



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

Corso di Laurea in:

VALORIZZAZIONE E TUTELA DELL'AMBIENTE E DEL
TERRITORIO MONTANO

*Valutazione dell'efficacia degli interventi di Ingegneria Naturalistica:
il caso della Val Dorena (Monno-BS)*

Relatore: Prof. Gian Battista Bischetti

Correlatore: Dott. Luca Giupponi

Elaborato finale di:

Fogliata Paolo

Matricola: 793456

ANNO ACCADEMICO: 2014/2015

Alla mia famiglia

INDICE

1. INTRODUZIONE	5
1.1 Premessa	5
1.2 Difesa del Suolo.....	5
1.3 Ingegneria Naturalistica.....	6
2. AREA DI STUDIO	10
2.1 Inquadramento geografico	10
2.2 Inquadramento climatico	13
2.2 Inquadramento geopedologico	15
2.3 Inquadramento botanico	16
2.4 Descrizione del dissesto.....	21
2.5 Opere realizzate	24
2.5.1 Specie utilizzate per il consolidamento dei versanti	27
3. MATERIALI E METODI	29
3.1 Raccolta dei dati vegetazionali	29
3.2 Indice Ecologico di Maturità	32
3.3 Cluster analysis.....	33
4. RISULTATI	35
4.1 Elenco floristico.....	35
4.2 Gruppi vegetazionali.....	41
4.2.1 Gruppo vegetazionale A	43
4.2.2 Gruppo vegetazionale B.....	46
4.2.3 Gruppo vegetazionale C.....	49
4.2.4 Gruppo vegetazionale D	53
4.2.5 Gruppo vegetazionale E	56
4.2.6 Confronto degli Indici di Maturità tra i gruppi	59
5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	60
7. BIBLIOGRAFIA.....	63
8. SITOGRAFIA	65

1. INTRODUZIONE

1.1 Premessa

I lavori di ripristino della vegetazione da realizzare a seguito delle opere di ingegneria naturalistica rappresentano un aspetto fondamentale per chi si occupa della difesa del suolo. Le piante, infatti, non sono solamente un elemento paesaggistico, ma anche fattore di rinforzo dei versanti capace di consolidare la stabilità del suolo, grazie alla forza delle radici, e di ridurre gli effetti di erosione superficiale data dalle piogge battenti. Uno degli obiettivi finali di questi interventi di ricostruzione ambientale è quindi arrivare ad una presenza stabile della vegetazione, in modo tale che essa svolga le funzioni di consolidamento desiderate.

Lo scopo di questo elaborato è la valutazione del successo dei lavori di ripristino della vegetazione condotti nel 2000 in Val Dorena (alta Val Camonica) a seguito dei fenomeni di dissesto idrogeologico attivi da diversi decenni, analizzando lo stato attuale della vegetazione ed applicando moderni indici floristico-vegetazionali.

1.2 Difesa del Suolo

La difesa del suolo dagli eventi di dissesto idrogeologico rappresenta un elemento cruciale che interessa tutti i paesi del mondo, anche se in particolar modo nelle aree montane. Il problema si accentua maggiormente in relazione ai processi di degradazione fisica del suolo, molte volte conseguenza delle attività umane, come spesso avviene nelle Alpi. Nel 2013 gli abitanti residenti nelle vallate di tutta la catena alpina erano pari a 14.509.854 in un territorio di 190.688 km², con una densità media di 76 abitanti per km² (Corrado, 2015). Questi dati indicano la fondamentale importanza del ruolo della difesa idrogeologica verso i centri abitativi, il territorio pastorale e quello forestale. Il patrimonio boschivo non rappresenta solamente un elemento naturalistico o paesaggistico, ma è anche una risorsa economica, poiché fattore che aumenta la presenza di turismo, oltre che per la produzione di legname.

Continui sono i fenomeni di dissesto presenti nelle Alpi e sul territorio italiano: ripercorrendo la storia degli ultimi decenni possiamo ricordare l'alluvione del 1987 in Valtellina oppure quella del Tanaro del 1994; ma anche se poco trattati, le Alpi presentano numerosi piccoli dissesti che pur non causando vittime, provocano danni a volte non indifferenti.

Attualmente nella Regione Lombardia, secondo i dati dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia realizzato da ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome (www.isprambiente.gov.it), sono stati registrati 130.450 fenomeni franosi, pari a una superficie in frana di circa 3.300 km². Le Province più colpite da questi eventi sono quelle all'interno dell'arco alpino, cioè

Sondrio, Brescia, Bergamo, Lecco e Como. Le cause di tali dissesti riguardano principalmente l'assetto geologico e pedologico dei versanti, infatti le caratteristiche meccaniche delle rocce influiscono direttamente sull'innescarsi dei fenomeni di rottura.

Le aree evidenziate in rosso della Figura 1 sono quelle soggette a tutti i fenomeni di dissesto, come crolli, ribaltamenti, distacchi di blocchi di pareti ripide e fratturate o colate detritiche.

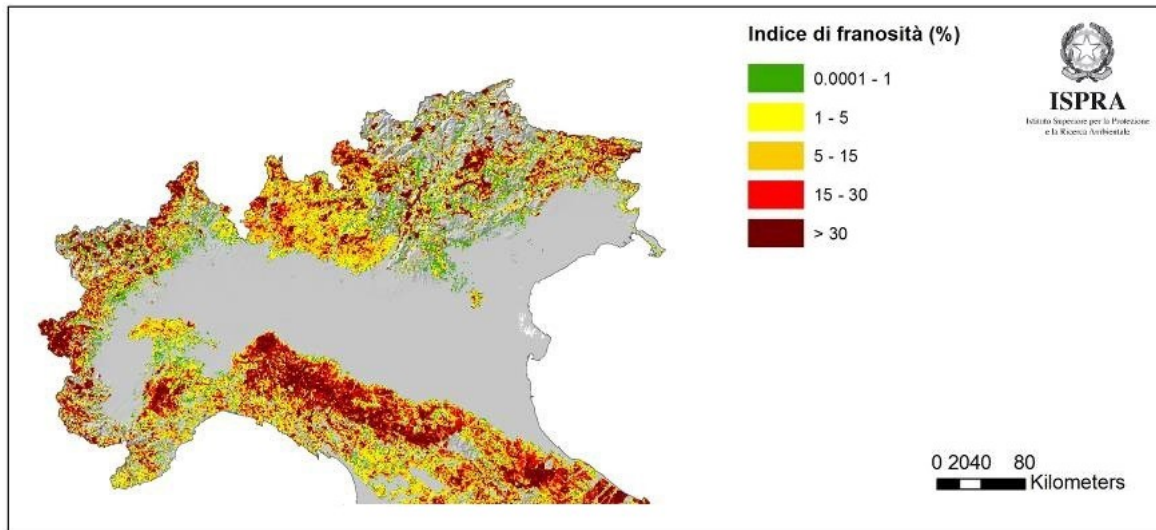


Figura 1: Indice franosità del nord Italia, ISPRA 2014 (www.isprambiente.gov.it).

1.3 Ingegneria Naturalistica

Con il termine Ingegneria Naturalistica si intende: “...una tecnica costruttiva che si avvale di conoscenze biologiche nell'eseguire costruzioni in terra ed idrauliche e nel consolidare versanti e sponde instabili. Per questo scopo è tipico l'impiego di piante e di parti di piante, messe a dimora in modo tale da raggiungere nel corso del loro sviluppo, sia da sole, come materiale da costruzione vivo, sia in unione con materiale da costruzione inerte, un consolidamento duraturo delle opere” (Schiechl & Stern, 1992). Tale definizione descrive che questa non è propriamente una disciplina, ma un insieme di tecniche costruttive mirate ad intervenire sull'evento di dissesto sia con un'ottica ingegneristica che ecologica. Infatti la stabilità che si va ad apportare al versante è data in parte dalle opere di sostegno, in parte dalle radici delle piante che «riducono e rallentano l'azione battente delle precipitazioni, le raccolgono e le immagazzinano, riducendo così il flusso dell'acqua ed il trasporto solido» (Florineth & Molon, 2005).

Le tecniche di Ingegneria Naturalistica derivano dalle Sistemazioni Idraulico-Forestali (SIF) quando, a partire dagli anni '50 del secolo scorso, venne valorizzato il ruolo della vegetazione

nelle opere di sistemazione idrogeologica. In quegli anni, specialmente nell'area alpina di lingua tedesca, si perfezionarono opere di difesa del suolo applicando l'utilizzo della vegetazione inizialmente come aiuto alle SIF, poi trovando un numero crescente di campi d'intervento (Bischetti et al., 2008). Infatti oggi l'Ingegneria Naturalistica viene applicata con successo anche nella ricostruzione morfologica di ecosistemi paranaturali, nella mitigazione degli impatti delle infrastrutture, nel ripristino del biotopo naturale per la gestione faunistica, etc. (Figura 2)

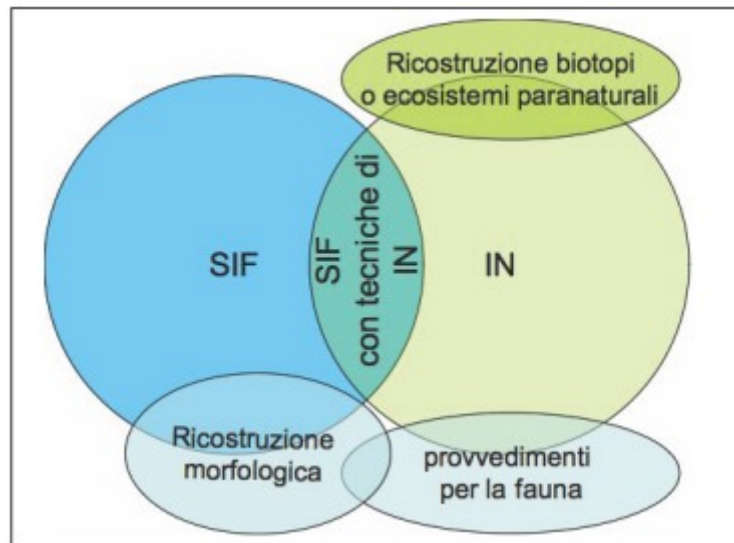


Figura 2: Rappresentazione schematica del rapporto tra le Sistemazioni Idraulico-Forestali e le tecniche di Ingegneria Naturalistica (Bischetti et al., 2008).

A seconda degli ambiti di intervento esistono opere diverse. Verranno ora riportate alcune tecniche di Ingegneria Naturalistica usate per le sistemazioni dei corsi d'acqua e per la stabilizzazione dei pendii e delle scarpate.

Di seguito si riportano le principali tecniche utilizzate nei lavori di ingegneria naturalistica.

COPERTURA DIFFUSA CON SALICI

Questo metodo di copertura è uno dei più utilizzati per la sistemazione idraulica delle sponde poiché in breve tempo produce una vegetazione fitta e regolare che dona una efficace protezione meccanica (Florineth & Molon, 2005).

La messa a dimora delle piante avviene con un senso trasversale alla direzione dell'acqua e gli astoni (parti di pianta viva) sono legati a paletti di legno inseriti nel terreno. L'intera copertura deve essere rivestita di terra o ghiaia sabbiosa (3-4 cm) ed il consolidamento del piede della scarpata, parte fondamentale per la tenuta delle opere, si realizza tramite massi, palificate semplici o per mezzo di alberi grezzi. (Figura 3).

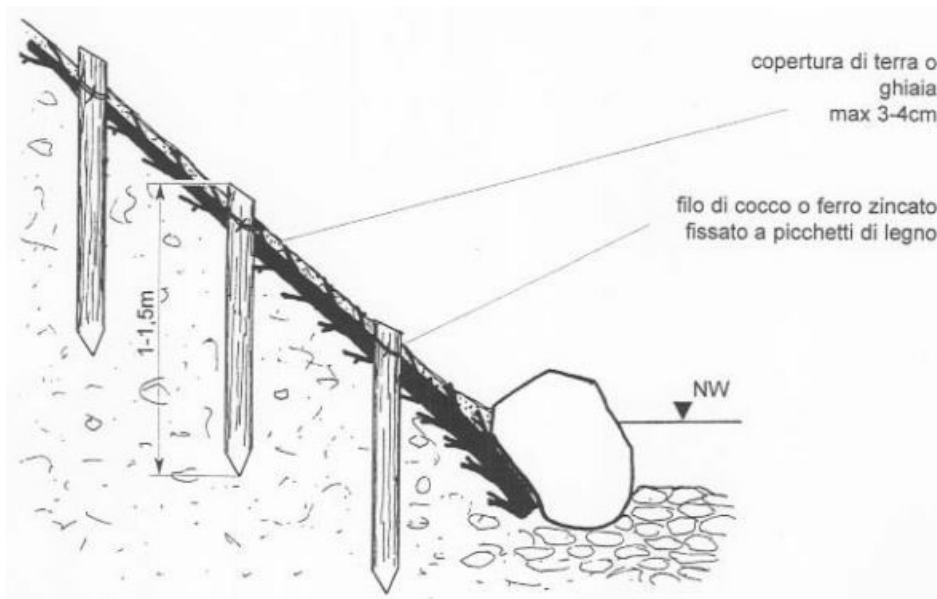


Figura 3: Opera di copertura diffusa di salici (Florineth & Molon, 2005).

PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO

Questo tipo di opera agisce come muro di sostegno dei versanti soggetti a fenomeni franosi in cui la superficie di scivolamento non supera i due metri di profondità. La struttura (Figura 4) è costituita da due file di pali in legno disposti longitudinalmente (pali “correnti”) e da pali corti disposti in senso perpendicolare (pali “trasversi”). Questa disposizione viene ripetuta più volte nella verticale della scarpata. Verranno poi inserite talee e piante con lo scopo di contrastare l’erosione del terreno all’interno dell’opera e di asciugare il suolo con l’evapotraspirazione da loro indotta (Florineth & Molon, 2005).

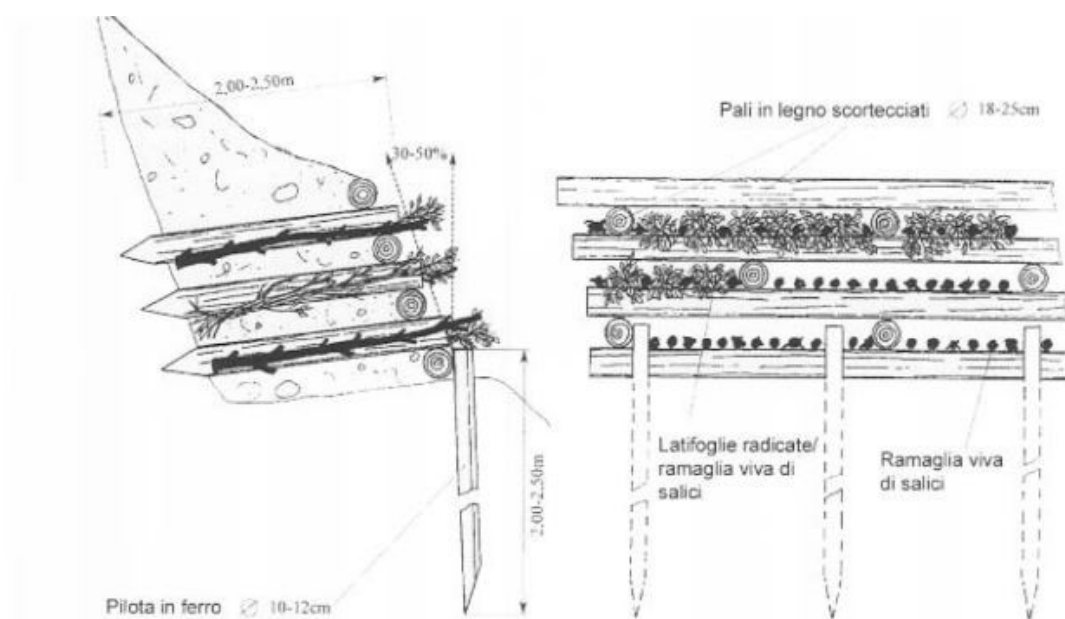


Figura 4: Palificata viva di sostegno semplice (Florineth & Molon, 2005).

INTERVENTI DI DRENAGGIO SUI VERSANTI

Il drenaggio delle acque meteoriche sui versanti rappresenta una delle prime azioni da intraprendere nella sistemazione di un versante franoso. Infatti l'acqua e la pressione da essa provocata sono tra le principali cause di frane e movimenti di scivolamento (Florineth & Molon, 2005). La copertura vegetale svolge una funzione principale di intercettazione ed assorbimento dell'acqua, ma nel momento in cui essa supera una soglia critica di quantità si è costretti a ricorrere ad opere che aiutino il drenaggio.

Un usuale intervento è la costruzione di canalette in grado di captare l'acqua meteorica e di convogliarla fino ai piedi del versante (Figura 5).

