



## **REGIONE LAZIO**

Assessorato all'Ambiente e Cooperazione tra i Popoli  
Direzione Ambiente e Cooperazione tra i Popoli  
Area Difesa del Suolo

## **QUADERNO DI CANTIERE**

# **MATERIALI**

## **QUADERNI DI CANTIERE**

**Volume 17: MATERIALI**

A cura di:

**REGIONE LAZIO**

Assessorato Ambiente e Cooperazione tra i Popoli: l'Assessore F. ZARATTI

Direzione Regionale Ambiente e Cooperazione tra i popoli: il Direttore R. DE FILIPPIS

Area Difesa del Suolo: il dirigente A. SANSONI

Responsabili: F. GUBERNALE, S. DE BARTOLI, G. FALCO

Redazione:

Autore: ROBERTO FERRARI

Progetto grafico: ESTER SABRINA FERRARI

Revisione e coordinamento tecnico e scientifico: F. GUBERNALE, S. DE BARTOLI, G. FALCO

**Patrocinio:**



**ASSOCIAZIONE  
ITALIANA  
PER LA  
INGEGNERIA  
NATURALISTICA**



**REGIONE LAZIO**

Coordinamento editoriale: F. Gubernale, S. De Bartoli, E. Ferrari

Realizzazione e stampa: EMILMARC s.r.l. - Roma

Tiratura copie: 2000

Finito di stampare nel mese di Gennaio 2008

Distribuzione gratuita

**L**a Regione Lazio prosegue le attività di studio e divulgazione delle tecniche di ingegneria naturalistica sul proprio territorio con la realizzazione di ulteriori sei quaderni di cantiere: quattro riguardanti le tecniche di ingegneria naturalistica e due sulle attrezzature e i materiali utilizzati in questo ambito.

Dopo i primi dodici quaderni, pubblicati lo scorso dicembre, sono lieto di presentare questi ulteriori sei fascicoli che completano la collana.

I "Quaderni di cantiere" raccolgono i contributi di esperti del settore e le conoscenze acquisite nel corso dell'attività decennale dell'Area Difesa del Suolo della Regione Lazio nel campo dell'ingegneria naturalistica.

Rimane il taglio prettamente operativo delle pubblicazioni, rivolte in particolare a tutti gli addetti ai lavori che hanno il compito di progettare le opere e di seguirne l'esecuzione.

**Filiberto Zaratti**

Assessore Ambiente e Cooperazione tra i Popoli

**D**ieci anni di Ingegneria Naturalistica nel Lazio. Un percorso iniziato dalla Regione nel 1996 con l'emanazione di una semplice Deliberazione di Giunta, la 4340, in cui per la prima volta venivano enunciati i principi cui dovevano uniformarsi gli Enti nella realizzazione degli interventi di difesa del suolo, con l'obiettivo di assicurare la massima compatibilità ambientale nel territorio regionale.

Da allora la nostra Direzione Regionale, ha dato corso a molteplici iniziative e molte sono le attività maturate.

Così nel febbraio del 2002 è stato stampato e divulgato il primo Manuale di ingegneria naturalistica relativo alle sistemazioni idrauliche, giunto già alla terza ristampa, ripubblicato anche dal Ministero dell'Ambiente, e da Loro proposto anche nel proprio sito istituzionale su Internet come riferimento a tutti gli addetti ai lavori.

Quindi nel dicembre 2003 è stato presentato il secondo Manuale relativo ai settori del recupero di cave, discariche, rinaturalizzazione di scarpate stradali e ripascimento delle dune costiere, già ripubblicato per la seconda edizione.

A febbraio 2006 è stato presentato il terzo Manuale di ingegneria naturalistica rivolto alla sistemazione dei versanti soggetti a fenomeni gravitativi, completando un lavoro a tutto campo che, per tematiche trattate, credo sia un esempio unico in Italia.

A novembre 2006 è stato presentato all'Università della Tuscia il Rapporto sul monitoraggio dei cantieri pilota nel Lazio dove sono riportati ed analizzati i risultati delle attività di verifica e controllo operate sui cantieri.

Ma oltre a questi studi la nostra Direzione Regionale ha voluto dare seguito a tutta una serie di iniziative finalizzate alla divulgazione dei principi e delle tecniche di ingegneria naturalistica e di formazione degli addetti ai lavori.

In questa ottica si inseriscono:

- il corso di formazione per funzionari della Regione Lazio;
- la collaborazione con l'Ente Parco dei Monti Aurunci con l'attivazione di un vivaio di specie autoctone e la progettazione di una scuola di ingegneria naturalistica presso la sede del Parco che svolgerà attività di formazione professionale;
- le convenzioni stipulate con la Riserve Naturali che hanno dato luogo a giornate di studio e alla realizzazione da parte dei partecipanti di cantieri didattici su opere di Ingegneria Naturalistica.

In occasione del decennale dell'Ingegneria Naturalistica, a dicembre 2006, sono stati presentati i primi dodici fascicoli dell'ultimo prodotto della Regione Lazio, forse il più originale: «I quaderni di cantiere». Questa pubblicazione, strutturata in diciotto quaderni, presenta le principali tecniche di ingegneria naturalistica, nell'ottica del cantiere, illustrando in particolare le diverse fasi di realizzazione, i materiali e le attrezzature necessarie, gli errori più frequenti.

Tutto questo non lo consideriamo ancora un punto di arrivo, ma la base per proseguire la nostra

*azione con convinzione, con passione e professionalità, sapendo che ancora molto c'è da lavorare per diffondere una cultura di intervento che spesso, ancora oggi, è circondata da ostilità, imprecisione, inesattezze.*

**Raniero De Filippis**

Direttore del Dipartimento Territorio della Regione Lazio

## **Note d'uso**

### **di Francesco Gubernale**

**I**mmaginiamo di essere osservatori in un cantiere dove maestranze esperte, guidate da un altrettanto bravo direttore dei lavori, stanno eseguendo una tecnica di ingegneria naturalistica.

Immaginiamo, senza dare fastidio, di poterci muovere con disinvoltura da una parte all'altra dell'area dei lavori, di tendere l'orecchio alle istruzioni e alle raccomandazioni del direttore dei lavori, alle "dritte" degli operai mentre lavorano, rubando con gli occhi ogni possibile particolare utile..... e di riportare tutto ciò che ascoltiamo e vediamo su un blocco per appunti, facendo schizzi, prendendo foto, annotando impressioni, segnando a margine gli errori da evitare, i consigli da seguire.....

Questo incredibile blocco di appunti lo conserveremmo con grande gelosia. Domani potremmo cimentarci con maggiore perizia nella costruzione di quell'opera. Ogni dubbio verrebbe risolto dando un'occhiata ai nostri scritti, ai nostri disegni.

Ecco, questo avevamo in mente quando una sera, parlandone tra di noi (con Giovanni Falco e Simona De Bartoli, n.d.r.) ci chiedevamo di cosa avevamo bisogno, cosa altro potevamo proporre ai nostri tecnici dopo i tre Manuali.

Così sono nati i "quaderni di cantiere"; ed ecco che sfogliandoli, per ogni tecnica, troviamo detto:

cos'è;  
dove, perché e quando si fa;  
le attrezzature ed i materiali che servono.

Ma soprattutto troviamo illustrate e documentate con foto tutte le fasi operative di costruzione.

Sfogliando il quaderno l'opera si forma e si completa. Quando occorre, approfondimenti e note sugli errori più comuni ci fanno soffermare con attenzione su particolari fasi lavorative.

Per fare questo ci siamo rivolti a Roberto Ferrari, socio esperto dell'AIPIN (associazione che ci accompagna da 10 anni in questo nostro percorso sull'ingegneria naturalistica) che di cantieri ne ha fatti a decine (centinaia?), ed alla tecnica ed alla bravura di Ester Ferrari per rappresentare con immagini le nostre idee.

Forse qualcuno su qualche particolare o qualche procedura di realizzazione potrà eccepire su quanto da noi proposto. E' normale. Siamo pronti a raccogliere tutte le indicazioni che gli amici ci vorranno inviare per migliorare il nostro prodotto. Anzi sarebbe fantastico se anche le imprese, i loro capi cantieri, gli operai, cui questi quaderni sono particolarmente rivolti, ci contattassero mandandoci i loro suggerimenti, le loro impressioni.

Grazie a tutti.

## Prefazione

di Roberto Ferrari

**Difendere il suolo contro ogni possibile evento idrogeologico  
esce decisamente dal campo delle umane possibilità.**

**L. Noé, M. Rossi Doria**

**T**utte le cose possono essere fatte bene o male, con una serie infinita e continua di sfumature intermedie tra un estremo e l'altro.

E l'Ingegneria Naturalistica non si sottrae a questa regola.

Pur con i limiti tecnici che la contraddistinguono, è conosciuta ed applicata in Italia come valida alternativa agli interventi tradizionali nella risoluzione di molteplici situazioni derivanti da problemi di dissesto del territorio. I risultati ottenuti in poco più di quindici anni vanno ben al di là del "solo" consolidamento del suolo, innescando processi di rinaturalizzazione, creando biodiversità, contribuendo alla formazione di corridoi ecologici.

Questo quando è fatta bene.

Tutto ciò ha portato, in questo breve intervallo temporale, ad una grande ma soprattutto veloce utilizzazione delle tecniche proprie di questa disciplina: gli interventi sul territorio nazionale sono oramai innumerevoli e coprono tutti gli ambienti e tutti gli ambiti in cui possono essere applicate le molteplici tipologie di cui la disciplina stessa si avvale. Ma proprio per questo successo così grande e rapido, sia a livello di pensiero che di applicazione, e forse causa esso stesso, molte delle opere e degli interventi eseguiti non risultano essere esenti da errori molto spesso determinanti per il raggiungimento dell'obiettivo prefissato. Nonostante l'ormai grande diffusione di manuali, linee guida, articoli, convegni ed addirittura corsi specifici sull'argomento, molti interventi risultano privi dei requisiti basilari per poter essere classificati come interventi di Ingegneria Naturalistica: le piante, peculiarità che contraddistingue e caratterizza questa disciplina dalle tecniche tradizionali, sono spesso del tutto assenti o secche o di specie non idonee; le strutture molte volte non risultano costruite seguendo le sperimentate metodologie che ne garantiscono la stabilità e la funzione; i materiali vengono talvolta utilizzati in modo improprio o non corretto.

Questo quando è fatta male.

Ma perché molte, troppe volte è fatta male?

La idonea esecuzione di un'opera o di un intervento di Ingegneria Naturalistica si avvale di alcune, per altro semplici, regole imprescindibili, che però, se non correttamente osservate, ne determinano l'insuccesso. La non conoscenza, il considerarla alla stessa stregua di un intervento tradizionale, non capirne le esigenze biologiche sono tra le cause più frequenti.

La gestione del sito d'intervento all'inizio, durante ed alla fine dei lavori, ad esempio, è di fondamentale importanza per l'evoluzione morfologica e biologica che il sito stesso avrà nel tempo. E soprattutto la pianta, l'elemento che contraddistingue un intervento di Ingegneria Naturalistica da uno tradizionale, se non viene inserita come parte strutturale delle opere e non se ne consente lo sviluppo nei modi dovuti o, peggio, muore, l'intervento è destinato a collassare, e soprattutto non possiamo più parlare di Ingegneria Naturalistica.

La "novità" rappresentata dal materiale vivo unitamente ad una scarsa conoscenza delle sue esigenze ne determinano spesso un errato utilizzo.

Le note che propongo rappresentano una guida per sbagliare di meno o comunque un suggerimento per un approccio corretto nella esecuzione e sono rivolte a chi si avvicina per la prima volta alla realizzazione pratica, ma non solo.

