

Generalità

L'abbinamento di materiali vivi (talee, piantine radicate) e inerti di legname, o altro materiale (terre, rocce, calcestruzzo, metallo, sintetici ecc.) consente di stabilizzare e consolidare pendii e scarpate instabili, interessati da fenomeni franosi di tipo prevalentemente superficiale. Infatti questa soluzione permette di realizzare strutture di rinforzo del terreno entro cui impiantare talee o piantine radicate. I materiali vivi hanno una funzione non solo ecologica (di rinaturalizzazione), ma anche tecnica: le piante impediscono l'erosione superficiale, intercettando e rallentando il deflusso delle acque meteoriche, e rinforzano con lo sviluppo del loro apparato radicale il terreno, esercitando al tempo stesso un efficace azione di prosciugamento. Gli interventi di stabilizzazione superficiale possono essere puntiformi o disposti linearmente.

Aspetti ambientali

La realizzazione di opere di consolidamento superficiale che utilizzano materiali vegetali vivi in legname o altro materiale (piantumazioni, viminata o graticciata, fascinata, gradonate, palificata, palizzata, grate) hanno un impatto ambientale molto ridotto. Infatti la loro costruzione non necessita di movimento terra significativi in grado di arrecare danni alla vegetazione o all'ecosistema. La struttura garantisce un rapido effetto di consolidamento delle scarpate in dissesto. Se infatti il legno può marcire in tempi relativamente brevi, il radicamento e la crescita delle talee e delle piantine assicurano, nella fase successiva, la stabilità dei versanti. Questi sistemi rappresentano una delle soluzioni più indicate nelle zone di particolare pregio ambientale, nelle quali occorre garantire, oltre che l'efficacia tecnico-funzionale dell'intervento anche gli aspetti ecologici, estetico paesaggistici e naturalistici, ad esso connessi. Gli interventi stabilizzanti consentono un ottimo recupero naturale delle aree degradate, favorendo il consolidamento dei pendii e lo sviluppo successivo della copertura vegetale e il ripristino degli ecosistemi naturali danneggiati.

Rimboschimento e rinfoltimento di un versante dissestato mediante l'impianto di conifere (Appennino Umbro Marchigiano). Queste tecniche di sistemazione idraulico forestale che utilizzano materiali vivi sono molto efficaci negli interventi di consolidamento e di difesa dall'erosione delle aree degradate in ambiente montano.



Generalità

La tecnica d'impianto mediante la messa a dimora di piantine arboree ed arbustive e/o il trapianto di rizomi o cespi selvatici, avviene di solito in zone dove le caratteristiche di pendenza ed il terreno lo consentono, e dove si richiede un rapido sviluppo della copertura vegetale. Questa tecnica di stabilizzazione dei versanti sfrutta la capacità degli apparati radicali delle piante di legare e consolidare le particelle di terreno sciolto e le capacità di regimazione idrologica derivanti dalla intercettazione delle acque meteoriche e dal prosciugamento dell'acqua superficiale.

Descrizione e Caratteristiche

L'impianto di specie arbustive ed arboree comprende le due seguenti tecniche.

Messa a dimora di talee di salici, tamerici ed altre specie

Le talee devono essere di specie arbustive idonee a questa modalità di trapianto vegetativo, prelevate dal selvatico di 2-3 anni d'età, e messe a dimora nel verso della crescita previo taglio a punta e con disposizione perpendicolare o leggermente inclinata rispetto alla superficie del pendio. L'infissione nel terreno avviene mediante battitura con mazza di legno, previa apertura di un foro con un'apposita punta metallica. La densità d'impianto varia tra 2 e 10 talee per mq. Particolare attenzione va posta nelle modalità di prelievo, trasporto e stoccaggio al fine di preservare le capacità vegetative delle piante.

Piantagione di semenziali o trapianti di arbusti, di alberi e/o di specie pioniere

La messa a dimora avviene entro delle buche, scavate con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume dell'apparato radicale, se si impiegano piantine a radice nuda, o maggiore, se si utilizzano piantine in fitocella o con vasetti o in pani di terra.

La preparazione delle buche deve tenere conto delle condizioni pedoclimatiche: nelle zone aride è bene che il livello della buca, dopo aver eseguito il riempimento risulti inferiore al terreno circostante; al contrario in zone con ristagni d'acqua è preferibile realizzare un drenaggio centrifugo.

Le piantine (pioppi, salici) possono essere impiantate a radice nuda, con zolla di terra o in contenitori biodegradabili, in genere si tratti di esemplari di età variabile tra 1 e 3 anni ed altezze comprese tra 20 - 30 cm e 100 - 150 cm.

L'impianto di specie a radice nuda si esegue prevalentemente durante il periodo estivo, per le piantine in zolla o in contenitori il trapianto può essere effettuato anche durante i mesi di riposo vegetativo.

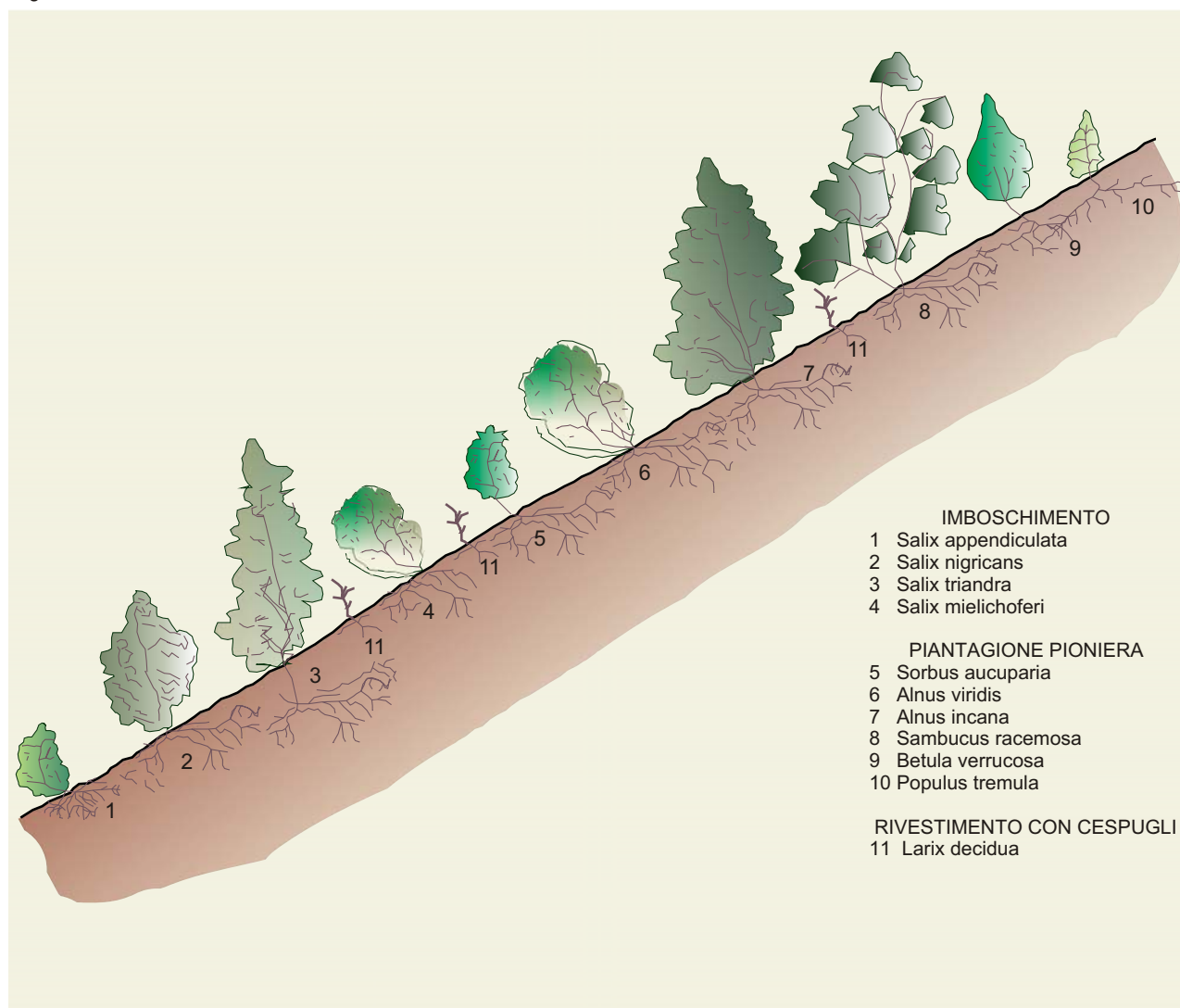
Per la messa a dimora di specie pioniere su terreni molto difficili (aridi o poco fertili) è consigliato procedere al ricoprimento della buca, dopo l'impianto, con uno strato (2 - 4 cm) di torba, paglia, cellulosa sminuzzata o sostanza organica, allo scopo di mantenere umido il terreno. In questi tipi di terreni si ricorre all'impiego di fertilizzanti o concimi contestualmente al trapianto.