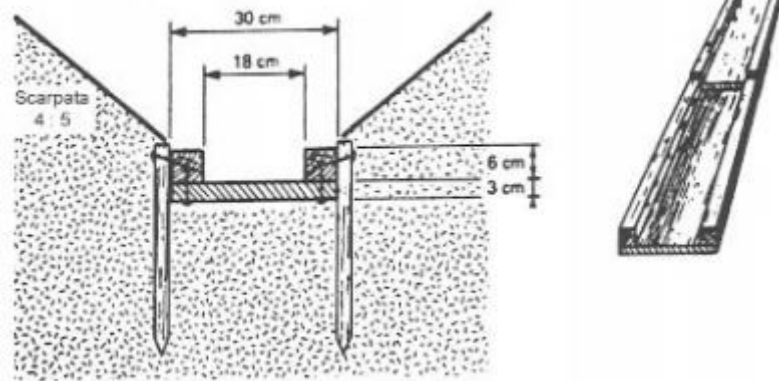


Figura 5: Canalette di drenaggio in legno con paletti laterali (Florineth & Molon, 2005).

2. AREA DI STUDIO

2.1 Inquadramento geografico

L'area presa in esame (Figura 6) è il bacino del torrente Ogliolo, situato a Nord-Est della Lombardia nel comune di Monno (BS). Il bacino idrogeologico del torrente corrisponde alla Valle Dorena, vallata trasversale situata sul versante destro dell'alta Valle Camonica (destra idrografica).

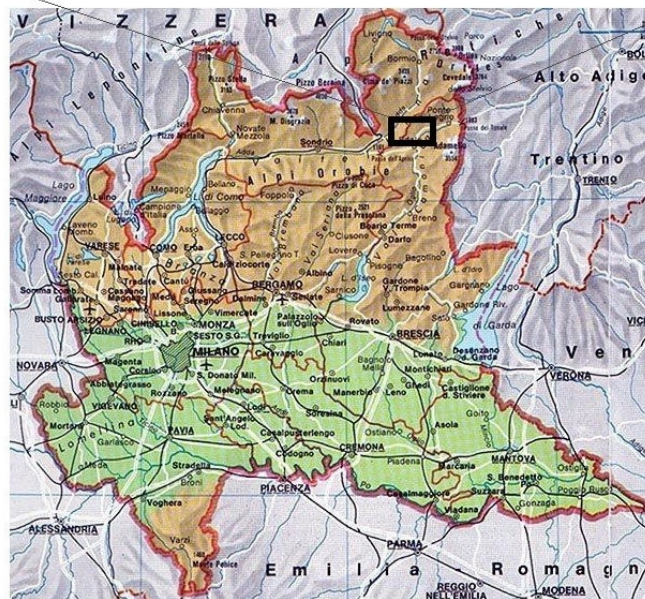


Figura 6: Inquadramento geografico della Valle Dorena.

L'estensione di questo bacino è di 2,5 km² ed è delimitato dai crinali e cime che raggiungono un'altitudine di oltre 2000 m s.l.m. Il corso d'acqua dell'Ogliolo di Monno sorge a quota 1840 m s.l.m. e scorre in direzione Sud-Est fino a 1400 m s.l.m., prende qui una deviazione verso Nord-Est fino a 1000 m s.l.m. e prosegue poi sempre verso est confluendo nel fiume Oglio. Durante il suo corso riceve quattro affluenti: il torrente Rio Dorena, il torrente Mortirolo, il torrente Re ed il torrente Gemella.

La zona che interessa questo lavoro è quella in erosione e si trova tra quota 1500 m s.l.m. e quota 1980 m s.l.m., con un'estensione di 0,122 km².

All'interno dell'estensione territoriale del Comune di Monno possiamo trovare 1078,9 ha di bosco e 857,4 ha di prati e pascoli (Mariotti, 2011). L'attività pastorale è sempre stata presente: sono storiche le tre attività di alpeggio della malga Mortirolo-Varadega, malga Andrina e malga Dorena. Quest'ultima, la malga Dorena, da tempo abbandonata a causa dei frequenti fenomeni di dissesto presenti nella valle, dal 2002 ha ripreso il suo lavoro con un allevamento di vitelloni da carne. Nonostante questo, la SAU calcolata dal censimento del 2001 è solo di 808,7 ha: alcune zone sono inutilizzate o abbandonate per i problemi inerenti a qualsiasi attività agricola-zootecnica, cioè lo scarso ricambio generazionale e la diminuzione del personale lavorativo. Tale fenomeno non ha raggiunto fortunatamente proporzioni estreme, come ad esempio nel Comune di Vezza d'Oglio in cui il numero di capi si è concentrato in poche aziende, rimaste in attività solo nel fondovalle.

La zona del fondovalle è limitata a brevi aree lungo le sponde del fiume Oglio in cui sono presenti i più importanti elementi infrastrutturali dell'alta valle, in particolare la SS 42 che porta al Passo del Tonale. La zona pedemontana è caratterizzata dalla presenza di terrazzamenti e l'attività agricola è tuttora discreta. I prati e pascoli di media quota, un tempo regolarmente sfalciati e concimati, sono invece ora buona parte in abbandono, soprattutto nelle zone con forte pendenza e difficilmente meccanizzabili. Le aree boscate sono sotto il controllo di un piano di assestamento e regolarmente tagliate secondo i propri turni di taglio. I pascoli di alta quota sono quelli utilizzati dalle aziende zootecniche che conducono in alpeggio i propri animali ed esercitano da tempo la propria attività negli alpeggi prima citati.

La Figura 7 mostra l'Uso del Suolo del Comune di Monno, ripresa dallo Studio agronomico-forestale a supporto del Piano di Governo del Territorio comunale (Mariotti, 2011). La Valle Dorena è evidenziata da un cerchio rosso.

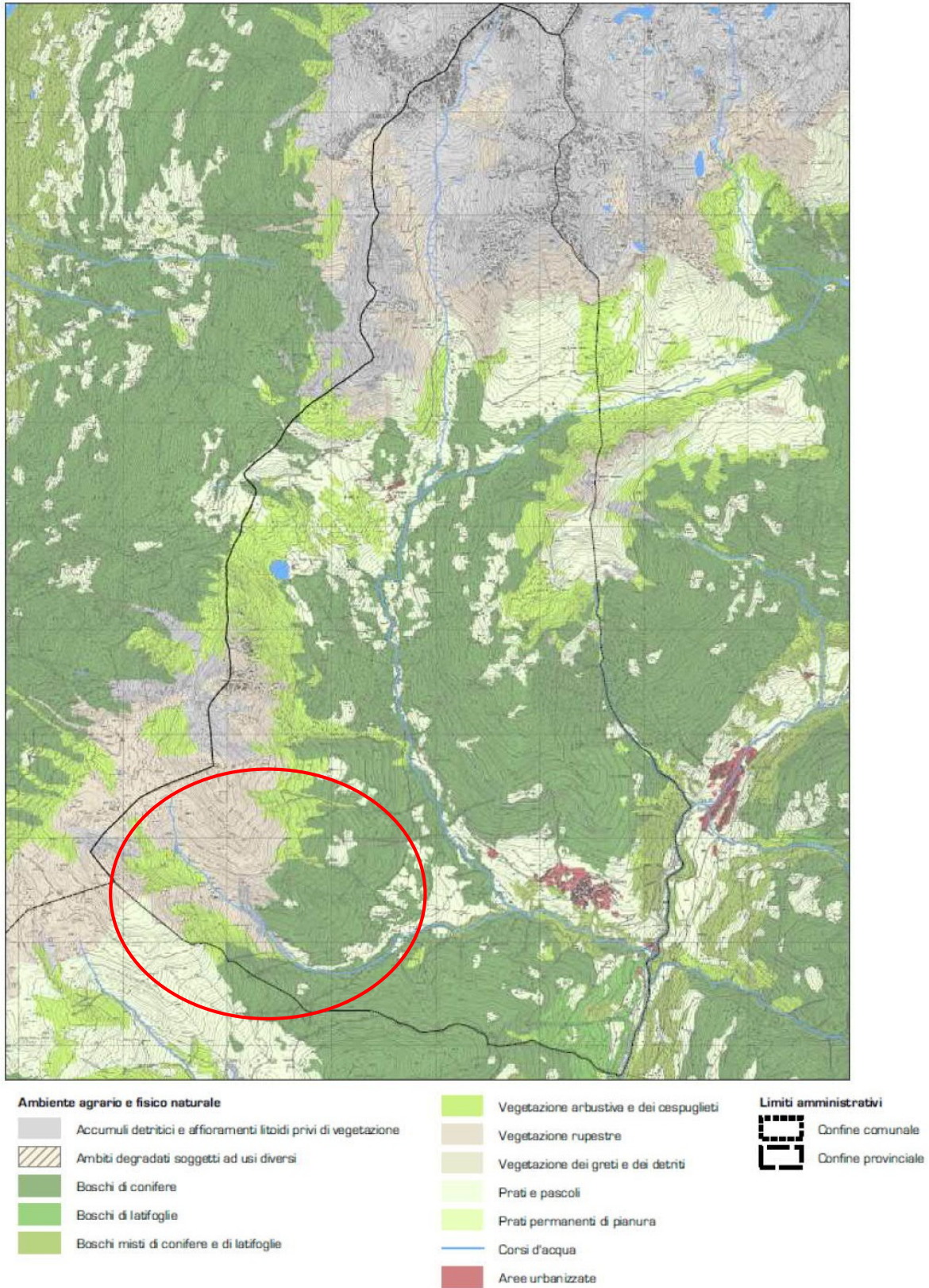


Figura 7: Carta Uso del Suolo del Comune di Monno (Mariotti, 2011).

2.2 Inquadramento climatico

La Val Dorena si trova oltre le Prealpi e il vicino Lago d’Iseo non riesce più ad attuare il suo effetto mitigatore. La fascia climatica della Valle Dorena e anche dell’alta Valle Camonica è di tipo continentale: in inverno le temperature minime sono molto basse, la neve cade spesso, anche se raramente in modo abbondante, e rimane per lunghi periodi; durante la stagione estiva i temporali sono frequenti perché i venti provenienti da Nord (Valtellina) e da Nord-Est (Passo del Tonale) arrivano con facilità (Nigrelli, 2008).

Non essendoci stazioni di rilevazione sistematica con serie sufficientemente lunghe nel comune di Monno, verranno qui mostrati in Tabella 1 i dati relativi alle stazioni limitrofe di Temù (1155 m s.l.m.) e del Lago d’Avio (1902 m s.l.m., Comune di Edolo).

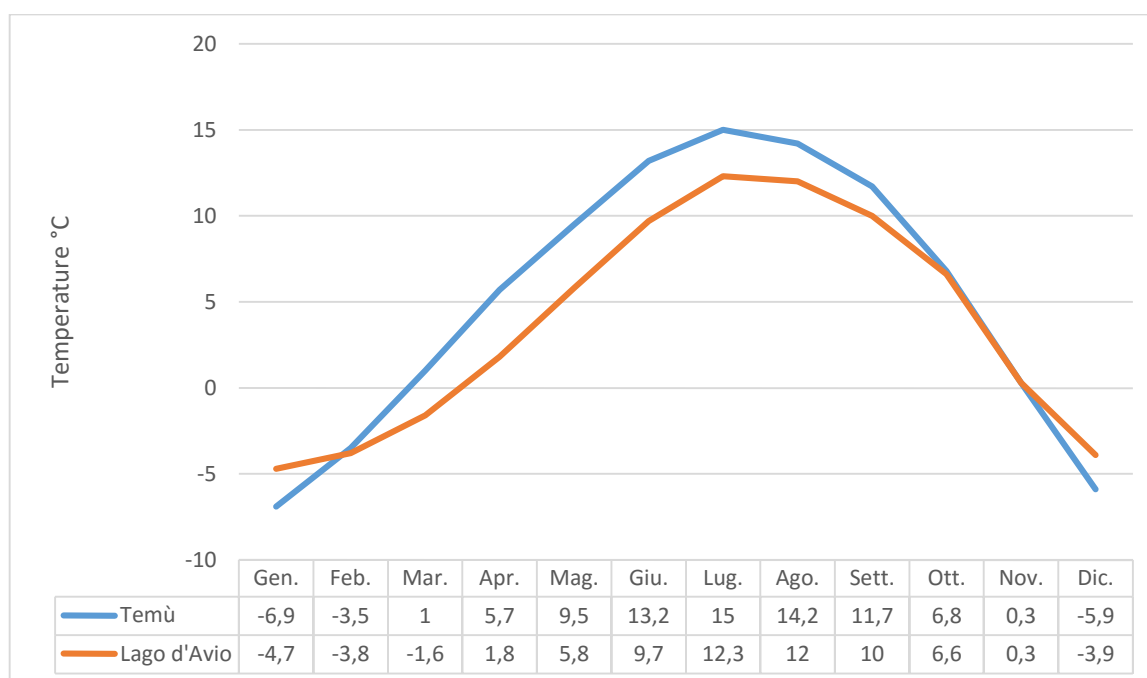


Tabella 1: Temperature medie mensili (Salveti, 1997)

Per quanto riguarda la pluviometria, la Tabella 2 mostra i dati presi dalle stazioni di Edolo (700 m s.l.m.) e di Vezza d’Oglio (1080 m s.l.m.), evidenziano un regime di tipo sublitorale a cavallo tra quello prealpino e quello continentale. La piovosità media annua è di circa 1000 mm per lo più concentrati tra i mesi di maggio e novembre con massimi valori nel periodo estivo. In Figura 8 vengono mostrate le precipitazioni media del Nord-Est lombardo.

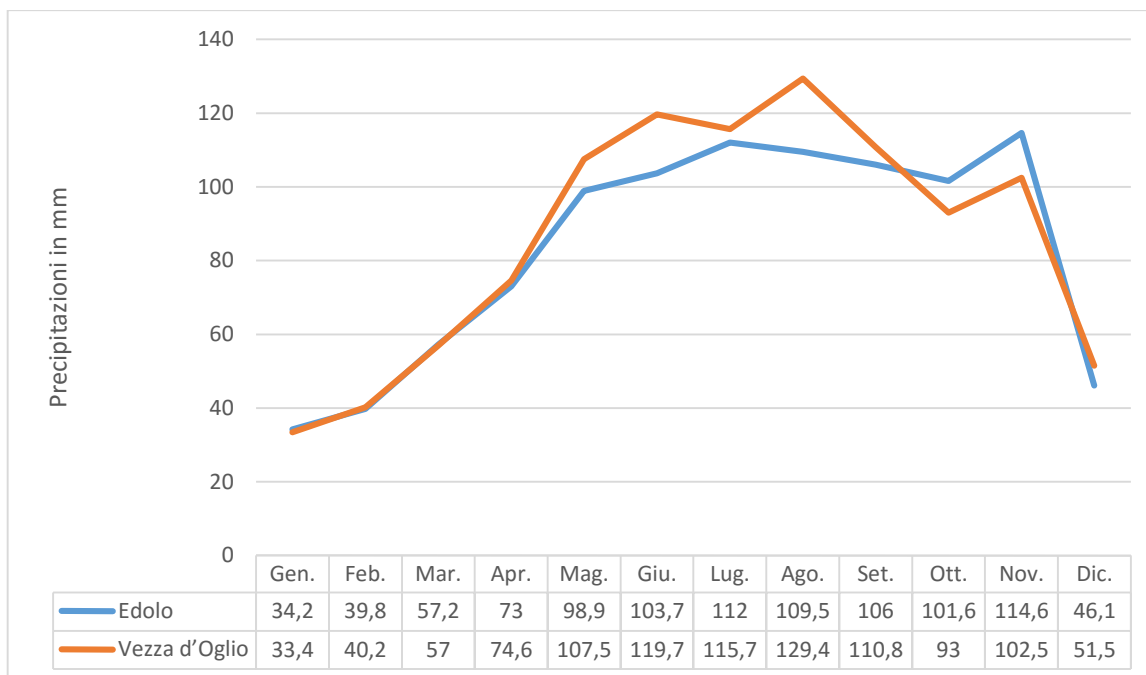


Tabella 2: Precipitazioni medie mensili espresse in mm (Salveti, 1997).

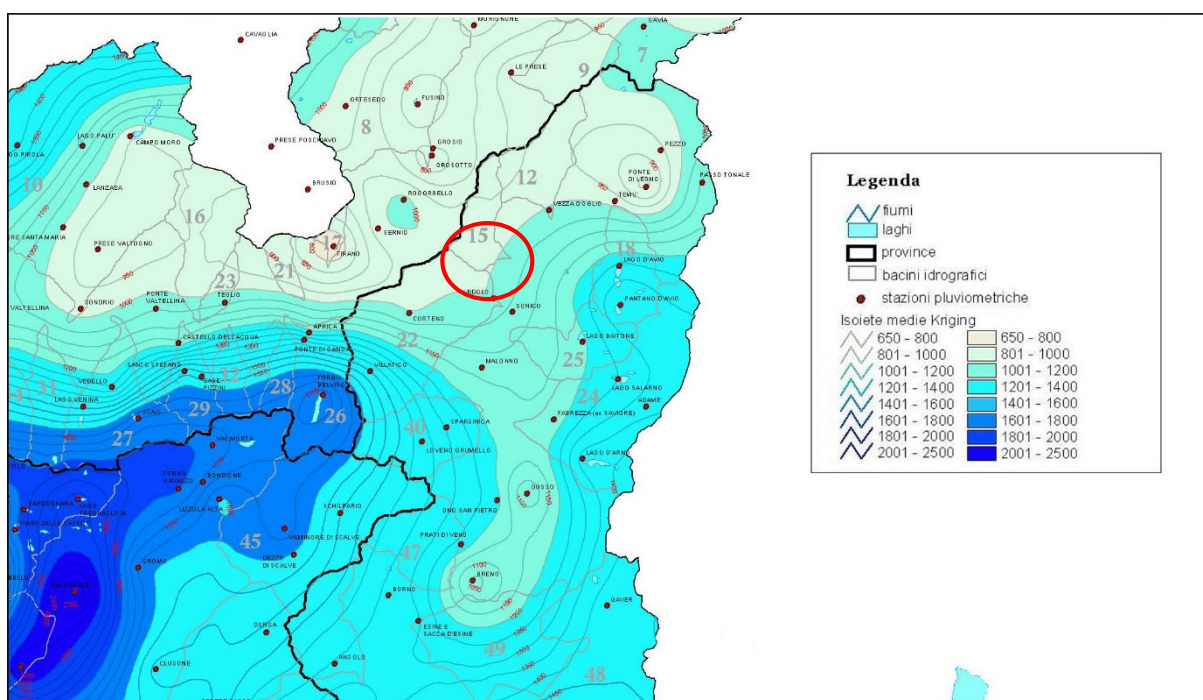


Figura 8: Carta delle precipitazioni medie annue, zoom sulla Valle Camonica (registrazioni nel periodo 1891-1990). L'area cerchiata in rosso indica la Val Dorena (www.territorio.regione.lombardia.it).

