



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTA' DI AGRARIA

Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali

Tesi di Laurea triennale in Tecnologie Forestali e Ambientali

**SAFE-SITES E MODALITA' DI RICOLONIZZAZIONE
IN UNA FRANA SU FLYSCH**

Relatore: *Prof. Michele Scotton*

Laureando: *Giulio Tosato*

Anno Accademico 2007-2008

INDICE

1. INTRODUZIONE E SCOPI DEL LAVORO	3
2. MATERIALI E METODI	4
2.1. Materiali	4
2.1.1. Geografia	4
2.1.2. Clima	5
2.1.3. Aspetti vegetazionali	6
2.1.4. Geologia	7
2.1.5. Criteri di scelta della frana e descrizione delle aree di rilievo	8
2.2. Metodi	11
2.2.1. Rilievo delle aree a morfologia omogenea.....	11
2.2.2. Significato del concetto di SAFE-SITE e di modalità di ricolonizzazione.....	14
2.2.3. Rilievo delle piante ricolonizzatrici e degli elementi di ricolonizzazione determinanti i safe-sites.....	22
2.2.4. Caratteristiche del suolo	25
3. RISULTATI E DISCUSSIONE	30
3.1. Caratteristiche delle aree a morfologia omogenea	31
3.1.1. Pendenza.....	31
3.1.2. Caratteristiche del suolo	32
3.1.3. Andamento della superficie del suolo	36
3.1.4. Densità e Copertura	38
3.2. Caratteristiche dei safe-sites e degli elementi di ricolonizzazione.....	39
3.2.1. Individuazione modalità di ricolonizzazione	39
3.2.2. Caratterizzazione degli elementi di ricolonizzazione determinanti i safe-sites	40
3.3. Effetto della ricolonizzazione delle piante sulla micromorfologia del suolo.....	46
3.3.1. Effetto sulla pendenza	46
3.3.2. Effetto sulla granulometria.....	48
4. CONCLUSIONI.....	50
5. BIBLIOGRAFIA.....	52
6. ALLEGATI	53

1. INTRODUZIONE E SCOPI DEL LAVORO

Nel presente lavoro si è voluto analizzare gli importanti processi con cui avviene il fenomeno della rivegetazione spontanea all'interno di una frana che non ha subito interventi di stabilizzazione da parte dell'uomo, e in particolare si è inteso studiare le modalità di affermazione delle piante ricolonizzatrici e caratterizzare i luoghi, ovvero safe-sites, in cui la ricolonizzazione naturale avviene. Il termine "safe-site" indica l'insieme dei luoghi che soddisfano i criteri necessari per la germinazione e l'affermazione di una determinata specie; i safe-sites risultano quindi fondamentali per assicurare delle isole fertili che permettono alle specie pioniere di stabilirsi e in seguito di espandersi formando vere e proprie associazioni.

L'individuazione dei safe-sites, attraverso l'analisi delle possibili modalità di ricolonizzazione, può essere effettuata solo con uno studio diretto sul campo. In particolare, in questo lavoro sono stati compiuti una serie di rilievi da cui è stato possibile ricavare informazioni di tipo quantitativo e qualitativo sui fenomeni in esame. Associato all'individuazione dei safe-sites, è utile analizzare e descrivere i possibili effetti della ricolonizzazione delle piante sulla micromorfologia del suolo.

Si ritiene che tali analisi possano risultare molto utili qualora si intenda sviluppare nuovi criteri di ripristino il cui obiettivo principale sia la riduzione al minimo dei possibili impatti sull'ambiente che possono essere determinati dall'attuazione di metodi "artificiali" di rivegetazione non ispirati all'imitazione della natura.

La zona cui si è fatto riferimento è particolarmente colpita da fenomeni di dissesto e di erosione poiché caratterizzata da substrati come Flysch e depositi morenici che per costituzione ricadono tra le formazioni geologiche più predisposte al verificarsi di eventi franosi.

2. MATERIALI E METODI

2.1. Materiali

2.1.1. Geografia

L'area d'indagine è situata in provincia di Belluno (Italia nord-orientale) e si trova all'interno del cosiddetto Vallone Bellunese percorso sul fondo dal fiume Piave. La zona del Vallone Bellunese è caratterizzata da due grandi versanti, quello settentrionale costituito da rilievi rocciosi e versanti ripidi delle Dolomiti Bellunesi e quello meridionale più dolce e ondulato, delle Prealpi Bellunesi che si estende dalla Conca di Ponte delle Alpi (398 m) al Passo S. Boldo (701 m) con direzione prima N-S e poi NE-SW ed è caratterizzata dalla presenza di alcune cime che si distinguono per il crinale o perché isolate da vicine depressioni vallive, di solito poco profonde.

In particolare la prima fase del lavoro, ovvero l'individuazione della frana, si è concentrata nell'area compresa, da ovest ad est, tra la sinistra Piave e la dorsale prealpina e da nord a sud, tra Medeago e Carvè. Si tratta di una regione caratterizzata da versanti poco inclinati che raggiungono quote ridotte, spesso non superiori ai 1000 m s.l.m.

La frana presa in esame (coordinate cartografiche: 1750330 Km, 5109750 Km; quota: 510 m s.l.m.) si trova in località Val di Sasso - Cirvoi, in destra orografica di un affluente del torrente Cicogna.

Di seguito (Figura 2.1.1), viene riportata una porzione della Mappa topografica 024 - Prealpi e Dolomiti Bellunesi – Tabacco, nella quale viene indicata con un cerchio rosso la frana oggetto di studio.

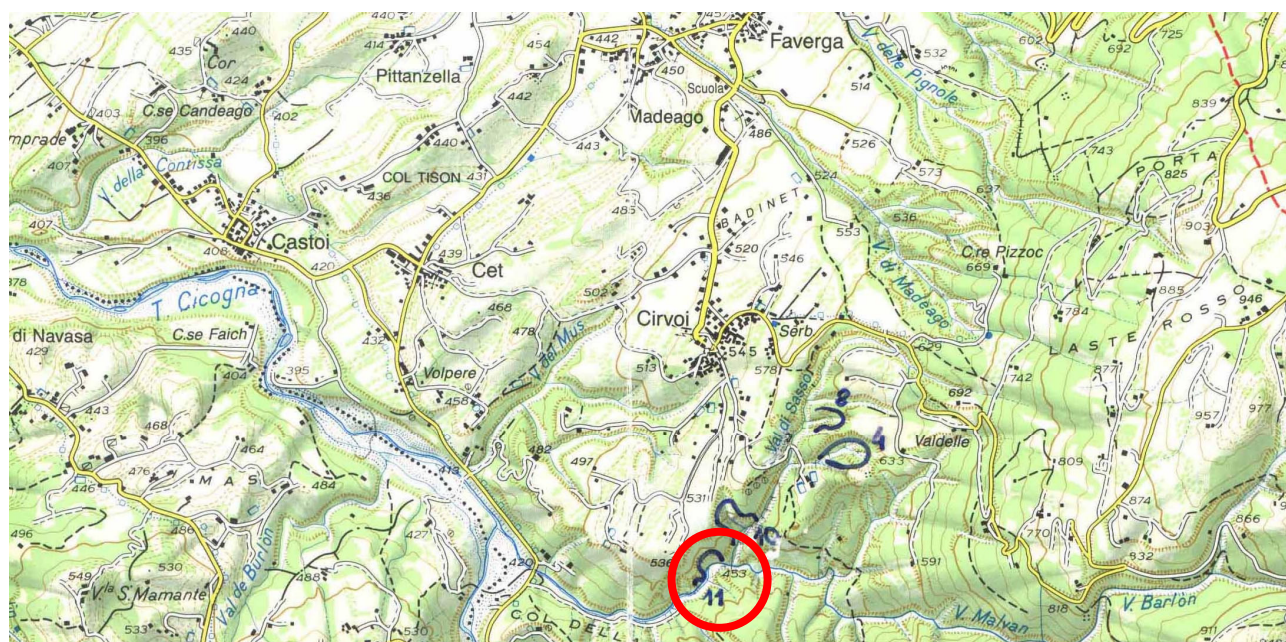


Figura 2.1.1 Collocazione geografica della frana studiata.

2.1.2. Clima

L'area bellunese si trova in una zona di transizione tra la pianura veneta e l'interno della catena alpina, per questi motivi la sua tipologia climatica è di transizione tra il clima freddo della regione dolomitica e il clima mite delle colline pedemontane, cioè tra il tipo continentale alpino e il tipo submediterraneo. Il regime termico della regione è caratterizzato da inverni freddi ed estati moderatamente calde; il valore medio annuale è superiore di circa 1°C rispetto a quello primaverile, mentre l'escursione media annua, per quanto riguarda la stazione di Belluno, è di 21.1°C, ottenuta dalla differenza fra la temperatura media del mese più freddo (gennaio -0.2°C) e quella del mese più caldo (luglio 21.3°C) (i dati termo-pluviometrici si riferiscono al periodo 1926-1990, e sono reperibili negli Annali Idrologici pubblicati dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia). Per quanto riguarda la distribuzione della temperatura, questa è ovviamente influenzata dalle condizioni di esposizione e dalla quota, fattori che influiscono in modo considerevole sulle caratteristiche termometriche. L'orientamento della valle del Piave, nel suo tratto bellunese, esercita la sua influenza non solo diversificando le caratteristiche termometriche dei versanti, e l'esposizione dei versanti all'irraggiamento solare, ma anche condizionando i regimi delle precipitazioni.

Nella zona in esame le precipitazioni sono di tipo orografico per la posizione in cui si trova la dorsale delle Prealpi, primo ostacolo che incontrano le correnti calde umide provenienti dal Mar Adriatico; le masse d'aria obbligate ad alzarsi si raffreddano dando origine a precipitazioni e frequenti nebbie.

Essendo il presente lavoro concentrato sulla zona della sinistra Piave, per una descrizione più dettagliata delle caratteristiche climatiche di questa zona, sono stati utilizzati anche i dati relativi alla stazione di S. Antonio Tortal (540 m s.l.m.), desunti dagli Annali Idrologici del Magistrato delle Acque per il periodo 1946-1977 nel caso della pluviometrica e 1946-1985 per la termometria. Tali dati sono particolarmente rappresentativi considerando la posizione centrale dell'area in esame. Quest'area risulta caratterizzata da precipitazioni che raggiungono un picco massimo nella stagione autunnale e un altro massimo più contenuto in primavera. La temperatura media annua calcolata è di 9.3 °C mentre le precipitazioni medie si aggirano intorno ai 1300 mm/anno. Il clima della zona può essere definito come, tipico del distretto climatico esalpico del Veneto, caratterizzato da regime pluviometrico equinoziale autunnale, precipitazioni prevalentemente orografiche che vanno da 1300 a 2000 mm anno-1 e da una temperatura media annua di 10 °C.

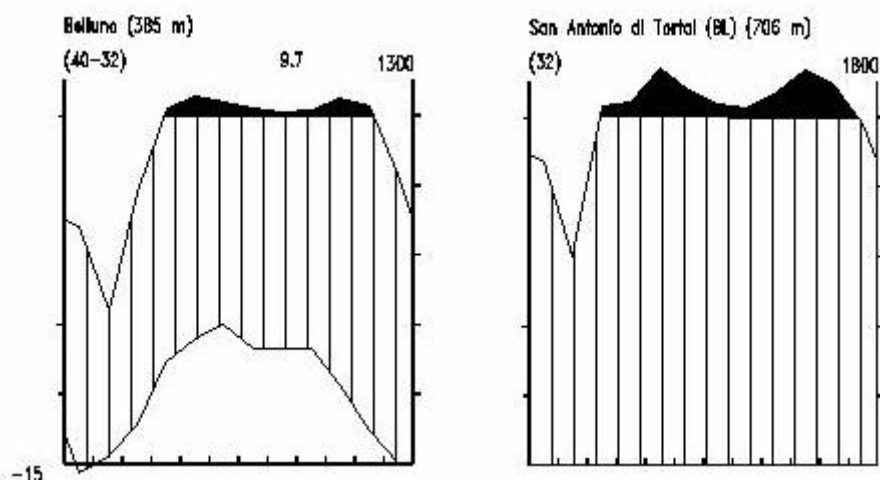


Figura 2.1.2 Climodiagrammi delle stazioni di Belluno e di S. Antonio di Tortal.

2.1.3. Aspetti vegetazionali

Da uno studio condotto su frane caratterizzate da Flysch e morena calcarea nella zona del bellunese (Francescato e Scotton, 1999), sono state ricavate importanti informazioni sulle vegetazioni colonizzatrici di questi ambienti.

È stato dimostrato che le specie che li caratterizzano, possiedono una particolare capacità di resistere e reagire ai disturbi franosi e presentano, inoltre, elevata capacità di moltiplicazione gamica e vegetativa.

Per quanto riguarda le frane su Flysch e morena flyschoide, si distingue un primo tipo di vegetazione che viene definita: pioniera a *Petasites paradoxus*. Questo tipo di vegetazione si riscontra in zone molto pendenti, immediatamente sotto la corona o sotto le sporgenze di calcarenite. Si tratta di poche specie, per lo più erbacee, appartenenti alla cl. *Thlaspitea rotundifolii*; in particolare è presente in abbondanza *Leontodon hispidus* var. *hyoseroides*, *Petasites paradoxus* e *Tussilago farfara*. Nelle aree del petasiteto, con maggiore disponibilità idrica è possibile trovare anche la crucifera *Diplotaxis tenuifolia*.

Un secondo tipo di vegetazione, situata esclusivamente nelle marne del Flysch è la vegetazione pioniera ad *Achnatherum calamagrostis*. Le zone in cui si incontra questo tipo, sono meno pendenti e soggette a minor disturbo. Da un punto di vista floristico si osserva il mantenimento delle specie della cl. *Thlaspitea rotundifolii* nella quale si riduce *Petasites paradoxus* e aumenta *Achnatherum calamagrostis*. In alcuni aree è tanto osservato, inoltre, un incremento delle entità di *Erico-Pinetea* e *Tofieldietalia*. Le graminacee prevalenti sono *Calamagrostis varia*, *Molinia arundinacea* e *Achnatherum calamagrostis*, che sono dotate di elevata capacità e velocità di espansione laterale o verticale per riproduzione vegetativa o in seguito a danneggiamento. Sono presenti inoltre *Petasites paradoxus*, *Leontodon hispidus* var. *hyoseroides* e

in presenza minore *Saxifraga aizoides*. Nelle aree meno estreme è stata rilevata, anche la presenza di *Chamaecytisus purpureus* e con coperture più basse *Lotus corniculatus*.

Nelle aree dove la pendenza diminuisce ulteriormente (area meridionale di frana), lo studio dimostra che si incrementa la presenza di specie di *Erico-Pinetea* e soprattutto *Calamagrostis varia*, *Thesium rostratum* ed *Erica carnea*, accanto alle quali si mantengono ancora diverse entità della vegetazione pioniera. Oltre a quelle già citate, si inseriscono specie tipiche delle praterie appartenenti alle cl. *Molinio-Arrhenatheretea* e *Festuco-Brometea*. In questa area, dove prevale l'accumulo di materiale fine e pietre di grandi dimensioni, la strategia di diffusione e sopravvivenza è la capacità di resistere all'inghiainamento attraverso formazione di nuovi getti o piante da rizomi. Per questo motivo prevalgono le graminacee come *Calamagrostis varia* e *Molinia arundinacea*. Oltre a queste si aggiungono *Dorycnium pentaphyllum* e altre specie arboree e arbustive come *Erica carnea*, *Pinus sylvestris*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus* e *Juniperus communis*.

2.1.4. Geologia

Un deposito caratteristico del Vallone Bellunese è il Flysch di Belluno, risalente all'età eocenica inferiore. Si tratta di un'alternanza ritmica di marne, calcareniti e arenarie che può raggiungere lo spessore di 1000 m.

In geologia, con il termine Flysch, si indicano depositi di tipo torbiditico, ovvero sedimenti di mare profondo messi in posto da flussi gravitanti intermittenti. Questi flussi con densità maggiore dell'acqua marina vengono innescati da attività sismica o frane sottomarine che si verificano in prossimità dei delta di grandi fiumi che trasportano una notevole quantità di detriti (Zampieri, 2000). Nel caso del Flysch di Belluno, si ritiene che i detriti solidi che arrivarono fino al mare provenissero soprattutto dalla catena dinarica e in parte dalla catena alpina. I successivi depositi, che in sinistra Piave poggiano direttamente sul Flysch, prendono il nome di morene flyschoidi originate dall'azione erosiva del ghiacciaio del Piave. Un secondo tipo di substrato, che caratterizza la zona, è costituito da morena calcarea che può raggiungere altezze tali da impedire l'affioramento del Flysch sottostante. In particolare si tratta di cordoni morenici, numerosi nella parte sinistra del Vallone bellunese, a volte imponenti ed estesi in lunghezza, disposti a quote diverse e allineati lungo il versante parallelamente alla direzione del fondovalle principale. La loro presenza testimonia che la massa glaciale, che occupava l'intera valle del Piave, ha sostato a lungo in posizioni diverse, depositando lateralmente e frontalmente il materiale che trasportava o che sospingeva lungo il versante (Pellegrini, 2000). La composizione delle morene è varia, pur prevalendo gli elementi del Flysch, a dimostrazione dell'intensa azione erosiva del ghiacciaio. Le dimensioni di questo materiale morenico variano dal masso al ciottolo, immersi in un'abbondante matrice limosa e argillosa (Toffolet, 1980). Questa matrice limo-argillosa o limo-sabbiosa

determina, anche se localmente, là dove la componente fine è preponderante, un'alta capacità idrica che in caso di precipitazioni riduce l'angolo di attrito e la coesione del materiale che compone il substrato, aumentando il peso complessivo con conseguente rottura dell'equilibrio limite e formazione di frane di massa lungo piani di scorrimento.

I fenomeni erosivi, molto diffusi nel versante meridionale del Vallone Bellunese, sono favoriti oltre che dalle mediocri caratteristiche geomeccaniche dei substrati, anche da un'elevata pendenza e dall'intenso dilavamento (Salvadori, '95-'96).

Un terzo tipo di substrato è caratterizzato da rocce marnose, costituite da strati sottilissimi. Queste formazioni marnose si trovano in zone profonde e sono spesso coperte in successione da potenti strati di Flysch e depositi glaciali (zona settentrionale). Esistono però, dei punti in cui non vi è più il Flysch e il deposito morenico poggia direttamente sulla roccia marnosa.