Si può dire che il testo sia stato didatticamente “collaudato” ancor prima di essere scritto, in quanto rappresenta gli argomenti trattati, e realizzati, durante le mie “lezioni” in corsi specifici ed i tanti cantieri: potrebbe essere infatti tratto da qualsiasi dei quaderni di appunti che vengono compilati durante le ore di esercitazioni pratiche nei cantieri didattici.

I metodi descritti in queste note, sebbene i più collaudati e seguiti, possono rappresentare una di altrettanto valide possibili soluzioni. La ricerca scientifica assieme alle numerose possibilità offerte dal mercato, rendono la descrizione di alcune fasi, procedure o materiali suscettibile di possibili variazioni.

Gli errori in cui si può incappare durante la realizzazione di un intervento di Ingegneria Naturalistica sono davvero tanti, ma analizzando il problema ci si rende conto che sono dovuti esclusivamente alla poca conoscenza della materia.

Naturalmente il fatto che questi interventi richiedano conoscenze ed esperienze in diversi campi talora poco conosciuti, aumenta la possibilità di errore, ma con un minimo di disponibilità e di apertura verso questi nuovi temi i successi non possono mancare. A conferma di ciò basti un’attenta osservazione di ciò che è stato realizzato sul territorio nazionale: addirittura sistemazioni spondali tradizionali in calcestruzzo demolite e sostituite con opere di Ingegneria Naturalistica.

In fin dei conti si tratta di osservare semplici regole naturali, spesso addirittura istintive, e sostituire la fredda abitudine con un po’ di quella sensibilità che gli organismi vivi richiedono, credendo soprattutto in ciò che si fa.

Ed ora, buon lavoro!

La perfezione non è di questo mondo.

Ma un’opera di Ingegneria Naturalistica eseguita bene e correttamente è sicuramente possibile.



(Foto R.Ferrari)

## MATERIALI

I materiali utilizzati nella realizzazione delle tipologie proprie dell'Ingegneria Naturalistica non sono caratteristici di queste tecniche, bensì traggono la loro origine da svariati altri tipi di utilizzo e lavorazioni; diventano altresì caratteristici ed indispensabili qualora siano utilizzati, talvolta anche singolarmente ma più comunemente abbinati in varie combinazioni, per il raggiungimento delle finalità proprie dell'Ingegneria Naturalistica e per tale motivo un elenco non potrà essere esaustivo. Sebbene possano essere suddivisi e catalogati secondo vari ordini e possibilità, qui viene seguito un ordine che si basa, nonostante i limiti e le eccezioni, sull'origine e sulla natura dei materiali stessi:

### **Materiali naturali (vegetali) vivi**

Costituiscono l'elemento caratterizzante e distintivo che permette di distinguere un intervento di Ingegneria Naturalistica da uno tradizionale. Sono rappresentati da piante o parti di piante autoctone talune delle quali con capacità di riproduzione vegetativa. Le caratteristiche ottimali richieste possono essere individuate principalmente con

- specie autoctone
- specie di provenienza locale
- specie pioniere
- specie con capacità di riproduzione vegetativa
- specie con elevate attitudini biotecniche
- specie a crescita rapida



**Materiali.** Tra i materiali naturali (vegetali) vivi le talee sono in assoluto quelli più rappresentativi ed utilizzati: talee di *SALIX PURPUREA* (Foto R.Ferrari).

### **Materiali naturali (vegetali) morti**

Sono rappresentati da varie forme vegetali morte, dalle fibre a parti intere di tronchi, ed il loro utilizzo è molto vario, da quello di protezione dei suoli a quello di elementi strutturali portanti.

**Materiali.** Tra i materiali naturali (vegetali) morti i tronchi rappresentano l'elemento strutturale più caratteristico: tronchi di larice (Foto R.Ferrari).



### **Materiali naturali inerti**

Sono rappresentati da materiali terrosi e litoidi di varie granulometrie e pezzature ed il loro utilizzo è mirato per i riempimenti delle strutture, per i sistemi di drenaggio, per i consolidamenti al piede, per i raccordi ed i modellamenti morfologici.



**Materiali.** Tra i materiali naturali inerti il terreno vegetale risulta essere determinante per il corretto sviluppo della componente vegetale viva (Foto R.Ferrari).

### **Materiali artificiali**

Sono rappresentati da tipologie ed utilizzi molto diversi e disparati, tra i quali quelli di protezione dei suoli, di chiodature, di assemblaggi, di elementi strutturali portanti.

**Materiali.** Le reti metalliche sono materiali artificiali molto versatili utilizzati frequentemente in abbinamento con tutti gli altri tipi di materiali: rotoli di rete metallica a doppia torsione zincata (Foto R.Ferrari).



## Materiali naturali (vegetali) vivi

### Semi

Rappresentano lo stadio iniziale del ciclo di sviluppo e crescita della pianta e pertanto il loro utilizzo deve tener conto del tempo necessario al loro sviluppo, che influisce sulle necessità di protezione del substrato.

Generalmente utilizzati in miscele predeterminate composte soprattutto da graminacee e leguminose.



Materiali. Semi (Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

Le tipologie che contemplano l'utilizzo di semi sono principalmente quelle mirate alla protezione antierosiva superficiale di rivestimento e per questo motivo ben si prestano comunque ad essere abbinate a possibile completamento di tutti gli interventi.

- Semina manuale a spaglio
- Semina a paglia e bitume
- Idrosemina
- Semina a strato con terriccio
- Inserimento all'origine in supporti antierosivi (biofeltri)
- A possibile completamento di tutte le tipologie

### Caratteristiche

- Utilizzo facile
- Sviluppo rapido
- Costo basso
- Possibile arricchimento del terreno

- Effetto radicale limitato in profondità
- Ritardata azione antierosiva
- Compromesso sviluppo di eventuali specie arbustive

### Requisiti

- Specie erbacee (graminacee, leguminose) ed arbustive
- Specie autoctone
- Esemplari di provenienza locale
- Scelta delle specie in base all'analisi stazionale
- Certificazione di origine, composizione, grado di germinabilità

### Accorgimenti particolari

- Miscele in composizioni e percentuali dipendenti dalle caratteristiche ambientali del sito di intervento
- Stoccaggio e conservazione adeguati
- Utilizzo in periodo idoneo (dalla fine all'inizio del periodo di riposo vegetativo, esclusi periodi di siccità estiva)

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Utilizzo in periodo non idoneo
- Utilizzo di una sola specie
- Caratteristiche di origine non corrispondenti alle necessità



**Materiali. Semi; l'origine di alcune specie molto spesso non corrispondono alle necessità (Foto R.Ferrari).**

- Quantità (g/m<sup>2</sup>) insufficiente

### Reperibilità

- In commercio
- Produzione artigianale



**Materiali.** Semi; produzione di piante da seme in vivaio (Foto R.Ferrari).



**Materiali.** Semi; conservazione di semi raccolti dal selvatico per produzione di piante in vivaio (Foto R.Ferrari).

### Fiorume

Costituito dal materiale di risulta della fienagione, risulta di non semplice reperimento e pertanto il suo utilizzo è molto limitato.

Essendo il risultato di una raccolta naturale possiede tutte le caratteristiche ottimali richieste (autoctonia delle specie, provenienza degli esemplari, biodiversità, percentuale interspecifica).

Gli elementi che lo costituiscono, i semi, rappresentano lo stadio iniziale del ciclo di sviluppo e crescita della pianta e pertanto il suo utilizzo deve tener conto del tempo necessario al loro sviluppo, che influisce sulle necessità di protezione del substrato.



**Materiali. Fiorume**  
(Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

Sebbene presenti caratteristiche migliori rispetto ad una miscela di semi preconfezionata, risulta di gran lunga meno utilizzato in quanto di difficoltoso reperimento.

Le tipologie che contemplano l'utilizzo di semi sono principalmente quelle mirate alla protezione antierosiva superficiale di rivestimento e per questo motivo ben si prestano comunque ad essere abbinate a possibile completamento di tutti gli interventi.

- *Semina manuale a spaglio*

### Caratteristiche

- *Utilizzo di specie autoctone altrimenti difficilmente reperibili*
- *Utilizzo ottimale in aree di tutela*
- *Utilizzo facile*
- *Sviluppo rapido*
  
- *Reperimento non sempre facile*
- *Raccolta manuale in piccole quantità, ripresa a diversi intervalli, costosa*
- *Effetto radicale limitato in profondità*
- *Ritardata azione antierosiva*
- *Compromesso sviluppo di eventuali specie arbustive*

### Requisiti

- Specie erbacee
- Specie autoctone
- Esempolari di provenienza locale
- Scelta delle specie in base all'analisi stazionale

### Accorgimenti particolari

- Raccolta in aree limitrofe al sito di intervento
- Raccolta scaglionata nel tempo
- Stoccaggio e conservazione adeguati
- Utilizzo in periodo idoneo (dalla fine all'inizio del periodo di riposo vegetativo, esclusi periodi di siccità estiva)

### ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Utilizzo in periodo non idoneo
- Caratteristiche di origine non corrispondenti alle necessità
- Quantità ( $g/m^2$ ) insufficiente

### Reperibilità

- Raccolta manuale ad hoc



Materiali. Fiorume; raccolta manuale ad hoc (Foto R.Ferrari).

### Rizomi, cespi, culmi

Costituiti da parti sotterranee di specie vegetali con capacità di generare nuovi esemplari. Sebbene i singoli elementi rappresentino uno stadio avanzato del ciclo di sviluppo e crescita della

pianta il loro utilizzo deve tener conto del tempo necessario al loro ulteriore sviluppo, che influisce sulle necessità di protezione del substrato.



**Materiali.** Rizomi, cespi, culmi; culmi di *PHRAGMITES AUSTRALIS* (Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

Caratteristici soprattutto, ma non solo, di ambienti umidi sono particolarmente indicati per le loro caratteristiche di propagazione in interventi stabilizzanti che implicano grandi superfici.

- Trapianto dal selvatico di rizomi e di cespi
- Copertura diffusa con culmi di canna

### Caratteristiche

- Utilizzo di specie autoctone altrimenti difficilmente reperibili
- Reperimento in aree limitrofe al sito di intervento
- Utilizzo facile
- Stadio successivo a quello di germinazione
- Sviluppo rapido
- Costo basso
- Raccolta manuale costosa
- Elevato impiego quantitativo
- Elevati tempi di lavorazione
- Effetto radicale limitato in profondità
- Possibile introduzioni di specie non compatibili od idonee

### Requisiti

- Specie autoctone

- Esempari di provenienza locale
- Scelta delle specie in base all'analisi stazionale

### **Accorgimenti particolari**

- Raccolta in aree limitrofe al sito di intervento
- Stoccaggio e conservazione adeguati
- Utilizzo in periodo idoneo (inizio o fine del periodo di riposo vegetativo)

## **ERRORI PIÙ FREQUENTI**

- Utilizzo in periodo non idoneo
- Caratteristiche di origine non corrispondenti alle necessità
- Quantità insufficiente

### **Reperibilità**

- Raccolta manuale o meccanica ad hoc



**In alto: Materiali. Rizomi, cespi, culmi; raccolta manuale ad hoc (Foto R.Ferrari).**

**A destra: Materiali. Rizomi, cespi, culmi; raccolta meccanica ad hoc (Foto R.Ferrari).**



## Talee s.l.

Costituite da porzioni di parti aeree di specie con elevata capacità di riproduzione vegetativa. Sebbene i singoli elementi rappresentino uno stadio avanzato del ciclo di sviluppo e crescita della pianta il loro utilizzo deve tener conto del tempo necessario al loro ulteriore sviluppo, che influisce sulle necessità di consolidamento del substrato, anche se in talune tipologie possono costituire da subito un non indifferente supporto strutturale.

Non fosse altro che per la diffusione e la versatilità di utilizzo rappresentano simbolicamente il concetto di Ingegneria Naturalistica.



