



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

**Studi propedeutici alla verifica della ripresa vegetativa di larici
stroncati dalla tempesta *Vaia*
del 29 ottobre 2018 in Valle Camonica (BS)**

Relatore: Professor Giorgio Vacchiano
Correlatore: Dottor Alessandro Ducoli

Tesi di Laurea di:
Samuele Bettinsoli
Matr. 891880

ANNO ACCADEMICO 2018/2019

Sommario

1.	RIASSUNTO	4
2.	INTRODUZIONE	5
2.1	FORESTE E DANNI DA VENTO.....	5
2.2	I PROGETTI DI BONIFICA URGENTE	8
2.3	PROBLEMI DI STABILITÀ DEGLI ALBERI E DEI SOPRASSUOLI	10
2.4	IL LARICE: BIOLOGIA, ECOLOGIA E MERCEOLOGIA.....	15
2.4.1	DESCRIZIONE GENERALE.....	15
2.4.2	I MECCANISMI DI ACCRESCIMENTO E RAMIFICAZIONE DEL LARICE.....	20
2.5	IL LARICE SULLE ALPI: CENNI STORICI.....	25
3.	OBIETTIVI.....	29
4.	MATERIALI E METODI.....	32
4.1	LE AREE DI STUDIO	32
4.1.1	PAF: il Lariceto naturale della Zumella	36
4.1.2	PAF: Il Lariceto artificiale di Vajuga	40
4.2	RILIEVI DENDROAUXOMETRICI	43
4.3	INTERVENTI PRECEDENTI	49
5.	RISULTATI E DISCUSSIONI	51
5.1	GLI ALBERI "CAMPIONE": DATI TABELLARI PRINCIPALI	51
5.1.1	VAJUGA.....	51
5.1.2	MALGA ZUMELLA	54
5.1.3	STRADA DI SERVIZIO DI MALGA ZUMELLA.....	64
5.2	ANALISI DEI DATI.....	71
5.2.1	LA RISPOSTA VEGETATIVA E MECCANICA DEI LARICETI	71
5.2.2	LA RIPRESA VEGETATIVA.....	77
5.2.3	SUGGERIMENTI TECNICI	79
6.	CONCLUSIONI	81
	APPENDICE 1	83
	APPENDICE 2	85
	APPENDICE 3	87
	APPENDICE 4	88
	INDICE DELLE FIGURE	90
7.	BIBLIOGRAFIA.....	92
8.	RINGRAZIAMENTI.....	93

1. RIASSUNTO

I soprassuoli forestali sono "abituati" a rispondere al vento auto-selezionando soggetti e collettivi arborei più o meno resilienti. Il succedersi di calamità si pone alla base della **naturale evoluzione dell'ecosistema forestale** e delle **successioni vegetazionali**, tuttavia, quando accadono "fenomeni estremi", o addirittura "straordinari", viene interessato l'intero sistema "foresta" con conseguenze naturali particolarmente gravose sotto i più diversi aspetti (fauna, valore micologico, idrologia, paesaggio, eccetera).

Le **tempesta Vaia** del 29 ottobre scorso è stata la più gravosa mai verificatasi nella storia recente dei boschi italiani. In Valle Camonica ha riguardato complessivi **803 ha** di boschi e **300.000 mc** circa di legname. È stato previsto un primo blocco di interventi di bonifica suddiviso in 18 cantieri forestali tra cui quelli dei lariceti di *Malga Zumella* e *Vajuga* (aree di studio). Per consolidare la necessità di **ponderare in maniera oculata le opzioni di bonifica**, con particolare riferimento alle caratteristiche peculiari di ripresa vegetativa del larice, è stato avviato un programma di monitoraggio di alcuni alberi stroncati.

Rilievi di campagna effettuati nei mesi immediatamente successivi a *Vaia* e proseguiti durante la stagione vegetativa, hanno permesso di stimare i ritmi di ripresa e di modificazione della ramificazione, ovvero di osservare l'attitudine citata del larice a "rispondere" positivamente ai traumi da vento di grande magnitudo.

È stata osservata una stretta correlazione tra le caratteristiche generali dei siti (stazione forestale) e la frequenza dello stroncamento o lo sradicamento. È stata altresì verificata la connessione diretta tra la presenza di **legno di compressione** e la stabilità meccanica dei fusti. Questa caratteristica potrebbe far supporre che, in esemplari di larice stroncati da vento, non sia la forma della chioma o la sua dimensione a predisporli al danno, bensì la presenza o meno di legno canastro.

All'interno delle aree studiate si sono scelti degli alberi campione che hanno permesso di effettuare tutte le analisi trattate nell'elaborato. Il primo risultato ottenuto riguarda la percentuale di alberi morti rispetto ai vivi nelle due stazioni: 32,5 % in *Zumella* e 10% a *Vajuga* ovvero 36 piante vive e 14 morte. Le successive analisi hanno permesso di osservare come a svolgere un ruolo fondamentale nella resilienza di esemplari di larice sia il numero di rami vivi dopo *Vaia*: in particolare con 5 rami considerati vivi dopo *Vaia* la pianta muore mentre con 13 l'albero è in pieno vigore vegetativo. Inoltre, gli studi riguardanti la motivazione della stroncatura hanno permesso di individuare una relazione diretta tra l'ellitticità del fusto e la quantità di questo che è andata in contro a spaccatura: più ci si allontana dal valore unitario e più la pianta viene danneggiata. L'analisi diametrica, inoltre, evidenzia nettamente le differenze tra **larici sani** e **larici stroncati** in particolare in *Zumella* si scostano di una **classe diametrica (44,9 cm** nel caso degli alberi stroncati e **38,5 cm** nel caso di quelli sani).

I risultati potranno consentire ai progettisti e ai direttori dei lavori di avere maggiori informazioni sul comportamento del larice, riducendo il rischio di decisioni affrettate e/o errate. Il lavoro suggerisce, inoltre, alcuni **indirizzi successivi**: approfondimenti sul comportamento meccanico dei fusti e degli apparati radicali; approfondimenti fito-fisiologici, dei meccanismi di ramificazione; definizione di specifiche linee di indirizzo operativo in caso di bonifica di soprassuoli colpiti da tempesta; revisione dei programmi gestionali comprendendo anche la variabile "vento"; eccetera.

2. INTRODUZIONE

2.1 FORESTE E DANNI DA VENTO

Le **tempeste** sono la peggiore calamità forestale, sia per il **danno diretto** (sradicamento e stroncamento di alberi), sia per le conseguenze indirette connesse al loro verificarsi (**problematiche fitosanitarie, caduta massi e valanghe, processi erosivi**).



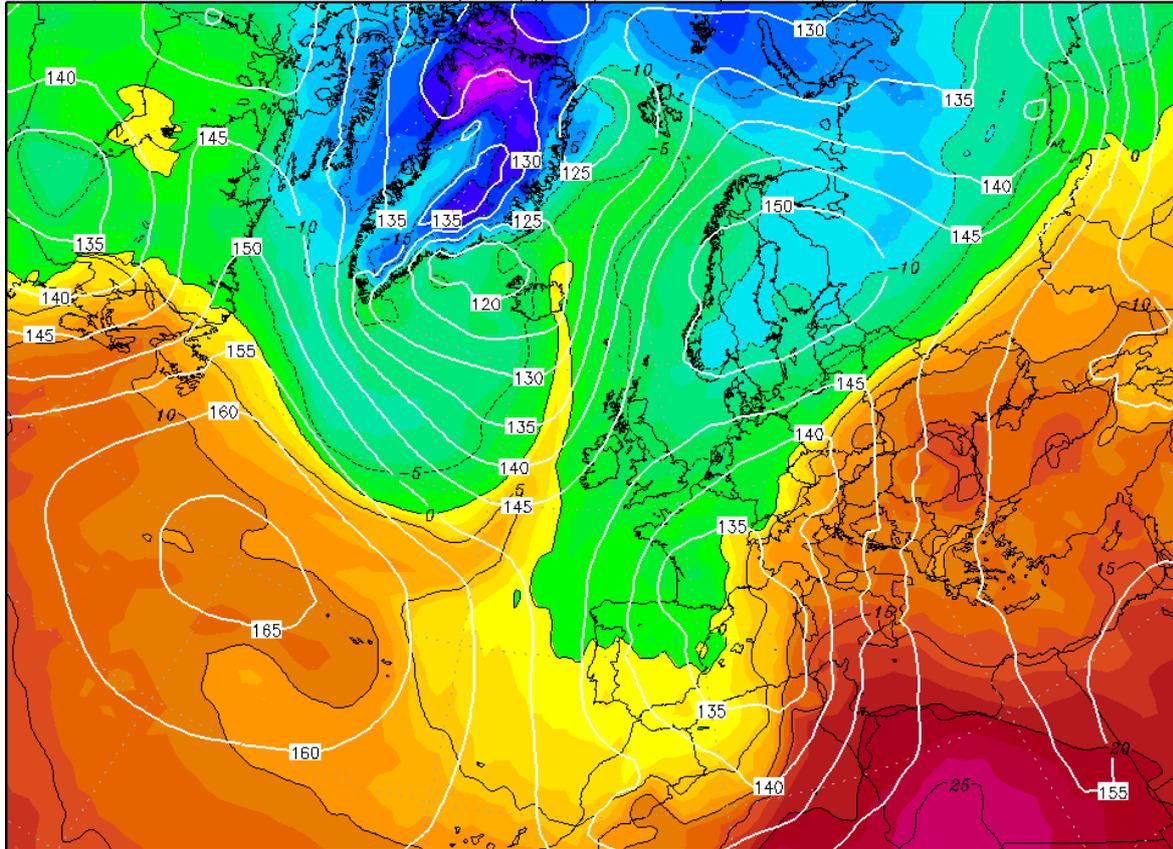
Figura 1 - CETO: danno totale sulla particella forestale n. 45 Val Paghèra (eventi del 29 ottobre 2018)

La tempesta **Vaia** che tra sabato 27 e martedì 30 ottobre 2018 ha interessato l'Europa, con oltre **600 mm di pioggia** e la simultanea combinazione di **Scirocco** e di **Libeccio**, è stata la più gravosa mai verificatasi nella storia recente dei boschi italiani (cfr. Fig. 3.). Le aree forestali più colpite sono state le **Alpi centro-orientali** (dal settore est della Lombardia fino al Friuli-Venezia Giulia). Rilievi preliminari hanno permesso di verificare danni consistenti su una superficie complessiva di circa **2.260.000 ha**, con completa distruzione di circa **42.800 ettari** di bosco, per un totale di **8.550.000 mc** di legname (MIPAAFT - *Report sugli effetti della tempesta VAIA sulle superfici forestali in Italia*; 13.12.2018).

L'elemento di maggior rilievo di **Vaia**, oltre ovviamente ai danni alluvionali legati alle piogge intense, è certamente legato all'azione del vento che, ai 1.970 m s.l.m. del **Passo Rolle** (TN), ha misurato **217,3 km/h**¹. S'è indubbiamente trattato del vento più forte mai registrato sulle Alpi (prima di allora 161 km/h al **Monte Verena** ad Asiago e 192 km/h al **Monte Cesén** a Treviso). La tempesta, originatasi dal concomitare di **marcati gradienti orizzontali di temperatura** (oltre che di pressione), con **aria fredda in discesa dal Nord Europa verso la Francia** e **aria calda in risalita dal Nord Africa verso la penisola italiana** (cfr. Fig. 2), si è ulteriormente aggravata da ulteriori turbolenze generate dai fenomeni temporaleschi locali.

¹ Dalle ore 19.00 alle 22.00 è registrata una media di **185 km/h**, con picco alle 20 di **217,3 km/h**; i picchi massimi precedentemente rilevati hanno registrato picchi di **138 km/h**.

Init: Mon,29OCT2018 00Z 850 hPa Geopot. (gpm) und Temperatur (°C) Valid: Mon,29OCT2018 00Z



Data: GFS OPERATIONAL 1.000°
 (C) Wetterzentrale
 www.wetterzentrale.de

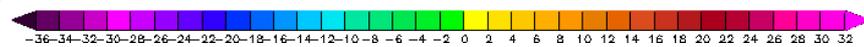


Figura 2 - ANDAMENTO CLIMATICO della tempesta VAIA

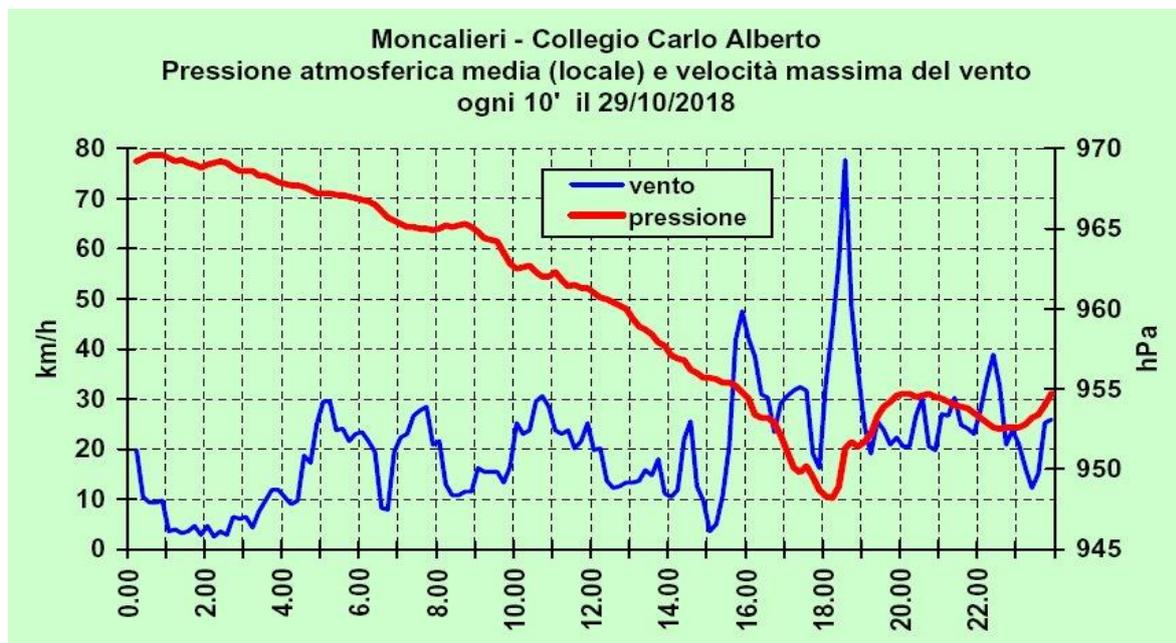


Figura 3 - CONFRONTO vento-pressione atmosferica al 29 ottobre

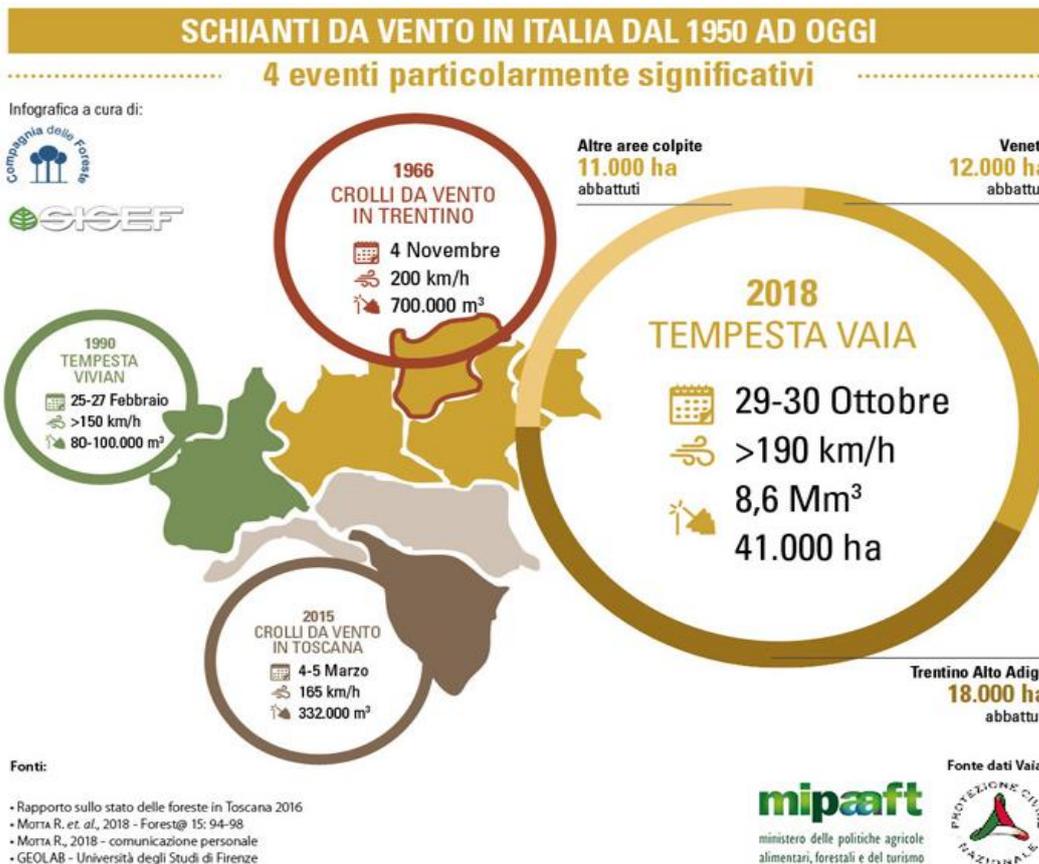


Figura 4: MIPAAF: Analisi dei maggiori danni boschivi da tempesta in Italia (2019)

Per quanto attiene i danni alle foreste possiamo distinguere (Parco Adamello; 2019):

1. **DANNI FORESTALI** (alberi caduti e/o compromessi; *breve periodo*):

- **PRIMARI:** azione fisica del vento (alberi sradicati e/o irrimediabilmente scalzati), e contingenze inevitabili di cantiere (linee di esbosco, apertura di piste forestali, eccetera);
- **SECONDARI:** alberi che, ancorché non interessati dalla tempesta, risultano compromessi o non più certificabili a stabilità (cornici arborate compromesse).

2. **URGENZE CONNESSE** (legate all'assenza del bosco; *breve-medio periodo*):

- **pericolo di valanga**
- **danni da gravità** (caduta massi e di legname instabile)
- **erosione del versante** (frane e colate detritiche)
- **attacchi parassitari**

3. **CONTINGENZE PARALLELE** (*breve-medio-lungo periodo*):

- **oscillazioni di mercato di filiera bosco-legno**
- **distruzione di strutture di servizio**
- **revisione dei programmi gestionali e degli strumenti di pianificazione**

Questo studio pone la propria attenzione principale sui citati **danni forestali primari**, con particolare riferimento agli effetti diretti di *Vaia* sul larice europeo in due siti di grande valore ambientale e paesaggistico: il lariceto artificiale di *Vajuga* a Breno e il lariceto naturale di *Malga Zumella* a Paspardo (provincia di BS).

2.2 I PROGETTI DI BONIFICA URGENTE

Per quanto attiene il caso specifico della Valle Camonica, la **ricognizione dei DANNI FORESTALI PRIMARI** ha riguardato complessivi **803 ha** di superfici forestali con danno totale (alberi a terra superiori all'80% della provvigione), e complessivi **300.000 mc** circa di legname caduto (Comunità Montana di Valle Camonica; 2018).

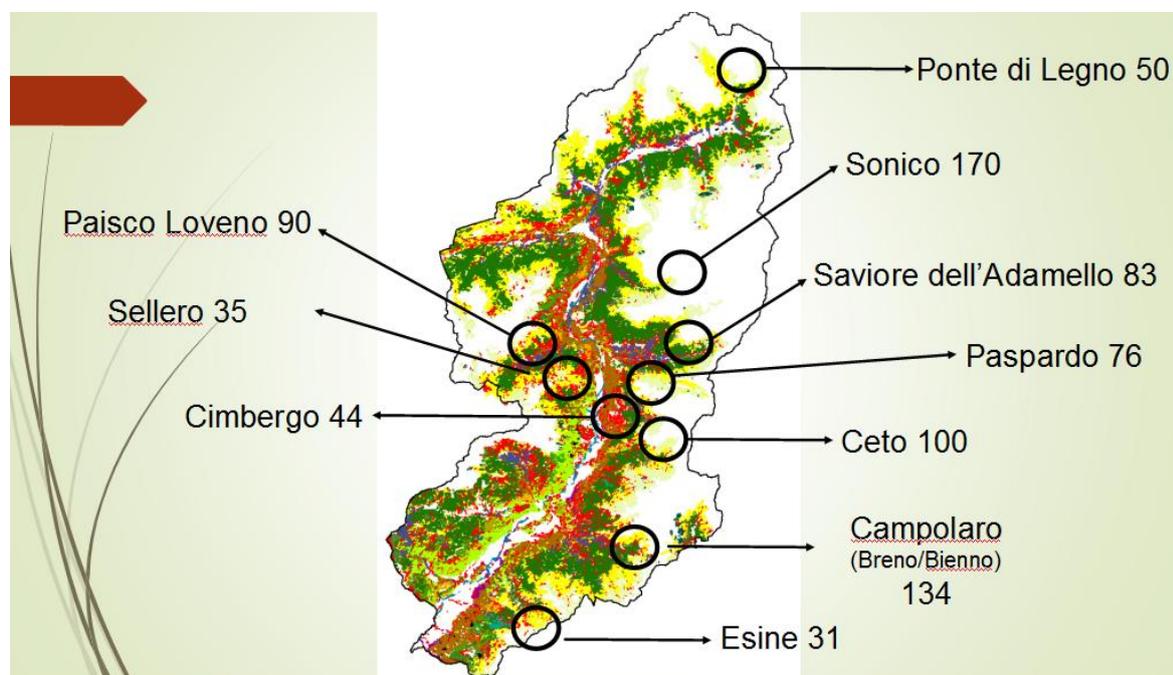


Figura 5: DANNI DA TEMPESTA VAIA IN VALLE CAMONICA (Comunità Montana di Valle Camonica; 2018)

Regione Lombardia, in collaborazione con il **Ministero delle politiche agricole, alimentari, forestali e del turismo** e con il **Dipartimento della Protezione Civile**, ha determinato, per la Valle Camonica, un primo blocco di interventi urgenti di bonifica su complessivi **202 ha** di "bosco a terra" (**Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei ministri n. 558 del 15 novembre 2018**)². Ne è scaturito un **Primo piano interventi per danni ai boschi da vento del 29/30 ottobre 2018** (Regione Lombardia - 18 gennaio 2019 - Z1.1.200.0003410):

Codice	COMUNE PROPRIETARIO	BOSCO (ha)	STRUTTURE (KM)	IMPORTO
41	BIENNO	4	0	€ 60.000,00
42	MALEGNO	18	0	€ 112.000,00
43	BRENO	20	0	€ 128.000,00
44	CETO	10	2,5	€ 128.000,00
45	CIMBERGO	10	1,5	€ 128.000,00
46	PASPARDO	15	2	€ 192.000,00
47	SELLERO	8	1	€ 68.000,00
48	MALONNO	8	0,8	€ 60.000,00
49	PAISCO LOVENO	15	3	€ 192.000,00
50	SAVIORE DELL'ADAMELLO	20	1,5	€ 210.000,00
51	SONICO	25	4,5	€ 225.000,00
52	BERZO DEMO-CEVO-CEDEGOLO	5	8,5	€ 65.000,00
53	EDOLO-CORTENO G.	6	7	€ 65.000,00

² **Ordinanza in data 15 novembre 2018 n. 558** del Capo Dipartimento della Protezione Civile (Primi interventi urgenti di protezione civile in conseguenza degli eccezionali eventi meteorologici che hanno interessato il territorio delle regioni Calabria, Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Liguria, Lombardia, Toscana, Sardegna, Sicilia, Veneto e delle Province Autonome di Trento e Bolzano colpite dagli eccezionali eventi meteorologici verificatisi a partire dai mesi di ottobre 2018).

54	PONTE DI LEGNO	30	1	€ 192.000,00
55	TEMÙ-VEZZA-VIONE-INCUDINE	8	7	€ 81.498,92
TOTALI	TOTALI	202	40,3	€ 1.906.498,92

Tabella 1: Interventi di cui al Primo piano interventi per danni ai boschi da vento del 29/30 ottobre 2018

I progetti sono completati dalla definizione di elementi programmatici traducibili in una sorta di **Piano d'indirizzo operativo in caso di nubifragio su larga scala** (attualmente in fase di validazione con lavoro di tesi dedicato a cura dell'Università degli studi di Milano - Corso di Laurea in Valorizzazione e tutela dell'ambiente e del territorio montano).

In questa prima fase di intervento le logiche d'indirizzo sono state:

1. **LEGNAME DA LASCIARE IN BOSCO**
2. **VERSANTI DA SOTTOPORRE A SGOMBERO PARZIALE**
3. **VERSANTI DA SOTTOPORRE A SGOMBERO TOTALE**
4. **VERIFICA DELLE CEPPAIE**

I lavori sono in fase di completamento e hanno consentito di poter approfondire numerosi spunti di analisi tra cui quello oggetto del presente studio quelli connessi con un **programma di monitoraggio fitosanitario** e sulla **verifica delle caratteristiche armoniche dei topi schiantati**.



Figura 6: DANNI DA TEMPESTA VAIA IN VALLE CAMONICA (Parco Adamello; 2018): Corni di Vajuga (Breno-Malegno)

2.3 PROBLEMI DI STABILITÀ DEGLI ALBERI E DEI SOPRASSUOLI

La presenza di zone **anticicloniche** (alta pressione) e **cicloniche** (bassa pressione) all'interno di un'areale "limitato" è all'origine dei fenomeni ventosi: masse d'aria che si spostano da zone ad alta pressione verso zone a bassa pressione. Si tratta di fenomeni abituali, ma che possono risultare di grande impatto quando associano allo spostamento d'aria anche il succedersi di **moti vorticosi**.

I soprassuoli forestali sono tendenzialmente "abituati" a rispondere al vento, auto-selezionando negli anni soggetti e cespi arborei più o meno resilienti. Il succedersi di successivi "schianti" e "stroncature" si pone alla base della **naturale evoluzione dell'ecosistema forestale** e delle **successioni vegetazionali**, tuttavia, quando accadono "fenomeni estremi", o addirittura "straordinari", viene interessato l'intero sistema "foresta" con conseguenze naturali particolarmente gravose sotto i più diversi aspetti (fauna, valore micologico, idrologia, paesaggio, eccetera). In questi ultimi anni l'aumento di frequenza di eventi gravosi sta suggerendo la revisione dei modelli gestionali forestali affinché il loro verificarsi sia considerato con maggior ponderazione.

Gli spunti da cui partire sono riassumibili in³:

- **Analisi delle variabili meteorologiche di lungo periodo** (variabili climatiche)
- **Analisi delle variabili meteorologiche di breve periodo** (fenomeni meteorologici)
- **Analisi delle caratteristiche dell'albero e/o del popolamento** (composizione, densità, struttura, statura, eccetera)
- **Analisi delle caratteristiche dei suoli e del versante** (esposizione a venti dominanti e non)
- **Analisi delle variabili gestionali** (valori di resilienza dei soprassuoli, analisi delle filiere, eccetera)

Considerando che le **variabili di lungo periodo** appaiono oggettivamente di difficile lettura, se non a larga scala, le **variabili di breve periodo** intervengono in maniera puntuale a determinare la velocità e l'intensità delle raffiche di vento. A questo fatto si aggiunge il ruolo diretto esercitato sulla pedogenesi e sulla stabilità strutturale dei suoli (deflussi epidermici e ipodermici), e quello sui singoli individui (accumuli di neve e ghiaccio). A tali eventi, ogni singolo albero reagisce in relazione alle proprie caratteristiche fisiologico-strutturali (status vegetativo, altezze, diametri, distribuzione degli apparati radicali, struttura del legno, eccetera). Per quanto attiene invece popolamenti, più o meno estesi, la relativa stabilità è ovviamente correlata alla **densità** e alle **caratteristiche strutturali**: la competizione intra-interspecifica determina i **rapporti di snellezza** dei singoli alberi condizionando la resilienza del collettivo arboreo⁴.

Generalmente la "risposta" nei confronti del vento è tanto più efficace quanto maggiore è la "diversità" fisionomico-strutturale del soprassuolo (nei soprassuoli multiplani la presenza di alberi superdominanti, relativamente più esposti al rischio di sradicamento, riesce a tradursi in "ossatura"). Un elemento di sicuro interesse gestionale è, inoltre, rappresentato dai rapporti di interrelazione tra soprassuoli contigui, distinguendo quelli che si potrebbero definire "**contro vento**", da quelli meno esposti proprio perché "protetti" da essi. Un altro fattore di grande interesse è strettamente legato agli aspetti fisiologici delle diverse specie, con particolare riferimento all'**apparato radicale**, ma anche alla struttura della chioma (superficie che l'albero espone al **momento torcente** esercitato dal vento)⁵. Un ultimo elemento, non certo per importanza, a giocare un ruolo fondamentale a favore-sfavore della stabilità degli alberi è il **suolo** che, condizionando in maniera determinante lo sviluppo radicale, determina una significativa maggiore o minore capacità di resistenza dei singoli alberi. In tal senso è tuttavia opportuno evidenziare che suoli profondi e ben strutturati non sempre sono sinonimo di

³ Foreste di protezione diretta - Disturbi naturali e stabilità nelle Alpi occidentali (Regione Piemonte; AA.VV.; 2006)

⁴ (...) *Su 20 episodi in valle d'Aosta (1990-2009), solo uno è avvenuto in una fustaia rada. I popolamenti strutturalmente più articolati (pluriplani e disetanei) si caratterizzano, al contrario, per avere nelle piante dominanti gli elementi più stabili ("ossatura" del popolamento) e in quelle del piano intermedio le più sensibili a eventuali danni da vento. (...)*

⁵ (...) *Una maggiore vulnerabilità agli schianti da vento è caratteristica di alberi con chiome dense o molto espanse, altezza elevata (maggiore momento torcente) e alto rapporto di snellezza (h/d > 60-80 a seconda della specie), debole sistema di ancoraggio al suolo, bassa resistenza meccanica (per carie o marciume radicale) e scarsa elasticità del legno. (...)*

stabilità degli alberi: favoriscono **accrescimenti veloci** che indeboliscono le loro caratteristiche meccaniche generali.