La densità e la tipologia d'impianto (lineari, a quinconce, ecc.) varia in funzione delle specie e delle caratteristiche pedoclimatiche dell'area: i sesti d'impianto possono variare molto, da 0,5 x 0,5 m (40.000 piante/ettaro) per impianti arbustivi; a 1 x 1 m (10.000 piante/ettaro) fino a 3 x 3 m (circa 1.000 piante/ettaro) per impianti prevalentemente arborei.

Applicazioni

Le piantumazioni sono particolarmente indicate nelle zone collinari e montane o su terreni aridi, quando si vuole ottenere in tempi brevi un'efficace copertura vegetale per il consolidamento e la protezione dall'erosione superficiale di pendii e scarpate o il rinverdimento e consolidamento di opere strutturali.

Piantumazione di essenze arboree per il ripristino della copertura arbustiva e il consolidamento di pendii in dissesto. Nella sezione è riportato lo sviluppo radicale dopo circa 3 periodi vegetativi di alcune specie vegetali.



Generalità

Le fascinate vive sono utilizzate negli interventi di sistemazione dei versanti con pendenza non superiore ai 30°-35°.

Con questo sistema si ottiene il rinverdimento ed il drenaggio superficiale dei pendii mediante la formazione di file di gradoni, disposti parallelamente alle curve di livello, nei quali sono sistemati delle fascine di astoni o ramaglia, possibilmente lunghi e diritti, prelevati da piante legnose con elevata capacità di diffusione vegetativa.

Descrizione e Caratteristiche

Le fascinate vive comprendono due tipologie costruttive differenziate in base al materiale vegetale impiegato:

- fascinate vive con ramaglia;
- fascinate vive con piantine.

Fascinate vive con ramaglia

La loro realizzazione comporta un ridotto movimento di terra e comprende l'escavazione di solchi profondi da 0,3 a 0,5 m ed altrettanto larghi, ove vengono sistemate orizzontalmente le fascine di ramaglia, prelevate da specie legnose con buona capacità di propagazione vegetativa. E' sufficiente che in ogni sezione trasversale della fascina siano presenti 5 verghe di almeno 1 cm di diametro, con punti di legatura distanti 70 cm uno dall'altro.

La costruzione avviene fissando le fascine di ramaglia con paletti in legno vivo (pioppi o salici) o morto (castagno, larice, ecc.) lunghi almeno 60 - 100 cm e diametro compreso fra 5 e 10 cm, infissi nel terreno attraverso la fascina od a valle di essa. Lo scavo è quindi ricoperto con un leggero strato di terreno proveniente dagli scavi dei fossi superiori.

Le file di gradoni con le fascine di ramaglia sono eseguite orizzontalmente, secondo le curve di livello o con una leggera inclinazione obliqua rispetto al pendio per aumentare la capacità di deflusso delle acque superficiali e l'efficacia drenante del sistema. La distanza tra file successive si aggira mediamente intorno a 1,5-2 m.

Una variante di questo sistema, applicata dove si richiede una maggiore efficacia consolidante dell'intervento, prevede l'associazione delle fascine con viminate.

Fascinate vive con piantine

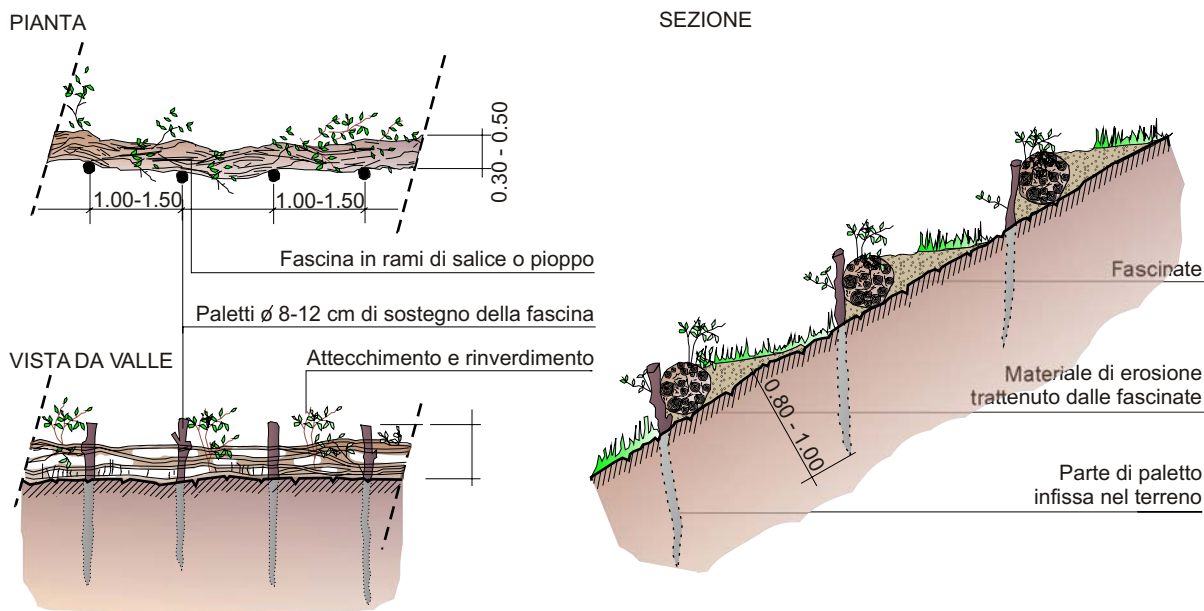
Nella variante con piantine radicate di specie arbustive, l'esecuzione dell'intervento comporta alcuni accorgimenti e procedure diverse da quelle della tecnica precedente. Infatti le fascine di ramaglia sono più leggere e con meno verghe (3-6), i solchi sono più larghi di circa 10-15 cm e le piantine radicate sono messe a dimora in numero di circa 1-2 esemplari per metro.

Il solco, dopo la messa a dimora delle fascine e delle piantine, è riempito con il terreno, eventualmente ammendato, proveniente dagli scavi.

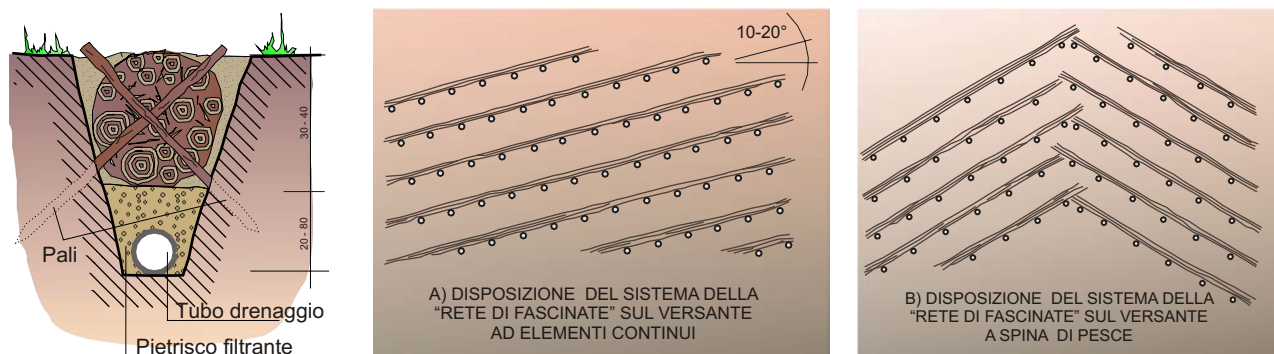
Le fascinate, come tutti gli altri interventi che impiegano materiali vivi, devono essere realizzate solo durante il periodo di riposo vegetativo.

Applicazioni

La fascinata è un sistema di stabilizzazione non indicato negli interventi di sistemazione dei versanti in materiali poco coesivi, in quanto presenta un modesto effetto consolidante in profondità, che avviene solo dopo la radicazione delle verghe e l'attecchimento delle piantine. Inoltre, questa tecnica può essere usata solo su pendii con inclinazioni non elevate (minori di 30° - 35°) e in condizioni climatiche non estreme.



Fascinata viva con ramaglia realizzata per il ripristino vegetazionale di una scarpata con pendenza inferiore ai 35° . La struttura forma delle piccole gradonate che consentono di raccogliere il materiale terroso di riporto e lo sviluppo della vegetazione. L'interasse tra i gradoni varia da 1 a 2 metri.

