

Sistemazione dei versanti

Ingegneria naturalistica e consolidamento dei versanti

Giancarlo Dalla Fontana
Università di Padova

A.A. 2013/2014

Consolidamento dei versanti



Obiettivi:

- contenimento dei processi erosivi
- ripristino di un ecosistema “PARANATURALE”, in grado di evolvere nel tempo verso una fase di equilibrio (o CLIMAX) o, più facilmente, verso associazioni vegetali che durino nel tempo
- corretto inserimento degli interventi di sistemazione sotto il profilo estetico, paesaggistico e naturalistico – ridotto impatto ambientale

Azioni:

1. consolidamento affidato, in una prima fase, ai materiali inerti (es. legname)
2. in seguito, con l'affermarsi della vegetazione erbacea, arbustiva o arborea, funzione meccanica di consolidamento affidata parzialmente o completamente agli apparati radicali delle specie vegetali
3. specie vegetali: rustiche e autoctone, in quanto fungono spesso da vegetazione pioniera

Consolidamento di un versante

REGIMAZIONE IDRICA

- a) drenaggi superficiali
- b) drenaggi profondi

CONSOLIDAMENTO MECCANICO

- a) rimodellamento del pendio
 - b) scoronamento
 - c) gradonamento
 - d) tecniche varie per trasferire gli sforzi tangenziali a elementi strutturali
 - Gradonate con talee o piantine
 - Vimate
 - Palificate
 - Grate
 - Terre rinforzate
- } Riduzione della pendenza

RICOSTRUZIONE DELLA COPERTURA VEGETALE

- a) inerbimenti

Materiali organici

Vegetali vivi:

- sementi
- semenzali e trapianti di specie arbustive o arboree
- talee di specie arbustive o arboree

TALEA: segmento di fusto isolato dalla pianta madre, in grado di produrre radici avventizie e di rigenerare, in tal modo, un altro esemplare; sviluppo considerevole in breve tempo. Le talee possono presentarsi in diverse forme: rami, ramaglia, astoni (PIOPPI, SALICI, NOCCIOLI)

- radici e rizomi
- piante erbose (in zolle)

Vegetali morti:

- legname: tronchi, ramaglia, tondame
- reti di juta, fibra di cocco, o di altra origine vegetale: per rivestimento di terreni erosi, abbinati a inerbimento; decomposizione rapida
- stuoie in fibra di paglia, cocco o altri vegetali
- paglia e/o fieno: fissati al terreno con picchetti e reti in materiale biodegradabile; protezione contro erosione
- concimi organici: si impiegano quando il substrato risulta povero in sostanze nutritive

Materiali inorganici

Di sintesi:

- griglie, reti o tessuti sintetici: idonee per
 - rivestimento terreni soggetti ad erosione
 - sostegno del terreno senza l'impiego di cemento o altro
 - trattenimento delle sementi lungo pendii ripidi e/o instabili
 - drenaggio superficiale
 - impermeabilizzazione del suolo
 - impiegate in rotoli e ricoperte in seguito con terreno e inerbite
- fertilizzanti chimici
- collanti chimici: in terreni con elevata erosione superficiale
- sostanze miglioratrici del terreno: su suoli poveri di sostanze nutritive o a tessitura e struttura non buona

Naturali:

- pietrame: impiegato per opere di protezione, consolidamento e, meno frequentemente, di sostegno
- ferro e acciaio: elementi accessori di alcune tipologie di opere

interventi colturali spesso necessari, a maggior ragione dove le condizioni pedo-climatiche risultano difficili o estreme

- **CONCIMAZIONE** (minerale, organica): assicura vita al manto vegetale nel periodo di attecchimento radicale; in terreni poveri di sostanze nutritive. Da effettuare in modo regolare nei primi anni
- **IRRIGAZIONE**: nei periodi aridi; da effettuarsi in modo limitato (evitare ipersensibilità allo stress idrico)
- **POTATURA**: nei primi anni di sviluppo delle piante; determina irrobustimento apparato radicale e formazione di più rami

Sistemazione dei versanti

La sistemazione dei versanti può prevedere:

- A. stabilizzazione di pendii contro l'erosione, superficiale e/o profonda**
- B. sistemazione e stabilizzazione al piede di un versante**

In entrambi i casi la sistemazione mediante tecniche di ingegneria naturalistica prevede l'impiego di materiali organici (vegetazione erbacea e/o arbustiva, talee; materiale vegetale morto), inerti (ferro, acciaio e/o pietrame), e materiale di sintesi (griglie, reti sintetiche, fertilizzanti e collanti chimici); il loro impiego dipende dalla finalità dell'intervento e dall'entità del dissesto

Sistemazione di versanti e scarpate

- A. interventi contro erosione superficiale: SEMINA e INERBIMENTI
- B. interventi contro movimenti franosi superficiali (10-50 cm): FASCINATE, CORDONATE, GRATE VIVE, PALIFICATE VIVE, ecc.
- C. interventi contro movimenti franosi di profondità media (50-200 cm): PALIFICATE A PARETE DOPPIA, GABBIONI VEGETATI, TERRE ARMATE, SCOGLIERE VEGETATE, ecc.

A – erosione superficiale



Semina di specie erbacee



Idrosemina



Vegetazione erbacea

vegetazione erbacea:

- capacità di colonizzare velocemente il suolo
- limita l'azione erosiva dell'acqua meteorica
- crea uno strato di sostanza organica – strato di humus idoneo per il successivo insediamento di specie pioniere autoctone arbustive e arboree



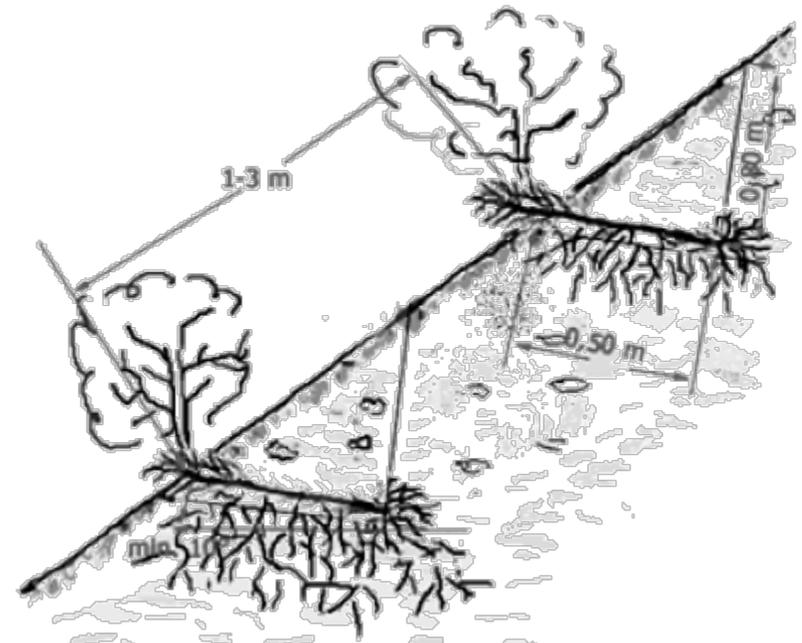
Semina

È il metodo più usato per la difesa dall'erosione superficiale di un pendio

- semina di miscugli di **piante erbacee adatte alla stazione**, al tipo di terreno, all'altitudine e alle condizioni climatiche
- su pendii sassosi e poco pendenti si preferisce la **semina a spaglio** (semi e concime); su pendii più ripidi si attua l'**idrosemina** (semi + concime + collanti)
- a pendenze molto elevate si inseriscono spesso **griglie sintetiche o reti di juta** (atte a rivestire il terreno soggetto ad erosione, a trattenere le sementi lungo i pendii instabili e a favorire il drenaggio) fissate con chiodi di ferro (D = 8-10 mm)
- in siti esposti (zone aride e sopra il limite del bosco): **semina con paglia e bitume** (NEROVERDE: seme, concime, paglia ed emulsione bituminosa), a formare uno strato di 3-4 cm sopra il terreno da consolidare
- fattore essenziale al successo della semina: **scelta del miscuglio** di sementi più adatto alla stazione: tipo di terreno, altitudine e condizioni stazionali
- tenere conto anche della funzione dell'inerbimento (popolamento pioniero, di transizione, o climax)
- in zone aride o al di sopra del limite del bosco: raccolta di semi di piante erbacee autoctone (*es. Festuca nigrescens, Poa alpina, Deschampsia cespitosa*), moltiplicati in vivai e aggiunti ai miscugli
- zolle erbose derivanti dallo scavo di tracciati stradali possono essere utilizzate per rinverdire i versanti, purché costituite da specie autoctone inerbimenti

B - Movimenti franosi superficiali (10 – 50 cm)

Strutture leggere e vive

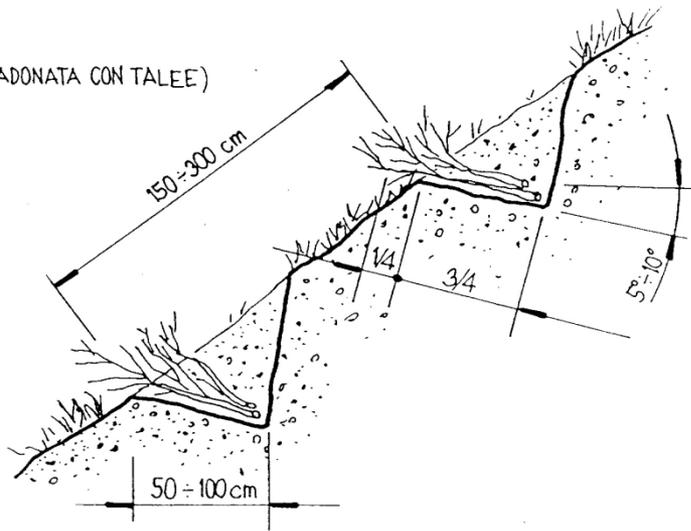


Principali tipi di intervento:

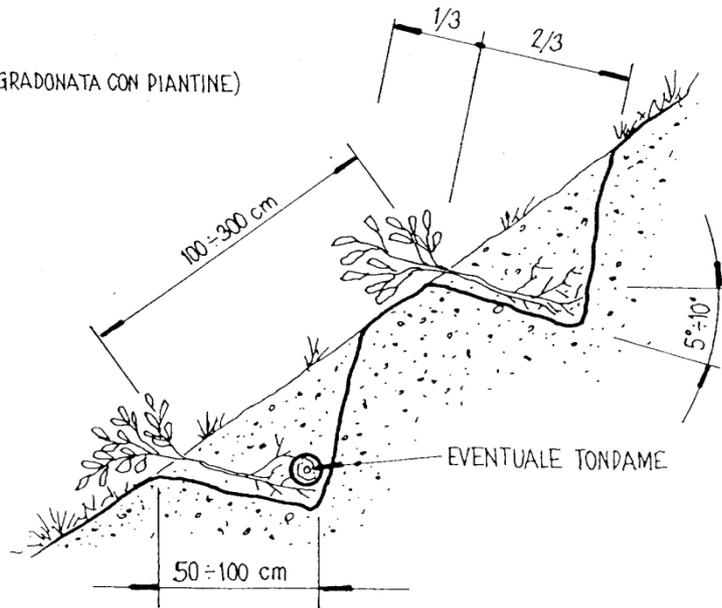
1. Gradonata viva (con talee o piante radicate)
2. Viminata
3. Cordonata viva
4. Fascinata viva su pendio
5. Grata viva
6. Palizzata in legname con talee
7. Palificata viva di sostegno semplice

1 - Gradonata viva (con talee o piante radicate)

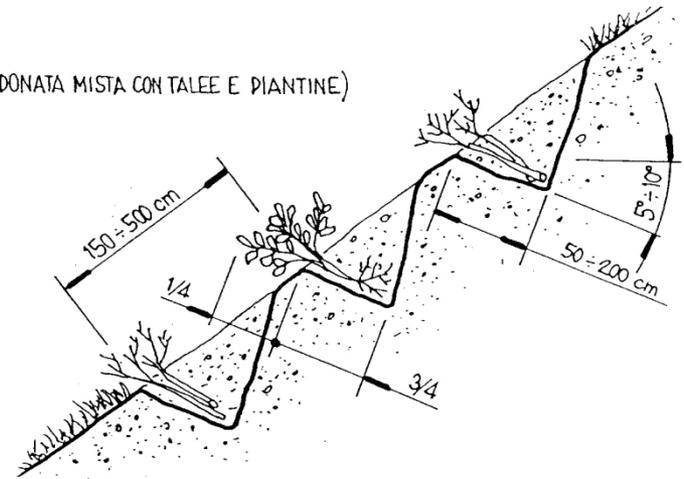
A (GRADONATA CON TALEE)



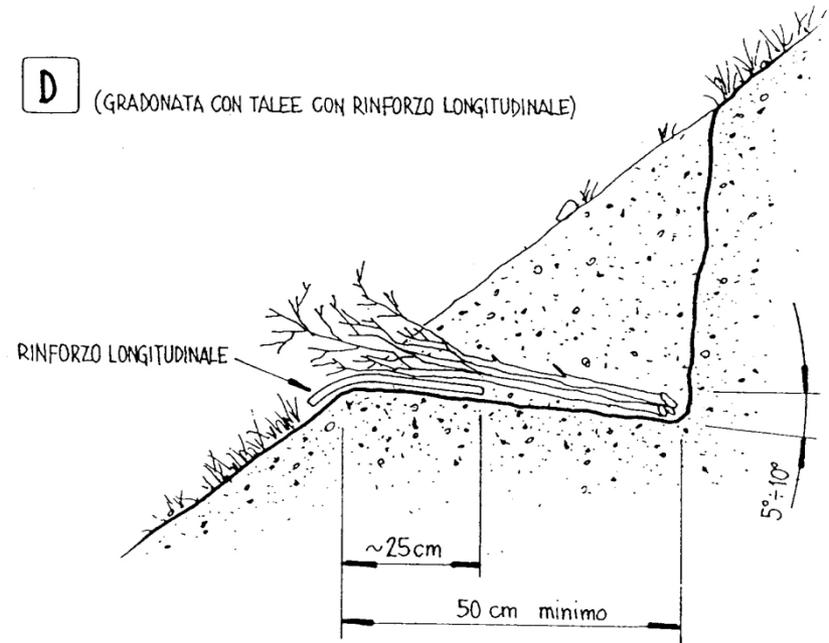
B (GRADONATA CON PIANTINE)



C (GRADONATA MISTA CON TALEE E PIANTINE)



D (GRADONATA CON TALEE CON RINFORZO LONGITUDINALE)



1 - Gradonata viva

- determina aumento dei tempi di corrivazione lungo il versante
- diminuzione erosione e < produzione di sedimenti
- spesso si esegue semina tra un gradone e il successivo – maggior copertura del suolo possibile
- sviluppo della vegetazione – ricostituzione di ecosistemi naturali o paranaturali



1 - Gradonata viva

Impiego:

- consolidare pendii franati costituiti da materiale sciolto
- profondità efficace: 0.5-1.5 m, su versanti o scarpate

Esecuzione:

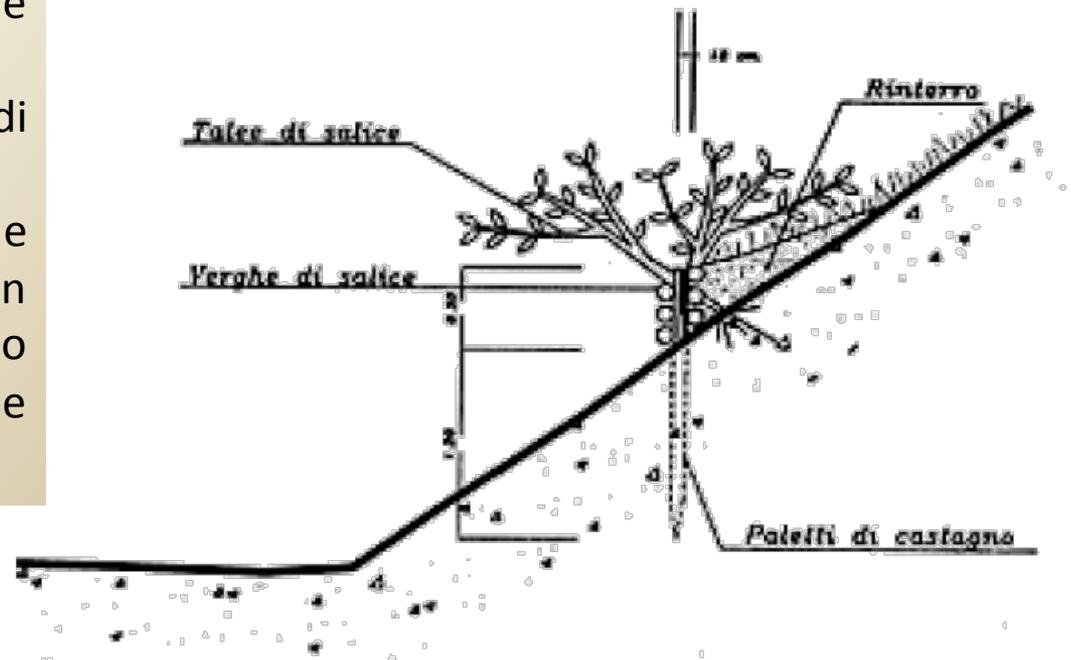
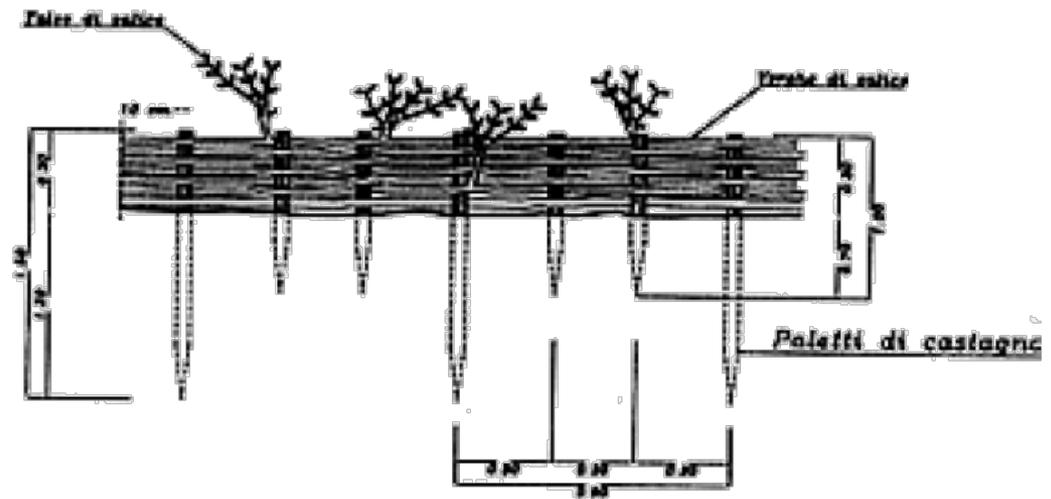
- lungo il pendio tagli ad “L” orizzontali, in leggera contropendenza (max. 10%), interdistanziati circa 2.0-3.0 m e profondi 1.0-1.5 m
- nelle gradinate si inseriscono talee di salice e/o latifoglie radicate (L = 80-120 cm), ricoperte poi per 2/3 della lunghezza con materiale di riporto
- talee, astoni robusti e piante radicate, inserite parallelamente – ricoperte da materiale di scavo, ma estremità fuori terra di 10-15 cm
- file di vegetazione cespugliosa lungo il pendio, stabilizzato nel tempo grazie alla resistenza offerta dagli apparati radicali (anche fino a 1.5-2 m)
- metodo efficace anche per stabilizzare argini e scarpate lungo corsi d’acqua
- in funzione del materiale vivo inserito:
 1. gradonate vive con ramaglia (astoni o talee)
 2. gradonate vive con latifoglie radicate
 3. gradonate vive miste (miglior risultato)

1 - Gradonata viva

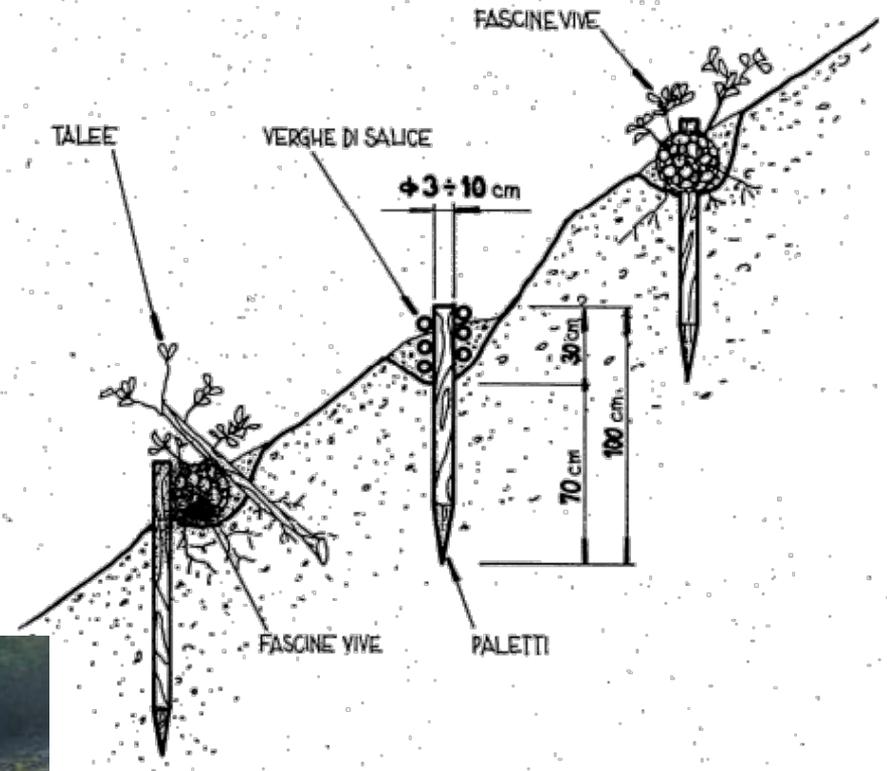
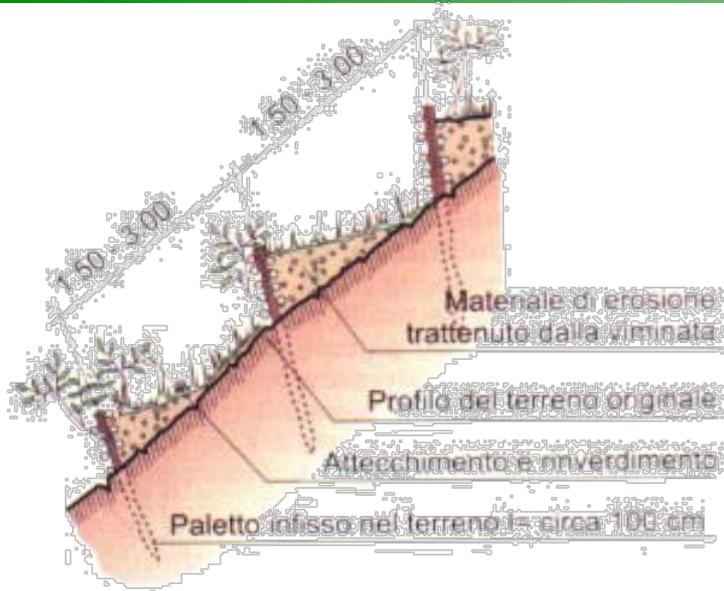


2 - Viminata

- sistema di consolidamento lineare adatto ai versanti molto pendenti
- si utilizzano talee di salice (da 3 a 8) intrecciate lungo pali infissi nel terreno, distanziati circa 0.5-1.0 m tra loro
- le talee vengono legate con filo di ferro e quindi interrate quasi completamente nel suolo
- interrimento necessario per consentire attecchimento delle talee
- immediato effetto meccanico di trattenuta del terreno
- problemi: richiede notevole quantità di materiale biologico con effetto radicazione spesso modesto – adatto solo su piccole superfici



2 - Viminata



3 - Cordonata viva

TERRENO DI RIPORTO PROVENIENTE
DALLO SCAVO DELLA BANCHINA SUPERIORE

TALEA DI SALICE
LUNGHEZZA > 60 cm
DENSITA' 10 TALEE/m

STRATO DI TERRENO
SPESSORE 10 cm

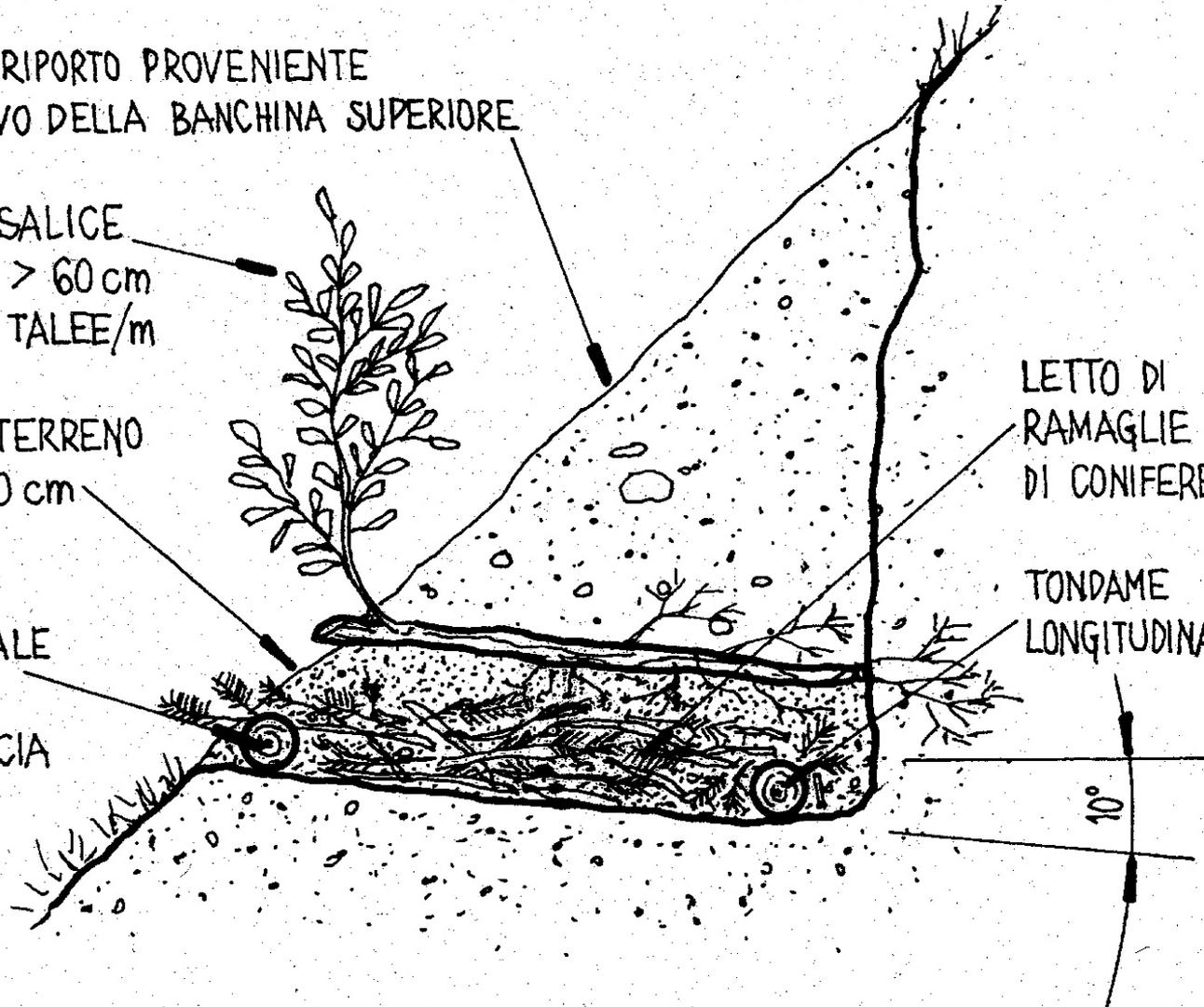
TONDAME
LONGITUDINALE
 $\phi 6 \div 12$ cm
CON CORTECCIA

LETTO DI
RAMAGLIE
DI CONIFERE

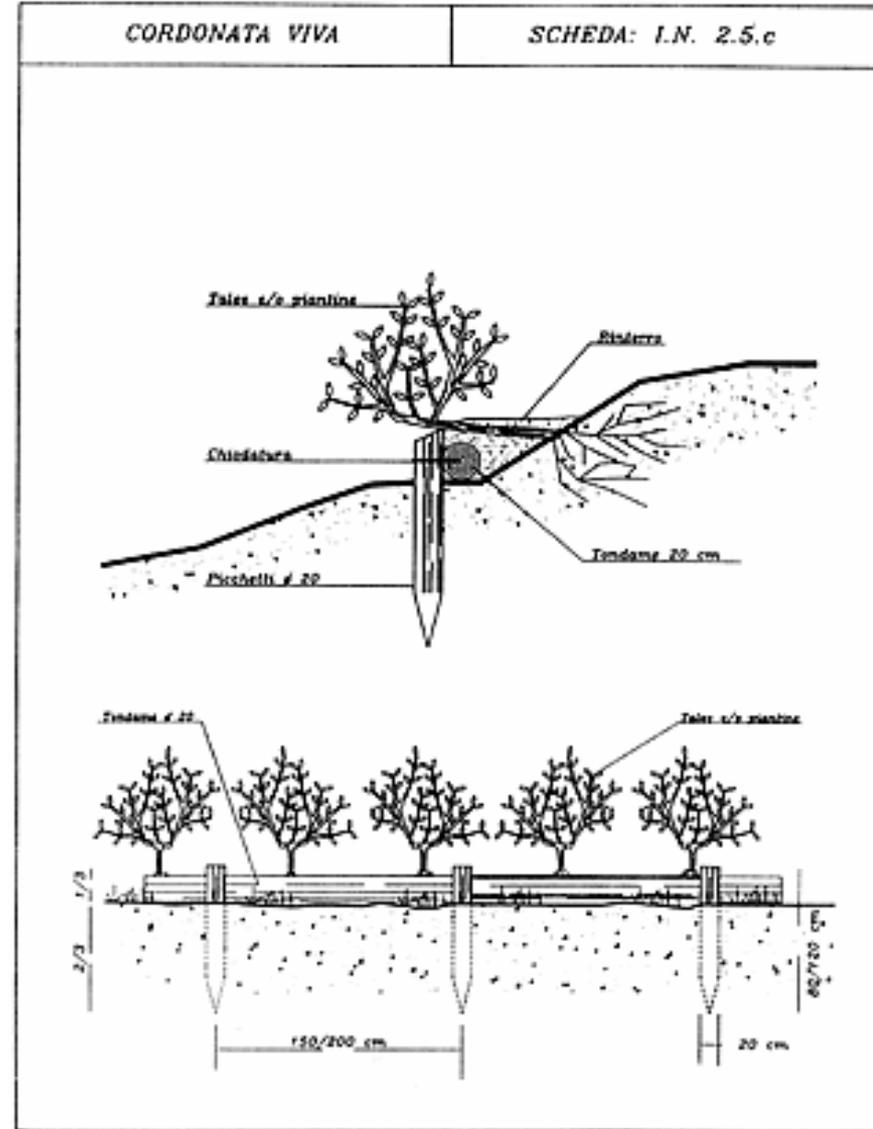
TONDAME
LONGITUDINALE

10°

A



3 - Cordonata viva



3 - Cordonata viva

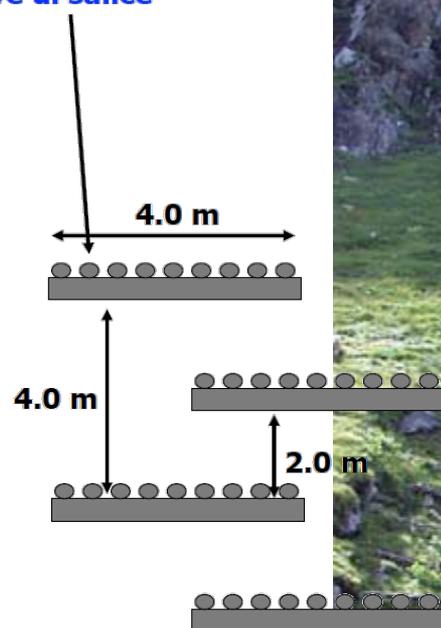
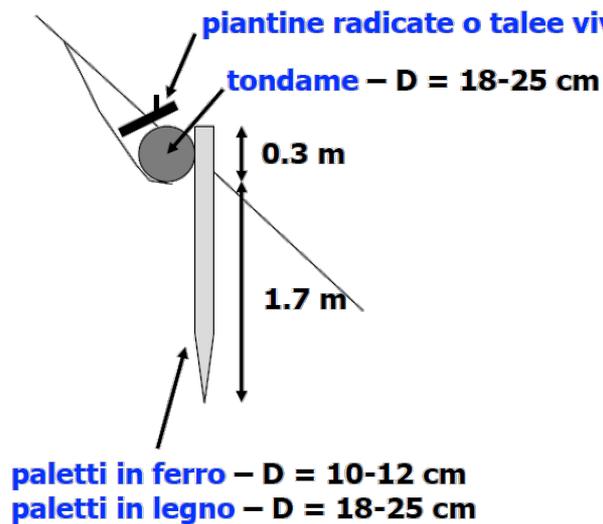
Impiego

- metodo più complesso rispetto alla gradonata
- sicurezza di strati superficiali di terreno (10-20 cm) - sistemazione frane non troppo profonde
- su versanti secchi (no fascinate di versante)
- adatto a terreni con elevata tendenza allo smottamento e argillosi

Esecuzione

- disposizione in file orizzontali, lungo linee di livello, in modo alternato
- realizzate sull'intera superficie
- pali infissi, in legno o ferro (L = 1.5-2 m)
- tondame (L = 4-5 m; D = 18-25 cm) dietro ai pali verticali
- tondame consolida; talee o piante radicate ulteriore supporto, più duraturo
- prima della posa delle talee, rinforzare la trincea con ramaglia di conifere e stanghe di legname disposte longitudinalmente
- vegetazione ricoperta con strato di terra
- spazio tra cordonate: inerbimento con idrosemina

3 - Cordonata viva

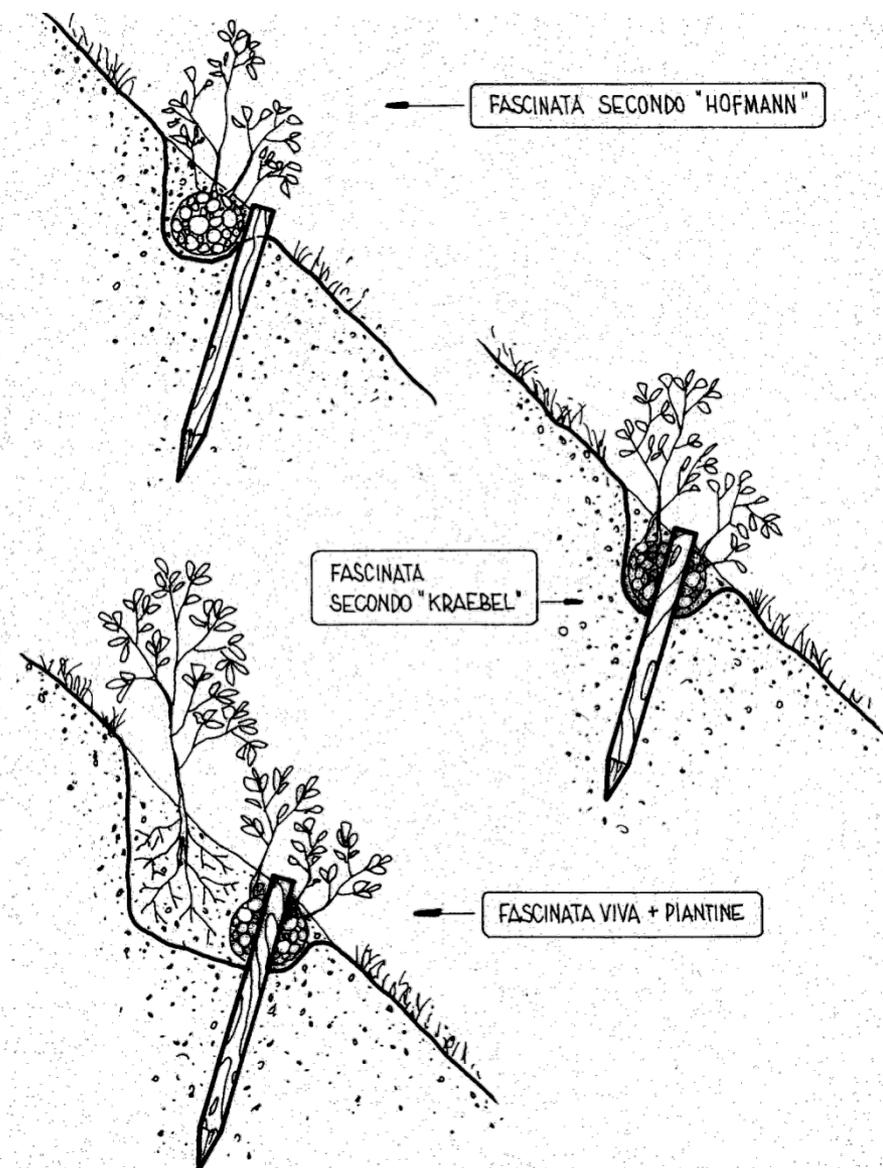


Cordonata viva

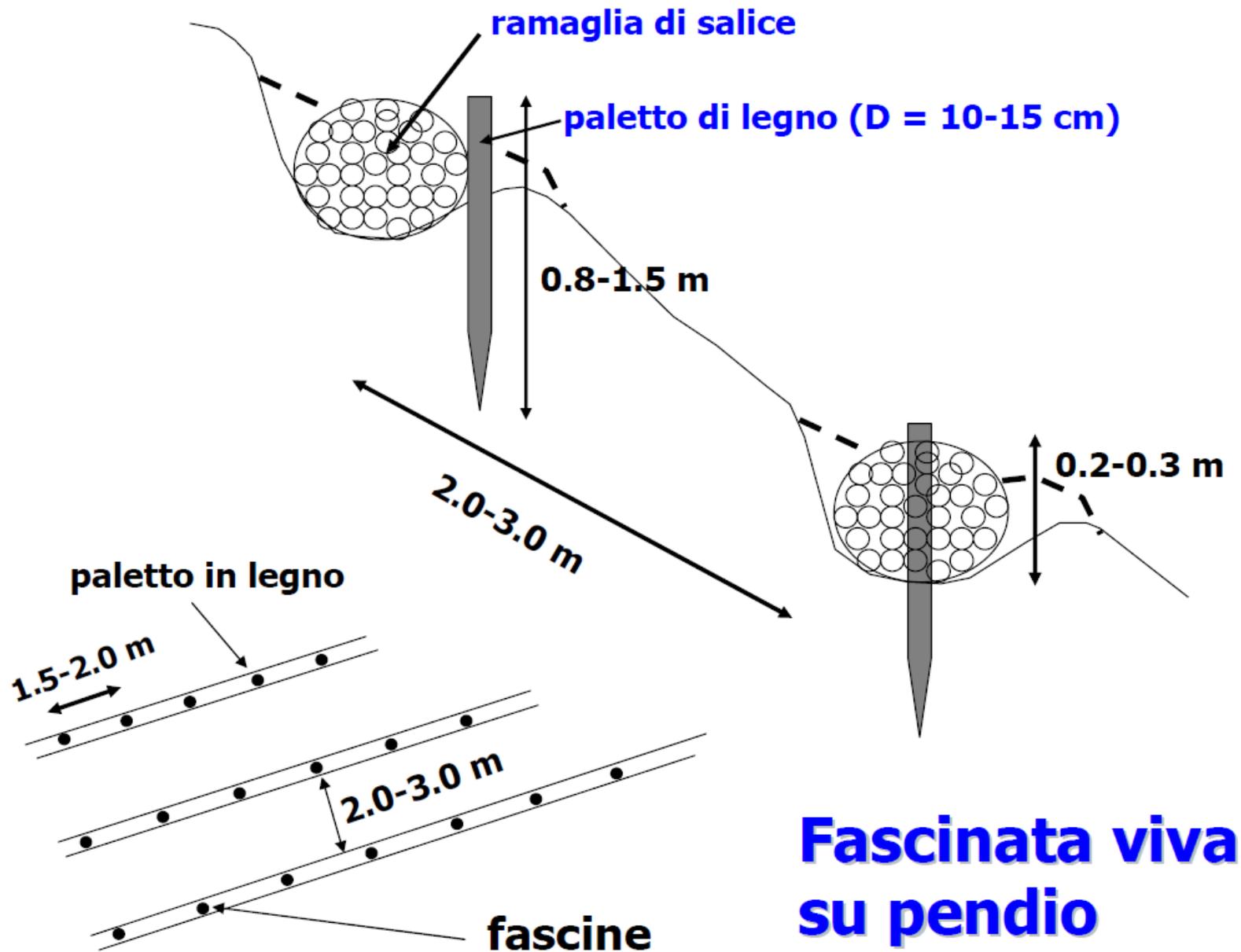


4 - Fascinata viva su pendio

- tecnica impiegata per drenare e stabilizzare in superficie versanti poco pendenti ma umidi
- scopo principale di drenare l'acqua in eccesso nel pendio
- fascine legate, formate a rami di specie ad elevata capacità vegetativa
- realizzata attraverso lo scavo di fossi paralleli sul pendio (H = 40-50 cm), nei quali vengono posizionate fascinate (D = 40-60 cm, L = 1.5-2 m) costituite di legno morto (diametro 10-15 cm) nella parte aderente al terreno e talee di salice vivi nella parte superiore
- le fascinate vengono quindi fissate al terreno mediante paletti di legno (h = 0.8 - 1.5 m; D = 10-15 cm) e ricoperte con un sottile strato di terreno di riporto (3-4 cm) – ricaccio delle gemme
- la radicazione dei salici fissa il suolo e drena l'acqua attraverso la funzione traspirante delle piante



4 - Fascinata viva su pendio



4 - Fascinata viva su pendio

Impiego

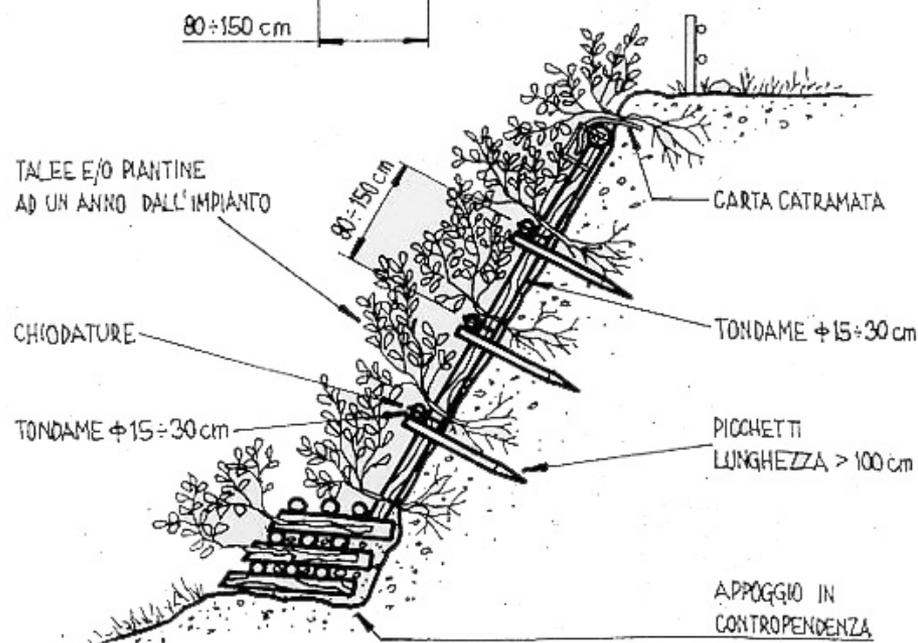
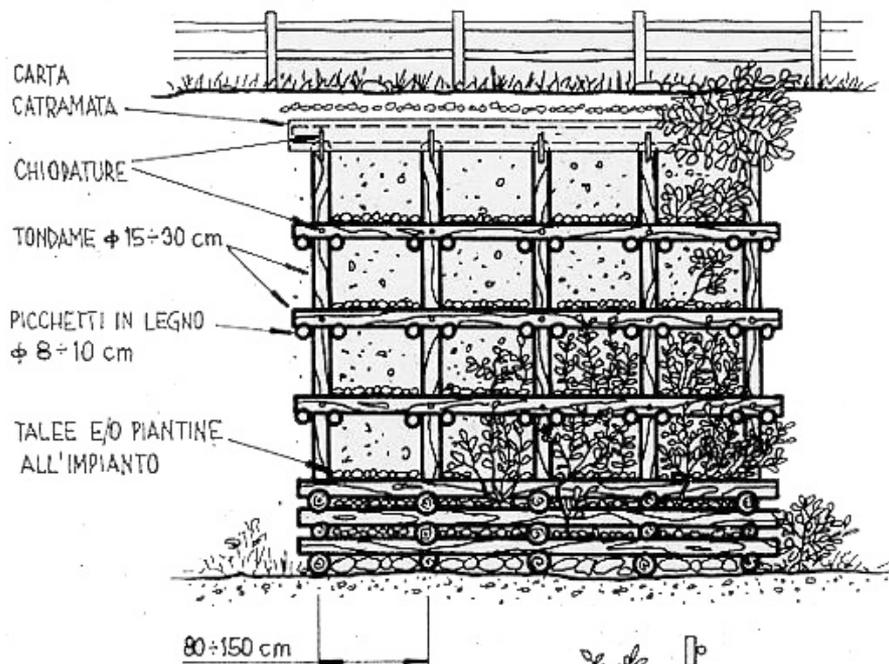
- fascinate disposte su file in direzione obliqua rispetto a linea di max pendenza
- funzione drenante e stabilizzante del suolo
- efficaci per stabilizzare terreno fino a 10-20 cm di profondità

Esecuzione

- scavo di fossi
- punta delle fascine rivolte verso valle
- molto spesso: fascine formate solo da materiale vivo (no ramaglia morta)



5 - Grata viva



5 - Grata viva

Impiego

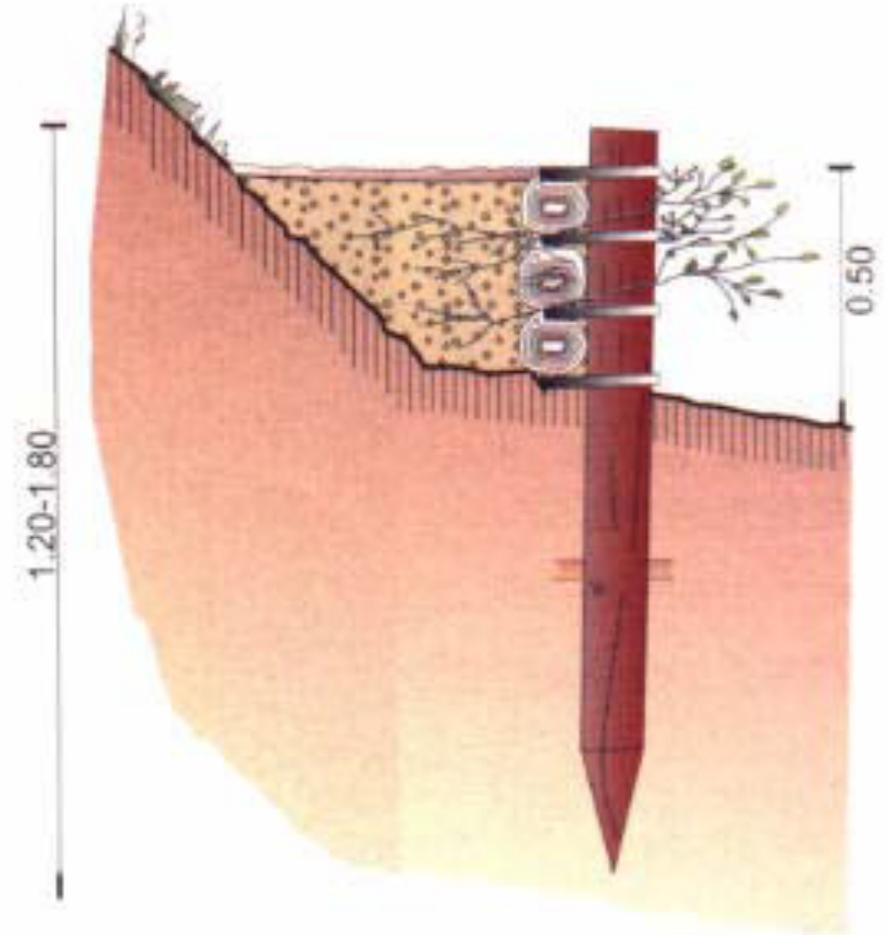
- per stabilizzare versanti franosi molto ripidi con suolo compatto e coesivo
- consolidamento strati di terreno superficiali (10-20 cm)
- suoli troppo ripidi per impiego di fascinate o cordonate
- idonea su substrati compatti – inerbimento non possibile

Esecuzione

- protezione al piede del pendio - pali di legno ($D = 30-50$ cm) o palificata viva semplice o doppia
- grata a maglie quadrate (lato 1.5 - 2.0 m) in tondame di larice o castagno (diametro 20-30 cm), disposto sulla superficie del pendio, fissato con pali di legno ($h = 1.5 - 2$ m; diametro 2-3 cm) o piloti in ferro (interdistanza 4 m)
- base di appoggio in legname e pietrame
- tondame di larice (o castagno) ancorato bene al piede
- a monte degli elementi orizzontali vengono posizionate piantine di latifoglie
- le maglie vengono quindi riempite con terra
- entro la grata: talee a propagazione vegetativa e/o latifoglie radicate con capacità di radicazione avventizia dal fusto
- piante disposte su gradoni e addossate ai pali orizzontali
- grata coperta con terra e inerbata mediante idrosemina
- l'iniziale funzione meccanica del legname verrà via via sostituita da quella delle piante
- H max opera: 10-20 m

6 - Palizzata in legname con talee

- tecnica di consolidamento, adatta ai versanti ripidi – riduzione pendenza locale
- attività stabilizzante grazie alla struttura di ancoraggio e alla successiva azione degli apparati radicali
- riduzione della pendenza locale del terreno, grazie alla realizzazione di piccoli gradoni ($h = 0.3 - 0.4 \text{ m}$)
- all'interno dei gradoni, a monte di piloni in ferro o pali in legno, si dispone un tondo di legname in senso longitudinale (lunghezza $2.5 - 3.0 \text{ m}$), fissato al terreno con pali di legno ($h 1.5 \text{ m}$; $D = 18-25 \text{ cm}$)
- a monte del tondame si collocano talee poi ricoperte da uno strato di terreno
- il tondame fissa le piantine e ferma il materiale a monte



6 - Palizzata in legname con talee



6 - Palizzata in legname con talee

Palizzata dopo l'attecchimento



Palizzata + viminata



4 pali verticali + 1-2 orizzontali → sorta di gradone; talee infisse appena a tergo degli elementi orizzontali; L = 2-3 m, disposte in modo irregolare lungo il versante

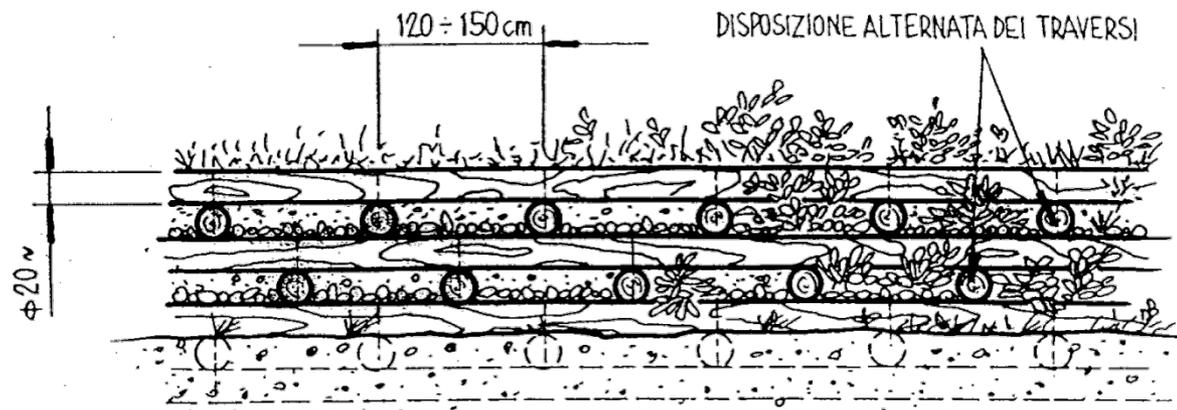
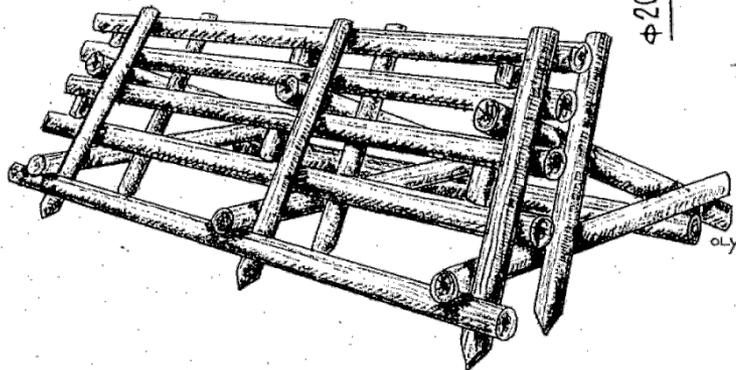
7 - Palificata viva di sostegno semplice

Impiego

- altezza max = 1 m – non più di 3 ordini sovrapposti di tondame
- 1/3 dell'altezza deve essere interrato nel suolo
- utilizzata quando il pendio a monte è troppo pendente per consolidamento con cordonate o fascinate



Tipo "Roma"



7 - Palificata viva di sostegno semplice

- utilizzata per consolidare versanti con piano di scivolamento profondo (consolidamento frane mediamente profonde), per cui le tecniche sopra citate (adatte ad erosioni superficiali) risulterebbero inutili (profondità 30-50 cm)
- funzione stabilizzante e drenante
- formata da tondami di legno longitudinali (lunghezza 4.0 m; D = 20-25 cm), alternati a tondami trasversali e fissati al suolo (lunghezza 1.5 - 2.0 m; D = 20-25 cm), a formare una sorta di gabbione in legno. Il tutto viene fissato con grossi chiodi (D = 12 cm)
- la struttura (H = 1.0 - 2.0 m) viene inclinata verso monte (10-15%), al fine di garantire una maggiore funzione di sostegno (pendenza faccia a valle = 30-50%)
- per ulteriore sicurezza contro lo slittamento: infissi in senso verticale piloti di ferro (L = 2.0-2.5 m)
- la palificata viene infine riempita con il terreno di scavo della trincea e tra i singoli tondami trasversali vengono collocati astoni di salice e/o piante radicate (salice, frassino, ontano grigio) con capacità radicale avventizia dal fusto
- l'inserimento di piantine o talee fissa il terreno all'interno della palificata; l'attività traspirante delle piante aumenta la stabilità dell'opera
- nel tempo, una volta marcito il tondame, le piante sviluppatesi assumono la funzione di sostegno e di stabilità del versante

C - Movimenti franosi di profondità media (50-200 cm)

Strutture pesanti miste



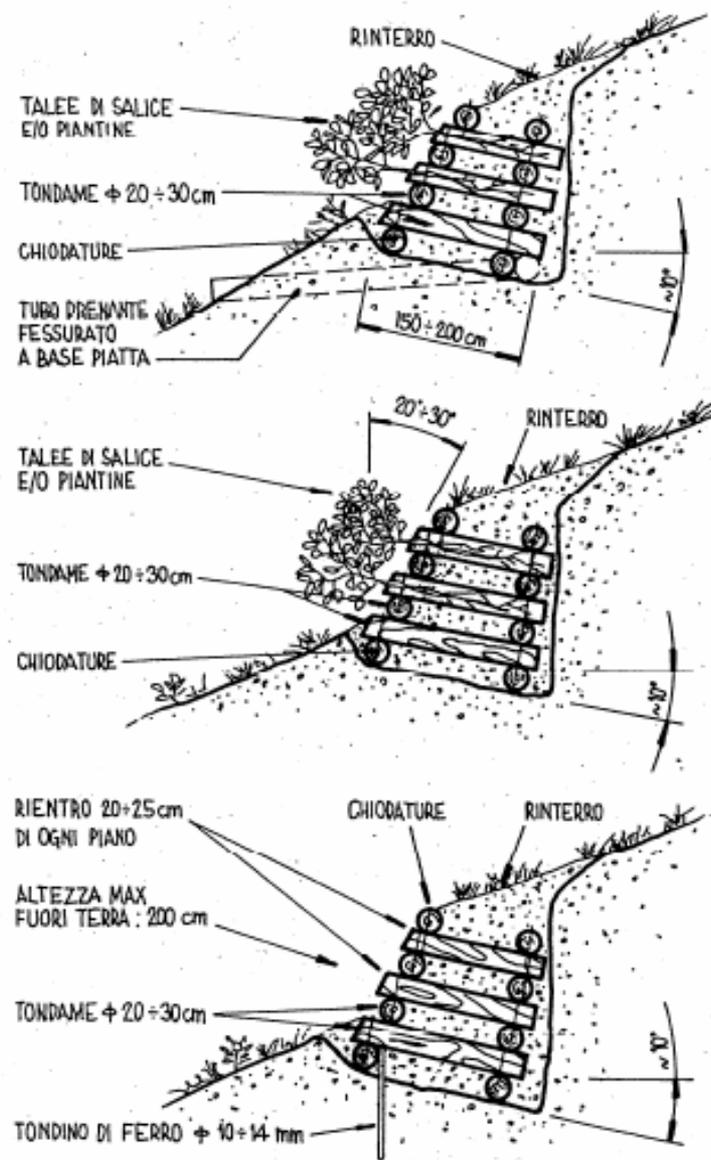
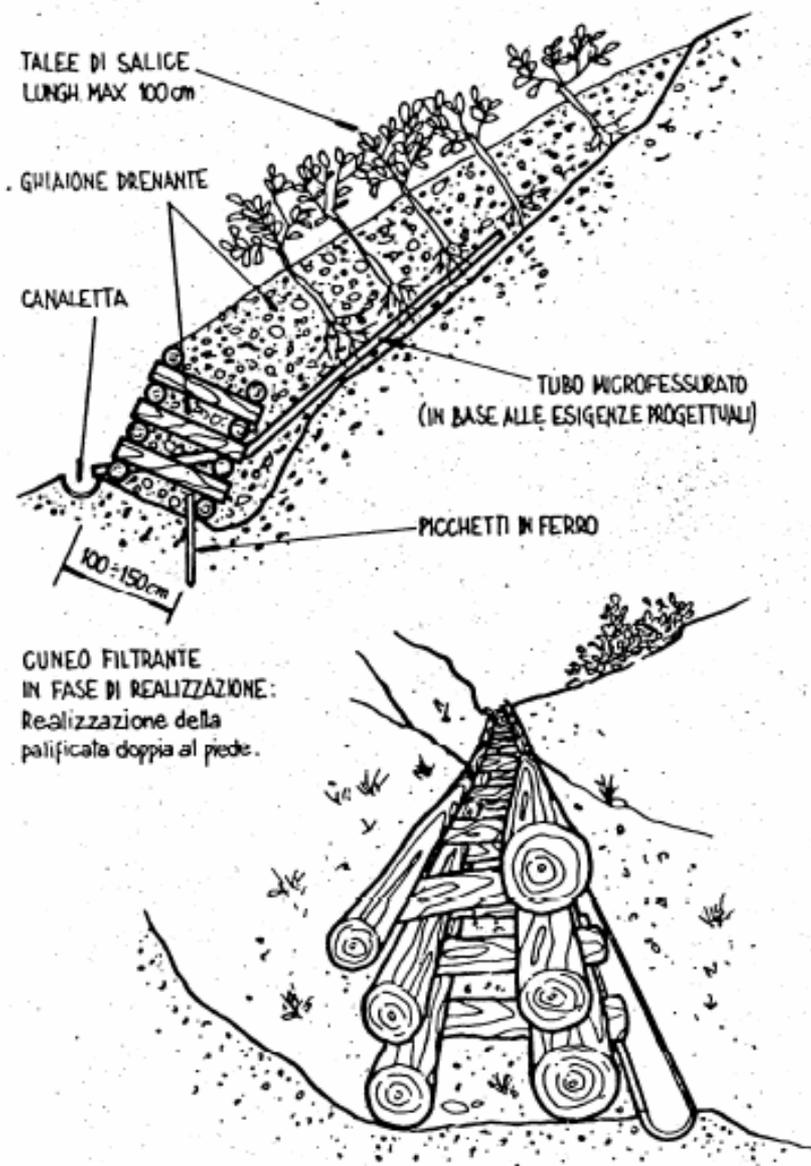
Principali tipi di intervento:

1. Palificata viva di sostegno a parete doppia
2. Muro di sostegno
3. Gabbionata
4. Terra rinforzata – Terra armata

4a - Muri di sostegno con armatura metallica

4b - Terre rinforzate con griglie, reti o tessuti sintetici

1 - Palificata viva di sostegno a parete doppia



1 - Palificata viva di sostegno a parete doppia

Impiego

- utilizzate come strutture protettive di sostegno (a gravità) di pendii in erosione
- pendii in erosione max 2 m di profondità
- tondame e, in seguito, piante: funzione di sostegno del pendio

Esecuzione

- pali in legno ($D = 18-25$ cm) in direzione longitudinale e trasversale
- struttura a cassone; pali inchiodati tra loro
- pali trasversali e orizzontali disposti in modo sfalsato
- struttura inserita in terreno per $1/3$ dell'altezza totale dell'opera
- contropendenza = 10-15% - aumento funzione di sostegno
- su pendii con molta acqua: fondazione continua di tronchi trasversali – protezione contro dilavamento del materiale di riempimento del cassone
- fronte opera: inclinazione 30-50%
- posteriormente: pali in ferro (lunghezza 2-2.5 m) - > sicurezza
- riempimento cassone + talee di salice e/o latifoglie radicate con capacità di radicazione avventizia ($N = 10 / m$)
- in un pendio eroso: più palificate (interdistanza variabile tra 10 e 12 m, in base a pendenza)
- > sicurezza pendio e contro scivolamento: N elevato e H minore
- legname adatto: larice, pino, quercia, castagno, robinia (durata > 30 anni)

1 - Palificata viva di sostegno a parete doppia



CASSONI



1 - Palificata viva di sostegno a parete doppia



1 - Palificata viva di sostegno a parete doppia

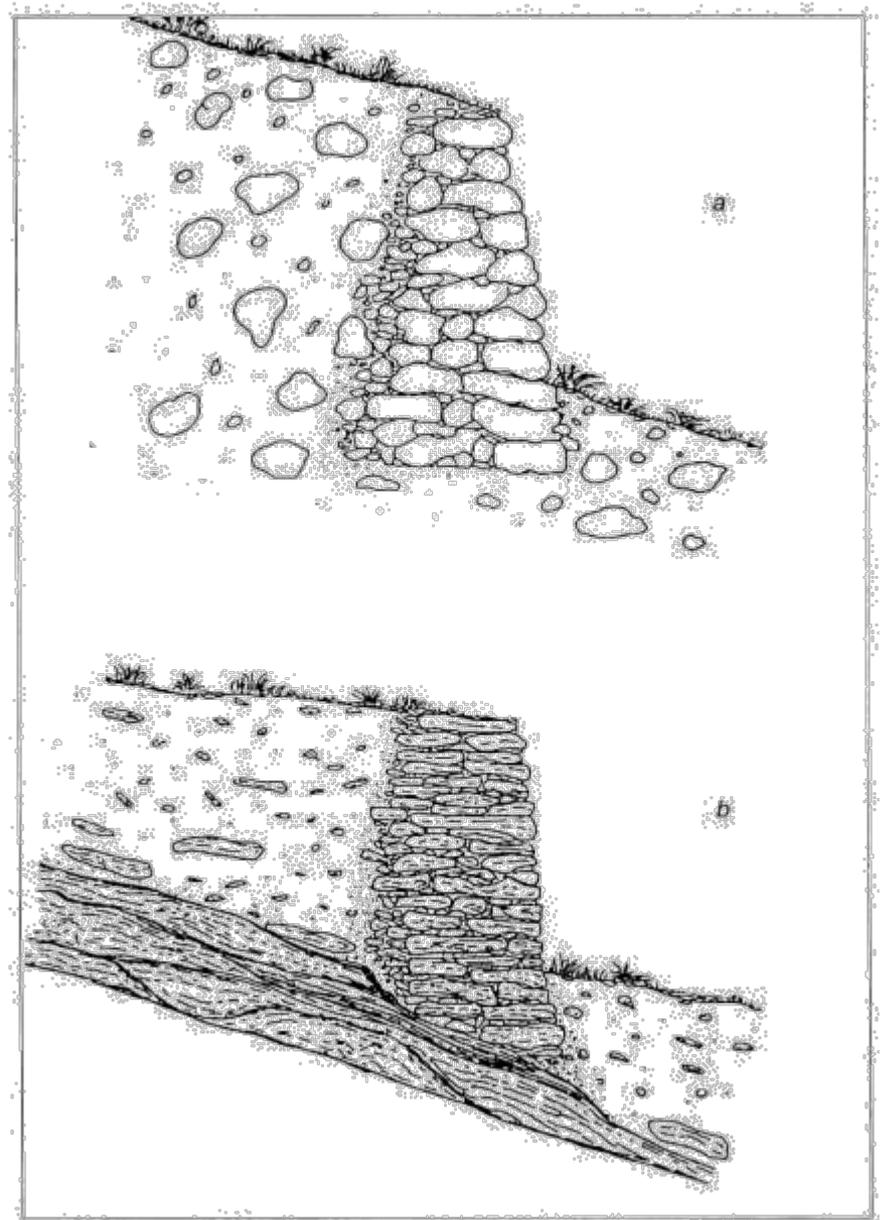


1 - Palificata viva di sostegno a parete doppia



2 - Muri di sostegno al piede di versanti

2a - Muro a secco



2 - Muri di sostegno al piede di versanti

2a - Muro a secco rinverdito (o massicciata con talee)

Impiego

- ideale per stabilizzare il piede di un versante o di un argine
- i muri a secco possono essere costruiti con varie inclinazioni e, perciò, adattabili alla pendenza della scarpata
- scogliera drena versante in modo efficace
- buon inserimento ambientale
- utilizzate anche come difesa al piede di altre opere di I.N.
- rinverdimento con semina e/o talee – aumento efficacia drenante

Esecuzione

- gli interstizi tra i sassi (diametri 0.5 - 1.0 m) vengono riempiti di terra rinverdita con idrosemina di piante erbacee
- vengono quindi posizionate talee di salice e/o latifoglie radicate; queste favoriscono il drenaggio dell'acqua in eccesso nel suolo a tergo della massicciata
- talee: miglior inserimento del manufatto nell'ambiente

2 - Muri di sostegno al piede di versanti

2b - Muro cellulare rinverdito: palificata di sostegno con elementi prefabbricati



2 - Muri di sostegno al piede di versanti

2b - Muro cellulare rinverdito: palificata di sostegno con elementi prefabbricati

Impiego

- alternativo alle palificate
- si utilizzano elementi prefabbricati di cemento armato, posizionati in direzione longitudinale e trasversale (lunghezza max. 1.3 m) al posto dei tondami di legno
- posa più rapida e < larghezza dello scavo (1.3 m contro 2.4, per opere con $H = 3.5$ m)
- altezza dell'opera: fino a 3.5 m
- tra gli elementi trasversali si inseriscono le piante
- clima secco entro elementi in cls – svantaggio per crescita piante
- se le piante non vengono inserite contemporaneamente alla costruzione del muro, risulta difficile inserirle in un secondo momento

Esecuzione

- elementi in cls posati e gradualmente riempiti con terra
- inserimento piante legnose con capacità emissione radici avventizie dal fusto, o talee (interdistanza 10-15 cm)
- talee posizionate orizzontali tra le traverse

3 - Gabbionate in pietrame rinverdite

CON TALEE DI SALICE

GABBIONI CONTENENTI
PIETrame O CIOTTOLI.

TESSUTO NON TESSUTO

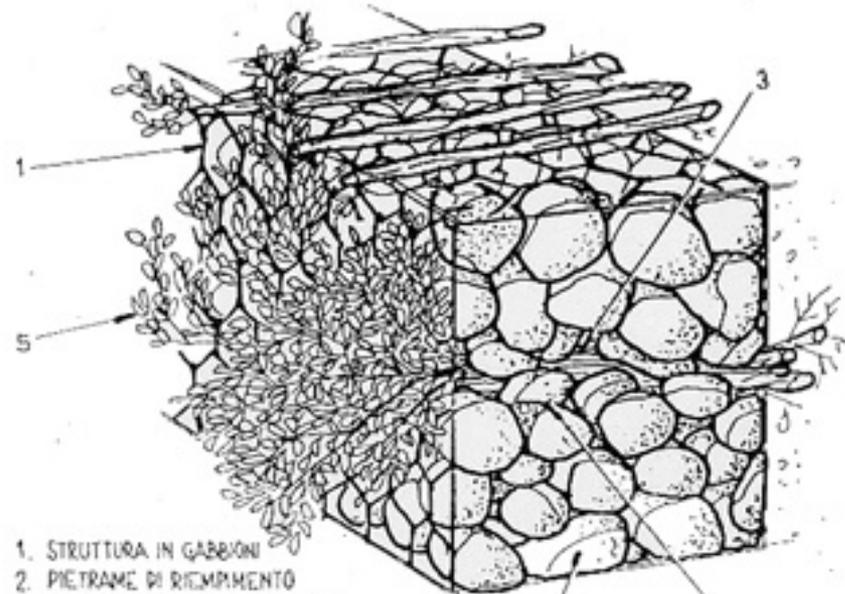
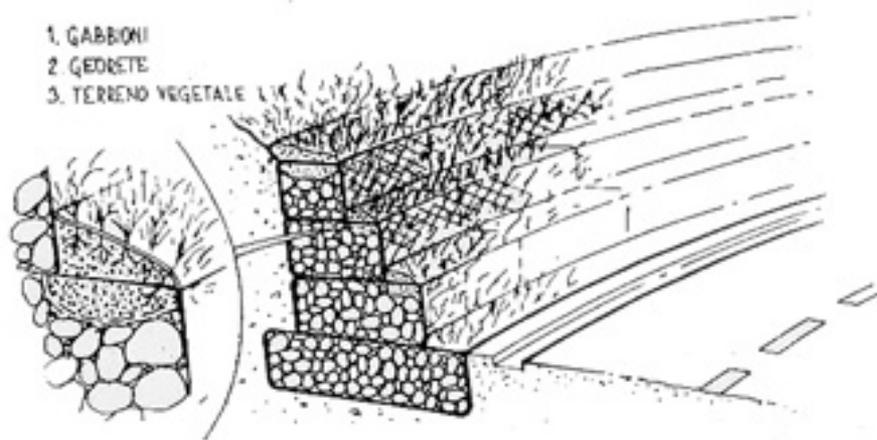
CON CUNEO VERDE ESTERNO

TESSUTO NON TESSUTO
GEOTESSILE

5°-6°

$$B = H/2 \div H$$

1. GABBIONI
2. GEORETE
3. TERRENO VEGETALE



1. STRUTTURA IN GABBIONI
2. PIETrame DI RIEMPIMENTO
3. TERRENO ORGANICO SPECIFICO
4. PIETRISCO
5. TALEE

2 4

3 - Gabbionate in pietrame rinverdite

Impiego

- stessa funzione del muro a secco; al posto dei massi si inseriscono gabbioni riempiti di ciottoli
- quando non è reperibile materiale di grosse dimensioni ma solo pietrame
- gabbioni in rete metallica zincata
- non riempire gabbioni con ghiaia! solo pietrame – ghiaia facilmente dilavabile già con maglie di rete di 10x10 cm

Esecuzione

- gabbioni: lunghezza = 2 m; larghezza e altezza = 1 m
- fondazione: strato in gabbioni di profondità doppia
- gabbioni legati tra loro con fil di ferro
- riempimento interstizi con terra
- tra gli interstizi dei ciottoli dei gabbioni vengono collocate talee o piante radicate (in pani di terra) con capacità di radicazione avventizia dal fusto - funzione di mascherare la presenza delle gabbionate
- sui bordi esterni dei gabbioni, gradualmente spostati verso il versante, si possono inserire anche zolle erbose
- gabbionate: soluzione molto spesso utilizzata anche per la protezione delle sponde dall'erosione

3 - Gabbionate in pietrame (non molto rinverdite)



Difficile attecchimento in assenza di irrigazione

4a - Muri di sostegno con armatura metallica



4a - Muri di sostegno con armatura metallica

- inserzione nel terreno di strutture di acciaio (INCLUSI) con funzione di armatura; armature inserite nel suolo al fine di migliorare le proprietà meccaniche dello stesso
 - paramento che funge da contenimento del terreno – rete metallica, e biostuoie degradabili per trattenere terreno in attesa del rinverdimento
 - migliore tolleranza di deformazioni del terreno o di cedimenti della fondazione
 - paramento esterno: sia funzione meccanica (contenimento del terreno) sia funzione di migliorare aspetto estetico dell'opera
-
- rilevato terroso armato con geotessuti e griglie
 - sistemazione costituita da più strati di terreno compressi tra fogli di tessuto artificiale (geotessuto), e sovrapposti tra loro (altezza h di ogni strato: 0.5 m)
 - reti di acciaio servono a dare la forma esterna (inclinazione max: 60°)
 - la superficie esterna viene quindi rinverdata con idrosemina di un miscuglio di piante erbacee graminacee e non graminoidi
 - a volte entro ogni strato di terreno vengono collocate talee di salice o piante con pane di terra, a garantire maggiore stabilità alla struttura, soprattutto dopo molto tempo
 - L'altezza dell'opera (H) può variare a seconda della superficie di scarpata da stabilizzare - la profondità dell'opera nel terreno (Y_t) è direttamente proporzionale all'altezza
Es:
 - $H = 2 - 4 \text{ m}$; $Y_t = 1.5 \text{ m}$
 - $H = 4 - 6 \text{ m}$; $Y_t = 2.0 \text{ m}$
 - $H = 6 - 8 \text{ m}$; $Y_t = 2.5 \text{ m}$

Chiodatura del versante

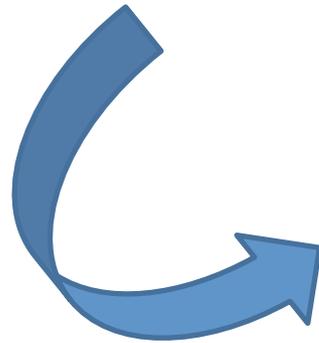


**OPERAZIONE DI CHIODATURA CON
MACCHINA OPERATRICE SPECIALE**



**PARTICOLARE DELLE CHIODATURE SUL VERSANTE
RETE E GEOGRIGLIA ANCORATE SUI CHIODI**

4a - Muri di sostegno con armatura metallica



4b - Terre rinforzate con griglie, reti o tessuti sintetici



Monte Calvario – (GO)
Strati successivi di georete e
geotessuto alternati a strati di terra
compattata garantiscono la stabilità
della strada

4b - Terre rinforzate con griglie, reti o tessuti sintetici

- MATERIALI:
 - griglie o reti in nylon
 - griglie o reti in polietilene
 - reti a struttura alveolare in polietilene
 - tessuti in polipropilene
 - sistemi misti

griglie, reti o tessuti sintetici sono idonee per:

- rivestimento terreni soggetti ad erosione: protezione strati superficiali in quanto inglobano particelle del suolo incoerenti o imbibite d'acqua
- sostegno del terreno senza l'impiego di cemento o altro: capacità di distribuzione dei carichi e degli sforzi di trazione su ampie superfici
- possibilità di realizzare pendii con inclinazioni > rispetto a quelle ottenibili in base alla sola coesione del terreno
- trattenimento delle sementi lungo pendii ripidi e/o instabili
- formazione di benefico effetto-serra con trattenimento di calore
- drenaggio superficiale
- impermeabilizzazione del suolo

4b - Terre rinforzate con griglie, reti o tessuti sintetici

- terre rinforzate con geogriglie, fondate su un doppio cordolo in c.a. con micropali e ancoraggi attivi
- dietro alla terre rinforzate deve essere sempre posizionato un geocomposito drenante per la captazione e il drenaggio delle acque di infiltrazione a monte del rilevato, collegato con tubi collettori passanti ad una trincea drenante posta immediatamente a valle dell'opera
- La struttura a maglia aperta delle geogriglie facilita l'inerbimento del paramento esterno del muro per un perfetto inserimento ambientale dell'opera



4b - Terre rinforzate con griglie, reti o tessuti sintetici



Monte Calvario – (GO)
Drenaggi e tessuti geotecnici sono
essenziali per la buona riuscita della
sistemazione