2.2 Inquadramento geopedologico

La Valle Dorena è attraversata dalla Linea del Tonale, tratto a direzione Nord-Est della Linea Insubrica. Questa linea separa le Alpi Meridionali dalle Unità Austroalpine di basamento, definendo quello che è l'incontro della placca africana con quella europea (Cancelli, 1998).

L'origine di questa valle è dovuta all'azione delle antiche glaciazioni, in particolare una lingua glaciale di direzione Sud-Est ha portato depositi che si estendono lungo tutto il bacino. Si possono rilevare le caratteristiche morfologie glaciali nelle zone di alta quota: cordoni morenici e presenza di grandi massi erratici con forme di erosione tipiche delle rocce montonate. Successivamente è stata l'azione fluviale a modellare le attuali forme della valle.

Nella parte alta del bacino i depositi quaternari sono costituiti prevalentemente da depositi morenici interessati da intensi processi crioclastici, nelle altre zone del bacino da depositi fluviali-glaciali e detriti di falda. Ai piedi delle pareti rocciose si può notare la presenza di falde e coni di detrito che scivolando verso valle si sovrappongono alla coltre dei depositi glaciali. Si tratta di depositi grossolani, di ghiaia e sabbia miste a matrice fine.

Da quota 1650 m s.l.m. partendo dall'alveo e risalendo sul versante, il substrato roccioso è prevalentemente gneissico (*gneiss del Tonale*), la cui continuità è interrotta a quota 1750 m da un livello di anfibolite fino all'orlo della scarpata. A quote superiori l'osservazione diretta di altre variazioni di facies presenta molte difficoltà, tuttavia una caratteristica di tutto il versante eroso è il forte grado di fratturazione dell'ammasso. Questa fratturazione aumenta la possibilità di distacchi di blocchi o clasti delle rocce presenti.

I suoli di questa valle sono originati da rocce siliciche acide comprendenti gneiss, scisti micacei, filladi e anfiboliti. Osservando nello specifico un versante in erosione possiamo notare una sequenza di tre orizzonti, tipica dei *podsol bruni*:

- Orizzonte A: (30-50 cm) il più superficiale, quello che rappresenta il suolo o terreno agrario, arricchito quindi di sostanza organica. Nel suo complesso di colore marrone scuro con matrice limosa-argillosa, attraversato dagli apparati radicali del cotico erboso fino ad una profondità di 10-15 cm.
- Orizzonte B: (20-50 cm) ghiaia con ciottoli e blocchi; clasti con diametro medio di 15 cm.
- Orizzonte C: (2-5 m) di limo con ghiaia e blocchi di dimensioni fino a 50 cm; generalmente si tratta di depositi glaciali. Orizzonte piuttosto discontinuo con spessore variabile.

Al di sotto di essi è presente un ulteriore orizzonte, sempre di tipo C, rappresentato da oltre 30 m di depositi con dimensioni eterogenee e prevalente con presenza di sabbia.

Sono presenti nella Valle Dorena altri tipi di suoli: oltre il limite vegetazionale è possibile vedere i *ranker*, in cui l'orizzonte B non è presente e la sequenza di deposizioni sarà di tipo A-C; sempre in alta quota, nelle zone rupicole, vedremo i *litosuoli* con profilo A-C, ma con scarsa presenza di humus. Sono presenti anche delle *terre brune molto liscivate*, ma solo in aree al di fuori di quella presa in esame, quindi di interesse marginale.

L'interfaccia che separa i vari orizzonti, come tra A e B oppure dal C con il profondo strato sabbioso, può essere accentuata dalla variazione del contenuto d'acqua nei due terreni. Questo può generare delle emergenze idriche: si possono formare dei flussi d'acqua che incidono ed erodono i depositi, andando ad approfondire l'orlo di erosione di versanti. Queste emergenze possono essere puntuali o diffuse, momentanee o perenni, in relazione alle condizioni climatiche e meteoriche e al tipo di andamento dell'interfaccia, cioè la continuità degli spessori presenti. Generalmente si seguono maggiormente le emergenze idriche nei suoli ai piedi dei versanti, dovute essenzialmente da infiltrazioni di precipitazioni che regolano direttamente la portata dei ruscellamenti.

2.3 Inquadramento botanico

La latitudine, l'altitudine, i fattori climatici e le condizioni geopedologiche creano le fasce fitoclimatiche, cioè areali con presente una vegetazione rappresentativa composta da specie più o meno omogenee. Queste fasce definiscono quella che può essere la vegetazione climax di un certo areale e sono molto utili a livello di pianificazione poiché presentano quella varietà di specie che in potenza sarebbe giusto utilizzare nei lavori di rimboschimento (Del Favero, 2002). Il Piano di Bonifica della Valle Camonica usa la classificazione di Mayr-Pavari (1916) andando ad indicare il bacino della Val Dorena nella fascia del *Picetum* in transizione con il *Fagetum*. Guardando nello specifico possiamo vedere:

- *Fagetum*: nelle zone a bassa quota sotto i 1400 m s.l.m. Questa fascia è però trascurabile poiché la zona di frana interessata si trova al di sopra della quota di 1500 m s.l.m.
- *Picetum*: nelle zone di quota superiore ai 1400 m s.l.m., dal limite del *Fagetum* fino alla altitudine di circa 1900 m s.l.m.
- *Alpinetum*: dal limite superiore del *Picetum* fino alle vette più alte.

La vegetazione potenziale è rappresentata quindi dalla foresta montana di abete rosso con una partecipazione non trascurabile del larice. Secondo la relazione tecnico-forestale redatta per il progetto delle sistemazioni idrauliche, il modello forestale più tipico è dato dalla facies del *Piceetum transalpinum* (Salveti, 1997) la cui configurazione è indicata in Tabella 3.

Piceetum transalpinum	
FISIONOMIA	<u>Bosco di abete rosso con partecipazione del larice o raramente del pino silvestre.</u> Vegetazione costituita prevalentemente da conifere; scarsa presenza di latifoglie visibili per lo più allo stato arbustivo nelle radure e nelle vallecole.
STRUTTURA	<u>Strato arboreo:</u> compatto. <u>Strato arbustivo:</u> povero. <u>Strato erbaceo:</u> ricco.
HABITAT	Quote altitudinali alte con esposizioni prevalentemente fresche. Vive bene con temperature medie di 3-6 °C e sopporta minime fino a -30 °C.
SPECIE SIGNIFICATIVE	<i>Picea abies, Larix decidua, Pinus sylvestris, Pinus mugo, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaeae, Laburnum alpinum, Juniperus communis, Betula pendula, Sorbus aucuparia, Veronica latifolia, Saxifraga cuneifolia, Hieracium murorum, Alchemilla vulgaris, Plantago media, Veronica officinalis, Soldago vigr-aurea.</i>

Tabella 3: Descrizione del *Piceetum transalpinum* (Salveti, 1997).

A causa dei molteplici fattori di disturbo, come le acque percolanti, l'elevata pendenza dei versanti e l'immatùrità del suolo data dai fenomeni di dissesto, la vegetazione potenziale risulta bloccata a fasi pioniere in cui prevalgono gli stadi arbustivi (Figura 9). Le conifere, in particolare il larice, sono presenti con discreta rinnovazione. Soltanto superata la linea del dissesto sono presenti i boschi di abete rosso tipici della fascia fitoclimatica. Le aree destinate al pascolo sono invece ormai da anni inutilizzate; è facile quindi prevedere per il futuro la lenta riconquista da parte del bosco. L'applicazione di una selvicoltura naturalistica dovrebbe, con le dovute tempistiche, restituire la naturale conformazione vegetazionale, favorendo la presenza dell'abete rosso sulle altre specie.

Lungo il torrente si sviluppa una vegetazione diversa dal *Picetum*: risale ai fianchi del corso d'acqua una cenosi di tipo ripariale visibile fino a circa 1650 m s.l.m. di quota (Figura 10).

Questa è composta prevalentemente dall'ontano verde (*Alnus viridis*), l'ontano bianco (*Alnus incana*) nelle quote al di sotto dei 1500 m s.l.m. e da diverse specie di salici la cui presenza è dovuta anche dalla piantumazione a seguito degli interventi ingegneristici. Le specie di salici sono *S. purpurea*, *S. daphnoides*, *S. appendiculata* e *S. caprea*.

La causa di instabilità dei versanti non è imputabile alla scarsa copertura vegetazionale che riesce nonostante tutto ad avere una funzione protettiva. Il cotico erboso conferisce un minimo di stabilità che permette di contenere i continui eventi erosivi che si possono notare sulle superfici nude.



Figura 9: Vegetazione arbustiva lungo il versante. Superata in altitudine l'area del dissesto inizia la presenza della pecceta.



Figura 10: Salici arbustivi lungo l'alveo del torrente Ogliolo.

Nel 1999 sono state compiute delle indagini floristiche dall'Università degli Studi di Milano e i risultati sono indicati nella relazione finale redatta da De Bernardi (De Bernardi, 1999). Non sono stati effettuati rilievi fitosociologici ma semplicemente un censimento delle specie vegetali presenti.

Ai fini conoscitivi verranno ora riportate le specie individuate con la relativa forma biologica e architetturale (Tabella 4).

GRAMINACEAE	
He caesp	<i>Agropyrum caninum</i>
He caesp	<i>Agostis sp</i>
He caesp	<i>Anthoxantum odoratum</i>
He caesp	<i>Arrhenatherum elatior</i>
He caesp	<i>Dactylis glomerata</i>
He caesp	<i>Festuca curvula</i>
He caesp	<i>Phleum pratense</i>
He caesp	<i>Poa alpina</i>
He caesp	<i>Poa glauca</i>

He caesp	<i>Poa pratensis</i>
IPERICACEAE	
He scap	<i>Hypericum perforatum</i>
OENOTHERACEAE	
He scap	<i>Epilobium angustifolium</i>
He scap	<i>Epilobium dodonei</i>
He scap	<i>Epilobium montanum</i>
COMPOSITAE	
He scap	<i>Achillea millefolium</i>
He ros	<i>Aster bellidiastrum</i>
He scap	<i>Centaurea yacea</i>
He scap	<i>Hyeracium staticifolium</i>
He ros	<i>Leodontodon</i>
T scap	<i>Senecio inaequidens</i>
G rhiz	<i>Tussilago farfara</i>
CARYOPHILLACEAE	
He scap	<i>Cerastium sp.</i>
He caesp	<i>Silene rupestris</i>
T scap	<i>Moheringia officinalis</i>
LEGUMINOSAE	
He scap	<i>Anthyllis vulneraria</i>
He scap	<i>Lotus corniculatus</i>
He scap	<i>Trifolium pratense</i>
He scap	<i>Vicia cfr cracca</i>
PLANTAGINACEAE	
He ros	<i>Plantago mayor</i>
ROSACEAE	
He ros	<i>Alchemilla vulgaris</i>
He scap	<i>Potentilla collina</i>
He scap	<i>Potentilla erecta</i>
He scap	<i>Potentilla rupestris</i>
CAMPANULACEAE	
He scap	<i>Campanula rotundifolia</i>
IPERACEAE	
	<i>Hypericum perforatum</i>

LABIATAE	
He scap	<i>Ranunculus montanus</i>
VIOLACEAE	
T scap	<i>Viola tricolor</i>
RUBIACEAE	
He scap	<i>Galium cfr anysophyllum</i>
POLYGONACEAE	
G rhiz	<i>Polygonum bistorta</i>
He scap	<i>Rumex scalatus</i>
SCROPHULARIACEAE	
H bienn	<i>Verbascum cfr tapsus</i>

Tabella 4: Rilievi floristici del 1999 (De Bernardi, 1999).

2.4 Descrizione del dissesto

A partire dalla metà degli anni '50 del secolo scorso questa zona è stata soggetta a due tipi di dissesto (Figura 11-12):

- “alterazione” del substrato roccioso ed asportazione dei blocchi rocciosi isolati;
- deterioramento anticipato dei depositi che ha causato un’erosione del piede del versante.

Questi fenomeni interessano principalmente la zona relativa alla sinistra idrografica del bacino, in particolar modo le zone d’alveo tra le quote di 1650 m s.l.m. e 1780 m s.l.m. e le scarpate a quota 1960 m s.l.m.

Possiamo dire che la dinamica di questi eventi è tuttora presente e la meccanica che ha portato al loro verificarsi è stata la continua attività erosiva di fondo del torrente Ogliolo combinata con l’azione dilavante delle acque superficiali. Nelle zone di alta quota l’erosione è stata più imponente poiché le forti pendenze dell’alveo hanno accentuato l’evento. I versanti hanno subito un continuo arretramento dell’orlo della scarpata riducendo i terrazzi erbosi, inoltre precipitazioni prolungate o intense hanno causato il formarsi di solchi ed incisioni. Questi avvenimenti hanno portato il distacco dell’orizzonte superficiale del suolo.

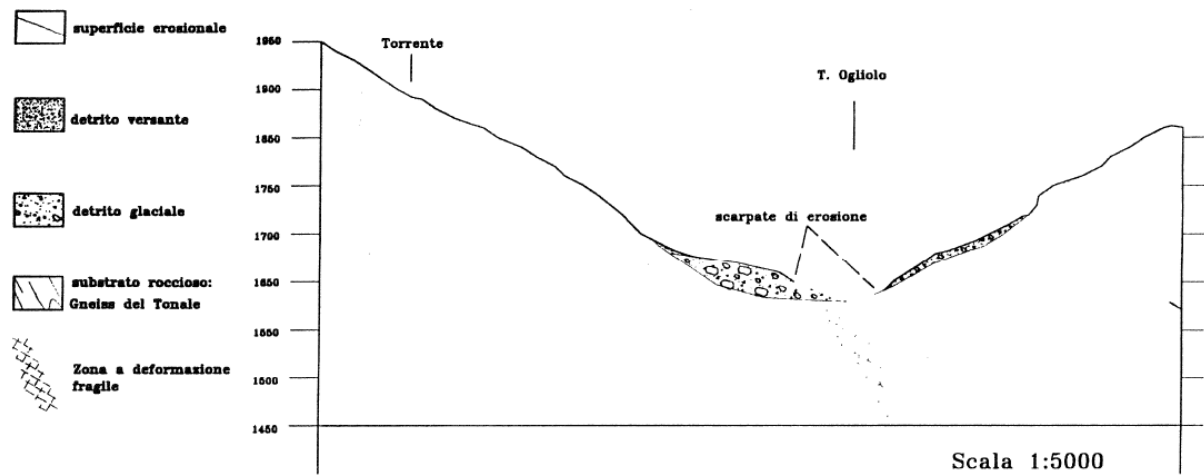


Figura 11: Sezione geologica 1 (Cancelli, 1998).

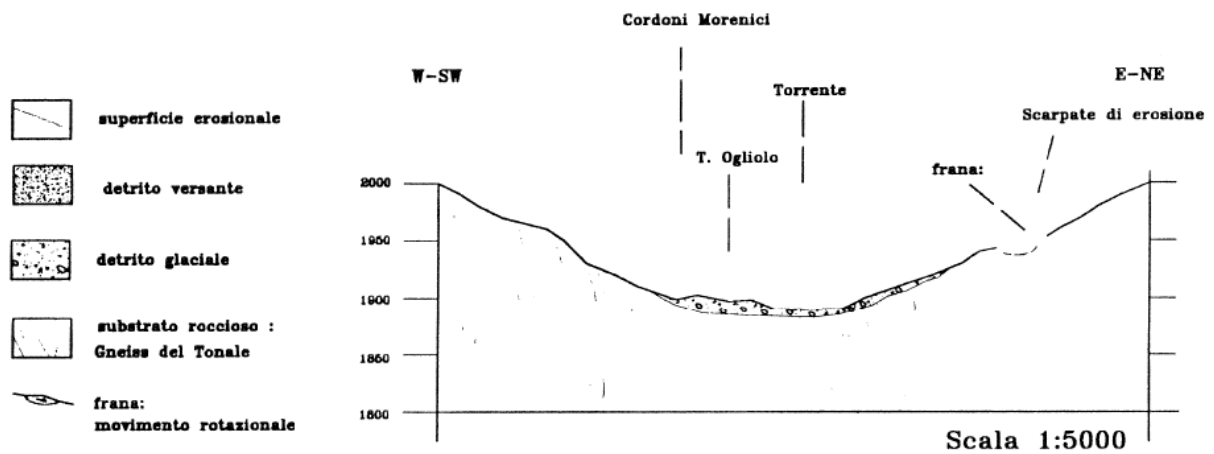


Figura 12: Sezione geologica 2 (Cancelli, 1998).