Figura 7: SONICO: Danno totale in Val Malga (tempesta Vaia - 29 ottobre 2019)



Figura 8: BRENO: Danno parziale a Vajuga (tempesta Vaia - 29 ottobre 2019)

Un elemento di ordine non secondario è quello riferibile alle caratteristiche proprie dei singoli fusti.

Alcuni alberi, infatti, mostrano più propensione alla **stroncatura** anziché allo **sradicamento**⁶. Tale fatto è strettamente correlato con la struttura interna del legno e, in particolare, con la formazione del cosiddetto **legno di reazione** (rispettivamente di **compressione** nel caso delle conifere e di **trazione** nel caso delle latifoglie; fig. 9).

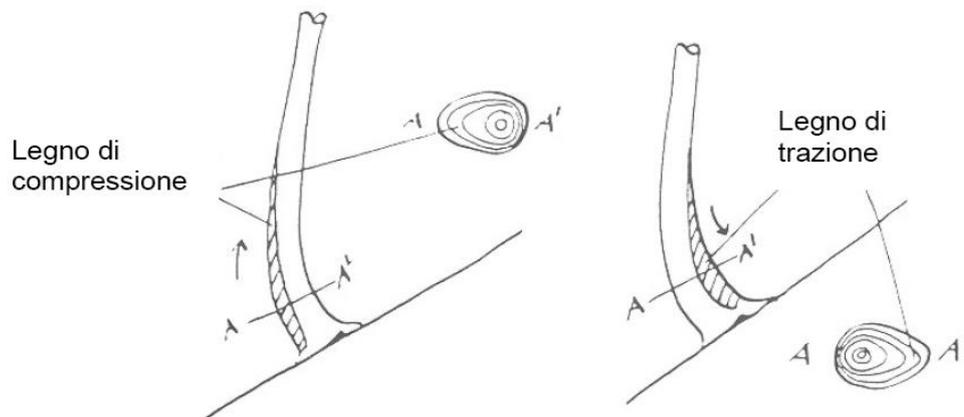


Figura 9: Formazione del legno di reazione nelle Conifere (sin.) e nelle Latifoglie (des.) in alberi cresciuti su un pendio inclinato (MATTHECK 1997)

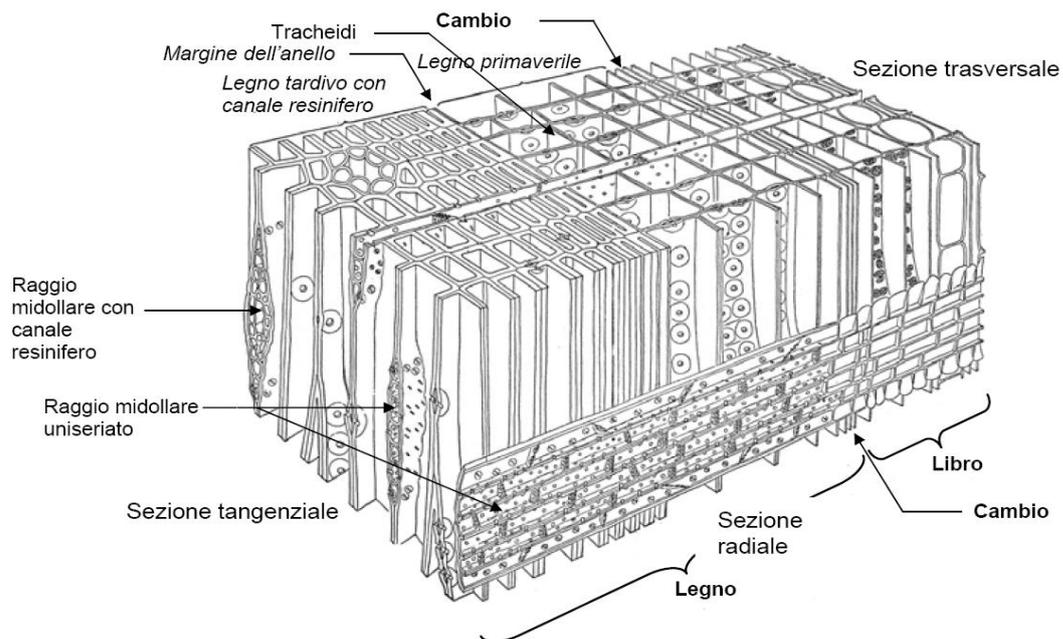


Figura 10: Particolare del "corpo legnoso" del cambio e del libro del larice (MAGDEFERAU; 1951)

Il citato legno di reazione è caratterizzato dalla presenza di **tracheidi** più spesse e più corte, con **quantità** maggiori di **lignina** e minori di **cellulosa** ed **emicellulosa** nella parete cellulare (fig. 11)⁷.

⁶ Il materiale legno (A. Bernasconi – G. Schickhofer – K. Frühwald – G. Traetta; 2007)

⁷ La biologia delle piante, Purves-Sadava-Orians-Craig Heller (Zanichelli; 2001)

Tale fatto, conferisce al fusto una maggiore resistenza, ma una minore elasticità di fronte a sollecitazioni dirette come quelle esercitate da eventi meteorici (neve e, soprattutto, vento):

Canastro (sin. *Legno di compressione*).

Difetto del legname, in partic. di conifere, consistente nell'indurimento e arrossamento del legno del tronco, nella zona che dai rami è meno protetta contro l'azione del vento; dà luogo a imbarcamento, a contorcimento della fibra, eccetera.

(TRECCANI; vocabolario)

Nei soprassuoli, tipicamente montani il fattore "versante" interviene in maniera diretta a formare il **legno di compressione**, determinando un disomogeneo grado di irrigidimento del fusto a **livello radiale**: il legno di compressione si forma generalmente sul lato incurvato a valle per effetto della pendenza del versante (**alberi sciabolati**), ma può formarsi anche in altre porzioni del fusto quando l'azione della gravità è condizionata da forme contorte dell'albero⁸. Questo fatto si traduce in una maggiore o minore resistenza, a seconda dell'angolo di incidenza del vento (**momento torcente**): il fusto è più elastico quando il vento lo colpisce sul lato opposto al legno di compressione, viceversa, è meno elastico ma più resistente (non oltre il punto di rottura).

	Costituenti Percentuale nel legno	Funzione principale
Costituenti principali	<u>Cellulosa</u> : macromolecola non ramificata a catena lunga 41-51%	Costituenti più importanti della parete cellulare Assorbimento delle forze meccaniche, soprattutto la trazione
	<u>Emicellulose</u> : macromolecola ramificata a catena corta 25-30% nelle Conifere 27-40% nelle Latifoglie	Sostanza legante e garante della flessibilità
	<u>Lignina</u> : macromolecola tridimensionale 28-41% nelle Conifere 18-25% nelle Latifoglie	Sostanza legante nella struttura primaria di cellulosa → lignificazione delle pareti cellulari, assorbimento delle forze di compressione
	<u>Pectine</u> (quasi esclusivamente nella lamella mediana): macromolecole tridimensionali 0,5% nelle Conifere 1-2% nelle Latifoglie	Sostanza legante, mantiene unite le cellule dei tessuti
Sostanze di diversa natura	A struttura micromolecolare, 1-10% nei legni delle zone temperate 2-30% nei legni tropicali	Influiscono sulle caratteristiche chimiche, biologiche e fisiche del legno, ad es. la resistenza all'esposizione solare, l'infiammabilità, la durabilità (p. es. mediante fenoli), l'odore (mediante oli eterici)

Figura 11: Sostanze chimiche costituendi del legno (MAGDEFERAU; 1951) - le cellulose sono "garanti" di flessibilità

⁸ Il tipo di legno di reazione che si forma è determinato dallo stimolo esercitato dalla forza di gravità e non dall'inclinazione del ramo (A.B. Wardrop; 1968).



*Figura 12: differenza di "risposta" meccanica di larici sottoposto a vento
(Legno di compressione a valle nel campione "10" e monte nel campione "9")*

2.4 IL LARICE: BIOLOGIA, ECOLOGIA E MERCEOLOGIA⁹

2.4.1 DESCRIZIONE GENERALE



Il **larice comune**, o larice europeo, (*Larix decidua* Mill, 1768) è una conifera appartenente alla famiglia delle *Pinaceae*. L'etimologia del "genere" deriva dal latino *Laricem* (soave), a sottolineare la "leggerezza" della sua chioma, quella dell'epiteto specifico dal fatto che perde spontaneamente gli aghi nel periodo invernale¹⁰.

Il genere "Larix" comprende 10 specie e 16 varietà che vegetano spontaneamente in un areale pressoché identificabile con le regioni boreali fredde. Due specie sono tipicamente Europee: *Larix decidua* Mill. e il *Larix russica* Endlicher (Larice della Russia); ulteriori 5 specie sono asiatiche e 3 di origine americana.

Regno: *Plantae*

Divisione: *Coniferophyta*

Classe: *Pinopsida*

Ordine: *Pinales*

Famiglia: *Pinaceae*

Genere: *Larix*

Specie: *Larix decidua*

Altri nomi: Francese: *Melèze*, Inglese: *Larch*; Spagnolo: *Alerce de Europa*; Tedesco: *Larche*

Conifera a foglie caduche spontanea nei **boschi montani e altimontani** delle Alpi, dei Carpazi e dei Sudeti. Vegeta dal **piano montano** (800 m s.l.m.), fino a quello **altimontano e subalpino** (con esemplari isolati oltre il limite superiore della vegetazione arborea – 2.820 m nelle Alpi occidentali); in Italia, trova il suo *optimum* vegetativo tra i 1.400 e i 1.800 m.

Si presenta come un albero alto fino a 40 m, con **chioma** che può raggiungere 18-20 m di ampiezza (280-300 mq di proiezione al suolo), verde chiara in primavera e gialla dorata in autunno prima della caduta degli aghi.

Il **tronco** è colonnare, soprattutto in gioventù (**crescita monopodiale**), altrimenti assume forme contorte con il procedere degli anni e delle vicissitudini abiotiche (soprattutto a quote elevate; **crescita simpodiale**). In quota è spesso incurvato alla base per effetto della neve (**sciabolatura**); al limite della vegetazione arborea, e nei pendii ripidi, le sue forme "contorte" sono dovute all'orografia mossa del pendio (soliflusso e franamenti), dalle difficili condizioni vegetative (periodo vegetativo ridotto ed estremo), nonché al brucamento da parte della fauna selvatica.

La **corteccia**, grigio-rossastra, suddivisa in grandi placche profondamente solcate, raggiunge spessori notevoli che rendono l'albero particolarmente resiliente nei confronti dei danni meccanici (massi e neve).

I **rami principali** sono ascendenti, mentre quelli **secondari** sono esili e penduli.

Le **foglie**, aghiformi, ma non pungenti, sono e lunghe 3-4 cm; si trovano riunite in fascetti di 30-40 aghi, sorretti da un breve peduncolo (**brachiblasto**).

Pianta monoica con **fiori maschili** piccoli e dorati, e **fiori femminili** (futuri strobili) rosso-porpora e molto vistosi.

I **frutti** sono **strobili** ovali delle dimensioni di 2,5 x 3 cm tipicamente bruno chiari.

Si tratta di un albero **eliofilo** che ama la luce intensa che può vivere isolato ma anche forma in boschi puri, soprattutto a quote elevate (la tipica caratteristica di avere foglie caduche e rami diradati lo rende adeguato ai

⁹ Bibliografia di riferimento:

- *Botanica forestale* (Romano Gellini; Ed. Cedam; 1985)
- *Monti e boschi - Schede degli alberi superiori* (A. Pavari; 1954)
- *Il larice - L'albero che si veste d'oro* (Dino Dibona; Ed. Cierre; 1999)

¹⁰ *Il larice - L'albero che si veste d'oro* (Dino Dibona; Ec. Cierre; 1999):

(...) La denominazione "larice" viene fatta derivare dal latino "larix", ma i latini devono averla appresa dai popoli che prima di loro abitavano la montagna (...) altri studiosi ritengono che gli antichi abitatori delle Alpi, avrebbero reso d'uso comune, per estensione dell'espressione "lar" (grasso), la sua resinazione particolarmente abbondante.

forti carichi nevosi, permettendo inoltre la formazione dei cosiddetti "prati a larice" con fitta vegetazione di suffrutici *Rhododendron ferrugineum* e *Vaccinium vitis idaea*).

Grazie alla sua forza e frugalità viene spesso scelto per formare **boschi di protezione** (rimboschimenti).

Il larice si contraddistingue per la **significativa longevità**: in condizioni favorevoli raggiunge abitualmente i 400 anni di età (in provincia di Trento, nella frazione di Santa Gertrude a Ultimo, sono presenti tre esemplari con età stimata di 2300 anni).



Figura 13: *LARIX DECIDUA*: cerchie annuali in alberi di 254 anni (Parco Adamello - Rifugio Gheza).

Si tratta di un albero tipico del *Picetum* e dell'*Alpinetum*. Nelle zone del *Fagetum* e del *Castanetum* è presente sia come albero naturale (**attitudine pioniera**), sia perché favorito dalla secondarizzazione dei cedui di latifoglie (**cedui coniferati**). Non infrequenti, sono infine i **rimboschimenti** anche a basse quote. Appartiene ai *cingoli* di vegetazione del *Picea-Larix-Cembra* e del *Larix-Cembra*, occupando la fascia boreale delle conifere e delle ericacee, in consociazione frequente con l'abete rosso (*Lariceti in successione con pecceta*) e il pino Cembro (*Larici cembreti*).

Specie microterma (temperatura media annua tra +2°C a +10°C), che trova come unico condizionamento nei confronti del freddo l'abbreviarsi della stagione vegetativa (sensibilità al gelo degli organi di riproduzione e degli aghi del nuovo anno).

Il larice è caratterizzato da grande **plasticità** e si adatta generalmente a **qualsiasi substrato e terreno**, purché non ristagnante, arido e compatto. Data la facile dispersione del seme è specie adatta a colonizzare ghiaioni, frane e terreni scoperti.

Alla base del fusto è tipica una **forte rastremazione**, sia per l'azione di grossi cordoni radicali, sia per la spinta gravitazionale del pendio. Come già evidenziato, si presenta spesso "**sciabolato**" e, al limite superiore del bosco, **policormico** ("decapitazione" per traumi meccanici biotici e abiotici) e "**contorto**".



Figura 14: LARIX DECIDUA: il larice plurisecolare della Valle di Stabio a Niardo (Parco Adamello).

L'**apparato radicale** è molto esteso e robusto, di tipo *allorriccio* con **fittone verticale profondo**, grosse radici portanti laterali, e radici più sottili che si sviluppano in ogni direzione per l'intera vita della pianta¹¹.



Figura 15: LARIX DECIDUA: parte basale del fusto (Parco Adamello).

La **fruttificazione** è annuale, con annate di pasciona ogni 5-6 anni.



Figura 16: LARIX DECIDUA: annate di pasciona (Parco Adamello).

¹¹ *Il larice - L'albero che si veste d'oro* (Dino Dibona; Ec. Cierre; 1999):

(...) La radice centrale, principale, ovvero il fittone, si sviluppa con grande rapidità nella fase giovanile, ma già quando la pianta raggiunge lo stadio di *periticaia*, rallenta sensibilmente la sua crescita a favore di radici portanti orizzontali (...) Alcune radici possono raggiungere dimensioni considerevoli, con diametro di alcuni decimetri, e notevoli profondità (...) Data la sua conformazione, l'**apparato radicale del larice rinforza la stabilità dei suoli** (...) L'apparato radicale del larice conferisce alla pianta un buon ancoraggio al suolo e nel complesso lo sviluppo del reticolo radicale generalmente esplora un'ampia area di terreno, spingendosi anche a notevole profondità. (...) le radici del larice di penetrano il suolo fino a considerevoli profondità, con conseguenti notevoli vantaggi: nei periodi di relativa siccità assorbe acqua per un tempo tre volte maggiore e continua ad accrescersi anche quando l'abete rosso, con cui abitualmente convive (...)

I **semi** sono piccoli, neri, ovali o irregolarmente triangolari, lunghi 3-4 mm, provvisti di un'ala sottile bruno-chiara, lunga 1,5-2 volte più del seme, larga 5-6 mm. Gli strobili si aprono dalla fine dell'autunno o all'inizio della primavera e i semi, sono facilmente disseminabili (**disseminazione anemocora, vento**). Il colore nero del seme è una peculiare caratteristica evolutiva che consente al larice la disseminazione anche in caso di neve permanente (l'assorbimento di radiazione solare facilita la penetrazione del manto nevoso fino al suolo).



Figura 17: LARIX DECIDUA: semi caduti sul manto nevoso (Parco Adamello).

Tra i **nemici naturali** del larice merita certamente menzione *Lachnellula wilkommi*, fungo agente del Cancro del larice, e gli insetti *Coleophora laricella*, *Zeriaphera griseana* e *Ips cembra*. Data la sua notevole rusticità, il larice, tendenzialmente riesce a convivere con questi agenti patogeni (danni perlopiù tecnologici). Tra i patogeni citati solo *Ips cembra* è causa di morte dei soggetti colpiti ma si tratta di un insetto episodico sulle Alpi.

Il **legno** del larice ha **midollo** contenuto, **durame** vivamente colorato ed esteso (rossastro o rosso), e breve **alburno** più chiaro. È costituito da **tracheidi** che spesso si interrompono in profondi canali resiniferi.

Il suo **legno** è di ottima qualità, profumato e molto resistente, ed è impiegato come legname da opera "rustico" (la forte resinazione viene considerata allo stesso tempo come difetto o come pregio), per la produzione di paleria, per la bioingegneria, per fondazioni e per pali di linee elettriche, infissi, serramenti, pavimenti, mobili, eccetera. Tradizionale è il suo utilizzo per la produzione di "**scandole**" per tetti.

Tra i prodotti che si possono ricavare da questa specie, certamente la **resina**, ricavata per fessurazione e conosciuta come **Trementina di Venezia**; viene usata in molte industrie per la produzione di prodotti omeopatici.

La **corteccia**, benché non molto ricca di tannino, trovava impiego per la concia delle pelli.

Non ultima è la produzione della cosiddetta **Manna laricina**, prodotta dagli aghi durante il periodo estivo (**mannite**).

2.4.2 I MECCANISMI DI ACCRESCIMENTO E RAMIFICAZIONE DEL LARICE

Nei larici molto vecchi i **rami del primo ordine** possono raggiungere dimensioni considerevoli in larghezza e lunghezza. I **rami del secondo ordine** (macroblasti e brachiblasti), sono molto più ridotti e generalmente perpendicolari al fusto (o pendenti).

Lungo i **macroblasti** di almeno un anno si sviluppano **brachiblasti**, di ridotte dimensioni (da qualche millimetro nei rami più giovani, fino a 2-3 cm sui rami vecchi degli alberi adulti), su cui si inseriscono le **foglie** (aghi), raggruppate in "ciuffi" di 20-30 aghi; alcuni aghi, singoli e disposti a spirale, sono presenti anche sui macroblasti dell'ultimo anno. I **brachiblasti** sono caratterizzati dall'assenza di legno e fellogeno, e possono, solo occasionalmente, essere indotti ad avere un accrescimento diametrico. In genere il loro sviluppo è longitudinale e hanno la caratteristica, non ancora ben conosciuta, di attivare le cellule del **cambio** e del **fellogeno**, trasformandosi in macroblasto. Generalmente il brachiblasto rimane vitale fino a un massimo di 25-30 anni.

All'apice dei rami della pianta è possibile che si formino una o più gemme che portano alla formazione di nuovi macroblasti. L'accrescimento annuale di questi nuovi organi può raggiungere qualche decimetro di lunghezza in base alle condizioni pedoclimatiche della stazione e alla fisiologia della pianta.



Figura 18: LARIX DECIDUA: macroblasti, brachiblasti e aghi fiori femminili (Parco Adamello).

La frazione epigea del larice possiede sette tipologie differenti di **gemme**: oltre a quella della "freccia" apicale, sono presenti quelle per la formazione dei brachiblasti, dei macroblasti, dei rami del primo ordine, quelle per la formazione degli aghi e quelle all'origine degli apparati riproduttori (fiori maschili e femminili). Le gemme non si attivano contemporaneamente, ma seguendo un ordine più o meno specifico: quelle degli apparati riproduttori sono, in genere, le prime e precedono quelle di allungamento dei rami e dell'apice principale di accrescimento

(**Teoria nutritiva della dominanza apicale**¹²). Di grande importanza sono inoltre le **gemme proventizie** (dormienti-latenti) che conferiscono al larice la **grande capacità di reazione nei confronti di traumi** (neve, vento, fulmine, caduta massi e brucatura). In genere conducono alla formazione di nuovi rami, abitualmente numerosi attorno al punto di cicatrizzazione.

La generazione di **rami epicormici**, in generale, è correlata agli effetti della **luce diretta** che concorre all'attivazione delle gemme. Recenti esperimenti, effettuati sull'abete di sitka, nel distretto forestale omonimo in Alaska, suggeriscono che la risposta a trattamenti di diradamento e cure colturali, proprio in ragione dell'aumento della luce solare o dall'esposizione al calore sul tronco, determinino la produzione di numerosi germogli epicormici da gemme dormienti. In aggiunta a quanto detto, per quanto concerne l'aumento del numero di rami, dobbiamo sicuramente ricordare che anche la **rimozione dell'apice** porta alla formazione di nuovi rami situati sia lungo il fusto (gemme **proventizie**), sia inducendo la **trasformazione dei brachiblasti in macroblasti**, incrementando del 19% la produzione di rami¹³. Questo fenomeno è da riferirsi allo squilibrio che si viene a generare a livello fitormonale: l'**auxina**, sintetizzata nella freccia apicale e poi traslocata lungo tutta la pianta, viene a mancare a favore delle **citochinine** (sintetizzate nelle radici). A seguito dell'amputazione della freccia ne deriva, pertanto, una tendenza maggiore allo sviluppo dei germogli laterali con formazione di nuovi rami (epicormici). L'albero tende a riformare una "freccia" solo se in fase giovane, altrimenti, "subisce" la **dominanza laterale** passando dalla forma **monopodiale** a quella **simpodiale**.

I meccanismi di "costruzione" della chioma sono, inoltre, correlati alla cosiddetta **autopotatura**.

¹² *Elementi di biologia vegetale* (Oreste Arrigoni; Ed. Ambrosiana; 1973)

(,,) Oggi si ritiene che la dominanza apicale sia da ascrivere a tutt'altro meccanismo. Si è propensi a credere che il meristema apicale polarizzi verso di sé il flusso di vari composti (aminoacidi e zuccheri), gli elementi semplici (fosforo, potassio e calcio) e di acqua in particolare, ed in questo modo impedisca lo sviluppo delle gemme laterali. Questa teoria, che potremmo chiamare **Teoria nutritiva della dominanza apicale**, sembra avvalorata dal fatto che la dominanza è sempre più accentuata in condizioni di deficienza alimentare e in modo speciale di penuria d'acqua. È provato che in condizioni di scarsità d'acqua la dominanza risulta molto forte, mentre in condizioni di abbondanza di acqua essa tende ad attenuarsi. Siccome è stato dimostrato che questo flusso di nutrienti è diretto dalla **auxina** presente in elevata concentrazione nelle gemme apicali, la **Teoria nutritiva della dominanza apicale** ha acquistato larghi consensi, pur non spiegando il meccanismo del fenomeno a livello molecolare.

L'interpretazione al livello molecolare è complicata anche dal fatto che l'auxina non è l'unico ormone interessato nella dominanza apicale, ma nel fenomeno intervengono anche la **cinetina**, la **gibberellina** e persino l'**acido abscissico**. A controllare lo sviluppo delle gemme è quindi il rapporto in esse tra questi ormoni, e, se si pensa che tale rapporto dipende dalla velocità di sintesi dei vari ormoni, dai processi di inattivazione di questi, dalla loro traslocazione, ci si rende conto come la dominanza apicale sia un fenomeno enormemente complesso. (...)

I fattori ambientali hanno una grande influenza sullo stato di attività delle gemme. **Variando la temperatura, il fotoperiodo, la qualità di luce, la disponibilità dei minerali od il rifornimento di acqua, si può indurre sperimentalmente in molte piante la dormienza delle gemme.** (...)

Il fotoperiodo e la temperatura, più di ogni altro fattore influenzano la dormienza delle gemme, ciononostante è difficile affermare che questi fattori sono i primari della dormienza delle gemme, in quanto molte piante cessano di crescere assai prima che la temperatura o la lunghezza del giorno diventino per loro sfavorevoli. Quindi è evidente che fattori interni specifici, e che riflettono la peculiarità del genoma, sono alla base del controllo della dormienza. (...)

(...) in *Larix europea* alcune gemme possono riprendere la crescita se vengono sottoposte a condizioni di giorno lungo.

La biologia delle piante (AA.VV.; Ed. Zanichelli; 2001)

(...) Le **citochinine** vengono prodotte prevalentemente nelle radici e si propagano poi ad altre parti della pianta. L'aggiunta di una determinata miscela di auxina e citochinine provoca la rapida proliferazione dei tessuti vegetali. (...)

Nella maggior parte dei casi le citochinine inibiscono l'allungamento del fusto, mentre favoriscono l'aumento di diametro di fusti e radici (...)

Le citochinine stimolano la crescita delle gemme laterali e per questo motivo il controllo del grado di ramificazione delle piante è dovuto all'equilibrio fra i livelli di auxine e citochinine. Quest'ultime incrementano l'espansione di campioni di tessuto fogliare, regolando in tal modo l'aumento dimensionale delle foglie, ritardandone inoltre la senescenza. (...)

(...) La foglia trattata con citochinina rimane verde e sana, altrimenti diventa gialla e invecchia rapidamente (...)

¹³ John L. Edson, David L. Wenny, Lauren Fins 1991 *Inducing long-shoot growth for vegetative propagation of western larch*

Tale meccanismo non riguarda i soli rami posti nella parte bassa della chioma (come avviene tipicamente per gli alberi in formazioni chiuse), ma si verifica anche precocemente lungo l'intero fusto su rami di ogni ordine. A seguito della "potatura" del ramo, quando il distacco avviene in aderenza al fusto, l'albero tende generalmente ad assorbire il "nodo" (**nodi passanti**). Come già evidenziato (cfr. nota n. 12), l'attivazione laterale del larice è tanto più efficace quanto maggiore è l'azione della radiazione solare diretta, risultando determinante anche nei casi in cui il suo aumento sia riconducibile a operazioni colturali (diradamenti) e/o ad eventi abiotici (sradicamento di alberi vicini).



Figura 19: *LARIX DECIDUA*: ramo epicormico attivato da gemme dormienti (Vajuga; 28 agosto 2019 –ALBERO 6)



Figura 20: LARIX DECIDUA: macroblasti originati dai brachiblasti (Vajuga; 28 agosto 2019 - ALBERO 3)



Figura 21: LARIX DECIDUA: sezione radiale del fusto (Parco Adamello).



Figura 22: LARIX DECIUDA: attivazione di gemme dormienti (Vajuga; 28 agosto 2019 - ALBERO 17).



Figura 23: LARIX DECIUDA: attivazione di gemme dormienti e autopotatura (Vajuga; 28 agosto 2019 - ALBERO 17).

2.5 IL LARICE SULLE ALPI: CENNI STORICI

Trattandosi di una delle specie principali della composizione forestale Europea, sono presenti in letteratura numerosi spunti di grande interesse, sia scientifico sia socioculturale:

(...) Il larice comune ha, presumibilmente, origini da un ceppo di larici provenienti dalle zone dell'Europa del Nord e della Siberia, spostatosi in Europa centrale e meridionale al tempo dell'ultima glaciazione. Una volta cominciato il ritiro dei ghiacci popolazioni di questa conifera sono rimaste isolate nelle montagne europee delle Alpi e, in minor parte, dei Carpazi e dei Sudeti. Rimasti soli in questa isola ecologica, le popolazioni si sono evolute in modo autonomo diventando specie a sé stante.

(...) Molte delle strutture lignee dei più importanti palazzi pubblici, delle cattedrali e delle torri campanarie costruite nell'Italia settentrionale nel Medioevo, erano in legno di larice, che veniva preferito, oltre che per le ottime proprietà fisiche e meccaniche, anche per l'eccezionale durata. Gli *statuti cadorini* del 1338, nelle disposizioni contro i "foresti", prevedevano anche il divieto di raccogliere "larvato" (resina di larice), con conseguenti pesanti sanzioni per i trasgressori.

(...) Nel 1765, Giovanni Battista Tiepolo (1696-1770), dipinse un larice come unico albero in uno stupendo quadro dal titolo "La strada che porta al fiume". Numerosi paesaggi con larici sono dipinti da Franz Niklaus König (1765-1832), Kaspar David Friedrich (1774-1840), Mathias Gabriel Lory (1784-1846), Thomas Ender (1793-1875), Conrad Grafe (1827-1907) ed Edward Theodore Compton (1849-1921)¹⁴.

(...) albero cosmico lungo il quale scendono il sole e la luna (...) ¹⁵

(...) Le leggende dell'Europa settentrionale che parlano di larici sono confinate alle regioni alpine. Spesso viene descritto come la dimora dei *Saligén* (i Benedetti), una razza di esseri graziosi simili agli Elfi, che vivono all'interno delle montagne, buoni con gli uomini e con gli animali. La loro società e loro dimore e invisibili sono una specie di realtà parallela che ricorda quella degli irlandesi *Tuatha Danaan*. Si racconta che in diverse parti delle Alpi siano spesso stati visti ai piedi di larici degli spiriti chiamati *Salgfraulen* (*fanciulle benedette*), vestite di bianco o d'argento come le cime delle montagne, intente a cantare le più dolci melodie, che a volte si potevano sentire fino in fondo alla vallata (Mannhardt, Cit. 1875 - Porteous).