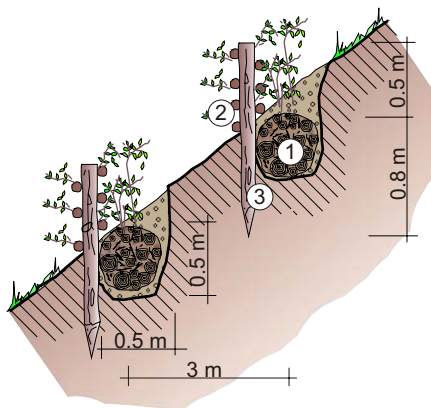


Sezione tipo di un sistema di drenaggio con fascine associato a materiale arido e tubo drenante. La profondità del fosso è maggiore rispetto allo schema tipico delle fascinate (in genere maggiore di 40 cm), sul fondo dello scavo è posto il tubo drenante ed uno strato di pietrisco e/o ghiaia e ciottoli, dello spessore di 20-80 cm, sopra al quale poggia la fascina. Questo sistema si usa quando le acque da drenare e da far defluire si trovano ad una profondità maggiore di 40 cm dalla superficie del terreno.

Disposizione planimetrica delle fascinate. Nei sistemi di drenaggio con fascine i solchi possono essere disposti sul versante:

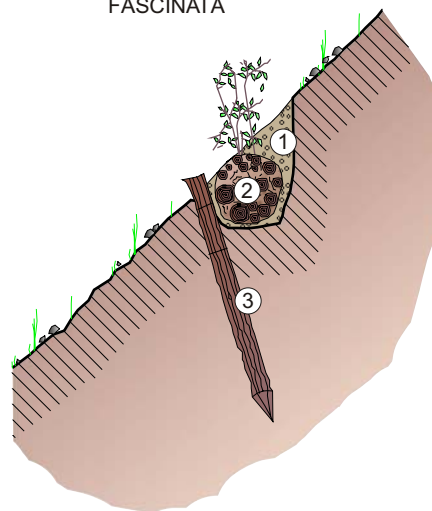
- A) ad "elementi continui", su file parallele con angolo d'inclinazione variabile tra 0° - 20° per evitare ristagni d'acqua;
- B) a disposizione diagonale a formare linee a "zig zag" od "a spina di pesce", con angolo d'inclinazione compreso tra 10° e 30° rispetto all'orizzontale e con sovrapposizione dei tratti interni dei singoli elementi di almeno 50 cm. L'interasse tra file successive varia in funzione della pendenza del versante (da 1,5 a 2,5 m).

FASCINATA
(con viminata)



- 1 - Fascine con almeno 5 rami di diametro > 1 cm
- 2 - Verghe di salice di diametro: 2-3 cm
- 3 - Paletti di legno di diametro 4-7 cm

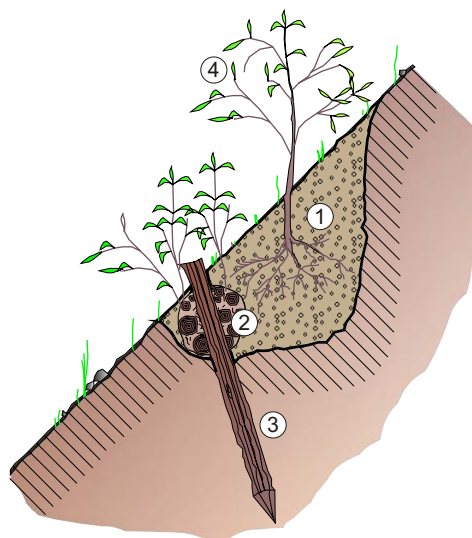
FASCINATA



- 1 - Fosso profondo 30-50 cm e largo altrettanto.
- 2 - Fascine con almeno 5 rami di diametro > 1 cm.
- 3 - Paletti di legno di lunghezza > 60 cm.

FASCINATA
(CON MESSA ADIMORA DI PIANTINE RADICATE)

Impianto di una fascinata viva su pendio: Le fascine composte da 5-6 verghe di specie pioniere (salici o altro tipo) sono appoggiate orizzontalmente sul fondo dello scavo, profondo circa 30-50 cm ed interrate col materiale di sterro della banchina successiva. L'interasse tra file successive varia da 1,5 a 2 m. Le fascine sono fissate al terreno con paletti di legno (verde o morto) infilati in mezzo ai rami o posti immediatamente a valle degli stessi.



- 1 - Fosso profondo 50 cm e largo altrettanto
Riempimento con miscuglio di terreno vegetale e di terreno di scavo.
- 2 - Fascine vive con un minimo di 5 rami di diametro > 1 cm.
- 3 - Paletti di legno posti ogni 80-100 cm e di lunghezza > 60 cm.
- 4 - Piantine radicate (densità: 1-2 ogni metro).

Generalità

Viminate vive

La viminata viva ha la funzione di consolidamento superficiale per mezzo delle piante ed un immediato effetto di regimazione delle acque meteoriche. Questo sistema comporta una tecnica mista tra materiali vivi (astoni e talee) e materiali morti. Un tempo largamente impiegate per il consolidamento di piccole frane, oggi le viminate sono sostituite da sistemi stabilizzanti più efficaci e meno costosi

Descrizione e Caratteristiche

La viminata è costituita da paletti di legno (castagno, larice, salice o altro) lunghi circa 100 cm, infissi nel terreno per 70 cm, con un interasse di circa 100 cm. A questi paletti vengono collegati, intrecciandoli, 3 - 8 rami lunghi e flessibili di salice disposti longitudinalmente e legati con filo di ferro zincato.

La parte terminale di questa deve essere interrata al fine di ridurre i rischi di scalzamento della struttura e di favorire il radicamento delle talee. L'altezza fuori terra delle viminate è di circa 30 cm.

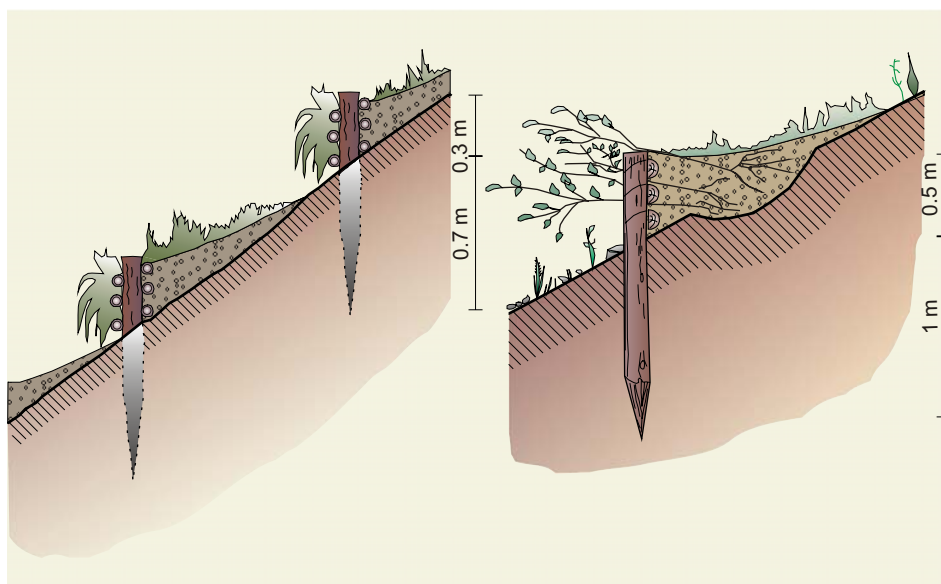
L'impianto è posizionato lungo le curve di livello, a valle ed a monte delle zone dissestate.

Le viminate possono essere disposte sui pendii a file parallele distanti da 1,5 a 3 metri, o a file diagonali a formare una disposizione a forma di rombo, o di quadrato, a sviluppo orizzontale e verticale in modo da trattenere il terreno. Una variante è rappresentata dalla disposizione seminterrata in piccoli solchi di 20 cm circa al fine di aumentare la percentuale di attecchimento.

Un limite di questo sistema, oltre alla complessa laboriosità dell'impianto, è la difficoltà di reperire materiale vegetale molto lungo e nel contempo ad alta capacità radicante, che implica costi relativamente alti in rapporto all'efficacia dell'intervento.

Per ottenere la massima efficacia di consolidamento del terreno è necessario eseguire le viminate durante il periodo di riposo vegetativo. In tal caso le talee radicano ed hanno la possibilità di ritenere immediatamente il terreno sul pendio, formando solidi gradoni. In casi particolari si può combinare la tecnica delle viminate (anche morte) con quella della gradonata con talee, ottenendo in tal modo un immediato consolidamento del terreno dal punto di vista meccanico ed un rapido rinverdimento grazie alle talee.