Secondo l'evoluzione storica del dissesto riportata dal rapporto geologico del 1998 (Università degli Studi di Milano) si può capire come nel 1954 il versante destro idrografico non fosse ancora soggetto alle erosioni e franamenti che oggi vediamo, mentre quello sinistro presentava già i caratteri generali di instabilità descritti, con la presenza di un corpo franoso a quota 1960 m. Negli anni seguenti, lo scavare del torrente ha portato un arretramento del ciglio di frana con un aumento della pendenza dei versanti e nel 1964, a causa di un eccezionale evento di pioggia, si è verificato un enorme trasporto solido con un conseguente arretramento del dissesto nella parte mediana del torrente, modificando la morfologia della valle (Figura 13).



Figura 13: Dissesto della Valle Dorena nel 1964, archivio del C.F.S. di BS.

Negli anni '70 del secolo scorso l'Ogliolo e le acque superficiali accentuarono la loro forza erosiva, aumentando i fenomeni in particolar modo nella sinistra orografica, con una ulteriore diminuzione dei prati e pascoli. Le opere di difesa costruite in questo periodo (prevalentemente briglie) hanno rallentato l'erosione del fondo, ma non quella del versante. Con il tempo volume di materiale detritico si è accumulato nella zona dell'alveo, causando danni alle briglie e al letto del fiume.

Nel 1983 una seconda alluvione ha apportato ulteriore erosione lungo la sponda. Questo evento ha spinto alla realizzazione di opere efficaci e ben riuscite; infatti in alcune aree l'azione del dissesto si è praticamente arrestata.

Dal Geoportale Nazionale (www.pnc.minambiente.it) sono state tratte cinque ortofoto con cui è possibile vedere l'evoluzione del dissesto negli anni (Figura 14).

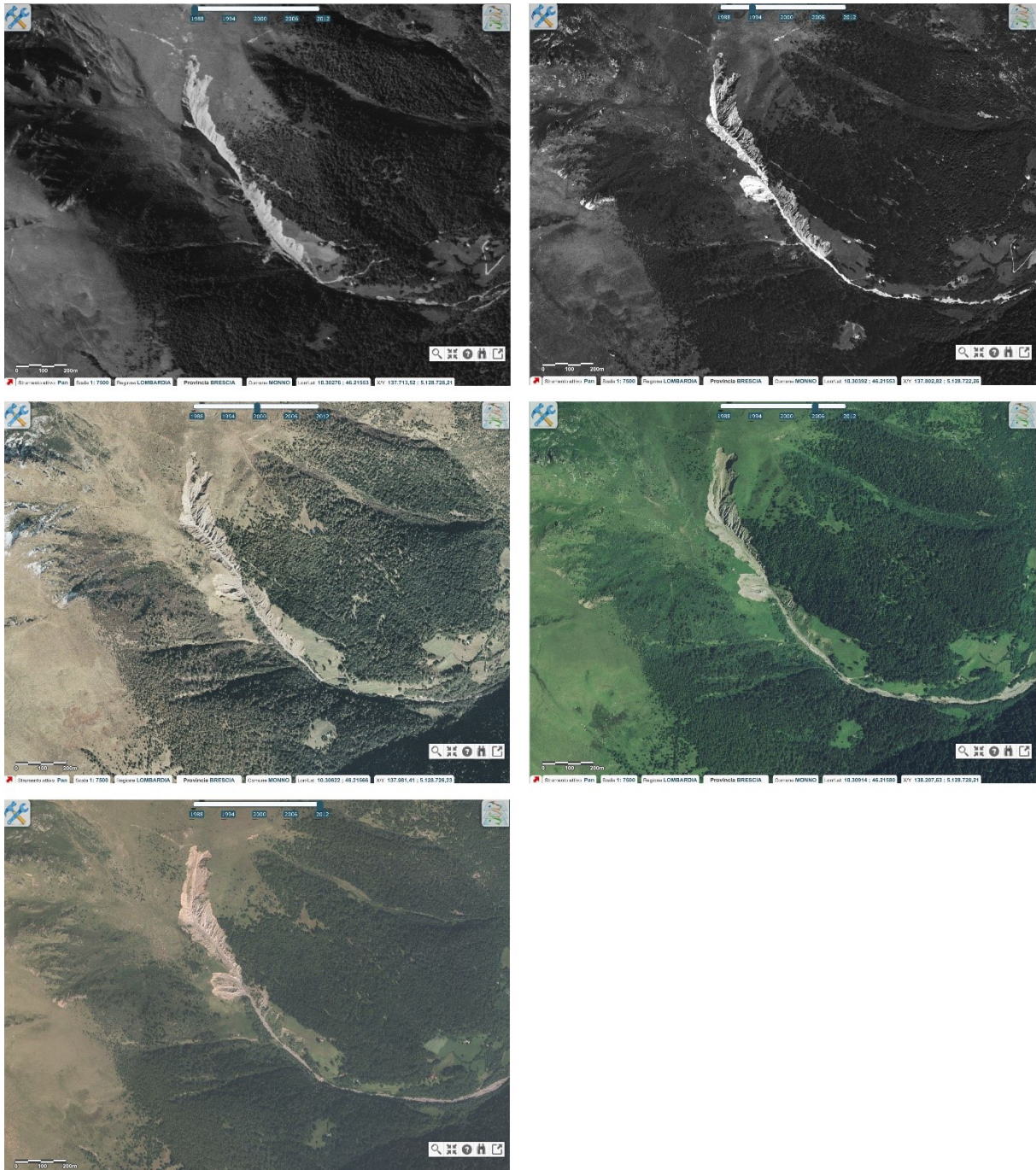


Figura 14: Evoluzione del dissesto. A partire da in alto a sinistra possiamo vedere le ortofoto degli anni 1988, 1994, 2000, 2004, 2012 (www.pnc.minambiente.it).

2.5 Opere realizzate

Durante l'evoluzione del dissesto sono state costruite molte opere per frenare le dinamiche precedentemente descritte. Le soluzioni che questi interventi vogliono effettuare sono:

- riduzione dell'erosione e dell'azione che destabilizza il piede del versante, ricercando la stabilizzazione di esso;

- riduzione del sovralluvionamento.

A seguito della straordinaria alluvione del 1983 le sistemazioni idraulico-forestali divennero necessarie e grazie alla Legge Regionale N° 56 del 1983 vennero stanziati 800 milioni di Lire. Sono stati privilegiati interventi di ingegneria idraulica tradizionale per la sistemazione del torrente, mentre per quella del versante sono state progettate opere di ingegneria naturalistica. Il progetto originario già presente prima del 1983 prevedeva la realizzazione di 10 briglie lungo l'alveo tra le quote di 1590 m s.l.m. e 1700 m s.l.m. ed una platea di tubi in plastica riempiti di calcestruzzo magro (magrone) a valle delle briglie. Per la logistica dei lavori è stato previsto l'allargamento di una strada, a causa della difficoltà di raggiungimento dell'areale. Questo piccolo progetto stradale ha portato all'allargamento fino a 2,5 m un tratto di 4 km di una strada esistente e la costruzione di una nuova pista della lunghezza di 2 km. Relativo al sostegno di questo progetto di viabilità sono state realizzate gabbionate, canalette e muri in pietrame (Bischetti, s.d.).

A seguito dell'alluvione, si riuscirono a costruire solamente 5 delle 10 briglie, decidendo di convergere i fondi nella realizzazione di opere di difesa spondale. Nella costruzione delle briglie si è riscontrata una notevole difficoltà: i versanti, a causa dell'erosione, hanno apportato continuamente materiale nell'alveo del torrente ed impedito la corretta funzionalità delle opere.

Sono stati progettati degli interventi non solo per la sistemazione fluviale, ma anche per il sostegno dei versanti. Per riportare la pendenza ai livelli di stabilità naturale innanzitutto si è attuata la rimozione delle corone di frana eventualmente presenti, nei tratti più ripidi sono state previste delle palizzate in legname e gabbionate, con la creazione di gradonamenti per facilitare il reinserimento della vegetazione. Come vuole la logica dell'ingegneria naturalistica, la fase successiva è quella dell'inserimento della vegetazione, con lo scopo di ripristinare parte della stabilità dei versanti grazie alla presenza della nuova copertura erbacea/arbustiva.

Si è dovuto cambiare il progetto originario sempre a causa dell'alluvione. Si sono concentrate maggiormente le sistemazioni nelle aree dove l'azione erosiva era divenuta più intensa e sono state privilegiate opere che avessero una buona profondità nel suolo per garantire un'azione duratura nel tempo. Nello specifico si costruirono molte palizzate semplici, ben affondate nel substrato, e si realizzò lo scavo di un canale con alla base un tubo drenante in p.v.c per convogliare le acque d'infiltrazione. La costruzione di una palizzata prevede l'inserimento di pali verticali a cui vengono inchiodati dei pali disposti in senso orizzontale, sistemati uno

sopra l'altro. La zona a monte limitrofa alla sistemazione deve venire arricchita con materiale vivo, come talee.

Nel 1997 vennero progettati altri interventi da parte della Loading S.r.l (Figura 15). Questi lavori sono suddivisi in due categorie: interventi di regimazioni delle acque (sia sull'alveo che sul versante) e sistemazioni di consolidamento dei versanti nelle zone di forte erosione.

Per quanto riguarda le sistemazioni all'alveo, alcune delle opere realizzate furono:

- ristrutturazione delle briglie già presenti in condizioni di precaria stabilità;
- realizzazione di due nuove briglie;
- protezione del piede con scogliere a secco in grossi massi.

Per quanto riguarda la regimazione delle acque sul versante:

- drenaggi con fascine vive;
- canale di scolo in sassi e calcestruzzo;
- fosso di guardia;
- cinque briglie in legname con funzione sia regimante che di consolidamento.

Le opere di consolidamento dei versanti sono state:

- scoronamento di eventuali fronti di erosione;
- palizzate semplici;
- gradonate vive in scavo mediante la formazione di gradoni.

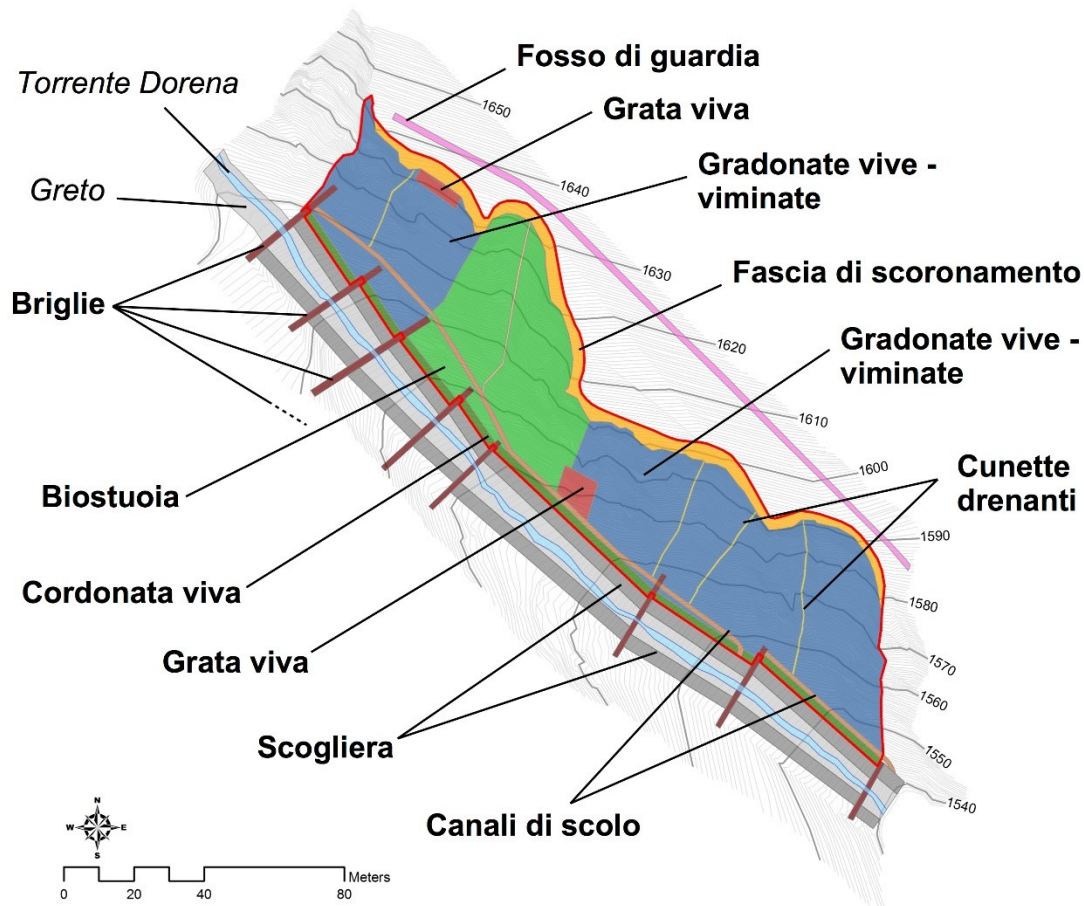


Figura 15: Opere presenti nel 2015

2.5.1 Specie utilizzate per il consolidamento dei versanti

Secondo quanto descritto nella Relazione Tecnica Forestale compiuta da Loding S.r.l., le specie vegetali erbacee, arbustive ed arboree, utilizzate nei lavori del 1997, sono quelle usate nella maggior parte degli interventi di ingegneria naturalistica (Tabella 5). I criteri che hanno portato alla scelta di esse non comprendono solamente la capacità della pianta di donare resistenza e stabilità al suolo, ma anche perché tali specie non differiscono troppo dalle naturali cenosi presenti nell'areale. Non rappresentando un fattore che aumenta lo scatenarsi del dissesto il sovraccarico da parte delle piante arboree, è stata possibile la messa a dimora di abete rosso e larice nelle zone della fascia alta e media del versante, in modo da facilitare il naturale ritorno della pecceta. Si è riuscito così anche ad assecondare la naturale crescita della vegetazione ripariale lungo l'alveo del torrente.

Il materiale vegetale è costituito da talee per quanto riguarda i salici e da semenzali o trapianti in fitocella per le altre essenze arbustive ed arboree con l'ausilio di reti in geotessuto per il

sostegno delle plantule. Vi è stato l'impiego della tecnica di idrosemina per il ripristino della copertura erbacea.

Specie erbacee
<p>Graminacee:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Agrostis tenuis</i> - <i>Festuca rubra</i> - <i>Festuca ovina</i> - <i>Lolium perenne</i> - <i>Dactylis glomerata</i> - <i>Descampisia caespitosa</i> - <i>Lotus corniculatus</i> <p>Leguminosae:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Trifolium repens</i> - <i>Trifolium pratense</i> - <i>Trifolium hybridum</i> <p>Compositae:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Achillea millefolium</i>
Specie arbustive
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Alnus viridis</i> - <i>Alnus incana</i> - <i>Salix caprea</i> - <i>Salix purpurea</i> - <i>Salix appendiculata</i> - <i>Sorbus acuparia</i>
Specie arboree
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Picea abies</i> - <i>Larix decidua</i>

Tabella 5: Specie vegetali utilizzate nelle opere del 1997 (Salveti, 1997)

3. MATERIALI E METODI

3.1 Raccolta dei dati vegetazionali

La fitosociologia consiste nel descrivere e classificare le comunità vegetali secondo il metodo di Braun-Blanquet, che si basa sull'identificazione delle associazioni vegetali, tipologie elementari riconosciute considerando la composizione specifica delle fitocenosi e non solo la loro fisionomia (Ubaldi, 2008). Lo scopo della fitosociologia quindi è quello di riuscire ad identificare non solo il tipo di pianta, ma anche la comunità (cenosi) a cui appartiene. Questo studio si basa su alcune fasi che iniziano dal rilievo fitosociologico, poi le unità vegetazionali vengono denominate, cioè ricondotte ad una classificazione di riferimento, ed interpretate dal punto di vista ecologico, cercando di risalire alle relazioni con i fattori ambientali che le hanno determinate. Le informazioni raccolte con lo studio di un'area possono essere sinteticamente rappresentate in una carta della vegetazione in cui vengono rappresentate le campiture delle unità individuate oppure i gruppi vegetazionali maggiori.

La raccolta dei dati è avvenuta tramite 16 rilievi fitosociologici compiuti in diverse aree: sul versante dove sono state realizzate le opere di ingegneria naturalistica, nella zona di prato al di sopra del versante coinvolto delle sistemazioni e nel bosco che delimita il prato. Si è cercato di mantenere per ogni area presa in considerazione una grandezza rassomigliante, verosimilmente di 10 m², e con caratteristiche vegetazionali il più omogenee possibili.

