

7. SCHEDE DELLE PRINCIPALI TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Interventi antierosivi

- 7.1 Semina
- 7.2 Idrosemina
- 7.3 Idrosemina a spessore
- 7.4 Biostuoie
- 7.5 Stuoie sintetiche tridimensionali
- 7.6 Stuoie sintetiche bitumate
- 7.7 Rivestimento vegetativo in rete metallica e stuoia

Interventi stabilizzanti

- 7.8 Messa a dimora di talee
- 7.9 Messa a dimora di arbusti
- 7.10 Messa a dimora di alberi
- 7.11 Copertura diffusa
- 7.12 Trapianti dal selvatico
- 7.13 Viminata viva seminterrata
- 7.14 Gradonata viva
- 7.15 Cordonata viva
- 7.16 Fascinata viva
- 7.17 Palizzata viva

Interventi di consolidamento

- 7.18 Grata viva
- 7.19 Palificata viva doppia
- 7.20 Palificata viva Roma
- 7.21 Gabbionata viva
- 7.22 Materasso rinverdito
- 7.23 Scogliera rinverdita
- 7.24 Terra rinforzata rinverdita
- 7.25 Briglia viva in legname e pietrame

Interventi antierosivi

7.1 SEMINA

Descrizione

Spargimento manuale a spaglio di miscele di sementi:

a) con miscele commerciali di origine certificata (origine specie, composizione miscela, grado di purezza, grado di germinabilità);

b) con fiorume raccolto direttamente in campo da stazioni di condizioni simili a quelle in cui si deve operare.

La copertura risulta immediata, con un effetto antierosivo superficiale determinato dal reticolo radicale approfondito nel terreno (10 - 30 cm).

Campi di applicazione

Superfici piane o con pendenze inferiori a 25° - 30°, destinate alla rivegetazione, in accordo con le condizioni stazionali ecologiche (esame delle condizioni pedoclimatiche, analisi floristica e/o vegetazionale), per evitare erosione da ruscellamento, eolica e limitare l'essiccamento.

Materiali

Laddove ve ne sia la necessità, la semina è abbinata allo spargimento di concimanti organici e/o inorganici, la cui quantità varia a seconda del periodo di intervento: in primavera sarà maggiore poiché la stagione consente alle piante di utilizzarne la maggior parte; in autunno minore per evitare il dilavamento della quantità non utilizzata dalle piante per l'arrivo della stagione fredda.

Una variante migliorativa alla semina è il Metodo Schiechteln® (circolato in Italia come metodo a paglia e bitume o nero - verde) che prevede, oltre alla semina, la stesura sul terreno di pacciamatura con paglia a fibra lunga e fissaggio della stessa con una emulsione idrobituminosa spruzzata a freddo. E' molto adatta per substrati poveri di sostanza organica, suoli poco profondi e aridi situati a quote elevate, zone montane in ambito mediterraneo.



Foto 7.1: Fiorume per la semina a spaglio (luglio 1996) Acqualagna (PU) - Foto P. Cornellini

7.2 IDROSEMINA

Descrizione

Spargimento mediante macchina idroseminatrice, dotata di botte, di una miscela composta in prevalenza da sementi, collanti, concimanti e acqua. Nel mezzo meccanico vengono miscelati i vari componenti della miscela, che viene quindi spruzzata sulle superfici da inerbire mediante pompe e ugelli con pressione adeguata e tale da non danneggiare le sementi. La presenza dei collanti garantisce la protezione delle sementi durante la prima fase della germinazione.

Campi di applicazione

Superfici caratterizzate da assenza o, comunque, scarsità di humus, superfici ripide o scarsamente accessibili, aree di notevole sviluppo superficiale. L'effetto antierosivo è immediato per la presenza della pellicola dovuta al collante e, in seguito, del reticolo radicale approfondito nel terreno (10 - 30 cm). In breve tempo si sviluppa un ambiente idoneo per la microfauna.

Materiali

Sementi con certificazione di origine del seme e in quantità non inferiore a 30 – 60 gr/m², acqua, concimi/fertilizzanti, ammendanti, collanti. La percentuale dei vari componenti della miscela varia da caso a caso; è necessario pertanto effettuare preliminarmente un'analisi stazionale che consenta di valutare la composizione.



Foto 7.2: Idroseminatrice su scarpata (aprile 2002) Atina (FR) - Foto P. Cornolini

7.3 IDROSEMINA A SPESSORE

Descrizione

Spargimento in due passate mediante idroseminatrice di una miscela di sementi, ammendanti, collanti, fibra organica (mulch) e acqua per il rivestimento di superfici. La distribuzione deve essere omogenea e gli strati avranno spessore da 0,5 a 2 cm. L'impiego di sostanze collanti favorisce il fissaggio delle sementi al substrato e la formazione di una pellicola antierosiva, di supporto nelle fasi iniziali di germinazione delle sementi. L'impiego della fibra organica (mulch) esalta le funzioni di trattenimento dell'umidità e di supporto organico, facilitando la germogliazione dei semi e lo sviluppo delle piante.

Campi di applicazione

Superfici acclivi prive di terreno vegetale, soggette a erosione, talvolta in abbinamento a rivestimenti vegetativi in rete metallica e stuoie, terre rinforzate verdi, etc.. Scarpate stradali e ferroviarie in trincea, cave in roccia, discariche di inerti. Scarpate con eccessiva pendenza, zone con prolungati periodi di siccità, pendii soggetti a movimento del terreno.

Materiali

Mezzo meccanico (idroseminatrice), fibra organica (mulch) (300-700 g/mq), concimanti e fertilizzanti, sementi, collanti a base polimerica, acqua. La composizione della miscela e la quantità di sementi deve essere scelta in seguito ad un'analisi stazionale, che tenga conto delle caratteristiche pedoclimatiche e vegetazionali locali.



Foto 7.3: Idrosemina a spessore su terra rinforzata (aprile 2002) Atina (FR) - Foto P. Cornellini

7.4 BIOSTUOIE

Descrizione

Stuoie in fibra vegetale (paglia, cocco, miste) o intessute in filo di juta o cocco (di notevole resistenza), impiegate negli interventi antierosivi di rivestimento di scarpate povere di sostanza organica e soggette a erosione meteorica. La stuoia viene stesa e fissata al substrato mediante picchetti di varia forma. Viene normalmente abbinata a semina e messa a dimora di talee e/o arbusti.

Tecnica di esecuzione rapida e semplice, con protezione immediata della superficie. Consente il rinverdimento di superfici acclivi, con terreni a scarsa dotazione fisico-organica, adatto su scarpate regolarizzate. Il materiale terroso sottostante la stuoia viene trattenuto, impedendone così il trasporto verso valle.

Campi di applicazione

La stuoia in juta risulta idonea su scarpate a bassa pendenza, su rocce sciolte (ghiaie, argille), substrati denudati o di neoformazione, anche irregolari, possibilmente con substrato terroso in superficie, substrati aridi e a eccessivo drenaggio: l'acqua si infiltra, ma non ristagna e non erode. Le maglie della stuoia consentono alle piante di crescere, assicurando in tal modo la protezione della superficie una volta che la stuoia ha subito completa degradazione.

Le stuoie intessute in filo di cocco risultano idonee su scarpate a maggior pendenza su substrati aridi e a forte drenaggio. Sono altresì idonee su sponde in erosione soggette a periodica sommersione.

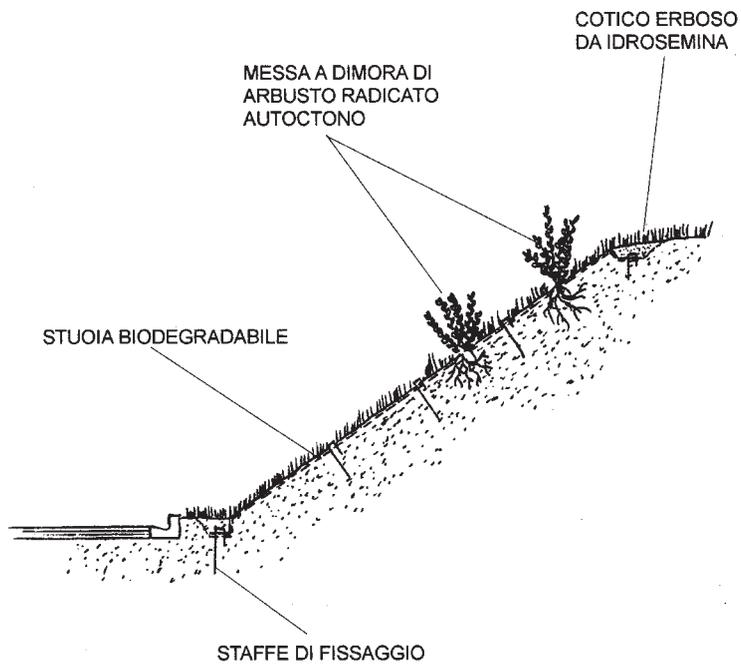
Le stuoie proteggono le scarpate dall'erosione meteorica ed eolica, migliorano l'equilibrio idrico e termico al suolo, apportano sostanza organica. La durata nel tempo è variabile, la fibra di cocco in particolare dura sino a 5 – 6 anni, ma la degradazione finale è completa.

Materiali

Stuoie biodegradabili in fibre organiche di paglia, cocco o mista di peso non inferiore a 250 g/m², in genere supportate da una rete fotoossidabile biodegradabile, con maglia minima 1x1 cm, oppure carta cucita con filo biodegradabile, eventualmente preseminate; stuoie intessute (in genere con fili di juta o cocco); staffe o picchetti in ferro acciaioso piegati a U o in legno; miscela di sementi (40 g/m²); talee e arbusti autoctoni.



Foto 7.4: Biostuoia su argille (ottobre 1996) Anversa degli Abruzzi (AQ) - Foto P. Cornelini



Biostuoia in fibra vegetale

7.5 STUOIE SINTETICHE TRIDIMENSIONALI

Descrizione

Rivestimento di scarpate soggette a erosione superficiale con stuoie tridimensionali, costituite da filamenti sintetici aggrovigliati, in modo da trattenere le particelle di materiale inerte terroso. Le stuoie vengono assicurate al terreno mediante l'infissione di picchetti e interrate in solchi appositamente approntati sia a monte che a valle della scarpata o sponda; i teli adiacenti devono essere sormontati lateralmente per almeno 10 cm. Le stuoie devono essere abbinate a intasamento con materiale inerte terroso a granulometria fine e a semina o idrosemina. Possono essere abbinate a messa a dimora di talee ed arbusti autoctoni.

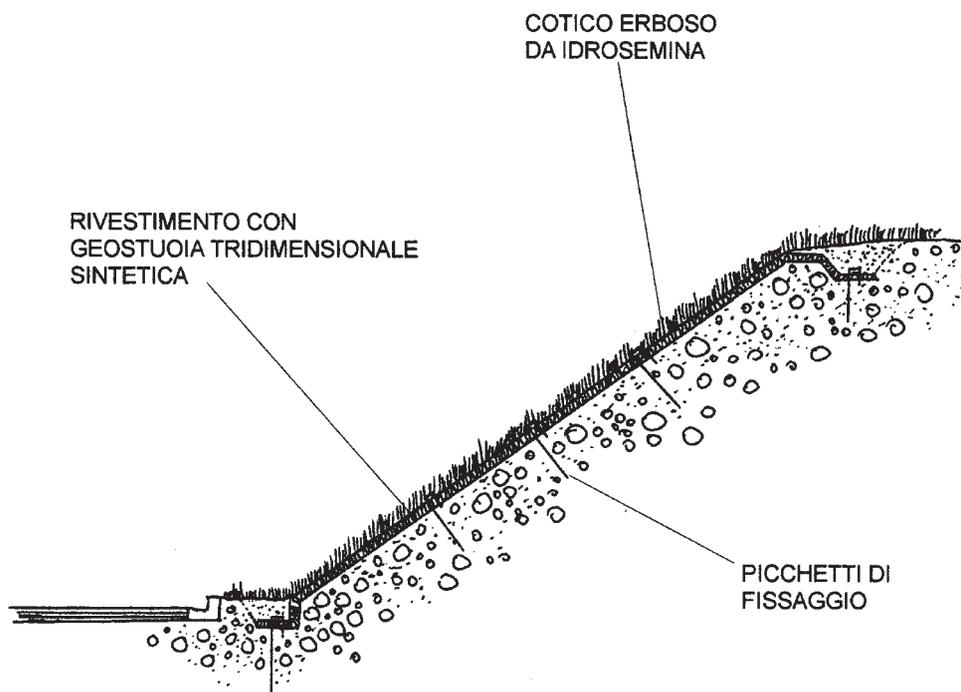
Esecuzione rapida, immediato e duraturo effetto antierosivo superficiale, per il trattenimento del materiale terroso sottostante la stuoia.