Non c'è da stupirsi che il legno del larice fosse usato per fare talismani e come incenso purificatore.

Fino al 1859 a Naunders in Tirolo, vi era un larice sacro. Nessuno avrebbe usato litigare o imprecare nelle sue vicinanze, e se qualcuno fosse stato sul punto di farlo, i compagni glielo avrebbero impedito.

In Siberia, tra *Ostiaks*, un gruppo di sette larici veniva già considerato un bosco sacro. (...) ¹⁶

(...) Nella bassa Valle Camonica orientale il larice ha una distribuzione irregolare e discreta, assurgendo localmente a notevole importanza, oppure rarefacendosi fino all'annullamento; a grandi linee si osserva peraltro come esso sia più frequente nei comprensori più settentrionali e agli orizzonti superiori della vegetazione e rapidamente diminuisca a mezzogiorno di Gianico con l'avvicinarsi della conca del Lago d'Iseo. (...) Qui devesi notare che quasi tutti i boschi cedui di proprietà comunale non si presentano puri bensì frammisti a piante resinose e, precisamente in basso, quasi esclusivamente al larice, al quale si associa gradatamente, con l'aumentare dell'altitudine, l'abete rosso; sono quindi boschi in trasformazione, da ceduo in misto ed in seguito in altofusto puro con sottobosco ceduo. (...) il larice predomina sull'abete rosso, al quale però cede gradatamente il posto coll'aumentare dell'altitudine, formando fra i 1.200 e i 1.600 m circa boschi puri; a quest'ultima quota si associa nuovamente il larice, il quale viene a predominare sull'abete fino a costituire verso i limiti della vegetazione arborea (1.800-2.000 m) boschi di larice puro. (...) In questa ultima località (*Vajuga*) il larice è stato ampiamente adottato, accanto ai popolamenti naturali, per importanti rimboschimenti di protezione. (...) ¹⁷

¹⁴ *Il larice - L'albero che si veste d'oro* (Dino Dibona; Ec. Cierre; 1999)

¹⁵ *Arboreto Salvatico* (Mario Rigoni Stern; Ed. Einaudi)

¹⁶ *Lo spirito degli alberi* (Fred Hageneder; Ed. Crisalide; 2001)

¹⁷ *Il Larice nelle Alpi Orientali italiane* (Fenaroli L.; Stazione Sperimentale di Selvicoltura, Firenze; 1936)

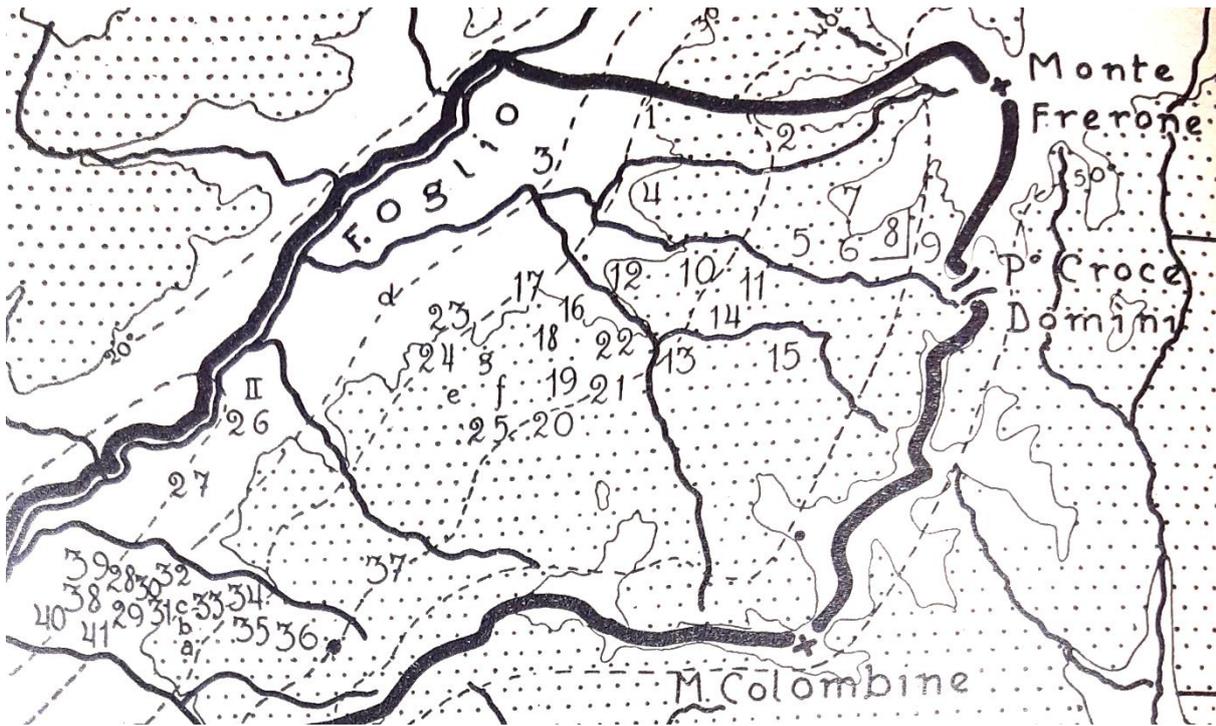


Figura 24: Il Larice nelle Alpi Orientali italiane (Fenaroli L.; 1936) - Prospetto dei popolamenti laricetosi: VAJUGA - BRENO

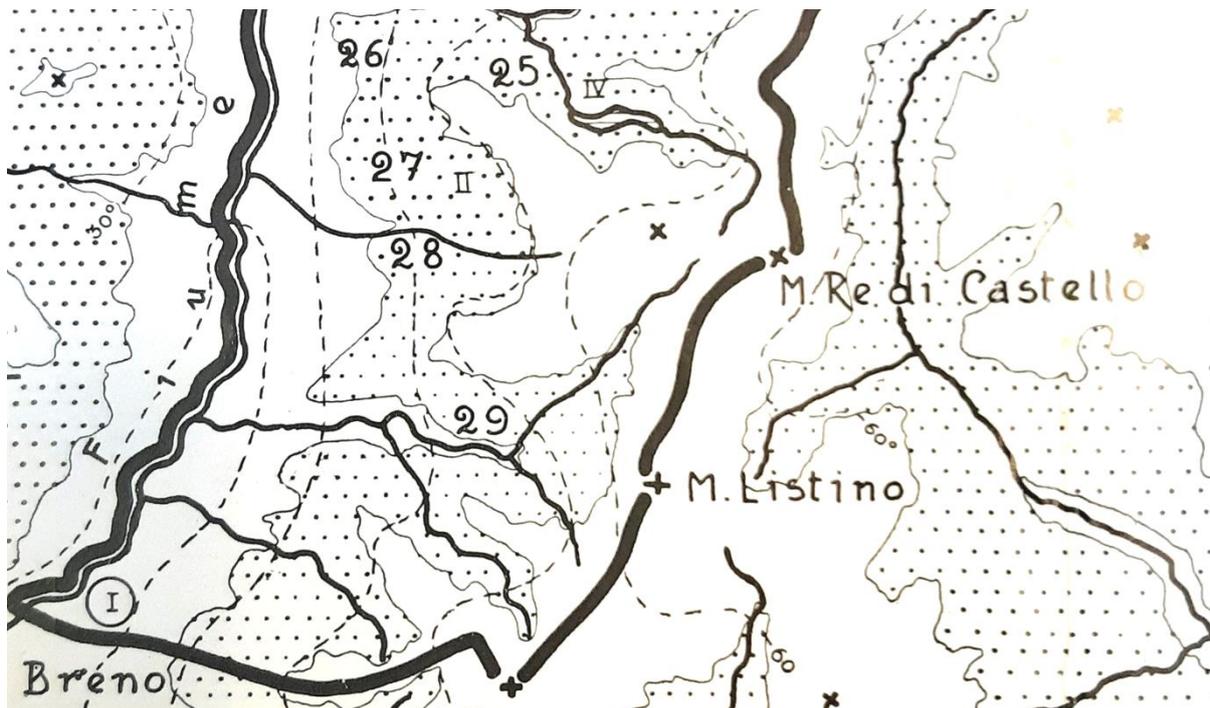


Figura 25: Il Larice nelle Alpi Orientali italiane (Fenaroli L.; 1936) - Prospetto dei popolamenti laricetosi: ZUMELLA-PASPARÒ

N. Ord.	sup Ha	Esp.	Inclinazione	Età	Substrato	%Larice	Densità	Origine	Altre spp.	Osservazioni:
6	20		-	-	Dolomitico	Puro	Ridotta	Spontaneo	ns	
7	5		-	-	Dolomitico	Puro	ns	Artificiale	ns	Rimb. Protezione
8	0,5		-	-	Dolomitico	Puro	ns	Artificiale	ns	
9	30		-	-	Dolomitico	Puro	Ridotta	Spontaneo	ns	
27	500?	W	-	-	Calcareo	scarso	Ridotta	Spontaneo	Pe	ns

Tabella 2: Il Larice nelle Alpi Orientali italiane (Fenaroli L.; 1936) - Prospetto dei popolamenti laricetosi

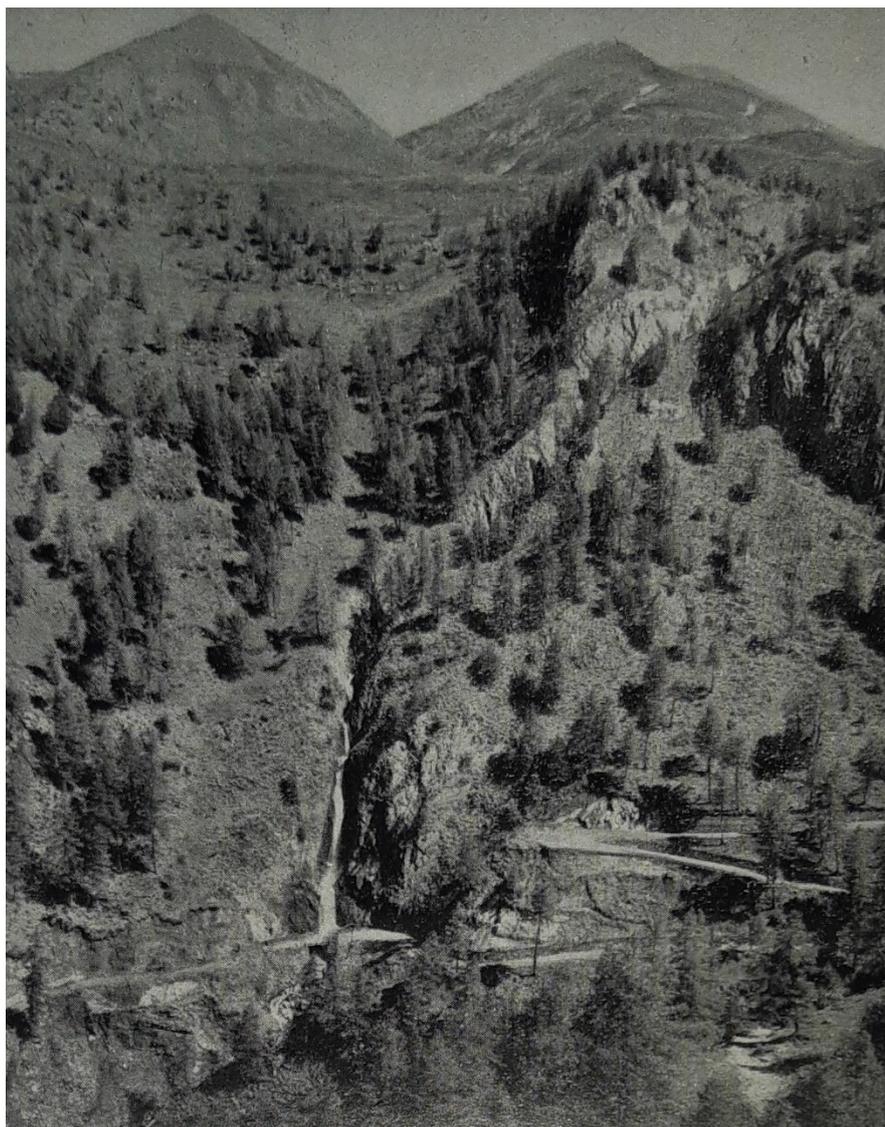


Figura 26: Corni di Vajuga (Magnolini; 1931)



Figura 27: Bazena (Magnolini; 1931)

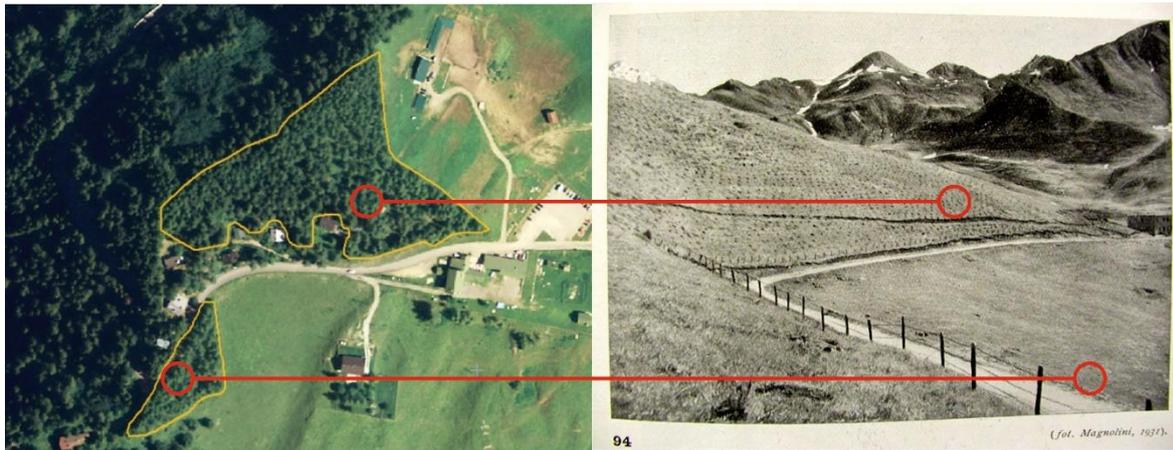


Figura 28: CONFRONTO: rimboschimento di larice in località Bazena a Breno (2015 -1931)

Sul valore storico-culturale del larice in Valle Camonica, appare doveroso citare, infine, il lavoro di tesi **Applicazione di modelli di valorizzazione multifunzionale in un lariceto artificiale di importanza storica in località Lazzaretto-Bosco Littorio a Edolo (BS)**, realizzato da Martino Gambacorti Passerini (Università degli studi di Milano - Corso di laurea in valorizzazione e tutela dell'ambiente e del territorio montano; Rel. Gianfranco Gregorini; Anno accademico 2014/2015):

(...) L'approccio progettuale ha inteso proporre la **valorizzazione multifunzionale** di una superficie forestale che, ancorché gravata da usi civici e inserita nella pianificazione forestale dei soprassuoli ad indirizzo produttivo, offre numerosi spunti gestionali di carattere storico, naturale e paesaggistico. Il popolamento in questione infatti trova le proprie origini nella cospicua campagna di rimboschimento che il **Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste** effettuò sull'arco alpino a partire dagli anni '30 (Boschi Littori). (...) Il soprassuolo, sottoposto nel corso degli anni a sporadici tagli di curazione, è stato oggetto di **interventi di valorizzazione fisionomico-strutturale** che, valutate le finalità e gli obiettivi, ha cercato di esaltare le peculiarità storico-culturali del sito, favorendone un miglior inserimento paesaggistico, anche a scopo didattico - informativo. (...)



Figura 29: Lariceto monumentale di Malga Zumella (Magnolini; 1931)

3. OBIETTIVI

Gli obiettivi principali del presente elaborato sono la verifica delle **"risposte"** dei lariceti nei confronti di venti di grande intensità. Come già anticipato sono stati scelti due siti gravemente danneggiati da *Vaia*: il **lariceto naturale** della *Zumella* (prato arborato con ampi tratti secondari) e il **lariceto artificiale** a *Vajuga* (lariceto protettivo).

Sia l'analisi bibliografica, sia le esperienze dirette già maturate sul territorio, hanno confermato la **spiccata tendenza del larice alla "buona risposta" vegetativa** quando sottoposto a traumi, anche profondi, da vento, neve e fulmine. In questa sede si è tuttavia ritenuto opportuno effettuare una verifica puntuale in caso di eventi di portata eccezionale come quello del 29 ottobre scorso.

La necessità di affiancare alla naturale evoluzione degli ecosistemi forestali, sia naturali che artificiali, forme di gestione sempre più "attente" e modulate, richiede la disponibilità di dati aggiornati e di nuovi suggerimenti operativi proprio in caso di eventi catastrofici (finora mai considerati come elemento puntuale di gestione). L'idea che un evento così intenso come *Vaia* non abbia risparmiato nessun albero, compresi quelli profondamente stroncati, può infatti suggerire **azioni di bonifica drastiche e affrettate** che non risparmino soggetti che possono potenzialmente riprendersi.

Possiamo riassumere tre obiettivi principali:

- effettuare l'**analisi dei danni** provocati dalla tempesta *Vaia* sul larice e valutarne i fattori predisponenti la **stroncatura**;
- analizzare la **risposta vegetativa** di larici variamente stroncati da vento valutando su quali elementi si basa l'eventuale svolgimento di questo processo e i fattori predisponenti la **ripresa vegetativa**;
- definire **linee di indirizzo operativo** in caso di bonifica di soprassuoli gravati da tempesta con particolare riferimento all'eventuale tutela del larice anche quando stroncato.



Figura 30: Osservazione mediante binocolo



Figura 31: la risposta e la ripresa vegetativa dei larici n. 10-11 a Malga Zumella

4. MATERIALI E METODI

4.1 LE AREE DI STUDIO

I dati principali delle aree di studio sono stati acquisiti dai vigenti **Piani d'assessamento forestale**, rispettivamente delle proprietà di **Breno (Vajuga)** e **Paspardo (Zumella)**, redatti dal Dott. Mauro Benigni del Consorzio Forestale Pizzo Badile (cfr. Bibliografia):

- il lariceto "monumentale" di **Malga Zumella**, che ha subito danni di tipo parziale (danno planimetrico da *Vaia* stimato 30-45%), appartiene ai **lariceti naturali** che accompagnano l'esercizio della pastorizia (**Prati a larice**), è ricompreso nelle particelle forestali 43-44-45 (cfr. con le pagine successive);
- il lariceto di protezione di **Vajuga**, che ha subito danni pressoché totali (danno planimetrico da *Vaia* stimato oltre l'80%), ha grande valore storico (*Boschi dell'Impero*; realizzato nel 1931) e idrogeologico (**bosco di protezione**); è ricompreso nelle particelle forestali 35-36 (cfr. con le pagine successive).



Figura 32: I "corni" di Vajuga: danni della tempesta Vaia



Figura 33: I "corni" di Vajuga: danni della tempesta Vaia

Ognuna delle superfici è inserita nel programma di **bonifica urgente** a cura della **Comunità Montana di Valle Camonica** ed è stata oggetto di progetto specifica: INTERVENTO 42 e INTERVENTO 43 (cfr. § 2.2;).

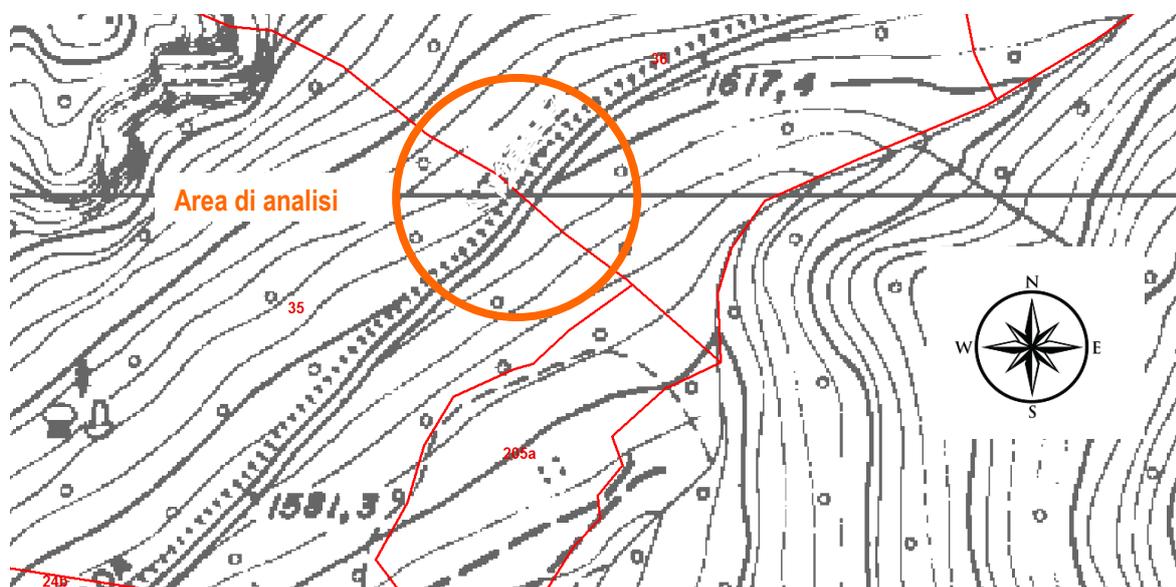


Figura 34: VAJUGA - Aree di studio adiacenti alla S.P. 345

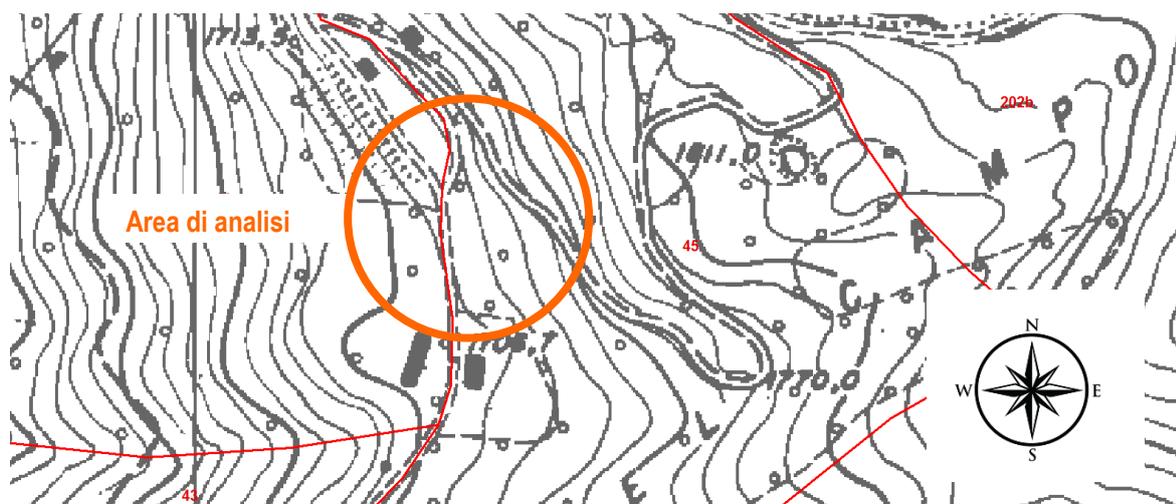


Figura 35: ZUMELLA - Aree di studio adiacenti a Malga Zumella

Per quanto attiene le caratteristiche di massima delle aree colpite, riassumiamo:

1. **esposizione:** SUD SUD-EST *Vajuga*, SUD SUD-OVEST *Zumella*;
2. **quota:** 1.500-1.750 m s.l.m. *Vajuga*, 1.650-1750 m s.l.m. *Zumella*;
3. **matrice del suolo:** silicica (**granodioriti e graniti**) con suoli superficiali e "immaturi" (di chiara derivazione morenica);
4. le condizioni generali dei siti sono tra loro molto simili, ma a *Vajuga* il **suolo** è fortemente condizionato da una maggiore **pendenza media del versante**; in *Zumella* sono invece presenti numerosi massi affioranti (**morene detritiche stabili**), e le minori pendenze hanno favorito e consentito una più organica pedogenesi.

Una prima e immediata osservazione dei siti ha permesso di verificare come a *Vajuga*, sembra essere stato favorito lo **sradicamento** rispetto allo **stroncamento**, mentre in *Zumella*, appare più evidente la tendenza contraria (cfr. § 2.3).



Figura 36: VAJUGA: i suoli superficiali e le maggiori pendenze hanno favorito lo sradicamento di alberi isolati



Figura 37: ZUMELLA: i suoli più profondi e le minori pendenze hanno favorito lo stroncamento rispetto allo sradicamento



Figura 38: VAJUGA: suoli superficiali di tipo A-C; l'abbondante presenza di scheletro e il ridottissimo spessore dell'orizzonte B espongono gli alberi a maggior rischio di sradicamento.



Figura 39: VAJUGA: i suoli superficiali e le maggiori pendenze hanno favorito lo sradicamento di alberi isolati

4.1.1 PAF: il Lariceto naturale della Zumella¹⁸

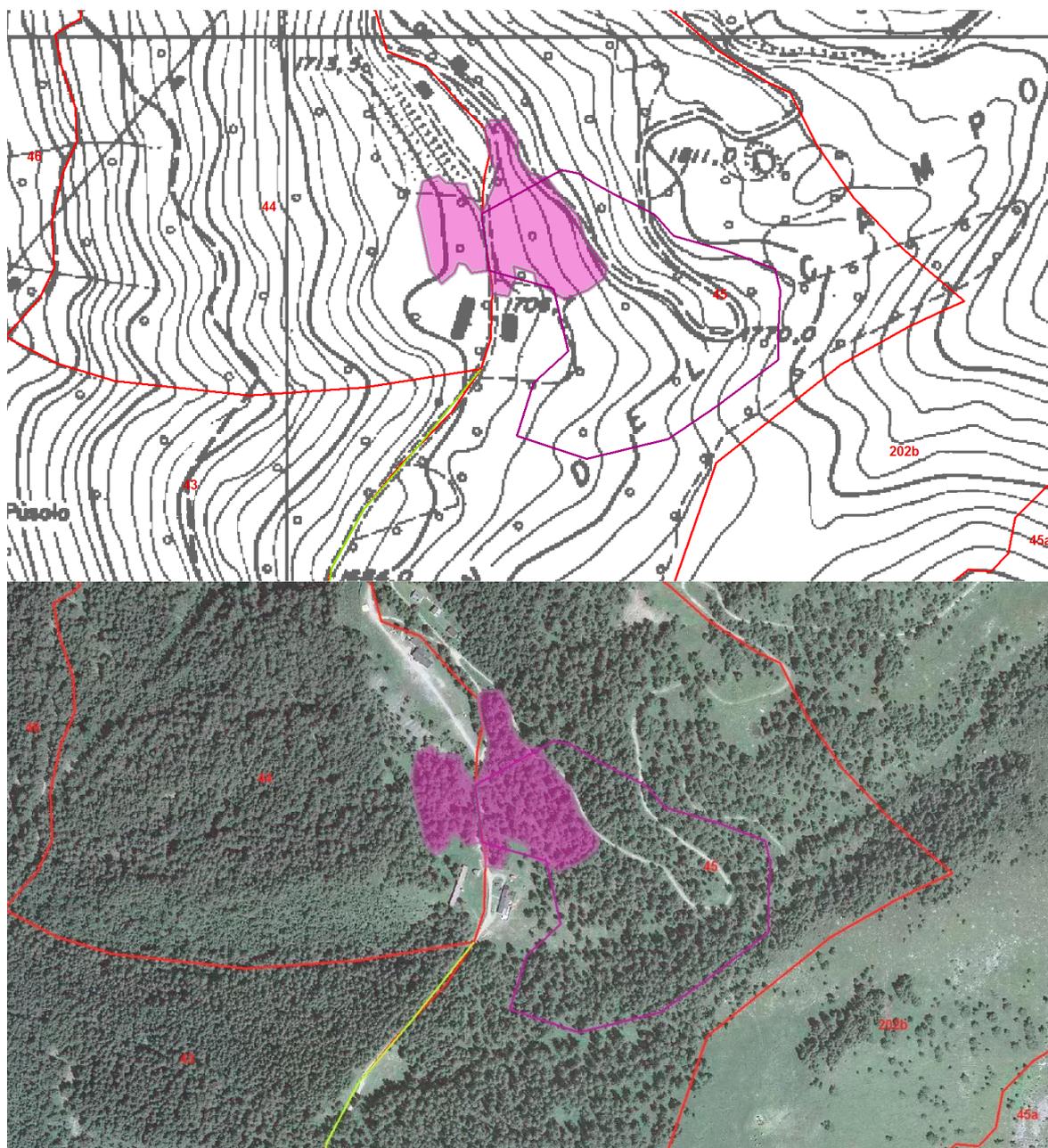


Figura 40: MALGA ZUMELLA: inquadramento cartografico (aree di bonifica; C.T.R. e Ortofotocarta; scala grafica)

Particella forestale n. 44:

Esposizione: ovest

Altitudine: 1470-1730 m s.l.m.

Terreno: mediamente profondo, compatto e asciutto. Superiormente abbondante materiale di risulta derivante dalla costruzione della strada e del canale ENEL. Pendenza sostenuta, in aumento verso la particella n° 46.

Tipologia forestale: *Lariceto Tipico* (a tratti in successione con *pecceta*)

Soprassuolo: lariceto coetaneo in progressiva sostituzione con picea su soprassuolo, un tempo, intensamente pascolato. Attualmente coesistono ampie superfici con folti nuclei di novellame di picea e porzioni di abete rosso e larice maturo. Larice di portamento scadente contorto variamente danneggiato da neve e vento. Abete rosso eccessivamente ramoso,

¹⁸ I dati e le descrizioni particellari sono stati acquisiti dai PAF.

di statura contenuta e con evidenti fenomeni di invecchiamento precoce. Verso le gallerie e la funivia di proprietà dell'ENEL, estese aree occupate da materiale di risulta con singoli alberi per la maggior parte danneggiati alla base della caduta di massi. Al confine con la particella N° 43 versante quasi privo di vegetazione arborea con ontano verde, rododendro, ginepro e singoli gruppi di larice a crescita lenta e stentata. Rinnovazione esclusiva di abete rosso di promettente sviluppo al centro e lungo la vecchia mulattiera che dalla località Pusolo conduce alla Malga. Sottobosco di ontano verde, rododendro, ginepro e graminacee soprattutto verso le costruzioni ENEL.

Piano dei tagli: Taglio a scelta degli individui maturi localizzati prevalentemente al centro della particella. Privilegiare il taglio dei soggetti ostacolanti lo sviluppo della rinnovazione.

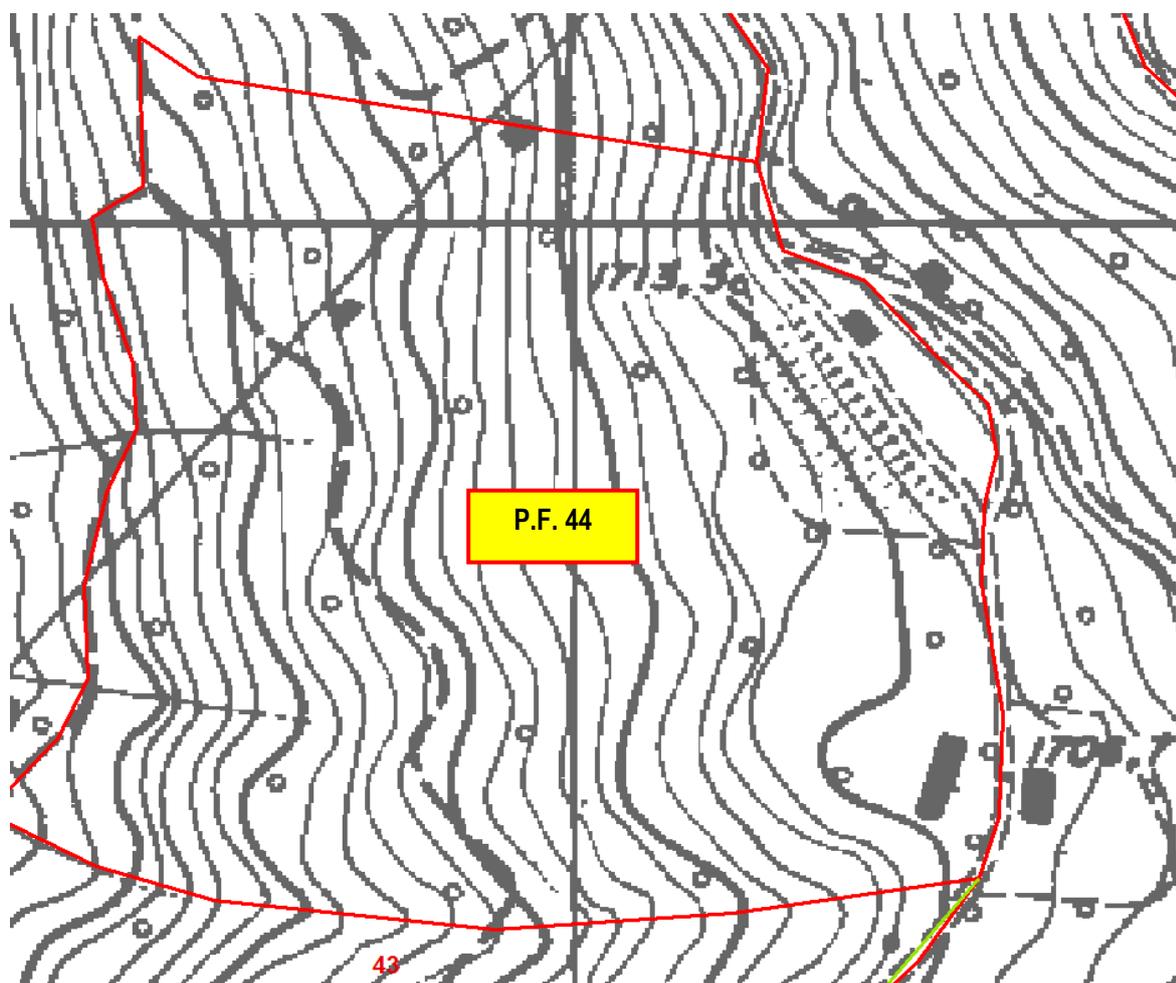
Piano delle migliori: Nessun intervento.

Età media: 100

Fertilità: 7

Composizione stimata: larice 85 - abete rosso 15.

Densità	Altezza	Statura	Diam. Medio	N° piante/ha	Provvigione/ha	Incr. Corr./ha
0.6	15	18			65	1,04



Particella forestale n. 45:

Esposizione: sud-ovest

Altitudine: 1670-1830 m s.l.m.

Terreno: mediamente profondo e asciutto. Compatto e con rocciosità affiorante al centro. Pendenza poco sostenuta, in aumento verso le particelle n°45 a.

Tipologia forestale: Lariceto Tipico

Soprassuolo: Lariceto coetaneo maturo a densità rada tipica dei soprassuoli subalpini. Portamento e aspetto mediocri con doppie punte, fusti storti alla base e cimali secchi variamente danneggiati da neve e da vento. Abbondante copertura erbacea utilizzata dai bovini per tutto il periodo di monticazione della malga limitrofa. Verso il piazzale ENEL e sopra il rifugio Colombè, struttura più irregolare con abete rosso di promettente sviluppo sotto copertura del popolamento di larice.

Superiormente densità in diminuzione con alberi sparsi su suolo intensamente pascolato. Rinnovazione naturale assente anche a causa del pascolo, in aumento solo inferiormente, nelle vicinanze della pozza utilizzata per l'abbeveraggio del bestiame e, nella porzione superiore, a ridosso del piazzale ENEL. Macchie estese di ginepro, rododendro con ontano verde concentrato nelle zone con maggiore partecipazione di abete rosso. Particella che assume particolare rilevanza paesaggistica e turistico ricreativa per la presenza del Rifugio Colombè.

Piano dei tagli: Nessun intervento.

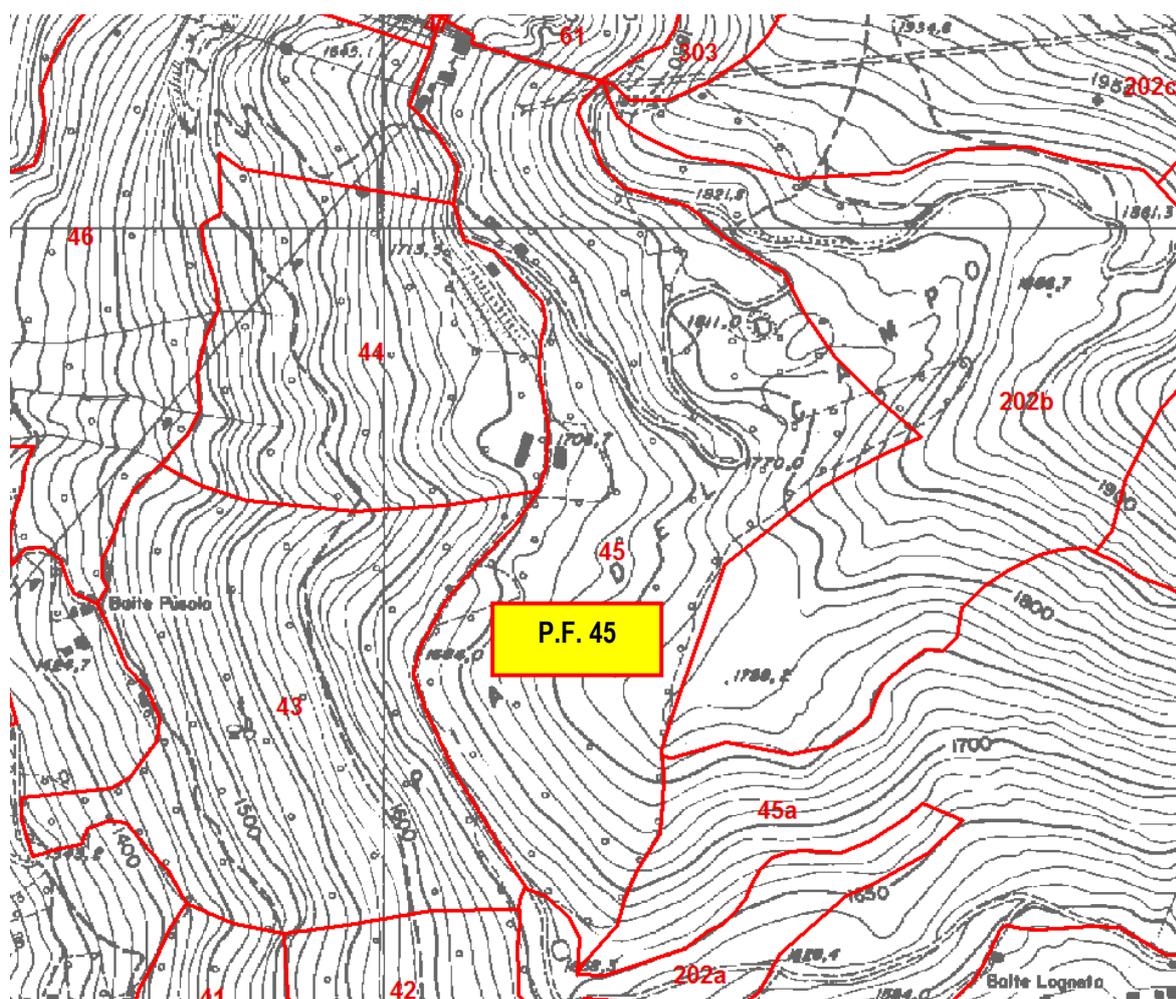
Piano delle migliorie: Nessun intervento.

Età media: 125

Fertilità: 8

Composizione stimata: larice 93 - abete rosso 7.

Densità	Altezza	Statura	Diam. medio	N° piante/ha	Provvigione/ha	Incr. Corr./ha
0.4	20	25			75	1,43



Particella forestale n. 43:

Esposizione: ovest

Altitudine: 1350-1700 m s.l.m.

Terreno: mediamente profondo, più superficiale inferiormente e nel dosso centrale. Mediamente compatto e fresco verso la particella n°44 asciutto altrove. Pietrosità diffusa al centro e in direzione della particella n° 44. Pendenza sostenuta, in diminuzione verso la sezione n° 42.

Tipologia forestale: Lariceto Tipico (a tratti in successione con pecceta)

Soprassuolo: Fustaia irregolare a causa dell'eterogeneità delle caratteristiche di fertilità della stazione e fortemente compromessa dal passaggio del fuoco che ne ha distrutto la porzione centrale e quella confinante con la particella 44. La provvigione si concentra nella parte superiore della particella e in direzione della particella n° 42 dove è presente un bosco coetaneo a netta prevalenza di abete rosso allo stadio di giovane perticaia (o spessina, sfolli con selezione quantitativa) con ampi gruppi maturi e singoli esemplari stramaturi. Portamento e sviluppo da discreti a mediocri, piante alte, rastremate,

con spiccati processi di autopotatura e manifestanti evidenti problemi di stabilità soprattutto nella parte inferiore dove sono presenti schianti e stroncamenti. Superiormente lariceto coetaneo maturo a densità contenuta con abbondante rinnovazione di abete rosso e dense spessine bisognose di urgenti interventi di ripulitura. Portamento e sviluppo in linea con le difficili condizioni stazionali. Nella fascia inferiore che scende tra i privati il soprassuolo è costituito da nocciolo con singoli abeti rossi, pioppo e salicome ai margini dei prati.

Piano dei tagli: Taglio saltuario a gruppi nella porzione inferiore, confinante con la particella n° 42. A causa dell'eccessiva densità la rinnovazione stenta ad affermarsi e sono necessari interventi che aprano moderatamente il soprassuolo.

Piano delle migliorie: intervenire con ripulitura a carico di spessine dense e intristite con abbondante materiale morto in piedi e a terra.

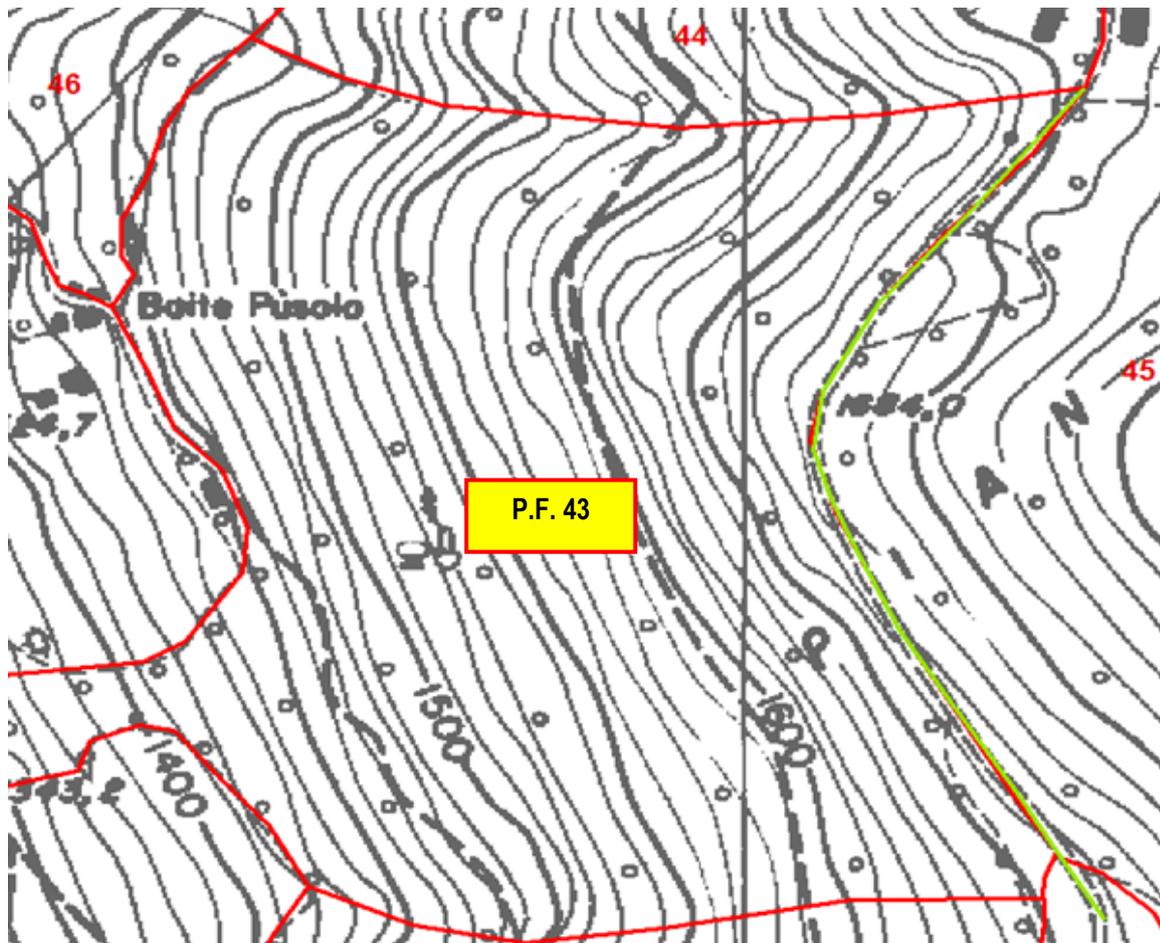
Età media: 91

Fertilità: ns

Composizione: larice 79 - abete rosso 20 - pino silvestre 1.

Densità	Altezza	Statura	Diam. medio	N° piante/ha	Provvigione/ha	Incr. Corr./ha
0,6	24	28	32	313	233	3,52

Specie	Numero piante	Piccole (20-30 cm)	Medie (30-45)	Grosse (>50cm)
Abete rosso	4031	2182	1542	307
Larice	1851	1145	565	141
Pino silvestre	213	213	/	/



4.1.2 PAF: Il Lariceto artificiale di Vajuga

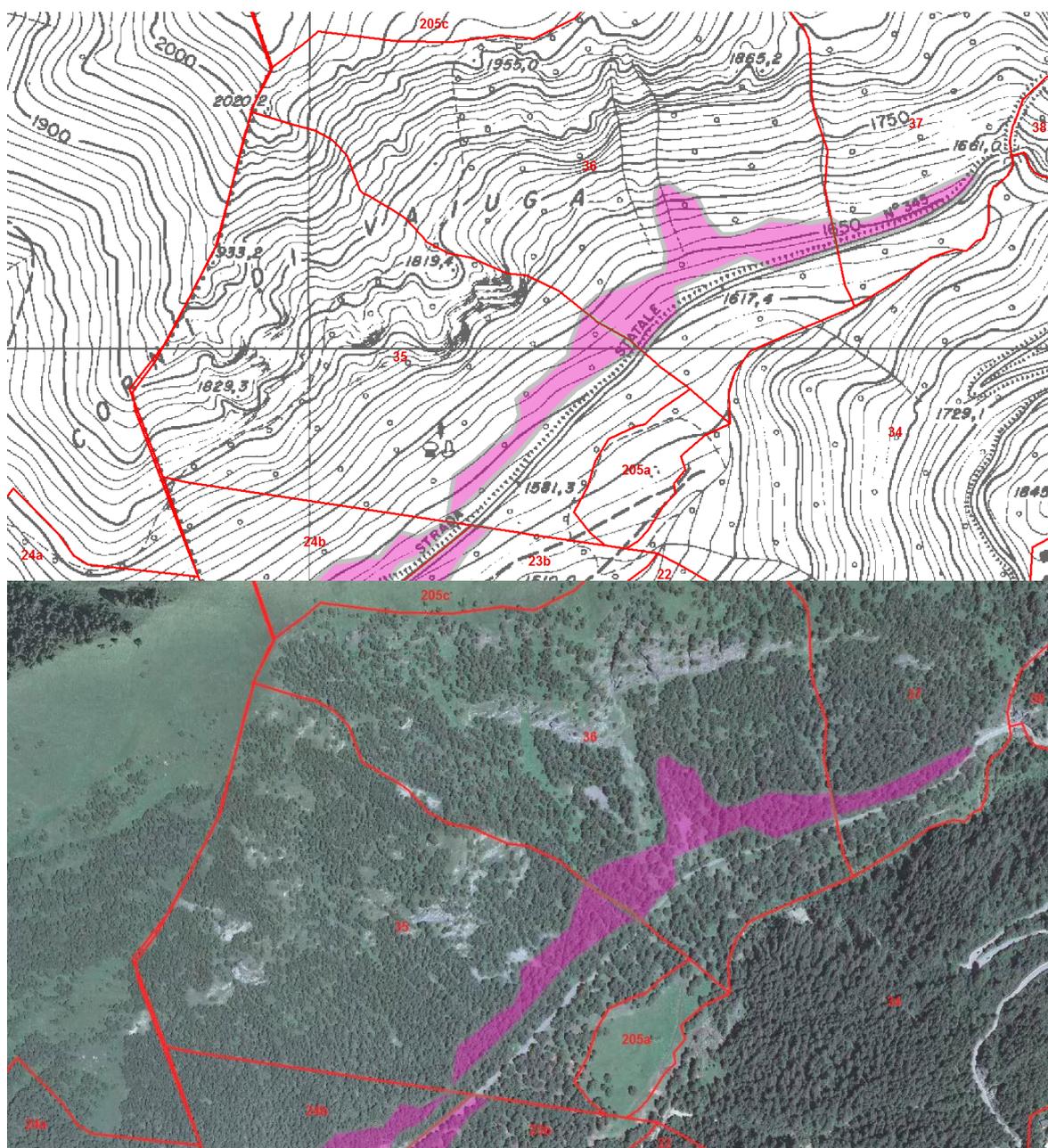


Figura 41: VAJUGA: inquadramento cartografico (Aree di bonifica; C.T.R. e Ortofotocarta; scala grafica)

Particella forestale n. 35:

Esposizione: SUD-EST

Altitudine: 1 520-2 020 m s.l.m.

Roccia madre: Nella parte inferiore della particella detriti di falda, nella parte superiore calcare di Angolo.

Terreno: Da ripido a scosceso, con affioramenti di roccia, molto accidentato. Terreno da poco profondo nella parte inferiore a superficiale nella parte superiore, mediamente fresco.

Tipologia forestale: Lariceto Tipico (a tratti in successione con pecceta)

Soprassuolo: Fustaia di larice associato ad abete rosso, soprattutto alle quote inferiori, pressoché puro nella parte medio alta, con struttura paracoetanea e distribuzione per gruppi più o meno ampi.

Evidenti segni di danneggiamento dei fusti causati sia dal rotolamento di sassi che nella neve sia come precipitazione di fenomeni valanghivi.

Rinnovazione discreta di abete rosso nella parte inferiore della particella.

Piano dei tagli: utilizzazione di singoli soggetti legate alle esigenze del pascolo nella parte inferiore o per la viabilità provinciale.

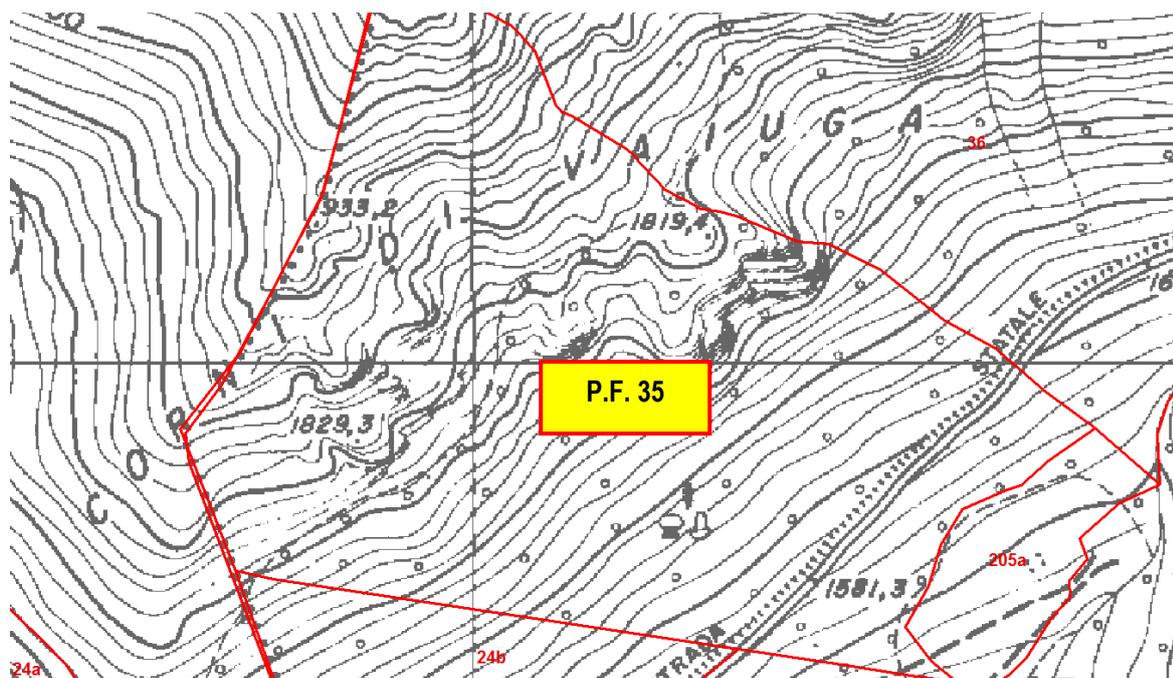
Piano delle miglirie: Intervento di riassetto colturale volto al miglioramento della struttura del popolamento e dell'aspetto turistico, favorendo i soggetti di larice meglio conformati, e allontanando i fenotipi peggiori.

Età media: 84

Fertilità: 8

Composizione: larice 80 - abete rosso 20.

Densità	Altezza	Statura	Diam. medio	N° piante/ha	Provvigione/ha	Incr. Corr./ha
0.65					85	2.2



Particella forestale n. 36

Esposizione: SUD

Altitudine: 1550 - 2040 m s.l.m.

Roccia madre: calcare di Angolo.

Terreno: ripido nella parte inferiore della particella tende a divenire scosceso alzandosi di quota con affioramenti rocciosi. Terreno poco profondo nella parte bassa, superficiale nella parte medio alta, tendenzialmente asciutto su tutta la particella.

Tipologia forestale: *Lariceto Tipico (a tratti in successione con pecceta)*

Soprassuolo: Fustaia di larice con presenza di abete rosso soprattutto nella parte inferiore della particella, con struttura prevalentemente per gruppi che si evidenziano maggiormente nella parte superiore della particella laddove è ancora in corso il lento processo di ricolonizzazione di aree pascolive da parte del bosco. Presenti un po' su tutta la particella vecchie radure pascolive. La densità è variabile in gruppi spesso difficilmente penetrabili. Aree interessate dalla presenza di pino mugo e ontano nella parte inferiore della particella. Copertura erbacea diffusa su quasi tutta la particella e costituita da graminacee

Piano dei tagli: Utilizzazione di singoli soggetti o di piccoli gruppi (2-4) nella parte inferiore della particella.

Piano delle miglirie: intervento di riassetto colturale volto al miglioramento della struttura del popolamento e dell'aspetto turistico, favorendo i soggetti di larice meglio conformati, e allontanando i fenotipi peggiori.

Età media: 95

Fertilità: 8

Composizione: larice 80 - abete rosso 20.

Densità	Altezza	Statura	Diam. medio	N° piante/ha	Provvigione/ha	Incr. Corr./ha
0.65					50	1,0

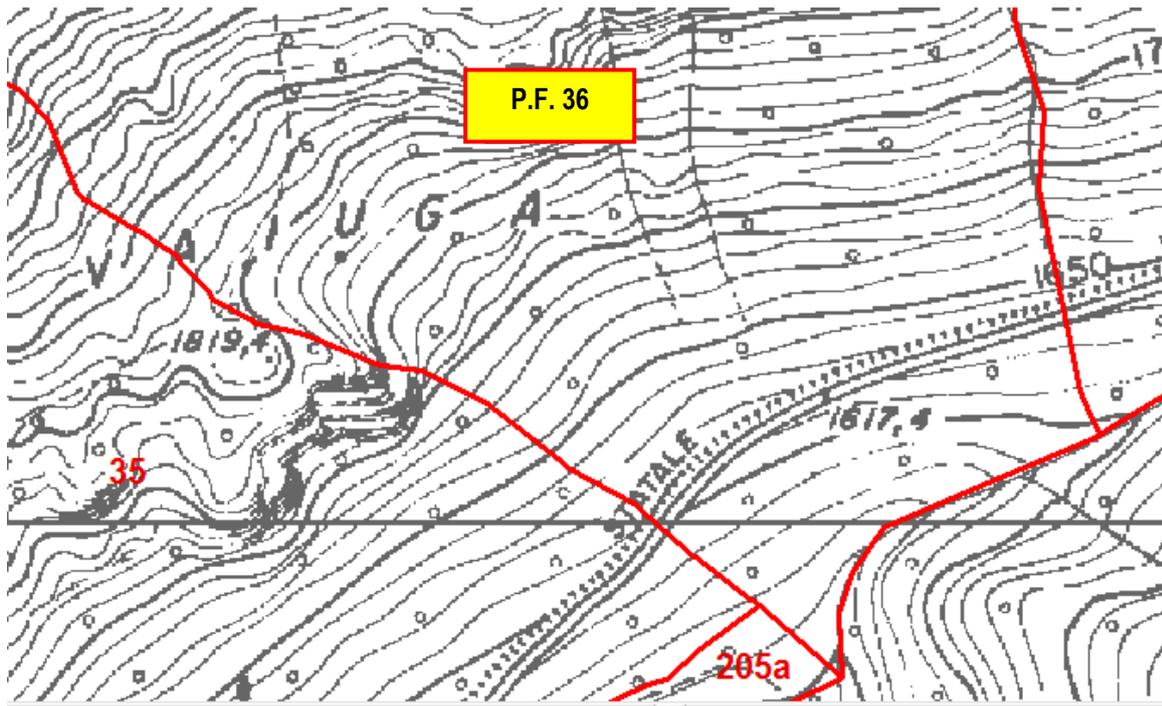


Figura 42: ZUMELLA: lariceto monumentale di Malga Zumella



Figura 43: ZUMELLA: lariceto monumentale di Vajuga

4. 2 RILIEVI DENDROAUXOMETRICI

Durante il riposo vegetativo, rispettivamente il **12 dicembre 2018** per quanto riguarda *Zumella*, e il **14 marzo 2019** per *Vajuga*, in ognuno dei soggetti campione sono stati misurati l'**altezza** (ipsometro) e il **diametro** (circonferenza e doppio diametro)¹⁹; si è inoltre proceduto al rilievo del numero dei fusti, in un raggio di 10 m dai singoli campioni, utile a fornire dati di stima dell'**altezza di "rottura"** (confronto) e della **densità arborea del sito**. In ultima battuta sono stati raccolti **dati generici** di carattere topografico e pedologico (ricavati per osservazione e/o misurazione diretta). I soggetti presi in esame sono stati il frutto di una selezione obbligata all'interno dall'ambiente in cui si trovano poiché erano gli unici raggiungibili al tempo dei primi rilievi vista la presenza di elevate quantità di necromassa a terra (danno da *Vaia*) e di cantieri forestali aperti.

Gli esemplari sono stati numerati e "contrassegnati" con vernice spray di colore rosso seguendo un ordine di numerazione crescente e suddiviso tra le due stazioni oggetto del presente studio (cfr.5.1.1-5.1.2-5.1.3. *Gli alberi campione*). In particolare, in *Zumella* vi è stata un'ulteriore suddivisione tra i larici che si trovano nei pressi della malga e quelli presenti sulla strada di accesso alla stessa.

Ulteriori dati sono stati infine acquisiti dagli alberi sani: altezza, diametro, distribuzione, lunghezza e stato di salute dei rami. Si è ritenuto, infatti, opportuno disporre di **dati di confronto** utili alla verifica di un eventuale correlazione tra lo "status" dei singoli alberi sani e la relativa resistenza alla stroncatura.