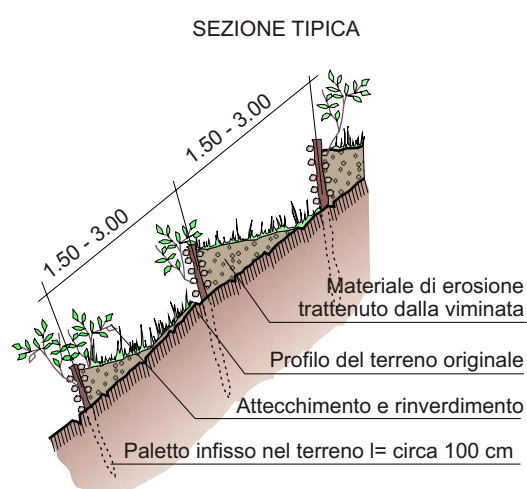
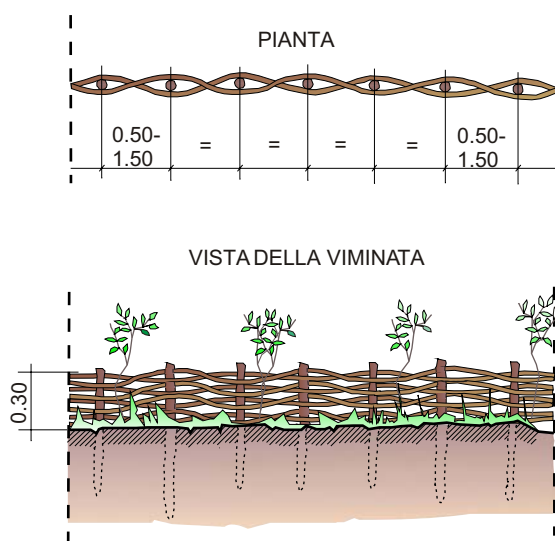
Sezioni tipo di una viminata (a sinistra) e di una palizzata semplice con talee e piantine (a destra). Le viminate sono strutture in legname analoghe alle palizzate, ma caratterizzate da una durabilità e resistenza molto minore, dovuta alla necessità di utilizzare verghe di piccole dimensioni per realizzare l'intreccio. Le palizzate sono strutture con una maggiore efficacia consolidante e stabilizzante e di più semplice e rapida realizzazione.



Applicazioni

Le viminate e le palizzate sono impiegate in generale, negli interventi di sistemazione e consolidamento dei pendii in materiali sciolti, interessati da frane di tipo superficiali e da fenomeni erosivi. Inoltre è applicato con successo anche per la sistemazione ed il consolidamento di alte scarpate artificiali (ad esempio rilevati stradali o argini).

Particolare di un'intervento di stabilizzazione di una scarpata mediante la realizzazione di più ordini di viminate disposte su file orizzontali trasversalmente rispetto alla linea di massima pendenza.



Esempio di schema d'impianto di viminata viva visto in pianta, prospetto e sezione.

Rimodellata la superficie del pendio da stabilizzare, si infiggono nel terreno paletti di legno appuntiti, lunghi circa 100 cm e con diametro di 4-8 cm, per circa 2/3 della loro lunghezza. L'interasse tra i paletti varia tra 50-150 cm, tra questi si pongono a distanza di circa 30 cm paletti più corti costituiti da talee vive. Ai paletti s'intrecciano le verghe in numero sufficiente a formare un intreccio d'altezza pari a circa 30 cm.

Generalità

Palizzate vive

La tecnica della palizzata in legname con talee e/o con piantine è un sistema simile alle viminate, che unisce l'impiego di talee con strutture fisse in legno per la stabilizzazione di pendii e scarpate, naturali o artificiali, in dissesto. Con questo sistema si tende a rinverdire le scarpate attraverso la formazione di piccoli gradoni lineari, sostenuti dalle strutture di legno, che corrono lungo le curve di livello del pendio e dove, a monte, si raccoglie del materiale terroso. Le piante, una volta che la vegetazione si sarà sviluppata, garantiranno un consolidamento del terreno con l'apparato radicale e una resistenza all'erosione superficiale, con la loro parte epigea.

Descrizione e Caratteristiche

La costruzione della palizzata prevede le seguenti modalità d'esecuzione:

- Preparazione del terreno e modellamento del pendio con formazioni di gradoni, iniziando dal piede della scarpata e procedendo per file parallele verso l'alto, eseguito a mano o con l'ausilio mezzi meccanici di piccole dimensioni;
- Infissione nel terreno di pali di larice o di castagno, lunghi circa 1,30 m e con diametro di 10-15 cm, posti ad una distanza di 1-2 m. I pali sono conficcati nel terreno per una lunghezza di 1 m, in modo che restino sporgenti di almeno 30 cm;
- Posa in opera dei mezzi tronchi di larice o di castagno, con diametro di circa 10 cm e lunghezza superiore ai 2 m, aventi la funzione di trattenere il materiale di risulta dello scavo, posto a tergo della struttura, e di garantire la sua stabilità. I mezzi tronchi sono fissati con chiodi o filo di ferro ai pali infissi;
-Messa a dimora, appoggiate sul fondo dello scavo, di talee e/o di piantine radicate disposte a pettine una accanto all'altra con un numero variabile, a seconda delle condizioni pedoclimatiche e della tipologia dell'impianto, da 5 a 10 piante per metro lineare. Queste sono interrate per buona parte della loro lunghezza (per 3/4 le talee, e per circa 2/3-3/4 le piantine) con il terreno dello scavo di riporto del gradone superiore.

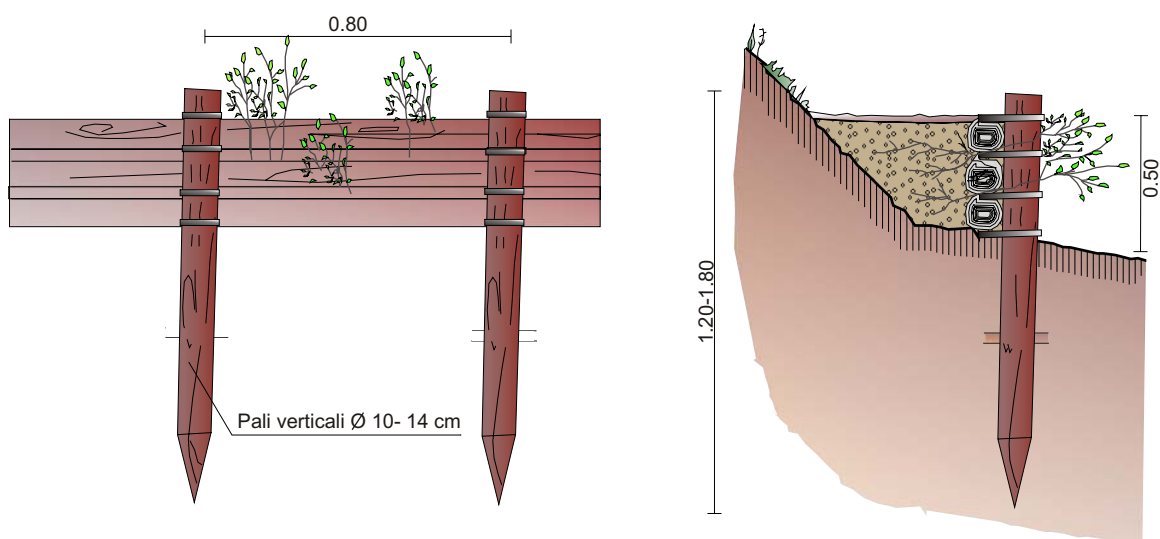
Per ottenere la massima efficacia di consolidamento del terreno è necessario eseguire l'impianto durante il periodo di riposo vegetativo. In tal caso le talee radicano ed hanno la possibilità di ritenere immediatamente il terreno sul pendio, formando solidi gradoni

Particolare di un tratto della palizzata a lavoro appena ultimato. Alle spalle della struttura (realizzata mediante l'infissione di pali di legno nel terreno e mezzi tronchi fissati con chiodi e filo di ferro ai pali infissi) sono state poste a dimora circa 7-8 piantine per metro lineare. Il materiale di riporto è stato arricchito con sostanze organiche per permettere un miglior attecchimento e crescita delle piantine.





Intervento di stabilizzazione del versante a monte della strada statale SS n. 77 Foligno-Muccia (Appennino Umbro-Marchigiano) consistente nella realizzazione di palizzate semplici in legname con talee e piantine. Il versante, caratterizzato dalla presenza di un' ampia fascia di detrito calcareo instabile e da elevata acclività (circa 30° - 40°), è stato sistemato mediante la costruzione di strutture di circa 3-4 m di lunghezza, disposte su file alterne e/o irregolari sul pendio preventivamente rimodellato e preparato.



PIANTAE PROSPETTO DI UNA PALIZZATA CON TALEE E/O PIANTINE

Generalità

Le palificate vive con talee e/o con piantine sono impiegate con successo negli interventi di stabilizzazione di pendii e scarpate, naturali o artificiali, in dissesto. Questo sistema favorisce il rinverdimento di pendii attraverso la formazione di strutture fisse in legname, che hanno la funzione di formare delle piccole gradonate a monte delle quali si raccoglie il terreno. In questo modo si crea lungo le curve di livello una struttura più resistente delle viminate, in cui si interrano dei fitti "pettini" di talee e/o di piantine radicate. Lo sviluppo dell'apparato radicale garantisce il consolidamento del terreno, mentre la parte aerea contribuisce a contenere l'erosione superficiale.