2.1.5. Criteri di scelta della frana e descrizione delle aree di rilievo

La zona del Vallone Bellunese è una regione caratterizzata da versanti poco inclinati che raggiungono quote ridotte, spesso non superiori ai 1000 m s.l.m in cui vi è una fitta presenza di frane: sono di modeste dimensioni, per la grande maggioranza del tipo scorrimento rotazionale e impostate in rocce tenere e friabili. Per meglio comprendere le modalità con cui questi si verificano, è opportuno premettere alcune indicazioni generali sui meccanismi di genesi delle frane per scorrimento. Con il termine di scorrimento si intende quel fenomeno che avviene per superamento della resistenza di taglio dei materiali rocciosi lungo una o più superfici di neoformazione o preesistenti, oppure in corrispondenza di un livello meno omogeneo e resistente. Tra gli scorrimenti si possono distinguere, in base alla forma della superficie di scorrimento, due tipi: scorrimenti di tipo *rotazionale* e scorrimenti di tipo *traslativo*. Lo scorrimento di tipo rotazionale avviene in terreni o rocce dotati di coerenza e si sviluppa lungo una superficie generalmente concava, che si produce al momento della rottura del materiale. Lo scorrimento traslazionale invece consiste nel movimento di masse rocciose o di terreni, lungo una superficie preesistente inclinata nella stessa direzione del pendio.

Una delle caratteristiche principali di questi movimenti franosi è che sono per lo più di recente formazione e si trovano su depositi glaciali incoerenti in cui le valli, profondamente incise da torrenti, presentano una formazione tipica a Flysch. Esercitando una forte azione erosiva lungo le sponde alla base dei versanti, i torrenti hanno favorito la formazione di moltissimi franamenti che tuttora caratterizzano queste valli.

La frana oggetto di studio, è stata individuata sulla base di un elenco di frane presenti all'interno del Vallone del Bellunese, studiate da Dal Buono Claudia: Tesi in Scienze Forestali ed Ambientali: "Evoluzione della copertura vegetale su frane del bellunese. Analisi storica di foto aeree".

In particolare, i criteri di selezione, hanno fatto capo a due concetti di riferimento:

- 1) la formazione geologica doveva essere Flysch;
- 2) la presenza all'interno della frana di due nuclei di ricolonizzazione.

La frana presa in esame (coordinate cartografiche: 1750330 Km, 5109750 Km; quota: 510 m s.l.m.) si trova in località Val di Sasso - Cirvoi, in destra orografica di un affluente del torrente Cicogna.

Le osservazioni di campo indicano che il substrato è caratterizzato da rocce costituite da alternanze (arenitico-pelitiche, pelitico-arenitiche, marnoso-arenitiche, ecc...), costituenti il Flysch, nella parte medio-bassa e da materiale sciolto di origine morenica nella parte alta.

Al suo interno, si verificano due nuclei di ricolonizzazione: la prima riguarda vegetazione preesistente sviluppata lungo il margine superiore della frana. La seconda si riferisce a nuclei o fasce allineati in senso verticale ma anche orizzontale complessivamente poco estesi, localizzati soprattutto nella parte medio-bassa del versante. Inoltre, facendo sempre riferimento alla tesi della Dal Buono, si deduce che nel 1954 la copertura vegetale era pari al 57,3 % della superficie totale, mentre l'area vegetata finale (1991) risulta invece dell'82,6%: tale espansione della copertura è il risultato della stabilizzazione della corona costituita di materiale morenico a carico della quale non si verifica alcun ulteriore arretramento.

La frana (Figura 2.1.3) si sviluppa in larghezza per 220 metri parallelamente al torrente situato alla base della stessa e presenta un'altezza media di 100 metri e un dislivello massimo di 70 m. L'estensione è pari a 15.700 m² circa. La pendenza media calcolata, piuttosto elevata, è di 42,9 gradi.



Figura 2.1.3 Visuale aerea della frana, rispettivamente del 1980 (Strisciate fotografiche – ENTE: Rossi s.r.l. Brescia) e del 2006 (immagine da satellite GoogleEarth).

Considerata la notevole estensione e la pendenza della frana, ben visibile in Figura 2.1.4, si è deciso di limitare lo studio alla parte basale della stessa (individuata dal cerchio rosso) e al suo interno, è stata individuata un'area con caratteristiche rappresentative, dal punto di vista sia morfologico, sia vegetazionale.



Figura 2.1.4 Visuale laterale della frana. Il cerchio rosso indica l'area di studio.

Per procedere in modo sistematico e dettagliato, la zona in analisi è stata suddivisa secondo tre *aree omogenee*, tipiche di ambiente di frana: Espluvio, Impluvio e Zona intermedia.

In una frana infatti, si ha una stretta alternanza tra linee di espluvio e linee di impluvio: l'espluvio corrisponde ad un microrilievo stretto e superficiale superiore rispetto all'impluvio che, invece, presenta una morfologia solitamente incavata in seguito allo scorrimento di acqua in superficie e al passaggio frequente di materiale sciolto grossolano. Tra l'espluvio e l'impluvio, è compresa una zona con caratteristiche intermedie rispetto alle aree che divide: si tratta della zona intermedia, che parte dal limite inferiore di espluvio e termina in corrispondenza del limite superiore di impluvio. Mentre espluvio ed impluvio presentano una pendenza parallela all'esposizione della frana, la zona intermedia ha una pendenza rivolta verso l'impluvio.

Rispettivamente, nella zona basale della frana, sono state individuate (Figura 2.1.5):

- 3 aree di Espluvio [**E**]
- 3 aree di Impluvio [**I**]
- 3 aree di Zona Intermedia [**ZI**]

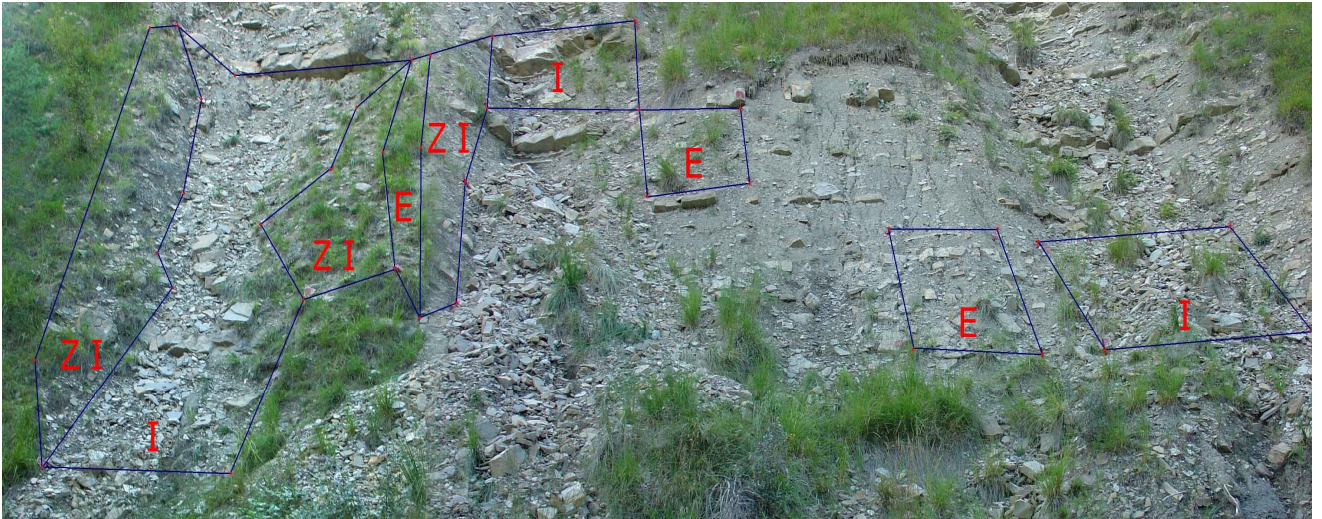


Figura 2.1.5 Visuale delle aree di studio. Le linee blu riportate in figura seguono le linee di filo tracciate direttamente sul campo.

2.2. Metodi

2.2.1. Rilievo delle aree a morfologia omogenea

Nella prima fase di studio, le singole aree omogenee (Espluvio, Impluvio, Zona intermedia) sono state suddivise in *sub-aree omogenee*. Tale suddivisione ha seguito il criterio della variazione di pendenza e di orientamento e il criterio della copertura che non doveva superare circa il 30%. Ogni sub-area, ha ricevuto una codifica impiegata poi in tutte le analisi e studi successivi.

Rispettivamente sono state individuate (Figura 2.2.1):

- 4 sub-aree di Espluvio [**E**]: EA1, EA2, EB1, EC1;
- 7 sub-aree di Zona Intermedia [**ZI**]: ZIA1, ZIA2, ZIA3, ZIB1, ZIB2, ZIC1, ZIC2;
- 5 sub-aree di Impluvio [**I**]: IA1, IA2, IA3, IB1, IC1.

Dopo aver rilevato l'altezza totale della sub-area, si è deciso di creare un'ulteriore area, suddividendo la sub-area in *fasce parallele*: il numero delle fasce create per ogni sub-area varia a seconda delle dimensioni e della variabilità morfologica della stessa.

Misurate la distanza della fascia dalla base della sub-area di appartenenza e l'altezza e larghezza, sono stati eseguiti 3 rilievi di pendenza espressi in valori percentuali: per il rilievo, si è utilizzata una tavoletta di legno da 30cm di lunghezza e dopo averla appoggiata al terreno ponendola in bolla ortogonalmente alla perpendicolare gravitazionale, si è misurata la distanza tra la tavoletta e il terreno.

Notevole importanza per la caratterizzazione morfologica e microtopografica della superficie del suolo, è stato il rilievo che ha visto l'utilizzo di un particolare strumento (Harper, 1965) (Figura 2.2.2): si tratta di una cornicetta di legno con dimensioni 130cm x 26cm. Lungo il lato di 130cm, sono predisposti 12 fori in corrispondenza dei quali scorrono delle bacchette di metallo, cilindriche e lunghe 50cm.

Dopo aver posizionato lo strumento secondo le linee di livello, sono state inserite le 12 bacchette nei rispettivi fori e ciascuna di esse toccava il terreno in modo diverso a seconda della eterogeneità della superficie del suolo, sottostante lo strumento; questo determinava una diversa altezza delle bacchette che è stata rilevata. Sono state eseguite 2 misurazioni consecutive a 1/3 e 2/3 della larghezza e circa a metà dell'altezza di ogni fascia.

In corrispondenza dei punti in cui le bacchette toccavano il terreno, è stata anche rilevata la granulometria superficiale (rilievo lineare), classificata secondo materiale con diametro <2mm, 2-50mm, 51-100mm e >101mm.

Oltre ad una analisi della granulometria superficiale, si è ritenuto importante compiere anche un'analisi di laboratorio delle caratteristiche del suolo, con l'intento di definire il contributo percentuale di scheletro e terra fine, la composizione granulometrica della terra fine, la reazione (pH), il contenuto di carbonati e la percentuale di sostanza organica. All'interno di ogni sub-area, è stata quindi individuata un'area rappresentativa di 20cm x 20cm da cui si è prelevato uno strato di terreno (campione) di profondità 0-3cm e consecutivamente 3-5cm.

Infine, è stata eseguita una conta complessiva del numero di piante presenti all'interno della fascia. Questo conteggio è importante per avere un'immediata densità di piante presenti.

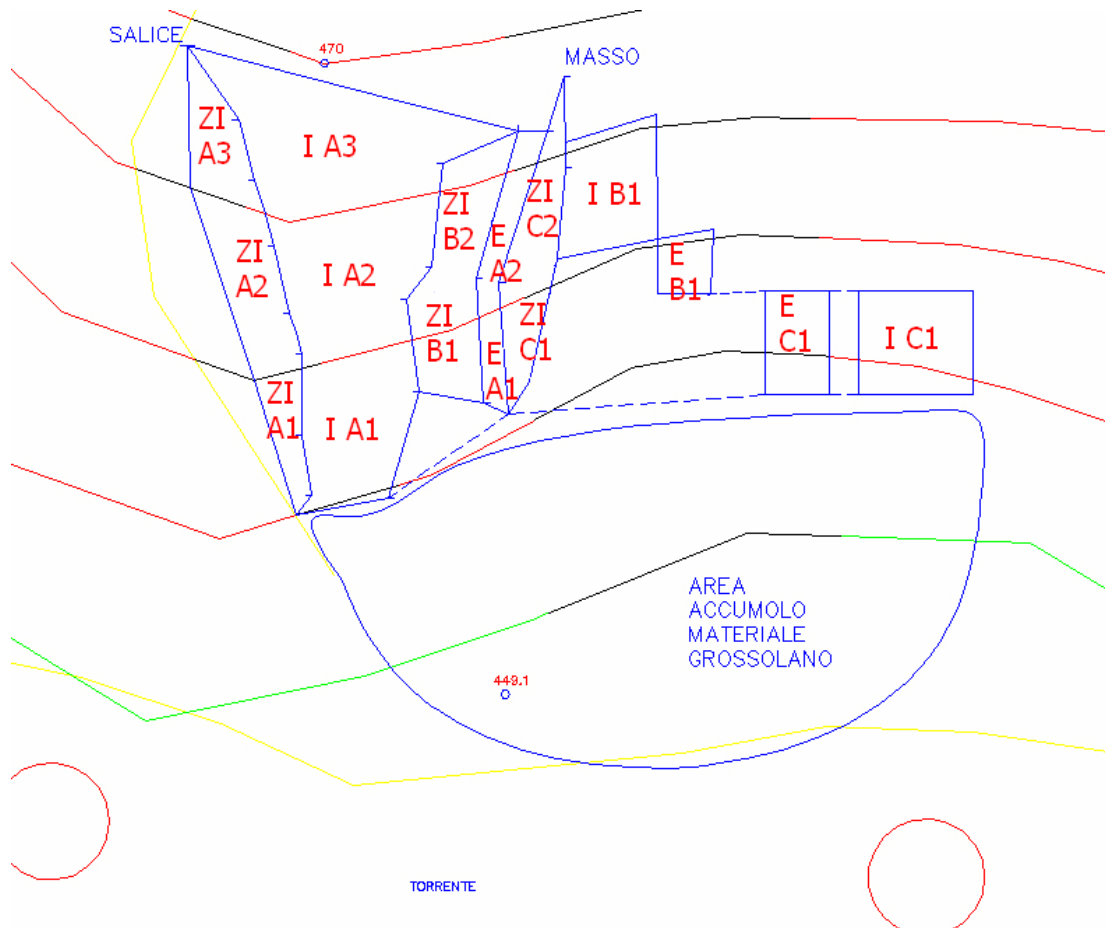


Figura 2.2.1 Visuale delle sub-aree di studio, costruita con programma AutoCAD sulla base della CTR 1:5000.



Figura 2.2.2 Rilievo della morfologia superficiale del suolo.

2.2.2. Significato del concetto di SAFE-SITE e di modalità di ricolonizzazione

Le prime fasi di ricolonizzazione di un pendio in erosione sono caratterizzate dalla successione di specie pioniere, il cui insediamento non avviene casualmente bensì in microambienti particolari, chiamati “safe-sites”. Essi hanno la caratteristica di garantire alle specie vegetali la possibilità di germinare, emergere e crescere, fornendo delle condizioni ottimali.

Quando la colonizzazione parte da zero, cioè in ambiente completamente privo di vegetazione, essa può verificarsi solamente in questi safe-sites; mano a mano che il suolo evolve e migliora, grazie all’arrivo della vegetazione pioniera, anche la tipologia di safe-sites si modifica; uno studio di Elmarsdottir (2003) ha evidenziato che questi microambienti si differenziano nel tempo: dopo 2 anni dall’abbandono di un sito degradato, la maggior parte delle giovani piantine si trovano a crescere tra le fessure delle zone rocciose, mentre nello stesso sito, dopo 11 anni, esse crescono maggiormente in spazi caratterizzati da suolo crostoso.

Nelle ultime fasi, il processo di ricolonizzazione ha le stesse caratteristiche di quello che avviene in zone già vegetate, dove i micrositi favorevoli variano a seconda che ci si trovi sopra o sotto il limite del bosco e a seconda della vegetazione e della specie vegetale.

Il termine di “safe-site” indica l’insieme dei luoghi che soddisfano i criteri necessari per la germinazione e l’affermazione di una determinata specie (Chad e del Moral 2005).

Quando un seme giunge al suolo, deve trovare le condizioni favorevoli per la germinazione e il fattore principale, che non può mancare, è l’*acqua*, poiché il seme ha bisogno di idratarsi per germinare; seguono poi:

- la *presenza di elementi naturali* (massi, piante vicine...) capaci di assicurare un’adeguata protezione da fattori fisici e morfologici esterni (scorrimento superficiale dell’acqua meteorica, passaggio di materiale sciolto, instabilità del suolo...);
- la *sicurezza e protezione dalla concorrenza* con lo strato erbaceo;
- le *caratteristiche del substrato* (micromorfologia, presenza terra fine..);
- la *garanzia di risorse* per il seme;
- la *sicurezza dalla predazione* da parte di animali.

Una volta che la piantina è emersa e diviene indipendente (cioè deve costruire le molecole organiche a partire dalla luce solare), la *luce* diviene un’altra componente fondamentale nel funzionamento dei processi biologici (Colpi in verbis). I safe-sites quindi, sono fondamentali per assicurare l’avvio della successione, poiché forniscono isole fertili che permettono alle specie pioniere di stabilirsi (Fuller 2003) e in seguito di espandersi formando vere e proprie associazioni.

Le condizioni favorevoli che caratterizzano un safe-site possono essere individuate attraverso la determinazione sul campo della modalità con cui un semenzale si è affermato. Da qui deriva l'importanza di descrivere i differenti tipi di modalità di ricolonizzazione, prendendo spunto dalla tesi "Modalità di ricolonizzazione spontanea in frane e scarpate stradali Val Leogra (VI)" di Erika Moretti. Le modalità possono essere distinte in due gruppi:

- a) ricolonizzazione non organizzata:
non è legata a qualche specifico elemento geomorfologico protettivo che consente la sopravvivenza della pianta;
- b) ricolonizzazione organizzata:
è legata a qualche specifico elemento geomorfologico protettivo che permette la sopravvivenza della pianta.

Ricolonizzazione non organizzata

A piante singole (Codice **IN1**):

si ha quando si trovano delle piante isolate senza alcun legame con altre piante (Figura 2.2.3). E' presente su materiale fine instabile.

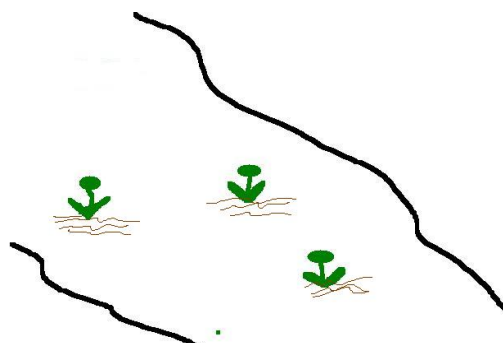


Figura 2.2.3 Ricolonizzazione a piante singole.