Complessivamente sono stati misurati **52 larici stroncati** e **68 larici sani**:

- *Malga Zumella* (sotto strada): **9 alberi stroncati** e **18 alberi sani**
- *Malga Zumella* (sopra strada): **14 alberi** e **42 alberi sani**
- Strada di accesso a *Malga Zumella* (sotto strada): **19 alberi stroncati**
- *Vajuga*: **10 alberi stroncati** e **8 alberi sani**

A **ripresa vegetativa avanzata** si è proceduto all'analisi di dettaglio dello **status fisiologico** degli alberi.

In primis si è semplicemente osservata la "**Risposta vegetativa - RsV**" alla stroncatura: l'assenza di procedure di riferimento già testate in altre sedi, ha suggerito di riassumere le osservazioni mediante punteggio: 1-nessuna ripresa (morte); 2-ripresa senza macro-brachiblasti; 3- ripresa vegetativa con brachi-macroblasti e con rami epicormici; 4-alberi svettati e/o rotti parzialmente subito riattivatisi.

Successivamente si è osservata (mediante binocolo per gli alberi più alti, e con scala componibile in quelli più accessibili), la "**Ripresa vegetativa - RpV**", intesa come attività di **ramificazione in atto**, sia dei **rami epicormici**, ma altresì in riferimento all'attivazione dei **brachiblasti** e alla produzione e/o conversione degli stessi in **macroblasti**:

- numero di rami vivi pregressi,
- numero di rami auto-potati pregressi,
- numero di rami persi dopo *Vaia* e rami nuovi.

All'interno delle due stazioni sono state raccolte, oltre ai dati precedentemente descritti, anche misure complementari, utili a identificare possibili correlazioni tra capacità di ripresa e caratteristiche della stazione, e sono:

- **Pendenza**: misura con triplometro.
- **Substrato**: condizioni generali del terreno rispetto all'apparato radicale (*buono* - per terreni comunque profondi e pendenze non troppo elevate, *medio* e *insufficiente* - per pendenza elevate, terreni poco evoluti e segni evidenti di sifonamento a valle del colletto).

¹⁹ Non sono stati effettuati rilievi auxometrici ritenendo sconsigliabile l'uso di succhiello di *Pressler* su alberi in oggettive difficili condizioni. Certamente, per un eventuale prosieguo delle analisi, può essere suggerita l'analisi delle cerchie annuali al fine di verificare la reale e complessiva "risposta" fisiologica dell'albero (blocco e ripresa incrementale).

- **Esposizione:** SUD-SUD/OVEST o SUD-SUD/EST.

Inoltre, per valutare la capacità di risposta meccanica in base al livello di "naturalità" dei singoli alberi (lariceti artificiali e lariceti naturali), è stato preso in considerazione il **grado di ellitticità** dei fusti, inteso come semplice rapporto tra i due diametri. Più il parametro è vicino a "1":

- più la sezione del fusto è considerata omogenea;
- minore è la presenza di **legno di compressione**;
- più è ordinata la resistenza a sollecitazione diretta.

All'interno dei risultati quest'ultimo dato è confrontato con il "**rapporto di stroncatura**", calcolato come rapporto tra l'**altezza del moncone rimasto** e l'**altezza totale stimata** dell'albero prima della stroncatura, e con il punteggio assegnato per la ripresa degli alberi.



Figura 44: BRENO: aree di Vajuga escluse dal PROGETTO LIFE del 2012 colpite da danno totale

In particolare, le misure raccolte sono distinte tra larici sani e larici stroncati, nei primi si sono raccolti i seguenti dati:

- **Numero:** numero d'ordine dei singoli larici identificati con vernice spray rossa.
- **Circonferenza:** misurata con bindella a 1,3 m dal colletto.
- **Diametro misurato:** media del doppio diametro misurato con cavalletto dendrometrico a 1,3 m dal colletto.
- **Altezza attuale:** misurata con "ipsometro".
- **Rami:** distinguendo la distribuzione dei rami sul fusto, la lunghezza (*lunghi-normali-corti*) e lo stato fisiologico generale.



Figura 45:: ZUMELLA: alberi sani superstiti a Vaia nel Prato a larice

Per quanto riguarda gli alberi stroncati, al contrario, visto che su questi era incentrato lo studio, i dati sono più ricchi ed elaborati:

Dati misurati:

- **Numero:** numero d'ordine dei singoli larici con vernice spray rossa.
- **Circonferenza:** misurata con bindella a 1,3 m dal colletto.
- **Diametro misurato:** media del doppio diametro misurato con cavalletto dendrometrico a 1,3 m dal colletto.
- **Diametro calcolato dalla circonferenza:** inteso il fusto esattamente circolare.
- **Coefficiente di omogeneità:** rapporto tra i diametri misurati; consente di evidenziare il **grado di omogeneità** della sezione rispetto al "cerchio" (più si scosta dal valore 1, più il fusto ha sezione irregolare)
- **Altezza degli alberi adiacenti:** misurata con ipsometro e con "metro laser".
- **Diametro degli alberi adiacenti:** misurato con cavalletto dendrometrico (media del doppio diametro).
- **Altezza attuale dell'albero stroncato:** misurata con "ipsometro".



Figura 46: ZUMELLA: rilievi diretti della circonferenza con bindella metrica

Dati osservati:

- **Rami vivi prima di Vaia:** tutti i rami vivi ancora inseriti sul moncone rimasto.
- **Rami_auto-potati_pregressi:** quelli già morti prima di Vaia per auto-potatura o regressione vegetativa pregressa.
- **Rami_persi_dopo_Vaia:** Differenza tra rami vivi prima di Vaia e dopo.
- **Rami_nuovi:** attivatisi in questa stagione vegetativa da gemme avventizie.
- **Attivazione_di_brachiblasti:** verifica della presenza di macroblasti originatisi dai brachiblasti (il dato è stato semplificato in: buona-media-insufficiente).



Figura 47: VAJUGA: attivazione di macroblasti partendo dai brachiblasti su rami pregressi

Per quanto attiene le misure complementari i dati raccolti coincidono sia per i larici stroncati che per quelli sani, trovandosi entrambi all'interno dello stesso areale e si esplicitano, come già anticipato precedentemente, in pendenza, esposizione e substrato.

4. 3 INTERVENTI PRECEDENTI

Nell'estate 2012 entrambi i siti sono stati oggetto di un intervento colturale finanziato nell'ambito di un **PROGETTO LIFE**, che ha inteso perseguire la **valorizzazione paesaggistica** di numerosi soprassuoli del larice della Valle Camonica: miglioramento del **Pascolo arborato** e dei **Larici di importanza storica**.

I lavori sono stati mossi dalle seguenti **Criticità**:

- **CURE COLTURALI**. Ridurre la monostratificazione del soprassuolo da parte dell'abete a scapito di specie principali come il larice (*Larix decidua*), e specie secondarie come la betulla (*Betula pendula*), il sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia*), il salicene (*Salix caprea*) e il ginepro (*Juniperus communis*).
- **BIODIVERSITÀ**. Ridurre la banalizzazione quali-quantitativa del contingente floristico.
- **CONTROLLO FITOSANITARIO**. Verificare la presenza di **insetti dannosi** (*Ips typographus* e *Ips acuminatus*).
- **PASCOLO ARBORATO**. Valorizzare i cosiddetti **Prati a larice** (paesaggio tradizionale alpestre).
- **APERTURA DI CONI OTTICI DI PERCEZIONE DEL PAESAGGIO**. Verificare la possibilità di apertura di punti ad **elevato valore panoramico**.

Gli interventi effettuati rientrano nelle ordinarie **cure colturali** e **diradamenti** (bassi, misti e alti):

- **TAGLIO ORDINARIO**. **Taglio di curazione** per favorire gli alberi migliori e allo stesso tempo una maggiore diversificazione del biospazio disponibile (apertura di radure per la fauna selvatica, valorizzazione di "prati a larice", valorizzazione degli alberi più adatti al contenimento dei distacchi nevosi e più resistenti al vento).
- **ALBERI CONSOLIDANTI E SPECIE DI PREGIO**. Valorizzazione delle specie consolidanti e di pregio naturalistico-paesaggistico (larice, sorbo degli uccellatori, maggiociondolo e salicene).
- **ARBUSTETI STABILI DI PINO MUGO, ONTANO VERDE E NOCCIOLO**. L'elasticità meccanica degli arbusteti altimontani li rende particolarmente adatti a scopi idrogeologici e faunistici (rifugio e nidificazione).
- **VALORIZZAZIONE DEGLI ALBERI MONUMENTALI E INTERVENTI A FAVORE DELLA FAUNA SELVATICA**:
 1. riordino forestale di soprassuoli densi e monospecifici di **abete rosso** (favorendo il bosco multiplano);
 2. valorizzazione delle **piante monumentali** (soprattutto se ramosi e policormiche; "piante di canto") e delle **radure** ("arene di canto");
 3. tutela di pozze e dei punti d'acqua per l'abbeverata degli animali.

Nonostante gli ottimi risultati ottenuti, le condizioni generali dei siti hanno richiesto tempi di assorbimento dello shock da taglio che non sono stati sufficienti soprattutto in riferimento alla variabile *Vaia* e alla sua eccezionalità. Appare opportuno specificare che i soprassuoli adiacenti, non oggetto di intervento, hanno subito danno forestale primario pressoché totale (80-90%) proprio perché all'azione del vento s'è sommata l'azione meccanica di grossi abeti rossi che cadendo hanno coinvolto anche alberi che avrebbero potuto sopportare *Vaia*.



Figura 48: VAIUGA: danno totale nel Lariceto in successione con pecceta



Figura 49: ZUMELLA: danno parziale nel Prato a larice



Figura 50: ZUMELLA: individuazione degli alberi da rilasciare per interventi di valorizzazione del Prato a larice



Figura 51: VAJUGA: individuazione degli alberi da rilasciare per interventi di valorizzazione del Prato a larice

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

5.1 GLI ALBERI "CAMPIONE": DATI TABELLARI PRINCIPALI

5.1.1 VAJUGA

Albero 1:



Numero: 1
Circonferenza: 127 cm
Diametro calcolato: 40 cm
Diametro misurato: 36-42 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.85
Rami vivi prima di Vaia: 42
Rami autopotati pregressi: 4
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi: 0
Attivazione di brachiblasti: scarsa o nulla
Pendenza: 84%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD-EST
Statura alberi adiacenti: 14 m
H attuale: 8 m

Albero 2:



Numero: 2
Circonferenza: 157 cm
Diametro calcolato: 50 cm
Diametro misurato: 50-48 cm
Coefficiente di omogeneità: 1.04
Rami vivi prima di Vaia: 32
Rami autopotati pregressi: 8
Rami persi dopo Vaia: 3
Rami nuovi (epicormici): 20
Attivazione di brachiblasti: medio-buona
Pendenza: 70%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD-EST
Statura alberi adiacenti: 22 m
H attuale: 14 m

Albero 3:



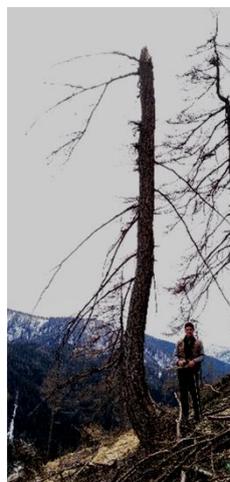
Numero: 3
Circonferenza: 166
Diametro calcolato: 53
Diametro misurato: 53-51
Coefficiente di omogeneità: 1.04
Rami vivi prima di Vaia: 10
Rami autopotati pregressi: 5
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi: 0
Attivazione di brachiblasti: medio-buona
Pendenza: 70%
Substrato: medio
Esposizione: SUD-EST
Statura alberi adiacenti: 18 m
H attuale: 14 m

Albero 4:



Numero: 4
Circonferenza: 140 cm
Diametro calcolato: 45 cm
Diametro misurato: 44-43 cm
Coefficiente di omogeneità: 1.02
Rami vivi prima di Vaia: 4
Rami autopotati pregressi: 8
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: media
Pendenza: 70%
Substrato: medio
Esposizione: SUD-EST
Statura alberi adiacenti: 18 m
H attuale: 9 m

Albero 6:



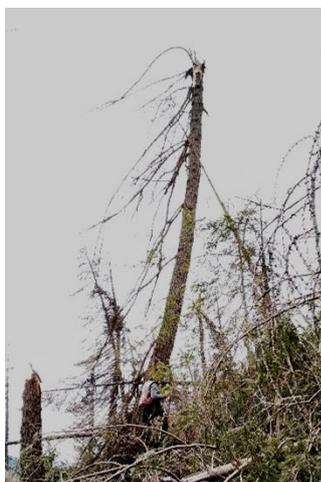
Numero: 6
Circonferenza: 157 cm
Diametro calcolato: 50 cm
Diametro misurato: 45-44 cm
Coefficiente di omogeneità: 1.02
Rami vivi prima di Vaia: 4
Rami autopotati pregressi: 3
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: spiccata
Pendenza: 65%
Substrato: medio
Esposizione: SUD-EST
Statura alberi adiacenti: 18 m
H attuale: 7 m

Albero 7:



Numero: 7
Circonferenza: 148 cm
Diametro calcolato: 50 cm
Diametro misurato: 50-48 cm
Coefficiente di omogeneità: 1,04
Rami vivi prima di Vaia: 26
Rami autopotati pregressi: 10
Rami persi dopo Vaia: 4
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: spiccata
Pendenza: 65%
Substrato: buono
Esposizione: SUD-EST
Statura alberi adiacenti: 18 m
H attuale: 9 m

Albero 9:



Numero: 9
Circonferenza: 148 cm
Diametro calcolato: 50 cm
Diametro misurato: 47-48 cm
Coefficiente di omogeneità: 0,97
Rami vivi prima di Vaia: 4
Rami autopotati pregressi: 1
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 7
Attivazione di brachiblasti: scarsa
Pendenza: 72%
Substrato: buono
Esposizione: SUD-EST
Statura alberi adiacenti: 20 m
H attuale: 12 m

Albero 10:



Numero: 10
Circonferenza: 148 cm
Diametro calcolato: 50 cm
Diametro misurato: 44-48 cm
Coefficiente di omogeneità: 0,92
Rami vivi prima di Vaia: 0
Rami autopotati pregressi: 10
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: medio-buona
Pendenza: 72%
Substrato: buono
Esposizione: SUD-EST
Statura alberi adiacenti: 20 m
H attuale: 4 m

Albero 11:



Numero: 11
Circonferenza: 100 cm
Diametro calcolato: 32 cm
Diametro misurato: 31-33 cm
Coefficiente di omogeneità: 0,94
Rami vivi prima di Vaia: 2
Rami autopotati progressi: 18
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 3
Attivazione di brachiblasti: medio-buona
Pendenza: 67%
Substrato: buono
Esposizione: SUD-EST
Statura alberi adiacenti: 24 m
H attuale: 5 m

Albero 17:



Numero: 17
Circonferenza: 129 cm
Diametro calcolato: 41 cm
Diametro misurato: 51-55 cm
Coefficiente di omogeneità: 0,93
Rami vivi prima di Vaia: 6
Rami autopotati progressi: 4
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: spiccata
Pendenza: 70%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD-EST
Statura alberi adiacenti: 18 m
H attuale: 10 m

5.1.2 MALGA ZUMELLA

Albero 1:



Numero: 1
Circonferenza: 144 cm
Diametro calcolato: 46 cm
Diametro misurato: 45-49cm
Coefficiente di omogeneità: 0,92
Rami vivi prima di Vaia: 1
Rami autopotati progressi: 6
Rami persi dopo Vaia: 1
Rami nuovi (epicormici): 1
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 29,5%
Substrato: medio
Esposizione: OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 4 m

Albero 2:



Numero: 2
Circonferenza: 123 cm
Diametro calcolato: 39 cm
Diametro misurato: 41-37 cm
Coefficiente di omogeneità: 1.11
Rami vivi prima di Vaia: 9
Rami autopotati progressi: 2
Rami persi dopo Vaia: 1
Rami nuovi (epicormici): 1
Attivazione di brachiblasti: scarsa
Pendenza: 29,5%
Substrato: medio
Esposizione: OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 6 m

Albero 3:



Numero: 3
Circonferenza: 118 cm
Diametro calcolato: 38 cm
Diametro misurato: 35-35m
Coefficiente di omogeneità:
Rami vivi prima di Vaia: 23
Rami autopotati progressi: 4
Rami persi dopo Vaia: 4
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: media
Pendenza: 33,9%
Substrato: medio
Esposizione: OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 8 m

Albero 4:



Numero: 4
Circonferenza: 178 cm
Diametro calcolato: 57 cm
Diametro misurato: 55-55 cm
Coefficiente di omogeneità: 1
Rami vivi prima di Vaia: 1
Rami autopotati progressi: 4
Rami persi dopo Vaia: 1
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 33,90%
Substrato: medio
Esposizione: OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 9 m

Albero 5:



Numero: 5
Circonferenza: 152 cm
Diametro calcolato: 48 cm
Diametro misurato: 48-47 m
Coefficiente di omogeneità: 1.02
Rami vivi prima di Vaia: 23
Rami autopotati progressi: 3
Rami persi dopo Vaia: 14
Rami nuovi (epicormici): scarsa
Attivazione di brachiblasti: scarsa
Pendenza: 33,9%
Substrato: medio
Esposizione: OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 8 m

Albero 6:



Numero: 6
Circonferenza: 140 cm
Diametro calcolato: 45 cm
Diametro misurato: 41-43 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.953
Rami vivi prima di Vaia: 0
Rami autopotati progressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 33.9%
Substrato: medio
Esposizione: OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 7 m

Albero 7:



Numero: 7
Circonferenza: 161 cm
Diametro calcolato: 51 cm
Diametro misurato: 47-48 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.979
Rami vivi prima di Vaia: 5
Rami autopotati progressi: 1
Rami persi dopo Vaia: 3
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 33.9%
Substrato: medio
Esposizione: OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m

H attuale: 6 m

Albero 8:



Numero: 8
Circonferenza: 164 cm
Diametro calcolato: 52 cm
Diametro misurato: 49-52cm
Coefficiente di omogeneità: 0.94
Rami vivi prima di Vaia: 6
Rami autopotati progressi: 7
Rami persi dopo Vaia: 4
Rami nuovi (epicormici): 2
Attivazione di brachiblasti: scarsa
Pendenza: 33.9%
Substrato: medio
Esposizione: OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 10 m

Albero 9:



Numero: 9
Circonferenza: 184 cm
Diametro calcolato: 59 cm
Diametro misurato: 54-59 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.92
Rami vivi prima di Vaia: 16
Rami autopotati progressi: 3
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 7
Attivazione di brachiblasti: media
Pendenza: 10%
Substrato: medio-buono
Esposizione: OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 16 m

Albero 10:



Numero: 10
Circonferenza: 157 cm
Diametro calcolato: 50 cm
Diametro misurato: 46-49 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.94
Rami vivi prima di Vaia: 12
Rami autopotati progressi: 1
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 4
Attivazione di brachiblasti: media
Pendenza: 29%
Substrato: medio
Esposizione: OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 7 m

Albero 11:



Numero: 11
Circonferenza: 155 cm
Diametro calcolato: 49 cm
Diametro misurato: 48-50 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.96
Rami vivi prima di Vaia: 9
Rami autopotati progressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: scarsa
Pendenza: 29%
Substrato: medio
Esposizione: OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 8 m

Albero 12:



Numero: 12
Circonferenza: 118 cm
Diametro calcolato: 38 cm
Diametro misurato: 36-38 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.95
Rami vivi prima di Vaia: 3
Rami autopotati progressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 2
Attivazione di brachiblasti: buona
Pendenza: 29%
Substrato: medio
Esposizione: SUD-OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 5 m

Albero 13:



Numero: 13
Circonferenza: 124 cm
Diametro calcolato: 39 cm
Diametro misurato: 40-38cm
Coefficiente di omogeneità: 1.05
Rami vivi prima di Vaia: 6
Rami autopotati progressi: 4
Rami persi dopo Vaia: 2
Rami nuovi (epicormici): 2
Attivazione di brachiblasti: media
Pendenza: 29%
Substrato: medio
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 6 m

Albero 14



Numero: 14
Circonferenza: 132 cm
Diametro calcolato: 42 cm
Diametro misurato: 39-36cm
Coefficiente di omogeneità: 1.08
Rami vivi prima di Vaia: 6
Rami autopotati pregressi: 2
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: media
Pendenza: 29%
Substrato: medio
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 6 m

Albero 15:



Numero: 15
Circonferenza: 132 cm
Diametro calcolato: 42 cm
Diametro misurato: 40-43 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.93
Rami vivi prima di Vaia: 25
Rami autopotati pregressi: nn
Rami persi dopo Vaia: nn
Rami nuovi (epicormici): nn
Attivazione di brachiblasti: buona
Pendenza: 56%
Substrato: medio
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 9 m

Albero 16:



Numero: 16
Circonferenza: 143 cm
Diametro calcolato: 46 cm
Diametro misurato: 45-47 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.96
Rami vivi prima di Vaia: 25
Rami autopotati pregressi: 6
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: media
Pendenza: 56%
Substrato: medio
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 11 m

Albero 17:



Numero: 17
Circonferenza: 140 cm
Diametro calcolato: 45 cm
Diametro misurato: 44-42 cm
Coefficiente di omogeneità: 1,05
Rami vivi prima di Vaia: 3
Rami autopotati pregressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 3
Rami nuovi (epicormici): 1
Attivazione di brachiblasti: spiccata
Pendenza: 56%
Substrato: medio
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 4 m

Albero 18:



Numero: 18
Circonferenza: 170 cm
Diametro calcolato: 54 cm
Diametro misurato: 44-43 cm
Coefficiente di omogeneità: 1.02
Rami vivi prima di Vaia: 4
Rami autopotati pregressi: 2
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: buona
Pendenza: 56%
Substrato: medio
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 8 m

Albero 19:



Numero: 19
Circonferenza: 107 cm
Diametro calcolato: 34 cm
Diametro misurato: 31-34 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.91
Rami vivi prima di Vaia: 9
Rami autopotati pregressi: 4
Rami persi dopo Vaia: 9
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 56%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD- OVEST

Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 6 m

Albero 20:



Numero: 20
Circonferenza: 114 cm
Diametro calcolato: 36 cm
Diametro misurato: 36-30 cm
Coefficiente di omogeneità: 1.20
Rami vivi prima di Vaia: 14
Rami autopotati pregressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 14
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 56%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 8 m

Albero 21:



Numero: 21
Circonferenza: 144 cm
Diametro calcolato: 46 cm
Diametro misurato: 36-43 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.89
Rami vivi prima di Vaia: 0
Rami autopotati pregressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 56%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 3 m

Albero 22:



Numero: 22
Circonferenza: 200 cm
Diametro calcolato: 64 cm
Diametro misurato: 57-60 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.95
Rami vivi prima di Vaia: 27
Rami autopotati pregressi: 4
Rami persi dopo Vaia: 3
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: scarsa
Pendenza: 24%
Substrato: medio

Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 7 m

Albero 23:



Numero: 23
Circonferenza: 130 cm
Diametro calcolato: 41 cm
Diametro misurato: 44-39 cm
Coefficiente di omogeneità: 1,13
Rami vivi prima di Vaia: 24
Rami autopotati progressi: 6
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): nn
Attivazione di brachiblasti: media
Pendenza: 24%
Substrato: medio
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 11 m
H attuale: 12 m

5.1.3 STRADA DI SERVIZIO DI MALGA ZUMELLA

Albero 1:



Numero: 1
Circonferenza: 141 cm
Diametro calcolato: 45 cm
Diametro misurato: 47-47 cm
Coefficiente di omogeneità: 1
Rami vivi prima di Vaia: 3
Rami autopotati progressi: 2
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 114%
Substrato: medio
Esposizione: SUD-OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 10 m

Albero 2:



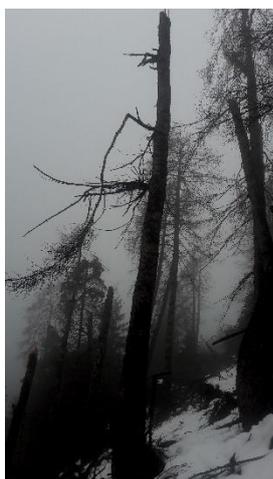
Numero: 2
Circonferenza: 173 cm
Diametro calcolato: 55 cm
Diametro misurato: 55-55 cm
Coefficiente di omogeneità: 1
Rami vivi prima di Vaia: 14
Rami autopotati progressi: 2
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: scarsa
Pendenza: 114%
Substrato: medio
Esposizione: SUD-OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 12,5 m

Albero 3:



Numero: 3
Circonferenza: 141 cm
Diametro calcolato: 45 cm
Diametro misurato: 45-44 cm
Coefficiente di omogeneità: 1.02
Rami vivi prima di Vaia: 2
Rami autopotati progressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 114%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD-OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 10 m

Albero 4:



Numero: 4
Circonferenza: 126 cm
Diametro calcolato: 40 cm
Diametro misurato: 43-43 cm
Coefficiente di omogeneità: 1
Rami vivi prima di Vaia: 2
Rami autopotati progressi: 3
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 114%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD-OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 6 m

Albero 5:



Numero: 5
Circonferenza: 126 cm
Diametro calcolato: 40 cm
Diametro misurato: 43-40 cm
Coefficiente di omogeneità: 1.08
Rami vivi prima di Vaia: 2
Rami autopotati progressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 1
Attivazione di brachiblasti: spiccata
Pendenza: 114%
Substrato: medio
Esposizione: SUD-OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 9 m

Albero 6:



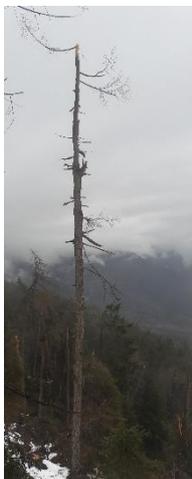
Numero: 6
Circonferenza: 110 cm
Diametro calcolato: 35 cm
Diametro misurato: 32-35 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.94
Rami vivi prima di Vaia: 10
Rami autopotati progressi: 4
Rami persi dopo Vaia: 10
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 114%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD-OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 10 m

Albero 7:



Numero: 7
Circonferenza: 110 cm
Diametro calcolato: 35 cm
Diametro misurato: 37-38 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.97
Rami vivi prima di Vaia: 9
Rami autopotati progressi: 3
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 1
Attivazione di brachiblasti: media
Pendenza: 114%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD-OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 8,5 m

Albero 8:



Numero: 8
Circonferenza: 141 cm
Diametro calcolato: 45 cm
Diametro misurato: 44-43 cm
Coefficiente di omogeneità: 1,02
Rami vivi prima di Vaia: 4
Rami autopotati progressi: 2
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 1
Attivazione di brachiblasti: buona
Pendenza: 29,5 %
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD-OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 29,5 m

Albero 9:



Numero: 9
Circonferenza: 157 cm
Diametro calcolato: 50 cm
Diametro misurato: 48-47cm
Coefficiente di omogeneità: 1,02
Rami vivi prima di Vaia: 8
Rami autopotati progressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 2
Attivazione di brachiblasti: buona
Pendenza: 60%
Substrato: buono
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 9 m

Albero 10:



Numero: 10
Circonferenza: 110 cm
Diametro calcolato: 35 cm
Diametro misurato: 36-38 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.95
Rami vivi prima di Vaia: 3
Rami autopotati progressi: 1
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: buona
Pendenza: 50%
Substrato: medio
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 11 m

Albero 11:



Numero: 11
Circonferenza: 141 cm
Diametro calcolato: 45 cm
Diametro misurato: 45-42 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.95
Rami vivi prima di Vaia: 3
Rami autopotati progressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 2
Attivazione di brachiblasti: spiccata
Pendenza: 50%
Substrato: medio
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m

H attuale: 14 m

Albero 12:



Numero: 12
Circonferenza: 141 cm
Diametro calcolato: 45 cm
Diametro misurato: 44-43 cm
Coefficiente di omogeneità: 1.02
Rami vivi prima di Vaia: 4
Rami autopotati progressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 4
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 50%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 6,6 m

Albero 13:



Numero: 13
Circonferenza: 157 cm
Diametro calcolato: 50 cm
Diametro misurato: 52-54 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.96
Rami vivi prima di Vaia: 5
Rami autopotati progressi: 1
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: media
Pendenza: 44,6%
Substrato: media
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 11 m

Albero 14:



Numero: 14
Circonferenza: 110 cm
Diametro calcolato: 35 cm
Diametro misurato: 33-33 cm
Coefficiente di omogeneità: 1
Rami vivi prima di Vaia: 3
Rami autopotati progressi: 3
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 2
Attivazione di brachiblasti: spiccata
Pendenza: 44%
Substrato: medio

Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 5,5 m

Albero 15:



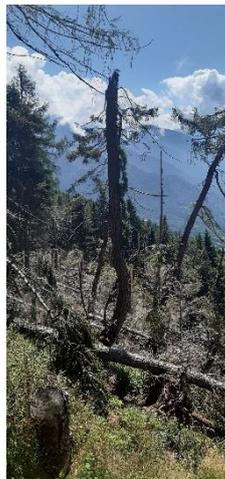
Numero: 15
Circonferenza: 157 cm
Diametro calcolato: 50 cm
Diametro misurato: 52-51 cm
Coefficiente di omogeneità: 1,02
Rami vivi prima di Vaia: 0
Rami autopotati progressi: 0
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 70%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD-OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 9 m

Albero 16:



Numero: 16
Circonferenza: 141 cm
Diametro calcolato: 45 cm
Diametro misurato: 45-45 cm
Coefficiente di omogeneità: 1
Rami vivi prima di Vaia: 11
Rami autopotati progressi: 5
Rami persi dopo Vaia: 8
Rami nuovi (epicormici): 4
Attivazione di brachiblasti: buona
Pendenza: 44%
Substrato: buono
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 5,5 m

Albero 17:



Numero: 17
Circonferenza: 157 cm
Diametro calcolato: 50 cm
Diametro misurato: 49-51 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.96
Rami vivi prima di Vaia: 11
Rami autopotati progressi: 2
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 1
Attivazione di brachiblasti: spiccata
Pendenza: 44%
Substrato: medio

Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 13 m

Albero 18:



Numero: 18
Circonferenza: 126 cm
Diametro calcolato: 40 cm
Diametro misurato: 49-51 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.89
Rami vivi prima di Vaia: 19
Rami autopotati pregressi: 1
Rami persi dopo Vaia: 19
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: assente
Pendenza: 44%
Substrato: Insufficiente
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 8 m

Albero 19:



Numero: 19
Circonferenza: 157 cm
Diametro calcolato: 50 cm
Diametro misurato: 53-48 cm
Coefficiente di omogeneità: 0.89
Rami vivi prima di Vaia: 2
Rami autopotati pregressi: 1
Rami persi dopo Vaia: 0
Rami nuovi (epicormici): 0
Attivazione di brachiblasti: spiccata
Pendenza: 44%
Substrato: buono
Esposizione: SUD- OVEST
Statura alberi adiacenti: 12 m
H attuale: 10 m

5.2 ANALISI DEI DATI

5.2.1 LA RISPOSTA VEGETATIVA E MECCANICA DEI LARICETI

RISPOSTA VEGETATIVA - RsV	VAJIUGA	ZUMELLA	TOTALE
Numero di piante con ripresa 1 (alberi morti dopo il trauma)	1	13	14
Numero di piante con ripresa 2 (ripresa vegetativa senza brachi-macroblasti)	4	12	16
Numero di piante con ripresa 3 (ripresa vegetativa con brachi-macroblasti)	2	10	12
Numero di piante con ripresa 4 (trauma subito riassorbito)	3	5	8

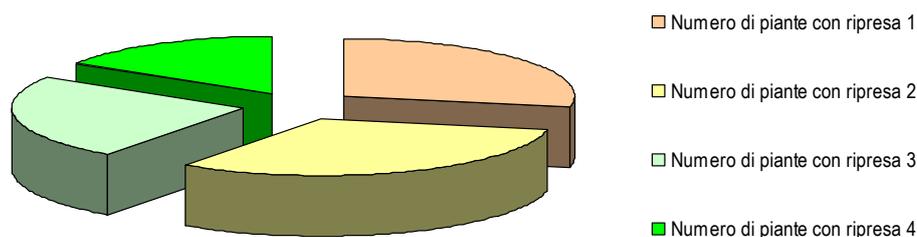


Figura 52: Incidenza sulla popolazione per classe di ripresa

Il dato di **risposta vegetativa** è nettamente diverso tra i due siti, con **percentuali di mortalità** degli alberi stroncati pari al **32,5 % in Zumella** e al **10% a Vajuga**. Questa diversificazione appare certamente correlabile al fatto che, nel caso di *Zumella*, i minori sradicamenti sono sostituiti da stroncamenti anche notevoli e, pertanto, è verosimile che i "monconi" superstiti siano più vulnerabili rispetto a *Vajuga*.

Per quanto, invece, attiene alla citata differenza quantitativa di **sradicamenti** (cfr. § 2.3), il dato appare correlabile alla netta **diversificazione di substrato vegetativo**: le minori pendenze della *Zumella* (51%), con suoli classificati generalmente come *Buono* e *Medio/Buono*, sono nettamente distinti da quelli di *Vajuga* (71% di pendenze medie con substrati *Insufficiente* e *Medio-Insufficiente*). Sarebbe in tal senso opportuno verificare se, a **livello radicale**, alcuni degli alberi morti hanno subito rotture profonde perché, in questa fase, la semplice osservazione delle aree del colletto non ha consentito riscontri oggettivi.

Per consentire il confronto in riferimento al parametro **altezza** è stata elaborata la **curva ipsometrica** degli alberi sani adiacenti agli alberi campione, funzionale alla determinazione delle lunghezze stimate del **moncone stroncato** degli alberi campione (cfr. con le pagine successive) e per ricostruire l'altezza originale degli alberi stroncati.

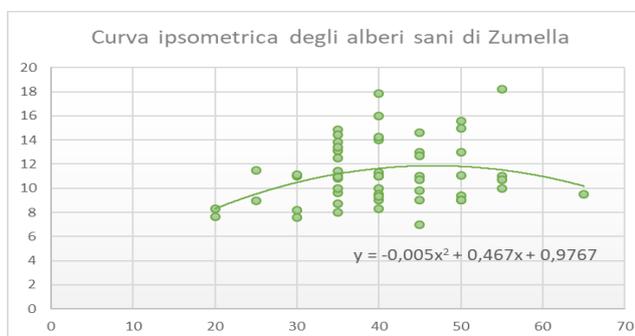


Figura 53: Curva ipsometrica a Zumella

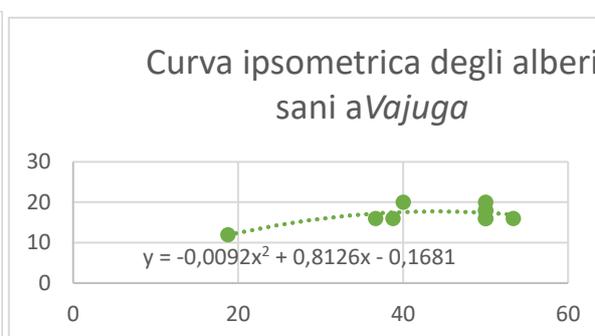


Figura 54: Curva ipsometrica a Vajuga

Rispetto al parametro **altezza**, inoltre, emerge in maniera evidente la differenza tra gli alberi nei due siti a parità di diametro: a *Vajuga* l'**origine artificiale** del soprassuolo ha determinato **rapporti di snellezza (RS)** maggiori

rispetto al bosco naturale (naturaliforme) della *Zumella* (rispettivamente 39 e 30). I maggiori RS a *Vajuga* si sono tradotti in maggiori sollecitazioni unitarie da momento flettente alla base del fusto e, anche in ragione di una sostanziale mancanza di struttura del suolo, in una maggiore propensione allo sradicamento rispetto allo stroncamento²⁰.



Figura 55: campione 7 a *Vaiuga* e 19 a *Zumella* (moncone superstite)

Per quanto attiene la **lunghezza del moncone stroncato** (parte del fusto a terra) nel caso di *Zumella* è mediamente pari a **4 m**, mentre nel caso di *Vajuga* è **8 m**. Considerando che la media dell'altezza di stroncatura è collocata **9 m** (moncone superstite, parte del fusto in piedi) dal suolo in entrambi i casi si denota una **maggiore capacità di "risposta" allo stroncamento** da parte dei **larici naturali**. Per contro, in *Zumella*, l'elevata naturalità dei larici, nonché una significativa maggiore età (150 anni rispetto agli 85-90 a *Vajuga*), sembra aver giocato a sfavore della **dominanza laterale** dell'albero (minore attività fisiologica e/o dei livelli di *produttività marginale* giustificabile in una minore vitalità delle gemme dormienti). Per di più questo dato ci fa supporre che all'altezza di nove metri si identifichi una probabile formazione di legno canastro, riscontrabile in entrambi i siti nonostante le differenze che abbiamo già sottolineato in precedenza. (cfr 2.3- *Problemi di stabilità degli alberi*) Sarebbe a tal proposito interessante effettuare la verifica dell'**attività fisiologica unitaria** a diverse altezze del fusto, ovvero identificare un **limite di altezza** oltre il quale lo scambio di fitormoni e sostanze nutritive appare progressivamente più dispendioso. Tale fatto potrebbe consentire di definire una "fascia" di altezza alla quale diminuisce la capacità vegetativa e, di conseguenza, la resistenza unitaria del fusto (e delle caratteristiche meccaniche del legno). Allo stesso modo sarebbe interessante verificare la modificazione della resilienza di un singolo albero in caso di **svettatura artificiale** (abbassamento delle chiome al di sotto di eventuali "punti di rottura", e richiamo delle chiome a favore di un maggiore sviluppo radicale).

²⁰ Appare sintomatica la netta diversità di attitudine rispetto all'abete rosso che abitualmente mostra maggiore propensione allo sradicamento per rapporti di snellezza elevati e minore capacità di ripresa in caso di stroncamento.

VAJUGA				
D Alberi stroncati	H moncone rimasto	H totale stimata	Lunghezza moncone stroncato	RS
39	8	18	10	46,15
49	14	18	4	36,73
52	14	17	4	32,69
43,5	9	18	9	41,38
44,5	7	18	11	40,45
49	9	18	8	36,73
47,5	12	18	6	37,89
46	4	18	13	39,13
32	5	16	11	50,00
53	10	17	7	32,08
45,55 cm	9,20 m	17,60 m	8,30 m	39,32
ZUMELLA				
D Alberi stroncati	H moncone rimasto	H totale stimata	Lunghezza moncone stroncato	RS
46	4	12	8	26,09
46	6	12	6	26,09
28	8	10	2	35,71
40	9	12	3	30,00
33	8	11	3	33,33
34	7	11	4	32,35
33	6	11	5	33,33
37	10	11	1	29,73
35	16	11	negativo	31,43
47	7	12	5	25,53
43	8	12	4	27,91
42	5	12	7	28,57
41	6	12	6	29,27
41	6	12	6	29,27
41	9	12	3	29,27
39	11	12	1	30,77
26	4	9	5	34,62
28	8	10	2	35,71
25	6	9	3	36,00
25	8	9	1	36,00
32	3	11	8	34,38
37	7	11	4	29,73
39	12	12	0	30,77
47	12,5	12	negativo	25,53
35	12,5	11	negativo	31,43
44	10,1	12	2	27,27
45	6,1	12	6	26,67
45	8,7	12	3	26,67
30	29,5	10	negativo	33,33
33	8,3	11	2	33,33
43	7	12	5	27,91
43	8,8	12	3	27,91
43	10,5	12	1	27,91
43	14,6	12	negativo	27,91
35	6,6	11	5	31,43
41	11,2	12	1	29,27
33	5,5	11	5	33,33
46	9,9	12	2	26,09
43	5,6	12	6	27,91
43	13,3	12	negativo	27,91
38	7,8	12	4	31,58
45	10,2	12	2	26,67
38,40 m	8,87 m	11,38 m	3,72 m	30,14

Tabella 3: Analisi dell'altezza di stroncatura

I grafici seguenti rivelano la relazione tra l'omogeneità del fusto e il rapporto di stroncatura. Questa relazione si traduce in un andamento gaussiano per entrambi i siti nonostante il rapporto di stroncatura non sia equivalente ed è verificata una sensibile correlazione tra maggiore omogeneità del fusto (valore 1 sull'asse delle ascisse) e quantità percentuale di fusto che viene risparmiata. È quindi un dato di fatto che una **maggiore omogeneità del fusto** si traduce in una **maggiore elasticità** del legno (visti anche "cfr. § 2.3"). In tal senso sarebbe auspicabile un approfondimento della ricerca, finalizzato a definire il comportamento del **legno di compressione** in caso di sollecitazione diretta (contro vento). Si ricorda, a tal proposito, che il pendio di entrambi i siti ha esposizione prevalentemente a sud e, pertanto, *Vaia* ha colpito i fusti in corrispondenza del lato con legno di compressione.

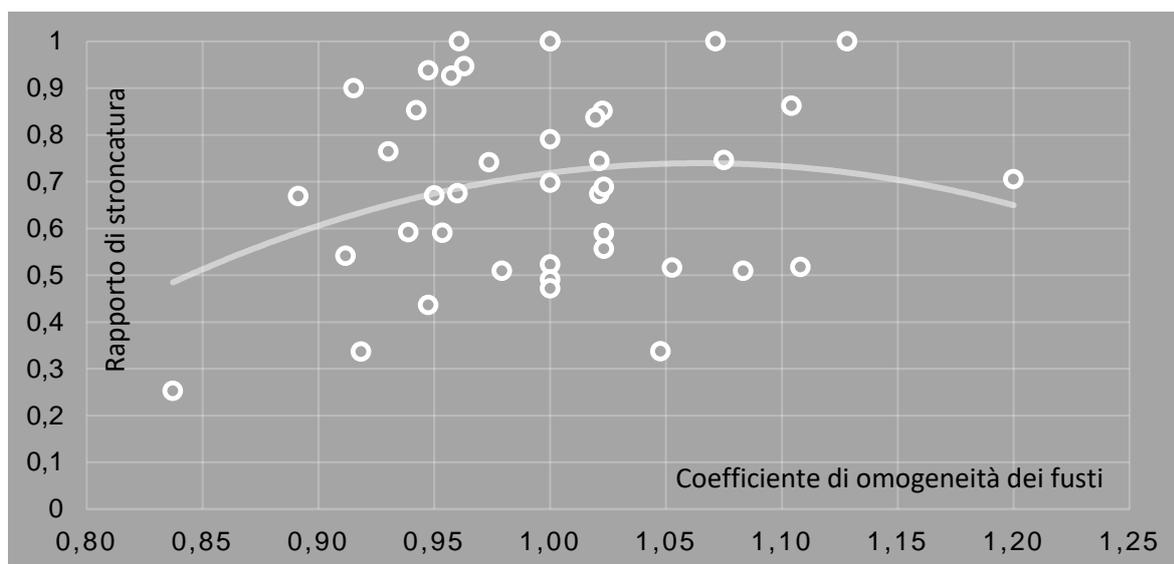


Figura 56- ZUMELLA: correlazione tra coeff. di omogeneità del fusto (ascissa) e il rapporto di stroncatura (ordinate)

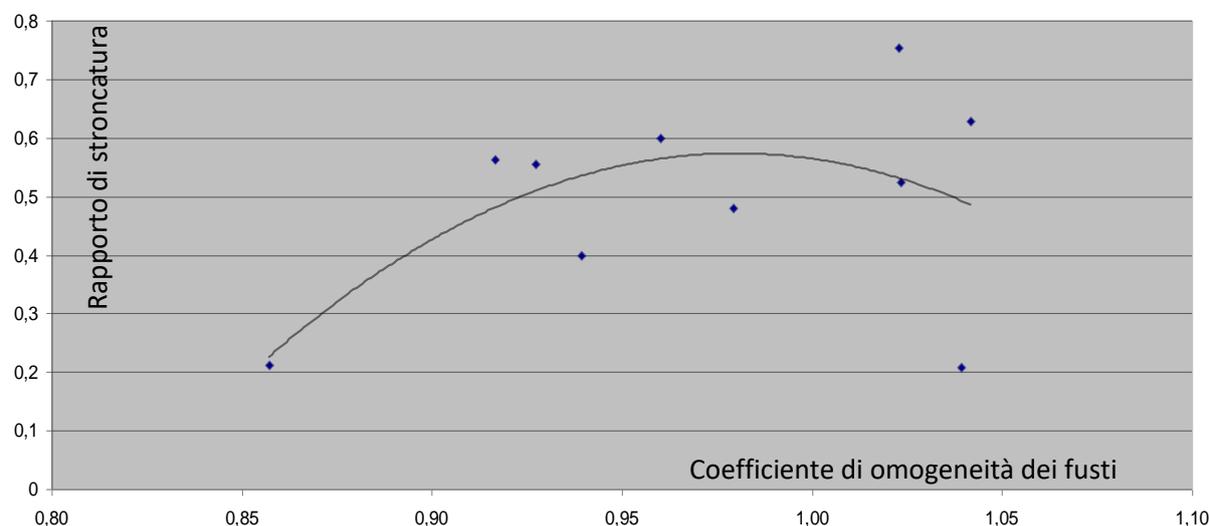


Figura 57 - VAJUGA: correlazione tra coeff. di omogeneità del fusto (ascissa) e il rapporto di stroncatura (ordinate)

Per quanto attiene il **diametro**, inoltre, è stata osservata una sensibile **maggiore suscettibilità allo stroncamento all'aumentare della classe diametrica**: i grafici che vengono presentati di seguito ci mostrano come in entrambe le stazioni all'aumentare del diametro aumenti anche il numero di piante che sono andate incontro a spaccatura.

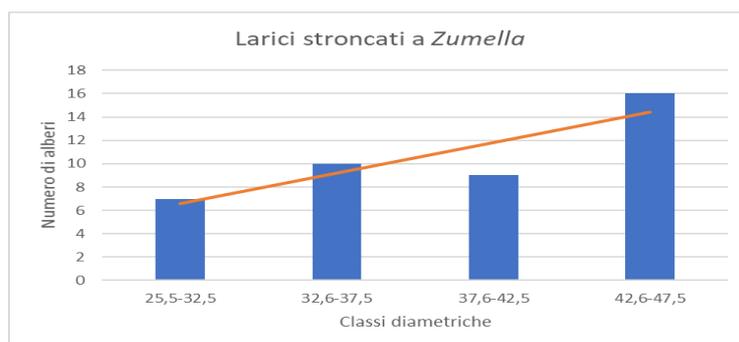


Figura 58: Confronto tra numero di piante stroncate e rispettivo diametro a Zumella

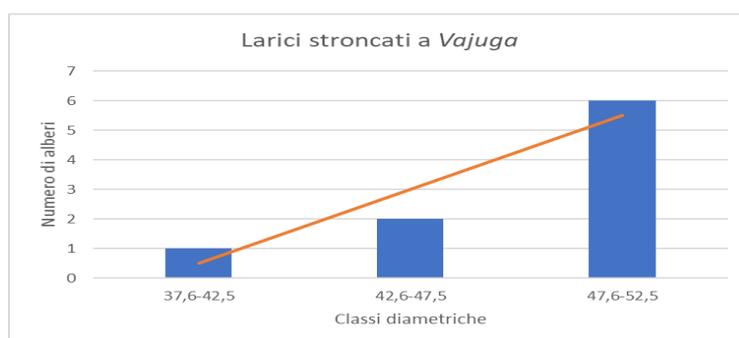


Figura 59: Confronto tra numero di piante stroncate e rispettivo diametro a Vajuga

L'analisi diametrica, inoltre, evidenzia nettamente le differenze tra **larici sani** e **larici stroncati**, e tra lariceto artificiale e naturale: in *Vajuga* non è rilevata una correlazione significativa tra diametro medio e tolleranza allo stroncamento (la media dei diametri è praticamente identica: **46,3** per gli alberi stroncati e **45,7** per quelli sani); mentre, in *Zumella* i due variabili si scostano di una **classe diametrica (44,9** nel caso degli alberi stroncati e **38,5** nel caso di quelli sani). Le difficoltà operative di raggiungere un maggior numero di alberi campione, soprattutto a *Breno* (troppi alberi caduti al suolo su versante scosceso), rendono auspicabile una successiva taratura di questo dato affinché ne sia verificata l'eventuale veridicità.

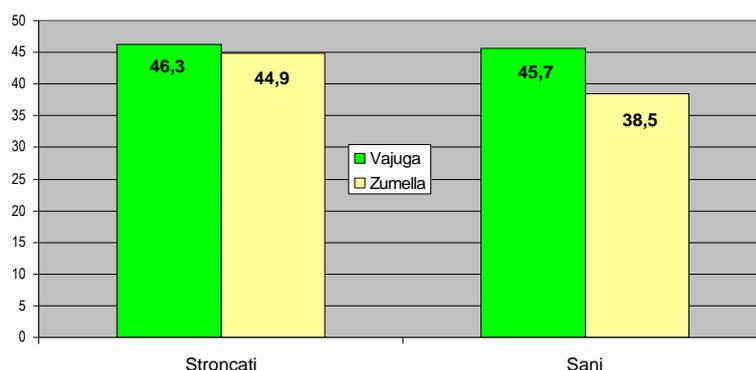


Figura 60: Confronto tra piante sane e stroncate nelle due aree di studio

Emerge inoltre che, a parità di diametro, il moncone stroncato di *Vajuga* (8 m) risulta sollecitato da un maggiore **momento flettente unitario** rispetto alla *Zumella* (4 m), determinando la sostanziale indifferenza nei confronti del diametro tra alberi sani e alberi stroncati (appiattimento dei valori medi). In *Zumella*, per contro, sembra confermabile una correlazione diretta tra i due valori per cui, a maggior diametro, corrisponderebbe un relativamente maggior volume di chioma e quindi di momento flettente (e torcente).

Sempre in riferimento al già citato **grado di ellitticità** dei fusti, la comparazione delle capacità di risposta vegetativa in base al livello di "naturalità" dei singoli alberi consente di valutare se alberi più disomogenei sono

tendenzialmente più "forti" (dando per assodato che una maggiore "diversità" di base, corrisponda una maggiore resilienza). Il dato derivato fornisce spunti interessanti (cfr. § 2.3):

- a *Vaiuga* sembra emergere in maniera evidente come, a maggiore omogeneità del fusto (coeff. = 1), corrisponda una minore ripresa vegetativa;
- in *Zumella* tale tendenza è meno evidente.

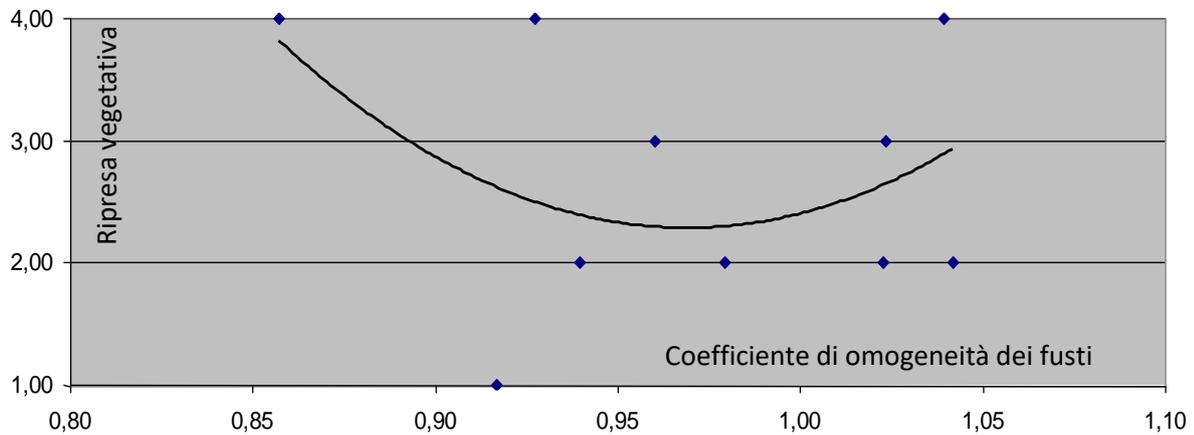


Figura 61 VAIUGA: correlazione tra RV (ordinate) e il coeff. di omogeneità del fusto (ordinate)

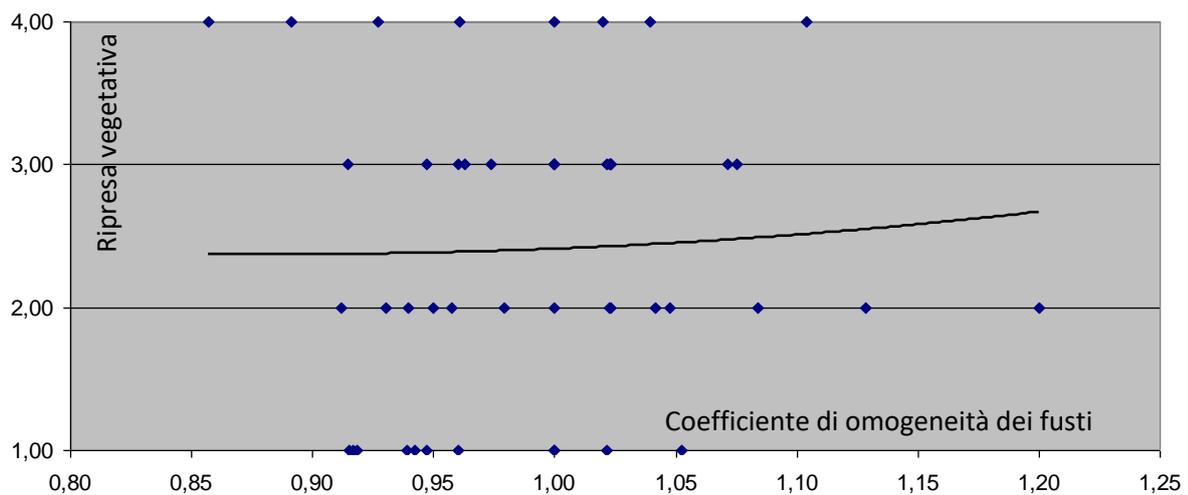


Figura 62: Confronto tra numero di piante stroncate e rispettivo diametro

Un ultimo elemento che appare opportuno rimarcare riguarda gli **interventi di valorizzazione paesaggistica** attuati nel 2012. In entrambi i casi il taglio ha assunto il significato del **diradamento basso** sul larice e del **diradamento misto** sull'abete rosso: la densità complessiva del soprassuolo è stata ridotta in misura significativa (30-35%; cfr. § 4.2.5 ELEMENTI COMUNI). Questo fatto può aver "esposto" il soprassuolo a maggiore rischio di ingresso del vento non controbilanciato da repentino assorbimento dello shock da taglio ma, come già ricordato, si ritiene che il danno da *Vaia* in assenza di intervento sarebbe stato pressoché totale.

5.2.2 LA RIPRESA VEGETATIVA

Come ben evidenziato nel paragrafo 2.4.2, con particolare riferimento alla nota n. 12 "*Variando la temperatura, il fotoperiodo, la qualità di luce, la disponibilità dei minerali od il rifornimento di acqua, si può indurre sperimentalmente in molte piante la dormienza delle gemme*" (Arrigoni; 1973). L'insolazione relativa, dunque, si pone come importante fattore della ripresa vegetativa di molte specie vegetali: l'attivazione di cellule dormienti, nonché l'induzione dei brachiblasti a trasformarsi in macroblasti, è proporzionale alla qualità della luce diretta che raggiunge un albero condizionato da traumi.

L'**esposizione** nettamente "calda" dei due siti presi in considerazione (SUD SUD-EST per Vajuga e SUD SUD-OVEST per la Zumella), li agevola alla possibilità di "richiamo delle chiome". Tale fatto è ben osservabile anche in riferimento ai lavori più volte citati di valorizzazione paesaggistica del **Pascolo arborato** (2012), che hanno determinato il riscoppio di **rami epicormici** nelle parti inferiori del fusto nel lato prevalentemente esposto a sud. Questa attitudine è stata rilevata anche in un **lariceto artificiale submontano** in comune di Niardo in località "Pozzuolo", collocato in aree del "vago" e recentemente sottoposto a diradamento basso (2017), dove si riscontra la sola attivazione di **brachiblasti** e **macroblasti** e l'assenza di **rami epicormici**.



Figura 63: Larice numero "6" a Vajuga: evidenti rami epicormici sol lato esposto a sud

RP	ZUMELLA				VAJUGA			
	RAMI SUPERSTITI	RAMI NUOVI	densità	Dm alberi vicini	RAMI SUPERSTITI	RAMI NUOVI	densità	Dm alberi vicini
1	5	0	225	36	0	0	127	50
2	8	2	249	41	10	5	111	49
3	12	4	225	48	15	8	127	43
4	13	4	146	42	19	4	96	36

Tabella 4: Analisi della ripresa vegetativa

Il parametro **esposizione** risulta ovviamente condizionato dalla **densità degli alberi adiacenti**, ed è osservabile una netta tendenza alla **riattivazione fisiologica** nei soggetti più isolati (anche in questo caso è riscontrabile la differenza con l'abete rosso che mostra segni di regressione anche irreversibile in caso di repentino isolamento). Si ritiene che il **riscoppio di nuovi rami**, nonché il potenziamento di quelli formati già dopo l'intervento del 2012, possa consolidarsi nei prossimi anni (assorbimento dello shock da stroncatura). Sarà in tal senso opportuno effettuare il monitoraggio delle chiome verificandone la naturale tendenza all'autopotatura.

Un ultimo punto che è stato analizzato osserva come non sia stata riscontrata una correlazione diretta tra numero di rami che si sono generati nella stagione vegetativa corrente (2019) e il diametro dell'albero corrispondente. Verosimilmente, trattandosi di soprassuoli adulti ma in piena fase vegetativa, i ritmi fisiologici degli alberi sono ancora in **fase marginale decrescente** a derivata positiva.

La **mortalità** è invece ben confrontabile in riferimento al **numero di rami superstiti a Vaia** ancora in fase vegetativa: gli alberi che hanno meno rami superstiti mostrano oggettive minori probabilità di sopravvivere. Tale fatto appare correlabile all'**attività fitormonale** e, in quasi tutti i casi di alberi morti, i rami superstiti erano praticamente assenti o comunque molto ridotti (4-6); gli unici tre alberi morti nonostante il buon numero di rami superstiti sono il n. 20 e il n. 18 di *Zumella*, ma si tratta di soggetti con rami già condizionati da **autopotatura** pregressa (albero 18).



Figura 64: Zumella, Albero 18 - Albero 20

Un ultimo elemento che appare doveroso evidenziare in termini di ripresa vegetativa, è certamente collegato al fatto che *Vaia* è successa durante il **riposo vegetativo** e, oggettivamente, alla **ripresa primaverile** (tardo

primaverile), i rami superstiti hanno potuto beneficiare dell'azione fisiologica esercitata dalle radici senza concorrenza specifica. La riattivazione immediata di fotosintesi clorofilliana, inoltre, ha consentito un surplus di sostanze ormonali che hanno favorito il riscoppio di nuovi rami e/o determinato la trasformazione dei brachiblasti in macroblasti.

5.2.3 SUGGERIMENTI TECNICI

La tempesta *Vaia*, nonostante i gravissimi danni causati, ha messo in chiara evidenza il prezioso ruolo che il larice svolge nei **naturali processi evolutivi** degli ecosistemi forestali più o meno condizionati dall'azione dell'uomo (rimboschimenti e soprassuoli di origine secondaria riconducibili a tagli di tipo intensivo). Tale fatto è molto evidente nelle tipologie forestali altimontane di *Lariceto in successione con pecceta*, ma anche in tutti quei soprassuoli montani tagliati in maniera irrazionale o abbattuti dal vento e dal fuoco. L'attitudine pioniera del larice lo rende particolarmente adatto alla ricolonizzazione di queste superfici, dove compare con la stessa repentinità delle specie pioniere ma, in forza delle sue grandi capacità vegetative, può restare anche per più cicli.

