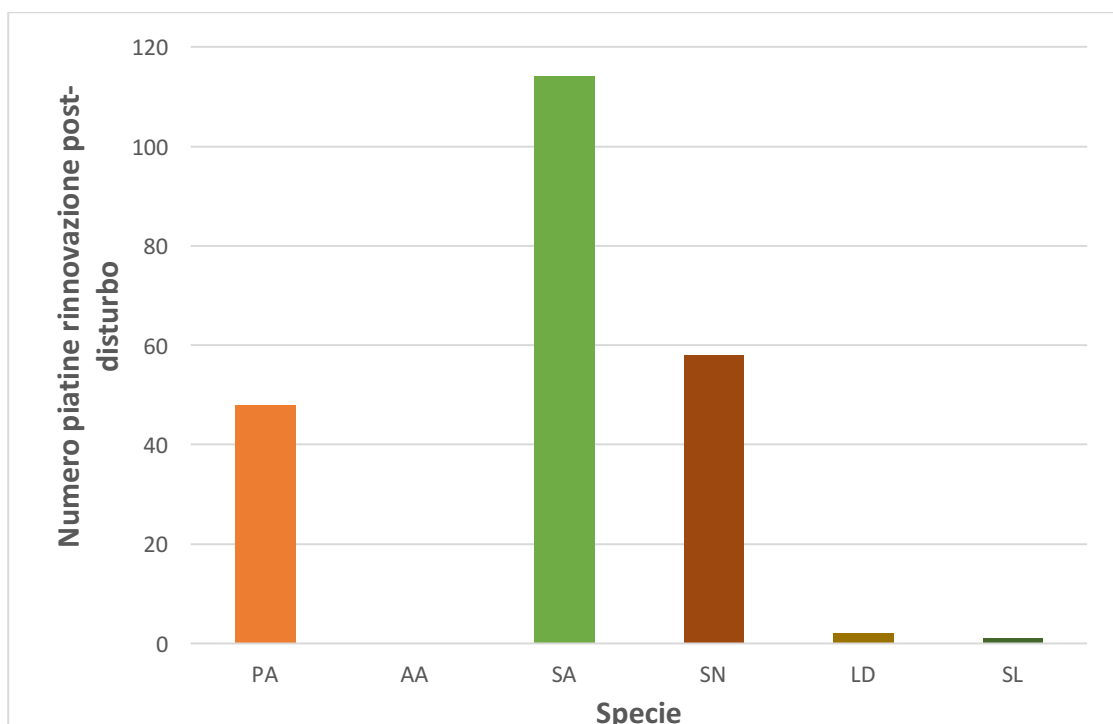


Grafico n. 5.5 – Suddivisione per specie piantine rinnovazione post disturbo

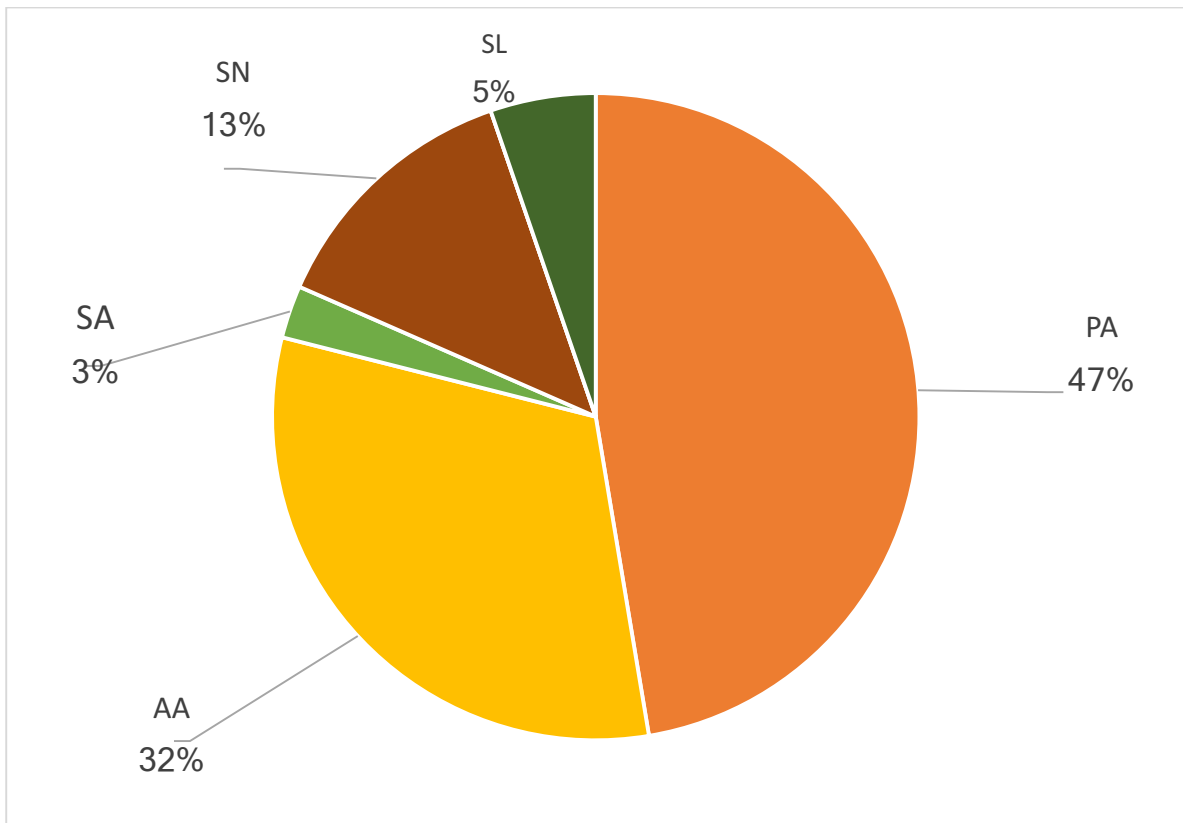


Grafico n. 5.6 – Percentuale di numerosità per specie di rinnovazione pre disturbo

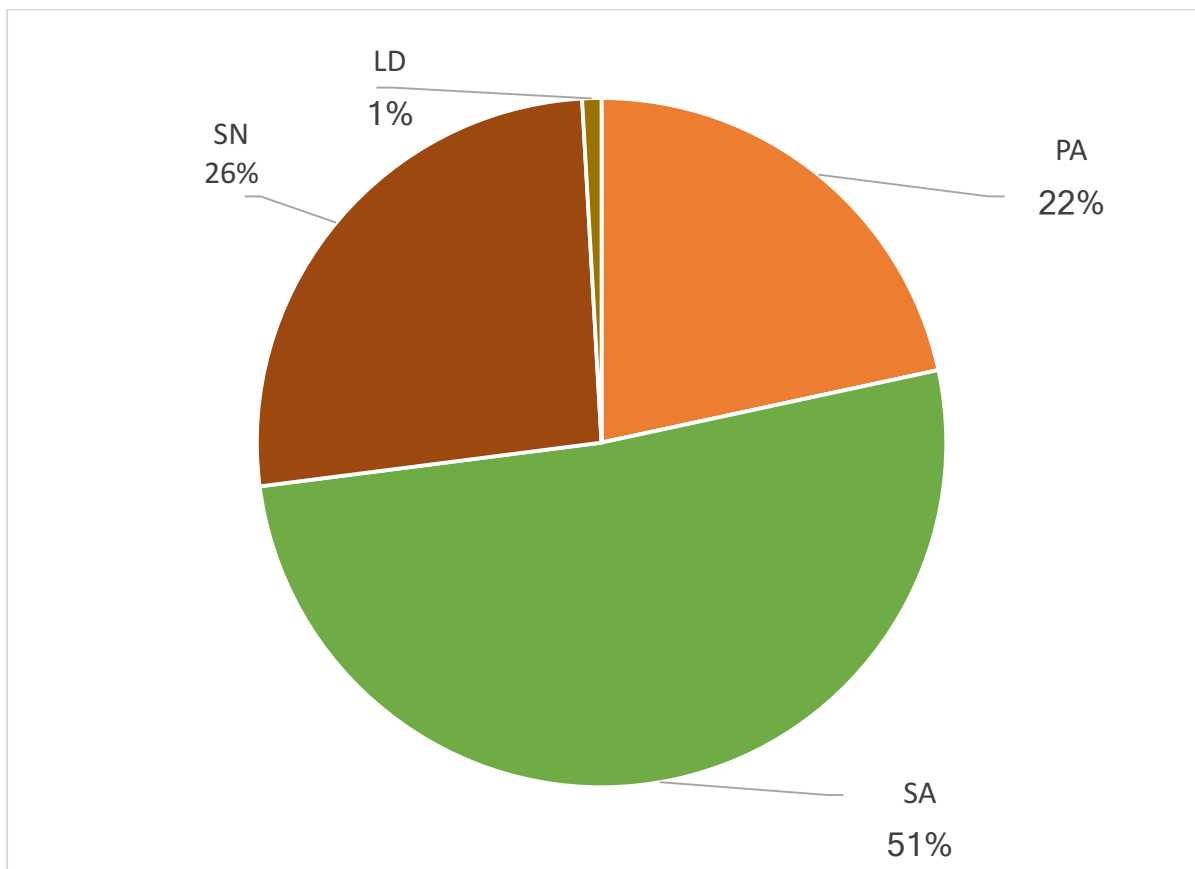


Grafico n. 5.7 – Percentuale di numerosità per specie di rinnovazione post disturbo

Nei grafici 5.4 e 5.5 è stata riportata la numerosità di piantine di rinnovazione suddivisa per specie e rispettivamente nel grafico n. 5.4 relativa alla rinnovazione già instaurata prima della tempesta Vaia mentre nel grafico n. 5.5 alla rinnovazione post disturbo. Confrontando i grafici risulta una netta differenza tra le specie che si erano affermate in condizioni di bosco stabile coetaniforme e di quelle che poi si sono instaurate nei 5 anni successivi alla tempesta. Nei successivi grafici 5.6 e 5.7 è riportata la distribuzione in percentuale delle piantine di rinnovazione pre e post disturbo rilevate nelle aree campione. Nel grafico n. 5.6 si nota come la rinnovazione affermatasi precedentemente al disturbo sia principalmente costituita dall' abete rosso (*Picea abies*) 47% e dall'abete bianco (*Picea abies*) 32%, solo in presenza minore e sporadica si trovano il salicome (*Salix caprea*) 5%, il sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia*) 3% e lo strato arbustivo composto dal sambuco comune (*Sambucus nigra*) 13%.

Nel grafico n. 5.7 è riportata la numerosità in termini percentuali delle specie rilevate in rinnovazione e considerate, secondo i parametri stabiliti e già esposti, instaurate dopo l'evento di disturbo della tempesta Vaia. In questo caso si riscontra la presenza significativa della rinnovazione di sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia*) 51%, abete rosso (*Picea abies*) 22% e sambuco comune (*Sambucus nigra*) 26%, inoltre si riporta l'affermazione della rinnovazione di larice (*Larix decidua*), 2%.

Dall'analisi grafica si evince che la rinnovazione post disturbo sia composta principalmente da latifoglie ed in modo particolare dal sorbo degli uccellatori che ha trovato condizioni favorevoli per diffondersi e rinnovarsi in seguito all'evento di disturbo, condizioni certamente legate alle caratteristiche di specie pioniera ed eliofila, infatti, la sua presenza in rinnovazione prima del disturbo risulta poco rilevante (5%). L'abete rosso risulta essere la specie più presente in rinnovazione affermatasi antecedentemente al disturbo e rimane presente in maniera cospicua anche come rinnovazione successiva alla tempesta grazie alle sue caratteristiche plastiche di poter essere potenzialmente sia specie definitiva in grado di rinnovarsi in boschi maturi e coetaniformi sia presentare caratteristiche di specie pioniera andando ad occupare suoli più poveri ma in condizioni di luce favorevole. La distribuzione della rinnovazione di abete bianco permette di analizzare e comprendere ulteriormente come possa cambiare la composizione del bosco da prima del disturbo al futuro prossimo in seguito all'evento di disturbo, infatti, antecedentemente alla tempesta Vaia la sua presenza in rinnovazione risulta essere abbondante, a riprova che il tipo forestale ottimale e definitivo per la stazione studio è rappresentato dall'abieteto dei suoli fertili con presenza rada di abete rosso (Facchinelli et al., 2012). Invece nella rinnovazione successiva all'evento di disturbo non è stata riscontrata la presenza di piantine di abete bianco, aspetto che rimarca le caratteristiche di specie tollerante l'ombra che si rinnova in condizioni di sciafilia in boschi densi e maturi. Il sambuco comune risulta già presente antecedentemente al disturbo, in situazioni di radure o spazi semi-aperti ma risulta

aumentata cospicuamente la sua presenza dopo la tempesta, soprattutto dove gli spazi sono particolarmente aperti. Infine, il larice non risulta presente nella rinnovazione affermata prima del disturbo ma rilevato anche se solo in minima parte nella rinnovazione post disturbo.

Dall'analisi dei grafici che riportano la distribuzione per specie della rinnovazione pre e post disturbo si può desumere come, in condizioni di bosco stabile coetaniforme di abete rosso le specie in grado di rinnovarsi facilmente e in maggior numero fossero l'abete rosso e l'abete bianco, mentre cambiando le condizioni di disponibilità di luce e di fertilità del terreno, dovuta al fatto che vi è un'alta presenza di legno morto al suolo e di strato minerale riportato alla luce dallo sradicamento delle ceppaie, le specie in grado di colonizzare meglio e più rapidamente ambienti soggetti a disturbi da vento o di altro genere, sono quelle pioniere eliofile.

Terminata la fase di studio generale sulla presenza di rinnovazione, della sua distribuzione per rinnovazione pre e post evento e per singole specie si riportano nel grafico 5.8 la numerosità di rinnovazione per ogni singolo plot (area sottoposta a transetto di rilievo) e nel grafico 5.9 la numerosità di rinnovazione suddivisa per ogni singola specie rilevata relativa ad ogni plot.