A spaglio temporaneo (Codice **IN2**):

si ha quando, in un'area delimitata, diverse piante della medesima specie sono separate l'una dall'altra da piccole aree nude intermedie e distribuite in modo sparso entro zone prive di una forma geometrica precisa ma delimitate verso l'esterno, in tutte le direzioni, da superfici completamente denudate (Figura 2.2.4). E' per lo più costituita da piccoli gruppetti di piante giovani o semenzali di specie sia erbacee sia legnose, originatesi a partire da semi di piante vicine. Le aree in cui si ha questa ricolonizzazione, sono caratterizzate da disturbo (erosione o interrimento) mediamente elevato, tale che la nascita delle piante può avvenire solo in periodi in cui esso non si verifica e dà comunque luogo ad un popolamento precario e probabilmente non duraturo.

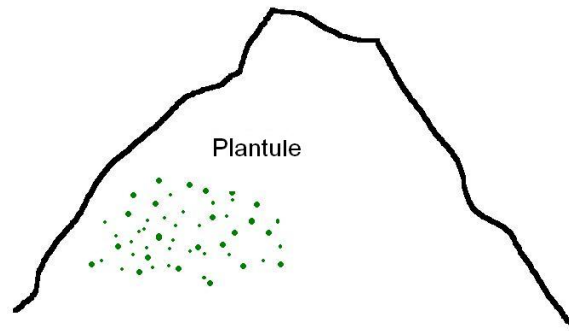


Figura 2.2.4 Ricolonizzazione a spaglio temporaneo.

Ricolonizzazione organizzata

A spaglio persistente (Codice **IO1**):

si ha quando, in un'area delimitata, diverse piante della medesima specie sono separate l'una dall'altra da piccole aree nude intermedie e distribuite in modo sparso entro zone prive di una forma geometrica precisa ma delimitate verso l'esterno e, soprattutto verso l'alto, da superfici completamente denudate (Figura 2.2.5). E' per lo più costituita da piante erbacee originatesi a partire da rizomi (*Petasites* spp., *Calamagrostis* spp.). Le aree in cui si ha tale tipo di ricolonizzazione sono caratterizzate da disturbo (erosione o interramento) abbastanza elevato ma non tale da impedire la sopravvivenza almeno delle specie rizomatose.

Di solito si tratta di aree poste appena sotto la corona o di quelle poste nella parte alta di depositi o nella parte bassa. Si distingue lo *spaglio persistente con apporto di materiale* formato da piante rizomatose in grado di alzare il livello di ricolonizzazione con l'arresto del materiale apportato (*Molinia arundinacea*, rizoma che cresce in verticale): in tale sottotipo si osserva che le aree nude tra le piante sono al medesimo livello delle piante stesse. Si ha inoltre uno *spaglio persistente con asporto di materiale* (erosione) (*Molinia arundinacea*) in cui le aree di terreno nudo posto tra le piante sono ad un livello più basso rispetto alle aree con vegetazione.

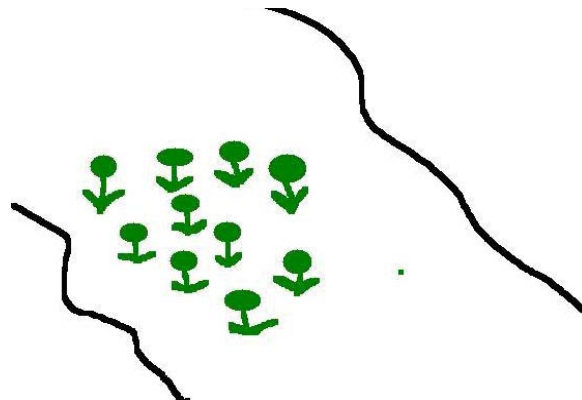


Figura 2.2.5 Ricolonizzazione a spaglio persistente.

A tappeto erboso (Codice **IO2**):

è un'estensione della precedente; si ha quando la vegetazione cresce e si sviluppa in una zona delimitata ma nello stesso tempo abbastanza estesa in modo tale che la vegetazione sia distribuita dappertutto (Figura 2.2.6). Si tratta di aree con terreno pressoché stabilizzato.

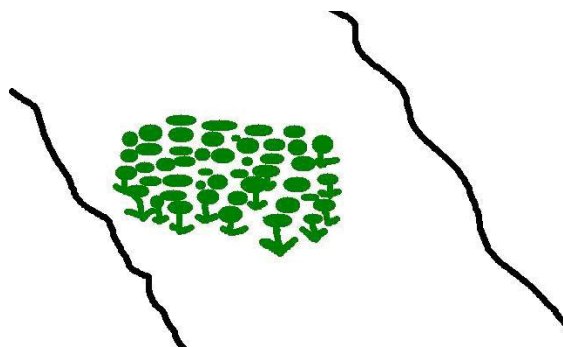


Figura 2.2.6 Ricolonizzazione a tappeto erboso.

A cespuglio (Codice **IO3**):

si ha quando alcune piante di una o più specie crescono e si sviluppano molto vicine tra loro creando un popolamento persistente di forma più o meno ellissoidale e circondato da aree denudate (Figura 2.2.7). Si tratta di popolamenti di specie erbacee per lo più rizomatose che si sviluppano in piccole aree pressoché stabili, in vicinanza ad aree ancora nettamente in erosione. La stabilità può derivare dalla presenza sia sopra che sotto di pietre o rocce.

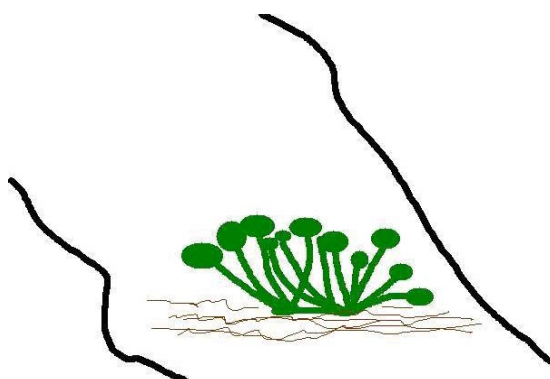


Figura 2.2.7 Ricolonizzazione a cespuglio.

Su bordi di impluvi (Codice **IO4**):

si ha quando alcune piante di una o più specie crescono e si sviluppano sui bordi di piccoli impluvi che si sono formati durante gli eventi piovosi di media o forte intensità, in cui si verifica un'erosione idrica di sottili strati superficiali di suolo associata a canalicoli (Figura 2.2.8). L'acqua che non penetra nel terreno scende lungo linee di massima pendenza dove sulla roccia si forma una infossatura il cui bordo, formato da materiale sciolto, è occupato da piante. In altre condizioni, l'acqua può scendere lungo linee oblique, fatto che può verificarsi quando c'è la presenza di roccia

compatta o stratificata soprastante a ghiaioni di deposito: in questo caso infatti gli impluvi di scorrimento dell'acqua si formano alla base della roccia, lungo la linea obliqua di contatto tra la roccia stessa e il ghiaione, per effetto dell'erosione idrica dell'acqua da precipitazione che scivolando lungo la roccia, giunge fino al deposito sottostante. Si tratta di popolamenti di specie erbacee in substrati dove c'è la presenza di terreno fine o ghiaioso.

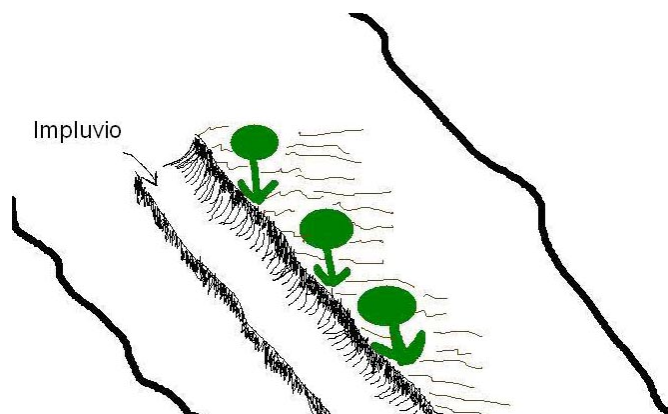


Figura 2.2.8 Ricolonizzazione su bordi di impluvio.

Per radicazione di stoloni (Codice IO5):

si ha quando alcune piante di una o più specie di tipo cespuglioso o rampicante (rovi con andamento prostrato) si sviluppano a contatto con il terreno radicando ed emettendo getti aerei dai rami dove è presente del terreno ghiaioso o fine (Figura 2.2.9).

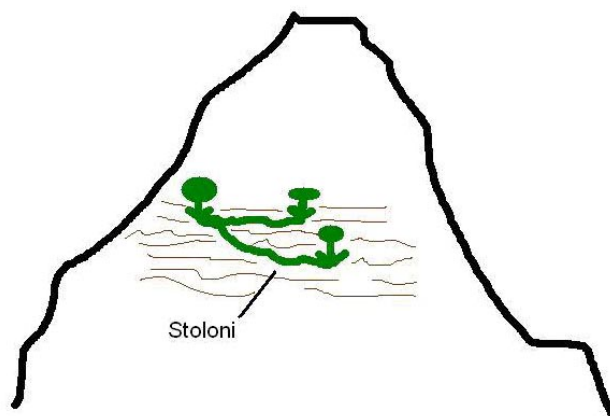


Figura 2.2.9 Ricolonizzazione per radicazione di stoloni.

Sotto protezione (Codice IO6):

si ha quando la vegetazione cresce e si sviluppa in un'area della frana posta immediatamente sotto uno o più massi di varie dimensioni che la coprono per la maggior parte proteggendola da possibili disturbi (inghiaimento o erosione) (Figura 2.2.10). La protezione può essere offerta anche da una pianta adulta già affermata. Si tratta di piccole superfici quando i massi di protezione sono piccoli, di grandi superfici quando le dimensioni della roccia soprastante è di diversi metri quadri: infatti, il

materiale instabile che cade verso il basso, salta la vegetazione per la presenza della sporgenza rocciosa.

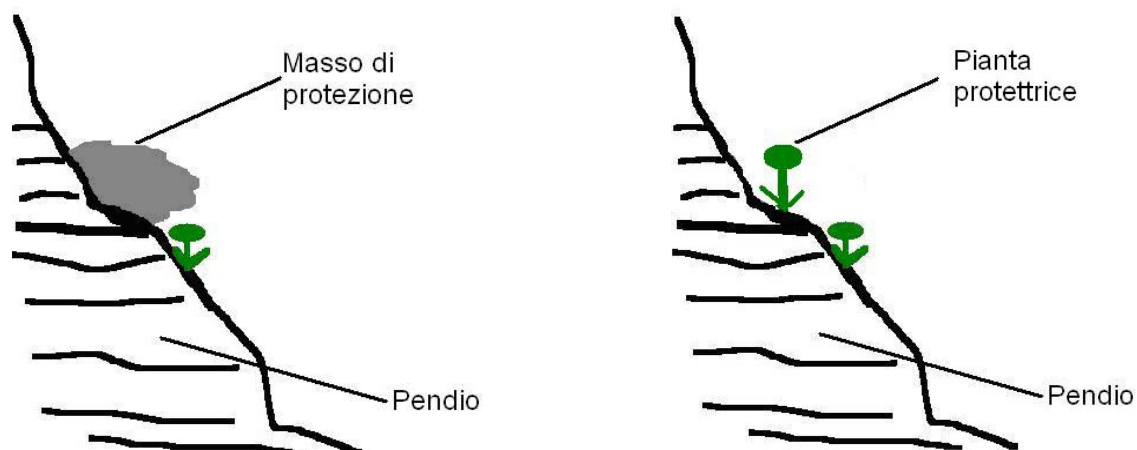


Figura 2.2.10 Ricolonizzazione sotto protezione.

Sopra protezione (Codice **IO7**):

si ha quando la vegetazione cresce e si sviluppa in un'area della frana dove immediatamente sotto la vegetazione stessa sono presenti uno o più massi di piccole dimensioni che mantengono stabilità (a volte precaria) alle piante sovrastanti, evitando la perdita del terreno e lo scivolamento (Figura 2.2.11).

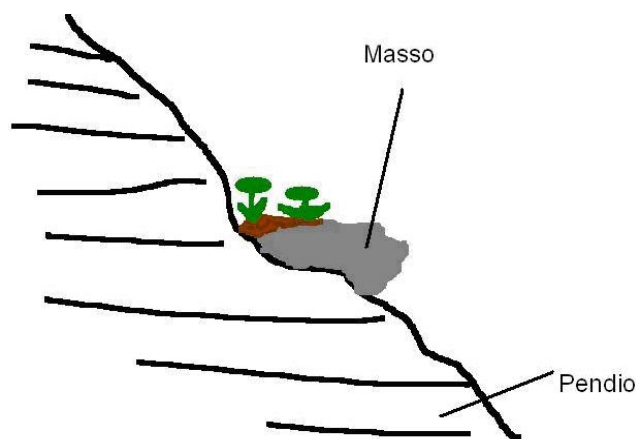


Figura 2.2.11 Ricolonizzazione sopra protezione.

Su linee orizzontali (Codice **IO8**):

si ha quando la vegetazione cresce e si sviluppa in un'area della frana dove l'andamento principale della colonizzazione (una o più specie) segue linee orizzontali rispetto al fronte della frana (Figura 2.2.12). L'elemento geomorfologico che determina questa modalità di ricolonizzazione è dato dal terreno con un'alta percentuale di massi e ghiaia di varie dimensioni disposti con andamento

orizzontale nella zona di corona, i quali creano una precaria stabilità allo sviluppo della vegetazione.

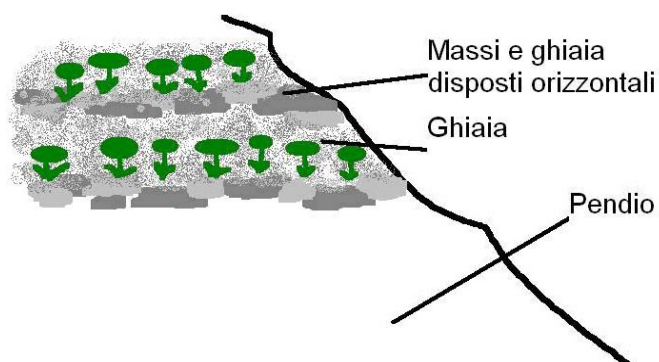


Figura 2.2.12 Ricolonizzazione su linee orizzontali.

Su terrazza (Codice IO9):

si ha quando la vegetazione cresce e si sviluppa su una terrazza, la cui superficie è costituita da materiale sciolto sostenuto da una linea orizzontale di roccia o massi (Figura 2.2.13). Rispetto alla ricolonizzazione ad andamento orizzontale, questa modalità si differenzia in quanto tra la terrazza e l'area sottostante si ha un cambio di pendenza brusco. La vegetazione può essere densa o lassa.

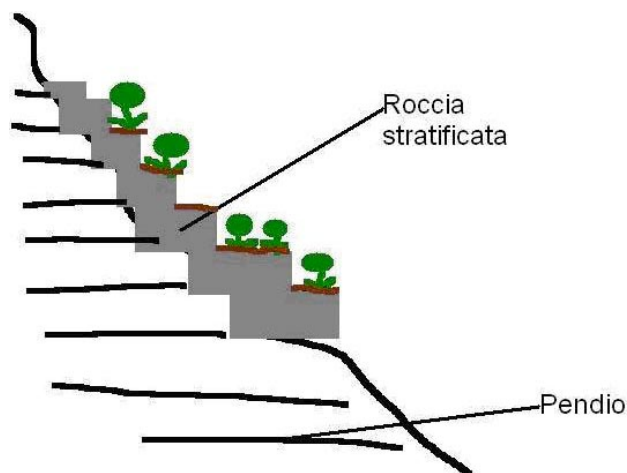


Figura 2.2.13 Ricolonizzazione su terrazza.

Su gradini (Codice **IO10**):

è presente nelle rocce compatte quando una o poche specie crescono in piccoli ripiani di forma pressoché rettangolare - quadrata, formatisi uno sotto all'altro o uno accanto all'altro per la presenza di massi sottostanti o roccia (Figura 2.2.14).

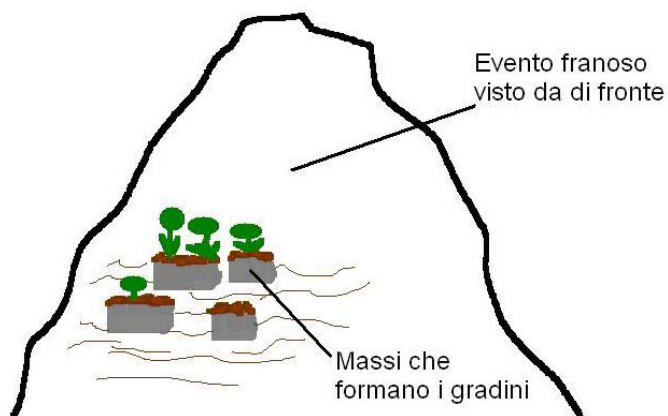


Figura 2.2.14 Ricolonizzazione su gradini.

Su fessure verticali (Codice **IO11**):

si ha quando la vegetazione (una o più specie) cresce e si sviluppa su linee poste secondo la massima pendenza. Può trattarsi di fessure poste tra due strati di roccia ad andamento verticale oppure presenti nella roccia compatta che si riempiono di materiale fine, sufficiente a consentire la radicazione di una o più piante singole (Figura 2.2.15).

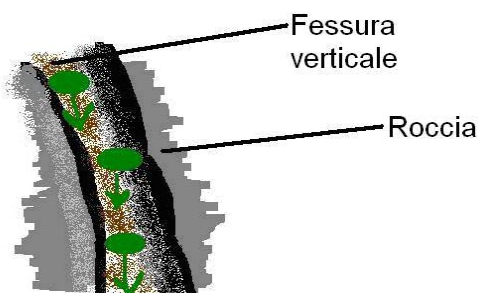


Figura 2.2.15 Ricolonizzazione su fessure verticali.

Su fessure orizzontali (Codice **IO11**):

è simile alla precedente. Nelle fessure della roccia disposte in senso più o meno orizzontale che penetrano entro la roccia verso l'alto è possibile che si sviluppi la vegetazione, mentre nelle fessure orizzontali penetranti verso il basso la vegetazione non è presente. Le filladi impediscono la nascita e la crescita della vegetazione perché l'acqua dilava il terreno e asporta il seme.