**Materiali.** Talee s.l.; talee di *SALIX ALBA*: le talee, non fosse altro che per la diffusione e la versatilità di utilizzo, rappresentano simbolicamente il concetto di Ingegneria Naturalistica (Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

Per le loro peculiari caratteristiche di versatilità sono largamente utilizzate sia singolarmente sia in abbinamento a tutte le tipologie in interventi stabilizzanti, combinati di consolidamento e costruttivi particolari, come componente strutturale vivo principale, in differenti " formati", a seconda della destinazione di utilizzo.

- Messa a dimora di talee
- Possibile posa o inserimento in tutte le tipologie

### Caratteristiche

- Utilizzo di specie autoctone
- Reperimento in aree limitrofe al sito di intervento

- Utilizzo facile
- Stadio successivo a quello di germinazione
- Sviluppo rapido
- Effetto radicale in profondità
- Costo basso
  
- Raccolta manuale costosa
- Elevato impiego quantitativo

### **Requisiti**

- Specie autoctone
- Esempari di provenienza locale
- Specie con capacità di riproduzione vegetativa
- Scelta delle specie in base all'analisi stazionale

### **Accorgimenti particolari**

- Raccolta in aree quanto più possibile limitrofe al sito di intervento
- Stoccaggio e conservazione adeguati
- Raccolta in luoghi prossimi al sito di intervento e posa in opera nel più breve tempo possibile. Se ciò non fosse realizzabile, attuare tutte le precauzioni possibili per mantenerlo in condizioni ottimali (riparo dal sole, dal vento, dal gelo, da condizioni di aridità) e perlomeno con la parte basale dei singoli elementi immersi in acqua, tenendo presente comunque che il tempo che intercorre tra la raccolta e la messa a dimora svolge un ruolo sfavorevole alla buona riuscita finale
- Utilizzo in periodo idoneo (durante il periodo di riposo vegetativo). Il periodo utile per l'esecuzione dei lavori può essere limitatamente ampliato stoccando gli stessi materiali vegetali vivi in acqua fredda leggermente corrente ( $T_{max} 15^{\circ} C$ ) od in celle frigorifere ( $T 0-1^{\circ} C$ ): questa possibilità deve però seguire ad una attenta analisi che tenga conto delle necessità delle specie utilizzate, delle caratteristiche del materiale destinato al riempimento della struttura, dell'entità dello sforamento dei limiti del periodo ottimale anche in rapporto alle caratteristiche morfologiche, topografiche e climatiche del sito di intervento
- A parte qualche caso particolare, le specie più utilizzate appartengono al genere *SALIX* (salice): evitare o perlomeno limitare l'utilizzo, tra quelle compatibili, di *SALIX ALBA* (salice bianco) che raggiunge con la crescita dimensioni notevoli influenzando negativamente la statica e gli equilibri della struttura

## APPROFONDIMENTO

### PRELIEVO, CONSERVAZIONE, PREPARAZIONE E POSA DI TALEE s.l.

Alcune specie vegetali posseggono la capacità di potersi replicare e sviluppare da rami o addirittura da parti di essi (capacità di riproduzione (o propagazione) vegetativa o riproduzione (o propagazione) agamica).



**Giovane esemplare di SALIX ALBA sviluppatosi per riproduzione vegetativa da un ramo di circa 20 cm di lunghezza, risultato dallo scarto di lavorazione in un cantiere di Ingegneria Naturalistica (Foto R.Ferrari).**

Nell'utilizzo pratico i singoli elementi, talee s.l., possono essere raggruppati in categorie in funzione delle diverse caratteristiche dimensionali e morfologiche. In base a queste diversità vengono impiegati con scopi e modalità spesso caratteristici per le varie tipologie e costituiscono, assieme a semi, rizomi, culmi, piante a radice nuda, piante in zolla, piante in fitocella, il materiale vegetale vivo indispensabile per interventi basati sull'Ingegneria Naturalistica.

Le specie più utilizzate appartengono ai generi SALIX (S. ALBA (salice bianco), S. PURPUREA (salice rosso), S. ELAEAGNOS (salice ripaiolo), S. DAPHNOIDES (salice barbuto), S. PENTANDRA (salice odoroso), S. CINEREA (salice cinerino), S. APENNINA (salice dell'Appennino) ed altre), TAMARIX (T. GALLICA (tamerice)), LABURNUM (L. ANAGYROIDES (maggiociondolo)), LIGUSTRUM (L. VULGARE (ligustro)) ed altri.

#### PRELIEVO

1) **Effettuare il taglio rigorosamente durante il periodo di riposo vegetativo** che, per quanto si possa indicativamente individuare tra Ottobre e Marzo, può variare anche significativamente nei suoi limiti estremi dipendendo da parametri locali quali latitudine, quota,

esposizione, clima, condizioni meteorologiche, nonché dall'ambito ecologico. Al momento del taglio, comunque, i rami non devono avere né foglie né fiorescenze (amenti nel genere *SALIX*).



**Prelievo dal selvatico di materiale vegetale vivo (talee s.l.) (Foto R.Ferrari).**

2) Eseguire il taglio alla base della ramificazione e, nelle specie arbustive quanto più possibile in prossimità del terreno.



**Taglio di materiale vegetale vivo (talee s.l.): alla base della ramificazione (Foto N.Canovi).**



**Taglio di materiale vegetale vivo (talee s.l.): nelle specie arbustive, quanto più possibile in prossimità del terreno (Foto N.Canovi).**

3) Eseguire il taglio in modo netto senza sbavature o scortecciamenti che comprometterebbero irrimediabilmente la vitalità; per questo motivo è consigliabile l'uso di motosega (anche per motivi legati al tempo di taglio) o di sega ad arco per legno. Assolutamente da evitare il taglio mediante coltello, accetta o simili, o la spezzatura a forza del ramo, in quanto tali pratiche danneggerebbero la pianta madre.

### **CONSERVAZIONE**

- 1) Abbreviare il più possibile il tempo che intercorre tra il taglio e la posa definitiva.
- 2) Durante il trasporto prendere tutte le precauzioni possibili per evitare essiccamenti e disidratazioni mediante riparo da soleggiamenti e ventilazioni eccessive.
- 3) Nel periodo di stoccaggio in cantiere porre il materiale vegetale vivo all'ombra, con la parte basale immersa in acqua o quasi totalmente ricoperto da terreno umido. Da evitare comunque soleggiamenti, gelate e ventilazioni eccessivi.



**Stoccaggio in cantiere di materiale vegetale vivo (talee ed astoni) con la parte basale immersa in acqua (Foto R.Ferrari).**



*Stoccaggio in cantiere di materiale vegetale vivo (astoni) in ombra e con la parte basale immersa in acqua (Foto R.Ferrari).*



*Stoccaggio in cantiere di materiale vegetale vivo (astoni) riparato da soleggiamenti, gelate e ventilazioni eccessivi (Foto R.Ferrari).*

4) Evitare traumi quali scortecciature e sfibrature.

5) Nell'eventualità di un utilizzo non subitaneo del materiale vegetale vivo, stoccare e ricoprire con terriccio mantenuto umido o posare in "tagliola" con modalità del tutto simili ad analogo trattamento di piante a radice nuda. In tal caso il materiale vegetale vivo potrà essere utilizzato anche dopo diversi mesi, sottoforma di talea radicata, adottando in più le cure e le attenzioni usate per le piante a radice nuda.



**Talea radicata di SALIX ALBA VITELLINA (Foto R.Ferrari).**



**Astone radicato di SALIX PURPUREA: secondo la destinazione d'uso potrà essere utilizzato in questa dimensione o suddiviso in porzioni di lunghezza inferiore (talee) (Foto R.Ferrari).**

### PREPARAZIONE

1) E' possibile preparare il materiale vivo prelevato in differenti " formati", a seconda della destinazione di utilizzo:

- talea (porzione di ramo, non ramificato, L 60÷70 cm, Ø min 2 cm)
- verga (getto flessibile, L min 150 cm, Ø min 2÷4 cm)
- astone (getto poco o non ramificato, diritto, L max disponibile, Ø min 4÷5 cm)
- ramaglia (parte terminale del ramo completo delle ramificazioni secondarie, generalmente derivanti dalla lavorazione per ottenere i tipi precedenti)

2) La preparazione può avvenire sia sul luogo di prelievo che, preferibilmente, sul sito di intervento.



**Preparazione di materiale vegetale vivo (astoni) sul luogo di prelievo (Foto R.Ferrari).**



**Preparazione di materiale vegetale vivo (talee) sul sito di intervento (Foto R.Ferrari).**

3) Effettuare le operazioni di diradamento dei rami secondari e di sfoltimento in generale mediante apposite forbici o cesoie da giardinaggio; possono essere utilizzati anche vari tipi

di coltelli pesanti a lama dritta e nel qual caso il movimento di taglio dovrà essere impresso seguendo il verso di crescita del ramo principale, tenendo impugnato quest'ultimo dall'estremità basale (parte più grossa), evitando così scortecciature che pregiudicherebbero l'attecchimento. Assolutamente da evitare la spezzatura a mano del ramo, in quanto tale pratica danneggerebbe irrimediabilmente le parti.

4) Effettuare i tagli necessari per ridurre i rami alle dimensioni utili mediante apposite forbici o cesoie da giardinaggio o coltelli pesanti a lama dritta, usando in quest'ultimo caso un ceppo di legno come base di lavoro; in tutti i casi i tagli dovranno essere impartiti ortogonalmente alla lunghezza del ramo, in modo netto, senza sfrangiature o scortecciamenti.

5) Nel caso si renda necessario, è possibile ricavare una punta nella talea all'estremità che verrà infissa (attenzione al verso di crescita), mediante coltello pesante a lama dritta con ceppo di legno come base di lavoro. Tale pratica è assolutamente inutile nel caso di utilizzo di verga, astone e ramaglia.



Preparazione di talee con punta (Foto R.Ferrari).

## POSA

**1) E' assolutamente indispensabile individuare il verso di crescita dei singoli elementi che andranno inseriti o posati secondo questo criterio.**

Se determinare il verso di crescita è un'operazione elementare al momento del taglio dalla pianta madre, mano a mano che si procede nello sfoltimento, diradamento e rimpicciolimento del singolo ramo, è possibile che questo diventi sempre più difficile da individuare sino talvolta risultare arduo o dubbio in talee anche di lunghezza pari a 60÷70 cm. I caratteri più immediati ed utili per la corretta individuazione del verso di crescita sono:

- diversità di diametro alle estremità (generalmente il diametro più grande indica la parte basale e viceversa, ma non è un criterio infallibile, potendosi trovare anche diametri

pressoché uguali o addirittura invertiti).

- eventuali diramazioni secondarie (le tracce dei rami di ordine inferiore risultano essere buoni indicatori, essendo rivolti verso la parte sommitale, ma non sempre sono presenti).
- gemmazioni (hanno generalmente forma triangolare con il vertice rivolto verso l'alto e la base verso il basso).

**2) Nella posa definitiva è determinante ai fini dell'attecchimento rispettare il verso di crescita.**

- Le talee possono essere posate (assecondando il verso di crescita) sul substrato e poi ricoperte dal materiale di riempimento (talee senza punta), o inserite nel substrato o nelle strutture mediante battitura manuale con mazzetta (talee dotate di punta) e lasciate sporgere all'esterno per pochi centimetri.



**In alto: posa di talee di SALIX DAPHNOIDES sul substrato (Foto R.Ferrari).**

**A sinistra: infissione di talee di SALIX DAPHNOIDES nella struttura (Foto R.Ferrari).**

**A destra: talea di SALIX ALBA infissa verticalmente nel substrato (Foto R.Ferrari).**



- Le verghe e gli astoni vengono posati sul substrato od inseriti nelle strutture e poi ricoperti dal materiale di riempimento (utilizzando questi "formati" il riconoscimento del verso di crescita è più agevole). Vengono lasciate sporgere all'esterno per pochi centimetri.