Dal punto di vista pratico, per ogni rilevazione bisogna annotare:

- Numero del rilievo;
- Latitudine e Longitudine;
- Superficie analizzata (m²);
- Inclinazione (°);
- Esposizione (°);
- Quota (m s.l.m.);
- Stima della copertura dello strato del suolo presente, attribuendo una percentuale per ogni tipologia (strato arboreo, arbustivo, erbaceo, muscinale, lettiera, suolo nudo);
- Altezza massima (m) per ogni strato vegetazionale (arboreo, arbustivo, erbaceo);
- Specie vegetali presenti.

Inoltre, per ogni specie vegetale rilevata è necessario dare un indice che vada a specificare quella che sarebbe la relativa abbondanza nell'area presa in esame. Esistono molti tipi di

indici e di scale, quelli utilizzati da questo lavoro sono gli Indici di Broun-Blanquet, spiegati nel dettaglio nella Tabella 6.

Indici di abbondanza/dominanza	Copertura %
5	75-100
4	50-75
3	25-50
2	5-25
1	1-5
+	1
r	Specie rara

Tabella 6: Scala Broun-Blanquet degli indici di copertura vegetazionale.

La Figura 16 rappresenta la scheda utilizzata tipicamente per i rilievi fitosociologici.

CODICE RIL _____ DATA _____ RILEVATORI _____
 COMUNE _____ PROVINCIA _____ SUPERF RIL mq _____
 LOCALIZZAZIONE _____
 _____ CARTA CTR _____
 DESCRIZIONE FISIONOMICA _____

 NOTE: _____

	COP %				H min-H max		INCL	
STRATO ARBOREO A							°	
STRATO ARBUSTIVO aa							°	
STRATO ARBUSTIVO ba								
STRATO ERBACEO e							m	
STRATO MUSCINALE %								

	A	aa	ba	J	e	e
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28	STRATO MUSCINALE (terricoli):					
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						

Figura 16: Tabella utilizzata per rilievi fitosociologici.

3.2 Indice Ecologico di Maturità

L'Indice Ecologico di Maturità (EIM) (Giupponi et al., 2015) è un parametro atto a valutare il livello di disturbo della vegetazione di un'area che ha subito interventi di ripristino. Esso ci fornisce informazioni sul fatto che la vegetazione, e pertanto l'ecosistema, sia alterata da fattori di disturbo, e quindi se le opere di ripristino ambientale abbiano avuto o meno successo. Questo indice si basa sugli indicatori floristici di Taffetani e Rismondo (2009) mirati alla valutazione ambientale degli agroecosistemi, rivisti in funzione della dinamica della vegetazione, cioè la successione delle cenosi vegetali, dagli stadi pionieri a quelli climax. Questa dinamica di vegetazione può avvenire prevalentemente dopo eventi che portano squilibri all'ambiente e alle comunità presenti. Tali modificazioni possono essere sia di origine naturale, come frane o incendi, sia di tipo antropico, come lo sfalcio dei prati, il pascolo o il taglio dei boschi. A seguito di eventi di disturbo compariranno specie che riescono ad adattarsi meglio al nuovo ambiente e diminuiranno quelle inadatte ai nuovi caratteri ambientali.

Il calcolo di EIM è basato sullo studio delle fitocenosi secondo il tradizionale approccio fitosociologico e si ottiene con la seguente formula:

$$EIM = \frac{IM \left[\left(1 - \frac{IE}{100} \right) + \frac{IL}{100} \right]}{1 + \frac{IL}{100}}$$

in cui "IM" è l'Indice di Maturità, "IE" l'Indice della componente esotica, "IL" l'Indice della componente endemica. I valori che esprimerà variano da 0 (specie coltivate, ornamentali o esotiche che non hanno un significato dinamico-evolutivo e non sono quindi attribuibili a specifiche classi sintassonomiche) a 9 (specie che fanno capo a classi di foreste mature).

EIM è dunque il risultato della combinazione di tre indici:

- L'Indice di Maturità (IM) valuta lo stato di copertura vegetazionale di un'area presa in esame, tenendo conto anche della maturità ecologica delle varie specie. Si esprime secondo la seguente formula:

$$IM = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i m)}{C}$$

in cui "c" è il valore di copertura di ogni singola specie, "i", che va da 1 a n, è il numero di specie vegetali, "m" è il coefficiente di maturità di ogni singola specie, "C"

invece è il valore di copertura totale del suolo, ottenuto sommando tutti i valori di “c”. Il coefficiente di maturità viene ottenuto tramite tabelle delle varie classi fitosociologiche (Rismondo et al, 2011) che tengono conto anche della loro struttura fisiologica e sinecologica, in cui il valore massimo (9) è rappresentato dal bosco maturo ed il minimo (0) da specie ornamentali o esotiche che non hanno alcuna importanza nell’evoluzione verso la vegetazione climax.

- L’Indice della componente Esotica (IE) valuta la presenza e la copertura di specie provenienti da areali geografici lontani arrivate per qualsiasi ragione, sia casuale che per importazione come piante ornamentali. Viene calcolato con la seguente formula:

$$IE = \frac{\sum_{i=1}^n [c_{(e)}]_i}{C} 100$$

dove “ $c_{(e)}$ ” è il valore di copertura delle specie esotiche, “i”, che anch’esso va da 1 a n, è il numero delle specie esotiche e “C” è il valore di copertura totale delle specie esotiche, sempre ottenuto sommando tutte le “ $c_{(e)}$ ”. Questo indice non vuole tenere conto in modo particolare del numero delle specie non tipiche dell’areale, ma della loro copertura che sottrae spazio alle cenosi autoctone.

- L’Indice della componente Endemica (IL), al contrario di quello precedente, valuta la presenza e la copertura delle specie endemiche, cioè tipiche solamente dell’areale considerato. Viene calcolato con la seguente formula:

$$IL = \frac{\sum_{i=1}^n [c_{(l)}]_i}{C} 100$$

dove “ $c_{(l)}$ ” è il valore di copertura delle specie endemiche, “i”, che va da 1 a n, è il numero delle specie endemiche, mentre C la copertura totale delle specie endemiche, ottenuto sempre con la sommatoria delle singole coperture. Come per l’IL, anche questo indice vuole valutare la copertura delle specie endemiche e non il numero presente.

3.3 Cluster analysis

Con cluster analysis si intende un insieme di tecniche di analisi statistica attraverso le quali è possibile aggregare le varie unità statistiche in base al loro grado di somiglianza (Cattaneo,

2014). Tale strumento risulta molto utile poiché è in grado di mostrare la “lontananza logica” presente tra i gruppi presi in esame. In questo lavoro è stata condotta la cluster analysis per individuare le somiglianze floristico-fisionomiche delle fitocenosi descritte nei rilievi e determinare i principali gruppi (clusters) di vegetazione presenti nell’area di studio.

La cluster analysis è stata condotta secondo il metodo UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) ed utilizzando come coefficiente la distanza cordale. L’analisi statistica è stata svolta utilizzando il software R 3.1.0 (R Development Core Team, 2010).

4. RISULTATI

4.1 Elenco floristico

Le specie vegetali determinate ammontano a 101 unità. In Tabella 7 viene riportato l'elenco floristico comprensivo dei dati riferiti a: forma biologica, corotipo e classe fitosociologia a cui fa capo ogni specie.

Specie	Forma Biologica	Corotipo	Classe fitosociologica
<i>Erigeron canadensis</i> L.	T scap	Avv.	Stellarietea Mediae
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	H scap	Circumbor.	Artemisietea Vulgaris
<i>Melilotus albus</i> Medik.	T scap	Eurasiat.	Artemisietea Vulgaris
<i>Achillea millefolium</i> L.	H scap	Eurosib.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Lotus corniculatus</i> L.	H scap	Paleotemp.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Trifolium pratense</i> L.	H scap	Subcosmop.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Phleum pratense</i> L.	H caesp	Circumbor.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Trifolium repens</i> L.	H rept	Paleotemp.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Vicia cracca</i> L.	H scap	Eurasiat.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Dactylis glomerata</i> L.	H caesp	Paleotemp.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	H scap	Subcosmop.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	H scap	Eurosib.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	H caesp	Eurasiat.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Agrostis capillaris</i> L.	H caesp	Circumbor.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Galium album</i> Mill.	H scap	Eurasiat.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	H scap	Paleotemp.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Lolium perenne</i> L.	H caesp	Circumbor.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Festuca rubra</i> L.	H scap	Circumbor.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Medicago lupulina</i> L.	T scap	Paleotemp.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Taraxacum officinale</i> (Group)	H ros	Circumbor.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	H scap	Paleotemp.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Alchemilla vulgaris</i> L. Agg.	H ros	Eurasiat.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Geranium sylvaticum</i> L.	H scap	Eurasiat.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Plantago lanceolata</i> L.	H ros	Eurasiat.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Poa trivialis</i> L.	H caesp	Eurasiat.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Persicaria bistorta</i> (L.) Samp.	G rhiz	Circumbor.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Rumex acetosa</i> L.	H scap	Circumbor.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	H caesp	Eurasiat.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Colchicum autumnale</i> L.	G bulb	Centro-Europ.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Phyteuma ovatum</i> Honck.	H scap	Orof. S-Europ.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	H scap	Eurasiat.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Ranunculus acris</i> L.	H scap	Subcosmop.	Molinio-Arrhenatheretea

<i>Trollius europaeus</i> L.	H scap	Art.-Alp.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Viola tricolor</i> L.	T scap	Eurasiat.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Holcus lanatus</i> L.	H caesp	Circumbor.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Pimpinella major</i> (L.) Huds.	H scap	Europ.-Caucas.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Centaurea nigrescens</i> Subsp. <i>Transalpina</i> (Schleich. Ex Dc.) Nyman	H scap	Endem. Alpica	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	H scap	Paleotemp.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Leontodon hispidus</i> L.	H ros	Europ.-Caucas.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.	H caesp	Eurasiat.	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Phyteuma scheuchzeri</i> All.	H scap	Endem. Alpica	Asplenieta Trichomanis
<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	H scap	Orof. S-Europ.	Caricetea Curvulae
<i>Paradisea liliastrum</i> (L.) Bertol.	G bulb	Orof. Sw-Europ.	Caricetea Curvulae
<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill.	H scap	Orof. S-Europ.	Caricetea Curvulae
<i>Nardus stricta</i> L.	H caesp	S-Europ.-Sudsiber.	Caricetea Curvulae
<i>Anthyllis vulneraria</i> Subsp. <i>Carpatica</i> (Pant.) Nyman	H scap	N E Centro-Europ.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Rhinanthus alectorolophus</i> (Scop.) Pollich	T scap	Centro-Europ.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Salvia pratensis</i> L.	H scap	Eurimedit.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Shult.	H caesp	Subatlant.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Briza media</i> L.	H caesp	Eurosib.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	H caesp	Centro-E-S-Europ.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	H scap	Europ.-Caucas.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Scholler	H scap	Orof. S-Europ.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Silene nutans</i> L.	H ros	Paleotemp.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Thymus longicaulis</i> C. Presl	Ch rept	Eurimedit.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.	H bienn	Europ.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Linum catharticum</i> Subsp. <i>Suecicum</i> (Murb. Ex Hayek) Hayek	H scap	Orof. Europ.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Galium verum</i> L.	T scap	Europ.-Caucas.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	H scap	S-Europ.-Sudsiber.	Festuco Valesiaceae-Brometea Erecti
<i>Festuca laevigata</i> Gaudin	H caesp	Orof. Sw-Europ.	Festuco-Seslerietea
<i>Cerastium arvense</i> Subsp. <i>Molle</i> (Vill.) Arcang.	H scap	Nw-Medit.	Festuco-Seslerietea
<i>Trifolium badium</i> Schreb.	H scap	Orof. S-Europ.	Festuco-Seslerietea
<i>Carex pallescens</i> L.	H caesp	Circumbor.	Festuco-Seslerietea

<i>Tussilago farfara</i> L.	G rhiz	Paleotemp.	Thlaspietea Rotundifolii
<i>Tolpis staticifolia</i> (All.) Sch. Bip.	H scap	Endem. Alpica	Thlaspietea Rotundifolii
<i>Rumex scutatus</i> L.	H scap	S-Europ.-Sudsiber.	Thlaspietea Rotundifolii
<i>Epilobium collinum</i> C.C. Gmel.	H scap	Europ.	Thlaspietea Rotundifolii
<i>Poa glauca</i> Vahl	H caesp	(Circum.) Art.-Alp	Thlaspietea Rotundifolii
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	H scap	Circumbor.	Epilobietea Angustifolii
<i>Fragaria vesca</i> L.	H rept	Eurosib.	Epilobietea Angustifolii
<i>Epilobium montanum</i> L.	H scap	Eurasiat.	Epilobietea Angustifolii
<i>Alnus alnobetula</i> (Ehrh.) K. Koch	P caesp	(Circum.) Art.-Alp	Mulgedio Alpini-Aconitetea Variegati
<i>Cirsium erisithales</i> (Jacq.) Scop.	H scap	Orof. S-Europ.	Mulgedio Alpini-Aconitetea Variegati
<i>Viola biflora</i> L.	H scap	Circumbor.	Mulgedio Alpini-Aconitetea Variegati
<i>Aconitum napellus</i> L. Em. Skalický	G rhiz	Centro-Europ.	Mulgedio Alpini-Aconitetea Variegati
<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.	H rept	S-Europ.-Sudsiber.	Trifolio Medii-Geranietea Sanguinei
<i>Hypericum perforatum</i> L.	H scap	Paleotemp.	Trifolio Medii-Geranietea Sanguinei
<i>Thalictrum minus</i> L.	H scap	Eurasiat.	Trifolio Medii-Geranietea Sanguinei
<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	H scap	Eurasiat.	Trifolio Medii-Geranietea Sanguinei
<i>Lilium bulbiferum</i> L.	G bulb	Orof. Centro-Europ.	Trifolio Medii-Geranietea Sanguinei
<i>Salix caprea</i> L.	P caesp	Eurasiat.	Rhamno Catharticae-Prunetea Spinosae
<i>Corylus avellana</i> L.	P caesp	Europ.-Caucas.	Rhamno Catharticae-Prunetea Spinosae
<i>Rubus idaeus</i> L.	NP	Circumbor.	Rhamno Catharticae-Prunetea Spinosae
<i>Betula pendula</i> Roth	P scap	Eurosib.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Salix alba</i> L.	P scap	Paleotemp.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	P scap	Circumbor.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Astrantia major</i>	H scap	Orof. S-Europ.-Cauc.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Knautia drymeia</i> Heuff.	H scap	Se-Europ.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	H ros	Subcosmop.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Hieracium murorum</i> L.	H scap	Eurosib.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Luzula nivea</i> (L.) D.C.	H caesp	Orof. Sw-Europ.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	G rhiz	Circumbor.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Oxalis acetosella</i> L.	G rhiz	Circumbor.	Querco Roboris-Fagetea

			Sylvaticae
<i>Carex digitata</i> L.	H caesp	Eurasiat.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	H caesp	Europ.-Caucas.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Populus nigra</i> L.	P scap	Paleotemp.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn In Kerst.	G rhiz	Cosmopol.	Querco Roboris-Fagetea Sylvaticae
<i>Salix purpurea</i> L.	P scap	Eurasiat.	Salicetea Purpureae
<i>Larix decidua</i> Mill.	P scap	Orof. Centro-Europ.	Vaccinio Myrtilli-Piceetea Abietis
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	P scap	Eurosib.	Vaccinio Myrtilli-Piceetea Abietis
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	P scap	Europ.	Vaccinio Myrtilli-Piceetea Abietis
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Ch frut	Circumbor.	Vaccinio Myrtilli-Piceetea Abietis

Tabella 7: Elenco floristico dell'area di studio. Specie ordinate per classe fitosociologica. Il corotipo è il tipo di areale a cui appartiene una specie e viene indicato con il nome della zona geografica di pertinenza. Le forme biologiche sono classificate secondo il sistema Raunkiaer e possiamo vedere: P scap (fanerofite arboree), P caesp (fanerofite cespugliose), NP (nano-fanerofite), Ch frut (camefite fruticose), Ch rept (camefite reptanti), H caesp (emicriptofite cespitose), H rept (emicriptofite reptanti), H scap (emicriptofite scapose), H ros (emicriptofite rosulate), H bienn (emicriptofite bienni), G bulb (geofite bulbose), G rhiz (geofite rizomatose), T scap (terofite scapose).

Le classi fitosociologiche sono sintaxa che accorpano vegetazioni con una ecologia simile e che presentano spesso una fisionomia (struttura) comune (foreste, praterie, ecc.) (Pirola, 1970). Le specie rilevate nell'area fanno capo a 13 classi fitosociologiche. Verranno ora riportate le definizioni e descrizioni di ciascuna classe secondo il Prodromo della Vegetazione Italiana (www.prodromo-vegetazione-italia.org):

- STELLARIETEA MEDIAE Tüxen, Lohmeyer & Preising ex Von Rochow 1951: vegetazione di erbe infestanti terofitiche effimere, nitrofile e semi-nitrofile, ruderali diffuse in tutto il mondo ad eccezione dei settori tropicali caldi.
- ARTEMISIETEA VULGARIS Lohmeyer, Preising & Tüxen ex Von Rochow 1951: vegetazione erbacea, perenne, pioniera, sinantropica e ruderale, e nitrofila, su suoli ricchi di sostanza organica, nei territori eurosiberiani e mediterranei.
- MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937: praterie mesofile, meso-igrofile o igrofile, presenti dalla costa al piano montano e alto-montano, distribuite maggiormente nel macroclima temperato ma presenti anche in quello mediterraneo, su

suoli da minerali a più o meno ricchi in sostanza organica. La classe comprende sia praterie fortemente concimate che magre.