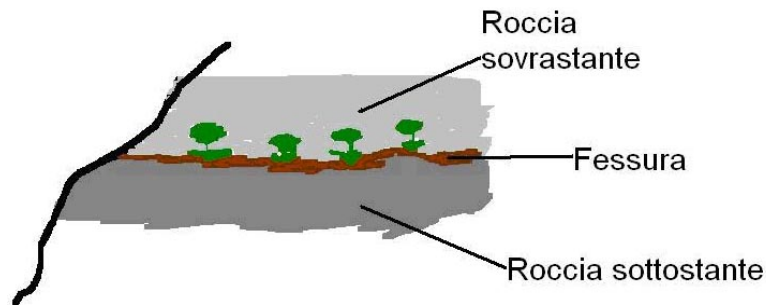


Figura 2.2.16 Ricolonizzazione su fessure orizzontali.

Su fori o microfessure di parete rocciosa (Codice **IO12**):

si ha quando la vegetazione cresce e si sviluppa nella parte alta della frana in cavità di dimensioni molto ridotte poste entro la roccia madre compatta (Figura 2.2.17). Man mano che sviluppano le parti aeree, la pianta che cresce nel foro trattiene il materiale fine e forma zone di deposito dove la pianta stessa può allargarsi e crescere.

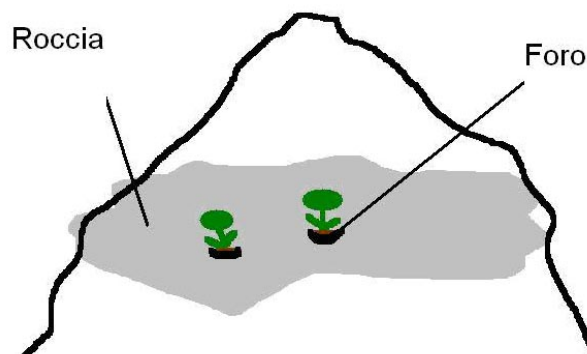


Figura 2.2.17 Ricolonizzazione su fori o microfessure di parete rocciosa.

2.2.3. Rilievo delle piante ricolonizzatrici e degli elementi di ricolonizzazione determinanti i safe-sites

All'interno di ogni fascia, venne casualmente posizionata un'area di 1m x 1m, al cui interno sono state rilevate tutte le piante ricolonizzatrici e, associati ad essa, tutti gli elementi di ricolonizzazione utili a definire i safe-sites. Preliminarmente, si è deciso di distinguere due tipologie differenti di rilievi: uno in piante singole e uno in gruppi di piante.

Rilievo in PIANTE SINGOLE

Dopo aver attribuito un codice ad ognuno di esse, si è indicato se la pianta era un semenzale oppure affermato da più di un anno (pianta adulta), indicando poi la specie botanica di appartenenza secondo un codice deciso in precedenza (Tabella 1).

NOME SPECIE	CODICE
<i>Bupthalmum salicifolium</i>	BUPH
<i>Calamagrostis varia</i>	CALA
<i>Diploaxis muralis</i>	DIPLO
<i>Hieracium pilosella</i>	PILO
<i>Leontodon hyoseroides</i>	LEO
<i>Molinia arundinacea</i>	MOLI
<i>Ostrya carpinifolia</i>	OSTRYA
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	PEUCE
<i>Pinus silvestris</i>	P.SILV.
<i>Salix appendiculata</i>	APPE
<i>Salix eleagnos</i>	ELE
<i>Sanguisorba minor</i>	SANGUI
<i>Thymus alpigenus</i>	THYMUS

Tabella 1 I nomi di ogni specie fanno riferimento al libro “Flora Alpina” di David Aeschmann, Zanichelli.

L’analisi delle caratteristiche della pianta singola considerata seguiva la procedura riportata nella scheda di rilievo allegata (Allegati pag.53) e qui sotto illustrata:

- rilevare dimensione planimetrica (altezza - larghezza);
- contare il numero di accestimenti se appartenente alla famiglia *Poaceae* o fusti se altre famiglie;
- rilevare caratteristiche dell’area su cui insiste la pianta ed il suo contorno:
 - stabilire il livello dell’elemento rispetto alla superficie piana (Rilevato, Depresso, Intermedio);
 - rilevare granulometria superficiale;
 - misurare la distanza della pianta da un masso con una delle dimensioni > 20cm e la posizione, in gradi, del masso rispetto alla pianta;
 - misurare la pendenza in valori %;
 - verificare la presenza di qualsiasi tipo di lettiera ed eventualmente stimare valore %;
- rilevare caratteristiche a monte e a valle della pianta considerando una distanza di 5cm:
 - misurare la pendenza in valori %;

- rilevare granulometria superficiale;
- verificare la presenza di qualsiasi tipo di lettiera ed eventualmente stimare valore %;
- verificare la presenza di altre piante ricolonizzatrici;
- individuare la modalità di ricolonizzazione.

Per ogni pianta è stato definito un **plot di controllo** con lo scopo di descrivere l'area di contorno rispetto alla singola pianta. Il plot è caratterizzato da un'area priva o meno di vegetazione ed è posto ad una distanza costante di 20cm dalla pianta di riferimento, con dimensioni di 5cm x 5cm.

Dopo aver codificato il plot, l'analisi delle sue caratteristiche seguiva la procedura riportata nella scheda di rilievo allegata (Allegati pag.53) e qui sotto illustrata:

- stabilire il livello del plot rispetto alla superficie piana (Rilevato, Depresso, Intermedio);
- rilevare granulometria superficiale;
- misurare la distanza del plot da un masso con una delle dimensioni > 20cm e la posizione, in gradi, del masso rispetto al plot;
- misurare la pendenza in valori %;
- verificare la presenza di qualsiasi tipo di lettiera ed eventualmente stimare valore %;
- rilevare caratteristiche a monte e a valle del plot, considerando una distanza di 5cm:
 - misurare la pendenza in valori %;
 - rilevare granulometria superficiale osservando il materiale presente in superficie;
 - verificare la presenza di qualsiasi tipo di lettiera ed eventualmente stimare valore %;
 - verificare la presenza di piante ricolonizzatrici.

Rilievo in GRUPPI DI PIANTE

Dopo aver attribuito un codice ad ognuno di essi, l'analisi delle caratteristiche del gruppo di piante considerato seguiva la procedura riportata nella scheda di rilievo allegata (Allegati pag. 53) e qui sotto illustrata:

- rilevare dimensione planimetrica (altezza - larghezza);
- contare il numero componenti del gruppo, indicando la sua posizione all'interno del gruppo e la specie botanica di appartenenza;
- rilevare caratteristiche dell'area su cui insiste il gruppo ed il suo contorno:
 - stabilire il livello del gruppo rispetto alla superficie piana (Rilevato, Depresso, Intermedio);
 - rilevare granulometria superficiale misurare la distanza del gruppo da un masso con una delle dimensioni > 20cm e la posizione, in gradi, del masso rispetto al gruppo;

- misurare la pendenza in valori %;
- verificare la presenza di qualsiasi tipo di lettiera ed eventualmente stimare valore %;
- rilevare caratteristiche a monte e a valle del gruppo, considerando una distanza di 5cm sia a monte sia a valle:
 - misurare la pendenza in valori %;
 - rilevare granulometria superficiale;
 - verificare la presenza di qualsiasi tipo di lettiera ed eventualmente stimare valore %;
 - verificare la presenza di altre piante ricolonizzatrici;
- individuare la modalità di ricolonizzazione.

Anche in questo rilievo, per ogni gruppo di piante è stato definito un **plot di controllo** con lo scopo di descrivere la sua area di contorno. Il plot è caratterizzato da un'area priva o meno di vegetazione ed è posto ad una distanza costante di 20cm dalla pianta di riferimento, con dimensioni di 5cm x 5cm. Dopo aver codificato il plot, l'analisi delle sue caratteristiche seguiva la procedura di seguito riportata:

- stabilire il livello del plot rispetto alla superficie piana (Rilevato, Depresso, Intermedio);
- rilevare granulometria superficiale misurare la distanza del plot da un masso con una delle dimensioni > 20cm e la posizione, in gradi, del masso rispetto al plot;
- misurare la pendenza in valori %;
- verificare la presenza di qualsiasi tipo di lettiera ed eventualmente stimare valore %;
- rilevare caratteristiche a monte e a valle del plot, considerando una distanza di 5cm:
 - misurare la pendenza in valori %;
 - rilevare granulometria superficiale;
 - verificare la presenza di qualsiasi tipo di lettiera ed eventualmente stimare valore %;
 - verificare la presenza di altre piante ricolonizzatrici.

2.2.4. Caratteristiche del suolo

Le caratteristiche del suolo della frana considerate, sono:

- il contributo % di scheletro e di terra fine;
- la composizione granulometrica della terra fine;
- la reazione (pH);
- il contenuto di carbonati;
- la percentuale di sostanza organica.

Le indagini di tali caratteristiche sono state eseguite su tre campioni di suolo, prelevati nei primi 3 e 5 centimetri di profondità per ogni sub-area omogenea e si sono svolte presso il Laboratorio di Foraggicoltura della Facoltà di Agraria.

La granulometria è stata determinata con il metodo dell'idrometro (MIPAF, 2000), il pH mediante il metodo del pHmetro in acqua (MIPAF, 2000) mentre il contenuto di carbonati è stato determinato mediante reazione ad HCl (Sanesi, 1977). La determinazione della percentuale di sostanza organica invece, ha seguito vari passaggi per eliminare tutto il contenuto di umidità.

Contributo % di scheletro e di terra fine

Per il seguente rilievo è stato necessario che i campioni asciugassero con essiccazione naturale dalla maggior parte dell'umidità presente per poi venire vagliati con setaccio da 2mm, in modo da separare la terra fine dallo scheletro (porzione superiore ai 2mm).

Composizione granulometrica della terra fine

La granulometria è la distribuzione per classi dimensionali delle particelle elementari ed è uno dei caratteri edafici più importanti in quanto non varia considerevolmente con il tempo. E' inoltre responsabile di molte proprietà fisiche (per es. struttura), idrologiche (per es. permeabilità, capacità di ritenzione idrica) e chimiche (es. capacità di scambio cationico) dei suoli.

Le particelle minerali costituenti il suolo coprono un ampio intervallo, dalle pietre alle argille. Mentre per le particelle superiori a 2mm (lo scheletro) la suddivisione è abbastanza definita, numerosi sono i sistemi di classificazione per le particelle al di sotto dei 2mm (la terra fine). Il sistema classificatorio proposto è quello USDA (United States Department of Agriculture) che suddivide le particelle nelle seguenti classi dimensionali:

diámetro delle particelle	frazione granulometrica
tra 2,0 e 1,0 mm	sabbia molto grossa
tra 1,0 e 0,5 mm	sabbia grossa
tra 0,5 e 0,25 mm	sabbia media
tra 0,25 e 0,10 mm	sabbia fine
tra 0,10 e 0,05 mm	sabbia molto fine
tra 0,05 e 0,02 mm	limo grosso
tra 0,02 e 0,002 mm	limo fine
inferiore a 0,002 mm	argilla

Tabella 2 Classificazione di riferimento USDA della terra fine.

Nel caso in esame, è stato sufficiente determinare solo le tre principali frazioni granulometriche della terra fine:

diametro delle particelle	frazione granulometrica
tra 2 e 0,05 mm	sabbia
tra 0,05 e 0,002 mm	limo
inferiore a 0,002 mm	argilla

Tabella 3 Classazione terra fine.

Le indagini sulla granulometria sono state eseguite col metodo dell'idrometro: il principio su cui si fonda l'impiego dell'idrometro (che è un densimetro) sta nel fatto che, col procedere della sedimentazione, il liquido si impoverisce gradualmente di parti solide sospese, perciò la massa volumica media della sospensione tende gradualmente a quella del solido liquido disperdente. Tuttavia, a differenza di quanto accade con determinazioni di densità di liquidi omogenei, in questo caso la densità varia anche con la distanza dalla superficie; si assume, con soddisfacente approssimazione, che l'idrometro misuri la densità alla profondità corrispondente a metà altezza del suo bulbo. A tal fine, conviene considerare il diametro delle particelle ricavato dalla legge di Stokes, che descrive il movimento di particelle solide pesanti in seno ad un fluido. In una dispersione di terreno in acqua, la sedimentazione delle particelle avviene con velocità proporzionale al quadrato del raggio delle stesse e si possono pertanto separare le singole frazioni granulometriche.

Ad ogni determinato tempo è quindi possibile conoscere, da una lettura, sia la concentrazione in materiale solido rimasto in sospensione al di sopra di un determinato piano che, al tempo stesso, la profondità di questo piano, perciò il diametro massimo delle particelle che non hanno ancora abbandonato la porzione di sospensione al di sopra del piano stesso.

Taratura del densimetro

In pratica, malgrado le garanzie date dalle ditte fornitrici e talvolta anche a motivo di possibili successive alterazioni, la scala dell'idrometro può non essere corretta od essere espressa in unità qualsiasi (come accade se si utilizza un normale densimetro); in tutti questi casi è opportuno procedere alla taratura del densimetro. In base alla relazione lineare tra massa volumica e di una soluzione di esametafosfato e la sua concentrazione si può procedere operando sulle concentrazioni anziché sulle masse volumiche.

Si prepari una soluzione di esametafosfato in acqua (per es. di 35 g/dm³). Si lasciano equilibrare questa e dell'acqua pura ad una stessa temperatura (per es. quella a cui si utilizzerà il densimetro). Si verifichi esattamente la concentrazione della soluzione. Si porti ciascuno dei due liquidi in un cilindro di vetro (per es. da 1000 cm³) e vi si immerga il densimetro (sciacquandolo ed

asciugandolo ad ogni passaggio di liquido); si facciano effettuare le letture preferibilmente da più osservatori.

Procedura

Si sono pesati per ogni campione 40g di terra fine, 100ml di soluzione (40g di sodio esametafosfato + 10g di sodio bicarbonato + 1 litro di acqua deionizzata) e 100ml di acqua deionizzata. Si è versato il tutto (corrispettivo di ogni campione) in una beuta da 250ml e si sono lasciate riposare al buio per 12 ore. Dopo di che si sono agitate le beute e si sono poste, una alla volta nel frullatore per 5 minuti per poi essere versate nell'apposito cilindro contrassegnato che è stato riempito con restante acqua deionizzata fino a un litro. Si è eseguito anche un campione bianco versando in un cilindro 100ml della precedente soluzione e acqua deionizzata fino a un litro. Si sono registrate le temperature prima e dopo le 24 ore che sono risultati essere costanti.

Ad ogni cilindro riempito con campione, è stato posto un tappo e capovolto fino a 20 volte. Subito dopo è stato inserito l'idrometro ed è stata tolta la schiuma con delle gocce di alcool. I valori si sono registrati a 30, 60, 120 secondi, 5 e 1440 minuti. A questi tempi sono stati aggiunti 10 secondi iniziali affinché il densimetro si stabilizzi (letture a 40'', 70'', 2'10'' e 5'10'').

Reazione (pH)

La preparazione dei campioni per la determinazione del pH, ha richiesto la pesatura di 20 grammi di terra fine da introdurre in vasetti con 50ml di acqua deionizzata. I campioni sono stati posti in un agitatore per un'ora; si è lasciata poi sedimentare la soluzione per alcuni minuti e si è introdotto il sistema elettronico nel surnatante e si è rilevato il valore del pH.

Il pH è quindi determinato per via potenziometrica, dopo taratura del sistema di misura con indicatori a pH noto.

Contenuto di carbonati

A riguardo del contenuto di carbonati, piccole quantità di carbonato di calcio possono essere apprezzate sul campo e in laboratorio osservando la reazione a poche gocce di acido cloridrico in soluzione acquosa al 10% che vengono applicate al campione di suolo. Questo metodo non fornisce indicazioni per quantità di carbonato di calcio nel suolo superiori al 10% e segue la seguente tabella.

Descrizione di campagna e limiti dei gruppi	CaCO ₃ %	Effetti all'udito	Effetti alla vista
Non calcareo (<0,5%)	0,1	nessuno	nessuno
Molto scarsamente calcareo (0,5-1%)	0,5	da indistinto a scarsamente udibile	nessuno
Scarsamente calcareo (1-5%)	1,0	da indistinto a moderatamente udibile	debole effervescenza limitata a singoli granuli, appena visibili
	2,0	da moderatamente a distintamente udibile	debole effervescenza generale visibile ad attenta osservazione
Calcareo (5-10%)	5,0	facilmente udibile	moderata effervescenza; bolle evidenti fino a 3mm di diametro
Molto calcareo (>10%)	10,0	facilmente udibile	forte effervescenza; ovunque bolle fino a 7mm di diametro ben visibili

Tabella 4 Riconoscimento contenuto di carbonati

Contenuto di sostanza organica

Per calcolare la sostanza organica, invece, bisogna effettuare tre pesate di un campione di 10 grammi di terra fine. La prima pesata è quella iniziale comprensiva di tara, la seconda pesata dopo l'essiccazione a 105°C in stufa per 24 ore, la terza pesata dopo l'incenerimento del campione e la sua posa in muffola a 550°C per 24 altre ore.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

Sono state identificate e analizzate sul campo un totale di 9 aree omogenee, 16 sub-aree e 42 fasce. I rilievi relativi alla vegetazione hanno interessato 155 piante singole, di cui 78 semenzali, e un totale di 6 gruppi di piante.

I risultati riportati fanno riferimento ai dati rilevati nelle diverse aree omogenee, sub-aree e fasce, ad esclusione delle seguenti sub-aree: EB1, EC1. Esse costituiscono una parte del campione afferente alla categoria Espluvio. A posteriori, si è deciso di non considerarle, in quanto, dall'elaborazione dei dati, non sono in grado di esprimere al meglio le caratteristiche morfologiche e stazionali tipiche della zona di espluvio, riscontrate invece nelle altre due sub-aree: EA1, EA2.

Il numero totale di gruppi di piante risulta essere esiguo rispetto al totale di piante singole: nella maggior parte dei casi infatti, le piante ricolonizzatrici si presentavano in piante singole e non in gruppi di piante. Per questo motivo, le analisi dei dati e quindi i risultati, si sono concentrati solo sulle piante singole.

Da un punto di vista vegetazionale, è importante infine riportare la composizione floristica (Tabella 5) espressa attraverso la frequenza % di ogni specie rispettivamente per la pianta adulta e per il semenzale, nelle diverse aree omogenee. Si può osservare una netta predominanza soprattutto di due specie rispetto a tutte le altre rilevate: *Leontodon hyoseroides* e *Molinia arundinacea*.

