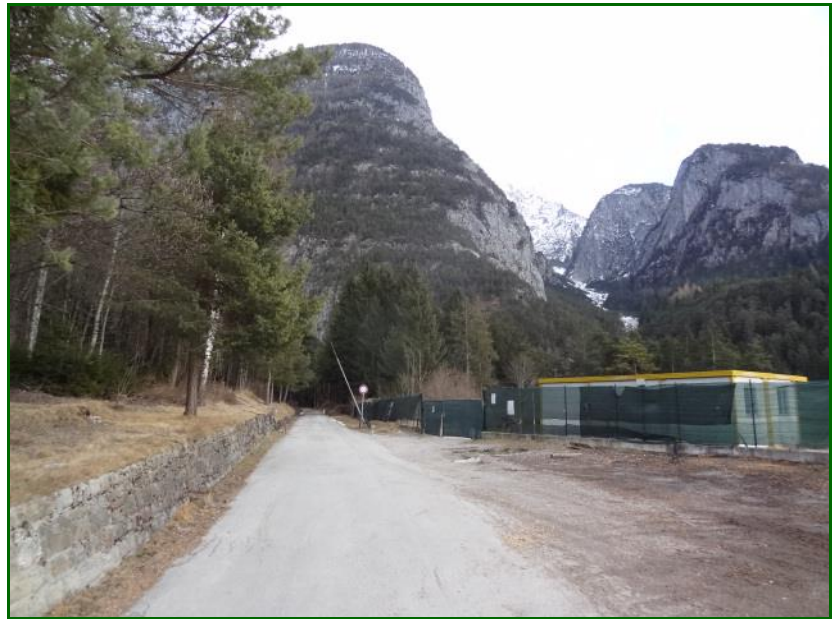


## COMUNE DI AURONZO DI CADORE – PROVINCIA DI BELLUNO

### STATO DI ATTUAZIONE DEL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI PIAZZALI PER DEPOSITO AUTOMEZZI E MATERIALI IN LOCALITA' CIMA GOGNA AD AURONZO DI CADORE



## RELAZIONE TECNICA SULLA SISTEMAZIONE AMBIENTALE DELLE SCARPATE

N.C.T. foglio 120 mappali 264, 265, 267, 269, 272, 274, 278 e 296

---

Auronzo di Cadore, lì gennaio 2018

Dott.Arch. Giovanni Della Pietra



## **RELAZIONE SULLA SISTEMAZIONE DELLE SCARPATE**

### **Opere di protezione e consolidamento superficiale**

Queste tipologie di opere riguardano il consolidamento e la stabilizzazione dei versanti attraverso il contenimento delle coltri di terreno più superficiali. Per ottenere questo obiettivo si sfruttano le capacità antierosive delle piante cercando di ottenere un ripristino della vegetazione sulla scarpata, con tecniche di ingegneria naturalistica. Seguendo la classificazione introdotta da Schiechl (1986) si possono distinguere gli interventi di bioingegneria applicati alla protezione e al consolidamento superficiale in tre diversi gruppi:

1. **INTERVENTI DI RIVESTIMENTO O DI COPERTURA**, hanno lo scopo fondamentale di proteggere il terreno dall'erosione superficiale dovuta alle piogge intense, dal ruscellamento superficiale, dal vento e dal gelo. Questi metodi vengono utilizzati dove è necessaria una protezione rapida, agente in superficie per garantire lo sviluppo di una copertura vegetale del terreno, permettendo il miglioramento del bilancio idrico e termico del pendio.
2. **SISTEMAZIONI STABILIZZANTI** sono impiegati laddove si temano movimenti franosi, all'interno del pendio da consolidare. Le specie vegetali sono chiamate a stabilizzare e a consolidare il terreno in profondità grazie alla compenetrazione delle radici, e alla sottrazione di acqua dal terreno. L'effetto dell'intervento dipende dal tipo di specie impiegata e dalla modalità di esecuzione dell'intervento, in particolare dalla profondità raggiunta e dalla densità dell'impianto. Spesso queste tecniche vengono combinate con gli interventi di rivestimento e copertura, in questo modo le specie piantate vengono protette dal rotolamento di massi e dai fenomeni di erosione che si hanno su un pendio non vegetato. Solitamente quando si affronta il problema della stabilità di una scarpata si ricorre a interventi combinati, in cui gli elementi costruttivi vivi utilizzati per la copertura della scarpata o con funzioni stabilizzanti vengono affiancati ad altri materiali come il legname e materiali inerti. Nelle prime fasi della realizzazione dell'opera sono proprio le strutture realizzate con questi materiali che stabilizzano il versante, mentre con il passare del tempo, quando si ottiene la radicazione e la crescita delle piante, si ottiene un miglioramento della stabilità globale del pendio e un miglior inserimento nel contesto ambientale.

In ogni caso, ognuna delle tecniche esposte può essere completata con interventi di tipo complementare allo scopo di arricchire e differenziare in senso floristico le associazioni vegetali pioniere che sono state impiantate per stabilizzare il versante.

### **Interventi di rivestimento e di copertura: semine**

La protezione delle zone in erosione mediante la sola semina di specie erbacee viene utilizzata solo su frane ed erosioni superficiali, su pendii caratterizzati da pendenze non molto elevate. In genere le semine vengono combinate con gli interventi di tipo stabilizzante, fatta eccezione per le zone più alte. Le semine di specie erbose permettono di agire rapidamente sulle superficie consolidando in brevissimo tempo aree minacciate, evitando l'erosione di altre superficie e sono preparatorie per altre tecniche quali i cespugliamenti e rimboschimenti.

Per la semina di specie erbacee si possono adottare diverse metodologie:

- **semina con miscugli di specie ottenibili sul mercato o con fiorume;**
- **semina con il metodo "nero-verde" o con il "sistema Schiechtl";**
- **semina con reti antierosive;**
- **idrosemina.**

Per tutti i metodi di semina è importante l'utilizzo di miscugli di inerbimento adatti, che non siano troppo ricchi di specie aggressive con ciclo vegetativo troppo rapido, poiché queste esercitano una forte concorrenza nei confronti di specie a più lenta germinazione e crescita, che rappresentano però lo stato finale della copertura erbacea. Non è possibile nemmeno il miscuglio in base ai rilievi vegetazionali in aree limitrofe, essendo le associazioni qui presenti lo stadio ecologicamente evoluto in quelle zone e mancando invece le specie pioniere.