Descrizione e Caratteristiche

In funzione della modalità costruttive si distinguono palificate vive in legname o con piantine:

- a parete semplice;
- a parete doppia;

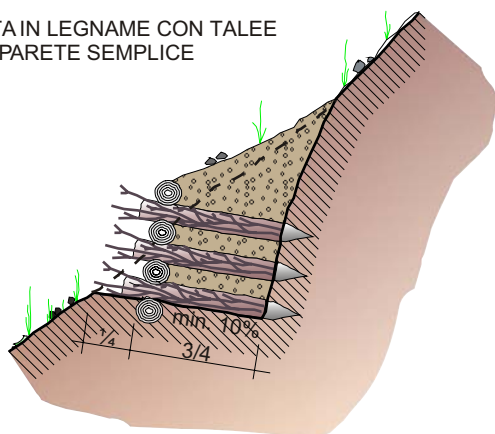
Palificata a parete semplice:

In questo sistema i tronchi longitudinali sono disposti su di unica fila orizzontale esterna, mentre i tronchi trasversali appoggiano con la parte terminale nella parete dello scavo;

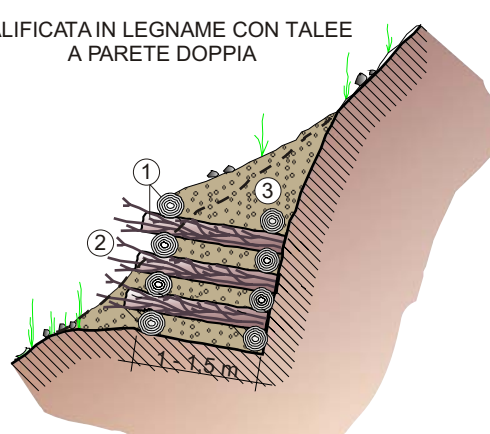
Palificata a parete doppia:

Con questo sistema la palificata è realizzata disponendo i tronchi longitudinali su due file orizzontali sia all'esterno che all'interno della struttura. La palificata a due pareti necessita di uno scavo di maggiori dimensioni, compensato, però, dalla capacità di resistere a spinte del terreno maggiori, e dalla possibilità di realizzare strutture aventi un'altezza superiore.

PALIFICATA IN LEGNAME CON TALEE
A PARETE SEMPLICE



PALIFICATA IN LEGNAME CON TALEE
A PARETE DOPPIA



Sinistra. Schema d'impianto di una palificata in legname con talee e piantine a parete semplice. I tronchi in legname sono posti nello scavo a "L", alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale, formando una specie di castello di legno. I tronchi sono fissati tra loro con chiodi o fili di ferro. La struttura è riempita con il materiale di risulta dello scavo, procedendo alla messa in opera delle talee e delle piantine radicate.

Destra. Schema d'impianto di una palificata in legname con talee e piantine a parete doppia. In questa variante la palificata è realizzata disponendo i tronchi su due file orizzontali sia all'esterno sia all'interno della struttura, appoggiata alla parete dello scavo.

1 - Tondame scortecciato o legname squadrato (diametro: 10-25 cm).

2 - Ramaglia viva o talee.

3 - Terreno di riporto.

La tecnica d'esecuzione delle palificate comprende le seguenti fasi: nel versante si esegue una serie di scassi a forma di "L", in modo da formare la base d'appoggio della palificata in legname, con una contropendenza trasversale dello scavo pari almeno al 10 - 15%, mentre il paramento a valle deve avere una pendenza di circa il 30-50% per garantire la migliore crescita delle piante. La profondità massima dello scavo, generalmente di circa 2 - 2,5 m, è legata alla lunghezza delle talee, che devono sempre raggiungere la parete. Per altezze superiori a 2,5 m si possono costruire serie di palificate a gradoni. Preparata la base d'appoggio, la palificata è realizzata ponendo in opera il tondame scortecciato o legname squadrato di conifere e/o di castagno (diametro 20-30 cm) alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale (L = 1,50-2,00 m), in modo da formare una specie di castello in legname. I tronchi sono fissati con chiodi, tondini, graffe metalliche o fili di ferro. Completata la posa di ogni elemento longitudinale ed il riempimento della struttura con il terreno di risulta dello scavo, si procede alla messa a dimora di talee e/o di piantine radicate di specie pioniere, disposte a pettine una accanto all'altra, con un numero variabile, secondo le condizioni pedoclimatiche e della tipologia dell'impianto, da 5 a 10 per metro lineare. Le talee e le piantine devono sporgere per circa 10-25 cm dalla palificata, ed arrivare nella parte posteriore fino alla parete dello scavo, dove queste sono infisse per 15 -20 cm. In alcuni casi, specie in presenza di terreni molto aridi o sassosi, si può arricchire e ammendare il terreno con aggiunta di sostanza organica e/o di compost vegetale. Sul fronte della palificata è anche possibile utilizzare una georete per il contenimento del terreno.

Applicazioni

Questo sistema, in generale, è utilizzato con successo negli interventi di sistemazione delle frane di tipo superficiale, e nel consolidamento di sponde fluviali in dissesto.

Consolidamento di una scarpata in frana mediante l'esecuzione di palificata in legname con talee a parete doppia. La palificata a due pareti necessita di uno scavo più grande, compensato, però, dalla capacità di resistere a spinte maggiori del terreno, e dalla possibilità di realizzare strutture aventi un'altezza superiore.



Generalità

La tecnica delle gradonate vive con talee e/o con piantine è un sistema impiegato con successo negli interventi di stabilizzazione di pendii e scarpate, naturali o artificiali, in materiali sciolti.

La realizzazione di gradonate permette di rinverdire le scarpate attraverso la formazione di piccoli gradoni lineari, che corrono lungo le curve di livello del pendio, in cui si interrano dei fitti "pettini" di talee e/o di piantine radicate. Lo sviluppo dell'apparato radicale garantisce il consolidamento del terreno, mentre la parte aerea contribuisce a contenere l'erosione superficiale.

Descrizione e Caratteristiche

Nell'ambito delle gradonate si possono distinguere tre tipologie costruttive, differenziate soprattutto in funzione del materiale vegetale impiegato:

Gradonata con talee (sistemazione a cespuglio secondo Schiechtl);

Gradonata con piantine (sistemazione a siepe secondo Schiechtl);

Gradonata mista con talee e piantine (sistemazione a siepe - cespuglio secondo Schiechtl);

La tecnica d'esecuzione delle gradonate, indipendentemente dal tipo d'intervento, è sostanzialmente la stessa: nel versante si eseguono una serie di scassi orizzontali con leggera contropendenza, a forma di "L", nei quali si impiantano talee o piantine radicate. Il tutto è poi ricoperto con materiale proveniente dallo scavo del gradone superiore.

In particolare la realizzazione delle gradonate prevede le seguenti fasi d'esecuzione:

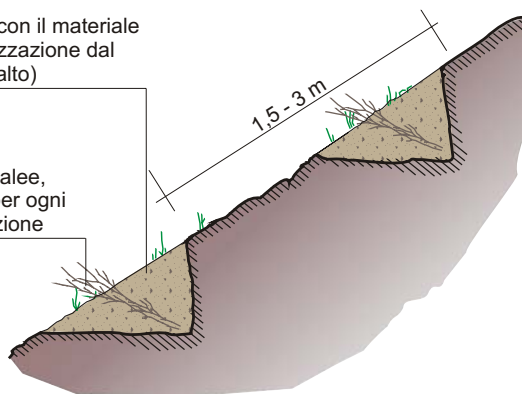
- scavo e costruzione dei gradoni o terrazzamenti, iniziando dal piede della scarpata e procedendo per file parallele verso l'alto, eseguito a mano o con l'ausilio mezzi meccanici di piccole dimensioni (apripista, scavatrici idrauliche, o ragno). Il materiale di sterro del gradone superiore è utilizzato per il riempimento di quello inferiore. La profondità (o larghezza) dei gradoni varia da 0,5 fino a 2,0 m, in funzione della pendenza della scarpata e della tipologia costruttiva, con una contropendenza trasversale dello scavo pari almeno al 10%. La distanza tra gradoni successivi varia da 1,5 a 3 metri, in funzione della pendenza, delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e della tipologia costruttiva.

- messa a dimora, sul fondo dello scavo, di talee e/o di piantine radicate disposte a pettine una accanto all'altra in numero variabile, a seconda delle condizioni pedoclimatiche, del tipo di pianta e della tipologia dell'impianto, da 5 - 10 a 30 piante per metro lineare. Queste sono interrate per buona parte della loro lunghezza (per 3/4 le talee, e per circa 2/3-3/4 le piantine) con il terreno dello scavo di riporto del gradone superiore.

Gradonata con talee; le talee di specie pioniere (salici o altro tipo) sono appoggiate sul fondo dello scavo, a forma di "L", con disposizioni a pettine ed interrate col materiale di sterro del gradone successivo per circa 1/4 della loro lunghezza. L'interasse tra gradoni successivi varia da 1,5 a 3 m.