NOME SPECIE	ESPLUVIO		ZONA INTERMEDIA		IMPLUVIO	
	Pianta Adulta	Semenzale	Pianta Adulta	Semenzale	Pianta Adulta	Semenzale
<i>Bupthalmum salicifolium</i>	6,7	0,0	5,9	5,1	0,0	0,0
<i>Calamagrostis varia</i>	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0
<i>Diplotaxis muralis</i>	0,0	0,0	2,9	0,0	9,5	3,7
<i>Hieracium pilosella</i>	6,7	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0
<i>Leontodon hyoseroides</i>	40,0	75,0	29,4	48,7	33,3	51,9
<i>Molinia arundinacea</i>	33,3	0,0	35,3	23,1	33,3	14,8
<i>Ostrya carpinifolia</i>	0,0	0,0	2,9	5,1	0,0	3,7
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0
<i>Pinus silvestris</i>	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	3,7
<i>Salix appendiculata</i>	0,0	12,5	0,0	2,6	0,0	0,0
<i>Salix eleagnos</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0
<i>Sanguisorba minor</i>	6,7	0,0	8,8	5,1	9,5	22,2
<i>Thymus alpinus</i>	6,7	12,5	0,0	2,6	0,0	0,0

Tabella 5 Composizione floristica. I valori esprimono la frequenza % di ogni specie rispettivamente per la pianta adulta e per il semenzale.

3.1. Caratteristiche delle aree a morfologia omogenea

Dai rilievi effettuati su ciascuna area omogenea, sono stati ottenuti dei dati utili per definire i seguenti parametri stazionali:

- 1) Pendenza;
- 2) Caratteristiche del suolo;
- 3) Andamento della superficie del suolo;
- 4) Densità e Copertura.

Ciascun parametro assume un'importanza significativa se si crea un confronto tra le 3 aree omogenee (Espluvio, Zona Intermedia, Impluvio); ogni parametro inoltre, è costruito sulla base di più dati rilevati in ciascuna fascia di area omogenea dalla cui media si ottiene il valore che lo costituisce.

3.1.1. Pendenza

In figura 3.1.1, sono riportate le pendenze medie per ciascun tipo di area omogenea. Si osserva che la pendenza presenta valori compresi tra 70% e 80%. Questo intervallo ristretto esprime una ridotta variabilità tra le aree omogenee, quindi si crea una omogeneità a livello stazionale dal punto di vista della pendenza per tutte le aree, determinando così una condizione di parità nei confronti delle piante ricolonizzatrici. E' comunque da considerare che i valori di pendenza sono elevati, rendendo difficile l'affermazione delle piante.

In corrispondenza dell'impluvio, si nota una pendenza pari a 77%, maggiore rispetto all'espluvio (71,5%) e alla zona intermedia (75,5%); questo è giustificato se si considera che l'impluvio presenta una morfologia solitamente incavata in seguito allo scorrimento di acqua in superficie e al passaggio frequente di materiale sciolto grossolano. Ne consegue quindi un'erosione più accentuata tale da influire sulla pendenza.

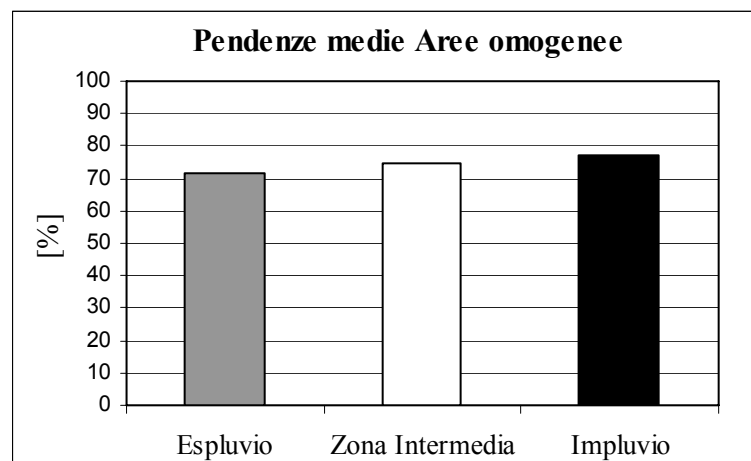


Figura 3.1.1 Pendenze medie Aree omogenee.

3.1.2. Caratteristiche del suolo

L'analisi delle caratteristiche del suolo, come già illustrato nei metodi, è stata eseguita sia attraverso il rilievo lineare della composizione granulometrica della superficie del suolo, sia attraverso il prelievo di materiale, successivamente analizzato in laboratorio per determinare il contributo percentuale di scheletro e di terra fine, la composizione granulometrica della terra fine, la reazione (pH), il contenuto di carbonati e di sostanza organica. I risultati riportati sono quindi distinti in base alle due diverse modalità analisi.

Rilievo lineare

In figura 3.1.2, si osserva come la percentuale di terra fine (< 2mm), nell'espluvio e nella zona intermedia, risulti essere maggiore rispetto all'impluvio in quanto il materiale più grossolano, in seguito all'azione dell'acqua e della pendenza, tende a depositarsi nell'impluvio; infatti, i valori granulometrici per il materiale grossolano (> 101mm) dell'impluvio, osservabili dal grafico, sono maggiori rispetto alle altre due aree.

Osservando la percentuale di terra fine relativa all'espluvio e alla zona intermedia, si nota una differenza: la zona intermedia presenta un valore maggiore perché essa risulta essere una zona di transizione tra l'espluvio e l'impluvio, quindi il materiale grossolano permane solo temporaneamente. Questo aspetto è giustificato anche considerando la percentuale di materiale grossolano nella zona intermedia che è minore rispetto all'espluvio.

E' infine importante evidenziare come una maggiore presenza di terra fine in espluvio e zona intermedia, possa risultare rilevante per la ricolonizzazione del substrato da parte degli elementi vegetali. La terra fine infatti è in grado di consentire un maggiore assorbimento dell'acqua e una maggiore capacità di trattenere ed intrappolare il seme, premesse per una più probabile germinazione.

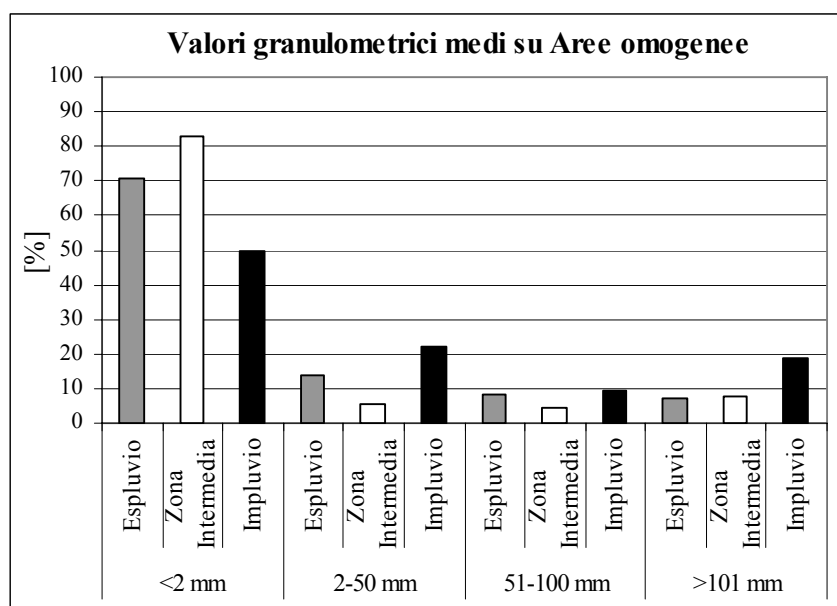


Figura 3.1.2 Valori granulometrici medi su aree omogenee.

Analisi di laboratorio

Contributo percentuale di scheletro e di terra fine

In figura 3.1.3 e 3.1.4, sono riportati i diversi contributi percentuali di scheletro e terra fine, rispettivamente per lo strato 0-3 cm e 3-5 cm.

Relativamente allo strato 0-3 cm, viene riconfermato quanto ottenuto attraverso il rilievo lineare della granulometria, ovvero come nell'espluvio e nella zona intermedia, la percentuale di terra fine (< 2mm) risulti essere maggiore rispetto all'impluvio, dove si ha invece la maggior concentrazione di materiale grossolano (scheletro).

Le differenze tra le percentuali di terra fine e scheletro tra le diverse aree omogenee, riscontrate per lo strato 0-3 cm, risultano ridotte per lo strato 3-5 cm. Da mettere in evidenza un certo grado di omogeneità tra espluvio ed impluvio, mentre, nel caso della zona intermedia, si verifica un aumento della percentuale di terra fine rispetto allo scheletro: è infatti da considerare che la zona intermedia è un'area di transizione tra l'espluvio e l'impluvio, quindi il materiale grossolano permane solo temporaneamente, non riuscendo a depositarsi negli strati sottosuperficiali (ad es. 3-5 cm).

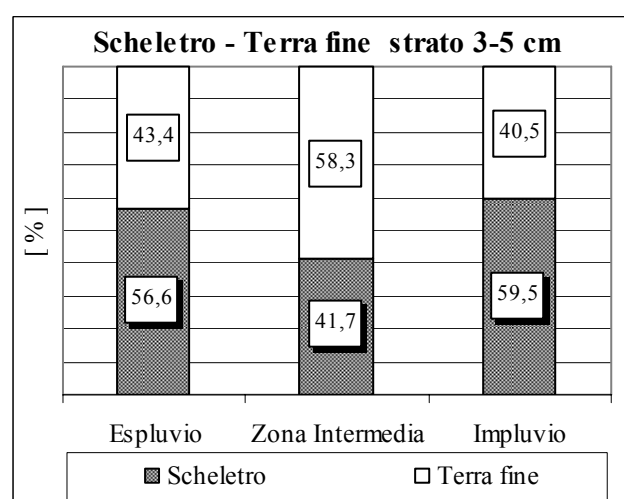
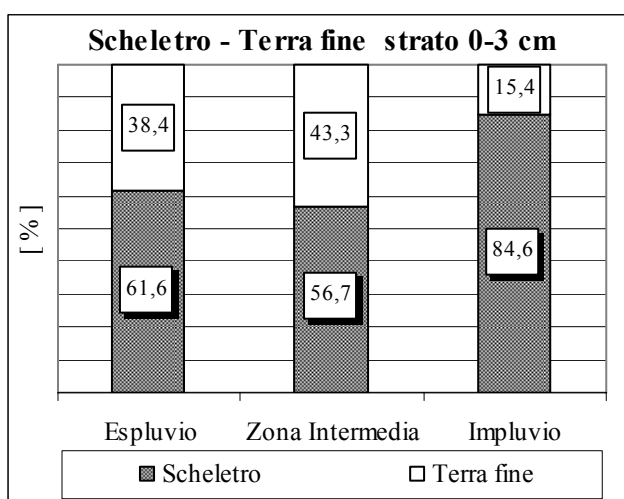


Figura 3.1.3 Scheletro – Terra fine strato 0-3 cm **Figura 3.1.4** Scheletro – Terra fine strato 3-5 cm

Con riferimento al “Manuale di descrizione del suolo” (fonte ARPAV), si può stimare la pietrosità (scheletro) nel suolo, intesa come tutti i separati minerali non attaccati al substrato roccioso e di dimensioni > 2mm. Il suolo interessato dalle analisi risulta avere quantità totale di scheletro >60%, per cui la pietrosità del suolo viene definita *abbondante*.

Per definire la quantità totale di scheletro, si è considerato inizialmente il valore medio per ogni strato (0-3 cm, 3-5 cm), ottenuto mediando i relativi valori corrispondenti ad ogni area omogenea (Espluvio, Zona intermedia, Impluvio). Infine, i valori medi relativi ad ogni strato, sono stati ulteriormente mediati.

Composizione granulometrica della terra fine

In figura 3.1.5 e 3.1.6, sono riportati i diversi contributi percentuali di terra fine (sabbia, limo, argilla), rispettivamente per lo strato 0-3 cm e 3-5 cm.

Le differenze tra le percentuali di sabbia, limo ed argilla delle diverse aree omogenee, risultano ridotte in entrambi gli strati considerati. Si può comunque evidenziare una diversità del valore della componente sabbia e della componente argilla tra la zona intermedia e l'impluvio, nello strato 3-5 cm.

Sulla base del Triangolo tessiture USDA, si è potuto classificare il suolo interessato dalle analisi come *franco*. Franco è un suolo che presenta: 7-27% argilla, 28-50% limo, <52% sabbia.

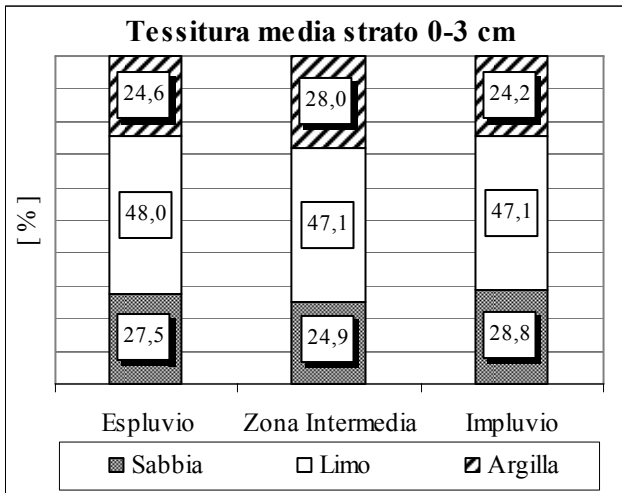


Figura 3.1.5 Tessitura media strato 0-3 cm

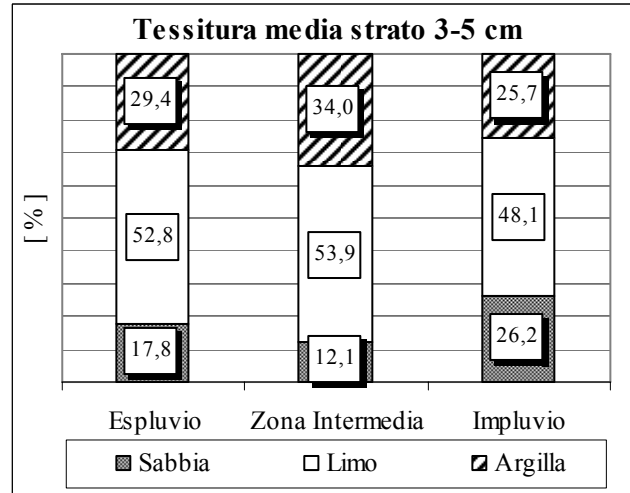


Figura 3.1.6 Tessitura media strato 3-5 cm

Un suolo franco, intermedio tra sabbioso e argilloso, è in grado di offrire con maggiori probabilità dei safe-sites utili alla germinazione di semi di piante ricolonizzatrici. I terreni sabbiosi sono sfavorevoli alla ricolonizzazione vegetale. Infatti anche se presentano depressioni, queste sono temporanee poiché facilmente soggette ad erosione eolica; inoltre tale tipo di terreno non presenta una buona capacità di ritenzione idrica (Elmarsdottir, 2003). Nel caso di terreni argillosi con alto contenuto d'acqua, la penetrazione del seme viene inibita, poiché la coesione tra le particelle è molto elevata (Chambers et al. 1991).

	Valori medi % Strato 0-3 cm	Valori medi % Strato 3-5 cm	Valori medi % finali
Sabbia	27,04	18,72	22,88
Limo	47,38	51,60	49,49
Argilla	25,58	29,68	27,63

Tabella 6 Contributo % di terra fine per ogni strato.

Per definire il tipo di suolo, si è considerato inizialmente il valore medio di ciascuna componente della terra fine per ogni strato (0-3 cm, 3-5 cm), ottenuto mediando i relativi valori corrispondenti ad ogni area omogenea (Espluvio, Zona intermedia, Impluvio). Infine, i valori medi di ciascuna componente della terra fine relativi ad ogni strato, sono stati ulteriormente mediati (Tabella 6).

Dopo aver quindi ricavato i valori medi finali di sabbia, limo e argilla, si è utilizzato il Triangolo tessiture USDA (Figura 3.1.7): attraverso l'incrocio delle rette originate in corrispondenza dei valori medi delle singole componenti tessiture, si è individuato il tipo di suolo.

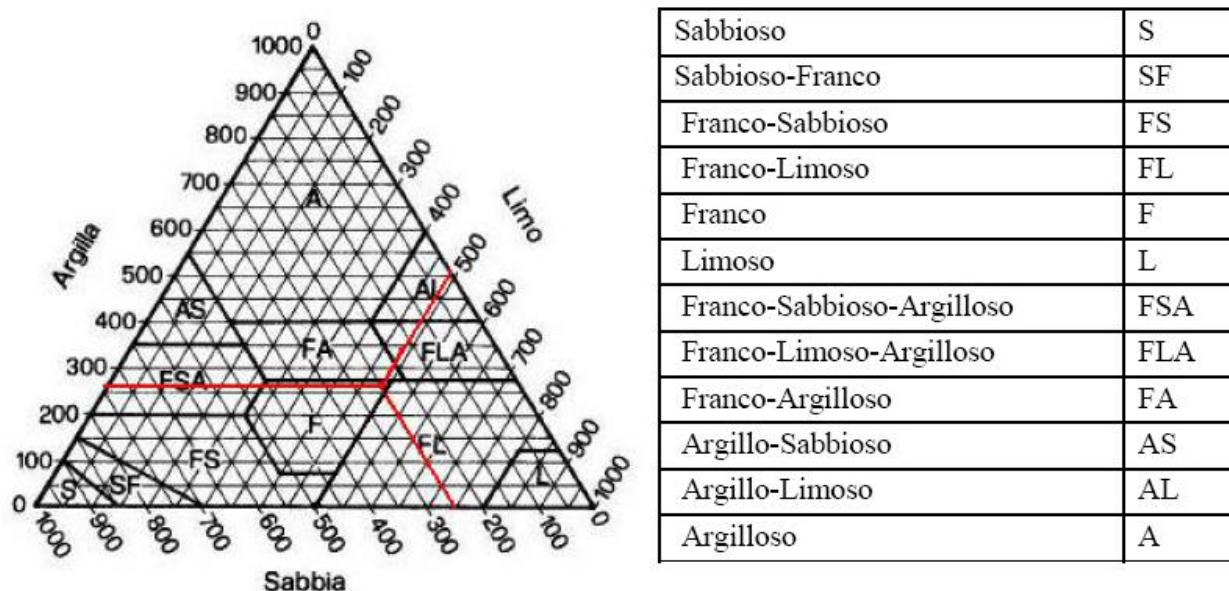


Figura 3.1.7 Triangolo tessiture USDA ed elenco tipi di suolo.

pH - Carbonati - Contenuto di sostanza organica

In Tabella 7, sono riportati i valori medi del pH, carbonati e sostanza organica, ottenuti mediando i valori di ciascun campione di ogni strato (0-3 cm, 3-5 cm).