### **Semina di miscugli di specie offenibili sul mercato o con fiorume**

Questa tecnica è utilizzabile solo su terreni accidentati, a debole pendenza, nelle situazioni in cui la pioggia non è in grado di dilavare il terreno e di asportare il seme. In genere si utilizzano circa 0,5+1 kg/m<sup>2</sup> di fiorume o 20 +50 g/m<sup>2</sup> di semente. Per evitare che i semi vengano portati via dal vento l'operazione di spargimento va fatta su terreno bagnato. La semina può essere durante tutto il periodo vegetativo, il periodo migliore è l'inizio dell'estate. Per quanto riguarda il fiorume (residui ricchi di semi provenienti dai depositi di fieno), esso può essere procacciato solo in piccole quantità nelle situazioni in cui nelle vicinanze del cantiere si trovino dei prati sfalciabili. Quindi questo intervento viene impiegato solo nelle regioni alpine, in genere al di sopra del limite della foresta allo scopo di ottenere un'associazione vegetale ricca di specie. Per favorire le semine con fiorume si usa mischiare i semi con altri sementi in commercio in modo tale da ottenere un pronto sviluppo della coltura erbosa, che altrimenti fa fatica a crescere per la mancanza di specie pioniere all'interno del fiorume stesso. Il metodo della semplice semina per spaglio viene applicato in genere solo su piccole superficie, in quanto non fornisce risultati soddisfacenti ed immediati a causa dell'esposizione della superficie ai fenomeni di dilavamento e all'azione del vento, nelle situazioni in cui, per mancanza di umidità o a causa delle basse temperature, non si ottiene una rapida germinazione.

#### *Campo di applicazione*

- Terreni a debole pendenza in cui la pioggia non sia in grado di asportare il seme e dilavare il terreno;
- La semina con fiorume viene impiegata solo nelle regioni alpine nei casi in cui nelle vicinanze del cantiere siano presenti prati sfalciabili.

#### *Vantaggi*

- La semina con fiorume contiene semente che non si trova in commercio e permette di ricostruire associazioni vegetali tipiche della zona.

#### *Svantaggi*

- Il fiorume si trova solo in piccole quantità nei casi in cui siano presenti prati sfalciabili nelle immediate vicinanze del cantiere. Inoltre nel fiorume in genere mancano le specie pioniere per i terreni grezzi.

### **Semina con il metodo "nero verde" o con il sistema Schiechteln**

Questo è il metodo maggiormente utilizzato per il rinverdimento di pendii e scarpate ripide. Nella prima fase del lavoro si cosparge il pendio con paglia in quantità di 400+800 g/m<sup>2</sup> in modo tale da formare una coltura protettiva su cui poi si esegue la semina a spaglio in quantità di 20+50 g/m<sup>2</sup> e lo spandimento di concime minerale o organico. Successivamente lo strato di paglia viene ricoperto con uno strato di emulsione bituminosa diluita con acqua, non dannosa per le piante in modo tale da assicurare una protezione dagli agenti atmosferici. L'utilizzo del bitume è favorevole soprattutto nelle zone di montagna in cui l'assorbimento di calore di questo materiale nero è decisivo per il mantenimento di una temperatura atta a favorire la germinazione dei sementi.

#### *Campo di applicazione*

- Rinverdimento di pendii e scarpate ripidi, semina in zone di montagna, anche su pendii difficilmente accessibili.

#### *Vantaggi*

- Procedimento semplice, rapido ed economico;
- Permette il rinverdimento in zone a clima rigido, sfruttando la capacità di assorbimento di calore del materiale bituminoso di colore nero;
- Metodo applicabile per difficili condizioni di terreno e per stazioni ostili alla vegetazione.

#### *Svantaggi*

- La semina con il metodo "nero-verde" presenta un rendimento giornaliero più basso rispetto alle idrosemine o alle semine a secco.

### **Idrosemina**

L'idrosemina è un metodo utilizzato recentemente in luoghi raggiungibili con mezzi meccanici (raggio d'azione di 200 m circa) e consiste nella distribuzione a pressione, con l'uso di una pompa, di una poltiglia acquosa contenente i semi, il concime, il substrato organico di protezione (paglia, torba, cellulosa, ecc) e sostanze leganti in modo tale da formare uno strato continuo di spessore di circa 1-3 cm. Questo substrato risulta ideale per la germinazione essendo del tutto simile come effetto al ricoprimento con terreno vegetale, che sulle scarpate più ripide non potrebbe essere realizzato, anche se ha il difetto di rallentare la selezione delle specie seminate. L'idrosemina permette di realizzare inerbimenti in modo rapido ed efficace anche nelle zone poco accessibili, come le scarpate stradali molto alte o le scarpate di tipo roccioso difficilmente percorribili a piedi. Questa tecnica dà buoni risultati solo nelle zone migliori, poco esposte al sole e in condizioni di umidità ideali. Nelle altre situazioni, per favorire l'attecchimento si può adottare la stesura successiva di paglia e fieno.

#### *Campo di applicazione*

- Rinverdimento di pendii e scarpate difficilmente raggiungibili (nel raggio d'azione dei macchinari con tubi flessibili, cioè 200 m circa);
- Rinverdimenti rapidi ed efficaci grazie alla presenza di concime e sostanza organica.

#### *Vantaggi*

- Permette il rinverdimento di scarpate rocciose, anche con sassi di grosse dimensioni, difficilmente percorribili a piedi.

#### *Svantaggi*

- È un metodo applicabile solo per cantieri accessibili dai mezzi meccanici;
- Lo strato di coltre protettiva dei semi ha spessore modesto;
- L'attecchimento dà buoni risultati solo nelle zone migliori, poco esposte al sole e con condizioni di umidità ideale.

### **Semina con reti antierosive**

È un intervento del tutto simile al metodo "nero-verde" nella prima parte, mentre la seconda fase prevede un consolidamento meccanico mediante la stesura di una rete di juta, fissata al terreno con tondini di ferro o con paletti in legno. Una variante è l'utilizzo di una più economica rete in polietilene che, una volta germinato il prato può essere recuperata e riutilizzata. Lungo il versante possono essere realizzate delle gradonature e la piantagione di specie cespugliose ad ottenere un intervento combinato (vedi scheda). Questa tecnica è molto utilizzata in Provincia di Trento.

