

APAT

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici

“Tecniche di ingegneria naturalistica nei pendii percorsi da incendio”



di Ivan Niosi

Tutor: Dott. Eutizio Vittori

INDICE

	pag
<i>INTRODUZIONE</i>	4
1. IL FUOCO E LA VEGETAZIONE	6
2. LA MANUTENZIONE DEL TERRITORIO NELLE AREE PERCORSE DA INCENDIO	8
2.1 <u>INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO DI INCENDI RIPETUTI</u>	8
2.2 <u>INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO</u>	9
3. TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA	10
3.1 <u>INTERVENTI DI SEMINA E RIVESTIMENTI</u>	11
3.1.1 SEMINA A SPAGLIO	11
3.1.2 SEMINA A PAGLIA E BITUME	12
3.1.3 IDROSEMINA	13
3.1.4 SEMINA A STRATO CON TERRICCIO	15
3.1.5 BIOTESSILE IN JUTA (GEOJUTA)	15
3.2 <u>INTERVENTI STABILIZZANTI</u>	17
3.2.1 MESSA A DIMORA DI TALEE	17
3.1.2 PIANTAGIONE DI ARBUSTI E ALBERI	19
3.1.3 MURO A SECCO RINVERDITO	21
3.1.4 TRAPIANTO DAL SELVATICO DI ZOLLE ERBOSE	21
3.1.5 TRAPIANTO DAL SELVATICO DI INTERE ECOCELLE	22
3.1.6 COPERTURA DIFFUSA CON RAMAGLIA VIVA	23

3.1.7 VIMINATA VIVA	23
3.1.8 FASCINATA VIVA	26
3.1.9 FASCINATA VIVA DRENANTE	29
3.1.10 CORDONATA VIVA	31
3.1.11 GRADONATA VIVA	33
3.1.12 PALIZZATA VIVA	36
 3.3 <u>INTERVENTI COMBINATI DI CONSOLIDAMENTO</u>	 39
3.3.1 GRATA VIVA SU SCARPATA	39
 <i>CONCLUSIONI</i>	 42
 <i>BIBLIOGRAFIA</i>	 45

INTRODUZIONE

L'azione del fuoco produce nell'ambiente naturale effetti complessi e variabili dovuti all'interazione di vari fattori. Le differenze di origine, frequenza e intensità degli incendi, la diversità di struttura e composizione delle comunità forestali e le diverse caratteristiche dei suoli, sono infatti delle variabili che ne determinano la pericolosità. La combustione delle sostanze vegetali con la conseguente scissione nei loro costituenti chimici è un processo molto simile a quello svolto dagli organismi decompositori che svolgono un'azione indispensabile per la continuità del ciclo degli elementi nei processi naturali, tuttavia la decomposizione operata dal fuoco avviene molto più rapidamente, con conseguenze immediate sulle proprietà fisiche e chimiche del suolo, sullo sviluppo di popolazioni animali e vegetali e sulla dinamica successionale.

Gli effetti sul suolo sono la conseguenza dei processi di distruzione della sostanza organica che comportano il rilascio di anidride carbonica e gas azotati nell'atmosfera e l'accumulo nel suolo di minerali più solubili di quelli contenuti nella sostanza organica di provenienza. Questa grande disponibilità di elementi della fertilità facilmente assimilabili può essere considerato una modificazione positiva quando dopo il passaggio del fuoco si hanno popolazioni vegetali in grado di utilizzarli immediatamente, in caso contrario, la solubilità degli elementi favorisce il loro dilavamento con conseguente diminuzione della fertilità del suolo, già ridotta dalla volatilizzazione dell'azoto verificatasi durante l'incendio.

Oltre alla diminuzione della fertilità avviene anche un mutamento della capacità di regimazione idrica del suolo. La distruzione di soprassuoli, lettiera e humus comporta infatti l'esposizione del suolo a precipitazioni non regimate dall'intercettazione, nello stesso tempo il riscaldamento dei primi centimetri di terreno minerale, ove con fuochi intensi si raggiungono i 100°C, altera o distrugge l'aggregazione delle particelle del suolo causando una perdita di struttura ed una diminuita capacità di infiltrazione dell'acqua che, potendo esplicare tutta la sua azione erosiva, diminuisce la profondità

dei terreni fino ad arrivare, in alcuni casi, a mettere a nudo gli strati rocciosi ed a determinare un ambiente edafico estremamente sfavorevole ad un nuovo insediamento della vegetazione. Si viene così a creare una situazione di degrado che risulta particolarmente grave nelle zone, come quelle del bacino del mediterraneo, in cui si hanno terreni poco profondi, morfologie declivi, ed un regime pluviometrico caratterizzato da piogge intense e concentrate in brevi periodi.

1. IL FUOCO E LA VEGETAZIONE

Il fuoco è un componente naturale dell'ecosistema mediterraneo ed ha avuto un ruolo fondamentale nella determinazione dell'attuale paesaggio vegetale, che è il risultato di una evoluzione ove la pressione antropica con l'incendio e l'agricoltura, hanno determinato una riduzione delle aree boscate così da ottenere aree per il pascolo.

La resilienza della vegetazione, che rappresenta la capacità di ritornare alle condizioni iniziali a seguito degli incendi, varia in funzione delle forme biologiche presenti e del tipo di riproduzione dopo il fuoco. Le specie legnose sempreverdi della macchia e della lecceta hanno, in genere, capacità di ripresa vegetativa tramite l'emissione di polloni dagli organi ipogei non bruciati e producono pochi semi. Le specie con capacità di ripresa vegetativa posseggono poi un sistema radicale più sviluppato che garantisce un miglior consolidamento del suolo.

Le conifere sono, in genere, specie con rigenerazione gamica, producono moltissimi semi, e non hanno capacità di ripresa vegetativa, tuttavia in alcuni casi hanno sviluppato delle forme di adattamento che consentono l'insediamento della nuova generazione. Il Pino D'Aleppo ad esempio possiede degli strobili la cui apertura è possibile solo con le alte temperature le quali distruggono il rivestimento di resina del cono permettendo alle scaglie di aprirsi e rilasciare i semi. Nel bacino del Mediterraneo l'evoluzione delle fitocenosi in presenza del fuoco ha premiato le specie sempreverdi con capacità di riproduzione vegetativa (leccio, fillirea, lentisco alaterno, etc.) rispetto alle specie sempreverdi a riproduzione da seme (pini, cisti). Ne risulta una miglior efficienza della macchia e della lecceta nel recupero della vegetazione e nella difesa del suolo rispetto al bosco di conifere.

La resilienza della vegetazione mediterranea nella capacità di ricostituire l'assetto vegetazionale preesistente l'incendio, trova però un limite nella frequenza degli incendi. Gli incendi ripetuti alterano la vegetazione mantenendola negli stadi pionieri e causano l'impoverimento del suolo e l'erosione. Tale degradazione irreversibile comporta la

distruzione della foresta sempreverde mediterranea e la comparsa di una gariga a cisti ed eriche. Il degrado del suolo può essere talmente avanzato che, anche cessando l'impatto, il recupero della vegetazione verso le forme più evolute è impossibile.

2. LA MANUTENZIONE DEL TERRITORIO NELLE AREE PERCORSE DA INCENDIO

Data la grande capacità di recupero spontaneo delle fitocenosi mediterranee va valutata sempre l'ipotesi del non intervento, come peraltro previsto dalla "Legge quadro in materia di incendi boschivi" del 21.11.2000, secondo cui "le zone boscate ed i pascoli i cui soprassuoli siano stati percorsi dal fuoco non possono avere una destinazione diversa da quella preesistente all'incendio per almeno quindici anni.....Sono vietate per cinque anni le attività di rimboschimento e di ingegneria ambientale....salvo specifica autorizzazione concessa dal Ministro dell'ambiente, per le aree naturali protette statali, o dalla regione competente, negli altri casi, per documentate situazioni di dissesto idrogeologico e nelle situazioni in cui sia urgente un intervento per la tutela di particolari valori ambientali e paesaggistici. Sono altresì vietati per dieci anni il pascolo e la caccia."