	Valori medi Strato 0-3 cm	Valori medi Strato 3-5 cm	Valori medi finali
pH	7,71	7,82	7,77
Carbonati [%]	10	10	10
S.O. [%]	3,46	3,87	3,67

Tabella 7 Valori medi di pH, carbonati e di sostanza organica.

Dai dati riportati in tabella si può osservare una generale omogeneità di tutte le tre le caratteristiche del suolo, in entrambi gli strati analizzati. Con riferimento al “Manuale di descrizione del suolo” (fonte ARPAV), i valori ottenuti per il pH e carbonati, definiscono un suolo rispettivamente *sub-alcalino, molto calcareo*.

3.1.3. Andamento della superficie del suolo

La zona di espluvio, in Figura 3.1.8, presenta una particolare variabilità della superficie, tipica della morfologia di espluvio: per definizione, l'espluvio corrisponde ad un microrilievo a forma convessa e superficialmente superiore rispetto all'impluvio; questo determina la presenza di un apice, ben visibile nel grafico nel punto di lettura n°13, corrispondente alla sommità dell'espluvio stesso. Rispettivamente a sinistra e a destra dell'apice, si determinano invece delle aree pendenti verso gli impluvi sottostanti.

Inoltre, la granulometria influisce poco in questo particolare andamento superficiale; infatti dal grafico della composizione granulometrica media superficiale (Figura 3.1.2), si nota una netta prevalenza in termini percentuali di terra fine, mentre la presenza di materiale grossolano non supera un valore medio del 10%. In altri termini, l'andamento superficiale del suolo non è determinato dalla presenza di eventuali massi ma da una stretta relazione con la morfologia della superficie stessa.

Per quanto riguarda l'andamento della superficie relativo alla zona intermedia, in Figura 3.1.9 si può osservare come vi sia una apprezzabile variabilità dello stesso, con una serie di valori minimi e massimi: il valore minimo corrispondente al punto di lettura n°6 è pari a 0,6 cm, mentre il valore massimo, pari a 17 cm, si ha nel punto di lettura n°12.

Da una prima analisi, tale andamento può essere legato alla presenza di materiale grossolano in superficie; questa supposizione è presto smentita se si considera la granulometria media superficiale della zona intermedia (Figura 3.1.2): essa è caratterizzata da una netta prevalenza di terra fine con un valore superiore a 80%.

Questo andamento quindi, può essere una diretta conseguenza del passaggio dall'espluvio all'impluvio dell'acqua meteorica che, in assenza di materiale grossolano capace di offrire una protezione al suolo, incide la superficie del suolo creando dei microrilievi frequenti. Contrariamente alle due situazioni precedenti, la variabilità dell'andamento della superficie del suolo d'impluvio (Figura 3.1.10), è strettamente legata alla presenza superficiale di materiale grossolano. A conferma di questo, risulta utile osservare la granulometria media superficiale dell'impluvio (Figura 3.1.2), caratterizzata da un valore del 50% di terra fine e da un valore del 20% per il materiale grossolano con diametro > 101mm.

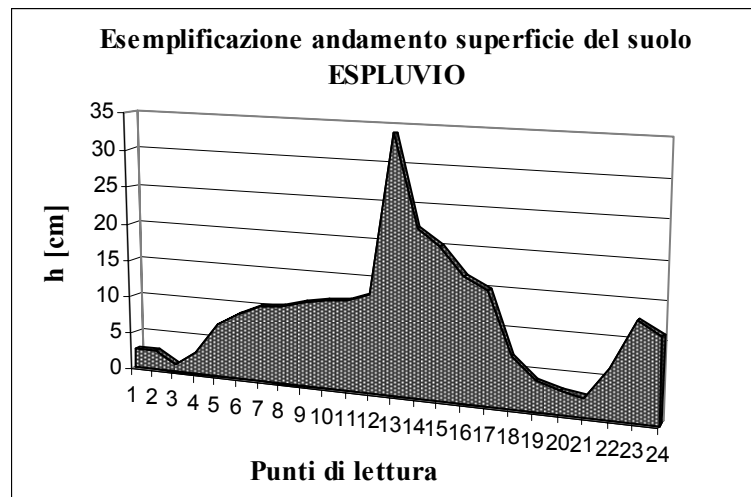


Figura 3.1.8 Esemplificazione andamento superficie del suolo - Espluvio.

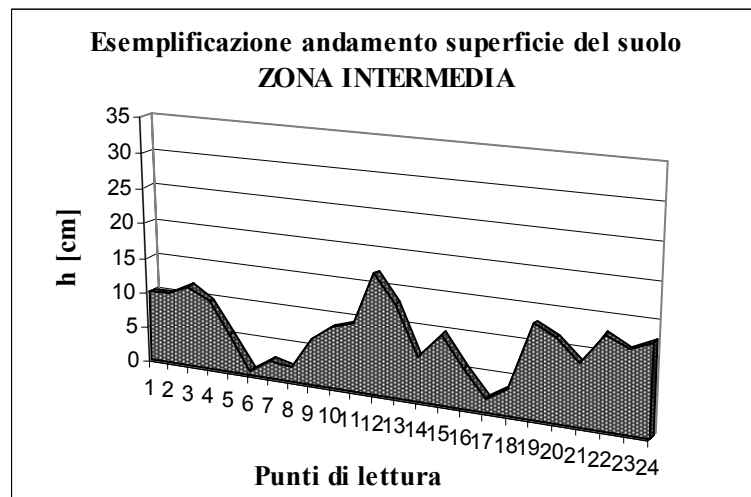


Figura 3.1.9 Esemplificazione andamento superficie del suolo - Zona intermedia.

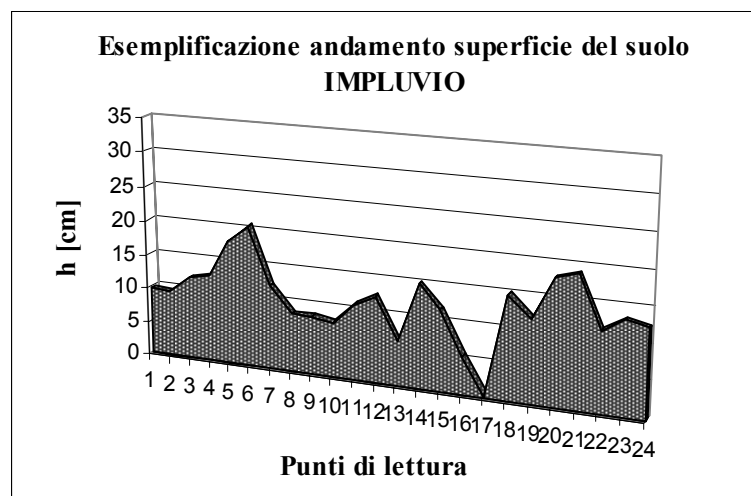


Figura 3.1.10 Esemplificazione andamento superficie del suolo - Impluvio.

3.1.4. Densità e Copertura

La Figura 3.1.11 illustra il numero di piante adulte e di semenzali su una superficie di 1 m², rispettivamente per ciascuna area omogenea. In primo luogo, l'espluvio presenta una ridotta densità di semenzali rispetto alle piante adulte perché queste ultime determinano un grado di copertura verde (Figura 3.1.12) tale da ridurre la possibilità di ingresso di nuove piante ricolonizzatrici.

Per quanto riguarda la zona intermedia, il grado di copertura medio presenta invece un valore inferiore a quello di espluvio, ne consegue quindi che la densità di semenzali risulta essere maggiore (Figura 3.1.11).

Nell'impluvio, sono le condizioni legate alla granulometria media superficiale che giocano un ruolo determinante sulla possibilità di ingresso di nuove piante ricolonizzatrici e sulla permanenza di piante adulte. Infatti si ha la minore densità di semenzali e di piante adulte tra tutte le aree omogenee: la densità di semenzali risente della fitta presenza di materiale grossolano in superficie che costituisce un substrato non idoneo, mentre la densità di piante adulte è condizionata dall'erosione e dal continuo apporto di materiale, sempre grossolano, che rende difficile la loro persistenza.

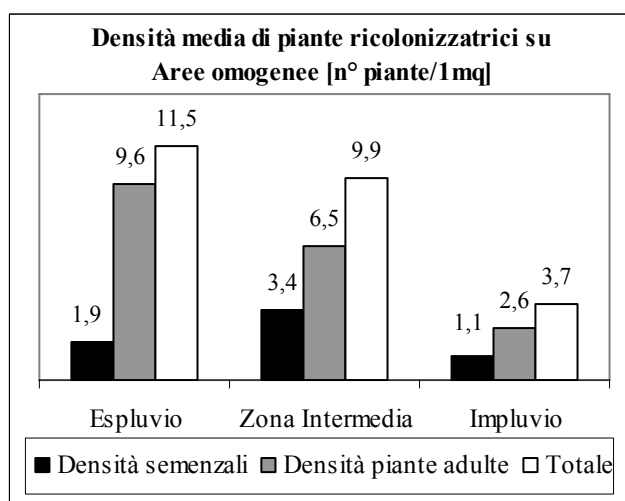


Figura 3.1.11 Densità media di piante ricolonizzatrici su aree omogenee [n°piante/1m²]

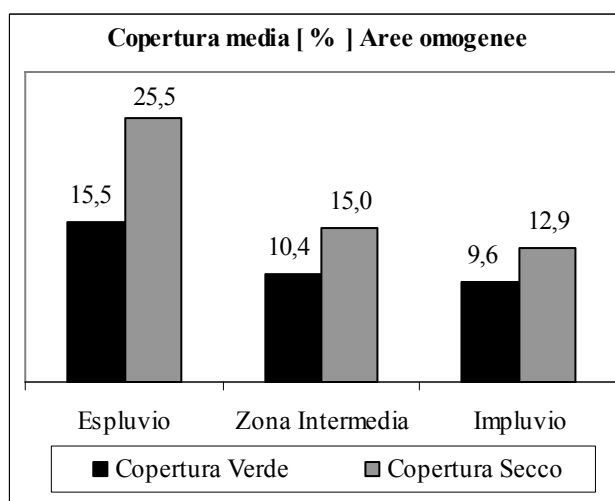


Figura 3.1.12 Copertura media [%] su aree omogenee.

3.2. Caratteristiche dei safe-sites e degli elementi di ricolonizzazione

Le condizioni favorevoli che caratterizzano un safe-site, possono essere definite attraverso due fasi successive:

- 1) individuazione delle modalità di ricolonizzazione nelle diverse aree omogenee;
- 2) caratterizzazione degli elementi di ricolonizzazione per ogni modalità.

3.2.1. Individuazione modalità di ricolonizzazione

Tra le diverse modalità di ricolonizzazione considerate, solo alcune si sono potute riscontrare effettivamente su tutta l'area di studio:

- A piante singole (IN1);
- A spaglio temporaneo (IN2);
- A spaglio persistente (IO1);
- Su bordi di impluvio (IO4);
- Sotto protezione (IO6);
- Sopra protezione (IO7).

In Figura 3.2.1, sono riportati per ogni area omogenea i valori assoluti riferiti alle modalità di ricolonizzazione per ciascun semenzale rilevato. Le piante adulte vengono escluse da un'analisi di questo tipo poiché solo per i semenzali è possibile individuare facilmente le condizioni che hanno permesso la sua affermazione, assumendo così una maggiore rilevanza diagnostica.

Una prima osservazione può essere rivolta all'espluvio dove si riscontrano solo 8 casi. Questa esiguità è diretta conseguenza della ridotta densità di semenzali rispetto alle piante adulte (Figura 3.1.11): queste ultime infatti, determinano un grado di copertura verde tale da ridurre la possibilità di ingresso di nuove piante ricolonizzatrici.

Esaminando i tipi di modalità che si presentano, 7 casi su 8 afferiscono alla modalità di ricolonizzazione IO6, mentre un solo caso IO7. In seguito all'elevata densità e copertura di quest'area omogenea, le modalità IO6 e IO7 delineano un sistema di protezione non tanto da fattori fisici esterni quanto dalla competizione esercitata dallo strato erbaceo; questo inoltre spiega l'assenza di altre modalità di ricolonizzazione.

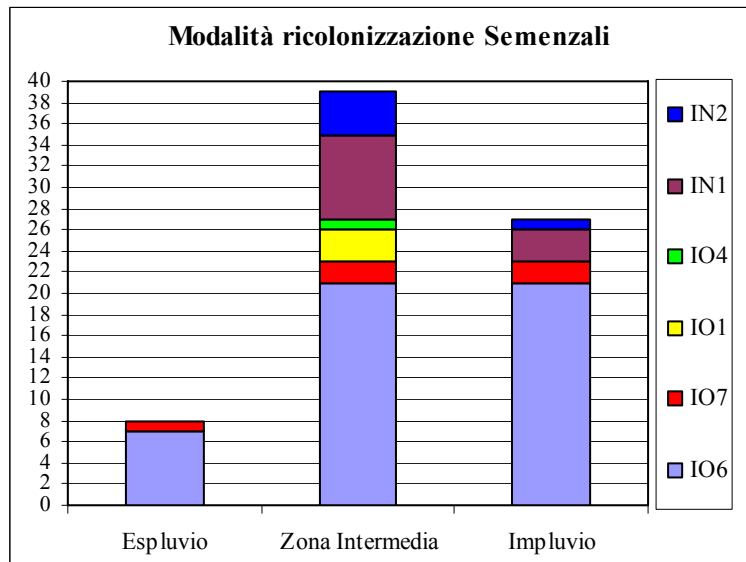


Figura 3.2.1 Modalità di ricolonizzazione nei semenzali.

Nella zona intermedia si verifica una situazione diversa, dove si osservano tutti i tipi di modalità effettivamente riscontrati su tutta l'area di studio: su un totale di 39 casi, 21 sono rappresentati da IO6, 2 da IO7, 3 da IO1, 1 da IO4, 8 da IN1 e 4 da IN2. Questa varietà conferma nuovamente che la zona intermedia è un'area di transizione tra l'espluvio e l'impluvio, condizione definibile attraverso l'accezione del termine ecologico di ecotono. Per definizione, l'ecotono è una zona di transizione fra due diverse biocenosi in cui si ha un graduale passaggio fra le specie caratteristiche di una biocenosi e le specie caratteristiche dell'altra. In questo caso, l'importanza dell'ecotono è dovuta non più ad un elemento di biocenosi ma al fatto che in esso si verifica una transizione e mescolanza tra le caratteristiche fisiche e morfologiche che influenzano le modalità di ricolonizzazione proprie dell'espluvio e dell'impluvio. Infine nell'impluvio, 21 casi su 27 ricadono in IO6, rappresentando così la maggiore modalità di ricolonizzazione presente: questa condizione è strettamente legata ad una abbondante presenza di materiale grossolano in superficie, capace di offrire una protezione per l'affermazione dei semenzali. La restante parte dei casi è rappresentata da 2 di IO7, 3 di IN1 e 1 di IN2.

3.2.2. Caratterizzazione degli elementi di ricolonizzazione determinanti i safe-sites

I grafici e le considerazioni che seguono, fanno riferimento solo alle modalità di ricolonizzazione che, all'interno di ogni area omogenea, presentano un numero minimo di casi pari a 3: in questo modo ogni modalità analizzata per il semenzale, può assumere un'importanza rappresentativa e descrittiva per caratterizzare gli elementi di ricolonizzazione che individuano così i safe-sites più frequenti. Gli elementi di ricolonizzazione individuati per i semenzali vengono poi

estesi al plot di controllo, con l'intento di verificare se le condizioni, a 20cm di distanza, rimangono pressoché invariate, garantendo nuovamente un adeguato safe-site.

- IO6 – elementi di ricolonizzazione:
 - **posizione e distanza masso**: il masso è in grado di offrire una protezione (safe-site) qualora si trovi sopra alla pianta e ad una distanza compresa tra 0 e 30cm, intervallo all'interno del quale viene garantito un sufficiente livello di protezione;
 - **presenza pianta adulta**: la pianta è in grado di offrire una protezione (safe-site) qualora si trovi a monte;
 - **presenza terra fine**: qualora sia verificato un livello di protezione pressoché simile sia nel semenzale, sia nel plot, è utile verificare la presenza o meno di terra fine.

- IO1 – elementi di ricolonizzazione:
 - **presenza terra fine**: la terra fine è in grado di consentire un migliore assorbimento dell'acqua e una maggiore capacità di trattenere ed intrappolare il seme, premesse per una più probabile germinazione; si determina una condizione di safe-site.

- IN1 / IN2 – elementi di ricolonizzazione:
 - **livello della pianta**: il livello della pianta (rilevato, intermedio, depresso), permette di descrivere la micromorfologia della superficie del suolo che può determinare una condizione di protezione (safe-site) per lo meno temporanea;
 - **presenza terra fine**: la terra fine è in grado di consentire un migliore assorbimento dell'acqua e una maggiore capacità di trattenere ed intrappolare il seme, premesse per una più probabile germinazione; si determina così una condizione di safe-site.

In Figura 3.2.2 sono riportate informazioni utili per definire l'influenza di ogni elemento di ricolonizzazione nell'ambito della modalità IO6 - espluvio; in particolare le informazioni sono riferite al semenzale e al relativo plot di controllo.

Per quanto riguarda la posizione e la distanza del masso nel semenzale, si osserva che nella maggior parte dei casi (71,4%) è sopra ed a una distanza inferiore ai 30cm, valore al di sotto del quale viene garantito un sufficiente livello di protezione. Nel caso del plot, non si notano variazioni per la posizione e la distanza del masso rispetto ai valori osservati per il semenzale, offrendo così un livello di protezione pressoché uguale sia nel plot, sia nel semenzale; è quindi importante, a parità di protezione offerta, verificare la presenza di terra fine poiché può giustificare in parte l'assenza di una pianta ricolonizzatrice nel plot. Si osserva (Figura 3.2.2) che nel semenzale è stata riscontrata la presenza di terra fine nella totalità dei casi rilevati, al contrario nel plot solo per il 28,6%.

L'altro elemento di ricolonizzazione tale da offrire protezione è legato alla presenza di una pianta adulta a monte del semenzale. Nel caso dell'espluvio, si nota che solo per il 42,9% è verificata la presenza di una pianta a monte: è utile supporre che questa percentuale possa ovviare alla posizione "sotto" del masso rispetto al semenzale, caso in cui non viene verificata la IO6. Per quanto riguarda il plot, si osserva una riduzione del valore percentuale rispetto al semenzale.