Campi di applicazione

Rivestimento di scarpate regolarizzate, prive di asperità e con scarsità di terreno vegetale. Sponde di canali e, in genere, zone a contatto costante con acqua.

Materiali

Geostuoia sintetica tridimensionale in nylon, polipropilene, polietilene e polietilene ad alta densità, di spessore min. 10 mm, annerita al nero fumo per attenuare l'aggressione da parte dei raggi UV; picchetti in ferro o staffe metalliche \varnothing min. 8 mm; inerte terroso; sementi (40 g/mq) e arbusti o talee.



Geostuoia tridimensionale sintetica

7.6 STUOIE SINTETICHE BITUMATE

Descrizione

Rivestimento in stuoia tridimensionale con spessore minimo 18 mm costituita da filamenti sintetici aggrovigliati in modo da trattenere le particelle di materiale inerte terroso o ghiaino: a) prebitumata industrialmente a caldo: impiegata in prevalenza per il rivestimento di sponde normalmente a contatto con l'acqua corrente; b) bitumata a freddo in posto: impiegata per il rivestimento di scarpate frequentemente a contatto con l'acqua corrente. La stuoia viene assicurata al terreno mediante infissione di picchetti, con sormonti laterali di almeno 10 cm e interrata in solchi appositamente approntati a monte. Il piede della sponda può essere fissato in analogia o, se lavorato in presenza d'acqua, fissato mediante posa di pietrame. La stuoia deve essere anche abbinata ad una semina da effettuarsi sia prima della posa della stuoia che sopra la stessa. Normalmente non vengono messe a dimora talee ed arbusti, almeno sulle superfici dove si prevede il libero scorrimento dell'acqua. Spesso la stuoia prebitumata viene posata sul fondo di canali le cui sponde sono rivestite con altra stuoia. Lungo sponde di corsi d'acqua e canali è necessario che la posa in opera avvenga procedendo nel senso contrario alla corrente (in tal modo i sormonti sono automaticamente posizionati ad evitare infiltrazioni d'acqua tra una stuoia e l'altra).

Campi di applicazione

a) Rivestimento di fondi di canali e di superfici spondali regolarizzate, a contatto permanente con l'acqua (sponde o argini di canali con problemi di erosione), con effetto antiersivo immediato e permanente, anche se di un certo impatto iniziale visivo (la bitumatura e il ghiaino scompaiono dopo qualche anno).

b) Rivestimento di canalette di scorrimento, fossi di infiltrazione, scarpate molto regolari a bassa pendenza, zone costiere a bassa pendenza e granulometria fine, soggette a frequenti sommersioni.

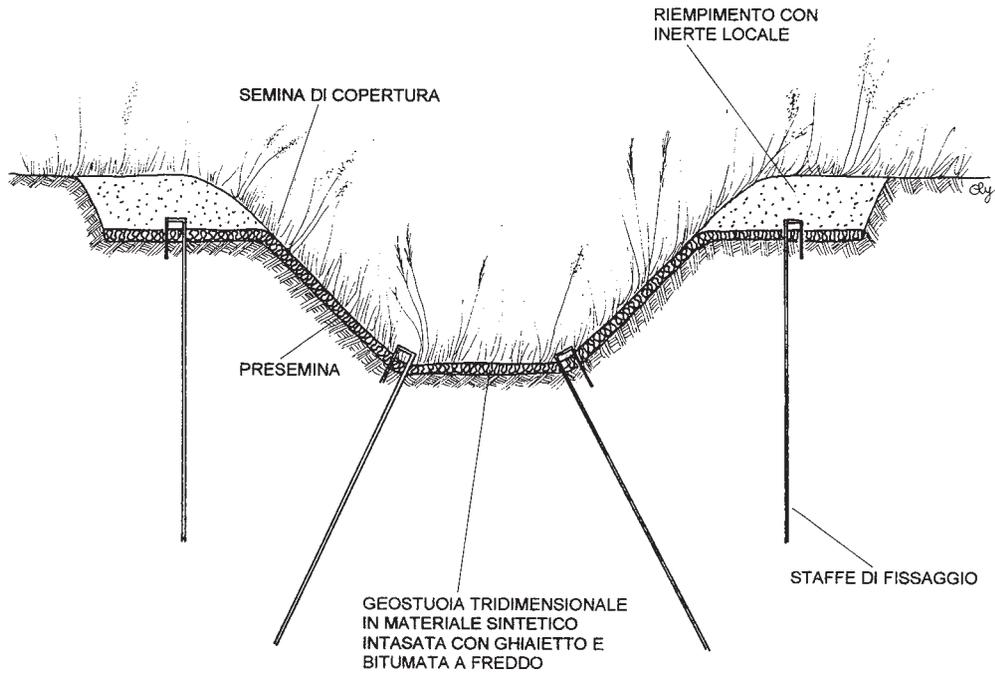
Materiali

a) Geostuoia tridimensionale prebitumata in nylon, spessore minimo 18 mm, resistenza a trazione non inferiore a 2,5 kN/m, temperatura di fusione non inferiore a 215 °C, intasata industrialmente a caldo con una miscela permeabile di pietrisco/bitume/additivi; staffe metalliche \varnothing min. 8 mm; miscela di sementi (40 g/mq); pietrame.

b) Geostuoia tridimensionale in materiale sintetico: nylon, polipropilene, polietilene, polietilene ad alta densità, annerita al nero fumo per attenuare l'aggressione da parte dei raggi UV, spessore minimo 18 mm, resistenza alla trazione non inferiore a 2,0 kN/m, grado di vuoto non inferiore al 90%; ghiaino per intasamento; staffe metalliche \varnothing min. 8 mm; miscela di sementi (40 g/mq); emulsione idrobituminosa a freddo; talee; arbusti autoctoni.



Foto 7.6: Stuoie sintetiche bitumate (aprile 1992) F. Zero (TV) - Foto P. Cornolini



Fosso verde con geotuoia sintetica

7.7 RIVESTIMENTO VEGETATIVO IN RETE METALLICA E STUOIA

Descrizione

Copertura di scarpate soggette a erosione mediante la stesura di biostuoie o stuoie sintetiche tridimensionali, spessore min. 10 mm, sormontati da una rete metallica a doppia torsione zincata e plastificata. Rete e stuoie vengono fissati al terreno mediante picchetti o barre metalliche, legati a monte e a valle con una fune di acciaio. Nel caso di versanti molto ripidi e particolarmente friabili, tutti i picchetti della superficie vengono collegati mediante fune d'acciaio per migliorare l'aderenza al substrato. La quantità di picchetti per mq dovrà essere valutata in base alla pendenza della scarpata e comunque in quantità non inferiori a 1-2 picchetti per mq.

L'abbinamento rete metallica-biostuoia può essere utilizzato per realizzare canalette di scorrimento in analogia con le geostuoie tridimensionali bitumate in loco. L'abbinamento con la stuoia organica non è invece proponibile su sponde soggette a frequente sommersione per le quali viene impiegata la stuoia sintetica.

Il rivestimento viene abbinato a idrosemina a spessore e messa a dimora di arbusti autoctoni e, nelle stazioni ecologicamente favorevoli, di talee di specie con capacità di propagazione vegetativa.

Campi di applicazione

Versanti in roccia ripidi o in roccia friabile con terreni poco evoluti. Scarpate stradali e ferroviarie con pendenza > 40°, in scavo in roccia sciolta o solidale, ma comunque friabile (arenarie, marne, argille, etc). Gli interventi su roccia friabile e sino a 40° consentono, oltre alle semine nelle stagioni ecologicamente favorevoli, la messa a dimora di talee e piante radicate.

Gli interventi su rocce compatte consentono il solo impiego di idrosemine.

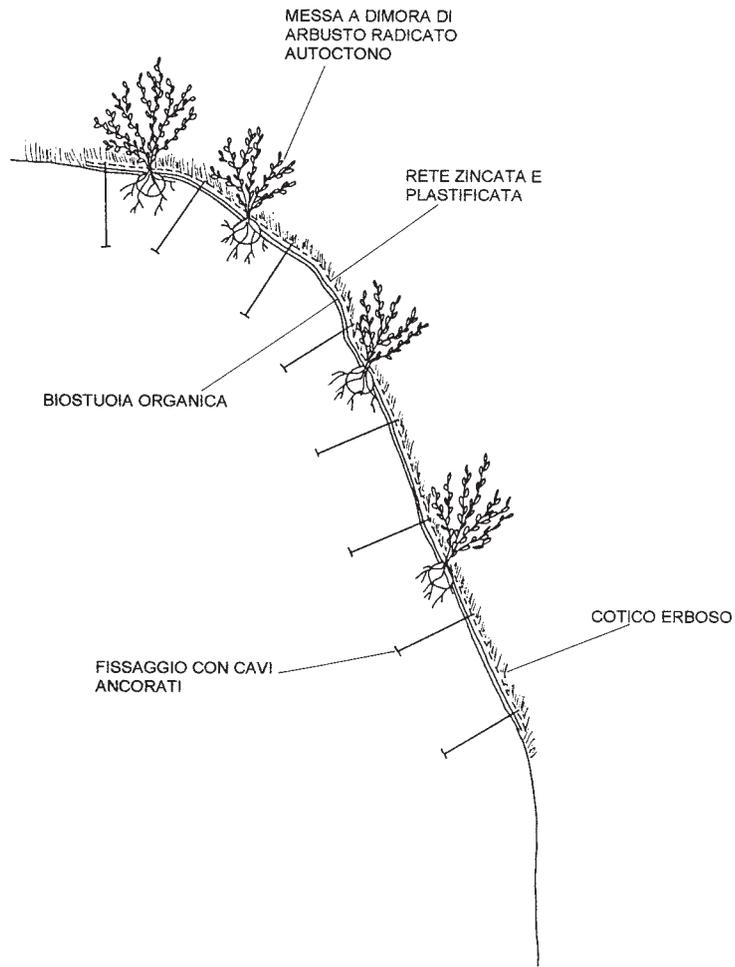
Le geostuoie vengono impiegate per superfici in erosione, su rocce friabili con venute d'acqua e pendenze elevate.

Materiali

Biostuoia (anche preseminata) o geostuoia tridimensionale (di min. 10 mm di spessore e massa areica minima pari a 750 g/mq picchetti o barre in acciaio (di dimensioni dipendenti dal tipo di substrato); rete metallica a doppia torsione zincata e plastificata di maglia minima 6 x 8 cm e filo di diametro minimo 2,2 mm; fune di acciaio; idrosemina a spessore; arbusti autoctoni e/o talee.



Foto 7.7: Rivestimento vegetativo su scarpata in argille (marzo 2002) Bagnoregio (VT) - Foto P. Cornolini



Rivestimento vegetativo in rete metallica zincata e biostuoia

Interventi stabilizzanti

7.8 MESSA A DIMORA DI TALEE

Descrizione

Infissione di talee legnose e/o ramaglie di specie vegetali con capacità di propagazione vegetativa nel terreno o nelle fessure tra massi, inserimento in palificate vive, gabbioni e terre rinforzate. E' classico l'impiego dei salici, ma anche di altre specie quali il ligustro e le tamerici (queste ultime resistenti a condizioni alterne di forte aridità e presenza di sali nel terreno). La densità di impianto aumenta all'aumentare della pendenza del terreno: da 2-5 talee/mq a 5-10 talee/mq. L'effetto stabilizzante/consolidante in profondità aumenta con la lunghezza della parte infissa delle talee. La stabilità della scarpata e il consolidamento superficiale del terreno sono limitati sino allo sviluppo di un adeguato apparato radicale. Vanno eseguite saltuarie potature di irrobustimento e sfoltimento per evitare popolamenti monospecifici. L'effetto di drenaggio (i salici sono delle vere e proprie "pompe dell'acqua") è dovuto ad assorbimento e traspirazione del materiale vivo impiegato.

Le ramaglie devono essere raccolte ed impiegate rapidamente. La conservazione per periodi più lunghi può essere effettuata in celle frigorifere a basse temperature (4-5 °C) e 90% di umidità o sommerse in vasche di acqua fredda.

Campi di applicazione

Superfici di neoformazione, scarpate a pendenza limitata; interstizi e fessure di scogliere, muri, gabbionate, terre rinforzate; come picchetti vivi nella posa di reti, stuoie, fascinate, viminate. L'azione è inizialmente puntuale, ma estesa e coprente dopo lo sviluppo (6 mesi ÷ 1-2 anni).

Trovano vasta applicabilità, con esclusione di substrati litoidi e particolarmente aridi: le varie specie di salici coprono una vasta gamma di ambienti dal livello del mare sino ai 2000 m s.l.m. ed oltre, ma temono le condizioni di forte aridità dei climi stenomediterranei, la salinità del substrato (vicinanza al mare, terreni calanchivi), l'eccesso di ombreggiamento; le tamerici resistono a tali condizioni ma non sono impiegabili a quote superiori ai 4-500 m s.l.m.

Materiali

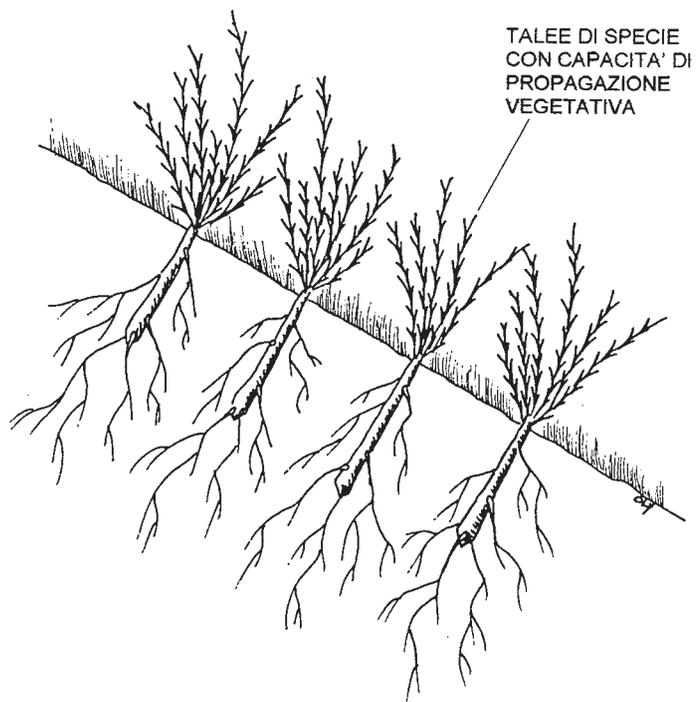
Infissione nel terreno: getti non ramificati, di 2 o più anni, $\varnothing 2 \div 5$ cm, $L = 0,50 \div 0,80$ m, di piante legnose, in genere arbustive, con capacità di propagazione vegetativa; inserimento in fase di costruzione: ramaglie vive di $L 1 \div 5$ m e diam. 1-5 cm



Foto 7.8.1: Talea di *Atriplex halimus* su terra rinforzata (maggio 1999) Bernalda (MT) - Foto A. Trivisani



Foto 7.8.2: Talea di oleandro (luglio 2001) Bernalda (MT) - Foto A. Trivisani



Messa a dimora di talee

7.9 MESSA A DIMORA DI ARBUSTI

Descrizione

Messa a dimora di giovani arbusti autoctoni in zolla, in vasetto o fitocella (di produzione vivaistica) in buche appositamente predisposte e di dimensioni opportune ad accogliere l'intera zolla o tutto il volume radicale della pianta. La piantagione deve avvenire secondo un sesto d'impianto irregolare e con specie diverse disposte a mosaico. Per i primi anni le piante devono essere dotate di palo tutore, pacciamatura alla base per ridurre la concorrenza con le specie erbacee e cilindro in rete per protezione dalla fauna. Il trapianto a radice nuda, molto usato nell'Europa centrale ed anche nelle zone alpine italiane, è poco proponibile nelle regioni meridionali. La stabilizzazione del terreno è limitata sino allo sviluppo di un adeguato apparato radicale e, quindi, tale condizione deve inizialmente essere garantita da altro materiale.

Campi di applicazione

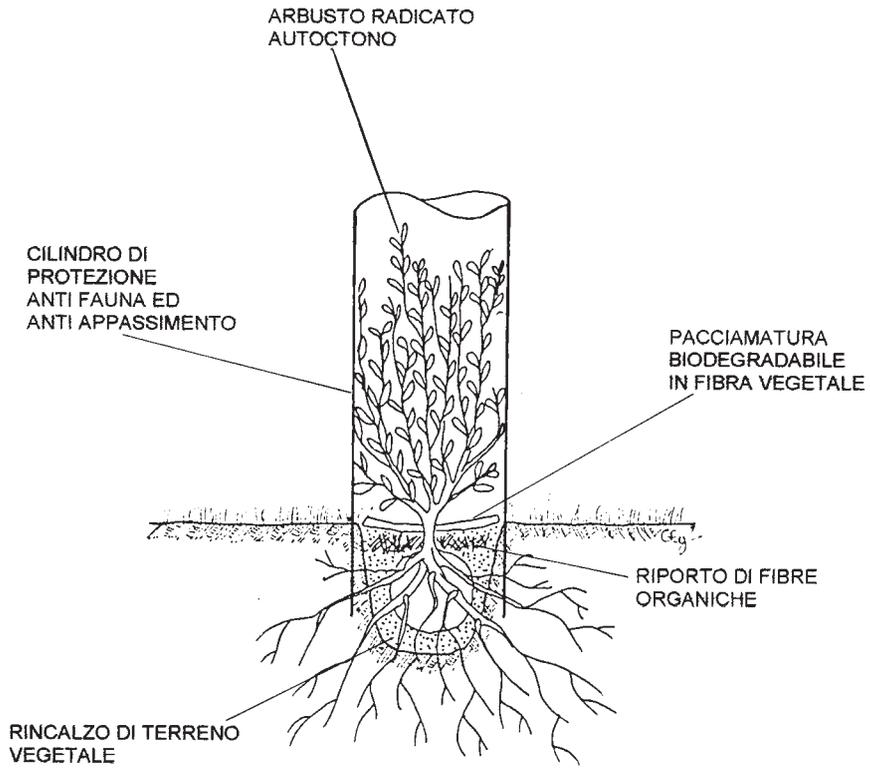
Superfici a bassa pendenza, preferibilmente con presenza di suolo organico. Nei terreni privi di tale sostanza è opportuno preparare delle buche nel substrato e riempirle con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica e fertilizzanti atti a garantire l'attecchimento delle piante; in tali terreni sarà comunque da preferire la scelta di piante a comportamento pioniero degli stadi corrispondenti della serie dinamica potenziale naturale del sito.

Materiali

Arbusti da vivaio in contenitore; altezza compresa tra 0,30 e 0,80 m; dischi pacciamanti, o strato di corteccia di pino; pali tutori; reti di protezione antifauna.



Foto 7.9: Arbusti mediterranei (aprile 2002) Castel del Monte (BA) - Foto P. Cornelini



Piantazione di arbusto radicato autoctono

7.10 MESSA A DIMORA DI ALBERI

Descrizione

Messa a dimora di giovani alberi autoctoni in zolla, in vasetto o in fitocella (di produzione vivaistica) in buche appositamente predisposte e di dimensioni opportune ad accogliere l'intera zolla o tutto il volume radicale della pianta. La piantagione deve avvenire secondo un sesto d'impianto irregolare e con specie diverse disposte a mosaico. Per i primi anni le piante devono essere dotate di palo tutore, pacciamatura alla base per ridurre la concorrenza con le specie erbacee e cilindro in rete per protezione dalla fauna. Il trapianto a radice nuda, molto usato nell'Europa centrale ed anche nelle zone alpine italiane è poco proponibile nelle regioni meridionali.

La stabilizzazione del terreno è limitata sino allo sviluppo di un adeguato apparato radicale e quindi tale condizione deve inizialmente essere garantita da altro materiale. Con il tempo si forma un robusto reticolo radicale e una copertura vegetale di protezione dall'erosione. Aumenta la biodiversità, grazie anche all'instaurarsi di un ambiente idoneo ad ospitare numerose specie animali.

Campi di applicazione

Superfici a bassa pendenza con presenza di suolo organico. Nei terreni privi di tale sostanza è opportuno preparare delle buche nel substrato e riempirle con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica e fertilizzanti atti a garantire l'attecchimento delle piante; in tali terreni sarà comunque da preferire la scelta di piante a comportamento pioniero degli stadi corrispondenti della serie dinamica potenziale naturale del sito.

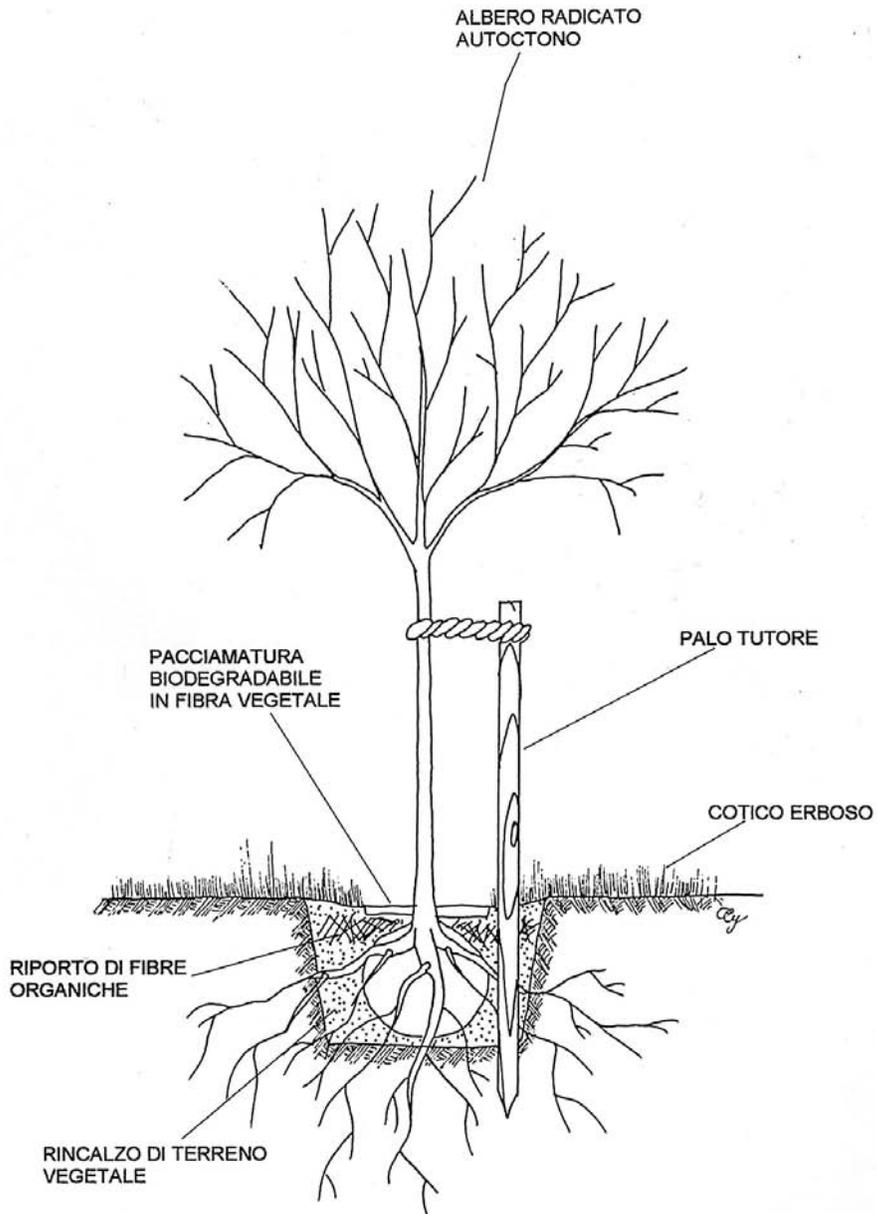
Gli alberi sono anche da abbinare con le stuoie e rivestimenti vari, mentre non vanno assolutamente abbinati a grate e palificate, terre rinforzate etc. per ovvi motivi di incompatibilità nello stadio adulto con tali strutture.

Materiali

Alberi da vivaio in contenitore; altezza compresa tra 0,50 e 2 m; dischi pacciamanti, o strato di corteccia di pino; pali tutori; reti di protezione antifauna.



Foto 7.10: Piantagione di alberi nei reliquati della linea ferroviaria DD RM-FI (dicembre 1990) - Foto P. Cornellini



PIANTAGIONE DI ALBERO RADICATO AUTOCTONO

Piantazione di albero radicato autoctono

7.11 COPERTURA DIFFUSA

Descrizione

Sulla superficie di una sponda viene stesa ramaglia viva di specie vegetali con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici), con disposizione perpendicolare alla direzione del flusso d'acqua e fissata al substrato mediante tondame o filo di ferro teso tra picchetti e paletti vivi e/o morti. La base della ramaglia viene conficcata nel terreno umido o a contatto con l'acqua. Le eventuali file si devono sormontare parzialmente. La ramaglia viene coperta con un sottile strato di terreno. Nella variante armata la base viene protetta con massi da scogliera, tronchi o fascine.

Gli strati di ramaglia coprono la superficie della sponda proteggendola, sin dalla messa in opera, dall'erosione esercitata dal movimento dell'acqua; la resistenza alle sollecitazioni aumenta progressivamente con lo sviluppo del fitto reticolo di radici.

Campi di applicazione

Sponde di corsi d'acqua dove necessiti una protezione continua ed elastica della sponda. Sono da escludere i corsi d'acqua con velocità della corrente e trasporto solido notevoli.