Riempimento con il materiale di scavo (realizzazione dal basso verso l'alto)

Ramaglia viva o talee, almeno 10 rami per ogni metro di sistemazione



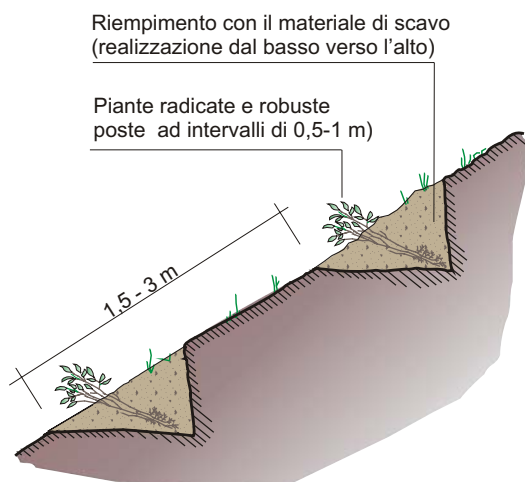
Gradonata con talee (sistemazione a cespuglio secondo Schiechl)

Questo sistema prevede che sul fondo dello scavo venga appoggiato un letto di talee, disposte "a pettine", di piante legnose con buona capacità di riproduzione vegetativa (salici, tamerici, pioppi e altre specie), in numero variabile da 10 a 30 per metro lineare. Le talee, ricoperte con il terreno dello scavo di riporto del gradone superiore, devono avere una lunghezza minima di circa 100 cm con diametri del fusto di circa 1- 7 cm e devono sporgere verso l'esterno per circa 1/4 della loro lunghezza.

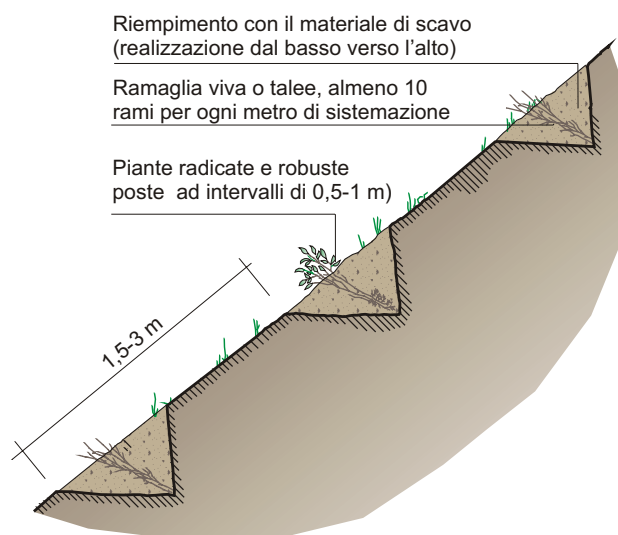
E' molto importante, in presenza di terreni aridi o pietrosi, riempire accuratamente con terreno gli spazi vuoti tra le talee o piantine per evitare un'eccessiva circolazione dell'aria che può provocarne il disseccamento. Inoltre, su terreni instabili, lo scasso deve essere realizzato per piccoli tratti, predisposte le talee o le piante, e subito richiuso per evitare degli smottamenti secondari e preservare, in tal modo, anche l'umidità del terreno.

Una variante, applicata nella costruzione di scarpate artificiali (ad es. rilevati stradali, ferroviari od argini), consiste nel realizzare la gradonata con talee durante la compattazione dei singoli strati di terreno del rilevato. Le talee (10-30 per metro lineare), lunghe 2 o più metri, sono posate sulla parte superiore dello strato finito, in prossimità del ciglio, e ricoperte dallo strato successivo del rilevato. La parte che sporge dal terreno non deve essere superiore ai 25 cm. Con questo sistema si realizza, oltre al rinverdimento della struttura, anche un miglioramento delle caratteristiche meccaniche del terrapieno, in quanto le radici esercitano un'efficace azione rinforzante aumentando la stabilità del rilevato.

Un'altra variante, utilizzata in situazioni difficili caratterizzate da pendenze elevate, fenomeni erosivi, franosi e condizioni climatiche estreme, è rappresentata dalla "gradonata rinforzata". In questa tipologia viene utilizzato un rinforzo longitudinale, rivestendo la parte esterna del gradone per una larghezza di circa 30 cm con una striscia di carta catramata (od altro materiale sintetico), allo scopo di ridurre gli effetti dei fenomeni erosivi e consentire un miglior attecchimento delle talee. Questo sistema di rinforzo, se necessario, può essere applicato anche agli altri tipi di gradonate.



Schema d'impianto di una gradonata con piantine: le piantine di specie resistenti e robuste, di 2-3 anni d'età, sono interrate per circa 2/3-2/4 della loro lunghezza sul fondo dello scavo del gradone, con una contropendenza verso monte di circa il 10%. L'interasse tra i vari gradoni varia da 1,5 a 3 metri



Schema d'impianto di una gradonata mista con piantine e talee: la sistemazione della scarpata o del pendio, avviene attraverso la formazione di file alterne di gradoni con talee e gradoni con piantine radicate. L'interasse tra i vari gradoni varia da 1,5 a 3 metri.

Gradonata con piantine (sistemazione a siepe secondo Schiechl)

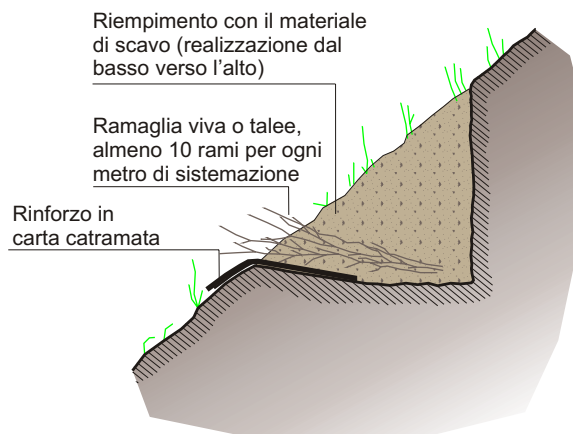
La sistemazione del pendio con questa tecnica è fatta mettendo a dimora sul fondo dello scavo, con profondità variabile da 0,5 a 0,7 m e contropendenza verso monte intorno al 10-15%, piantine radicate di 2-3 anni d'età, in numero di 5-10 piante per metro, appartenenti a specie in grado di produrre radici avventizie dal fusto (pioppi, salici, ontani, ecc.). La lunghezza dei fusti deve essere maggiore di 70-80 cm, con diametri di 1-3 cm. Le piantine sono ricoperte col materiale di sterro dello scavo del gradone superiore, per circa 2/3-2/4 della loro lunghezza.

La spesa maggiore dell'impiego delle piantine, rispetto all'uso delle talee, deve essere giustificata da situazioni particolari quali la necessità di un rapido e definitivo rinverdimento. Questa tecnica ha in genere un potere consolidante minore e può essere eseguita solo durante la stagione di riposo vegetativo. Nei casi di presenza di terreni molto aridi o sassosi, si può ammendare il terreno stesso con aggiunta di sostanza organica e/o di compost vegetale.

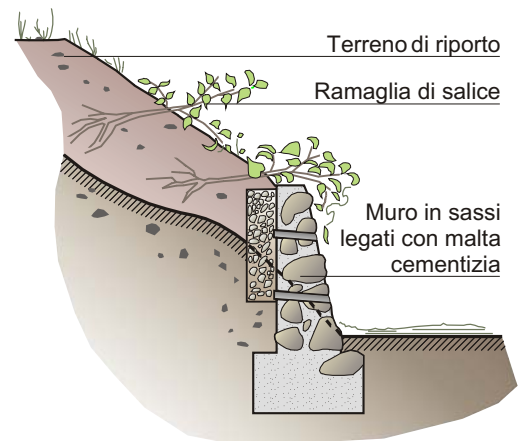
Gradonata mista con talee e piantine (sistemazione a siepe - cespuglio secondo Schiechl)

Questa tecnica costituisce la tipologia più efficace ed interessante tra quelle comunemente impiegate negli interventi di sistemazione dei versanti. Infatti l'opera viene effettuata alternando file di gradoni con talee a file di gradoni con piantine radicate. L'impianto ha costi leggermente più alti rispetto alle tecniche precedenti, ma offre il vantaggio di avere la messa a dimora contemporanea sia delle specie preparatrici (salici o altre specie pioniere) che delle specie definitive (piantine radicate e robuste di ontani, pioppi e altro). In questa maniera si ottiene un'associazione vegetale più stabile, un rapido attecchimento delle piante ed un maggiore effetto consolidante.

Per quanto riguarda l'efficacia del consolidamento del terreno valgono le considerazioni già espresse nelle viminate.



Schema d'impianto di una gradonata con talee rinforzata. La struttura è rinforzata rivestendo la parte esterna dello scavo dei gradoni con una striscia di carta catramata per una larghezza di circa 25-30 cm. Il rinforzo longitudinale garantisce una maggiore resistenza contro i fenomeni erosivi superficiali, ed un migliore attecchimento delle piante, grazie anche ad una maggiore ritenuta idrica.



Schema d'impianto di una gradonata con talee su rilevati artificiali. La struttura è eseguita contemporaneamente alla formazione dei vari strati del rilevato, mettendo a dimora sulla parte superiore di ogni singolo strato, un letto di talee ricoperte dal materiale dello strato successivo. I rami devono sporgere dal terreno per circa 25 cm. Con questo sistema si ottiene, oltre al rinverdimento della struttura, anche un notevole incremento della stabilità dovuto all'azione drenante e consolidante delle piante.

Applicazioni

Questo sistema è generalmente utilizzato negli interventi di sistemazione e difesa dalle frane e dall'erosione dei versanti instabili in materiali sciolti. Esso si applica con successo anche per la sistemazione ed il consolidamento di scarpate artificiali (ad esempio rilevati stradali o argini).

Consolidamento di una scarpata interessata da frane superficiali mediante l'esecuzione di gradonate con talee. Questo sistema è indicato negli interventi con tecniche d'ingegneria naturalistica, per il consolidamento ed il rinverdimento rapido di pendii o scarpate interessate da piccoli movimenti franosi.



Generalità

La tecnica della grata viva con talee e/o con piantine è una tipologia d'intervento più complessa rispetto ad altri sistemi d'ingegneria naturalistica, ma molto efficace negli interventi di sistemazione, stabilizzazione e rinverdimento di versanti e di scarpate anche con elevata acclività.

Descrizione e Caratteristiche

La grata può essere semplice o doppia in funzione della geometria del corpo di frana.

La tecnica d'esecuzione prevede fasi di lavorazione descritte nel seguito.

Al piede del versante si esegue lo scavo di una piccola trincea sul terreno stabile, in modo da formare la base d'appoggio della grata. Questa può essere anche realizzata mediante la posa di tronchi longitudinali di sostegno, o attraverso la costruzione di una palificata in legname con talee. Al disopra della base si costruisce una specie di spalliera a maglie regolari, formata da elementi verticali ed orizzontali (tondi di legno), con una lunghezza di circa 2-5 m, e diametro di 15-25 cm. Gli elementi verticali sono quelli portanti con distanza di 1-2 m, mentre gli elementi orizzontali, fissati con chiodi o altro ai primi e con interdistanza di 0,40-1,00 m, possono avere dimensioni minori, e densità maggiore (in funzione dell'inclinazione del pendio) rispetto a quelli verticali. La struttura è fissata al substrato stabile mediante l'infissione di picchetti di legno lunghi 1 metro circa. Si procede, poi, al riempimento dei riquadri con materiale inerte e terreno vegetale ed alla messa a dimora di talee, ramaglia disposta a strati e/o piantine radicate di specie pioniere, con l'eventuale supporto di rete metallica elettrosaldata per il contenimento del terreno fine. La superficie esterna della struttura può essere inerbata per una migliore resistenza all'erosione. L'altezza massima che è possibile raggiungere non supera in genere i 15-20 m. La struttura può essere realizzata in legno vivo (salice) per pendii di altezza limitata, oppure con filagne di legname resistente alla decomposizione (larice, castagno) negli altri casi. Al fine di prevenire eventuali infiltrazioni di acqua da monte, che potrebbero creare problemi di erosione e portare allo scalzamento della struttura, è necessario realizzare una canalizzazione o una impermeabilizzazione della testa della grata con carta incatramata opportunamente ancorata.

Consolidamento di una scarpata con acclività elevata (maggiore di 40°) interessata da frane superficiali, mediante l'esecuzione di una grata in legname con talee semplice. Questo sistema è indicato negli interventi con tecniche d'ingegneria naturalistica, per il consolidamento ed il rinverdimento rapido di pendii o scarpate interessate da movimenti franosi e da fenomeni di erosione superficiale, dove non è possibile intervenire con altri sistemi, quali ad esempio la gradonatura o il modellamento del pendio.

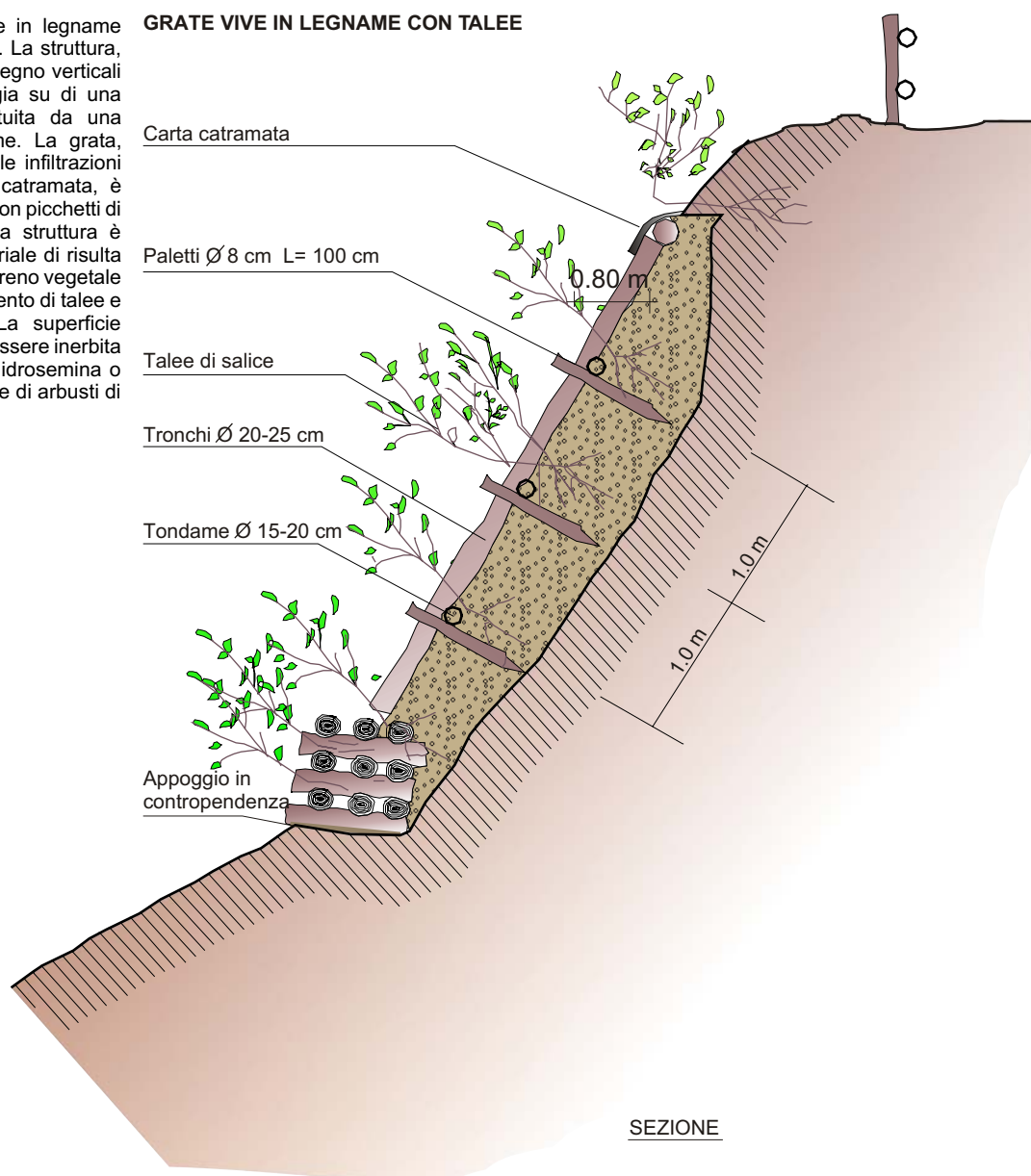


Applicazioni

La grata viva è un sistema utilizzato con successo negli interventi di sistemazione e stabilizzazione di pendii in erosione o in frana, caratterizzati da inclinazione molto elevata (anche maggiore di 45°), dove non è possibile ridurre la pendenza con il modellamento dei versanti. Questo sistema garantisce, al tempo stesso, un'efficace azione di sostegno ed una protezione dall'erosione superficiale.

Grata viva semplice in legname con talee e piantine. La struttura, formata da tondi di legno verticali ed orizzontali, poggia su di una base stabile, costituita da una palificata in legname. La grata, protetta in testa dalle infiltrazioni d'acqua con carta catramata, è fissata al substrato con picchetti di legno o di ferro. La struttura è riempita con il materiale di risulta dello scavo e con terreno vegetale idoneo all'attecchimento di talee e piantine radicate. La superficie esterna può anche essere inerbita con le tecniche dell'idrosemina o con la piantumazione di arbusti di specie autoctone.