**Astoni di *SALIX PURPUREA* inseriti nella costruenda struttura, prima del loro definitivo dimensionamento che fornirà altro materiale vegetale vivo idoneo (Foto R.Ferrari).**

- Le ramaglie vengono posate sul substrato od inserite nelle strutture anche caoticamente e poi ricoperte dal materiale di riempimento e possono essere utilizzate per tamponare irregolarità nel riempimento o come materiale ammendante.



**Ramaglie di *SALIX ALBA* inserite nella struttura (Foto R.Ferrari).**



**Un buon attecchimento compensa le cure e le attenzioni dedicate durante le delicate fasi della manipolazione del materiale vegetale vivo (Foto R.Ferrari).**

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Utilizzo in periodo non idoneo
- Caratteristiche di origine non corrispondenti alle necessità
- Utilizzo di specie che non possiedono capacità di riproduzione vegetativa.
- Poca cura ed attenzione nella posa del materiale vegetale vivo, che deve rispettare il verso di crescita
- Caratteristiche dimensionali non idonee
- Quantità insufficiente

### Reperibilità

- Raccolta manuale ad hoc
- In commercio

### Arbusti radicati

Sono reperibili in diverse altezze e conseguentemente con diversi sviluppi dell'apparato radicale e sebbene i singoli elementi rappresentino uno stadio avanzato del ciclo di sviluppo e crescita della pianta il loro utilizzo deve tener conto del tempo necessario al loro ulteriore sviluppo, che influisce sulle necessità di consolidamento del substrato, anche se in talune tipologie possono costituire da subito un non indifferente supporto strutturale.

Talvolta posati suborizzontalmente per assecondare la morfologia strutturale di alcune tipologie. Possono essere reperiti

- a radice nuda
- in zolla
- in fitocella
- in contenitore



Materiali. Arbusti radicati; a radice nuda (Foto R.Ferrari).



*In alto: Materiali. Arbusti radicati; in zolla (Foto R.Ferrari).  
In basso: Materiali. Arbusti radicati; in contenitore (Foto R.Ferrari).*



*Materiali. Arbusti radicati; in fitocella (Foto R.Ferrari).*

### Utilizzo

Rappresentano uno stadio di sviluppo avanzato rispetto ad altri materiali vegetali vivi e pertanto garantiscono un avvio della fase consolidante più veloce, anche se è vivamente consigliabile il loro utilizzo in abbinamento a questi.

Utilizzati sia singolarmente sia in abbinamento a molte tipologie in interventi stabilizzanti, combinati di consolidamento e costruttivi particolari.

- Messa a dimora di arbusti
- Possibile posa in molte tipologie



*Materiali. Arbusti radicati; Messa a dimora di arbusti (Foto R.Ferrari).*

### Caratteristiche

- Utilizzo di specie autoctone
- Utilizzo facile
- Stadio successivo a quello di germinazione
- Sviluppo rapido
- Effetto radicale in profondità
- **Necessità di manutenzione**

### Requisiti

- Specie autoctone
- Esempari di provenienza locale
- Scelta delle specie in base all'analisi stazionale

### Accorgimenti particolari

- *Stoccaggio e conservazione adeguati, con particolare riguardo al tipo a radice nuda*



**Materiali.** Arbusti radicati; stoccaggio e conservazione di arbusti radicati a radice nuda (Foto R.Ferrari).

- *Utilizzo in periodo idoneo (durante il periodo di riposo vegetativo), con particolare riguardo al tipo a radice nuda*

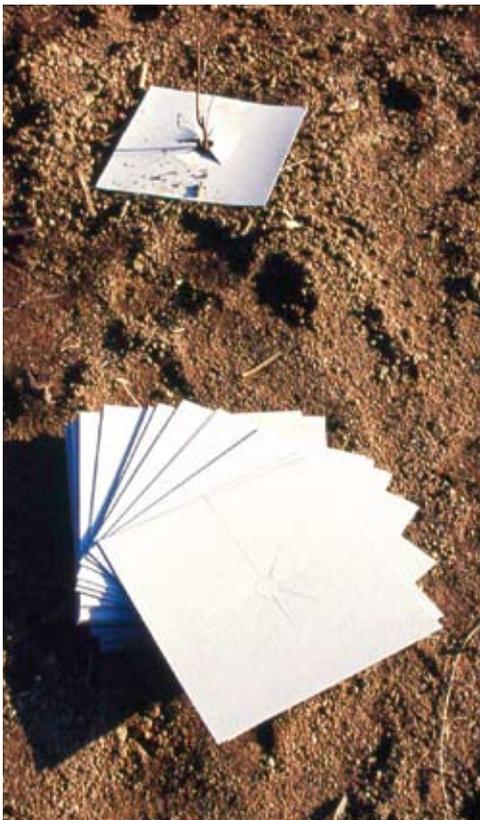
### ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Utilizzo in periodo non idoneo
- Caratteristiche di origine non corrispondenti alle necessità
- Quantità insufficiente
- Mancanza di manutenzione, con particolare riguardo alle fasi iniziali

## Reperibilità

- In commercio

Talvolta, per il corretto sviluppo della componente vegetale viva, in talune tipologie ed in talune situazioni è necessario l'utilizzo di altri materiali quali concimi, ammendanti, sistemi di irrigazione, dischi pacciamanti, pali tutori, protezioni anti animali, ...



A sinistra: Materiali. Arbusti radicati; dischi pacciamanti (Foto R.Ferrari).

In basso: Materiali. Arbusti radicati; protezioni anti animali (Foto R.Ferrari).



## Materiali naturali (vegetali) morti

### Fibre vegetali

Alcune fibre vegetali possono essere impiegate sia sciolte sia in qualche misura legate, per diversi utilizzi.

Presentano una durabilità diversa che, comunque dipendente dalle caratteristiche del sito di intervento, può essere individuata a partire dalla più degradabile:

- fieno
- paglia
- juta
- cocco
- legno
- miste



**Materiali. Fibre vegetali; fibre di legno sciolte (Foto R.Ferrari).**

Quando le fibre vengono assemblate, le denominazioni dei vari tipi di prodotti risultanti può generare confusione e spesso uno stesso oggetto viene catalogato diversamente; la enorme disponibilità commerciale di tipi e modelli ciascuno con una sua denominazione complica ulteriormente la distinzione.

Sebbene possano essere suddivisi e catalogati secondo vari ordini e possibilità, qui viene seguito un ordine che si basa sulla tessitura dei singoli elementi ed accorpa i tipi in:

- Biofeltri (le singole fibre sono sciolte, talvolta contenute in un leggero involucro (generalmente rete od altro a vario titolo degradabile), talvolta pressate a costituire un tutto consistente ed omogeneo senza involucro)



**A sinistra: Materiali. Fibre vegetali; biofeltro in fibre di paglia contenuto da rete in materiale sintetico degradabile (recto) (Foto R.Ferrari).**

**A destra in alto: Materiali. Fibre vegetali; biofeltro in fibre di cocco contenuto da rete in materiale sintetico degradabile (recto) e biofeltro sintetico (verso) (Foto R.Ferrari).**

**A destra in basso: Materiali. Fibre vegetali; biofeltro in fibre di legno contenuto da rete in materiale sintetico degradabile (recto) (Foto R.Ferrari).**

- Biostuoie (le singole fibre o gruppi di fibre sono intrecciate)



**A sinistra: Materiali. Fibre vegetali; biostuoia in fibre di juta (Foto R.Ferrari).**

**A destra: Materiali. Fibre vegetali; biostuoia in fibre di juta (Foto R.Ferrari)**

- Bioreti (le singole fibre o gruppi di fibre sono solidali (mediante nodi o saldature) nei loro punti di contatto)

Biofeltri, biostuoie e bioreti vengono definiti tridimensionali quando il loro spessore varia tra 1÷2 cm circa.

Presentano alcune caratteristiche (composizione, tessitura, trama, spessore, grammatura, ...) la cui influenza reciproca risulta determinante per la completa riuscita di un intervento, coinvolgendo sia il problema della protezione del substrato (origine, granulometria, acclività, permeabilità, ...) o quello della ritenzione del materiale di riempimento (granulometria, spinte dall'interno, ...) sia il corretto sviluppo del materiale vegetale vivo (permeabilità all'apparato radicale, permeabilità all'apparato aereo, permeabilità all'acqua, ...):

- costituiti da uno o più tipi di fibre
- grado di decadimento differente
- tipo di tessitura
- dimensioni dell'intreccio
- grammatura ( $g/m^2$ )

Sono disponibili anche versioni preseminate e preseminate e concimate.



**Materiali. Fibre vegetali; biofeltro in fibre di juta contenuto da biostuoia in fibra di juta preseminato e concimato (recto) (Foto R.Ferrari).**

Sono disponibili anche versioni unite a reti metalliche.



**Materiali.** Fibre vegetali; biostuoia in fibre di cocco unita a rete metallica a doppia torsione zincata (Foto R.Ferrari).

Si presentano in rotoli di dimensioni standard.



**A sinistra: Materiali.** Fibre vegetali; rotolo di biofeltro in fibre di paglia (Foto R.Ferrari).

**A destra: Materiali.** Fibre vegetali; rotolo di biofeltro in fibre di cocco (Foto R.Ferrari).



Un particolare assemblaggio di fibre di cocco sciolte che non rientra nello schema è rappresentato dal rullo in fibre di cocco.



**Materiali.** Fibre vegetali; rullo in fibre di cocco contenuto da georete (Foto R.Ferrari).

## Utilizzo

Fibre quali fieno e paglia possono essere utilizzate sciolte a semplice copertura protettiva del substrato e di semine, mentre fibre quali paglia, juta, cocco, legno, ... sono utilizzate in biofeltri, biostuoie e bioreti in interventi di protezione antierosiva superficiale di rivestimento dove previsti dalla tipologia, in interventi combinati di consolidamento in abbinamento a strutture di contenimento.

- Tipologie relative ad interventi antierosivi superficiali di rivestimento



**Materiali.** Fibre vegetali; fibre di paglia sciolte a copertura protettiva del substrato (Foto R.Ferrari).

- Possibile posa o inserimento in tipologie con strutture portanti e di contenimento
- Rullo spondale in fibra di cocco

## Caratteristiche

- Rapido effetto di protezione e consolidamento
  - Veloce realizzazione
  - Elasticità strutturale
  - Buona adattabilità alla morfologia preesistente
  - Azione strutturale di contenimento
  - Azione protettiva e di arricchimento del substrato
  - Veloce inerbimento
- Confusione nomenclaturale
  - Rapido degradamento



**Materiali.** Fibre vegetali; naturale degradamento di biostuoia in fibre di juta (Foto R.Ferrari).

### Requisiti

- *Caratteristiche tecniche idonee alle problematiche*

### Accorgimenti particolari

- *Attenta valutazione delle problematiche*
- *Attenta scelta del tipo che tenga conto delle numerose variabili disponibili*
- *Mantenimento del contatto con il substrato*
- *Sovrapposizione dei lembi degli elementi*
- *Idoneo e sufficiente fissaggio al substrato*

### ERRORI PIÙ FREQUENTI

- *Scelta del tipo non corrispondente alle necessità*
- *Caratteristiche di origine non corrispondenti alle necessità*
- *Insufficiente fissaggio al substrato*
- *Manca di manutenzione, con particolare riguardo alle fasi iniziali*

### Reperibilità

- *In commercio*

### Ramaglia

*Costituita da parti legnose di specie vegetali non aventi capacità di riproduzione vegetativa.*



**Materiali. Ramaglia (Foto R.Ferrari).**

### Utilizzo

*Generalmente assemblata in fascine, per un ottimale contenimento di materiali a granulometrie fini, quali strutture basali sotto il livello medio dell'acqua, talvolta intervallata al materiale vegetale vivo*

in interventi stabilizzanti e combinati di consolidamento.