- ASPLENIETEA TRICHOMANIS (Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934) Oberdorfer 1977: vegetazione perenne casmofitica e talora comofitica, a distribuzione olartica, non nitrofila, che si sviluppa nelle fessure di rocce, pareti e muri.
- CARICETEA CURVULAE Br.-Bl. 1948 nom. cons. propos. Rivas-Martínez, Diaz, Fernández- González, Izco, Loidi, Lousa & Penas 2002: praterie acidofile della fascia artico-alpina.
- FESTUCO VALESIIACAE-BROMETEA ERECTI Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949: pascoli primari e secondari a dominanza di emicriptofite da xerofile a mesofile, che si sviluppano nelle zone collinari e montane dell'Europa e della parte occidentale della Siberia. Soprattutto su substrati calcarei e basici o subacidi.
- FESTUCO-SESLERIETEA Barbéro & Bonin 1969: praterie basifile primarie o anche secondarie, costituite da graminacee e camefite nane, che si sviluppano su suoli crioturbati con copertura nevosa moderata o persistente, principalmente nelle aree montane ed alto-montane.
- THLASPIETEA ROTUNDIFOLII Br.-Bl. 1948: vegetazione perenne dei substrati detritici sciolti e dei ghiaioni più o meno mobili dei depositi di versante, morenici e dei terrazzi fluviali, che si sviluppa nel bioclina boreale, temperato e mediterraneo.
- EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII Tüxen & Preising ex Von Rochow 1951: vegetazione erbacea pioniera perenne con macrofite di grossa taglia, su suoli profondi, di origine forestale, freschi e ricchi di sostanze organiche. Si rinviene nelle radure o ai margini di formazioni forestali, nel macrobioclina temperato.
- MULGEDIO ALPINI-ACONITETEA VARIEGATI Hadač & Klika in Klika & Hadač 1944: vegetazione perenne costituita da megafornie e grosse graminacee, che si sviluppa su suoli profondi, umidi e ricchi in materia organica, nei piani bioclimatici a termotipo da supratemperato a criorotemperato.

- TRIFOLIO MEDII-GERANIETEA SANGUINEI Müller 1962: vegetazione erbacea, lineare, che si rinviene direttamente al margine del bosco o a contatto con il mantello di vegetazione dello stesso.
- RHAMNO CATHARTICAE-PRUNETEA SPINOSAE Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962: mantelli e arbusteti, dinamicamente legati ai boschi caducifogli della classe *Quercus-Fagetea*.
- QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937: vegetazione forestale mesofila e termofila tipica delle zone a macrobioclima temperato, dei piani bioclimatici a termotipo mesotemperato e supratemperato, che si estende anche alle zone a macrobioclima mediterraneo.
- SALICETEA PURPUREAE Moor 1958: boschi e boscaglie azonali di salici, che crescono negli ambienti ripari e golenali, sia planiziali, sia montani.
- VACCINIO MYRTILLI-PICEETEA ABIETIS Br.-Bl. in Br.-Bl., Sissingh & Vlieger 1939: foreste acidofile a dominanza di conifere a distribuzione circumboreale, legate alle regioni a clima freddo o temperato-freddo. In Italia si rinvencono sulla catena alpina e in limitate regioni dell'Appennino settentrionale.

4.2 Gruppi vegetazionali

Il risultato della cluster analysis è un grafico che rappresenta gli aggruppamenti dei rilievi in base al loro livello di similitudine. Questo grafico è detto dendrogramma (Figura 17) ed il grado di similitudine tra un gruppo e l'altro è espresso con una scala che, in questo caso, va da 0 (massima uguaglianza) a 1,4 (massima diversità).

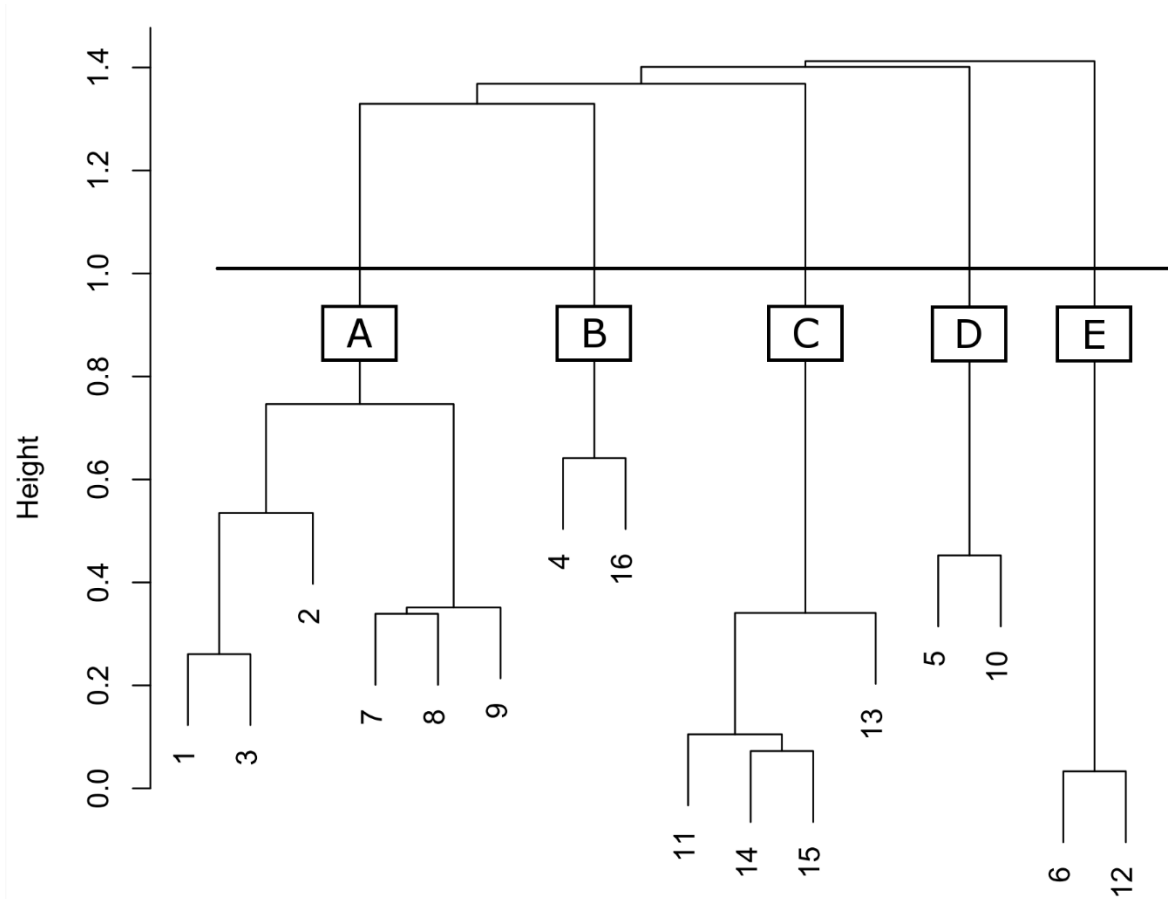


Figura 17: Dendrogramma dei rilievi. Le lettere (A, B, C, D, E) indicano i gruppi vegetazionali individuati.

Dal dendrogramma sopra riportato è possibile individuare cinque tipologie vegetazionali:

- **Gruppo vegetazionale A:** vegetazione dell'area di frana;
- **Gruppo vegetazionale B:** vegetazione dei calanchi;
- **Gruppo vegetazionale C:** vegetazione dei versanti;
- **Gruppo vegetazionale D:** prato al di sopra delle aree di frana;
- **Gruppo vegetazionale E:** bosco al di sopra di prati.

Nella Figura 18 è raffigurata la carta della vegetazione con indicati tutti i gruppi vegetazionali.

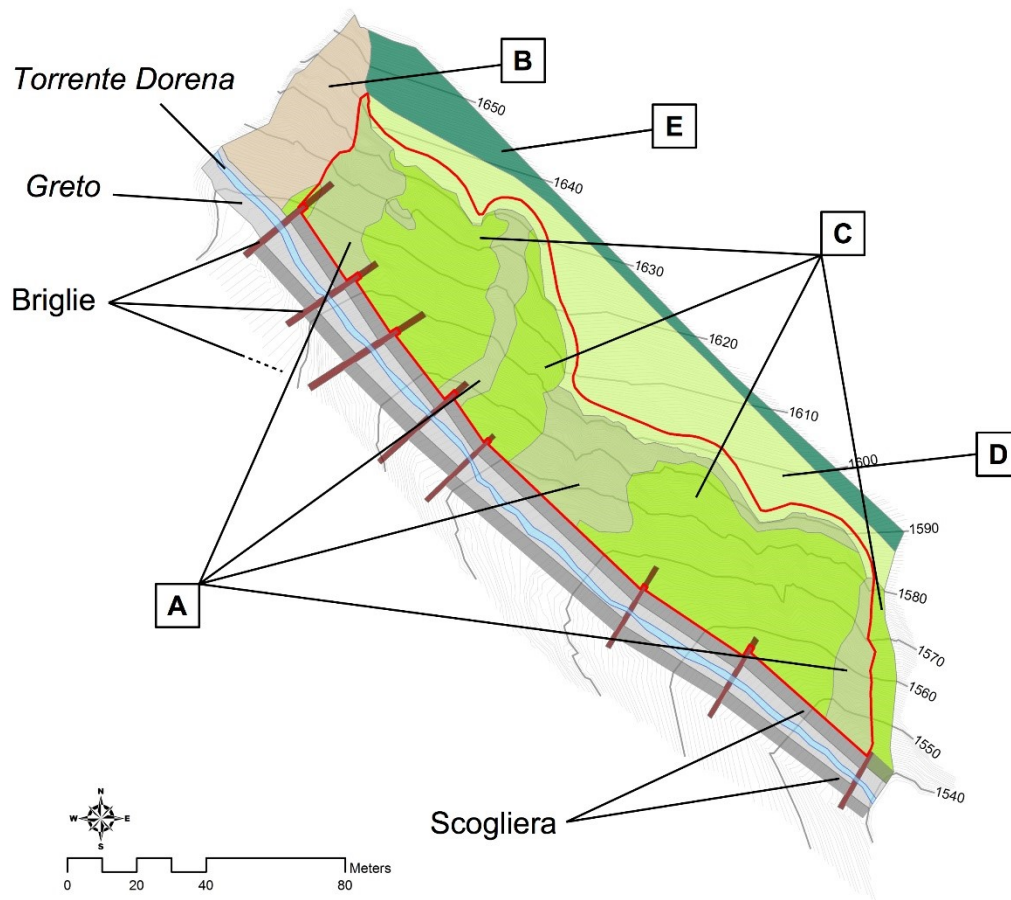


Figura 18: Carta della vegetazione.

4.2.1 Gruppo vegetazionale A



Figura 19: Gruppo vegetazionale A presente sui versanti a ridosso delle opere.

L'area vegetazionale A (Figura 19) comprende i rilievi fitosociologici 1, 3, 2, 7, 8, 9 e riguarda la vegetazione presente a ridosso delle opere di ingegneria naturalistica. Le specie maggiormente presenti appartengono ai gruppi MOLINIO-ARRHENATHERETEA e FESTUCO-SESLERIETEA cioè di praterie presenti sul piano montano, piano alto-montano ed in zone calcaree. In particolare si possono vedere *Trifolium repens* L., specie presente in grande quantità per le piantumazioni avvenute nel 1997 (Paragrafo 2,5,1), e *Festuca laevigata* Gaudin.

In Tabella 8 sono riportate le informazioni di stazione dei rilievi e le specie individuate con i relativi valori di abbondanza di Broun-Blanquet.

Codice rilievo	1	3	2	7	8	9
Estensione area (m2)	25	25	25	25	25	25
Inclinazione (°)	40	34	30	36	45	38
Esposizione (°)	193	214	212	200	202	198
Altitudine (m)	1600	1640	1620	1580	1590	1605
Copertura alberi (%)	0	0	0	0	0	0
Copertura arbusti (%)	1	1	1	1	1	1

		Copertura erbacee (%)	70	85	95	95	20	50	
		Copertura muschio (%)	0	0	0	0	0	0	
		Lettiera (%)	0	0	0	0	0	0	
		Rocce (%)	30	15	5	5	80	50	
		Max altezza degli alberi (m)	-	-	-	-	-	-	
		Max altezza degli arbusti (m)	0,5	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	
		Max altezza delle erbacee (m)	0,7	1,1	1	1,5	0,6	0,6	
		Numero di specie	16	22	18	19	7	12	
FB	Corotipo								m
		ARTEMISIETEA VULGARIS Lohmeyer, Preisling & Tüxen ex Von Rochow 1951							3
H		<i>Artemisia vulgaris</i> L.	.	.	.	.	.	.
T		<i>Melilotus albus</i> Medik.	.	.	.	+	.	.	
		MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937							4
H		<i>Achillea millefolium</i> L.	+	+	+	+	+	+	
H		<i>Lotus corniculatus</i> L.	.	+	+	+	.	+	
H		<i>Trifolium pratense</i> L.	+	r	+	1	.	r	
H		<i>Phleum pratense</i> L.	r	.	r	+	.	+	
H		<i>Trifolium repens</i> L.	1	1	1	2	1	1	
H		<i>Vicia cracca</i> L.	.	+	+	+	.	+	
H		<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	+	+	.	.	
H	Subcosmop.	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	.	+	r	r	.	.	
H	Eurosib.	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	.	.	.	r	.	r	
H	Eurasiat.	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	+	r	.	+	.	.	
H	Paleotemp.	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	.	.	r	.	.	
H	Circumbor.	<i>Lolium perenne</i> L.	+	+	+	+	+	.	
T	Paleotemp.	<i>Medicago lupulina</i> L.	.	.	.	r	.	r	
H	Circumbor.	<i>Taraxacum officinale</i> (group)	r	.	.	.	.	.
H	Eurasiat.	<i>Alchemilla vulgaris</i> L. agg.	.	r	.	.	.	.
H	Eurasiat.	<i>Geranium sylvaticum</i> L.	.	r	.	.	.	.
G	Circumbor.	<i>Persicaria bistorta</i> (L.) Samp.	.	r	.	.	.	.
H	Circumbor.	<i>Rumex acetosa</i> L.	.	.	r	.	.	.	
		CARICETEA CURVULAE Br.-Bl. 1948 nom. cons. propos. Rivas-Martínez, Diaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousa & Penas 2002							5
G	Orof. SW-Europ.	<i>Paradisea liliastrum</i> (L.) Bertol.	.	r	.	.	.	.
		FESTUCO VALESIIACAE-BROMETEA ERECTI Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949							5
H	N e Centro-	<i>Anthyllis vulneraria</i>	.	+	+	r	.	.	

	Europ.	subsp. <i>carpatica</i> (Pant.) Nyman							
T	Centro-Europ.	<i>Rhinanthus alectorolophus</i> (Scop.) Pollich	.	r	+	.	.	.	
H	Eurimedit.	<i>Salvia pratensis</i> L.	.	r	r	.	.	.	
H	Centro-E-S-Europ.	<i>Hippocrepis comosa</i> L.	.	.	r	r	.	.	
FESTUCO-SESLERIETEA Barbéro & Bonin 1969									5
H	Orof. SW-Europ.	<i>Festuca laevigata</i> Gaudin	1	1	1	1	+	+	
H	NW-Medit.	<i>Cerastium arvense</i> subsp. <i>molle</i> (Vill.) Arcang.	.	r	.	.	.	.
H	Orof. S-Europ.	<i>Trifolium badium</i> Schreb.	.	.	.	.	.	r	
THLASPIETEA ROTUNDIFOLII Br.-Bl. 1948									5
G	Paleotemp.	<i>Tussilago farfara</i> L.	1	1	+	+	+	.	
H	Endem. Alpica	<i>Tolpis staticifolia</i> (All.) Sch. Bip.	+	r	r	.	r	.	
H	S-Europ.-Sudsiber.	<i>Rumex scutatus</i> L.	+	+	.	.	.	r	
EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII Tüxen & Preising ex Von Rochow 1951									7
H	Circumbor.	<i>Epilobium angustifolium</i> L.	r	r	.	.	.	.
RHAMNO CATHARTICAE-PRUNETEA SPINOSAE Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962									8
P	Eurasiat.	<i>Salix caprea</i> L.	r	.	.	.	.	.
QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937									9
P	Eurosib.	<i>Betula pendula</i> Roth	r	.	.	.	.	.
SALICETEA PURPUREAE Moor 1958									9
P	Eurasiat.	<i>Salix purpurea</i> L.	+	.	r	r	+	+	

Tabella 8: Risultati dei rilievi fitosociologici 1,3,2,7,8,9. Per ogni classe fitosociologica è indicato il valore di maturità (m).

Il valore medio dell'Indice Ecologico di Maturità di questo gruppo è di 4,49 (Tabella 9). Questo indica che sono presenti fattori di forte disturbo che interferiscono con la dinamica di vegetazione e il raggiungimento della vegetazione potenziale.