GRATE VIVE IN LEGNAME CON TALEE



Generalità

I materassi in rete metallica rinverditati o con tasche vegetali sono strutture comunemente utilizzate per il rivestimento e la protezione dall'erosione di sponde fluviali e di scarpate molto ripide.

Descrizione e Caratteristiche

I materassi in rete metallica rinverditati sono utilizzati in tutte le situazioni in cui sia necessario rinaturalizzare superfici rocciose ripide su cui un riporto di terreno non stabilizzato risulterebbe non efficace.

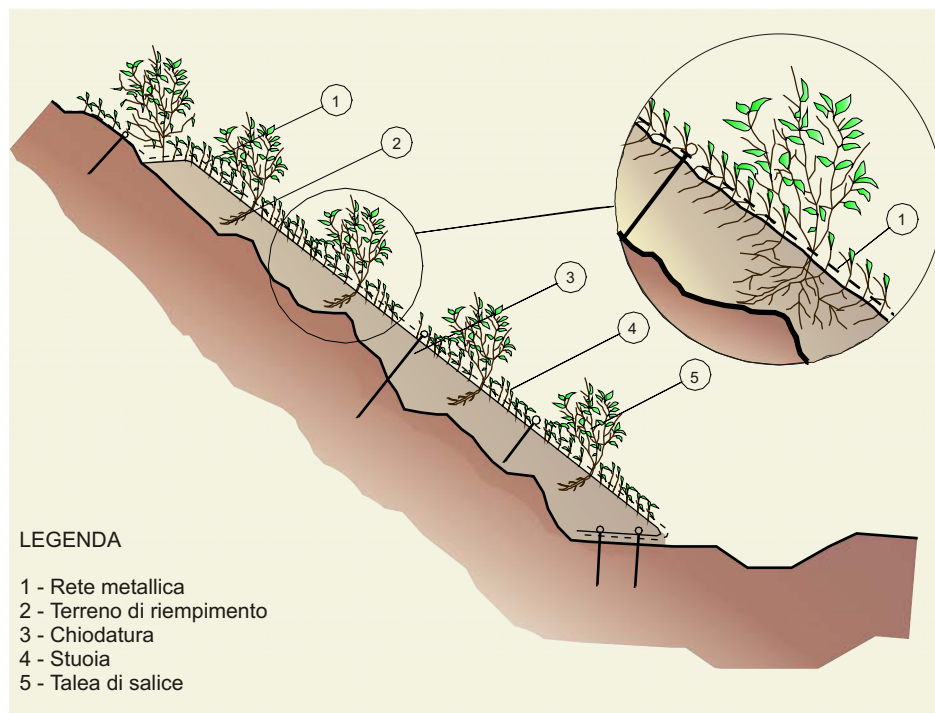
Sono realizzati con rete metallica a doppia torsione in trafilato d'acciaio di diametro 2.7 o 3 mm a maglie esagonali, protetto con rivestimento in lega di zinco-alluminio (galvan) e generalmente anche plastificato.

I materassi possono essere realizzati secondo due diverse modalità:

Materassi prefabbricati

Per inclinazioni fino a 40-45° e superfici di posa regolari, si possono utilizzare materassi tipo Reno spessi 17-30 cm, larghi 2 m e lunghi 3 o più m, dotati di diaframmi che andranno posti in direzione perpendicolare alle linee di massima pendenza. Il materasso una volta messo in scatola, viene posato sulla scarpata, fissato con delle chiodature costituite da barre d'acciaio, foderato al suo interno con una biostuoia, riempito di terreno, coperto con una ulteriore biostuoia di protezione ed infine chiuso con un coperchio in rete metallica a doppia torsione. In alternativa la chiusura può venire effettuata con una geostuoia tridimensionale rinforzata con una rete metallica a doppia torsione (in tal caso non è necessaria la biostuoia). Successivamente si potranno mettere a dimora piantine, talee ed effettuare una idrosemina.

Consolidamento e rivestimento di una scarpata con materassi in rete metallica rinverditati. Il pendio, opportunamente rimodellato, è rivestito con i materassi in rete metallica, riempiti con terreno, abbinati ad una georete tridimensionale o geostuoia. La struttura è successivamente rinverditata mediante l'inerbimento con idrosemina o con impianto di talee.



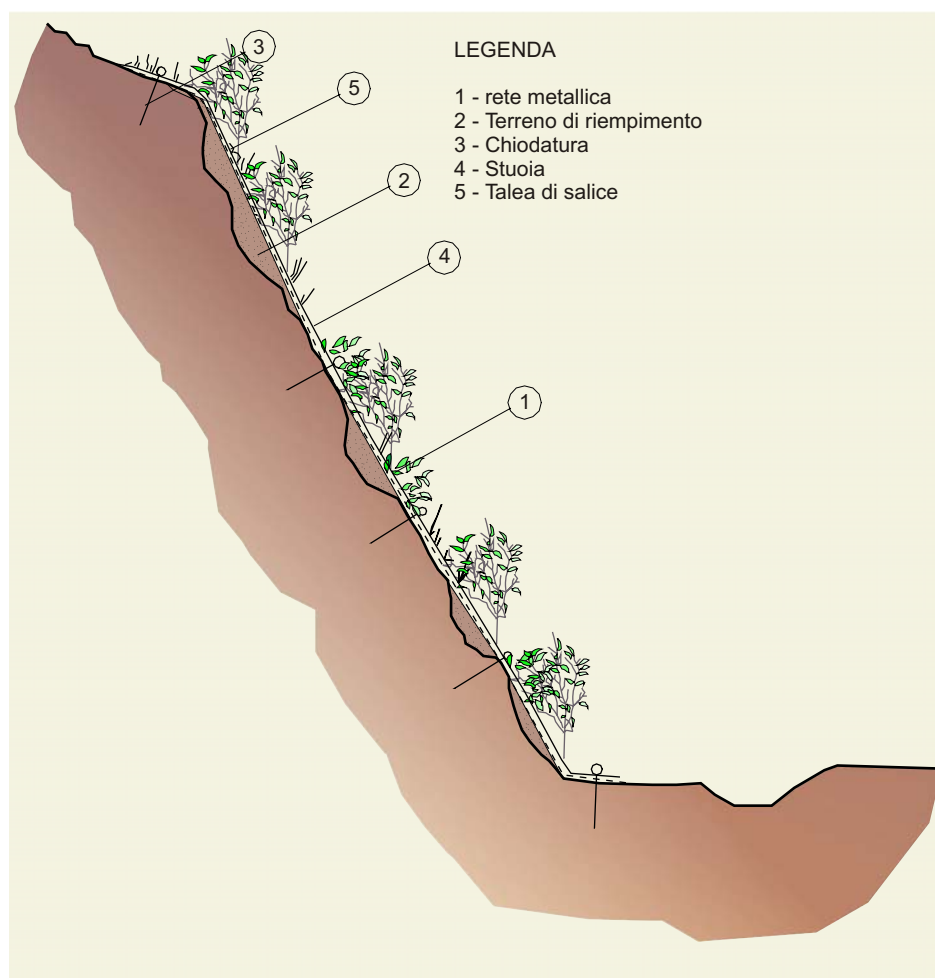
Rivestimento a tasche:

Per inclinazioni superiori a 40-45° e fino a 55-65° e superfici di posa irregolari si possono realizzare dei rivestimenti riportando del terreno tra una rete di contenimento ed il pendio. L'elemento di contenimento sarà costituito da una geostuoia tridimensionale in polipropilene armata con rete metallica a doppia torsione a maglie esagonali realizzata con trafilato d'acciaio protetto con lega eutettica di zinco-alluminio (galfan). La geostuoia armata verrà ancorata con idonee chiodature alla scarpata rocciosa. Successivamente si potranno posare piantine, talee ed effettuare una idrosemina a spessore.

Applicazioni

Questo sistema è utilizzato negli interventi di sistemazione, ripristino ambientale e consolidamento dei pendii e delle scarpate in materiali granulari o roccia, privi di terreno vegetale, e caratterizzati da pendenze molto alte, superiori ai 35° - 40°. I rivestimenti con materassi rinverditi e con tasche vegetative sono impiegati frequentemente negli interventi di risanamento di siti estrattivi degradati, nella protezione e nel rinverdimento di scarpate naturali, come pareti rocciose, o artificiali, come ad esempio scarpate di rilevati ferroviari o stradali.

Consolidamento e rinverdimento vegetale di una parete a forte pendenza. L'intervento è stato realizzato mediante il rivestimento della parete con tasche in rete metallica a doppia torsione, zincata, riempite con idoneo materiale sciolto e terreno vegetale rivestito internamente con georete o geostuoia. L'impianto di talee, cespi ed arbusti radicati e l'idrosemina consente di ottenere un buon risultato dell'intervento.



Applicazione di materassi per la sistemazione dei versanti presso la diga di Ridracoli (Appennino tosco-romagnolo).

