



**REGIONE LAZIO**

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

**QUADERNO DI CANTIERE**

**RULLO SPONDALE IN FIBRA DI COCCO**



## **REGIONE LAZIO**

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

## **QUADERNO DI CANTIERE**

# **RULLO SPONDALE IN FIBRA DI COCCO**

## **QUADERNI DI CANTIERE**

### **Volume 9: RULLO SPONDALE IN FIBRA DI COCCO**

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 ottobre 2006

Distribuzione gratuita

**D**a alcuni anni la Regione Lazio ha promosso in tutte le sedi istituzionali e professionali la conoscenza delle tecniche a basso impatto ambientale dell'Ingegneria Naturalistica con l'obiettivo di diffondere una nuova cultura di intervento sul territorio che insieme alla necessità di risolvere i problemi da un punto di vista tecnico ricerchi la conservazione massima possibile dell'ambiente ed anzi recuperi, ove possibile, le valenze naturalistiche e paesaggistiche del territorio.

Dopo i Manuali di ingegneria naturalistica e il Rapporto sul monitoraggio dei cantieri pilota nel Lazio sono lieto di presentare «I quaderni di cantiere». Questa pubblicazione, strutturata in diciotto quaderni (dodici già pronti ed altri sei in preparazione), rappresenta un ulteriore traguardo nel percorso della Regione Lazio. Rappresenta, inoltre, un'innovazione, in ambito editoriale, per il taglio prettamente operativo, rivolto in particolare a tutti gli addetti ai lavori che hanno il compito di progettare le opere e di seguirne l'esecuzione.

Ogni quaderno illustra una tecnica di ingegneria naturalistica, in particolare le diverse fasi di realizzazione, i materiali e le attrezzature necessarie, gli errori più frequenti in fase di realizzazione dei lavori e la manutenzione post-operam necessaria.

Voglio, inoltre, sottolineare l'elevata qualità tecnica di questa pubblicazione e la sua utilità nell'affermazione di questa disciplina, "I quaderni" saranno fondamentali strumenti per le imprese che dovranno realizzare opere di ingegneria naturalistica, per le maestranze e per i professionisti.

**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 di quest'anno 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 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 viene presentata l'ultima pubblicazione della Regione Lazio, forse la più originale: «I quaderni di cantiere». Questa pubblicazione, strutturata in diciotto quaderni (dodici già pronti ed altri sei in preparazione) 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.

Ma 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 Direzione Regionale Assessore Ambiente e Cooperazione tra i Popoli

**N**ell'arco degli ultimi dieci anni si è svolta tra la Regione Lazio e l'AIPIN una fervida attività di collaborazione sulle tematiche dell'Ingegneria Naturalistica mediante convegni, corsi, cantieri scuola, commissioni tecniche, realizzazione di manuali, progettazione di interventi ed assistenza di cantiere, monitoraggi, ecc.

Si è formata negli anni sia da parte dei funzionari regionali che dei professionisti operanti nel Lazio una preparazione sempre più specifica sulle tecniche naturalistiche ed una nuova mentalità nell'affrontare i problemi delle sistemazioni idrauliche e della difesa del suolo nonché delle progettazioni di infrastrutture.

Sono ormai disponibili informazioni sulle tecniche di I.N., schede di analisi dei prezzi per le cinque province, schede di casistica di interventi eseguiti, ecc.

Tutti gli interlocutori dei procedimenti progettuali, autorizzativi e realizzativi stanno acquisendo esperienza sempre maggiore facendo tesoro anche degli inevitabili sbagli.

Restano ancora da affrontare alcune attività di specializzazione quali:

- manuali e corsi di livello avanzato sulla progettazione
- corsi di qualificazione per imprese
- manuali su settori specialistici (quale quelli in previsione: a) sul verde tecnico; b) sugli interventi di ricostruzione della biodiversità nelle aree naturali protette, reti ecologiche, deframmentazione di habitat, interventi di I.N. in paesi del terzo mondo, ecc.)
- monitoraggi e verifiche degli effetti nel tempo sia dal punto di vista funzionale che dell'habitat (realizzazione di linee guida e liste di controllo sui monitoraggi)
- acquisizione in genere di patrimonio di esperienza basata sulla moltiplicazione di realizzazioni di interventi

In questo contesto di attività bene si colloca l'iniziativa della Regione Lazio di promuovere questi "quaderni di cantiere" redatti in collaborazione con Roberto Ferrari, socio esperto AIPIN e veterano di cantieri di Ingegneria Naturalistica, condotti con dedizione pluridecennale, sia come cantieri scuola, sia in collaborazione con imprese nella realizzazione di opere spesso completamente sconosciute alle maestranze e sempre riadattate volta per volta alle situazioni locali. Saranno fondamentali strumenti per chi dovrà realizzare opere di I.N., ma anche per i professionisti meno esperti che vi potranno fare riferimento nei loro progetti.

**Giuliano Sauli**

Il Presidente Nazionale AIPIN

## **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)

## Cosa è

È una struttura formata da elementi cilindrici costituiti da fibre di cocco trattenute da rete in fibra di origine naturale o sintetica o metallica zincata e plastificata, a formare "rulli" di diametro massimo di 60 cm e lunghezza massima di 6 m, disposti uno di seguito all'altro, anche in più file sovrapposte.

Nell'ambito di questa tipologia è possibile distinguere anche il Rullo spondale con zolle (pani) di canne ed il Rullo spondale con ramaglia viva, tutte versioni adatte esclusivamente all'ambiente fluviale o comunque acquatico.

I singoli elementi di rullo spondale in fibra di cocco sono prodotti industrialmente, mentre gli elementi di rullo spondale con zolle (pani) di canne e quelli di rullo spondale con ramaglia viva devono essere assemblati artigianalmente contestualmente alle fasi di avanzamento del cantiere.

## Dove si fa

Viene inserita alla base di sponde in erosione, nella zona di variazione del livello dell'acqua, sia di corsi d'acqua a bassa pendenza che di laghi con oscillazioni limitate del livello dell'acqua e di lagune e dove comunque i substrati ed i materiali trasportati ed in sospensione siano costituiti prevalentemente da granulometrie fini quali limi sabbiosi.



**Rullo spondale in fibra di cocco. Tipica situazione di dissesto risolvibile mediante questa tipologia (Tipologia A) di intervento (ante operam) (Foto R.Ferrari).**



**Rullo spondale in fibra di cocco. Tipica situazione di dissesto risolvibile mediante questa tipologia (Tipologia B) di intervento (post operam) (Foto R.Ferrari).**

## Perché si fa

È una difesa spondale longitudinale che, posta nei tratti soggetti ad erosione, protegge la sponda dalla forza erosiva della corrente d'acqua e favorisce la sedimentazione del materiale solido trasportato. Può costituire base per ulteriori interventi di Ingegneria Naturalistica.

Lo stesso materiale vegetale vivo, una volta attecchito e sviluppato, svolge nel tempo un'efficientissima azione di consolidamento, mediante l'apparato radicale, sostituendo nella funzionalità la struttura destinata a decomporsi.

### Vantaggi

- rapido effetto di consolidamento
- veloce realizzazione
- azione filtrante e selettiva del materiale solido
- facilità di reperimento in zona del materiale vegetale vivo idoneo
- elasticità strutturale
- possibile ricreazione di habitat naturali
- buon inserimento paesaggistico-ambientale

### Svantaggi

- limitato sviluppo in altezza
- limitata durata nel tempo della parte strutturale

## Quando si fa

Dovendosi utilizzare, durante la fase di realizzazione, materiale vegetale vivo, soprattutto derivato

da specie atte alla riproduzione per via vegetativa (talee, verghe, astoni, ramaglie), è tassativamente necessario operare durante il periodo di riposo vegetativo (rami senza foglie).

Analogamente a quasi tutti gli interventi di Ingegneria Naturalistica che implicano l'utilizzo di tali materiali vegetali vivi, 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 ( $T 0\div-1^{\circ} C$ ): 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 sfioramento dei limiti del periodo ottimale anche in rapporto alle caratteristiche morfologiche, topografiche e climatiche del sito di intervento.

## Cosa serve

### Attrezzature

- mezzo meccanico (scavatore o terna o ragno) (carburante), braghe o catene, ganci
- battipalo (da applicare al mezzo meccanico) (eventuale)
- generatore elettrico (carburante), cavo elettrico di idonea lunghezza, raccordi elettrici (eventuale)
- smerigliatrice angolare con attrezzatura di dotazione (eventuale)
- mola da taglio per ferro (eventuale)
- motosega (carburante, olio) con attrezzatura di dotazione, lame di riserva, attrezzatura individuale antinfortunistica
- calotta metallica di protezione testa palo
- mazzetta manico corto (1,5 kg)
- mazza manico lungo (5 kg)
- tenaglia
- pala
- piccone
- sega ad arco per legno
- coltello lama diritta
- cesoia manici lunghi
- forbice da giardinaggio
- metro snodabile (L 2 m)
- cordella metrica ( L 20÷50 m)

### Materiali

- materiale vegetale vivo autoctono (talee di specie atte alla riproduzione vegetativa)
- elementi ("rulli") del sistema adottato
- tronchi (larice, castagno, pino nero) scortecciati (L 4-5 m - Ø 18÷30 cm)
- puntali in ferro di rinforzo (eventuale)
- materiale inerte di riporto derivato da scavo in terra (con caratteristiche compatibili per lo sviluppo della componente vegetale)
- (bio)feltro, (bio)(geo)stuoia o (bio)rete. **La scelta di questi materiali e le loro carat-**

**teristiche (tipo, origine, grammatura, dimensione delle maglie, ...) è di estrema importanza per l'attecchimento della componente vegetale viva e spesso è causa di insuccesso finale: ad una funzione di trattenimento del materiale di riempimento deve associare caratteristiche di permeabilità agli apparati radicali; pertanto deve essere attentamente vagliata e decisa in fase progettuale ed altrettanto attentamente controllata in fase esecutiva (eventuale)**

- filo di ferro cotto o zincato ( $\varnothing$  2 mm)

## Come si esegue correttamente

Di seguito vengono descritte due tipologie di realizzazione mediante l'utilizzo di Rullo spondale in fibra di cocco (con disposizione "a gradoni" (Tipologia A) e con disposizione "in verticale" (Tipologia B)), la cui scelta dipende dalle caratteristiche morfologiche e dinamiche del sito e dall'entità del dissesto.

### Tipologia A

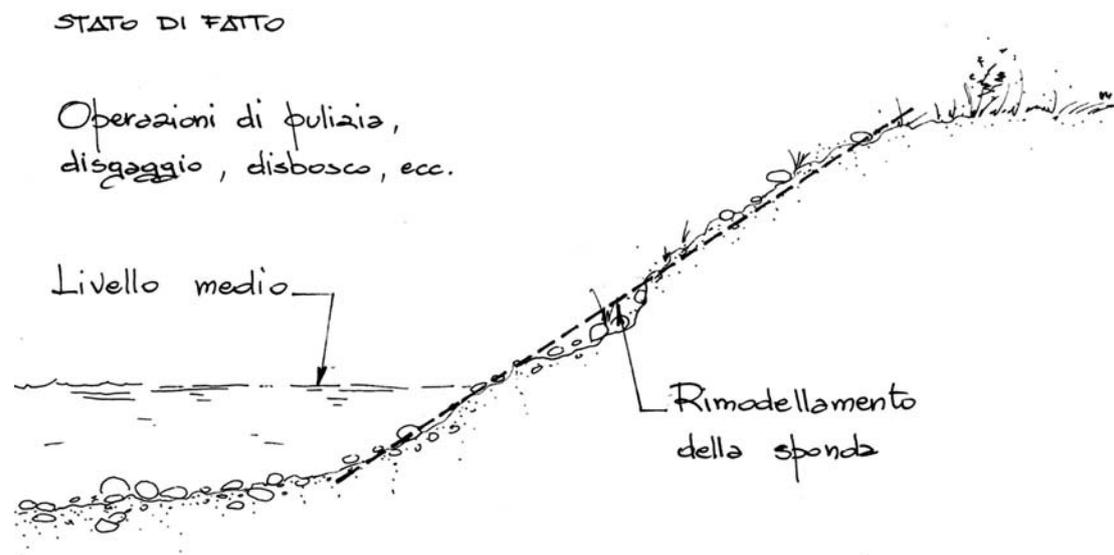
#### Rullo spondale in fibra di cocco con disposizione "a gradoni"



**Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Realizzazione della Tipologia A (post operam) (Foto R.Ferrari).**

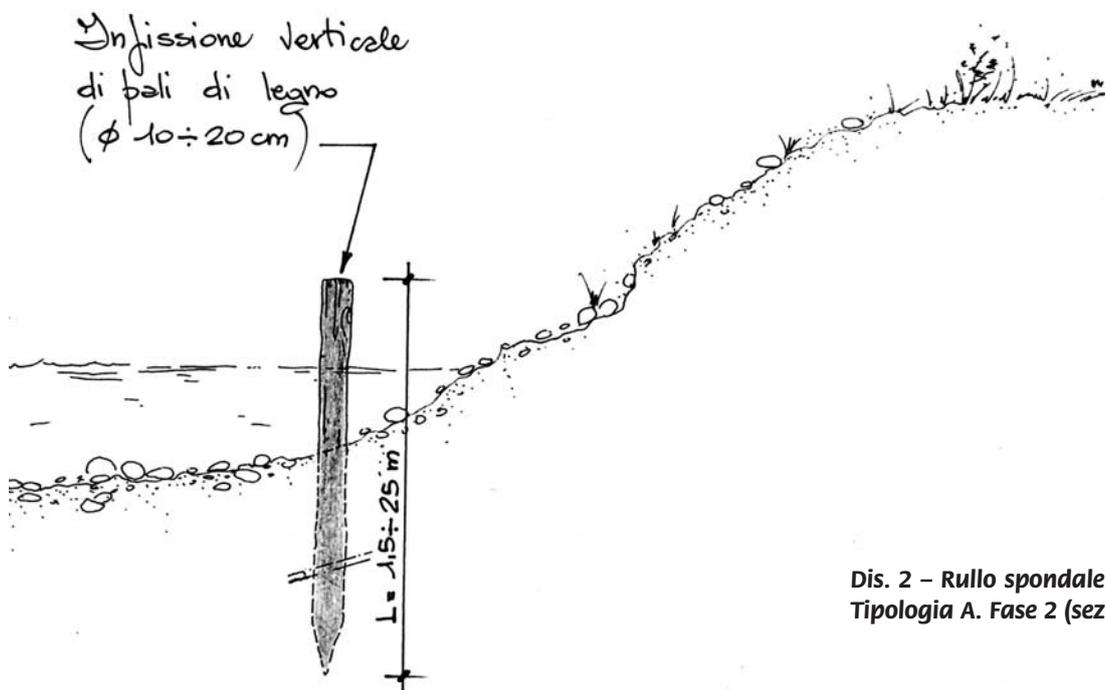
**Fase 1** - Viene considerata eseguita la preparazione preliminare del sito di intervento comprendente tutte le operazioni relative all'eventuale disboscio, all'eventuale modifica morfologica, alla pulizia, al

disgaggio, alla messa in sicurezza. Tali operazioni vengono effettuate mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completate manualmente (Dis. 1).