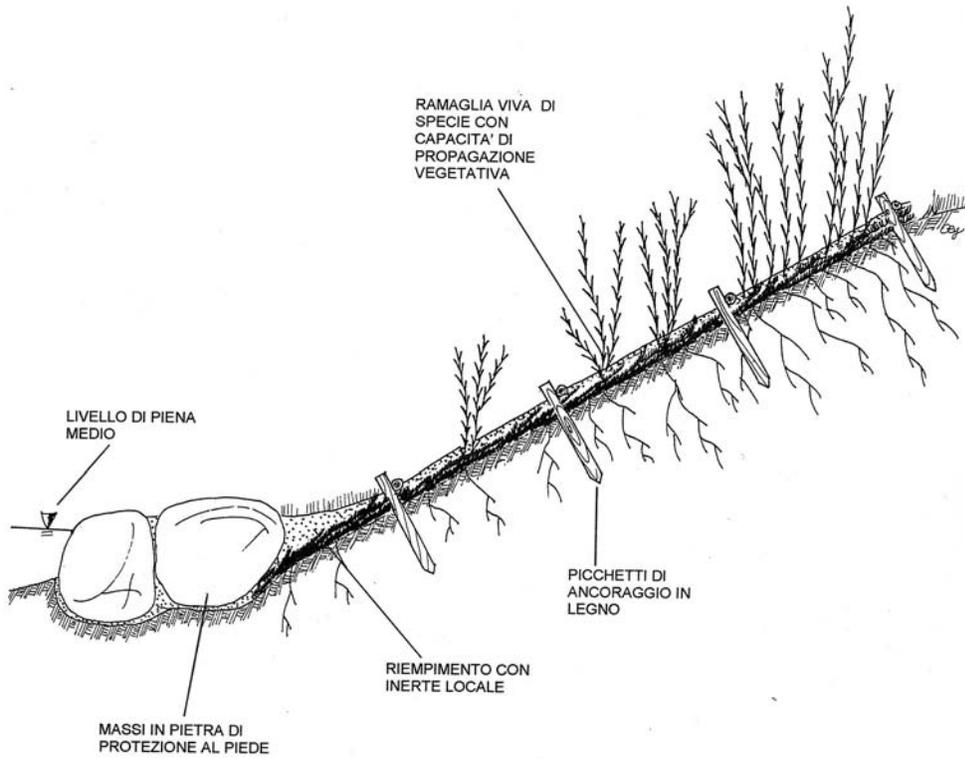
Materiali

Ramaglia viva, verghe o astoni di specie con capacità di propagazione vegetativa, di lunghezza mai inferiore a 1,5 m e dal portamento dritto; picchetti e tondame in legno di castagno \varnothing 8 - 12 cm, L = 80 cm; filo di ferro cotto \varnothing 2-3 mm; terreno per la copertura.

Per l'armatura verranno utilizzate in alternativa: a) fascine vive o morte; b) tronchi e chiodature metalliche; c) massi; d) massi legati con fune in acciaio.



Foto 7.11: Copertura diffusa (aprile 1997) Rio Tarugo (PU) - Foto P. Cornelini



COPERTURA DIFFUSA CON RAMAGLIA VIVA
E CONSOLIDAMENTO AL PIEDE CON PIETRAME

Copertura diffusa con ramaglia viva e consolidamento al piede con pietrame

7.12 TRAPIANTI DAL SELVATICO

Descrizione

Tecnica utilizzata per la propagazione delle specie di difficile reperimento in commercio e di difficile propagazione per seme. I trapianti si dividono in due categorie fondamentali: 1) trapianti di piante erbacee come *Phragmites australis* e *Typha* sp. in zone palustri, graminacee selvatiche di vari generi in zone montane, associazioni vegetali non riproducibili artificialmente; 2) trapianti di ceppaie di specie arbustive/alto arbustive. Nel primo caso si possono distinguere: a) rizomi e cespi: vengono prelevati in pezzi di alcuni centimetri, posti a dimora sul terreno e ricoperti con uno strato leggero di terreno, onde evitarne il disseccamento; b) zolle erbose: prelievo di zolle di prato polifita naturale e successivo reimpianto con disposizione a scacchiera o a strisce; c) trapianto di singole piante. Lo spazio tra una zolla e l'altra viene ricoperto con terreno vegetale e seminato. Nei casi di sollecitazioni particolari e instabilità del terreno, le zolle vengono assicurate con picchetti di ferro o legno o con reti metalliche o sintetiche. Si ottiene una immediata copertura vegetale, con radicazione delle zolle entro pochi giorni.

Campi di applicazione

Prevalentemente su aree caratterizzate da scarsa vegetazione con necessità di riprodurre formazioni naturali con specie non reperibili in commercio. Scarpe stradali o ferroviarie di neoformazione, in rilevato o in trincee a bassa pendenza. Zone minerarie o di cava. Rivestimento biotecnico di fossi di guardia o canalette. Piste da sci. Stazioni di alta montagna, dove il periodo vegetativo è più breve.

Le superfici da rivestire non devono comunque avere pendenze elevate e non deve essere presente movimento del corpo terroso.

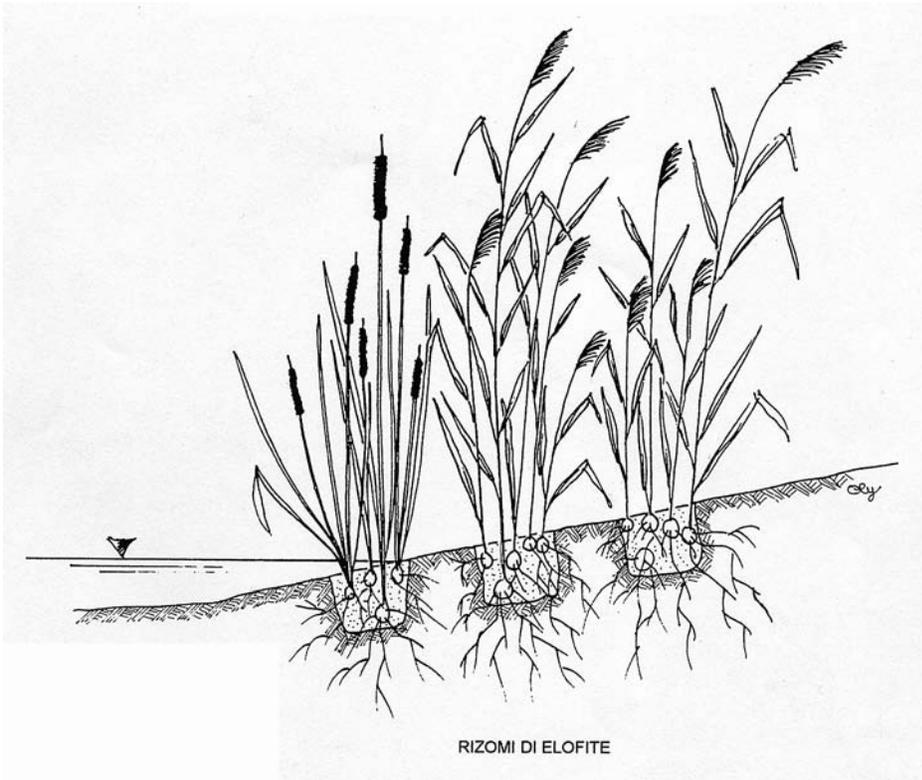
I rizomi possono essere impiegati nelle paludi costiere salmastre e in ambienti igrofili, con ristagni d'acqua per periodi brevi, substrati non drenanti.

Materiali

Zolle erbose di prato polifita naturale; picchetti di ferro o legno L = 30 - 50 cm; terreno vegetale e semina; rizomi di specie vegetali adatte (*Phragmites australis*, *Phalaris arundinacea*); pani di terra di canneto (*Phragmites australis*); singole piante o cespi di erbe graminoidi e non, che sviluppano più cauli (quindi possono essere suddivise in più pezzi) (*Ampelodesmos mauritanicus*, *Oryzopsis miliacea*, *Carex pendula*); ceppaie di arbusti



Foto 7.12: Trapianto di ecocelle (ottobre 2002) Piana della Lacina (VV) - Foto P. Cornellini



Trapianto di canneto con pane di terra

7.13 VIMINATA VIVA SEMINTERRATA

Descrizione

Intreccio di verghe di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa, attorno a paletti in legno. Si ottiene una rapida stabilizzazione sino a 25-30 cm di profondità e immediato contenimento del materiale. E' una tecnica adattabile alla morfologia della scarpata. La sua esecuzione richiede notevole mano d'opera e non sempre sono reperibili, per l'intreccio, verghe lunghe ed elastiche in quantità sufficiente. La stabilizzazione è immediata per gli strati superficiali di terreno e si ha un miglioramento quando le verghe emettono radici, anche se la radicazione è modesta rispetto alle quantità di materiale utilizzato. Spesso può accadere che i paletti vengano spezzati per un eccesso di carico da monte o a causa dei sassi che precipitano dall'alto. In tal caso si rendono necessarie opere manutentive e la sostituzione dei paletti spezzati. L'effetto stabilizzante si ha solamente nel caso di viminate interrate e seminterrate, nelle quali sono ridotti i fenomeni di sottoescavazione e scalzamento.

Campi di applicazione

Scarpate con inclinazione massima 40° e soggette a movimento superficiale del terreno o a modesti franamenti.

Sponde di corsi d'acqua a velocità della corrente medio-bassa e trasporto solido ridotto. Non è una tecnica utilizzabile in corsi d'acqua ad elevata energia.

Tecnica utilizzabile su terreni sassosi o rocciosi se abbinata a riporti di terreno.

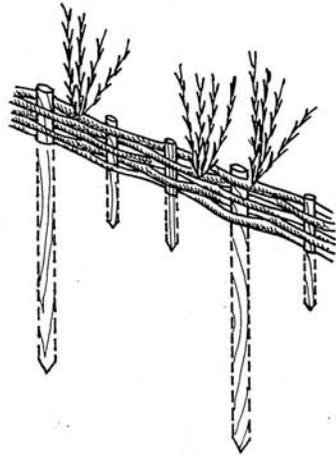
Materiali

Verghe elastiche di specie legnose, adatte all'intreccio e con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici), poco ramificate, L min. 1,50 m e ϕ alla base non inferiore ai 2 – 4 cm; paletti in legno di conifere o castagno ϕ 5 ÷ 8 cm, L = 1,00 ÷ 1,50 m; picchetti di ferro ϕ 14 ÷ 16 mm, L 50 cm ÷ 1m; filo di ferro cotto.

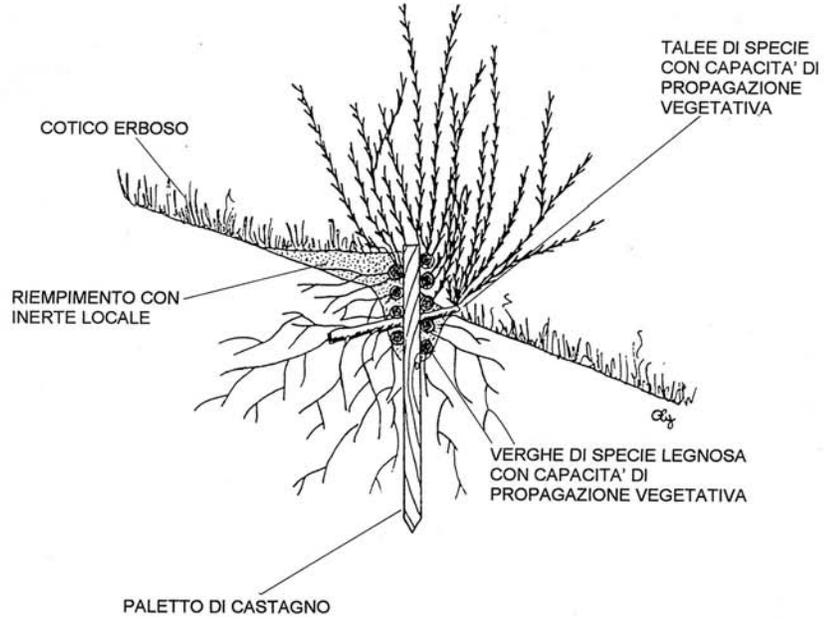


Foto 7.13: Viminata viva seminterrata (ottobre 1996) Anversa degli Abruzzi (AQ) - Foto P. Cornelini

PROSPETTO



SEZIONE



VIMINATA VIVA SEMINTERRATA

Viminata viva seminterrata

7.14 GRADONATA VIVA

Descrizione

Messa a dimora, all'interno di gradoncini o terrazzamenti scavati a file parallele su pendii, di ramaglia di piante legnose con capacità di riproduzione vegetativa (salici, tamerici, etc.) e/o arbusti radicati autotoni e successiva copertura con il materiale proveniente dagli scavi superiori. Si ottiene una radicazione profonda con effetto di drenaggio; viene impedita sia l'erosione sia il movimento del terreno; il ruscellamento superficiale viene rallentato.