#### *Campo di applicazione*

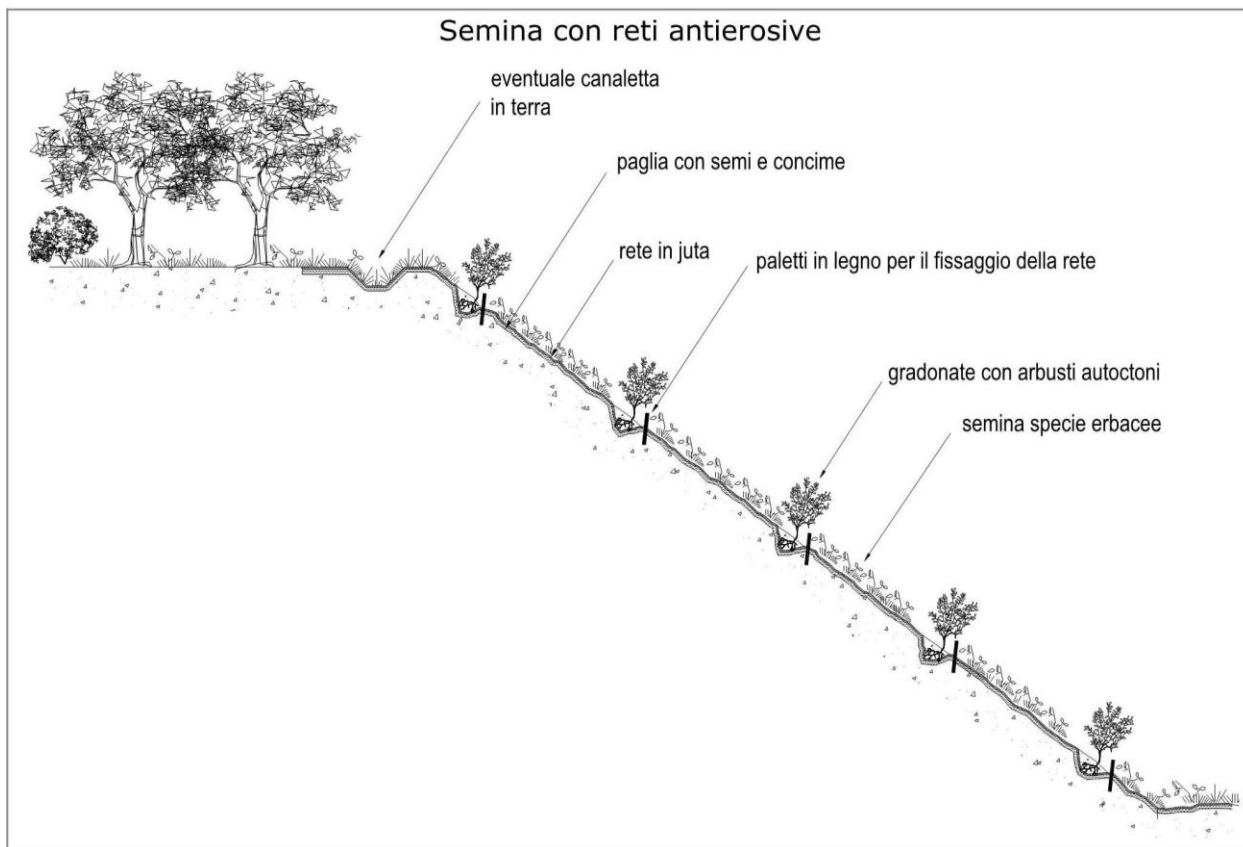
- Rinverdimento di pendii e scarpate accessibili

#### *Vantaggi*

- Consolidamento meccanico della scarpata e protezione dall'erosione; immediatamente dopo la realizzazione grazie alla presenza della rete;
- protezione dei semi dall'azione di dilavamento della pioggia e dall'azione del vento.

#### *Svantaggi*

- Maggior utilizzo di manodopera, costi maggiori degli altri interventi di semina.



### **Sistemazioni stabilizzanti**

Le sistemazioni stabilizzanti consistono nell'impiego di latifoglie con capacità pollonifera per la stabilizzazione di un pendio e per favorire l'insediamento delle specie pioniere in grado di avviare ad una certa successione vegetale. Questi interventi di consolidamento sfruttano l'effetto stabilizzante dovuto alla penetrazione delle radici nel terreno e la riduzione del deflusso idrico all'interno del pendio. Grazie all'impianto più profondo e all'uso di piante legnose, spesso riprodotte tramite talee, è possibile ottenere un consolidamento del terreno fino a 2m circa di profondità. Gli interventi di stabilizzazione dei versanti vengono realizzati tramite arbusti ed alberi o con ramaglia degli stessi, disposti linearmente o in modo puntuale. In genere per completare l'intervento si ricorre all'uso combinato con gli interventi di rivestimento che assicurano una protezione del pendio contro l'erosione. Le specie legnose vengono impiegate secondo le seguenti metodologie:

- **semine di specie legnose**
- **piantagioni e cespugliamenti con specie radicate**
- **cespugliamenti con talee di specie pioniere**
- **gradonate o cordonate**
- **fascinate**
- **viminate o graticciate**
- **fascinata con messa a dimora di specie radicate**
- **palizzate**
- **grata in legname con elementi vivi**

### **Semine di specie legnose**

Le semine di specie legnose: vengono impiegate sui pendii ad alta quota mescolando direttamente le sementi delle specie cespugliose a quelle dell'erba. In questo modo i semi delle specie cespugliose vengono protette grazie alla crescita dell'erba. Questo permette di ottenere una copertura stabilizzante anche su pendii poco accessibili, franosi con sassi e rocce. Un altro caso in cui viene utilizzata questa tecnica è come intervento complementare su aree già sistemate dal punto di vista naturalistico, in cui però sono presenti dei vuoti o delle aree di discontinuità. La semina può essere fatta a spaglio per i semi più piccoli, a buche per quelli più grossi, a piazzole o a righe. La semina di specie legnose ha lo stesso effetto del naturale rinnovamento del bosco, permette un aumento della varietà delle piante legnose e quindi anche della varietà delle future strutture vegetazionali. Inoltre è un metodo semplice e conveniente che non reca alcun disturbo al terreno e quindi non innesca fenomeni di erosione.