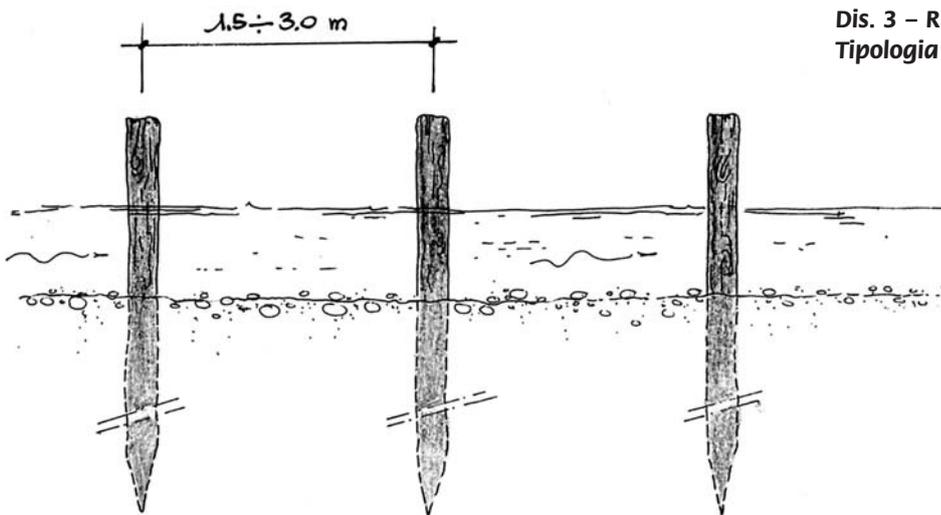


Dis. 1 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 1 - Ipotetica situazione di dissesto con evidenziati gli elementi morfologici più caratteristici e le operazioni da eseguirsi (in tratteggio la riprofilatura ed il rimodellamento della sponda) (sezione).

**Fase 2** - Infissione verticale, nell'alveo e parallelamente alla linea di sponda, di tronchi (generalmente castagno) (L 1,5÷2,5 m - Ø 10÷20 cm) a distanza uno dall'altro pari a 1,5÷3 m. lasciandoli sporgere dalla superficie dell'acqua per qualche decimetro; il dimensionamento dei tronchi nonché la distanza di infissione sono condizionati dalle caratteristiche del substrato, dalle caratteristiche idrologiche e dalle caratteristiche (dimensioni, forma, grado di flessibilità) dei singoli elementi ("rulli") a disposizione e devono essere valutati caso per caso. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico (eventualmente dotato di dispositivo battipalo) (Dis. 2, 3, 4).

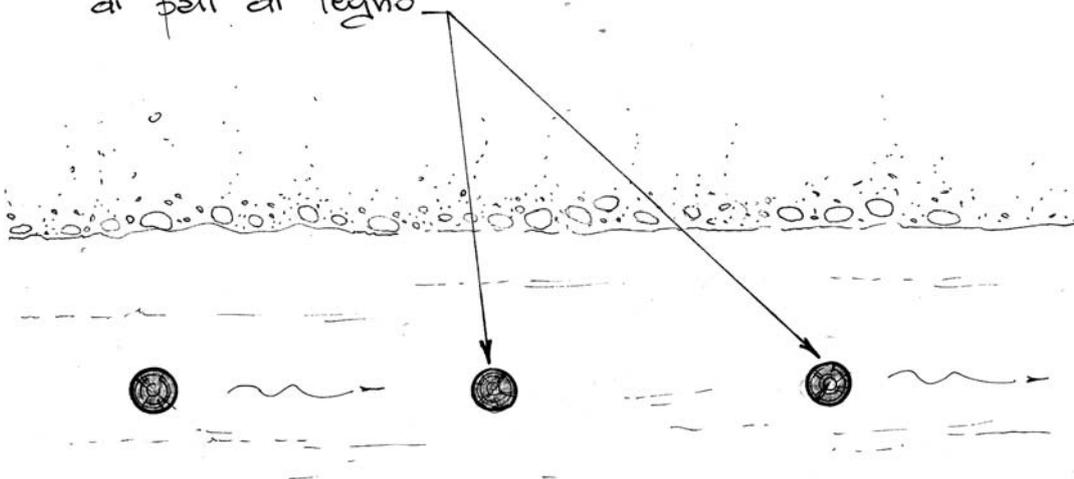


Dis. 2 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 2 (sezione).



Dis. 3 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 2 (vista frontale).

Infissione verticale  
di pali di legno



Dis. 4 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 2 (pianta).

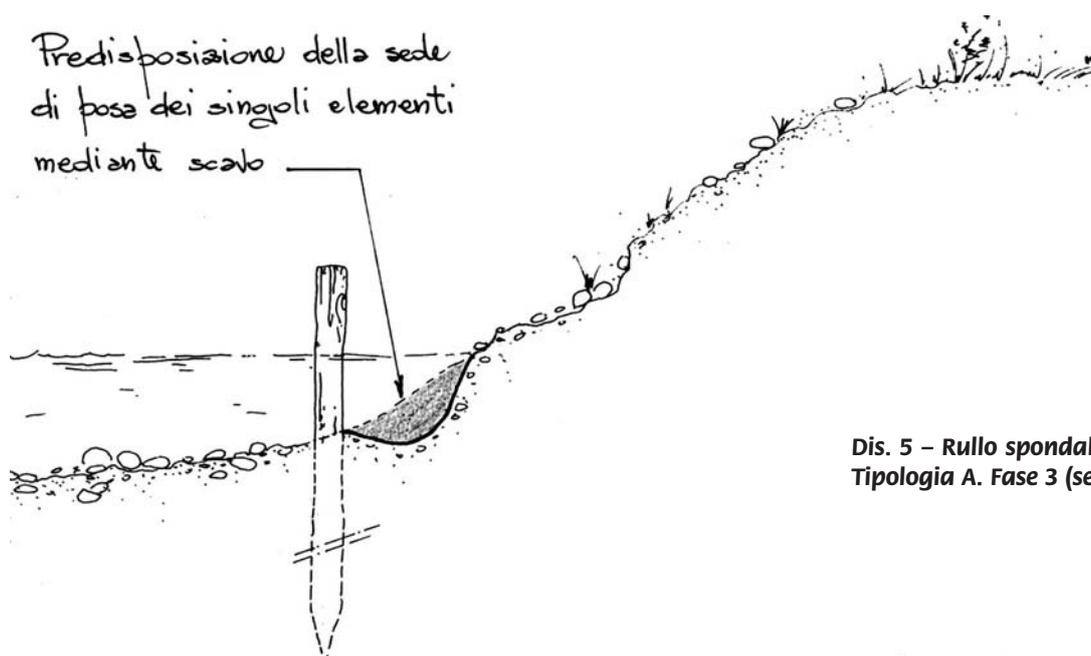
Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Infissione verticale di tronchi (in opera) (Foto R.Ferrari).



### Accorgimenti particolari

- Considerare le dimensioni ( $\emptyset$ ) del rullo nel posizionamento dell'allineamento rispetto alla linea di sponda. È indispensabile che il materiale vegetale vivo che successivamente verrà posizionato, non rimanga mai per troppo tempo (o definitivamente) sommerso, fatto che ne determinerebbe la morte. **È indispensabile quindi conoscere quanto più dettagliatamente possibile la quota del livello medio della superficie dell'acqua.**
- Realizzare una punta ad una estremità del palo per facilitarne l'infissione.
- È possibile, e talvolta raccomandabile, realizzare un andamento serpentiforme o sinusoidale nell'allineamento: questo contribuirà, nel tempo, a dare un aspetto più naturale alla sponda.

**Fase 3** - Predisposizione della sede di posa dei singoli elementi ("rulli") mediante scavo di un solco con sezione a U, di larghezza e profondità proporzionate agli elementi a disposizione, nella zona compresa tra la sponda ed i tronchi infissi ed a contatto con questi (sotto il livello dell'acqua). Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico (Dis. 5).



Dis. 5 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 3 (sezione).

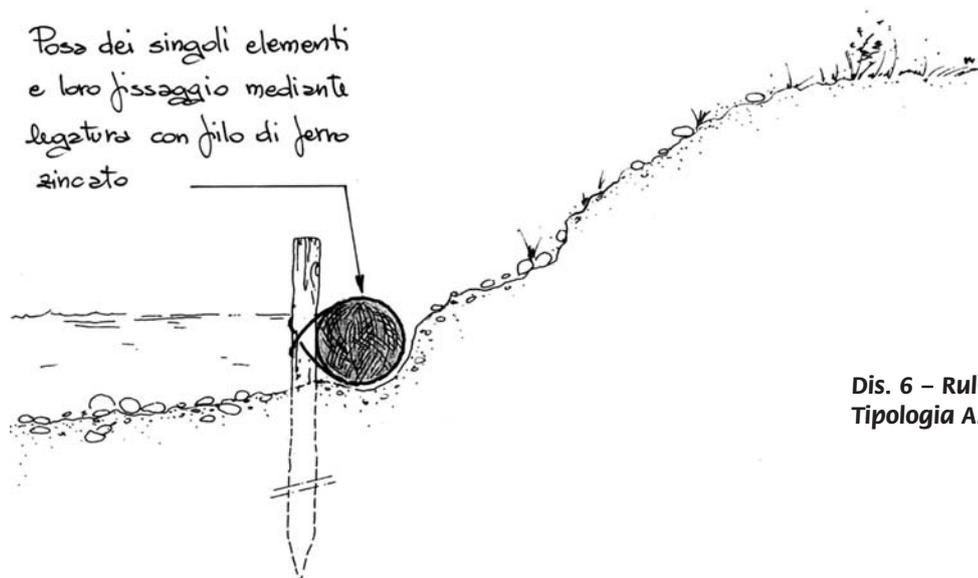


*Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Predisposizione della sede di posa (in opera) (Foto R.Ferrari).*

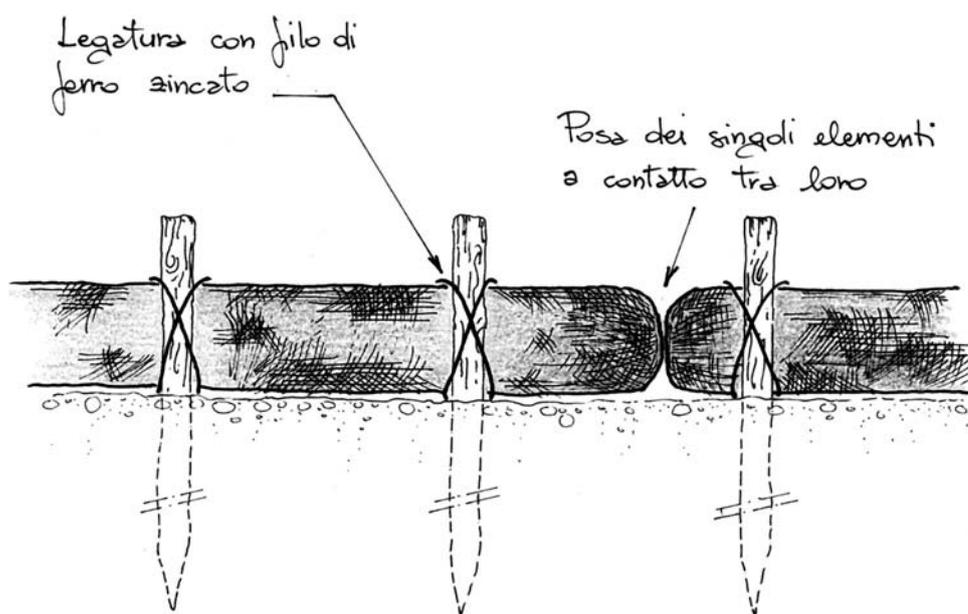


*Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Predisposizione della sede di posa (in opera) (Foto R.Ferrari).*

**Fase 4** - Posa di singoli elementi in fibra di cocco ("rulli") (primo ordine), uno di seguito all'altro ed a contatto tra loro, nel solco e loro fissaggio mediante legatura con filo di ferro zincato ai tronchi infissi. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completata manualmente (Dis. 6, 7, 8).