Secondo quanto riportato nel **Piano di settore foreste del Parco dell'Adamello** (cfr. Appendice 2) durante la definizione dei programmi gestionali, il larice rappresenta una sorta di punto di riferimento certo, e viene tendenzialmente conservato nei casi in cui gli obiettivi del taglio siano già ottenuti con altre specie (tagli commerciali dell'abete rosso e del castagno). Si tratta di una specie che è certamente identificabile come la meno concorrenziale tra le specie forestali alpine (la sua presenza, in genere non comporta condizionamenti sostanziali alle specie con cui convive). È ancora diffusa la frase gergale che afferma: *“Il larice non mangia e non beve. È il miglior ospite che si possa avere in casa”*.

In questi ultimi anni la stesura dei progetti di taglio nel Parco dell'Adamello ha sempre tenuto in debito conto la necessità di tutela del larice, sia per il suo valore ecologico e idrogeologico, ma anche, e soprattutto, per le opportunità selvicolturali che offre: trattandosi di una specie molto resistente al **cambio di insolazione relativa** (di cui beneficia riequilibrando la chioma nei casi di densità precedenti eccessive), di un albero **meno esposto al rischio di sradicamento** rispetto ad altre specie (abete rosso e castagno), ed essendo in grado di **proseguire più cicli forestali**, il suo allontanamento dal soprassuolo può quasi sempre essere considerato **NON URGENTE** (fatti salvi i programmi di gestione che prevedano la produzione di legno di larice).

Questo lavoro di tesi si è posto tra gli obiettivi principali, quello di evidenziare che, anche in caso di eventi calamitosi di grave entità ma, soprattutto, anche nei casi di stroncamento profondo del larice, **sarebbe buona norma evitare il taglio del larice** se non nelle situazioni di insindacabili esigenze di sicurezza (alberi che insistono su reti e strutture di servizio). Appare, infatti, purtroppo ancora consolidata l'opinione che l'albero stroncato debba essere comunque tagliato. Tale fatto è vero anche in Valle Camonica, dove il personale addetto al bosco ha livelli di preparazione comunque elevati. Si ritiene, a tal proposito, utile suggerire che, oltre ai doverosi corsi di sicurezza e di formazione tecnica, siano proposti anche in Lombardia, **corsi programma di formazione di base sulla Botanica forestale e sulla Selvicoltura** per il personale dei **Consorzi Forestali e delle imprese boschive**.

Non ultimo occorre provvedere ad una revisione puntuale degli strumenti pianificatori affinché la variabile "vento" sia inserita a pieno titolo negli elementi di gestione del bosco (venti dominanti, indici di esposizione al vento dei versanti, suscettibilità allo sradicamento e allo stroncamento delle specie forestali e dei soprassuoli, eccetera).



Figura 65: BRAONE: larici morti, lasciati a stregue di "totem ecologico" durante il PROGETTO LIFE 2012 in Zumella



Figura 66: BRAONE: la porzione di monte del lariceto della Zumella compromesso dal fuoco del gennaio 2002

6. CONCLUSIONI

Tra le direttive tecniche predefinite nei progetti di recupero dei soprassuoli colpiti da *Vaia* in Valle Camonica, figurano puntuali indicazioni sulla necessità di non tagliare, fatte salve oggettive necessità di sicurezza, i larici stroncati. Questo lavoro di tesi prende le mosse dai citati progetti prefiggendosi proprio l'obiettivo principale di fornire dati "pesati" sulle capacità di ripresa vegetativa di larici colpiti da vento. È infatti già ampiamente verificata la spiccata attitudine del larice all'attivazione di gemme **avventizie** e **proventizie** a seguito di traumi, tuttavia si ritiene di rafforzarne le conoscenze in caso di eventi di grande magnitudo.

Sono stati scelti due siti di grande importanza naturalistica e paesaggistica: il lariceto naturale della *Zumella* e il lariceto artificiale di *Vajuga*, nei comuni di Paspardo e di Breno. I lavori di campo hanno riguardato una prima fase di raccolta dati dendrometrici standard di un campione di complessivi **52 larici stroncati** e **68 alberi sani** adiacenti ad essi. Durante la stagione estiva, fino al recente inizio dell'autunno, è stato effettuato il **monitoraggio della ripresa vegetativa** per consentire l'elaborazione ponderata dei dati acquisiti.

Il primo dato analizzato ha messo in evidenza una **risposta vegetativa** nettamente diversa tra i due siti, con **percentuali di mortalità** degli alberi stroncati pari al **32,5 % in *Zumella*** e al **10% a *Vajuga***. Diversità che è stata correlata con la netta **diversificazione di substrato vegetativo** che, nel primo caso ha favorito la stroncatura, e nel secondo caso lo sradicamento (il dato è avvalorato anche da maggiori rapporti di snellezza).

Anche la lunghezza dei **monconi stroncati** appare nettamente diversa: nel caso di *Zumella* è mediamente pari a **4 m**, mentre nel caso di *Vajuga* è **8 m**. È invece nettamente confrontabile la lunghezza del **moncone superstite** che si attesta intorno ai **9 m** per entrambi i siti. Il dato ci fa supporre che all'altezza di nove metri si identifichi una probabile formazione di legno canastro, riscontrabile in entrambi i siti nonostante le differenze che abbiamo già sottolineato in precedenza. Per contro, in *Zumella*, l'elevata naturalità, nonché una significativa maggiore età degli alberi (150 anni rispetto agli 85-90 a *Vajuga*), sembra aver giocato a sfavore della **dominanza laterale** e della **profondità delle chiome**.

Il **grado di ellitticità** dei fusti, analizzato per i singoli siti, e confrontato con il "**rapporto di stroncatura**", ha rivelato una sensibile correlazione tra maggiore omogeneità del fusto e lunghezza del moncone stroncato. Ne deriva che fusti più omogenei appaiono nettamente più elastici, mentre la presenza di **legno di compressione** (fusto disomogeneo) sembra rendere più imprevedibile il comportamento di fronte a sollecitazioni dirette. Per quanto attiene il **diametro** è stata osservata una sensibile **maggiore suscettibilità allo stroncamento all'aumentare della classe diametrica**: in entrambe le stazioni all'aumentare del diametro aumenta il numero di piante che sono andate incontro a spaccatura.

Si ritiene che i dati raccolti siano un buon punto di partenza visto che le oggettive difficoltà operative e il carattere propedeutico del presente studio, hanno come limite principale un limitato numero di campioni esaminati, per approfondire le analisi suggerite e consentire una più esatta "lettura" delle capacità, comunque certificate, di risposta del larice in diverse situazioni, ma non hanno comunque impedito di fornire indicazioni più mirate sull'eventuale prosieguo dello studio (analisi meccaniche dei fusti e degli apparati radicali, analisi fitofisiologiche, analisi dei meccanismi di ramificazione, eccetera).

Gli **obiettivi di base**, alla luce dei dati raccolti, appaiono soddisfatti:

- Effettuare l'analisi dei danni provocati dalla tempesta *Vaia* sul larice e valutare i fattori predisponenti la stroncatura del larice: in particolare i campioni osservati sono risultati essere meno resilienti all'aumentare del diametro; dato riscontrato, sia osservando il numero di piante stroncate all'aumentare del diametro, sia confrontando la media dei diametri degli alberi sani (38,5 cm) con la media dei diametri di quelli stroncati (45 cm). Altro fattore causante la stroncatura si riferisce all'ellitticità del fusto: attraverso l'utilizzo di due coefficienti, quello di omogeneità e quello di stroncatura si è potuto riscontrare come più mi allontano dalla forma circolare e minore è la parte di fusto risparmiata. La ricerca bibliografica ha poi messo in evidenza come il suolo abbia ruolo primario nella stabilità degli alberi.

- Analizzare la **risposta vegetativa** di larici variamente stroncati da vento valutando su quali elementi si basa l'eventuale svolgimento di questo processo e i fattori predisponenti la **ripresa vegetativa**; il primo dato riconosciuto come principale nella risposta vegetativa è il numero di rami considerati vivi dopo *Vaia*: mediamente il numero di rami presenti su piante morte (5 a *Zumella* e 0 a *Vajuga*) è nettamente inferiore rispetto ad alberi in vigore vegetativo (mediamente 11 a *Zumella* e 15 a *Vajuga*). In aggiunta a questo dato si è visto come l'esposizione e la densità di popolamento abbiano un ruolo primario nell'emissione di nuovi rami. Oltretutto si è visto come la formazione di nuovi rami epicormici e la trasformazione di brachiblasti in macroblasti sia promossa proprio in piante danneggiate per la probabile induzione ad attivarsi delle gemme dormienti-latenti.
- Definire **linee di indirizzo operativo** in caso di bonifica di soprassuoli gravati da tempesta con particolare riferimento all'eventuale tutela del larice anche quando stroncato. I risultati ottenuti hanno certificato come "buona norma" di base non tagliare larici che abbiano subito stroncature, suggerendo la possibilità di ampliare le conoscenze degli operatori di settore con corsi specifici di botanica forestale e selvicoltura; per quanto attiene, invece, gli strumenti gestionali si ritiene opportuno che la variabile "vento" sia inserita a pieno titolo negli strumenti pianificatori e di programmazione forestale (venti dominanti, indici di esposizione al vento dei versanti, suscettibilità allo sradicamento e allo stroncamento delle specie forestali e dei soprassuoli, eccetera).

Un ultimo elemento che potrebbe risultare interessante approfondire riguarda la possibilità di suggerire la **svettatura oculata** di larici che, insistendo su strutture e reti di servizio, possano suscitare preoccupazioni di sicurezza ancorché abbiano forme e storia di valore certificato. Sarebbe a tal proposito interessante effettuare la verifica dell'**attività fisiologica unitaria** a diverse altezze del fusto, ovvero identificare un **limite di altezza** oltre il quale lo scambio di fitormoni e sostanze nutritive appare progressivamente più dispendioso. Tale fatto, oltre a diminuire i **rapporti di snellezza** dei singoli alberi, potrebbe consentire di definire una "fascia" di altezza alla quale diminuisce la capacità vegetativa e, di conseguenza, la resistenza unitaria del fusto (e delle caratteristiche meccaniche del legno).



Figura 67: osservazione ravvicinata con uso di scala dell'attaccatura dei rami al fusto

APPENDICE 1

IL PIANO DI SETTORE FORESTE DEL PARCO DELL'ADAMELLO

Il Parco dell'Adamello ha adottato un proprio **Piano di settore foreste e di indirizzo forestale** che si prefigge 4 principali obiettivi:

1. **Ridurre la banalizzazione compositiva e strutturale dei versanti (aumento della biodiversità).** L'aumento della magnitudo di eventi estremi, **biotici e abiotici**, suggerisce di intervenire prioritariamente verso il riordino delle diffuse situazioni monocolturali e monostrutturali. In particolare, si vuole controllare la diffusione di specie mesofile, dovuta all'abbandono colturale dei castagneti da frutto e della pratica del ceduo nel caso dei castagni (*Castanea sativa*) e ai numerosi rimboschimenti effettuati nel secolo scorso nel caso dell'abete rosso (*Picea abies*).
2. **Favorire la gestione dei soprassuoli e l'accorpamento delle superfici.**
3. **Valutare le situazioni più vulnerabili di fronte al cambiamento climatico in atto.** Le proiezioni di cambiamento climatico per il prossimo secolo sull'arco alpino segnalano un più che significativo innalzamento altitudinale delle fasce fito-climatiche calde. Tra le varie problematiche connesse è da prevedersi un progressivo innalzamento della quota media di stazionamento dell'abete rosso e del castagno, tale da "suggerire, in primis, di proseguire la capillare politica di deconiferamento del basso versante, ma anche quella di rinaturalizzazione delle situazioni secondarie di entrambe le specie".
4. **Selvicoltura modulata.** Il Parco promuove l'adozione di sistemi di taglio non intensivi e attenti alla valorizzazione della variabilità compositivo-strutturale dei soprassuoli, nonché al mantenimento della continuità di copertura ("taglio a scelta", "taglio di preparazione" e "tagli successivi uniformi"); forme intensive di taglio potranno essere invece adottate nelle situazioni di derivazione antropica (rimboschimenti e boschi secondari di conifere) e per motivate necessità fitosanitarie e idrogeologiche.

Il piano riporta i seguenti concetti di base:

Tempi della programmazione	
Nel breve periodo attuare forme di gestione forestale che non escludano le nuove potenzialità offerte dalla <i>Selvicoltura dei prodotti non legnosi</i> (Del Favero e Pividori; 2014)	Nel lungo periodo garantire la tutela degli ecosistemi forestali, del loro patrimonio genetico, assicurando il massimo livello di multifunzionalità possibile

I principali fattori d'incertezza		
Cambiamenti climatici. Aumento di temperatura previsto di 3° C annui entro il prossimo secolo, accompagnato da diminuzione delle precipitazioni.	Aumento della magnitudo degli eventi estremi. Migliorano le condizioni ambientali favorevoli al proliferare di insetti dannosi; aumentano le condizioni di stress fisiologico degli alberi con aumento delle vulnerabilità di fronte ad eventi estremi (biotici e abiotici).	Incertezza del mercato del legno e dei prodotti forestali. Le difficoltà di accordo globale sul tema dei cambiamenti climatici e sulle politiche di sfruttamento delle risorse forestali mondiali contribuiscono a mantenere elevata l'incertezza che caratterizza il mercato mondiale del legno. L'impossibilità di prevedere le azioni di nuove potenze mondiali come Cina, Corea, India e Brasile, non consente di poter formulare verosimili previsioni di mercato. A ciò si aggiunge il sempre più allarmante fenomeno del commercio illegale di legname.

Gli elementi di sicuro contrasto dell'incertezza
Flessibilità. Adozione di metodi e programmi gestionali elastici, che siano meglio adattabili a repentini cambiamenti di contesto.
Coerenza temporale e trasparenza degli obiettivi. Le decisioni che verranno prese oggi dovranno essere supportate da continuità di programmazione. È necessario che la pianificazione forestale espliciti sempre, ed in maniera assolutamente chiara, quali siano i propri obiettivi, così da garantire continuità alla pianificazione, anche nei casi in cui sia necessario correggerne il focus in corso d'opera. Ovviamente è condizione necessaria fornire alla pianificazione tutti gli strumenti per la raccolta di dati e per il controllo degli stessi nel tempo.
Sussidiarietà e partecipazione. Occorre adottare una concreta politica di revisione degli interventi di sussidiarietà affinché siano privilegiati quelli con maggiore trasparenza di obiettivo (a più livelli di scala: spaziale, temporale e politica): troppo spesso si assiste ad interventi, anche consistenti dal punto di vista economico, che sembrano dettati più da necessità immediate di spesa che da logiche concrete di investimento coerente. Allo stesso modo, è necessario che la programmazione trovi il massimo livello di condivisione affinché non si generino malcontenti e malumori nel sistema.
Efficienza ed efficacia (sostenibilità economica degli interventi). Gli interventi devono muoversi partendo da solide basi ecologico-ambientali-paesaggistiche, ma devono altresì trovare conferma nella sostenibilità economica degli stessi. Si tratta di una condizione necessaria affinché gli obiettivi prefissati trovino adeguati consensi (la non sostenibilità economica degli interventi e la loro non piena condivisione d'intenti renderebbero di fatto fragile l'intero sistema).
Coordinamento. Occorre un pieno coordinamento fra tutte le materie che si occupano di territorio (agricoltura, edilizia, strutture, turismo, industria, ecc.). È infatti sconsigliabile intraprendere forme di <i>governance</i> forestale che non siano state adeguatamente confrontate con altri settori che si muovono sulla base del consumo di suolo.
Lotta all'illegalità e maggiore responsabilità. Occorre che siano adottate concrete politiche di contrasto alle forme illegali di utilizzazione forestale (i dati oggi disponibili segnalano che almeno il 50% dei prelievi effettuati nell'area tropicale è illegale). Iniziative quali la certificazione, i codici di condotta e le partnership certificate sono solo alcuni esempi di come il problema sia realmente sentito e degli sforzi che già si stanno compiendo per risolverlo.

Funzioni principali attribuite ai soprassuoli del Parco (zonizzazione gestionale)

Funzione produttiva. L'obiettivo gestionale è la massimizzazione del reddito in modo compatibile con il funzionamento degli ecosistemi forestali e con le finalità istitutive del Parco. A tal fine è adottato un approccio gestionale che miri alla valorizzazione dell'offerta di legname locale e al potenziamento del sistema locale d'impresa.

Funzione protettiva. ns

Funzione naturalistica. Il Parco dell'Adamello, come detto, è in prima linea per quanto riguarda la tutela (e/o il recupero) della biodiversità. Infatti, numerose indicazioni tecniche e principi di gestione sono riferiti a questo fine, ambizioso e complesso considerata la storia delle foreste della Valle Camonica. Nello specifico per le formazioni forestali sono fondamentali: riduzione della banalizzazione dei versanti, tutela di *tipi forestali* e *specie obiettivo*, promozione della complessità fisionomico-strutturale dei soprassuoli, lascito alla libera evoluzione naturale ove prioritaria e/o possibile, tutela di *specie accessorie*, rilascio di necromassa in bosco, pratica di una *"selvicoltura modulata"*. In particolare, la strategia delle specie e tipologie obiettivo dà un forte contributo al recupero di biodiversità, allarmante già a livello macroscopico. La sporadicità di specie come *Fagus sylvatica* e certe *latifoglie nobili* appare, infatti, un'anomalia per un'area protetta ben inserita nel contesto dell'arco alpino qual è il Parco dell'Adamello.

Funzione paesaggistica. Il concetto di *paesaggio* nel secolo scorso ha subito notevoli cambiamenti. La *Convenzione europea del paesaggio*, nel 2000, ne ha dato questa definizione: «*"Paesaggio" designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni*» (Capitolo 1, art. 1 lettera a). In quest'ottica il concetto di paesaggio forestale include tradizioni e culture che legano le popolazioni locali ai boschi. Tuttavia, ad oggi, la discussione a riguardo in campo forestale non è stata approfondita in modo tale da permettere di delineare le conseguenze di un simile approccio sul piano operativo-gestionale. Dunque, in questa sede, parlando di paesaggio forestale ci si riferisce più semplicemente all'aspetto estetico; in questo senso è molto meno complesso individuare quali siano le strategie che mirino a valorizzare questa funzionalità del bosco. Di certo ogni azione atta a tutelare specie o tipi forestali rari (specie obiettivo, accessorie e formazioni particolari), ovvero ad arricchire il paesaggio forestale, contribuisce indirettamente a questo scopo. Più nello specifico per individuare le diverse "qualità estetiche" dei tipi forestali si utilizzano indicatori come il *pregio cromatico* o simili (Del Favero *et al.*, 2000). Nel Piano di settore foreste, come già accennato, una categorizzazione delle vocazioni dei tipi forestali è stata realizzata anche sotto il profilo paesaggistico per le formazioni presenti nell'area finora esaminata (alto Parco).

Funzione turistico-ricreativa e socioculturale. Questa funzione delle foreste del Parco dell'Adamello comprende due aspetti diversi, che in questa fase è utile scindere: aspetto sociale e aspetto economico. Il benessere collegato alla fruizione dell'ambiente bosco, da parte delle popolazioni locali e dei visitatori temporanei, ovvero la funzione sociale della foresta, è un argomento di recente approfondimento scientifico, in parte legato al più recente concetto di paesaggio (Aa. vv., 2009). La valorizzazione di questo aspetto si realizza in modo sostanziale garantendo al meglio la fruizione delle foreste, tramite mantenimento di una buona accessibilità e percorribilità dei soprassuoli. Per quanto concerne l'aspetto economico ci si riferisce agli aspetti legati all'ecoturismo di cui si è trattato nel paragrafo precedente. Per favorire l'espletamento di tale funzione nell'area protetta si punta ad esempio a valorizzare *alberi e soprassuoli monumentali*, nonché soprassuoli interessati da particolare afflusso turistico, per i quali è necessario adottare specifiche forme di gestione *ad hoc*. Altresì si procede ad esempio istituendo percorsi tematici in aree boscate di rilevanza socioculturale oppure tramite cartellonistica volta a coinvolgere il fruitore nel sistema naturale che lo circonda o ancora organizzando escursioni guidate nel territorio del Parco. Da ultimo la tutela e il "miglioramento" del paesaggio forestale, nel rispetto dei meccanismi naturali, aumenta certamente il potenziale delle foreste del parco. L'insieme di misure citate può favorire le più tradizionali forme di turismo, ma anche la fruizione da parte di nuove tipologie di turisti più specificatamente interessati al ricco contesto naturale (botanici, micologi, faunisti, naturalisti, ecc.); quest'ultimo tipo di turismo, tradizionalmente più tipico dei fruitori provenienti dall'estero ma in espansione anche in Italia, costituisce un bacino d'utenza da non trascurare.

APPENDICE 2

MODELLO DI GESTIONE FORESTALE DEL LARICE²¹

LARICETI E LARICI-CEMBRETI		MODELLO DI FUNZIONAMENTO	A-B-C-D-E
Lariceti	Lariceto primitivo (L-p)		Lariceti
	Lariceto tipico (L-t)	Megaforbie – Sfagni - Montana - Abete bianco	
	Lariceto in successione con pecceta (L-P)		L-P
Larici-cembreti	Larici-Cembreto primitivo (L-Pc-p)		Larici-Cembreti
	Larici-Cembreto tipico (L-Pc-t)	Ontano verde – Abete rosso - Mesalpica	
	Larici-Cembreto con Abete rosso (L-Pc-P)		
	Cembreto (Pc)	Altimontana	

(...) I lariceti si presentano con fisionomie differenti: lo strato arboreo è sempre presente ed è sempre dominato dal larice, mentre nel sottobosco si possono avere situazioni molto diverse, quali praterie, formazioni a megaforbie, arbusteti a rododendro e mirtillo ecc.

I consorzi forestali che vedono la compartecipazione di larice e cembro sono propri dei distretti ad elevata continentalità (regione endalpica) e a quote comprese tra i 1800 e i 2200 metri (pignatti, 1998). Vegetazioni particolari, spesso relittuali, legate a condizioni bioclimatiche non ottimali, si riscontrano in Valtellina e in Valcamonica. Qui il cembro, spesso confinato in aree impervie difficilmente accessibili, è accompagnato da specie caratteristiche dei *loiseleurieti*, degli *junipero-arctostaphyleti* e dei *varieti*. Cembrete atipiche, con *Nardus stricta*, sono invece interpretabili come ricolonizzazione in corso di aree pascolate o di recente abbandono. (...)

Il larice ha trovato grande diffusione contestualmente alle cospicue operazioni di rimboschimento ed imboschimento effettuate dal primo dopoguerra fino agli ultimi anni '80 (specie vicariante dell'abete rosso). A tale fatto si aggiunge la naturale attitudine pioniera del larice, tale da rendere questa specie particolarmente diffusa nelle situazioni di ex aree pascolive, così come nelle situazioni di bosco ceduo sottoposto ad utilizzazioni intensive (**coniferamento**). Nel Parco ne sono segnalati pressoché tutti i tipi presenti in Lombardia, ma per quanto attiene i tipi del **Larici-Cembreto** si tratta spesso di soprassuoli relitti la cui fisionomia non sempre rispecchia quella tipica.

(...) Una volta abbandonato il pascolo si può osservare un abbastanza rapido ingresso di altre specie, diverse soprattutto in relazione alla regione forestale. Così, in quella mesalpica, sotto il larice si insedia e s'afferma facilmente la rinnovazione di abete rosso non essendo limitata, almeno per quanto attiene alla luce, dal piano dominante costituito dal larice (Lariceto in successione con pecceta). La struttura di questa formazione è decisamente biplana, ma in un tempo relativamente breve tende a divenire "transitoriamente" multiplana a causa della diversa crescita dei soggetti abeti, per poi tornare più marcatamente monoplana, quando l'abete rosso prende decisamente il sopravvento. Quando questa successione avviene, invece che con l'abete rosso, con l'abete bianco sia ha la variante in successione con abete bianco del lariceto tipico. (...)

Inquadramento tipologico	<p>Questa ampia categoria forestale comprende boschi prevalentemente altimontani e subalpini molto diffusi in ambiente esalpico-endalpico: il larice, e in misura più contenuta il cembro, rappresentano infatti i naturali vicarianti dell'abete rosso alle quote più elevate. Nel territorio del Parco la formazione più rappresentata è il Lariceto tipico (L-t), sia nella sua forma tipica, sia nelle sue varianti a Megaforbie, a Sfagni, e Montana. Spesso si tratta di soprassuoli naturali e naturaliformi derivanti da ricolonizzazione arborea di pascoli abbandonati o aree tradizionalmente destinate alla produzione di carbone vegetale; non mancano però espressioni climax di ambiente altimontano. Altrettanto diffusi, alle quote più elevate ed in corrispondenza delle superfici ad orografia mossa, sono i Lariceti primitivi (L-p): si tratta di soprassuoli del tutto analoghi ai precedenti ma caratterizzati da strutture marcatamente irregolari e ritmi di crescita estremamente più lenti (condizionamento topografico-climatico). A quote minori (sotto i 1.800 m) il larice è stato ampiamente diffuso ad opera dell'uomo che, da sempre, ne apprezza le qualità (chioma leggera che non impedisce il pascolo, straordinaria lavorabilità, qualità tecnologiche, elevato potere calorico, ecc.) In questi casi, soprattutto laddove il versante ha subito un sensibile abbandono, si è diffusa la tipologia di Lariceto in successione con Pecceta (L-P), ovvero un'espressione pregressa di ambiente di pecceta. La struttura di questa formazione è decisamente biplana, ma in un tempo relativamente breve tende a divenire "transitoriamente" multiplana, a causa della diversa crescita dei soggetti di abete, per poi tornare più marcatamente monoplana, quando l'abete rosso prende decisamente il sopravvento. Quando questi meccanismi intervengono a favore dell'abete bianco, la tipologia descritta è il Lariceto in successione con Abete bianco (L-Aa), assai meno diffusa ma di grande rilevanza forestale. Sotto i 1300 m di quota, fino alla fascia propria di <i>Castagneto</i> (700-900 m), è osservabile la variante montana del lariceto tipico, in cui possono essere presenti anche alcune latifoglie, fra cui soprattutto il frassino maggiore e il tiglio. Si tratta di formazioni transitorie, formatesi in condizioni particolari quali: estese frane, aree percorse dal fuoco ed ampi tagli eseguiti in passato. Il confine tassonomico tra i diversi tipi di lariceto è spesso di difficile individuazione perché sono frequenti numerose "formule intermedie", e soprattutto perché il larice tende a subire l'aggressione da parte di quasi tutte le altre specie forestali (latifoglie e conifere). Quest'ultimo aspetto è particolarmente evidente nei casi in cui il larice sia riconducibile agli <i>impianti artificiali di conifere</i> che interessano ampie porzioni di basso versante o alla consistente diffusione che se ne osserva in molti cedui invecchiati. In questi casi, contrariamente a quanto già osservato per le peccete, dove sono ben indicate espressioni antropogene di soprassuolo, per quanto riguarda i lariceti artificiali non sono state definite tipologie specifiche (vengono classificati come L-t var. Montana).</p> <p>Le formazioni forestali che vedono la partecipazione del cembro nel Parco sono meno diffuse rispetto ai lariceti (sono osservabili in maniera pressoché "puntiforme" nella conca dell'<i>Aviolo</i> in comune di Edolo); questo fatto, in ragione dell'elevato valore ecologico-paesaggistico legato al pino cembro, rende il Larici-cembreto primitivo (L-Pc-p), il Larici-Cembreto tipico (L-Pc-t) nella sua forma tipica e nelle sue varianti con Ontano verde e Mesalpica, il Larici-Cembreto con Abete rosso (L-Pc-P) e la Cembreto (Pc), formazioni di assoluto valore naturalistico.</p>
--------------------------	---

²¹ 21 Piano di settore foreste del Parco Adamello: modelli di gestione forestale (Ducoli; 2009)

Indicazioni gestionali	In linea del tutto generale possiamo osservare che, trattandosi perlopiù di soprassuoli altimontani e subalpini ad elevato valore paesaggistico-ecologico-idrogeologico, la loro gestione deve rispondere a schemi prevalentemente conservativi e/o comunque a forme di selvicoltura che non ne alterino i delicati processi dinamici ²² . Nel caso specifico delle L-P , la gestione forestale è certamente condizionata dalla più o meno repentina progressione verso la categoria delle <i>Peccete</i> . Si può tuttavia osservare che, in riferimento ai pregi ecologico-ambientali derivanti dalla mescolanza tra larice e abete rosso (soprattutto in termini idrogeologici per le note peculiarità consolidanti del larice), sono auspicabili interventi non intensivi, se non di contenimento della chiusura del soprassuolo da parte dell'abete rosso. Nel caso infine dei L-C , occorre prevedere regimi di tutela puntuale, ricordando a tal proposito che il cembro è " specie obiettivo ".
Indicazioni puntuali	Lariceto tipico (L-t) . Gestione ordinaria non intensiva, valorizzazione paesaggistica, tutela delle varianti. Lariceto primitivo (L-p) . Libera evoluzione naturale. Lariceto in successione con Pecceta (L-P) . Favorire interventi di rallentamento della progressione verso la pecceta. (...) <i>Nelle situazioni in cui vi è una maggiore partecipazione dell'abete rosso sembrano, invece, sconsigliabili gli interventi tesi ad accelerare i processi evolutivi, attraverso tagli di sgombero del larice per creare spazio alla rinnovazione di abete rosso (CROSIGNANI e MAZZUCCHI, 1996). La conservazione del larice sembra, infatti, opportuna per motivi di ordine economico (il legname di larice è spesso preferito a quello di abete rosso), per esigenze paesaggistiche e, infine, secondo ott (in verbis), per conservare una certa libertà decisionale. Infatti, favorendo la pecceta difficilmente si potrà ritornare ad un lariceto, mentre conservando quest'ultimo sarà sempre possibile decidere di optare a favore della pecceta che, fra l'altro, presenta maggiori problemi di stabilità meccanica. Lo stesso Ott, come unico intervento di cura, consiglia di eliminare gli individui di abete rosso troppo sviluppati che tendono a far innalzare la chioma dei sovrastanti larici. Infatti, affinché quest'ulti abbiano una buona stabilità ed elevate produzioni, sia di legno e sia di seme, devono conservare la chioma da metà ad almeno un terzo della lunghezza del fusto (...)</i> Larici-Cembreti . Libera evoluzione naturale.
Località indice	L'intera cornice arborea altimontana che dall'Adamello percorre il perimetro del Parco fino alla <i>Valle del Gaver</i> a Breno, è caratterizzata dalla presenza di larici secolari di aspetto monumentale. Lariceto monumentale di località <i>Conca Zumella-Volano</i> a Paspardo e Cimbergo. Lariceto monumentale di località <i>Foppe</i> a Braone. In località <i>Madonnina</i> a Niardo, nella parte più alta del versante, è osservabile un soprassuolo che presenta le caratteristiche proprie di Lariceto in successione con abete bianco . Di grande interesse storico-culturale sono inoltre i numerosi lariceti di origine artificiale risalenti agli anni '30 realizzati durante il <i>Ventennio Fascista</i> e spesso contraddistinti come " Bosco dell'Impero " (località <i>Pezzo</i> a Pontedlegno e località <i>Bazena</i> a Breno). I lariceti artificiali sono stati molto diffusi anche nel Secondo dopoguerra, soprattutto a quote inferiori, sia a scopo protettivo (lariceto del <i>Dosso Croce</i> a Berzo Demo), sia a scopo produttivo (arboricoltura da legno: lariceto delle <i>Campanine</i> a Cimbergo). Nella <i>Conca dell'Avio</i> a Edolo sono osservabili le uniche espressioni di Larici-Cembreto del Parco.