	Ril. 1	Ril. 3	Ril. 2	Ril. 7	Ril. 8	Ril. 9	Val. medio
IM	4,74	4,54	4,43	4,12	4,64	4,50	4,49
IE	0	0	0	0	0	0	0
IL	3,83	0,08	0,09	0,00	0,18	0,00	0,6973
EIM	4,74	4,54	4,43	4,12	4,64	4,50	4,49

Tabella 9: Risultati dell'Indice Ecologico di Maturità del gruppo vegetazionale A.

4.2.2 Gruppo vegetazionale B



Figura 20: Gruppo vegetazionale B presente sui calanchi.

L'area vegetazionale B (Figura 20) comprende i rilievi fitosociologici 4 e 16 riguardanti la vegetazione presente sui calanchi. Le specie maggiormente presenti appartengono ai gruppi di FESTUCO VALESIIACAE-BROMETEA ERECTI e THLASPIETEA ROTUNDIFOLII cioè tipiche di substrati calcarei e basici o subacidi che si sviluppano in zone montane. In particolare i possono vedere *Thymus longicaulis* C. Presl, *Festuca laevigata* Gaudin, *Tussilago farfara* L., *Tolpis staticifolia* (All.) Sch. Bip., *Achillea millefolium* L. e *Poa glauca* Vahl.

In Tabella 10 sono riportate le informazioni di stazione dei rilievi e le specie individuate con i relativi valori di abbondanza di Broun-Blanquet.

Codice rilievo	4	16
Estensione area (m2)	25	25
Inclinazione (°)	43	43
Esposizione (°)	210	194
Altitudine (m)	1630	1630

		Copertura alberi (%)	0	0	
		Copertura arbusti (%)	1	1	
		Copertura erbacee (%)	50	10	
		Copertura muschio (%)	0	0	
		Lettiera (%)	0	0	
		Rocce (%)	50	90	
		Max altezza degli alberi (m)	-	-	
		Max altezza degli arbusti (m)	0,15	0,1	
		Max altezza delle erbacee (m)	0,5	0,5	
		Numero di specie	15	15	
LF	Corotipo				m
		MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937			4
H	Eurosib.	<i>Achillea millefolium</i> L.	+	+	
H	Paleotemp.	<i>Lotus corniculatus</i> L.	.	+	
H	Circumbor.	<i>Phleum pratense</i> L.	r	.	
H	Paleotemp.	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	r	.	
		FESTUCO VALESIAEAE-BROMETEA ERECTI Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949			5
H	Eurosib.	<i>Briza media</i> L.	.	r	
H	Centro-E-S-Europ.	<i>Hippocrepis comosa</i> L.	.	r	
H	Europ.-Caucas.	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	r	r	
H	Orof. S-Europ.	<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Scholler	r	r	
H	Paleotemp.	<i>Silene nutans</i> L.	+	r	
Ch	Eurimedit.	<i>Thymus longicaulis</i> C. Presl	+	+	
H	Europ.	<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.	+	.	
H	Orof. Europ.	<i>Linum catharticum</i> subsp. <i>suecicum</i> (Murb. Ex Hayek) Hayek	+	.	
		FESTUCO-SESLERIETEA Barbéro & Bonin 1969			5
H	Orof. SW-Europ.	<i>Festuca laevigata</i> Gaudin	+	+	
		THLASPIETEA ROTUNDIFOLII Br.-Bl. 1948			5
G	Paleotemp.	<i>Tussilago farfara</i> L.	+	+	
H	Endem. Alpica	<i>Tolpis staticifolia</i> (All.) Sch. Bip.	1	1	
H	S-Europ.-Sudsiber.	<i>Rumex scutatus</i> L.	.	.	
H	Europ.	<i>Epilobium collinum</i> C.C. Gmel.	+	r	
H	(Circum.) Art.-Alp	<i>Poa glauca</i> Vahl	1	+	
		SALICETEA PURPUREAE Moor 1958			9
P	Eurasiat.	<i>Salix purpurea</i> L.	.	r	
		VACCINIO MYRTILLI-PICEETEA ABIETIS Br.-Bl. in Br.-Bl., Sissingh & Vlieger 1939			9
P	Orof. Centro-Europ.	<i>Larix decidua</i> Mill.	r	r	

Tabella 10: Risultati dei rilievi fitosociologici 4 e 16. Per ogni classe fitosociologica è indicato il valore di maturità (m).

Il risultato dell'Indice Ecologico di Maturità di questo gruppo è di 4,9 (Tabella 11). Anche in questo caso sono presenti forti fattori di disturbo che impediscono alla vegetazione di stabilizzarsi.

	Ril. 4	Ril. 16	Val. medio
IM	4,95	4,85	4,9
IE	0	0	0
IL	29,85	49,34	39,6
EIM	4,95	4,85	4,9

Tabella 11: Risultati dell'Indice Ecologico di Maturità del gruppo vegetazionale B.

4.2.3 Gruppo vegetazionale C



Figura 21: Gruppo vegetazionale C, saliceto presente sui versanti.

L'area vegetazionale C (Figura 21), come indicato dal dendrogramma, comprende i rilievi fitosociologici 11, 14, 15, 13 e riguardano la vegetazione presente sui versanti in cui si è verificata riscescita, ora per lo più in stadi giovani ed arbustivi. Le specie maggiormente presenti appartengono ai gruppi MOLINIO-ARRHENATHERETEA, EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII, TRIFOLIO MEDII-GERANIETEA SANGUINEI, QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE ed in special modo del SALICETEA PURPUREAE e VACCINIO MYRTILLI-PICEETEA ABIETIS. Infatti sono presenti in gran numero piante arboree tipiche del climax vegetativo della zona specie e anche specie erbacee tipiche delle praterie montane e di suoli a margine delle formazioni forestali, cioè vegetazione pioniera di taglia grossa. In particolare possiamo vedere *Salix purpurea* L, *Larix decidua* Mill., *Picea abies* (L.) H. Karst, *Betula pendula* Roth, *Salix alba* L., *Epilobium angustifolium* L. e *Festuca rubra* L.

In Tabella 12 sono riportate le informazioni di stazione dei rilievi e le specie individuate con i relativi valori di abbondanza di Broun-Blanquet.

Codice rilievo	11	14	15	13
Estensione area (m ²)	25	25	25	25

		Inclinazione (°)	30	36	34	24		
		Esposizione (°)	208	196	196	190		
		Altitudine (m)	1614	1585	1620	1580		
		Copertura alberi (%)	10	10	1	10		
		Copertura arbusti (%)	90	40	70	60		
		Copertura erbacee (%)	80	50	30	30		
		Copertura muschio (%)	0	0	0	0		
		Lettiera (%)	0	0	0	0		
		Rocce (%)	0	0	0	0		
		Max altezza degli alberi (m)	8	7	6	8		
		Max altezza degli arbusti (m)	3	2	2	2		
		Max altezza delle erbacee (m)	1	1	1,1	1,3		
		Numero di specie	31	32	36	33		
LF	Corotipo						m	
		STELLARIETEA MEDIAE Tüxen, Lohmeyer & Preising ex Von Rochow 1951						
T	Avv.	<i>Erigeron canadensis</i> L.	.	+	.	+	1	
		ARTEMISIETEA VULGARIS Lohmeyer, Preising & Tüxen ex Von Rochow 1951					3	
H	Circumbor.	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	.	+	.	.		
		MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937					4	
H	Eurosib.	<i>Achillea millefolium</i> L.	r	+	+	+		
H	Paleotemp.	<i>Lotus corniculatus</i> L.	+	+	+	+		
H	Subcosmop.	<i>Trifolium pratense</i> L.	+	+	+	+		
H	Circumbor.	<i>Phleum pratense</i> L.	+	+	+	+		
H	Paleotemp.	<i>Trifolium repens</i> L.	+	+	+	+		
H	Eurasiat.	<i>Vicia cracca</i> L.	+	+	+	+		
H	Paleotemp.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	.	+	+		
H	Subcosmop.	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	+	+	+	+		
H	Eurosib.	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	+	+	+	r		
H	Eurasiat.	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	r	+	+	+		
H	Circumbor.	<i>Agrostis capillaris</i> L.	+	+	.	r		
H	Eurasiat.	<i>Galium album</i> Mill.	.	+	+	+		
H	Paleotemp.	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	.	+	.		
H	Circumbor.	<i>Festuca rubra</i> L.	1	1	1	1		
T	Paleotemp.	<i>Medicago lupulina</i> L.	.	.	+	+		
H	Circumbor.	<i>Taraxacum officinale</i> (group)	+	+	r	.		
H	Paleotemp.	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	.	r	r	.		
H	Eurasiat.	<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	.	.	.		
H	Eurasiat.	<i>Poa trivialis</i> L.	.	.	+	.		
T	Eurasiat.	<i>Viola tricolor</i> L.	.	.	r	.		
H	Circumbor.	<i>Holcus lanatus</i> L.	+	.	.	.		
H	Europ.-Caucas.	<i>Pimpinella major</i> (L.) Huds.	.	+	+	.		
H	Endem.	<i>Centaurea nigrescens</i> subsp. <i>transalpina</i>	.	.	r	.		

	Alpica	(Schleich. ex DC.) Nyman					
H	Europ.-Caucas.	<i>Leontodon hispidus</i> L.	r	.	.	.	
FESTUCO VALESIAEAE-BROMETEA ERECTI Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949							5
H	N e Centro-Europ.	<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>carpatica</i> (Pant.) Nyman	.	r	r	+	
T	Centro-Europ.	<i>Rhinanthus alectorolophus</i> (Scop.) Pollich	.	.	+	r	
H	Eurimedit.	<i>Salvia pratensis</i> L.	.	+	.	.	
H	Subatlant.	<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Shult.	.	r	.	.	
T	Europ.-Caucas.	<i>Galium verum</i> L.	.	.	.	r	
FESTUCO-SESLERIETEA Barbéro & Bonin 1969							5
H	Orof. S-Europ.	<i>Trifolium badium</i> Schreb.	.	+	+	.	
THLASPIETEA ROTUNDIFOLII Br.-Bl. 1948							5
G	Paleotemp.	<i>Tussilago farfara</i> L.	l	.	+	r	
H	Endem. Alpica	<i>Tolpis staticifolia</i> (All.) Sch. Bip.	.	.	.	r	
H	S-Europ.-Sudsiber.	<i>Rumex scutatus</i> L.	.	.	.	r	
H	Europ.	<i>Epilobium collinum</i> C.C. Gmel.	.	r	.	.	
H	(Circum.) Art.-Alp	<i>Poa glauca</i> Vahl	r	.	.	.	
EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII Tüxen & Preising ex Von Rochow 1951							7
H	Circumbor.	<i>Epilobium angustifolium</i> L.	l	+	+	r	
H	Eurosib.	<i>Fragaria vesca</i> L.	+	.	r	.	
H	Eurasiat.	<i>Epilobium montanum</i> L.	r	.	.	.	
MULGEDIO ALPINI-ACONITETEA VARIEGATI Hadač & Klika in Klika & Hadač 1944							7
P	(Circum.) Art.-Alp	<i>Alnus alnobetula</i> (Ehrh.) K. Koch	+	r	r	+	
H	Orof. S-Europ.	<i>Cirsium erisithales</i> (Jacq.) Scop.	r	.	.	.	
TRIFOLIO MEDII-GERANIETEA SANGUINEI Müller 1962							7
H	S-Europ.-Sudsiber.	<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.	r	+	+	.	
H	Paleotemp.	<i>Hypericum perforatum</i> L.	+	.	+	+	
G	Orof. Centro-Europ.	<i>Lilium bulbiferum</i> L.	.	r	.	.	
RHAMNO CATHARTICAE-PRUNETEA SPINOSAE Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962							8
P	Eurasiat.	<i>Salix caprea</i> L.	+	.	+	+	
QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937							9
P	Eurosib.	<i>Betula pendula</i> Roth	l	+	l	l	
P	Paleotemp.	<i>Salix alba</i> L.	l	r	+	+	

P	Circumbor.	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	.	r	+	+	
H	SE-Europ.	<i>Knautia drymeia</i> Heuff.	.	.	.	+	
P	Paleotemp.	<i>Populus nigra</i> L.	.	.	.	r	
SALICETEA PURPUREAE Moor 1958							9
P	Eurasiat.	<i>Salix purpurea</i> L.	4	3	4	3	
VACCINIO MYRTILLI-PICEETEA ABIETIS Br.-Bl. in Br.-Bl., Sissingh & Vlieger 1939							9
P	Orof. Centro- Europ.	<i>Larix decidua</i> Mill.	+	1	1	2	
P	Eurosib.	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	r	+	r	+	

Tabella 12: Risultati dei rilievi fitosociologici 11, 14, 15 e 13. Per ogni classe fitosociologica è indicato il valore di maturità (m).

Il risultato dell'Indice Ecologico di Maturità di questo gruppo è di 8,12 (Tabella 13): essendo 9 il valore massimo possiamo dire che la vegetazione ha un elevato grado di maturità.

	Ril. 11	Ril. 14	Ril. 15	Ril. 13	Val. medio
IM	8,22	7,88	8,25	8,25	8,15
IE	0,00	0,92	0,00	0,73	0,41
IL	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
EIM	8,22	7,80	8,25	8,19	8,12

Tabella 13: Risultati dell'Indice Ecologico di Maturità del gruppo vegetazionale C.

4.2.4 Gruppo vegetazionale D



Figura 22: Gruppo vegetazionale D, prati presenti al di sopra dei versanti.

L'area vegetazionale D (Figura 22), come indicato dal dendrogramma, comprende i rilievi fitosociologici 5 e 10 riguardanti la vegetazione presente nei prati al di sopra delle aree convolte dal dissesto. Le specie maggiormente presenti appartengono ai gruppi MOLINIO-ARRHENATHERETEA e FESTUCO VALESIIACAE-BROMETEA ERECTI cioè di prati e pascoli tipici del piano montano e alti-montano, con presenza anche di elementi tipici dei substrati calcarei. In particolare possiamo vedere *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Geranium sylvaticum* L., *Persicaria bistorta* (L.) Samp. e *Brachypodium rupestre* (Host) Roem. & Shult. In Tabella 14 sono riportate le informazioni di stazione dei rilievi e le specie individuate con i relativi valori di abbondanza di Broun-Blanquet.

Codice rilievo	5	10
Estensione area (m2)	25	25
Inclinazione (°)	24	22
Esposizione (°)	196	194
Altitudine (m)	1652	1620
Copertura alberi (%)	0	0
Copertura arbusti (%)	0	0
Copertura erbacee (%)	100	100

		Copertura muschio (%)	0	0	
		Lettiera (%)	0	0	
		Rocce (%)	0	0	
		Max altezza degli alberi (m)	-	-	
		Max altezza degli arbusti (m)	-	-	
		Max altezza delle erbacee (m)	0,9	1	
		Numero di specie	36	42	
LF	Corotipo				m
		MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937			4
H	Eurosib.	<i>Achillea millefolium</i> L.	+	+	
H	Paleotemp.	<i>Lotus corniculatus</i> L.	+	+	
H	Subcosmop.	<i>Trifolium pratense</i> L.	+	+	
H	Circumbor.	<i>Phleum pratense</i> L.	.	r	
H	Eurasiat.	<i>Vicia cracca</i> L.	r	r	
H	Paleotemp.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	
H	Subcosmop.	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	+	+	
H	Eurosib.	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	+	+	
H	Circumbor.	<i>Agrostis capillaris</i> L.	+	+	
H	Eurasiat.	<i>Galium album</i> Mill.	+	+	
H	Paleotemp.	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	+	+	
H	Paleotemp.	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	1	1	
H	Eurasiat.	<i>Alchemilla vulgaris</i> L. agg.	+	+	
H	Eurasiat.	<i>Geranium sylvaticum</i> L.	1	1	
H	Eurasiat.	<i>Plantago lanceolata</i> L.	r	+	
H	Eurasiat.	<i>Poa trivialis</i> L.	+	+	
G	Circumbor.	<i>Persicaria bistorta</i> (L.) Samp.	1	1	
H	Circumbor.	<i>Rumex acetosa</i> L.	+	+	
H	Eurasiat.	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	+	+	
G	Centro-Europ.	<i>Colchicum autumnale</i> L.	+	+	
H	Orof. S-Europ.	<i>Phyteuma ovatum</i> Honck.	+	+	
H	Eurasiat.	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	+	+	
H	Subcosmop.	<i>Ranunculus acris</i> L.	+	+	
H	Art.-Alp.	<i>Trollius europaeus</i> L.	+	+	
T	Eurasiat.	<i>Viola tricolor</i> L.	+	.	
H	Circumbor.	<i>Holcus lanatus</i> L.	.	+	
H	Endem. Alpica	<i>Centaurea nigrescens</i> subsp. <i>transalpina</i> (Schleich. ex DC.) Nyman	.	+	
H	Paleotemp.	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	.	r	
H	Eurasiat.	<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.	.	r	
		CARICETEA CURVULAE Br.-Bl. 1948 nom. cons. propos. Rivas-Martínez, Diaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousa & Penas 2002			5
F	Orof. S-Europ.	<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	+	+	
G	Orof. SW-	<i>Paradisea liliastrum</i> (L.) Bertol.	r	.	