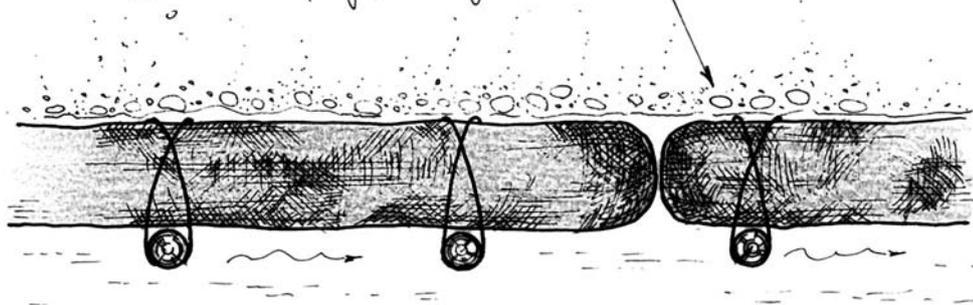
Dis. 6 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 4 (sezione).



Dis. 7 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 4 (vista frontale).

Posa dei singoli elementi  
e loro fissaggio mediante  
legatura con filo di ferro zincato.

Dis. 8 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 4 (pianta).



Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Posa e fissaggio del primo ordine di elementi ("rulli") (in opera) (Foto R.Ferrari).

### Accorgimenti particolari

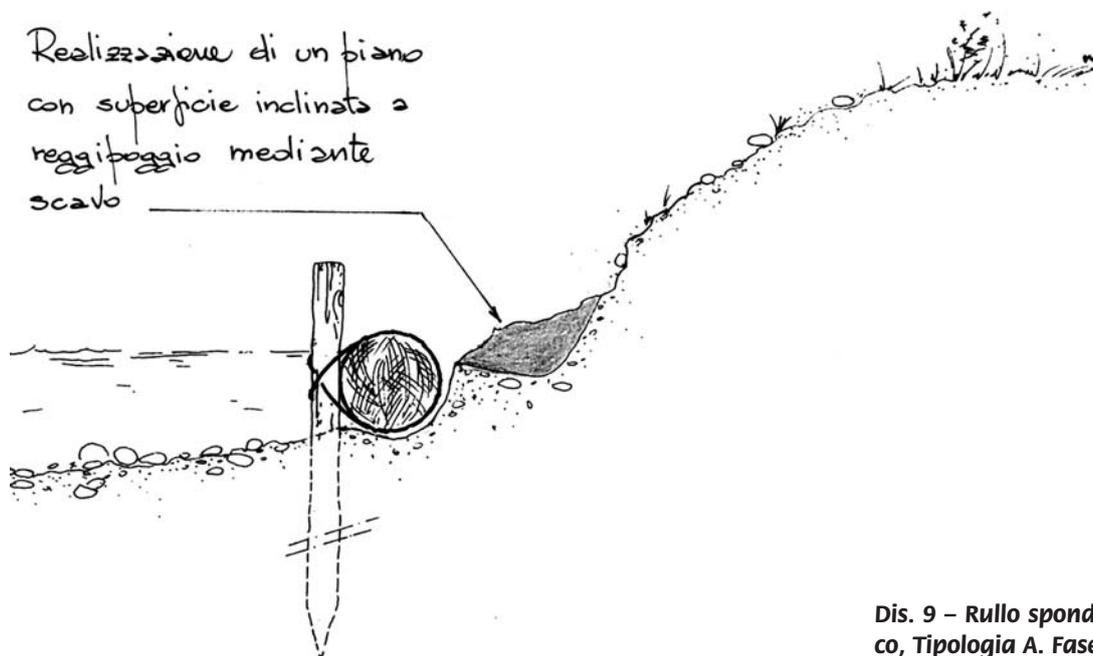
- Intestare il primo e l'ultimo singolo elemento ("rullo") in profondità nella sponda, onde evitare zone di penetrazione da parte dell'acqua, preludio di erosioni e scalzamenti.



Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Compenetrazione di elemento ("rullo") nella sponda (in opera) (Foto R.Ferrari).

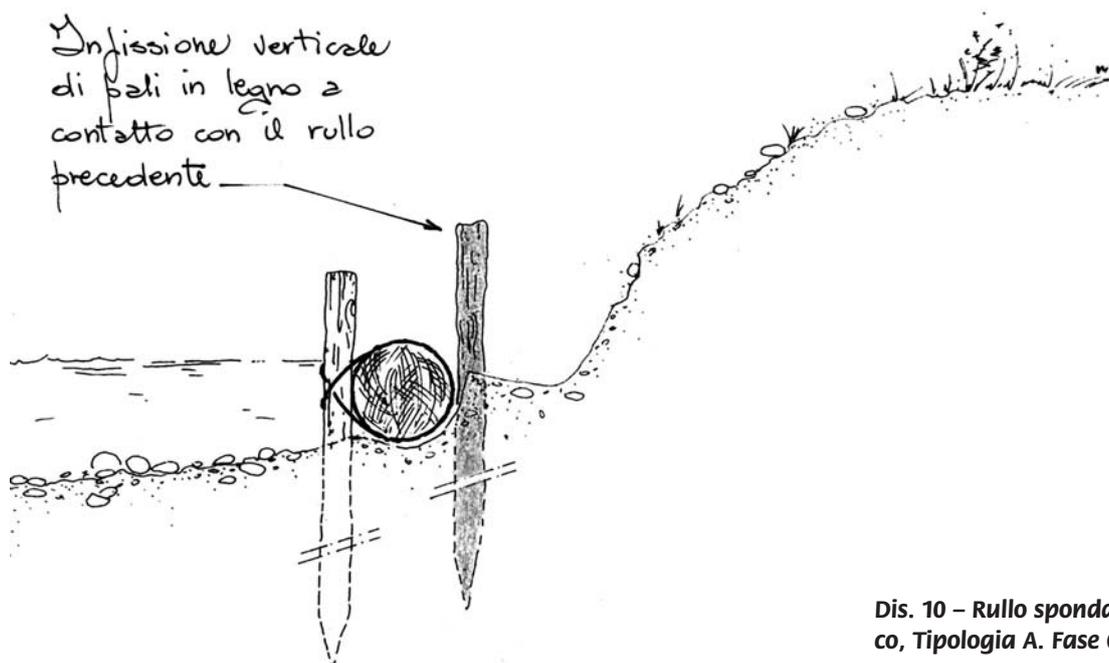
- Evitare di far coincidere l'unione di singoli elementi ("rulli") con i tronchi.

**Fase 5** - Realizzazione di un piano, con superficie leggermente inclinata a reggipoggio, dalla sommità degli elementi in fibra di cocco ("rulli") del primo ordine precedentemente realizzato, verso la sponda. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completata manualmente (Dis. 9).



Dis. 9 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 5 (sezione).

**Fase 6** - Infissione verticale, nella sponda ed a contatto con il rullo precedentemente posizionato, di tronchi secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico (Dis. 10).

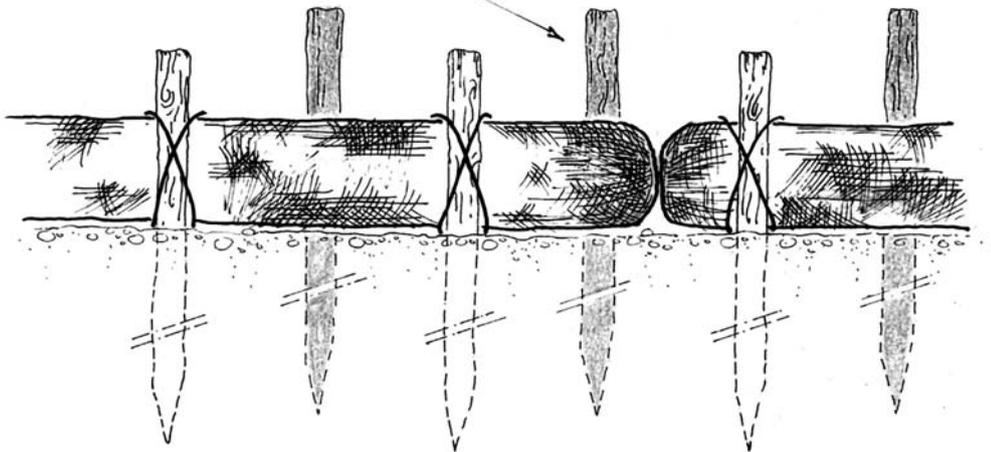


Dis. 10 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 6 (sezione).

### Accorgimenti particolari

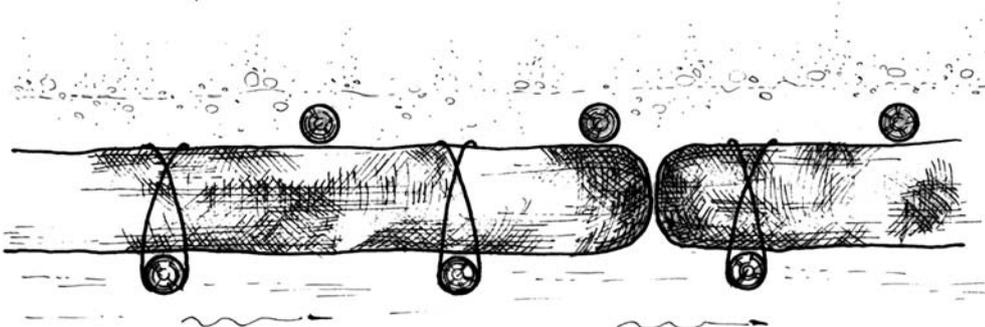
- Posizionare i tronchi verticali sfalsati relativamente a quelli della fila precedente per garantire una maggiore compattezza finale della struttura ed evitare il formarsi di moduli indipendenti (Dis. 11, 12).

Iniezione verticale  
di pali in legno



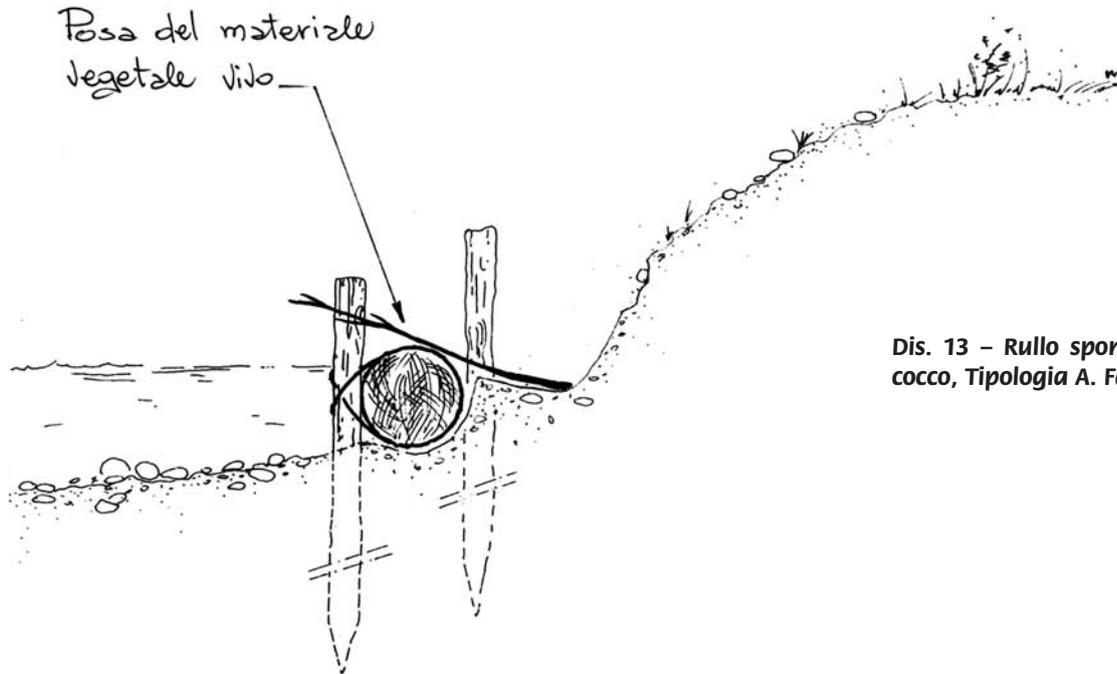
Dis. 11 – Rullo spondale in  
fibra di cocco, Tipologia A.  
Fase 6 (vista frontale).

Posizionare i pali verticali  
sfalsati rispetto a quelli  
della fila precedente

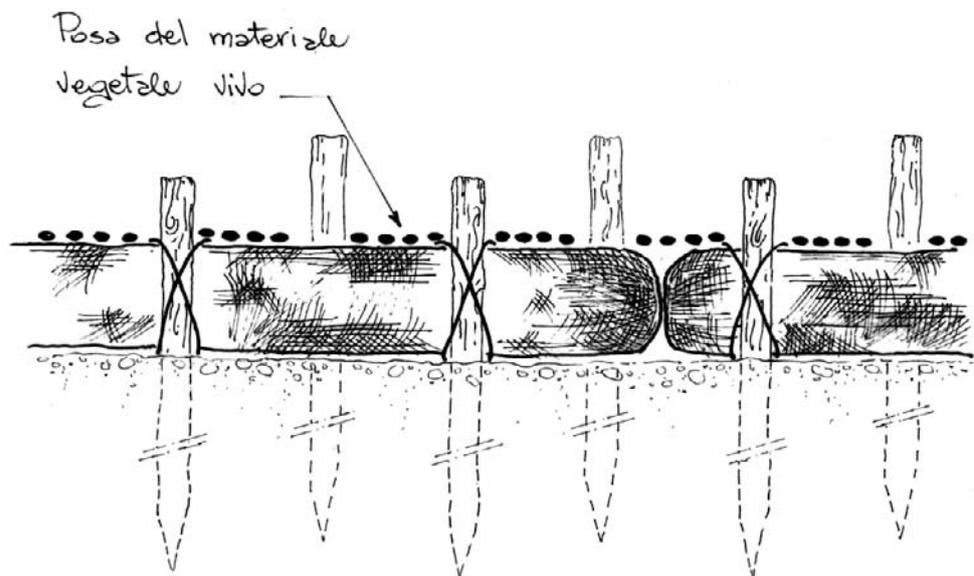


Dis. 12 – Rullo spondale in  
fibra di cocco, Tipologia A.  
Fase 6 (pianta).

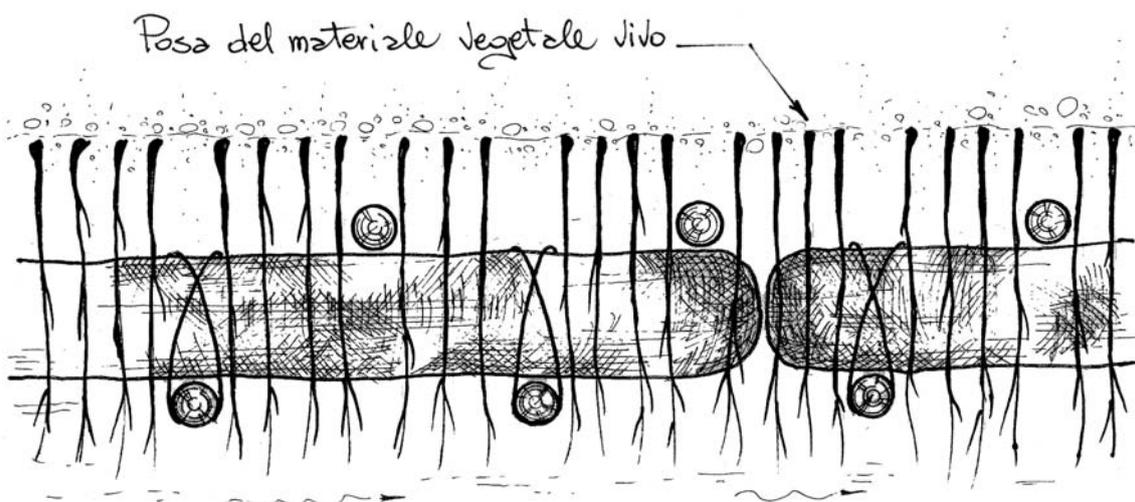
**Fase 7** - Posa di materiale vegetale vivo (talee, astone e ramaglie) (completamento del primo corso) derivato da specie autoctone atte alla riproduzione vegetativa, di lunghezza tale da venire a contatto posteriormente con la parete dello scavo (substrato) e sporgere esternamente alla struttura per 10÷20 cm; la densità ottimale è prossima a 10 elementi/m, ma può variare notevolmente. (Dis. 13, 14, 15).



Dis. 13 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 7 (sezione).



Dis. 14 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 7 (vista frontale).



Dis. 15 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 7 (pianta).

### Accorgimenti particolari

- Limitare la scelta delle specie da utilizzare a quelle igrofile.
- 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.
- Reperire il materiale vegetale vivo in luoghi prossimi al sito di intervento e porlo 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.

## APPROFONDIMENTO

### PRELIEVO, CONSERVAZIONE, PREPARAZIONE E POSA DI TALEE S.I.

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.i., 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. ELAAGNOS* (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.ì



**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 carat-

teri 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.



**Da sinistra: posa di talee di SALIX DAPHNOIDES sul substrato; infissione di talee di SALIX DAPHNOIDES nella struttura; 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.



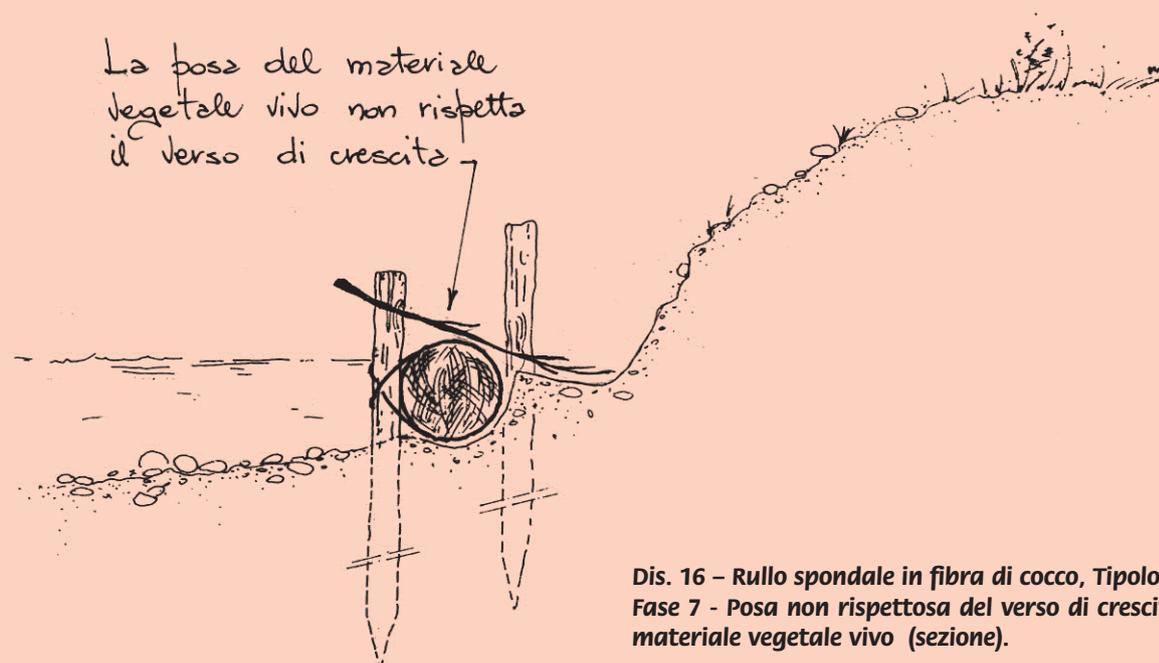
**Ramaglie di *SALIX ALBA* inserite nella struttura (Foto R.Ferrari).**



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

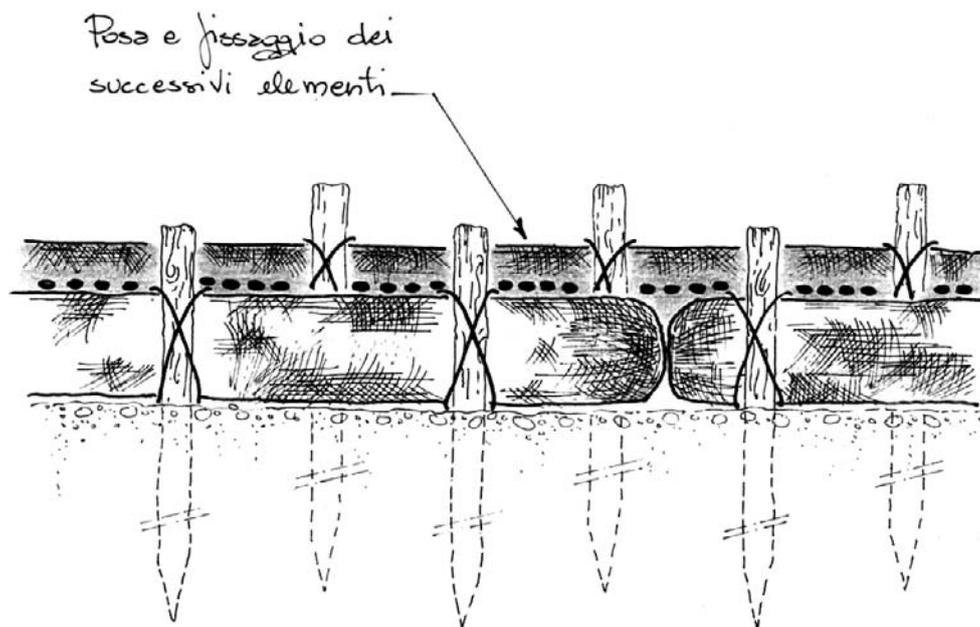
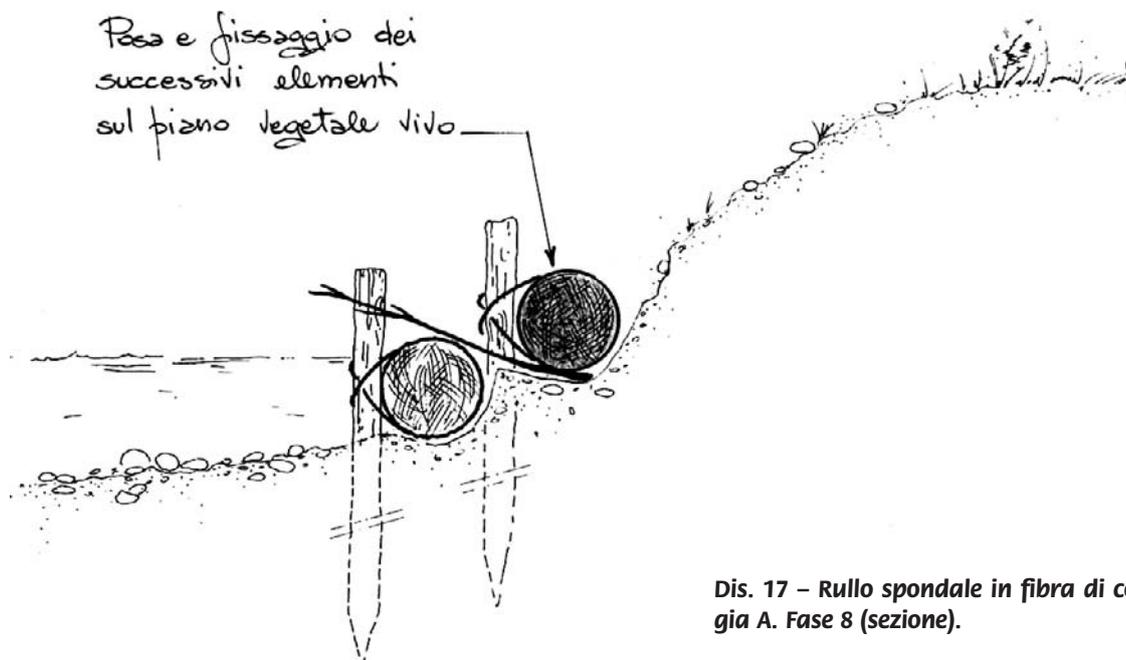
## ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Operare al di fuori del periodo di riposo vegetativo.
- Utilizzare specie che non possiedono capacità di riproduzione vegetativa.
- Utilizzare specie non compatibili con l'ambiente acquatico.
- Porre poca cura ed attenzione nella posa del materiale vegetale vivo, che deve rispettare il verso di crescita (Dis. 16).

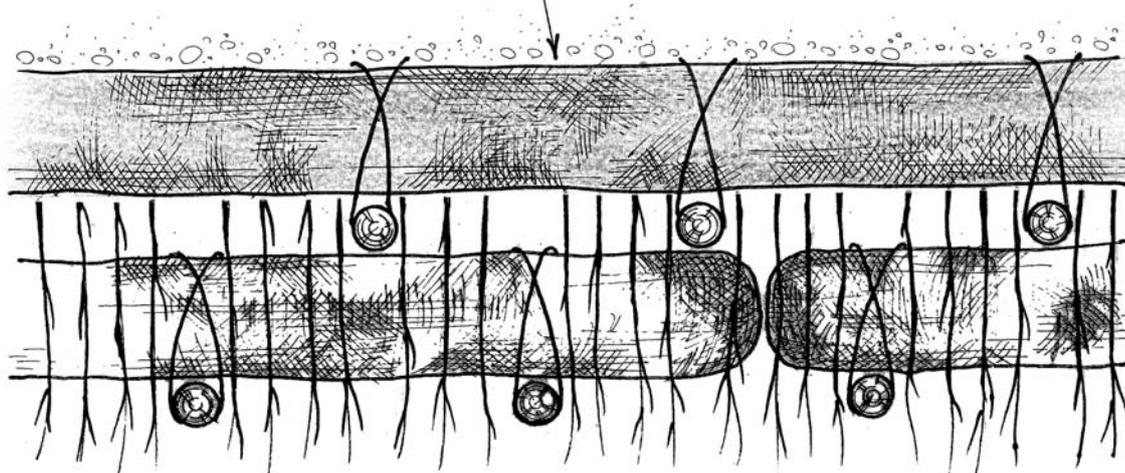


- Utilizzare materiale vegetale vivo con lunghezza tale da non venire a contatto posteriormente con la parete dello scavo (substrato)
- Rimandare questa operazione, considerandola come secondaria o di completamento, a struttura finita e riempita (questa abitudine, purtroppo molto frequente, deriva da una errata valutazione in termini tempo/costi che privilegia l'idea di un risparmio: al contrario si rivela assolutamente inattuabile, sia dal punto di vista tecnico sia da quello biotecnico, con grande profusione di energie e risultati nulli).

**Fase 8** - Posa e fissaggio di singoli elementi in fibra di cocco ("rulli") (secondo ordine), sul piano con il materiale vegetale vivo, secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completata manualmente (Dis. 17, 18, 19).



Posa e fissaggio dei  
successivi elementi

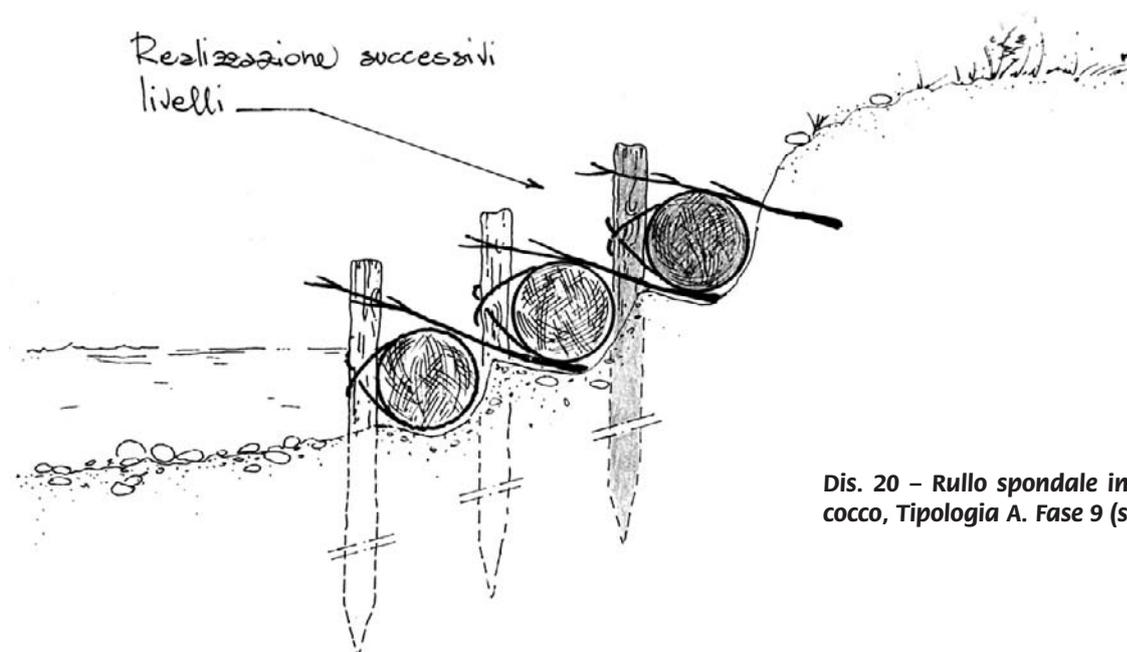


Dis. 19 – Rullo spondale in  
fibra di cocco, Tipologia A.  
Fase 8 (pianta).

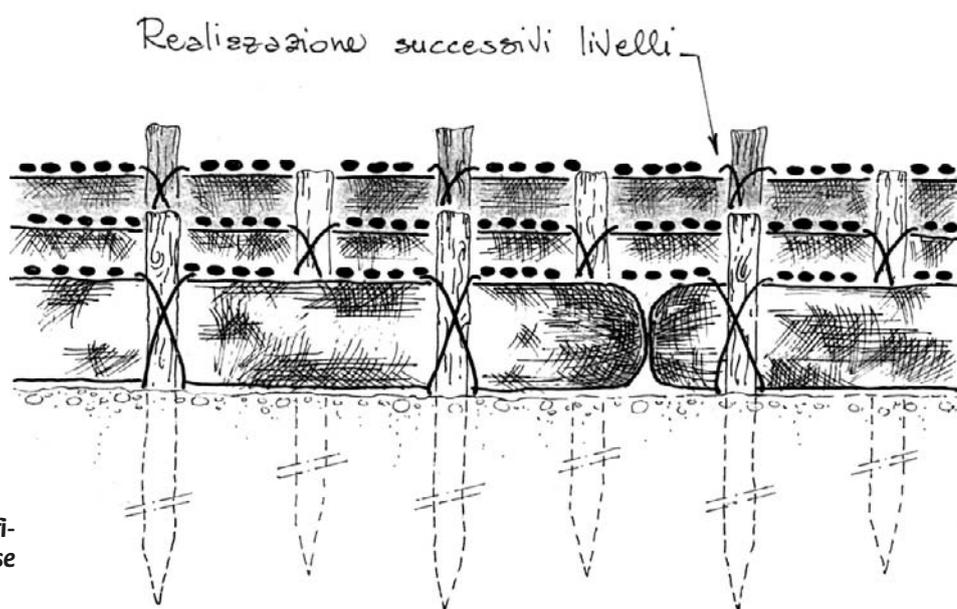


Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Posa e fissaggio del secondo ordine di elementi ("rulli") (in opera) (Foto R.Ferrari).

**Fase 9** - Realizzazione di successivi corsi, secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti, sino al raggiungimento dell'altezza finale della struttura, determinata dalle verifiche progettuali di stabilità dell'opera, che comunque generalmente non supera i 2-3 livelli (Dis. 20, 21, 22).



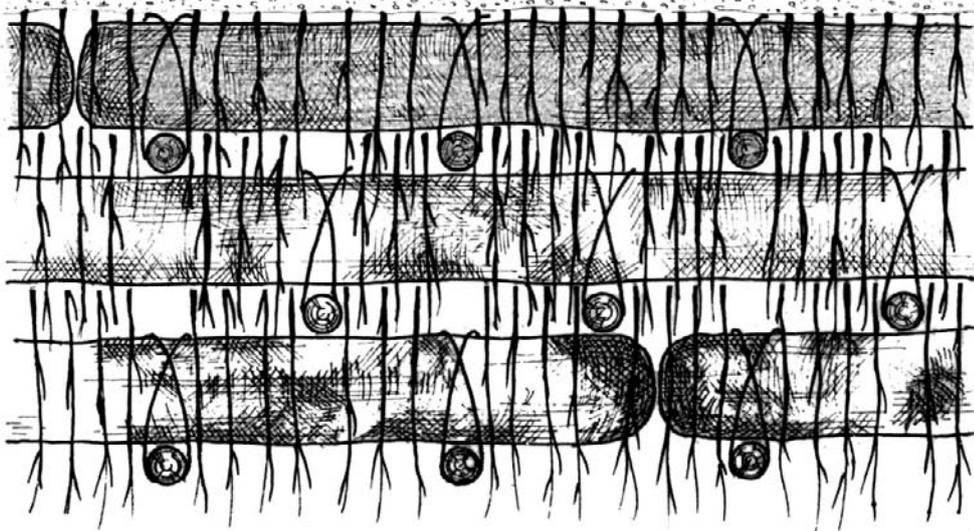
Dis. 20 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 9 (sezione).



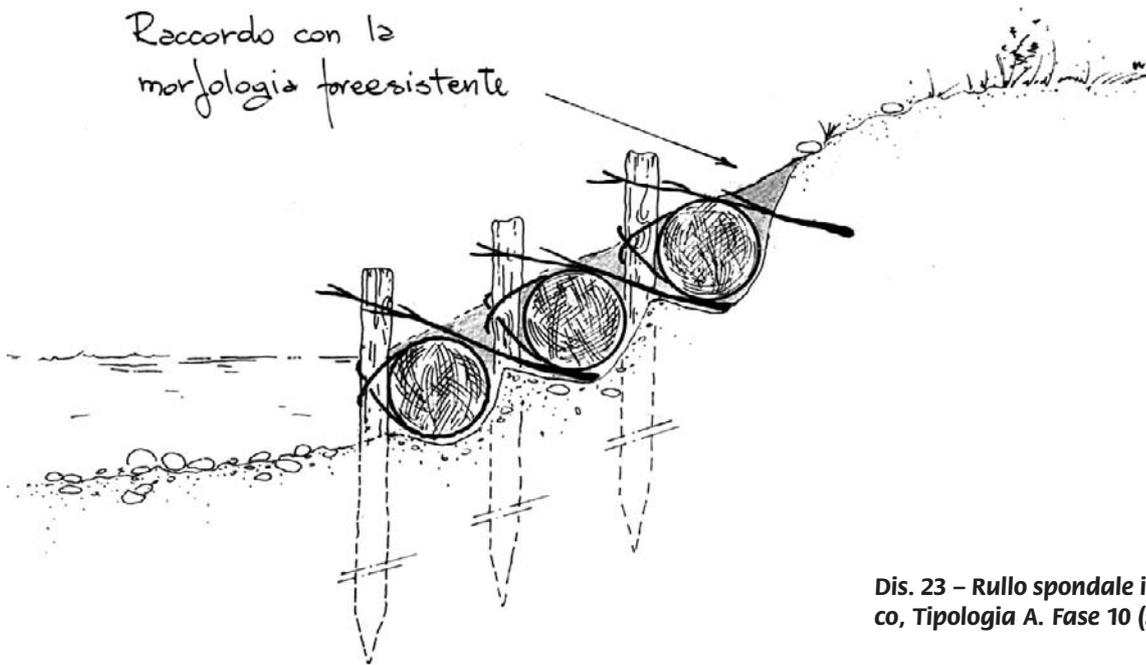
Dis. 21 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 9 (vista frontale).

Realizzazione successivi livelli

Dis. 22 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 9 (pianta).



Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. La compenetrazione delle estremità nella sponda va curata anche nella realizzazione dei successivi corsi (in opera) (Foto R.Ferrari).



Dis. 23 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Fase 10 (sezione).

**Fase 10** - Realizzazione di raccordi con la morfologia preesistente (nelle zone laterali e sommitale della struttura onde evitare pericolosi inneschi erosivi e sifonamenti), asporto di detriti e scarti di lavorazione (eventuali residui organici quali rami, ramaglia, legno possono essere mischiati al materiale di riempimento, facendo però attenzione che non provochino il formarsi di pericolosi vuoti in fase di costipamento), pulizia totale del sito. Tali operazioni vengono effettuate mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completate manualmente (Dis. 23).



Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Sistemazione finale dell'area di cantiere (in opera) (Foto R.Ferrari).

**Tipologia B**  
**Rullo spondale in fibra di cocco con disposizione "in verticale"**



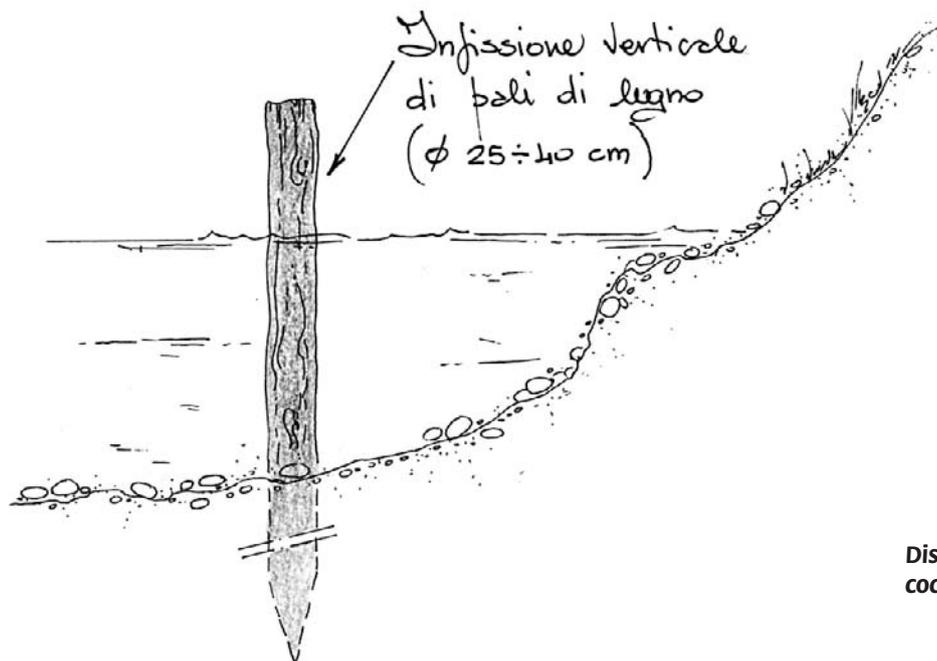
**Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Realizzazione della Tipologia B (post operam) (Foto R.Ferrari).**

**Fase 1** - Viene considerata eseguita la preparazione preliminare del sito di intervento comprendente tutte le operazioni relative all'eventuale disboscio, all'eventuale modifica morfologica, alla pulizia, al disgaggio, alla messa in sicurezza. Tali operazioni vengono effettuate mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completate manualmente (Dis. 24).