Uno studio da parte di un tecnico qualificato dovrà dunque verificare in funzione della tipologia vegetazionale preesistente, delle forme biologiche dominanti e del tipo di capacità riproduttiva, il dinamismo vegetazionale in atto e l'eventuale necessità di un intervento per la difesa del suolo. Una volta appurata la necessità dell'intervento le attività comprenderanno:

2.1 Interventi per la riduzione del rischio di incendi ripetuti

Dal momento che i fenomeni principali di degrado sono legati agli incendi ripetuti, per evitarli andranno previsti pulizie del terreno delle specie bruciate per allontanare il materiale combustibile che aumenta il rischio di incendi; realizzazione di tracciati tagliafuoco, di torri di avvistamento, situazioni naturali di interruzione al fuoco quali prati o colture erbacee.

2.2 Interventi per la riduzione del rischio idrogeologico

Devono essere effettuati solo nelle situazioni più degradate e comprendono: la cura della protezione antierosiva superficiale con l'inerbimento ed il cespugliamento di specie autoctone o favorendo lo sviluppo delle pirofite presenti. Nel caso di incendi in rimboschimenti di conifere, a seguito di analisi della serie dinamica della vegetazione autoctona, è opportuno favorire la reintroduzione delle latifoglie autoctone a partire dagli stadi pionieri. Per evitare l'erosione diffusa dei suoli sono da considerare anche sistemazioni del drenaggio superficiale e piccole sistemazioni idraulico forestali, impiegando le tecniche dell'ingegneria naturalistica.

3. TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

L'ingegneria naturalistica è una disciplina tecnica che utilizza le piante vive negli interventi antierosivo e di consolidamento in genere in abbinamento con altri materiali (paglia, legno, pietrame, reti, biostuoie ecc.).

I campi di applicazione sono vari e spaziano dai problemi classici di erosione dei versanti, dalle frane, dalle sistemazioni idrauliche in zone montane, a quelli del reinserimento ambientale delle infrastrutture (scarpate stradali e ferroviarie), delle cave discariche, delle sponde di corsi d'acqua, a quelli dei semplici interventi di rinaturalizzazione e ricostruzione di elementi delle reti ecologiche.

Le finalità degli interventi di ingegneria naturalistica sono principalmente quattro:

- ***Tecnico-funzionali***, come ad esempio gli interventi antierosivi e di consolidamento.
- ***Naturalistiche***, in quanto non semplice copertura a verde ma ricostruzione di ecosistemi paraturali mediante l'impiego di specie autoctone.
- ***Paesaggistiche***, di ricucitura al paesaggio circostante.
- ***Economiche***, in quanto strutture competitive ed alternative ad opere tradizionali.

Le tecniche più importanti comprendono interventi di semina e rivestimenti, stabilizzanti e combinati di consolidamento.

3.1. Interventi di semina e rivestimenti

Si tratta di interventi antierosivi di rivestimento, utilizzati sia come singoli interventi che in abbinamento ad opere di consolidamento e stabilizzazione superficiale che devono essere effettuati solo in casi di forti erosioni al pendio.

3.1.1 Semina a spaglio

Consiste nel rivestimento delle superfici mediante lo spargimento manuale a spaglio di una miscela di sementi e di eventuali concimanti organici e/o inorganici.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali della stazione (in genere valgono quantità da 30 a 60 g/m²).



3.1.2 Semina a paglia e bitume

Utilizzata nei casi di superfici povere di sostanza organica consiste nello spargimento manuale di paglia a fibra lunga a formare uno strato continuo di 2-4 cm di spessore.



Successivamente seguono una semina a spaglio, con miscela di specie idonea alle condizioni locali, lo spargimento di concimanti organici ed inorganici e la bitumatura a freddo mediante soluzione idrobituminosa spruzzata a pressione così da formare una pellicola protettiva e di fissaggio per paglia e semi.

3.1.3 Idrosemina

Con il termine di idrosemina si intende la tecnica di inerbimento mediante spargimento di una miscela in soluzione acquosa di sementi, concimi e leganti, effettuata con una macchina specializzata detta idroseminatrice. Più in particolare la miscela contiene: sementi (reperiti anche in loco) , un collante, necessario per il fissaggio dei semi e la creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno così da non impedire la crescita e favorire il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo, del concime organico e/o inorganico, acqua ed altri ammendanti e inoculi.



La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, podologiche (in genere si prevedono 30-40 g/m²). La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

Un altro tipo di idrosemina è quello a **spessore**, del tutto simile all'idrosemina tranne che per presenza nella miscela del mulch, ovvero di fibra organica (paglia, torba bionda,

torba scura, cellulosa, sfarinati, ecc.) in quantità opportune (in genere 200-500 g/m²) che vengono suddivise in due o più passate.

Separatamente o in aggiunta ai miscugli di semi di piante erbacee di cui ai punti precedenti, potranno essere inseriti nelle idrosemine anche semi di specie legnose in genere arbustive ove le condizioni di intervento siano difficilmente accessibili ad una normale piantagione e consentano la germinazione e la crescita delle stesse.

La semente costituita da semi grossi, come le ghiande o le nocciole, deve essere eventualmente eseguita in distinte fasi lavorative, possibilmente a mano.

Dovranno essere impiegate specie autoctone di provenienza locale raccolte dal selvatico.

3.1.4 Semina a strato con terriccio

Consiste nel rivestimento di substrati minerali privi di copertura organica, strutture in terra rinforzata o rivestimenti vegetativi con georeti tridimensionali e reti metalliche, su pendenze sino al verticale, mediante la spruzzata di una miscela di terriccio artificiale composto da: terriccio a matrice sabbiosa, composti a fibra organica, carbonati e silicati, minerali argillosi, polimeri ritentori idrici, fertilizzanti e concimanti organici, collanti e miscela di sementi in quantità minima di 50 g/m².

La composizione del terriccio come quella della miscela e la quantità per metro quadro vanno stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento. La spruzzata del composto dovrà avvenire in una o più fasi mediante una macchina a pressione, previa miscelazione dei componenti e con un sistema di pompaggio che mantenga l'integrità delle sementi.

3.1.5 Biotessile in juta (geojuta)

Rivestimento mediante stesura di un biotessile biodegradabile in juta, a maglia aperta di minimo 1x1 cm fissato mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro o in legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della stuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Tali rivestimenti devono essere sempre abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive

autoctone, corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.



In alternativa alla geojuta può essere usata una biostuoia in paglia montata su un supporto in rete biodegradabile di maglia minima 1x1 cm o su carta cucita con filo sintetico biodegradabile o in fibra vegetale.

3.2. Interventi stabilizzanti

3.2.1 Messa a dimora di talee

- a) salici
- b) tamerici
- c) altre specie

Con questo tipo di intervento si mira al consolidamento dei pendii tramite l'impiego di specie legnose con buona capacità di moltiplicazione vegetativa per talea. Il materiale va prelevato dal selvatico di due o più anni di età, deve avere diametro da 1 a 5 cm (la capacità di radicazione aumenta con l'età e con il diametro della talea, talee più grosse hanno maggiore capacità di crescita) e lunghezza minima di 50 cm.. La messa a dimora deve essere effettuata nel verso di crescita previo taglio a punta e con disposizione perpendicolare o leggermente inclinata (verticale) rispetto al piano di scarpata. Le talee verranno infisse a mazza di legno o con copritesta in legno e dovranno sporgere al massimo per un quarto della loro lunghezza adottando, nel caso, un taglio netto di potatura dopo l'infissione.

La densità di impianto dovrà essere di $2 \div 10$ talee per m^2 a seconda delle necessità di consolidamento. Le talee dovranno essere prelevate e trasportate in modo da conservare le proprietà vegetative adottando i provvedimenti cautelativi in funzione delle condizioni climatiche e dei tempi di cantiere.

La messa a dimora dovrà essere effettuata di preferenza nel periodo invernale (durante il riposo vegetativo) e a seconda delle condizioni stagionali anche in altri periodi.

Messa a dimora di talee

ORTOGONALE AI PENDIO

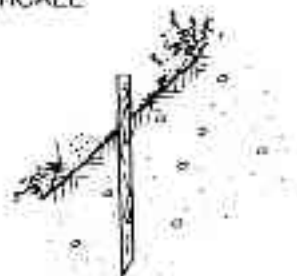


ALL'IMPIANTO

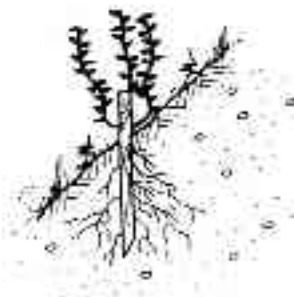


DOPO SEI MESI

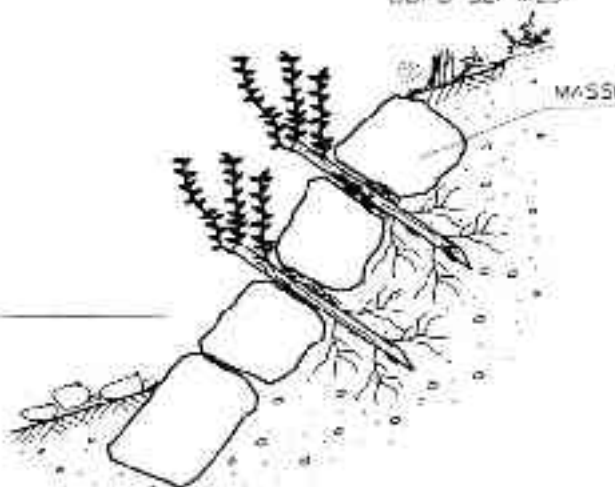
VERTICALE



ALL'IMPIANTO



DOPO SEI MESI



NELLE FESSURE TRA IL PIETrame

3.2.2 Piantagione di arbusti e alberi

- a) a radice nuda
- b) in zolla
- c) in contenitore
- d) in fitocella

Consiste nella fornitura e messa a dimora di arbusti o alberi autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni $3 \div 20 \text{ m}^2$ con altezza minima compresa tra 0,30 e 1,20 m per gli arbusti e ogni $5 \div 30 \text{ m}^2$, con altezza minima compresa tra 0,50 e 1,50 m per gli alberi, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda o dimensioni doppie nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra.

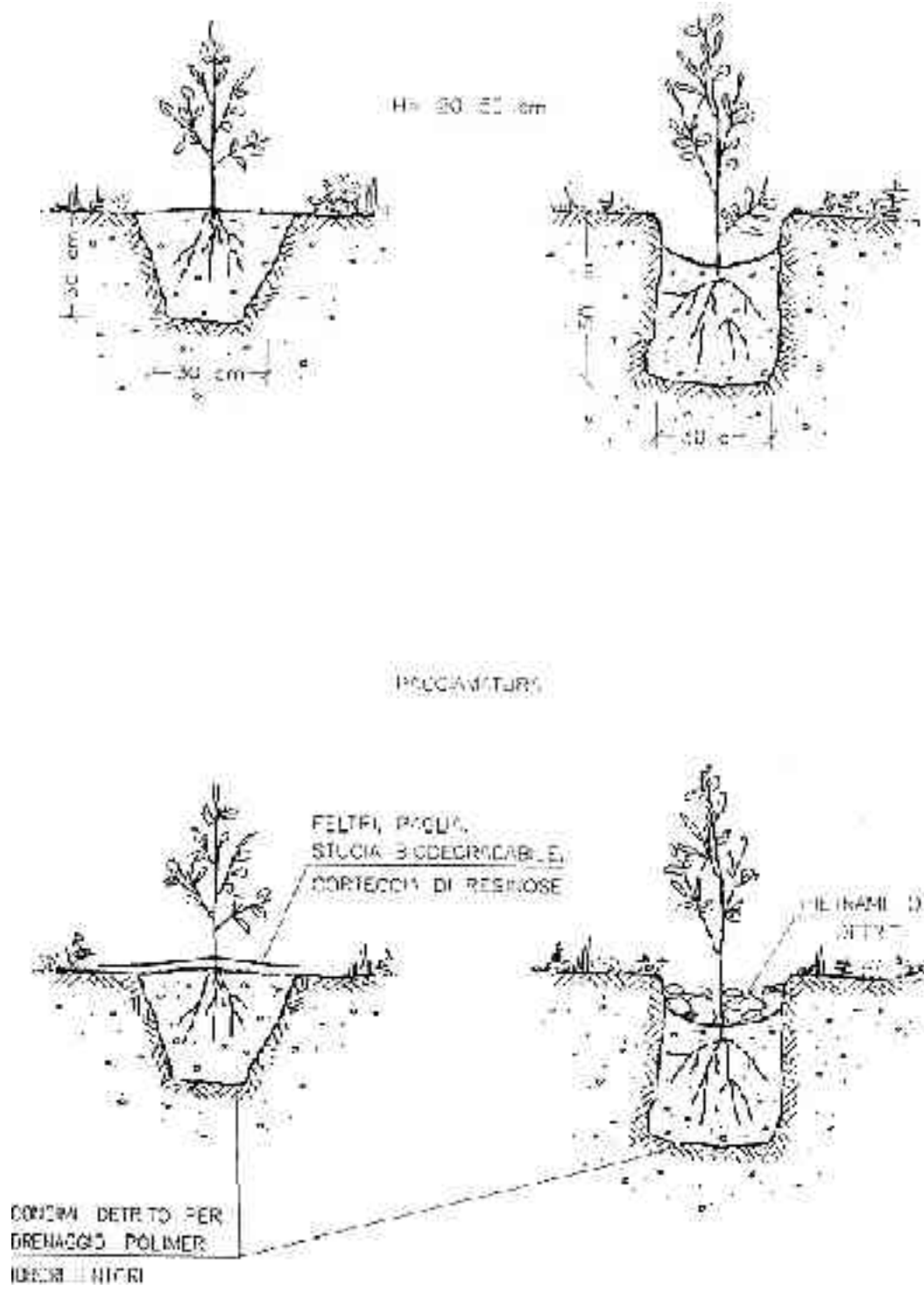
In fase di scavo deve essere asportato il materiale detritico grossolano, successivamente la piantina va posta a dimora nella buca quindi si può procedere al riempimento della buca con il materiale di risulta dello scavo provvedendo al compattamento del terreno.

Il lavoro può essere completato con la posa di pacciamanti (feltri, paglia, corteccia di resinose, pietrame) e di ritenitori idrici (polimeri) in caso di siccità estiva prolungata.

La pacciamatura ha lo scopo di evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee vicine.

Le piante a radice nuda potranno essere trapiantate solo durante il periodo di riposo vegetativo, mentre per quelle in zolla, contenitore o fitocella il trapianto potrà essere effettuato anche in altri periodi tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

Piantazione di arbusti e alberi



3.2.3 Muro a secco rinverdito

Formazione di muratura a secco con pietrame squadrato al grezzo con inserimento durante la costruzione di ramaglia viva (sino a 10 pezzi/m²), o piante legnose radicate (2-5 pezzi/ m²) o zolle erbose. I rami non dovranno sporgere più di 30 cm dal muro nell'aria, per evitare disseccamenti, e in tal senso dovranno essere potati dopo la posa in opera.

Le fughe tra i massi andranno intasate con terreno vegetale o almeno materiale fine tale da rendere possibile l'attecchimento delle piante.

La costruzione potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo, la presenza della vegetazione oltre a consolidare nel tempo la struttura, consentirà di ottenere un maggior drenaggio del terreno retrostante. Date le condizioni particolari è prevista una fallanza del 30-40%.

3.2.4 Trapianto dal selvatico di zolle erbose

Rivestimento protettivo di scarpate mediante trapianto di zolle erbose di prato polifita naturale di stadio vegetazionale simile a quello potenziale della scarpata. Le zolle verranno ritagliate, previo sfalcio dal prato esistente, in quadrati di 40x40 cm a spessore minimo di 5 cm; verranno utilizzate le superfici destinate comunque a distruzione (es. tracciato stradale) prima dell'intervento di spianamento e scotico.

Il trapianto potrà essere eseguito durante il periodo vegetativo.

La disposizione sul pendio avverrà a scacchiera o a strisce avendo cura di riempire gli interstizi con terreno vegetale e seminare il tutto. Le zolle verranno fissate con picchetti di ferro da 30 a 40 cm (uno ogni 4-5 zolle) e, in caso di sollecitazioni particolari, con reti metalliche o sintetiche.

3.2.5 Trapianto dal selvatico di intere ecocelle

Trapianto di intere porzioni di vegetazione autoctona di 0,5-1 m², con il terreno compenetrato dalle radici. Attraverso lo spostamento di un'intera comunità vivente si possono creare delle isole verdi in aree prive di vegetazione; da questi punti isolati (ecocelle) partirà il processo di colonizzazione dell'area. Il principale vantaggio di questo tipo di intervento sta nel fatto che si trapiantano contemporaneamente la comunità vegetale - costituita da piante erbacee, suffrutici e arbusti singoli o a cespito - la pedofauna ed i microrganismi del terreno (funghi e batteri) così importanti nei processi di decomposizione e di mineralizzazione della sostanza organica.

Il prelievo ed il trasporto verranno eseguiti a macchina e la collocazione in aree a ciò predisposte dovrà avvenire il più rapidamente possibile. L'attecchimento migliore si avrà durante lo stadio di riposo vegetativo.

Il trapianto di ecocelle va effettuato in concomitanza di scavi, ad esempio minerari, che prevedono vaste superfici di scotico ed altrettante di ripristino. Le porzioni di scarpata tra le ecocelle verranno ricoperte di terreno vegetale che verrà seminato con miscele normali, in attesa della ricolonizzazione da parte delle specie autoctone sia vegetali che animali contenute nelle ecocelle stesse.

3.2.6 Copertura diffusa con ramaglia viva

Consiste nel rivestimento mediante copertura di ramaglia viva con capacità di propagazione vegetativa (Salici, Tamerici, Myricaria, Ligustrum). La densità sarà di 20-50 verghe o rami per metro aventi lunghezza minima di 150 cm, previa posa di paletti di castagno o di larice infissi per almeno 60 cm e sporgenti per 20 cm a file distanti 1 m.

La ramaglia verrà fissata ai paletti tramite filo di ferro, talee trasversali, fascine o graticciate e ricoperta con uno sottile strato di terreno vegetale. Il periodo migliore di esecuzione è il tardo autunno.

3.2.7 Viminata viva

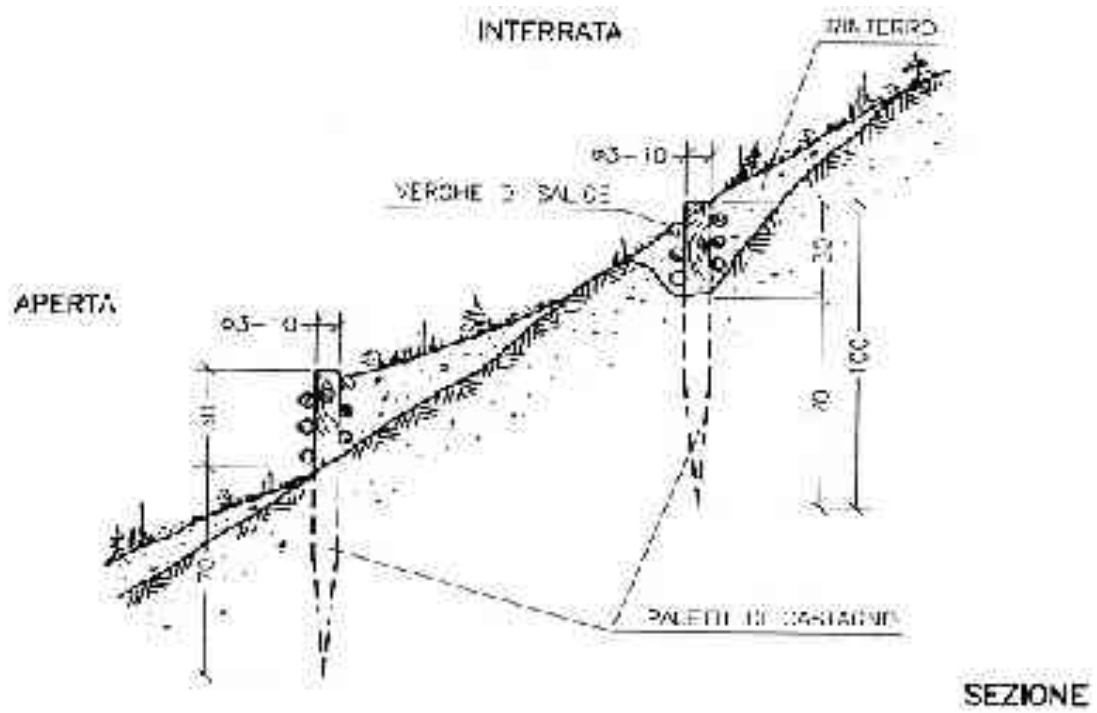
- a) Viminata viva
- b) Viminata viva con disposizione romboidale
- c) Viminata viva seminterrata

Si tratta di una stabilizzazione di versante mediante viminata formata da paletti di legno (larice, castagno, ecc.) o di ferro, di lunghezza $80 \div 100$ cm infissi nel terreno alla distanza di $1 \div 3$ m uno dall'altro, intervallati ogni 30 cm, da talee vive collegate da verghe di salice vivo o altra specie legnosa con capacità di propagazione vegetativa, intrecciate sui paletti principali e secondari e legate con filo di ferro per un'altezza di $15 \div 25$ cm fuori terra ed una parte interrata di almeno 10 cm (l'infossamento ed il contatto con il terreno consentono il migliore attecchimento e radicazione delle piante).

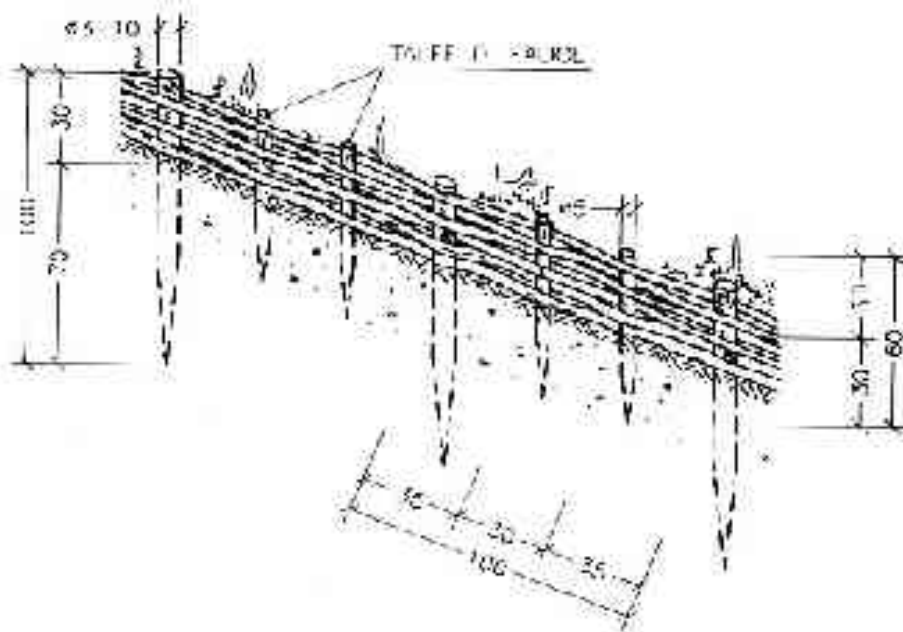
Le viminate verranno disposte sui pendii a file parallele distanti da 1,2 a 2 m. Delle varianti sono costituite da file diagonali a formare rombi o quadrati che aumentano la capacità antierosiva e dalla disposizione seminterrata in solchetti di 20 cm circa così da aumentare la percentuale di attecchimento in substrati aridi e l'effetto antiruscellamento.

La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

Viminata viva



Viminata viva



VISTA

3.2.8 Fascinata viva

- a) Fascinata viva
- b) Fascinata viva con piantine

Si tratta di una stabilizzazione di pendio su pendenze massime di 30°- 35° con necessità di drenaggio superficiale mediante fascinate vive formate da rami. Le modalità di esecuzione comprendono lo scavo di un fosso di 0,3 ÷ 0,5 m di larghezza ed uguale profondità e la posa nei solchi di fascine di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici, ecc.), composte da 5-6 verghe di ø minimo 1 cm e fissaggio con paletti di legno infilati attraverso la fascina (Kraebel) o a valle di essa (Hoffmann), legati con filo di ferro, il tutto ricoperto con un sottile strato di terreno. Le file di fascine saranno orizzontali (con funzione di immagazzinamento dell'acqua) o avranno opportuna inclinazione (per aumentare la funzione di deflusso laterale) e disteranno 1,5 ÷ 2 m l'una dall'altra.

Nella variante con piantine le fascinate potranno essere abbinate a piantagioni di idonee specie arbustive avendo cura di tracciare solchi più larghi che vengono riempiti, una volta deposta la fascina, con terreno vegetale.

La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

SECONDO HOFMANN

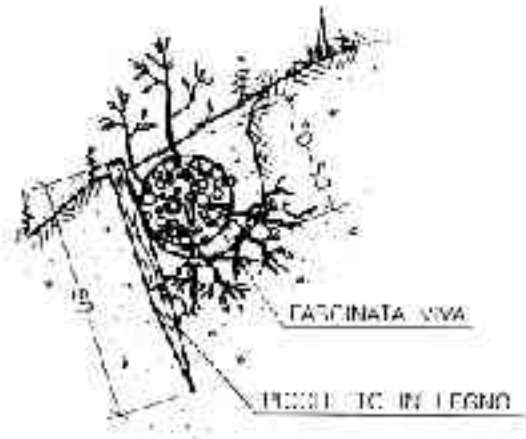
SECONDO KRAEBEL



FASCINATA VIVA E PIANTINA

SEZ ONE

Fascinata viva

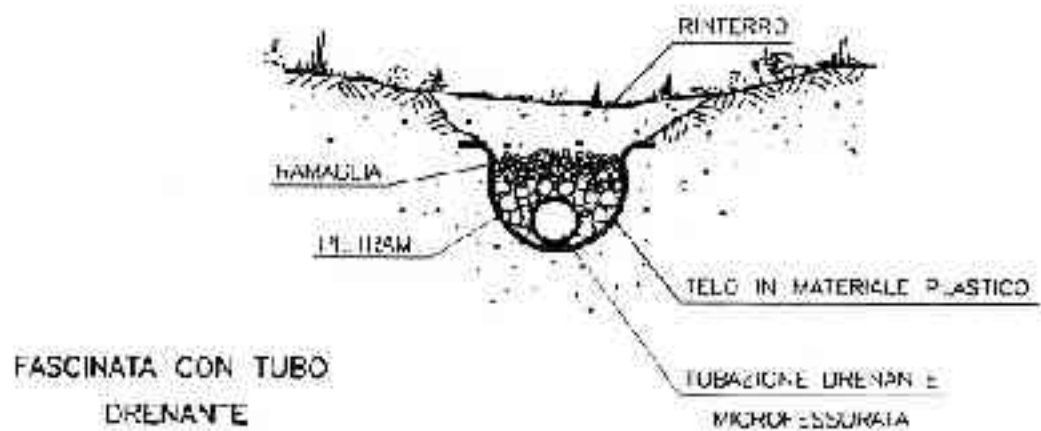
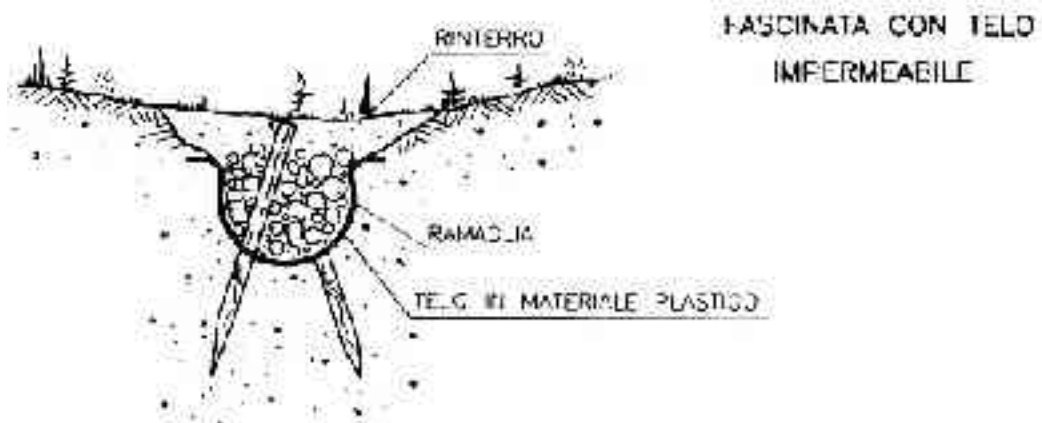


3.2.9 Fascinata viva drenante

Costituzione di drenaggi con fascine disposti lungo il percorso più breve che seguirebbe l'acqua percorrendo il pendio con eventuali diramazioni laterali per un prosciugamento diffuso. Le fascine saranno formate da verghe o rami di piante legnose lunghi 1-1,5 m con capacità di propagazione vegetativa, anche in combinazione con ramaglia "morta" (ma non disseccata), che viene posta nella parte bassa a contatto con il terreno. Si costituiscono così delle fascine continue di $\varnothing 0,20 \div 0,60$ m, legate con filo di ferro e fissate in solchi di drenaggio predisposti lungo il pendio mediante paletti di legno con lo scopo di evitare lo scivolamento verso valle dei rotoli di ramaglia. In casi che richiedono una maggiore durata dell'opera ed al fine di scongiurare un approfondimento della buca per erosione sul fondo, si possono utilizzare dei teli di materiale plastico da porre sul fondo della buca stessa. Per drenaggi di acque che si trovano ad una profondità maggiore di 30 - 40 cm, verrà scavato un fosso ad opportuna profondità riempito con pietrisco drenante, eventualmente concomitante con un tubo di drenaggio, per uno spessore di $20 \div 60$ cm, sormontato a sua volta da una fascinata viva che raggiunge la superficie. La crescita della vegetazione incrementerà le funzioni di emungimento grazie alla capacità di traspirazione delle piante. I fossi drenanti con fascinate andranno collegati ai collettori di sgrondo.

La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

Fascinata viva drenante



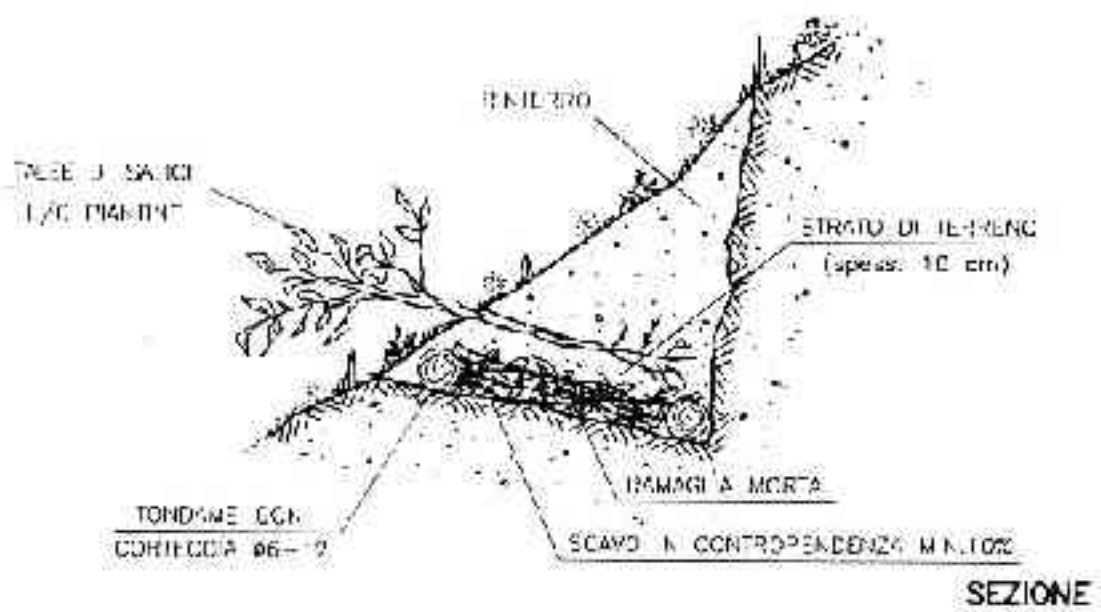
3.2.10 Cordonata viva

Stabilizzazione di pendii anche molto ripidi e su terreni instabili mediante la formazione di banchine o terrazzamenti ad L orizzontali di larghezza minima di 35 - 50 cm, con leggera contropendenza (minimo 10°) distanti circa 2 - 3 m l'uno dall'altro, su cui si dispone longitudinalmente dello stangame preferibilmente di resinosa o di castagno con corteccia di $\varnothing 6 \div 12$ cm, su due file parallele, una verso l'esterno fissata con picchetti in legno, successivamente si procede alla stesura di un letto di ramaglia in preferenza di conifere sul fondo dello scavo, quindi avviene la ricopertura con uno strato di terreno di circa 10 cm e infine si ha la collocazione a dimora di talee di salice (o di un'altra specie legnosa con capacità di riproduzione vegetativa) in ragione di 10 \div 25 talee per metro, sporgenti verso l'esterno del pendio per almeno 10 - 20 cm. Il lavoro è ultimato con la ricopertura del terreno proveniente dallo scavo superiore.

La messa in opera della cordonata potrà avvenire soltanto durante il periodo di riposo vegetativo.

Cordonata viva

CORDONATA secondo PRAXL



3.2.11 Gradonata viva

- a) con ramaglia viva di salici, tamerici, ecc.
- b) con latifoglie radicate
- c) mista
- d) su rilevato
- e) rinforzata

Consiste nella stabilizzazione di pendii mediante scavo di gradoni o terrazzamenti con profondità in genere di $0,5 \div 1$ m con pendenza verso l'interno di 5° - 10° , contropendenza trasversale di almeno 10° e realizzazione di file parallele dal basso verso l'alto, riempiendo la gradonata inferiore con il materiale di scavo di quella superiore. A questo punto si procede con le seguenti modalità alternative:

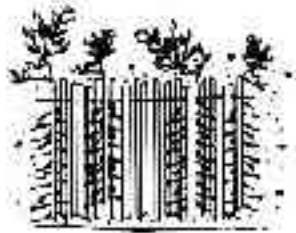
- a): la messa a dimora in appoggio al gradone di ramaglia (talee) con tutte le ramificazioni di piante legnose con capacità di riproduzione vegetativa (Salici, Tamerici, ecc.) disposta in modo incrociato alternando le diverse specie e i diversi diametri (età) dei rami. I rami devono sporgere per almeno $1/4$ della loro lunghezza e gli interstizi tra i rami devono essere accuratamente intasati di terreno per evitare eccessive circolazioni di aria e disseccamento.
- b): la messa a dimora in appoggio al gradone di piante radicate di latifoglie resistenti all'inghiaimento e in grado di formare radici avventizie, di 2 - 3 anni ed aggiunta di terreno vegetale o paglia per il miglioramento delle condizioni di crescita. Le piante dovranno sporgere per almeno $1/3$ della loro lunghezza.
- c): la formazione file alterne di gradonate con ramaglia e gradonate con piantine radicate con le modalità di cui alle varianti a) e b).
- d): la messa a dimora della ramaglia viva avviene durante la costruzione a strati dei rilevati (ad esempio stradali, ferroviari o arginali). La ramaglia (10 - 30 rami per metro)

viene appoggiata sul ciglio del rilevato, può avere lunghezza di 2 o più metri e viene ricoperta dallo strato successivo del rilevato. Indipendentemente dalla lunghezza i rami non dovranno sporgere più di 25 cm dal terreno. L'insieme funge anche da terra rinforzata aumentando la stabilità del rilevato.

e): l'utilizzo di un rinforzo con una striscia di carta catramata (od altro materiale sintetico) a rivestire orizzontalmente la parte esterna del gradone per circa 30 cm.

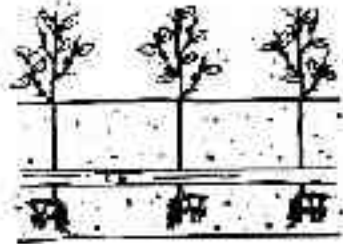
Gradonata viva

GRADONATA CON TALEE

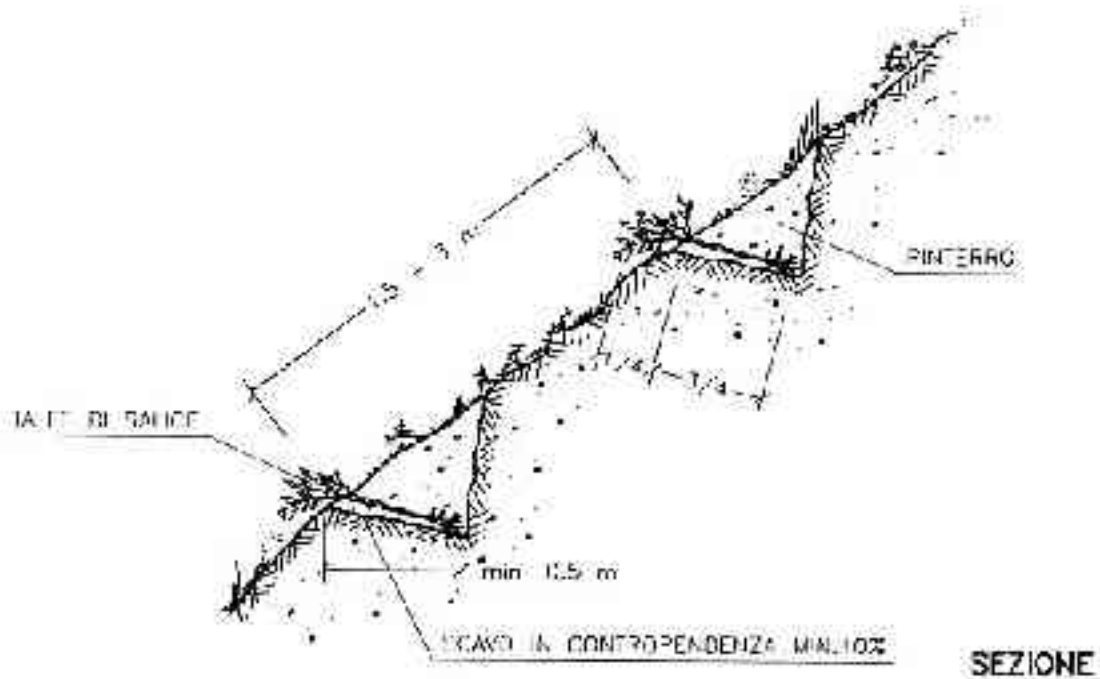


0-5 14 17-1

GRADONATA CON PANTINE


$$1-5 \approx 2 \ln T H E_f^2 m$$

GRADONATA CON TALLI (SISTEMA SIEPE-CESPUGLIO)

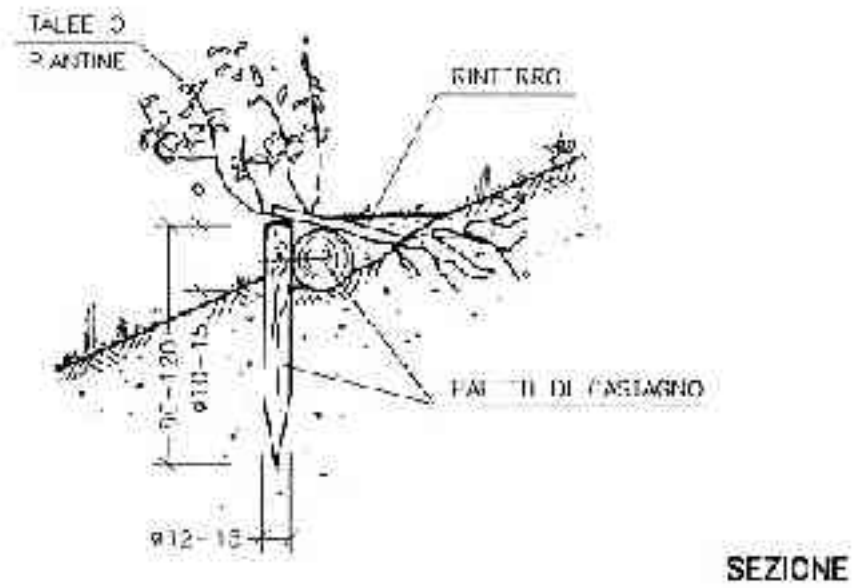


3.2.12 Palizzata viva

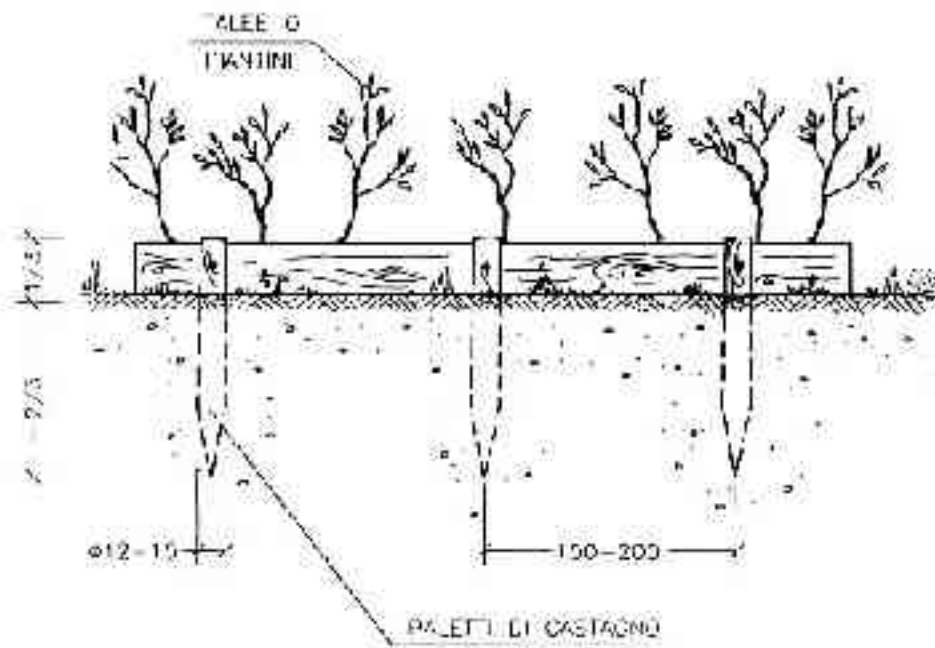
Intervento per la stabilizzazione di scarpate consistente nella realizzazione di strutture in legname in terreni soffici ed a granulometria fine (limo, argilla, sabbia) mediante infissione nel terreno uno accanto all'altro, per 1/3 della loro lunghezza, di pali vivi di specie legnose dotate di capacità vegetativa, di \varnothing minimo 5 cm, appuntiti in basso e tagliati diritti in alto, rispettando il verso di crescita.

I pali vivi verranno legati con filo di ferro \varnothing minimo di 2 mm ad un tronco trasversale, bene ammorsato nelle pareti laterali del fosso. A monte della struttura si ricaverà un piccolo gradone in cui verranno poste a dimora talee o piantine, provvedendo al successivo e accurato rinterro.

Palizzata viva



Palizzata viva



VISTA



3.3 Interventi combinati di consolidamento

3.3.1 Grata viva su scarpata

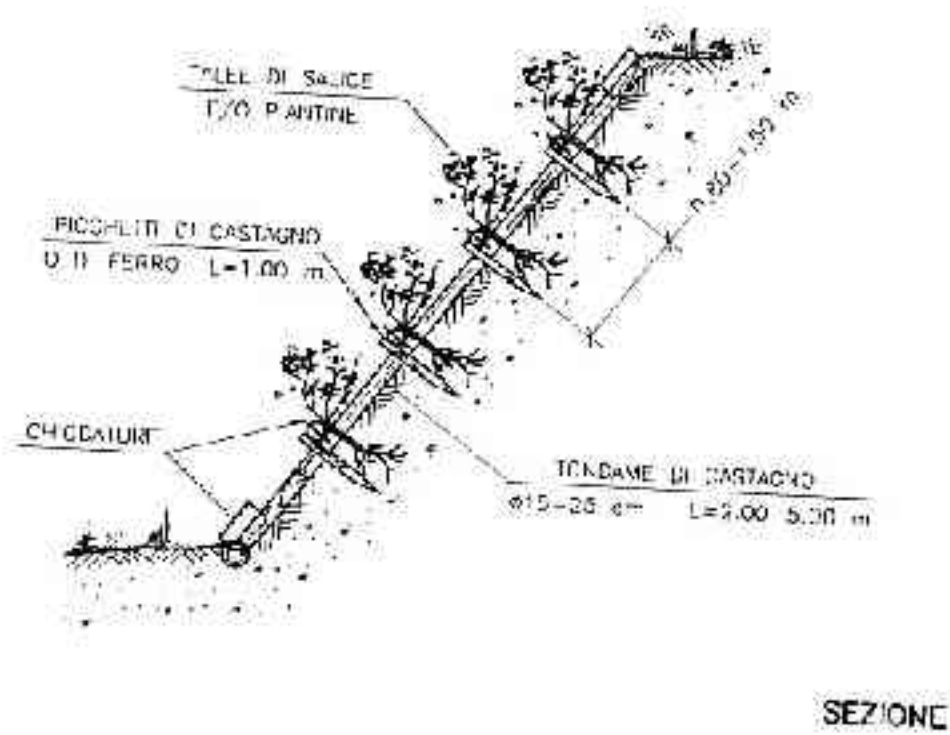
- a) semplice
- b) doppia

Sostegno di scarpate e versanti in erosione molto ripidi con substrato compatto (che non deve essere smosso) mediante grata in tondame di larice, di un'altra resinosa o di castagno di \varnothing 20 - 40 cm e lunghezza 2 - 5 m, fondata su un solco in terreno stabile o previa collocazione di un tronco longitudinale di base, con gli elementi verticali distanti 1 - 2 m e quelli orizzontali, chiodati ai primi, distanti da 0,40 a 1,00 m a seconda dell'inclinazione del pendio (in genere si lavora su pendenze di $45^\circ \div 55^\circ$); fissaggio della grata al substrato mediante picchetti di legno di \varnothing 8 - 10 cm e lunghezza 1 m, e riempimento con terreno locale alternato a talee e ramaglia disposta a strati, in appoggio alle aste orizzontali. L'intera superficie verrà anche seminata e in genere piantata con arbusti autoctoni.