Nelle prossime pagine si analizzerà più nel dettaglio i risultati ottenuti secondo elaborazioni che verranno dettagliatamente esposte.

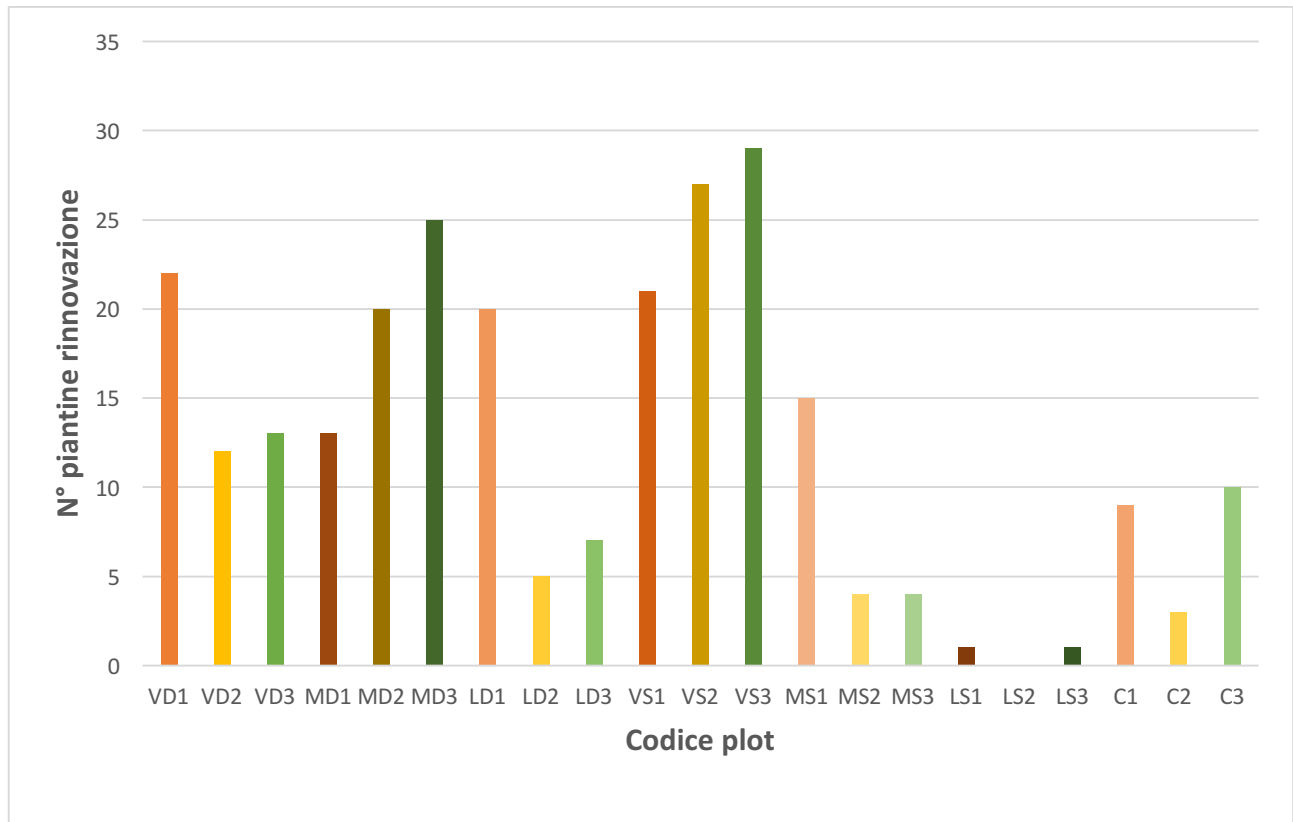


Grafico n. 5.8 – Distribuzione numerosità rinnovazione per ogni transetto di rilievo

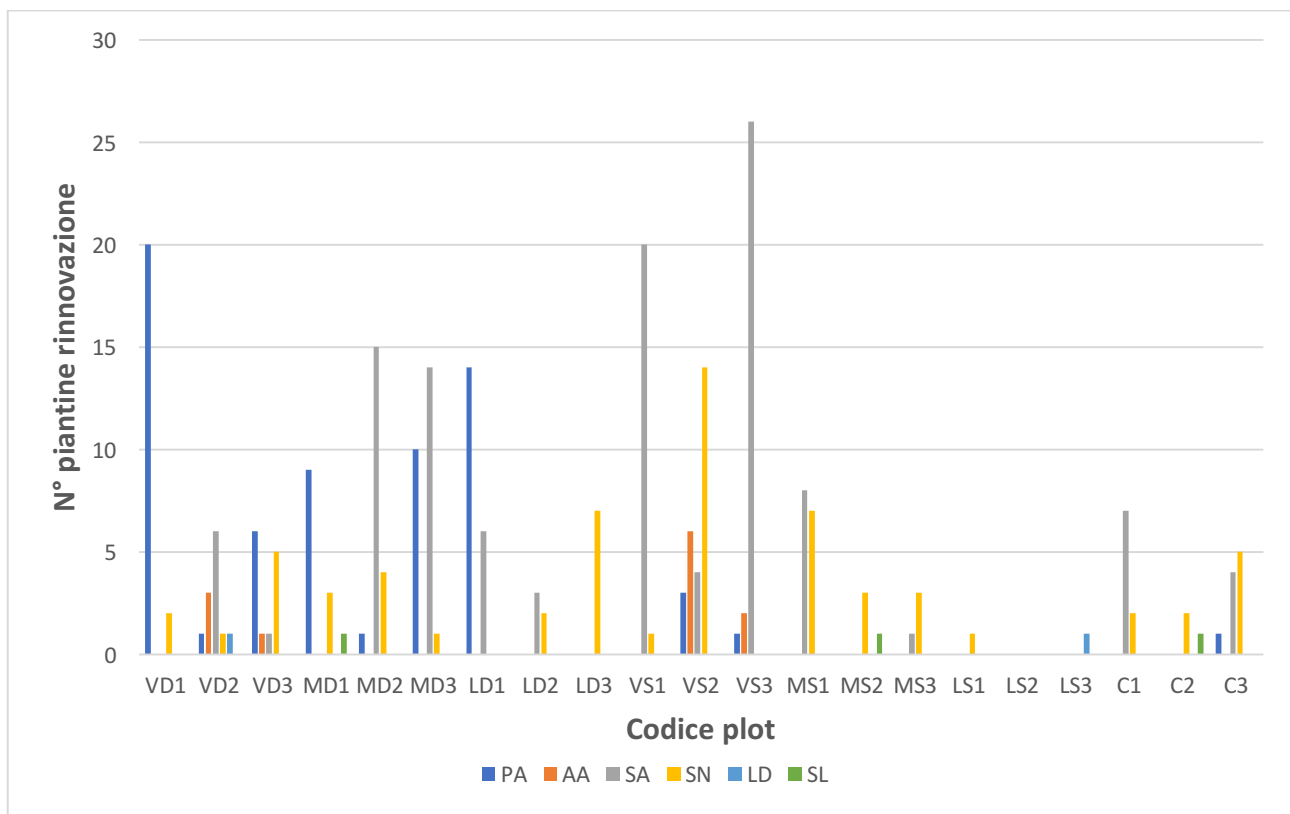


Grafico n. 5.9 – Distribuzione numerosità rinnovazione suddivisa per specie per ogni transetto di rilievo

5.2 Fattori di rinnovazione successivi al disturbo da vento

In questo sotto-capitolo sono riportati i risultati ottenuti mettendo in relazione la numerosità di rinnovazione per ogni singola specie rilevata con i fattori stazionali considerati più influenti per la distribuzione della rinnovazione, ovvero, il tipo di copertura percentuale caratterizzante il soprassuolo (copertura vegetale, copertura di legno morto CWD, copertura dell'orizzonte minerale), e la distanza dalle aree di transetto del margine boscato.

5.2.1 Copertura percentuale della vegetazione – Numerosità piantine rinnovazione

Come prima elaborazione si è correlata la numerosità di piantine totali di rinnovazione con la copertura percentuale della vegetazione rispetto all'area considerata. Si considerano valori dallo 0% in caso di assenza di copertura vegetale erbacea o arbustiva fino a valori pari a 100% in caso di copertura totale dell'area. Nelle aree di transetto oggetto dello studio sono stati rilevati valori minimi di copertura vegetale pari a 70% e valori massimi pari a 99%.

Come rappresentato nel grafico n. 5.10, riportato a pagina seguente, è stato osservato che esiste una debole correlazione negativa tra la copertura percentuale della vegetazione e il numero totale di piantine in rinnovazione di tutte le specie rilevate.

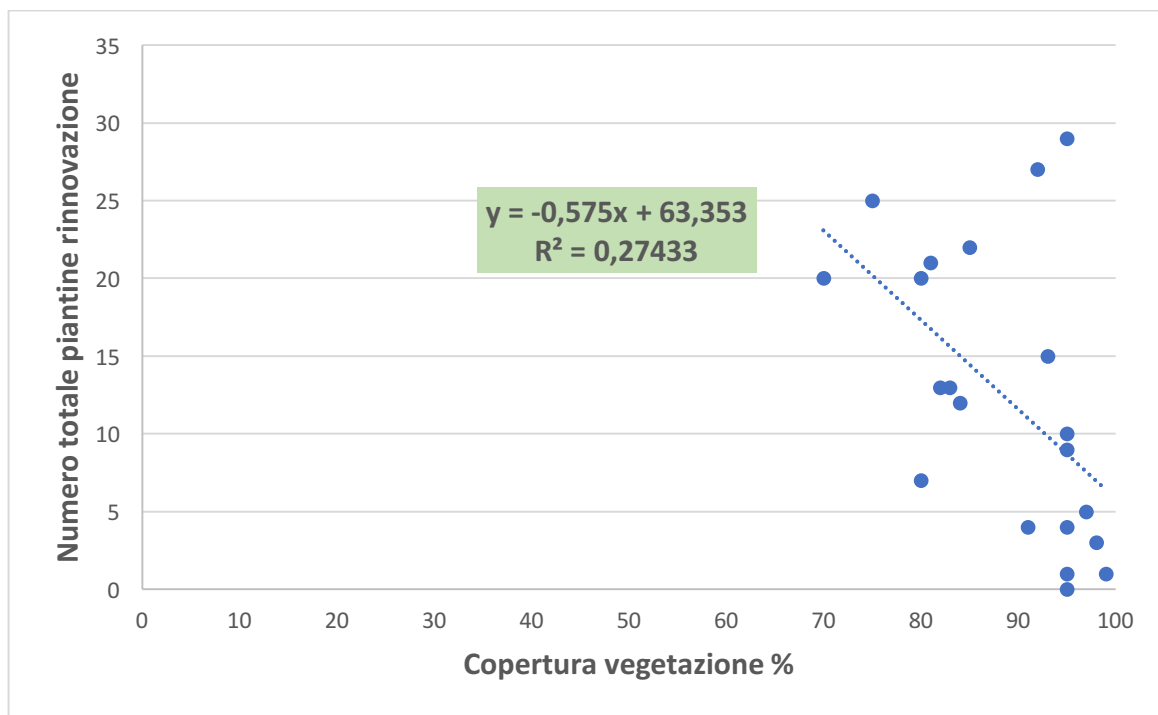


Grafico n. 5.10 – Correlazione tra la copertura della vegetazione erbacea e arbustiva con il numero totale di piantine di rinnovazione

La medesima correlazione è stata effettuata per ogni singola specie rilevata da questo studio, ad esclusione del larice e del salicome i quali presentano numerosità irrilevanti per poter ottenere un risultato considerabile per la valutazione della correlazione. In particolare si è rilevato che possa esistere una debole correlazione negativa tra la copertura della vegetazione erbacea e arbustiva e la presenza di rinnovazione di abete rosso (grafico n. 5.11), al contrario vi è una debole correlazione positiva con l'abete bianco (grafico n. 5.12). Non è stata riscontrata invece alcuna correlazione tra la copertura della vegetazione e la numerosità di piantine di rinnovazione di sorbo degli uccellatori e sambuco comune (grafico n. 5.13 e n. 5.14)

Questi risultati ottenuti possono già fornire delle prime indicazioni di base che vanno a trovare riscontro con le caratteristiche e peculiarità delle specie forestali incontrate, ovvero nel caso dell'abete rosso la correlazione può essere dovuta al fatto che la specie presenta caratteristiche di eliofilia e carattere pioniero anche se non in senso stretto, necessitando di luce per la germinazione e la crescita e soffrendo quindi la competizione con lo strato erbaceo e arbustivo nelle prime fasi di sviluppo. Al contrario, l'abete bianco data la sua natura di specie tollerante l'ombra riesce a svilupparsi in condizioni di sciafilia e per questo la correlazione, seppur debole, ha carattere positivo.