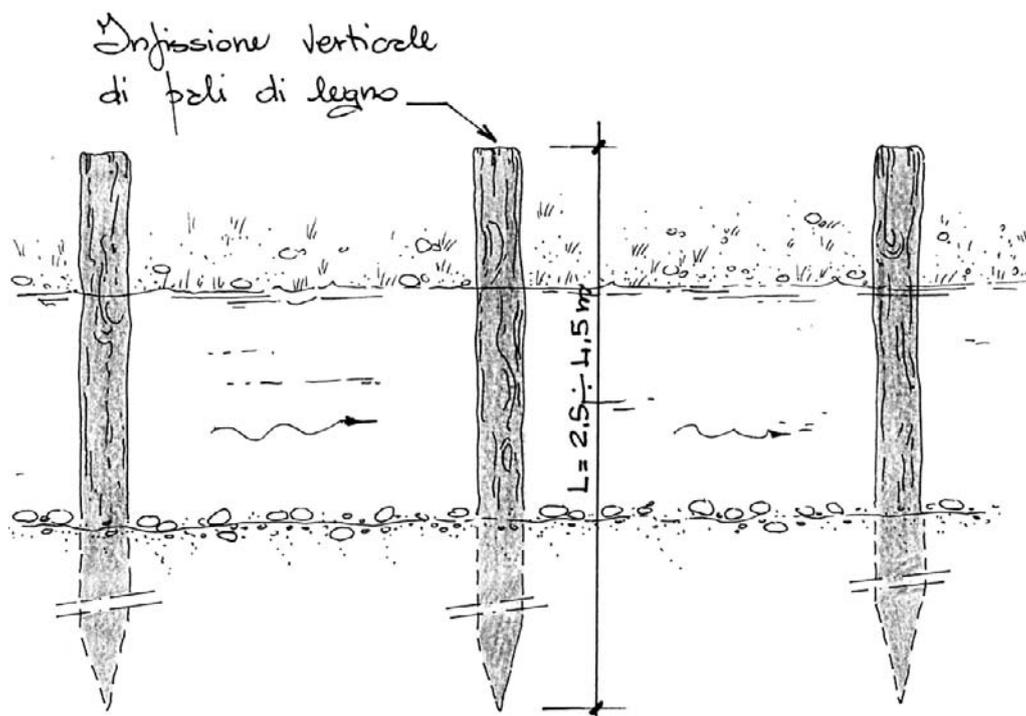


**Dis. 24 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 1 - Ipotetica situazione di dissesto con evidenziati gli elementi morfologici più caratteristici (sezione).**

**Fase 2** - Infissione verticale, nell'alveo e parallelamente alla linea di sponda, di tronchi (generalmente castagno) (L 2,5÷4,5 m – Ø 25÷40 cm) a distanza uno dall'altro pari a 1,5÷3 m. lasciandoli sporgere dalla superficie dell'acqua per qualche decimetro; il dimensionamento dei pali nonché la distanza di infissione sono condizionati dalle caratteristiche del substrato, dalle caratteristiche idrologiche e dalle caratteristiche (dimensioni, forma, grado di flessibilità) dei singoli elementi ("rulli") a disposizione e devono essere valutati caso per caso. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico dotato di dispositivo battipalo (Dis. 25, 26, 27).

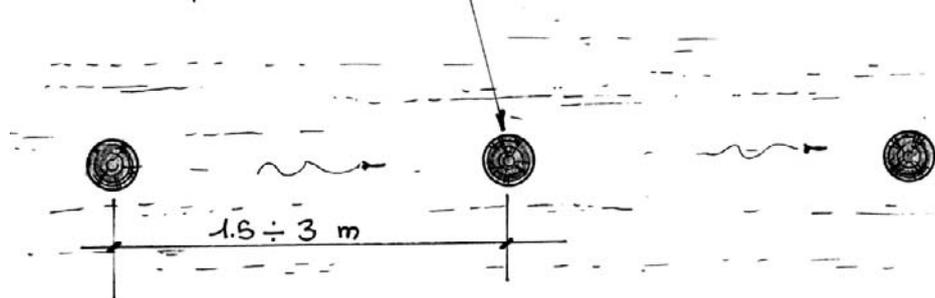


Dis. 25 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 2 (sezione).



Dis. 26 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 2 (vista frontale).

Infissione verticale  
di pali di legno



Dis. 27- Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 2 (pianta).

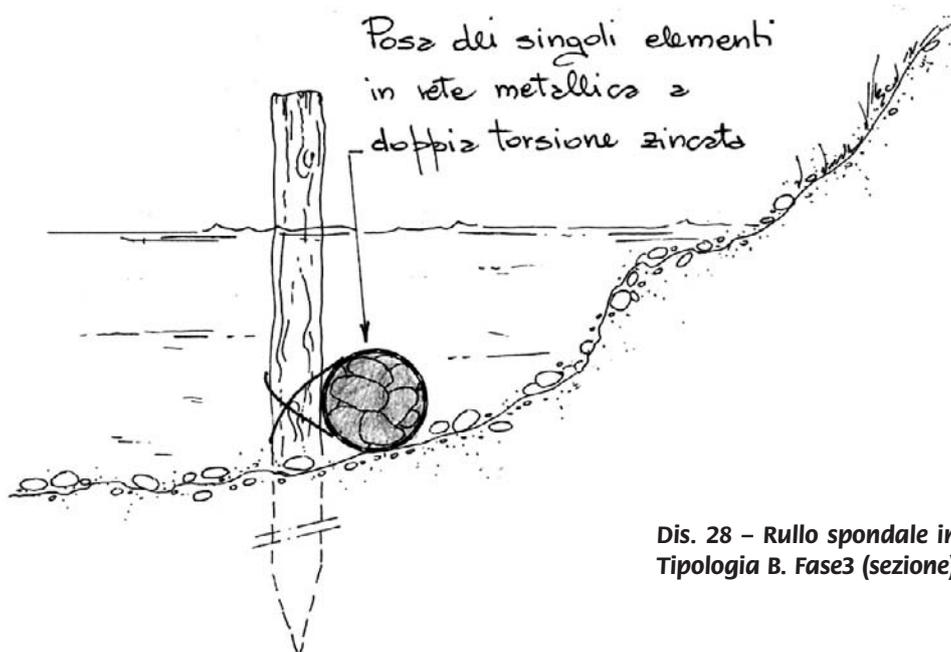


Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Infissione verticale di tronchi (in opera) (Foto R.Ferrari).

### Accorgimenti particolari

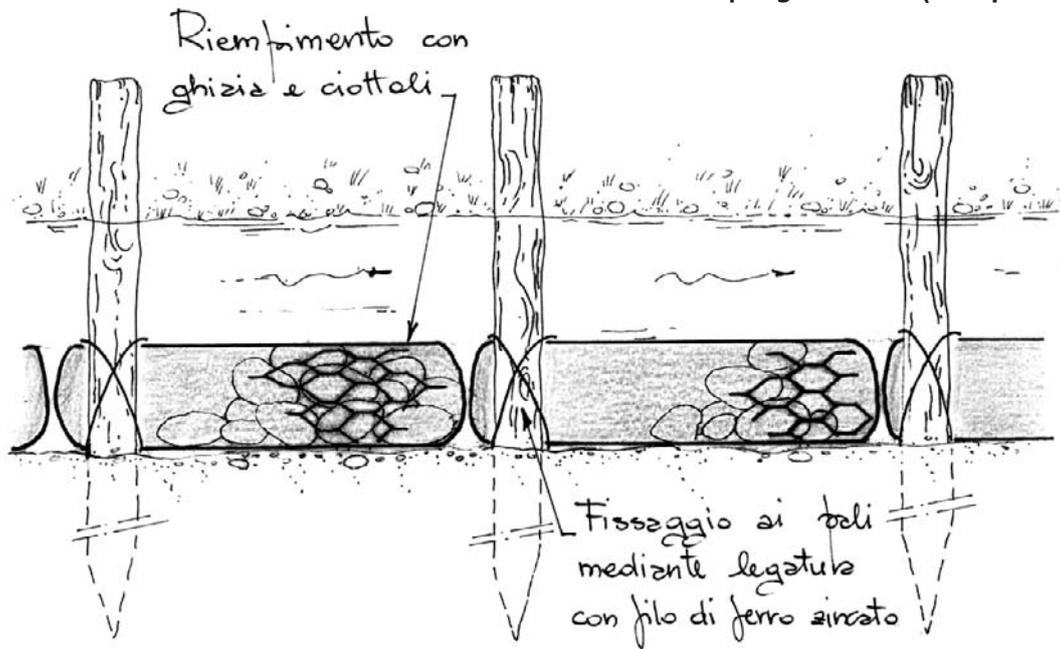
- Considerare le dimensioni ( $\emptyset$ ) del rullo nel posizionamento dell'allineamento rispetto alla linea di sponda. È indispensabile che il materiale vegetale vivo che successivamente verrà posizionato, non rimanga mai per troppo tempo (o definitivamente) sommerso, fatto che ne determinerebbe la morte. **È indispensabile quindi conoscere quanto più dettagliatamente possibile la quota del livello medio della superficie dell'acqua.**
- Realizzare una punta ad una estremità del tronco per facilitarne l'infissione.
- Eventualmente applicare un puntale di rinforzo in ferro alla punta del tronco.
- Utilizzare una calotta metallica a protezione delle teste dei tronchi durante la fase di infissione mediante battipalo, per evitare rotture che richiederebbero la sostituzione dell'elemento danneggiato.
- È possibile, e talvolta raccomandabile, realizzare un andamento serpentiforme o sinusoidale nell'allineamento: questo contribuirà, nel tempo, a dare un aspetto più naturale alla sponda.

**Fase 3** - Eventuale posa di singoli elementi ("rulli" o "burghe" o gabbioni cilindrici) costituiti da cilindri di rete metallica a doppia torsione zincata (e plastificata) chiusi alle estremità e riempiti con ghiaia e ciottoli, uno di seguito all'altro ed a contatto tra loro, nella zona compresa tra la sponda ed i tronchi infissi ed a contatto con questi (sotto il livello dell'acqua) e loro eventuale fissaggio mediante legatura con filo di ferro zincato ai tronchi stessi. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completata manualmente ed è raccomandabile laddove si renda necessario dotare la struttura di una base stabile in rapporto alle caratteristiche del substrato (alveo) (Dis. 28, 29, 30).

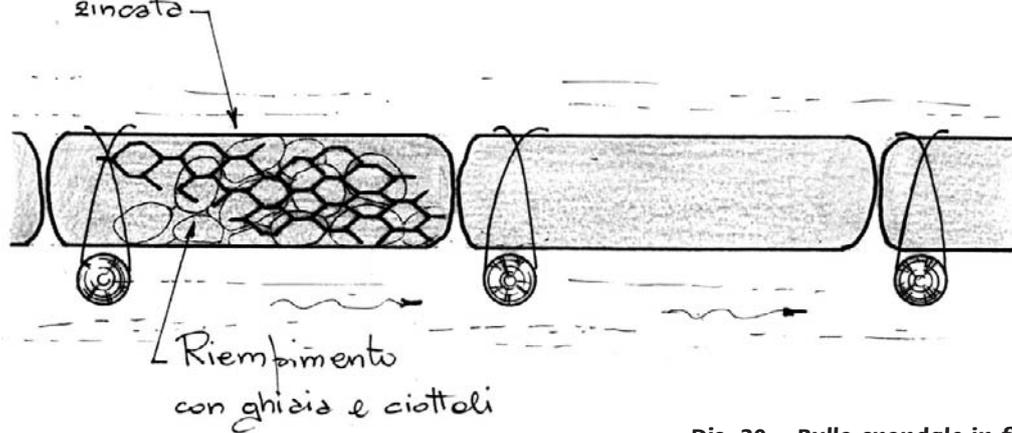


Dis. 28 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase3 (sezione).

Dis. 29 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 3 (vista frontale).



Posa dei singoli elementi cilindrici in rete metallica a doppia torsione zincata

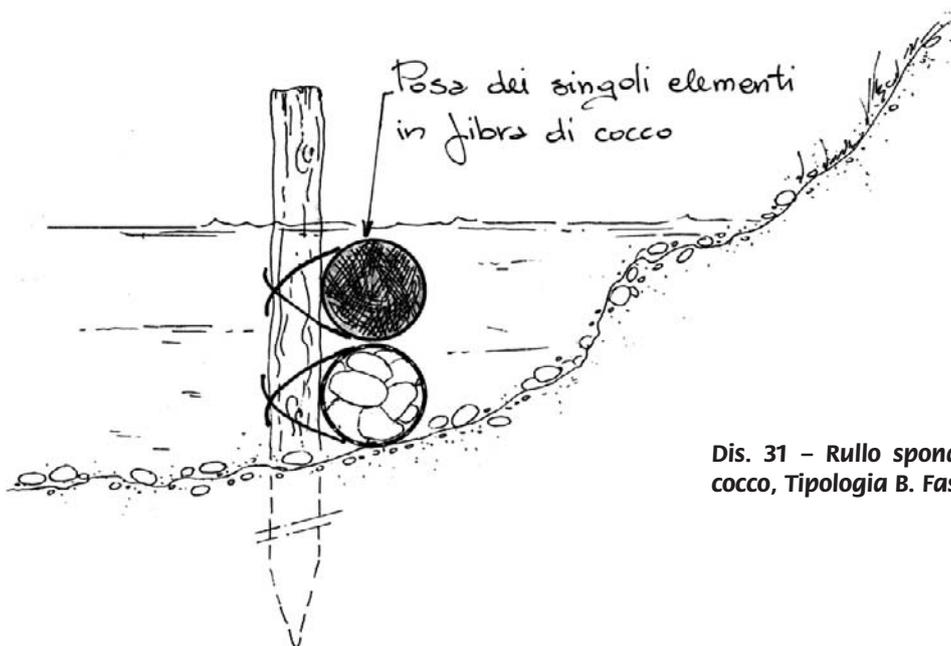


Dis. 30 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 3 (pianta).