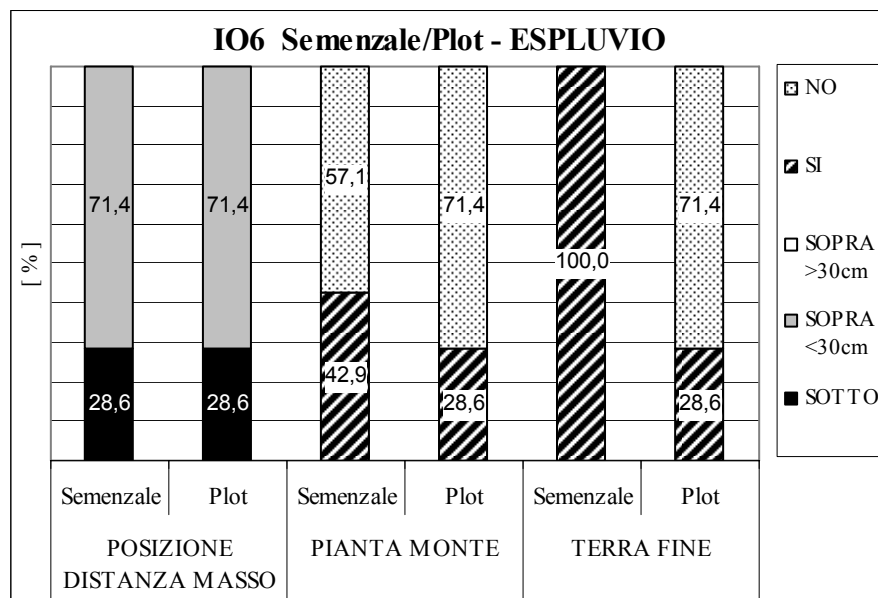


Figura 3.2.2 IO6 Semenzale/Plot – Espluvio.

In Figura 3.2.3 sono riportate le informazioni riguardanti il semenzale e il corrispondente plot di controllo, utili per definire l'influenza di ogni elemento di ricolonizzazione nell'ambito della modalità IO6 – zona intermedia.

Per quanto riguarda la posizione del masso rispetto al semenzale, si osserva che la posizione "sopra" è sempre verificata, mentre la distanza inferiore ai 30cm casi è rappresentata solo per il 47,6%. Per la distanza superiore ai 30 cm, la protezione può essere offerta in parte dalla presenza di una pianta adulta a monte (28,6%) e in parte da un'altra forma di protezione: essa è strettamente legata all'andamento della superficie del suolo che, nel caso della zona intermedia, è caratterizzato dalla presenza di frequenti microrilievi (Figura 3.1.9) alla cui base è spesso offerta una protezione utile per l'affermazione dei semenzali. Questo aspetto è confermato da una rapida analisi del livello del semenzale rispetto alla superficie del suolo: si è riscontrato che per l'81% il semenzale si trova ad un livello depresso.

Per quanto riguarda il plot, nel caso della presenza di una pianta a monte, si osserva una riduzione della percentuale di presenza; non si notano invece variazioni per la posizione e la distanza del masso rispetto ai valori osservati per il semenzale, offrendo così un livello di protezione pressoché uguale sia nel plot, sia nel semenzale; è quindi importante, a parità di protezione offerta, verificare la presenza di terra fine.

Si osserva (Figura 3.2.3) che nel semenzale è stata riscontrata la presenza di terra fine nel 90% dei casi rilevati, mentre nel plot per il 65,2%: la terra fine quindi nella zona intermedia giustifica solo in parte l'assenza di una pianta ricolonizzatrice nel plot. E' utile supporre che un ruolo determinante può essere legato nuovamente all'andamento della superficie del suolo.

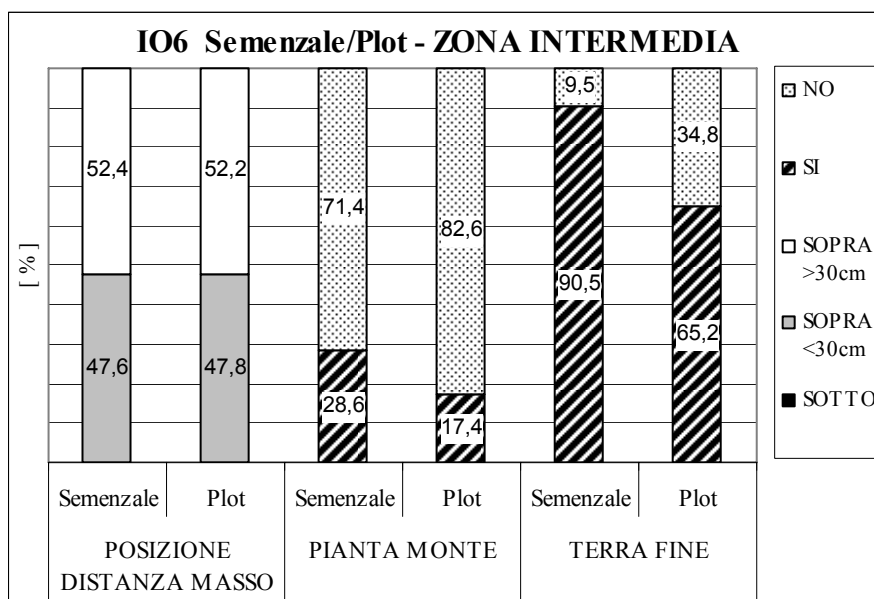


Figura 3.2.3 IO6 Semenzale/Plot – Zona intermedia.

La Figura 3.2.4 mostra le informazioni utili per definire l'influenza di ogni elemento di ricolonizzazione nell'ambito della modalità IO6 - impluvio; in particolare le informazioni sono riferite al semenzale e al relativo plot di controllo.

Per quanto riguarda la posizione del masso rispetto al semenzale, si osserva che la posizione "sopra" è sempre verificata e per il 95,7% la distanza è inferiore a 30 cm: questo lascia intendere che nel caso dell'impluvio, la protezione è quasi sempre offerta dalla presenza di un masso ad una adeguata distanza, infatti è proprio nell'impluvio che si ha la maggior concentrazione di materiale grossolano (scheletro). Questo aspetto è ulteriormente confermato dalla ridotta percentuale di presenza di una pianta adulta a monte, rilevabile sia nel semenzale, sia nel plot.

Per quanto riguarda il plot, non si notano sensibili variazioni per la posizione e la distanza del masso rispetto ai valori osservati per il semenzale, offrendo così un livello di protezione pressoché uguale sia nel plot, sia nel semenzale; è quindi importante, a parità di protezione offerta, verificare la presenza di terra fine poiché può giustificare in parte l'assenza di una pianta ricolonizzatrice nel plot. Si osserva (Figura 3.2.4) che nel semenzale è stata riscontrata la presenza di terra fine nel 96% dei casi rilevati, al contrario nel plot per il 43,5%.

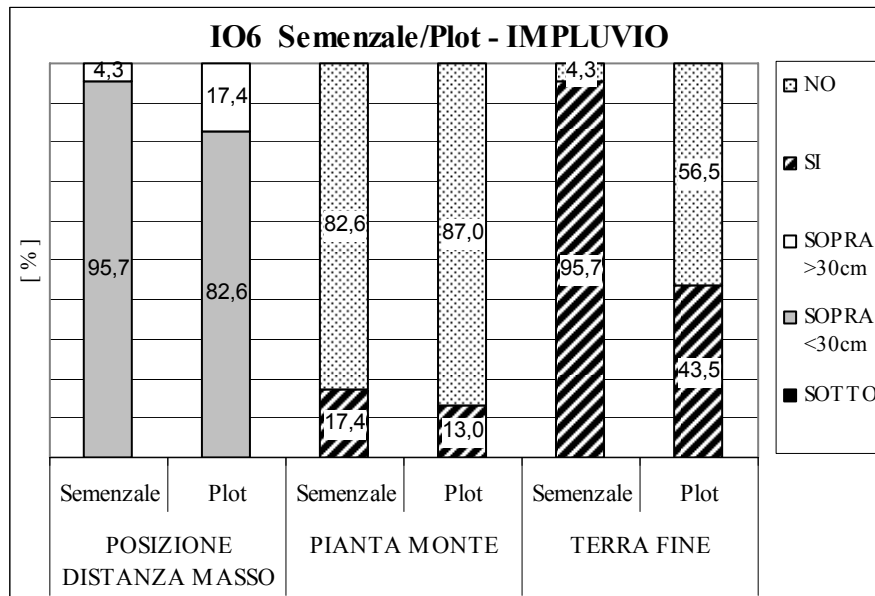


Figura 3.2.4 IO6 Semenzale/Plot – Impluvio.

In Figura 3.2.5 sono riportate le informazioni relative al semenzale e al corrispondente plot di controllo, utili per definire l’influenza di ogni elemento di ricolonizzazione nell’ambito della modalità IN1 / IN2 – zona intermedia.

Per quanto riguarda il livello della pianta, si osserva nel semenzale che tutti i tre tipi di livelli (rilevato, intermedio, depresso) sono presenti con una certa variabilità percentuale. La maggior parte dei casi è rappresentata dal livello di pianta intermedio, che è in grado di creare, insieme al livello depresso, una condizione di protezione (safe-site), per lo meno temporanea. L’altro elemento di ricolonizzazione tale da consentire una condizione di safe-site, è legato alla presenza di terra fine: si nota che per il 66,7% ne è verificata la presenza ed è quindi utile supporre che questa percentuale possa consentire un migliore assorbimento dell’acqua e una maggiore capacità di trattenere ed intrappolare il seme.

Per quanto riguarda il plot, gli aspetti sopra descritti variano con una riduzione delle condizioni tali da determinare un safe-site: diminuiscono infatti le percentuali del livello di pianta intermedio e depresso e della presenza di terra fine. Questa situazione conferma la notevole variabilità propria della zona intermedia.

Nell’ambito della zona intermedia, merita considerazione la modalità IO1: tale tipo di ricolonizzazione è presente in aree della zona intermedia caratterizzate da disturbo (erosione o interrimento) abbastanza elevato ma da non impedire la sopravvivenza di specie rizomatose (*Molinia arundinacea*). L’elemento di ricolonizzazione è rappresentato in questo caso quasi esclusivamente dalla terra fine poiché, vista l’instabilità, è difficile trovare qualche forma di protezione (presenza masso o pianta adulta). L’importanza della terra fine è quindi quella di consentire una maggiore capacità di trattenere ed intrappolare il seme, premesse per una più probabile germinazione.

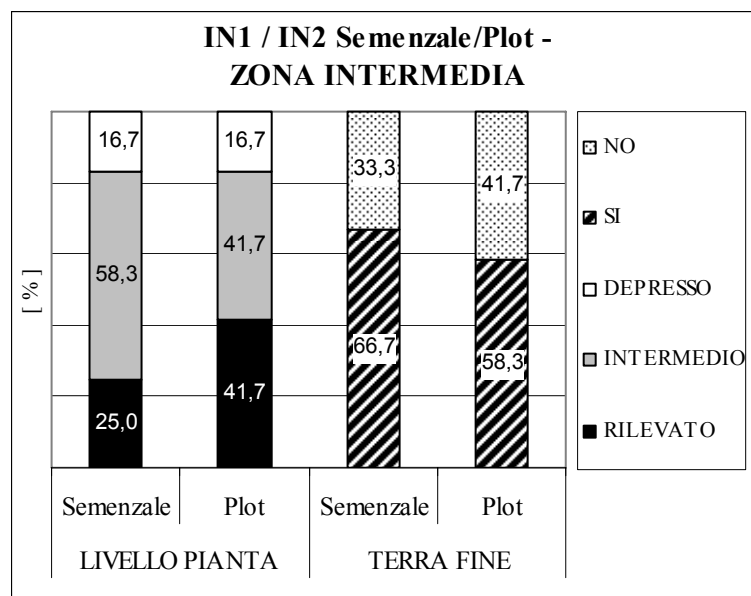


Figura 3.2.5 IN1 / IN2 Semenzale/Plot – Zona intermedia.

La Figura 3.2.6 mostra le informazioni che definiscono l'influenza di ogni elemento di ricolonizzazione nell'ambito della modalità IN1 / IN2 - impluvio; in particolare le informazioni sono riferite al semenzale e al relativo plot di controllo.

Per quanto riguarda il livello della pianta (semenzale), si osserva che la metà dei casi è rappresentata dal livello di pianta depresso, lasciando intuire che nel caso dell'impluvio, questo sia un elemento di ricolonizzazione in grado di creare una condizione di safe-site. La terra fine, rispetto al livello della pianta, risulta ancor di più essere un elemento fondamentale per determinare un safe-site, poiché è stata riscontrata una presenza pari al 75%.

Per quanto riguarda il plot, gli aspetti sopra descritti variano con una riduzione delle condizioni tali da determinare un safe-site: il livello di pianta depresso aumenta da 50% a 75%, si azzerava invece il livello intermedio e la presenza di terra fine diminuisce del 25%.

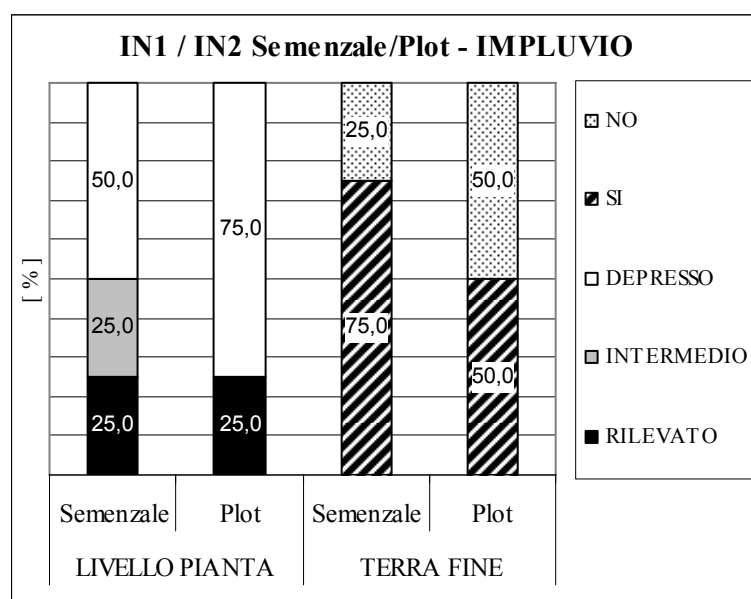


Figura 3.2.6 IN1 / IN2 Semenzale/Plot – Impluvio.

3.3. Effetto della ricolonizzazione delle piante sulla micromorfologia del suolo

L'arrivo di specie pioniere su un pendio dà il via ad una successione, secondo la quale diverse comunità vegetali si susseguiranno in vari stadi fino al raggiungimento di una condizione di stabilità apparente. Lo stadio finale prende il nome di climax e affinché possa svilupparsi la vegetazione climax, è necessario che anche il suolo subisca trasformazioni in direzione di una maggiore complessità; il presupposto perché il suolo evolva, è che la vegetazione stessa nel tempo lo migliori apportando elementi nutritivi e, soprattutto, modificando la sua micromorfologia. Quest'ultimo effetto esercitato dalle piante è importante perché può aumentare la presenza di elementi di ricolonizzazione capaci di offrire safe-sites.

L'effetto della ricolonizzazione delle piante sulla micromorfologia del suolo, si può notare soprattutto nelle piante adulte perché appartengono nella successione vegetazionale ad una fase più evoluta durante la quale la pianta già affermata presenta delle dimensioni (altezza e larghezza) maggiori rispetto ad un semenzale, permettendo così di superare con maggiore probabilità eventuali disturbi erosivi. La resistenza a tali eventi determina la capacità di influenzare quasi sempre positivamente la micromorfologia del suolo.

Gli effetti indotti sulla micromorfologia dalla presenza delle piante adulte, sono espressi attraverso le variazioni di due parametri stazionali: pendenza e granulometria superficiale.

3.3.1. Effetto sulla pendenza

Le Figure 3.3.1, 3.3.2 e 3.3.3 rappresentano l'effetto della ricolonizzazione delle piante nei confronti della pendenza, rispettivamente per la pianta rilevata (adulta o semenzale) e per il relativo plot di controllo.

Per quanto riguarda la pianta rilevata, si può notare che le variazioni di pendenza tra valle - pianta - monte nelle piante adulte, sono simili in tutte le aree omogenee: si osserva infatti una ripidità minore a monte della pianta e maggiore a valle della stessa. Nel primo caso, il movimento superficiale di materiale sciolto, viene arrestato in parte in corrispondenza della pianta affermata, causando l'accumulo dello stesso a monte; questo determina una successiva diminuzione della pendenza. A lungo termine si può ipotizzare che tale materiale tenda a depositarsi stabilmente a monte della pianta, creando un piccolo terrazzo, capace di divenire quindi luogo (safe-site) utile per l'affermazione di nuove piante.

La maggiore ripidità a valle è una conseguenza del fenomeno sopra descritto, in quanto il materiale sciolto viene in parte arrestato a monte, limitando una sua distribuzione anche a valle. Al tempo stesso la pianta adulta diviene un elemento di ricolonizzazione poiché offre al di sotto di se

stessa una protezione (safe-site) garantendo così una maggiore probabilità di affermazione di nuove piante.

Nei semenzali, le variazioni di pendenza tra valle - pianta - monte, sono sempre simili in tutte le aree omogenee, presentando sia a monte che a valle quasi la stessa ripidità. Questo aspetto è strettamente legato all'incapacità di un semenzale di modificare la micromorfologia (profilo) del suolo, considerate le sue ridottissime dimensioni epigee e ipogee.

Per quanto riguarda il plot di controllo, le variazioni di pendenza tra valle - plot - monte nel caso sia dei semenzali che della pianta adulta, sono sempre simili in tutte le aree omogenee, presentando a monte a valle e nel plot stesso quasi la stessa ripidità. Questo evidenzia che la pianta rilevata non determina alcun effetto sulla variazione della pendenza a 20 cm di distanza.

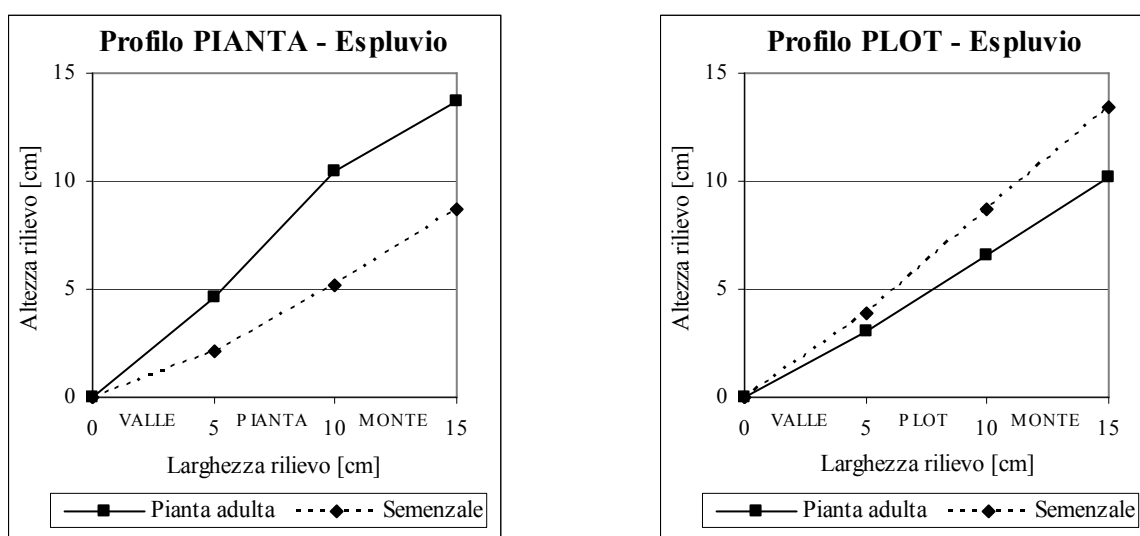


Figura 3.3.1 Profilo pianta e plot per pianta adulta e semenzale - espluvio

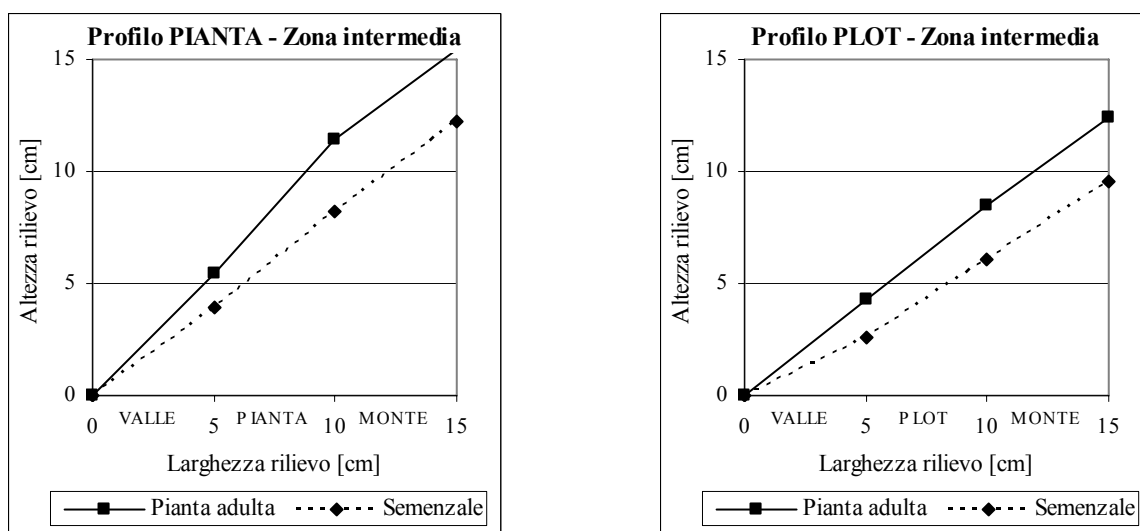


Figura 3.3.2 Profilo pianta e plot per pianta adulta e semenzale – zona intermedia

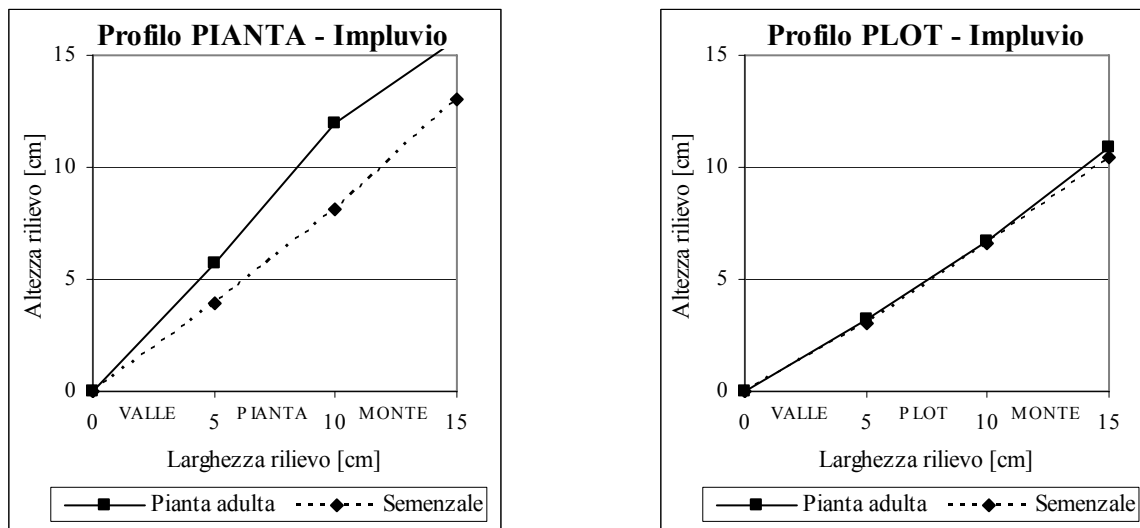


Figura 3.3.3 Profilo pianta e plot per pianta adulta e semenzale - impluvio

3.3.2. Effetto sulla granulometria

Le Figure 3.3.4, 3.3.5 e 3.3.6, rappresentano l'effetto della ricolonizzazione delle piante nei confronti della granulometria, rispettivamente per la pianta adulta e il plot di controllo.

Per quanto riguarda la pianta adulta rilevata, si può notare che le variazioni di granulometria tra valle - pianta - monte, sono simili in tutte le aree omogenee. Si osserva, infatti, una maggiore dimensione del materiale a monte e una minore dimensione del materiale a valle della stessa. Nel primo caso, la maggiore dimensione può essere legata a due fenomeni: uno è conseguenza del movimento superficiale di materiale sciolto soprattutto grossolano, che viene arrestato in parte in corrispondenza della pianta affermata, causando l'accumulo dello stesso a monte. Il secondo fattore può rappresentare, specialmente nel caso dell'impluvio (Figura 3.3.6), una situazione antecedente: l'affermazione della pianta adulta può essere stata influenzata dalla presenza di un masso a monte, ancora rilevabile, che ha offerto una adeguata protezione (safe-site).

La minore dimensione a valle è una conseguenza del primo fenomeno sopra descritto, in quanto il materiale sciolto più grossolano viene in parte arrestato a monte, limitando una sua distribuzione anche a valle. La presenza di materiale di minori dimensioni e della pianta adulta, possono rappresentare due elementi di ricolonizzazione: al di sotto della pianta viene infatti offerta una protezione (safe-site) e il materiale di dimensioni minori consente una maggiore capacità di trattenere ed intrappolare il seme, premesse per una più probabile affermazione di nuove piante.

Si può osservare che in corrispondenza della pianta, la granulometria del materiale è sempre minore, in tutte le aree omogenee, rispetto a quella riscontrata a valle e a monte. La presenza della pianta infatti, mantiene pressoché inalterata la dimensione granulometrica del materiale che ha permesso in passato la sua affermazione.

Per quanto riguarda il plot di controllo, le variazioni di granulometria tra valle - plot - monte, sono simili in espluvio ed impluvio, mentre sono diverse nella zona intermedia. In ogni caso, rispetto alla pianta, si possono osservare dei valori granulometrici più elevati, soprattutto in corrispondenza del plot stesso poiché viene meno l'effetto esercitato dalla presenza della pianta adulta.

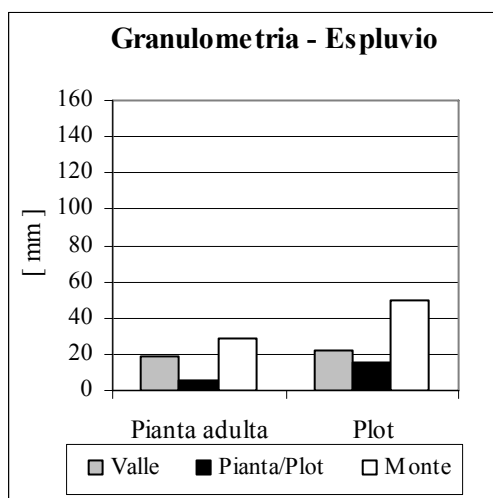


Figura 3.3.4 Granulometria - Espluvio

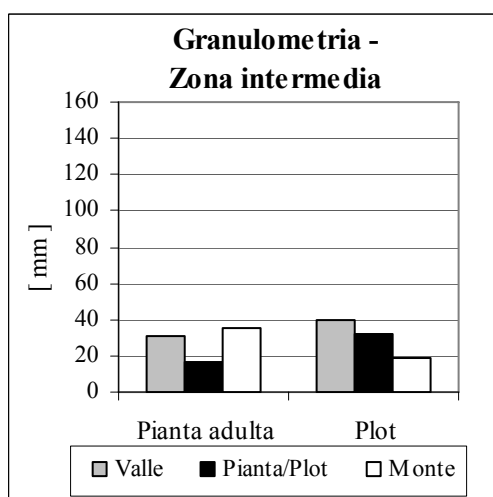


Figura 3.3.5 Granulometria – Zona intermedia

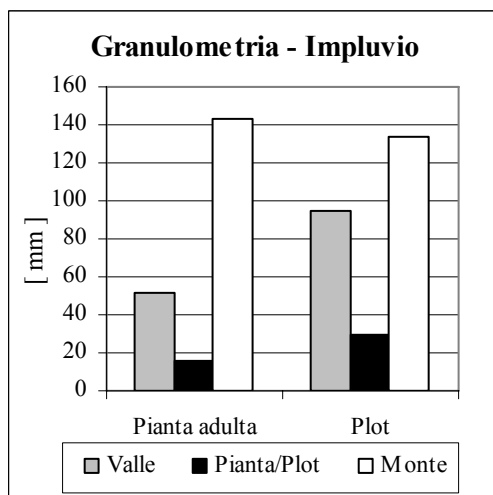


Figura 3.3.6 Granulometria - Impluvio

4. CONCLUSIONI

Quanto riportato in questo lavoro corrisponde ad una fase di uno studio che si preannuncia molto vasto e complesso. Molti aspetti di quanto fin qui svolto necessitano di completamento e molte ipotesi avanzate richiedono verifica. Le analisi ancora da compiere riguardano numerosi punti tra i quali la determinazione di ulteriori possibili elementi caratterizzanti un safe-site; la quantificazione temporale della permanenza di un safe-site; l'analisi della morfologia dei semi in relazione alla dimensione delle particelle componenti il suolo; l'individuazione di un modello operativo standardizzato da utilizzare per il rilevamento dei safe-sites in campo.

Ciononostante, lo studio svolto ha consentito di giungere ad alcuni importanti risultati. Ha permesso innanzitutto di descrivere le caratteristiche principali delle aree di rilievo influenti sull'insediamento dei semenzali attraverso alcuni parametri stazionali: la pendenza che rende difficile, con i suoi valori elevati, l'affermazione delle piante; la granulometria superficiale che ha evidenziato una maggiore presenza di terra fine in espluvio e zona intermedia, rilevante per la ricolonizzazione del substrato da parte degli elementi vegetali. Ulteriore parametro è l'andamento della superficie del suolo che ha permesso di definire la morfologia delle aree omogenee oggetto di studio: espluvio, zona intermedia, impluvio. In particolare, dai rilievi effettuati, risulta che l'espluvio corrisponde ad un microrilievo a forma convessa e superficialmente superiore rispetto all'impluvio; questa particolare morfologia permette una maggiore permanenza della copertura verde, aspetto verificato dall'analisi della densità e della copertura nelle diverse aree omogenee.

Un importante risultato dello studio svolto deriva dall'individuazione degli elementi caratterizzanti un safe-site, attraverso l'analisi dei semenzali rilevati in campo. Il safe-site è l'insieme dei luoghi che soddisfano i criteri necessari per la germinazione e l'affermazione di una determinata specie (Chad e del Moral 2005). E' risultato che, tra gli elementi capaci di garantire un safe-site, la presenza di elementi naturali a monte del semenzale riveste un ruolo importante per offrire un grado di protezione da fattori fisici e morfologici esterni (scorrimento superficiale dell'acqua meteorica, passaggio di materiale sciolto, instabilità del suolo). Questa protezione può permettere l'affermazione e la permanenza del semenzale stesso. Gli elementi naturali riscontrati sono il masso o la pianta già affermata: l'effetto della loro presenza ha un'influenza positiva sul semenzale fino ad una distanza di circa 30cm dallo stesso.

Un ulteriore elemento utile a garantire un safe-site, è determinato dalle caratteristiche del substrato e in particolare dalle analisi si è riscontrato che la maggior parte dei semenzali è legata sia alla presenza di terra fine, in quanto consente un maggiore assorbimento dell'acqua e una maggiore capacità di trattenere ed intrappolare il seme, sia alla micromorfologia superficiale del suolo: i semi che arrivano su suoli declivi, esposti ai fenomeni atmosferici e battuti dal vento, sono spesso spazzati via fino a quando incontrano una "barriera" o una depressione del terreno che li intrappola; il seme "imprigionato" aderisce alle particelle di suolo e questo contatto permette il passaggio di acqua dal terreno al seme (Magnusson, 1994 e Jumpponen et al., 1999). Non tutti i micrositi che presentano tali caratteristiche, però, permettono la germinazione. Ad esempio i terreni sabbiosi sono sfavorevoli alla ricolonizzazione vegetale, infatti anche se presentano delle depressioni, queste sono temporanee poiché sono facilmente soggette ad erosione eolica ed inoltre tale tipo di terreno non presenta una buona capacità di ritenzione idrica (Elmarsdottir, 2003). Anche nel caso di terreni argillosi con alto contenuto d'acqua la penetrazione viene inibita del seme, poiché la coesione tra particelle è molto elevata (Chambers et al. 1991).

Sulla base del Triangolo tessiture USDA, si è potuto classificare il suolo interessato dalle analisi come *franco*. Un suolo franco, intermedio tra sabbioso e argilloso, è in grado di offrire con maggiori probabilità dei safe-sites utili alla germinazione di semi di piante ricolonizzatrici.

Un importante aspetto analizzato, è stato l'effetto della ricolonizzazione delle piante sulla micromorfologia del suolo. Le analisi si sono incentrate specialmente sulle piante adulte perché appartengono, nella successione vegetazionale, ad una fase più evoluta durante la quale la pianta già affermata presenta delle dimensioni (altezza e larghezza) maggiori rispetto ad un semenzale, permettendo così di superare con maggiore probabilità eventuali disturbi erosivi. La resistenza a tali eventi determina la capacità di influenzare quasi sempre positivamente la micromorfologia del suolo. Gli effetti indotti sulla micromorfologia dalla presenza delle piante adulte, sono stati espressi attraverso le variazioni di due parametri stazionali: pendenza e granulometria superficiale. Nel caso della pendenza, le analisi hanno messo in luce una ripidità minore a monte della pianta e maggiore a valle della stessa. La granulometria superficiale è risultata essere caratterizzata da una dimensione del materiale sciolto maggiore a monte e minore a valle della pianta.

Rispetto agli obiettivi generali dello studio, e cioè la verifica della possibilità di mettere a punto principi e tecniche di ripristino ambientale copiati dai processi naturali di ricolonizzazione, si ritiene che allo stato attuale si siano raggiunte alcune importanti conoscenze. Innanzitutto si sono ottenute indicazioni sugli elementi principali caratterizzanti un safe-site, offrendo così l'opportunità di intervenire o meno a favore della ricolonizzazione spontanea. In secondo luogo, l'effetto della ricolonizzazione delle piante sulla micromorfologia del suolo può risultare utile nella micro-stabilizzazione di versanti franosi.

5. BIBLIOGRAFIA

Avancini Flavia: Tesi in Tecnologie Forestali ed Ambientali: “Ricolonizzazione vegetale spontanea su pendii in erosione”

ARPAV, Manuale di descrizione del suolo, 2004.

Chad Jones e del Moral Roger, 2005. Effects of microsite conditions on seedling establishment on the foreland of Coleman Glacier, Washington. *Journal of Vegetation Science*, 16: 293-300.

Chambers Jeanne C., MacMahon James A., Haefner James H., 1991. Seed entrapment in alpine ecosystems: effect of soil particle size and diaspore morphology. *Ecology*, 72(5): 1668-1677.

Colpi C., 2006. Comunicazione personale.

Dal Buono Claudia: Tesi in Scienze Forestali ed Ambientali: “Evoluzione della copertura vegetale su frane del bellunese. Analisi storica di foto aeree”.

David Aeschmann, Konrad Lauber, Daniel Martin Moser, Jean-Paul Theurillat. *FLORA ALPINA*, Zanichelli, 2004.

Elmarsdottir Asrun, Aradottir Asa L. e Troica M.J. , 2003 . Microsite availability and establishment of native species on degraded and reclaimed sites. *Journal of Applied Ecology*, 40: 815-823.

Francescato V., Scotton M., 1999. Analisi di specie colonizzatrici di frane su flysch e morena calcarea del bellunese. *L'Italia Forestale e Montana*. Anno LIV – Fasc. n. 5: 248-275.

Fuller R.N. e del Moral Roger , 2003. The role of refugia and dispersal in primary succession on Mount St. Helens, Washington. *Journal of Vegetation Science*, 14: 637-644.

GoogleEarth, 2006. Immagine da satellite dell'area di studio.

Harper, J.T. Williams, G.R. Sagar, 1965. The Behaviour of Seeds in Soil: The Heterogeneity of Soil surfaces and its Role in Determining the Establishment of Plants from Seed. *The Journal of Ecology*, 53(2): 273-286.

Moretti Erika: Tesi in Scienze Forestali ed Ambientali: “Modalità di ricolonizzazione spontanea in frane e scarpate stradali Val Leogra (VI)”.

6. ALLEGATI

RINGRAZIAMENTI

In particolare mi sento di ringraziare per la realizzazione di questa tesi Michael, Carolina, Antonio, Giulia, i miei genitori, Jacopo: sono stati di fondamentale aiuto nel rilevare ed elaborare i dati e soprattutto di supportarmi nelle varie fasi di stesura del presente lavoro.

Di importante aiuto inoltre sono state la responsabile del laboratorio di Foraggicoltura, Marisa e la mia vicina di casa, Rita, per le analisi granulometriche della terra fine.