#### *Campo di applicazione*

- Utilizzo combinato di semi di specie erbacee e di piante cespugliose per il rinverdimento di pendii ad alta quota, stabilizzazione di pendii poco accessibili, franosi con rocce e sassi;
- Intervento di completamento su aree già sistemate con interventi di ingegneria naturalistica.

#### *Vantaggi*

- Stabilizzazione di pendii poco accessibili;
- Ha lo stesso effetto del naturale rinnovamento del bosco, permette un aumento della varietà delle piante legnose e quindi anche della varietà delle future strutture vegetazionali;
- Metodo semplice e conveniente che non reca alcun disturbo al terreno e quindi non innesca fenomeni di erosione;
- La semina di specie legnose è più vantaggiosa della piantagione per quanto riguarda la radicazione profonda delle piante e provoca un'azione di disturbo al terreno minore e quindi un minor pericolo di erosione, ed una migliore selezione, a causa del più elevato numero di individui.

#### *Svantaggi*

- È un procedimento di lavoro intensivo che non può essere meccanizzato senza perdite qualitative (fatta eccezione per l'idrosemina e la semina con coltre protettiva).

### **Piantagioni e cespugliamenti con specie radicate**

L'intervento consiste nella piantagione e nel cespugliamento con specie radicate pioniere, ad elevata attitudine biotecnica, sotto forma di semenzali di uno o due anni o di trapianti sia a radice nuda che in pane di terra (vaso o fitocella). Per l'esecuzione dell'intervento si ricavano nel terreno buche delle dimensioni dell'apparato radicale delle piante, quando si impiegano piantine a radice nuda, o doppia se si utilizzano piantine in fitocella o con pane di terra, si eliminano i rami secchi o le radici rotte e ferite delle piantine e si mettono a dimora, ricoprendo con terreno vegetale, facendo attenzione a non interrare la pianta fino al colletto, infine si irriga. Sui terreni più difficili e aridi si può eseguire un ricoprimento della parte superiore della buca con uno strato di torba, paglia, cellulosa sminuzzata o altra sostanza organica, in modo da mantenere una certa umidità nel terreno. Sopra lo strato di sostanza organica va riportato uno strato di terreno proveniente dagli scavi in modo da evitare il dilavamento. L'uso di piante in fitocelle accresce le possibilità di attecchimento rispetto alle piante a radice nuda e permette di eseguire l'impianto durante tutto il corso dell'anno a differenza delle piante a radice nuda che essere messe a dimora solo nel periodo del riposo vegetativo

#### *Campo di applicazione*

- Interventi di consolidamento su pendii accessibili a piedi, non troppo ripidi;
- Le piantagioni con pane di terra o con piante in vaso si possono utilizzare per il rimboschimento di tutte le superfici di difficile rimboschimento ad esempio nelle regioni aride su substrati sfavorevoli e terreni sassosi, in zone con breve periodo vegetativo;
- Intervento di completamento su aree già sistemate con interventi di ingegneria naturalistica.

#### *Vantaggi*

- Fatta eccezione per le prime fasi della realizzazione dell'opera, in cui l'azione di consolidamento è puntuale, dopo alcuni anni subentra un'efficace azione superficiale, nei casi in cui la densità delle piante è corretta e si assiste alla chiusura delle chiome;
- La piantagione con pane di terra o in vaso presentano modeste crisi di trapianto e quindi è realizzabile anche durante il periodo vegetativo;
- Le piantagioni con pane di terra o con piante in vaso si possono utilizzare per il rimboschimento di tutte le superfici di difficile rimboschimento ad esempio nelle regioni aride su substrati sfavorevoli e terreni sassosi, in zone con breve periodo vegetativo.

#### *Svantaggi*

- All'inizio la piantagione ed il cespugliamento esercitano solamente un'azione puntuale;
- La piantagione con pane di terra o in vaso presenta costi elevati.

### **Cespugliamenti con talee di specie pioniere**

I cespugliamenti con talee di specie pioniere vengono utilizzati per la rivegetazione di rampe anche ripide, preventivamente stabilizzate. Il materiale da costruzione per questo tipo di intervento sono talee, cioè cacciate non ramificate, sane, di uno o più anni, di specie vegetali adatte con diametro da 1 a 5 cm e con una lunghezza di almeno 40 cm. Esse vengono poste in opera nel terreno eseguendo un foro in esso ed infiggendo le talee. La talea può sporgere dal terreno al massimo per un quarto della sua lunghezza.

#### *Campo di applicazione*

- Interventi di consolidamento su pendii anche ripidi;
- Interventi su pendii privi di terra vegetale in corrispondenza di tagli estesi.

#### *Vantaggi*

- Fatta eccezione per le prime fasi della realizzazione dell'opera, in cui l'azione di consolidamento è puntuale, dopo alcuni anni subentra un'efficace azione superficiale, nei casi in cui la densità delle piante è corretta e si assiste alla chiusura delle chiome;
- Metodo semplice di piantagione che non necessita di terra vegetale.

#### *Svantaggi*

- All'inizio la piantagione ed il cespugliamento esercitano solamente un'azione puntuale;
- Sono adatte solo le specie pioniere del terreno grezzo e quindi l'intervento è di impiego limitato.

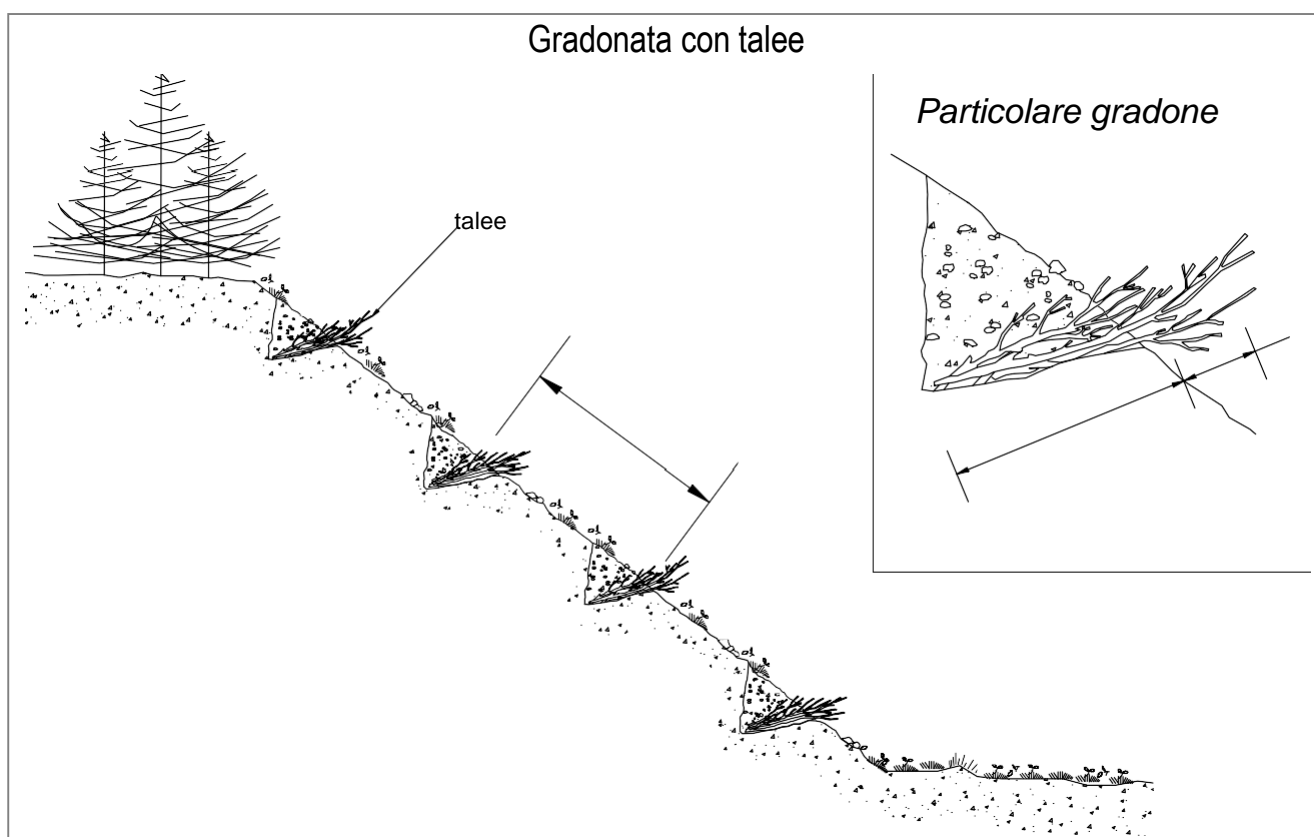
### **Gradonata o cordonata**

La sistemazione con gradonate o cordonate è un intervento di stabilizzazione che consiste nello scavare lungo le curve di livello del pendio dei fossi o delle terrazze, della larghezza di circa 50-100 cm, iniziando dal piede del versante. Tradizionalmente lo scavo si esegue a mano, ma negli ultimi anni in Trentino è stato sperimentato con successo lo scavo meccanizzato con ragni meccanici, che permettono di ottenere gradoni regolari e profondi. È consigliabile tenere una contropendenza trasversale della trincea pari almeno al 10% e un interasse tra banchine pari a 1,5÷3 m. All'interno dei fossi così

ottenuti viene disposto il materiale vegetale vivo. Sulle scarpate profilate e per il recupero di versanti in frana in genere le gradonate o cordonate hanno disposizione orizzontale o leggermente pendente, mentre sulle scarpate stradali e sulle trincee umide si ricorre ad una disposizione inclinata dei fossi. Normalmente gli interventi a gradonata o cordonata vengono completati con la semina e il rimboschimento degli spazi tra le file di talee. A seconda del materiale vegetale inserito si possono distinguere:

- **gradonata o cordonata con talee (sistemazione a cespuglio secondo Schiechl);**
- **gradonata o cordonata con piantine (sistemazione a siepe secondo Schiechl);**
- **gradonata o cordonata con talee e piantine (sistemazione a siepe-cespuglio secondo Schiechl);**
- **gradonata o cordonata con rinforzo in ramaglia.**

Si analizzano di seguito le caratteristiche principali di queste tipologie di interventi di stabilizzazione.



#### **Gradonata con talee (Sistemazione a cespuglio secondo Schiechl)**

Questa variante consiste nella sistemazione all'interno dei fossi ottenuti sul pendio di talee poste a pettine, una accanto all'altra, in quantità di circa 10÷30 talee/m. Per consentire il radicamento la ramaglia deve essere interrata per circa tre quarti della sua lunghezza. Per ottenere orizzonti radicali di diverse profondità è possibile mischiare diverse specie vegetali oppure rami di diametri differenti. Sui terreni più instabili si procede allo scavo di brevi tratti di terrazzamenti e all'infissione delle talee in questi. In questo modo si evitano crolli ed un eccessivo disseccamento del terreno. L'intervento può essere realizzato solo durante il periodo di riposo vegetativo, tramite l'utilizzo di specie legnose dotate di capacità di ricaccio. Esiste una variante alla gradonata con talee costituita da una gradonata con rinforzo longitudinale; in questo caso si riveste la trincea con una striscia di carta catramata per una larghezza di circa 30 cm riducendo le erosioni superficiali e permettendo un miglior attecchimento grazie anche

all'aumento dell'umidità nella trincea. La gradonata con talee con rinforzo longitudinale risulta efficace per i pendii molto pendenti e aridi.

La gradonata con talee (al pari della gradonata con talee e piantine) esercita, tra tutte le sistemazioni stabilizzanti la migliore azione in profondità; l'azione si esplica subito dopo la messa a dimora ed aumenta con la radicazione. Un altro vantaggio di questo intervento è la sua semplicità di realizzazione.

Dopo pochi mesi le talee formano delle dense file dette siepi o cordonate vive che con lo sviluppo dell'apparato radicale sono in grado di migliorare le condizioni di stabilità del versante, fino a incrementi del coefficiente iniziale di stabilità pari a circa il 30%.