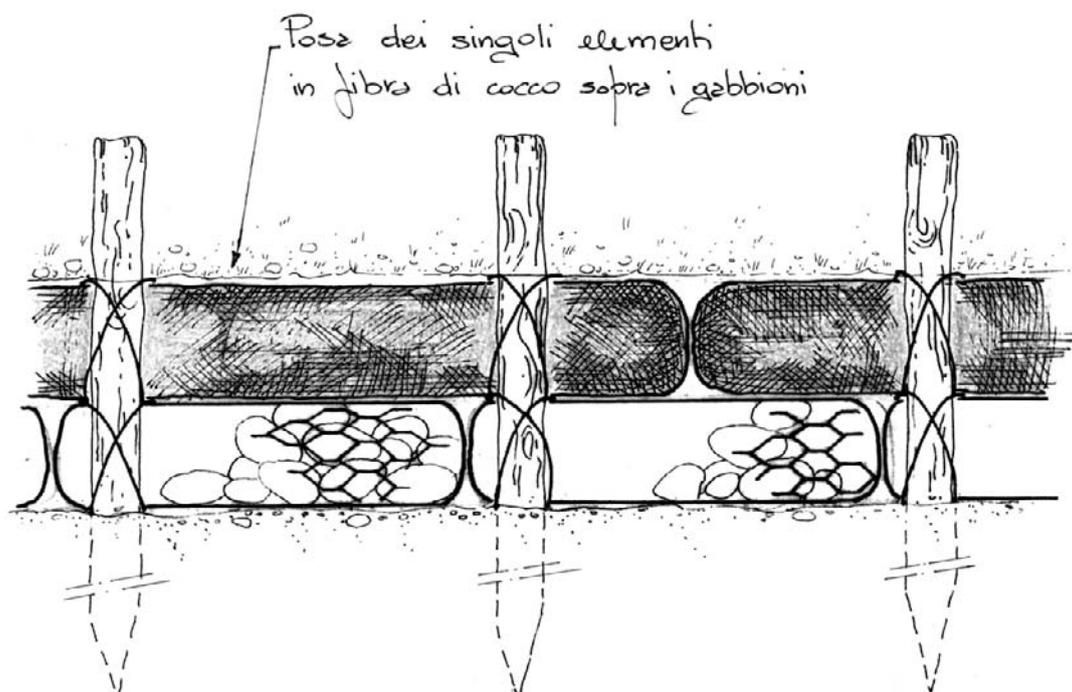
### Accorgimenti particolari

- Intestare il primo e l'ultimo singolo elemento ("rullo" o "burga" o gabbione cilindrico) in profondità nella sponda, onde evitare zone di penetrazione da parte dell'acqua, preludio di erosioni e scalzamenti.
- Evitare di far coincidere l'unione di singoli elementi ("rulli" o "burghe" o gabbioni cilindrici) con i tronchi.

**Fase 4** - Posa di singoli elementi in fibra di cocco ("rulli") (primo ordine), uno di seguito all'altro ed a contatto tra loro, sopra la fila di gabbioni cilindrici e loro fissaggio mediante legatura con filo di ferro zincato ai tronchi infissi. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completata manualmente (Dis. 31, 32, 33).



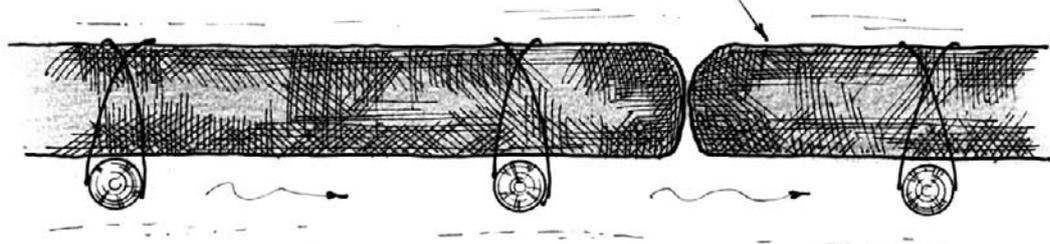
Dis. 31 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 4 (sezione).



Dis. 32 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 4 (vista frontale).

Dis. 33 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 4 (pianta).

Posa dei singoli elementi in fibra di cocco

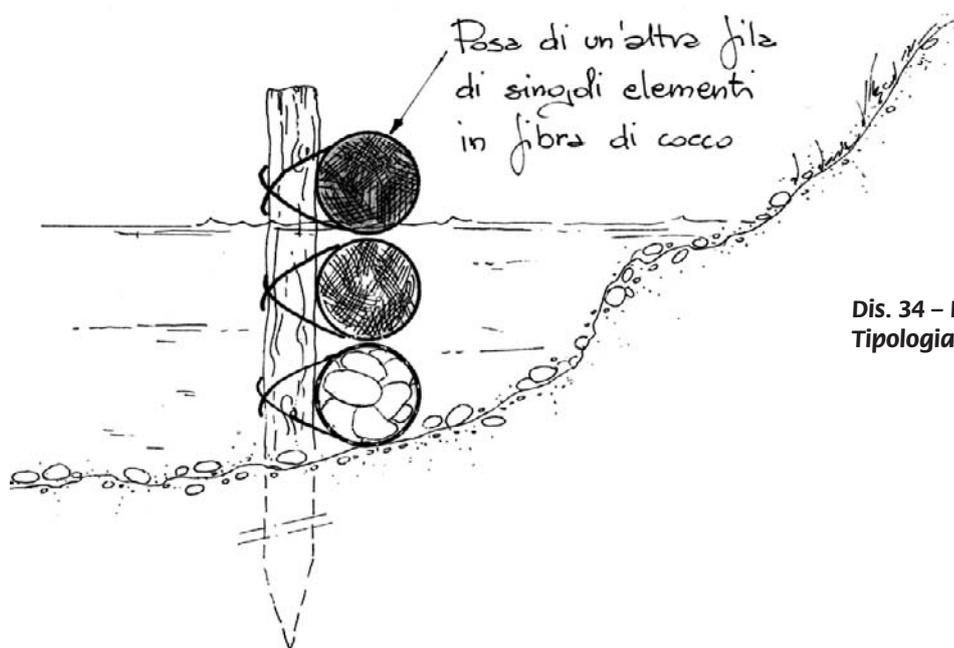


Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Posa e fissaggio del primo ordine di elementi ("rulli") (in opera) (Foto R.Ferrari).

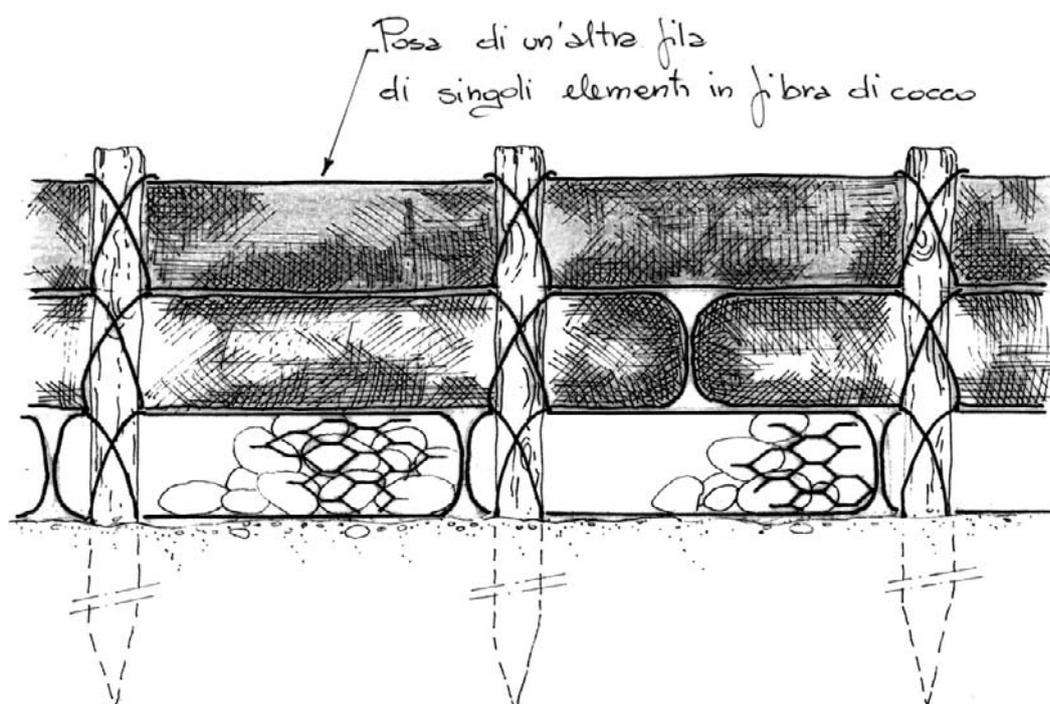
### Accorgimenti particolari

- Intestare il primo e l'ultimo singolo elemento ("rullo") in profondità nella sponda, onde evitare zone di penetrazione da parte dell'acqua, preludio di erosioni e scalzamenti.
- Evitare di far coincidere l'unione di singoli elementi ("rulli") con i tronchi.

**Fase 5** - Posa di singoli elementi in fibra di cocco ("rulli") (secondo ordine), secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti. Generalmente con questa fila dovrebbe essere superato il livello medio dell'acqua. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completata manualmente (Dis. 34, 35, 36).



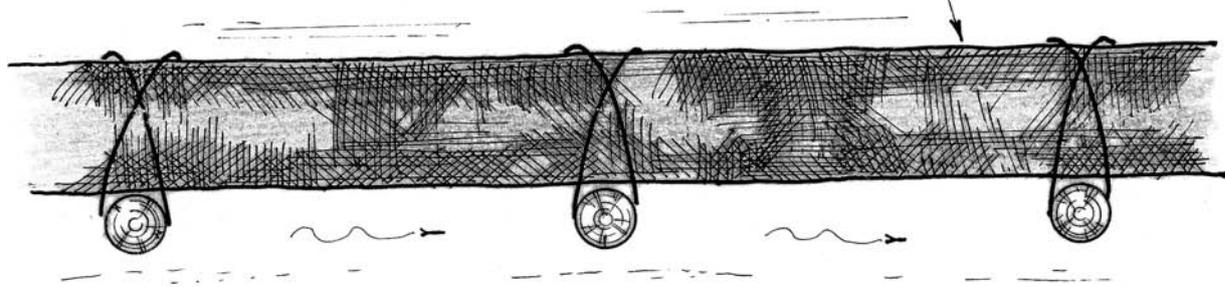
Dis. 34 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 5 (sezione).



Dis. 35 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 5 (vista frontale).

Dis. 36 – Rullo spondale  
in fibra di cocco, Tipolo-  
gia B. Fase 5 (pianta).

Posa di un'altra fila di singoli  
elementi in fibra di cocco



Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Posa e fissaggio del secondo ordine di elementi ("rulli") (in opera) (Foto R.Ferrari).

### Accorgimenti particolari

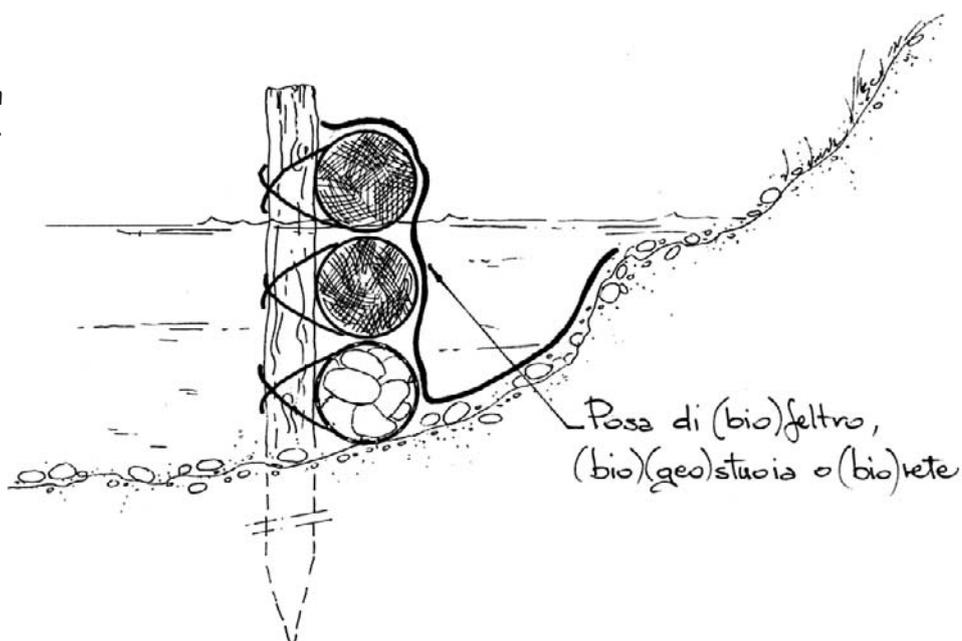
- Posizionare i singoli elementi in fibra di cocco ("rulli") sfalsati relativamente alle estremità rispetto a quelli della fila sottostante per garantire una maggiore compattezza finale della struttura ed evitare il formarsi di moduli indipendenti.

Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Sfalsamento dei singoli elementi ("rulli") dei due ordini (in opera) (Foto R.Ferrari).



**Fase 6** - Eventuale posa di biostuoia s. l. (biofeltro, biostuoia, biorete) a contatto con le file dei "rulli" dalla parte rivolta alla sponda (interna) e per tutta l'altezza della struttura, al fine di contrastare eventuali rifluimenti del materiale di riempimento (Dis. 37).