La messa a dimora di latifoglie radicate tra le file consente di raggiungere più rapidamente uno stadio evoluto della serie della vegetazione potenziale.

La tecnica risulta costosa per l'elevato fabbisogno di materiale vegetale.

Nel caso del rilevato la messa a dimora delle piante contemporaneamente alla formazione del rilevato a strati determina un effetto simile a quello delle terre rinforzate, per il consolidamento in profondità.

Campi di applicazione

Pendii incoerenti, frane superficiali, rilevati in fase di esecuzione.

Stabilizzazione di frane in materiale morenico o alluvionale, con inclinazione del versante massima di 40°.

Materiali

Rami o verghe o astoni di specie con capacità di riproduzione vegetativa; arbusti radicati.

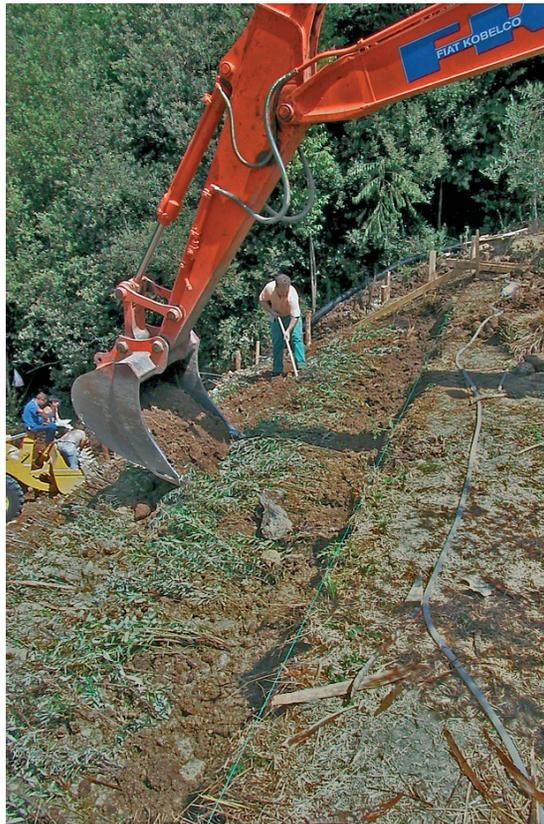
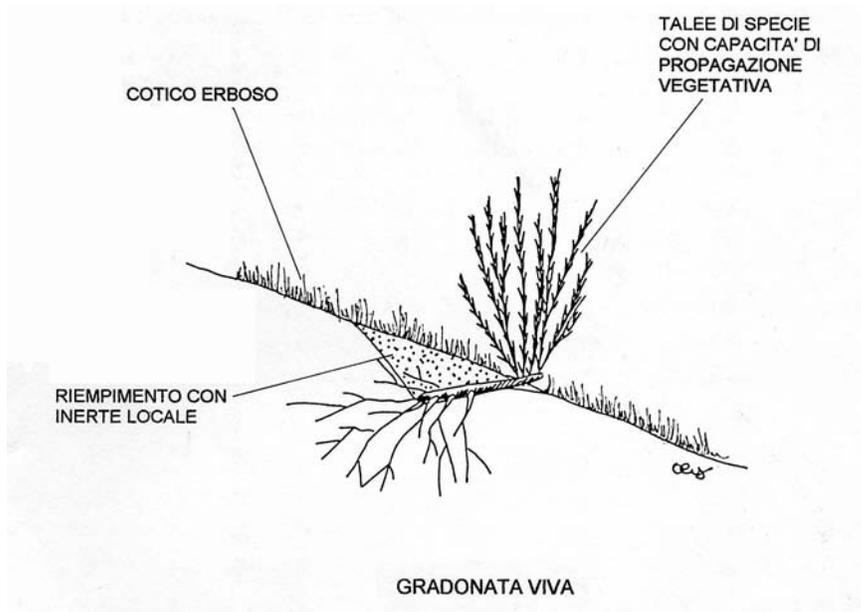


Foto 7.14: Gradonata viva (giugno 2003) Faicchio (BN) - Foto A. Bruzzese M. Alliegro



Gradonata viva

7.15 CORDONATA VIVA

Descrizione

All'interno di uno scavo vengono messe a dimora talee e ramaglia di salici, in appoggio su un tronco, posto sul margine esterno dello scavo. Parallelo al primo tronco è posto entro lo scavo stesso un secondo tronco, di rinforzo alla struttura. Pateria, ramaglia e reticolo radicale determinano una sorta di rinforzo del terreno, garantendone in tal modo il consolidamento. Per la grande quantità di materiale necessario e per le difficoltà di esecuzione la tecnica risulta costosa.

In terreni umidi la cordonata ha un effetto drenante e di rinforzo grazie alla ramaglia e alla pateria; in zone aride può consentire il ristagno dell'acqua.

Campi di applicazione

Stabilizzazione di terreni instabili, sia umidi (con ristagno di acqua), argillosi o limosi, sia aridi, di rilevati e di scarpate di riporto in erosione.

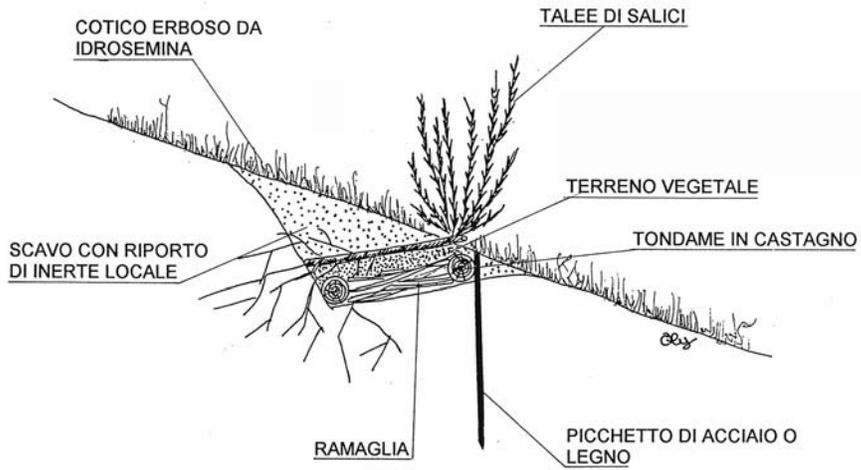
Non è una tecnica adatta per le scarpate con roccia affiorante e pendenze eccessive.

Materiali

Tronchi di resinosa o castagno \varnothing 6÷14 cm; picchetti in ferro o legno; ramaglia viva e talee legnose di salici L > 60 cm, \varnothing 3-8 cm; terreno vegetale.



Foto 7.15: Realizzazione di cordonata viva Praxl (ottobre 1996) M. Aquilone (RI) - Foto P. Cornelini



CORDONATA PRAXL

Cordonata Praxl

7.16 FASCINATA VIVA

Descrizione

Messa a dimora di fascine vive di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa (verghe legate assieme con filo di ferro) all'interno di un solco: a) su versante: assicurate con picchetti battuti attraverso le fascine o di fronte ad esse;

b) su sponda: infissione dei picchetti in legno con orientazione alternata, per rendere così la struttura più elastica e solidale in caso di piena. La realizzazione di fascine spondali determina un restringimento dell'alveo; è necessario quindi prevedere lo spazio necessario per il regolare deflusso delle acque.

La stabilizzazione è rapida e di facile esecuzione. I costi sono contenuti anche per lo scarso movimento di terra. Tuttavia l'effetto in profondità è limitato e le fascine sono sensibili alla caduta sassi. I rami più esterni sono soggetti ad abrasione. Sui pendii funge da dreno biotecnico e facilita lo sgrondo delle acque.

c) morta: lungo sponde di corsi d'acqua a bassa velocità dell'acqua e limitato trasporto solido, vengono poste fascine morte di specie legnose, disposte longitudinalmente sulla sponda al di sotto del livello medio dell'acqua. Si ottiene una protezione immediata del piede della sponda in poco spazio e con impiego limitato di materiale. Eseguita in qualsiasi momento dell'anno, funge anche da riparo per piccoli animali acquatici. Usualmente questa tipologia non viene applicata quale unica soluzione di intervento, ma abbinata ad altre tecniche che prevedono l'impiego di materiale vivo. La fascinata morta risulta pertanto un'ulteriore protezione di base per altre tecniche di ingegneria naturalistica.

Campi di applicazione

Pendii con pendenza non superiore ai 35°, con necessità di drenaggio biotecnico, scarpate stradali e ferroviarie, scarpate di discarica.

Corsi d'acqua a energia media con portate e livello medio relativamente costanti.

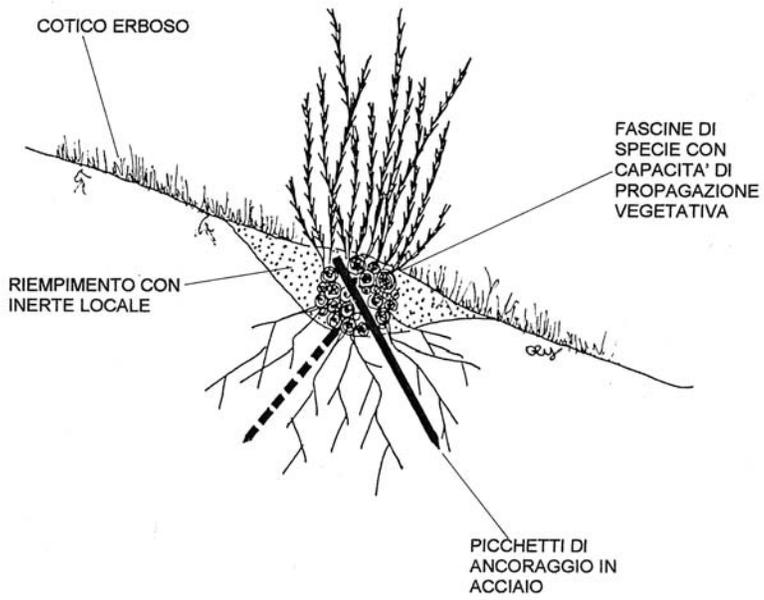
Materiali

a) e b) verghe di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici) Ø min. 1 cm e L min. 2,00 m; filo di ferro; paletti di legno Ø 5 cm o picchetti in ferro Ø 8÷14 mm e L min. 60 cm; terreno di riporto.

c) verghe morte di specie legnose Ø min. 2 cm e L min. 2,00 m; paletti di legno Ø 5 cm o picchetti in ferro Ø 8÷14 mm e L min. 60 cm; pietrame.



Foto 7.16: Fascinata viva spondale (aprile 2000) Rio Inferno (FR) - Foto P. Cornelini



FASCINATA VIVA SU PENDIO

Fascinata viva su pendio

7.17 PALIZZATA VIVA

Descrizione

Intervento per la stabilizzazione di scarpate consistente nella realizzazione di strutture in legname trasversali alla linea di massima pendenza, composte da due file sovrapposte di tronchi fissati con picchetti in ferro, messa a dimora di talee tra i due tronchi e messa a dimora di arbusti a monte nel gradone ottenuto. Tale intervento è caratterizzato da una ampia valenza applicativa, limitatamente alla stabilizzazione superficiale di scarpate.

Campi di applicazione

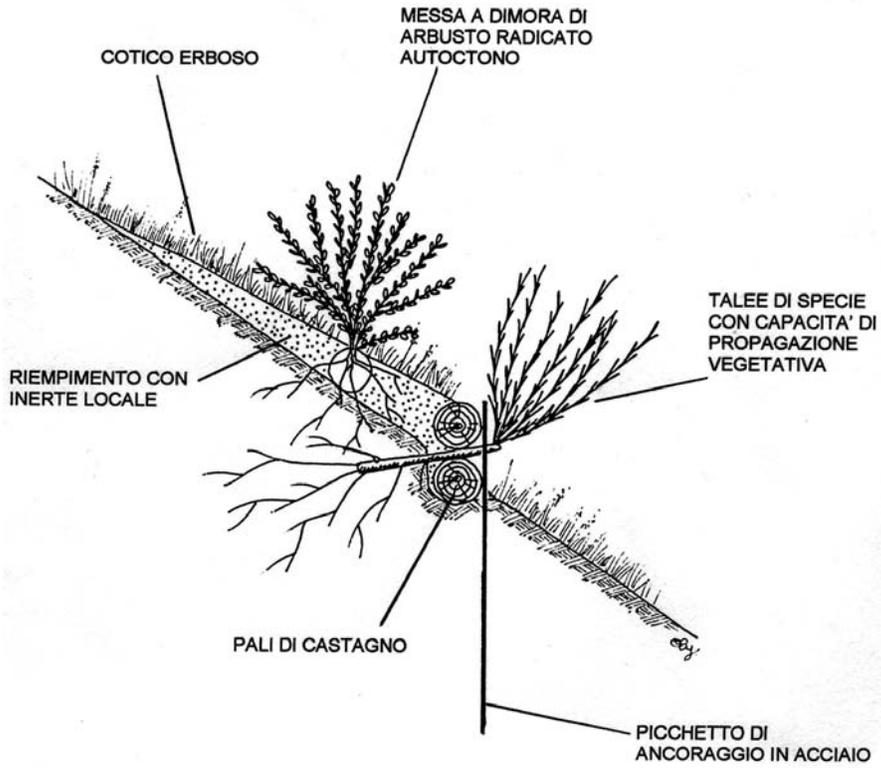
Scarpate in scavo, consolidamento di solchi di erosione, stabilizzazione superficiale di rilevati e/o accumuli di materiale sciolto, versanti percorsi da incendi, etc.

Materiali

Tronchi di castagno o conifere scortecciati \varnothing 15 ÷ 25 cm, L = 2,00 ÷ 5,00 m; picchetti in ferro \varnothing 14 (16) mm, L 40 ÷ 100 cm; talee legnose; arbusti autoctoni, inerte; sementi autoctone.



Foto 7.17: Palizzate vive in corso di realizzazione (ottobre 2003) Pizzoli (AQ) - Foto P. Cornolini



Palizzata viva

Interventi di consolidamento

7.18 GRATA VIVA

Descrizione

Struttura in tondate ottenuta mediante la posa di tronchi verticali e orizzontali disposti perpendicolarmente tra loro, questi ultimi sovrapposti a quelli verticali e chiodati ad essi. All'interno delle camere così ottenute, vengono poste in corso d'opera talee di salici e/o arbusti radicati (talvolta supportati da pezzi di rete elettrosaldata) e il tutto viene ricoperto con inerte terroso locale. Una grata di piccole dimensioni può essere eseguita anche con l'impiego di astoni vivi.

La stabilizzazione è immediata grazie all'armatura di legno e l'effetto aumenta con la radicazione delle specie vegetali, che svolgono anche un'azione drenante.

Il legno col tempo marcisce, per cui, oltre a buone chiodature, è necessario che le piante inserite nella struttura siano vitali e radichino in profondità, così da sostituire la funzione di sostegno e consolidamento della scarpata una volta che il legno abbia perso le sue funzioni.

Campi di applicazione

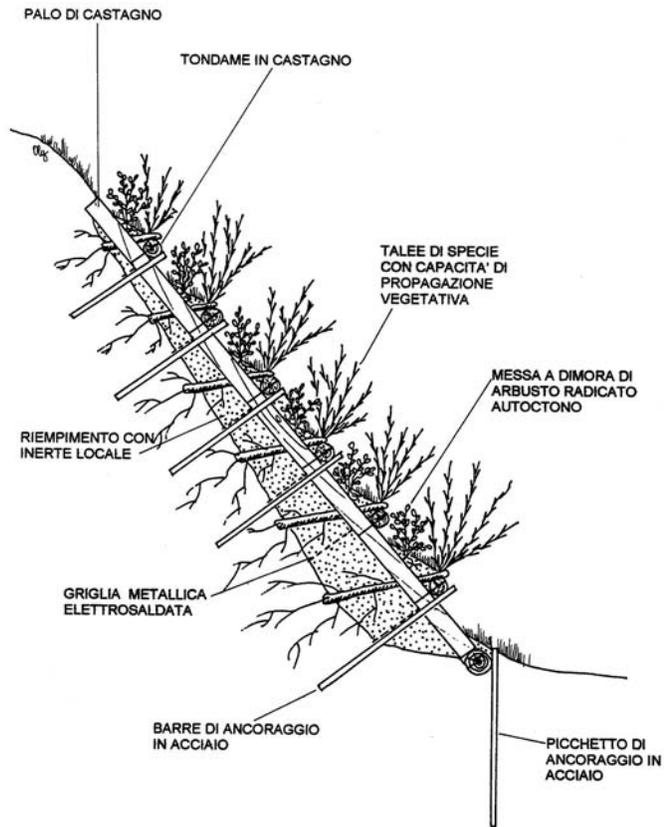
Ricostruzione del profilo di smottamenti con pendenze tra 45° e 55° che non possono essere ridotte; scarpate di infrastrutture viarie.

Materiali

Tronchi di castagno o conifere scortecciati $\varnothing 15 \div 25$ cm, L = 2,00 \div 5,00 m; picchetti in ferro $\varnothing 14$ (16) mm, L = 40 \div 100 cm; talee legnose di salici L min. 1,00 m; inerte; sementi idonee; arbusti autoctoni; rete elettrosaldata di contenimento dell'inerte tra le camere.



Foto 7.18: Grata viva (aprile 2002) M. Vulture (PZ) - Foto P. Cornellini



Grata viva semplice su scarpata

7.19 PALIFICATA VIVA DOPPIA

Descrizione

Struttura in legname costituita da un'incastellatura di tronchi a formare camere nelle quali vengono inserite piante e/o fascine di specie con capacità di propagazione vegetativa. L'opera, posta alla base di un pendio o di una sponda, è completata dal riempimento con materiale terroso inerte e pietrame nella parte sotto il livello medio dell'acqua. Il pietrame e le fascine poste a chiudere le celle verso l'esterno garantiscono la struttura dagli svuotamenti. Le talee inserite in profondità sono necessarie per garantire l'attecchimento delle piante che negli ambienti mediterranei soffrono per le condizioni di aridità. L'effetto consolidante è notevole, è legato inizialmente alla durata del legname e viene sostituito nel tempo dallo sviluppo delle radici delle piante. In tal senso sono consigliabili altezze della struttura inferiori a 2,5 m.

Il consolidamento è rapido e robusto, con un effetto visivo immediatamente gradevole e di grande effetto paesaggistico, legato al rapido sviluppo delle ramaglie.

Il legno col tempo marcisce, per cui oltre a buone chiodature, è necessario che le piante inserite nella struttura siano vitali e radichino in profondità, così da sostituire, come detto, la funzione di sostegno e consolidamento della scarpata, una volta che il legno si deteriora.

Campi di applicazione

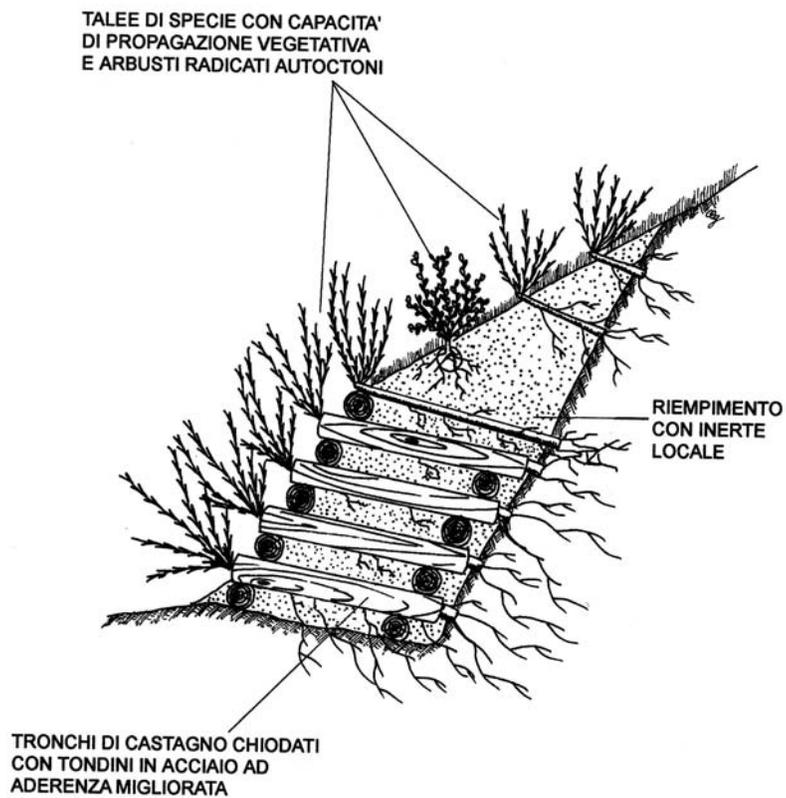
Consolidamento di pendii e scarpate franosi; al piede di scarpate stradali o ferroviarie; sponde fluviali soggette ad erosione di corsi d'acqua ad energia medio – alta con trasporto solido, anche di medie dimensioni. La variante a una parete è preferibile in situazioni di spazio o di possibilità di scavo limitati.

Materiali

Tronchi di castagno o resinosa scortecciati $\varnothing 20 \div 30$ cm; chiodature metalliche $\varnothing 12 \div 14$ mm; talee e ramaglie (da abbinare a fascine vive di salice $\varnothing 25 \div 30$ cm e fascine morte $\varnothing 25 \div 30$ cm nel caso di palificata spondale); inerte terroso e pietrame (nella palificata spondale); arbusti autoctoni.



Foto 7.19: Lavori di realizzazione di palificata viva doppia (marzo 2004) Vieste (FG) - Foto C. Bonelli



Palificata viva di sostegno a parete doppia

7.20 PALIFICATA VIVA ROMA

Descrizione

Struttura in legname costituita da un'incastellatura di tronchi a formare camere nelle quali vengono inserite talee di salici o tamerici e/o arbusti radicati autoctoni. L'opera, posta alla base della scarpata o della sponda, è completata dal riempimento con materiale terroso, che si arricchisce di pietrame nella parte sotto il livello medio. Sul fronte, che dovrà avere una pendenza massima di 65° per consentire la crescita delle piante, è possibile inserire biostuoie o geotessili per il contenimento del materiale più fine. Qualora la palificata funga da difesa spondale, al piede della stessa verrà collocata una fila di massi, legati con fune di acciaio e profilati metallici.

Le talee dovranno avere una lunghezza superiore allo spessore dell'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare, mentre nella parte frontale dovranno sporgere per 10 cm circa.

Data la particolarità costruttiva, la palificata Roma ha un campo ottimale di realizzazione per altezze da 1, 8 a 2,2 m. Rispetto alla tradizionale palificata doppia presenta un risparmio di legname e chiodature.

Il legno col tempo marcisce, per cui oltre a buone chiodature, è necessario che le talee e le piante radicate inserite nella struttura siano vive e radichino in profondità, così da sostituire la funzione di sostegno e consolidamento della scarpata, una volta che il legno abbia perso le sue funzioni.

Il consolidamento della scarpata è immediato. La struttura in ambito fluviale funge anche da microhabitat (riparo e tane per piccoli animali e pesci).

Campi di applicazione

Scarpate stradali, piede di versanti instabili.

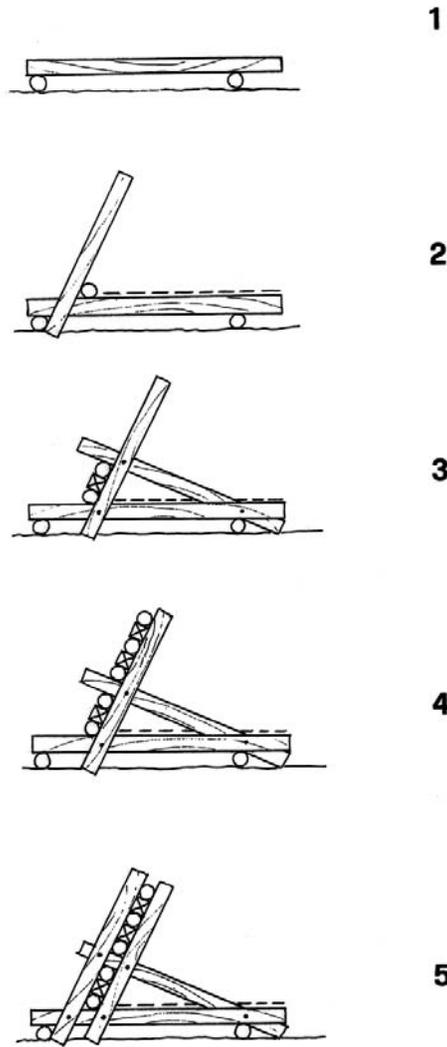
Sponde fluviali soggette ad erosione in corsi d'acqua a media energia con trasporto solido di dimensioni medie.

Materiali

Tronchi di castagno o resinosa scortecciati $\varnothing 20 \div 25$ cm; chiodature in acciaio a.m $\varnothing 12 \div 14$ mm e barre in acciaio filettato con dadi e rondelle $\varnothing 12 \div 14$ mm; rete metallica a doppia torsione zincata e plastificata a maglia 6x8 cm; talee L = 2-3 m e $\varnothing 2 \div 5$ cm e arbusti radicati autoctoni; inerte terroso. In ambito fluviale si utilizzano anche fascine vive di salice $\varnothing 25 \div 30$ cm e pietrame.

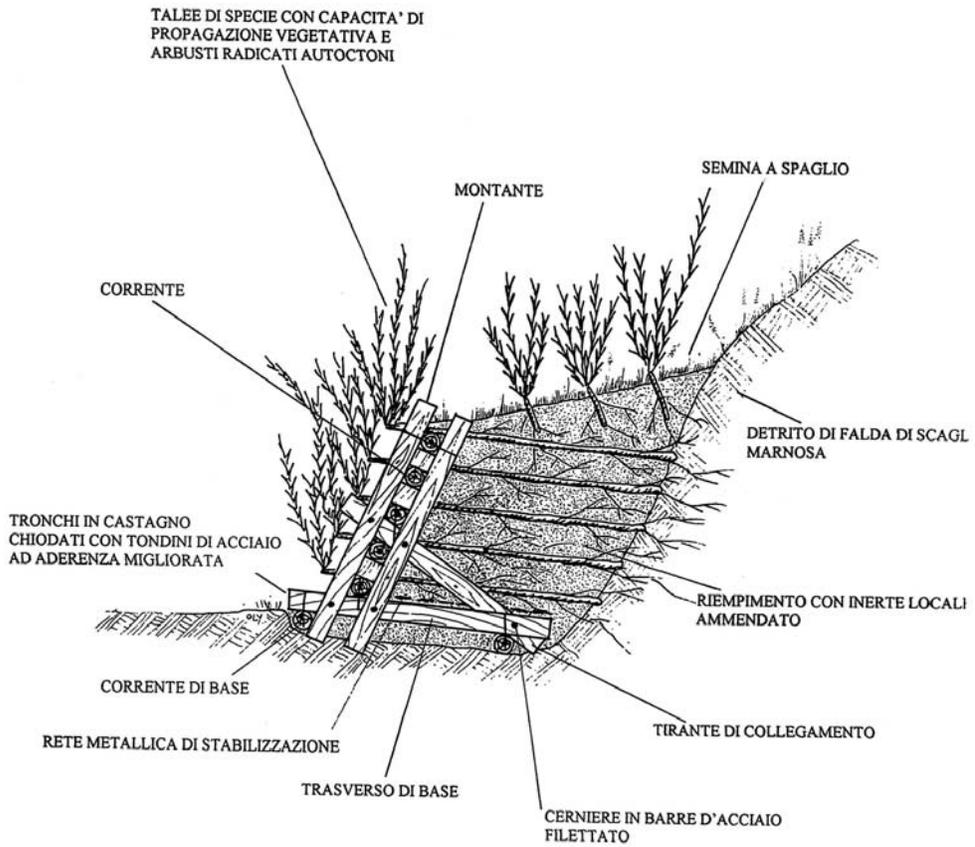


Foto 7.20: Palificata Roma (giugno 2003) Acqualagna (PU) - Foto P. Cornelini



Fasi di montaggio

PALIFICATA VIVA "ROMA"
SEZIONE TIPO



Palificata viva 'ROMA' sezione tipo

7.21 GABBIONATA VIVA

Descrizione

Tecnica adatta sia per sistemazioni lineari che per sistemazioni puntiformi, costituita da gabbioni in rete metallica zincata a doppia torsione e maglia esagonale, riempiti in loco con pietrisco di pezzatura minima 15 cm, disposti a file parallele sovrapposte. All'interno dei gabbioni vengono inserite talee di salice o tamerice con disposizione irregolare o a file nella prima maglia del gabbione superiore (non tra un gabbione e l'altro). Per evitare erosione al piede di sponda, prima della posa dei gabbioni viene predisposta una idonea fondazione prolungata verso il centro alveo (materasso). Struttura di sostegno elastica, molto adatta per sistemazioni in condizioni di forte pendenza e in spazi limitati; l'uso dei ciottoli locali garantisce una coerenza visuale della struttura con la litologia locale; nell'arco di 1 – 2 anni le radici dei salici o tamerici aumentano la stabilità della struttura stessa che viene anche mascherata dallo sviluppo delle parti aeree. Nel loro impiego combinato con piante vive si prestano a varie applicazioni dell'ingegneria naturalistica che sono suscettibili di ulteriori evoluzioni data l'adattabilità dei materiali. Già il loro uso tradizionale presenta notevole plasticità, dando adito nel tempo a processi di rinaturazione spontanea. Possono svolgere funzione di protezione rispetto all'erosione fluviale ed, al contempo, sostegno della sponda in caso di instabilità gravitativa. Sono strutture permeabili che non ostacolano la filtrazione dell'acqua da e verso le sponde. Vanno utilizzate verificandone la stabilità rispetto alle tensioni di trascinamento dovute all'azione dell'acqua. In genere se ne sconsiglia l'uso in presenza di trasporto solido intenso caratterizzato da materiale di grosse dimensioni. Vengono impiegate per costruire strutture di sostegno a gravità caratterizzate da una elevata flessibilità e permeabilità. Vanno dimensionati come opere di sostegno eseguendo le opportune verifiche di stabilità. L'esecuzione è rapida e semplice, con effetto contenitivo immediato. La realizzazione è preferibile in zone con disponibilità di materiale lapideo.

Campi di applicazione

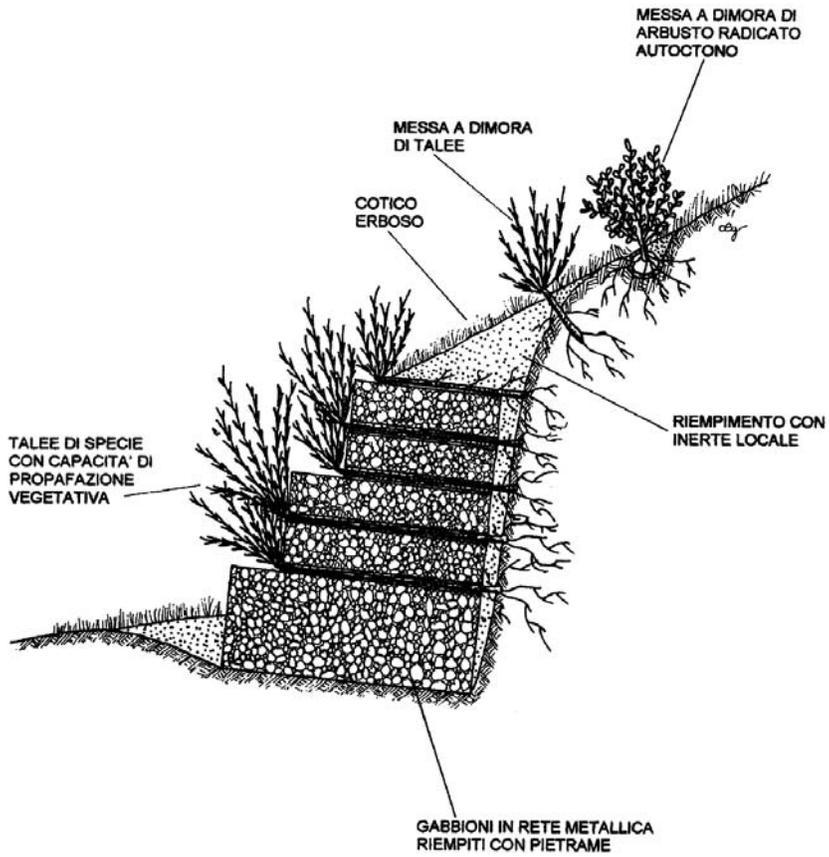
Difesa longitudinale e/o trasversale di corsi d'acqua; piede di pendii umidi e instabili; versanti in erosione; briglie in golene allagate occasionalmente; sistemi di fitodepurazione; difesa e sostegno di sponde lacustri; ricostruzione e/o sostituzione di muri di sostegno in calcestruzzo in terreni instabili.

Materiali

Ciottoli di fiume \varnothing 15÷30 cm o pietrame; scatolare in filo di acciaio zincato (e plastificato se a contatto con l'acqua), maglia tipo 8 x 10 a doppia torsione; filo di ferro zincato \varnothing 2,2 mm o punti metallici meccanizzati in acciaio \varnothing 3,0 mm; talee di salice o tamerice di lunghezza tale da toccare il terreno naturale dietro il gabbione, almeno 1,5 – 2 m e \varnothing min. 2 cm.



Foto 7.21: Gabbionata rinverdita (marzo 2000) Rio Valleluce (FR) - Foto P. Cornolini



Gabbionata in rete metallica zincata rinverdata con talee

7.22 MATERASSO RINVERDITO

Descrizione

Moduli prefabbricati in rete metallica zincata, con spessore di 20 - 30 cm, rivestiti nella parte superiore con geostuoia o biofeltri, riempiti con materiale inerte e assemblati con punti metallici in acciaio zincato in modo tale da costituire una struttura monolitica. Alcuni moduli non soggetti a sommersione possono essere riempiti con terreno vegetale e possono essere effettuate sulla superficie la semina e la messa a dimora di talee, rizomi, cespi e arbusti radicati di specie autoctone, previo taglio di alcune maglie della rete. Le talee, inserite in preferenza in concomitanza di substrati in roccia sciolta (ghiaie, sabbie), devono avere una lunghezza tale da passare attraverso l'intera struttura ed inserirsi nel terreno retrostante, in modo tale che venga assicurata la radicazione in profondità.

La realizzazione si basa sulla disponibilità in loco di idoneo materiale lapideo per i riempimenti (l'uso di materiale litoide alloctono incrementa i costi e non è coerente con il principio dell'impiego di risorsa locale con l'effetto paesaggistico).

I materassi hanno un'elevata durata temporale, si adattano alla morfologia di sponde, alvei, scarpate e vengono in tempi brevi rivegetati e riassorbiti nelle morfologie che diventano naturaliformi. Sono strutture permeabili che non ostacolano la filtrazione dell'acqua da e verso le sponde. Vanno utilizzate verificandone la stabilità rispetto alle tensioni di trascinamento dovute all'azione dell'acqua; la resistenza dipenderà dalla presenza della rete metallica e dalla pezzatura del materiale di riempimento.

Campi di applicazione

Possono essere impiegati anche per il rinverdimento di scarpate e sponde in roccia sino a 45-50° di pendenza, salvo opportune chiodature di fissaggio.

Sponde di fiumi e canali con energia idraulica significativa, ma comunque velocità della corrente inferiore a 6 m/sec e diametro di trasporto solido inferiore a 20 cm.

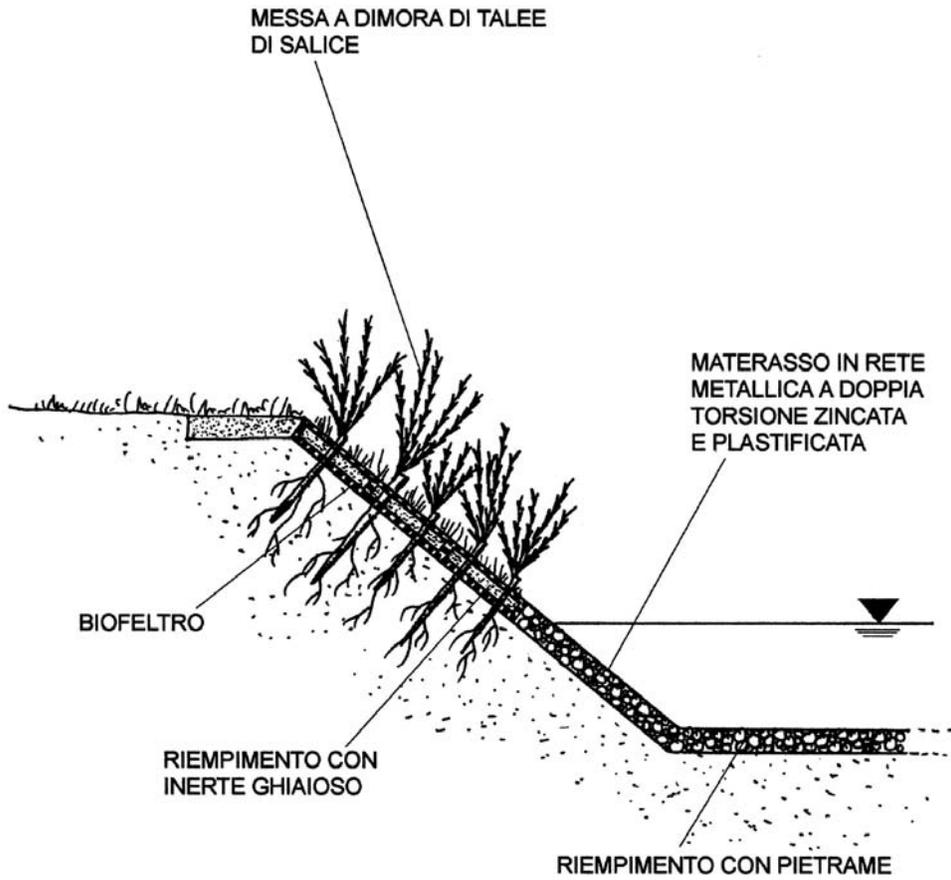
Materiali

Moduli prefabbricati in rete metallica zincata con maglia tipo 6 x 8, filo \varnothing 2,2 mm, eventualmente plastificato (larghezza minima 1 m e spessore di 20-30 cm), all'interno foderati con stuoie sintetiche (nelle parti sommerse) o in fibra vegetale, con funzione di filtro e ritenzione di fini. Filo di ferro zincato \varnothing 2.0 mm o punti metallici meccanizzati in acciaio \varnothing 3.0 mm. Materiale di riempimento: inerte misto a terreno vegetale. Geostuoia tridimensionale o biostuoia per il controllo dell'erosione superficiale. Miscela di sementi per idrosemina. Talee di salici, tamerici, etc. Specie arbustive autoctone.

Barre metalliche di lunghezza e diametro dipendenti dalla condizione del substrato per ancorare la struttura su pendii a forte inclinazione (40-50°).



Foto 7.22: Materasso rinverdito con talee di tamerici (giugno 2001) T. Arrone (VT) - Foto P. Cornolini



Materasso spondale in rete metallica rinverdito

7.23 SCOGLIERA RINVERDITA

Descrizione

Difesa longitudinale per il consolidamento e contro l'erosione delle sponde, realizzata con l'impiego di grossi massi disposti irregolarmente lungo la scarpata dal basso verso l'alto e contemporanea messa a dimora di talee di salice inserite nelle fessure tra i massi stessi. Si ottiene una protezione immediata della sponda, che va aumentando con lo svilupparsi dell'apparato radicale delle talee. L'aspetto risulta coerente solo in morfologie rocciose montane, mentre risulta molto visibile in morfologie a litologie sciolte (ghiaie, argille, sabbie).

L'opera risulta massiccia con effetto protettivo immediato; l'inserimento delle talee dovrà avvenire preferibilmente durante la fase di costruzione, con l'attraversamento dell'intera struttura, fino a toccare il terreno retrostante.

Nei regimi torrentizi le scogliere sono soggette a sottoescavazioni. Si riscontra un'elevata percentuale di fallanze nelle talee inserite a posteriori.

Campi di applicazione

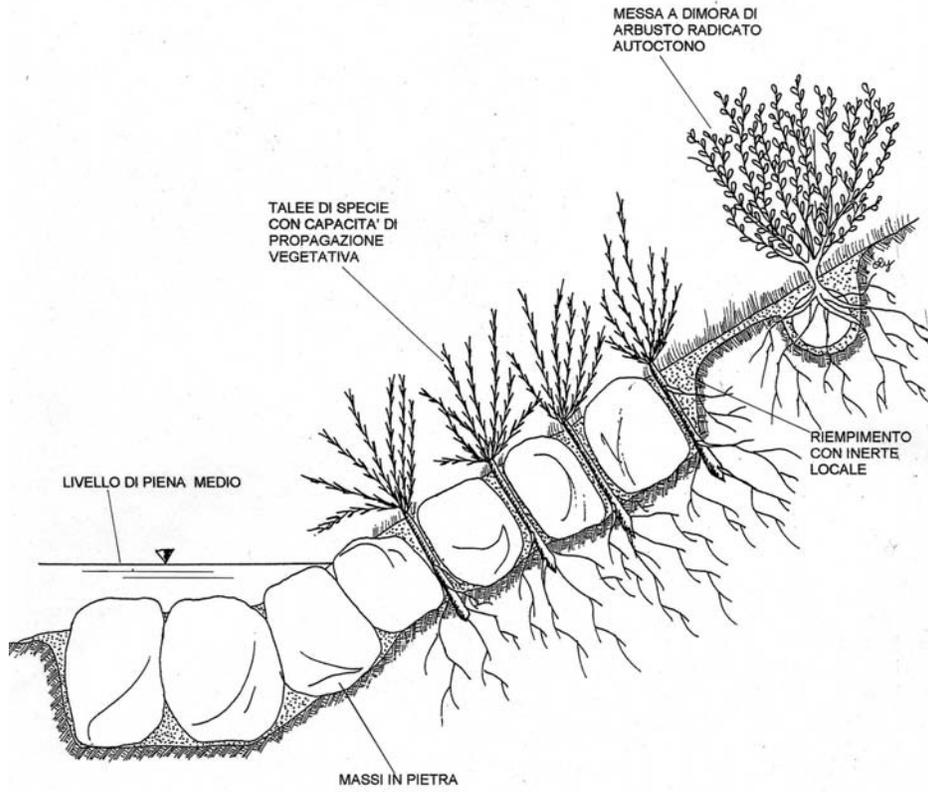
Sponde di corsi d'acqua con notevole trasporto solido e alta velocità della corrente.

Materiali

Massi ciclopici di \varnothing 0,5-1,0 m; talee di salice di lunghezza min. 1,0 m; inerte terroso per l'intasamento delle fughe.



Foto 7.23: Scogliera rinverdita (aprile 2000) Rio Inferno (FR) - Foto P. Cornellini



Scogliera rinverdit

7.24 TERRA RINFORZATA RINVERDITA

Descrizione

Opera di sostegno realizzata mediante l'abbinamento di materiali di rinforzo in reti sintetiche o metalliche plastificate, inerti di riempimento e rivestimento in stuoie sul fronte esterno, tali da consentire la crescita delle piante. Sotto il profilo statico, la stabilità della struttura è garantita dal peso stesso del terreno consolidato internamente dai rinforzi; la stabilità superficiale dell'opera è assicurata dalle stuoie sul paramento e dalle piante.

Si tratta di una struttura di sostegno molto adatta per sistemazioni in spazi limitati o in vicinanza di infrastrutture viarie. La plasticità delle morfologie realizzabili e la totale rivegetabilità ne fanno una delle tecniche più facilmente reinseribili nel paesaggio a parità di funzionalità di consolidamento.

Per garantire l'attecchimento e la crescita delle piante e del cotico erboso, i fronti dovranno avere pendenza massima di 60° per consentire l'apporto delle acque piovane. Il solo cotico erboso deperisce nel tempo e non garantisce la funzione antiersiva del cuneo di terra vegetale, che tende a dilavarsi; quando le stuoie perdono la loro funzione, risulta pertanto indispensabile l'inserimento, raccomandato in fase di costruzione, di talee e arbusti radicati e l'uso combinato di stuoie sintetiche permanenti.

I manufatti risultano avere un'elevata durata temporale e la costruzione per moduli consente di ottenere molteplici forme, adatte alle condizioni locali del terreno. Risulta perciò un'opera elastica e permeabile, anche se, per i costi e l'ingombro risulta essere maggiore rispetto alle strutture murarie in cls. E' necessario reperire materiale di riempimento con caratteristiche geotecniche idonee.

Campi di applicazione

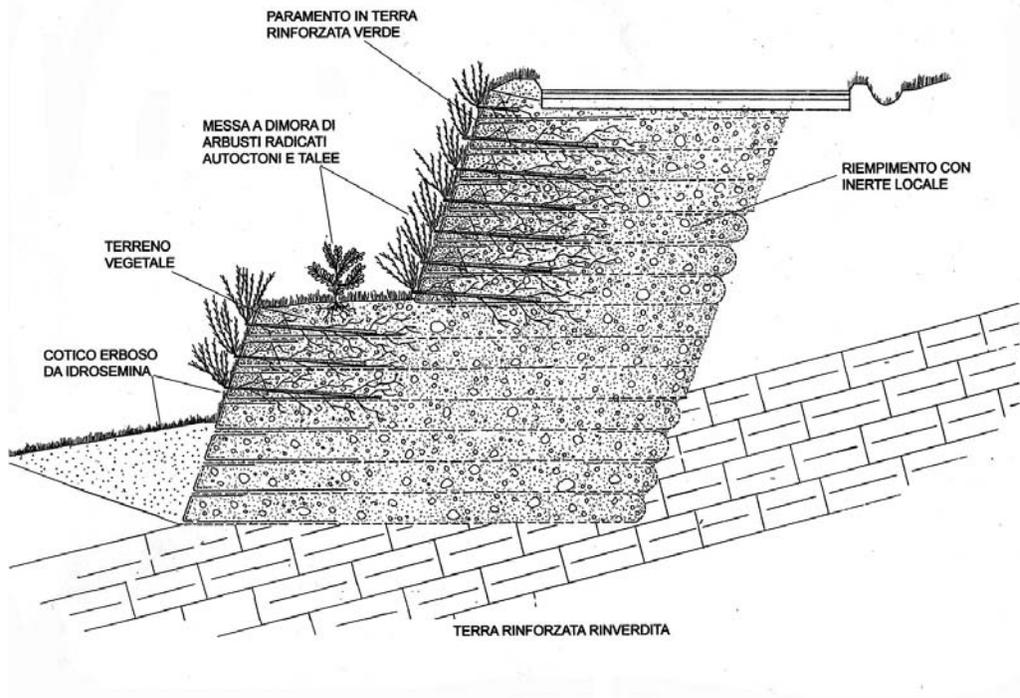
Sostegno di scarpate in riporto, consolidamento di scarpate stradali e ferroviarie, consolidamento di sponde e argini. Terrapieni antirumore, modellamento e ricostruzione nei casi di spazio limitato.

Materiali

A seconda della diversa tipologia costruttiva vengono impiegati geosintetici, griglia metallica e geosintetici, griglia e armatura metallica, elementi preassemblati in rete metallica a doppia torsione. In tutti i casi trovano impiego punti metallici, materiale inerte di riempimento, terreno vegetale, talee vive, arbusti radicati, idrosemine normali o a spessore.



Foto 7.24: Terra rinforzata rinverdata in costruzione (novembre 2000) Bernalda (MT) - Foto A. Trivisani



Terra rinforzata rinverdita

7.25 BRIGLIA VIVA IN LEGNAME E PIETRAME

Descrizione

Opera in legname e pietrame realizzata trasversalmente al corso d'acqua. Si ha un'immediata diminuzione della pendenza del profilo longitudinale del corso d'acqua, pertanto viene meno l'effetto erosivo e viene favorito il deposito di materiale. L'aspetto in aree montane risulta gradevole in quanto legato all'uso di tronchi e pietrame e risulta perciò opera sostitutiva di briglie cementizie. Possono essere realizzate opere di altezza e ampiezza limitata; non sono proponibili in regimi con trasporto solido di diametro elevato. La durata di tali opere risulta limitata nel tempo, inoltre, sono scarsamente rivegetabili.

Campi di applicazione

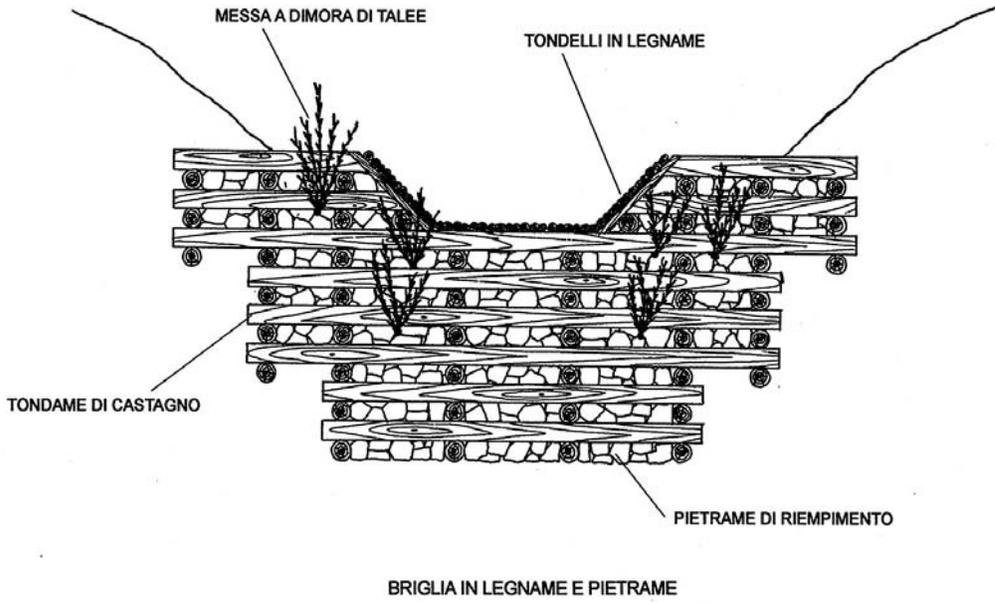
Regimi torrentizi montani e collinari anche con notevole trasporto solido.

Materiali

Tronchi di castagno o resinosa scortecciati $\varnothing 20 \div 30$ cm, chiodature metalliche $\varnothing 12 \div 14$ mm, tondini in metallo $\varnothing 10 \div 14$ mm, talee e fascine vive di salice $\varnothing 20 \div 30$ cm, pietrame, inerte terroso.



Foto 7.25: Briglia legname e pietrame (aprile 2002) M. Vulture (PZ) - Foto P. Cornelini



Briglia in legname e pietrame