- Possibile posa o inserimento in tutte le tipologie con strutture portanti e di contenimento
- Possibile posa permanente sotto il livello medio dell'acqua

### **Caratteristiche**

- Facile reperibilità
- Utilizzo facile
- Costo basso
- Capacità vegetativa nulla
- Solo capacità statica di riempimento e trattenuta
- Degrado rapido

### **Requisiti**

- Specie senza capacità di riproduzione vegetativa

### **Accorgimenti particolari**

- Attenta valutazione dell'effettiva necessità di utilizzo



**Materiali.** Ramaglia; indispensabile un'attenta valutazione dell'effettiva necessità di utilizzo (Foto R.Ferrari).

## **ERRORI PIÙ FREQUENTI**

- Utilizzo sostitutivo al materiale vegetale vivo

### **Reperibilità**

- Raccolta manuale ad hoc

## Elementi di fissaggio struttura-substrato

Costituiti da picchetti in parti legnose resistenti alla percussione o in legno semilavorato a sezione quadrata o rettangolare.

Talvolta anche talee.



**Materiali.** Elementi di fissaggio struttura-substrato; picchetti in parti legnose (Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

Possibile utilizzo in tutte le tipologie che contemplano l'impiego di biofeltri, biostuoie, bioreti.

- Tutte le tipologie relative ad interventi antierosivi superficiali di rivestimento

### Caratteristiche

- Approvvigionamento facile
- Versatilità
- Degradabilità
- Maneggevolezza semplice
- Costo basso

### Requisiti

- Specie idonee
- Dimensioni compatibili con la tipologia

### Accorgimenti particolari

- Predisposizione di punta ad una estremità
- Secondo la tipologia

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Utilizzo di specie non idonee (robustezza scarsa, degradabilità veloce, lavorabilità difficile, esemplari vivi di specie alloctone con capacità di riproduzione vegetativa, ...)
- Secondo la tipologia

### Reperibilità

- Possibile approvvigionamento da taglio ad hoc
- In commercio

### Tondame di piccolo diametro (Ø 8÷15 cm)

Costituito da tronchi di varie specie vegetali dimensionati in varie lunghezze e con diametri generalmente compresi tra 8 e 15 cm.

Talora tronchi divisi a metà nel senso longitudinale (mezzi tronchi).



A sinistra: Tondame di piccolo diametro (Ø 8÷15 cm): tronchi di castagno (Foto R.Ferrari).

In basso: Materiali. Tondame di piccolo diametro (Ø 8÷15 cm); mezzi tronchi (Foto R.Ferrari).



### Utilizzo

Possibile utilizzo con funzione di unione al substrato e di sostegno in interventi antiersivi di rivestimento e stabilizzanti, nei casi che le caratteristiche litologiche del substrato ne permettano l'infissione, nonché in interventi stabilizzanti e combinati di consolidamento.

- Possibile utilizzo in tutte le tipologie che comportano l'impiego di biofeltri, bio/geo stuoie, bio/geo reti.
- Viminata viva di versante



**Materiali.** Tondame di piccolo diametro ( $\emptyset$  8÷15 cm); utilizzo in Viminata viva di versante (Foto R.Ferrari).

- Viminata viva spondale
- Gradonata viva
- Cordonata viva
- Fascinata viva di versante
- Fascinata viva spondale
- Palizzata viva
- Fascinata viva drenante
- Copertura diffusa
- Ribalta viva
- Briglia viva in legname e pietrame



**Materiali.** Tondame di piccolo diametro ( $\emptyset$  8÷15 cm); utilizzo di mezzi tronchi per la realizzazione di gaveta in Briglia viva in legname e pietrame (Foto R.Ferrari).

### Caratteristiche

- Robustezza
- Degradabilità lenta
- Approvvigionamento facile
- Maneggevolezza semplice
- Costo elevato

### Requisiti

- Specie idonee (castagno, ...)
- Dimensioni compatibili con la tipologia

### Accorgimenti particolari

- Scortecciatura prima dell'utilizzo
- Predisposizione di punta ad una estremità



*Materiali. Tondame di piccolo diametro ( $\varnothing$  8÷15 cm); predisposizione di punta ad una estremità di tronchi di castagno (Foto R.Ferrari).*

- Secondo la tipologia

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Utilizzo di specie non idonee (robustezza scarsa, degradabilità veloce, lavorabilità difficile, esemplari vivi di specie alloctone con capacità di riproduzione vegetativa, ...)
- Secondo la tipologia

### Reperibilità

- In commercio
- Talvolta possibile approvvigionamento da taglio ad hoc

## Tondame di grande diametro ( $\varnothing > 15 \text{ cm}$ )

Costituito da tronchi di varie specie vegetali dimensionati in varie lunghezze e con diametri superiori a 15 cm.



**Materiali.** Tondame di grande diametro ( $\varnothing > 15 \text{ cm}$ ): tronchi di larice (Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

In strutture portanti con funzione provvisoria di sostegno e di consolidamento in interventi stabilizzanti, combinati di consolidamento e costruttivi particolari.

- Cordonata viva
- Grata viva di versante (semplice e doppia)
- Grata viva spondale
- Palificata viva di versante (semplice, doppia, Roma)
- Palificata viva spondale (semplice, doppia, Roma)
- Rullo spondale (con zolle (pani) di canne, con ramaglia viva, in fibra di cocco)
- Repellente vivo di ramaglia a strati
- Briglia viva in legname e pietrame

### Caratteristiche

- Robustezza
- Degradabilità lenta
- Approvvigionamento facile
- Maneggevolezza non semplice
- Costo elevato

### Requisiti

- Specie idonee (castagno, larice, ...)



**Materiali.** *Tondame di grande diametro ( $\emptyset > 15$  cm); tronchi di larice (Foto R.Ferrari).*

- *Dimensioni compatibili con la tipologia*
- *Distanza di provenienza non eccessiva*

#### **Accorgimenti particolari**

- *Scortecciatura prima dell'utilizzo*



**Materiali.** *Tondame di grande diametro ( $\emptyset > 15$  cm); tronchi di castagno scortecciati (Foto R.Ferrari).*

- *Talvolta possibile predisposizione di punta ad una estremità*



**Materiali.** *Tondame di grande diametro ( $\emptyset > 15$  cm); tronchi di pino nero con punta ad una estremità (Foto R.Ferrari).*

- *Secondo la tipologia*

## APPROFONDIMENTO

### UNIONE DI DUE ELEMENTI (TRONCHI) CONTIGUI

Per garantire una maggiore compattezza e resistenza della struttura lignea portante è necessario che gli elementi (tronchi) contigui vengano uniti l'uno all'altro mediante giuntura ad incastro a sormonto e chiodatura.



*Unione di due tronchi contigui mediante incastro a sormonto e chiodatura (Foto R.Ferrari).*

#### INCASTRO A SORMONTO

- 1) Scegliere gli elementi (tronchi) da unire sequenzialmente privilegiando la similitudine dei diametri.
- 2) Posizionare i due elementi contigui che vanno posti uno di seguito all'altro in quella che sarà la loro posizione reciproca definitiva.
- 3) Eseguire il taglio del primo elemento che può essere effettuato mediante una delle seguenti possibilità:

#### Taglio per mezzo di motosega (a L)

Sistema veloce che implica però notevole usura della lama da taglio ed esperienza da parte dell'operatore: spesso il taglio "orizzontale" non risulta tale, ma inclinato, compromettendo il risultato.



*Scelta dei tronchi in base alla similitudine dei diametri (Foto N.Canovi).*

Taglio per mezzo di motosega (a fette di salame)

*Sistema meno veloce del precedente che però permette una più precisa esecuzione od eventuali correzioni in corso d'opera.*



*Taglio perpendicolare all'asse longitudinale del tronco per una profondità pari a mezzo diametro. La distanza dall'estremità (per es. 20 cm) dovrà essere mantenuta costante per i successivi analoghi tagli sugli altri elementi (Foto R.Ferrari).*



*Taglio parallelo all'asse longitudinale del tronco sino all'intersecazione con il taglio precedente (Foto R.Ferrari).*



*Rifinitura finale delle superfici (Foto R.Ferrari).*



*Taglio perpendicolare all'asse longitudinale del tronco per una profondità pari a mezzo diametro. La distanza dall'estremità (per es. 20 cm) dovrà essere mantenuta costante per i successivi analoghi tagli sugli altri elementi (Foto R.Ferrari).*



*Serie di tagli paralleli ed analoghi al primo ad una distanza di circa 2 cm uno dall'altro, compresi tra l'estremità ed il primo taglio (Foto R.Ferrari).*



*Percussione mediante mazza (o piccone) in modo da creare un "effetto domino" (Foto R.Ferrari).*



*Rifinitura grossolana mediante mazzetta o coltello pesante (Foto R.Ferrari).*



*Rifinitura finale delle superfici (Foto R.Ferrari).*

Taglio per mezzo di motosega e cuneo di ferro

*Sistema veloce e preciso.*



*Taglio perpendicolare all'asse longitudinale del tronco per una profondità pari a mezzo diametro. La distanza dall'estremità (per es. 20 cm) dovrà essere mantenuta costante per i successivi analoghi tagli sugli altri elementi (Foto R.Ferrari).*



*Piccola incisione parallela all'asse longitudinale del tronco per una profondità di 1-2 cm, tale da permettere l'inserimento del cuneo di ferro (Foto R.Ferrari).*



*Percussione mediante mazza del cuneo di ferro sino al distacco della porzione semicilindrica del tronco (Foto R.Ferrari).*



*Il taglio risulta essere netto e pulito, senza necessità di rifinitura finale (Foto R.Ferrari).*

4) Risistemare il primo elemento nella posizione definitiva, con la superficie del taglio dell'incastro posta orizzontalmente e rivolta verso l'alto.



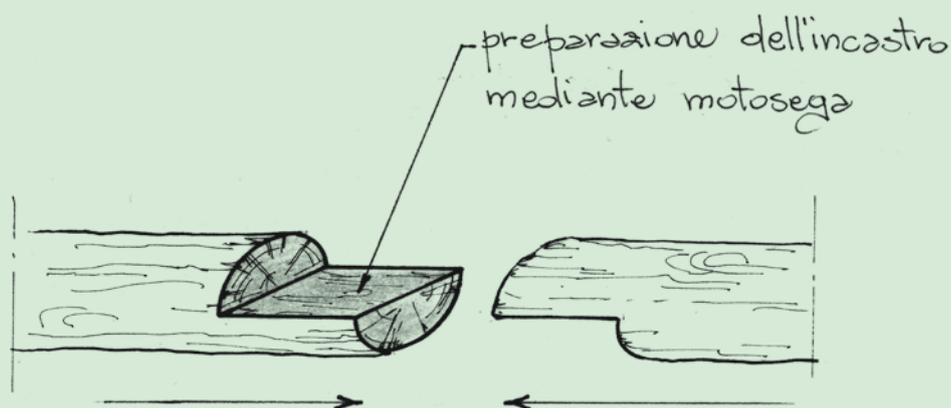
**Posizionamento definitivo del primo elemento (Foto R.Ferrari).**

5) Ripetere l'operazione di taglio sul secondo elemento, dopo averlo ruotato di 180°.



**Completamento dell'operazione di taglio sul secondo elemento (Foto R.Ferrari).**

6) Posizionare il secondo elemento mediante rotazione di 180°, con la superficie del taglio dell'incastro posta orizzontalmente e rivolta verso il basso, riportandolo nella posizione definitiva e facendolo combaciare al primo.