Lariceto primitivo (L-p)		
Composizione <i>Larix decidua</i> 3, <i>Betula pendula</i> 2, <i>Picea excelsa</i> 2	Alterazioni antropiche e dinamica Nessuna. Stadio durevole per condizionamenti edafici.	Gestione ed emergenze Libera evoluzione naturale.
Lariceto tipico (L-t) L-t var. <i>Montana</i> L-t var. <i>a Megaforbie</i> L-t var. <i>a Sfagni</i>		
Composizione <i>Larix decidua</i> 5, <i>Corylus avellana</i> 4, <i>Betula pendula</i> 2, <i>Populus tremula</i> 2, <i>Abies alba</i> 3 (var.), <i>Castanea sativa</i> 1 (var.), <i>Fraxinus excelsior</i> 1 (var.), <i>Quercus petraea</i> 1 (var.)	Alterazioni antropiche e dinamica In passato spesso conservata artificialmente in purezza per consentire un uso multiplo (pascolo e produzione di legno). Stabile nel breve periodo; raramente evolve verso la pecceta	Gestione ed emergenze La gestione forestale, prevalentemente nei lariceti di medio versante, può essere attuata secondo gli schemi classici della selvicoltura, purché attuati in forme non intensive (valorizzazione paesaggistica). Formazione di pregio paesistico; la conservazione è favorita dall'abbandono della gestione ordinaria e dall'adozione di particolari accorgimenti di cura volti a migliorare le caratteristiche dei larici (allontanamento degli abeti vicini ai larici migliori e cure nelle situazioni troppo dense). Gestione attenta dei lariceti artificiali evitando di accelerare i processi evolutivi del soprassuolo; pregio floristico delle varianti
Lariceto in successione con Pecceta (L-P)		
Composizione <i>Larix decidua</i> 4, <i>Picea excelsa</i> 2	Alterazioni antropiche e dinamica Spesso attività pregresse di pascolo o di sfalcio dell'erba. Rapida evoluzione verso uno dei tipi di pecceta	Gestione ed emergenze Gestione produttiva secondo gli schemi classici della selvicoltura; sconsigliabili gli interventi di eliminazione del larice (conservazione di elementi stabilizzanti, possibilità di rimandare ad un successivo momento la scelta di accelerare l'evoluzione); nessuna emergenza significativa
Larici-cembreto primitivo (L- Pc -p)		
Composizione <i>Larix decidua</i> 3, <i>Pinus cembra</i> 3	Alterazioni antropiche e dinamica Stabile	Gestione ed emergenze Libera evoluzione naturale (pregio tipologico)
Larici-Cembreto tipico (L- Pc -t)²³ L-t var. <i>con Ontano verde</i> L-t var. <i>a Mesalpica</i>		
Composizione <i>Larix decidua</i> 4, <i>Pinus cembra</i> 3, <i>Alnus viridis</i> 2 (var.)	Alterazioni antropiche e dinamica Stabile; possibile futura espansione per ricolonizzazione dei pascoli	Gestione ed emergenze Libera evoluzione naturale (pregio tipologico; pregio faunistico per la var. con Ontano verde)
Larici-Cembreto con Abete rosso (L- Pc -P)		
Composizione <i>Pinus cembra</i> 4, <i>Larix decidua</i> 3, <i>Picea excelsa</i> 3	Alterazioni antropiche e dinamica Progressiva evoluzione verso una pecceta	Gestione ed emergenze Lasciare alla libera evoluzione naturale (pregio tipologico)
Cembreta (Pc)		
Composizione <i>Pinus cembra</i> 4	Alterazioni antropiche e dinamica Stabile; possibile ingresso lento del larice	Gestione ed emergenze Lasciare alla libera evoluzione naturale (pregio tipologico)

²² Molti lariceti del Parco dell'Adamello rappresentano una sorta di lunga fase di ricolonizzazione arborea di aree degradate (ambiti franosi, pascoli, ecc.). Pertanto la loro apparente stabilità è riconducibile ai lunghi cicli del larice stesso, ma non è identificabile in una sostanziale fase climax. Nei programmi di gestione dei lariceti, quindi, occorre avere la giusta cautela per evitare che i delicati meccanismi di evoluzione di questi soprassuoli vengano alterati sia in senso regressivo (ritorno a condizioni degradate), sia in senso progressivo (taglio intensivo del larice a favore di altre specie: abete rosso, pino silvestre, ecc.).

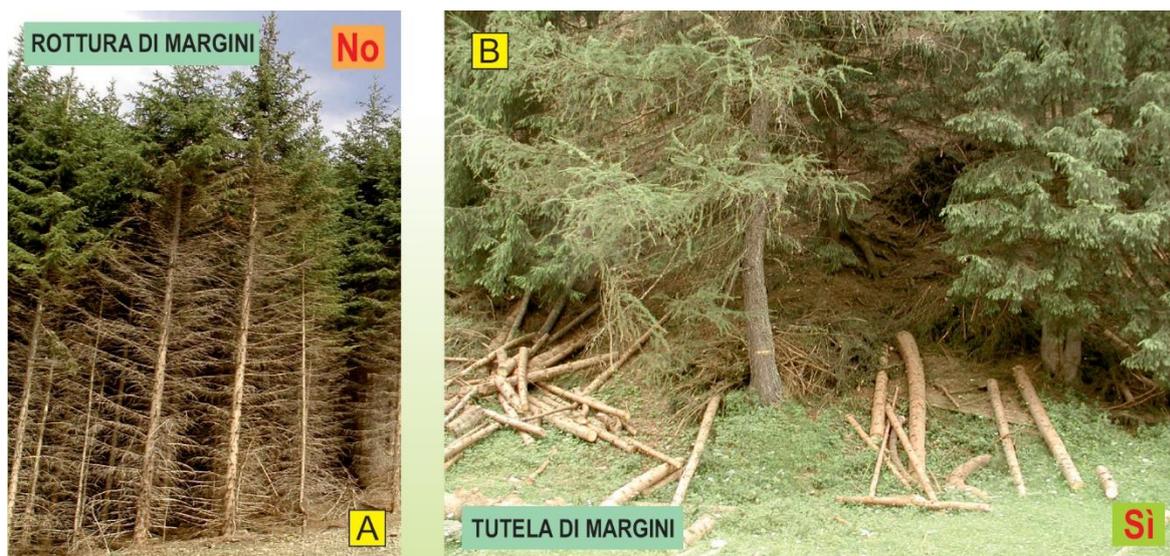
²³ Questa tipologia è rilevabile solo in aree puntiformi a ridosso dei *Laghi d'Avio*, soprattutto nella sua **Variante con Ontano verde**; i parametri biometrici e gestionali riportati assumono pertanto significato unicamente informativo.

APPENDICE 3

REGOLE DI BASE PER IL TAGLIO DEL BOSCO: MARGINI BOSCHIVI

La **stabilità generale del bosco** spesso dipende in maniera diretta dalla **stabilità dei suoi margini**. Gli **alberi di margine**, infatti, hanno chiome sviluppate fino al suolo e si sono abituati a sopportare la radiazione solare diretta:

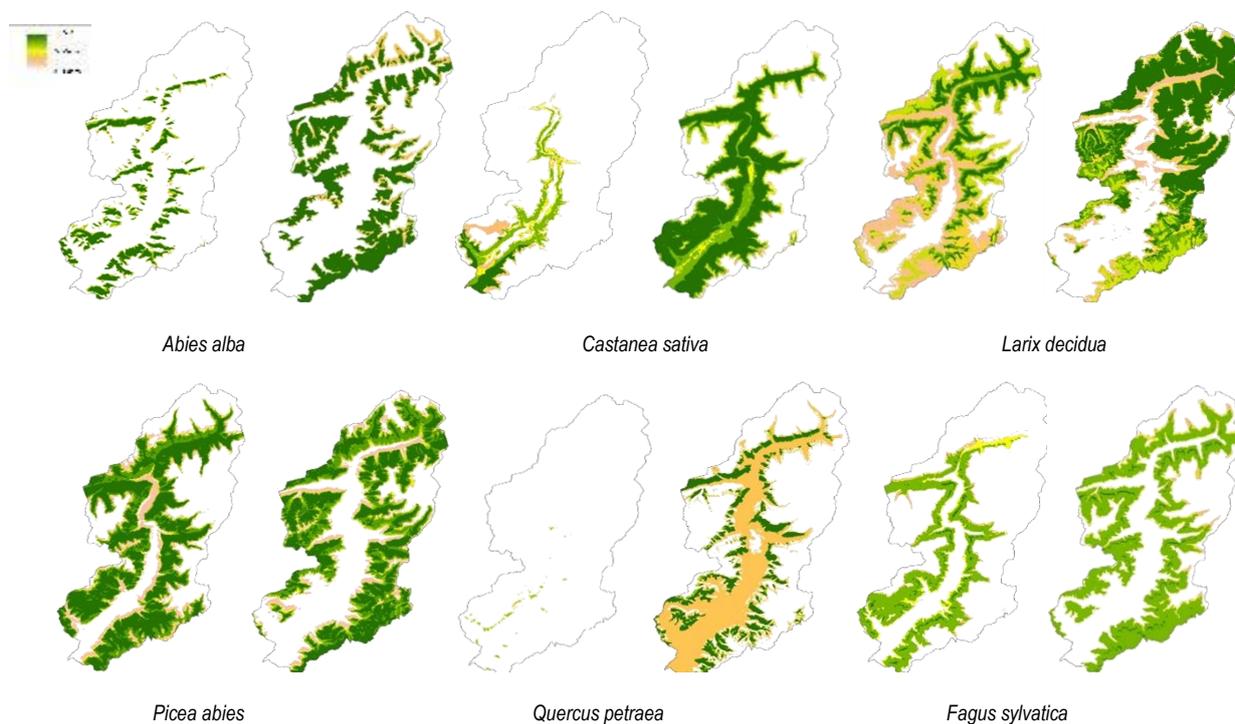
1. Gli alberi adeguano la propria chioma a quella degli alberi che hanno a fianco; nei boschi fitti, le chiome dei singoli alberi interni sono distribuite in alto dove, ricevendo la luce diretta, **si sviluppano contendendosi lo spazio a vicenda**. All'esterno, invece, le chiome sono sviluppate sull'intero lato più esposto al sole e si sono abituate a gestire e beneficiare dell'insolazione diretta.
2. Il bosco maturo gestisce la luce in relazione alla **distribuzione delle chiome**; immaginando un parallelepipedo, tutti i suoi lati, ad esclusione di quello appoggiato al terreno (le radici), sono coperti dalle chiome, mentre all'interno, l'assenza di luce, determina l'**autopotatura dei rami**.
3. Quando si interviene in un bosco maturo è opportuno evitare il taglio di margini che lascino, all'interno, alberi privi di chioma (A); in questi casi è meglio togliere proprio quelli sottomessi all'interno del bosco, lasciando che i margini, con chiome ben distribuite fino al suolo su più lati, proteggano gli alberi interni non tagliati dal cambio di **insolazione relativa** e dal **vento** (B).
4. Nel caso di specie abituate a formare boschi puri (**abete rosso** e **castagno** in primis), vanno gestiti avendo come primo elemento di valutazione il **margine**. Gli alberi lasciati privi di chioma risultano fragili al vento e subiscono un vero e proprio **shock di luce** che ne rallenta la crescita esponendoli all'attacco di insetti e altri organismi parassitoidi.



APPENDICE 4

CAMBIAMENTI CLIMATICI E TARATURA DEI MODELLI GESTIONALI

La soluzione più funzionale a queste nuove necessità non riguarda certo la ricerca di aleatorie forme di contrasto diretto agli eventi estremi, bensì la scelta di politiche forestali che rendano più reattivi i nostri soprassuoli di fronte al loro verificarsi. È opportuno infatti evidenziare che le foreste europee, escludendo le aree periferiche o quelle situate alle maggiori latitudini, sono caratterizzate da livelli di secondarizzazione molto elevati. Ne deriverebbe giocoforza una loro minore capacità omeostatica, ovvero una ridotta capacità di assorbire eventi improvvisi di più o meno elevata entità. In tal senso, la produzione di legname andrebbe indirizzata in maniera più sostanziale negli ambiti propri dell'**arboricoltura**, mentre la "**selvicoltura di versante**", con la dovuta gradualità e contestualità, dovrebbe invece muoversi verso rinnovate necessità di gestione (anche in ottica *Carbon Sink*). Questo fatto, benché richieda un coraggioso cambio di approccio ideologico e politico (peraltro non supportabile da considerazioni economiche dirette), appare in ogni caso la strada più logica da seguire.



Gagliazzi, Comini, Nastasio. Modelli di cambiamento dell'areale potenziale delle principali specie forestali della Valle Camonica secondo le proiezioni climatiche al 2080 (ERSAF, 2011)

In questi ultimi anni s'è già attivato un programma di riqualificazione forestale, comunque condizionato da una politica di sostegno sempre più frammentaria e "distratta", che possiamo riassumere come segue:

1. **Abete rosso**. Questa conifera ha beneficiato in passato di attenzioni decisamente sovradimensionate che ne hanno favorito la capillare diffusione ben al di fuori del proprio *optimum*. Le proiezioni di cambiamento climatico segnalano una forte contrazione del suo areale potenziale e soprattutto un innalzamento della quota media di *optimum* vegetativo. Si ritiene quindi ben indicato proseguire con la logica di "innalzamento" della sua fascia altitudinale media (deconiferamento del medio-basso versante). L'aumento delle condizioni di stress idrico renderanno particolarmente problematiche le situazioni di **Pecceta di sostituzione**, di **Pecceta secondaria** e di **Pecceta montana xerofila**, con particolare riferimento alla maggiore esposizione a rischi di tipo biotico (bostrico) e abiotico (vento e incendi boschivi).
2. **Castagno**. Benché la proiezione al 2080 segnali una significativa espansione dell'areale del castagno, è opportuno evidenziare che il suo *optimum* tenderà a "spostarsi" verso l'alto, con rischio concreto di sovrapposizione all'areale potenziale dell'abete rosso e soprattutto del faggio. Questo fatto dovrà essere oggetto di valutazione attente affinché non si ripeta il facile errore di favorirne l'espansione attraverso l'utilizzo intensivo dei soprassuoli e il ricorso alle forme non gestite del governo a ceduo. Alle quote più basse, inoltre, sarà comunque necessario rivedere

radicalmente l'attuale logica gestionale del castagno, il quale, come nel caso dell'abete rosso, risulterà estremamente condizionato nei propri ritmi fisiologici dall'aumento di temperatura media annuale (oltre alla regressione fisiologica da stress idrico si registreranno riduzioni degli incrementi correnti); sembra auspicabile favorire la graduale conversione in altofusto dei castagneti governati a ceduo, dando corso alla loro sostituzione naturale con soprassuoli delle querce e/o dell'acero.

3. **Faggio e specie nobili.** Il faggio troverà maggiori benefici vegetazionali; tuttavia, soprattutto nei territori del Parco dell'Adamello, mancando i portaseme, sarà necessario attuare una significativa politica di protezione dei pochi esemplari presenti. Per quanto invece attiene alcune tra le principali specie nobili (*Tilia cordata* e *Acer pseudoplatanus*), la migliore capacità di disseminazione delle stesse dovrebbe consentire una significativa espansione e, pertanto, saranno particolarmente funzionali alle citate politiche di rinaturalizzazione e riequilibrio fisionomico-strutturale dei cedui di castagno e delle peccete secondarie e di sostituzione.
4. **Querce.** Per la quercia (*Q. petraea*, *Q. pubescens* e *Q. cerris*) valgono le stesse considerazioni già formulate per il faggio, con ulteriore interesse per la ricolonizzazione arborea del medio-basso versante e delle rupi montane. Le difficoltà di rinnovazione della quercia dovranno in ogni caso concentrare molte attenzioni gestionali (tutela dei portaseme e conversione in altofusto dei cedui degli ibridi di roverella e rovere).
5. **Carpino nero e Carpino bianco.** Il progressivo inaridimento del fondovalle renderà queste due specie particolarmente preziose a contrasto dell'ailanto (*Ailantus altissima*) e della robinia (*Robinia pseudoacacia*).
6. **Pino silvestre.** Soprattutto nelle situazioni rupicole e di margine è verosimile attendersi una significativa riduzione della presenza del pino; tale fatto, benché non sostanziale per la già ridotta presenza di pinete nel Parco, dovrà essere oggetto di attenzioni dedicate (favorire la sostituzione, laddove possibile, con le querce).
7. **Altro.** ns

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - CETO: danno totale sulla particella forestale n. 45 Val Paghera (eventi del 29 ottobre 2018)	5
Figura 2 - ANDAMENTO CLIMATICO della tempesta VAIA.....	6
Figura 3 - CONFRONTO vento-pressione atmosferica al 29 ottobre.....	6
Figura 4: MIPAAF: Analisi dei maggiori danni boschivi da tempesta in Italia (2019)	7
Figura 5: DANNI DA TEMPESTA VAIA IN VALLE CAMONICA (Comunità Montana di Valle Camonica; 2018)	8
Figura 6: DANNI DA TEMPESTA VAIA IN VALLE CAMONICA (Parco Adamello; 2018): Corni di Vajuga (Breno-Malegno).....	9
Figura 7: SONICO: Danno totale in Val Malga (tempesta Vaia - 29 ottobre 2019)	11
Figura 8: BRENO: Danno parziale a Vajuga (tempesta Vaia - 29 ottobre 2019)	11
Figura 9: Formazione del legno di reazione nelle Conifere (sin.) e nelle Latifoglie (des.).....	12
Figura 10: Particolare del "corpo legnoso" del cambio e del libro del larice (MAGDEFERAU; 1951)	12
Figura 11: Sostanze chimiche costituenti del legno (MAGDEFERAU; 1951) - le cellulose sono "garanti" di flessibilità	13
Figura 12: differenza di "risposta" meccanica di larici sottoposto a vento.....	14
Figura 13: LARIX DECIDUA: cerchie annuali in alberi di 254 anni (Parco Adamello - Rifugio Gheza).....	16
Figura 14: LARIX DECIDUA: il larice plurisecolare della Valle di Stabio a Niardo (Parco Adamello).	17
Figura 15: LARIX DECIDUA: parte basale del fusto (Parco Adamello).....	18
Figura 16: LARIX DECIDUA: annate di pasciona (Parco Adamello).....	18
Figura 17: LARIX DECIDUA: semi caduti sul manto nevoso (Parco Adamello).....	19
Figura 18: LARIX DECIDUA: macroblasti, brachiblasti e aghi fiori femminili (Parco Adamello).....	20
Figura 19: LARIX DECIDUA: ramo epicormico attivato da gemme dormienti (Vajuga; 28 agosto 2019 – ALBERO 6)	22
Figura 20: LARIX DECIDUA: macroblasti originati dai brachiblasti (Vajuga; 28 agosto 2019 - ALBERO 3)....	23
Figura 21: LARIX DECIUDA: sezione radiale del fusto (Parco Adamello).	23
Figura 22: LARIX DECIUDA: attivazione di gemme dormienti (Vajuga; 28 agosto 2019 - ALBERO 17).	24
Figura 23: LARIX DECIUDA: attivazione di gemme dormienti e autopotatura (Vajuga; 28 agosto 2019 - ALBERO 17).	24
Figura 24: Il Larice nelle Alpi Orientali italiane (Fenaroli L.; 1936) - Prospetto dei popolamenti laricetosi: VAJUGA – BRENO	26
Figura 25: Il Larice nelle Alpi Orientali italiane (Fenaroli L.; 1936) - Prospetto dei popolamenti laricetosi: ZUMELLA-PASPARDO	26
Figura 26: Corni di Vajuga (Magnolini; 1931).....	27
Figura 27: Bazena (Magnolini; 1931)	27
Figura 28: CONFRONTO: rimboschimento di larice in località Bazena a Breno (2015 -1931)	28
Figura 29: Lariceto monumentale di Malga Zumella (Magnolini; 1931)	28
Figura 30: Osservazione mediante binocolo	29
Figura 31: la risposta e la ripresa vegetativa dei larici n. 10-11 a Malga Zumella	31
Figura 32: I "corni" di Vajuga: danni della tempesta Vaia	32
Figura 33: I "corni" di Vajuga: danni della tempesta Vaia	32
Figura 34: VAJUGA - Aree di studio adiacenti alla S.P. 345.....	33
Figura 35: ZUMELLA - Aree di studio adiacenti a Malga Zumella	33
Figura 36: VAJUGA: i suoli superficiali e le maggiori pendenze hanno favorito lo sradicamento di alberi isolati	34
Figura 37: ZUMELLA: i suoli più profondi e le minori pendenze hanno favorito lo stroncamento rispetto allo sradicamento	34
Figura 38: VAJUGA: suoli superficiali di tipo A-C; l'abbondante presenza di scheletro e il ridottissimo spessore dell'orizzonte B espongono gli alberi a maggior rischio di sradicamento.....	35

Figura 39: VAJUGA: i suoli superficiali e le maggiori pendenze hanno favorito lo sradicamento di alberi isolati	35
Figura 40: MALGA ZUMELLA: inquadramento cartografico (aree di bonifica; C.T.R. e Ortofotocarta; scala grafica)	36
Figura 41: VAJUGA: inquadramento cartografico (Aree di bonifica; C.T.R. e Ortofotocarta; scala grafica).....	40
Figura 42: ZUMELLA: lariceto monumentale di Malga Zumella	42
Figura 43: ZUMELLA: lariceto monumentale di Vajuga	42
Figura 44: BRENO: aree di Vajuga escluse dal PROGETTO LIFE del 2012 colpite da danno totale	44
Figura 45: ZUMELLA: alberi sani superstiti a Vaia nel Prato a larice.....	45
Figura 46: ZUMELLA: rilievi diretti della circonferenza con bindella metrica.....	47
Figura 47: VAJUGA: attivazione di macroblasti partendo dai brachiblasti su rami pregressi	48
Figura 48: VAJUGA: danno totale nel Lariceto in successione con pecceta	49
Figura 49: ZUMELLA: danno parziale nel Prato a larice	50
Figura 50: ZUMELLA: individuazione degli alberi da rilasciare per interventi di valorizzazione del Prato a larice	50
Figura 51: VAJUGA: individuazione degli alberi da rilasciare per interventi di valorizzazione del Prato a larice	50
Figura 52: Incidenza sulla popolazione per classe di ripresa	71
Figura 53: Curva ipsometrica a Zumella Figura 54: Curva ipsometrica a Vajuga	71
Figura 55: campione 7 a Vaiuga e 19 a Zumella (moncone superstite).....	72
Figura 56- ZUMELLA: correlazione tra coeff. di omogeneità del fusto (ascissa) e il rapporto di stroncatura (ordinate).....	74
Figura 57 - VAJUGA: correlazione tra coeff. dDi omogeneità del fusto (ascissa) e il rapporto di stroncatura (ordinate).....	74
Figura 58: Confronto tra numero di piante stroncate e rispettivo diametro a Zumella.....	75
Figura 59: Confronto tra numero di piante stroncate e rispettivo diametro a Vajuga	75
Figura 60: Confronto tra piante sane e stroncate nelle due aree di studio.....	75
Figura 61 VAJUGA: correlazione tra RV (ordinate) e il coeff. di omogeneità del fusto (ordinate)	76
Figura 62: Confronto tra numero di piante stroncate e rispettivo diametro	76
Figura 63: Larice numero "6" a Vajuga: evidenti rami epicormici sol lato esposto a sud	77
Figura 64: Zumella, Albero 18 - Albero 20	78
Figura 65: BRAONE: larici morti, lasciati a stregue di "totem ecologico" durante il PROGETTO LIFE 2012 in Zumella	80
Figura 66: BRAONE: la porzione di monte del lariceto della Zumella compromesso dal fuoco del gennaio 2002.....	80
Figura 67: osservazione ravvicinata con uso di scala dell'attaccatura dei rami al fusto.....	82

7. BIBLIOGRAFIA

- Andretta G., 2005, Problemi di instabilità meccanica in popolamenti forestali della regione alpina, *Forest@*, pp. 166-171
- Arrigoni O., 1973, Ed. Ambrosiana, Elementi di biologia vegetale botanica generale, pp. 485-587
- Benigni M., 2003-2017, Piano d'assestamento forestale di Cimbergo e Paspardo.
- Benigni M., 2010-2024; Piano d'assestamento forestale di Breno.
- Bernasconi A.– Schickhofer G.– Frühwald K.– Traetta G., 2007, Il materiale legno pp. 56-57
- Deal R., Barbour R.J., Moclellan M., Parry D., Vol 76, N° 4, 2003, Development of epicormic sprouts in Sitka spruce following thinning and pruning in south-east Alaska, *Forestry*, pp. 2-12
- Dibona D., 2014, Il larice (el làres) l'albero che si veste d'oro, pp. 95-138
- Edson John L., David L. Wenny, Lauren Fins, *Forestry*, 1991, Vol 5, emissione 1, pp 51-60
- Hageneder F., 2001, Lo spirito degli alberi Ed. Crisalide, pp. 136-137, 156-157
- Fenaroli L., Pavari A., De Philippis A., Allegri E., 1936, Il larice nelle alpi orientali italiane pp. 88
- Gellini R., 1980, *Botanica forestale*, pp. 91-96
- Pavari A., Allegri E., Susmel L., 1954, Monti e boschi, pp. 511-516
- Purves W.K., Sadava D., Orians G.H., Heller H., 2001, *La biologia delle piante*, pp. 848-853, 782
- Regione Piemonte; AA.VV.; 2006, Foreste di protezione diretta - Disturbi naturali e stabilità nelle Alpi occidentali, pp. 47-51
- Rigoni Stern M., 1991, *Arboreto Salvatico* Ed. Einaudi, pp. 3
- Santilli A., 1925, *Selvicoltura estimo ed economia forestale*, pp. 70-74
- Sterugulc F., Frigimelica G., 1996, *Insetti e funghi dannosi del bosco*, pp. 171-182

8. RINGRAZIAMENTI

Concludo con molta soddisfazione questo percorso universitario di tre anni che mi ha consentito di vivere e conoscere un ambiente bresciano, la Valle Camonica e il Parco Adamello, bellissimo.

Voglio ringraziare prima di tutti il professor *Giorgio Vacchiano*, relatore di questa tesi, per la disponibilità, la dedizione e per aver risolto tutti i dubbi che si sono posti durante la stesura dell'elaborato fornendomi indicazioni precise e fondamentali. Desidero ringraziare anche il dottor Alessandro Ducoli, correlatore, il quale, nonostante alcune difficoltà, mi ha aiutato nella raccolta dati, nella loro comprensione e interpretazione e infine nella redazione di un testo coeso e coerente, nonché di avermi fatto scoprire magnifici luoghi ed ha scritto, anche se a modo suo, una sorta di scuola di vita.

Le persone a cui dedico i ringraziamenti più sentiti sono, però, sicuramente, i miei famigliari. Mia Madre, mi ha assistito, sostenuto, guidato e sorretto nei momenti di difficoltà indicandomi e indirizzandomi su questo percorso di cui adesso vado così fiero e sono soddisfatto di aver compiuto. Mio Padre, sempre presente, unico, ha reso il mio percorso studi un pizzico più leggero ascoltandomi e mostrando interesse per quello che ho imparato e fornendomi gli strumenti per affrontare ogni giorno della mia vita al meglio. Mio fratello Pietro, che nei momenti di più grande indecisione della mia vita è stato quel faro che mi indicava la scelta più giusta da prendere. Per ultimo, ma non sicuramente per importanza, il mio fratellino Francesco, che essendo così contagiosamente felice ha portato un'importante svolta serena nella mia famiglia.

Ringrazio tutti quelli che mi sono stati vicino compreso Giovanni, mio padrone di casa qui a Edolo, persona preziosa che ha arricchito questo percorso, ma soprattutto i componenti del *Team Pagaröla* per aver reso le giornate e le serate a qualcosa di indimenticabile, e perché ognuno di essi mi ha insegnato delle piccole cose che mi saranno sempre utili e sono: Ruscatrusca, Teo, Doff, Stiz, Tino, Ingi, Paolo, Rampin, Peretts, Nicola e Sara.

A quest'ultima va un ringraziamento speciale avendo assunto un ruolo così fondamentale nella mia vita in questi ultimi anni, per avermi fatto ragionare sempre, per essere sempre stata al mio fianco.