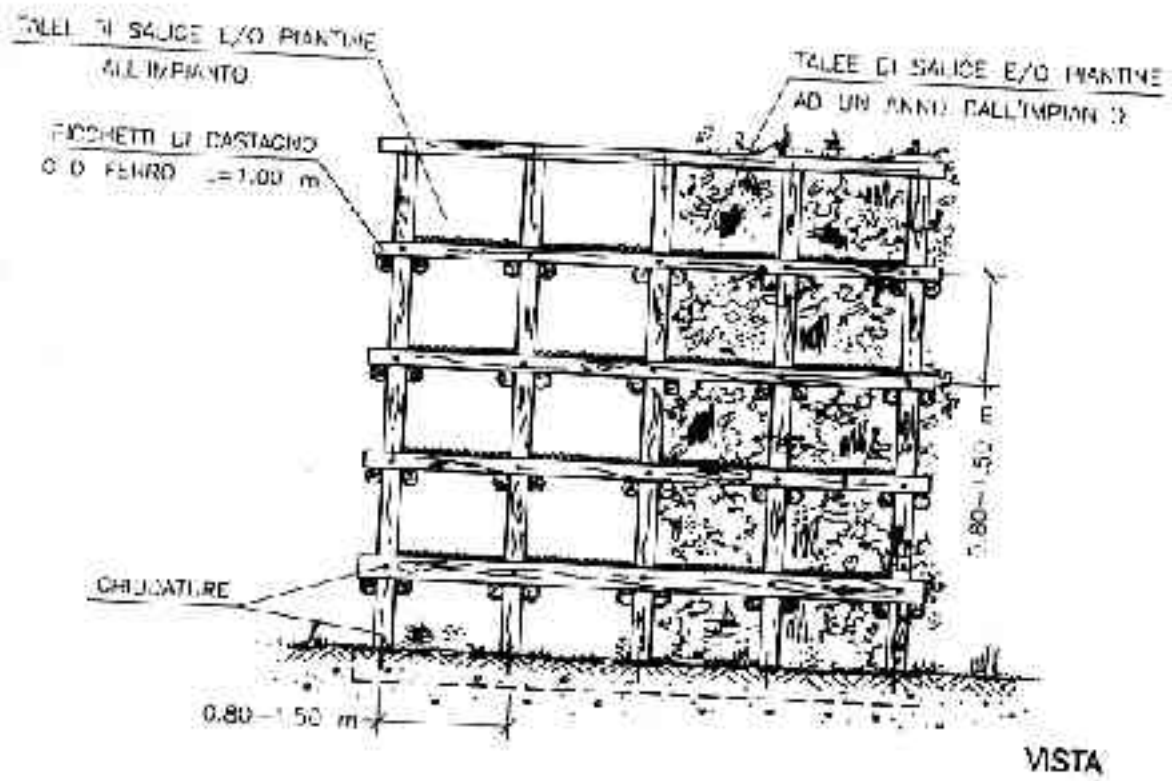
La grata può essere semplice o doppia a seconda delle profondità e forma dello scoscendimento. La radicazione delle piante si sostituirà nel tempo alla funzione di consolidamento della struttura in legname.

L'altezza massima possibile per le grate vive non supera in genere i 15 - 20 m.

Grata viva



Grata viva



CONCLUSIONI

In conclusione possiamo dire che gli interventi per la riduzione del rischio idrogeologico devono essere effettuati solo nelle situazioni più degradate e dovranno comprendere la cura della protezione antierosiva superficiale mediante l'inerbimento ed il cespugliamento di specie autoctone oltre a sistemazioni del drenaggio superficiale e piccole sistemazioni idraulico forestali.

Tutti gli interventi di **semina ed idrosemina** (unitamente ad altri sistemi di inerbimento come ad esempio l'uso di zolle erbose) sono interventi di rivestimento, che mirano a fornire al terreno una rapida protezione dall'erosione idrica ed eolica, costituiscono la fase primaria per avviare la ricostituzione della copertura vegetale, contribuiscono a consolidare il suolo e riducono l'impatto sul paesaggio. L'idrosemina in particolare nasce quale risposta all'inerbimento su scarpate o versanti ad elevata pendenza, ma viene utilizzata anche per superfici a pendenza ridotta, visto l'elevato rendimento. Dati i ridotti costi di applicazione l'idrosemina ha ormai quasi del tutto sostituito la semina a mano, utilizzata solo per l'inerbimento di piccole superfici (500-1000 m²). I limiti di applicazione sono legati alla presenza di substrati terrosi incoerenti o dilavati, in questi casi è opportuno eseguire l'idrosemina in combinazione con reti, stuoie, fieno e paglia che proteggono il terreno dall'azione erosiva di vento e pioggia, migliorando anche l'equilibrio idrico e termico del suolo (minore evaporazione e maggiore ritenuta di umidità, trattenuta di calore).

Le **fascinate** vengono utilizzate per scarpate con pendenza non eccessiva (30°-35°) su substrati terrosi e morbidi e a seconda della disposizione delle fascine possono avere anche funzioni di ritenzione idrica (fascine disposte orizzontalmente) o di deflusso idrico (fascine disposte obliquamente). Il grado di reperibilità del materiale non è altissimo essendo legato alla disponibilità di rami il più possibile dritti, lunghi e in grande quantità.

Quando è necessaria la realizzazione di drenaggi all'interno di ricostruzioni vegetali o paesaggistiche, in sostituzione dei tradizionali drenaggi in calcestruzzo o pietrame si può prendere in esame l'impiego delle **fascinate drenanti** anche se a parità di dimensione, le capacità di smaltimento (portata) della fascinata sono inferiori alle potenzialità di un drenaggio tradizionale.

A differenza delle fascinate, le **viminate**, a causa dei costi elevati rispetto agli altri interventi di stabilizzazione, del limitato numero di specie adatte e del rischio di non radicazione qualora le viminate non vengano sufficientemente interrate, vengono utilizzate solo nei casi di necessità ovvero quando è richiesto un effetto immediato di trattenuta del terreno.

L'impianto di specie arboree e arbustive è un intervento caratterizzato da un'ampia valenza applicativa per la stabilizzazione di scarpate, zone in erosione superficiale ed aree prive di copertura arborea ed arbustiva. L'unico problema può derivare dal mancato attecchimento o dallo scarso sviluppo delle piantine.

L'utilizzo delle **talee** ha dei limiti legati all'altitudine (600-1800 m s.l.m.) e alla natura del substrato: in terreni con forte presenza di scheletro onde evitare difficoltà di radicazione può essere conveniente l'apertura preliminare di un foro mediante una punta metallica. Il grado di reperibilità del materiale è buono in quanto è possibile utilizzare materiali in loco.

Gradonate e cordonate vive sono opere a basso costo, di facile esecuzione e buona funzionalità. Si adattano a diverse varianti esecutive e consentono anche varianti predisposte ad una più rapida ricostituzione di successioni ecologiche (gradinate miste con talee e piantine di specie autoctone). I limiti di applicazione sono invece legati alla presenza di un certo strato di terreno sufficiente allo scavo di conseguenza sono scarse possibilità esecutive in versanti con roccia affiorante o subaffiorante.

Una delle opere a maggiore valenza applicativa, limitatamente alla stabilizzazione superficiale dei versanti, è la **palizzata semplice** che ha anche un buon grado di reperibilità per tutti i materiali impiegati.

Per quanto riguarda la **grata viva** infine dobbiamo dire che si tratta di un provvedimento intermedio tra la stabilizzazione superficiale e quella profonda adatto a versanti in erosione molto ripidi e con substrato compatto.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA. VV., 2003 -Regione Lazio, Assessorato per l'Ambiente, Dipartimento Ambiente e Protezione Civile. Manuale di ingegneria naturalistica. Roma.
- AA. VV., 1990 -Regione Liguria, Assessorato Edilizia, Energia e Difesa del Suolo. Opere e tecniche di ingegneria naturalistica e recupero ambientale. Genova.
- Benini G., 2000 - Sistemazioni idraulico-forestali. UTET, Torino.
- Bernetti G., 1995 - Selvicoltura speciale. UTET, Bologna
- Gellini L., Grossoni P., 1997 -Botanica forestale. Angiosperme. Cedam, Padova.
- Gellini L., Grossoni P., 1997 -Botanica forestale. Gimnosperme. Cedam, Padova.
- Legge 21 Novembre 2000, n° 353 “Legge quadro in materia di incendi boschivi”.
- Piussi P., 1997 - Selvicoltura generale. UTET, Torino.