#### *Campo di applicazione*

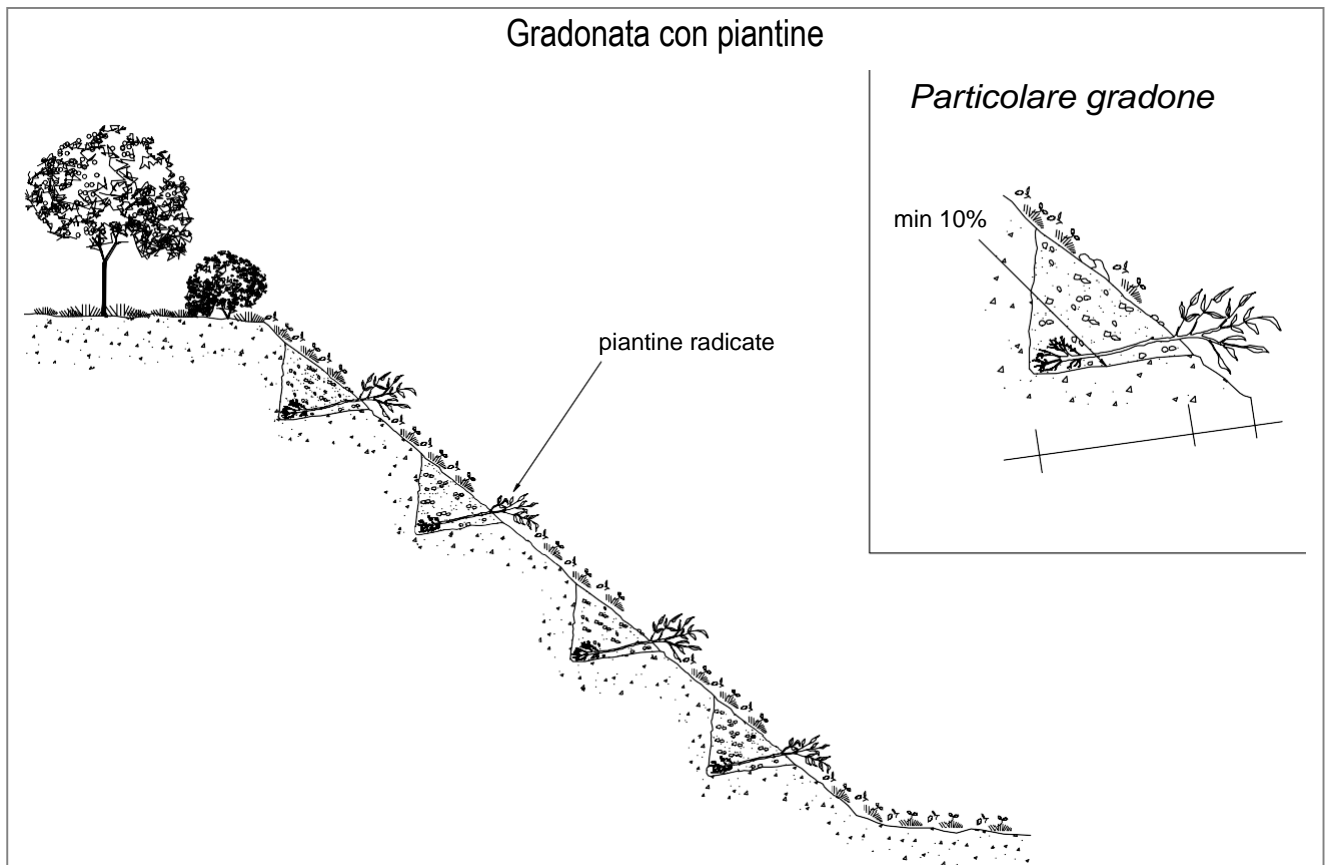
- La gradonata con talee è una tecnica molto utilizzata per il consolidamento di frane di materiale sciolto morenico ed alluvionale. La variante con rinforzo longitudinale risulta efficace per i pendii molto pendenti e aridi.

#### *Vantaggi*

- La variante con rinforzo longitudinale risulta efficace per i pendii molto pendenti e aridi;
- La gradonata con talee (al pari della gradonata con talee e piantine) esercita tra tutte le sistemazioni stabilizzanti la migliore azione in profondità
- Intervento di facile realizzazione e a basso costo.

#### *Svantaggi*

- Non è adatta a contenere la terra vegetale ad eccezione della variante con rinforzo longitudinale.



#### **Gradonata o cordonata con piantine (Sistemazione a siepe secondo Schiechl)**

Questo intervento prevede la messa a dimora sui terrazzamenti ricavati sul pendio di piante radicate in file più o meno lunghe in quantità di circa 5-20 piantine radicate per metro lineare. Le piantine devono sporgere per circa 1/3, 1/4 della loro lunghezza. In

alcuni casi, qualora la stazione risulti povera di sostanza nutritiva, si può spargere sulle terrazze uno strato di paglia o di terra vegetale. Generalmente la disposizione delle piante avviene per file orizzontali distanti circa 1-3 m una dall'altra.

Questo metodo di consolidamento richiede la disponibilità di notevoli quantità di piantine di vivaio, con effetto consolidante generalmente minore e più lento di altre metodologie più semplici, come la gradonata con talee. Per la riuscita dell'intervento è necessario utilizzare delle piante radicate di latifoglie resistenti all'interrimento, che hanno la capacità di formare delle radici avventizie. Solitamente si utilizzano robusti astoni di 2 o 4 anni oppure nel caso di specie a rapido accrescimento come gli ontani, si può fare ricorso all'uso di semenzali di 2 anni. L'importante è che le piante utilizzate siano caratterizzate da robusta formazione di radici. L'intervento può essere fatto solo durante il periodo del riposo vegetativo e risulta abbastanza caro per l'elevato fabbisogno di piante. Un altro svantaggio della gradonata con piantine è che essa è un intervento possibile solo su stazioni favorevoli, con terreni ricchi di sostanze nutritive in cui possa essere omesso il primo stadio pioniero arbustivo. Per contro ha il vantaggio di formare senza colture preparatorie una associazione di latifoglie, perciò si dovranno mettere a dimora le specie che si desiderano per l'associazione finale.