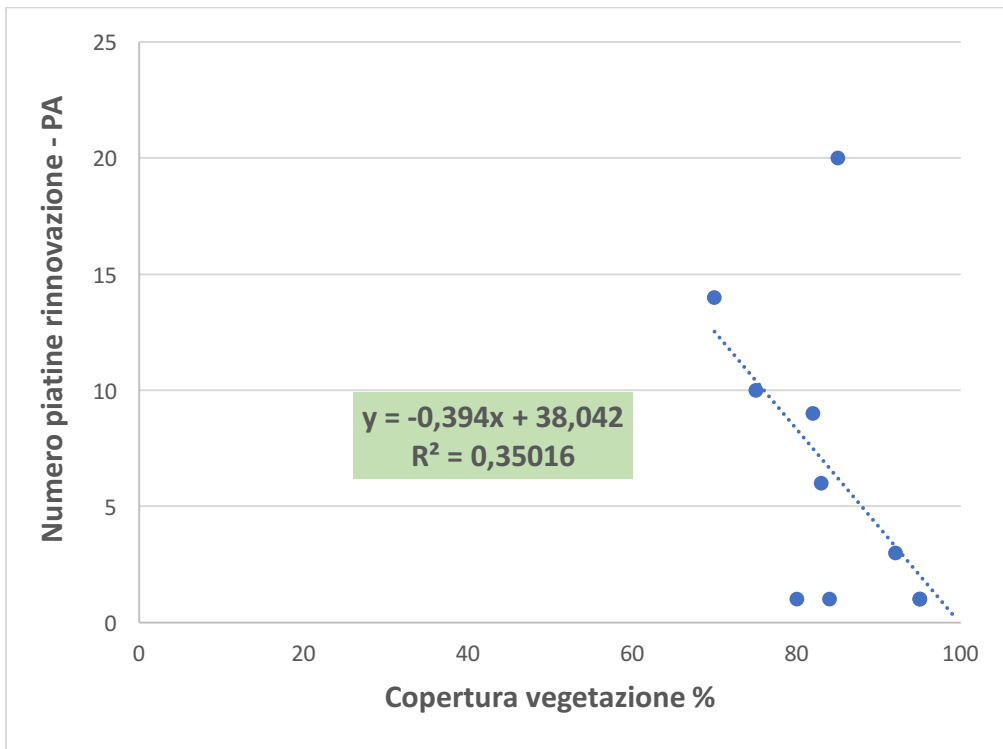


Grafico 5.11 - Correlazione tra la copertura della vegetazione erbacea e arbustiva con il numero totale di piantine di rinnovazione di abete rosso (PA)

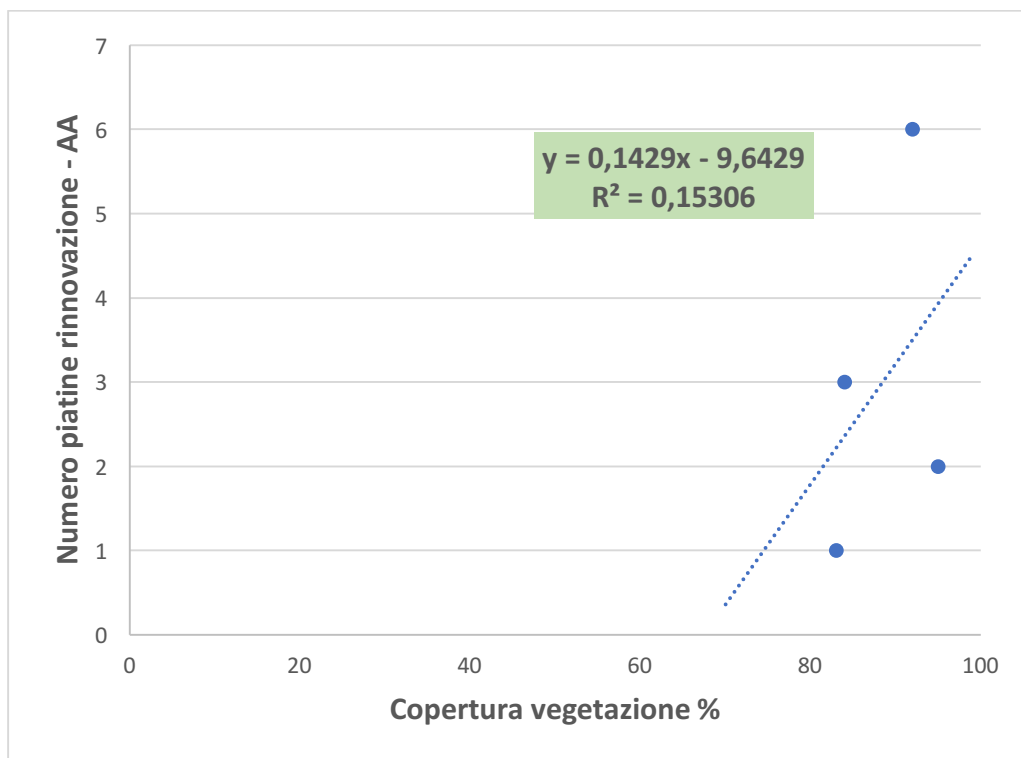


Grafico 5.12 - Correlazione tra la copertura della vegetazione erbacea e arbustiva con il numero totale di piantine di rinnovazione di abete bianco (AA)

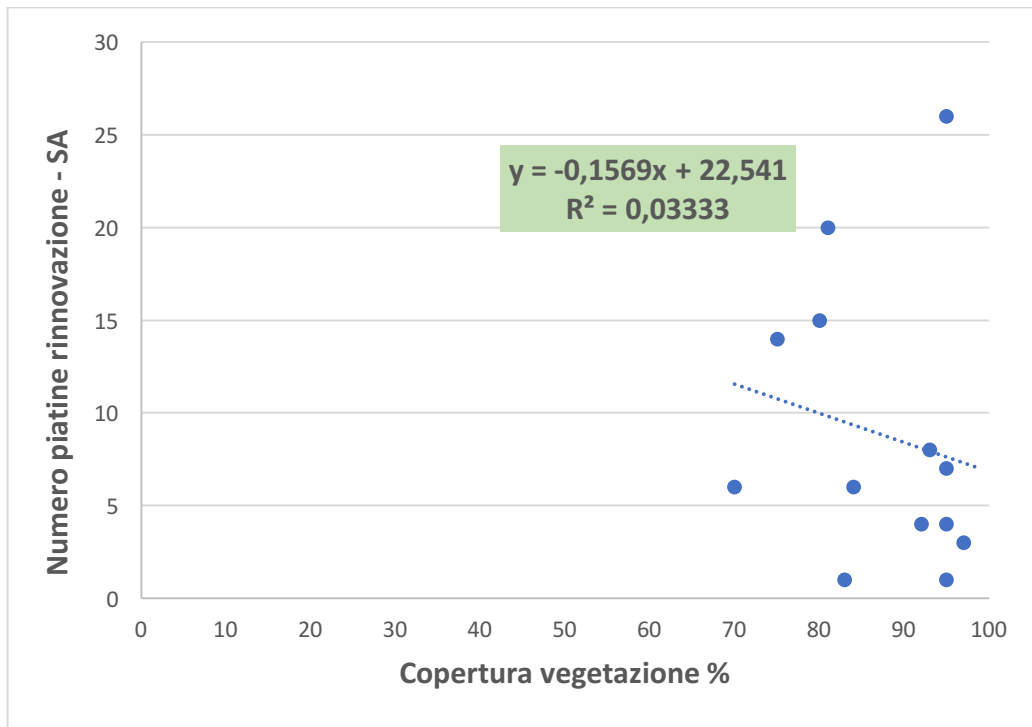


Grafico 5.13 - Correlazione tra la copertura della vegetazione erbacea e arbustiva con il numero totale di piantine di rinnovazione di sorbo degli uccellatori (SA)

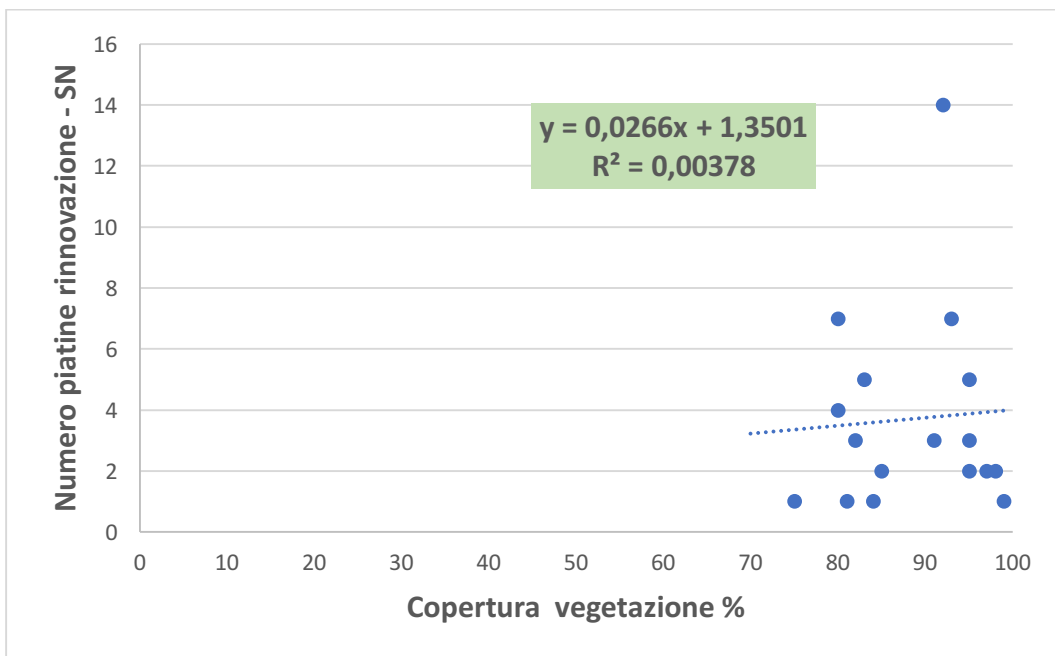


Grafico 5.14 - Correlazione tra la copertura della vegetazione erbacea e arbustiva con il numero totale di piantine di rinnovazione di sambuco comune (SN)

5.2.2 Copertura percentuale di legno morto (CWD) – Numerosità piantine rinnovazione

Successivamente si è correlata la copertura percentuale al suolo del legno morto (CWD) con il numero totale di piantine in rinnovazione. Si considerano valori dallo 0% in caso di assenza di necromassa al suolo fino a valori di 100% in caso di copertura totale dell'area. Nelle aree di transetto analizzate sono stati rilevati valori minimi di legno morto al suolo di 0%, quindi in completa assenza, fino a valori massimi di 29%.

Come riportato nel grafico n. 5.15 esiste una debole correlazione positiva tra la copertura di legno morto e il numero di piantine di rinnovazione. E' da considerare il fatto che, l'area oggetto di studio è stata soggetta a "salvage logging" e quindi le piante schiantate da vento sono state utilizzate ed asportate dall'area in tempi piuttosto brevi, per questo la quantità di necromassa al suolo non raggiunge valori particolarmente rilevanti. Come riportato in letteratura (Marson, 2019) per valori superiori del 20-30% di legno morto CWD al suolo esiste una debole correlazione negativa con la numerosità di piantine in rinnovazione.

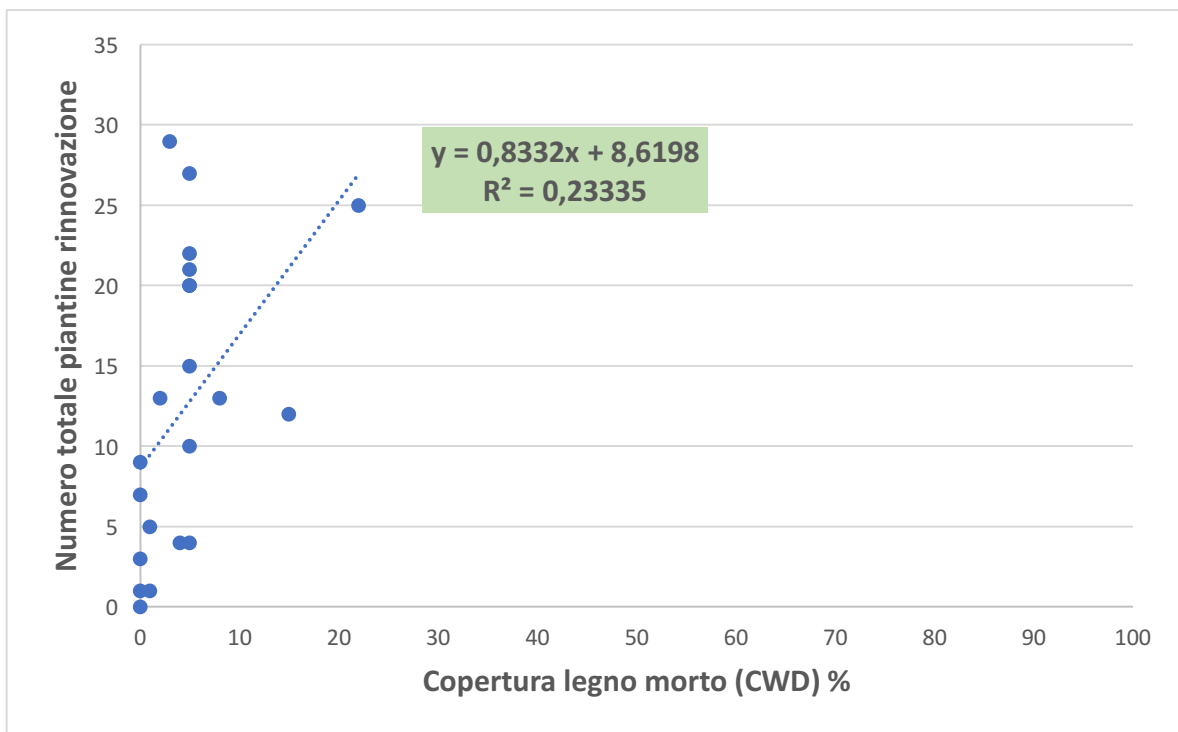


Grafico n. 5.15 – Correlazione tra la copertura percentuale di legno morto (CWD) e il numero totale di piantine di rinnovazione

Analizzando l'impatto che la copertura di legno morto al suolo può avere nei confronti delle varie specie rilevate non risulta possibile per nessuna di queste, riscontrare delle correlazioni positive o negative. Aspetto da considerare è il tipo di necromassa presente al suolo, composta per la sua quasi totalità da tronchi e ramaglia rilasciati dalle operazioni di taglio ed esbosco per il recupero del materiale legnoso schiantato dalla tempesta Vaia, perciò trattasi di materiale, di circa 5 anni, ancora integro e non adatto all'affermazione di nuova rinnovazione. D'altra parte la presenza di legno morto

di questo tipo risulta poco rilevante in termini quantitativi per poter occupare superficie ed influire in maniera negativa sull'affermazione di nuova rinnovazione. Per questo la presenza di legno morto CWD nell'area di studio risulta scarsamente influente sulla numerosità di rinnovazione.

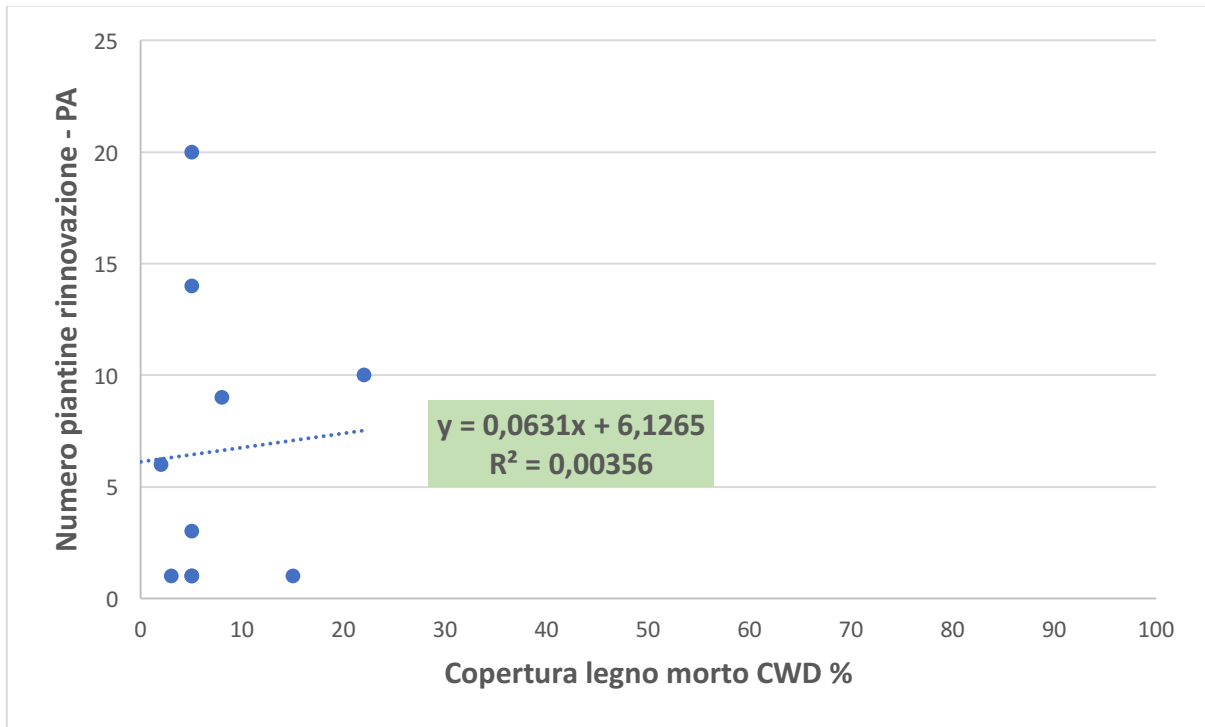


Grafico n. 5.16 - Correlazione tra la copertura percentuale di legno morto (CWD) e il numero totale di piantine di rinnovazione di abete rosso (PA)

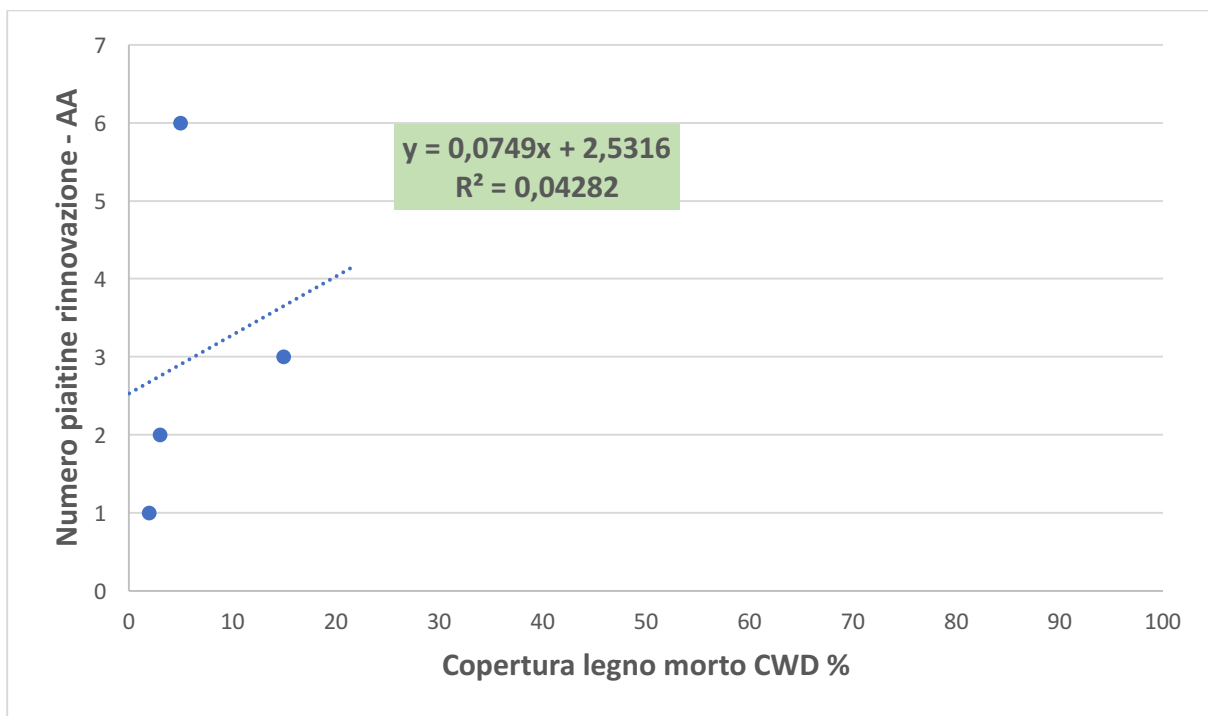


Grafico n. 5.17 - Correlazione tra la copertura percentuale di legno morto (CWD) e il numero totale di piantine di rinnovazione di abete bianco (AA)

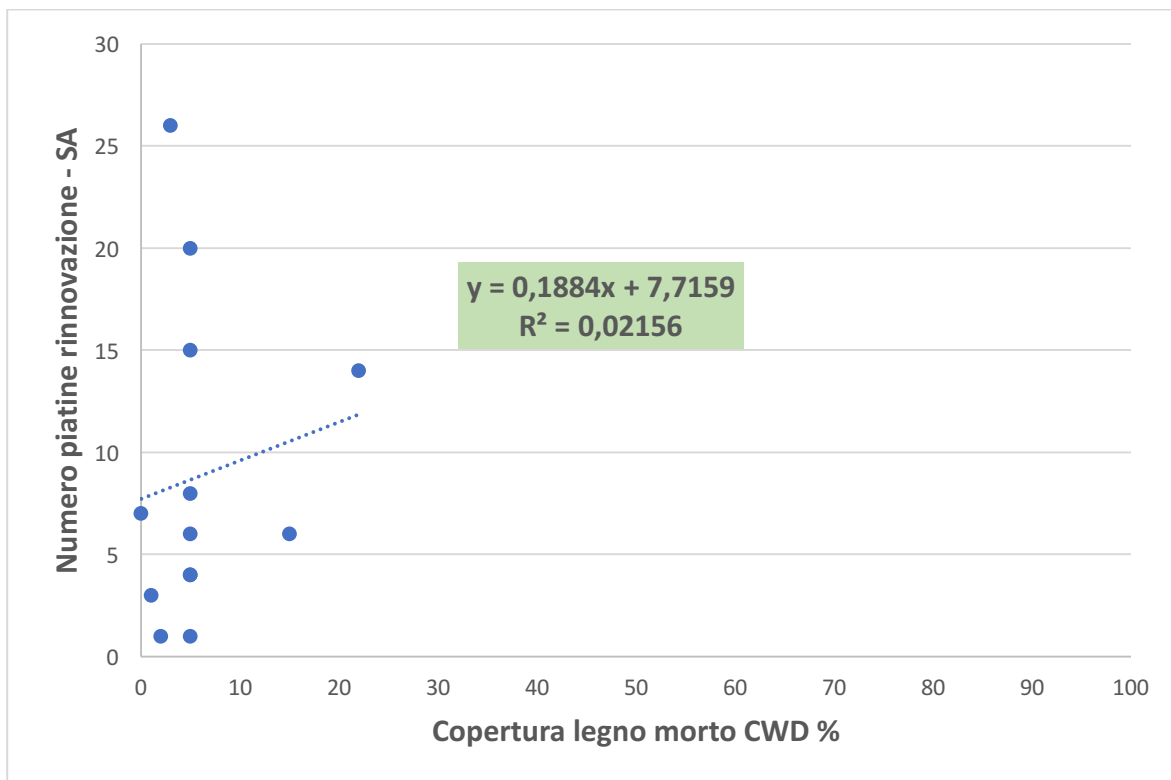


Grafico n. 5.18 - Correlazione tra la copertura percentuale di legno morto (CWD) e il numero totale di piantine di rinnovazione di sorbo degli uccellatori (SA)

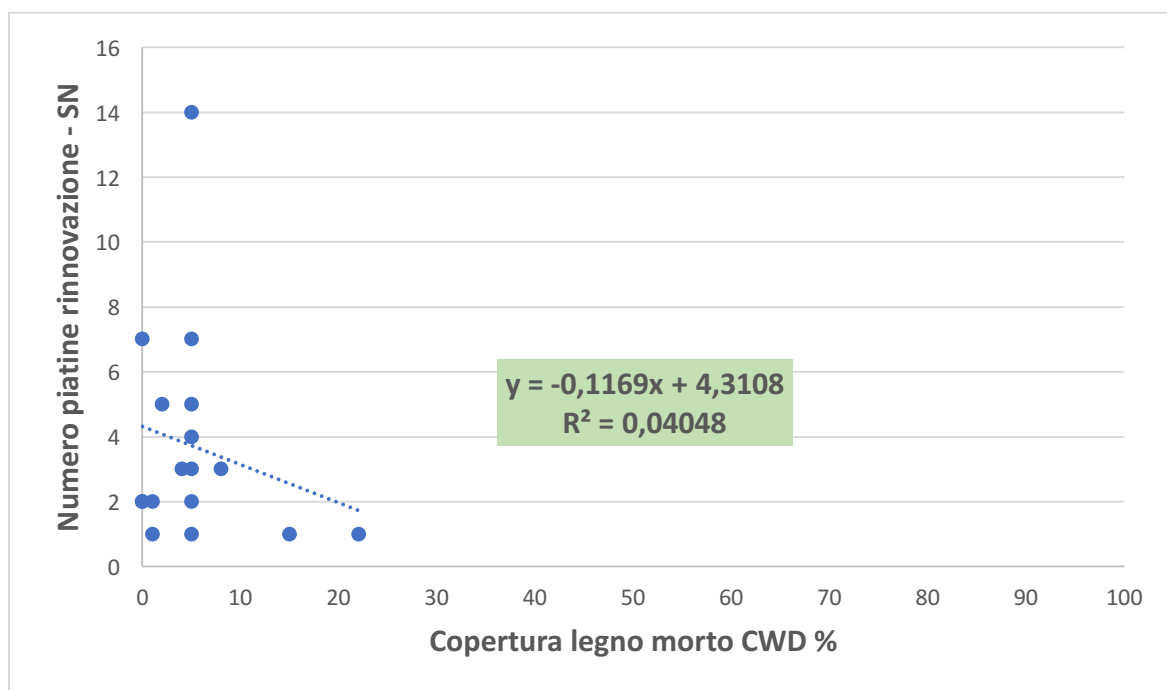


Grafico n. 5.19 - Correlazione tra la copertura percentuale di legno morto (CWD) e il numero totale di piantine di rinnovazione di sambuco comune (SN)

5.2.3 Copertura percentuale di orizzonte minerale – Numerosità piantine rinnovazione

Infine, in relazione alla tipologia di copertura caratterizzante il suolo nell'area soggetta alla tempesta, si è stabilita la percentuale di orizzonte minerale riportata alla luce dallo sradicamento delle ceppaie, correlando la sua presenza con il numero totale di piantine in rinnovazione. Si considerano valori dallo 0% in caso di assenza fino a valori di 100% in caso di copertura totale dell'area. Nelle aree di transetto analizzate sono stati riscontrati valori minimi di 0% fino a valori massimi di 25% di strato minerale di suolo.

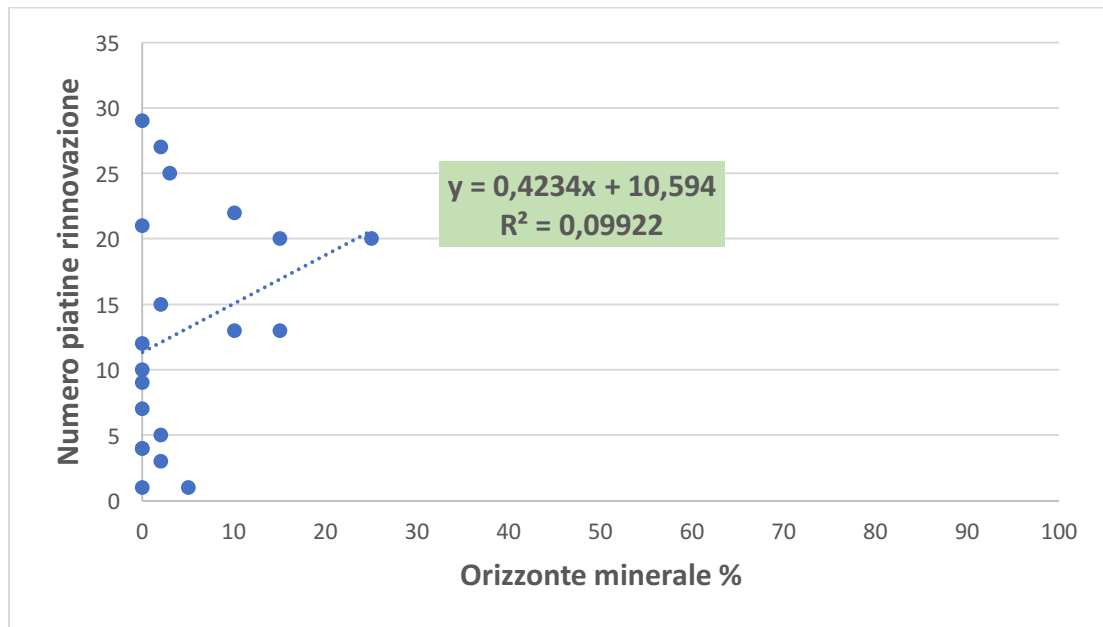


Grafico n. 5.20 - Correlazione tra la copertura percentuale di orizzonte minerale e il numero totale di piantine di rinnovazione

Come riportato nel grafico 5.20 non si è riscontrata alcuna correlazione tra la percentuale di orizzonte minerale e la numerosità totale delle piantine in rinnovazione.

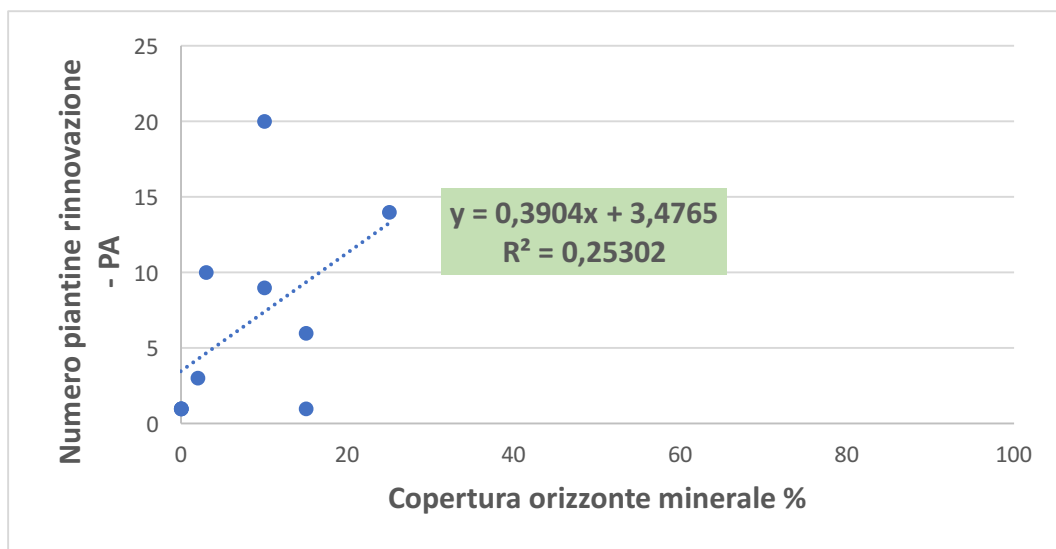


Grafico n. 5.21 - Correlazione tra la copertura percentuale di orizzonte minerale e il numero totale di piantine di rinnovazione di abete rosso (PA)

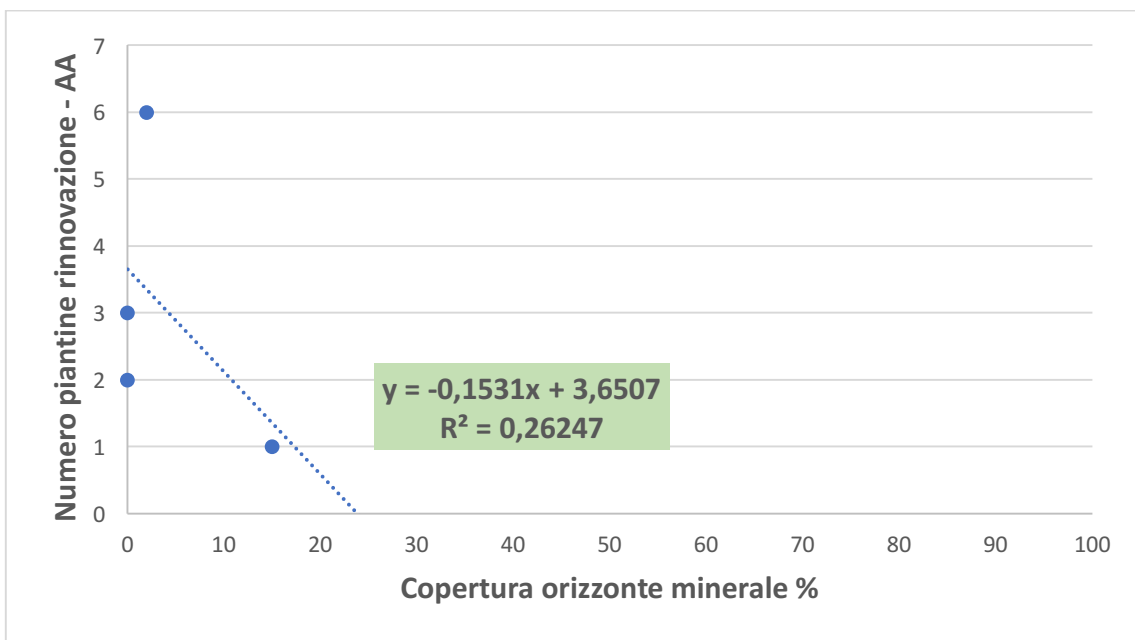


Grafico n. 5.22 - Correlazione tra la copertura percentuale di orizzonte minerale e il numero totale di piantine di rinnovazione di abete bianco (AA)

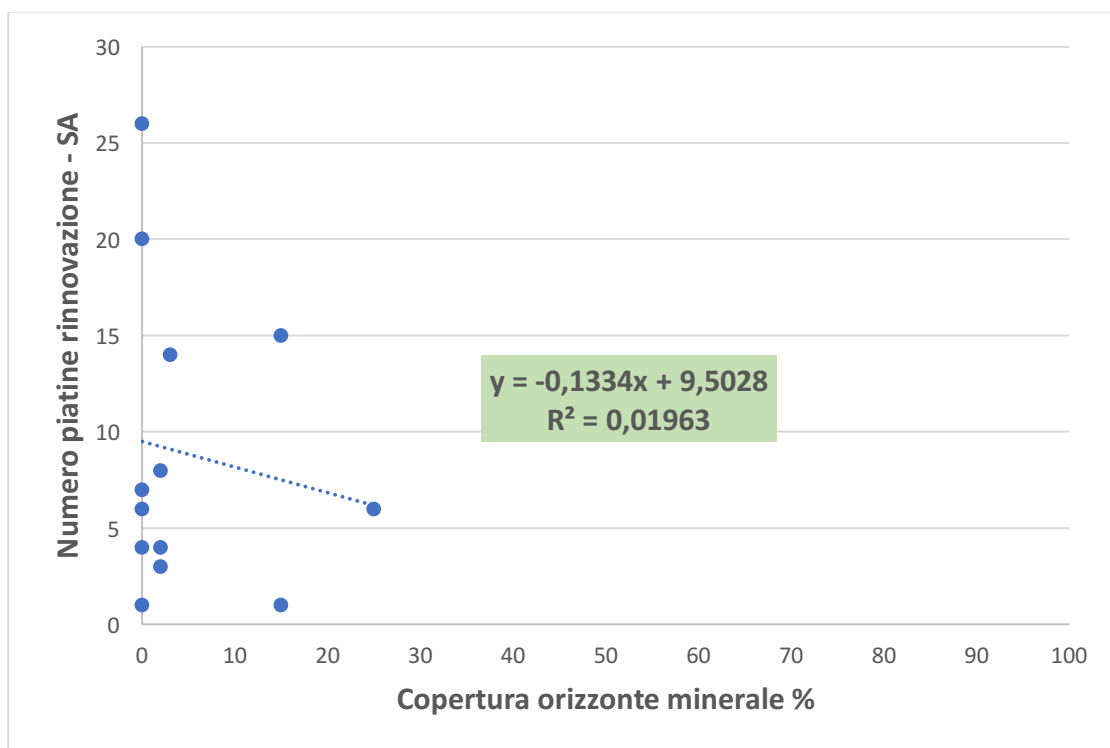


Grafico n. 5.23 - Correlazione tra la copertura percentuale di orizzonte minerale e il numero totale di piantine di rinnovazione di sorbo degli uccellatori (SA)

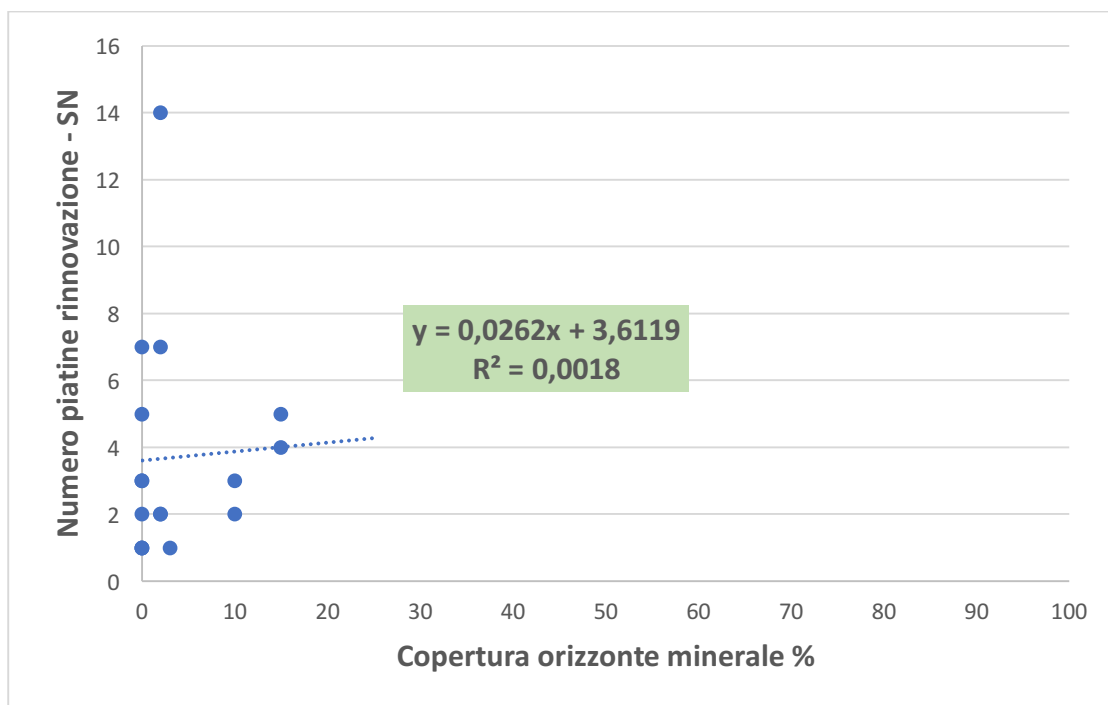


Grafico n. 5.24 - Correlazione tra la copertura percentuale di orizzonte minerale e il numero totale di piantine di rinnovazione di sambuco comune (SN)

Analizzando l'influenza della copertura dello strato minerale nei confronti delle varie specie ritrovate nell'area studio, si è notato come esista una debole correlazione positiva con il numero di piantine di rinnovazione di abete rosso (grafico n. 5.21) mentre vi è un altrettanto debole correlazione negativa con la numerosità di rinnovazione di abete bianco (grafico n. 5.22). Non è stato possibile invece ritrovare correlazione tra la presenza dello strato di orizzonte minerale in superficie e la presenza di rinnovazione di sorbo degli uccellatori e sambuco comune (grafico n. 5.23 e n. 5.24).

Tale risultato, seppur la correlazione sia debole, rispecchia quanto già affermato in precedenza: l'abete rosso presentando delle caratteristiche di specie eliofila e in parte pioniera, è in grado di colonizzare ed insediarsi in quelle aree di suolo ove l'orizzonte minerale composto da terra, sassi e ciotoli è stato riportato in superficie. L'abete bianco invece, preferisce aree di suolo più fertili dove è già presente altra vegetazione erbacea o arbustiva non essendo in grado di insediarsi nelle zone di suolo in cui l'orizzonte minerale è presente in superficie.

5.2.4 Distanza dal margine del bosco – Numerosità piantine rinnovazione

Infine, come ulteriore fattore stazionale successivo al disturbo, è stata correlata la distanza dal margine boscato con la numerosità della rinnovazione di piantine, per verificarne la possibile influenza.

Come già riportato nel capitolo "materiali e metodi", sono state fissati transetti di studio a distanze considerate vicine (20m), mediamente vicine (60m) e lontane (90m) dal margine del bosco, n.6

transetti per ognuna di queste categorie. Inoltre sono stati effettuati n. 3 transetti nella parte centrale dell'area schiantata ad una distanza di circa 150 m da entrambi i margini boscati.

Come riportato nel grafico n. 5.25 si riscontra una forte correlazione tra la distanza dal margine del bosco e la numerosità della rinnovazione di piantine. Per questo motivo si ritiene che la distanza dal margine stabile del bosco in un'area soggetta a disturbo da vento o di altra natura, risulta essere uno dei principali fattori limitanti per l'affermazione e lo sviluppo della vegetazione arborea.

Nel grafico n. 5.26 si scorporano dal dato di rinnovazione totale di piantine quello relativo alle piantine pre e post rinnovazione. Considerato il fatto che precedentemente alla tempesta Vaia l'area studio era composta da una pecceta secondaria stabile coetaniforme con presenza di piccole radure e non esistevano condizioni marginali al bosco, tale relazione con le piantine di rinnovazione pre-disturbo non trova fondamento e perciò si analizzerà solamente il dato relativo alla rinnovazione post-disturbo. Nel grafico n. 5.26 si rimarca ancora di più la stretta correlazione tra la numerosità delle piantine di rinnovazione e la distanza dal margine boscato.

Nei successivi grafici n. 5.27, 5.28, 5.29 e 5.30 si riporta la correlazione tra la distanza dal margine boscato e la numerosità di piantine di rinnovazione per ogni singola specie rilevata. Per tutte le specie oggetto di studio si nota una forte e certa correlazione negativa tra il numero di piantine di rinnovazione e l'aumentare della distanza dal margine boscato. Non è stato riportato il grafico riguardante la rinnovazione post evento dell'abete bianco in quanto sono state rilevate piantine in rinnovazione affermatesi precedentemente al disturbo.

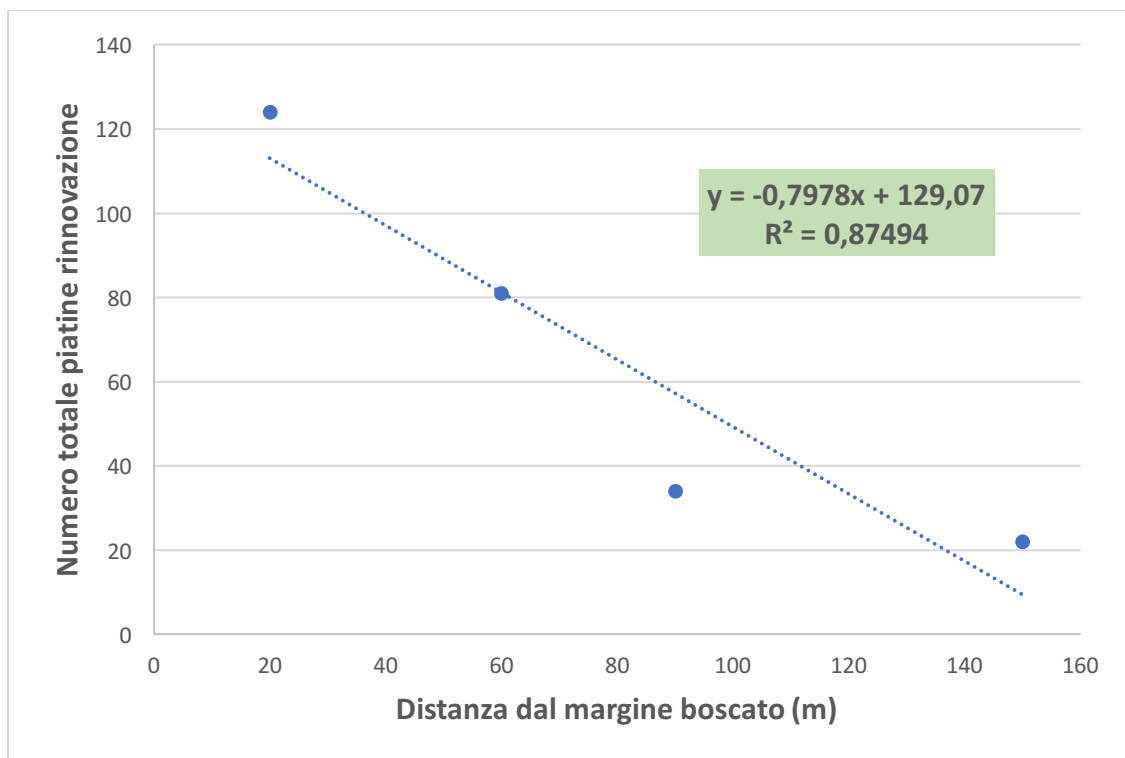


Grafico n. 5.25 - Correlazione tra la distanza dal margine boscato e il numero totale di piantine in rinnovazione

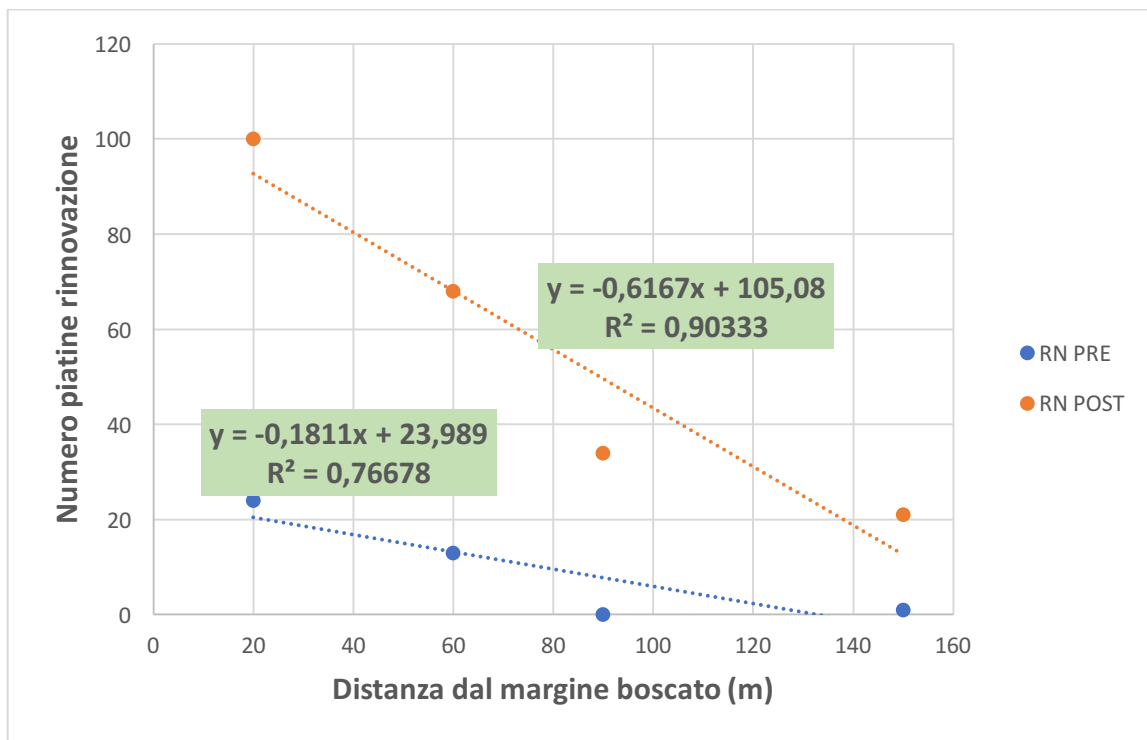


Grafico n. 5.26 - Correlazione tra la distanza dal margine boscato e il numero di piantine in rinnovazione suddivise per pre-rinnovazione e post rinnovazione

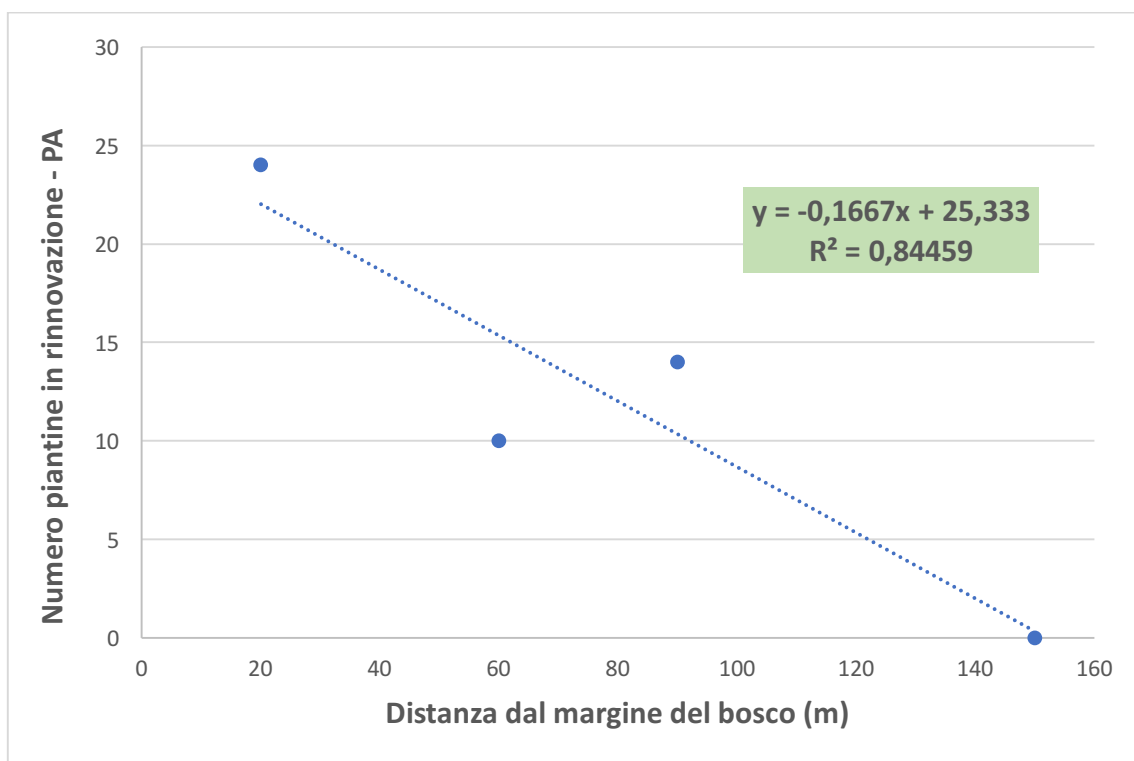


Grafico n. 5.27 - Correlazione tra la distanza dal margine boscato e il numero totale di piantine in rinnovazione di abete rosso (PA)

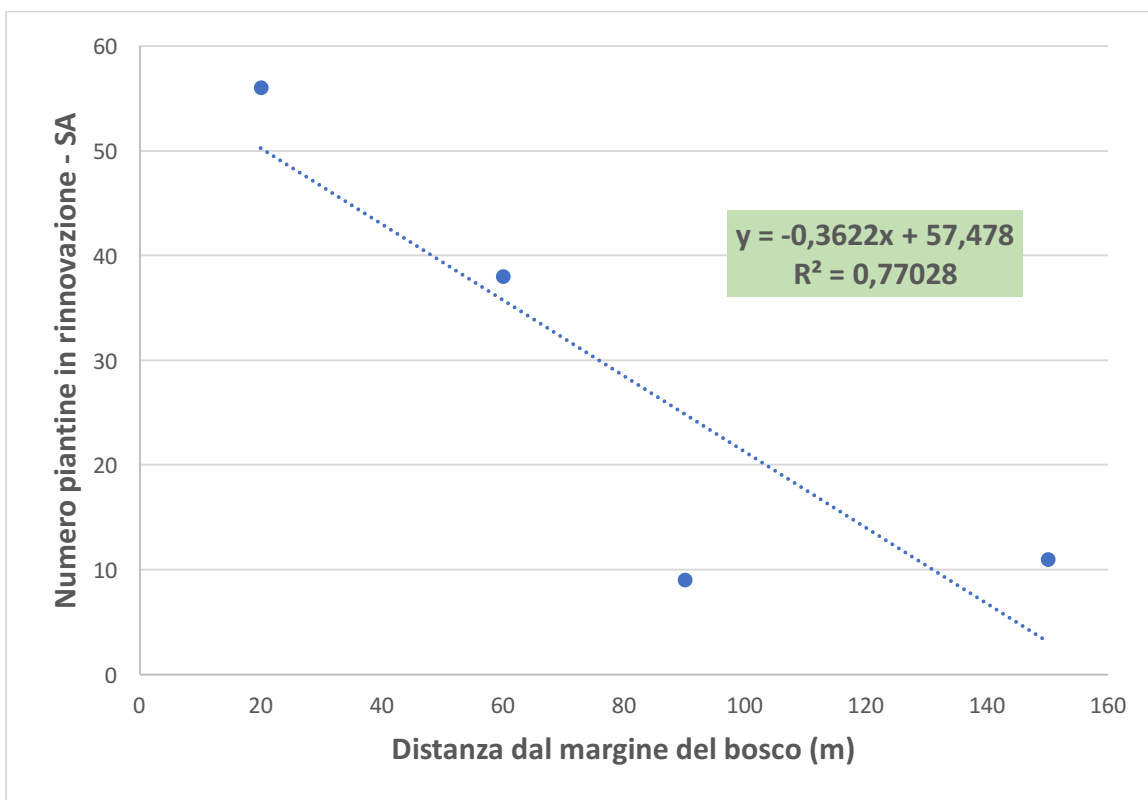


Grafico n. 5.28 - Correlazione tra la distanza dal margine boscato e il numero totale di piantine in rinnovazione di sorbo degli uccellatori (SA)

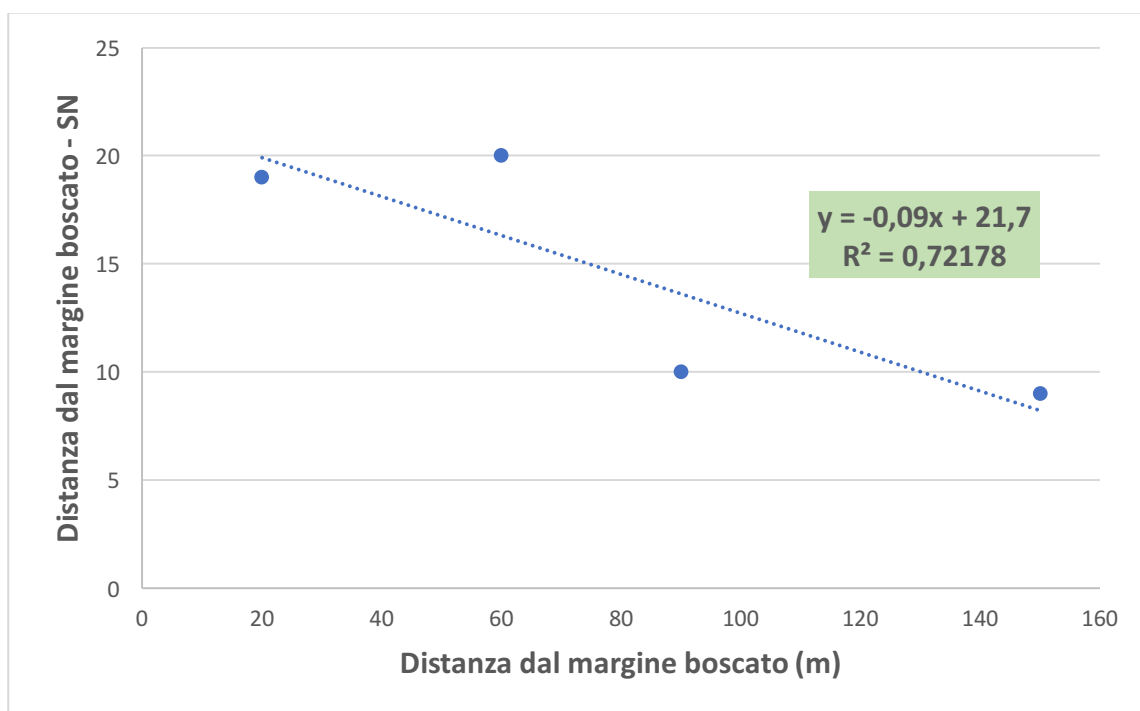


Grafico n. 5.29 - Correlazione tra la distanza dal margine boscato e il numero totale di piantine in rinnovazione di sambuco comune (SN)

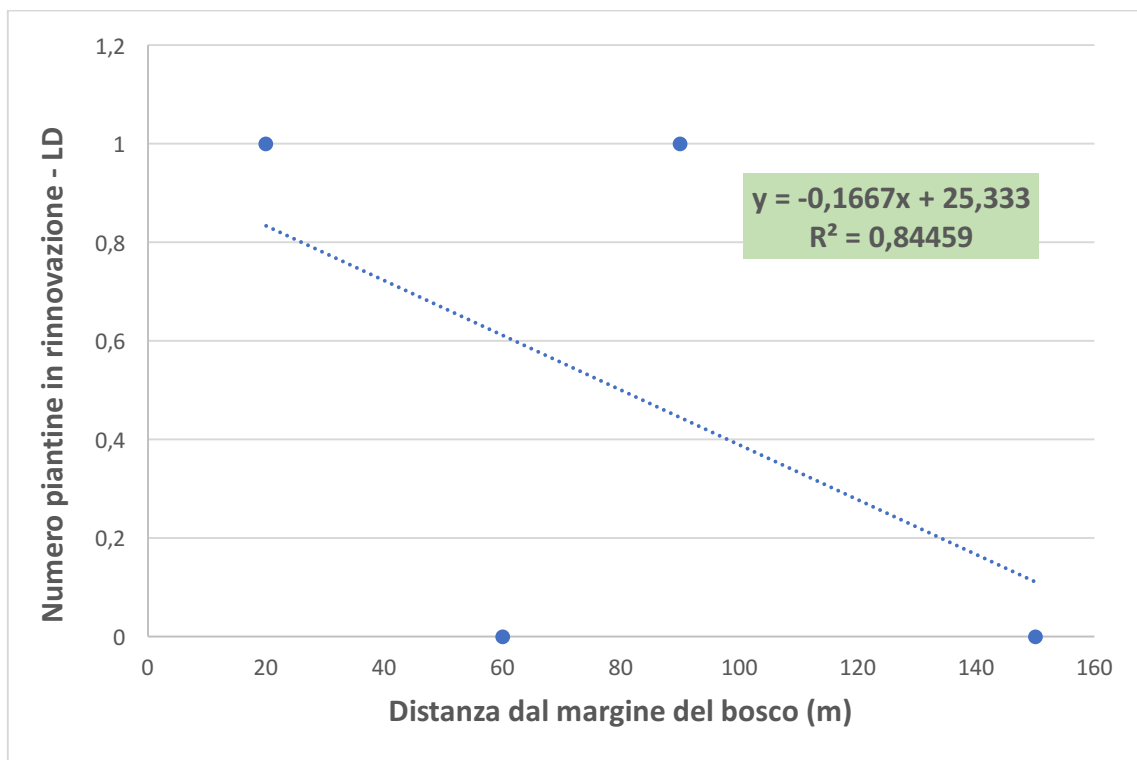


Grafico n. 5.30 - Correlazione tra la distanza dal margine boscato e il numero totale di piantine in rinnovazione di larice (LD)

Il risultato ottenuto dalla correlazione tra numerosità di piantine di rinnovazione e la loro distribuzione in funzione della distanza dal margine del bosco si ritiene particolarmente importante e significativo poiché utile per la definizione delle scelte gestionali da adottare per il recupero delle aree soggette a disturbi da vento, argomento che verrà trattato e approfondito nel successivo capitolo.

6 DISCUSSIONE DEI RISULTATI

6.1 Elaborazione dei dati di campo

Il primo aspetto che lo studio ci permette di analizzare riguarda il numero totale di piantine campionate sull'intera superficie di studio, se rapportate all'ettaro di superficie permette di ricavare un numero medio di 6.214 piantine/ha. Tale numero di piantine di rinnovazione comprende, come precedentemente detto, anche specie arbustive di scarso valore dal punto di vista produttivo la cui presenza interessa lo studio per interpretazioni prettamente ecologiche sulle dinamiche di rinnovazione nell'area e quindi rapportando il numero di piantine di rinnovazione di specie arboree campionate all'ettaro di superficie si giunge ad un numero medio di 4.643 piantine/ha.

Considerato che gli impianti di rimboschimento tradizionali aventi sesto d'impianto 2m x 2 m presentano una densità di 2.500 piantine/ha (Bernetti, Del Favero & Pividori, 2012), si può già a questa prima analisi affermare che la presenza di rinnovazione sia abbondante e sufficiente per poter evitare l'intervento di rimboschimento artificiale.

Successivamente si è analizzata la differenza di composizione tra la rinnovazione antecedente al disturbo e quella affermata solo successivamente. In termini di abbondanza la rinnovazione post disturbo risulta nettamente superiore a quella già presente nell'area, a riprova del fatto che il bosco ha reagito in maniera rapida alla tempesta e che le condizioni antecedenti, di fustaia coetaneiforme densa e colma, presentavano condizioni poco favorevoli per l'instaurazione di rinnovazione. Aspetto da considerare è la composizione specifica della rinnovazione, infatti, quella antecedente il disturbo è rappresentata pressoché quasi esclusivamente da abete rosso e abete bianco, quella sviluppatasi dopo la tempesta è composta da abete rosso in buona percentuale mentre per l'abete bianco non è stato rilevato nessun soggetto, abbondante e predominante è la presenza di rinnovazione di sorbo degli uccellatori che rappresenta circa il 50% delle piantine presenti, da considerare inoltre la presenza seppur limitata e localizzata a condizioni favorevoli di rinnovazione di larice. E' possibile pertanto affermare che la rinnovazione post disturbo sia prettamente rappresentata da specie eliofile a carattere pioniero. L'abete rosso è specie mesica, capace di adattarsi ad una numerosa serie di condizioni e ambienti, riesce a rinnovarsi in foreste dense come in ambienti rupestri, ma presenta comunque dei caratteri di specie in grado di colonizzare ambienti post disturbo.

Pertanto da queste considerazioni si può estrapolare il concetto che la rinnovazione presente nell'area sia abbondante, composta principalmente da piantine affermatesi successivamente al disturbo le quali sono principalmente rappresentate da specie pioniera eliofile ma nonostante ciò la presenza di abete rosso, specie dominante nei boschi antecedenti la tempesta e considerata di maggior interesse dal punto di vista produttivo, è buona e abbondante.

In seguito allo studio sull'abbondanza di rinnovazione nell'area campione si sono analizzati i principali fattori che potessero influenzare la sua distribuzione nell'area ed in particolare si è osservato che:

- la % di copertura della vegetazione erbacea o arbustiva presenta un'influenza da debole a leggera con la densità di rinnovazione delle piantine;
- la % di copertura di legno morto (CWD) presenta possibili deboli correlazioni con la densità delle piantine di rinnovazione;
- la % di strato minerale caratterizzante lo strato superiore del suolo non presenta correlazioni con la densità di piantine di rinnovazione ma in alcuni casi specifici potrebbero esserci delle deboli correlazioni;
- la distanza dei plot dal margine del bosco presenta forti correlazioni con la densità di distribuzione delle piantine di rinnovazione.

Considerando e premesso che l'area di studio ha subito un trattamento di salvage logging, è stato possibile osservare che esiste una debole correlazione negativa tra la densità di piantine e la copertura di vegetazione e allo stesso tempo vi è una debole correlazione positiva con la copertura al suolo di legno morto (CWD). L'abete rosso presenta una leggera correlazione negativa con la presenza di copertura della vegetazione al suolo, nessuna correlazione con la presenza di legno morto al suolo (CWD) e una debole correlazione positiva con la presenza di aree aventi lo strato minerale esposto in superficie. Queste correlazioni permettono di affermare che l'abete rosso tende ad evitare le zone in cui si ha una copertura vegetativa erbacea e arborea densa, non occupa zone di legno morto finché non raggiungono uno stato di decomposizione adeguato e riesce a diffondersi in maniera localizzata ma diffusa nelle aree in cui, ad esempio, lo sradicamento di una ceppaia porti alla luce zone di orizzonte minerale del suolo. Questo la sua comportamento rispecchia possibilità di comportarsi, in determinati ambienti e condizioni, come specie pioniera ed eliofila.

L'abete bianco presenta invece correlazioni opposte, infatti vi è una debole correlazione positiva con la presenza di copertura vegetale al suolo e una debole correlazione negativa con la presenza di terreno minerale, a riprova che è una specie che esige condizioni di sciafilia per l'attecchimento e lo sviluppo della rinnovazione.

L'ultimo fattore messo in correlazione con la densità di distribuzione delle piantine di rinnovazione è la distanza dai margini boscati dei vari plot, lo studio ha evidenziato che esiste una forte correlazione. Tale correlazione è negativa, all'aumentare della distanza dal bosco diminuisce la densità di piantine di rinnovazione, per tutte le specie rilevate durante le fasi di campo.

Lo studio ha quindi permesso di rilevare come la copertura erbacea e arbustiva possa precludere in tempi brevi l'affermazione di piantine di rinnovazione di abete rosso e che la sua presenza sia legata

a condizioni micro-stazionali favorevoli come ad esempio fosse e tumuli, generate dallo sradicamento delle piante. La presenza di legno morto a terra in condizioni di boschi gestiti a salvage logging è irrilevante, ma da considerare che in tempi lunghi (30-40 anni) potrà rappresentare sub-strato favorevole per la rinnovazione, sia di abete rosso ma soprattutto di abete bianco.

Come ci si aspettava la correlazione più forte e importante è rappresentata dalla distanza dal margine boscato, considerato vero fattore limitante per la formazione di nuova rinnovazione in questo studio.

6.2 Implicazioni gestionali

Considerato che gli impianti di rimboschimento prevedono schemi d'impianto con densità pari a 2.500 m², in base ai dati rilevati sull'area campione si può considerare la rinnovazione naturale sufficientemente abbondante per evitare l'intervento artificiale. Lo studio ha però rilevato come il fattore principalmente influenzante la densità di rinnovazione sia la distanza dai margini boscati, pertanto si considera necessario scorporare dai dati raccolti diversi valori di densità di rinnovazione in funzione del loro collocamento.

DISTANZA MARGINE DEL BOSCO	PA (n° piant./ha)	AA (n° piant./ha)	SA (n° piant./ha)	LD (n° piant./ha)	TOTALE (n° piant./ha)
VICINO	2000	0	4667	83	6750
MEDIAMENTE VICINO	833	0	3167	0	4000
LONTANO	1167	0	750	83	2000

Tabella 6.1 – Densità di rinnovazione rapportata all'ettaro di superficie, divisa per specie e in funzione della distanza dal margine boscato

Dalla tabella 6.1 è possibile constatare ancora di più come la densità di rinnovazione, sulla base dei dati raccolti e rapportati all'ettaro di superficie, vari in funzione della distanza dal margine boscato. La densità di rinnovazione si presenta particolarmente abbondante nelle zone considerate vicine al margine boscato, abbondante nelle zone mediamente vicine e rimane buona nelle aree lontane dai margini. In modo particolare la presenza di abete rosso è buona nelle parti vicine ai margini, rimane importante ma minore man mano ci si allontana. Da considerare come i valori di rinnovazione di abete rosso lontano dai margini boscati siano maggiori di quelli risultati nelle zone mediamente vicine, a riprova che in presenza di micro-siti favorevoli la capacità di rinnovazione possa comunque rimanere buona. Il sorbo degli uccellatori rappresenta la specie più abbondante in termini assoluti. Quindi, è possibile delineare che nonostante la presenza del sorbo degli uccellatori, quale specie eliofila e pioniera, sia principale, la densità di abete rosso è buona e abbondante, simile a quella che verrebbe adottata per progettare rimboschimenti per popolamenti puri. Questa considerazione si ritiene necessaria poiché l'area campione e in generale tutta la superficie boscata dell'altopiano ricade in zone in cui la funzione produttiva è spiccata e importante, quindi sulla base dei dati raccolti si può

affermare che l'intervento artificiale per il ripristino dei boschi non sia necessario, anzi andrebbe solamente a creare popolamenti poco resistenti alle avversità naturali di origine biotica e abiotica. Considerato che l'area di studio ha delle dimensioni piuttosto elevate (15 ha) in cui il margine del bosco si presenta lontano dalla parte centrale della tagliata, che il danno provocato all'area delle due particelle forestali di interesse possa essere compreso tra le soglie del 50 – 90 %, che non risulta un'area di protezione diretta per il distacco di valanghe o il rotolamento di massi e visto i risultati ottenuti sullo studio della densità di rinnovazione si può dire in accordo con le linee guida dettate nel “Piano d'azione Vaia” dalla provincia di Trento (PAT, 2022) che l'area dovrà essere lasciata al naturale ripristino evitando l'intervento di rimboschimento artificiale.

7 CONCLUSIONI

Il presente elaborato ha riguardato lo studio delle dinamiche forestali in un'area campione colpita dalla tempesta Vaia del 28 e 29 ottobre 2018, ricompresa sull'altopiano di Vezzena.

Lo studio permette di delineare numerose interpretazioni sulla risposta dell'ecosistema foresta al disturbo causato dalla tempesta Vaia in un ambiente mesalpico ricompreso nell'orizzonte montano e alti-montano tipico di tutta l'area, considerazioni poi estendibili a tutto l'altopiano di Vezzena, Folgaria, Lavarone e Luserna per la programmazione e gestione futura delle foreste.

I quesiti posti in premessa sono molteplici e di seguito si cercherà di rispondere in maniera chiara ad ognuno di essi.

Tutti i boschi dell'altopiano soggetti a schianti da vento provocati dalla tempesta Vaia sono stati gestiti con l'approccio del salvage logging, il materiale legnoso abbattuto è stato recuperato per la quasi totalità in tempi rapidi.

In seguito al disturbo e alla fase di utilizzazione del materiale, definire lo stato del suolo rappresenta una fase importante per comprendere le possibili dinamiche che si innesteranno nell'area, infatti per ogni transetto di studio è stata riportata in termini percentuali il tipo di copertura caratterizzante il suolo. Predominante è risultata quella erbacea e arbustiva con localizzata presenza di strato minerale esposto collocato principalmente in zone di fosse o tumuli corrispondenti a ceppaie di piante sradicate, da considerare pure la presenza di legno morto CWD, che nel caso di gestione a salvage logging è limitata.

La densità di presenza delle popolazioni di ungulati in modo particolare di cervo, rappresenta un possibile fattore limitante per lo sviluppo delle piantine, nell'area dell'altopiano di Vezzena è da considerare che la popolazione di cervo sia abbondante e presente principalmente da inizio autunno a fine primavera con possibili forti pressioni a carico della rinnovazione. Successivamente alla tempesta Vaia la provincia di Trento ha provveduto a stipulare un nuovo accordo di programmazione per le specie cacciabili delegate all'Ente gestore della caccia (Associazione Cacciatori Trentini) definendo che, considerando i possibili danni che la specie cervo possa arrecare agli ecosistemi e alla rinnovazione forestale, si possano adottare ai fini del contenimento della specie, tassi di prelievo differenziati e aumentati in funzione degli obiettivi. L'area di studio è ricompresa nel distretto faunistico dell'Alta Valsugana dove vige una tipologia di gestione del cervo definita di tipo "b3", ovvero l'obiettivo imposto dalla provincia è quello di ottenere un rapido decremento della densità di popolazione (PAT-Servizio Faunistico, 2022). Attraverso questi obiettivi di gestione del cervo la provincia di Trento si auspica di ottenere una forte diminuzione dei carichi di pressione degli ungulati sulla rinnovazione forestale in tempi brevi.

Lo studio sulla presenza della rinnovazione naturale ha permesso di distinguere la presenza di rinnovazione presente antecedentemente al disturbo da quella instauratasi solo in seguito. La pre-rinnovazione è risultata limitata in termini di abbondanza, rappresentata essenzialmente da abete rosso e abete bianco specie costituenti il bosco prima del disturbo, la loro distribuzione è eterogenea e a piccoli gruppi formati in situazioni di radure e aperture presenti precedentemente nel bosco.

La rinnovazione post evento invece si presenta abbondante, il sorbo degli uccellatori è la specie più rappresentata e riesce a distribuirsi in maniera piuttosto uniforme in tutta la superficie dell'area, la presenza dell'abete rosso è rilevante ma legata alla presenza localizzata di micro-siti favorevoli di rinnovazione come ad esempio fosse e tumuli. Le altre specie rilevate durante le analisi di campo sono in densità ragguardevoli e legate a micro-siti favorevoli per lo sviluppo.

Lo studio ha permesso di definire come nell'area considerata il fattore principalmente limitante lo sviluppo della rinnovazione naturale sia rappresentato dall'ampiezza della zona schiantata, quindi dalla distanza dal margine del bosco e conseguentemente dalla distanza dalle piante porta seme.

Pertanto si considera che, visto la presenza rilevante di rinnovazione post evento, la quale è rappresentata principalmente dal sorbo degli uccellatori quale specie a carattere pioniero ed eliofilo ma che comunque la presenza di abete rosso sia in pre che post rinnovazione sia importante anche se prominente nelle aree vicine e mediamente vicine al margine con presenza nelle zone lontane localizzata solo ai micro-siti favorevoli, di considerare che, nonostante le aree abbiano subito un danno compreso tra il 50% e 90% del totale della massa legnosa presente, che l'area non ricade in zone pericolose dal punto di vista idrogeologico e che la funzione principale sia quella produttiva, di evitare la pratica del rimboschimento artificiale a favore del ripristino naturale.

Considerato che l'area campione rappresenti una delle superfici schiantate più estese di tutto l'altopiano, ci si aspetterà nelle altre aree con dimensioni minori e che quindi vedono ridotte le distanze massime dai margini boscati, una presenza percentuale di abete rosso ancora maggiore, aspetto ulteriormente da considerare per evitare l'intervento artificiale.

Pertanto il seguente studio permette di indicare al selvicoltore che dovrà occuparsi delle scelte gestionali per le aree boscate schiantate da Vaia sull'altopiano di Vezzena, che la scelta probabilmente più opportuna, salvo situazioni specifiche, sarà quella di attendere il ripristino naturale della rinnovazione evitando il rimboschimento a favore di popolamenti futuri più resistenti e resilienti alle avversità abiotiche.

BIBLIOGRAFIA

Bādgers E., Jögiste K., Elferts D., Vodde F., Kiviste A, Luguza S., Jansons Ā. (2021) - “*Storm Legacies Shaping Post-Windthrow Forest Regeneration: Learnings From Spatial Indices in Unmanaged Norway Spruce Stands*” - European Journal of Forest Research 140, n°4: 819-833.

Bernetti, G., Del Favero, R. & Pividori M. (2012) – “*Selvicoltura produttiva – manuale pratico*” – Gruppo 24 ore, Edagricole: 90-91.

Chirici, G., Giannetti, F., Travaglini, D., Nocentini, S., Francini, S., D’Amico, G., . . . Maistrelli. (2019). “*Stima dei danni della tempesta “Vaia” alle foreste in Italia.*” Forest@, 16: 3-9.

Del Favero, R., Lingua, E., & Pividori, M. (2019). “*Selvicoltura per la protezione dai disturbi.*” Arezzo: Compagnia delle Foreste.

Facchinelli, B., Barducci, P. & Vieri, R. (2012) - “*Piano di gestione forestale aziendale del Comune di Levico Terme, validità periodo 2012-2021, codice di piano n. 415.*” - ECOS studio forestale associato.

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 409: 378-389.

Gardiner, B., Schuck, A. R., Schelhaas, M.-J., Orazio, C., Blennow, K., & Nicoll, B. (2013). “*Living with storm damage to forests.*” European Forest Institute Joensuu.

Holtmeier, F., & Broll, G. (2010). “*Wind as an ecological agent at treelines in North America, the Alps, and the European Subarctic.*” Physical Geography, 203-233.

Kuuluvainen T., Kalmari R. (2003) - “*Regeneration Microsites of Picea Abies Seedlings in a Windthrow Area of a Boreal Old-Growth Forest in Southern Finland*” - Annales Botanici Fennici 40, n° 6: 401-413.

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* 331: 116-128.

Jonášová M., Vávrová E., Cudlín P. (2010) - “*Western Carpathian Mountain Spruce Forest After a Windthrow: Natural Regeneration in Cleared and Uncleared Areas*” - *Forest Ecology and Management* 259, n. 6: 1127-1134.

Marson S. (2019) – “*Analisi delle dinamiche di forestali pre e post Vaia in aree di monitoraggio permanente: un caso studio nelle Dolomiti di Ampezzo.*” – Università degli Studi di Padova

Motta R., Ascoli D., Corona P., Marchetti M., Vacchiano G. (2018) - “*Silviculture and Wind Damages. The Storm Vaia*” - *Forest@, Rivista Di Selvicoltura Ed Ecologia Forestale* 15: 94-98.

Nicoll, B., Gardiner, B., Rayner, B., & Peace, A. (2006). “*Anchorage of coniferous trees in relation to species, soil type, and rooting depth.*” *Canadian Journal of Forest Research*, 1871-1883.

Odasso, M., Miori, M. & Gandolfo, C. (2018) – “*Schede dei tipi forestali: caratteristiche e indicazioni gestionali*” – Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e fauna: 52.

Oheimb, G. v., Friedel, A., Bertsch, A., & Härdtle, W. (2007). “*The effects of windthrow on plant species richness in a Central European beech forest.*” *Plant Ecology*, 47-65.

Peterson, C. J. (2000). “*Damage and recovery of tree species after two different tornadoes in the same old growth forest: a comparison of infrequent wind disturbances.*” *Forest Ecology and Management*, 237- 252.

Pickett, S. T., & White, P. S. (1985). “*The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics.*” New York: Academic press.

Pividori M., (2018) – “*Appunti del corso di Selvicoltura Speciale*” – Università degli Studi di Padova.

Provincia Autonoma di Trento, Dipartimento Agricoltura, Foreste e Difesa del suolo, APROFOD, SFF (2022) – “*Piano d’azione Vaia in Trentino*” – *Sherwood* suppl. n. 2 al n. 248: 8-13, 58-69.

Provincia Autonoma di Trento, Servizio Faunistico (2022) – “*Determinazione del Dirigente 2022-S186-0094. Definizione degli obiettivi e dei criteri di gestione della specie capriolo, cervo e camoscio, ai sensi dell’art. 38 della legge provinciale sulla caccia 9 dicembre 1991 n.24*” – 8-14.

RaF Italia 2017-2018 – “*Rapporto sullo stato delle Foreste e del settore forestale in Italia. Prodotto dalla Rete Rurale Nazionale (RRN 2014-2020)*” - Compagnia delle Foreste (AR). ISBN: 978-88-98850-34-1.

Regione Autonoma Valle d’Aosta - Regione Piemonte (2006) – “*SELVICOLTURA NELLE FORESTE DI PROTEZIONE, Esperienze e indirizzi gestionali in Piemonte e in Valle d’Aosta*” - Compagnia delle Foreste, Arezzo, 224.

Santana, R., Dias-Júnior, C., Vale, R., Tóta, J., & Fitzjarrald, D. (2017) - “*Observing and modeling the vertical wind profile at multiple sites in and above the Amazon rain forest canopy.*” - Advances in Meteorology.

Taeroe A., de Koning J. H. C., Löf M., Tolvanen A., Heiðarsson L., Raulund-Rasmussen K. (2019) - “*Recovery of Temperate and Boreal Forests After Windthrow and the Impacts of Salvage Logging. A Quantitative Review*” - Forest Ecology and Management 446: 304-316.

Tsvetanov N., Dountchev A., Panayotov M., Zhelev P., Bebi P., Yurukov S. (2018) - “*Short- And Long-Term Natural Regeneration After Windthrow Disturbances in Norway Spruce Forests in Bulgaria*” – Iforest, Biogeosciences and Forestry 11, n° 5: 675-684.

Wolynsky A. (2020) – “*Un anno da Vaia: facciamo il punto.*” – Sherwood n.244, Compagnia delle Foreste, 32.

Wohlgemuth, T., Schwitter, R., Bebi, P., Sutter, F., & Brang, P. (2017). “*Post-windthrow management in protection forests of the Swiss.*” European journal of forest research, 1029-1040.

Trenti A., (2018) – “*Perturbazione eccezionale del 27-29 ottobre 2018*” – Provincia Autonoma di Trento, Meteo Trentino.

RINGRAZIAMENTI

Per prima cosa tengo a ringraziare in modo particolare il prof. Mario Pividori che è stato fin da subito disponibile capendo le mie esigenze e necessità, riuscendo ad aiutarmi sempre in maniera chiara e rapida. Lo ringrazio perché andando oltre alle problematiche personali che lo hanno interessato nel mese antecedente alla presentazione di questo lavoro è riuscito comunque a far sì che si ultimasse.

Vorrei ringraziare i miei genitori, la mia mamma Mariapia che ha saputo aspettare silenziosa questo giorno senza mai mettermi pressioni sulla fine degli studi, e il mio papà Ubaldo che seppur a modo suo, aspettava questo giorno forse di più di quello che ho fatto io; li ringrazio entrambi per aver sempre creduto in me dal primo momento.

Voglio dire grazie ai miei amici, Nicola per aver condiviso da sempre insieme il percorso, dalle superiori al lavoro passando per l'Università, punto fermo per me, una di quelle persone che sai che ci saranno sempre; Moreno, Devid e Simone miei punti fermi nel nostro amato paesello, compagni di risate capaci di aiutarmi sempre tra lacrime e risate; Anna, che non ha esitato quando ho avuto bisogno di aiuto con la tanto odiata lingua inglese; Francesca, fedele quanto pazza, amica conosciuta per lavoro ma presto diventata parte fondamentale anche della mia vita, insostituibile.

Voglio ringraziare anche il mio Comandante, Paolo, senza di lui non avrei potuto affrontare gli studi in maniera serena trovando il giusto connubio tra studio e lavoro, fondamentale per poter essere qui oggi.

Ringrazio tutti gli amici incontrati e conosciuti durante il percorso, ognuno di voi ha contribuito in modo diverso arricchendo indubbiamente il mio bagaglio.

Infine voglio ringraziare le mie nonne, Alba per aver fatto di tutto parlando “ai piani alti” prima di ogni esame, e Orinda, che oggi non c'è più, ma sono sicuro sarebbe orgogliosa, e io nonna posso solo dirti grazie per quello che hai lasciato dentro di me: I halte géarn nòna!

Luserna / Lusérn, settembre 2023

Michele Nicolussi Neff