	Europ.				
H	Orof. S-Europ.	<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill.	.	+	
H	S-Europ.-Sudsiber.	<i>Nardus stricta</i> L.	.	r	
FESTUCO VALESIIACAE-BROMETEA ERECTI Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949					5
T	Centro-Europ.	<i>Rhinanthus alectorolophus</i> (Scop.) Pollich	r	+	
H	Eurimedit.	<i>Salvia pratensis</i> L.	+	+	
H	Subatlant.	<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Shult.	+	l	
H	Eurosib.	<i>Briza media</i> L.	+	+	
H	S-Europ.-Sudsiber.	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	+	.	
FESTUCO-SESLERIETEA Barbéro & Bonin 1969					5
H	Circumbor.	<i>Carex pallescens</i> L.	.	r	
MULGEDIO ALPINI-ACONITETEA VARIEGATI Hadač & Klika in Klika & Hadač 1944					7
H	Orof. S-Europ.	<i>Cirsium erisithales</i> (Jacq.) Scop.	r	r	
G	Centro-Europ.	<i>Aconitum napellus</i> L. em. Skalický	r	.	
TRIFOLIO MEDII-GERANIETEA SANGUINEI Müller 1962					7
H	S-Europ.-Sudsiber.	<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.	.	r	
H	Eurasiat.	<i>Thalictrum minus</i> L.	+	+	
H	Eurasiat.	<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	.	+	
QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937					9
H	Orof. S-Europ.-Cauc.	<i>Astrantia major</i>	r	+	
H	SE-Europ.	<i>Knautia drymeia</i> Heuff.	+	+	

Tabella 14: Risultati dei rilievi fitosociologici 5 e 10. Per ogni classe fitosociologica è indicato il valore di maturità (m).

Il risultato dell'Indice Ecologico di Maturità di questo gruppo è di 4,4 (Tabella 15). Sono quindi presenti forti fattori di disturbo che non permettono alla vegetazione di stabilizzarsi.

	Ril. 5	Ril. 10	Val. medio
IM	4,30	4,50	4,4
IE	0	0	0
IL	0,00	1,85	0,92
EIM	4,30	4,50	4,4

Tabella 15: Risultati dell'Indice Ecologico di Maturità del gruppo vegetazionale D.

4.2.5 Gruppo vegetazionale E



Figura 23: Gruppo vegetazionale E, pecceta presente al di sopra dei prati.

L'area vegetazionale E (Figura 23), come indicato dal dendrogramma, comprende i rilievi fitosociologici 6 e 12 riguardanti la vegetazione del bosco al di sopra dei prati. Le specie maggiormente presenti appartengono ai gruppi QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAЕ e VACCINIO MYRTILLI-PICEETEA ABIETIS. In particolare possiamo vedere: *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Hieracium murorum* L., *Luzula nivea* (L.) D.C., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Oxalis acetosella* L., *Larix decidua* Mill., *Picea abies* (L.) H. Karst. , *Sorbus aucuparia* L., *Vaccinium myrtillus* L.

In Tabella 16 sono riportate le informazioni di stazione dei rilievi e le specie individuate con i relativi valori di abbondanza di Broun-Blanquet.

Codice rilievo	6	12
Estensione area (m2)	100	100
Inclinazione (°)	24	32
Esposizione (°)	216	155
Altitudine (m)	1685	1550
Copertura alberi (%)	95	100

		Copertura arbusti (%)	1	1	
		Copertura erbacee (%)	30	1	
		Copertura muschio (%)	5	1	
		Lettiera (%)	70	50	
		Rocce (%)	0	95	
		Max altezza degli alberi (m)	25	20	
		Max altezza degli arbusti (m)	1,5	0,3	
		Max altezza delle erbacee (m)	0,4	0,5	
		Numero di specie	16	16	
LF	Corotipo				m
		ASPLENIETEA TRICHOMANIS (Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934) Oberdorfer 1977			5
H	Endem. Alpica	<i>Phyteuma scheuchzeri</i> All.	.	r	
		CARICETEA CURVULAE Br.-Bl. 1948 nom. cons. propos. Rivas-Martínez, Diaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousa & Penas 2002			5
F	Orof. S-Europ.	<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	r	r	
		EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII Tüxen & Preising ex Von Rochow 1951			7
H	Eurosib.	<i>Fragaria vesca</i> L.	+	.	
		MULGEDIO ALPINI-ACONITETEA VARIEGATI Hadač & Klika in Klika & Hadač 1944			7
H	Circumbor.	<i>Viola biflora</i> L.	+	r	
		RHAMNO CATHARTICAE-PRUNETEA SPINOSAE Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962			8
P	Eurasiat.	<i>Salix caprea</i> L.	.	r	
P	Europ.-Caucas.	<i>Corylus avellana</i> L.	.	+	
NP	Circumbor.	<i>Rubus idaeus</i> L.	r	.	
		QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937			9
P	Eurosib.	<i>Betula pendula</i> Roth	.	+	
H	Orof. S-Europ.-Cauc.	<i>Astrantia major</i>	r	.	
H	Subcosmop.	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	r	r	
H	Eurosib.	<i>Hieracium murorum</i> L.	+	+	
H	Orof. SW-Europ.	<i>Luzula nivea</i> (L.) D.C.	+	+	
G	Circumbor.	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	+	+	
G	Circumbor.	<i>Oxalis acetosella</i> L.	+	r	
H	Eurasiat.	<i>Carex digitata</i> L.	+	.	
H	Europ.-Caucas.	<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	r	.	
G	Cosmopol.	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn in Kerst.	.	+	
		VACCINIO MYRTILLI-PICEETEA ABIETIS Br.-Bl. in Br.-Bl., Sissingh & Vlieger 1939			9
P	Orof. Centro-Europ.	<i>Larix decidua</i> Mill.	1	+	
P	Eurosib.	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	5	5	

P	Europ.	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	+	r	
Ch	Circumbor.	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	+	r	

Tabella 16: Risultati dei rilievi fitosociologici 6 e 12. Per ogni classe fitosociologica è indicato il valore di maturità (m).

Il risultato dell'Indice Ecologico di Maturità è di 8,99 (Tabella 17). Infatti questa rappresenta la vegetazione climax dell'area descritta nel Paragrafo 2,3.

	Ril.6	Ril. 12	Val. medio
IM	8,98	8,99	8,99
IE	0	0	0
IL	0	0,1	0,1
EIM	8,98	8,99	8,99

Tabella 17: Risultati dell'EIM del gruppo vegetazionale E.

4.2.6 Confronto degli Indici di Maturità tra i gruppi

Nella Tabella 18 vengono riportati tutti i valori medi calcolati per ogni gruppo vegetazionale. I valori più alti sono quelli del gruppo C, cioè della vegetazione presente sui versanti in cui è avvenuta ricrescita, e del gruppo E, cioè del bosco di abete rosso presente al di sopra dei versanti. I gruppi A, B e D hanno valori medi, infatti al loro interno sono presenti fattori di disturbo che impediscono alla vegetazione di stabilizzarsi.

	EIM	IM	IE	IL
Gruppo vegetazionale A	4,49	4,49	0	0,69
Gruppo vegetazionale B	4,9	4,9	0	39,6
Gruppo vegetazionale C	8,12	8,15	0,41	0,01
Gruppo vegetazionale D	4,4	4,4	0	0,92
Gruppo vegetazionale E	8,99	8,99	0	0,1

Tabella 18: Valori medi dell'Indice Ecologico di Maturità di ogni gruppo vegetazionale.

5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Grazie all'Indice Ecologico di Maturità (EIM) è stato possibile valutare lo stato della vegetazione di ogni gruppo vegetazionale, individuando i fattori di disturbo presenti. Analizzando nello specifico si può osservare:

- GRUPPO VEGETAZIONALE A: il valore dell'EIM è di 4,49. Sono quindi presenti elementi di disturbo che non permettono alla vegetazione di stabilizzarsi, in questo caso imputabili ai fenomeni franosi dovuti alla elevata pendenza dei versanti. L'indice di Maturità (IM) è di 4,49, questo significa che le specie presenti non hanno una grande maturità ecologica ed il loro grado di copertura non è molto elevato. L'indice della componente esotica (IE) è pari a 0, non sono presenti specie esotiche; l'indice della componente endemica (IL) invece è pari a 0,69: essendo questo valore una percentuale, le specie endemiche saranno solo una minima parte.

Le aree in cui è presente questa associazione vegetazionale sono quelle a ridosso delle opere di Ingegneria Naturalistica, in particolare palificate di sostegno. Queste opere riescono nel loro compito di sostegno dei versanti, tranne per micro fenomeni erosivi che impediscono l'evoluzione della vegetazione verso il climax dell'areale. Durante la progettazione delle opere, probabilmente sarebbe stato opportuno dare maggiore importanza anche alla riduzione della pendenza presente sui versanti, in modo tale da diminuire tali fenomeni di disturbo e facilitare l'evoluzione della vegetazione verso la pecceta.

- GRUPPO VEGETAZIONALE B: il valore dell'EIM è di 4,9. L'indice di maturità (IM) è pari a 4,6, anche per questo gruppo le specie presenti non hanno grande maturità ecologica ed il loro grado di copertura non è molto elevato. Non sono presenti specie esotiche (IE pari a 0), mentre c'è una elevata presenza di quelle endemiche tipiche dei calanchi (IL pari a 36,6). A causa delle forti pendenze e dei suoli erosi ed immaturi, la vegetazione ha trovato stabilità in una cenosi lontana dallo stadio climax che difficilmente si evolverà verso una formazione forestale.

Qualora si ipotizzasse un intervento di rimozione dei calanchi e si lasciasse la pendenza presente, probabilmente si instaurerebbero fitocenosi tipiche del gruppo vegetazionale A. Se invece, oltre a rimuovere i calanchi, si stabilizzassero i suoli con

una più dolce acclività, sarà più probabile l'evoluzione della vegetazione verso il bosco di abete rosso.

- GRUPPO VEGETAZIONALE C: il valore dell'EIM è di 8,12: essendo 9 il valore massimo possiamo dire che questo gruppo ha una grande maturità ecologica. Infatti sono presenti alcune specie tipiche della vegetazione potenziale, oltre che una buona copertura (IM pari a 8,15). In minima parte sono presenti specie che fanno capo alla componente esotica (IL pari a 0,41) e di quella endemica (IL pari a 0,1). Le specie esotiche sono principalmente salici provenienti dalle piantumazioni effettuate dopo la costruzione delle opere di sostegno ai versanti, elencati nel paragrafo 2.5.1. Queste e le altre specie arboree sono riuscite ad attecchire bene: con il tempo necessario sarà possibile vedere in quest'area l'instaurarsi della pecceta.

- GRUPPO VEGETAZIONALE D: il risultato dell'EIM è di 4,4. Rispetto agli altri gruppi, le specie presenti sono in numero e copertura maggiore, ma la loro maturità ecologica non è molto elevata (IM pari a 4,4). Tra di esse non sono presenti specie esotiche (IE pari a 0) e la componente endemica è solo una minima parte (IL pari a 0,92).

I fenomeni di disturbo non sono riconducibili ai fenomeni di dissesto idrogeologico ma allo sfalcio che viene effettuato nei lavori di alpeggio. Tale disturbo permette di avere una elevata biodiversità tra le specie presenti, ma non consente l'evoluzione delle cenosi verso la vegetazione potenziale.

Dai rilievi compiuti in campo si è potuto notare che il prato non viene tagliato da alcuni anni. Nel caso ci fosse l'abbandono di quest'area sarebbe opportuno valutare l'attuazione di interventi di selvicoltura per un più rapido instaurarsi della pecceta.

- GRUPPO VEGETAZIONALE E: il risultato dell'EIM è di 8,99. Il valore dell'indice di maturità (IM) è di 8,99: le specie presenti hanno quindi una grande maturità ecologica; questo gruppo vegetazionale rappresenta il bosco di abete rosso, cioè la vegetazione potenziale dell'areale fitosociologico. Non c'è presenza di specie esotiche (IE pari a 0), mentre è minima la componente endemica (IL pari a 0,1).

Durante i rilievi effettuati in campo, si è notato che alcune zone ai margini tra il bosco ed il prato sono disastrate ed abbandonate. In un'ottica selvicolturale queste aree

trascurate non permettono le giuste utilizzazioni forestali ed il mantenimento delle cenosi vegetali che compongono la vegetazione climax.

Si può concludere affermando che complessivamente la vegetazione presente sui versanti si è instaurata con un discreto successo. Come indicato nella carta della vegetazione (Figura 18), il gruppo vegetazionale maggiormente presente è il C: verosimilmente, quindi, tra qualche decennio sarà possibile vedere il ritorno del bosco di abete rosso. Restano però delle aree con troppa pendenza, occupate dal gruppo vegetazionale A, in cui difficilmente si potrà avviare una evoluzione verso il climax vegetativo, anche nel lungo periodo.

Al di sopra delle zone del versante non si verificano notevoli problemi legati ai disturbi, bisogna solamente avere una cura puntuale della pecceta già presente e comprendere se il prato verrà nuovamente utilizzato nei lavori di alpeggio.

L'Indice Ecologico di Maturità è un indicatore che può essere applicato in qualsiasi contesto ambientale e areale geografico, a patto di avere le giuste informazioni fitosociologiche della vegetazione considerata (Giupponi et al., 2015). Comunque esso non vuole dare una misura precisa del grado di disturbo presente, ma piuttosto una indicazione da seguire riguardo la maturità ecologica. Essendo un indice molto recente, sarebbe interessante riuscire ad applicarlo in nuovi casi di studio simili a questo, al fine di valutare l'efficacia del ripristino della vegetazione degli interventi di Ingegneria Naturalistica.

7. BIBLIOGRAFIA

- Bischetti G. B. (n.d.). *Corso Di Sistemazioni Idraulico Forestali: Visita Tecnica Agli Interventi Di Sistemazione Della Val Dorena*. Università degli Studi di Milano, Milano (MI).
- Bischetti G. B., D'Agostino V., Ferro V., Gentile F., Preti F. (2008). *Le Sistemazioni Idraulico-Forestali con Tecniche di Ingegneria Naturalistica*. Nuova Editoriale BIOS, Castrolibero (CS).
- Cancelli A. (1998). *Il comportamento biotecnico della vegetazione dell'ingegneria naturalistica: rapporto geologico*. Università degli Studi di Milano, Milano (MI).
- Cattaneo D. (2014). *Dispense del corso di Pianificazione Ecologica del Territorio*. Università degli Studi di Padova, Padova (PD).
- Corrado F. (2015). *Popolazione e cultura: le Alpi di oggi*. FrancoAngeli, Milano (MI).
- Curtaz F., Filippa G., Freppaz M., Stanchi S., Zanini E., Costantini E. A. C. (2013). *Guida Pratica di Pedologia: Rilevamento di campagna, principi di conservazione e recupero dei suoli*. NAPEA, Aosta (AO).
- De Bernardi F. (1999). *Il comportamento biotecnico della vegetazione dell'ingegneria naturalistica: relazione finale*. Università degli Studi di Milano, Milano (MI).
- Del Favero R. (a cura di), (2002). *I tipi forestali della Lombardia, inquadramento ecologico per la gestione dei boschi lombardi*. CIERRE edizioni, Sommacampagna (VR).
- Florineth F, Molon M. (2005). *Dispensa di Ingegneria Naturalistica*. Università di Bodenkultur, Vienna (Austria). [5 p.]
- Giupponi L., Bischetti G. B., Giorgi A., (2015). *Ecological index of maturity to evaluate the vegetation disturbance of areas affected by restoration work: a practical example of its application in an area of the Southern Alps*. Restoration Ecology, 23: 635-644.
- Mariotti R. (2011). *Studio agronomico-forestale a supporto del Piano di Governo del Territorio*. Comune di Monno, Vione (BS).
- Nigrelli G. (2008). *Inquadramento climatico della Valtellina e della Val Camonica*. Progetto di Ricerca iReR n. 2007B023: "Definizione delle soglie pluviometriche d'innescò di frane superficiali e colate torrentizie: accorpamento per aree omogenee" - collaboratori: Luino F., Cirio C. G., Biddoccu M., Di Palma M.
- Pirola A. (1970). *Elementi di fitosociologia*. CLUEB edizioni, Bologna (BO).

- R Development Core Team, (2010). *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna (Austria).
- Salvetti F. (1997). *Sistemazione idraulica del bacino della Val Dorena: Relazione Tecnica Forestale*. Loding S.r.l., Edolo (BS).
- Schiechl H. M., Stern R. (1992). *Ingegneria naturalistica – manuale delle opere in terra*. Edizioni Castaldi, Feltre (BL).
- Ubaldi D. (2008). *La vegetazione boschiva d'Italia. Manuale di fitosociologia forestale*. CLUEB edizioni, Bologna (BO).

8. SITOGRAFIA

- Geoportale Nazionale. <http://www.pnc.minambiente.it/>. Consultato il 16-12-2015.
- ISPRA, Difesa del suolo – Strategia Europea, 2014: <http://www.isprambiente.gov.it/>. Consultato il 14-12-2015.
- Prodromo della Vegetazione Italiana. <http://www.prodromo-vegetazione-italia.org/>. Consultato il 07-01-2016.
- Regione Lombardia, Distribuzione dei dissesti sul territorio lombardo. <http://www.protezionecivile.regione.lombardia.it/>. Consultato il 14-12-2015.
- Regione Lombardia, Direzione Generale del Territorio, Urbanistica, Difesa del Suolo. <http://www.territorio.regione.lombardia.it/>. Consultato il 10-12-2015.
- R Development Core Team, <http://www.r-project.org>. Consultato il 21-12-2015.