#### *Campo di applicazione*

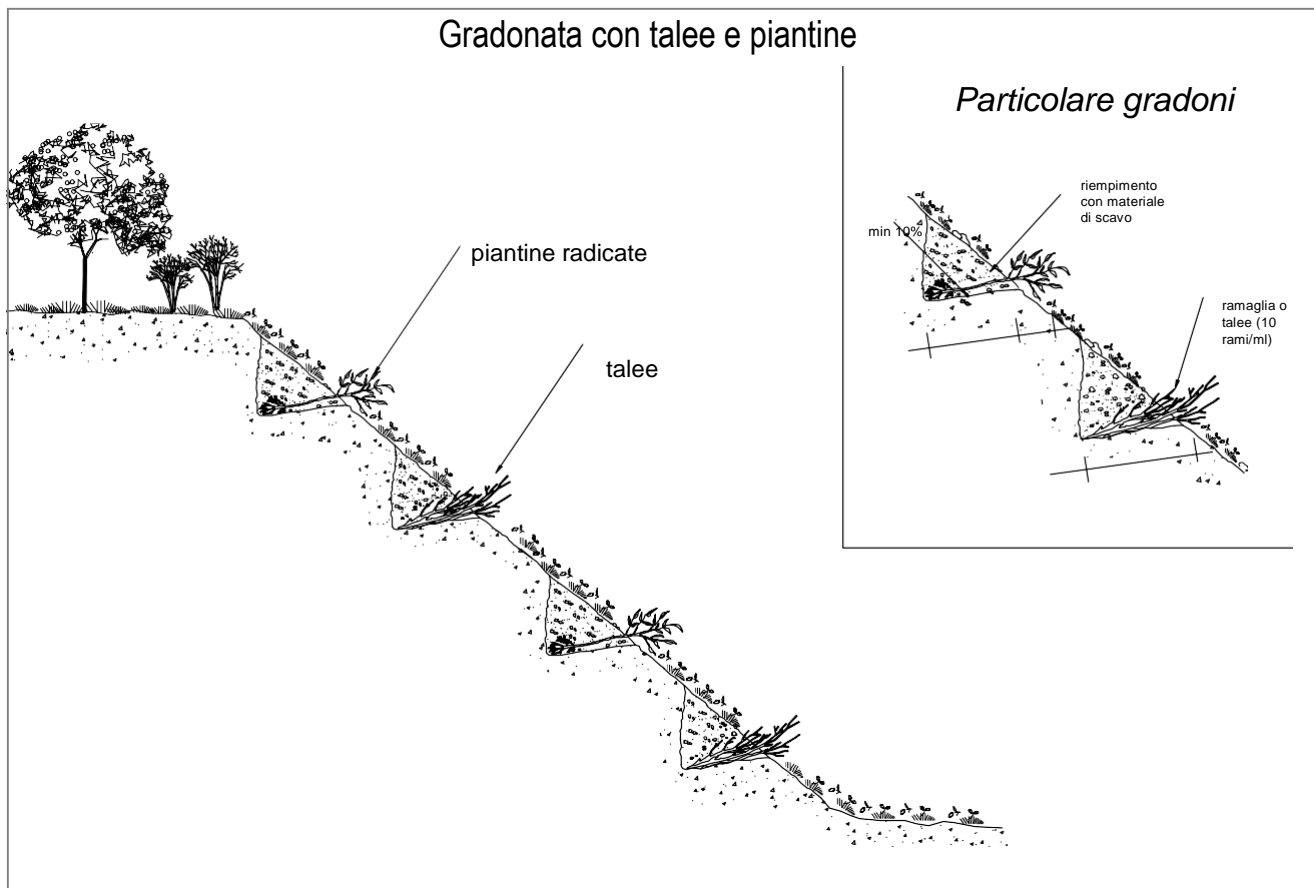
- La gradonata con viene impiegata per il consolidamento di pendii su terreni buoni, dove il primo stadio pioniero può essere omesso (loess, ghiaie ricche di sostanze nutritive, sabbie e limi) in località climaticamente favorevoli;
- Viene utilizzato per il consolidamento di scarpate nei casi in cui nelle vicinanze non si abbiano a disposizione salici o dove essi non possano essere utilizzati per motivi fitosociologici (ad esempio substrati poveri di calcare e nelle Alpi su rocce scistoso-cristalline).

#### *Vantaggi*

- Formazione senza colture preparatorie di una associazione di latifoglie (si consiglia quindi di mettere a dimora le specie che si desiderano per l'associazione finale);
- Con il tempo le piante sviluppano una radicazione più profonda delle talee.

#### *Svantaggi*

- Consolidamento mediocre del terreno, minore delle sistemazioni a gradonate con talee o miste con talee e piante radicate;
- Richiede che si abbiano a disposizione elevate quantità di piantine da vivaio, quindi presenta costi elevate;
- È un intervento possibile solo su stazioni favorevoli, con terreni ricchi di sostanze nutritive in cui possa essere omesso il primo stadio pioniero arbustivo.



### **Gradonata o cordonata mista con talee e piantine (Sistemazione a siepe-cespuglio secondo Schiechl)**

Questa sistemazione è un intervento che riassume i pregi delle gradonate realizzate solo con talee o solo con piantine. Infatti la gradonata realizzata con talee permette di ottenere la migliore stabilizzazione di un versante franoso, già subito dopo la messa a dimora delle talee. La copertura vegetale che si realizza sul pendio costituisce però solo un primo stadio iniziale pioniero. Per questo si è pensato di mettere subito a dimora accanto all'associazione pioniera costituita da salici, anche delle latifoglie radicate. Dal punto di vista esecutivo valgono le stesse considerazioni fatte per la sistemazione con talee e con piantine rispettivamente, con l'unica differenza che le banchine ricavate nel terreno vengono vegetate alternativamente con piantine radicate e con talee di specie a rapido accrescimento.

L'intervento ha gli stessi vantaggi della sistemazione a gradonata con talee, ma con il contemporaneo impiego di piante legnose radicate si evita di dover procedere ad un successivo impianto sul versante. I costi sono leggermente più elevati rispetto alla gradonata con talee, ma non eccessivamente in relazione ai vantaggi offerti tra cui il raggiungimento di un'associazione vegetale più stabile, e la maggior probabilità di attecchimento. Quindi si può concludere che questa tipologia di intervento stabilizzante su versante costituisce la tipologia di intervento più sicura ed interessante, anche perché essa può essere utilizzata in tutte le zone climatiche in cui crescono gli arbusti e gli alberi.