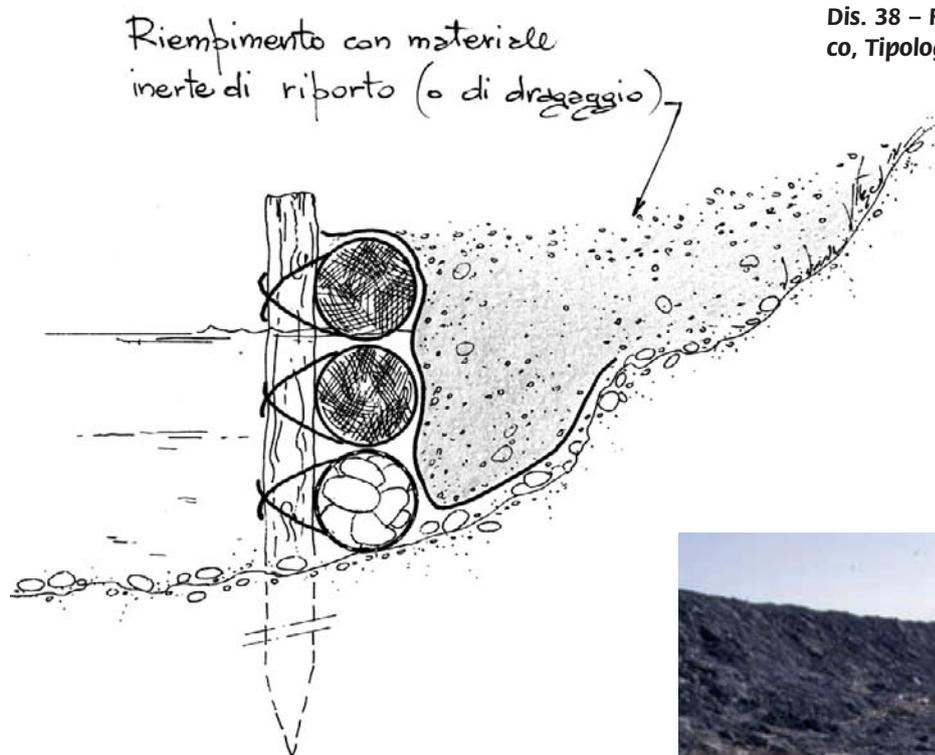
Dis. 37 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 6 (sezione).



### Accorgimenti particolari

- Scegliere la biostuoia s. l. (biofiltro, biostuoia, biorete) tenendo presente che **la scelta di questi materiali e le loro caratteristiche (tipo, origine, grammatura, dimensione delle maglie, ...)** è di estrema importanza per l'attecchimento della componente vegetale viva e spesso è causa di insuccesso finale: ad una funzione di trattenimento del materiale di riempimento deve associare caratteristiche di permeabilità agli apparati radicali; pertanto deve essere attentamente vagliata e decisa in fase progettuale ed altrettanto attentamente controllata in fase esecutiva.

**Fase 7** - Riempimento con materiale inerte di riporto (o di dragaggio) e riprofilatura della sponda. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completata manualmente (Dis. 38).

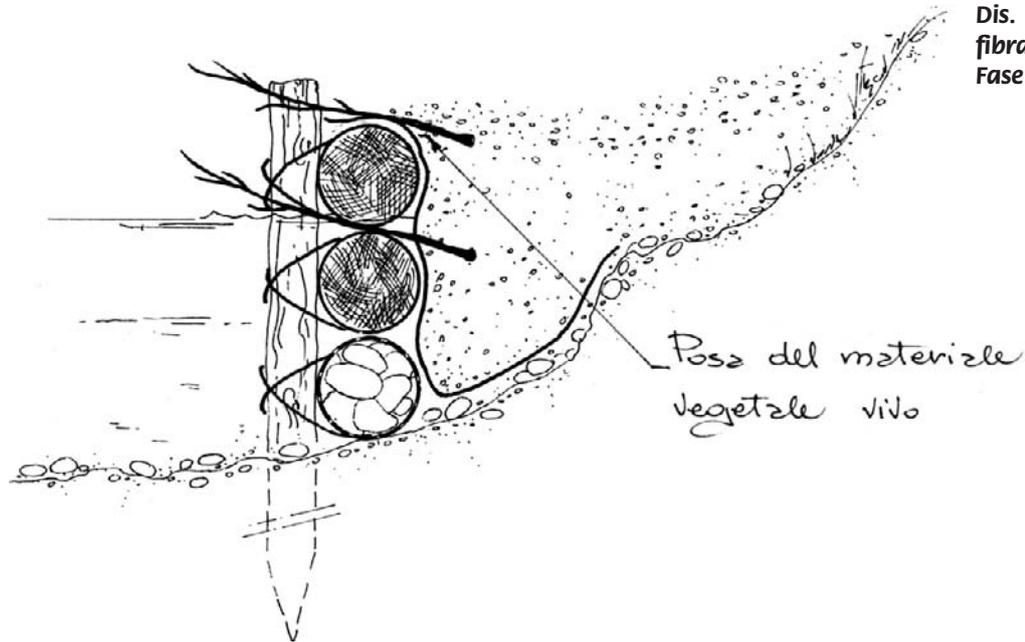


Dis. 38 – Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 7 (sezione).

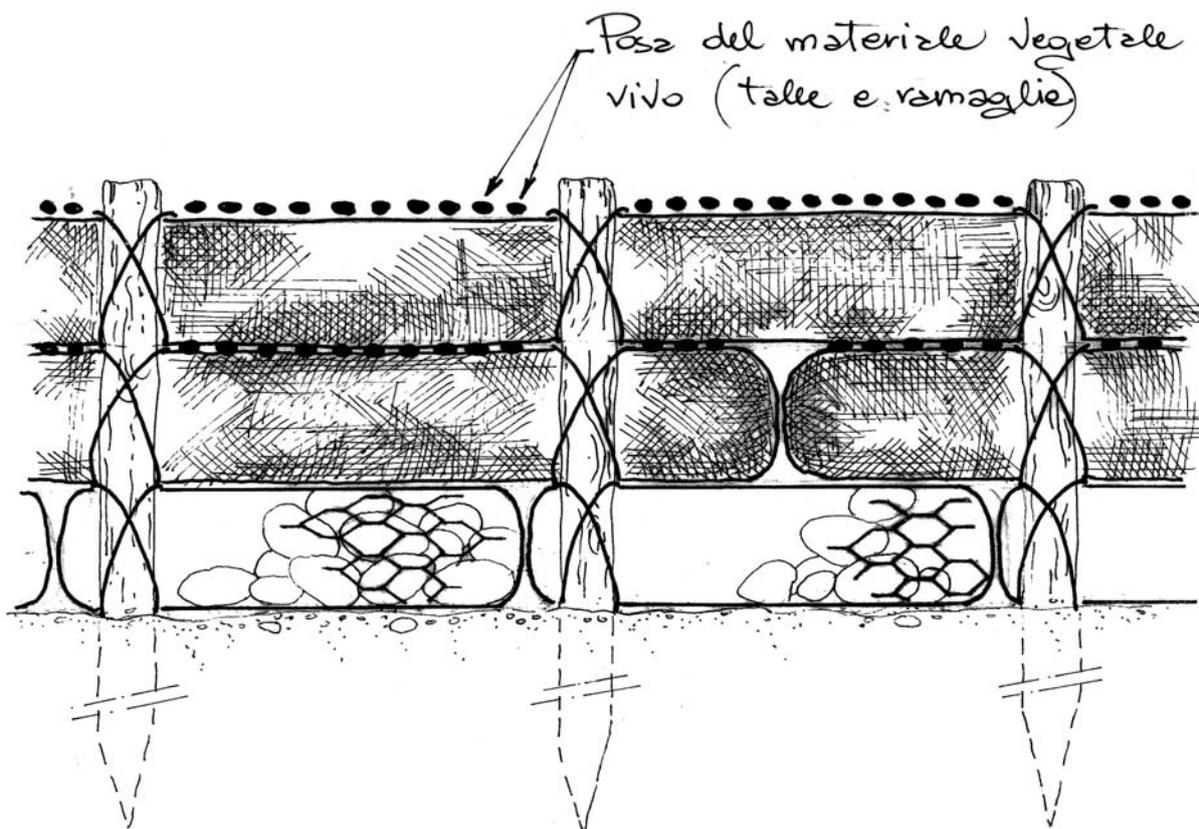


Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Riempimento con materiale derivato da dragaggio (in opera) (Foto R.Ferrari).

**Fase 8** - Posa di materiale vegetale vivo (talee e ramaglie) derivato da specie autoctone atte alla riproduzione vegetativa, tra le file dei "rulli" e sopra l'ultima di esse e lasciando sporgere le estremità esternamente alla struttura per 10-20 cm; la densità ottimale è prossima a 10 elementi/m, ma può variare notevolmente. (Dis. 39, 40, 41).



Dis. 39 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 8 (sezione).



Dis. 40 - Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fase 8 (vista frontale).

Dis. 41 – Rullo spon-  
dale in fibra di cocco,  
Tipologia B. Fase 8  
(pianta).



Rullo spondale in fibra di cocco, Ti-  
pologia B. Posa di materiale vegetale  
vivo (astoni e ramaglie di TAMARIX GAL-  
LICA) (in opera) (Foto R.Ferrari).



Rullo spondale in fibra di coc-  
co, Tipologia B. La densità del  
materiale vegetale vivo (talee  
di TAMARIX GALICA) può variare  
notevolmente (in opera) (Foto  
R.Ferrari).

### Accorgimenti particolari

- 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.
- Reperire il materiale vegetale vivo in luoghi prossimi al sito di intervento e porlo 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.

(per altri dettagli vedere alla voce PRELIEVO, CONSERVAZIONE, PREPARAZIONE E POSA TALEE s.l. nel paragrafo Alternativa A Rullo spondale in fibra di cocco con disposizione "a gradoni")

### ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Operare al di fuori del periodo di riposo vegetativo.
- Utilizzare specie che non possiedono capacità di riproduzione vegetativa.
- Utilizzare specie non compatibili con l'ambiente acquatico.
- Porre poca cura ed attenzione nella posa del materiale vegetale vivo, che deve rispettare il verso di crescita.

**Fase 9** - Realizzazione di raccordi con la morfologia preesistente (nelle zone laterali e sommitale della struttura onde evitare pericolosi inneschi erosivi e sifonamenti), asporto di detriti e scarti di lavorazione (eventuali residui organici quali rami, ramaglia, legno possono essere mischiati al materiale di riempimento, facendo però attenzione che non provochino il formarsi di pericolosi vuoti in fase di costipamento), pulizia totale del sito. Tali operazioni vengono effettuate mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completate manualmente.

**Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Raccordo laterale della struttura con la morfologia preesistente (in opera) (Foto R.Ferrari).**



**Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Sistemazione finale dell'area di cantiere (in opera) (Foto R.Ferrari).**

**Fase 10** - Generalmente vengono realizzate altre tipologie di Ingegneria Naturalistica (Idrosemina, Viminata viva, Fascinata viva, ...) su tutta la superficie a monte dell'intervento.

## Cosa succede dopo il cantiere

Appena terminata la realizzazione, la struttura è in grado di assolvere alle necessità per le quali è stata progettata e costruita: azione antiersiva spondale, consolidamento.

### Evoluzione

È però nel tempo che il Rullo spondale in fibra di cocco si differenzia da analoghi interventi che non si avvalgono di componenti vegetali vivi.

Appena superato il periodo di riposo vegetativo, inizia l'emissione delle parti radicali (e di quelle aeree) dando il via a quel procedimento continuo di consolidamento della struttura e di interconnessione della stessa al substrato che sopperirà poi al decadimento della componente portante (la durata della fibra di cocco è strettamente legata alle condizioni fisiche del sito). Già nella prima stagione vegetativa i getti possono raggiungere lunghezze anche superiori al metro, testimoniando un perfetto attecchimento ed un idoneo sviluppo radicale, anche se questo dipende sia dalle specie impiegate sia da fattori esterni quali quelli legati all'ubicazione dell'intervento (substrato, quota, esposizione), nonché quelli climatici e meteorologici.



**Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia A. Evoluzione all'inizio della prima stagione vegetativa (post operam) (Foto R.Ferrari).**



**Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Evoluzione all'inizio della prima stagione vegetativa (post operam) (Foto R.Ferrari).**

## Manutenzione

In particolar modo durante il primo anno dalla realizzazione è necessaria una manutenzione attenta e mirata.

Manutenzione ordinaria:

- irrigazione alla fine del cantiere

Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Irrigazione dell'area del sito di intervento ultimate le operazioni di cantiere (in opera) (Foto R.Ferrari).



- potatura (durante gli idonei periodi)

Manutenzione straordinaria:

- ripristino di eventuali locali svuotamenti dovuti ad erosioni a seguito di forti precipitazioni e/o a variazioni del livello idrico, della velocità e della portata d'acqua



Rullo spondale in fibra di cocco, Tipologia B. Fenomeno erosivo contrastato dalla crescita dell'apparato radicale (*Tamarix gallica*) (post operam) (Foto R.Ferrari)

- *ripascimento di eventuali assestamenti gravitativi dovuti a costipamento naturale*
- *sostituzione di parte del materiale vegetale originariamente vivo che non ha attecchito*
- *diradamento*
- *irrigazione di soccorso durante periodi particolarmente critici (delle parti strutturali non a contatto con l'acqua)*

### **Insuccessi**

*Sempre durante il primo anno dalla realizzazione si vengono a determinare le maggiori possibilità di insuccesso non facilmente generalizzabili, ma comunque ascrivibili quasi sempre alla non osservanza delle necessità vitali del materiale vegetale vivo durante la sua manipolazione nella fase costruttiva e soprattutto quelle derivate da manutenzioni effettuate senza le dovute cure; da non sottovalutare inoltre i danni spesso irreparabili dovuti all'azione di animali selvatici e non.*

-  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:

