



Via Verona, 22
I – 39100 BOLZANO – BZ
Tel.: (0039) 0471-282823
Fax: (0039) 0471-400080
<http://www.tecnovia.it>
E-mail: info@tecnovia.it

LABORATORIO DI RICERCA ALTAMENTE QUALIFICATO

Iscrizione all'Albo dei Laboratori MIUR con Decreto Dirigenziale 02/12/2002 N. 1803/Ric.

Codice Anagrafe Nazionale delle Ricerche: 52060YSS

Cod K 731: ricerca e sviluppo sperimentale nel campo delle scienze naturali e dell'ingegneria;

Cod K 74203: servizi di ingegneria integrata;

Cod M 80303: scuole e corsi di formazione speciale.

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
UNI EN ISO 9001:2000
CERTIFIED BY CSQ
Num. Reg. 9175. TCNV



ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE UMBRIA

Dinamica fluviale: aspetti morfo-sedimentari e biotici, rappresentazione cartografica, sistemazione e gestione dei sistemi alveo-pianura fluviale.

Umbertide 26 - 27 maggio 2005

Tecniche di risanamento e stabilizzazione di
sponde fluviali con i metodi dell'Ingegneria
naturalistica

A cura del Dott. For. Fabio Palmeri

Elaborazione testo ed immagini Dott.ssa Angela Balboni(Tecnovia Srl)

IMPIEGO DELLE TECNICHE D'INGEGNERIA NATURALISTICA

L'INGEGNERIA
NATURALISTICA E' UNA
DISCIPLINA TECNICA CHE
UTILIZZA PIANTE VIVE
IN ABBINAMENTO AD
ALTRI MATERIALI
NATURALI NEGLI
INTERVENTI
ANTIEROSIVI E DI
CONSOLIDAMENTO DI
SPONDE FLUVIALI E DI
VERSANTE.



CAMPI D'APPLICAZIONE

✓ CORSI D'ACQUA

CONSOLIDAMENTO DI SPONDE SOGGETTE AD EROSIONE CON RELATIVO RINVERDIMENTO, COSTRUZIONE DI BRIGLIE E PENNELLI, CREAZIONE DI RAMPE DI RISALITA PER L'ITTIOFAUNA

✓ ZONE UMIDE

REALIZZAZIONE DI AMBIENTI IDONEI ALLA SOSTA E ALLA RIPRODUZIONE DI ANIMALI

✓ COSTE MARINE E LACUSTRI

CONSOLIDAMENTO DEI LITORALI SOGGETTI AD EROSIONE E ASSESTAMENTO DELLE DUNE SABBIOSE;

✓ CAVE

RECUPERO AMBIENTALE DI AREE ESTRATTIVE

✓ **VERSANTI**

CONSOLIDAMENTO ED INERBIMENTO DI PENDICI FRANOSE

✓ **DISCARICHE**

INERBIMENTO E RINVERDIMENTO DEI RILEVATI SOGGETTI AD EROSIONE E DEGRADO

✓ **INFRASTRUTTURE VIARIE E
FERROVIARIE**

INERBIMENTO, RINVERDIMENTO E CONSOLIDAMENTO DI SCARPATE E TRINCEE SOGGETTE AD EROSIONE, REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTIRUMORE

FINALITA' D'INTERVENTO

✓ TECNICO - FUNZIONALE

CONSOLIDAMENTO DEL TERRENO, COPERTURA DEL TERRENO,
TRATTENUTA DELLE "ACQUE SELVAGGE", RIDUZIONE
DELL'ESPOSIZIONE AL RISCHIO

✓ ECOLOGICA

INNESCO DI PROCESSI ECOSISTEMICI, DI DIMINUIZIONE DEL
DEFICIT DI TRASFORMAZIONE: LE TECNICHE D'INGEGNERIA
NATURALISTICA SONO IN GRADO DI MODIFICARE LA SCALA
TEMPORALE, ACCORCIANDOLA, ENTRO CUI SI COMPIE LA
SUCCESSIONE NATURALE, ELEMENTO FONDAMENTALE PER LA
RIUSCITA DI ALCUNI RECUPERI AMBIENTALI E NELL'ATTUAZIONE
D'INTERVENTI DI "RESTAURATION ECOLOGY";

✓ ESTETICO - PAESAGGISTICA

INSERIMENTO DI OPERE E COSTRUZIONI NEL PAESAGGIO,
PROTEZIONE DAL RUMORE

✓ ECONOMICA

RISPARMIO SUI COSTI DI COSTRUZIONE E MANUTENZIONE DI
ALCUNE OPERE.

DISTINZIONI TRA L'INTERVENTO CON TECNICHE D'INGEGNERIA NATURALISTICA E QUELLO CLASSICO

- L'ESAME DELLE CARATTERISTICHE TOPOCLIMATICHE E MICROCLIMATICHE DELLE SUPERFICI D'INTERVENTO
- L'ANALISI DEL SUBSTRATO PEDOLOGICO CON RIFERIMENTO ALLE CARATTERISTICHE CHIMICHE, FISICHE ED IDROLOGICHE DEL SUOLO
- LE VERIFICHE IDRAULICHE, GEOMECCANICHE E GEOTECNICHE
- LA VALUTAZIONE DELLE POSSIBILI INTERFERENZE RECIPROCHE CON L'INFRASTRUTTURA
- LA BASE CONOSCITIVA FLORISTICA E FITOSOCIOLOGICA
- UTILIZZO DEGLI INERTI TRADIZIONALI E DI NUOVI MATERIALI
- L'ACCURATA SELEZIONE DELLE SPECIE VEGETALI DA IMPIEGARE
- L'ABBINAMENTO DELLA FUNZIONE ANTIEROSIVA E DI CONSOLIDAMENTO CON QUELLE DEL REINSERIMENTO AMBIENTALE E NATURALISTICO ED IL LORO MIGLIORAMENTO NEL TEMPO
- LA NECESSITA' DI PREVEDERE LA MANUTENZIONE DELLE OPERE E DEL VERDE

CARATTERISTI
CHE POSITIVE
E NEGATIVE
DELLE OPERE
DI IN
RISPETTO A
QUELLE
TRADIZIONALI

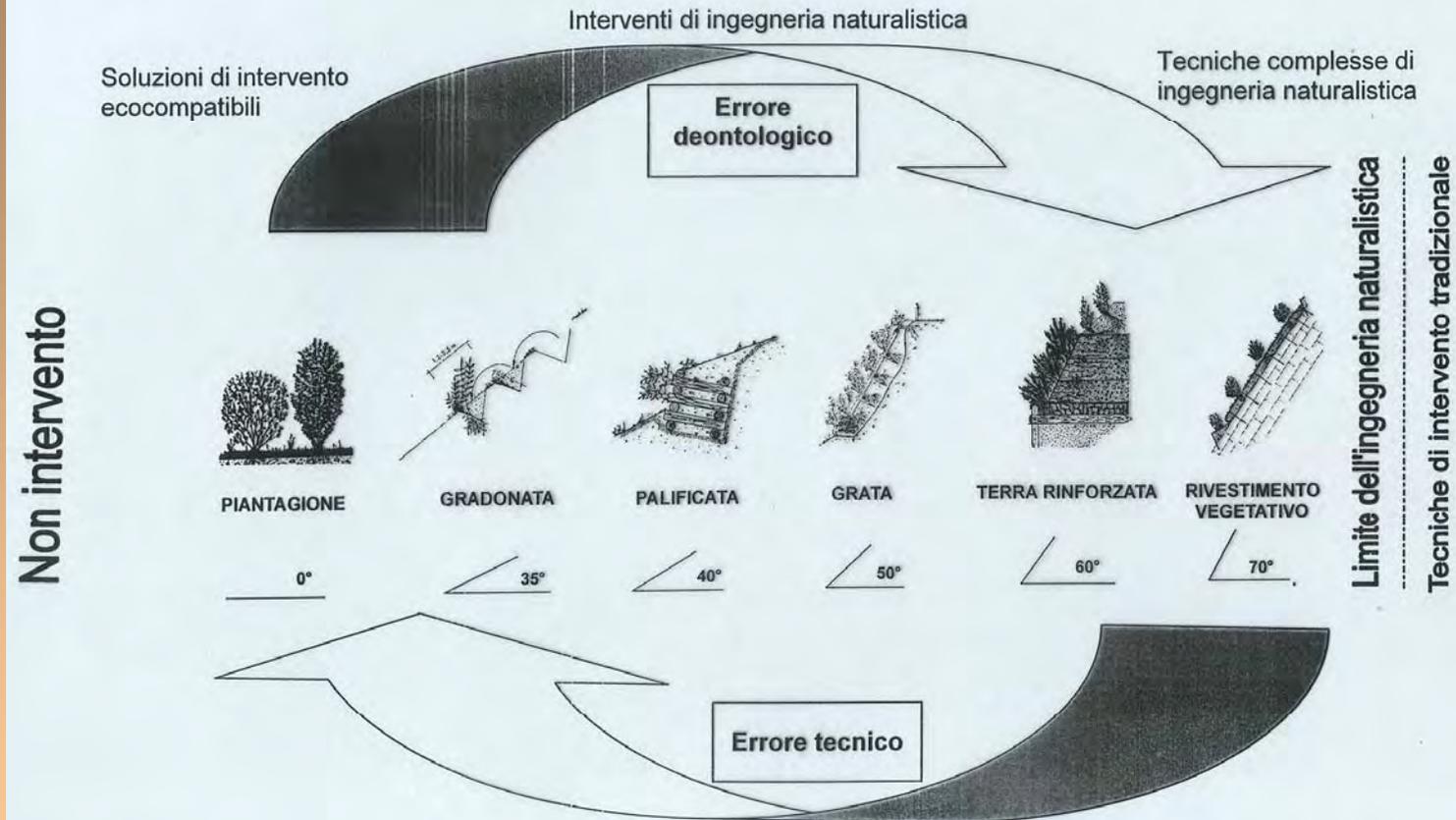
Vantaggi delle opere d'Ingegneria Naturalistica	Svantaggi delle opere d'Ingegneria Naturalistica
Deformabilità delle opere e capacità di rigenerare parti danneggiate	Minor scelta tra i materiali, che spesso non sono ben caratterizzati (es. piante)
Capacità di adattamento ai cambiamenti ambientali	Parametri progettuali meno precisi e procedure costruttive non ancora standardizzate
Minor impatto ambientale, spesso miglioramento della qualità ambientale	Tempi più lunghi per entrare in piena funzionalità
Spesso maggior economicità e miglior bilancio energetico	Limiti tecnici, biologici e temporali; maggior influenza dei fattori ambientali
Funzionalità crescente nel tempo	Manutenzione regolare e protratta per alcuni anni dall'esecuzione, anche se con intensità decrescente

LEGGE DEL MINIMO

**IMPIEGARE LA MINIMA TECNOLOGIA NECESSARIA PER
LA RISOLUZIONE DEL PROBLEMA**

**NON SONO AMMESSE OPERE SOVRADIMENSIONATE O
COMUNQUE OPERE A COMPLESSITA' ECCESSIVA
RISPETTO AL PROBLEMA DA RISOLVERE**

Livello minimo di energia

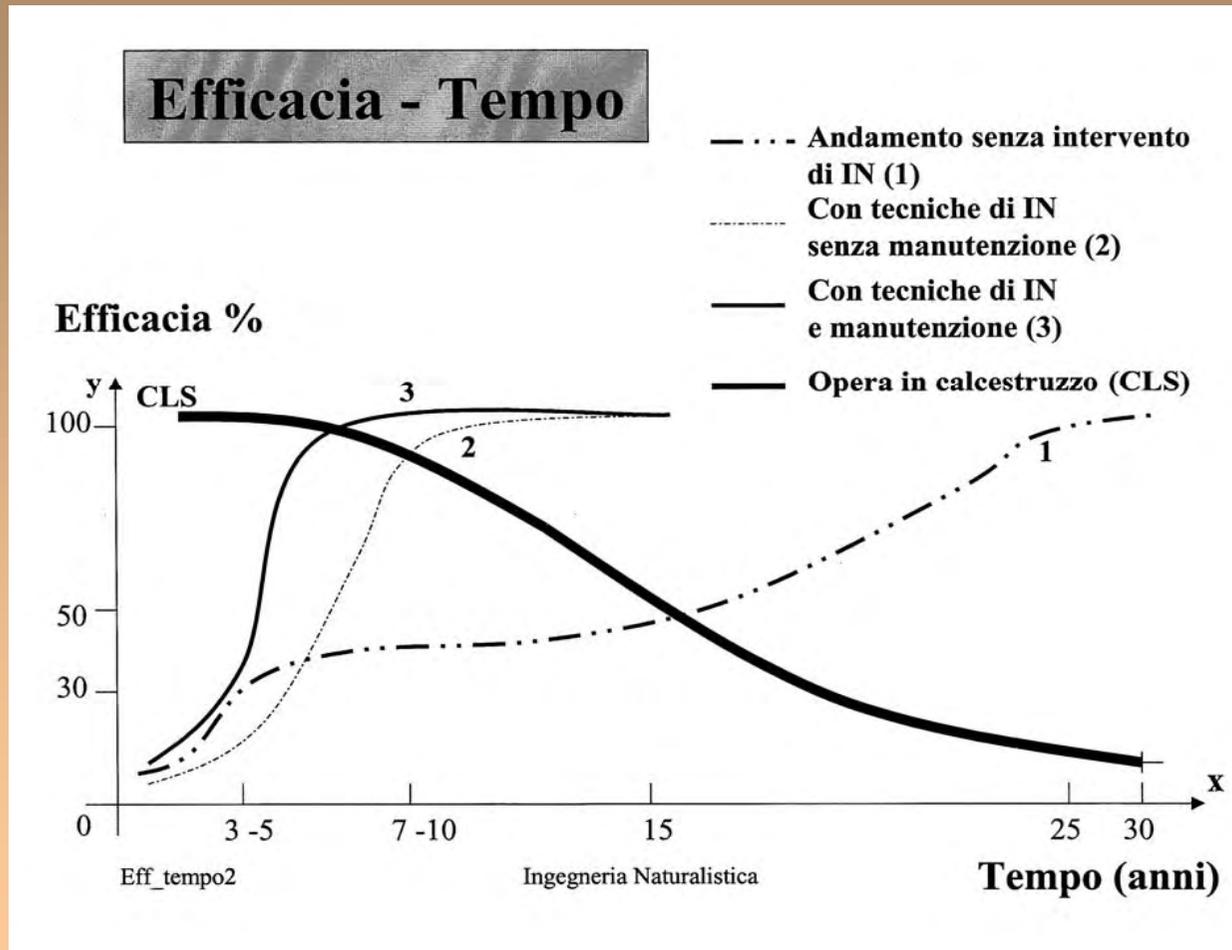


File: Scan\C:\Acetati\Generali\LIVELLO MINIMO DI ENERGIA\livello minimo.doc + livello minimo.cdr

LIMITI E PROBLEMI OPERATIVI DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA

OLTRE ALLE SCELTE PROGETTUALI E'
IMPORTANTE CONOSCERE BENE
ALCUNE CARATTERISTICHE
VINCOLANTI GLI INTERVENTI SU
BASE BIOLOGICA...

MASSIMA EFFICACIA DELLE OPERE D'INGEGNERIA NATURALISTICA



✓ **STAGIONALITA'
CARATTERIZZANTE
GLI INTERVENTI SU
BASE BIOLOGICA...**

❖ ***SI CONSIGLIA
D'INTERVENIRE O SUL
TARDO INVERNO -
INIZIO PRIMAVERA (per
talee di salice), O TARDA
ESTATE - INIZIO
AUTUNNO (a seconda
delle fasce altimetriche)***



**PREFERIBILITA' / LICEITA' * D'IMPIEGO
DEI MATERIALI VIVI E MORTI PER LE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA**

AMBITI D'IMPIEGO		PIANTE			MATERIALI UTILIZZABILI			
		NATURALITA' CRESCENTE			NATURALITA' CRESCENTE			
		PIANTE AUTOCTONE	PIANTE ESOTICHE NATURALIZZATE	PIANTE ESOTICHE DI RECENTE INTRODUZIONE	MATERIALI NATURALI	MATERIALI BIODEGRADABILI	MATERIALI ARTIFICIALI	
NATURALITA' CRESCENTE	1	AREE PROTETTE	XXX	-	-	XX	XX	-(1)
	2	AREE NATURALI	XXX	-	-	XX	XX	X
	3	AREE AGRICOLE	XX	X	-	XX	XX	X
	4	PARCHI E GIARDINI	XX	X	X	X	X	X
	5	AREE URBANE	XX	X	X	X	X	X
	6	AREE INDUSTRIALI	XX	X	X	X	X	X

Fonte A.LP.I.N. 2002

- * **XXX** Impiego esclusivo
XX Possibilità di impiego preferenziale
X Impiego indifferente in funzione delle scelte progettuali
- Incompatibilità assoluta
(1) Utilizzo solo per la soluzione di problemi geotecnici ed idraulici per la protezione diretta di edifici o infrastrutture esistenti

N.B.: nelle categorie materiali biodegradabili, naturali, artificiali si fa riferimento a quelli strutturali e non ai componenti (es. chiodo in ferro acciaioso nella palificata viva in legno)

PREFERIBILITA' D'IMPIEGO DEI MATERIALI PER LE TECNICHE D'INGEGNERIA NATURALISTICA



Suddivisone delle piante esotiche secondo PIGNATTI, con relativo numero di classificazione in Italia

✓ GLI INTERVENTI
D'INGEGNERIA
NATURALISTICA
NON ESSENDO AD
IMMEDIATO
EFFETTO
RICHIEDONO
MOMENTI DI
CONTROLLO E
MANUTENZIONE...

❖ *Bisogna prevedere in sede progettuale anche agli oneri per la realizzazione degli interventi di manutenzione, che consentano alla vegetazione di affermarsi stabilmente (da 2 a 5 periodi vegetativi)*

✓ REPERIBILITA' DEI MATERIALI VEGETALI VIVENTI CHE DEVONO ESSERE UTILIZZATI IN UN'OPERA D'INGEGNERIA NATURALISTICA:

- Da vivai specializzati per il reperimento delle talee;
- Da soprassuoli naturali (giacimenti naturali);
- Da piante tagliati in opere già preesistenti.

❖ *Dove la vegetazione rappresenta un ostacolo al regolare deflusso della vegetazione (alvei di piena, casse di espansione, anse fluviali...), il prelievo deve avvenire nel rispetto della normativa di settore*

- ❖ *Si scelgono generalmente miscugli in relazione ai diversi problemi da affrontare*
- ❖ *E' necessario avviare un programma di lavoro congiunto tra la Pubblica Amministrazione, l'Università e l'Imprenditoria per la selezione, la raccolta e la riproduzione in vivai adatti alla produzione di sementi di specie autoctone*

GLI INTERVENTI DI "I.N." POSSONO ESSERE RAGGRUPPATI (Schiechl - Carbonari - Mezzanotte) NEI SEGUENTI INSIEMI:

- OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA: SONO OPERE CON CUI SI ALLONTANANO LE ACQUE SUPERFICIALI DALL'AREA IN DISSESTO, PER EVITARE CHE, FLUENDO, POSSANO INTERFERIRE CON LE OPERAZIONI DI RIPRISTINO;
- INTERVENTI DI SOSTEGNO: SERVONO PER DARE SOSTEGNO AL VERSANTE, SOPRATTUTTO IN CORRISPONDENZA DELLA CORONA, NEI TRATTI A FORTE PENDENZA E AL PIEDE DEL VERSANTE STESSO;
- INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE DEL SUOLO: SONO INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO TRAMITE L'AZIONE LEGANTE DI APPARATI RADICALI E LA SOTTRAZIONE DELL'ACQUA MEDIANTE TRASPIRAZIONE, FINO A CIRCA 2 METRI DI PROFONDITA';
- INTERVENTI DI COPERTURA (RIVESTIMENTO): CONSISTONO NELLA SEMINA DI SPECIE ERBACEE, AL FINE DI PROTEGGERE I VERSANTI, DI MIGLIORARE LE CARATTERISTICHE FISICO-CHIMICHE DEL TERRENO, ETC.;
- INTERVENTI DI COMPLETAMENTO: SONO INTERVENTI DI SEMINA E PIANTAGIONE DI SPECIE LEGNOSE CON LO SCOPO DI ACCELERARE LA SUCCESSIONE NATURALE VERSO LO STADIO DESIDERATO.

CRITERI PROGETTUALI

Gli interventi di I.N. vanno inseriti nel contesto della rinaturazione dei corsi d'acqua e ciò non solo riferito ad interventi antiersosivi con specie vegetali vive, ma anche con azioni volte alla massima diversità morfologica nel tracciato e nella sezione dell'alveo.

Si deve quindi valutare la possibilità di:

- Ampliare le sezioni in area golenale;
- Creare casse di espansione arginate;
- Creare biotopi umidi;
- Attuare provvedimenti di uso faunistico (rampe a blocchi, scale di risalita per pesci,...)

DIFESE SPONDALI

- Si realizzano in presenza di rischio idraulico, in caso sia messo in pericolo un centro urbano o la stabilità di infrastrutture.
- L' intervento non è ammissibile in caso di terreni in erosione, incolti o terreni agricoli.

PARAMETRI IDRAULICI PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

- Velocità dell'acqua (limite se $> 4,5$ m/s)
- Pendenza del fondo dell'alveo (5%)
- Forza di trazione
(in sponda $t = 1000 * 0.75 * R * P$)

Valori di T e scabrezza per le principali tecniche di ingegneria naturalistica

#	Tipologie	Autore	λ (0/m ²)	ρ (075)	Fine lavori	F.p.	If.p.	IIf.p.
1	Sabbia fine (<0,2 mm)	Manzafeni (1995)	2		2			2
2	Ghiaia (<2mm)	Manzafeni (1995)	15		2			2
3	Sabbia e ghiaia	Manzafeni (1995)	30		3			3
4	Dioliti e ghiaia	Manzafeni (1995)	50		3,5			3,5
5	Gettoni di pavimenti in calce	Di Fazio (1980)			50		100	200
6	Prato misto con ghiaia	IRI (1995)	30	1,6	20	50	80	100
	Erba e ghiaia	Diolo - Falga - (1990)						
	Erba e ghiaia	Diolo - Falga - (1990)	10-30					
	Erba e ghiaia	Manzafeni (1995)	10					
7	Prato seninato	LRU (1989)	40	1,3				
8	Prato naturale	Vico (1970)	50 (100)					
9	Prato eroso	LRU (1989)	>60	>20				
10	Plantagione	Farnetti (1982)	0			10	10	>20
11	Tacco	Diolo - Falga - (1990)			10	20	50	60
	Tacco eroso	Manzafeni (1995)	1000		10			740
	Tacco in falda	Vico (1970)	750					
12	Tacco in falda	IRI (1995)	100-150	3-0,5-5	10	30	30	40
	Tacco in falda	Di Fazio (1980)						
13	Mastrelli in falda	Manzafeni (1995)	30 (40)		4-7			7-10
14	Fascinata morta	LRU (1989)	70-100	2,5-3,0				
15	Fascinata viva	LRU (1989)	100-180	1,1-2,5	20	30	50	60
	Fascinata viva	Diolo - Falga - (1990)						

16	Rulli di carne	Cato - Palmer (1996)			10	20	30	50
17	Viminata	Zeliger (1918)	50					
	Viminata in ginepro	Cato - Palmer (1996)			10	10	15	20
	Viminata in aceto	Gelo - Palmer (1996)			0	10	10	10
18	Copertura diffusa	Florinetti (1986)	300					
19	Copertura diffusa di salici	Wing (1970)	100					
	Copertura diffusa	Maggioli (1980)	50-100		10			7-10
	Copertura diffusa	Di Fazio (1980)			50	100	300	100
	Copertura diffusa di salici con armatura al piombo	Gato - Palmer (1996)			150	200	300	400
20	Copertura diffusa con ramificazioni di salice	Farinetti (1982)	10-218					
21	Ribotta viva	Cato - Palmer (1996)			20	30	80	100
	Ribotta viva	Maggioli (1980)	20-100		10			7-10
22	Graticci a riempire	Cato - Palmer			10	30	30	5-100
	Graticci a spuntare o repellenti (pali e griglia)	Cato - Palmer (1996)			100	200	300	
	Graticci con cavi	Maggioli	10		10			7-10
	Graticci vivi	Di Fazio (1980)			100	200		>300
23	Graticci vivi	Cato - Palmer (1996)			20	100	120	140
24	Graticci di massa invertebrata	Cato - Palmer (1996)			100	150	300	300
25	Scappanti di massa invertebrata	Di Fazio (1980)			75	100	300	>300
		Farinetti (1982)	75			100	300	>300
26	Pericore in spondole	Cato - Palmer (1996)			500	600	600	600
27	Materassi invertebrati	Farinetti (1982)	30			40	100	300
28	Repellenti vivi	Farinetti (1982)	100			200		>1000

Corsi d'acqua naturali				
	Corsi d'acqua minori (Larghezza del pelo libero in piena <30 m)	massimo	normale	minimo
a	Corsi d'acqua di pianura			
	Pulito diritto, con la massima portata e senza divisioni o bacini profondi	33	30	25
	Pulito diritto, con la massima portata e senza divisioni o bacini profondi, ma con una maggiore presenza di pietre ed erba	40	35	30
	Pulito, meandriforme, alcuni bacini e zone di profondità ridotta	45	40	33
	Pulito, meandriforme, alcuni bacini e zone di profondità ridotta, ma con erba e pietre	50	45	35
	Pulito, meandriforme, alcuni bacini e zone di profondità ridotta, ma con portate minori e pendenze e sezioni irrilevanti	55	48	40
	Pulito, meandriforme, alcuni bacini e zone di profondità ridotta, ma con una maggiore presenza di pietre	60	50	40
	Tratti stagnanti con erba e bacini profondi	80	70	45
	Tratti con elevata presenza di erba, con bacini profondi o scolmatori ricoperti di ceppi d'albero ed arbusti	150	100	75

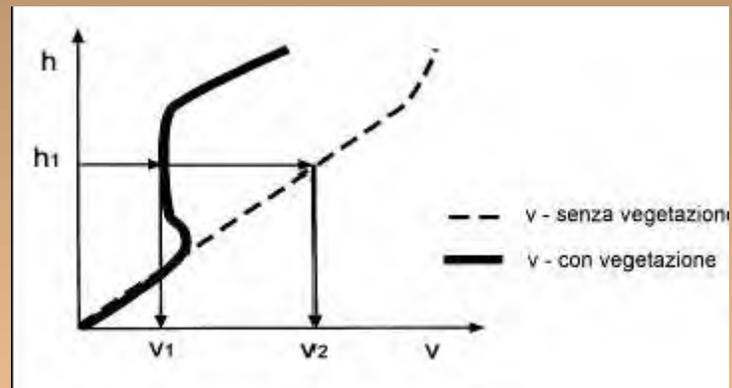
b	Torrenti in montagna senza vegetazione in alveo, sponde generalmente ripide, alberi ed arbusti sulle sponde sommersi durante le piene			
	Fondo: ghiaia, ciottoli e grosse pietre	50	40	30
	Fondo: ghiaia e grosse pietre	70	50	40
	Zone pianeggianti allagabili			
c	Pascolo senza cespugli			
	Erba rasa	35	30	25
	Erba alta	50	35	30
d	Zone coltivate			
	Terreno incolto	40	30	20
	Coltivazioni a file	45	35	25
	Coltivazioni cerealicole a maturità	50	40	30

e	Cespugli			
	Cespugli sparsi	70	50	35
	Cespugli ad alberi radi in inverno	60	50	35
	Cespugli ed alberi sparsi in estate	80	60	40
	Cespugli a densità medio – alta in inverno	110	70	70
	Cespugli a densità medio – alta in estate	160	100	70

f	Alberi			
	Salici con elevata ramificazione, in estate	200	150	110
	Zone aperte con ceppi d'albero senza germogli	50	40	30
	Zone aperte con ceppi d'albero, ma con molti germogli in crescita	80	60	50
	Zona altamente boscosa, con piccoli alberi, un po' di cespugli e rami sommersi in periodi di piena crescita	120	100	80
	Zona altamente boscosa, con piccoli alberi, un po' di cespugli e rami sommersi, ma con un livello di piena che non supera i rami	160	120	100
	Corsi d'acqua maggiori (Larghezza pelo libero in piena >30 m)			
	Sezione regolare senza grosse pietre nè cespugli	60	-	25
	Sezione irregolare e scabra	100	-	35
				29

casi	<i>Coefficienza di scabrezza di Manning (n)</i>	
Alveo inciso	0,030 ÷ 0,035	-
Alveo torrentizio	0.040	-
Presenza di vegetazione di alto fusto	0,060	Solo tronchi intercettati
	0,070	Alcuni rami parzialmente intercettati
	0,080	Rami sensibilmente intercettati
Arbusti non completamente sommersi	0,080 ÷ 0,110	Radi
	0,20 ÷ 0,40	Fitti
Arbusti completamente sommersi	0,070 ÷ 0,10	radi
	0,150 ÷ 0,20	fitti

Schema della distribuzione della velocità dell'acqua in prossimità del fondo del fiume nel caso di sponde con e senza vegetazione in funzione del livello dell'acqua



ELENCO TECNICHE

- 1) **Viminata viva**
- 2) **Gradonata viva**
- 3) **Fascinata viva su pendio**
- 4) **Fascinata viva drenante su pendio**
- 5) **Cordonata viva**
- 6) **Palizzata viva**
- 7) **Grata viva spondale**
- 8) **Copertura diffusa**
- 9) **Palificata spondale con palo verticale frontale**
- 10) **Palificata viva spondale**
- 11) **Grata viva su scarpata**
- 12) **Pennelli e repellenti vivi**
- 13) **Materasso spondale in rete metallica rinverdito**
- 14) **Rampa a blocchi**
- 15) **Blocchi incatenati**
- 16) **Scogliera rinverdita**
- 17) **Briglia viva in legname e pietrame**
- 18) **Cuneo filtrante**

18 – Viminata viva

Descrizione sintetica

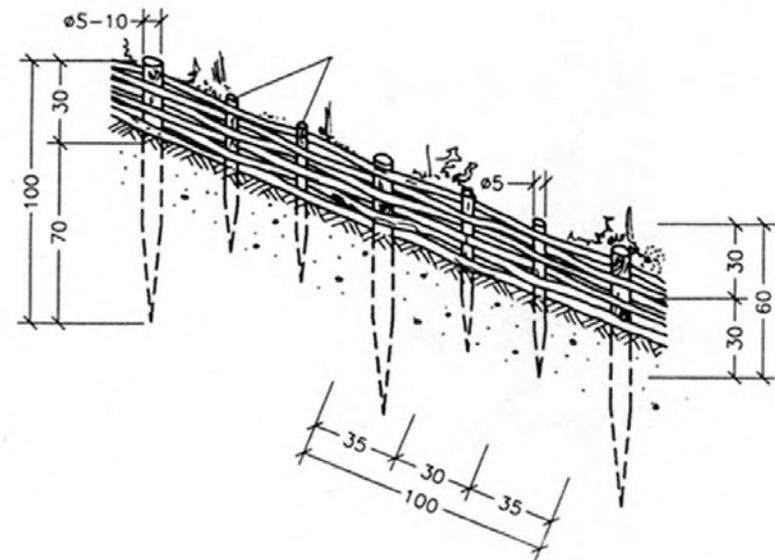
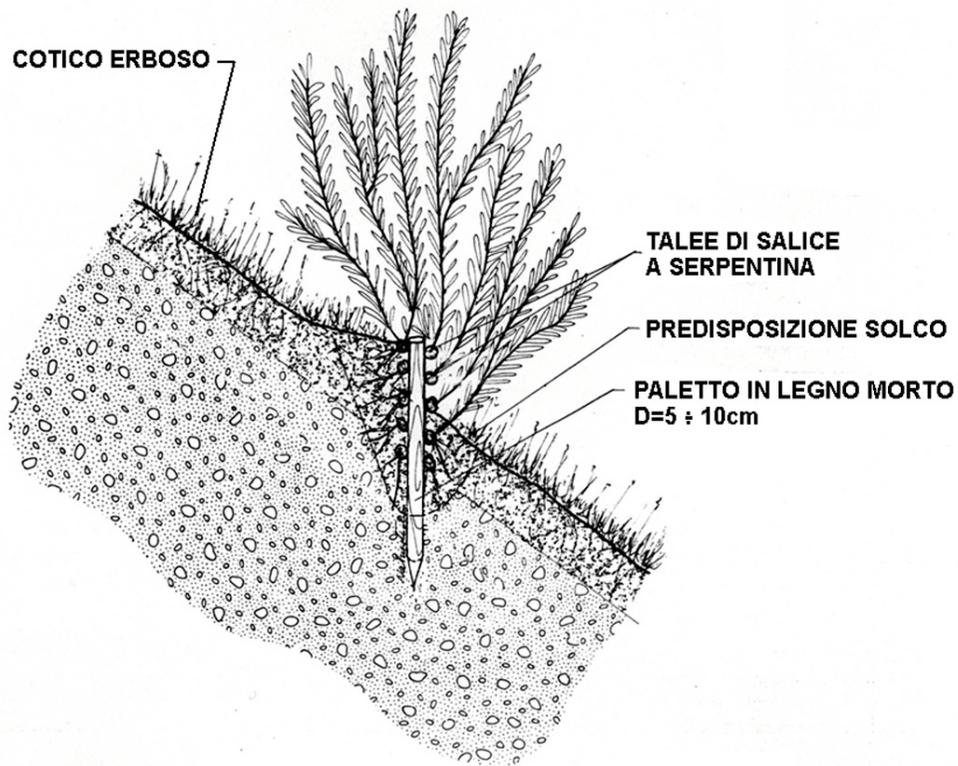
Intreccio di verghe di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa, attorno a paletti in legno.

Campi di applicazione

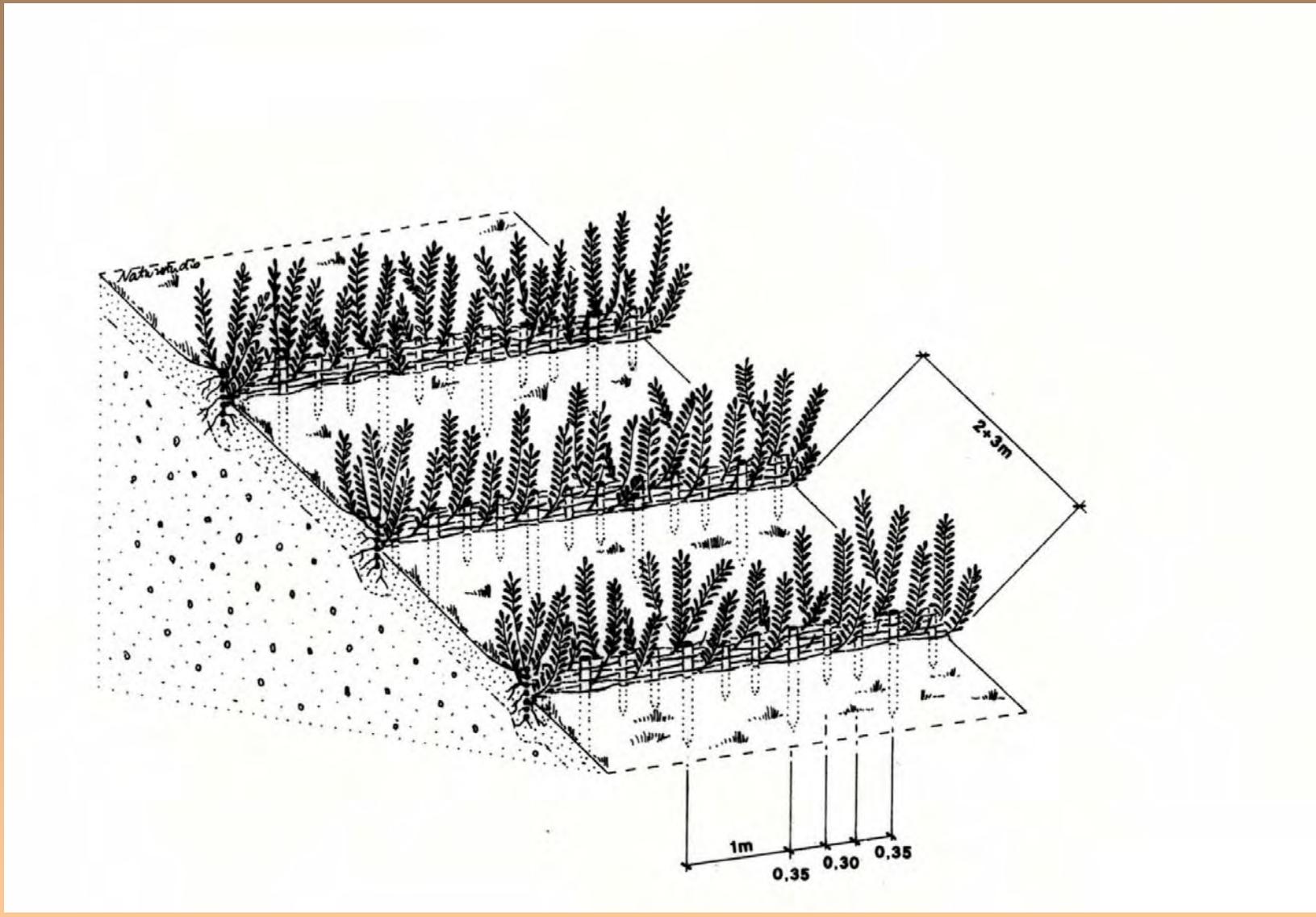
Scarpate soggette a movimento superficiale del terreno o a modesti franamenti in erosione.

Materiali impiegati

- verghe elastiche di specie legnose, adatte all'intreccio e con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici), poco ramificate, L min. 1,50 m e \varnothing alla base non inferiore ai 2 - 3 cm
- paletti in legno di conifere o castagno \varnothing 5 ÷ 10 cm L = 1,00 ÷ 1,50 m
- picchetti di ferro \varnothing 14 ÷ 16 mm, L 0,50 ÷ 1 m
- filo di ferro cotto



Sezione tipo e particolare



Vista



Viminate vive su scarpata
S.Leopoldo (UD) - Foto G. Sauli



Particolare vimate vive
S. Leopoldo (UD) - Foto G. Sauli

Modalità di esecuzione

- 1. Formazione di solchi profondi circa 30 cm**
- 2. Infissione dei paletti in legno lungo la scarpata, in modo tale che rimangano fuori terra circa 50 cm (o per i 2/3 della loro lunghezza), e con interasse massimo di 1,00 m**
- 3. infissione tra i paletti in legno dei picchetti in legno o ferro, L= 0,50 ÷ 1 m, interasse tra loro circa 30 cm**
- 4. intreccio, attorno ai paletti e ai picchetti, di 3 – 7 verghe elastiche di specie con capacità di propagazione vegetativa, una sopra l'altra e ben appressate verso il basso**
- 5. legatura delle verghe ai paletti mediante filo di ferro**
- 6. ricopertura del solco con il terreno di scavo e ricalzo sia a monte che a valle della viminata, in modo tale che almeno le verghe inferiori risultino essere interrate (per un'altezza min. di 10 cm fino a 25 cm sotto terra e per un'altezza di 15 ÷ 25 cm fuori terra)**
- 7. i paletti non dovranno sporgere più di 5 cm sopra l'intreccio**
- 8. le viminate possono essere realizzate a file parallele con interasse 1,2 ÷ 2,00 m sia secondo le curve di livello sia inclinate (nel caso di necessità di drenaggio) oppure possono essere disposte diagonalmente a formare rombi, qualora sia necessario trattenere il terreno vegetale e ridurre il ruscellamento superficiale dell'acqua lungo il pendio.**

Raccomandazioni

- **Tecnica indicata per piccoli smottamenti e necessità di rapido effetto meccanico di trattenuta del terreno superficiale**
- **Per evitare fenomeni di ombreggiamento tra una fila e l'altra, viene preferita una disposizione a file inclinate rispetto al pendio, nel rispetto delle direzioni di deflusso superficiale delle acque.**

Limiti di applicabilità

La tecnica è prevalentemente indicata per scarpate interessate da franamenti di piccola entità.

L'effetto stabilizzante si ha solamente nel caso di vimate interrate e seminterrate per ridurre i fenomeni di sottoerosione e scalzamento. Le verghe al di sopra del terreno disseccano e muiono

Tecnica non utilizzabile su terreni sassosi o rocciosi.

Inclinazione max 40°

Vantaggi

Rapida stabilizzazione sino a 25-30 cm di profondità; immediato contenimento del materiale; tecnica adattabile alla morfologia della scarpata.

Svantaggi

Lavoro che richiede notevole mano d'opera; non sempre sono reperibili verghe lunghe ed elastiche da intrecciare in quantità sufficiente; la radicazione è modesta rispetto alle quantità di materiale utilizzato.

Spesso accade che i paletti vengano spezzati per un eccessivo carico da monte o a causa dei sassi che precipitano dall'alto. In tal caso si rendono necessarie opere manutentive, sostituzione dei paletti spezzati.

Effetto

Stabilizzazione immediata degli strati superficiali di terreno, che migliora quando le verghe emettono radici.

Periodo di intervento

Durante il periodo di riposo vegetativo.

Possibili errori

!! riporto di quantità insufficiente di terreno a tergo della viminata

!! scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo

Voce di Capitolato

2.10 Viminata viva

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

Stabilizzazione di pendio o scarpata mediante viminata formata da paletti di legno (castagno, conifere ecc.) di Ø 5 – 10 cm o in ferro Ø 12 – 14 mm, di lunghezza 100 – 150 cm infissi nel terreno lasciando un'altezza fuori terra di 15 – 30 cm, alla distanza di 1 m uno dall'altro, intervallati ogni 30cm da paletti o talee vive di 0,50 - 1 m, collegati da verghe di salice vivo o altra specie legnosa con capacità di propagazione vegetativa, con l'estremità conficcata nel terreno, di almeno 150 cm di lunghezza, intrecciate sui paletti principali e secondari e legate con filo di ferro per un'altezza di 15 – 25 cm fuori terra ed una parte interrata di almeno 10 cm (l'infossamento e 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 antiersiva e dalla disposizione seminterrata in solchetti di 20 – 30 cm ca. onde aumentare la percentuale di attecchimento in substrati aridi e aumentare l'effetto antiruscellamento.

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

Prezzo di applicazione	€/ml 23,80
-------------------------------	-------------------

19 – Gradonata viva

Descrizione sintetica

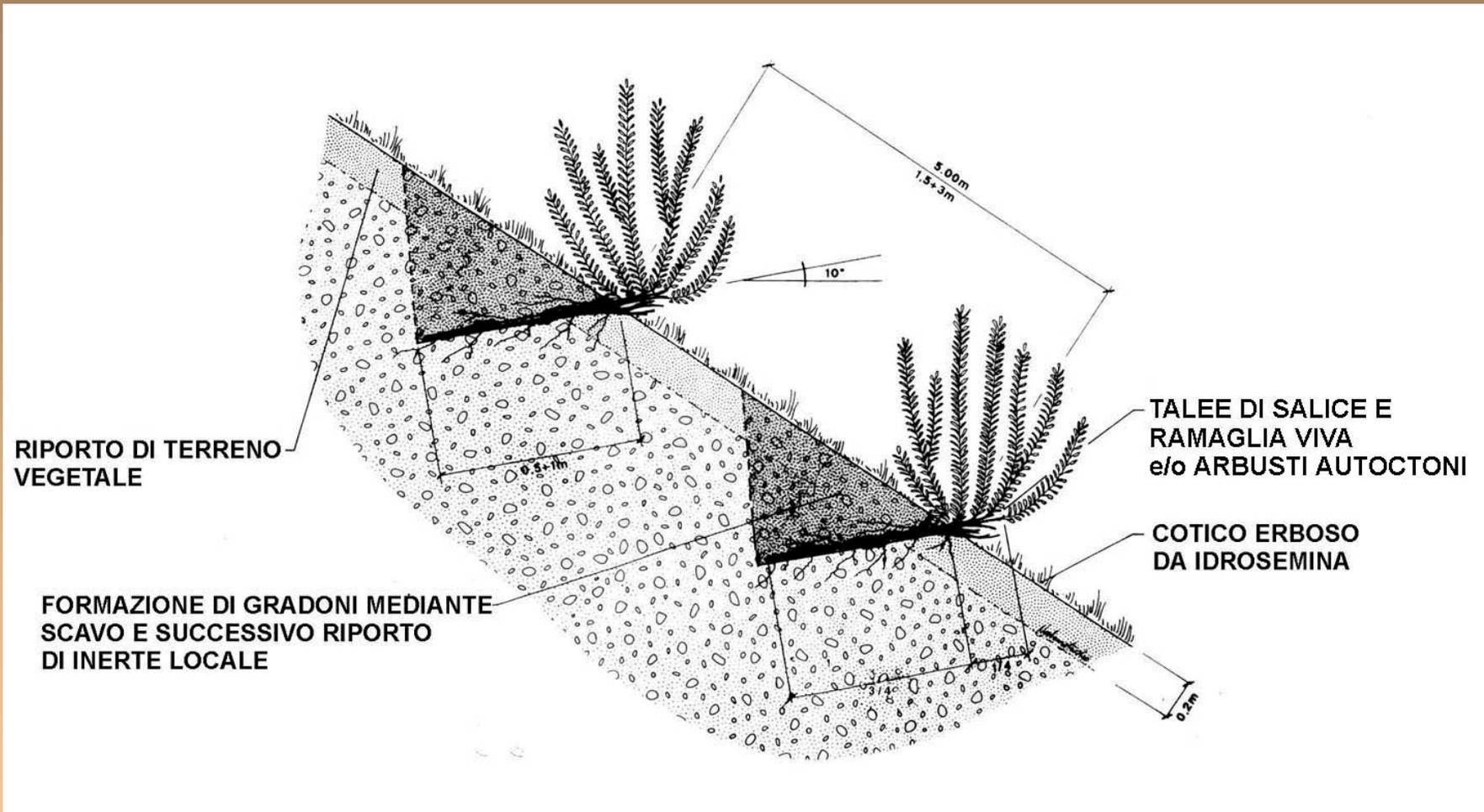
Scavo di gradoni o terrazzamenti a file parallele su pendii con messa a dimora all'interno del gradone di ramaglia di piante legnose con capacità di riproduzione vegetativa (Salici, Tamerici, ecc.) e/o arbusti radicati autoctoni e successiva copertura con materiale proveniente dagli scavi superiori.

Campi di applicazione

Pendii incoerenti, frane superficiali, rilevati in fase di esecuzione.
Scarpate in rilevato.
Stabilizzazione di frane in materiale sciolto

Materiali impiegati

- ramaglie e talee di specie con capacità riproduzione vegetativa
- arbusti radicati di 2 – 3 anni
- verghe o astoni di specie con capacità di propagazione vegetativa $L =_{\min.} 2 \text{ m}$ di 2-4 anni



Sezione tipo



Gradonate vive, dicembre 2000
Stazione S. Caterina (UD) - Foto G. Sauli



Gradonate vive, agosto 2002
Stazione S. Caterina (UD) - Foto V. Zago

Modalità di esecuzione

Scarpate

1. scavo di un gradone con profondità da 0,5 a 1,00 m e contropendenza interna di 5°-10° e trasversale di 10°
2. posizionamento all'interno dello scavo di 10-20 talee e/o 5 arbusti radicati per metro
3. riempimento dello scavo con il materiale proveniente dal gradone superiore, realizzato a una distanza dal precedente variabile a seconda della pendenza della scarpata (da 1,5 a 3 m), assicurando il riempimento degli spazi tra i rami
4. tra un gradone e l'altro viene eseguita una semina

Rilevati

1. realizzazione di un primo strato del rilevato
2. posizionamento degli astoni (10-20 pezzi per metro)
3. stesura del secondo strato di materiale
4. tra un gradone e l'altro viene eseguita una semina

N.B.: è preferibile procedere lungo il pendio per fasce di circa 10 m dal basso verso l'alto

Raccomandazioni

- **esecuzione manuale: dal basso verso l'alto**
- **esecuzione a macchina: dall'alto verso il basso**
- **le talee e gli astoni devono sporgere dal terreno al massimo per 10-15 cm**
- **talee e astoni disposti incrociati all'interno dello scavo assicurano una radicazione maggiore**
- **le piante radicate devono essere di specie vegetali pioniere (resistenti all'inghiainamento)**
- **la distanza tra le file dipende da pendenza, altezza e stabilità della scarpata (da 1 a 3 m)**
- **le gradonate saranno orizzontali su scarpate asciutte, inclinate su scarpate umide per assicurare il drenaggio**

Limiti di applicabilità

Inclinazione del versante massima 40°.

Vantaggi

Tecnica eseguibile sia a mano che a macchina. Radicazione profonda con effetto di drenaggio. Viene impedita sia l'erosione sia il movimento del terreno.

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

Deflusso dell'acqua nel suolo e ruscellamento superficiale vengono rallentati.

<i>Svantaggi</i>	<p>Inizialmente si ha una limitata stabilità tra le file. La vegetazione che si sviluppa dalle piantine radicate entra in concorrenza con quella delle talee, per cui è preferibile un inserimento delle piantine tra le file.</p> <p>Tecnica costosa per l'elevato fabbisogno di materiale vegetale.</p>
<i>Effetto</i>	<p>Stabilizzazione rapida del terreno, che aumenta dopo la radicazione.</p> <p>Nel caso del rilevato la messa a dimora delle talee contemporaneamente alla formazione del rilevato determina un effetto simile a quello delle terre rinforzate, per il consolidamento in profondità.</p>
<i>Periodo di intervento</i>	<p>Durante il periodo di riposo vegetativo, escludendo i periodi estivi o di innevamento e gelo profondo, per le talee.</p> <p>In caso di impiego esclusivo di arbusti radicati, tutto l'anno ad esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva.</p>
<i>Possibili errori</i>	<ul style="list-style-type: none">!! scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo!! scelta errata delle specie vegetali!! uso specie arbustive esotiche

2.19 Gradonata viva

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

Stabilizzazione di pendii mediante scavo di gradoni o terrazzamenti con profondità in genere di 0,5 ÷ 1 m con pendenza verso l'interno di 5° ÷ 10 e del pari controtendenza trasversale di almeno 10° e realizzazione di file parallele dal basso verso l'alto con interasse 1,5 ÷ 3 m, riempiendo la gradonata inferiore con il materiale di scavo di quella superiore.

- a) con messa a dimora in appoggio al gradone di ramaglia 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 al massimo 10-15 cm e gli interstizi tra i rami devono essere accuratamente intasati di terreno per evitare eccessive circolazioni di aria e disseccamento.
- b) Con messa a dimora in appoggio al gradone di piante radicate di latifoglie resistenti all'inghiainamento e in grado di formare radici avventizie, di 2 – 3 anni, in ragione di 5 –10 piante per metro, a seconda della specie, ed aggiunta di terreno vegetale o paglia o compost di corteccia per il miglioramento delle condizioni di crescita. Le piante dovranno sporgere per almeno 1/3 della loro lunghezza.
- c) Vengono formate 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 – 20 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 15 cm dal terreno. L'insieme funge anche da terra rinforzata aumentando la stabilità del rilevato.

Prezzo di applicazione

€/ml 35,75

20 – Fascinata viva su pendio

Descrizione sintetica

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, assicurate con picchetti battuti attraverso le fascine o di fronte ad esse.

Campi di applicazione

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

Materiali impiegati

- almeno 5 verghe di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici) Ømin.1cm e L min. 2.00m
- filo di ferro
- paletti di legno ø5cm o picchetti in ferro ø 8÷14 mm L min. 60
- terreno di riporto