#### *Campo di applicazione*

- La gradonata mista con talee e piantine si applica in tutte le zone climatiche in cui crescono arbusti ed alberi

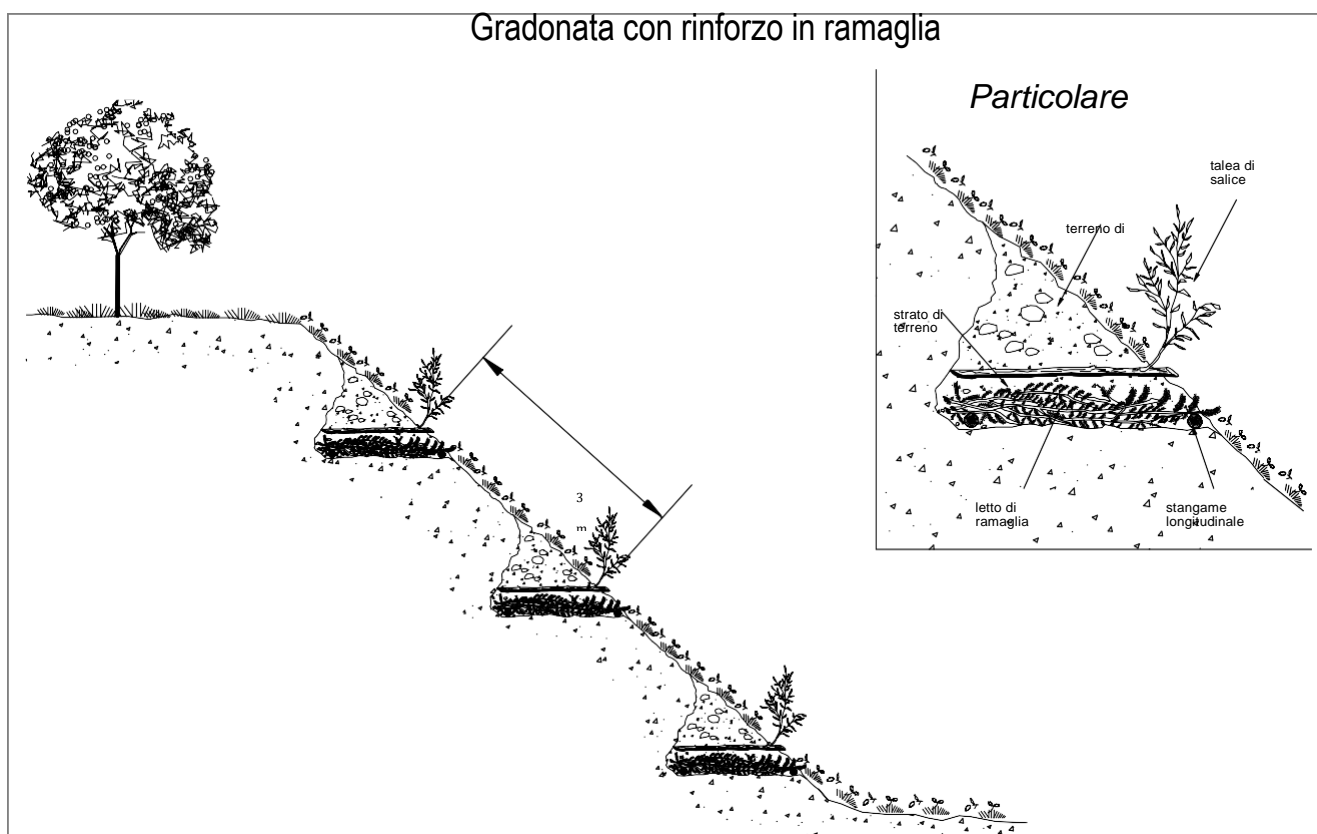
#### *Vantaggi*

- Buona stabilizzazione del versante franoso, già subito dopo la messa a dimora delle talee, come la sistemazione a gradoni con talee;

- Ha il vantaggio di insediare in un unico ciclo di lavoro la vegetazione successiva, con una migliore efficienza tecnica ed ecologica ed un rincaro non molto elevato.

#### *Svantaggi*

- Costo più elevato della sistemazione con sole talee;
- Non è adatta alla ritenuta della terra vegetale, fatta eccezione per la sistemazione con posa in opera di talee e piantine, con rinforzi laterali.



#### **Gradonata o cordonata con rinforzo in ramaglia**

Questa sistemazione differisce dalle precedenti per il fatto che sulle banchine realizzate sul pendio vengono poste longitudinalmente delle stanghe di legno (solitamente in larice o castagno) non scortecciato del diametro di circa 8 cm e della lunghezza di 2 m, con la funzione di sostegno, coperte con rami di conifere ed infine con uno strato di terreno dello spessore di 10 cm circa. Sul terreno verranno infisse le talee di salice, caratterizzate da una lunghezza pari alla larghezza della banchina più 10 cm circa e poste ad una distanza di circa 2-3 cm l'una dall'altra. Infine la cordonata viene riempita con materiale proveniente dagli scavi e regolarizzata.

Questo metodo di consolidamento viene realizzato soprattutto nei terreni con tendenza allo smottamento, infatti gli strati di ramaglia e le stanghe utilizzate nella cordonata costituiscono una specie di armatura del terreno, con formazione di una sorta di "terra rinforzata". Il metodo si può utilizzare anche su terreni aridi; in questo caso si sfrutta la capacità di trattenimento dell'umidità da parte della ramaglia posta all'interno della banchina. Questa sistemazione, che è attuabile solo nel periodo del riposo vegetativo, ha il difetto di essere la sistemazione su pendio più cara.

#### *Campo di applicazione*

- Viene utilizzata soprattutto nei terreni con tendenza allo smottamento, grazie

alla capacità di rinforzo della ramaglia;

- Si può utilizzare su terreni aridi, con ristagno d'acqua; sfruttando le capacità di trattenimento dell'umidità dei rami nella banchina.

*Vantaggi*

- Parziale rinforzo del terreno da parte della ramaglia;
- Si può utilizzare per la sistemazione di pendii in zone aride.

*Svantaggi*

- È la sistemazione su pendio più cara fra gli interventi di consolidamento con tecniche di ingegneria naturalistica;
- Non è applicabile su pendii minacciati da frane, a causa del pericolo di ristagno dell'acqua;
- Richiede l'utilizzo di grandi quantità di ramaglia di conifera non sempre reperibile nelle vicinanze.

### **Conclusioni**

Le soluzioni sopra esposte sono tutte valide e attuabili nelle aree di intervento, anche se verrà privilegiata, ove possibile, la semplice piantumazione di essenze locali. Inoltre a seconda dei versanti, della dimensione, della pendenza, del profilo, ..., verrà adottata la soluzione ritenuta più idonea.

Auronzo di Cadore, lì gennaio 2018

Dott.Arch. Giovanni Della Pietra