*Rotazione di 180° del secondo elemento (Foto R.Ferrari).*



*Posizionamento definitivo del secondo elemento (Foto R.Ferrari).*



*Combaciamento degli elementi (Foto R.Ferrari).*

## CHIODATURA

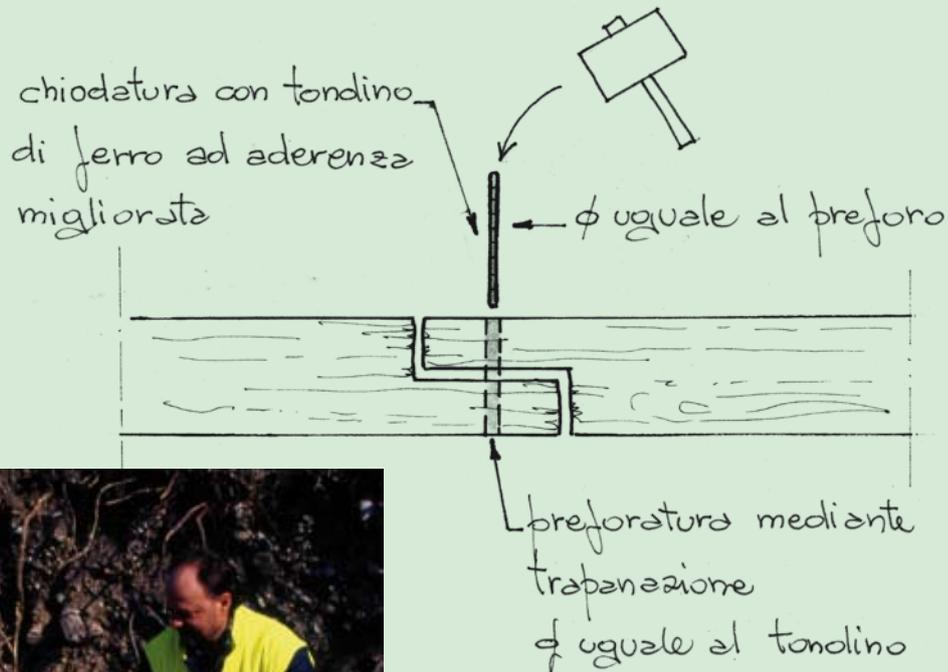
1) Fissare provvisoriamente i due elementi tra loro, mediante cambre (o zanche), in modo che non subiscano movimenti durante le successive fasi operative.

2) **Eseguire un foro nella parte centrale dell'incastro (a circa 10 cm dalle estremità), perpendicolarmente alle superfici dei tagli orizzontali (longitudinali) e che oltrepassi entrambi gli elementi, utilizzando un idoneo trapano elettrico (min. 1000 W) od a motore a scoppio ed una punta per legno di diametro pari a quello del tondino di ferro ad aderenza migliorata che verrà utilizzato come "chiodo" (per un diametro dei tronchi pari a 18÷30 cm viene comunemente adottato un diametro preforo/chiodatura pari a 14 mm) e di lunghezza tale da poter oltrepassare contemporaneamente ed agevolmente entrambi gli elementi.**



Esecuzione del foro (Foto R.Ferrari).

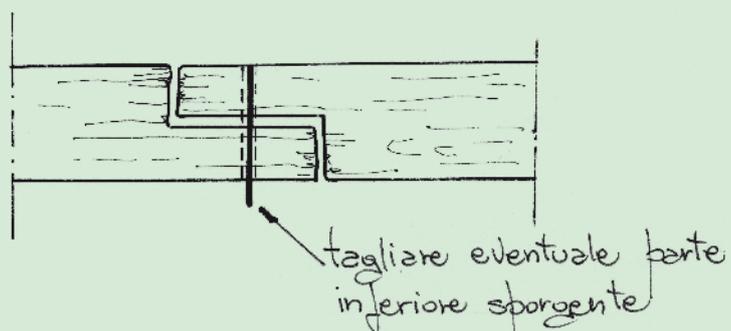
3) Inserire nel preforo il "chiodo" costituito da tondino di ferro ad aderenza migliorata, tagliato precedentemente in lunghezza pari al massimo diametro dei tronchi disponibili, battendolo manualmente mediante mazza sino a pareggiarlo con la superficie del tronco superiore.



Battitura del "chiodo" (Foto R.Ferrari).

4) Togliere e recuperare le cambre (o zanche) usate per il fissaggio provvisorio.

5) Tagliare, se necessario, la parte inferiore sporgente mediante smerigliatrice angolare e mola da taglio per ferro.



## APPROFONDIMENTO

### UNIONE DI DUE ELEMENTI (TRONCHI) SOVRAPPosti

Per garantire una maggiore compattezza e resistenza della struttura lignea portante è necessario che gli elementi (tronchi) sovrapposti vengano uniti l'uno all'altro mediante chiodatura.



Unione di tronchi sovrapposti mediante chiodatura (Foto R.Ferrari).

#### CHIODATURA

- 1) Posizionare l'elemento da unire alla struttura, a contatto con l'elemento a cui va unito, generalmente già solidale alla struttura stessa.
- 2) Fissare provvisoriamente i due elementi tra loro, mediante cambre (o zanche), in modo che non subiscano movimenti durante le successive fasi operative. Generalmente l'elemento sottostante è già solidale alla struttura.
- 3) **Eseguire un foro nella parte centrale dell'elemento da posizionare in modo tale da interessare anche l'elemento sottostante e, perpendicolarmente ad essi, che gli oltrepassi entrambi, utilizzando un idoneo trapano elettrico (min. 1000 W) od a motore a scoppio ed una punta per legno di diametro pari a quello del tondino di ferro ad aderenza migliorata che verrà utilizzato come "chiodo" (per un diametro dei tronchi pari a 18÷30 cm viene comunemente adottato un diametro preforo/chiodatura pari a 14 mm) e di lunghezza tale da poter oltrepassare contemporaneamente ed agevolmente entrambi gli elementi.**
- 4) **Inserire nel preforo il "chiodo" costituito da tondino di ferro ad aderenza migliorata, tagliato precedentemente in lunghezza pari al massimo diametro dei tronchi disponibili, battendolo manualmente mediante mazza sino a pareggiarlo con la superficie del tronco superiore.**
- 5) Togliere e recuperare le cambre (o zanche) usate per il fissaggio provvisorio (preferibilmente

dopo aver fissato definitivamente l'elemento in almeno due punti).

6) Tagliare, se necessario, le eventuali parti sporgenti della chiodatura mediante smerigliatrice angolare e mola da taglio per ferro.



A sinistra: Esecuzione del foro (Foto R.Ferrari).  
A destra: Battitura del "chiodo" (Foto R.Ferrari).

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Utilizzo di specie non idonee (robustezza scarsa, degradabilità veloce, lavorabilità difficile, esemplari vivi di specie alloctone con capacità di riproduzione vegetativa, ...)



A sinistra: Materiali. Tondame di grande diametro ( $\varnothing > 15$  cm); la caratteristica linearità e regolarità del tronco di abete non deve prevalere come parametro di scelta sulla altrettanto caratteristica degradabilità veloce e scarsa resistenza strutturale.

A destra: Materiali. Tondame di grande diametro ( $\varnothing > 15$  cm); ricaccio, senza peraltro possibilità di ulteriore sviluppo, da un tronco di castagno utilizzato subito dopo il taglio: se si fossero impiegate specie alloctone con capacità di riproduzione vegetativa sarebbe stato impossibile eliminare l'effetto negativo (Foto R.Ferrari).

- Secondo la tipologia

### Reperibilità

- In commercio
- Talvolta possibile approvvigionamento da taglio ad hoc



**Materiali.** Tondame di grande diametro ( $\varnothing > 15$  cm); approvvigionamento da taglio ad hoc di tronchi di castagno (Foto R.Ferrari).

## Materiali naturali inerti

### Terreni vegetali

Costituiti dalla porzione più superficiale di suolo naturale.



**Materiali.** Terreni vegetali (Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

In tutte le tipologie dove il substrato naturale o il materiale inerte di riporto per le loro caratteristiche non garantiscano l'attecchimento ed il successivo sviluppo regolare della componente vegetale viva. Assolutamente indispensabile in Terra rinforzata rinverdita.

- A possibile integrazione di tutte le tipologie



**Materiali. Terreni vegetali; utilizzo possibile in tutte le tipologie (Foto R.Ferrari).**

- Terra rinforzata rinverdita

### **Caratteristiche**

- Arricchimento del substrato
- Garanzia di attecchimento e sviluppo regolare della componente vegetale viva
- Costo elevato

### **Requisiti**

- Provenienza controllata
- Caratteristiche qualitative idonee
- Distanza di provenienza non eccessiva

### **Accorgimenti particolari**

- Cura della modalità di posa a seconda della tipologia



**A sinistra: Materiali. Terreni vegetali; la posa richiede attenzioni particolari a seconda della tipologia: Grata viva semplice di versante (Foto R.Ferrari).**

**A destra: Materiali. Terreni vegetali; la posa richiede attenzioni particolari a seconda della tipologia: Copertura diffusa (Foto R.Ferrari).**

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Non utilizzo
- Scarsa cura della modalità di posa

### Reperibilità

- In commercio
- Talvolta possibile approvvigionamento da scavi limitrofi

### Elementi litoidi

Costituiti da elementi litoidi di dimensioni varie.



**Materiali. Elementi litoidi** (Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

Possibilità di utilizzo in tutte le tipologie con varie funzioni (drenaggio, riempimento, consolidamento, ...)

- Possibile utilizzo in tutte le tipologie



**A sinistra: Materiali. Elementi litoidi a consolidamento spondale** (Foto R.Ferrari).

**A destra: Materiali. Elementi litoidi a riempimento di Gabbionata rinverdita** (Foto R.Ferrari).

### Caratteristiche

- Funzione drenante
- Funzione riempitiva
- Funzione consolidante
- Possibile costo elevato

### Requisiti

- Dimensionamento idoneo alla tipologia



A sinistra: Materiali. Elementi litoidi; il dimensionamento degli elementi deve essere idoneo alla tipologia: "rulli" o "burghe" o gabbioni cilindrici (Foto R.Ferrari).

A destra: Materiali. Elementi litoidi; il dimensionamento degli elementi deve essere idoneo alla tipologia: massi ciclopici (Foto R.Ferrari).

- Provenienza locale

### Accorgimenti particolari

- Cura della modalità di posa a seconda della tipologia

### ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Dimensionamento non idoneo alla tipologia
- Scarsa cura della modalità di posa

### Reperibilità

- In commercio
- Talvolta possibile approvvigionamento da scavi limitrofi

## Materiali di riempimento

Costituiti da materiali di riporto di possibile diversa origine e provenienza.  
Spesso derivato dal materiale di movimento terra del cantiere stesso.



Materiali. Materiali di riempimento (Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

Possibile utilizzo in tutte le tipologie.

- Possibile utilizzo in tutte le tipologie.

### Caratteristiche

- Funzione riempitiva
- Talvolta quantitativamente non sufficiente all' attecchimento e sviluppo regolare della componente vegetale viva
- Talvolta qualitativamente non idoneo all' attecchimento e sviluppo regolare della componente vegetale viva

### Requisiti

- Caratteristiche geotecniche idonee

### Accorgimenti particolari

- Cura della modalità di posa a seconda della tipologia

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Caratteristiche geotecniche non idonee
- Scarsa cura della modalità di posa
- Utilizzo esclusivo anche se qualitativamente non sufficiente o non idoneo all'attecchimento e sviluppo regolare della componente vegetale viva

### Reperibilità

- Spesso derivato dal materiale di movimento terra del cantiere stesso
- Talvolta possibile approvvigionamento da scavi limitrofi

## Materiali artificiali

### Elementi di rinforzo

Rappresentati da strutture metalliche puntuali da applicare alle parti più deboli o più sottoposte a sforzi.

### Utilizzo

Possibile utilizzo in interventi combinati di consolidamento che prevedono l'infissione verticale di tronchi in substrati resistenti.

- Palificata viva spondale con palo verticale frontale
- Repellente vivo di ramaglia a strati
- Rullo spondale s.l.

### Caratteristiche

- Robustezza
- Versatilità
- Degradabilità non influente

- Approvvigionamento facile
- Maneggevolezza semplice
- Costo basso

### Requisiti

- Robustezza
- Diametri idonei
- Zincatura

### Accorgimenti particolari

- Secondo la tipologia

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Scarsa cura della modalità di posa
- Secondo la tipologia

### Reperibilità

- Produzione artigianale ad hoc

## Elementi flessibili di fissaggio

Possono essere rappresentati da:

- fili di ferro
- punti metallici



A sinistra: Materiali. Elementi flessibili di fissaggio; filo di ferro zincato (Foto R.Ferrari).

A destra: Materiali. Elementi flessibili di fissaggio; punti metallici (Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

Possibile utilizzo in tutte le tipologie quale elemento di legatura provvisorio, peculiare utilizzo definitivo

in alcune tipologie.

- Rete metallica a doppia torsione
- Rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione zincata e biostuoia s.l.
- Rivestimento vegetativo a materasso
- Viminata viva di versante
- Viminata viva spondale
- Fascinata viva di versante
- Fascinata viva spondale
- Fascinata viva drenante
- Palizzata viva
- Cordonata viva
- Copertura diffusa
- Ribalta viva
- Gabbionata in rete metallica zincata rinverdita
- Materassi rinverditi
- Terra rinforzata rinverdita

#### **Caratteristiche**

- Robustezza
  - Versatilità
  - Degradabilità non influente
  - Approvvigionamento facile
  - Maneggevolezza semplice
  - Costo basso
- Utilizzo esclusivo con pinzatrice pneumatica dedicata (punti metallici)

#### **Requisiti**

- Robustezza
- Diametri idonei
- Zincatura

#### **Accorgimenti particolari**

- Secondo la tipologia

### **ERRORI PIÙ FREQUENTI**

- Utilizzo esclusivo in sostituzione di fissaggi definitivi mediante chiodature
- Tipi non idonei
- Diametri non idonei

## Reperibilità

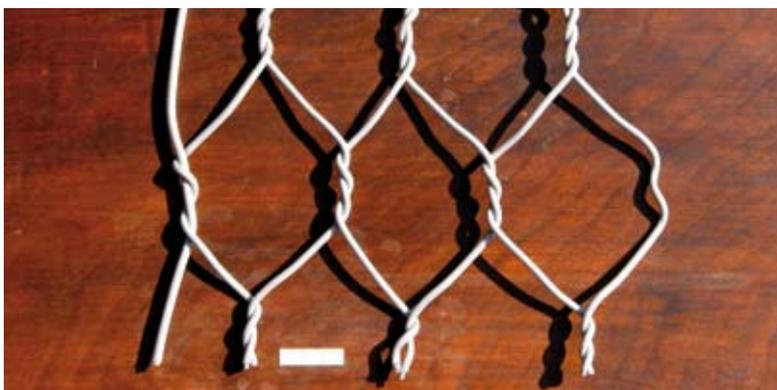
- In commercio

## Reti metalliche

Costituite da elementi uniti nei punti di contatto, generalmente con un sistema di torsione, possiedono caratteristiche di elasticità e di deformabilità mantenendo inalterate quelle di robustezza e resistenza.

Sono disponibili in versioni con vari diametri del filo e con varie dimensioni della maglia.

Sono disponibili anche versioni zincate e versioni zincate e plastificate.



**Materiali.** Reti metalliche; rete metallica a doppia torsione zincata e plastificata (Foto R.Ferrari).

Sono disponibili anche versioni unite a biostuoie s.l. e georeti s.l.



**In alto a sinistra:** Reti metalliche; rete metallica a doppia torsione zincata unita a biostuoia (Foto R.Ferrari).

**In basso a sinistra:** Reti metalliche; rete metallica a doppia torsione zincata unita a georete tridimensionale in fibre sintetiche (recto) (Foto R.Ferrari).

**In alto a destra:** Reti metalliche; rete metallica a doppia torsione zincata unita a biostuoia in cocco (Foto R.Ferrari).

**In basso a destra:** Reti metalliche; rete metallica a doppia torsione zincata unita a georete tridimensionale in fibre sintetiche (verso) (Foto R.Ferrari).

Si presentano in rotoli di dimensioni standard.



**Materiali.** Reti metalliche; rotoli di rete metallica a doppia torsione zincata (Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

In interventi di protezione antierosiva superficiale di rivestimento dove previste dalla tipologia, in interventi combinati di consolidamento sia in abbinamento a strutture lignee di contenimento sia quale elemento strutturale principale.

- Rete metallica a doppia torsione zincata
- Rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione zincata e biostuoia s.l.
- Rivestimento vegetativo a materasso
- Rullo spondale in rete metallica a doppia torsione zincata e biostuoia s.l. o georete in fibra sintetica s. l.



**Materiali.** Reti metalliche; realizzazione di Rullo spondale in rete metallica a doppia torsione zincata unita a georete tridimensionale in fibre sintetiche e rete metallica a doppia torsione zincata e plastificata (Foto R.Ferrari).

- Gabbionata in rete metallica zincata rinverdita
- Terra rinforzata rinverdita

### Caratteristiche

- Rapido effetto di protezione e consolidamento
- Veloce realizzazione
- Elasticità strutturale
- Buona adattabilità alla morfologia preesistente
- Azione strutturale di contenimento

- Costo elevato

### Requisiti

- Caratteristiche tecniche idonee alle problematiche

### Accorgimenti particolari

- Secondo la tipologia

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Scarsa cura della modalità di posa
- Secondo la tipologia

### Reperibilità

- In commercio

## Griglie metalliche

Costituite da elementi uniti nei punti di contatto mediante saldatura possiedono caratteristiche di rigidità, di robustezza e di resistenza.

Si presentano in pannelli di dimensioni standard.

### Utilizzo

Eventuale impiego in interventi combinati di consolidamento in abbinamento a strutture lignee di contenimento, ma soprattutto quale elemento strutturale principale in terre rinforzate.

- Grata viva di versante (semplice e doppia)
- Grata viva spondale
- Terra rinforzata rinverdita



**Materiali.** Griglie metalliche; Griglia metallica in tondino di ferro ad aderenza migliorata quale elemento strutturale principale in Terra rinforzata rinverdita (Foto R.Ferrari).

### Caratteristiche

- Rapido effetto di protezione e consolidamento
- Veloce realizzazione
- Rigidità strutturale
- Buona adattabilità alla morfologia preesistente
- Azione strutturale di contenimento
- Costo elevato

### Requisiti

- Caratteristiche tecniche idonee alle problematiche

### Accorgimenti particolari

- Secondo la tipologia

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Scarsa cura della modalità di posa
- Secondo la tipologia

### Reperibilità

- In commercio

## Elementi rigidi di fissaggio struttura-substrato

Possono essere rappresentati da:

- picchetti (segmenti) in tondino di ferro variamente sagomati (lunghezze e diametri variabili)



**Materiali.** Elementi rigidi di fissaggio struttura-substrato; picchetti (segmenti) in tondino di ferro variamente sagomati (Foto R.Ferrari).

- picchetti (segmenti) in ferro ad aderenza migliorata variamente sagomati (lunghezze e diametri variabili)



**Materiali. Elementi rigidi di fissaggio struttura-substrato; picchetti (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata variamente sagomati (Foto R.Ferrari).**

- barre in tondino di ferro ad aderenza migliorata con testa filettata ed anello di tenuta (lunghezze e diametri variabili)

**A sinistra: Materiali. Elementi rigidi di fissaggio struttura-substrato; barre in tondino di ferro ad aderenza migliorata con testa filettata ed anello di tenuta (Foto R.Ferrari).**

**A destra: Materiali. Elementi rigidi di fissaggio struttura-substrato; barre in tondino di ferro ad aderenza migliorata con testa filettata ed anello di tenuta (Foto R.Ferrari).**



- chiodi da falegnameria
- elementi speciali



**A sinistra: Materiali. Elementi rigidi di fissaggio struttura-substrato; elementi speciali complementari a picchetti (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata per fissaggi geocelle-substrato (Foto R.Ferrari).**

**A destra: Materiali. Elementi rigidi di fissaggio struttura-substrato; elementi speciali per fissaggi funi di acciaio-massi ciclopici (Foto R.Ferrari).**

## Utilizzo

Possibile utilizzo in tutte le tipologie relative ad interventi antiersivi superficiali di rivestimento ed in quelle che necessitano di un ancoraggio al substrato, sia costituito da matrice a materiale sciolto sia costituito da matrice a materiale coesivo o lapideo, con funzioni di ancoraggio ed aderenza.

- Tutte le tipologie relative ad interventi antiersivi superficiali di rivestimento
- Viminata viva di versante
- Viminata viva spondale
- Fascinata viva di versante
- Fascinata viva spondale
- Fascinata viva drenante
- Cordonata viva
- Copertura diffusa
- Ribalta viva

## Caratteristiche

- Robustezza
  - Versatilità
  - Degradabilità non influente
  - Approvvigionamento facile
  - Maneggevolezza semplice
  - Costo basso
- 
- Costo elevato (elementi speciali)

## Requisiti

- Robustezza
- Lunghezze idonee
- Diametri idonei
- Forma idonea

## Accorgimenti particolari

- Secondo la tipologia
- Eventuale predisposizione di idonei elementi di contrasto (piastre od altro)



**Materiali. Elementi rigidi di fissaggio struttura-substrato; elementi di contrasto (Foto R.Ferrari).**

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Mancanza di prova di infissione preliminare
- Scarsa cura della modalità di posa
- Quantità insufficiente
- Secondo la tipologia

### Reperibilità

- In commercio
- Più spesso produzione artigianale ad hoc

Talvolta in talune tipologie ed i talune situazioni è necessario l'utilizzo di funi di acciaio di diametro variabile per collegare le teste dei picchetti di fissaggio struttura-substrato l'una all'altra per garantire una migliore funzionalità strutturale.



A sinistra: Materiali. Elementi rigidi di fissaggio struttura-substrato; fune d'acciaio in Rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione zincata e georete tridimensionale in fibre sintetiche (Foto R.Ferrari).

A destra: Materiali. Elementi rigidi di fissaggio struttura-substrato; fune d'acciaio a collegamento di massi ciclopici in Scogliera rinverdata (Foto R.Ferrari).

### Elementi rigidi di fissaggio provvisorio legno-legno

Costituiti da cambre (o zanche o grappe) soggette a rimozione dopo il fissaggio definitivo. Possono essere costituiti da:

- cambre (o zanche o grappe) in tondino di ferro (lunghezze e diametri variabili)



Materiali. Elementi rigidi di fissaggio provvisorio legno-legno; cambre (o zanche o grappe) in tondino di ferro (Foto R.Ferrari).

- cambre (o zanche o grappe) in tondino di ferro ad aderenza migliorata (lunghezze e diametri variabili)



**Materiali. Elementi rigidi di fissaggio provvisorio legno-legno; cambre (o zanche o grappe) in tondino di ferro ad aderenza migliorata (Foto R.Ferrari).**

- cambre (o zanche o grappe) in tondino di ferro a sezione quadrata (lunghezze e diametri variabili)

### Utilizzo

Possibile utilizzo in tutte le tipologie relative ad interventi combinati di consolidamento che implicano l'impiego ed il fissaggio reciproco di tronchi.

- Grata viva di versante (semplice e doppia)
- Grata viva spondale
- Palificata viva di versante (semplice, doppia, Roma,)
- Palificata viva spondale (semplice, doppia, Roma)
- Briglia viva in legname e pietrame

### Caratteristiche

- Robustezza
- Versatilità
- Approvvigionamento facile
- Maneggevolezza semplice
- Costo elevato

### Requisiti

- Robustezza
- Dimensioni idonee

### Accorgimenti particolari

- Infissione che preveda libertà di azione per le operazioni di fissaggio definitivo
- Rimozione a fissaggio definitivo effettuato

### ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Utilizzo esclusivo in sostituzione di fissaggi definitivi mediante chiodature



**Materiali.** Elementi rigidi di fissaggio provvisorio legno-legno; utilizzo esclusivo di cambre (o zanche o grappe) in tondino di ferro ad aderenza migliorata in sostituzione di fissaggi definitivi mediante chiodature (Foto R.Ferrari).

### Reperibilità

- In commercio
- Raramente produzione artigianale ad hoc

### Elementi rigidi di fissaggio definitivo legno-legno

Possono essere rappresentati da:

chiodi in ferro con testa

- a sezione circolare
- a sezione quadrata

chiodi (segmenti) in tondino di ferro

- senza punta
- con punta

chiodi (segmenti) in tondino di ferro con testa

- senza punta
- con punta

chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata

- senza punta



**Materiali.** Elementi rigidi di fissaggio definitivo legno-legno; chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata senza punta (Foto R.Ferrari).

- con punta
- chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata con testa
- senza punta
  - con punta



A sinistra: Materiali. Elementi rigidi di fissaggio definitivo legno-legno; chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata con testa e con punta (Foto R.Ferrari).

A destra: Materiali. Elementi rigidi di fissaggio definitivo legno-legno; alcuni tipi di chiodi (Foto R.Ferrari).

- barre filettate con rondelle e dadi
- chiodi da falegnameria



Materiali. Elementi rigidi di fissaggio definitivo legno-legno; chiodo da falegnameria (Foto R.Ferrari).

### Utilizzo

Possibile utilizzo, a seconda del tipo, in tutte le tipologie di interventi combinati di consolidamento che implicano l'impiego ed il fissaggio reciproco di tronchi.

- Grata viva di versante (semplice e doppia) (chiodi in ferro con testa, chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata)
- Grata viva spondale (chiodi in ferro con testa, chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata)
- Palificata viva di versante (semplice, doppia, Roma) (chiodi in ferro con testa, chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata)
- Palificata viva spondale (semplice, doppia) (chiodi in ferro con testa, chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata)
- Palificata viva Roma di versante (chiodi in ferro con testa, chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata, barre filettate con rondelle e dadi)
- Palificata viva Roma spondale (chiodi in ferro con testa, chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata, barre filettate con rondelle e dadi)
- Briglia viva in legname e pietrame (chiodi in ferro con testa, chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata, chiodi da falegnameria (esclusivamente per l'eventuale fissaggio di mezzi tronchi di piccolo diametro della gaveta))



**Materiali.** Elementi rigidi di fissaggio definitivo legno-legno; possibile utilizzo, a seconda del tipo, in tutte le tipologie di interventi combinati di consolidamento che implicano l'impiego ed il fissaggio reciproco di tronchi (Foto R.Ferrari).

### Caratteristiche

- Robustezza
- Versatilità
- Approvvigionamento facile
- Maneggevolezza semplice
- Costo basso (chiodi da falegnameria, chiodi in tondino di ferro ad aderenza migliorata)



**Materiali.** Elementi rigidi di fissaggio definitivo legno-legno; la dimenticanza o l'abbandono sul sito di intervento di chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata ne testimonia il costo relativamente basso (Foto R.Ferrari).

- Costo elevato (chiodi in ferro con testa a sezione circolare o quadrata, barra filettata con rondelle e dadi)

### Requisiti

- Robustezza
- Dimensioni idonee

### Accorgimenti particolari

- Realizzazione del fissaggio definitivo mediante trapanazione sequenziale di entrambi i tronchi e successivo inserimento con battitura manuale del chiodo (esclusi i chiodi da falegnameria)
- Dimensionamento idoneo in base alla tipologia ed al diametro dei tronchi

## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Utilizzo sostitutivo con sistemi provvisori (filo di ferro, cambre o zanche o grappe)
- Utilizzo di tipi non idonei
- Utilizzo senza predisposizione di preforo
- Posizione di fissaggio troppo distante dall'asse del tronco

- Posizione di fissaggio troppo vicina all'estremità del tronco



**A sinistra: Materiali. Elementi rigidi di fissaggio definitivo legno-legno; fissaggio troppo distante dall'asse del tronco (Foto R.Ferrari).**

**A destra: Materiali. Elementi rigidi di fissaggio definitivo legno-legno; fissaggio troppo vicino all'estremità del tronco (Foto R.Ferrari).**

- Secondo la tipologia

### Reperibilità

- In commercio (chiodi da falegnameria, chiodi in ferro con testa a sezione circolare o quadrata, barra filettata con rondelle e dadi)
- Produzione artigianale ad hoc (chiodi (segmenti) in tondino di ferro ad aderenza migliorata)

### Fibre sintetiche

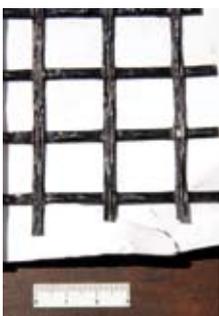
Molte fibre sintetiche possono essere impiegate per la realizzazione di prodotti adatti alla protezione del suolo ed al contenimento di materiali inerti.

Questi costituiscono un gruppo estremamente eterogeneo sia per quanto relativo agli elementi di origine sia per quanto relativo ai tipi di tessitura e conseguentemente di prodotto finito.

Largamente utilizzati in sistemazioni tradizionali, alcuni tipi trovano impiego anche in talune tipologie di Ingegneria Naturalistica.

Sebbene possano essere suddivisi e catalogati secondo vari ordini e possibilità, qui viene seguito un ordine che si basa sulla tessitura dei singoli elementi ed accorpa i tipi in:

- Geostuoie (le singole fibre o gruppi di fibre sono intrecciate)
- Georeti (le singole fibre o gruppi di fibre sono solidali (saldature) nei loro punti di contatto)



**A sinistra: Materiali. Fibre sintetiche; georete in fibre sintetiche (Foto R.Ferrari).**

**Al centro: Materiali. Fibre sintetiche; georete tridimensionale in fibre sintetiche (Foto R.Ferrari).**

**A destra: Materiali. Fibre sintetiche; georete in fibre sintetiche (Foto R.Ferrari).**

- Geocelle (le singole fibre o gruppi di fibre sono solidali (saldature) nei loro punti di contatto, ma presentano differenti caratteristiche morfologiche e di utilizzo)

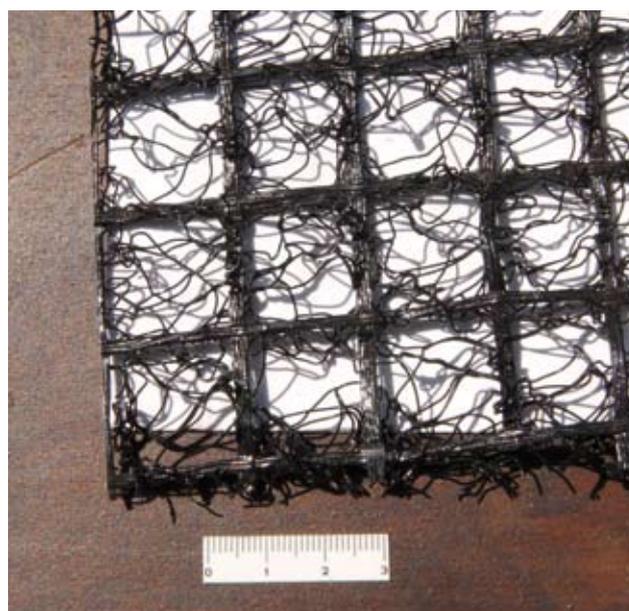


**Materiali. Fibre sintetiche; geocelle in fibre sintetiche (Foto R.Ferrari).**

Geostuoie e georeti vengono definite tridimensionali quando il loro spessore varia tra 1÷2 cm circa. Presentano alcune caratteristiche (composizione, tessitura, trama, spessore, grammatura, ...) la cui influenza reciproca risulta determinante per la completa riuscita di un intervento, coinvolgendo sia il problema della protezione del substrato (origine, granulometria, acclività, permeabilità, ...) o quello della ritenzione del materiale di riempimento (granulometria, spinte dall'interno, ...) sia il corretto sviluppo del materiale vegetale vivo (permeabilità all'apparato radicale, permeabilità all'apparato aereo, permeabilità all'acqua, ...):

- costituiti da uno o più tipi di fibre
- grado di decadimento differente, comunque ininfluenza per l'estrema durabilità
- tipo di tessitura
- dimensioni dell'intreccio
- grammatura ( $\text{g/m}^2$ )

Sono disponibili anche versioni unite a reti metalliche ed altre georeti s.l.



**A sinistra: Materiali. Fibre sintetiche; georete tridimensionale in fibre sintetiche unita a rete metallica a doppia torsione zincata (Foto R.Ferrari).**

**A destra: Materiali. Fibre sintetiche; georete tridimensionale in fibre sintetiche unita a georete in fibre sintetiche (Foto R.Ferrari).**

Una versione particolare è rappresentata da georete prebituminata.



A sinistra: Materiali. Fibre sintetiche; georete in fibre sintetiche prebituminata (recto) (Foto R.Ferrari).

A destra: Materiali. Fibre sintetiche; georete tridimensionale in fibre sintetiche prebituminata (verso) (Foto R.Ferrari).

Si presentano in rotoli di dimensioni standard.

### Utilizzo

Sono utilizzate in geostuoie e georeti in interventi di protezione antierosiva superficiale di rivestimento dove previsti dalla tipologia, in interventi combinati di consolidamento in abbinamento a strutture di contenimento.

- Tipologie relative ad interventi antierosivi superficiali di rivestimento



Materiali. Fibre sintetiche; georete tridimensionale in fibre sintetiche in intervento antierosivo superficiale di rivestimento (Foto R.Ferrari).

- Possibile posa o inserimento in tipologie con strutture portanti e di contenimento

### Caratteristiche

- Rapido effetto di protezione e consolidamento
- Veloce realizzazione
- Elasticità strutturale
- Buona adattabilità alla morfologia preesistente
- Azione strutturale di contenimento
- Veloce inerbimento

- Resistenza al degradamento
- Confusione nomenclaturale
- Costo elevato

#### **Requisiti**

- Caratteristiche tecniche idonee alle problematiche

#### **Accorgimenti particolari**

- Attenta valutazione delle problematiche
- Attenta scelta del tipo che tenga conto delle numerose variabili disponibili
- Mantenimento del contatto con il substrato
- Sovrapposizione dei lembi degli elementi
- Idoneo e sufficiente fissaggio al substrato

### **ERRORI PIÙ FREQUENTI**

- Scelta del tipo non corrispondente alle necessità
- Caratteristiche di origine non corrispondenti alle necessità
- Insufficiente fissaggio al substrato
- Mancanza di manutenzione, con particolare riguardo alle fasi iniziali

#### **Reperibilità**

- In commercio

-  quaderno 1 - Rivestimento vegetativo in rete metallica zincata e biostuoia
-  quaderno 2 - Gradonata viva
-  quaderno 3 - Viminata viva
-  quaderno 4 - Fascinata viva
-  quaderno 5 - Grata viva semplice
-  quaderno 6 - Palificata viva doppia
-  quaderno 7 - Palificata viva Roma
-  quaderno 8 - Repellente vivo di ramaglia a strati
-  quaderno 9 - Rullo spondale in fibra di cocco
-  quaderno 10 - Briglia viva in legname e pietrame
-  quaderno 11 - Gabbionata in rete metallica zincata rinverdita
-  quaderno 12 - Terra rinforzata rinverdita
  
-  quaderno 13 - Cordonata viva
-  quaderno 14 - Fascinata viva drenante
-  quaderno 15 - Palizzata viva
-  quaderno 16 - Palificata viva spondale con palo verticale frontale
-  quaderno 17 - Materiali
-  quaderno 18 - Attrezzature

Note: