



REGIONE LAZIO

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

QUADERNO DI CANTIERE

**PALIFICATA VIVA DOPPIA
DI VERSANTE**



REGIONE LAZIO

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

QUADERNO DI CANTIERE

PALIFICATA VIVA DOPPIA DI VERSANTE

QUADERNI DI CANTIERE

Volume 6: PALIFICATA VIVA DOPPIA (di versante)

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

Da 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

Dieci 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

Nell'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

Immaginiamo 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

Tutte 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 in tronchi disposti, in livelli sovrapposti, perpendicolarmente uno all'altro a formare una "gabbia" di contenimento per il materiale inerte di riporto ed il materiale vegetale vivo.

Presenta due pareti di cui una esterna, frontale, ed una interna, a contatto con il substrato, parallele ed inclinate con valore massimo di circa 60° rispetto all'orizzontale (valori maggiori di inclinazione non permettono la captazione dell'apporto minimo di acque meteoriche indispensabili alla vegetazione).

Viene indicata anche con i sinonimi Palificata viva a due pareti e Palificata viva di sostegno doppia. È conosciuta anche con le denominazioni improprie di muro verde, palizzata, gabbione di terra creando ambiguità e disguidi.

È possibile adattare questa tipologia anche all'ambiente fluviale.

Nell'ambito di questa tipologia è possibile distinguere anche la Palificata viva semplice (o Palificata ad una parete o Palificata viva di sostegno semplice) e la Palificata viva Roma, presenti anche nelle versioni adattate all'ambiente fluviale, nonché la Palificata viva spondale con palo verticale frontale, propria dell'ambito fluviale.



Palificata viva doppia (di versante). Come si presenta la tipologia appena terminata la fase realizzativa di cantiere (post operam) (Foto R.Ferrari).

Dove si fa

Viene inserita alla base di scarpate e pendii franosi sia naturali che in ambito stradale e ferroviario, anche in presenza di spinte interne che comunque devono essere valutate e compatibili con i limiti funzionali della struttura stessa.

Considerando che la profondità (larghezza) della "gabbia" non è generalmente superiore a 2÷2,5 m, in quanto altrimenti non si consentirebbe la posa del materiale vegetale vivo passante all'interno della struttura (lunghezza delle talee s.l. che devono raggiungere il fronte di scavo), questa tipologia presenta un limite dimensionale costruttivo relativamente all'altezza (max 2÷2,5 m), dovuto alle verifiche statiche di stabilità dell'opera. Per questo motivo, se il tipo di dissesto lo richiede e ci sono le

condizioni morfologiche e geotecniche, è possibile la realizzazione di più file sovrapposte a distanze predeterminate in fase progettuale.



Palificata viva doppia (di versante). Realizzazione di più file sovrapposte (post operam) (Foto R.Ferrari).

Perché si fa

Posta al piede delle aree soggette a dissesto, con la sua massa si contrappone ai movimenti gravitativi, blocca le masse a monte, favorisce il drenaggio svolgendo nel complesso azione stabilizzatrice e di consolidamento e 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, e di drenaggio, mediante la traspirazione fogliare, sostituendo nella funzionalità la struttura lignea destinata a decomporsi.

Vantaggi

- rapido effetto di consolidamento
- veloce realizzazione
- 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

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 ($T \max 15^\circ \text{C}$) od in celle frigorifere ($T 0\div 1^\circ \text{C}$): 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 sfornamento 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
- generatore elettrico (carburante), cavo elettrico di idonea lunghezza, raccordi elettrici
- trapano elettrico (potenza min 1000 W) o a scoppio (carburante) con attrezzatura di dotazione
- punte trapano per legno (L 50 cm - \varnothing 14 mm)
- smerigliatrice angolare con attrezzatura di dotazione
- mola da taglio per ferro
- motosega (carburante, olio) con attrezzatura di dotazione, lame di riserva, attrezzatura individuale antinfortunistica
- mazzetta manico corto (1,5 kg)
- mazza manico lungo (5 kg)
- chiodi tipo cambra (o zanca)
- zappini
- gira-tronchi
- 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)

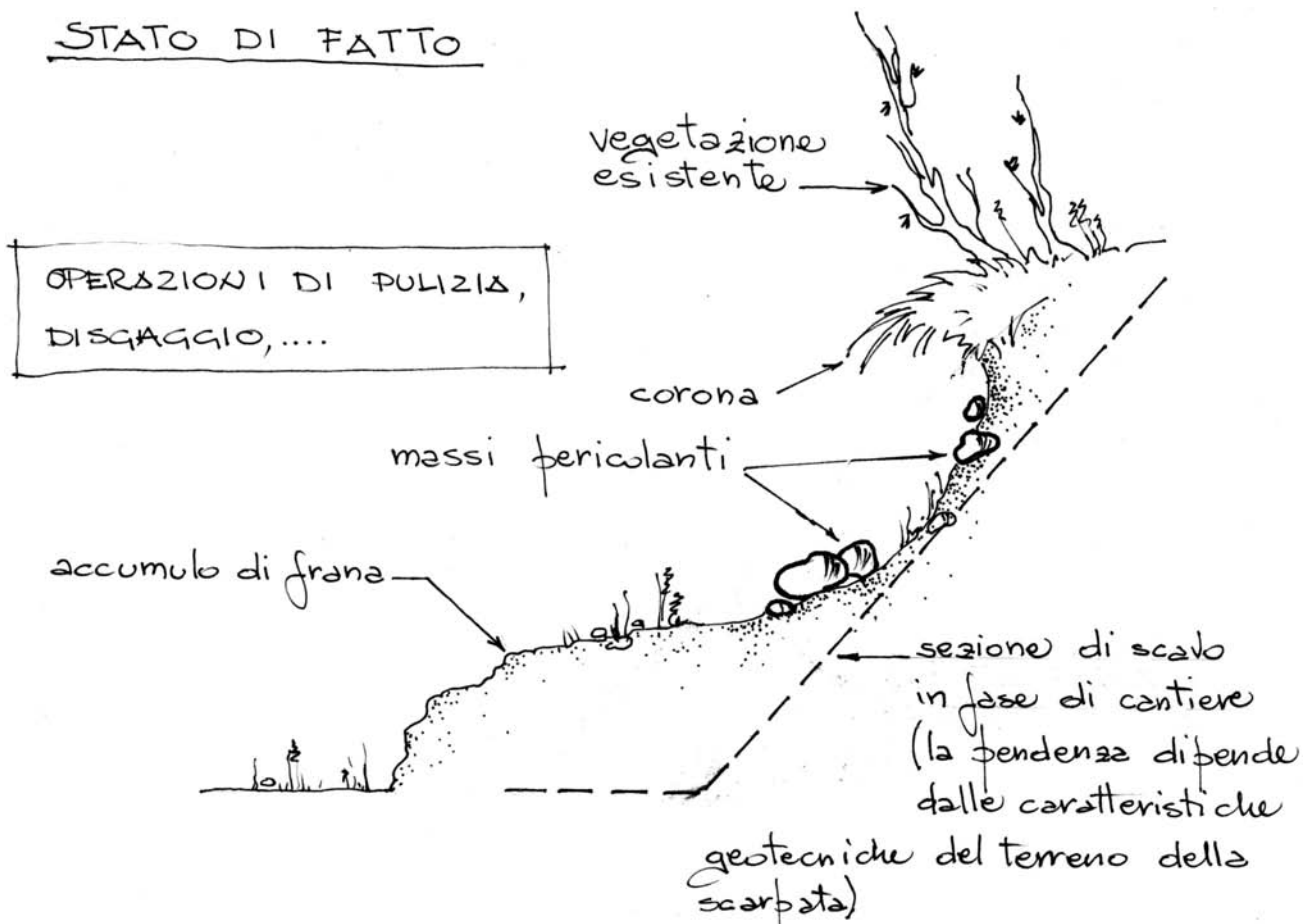
Materiali

- materiale vegetale vivo autoctono (astoni di specie atte alla riproduzione vegetativa, specie arbustive a radice nuda o in fitocella)

- tronchi (larice, castagno, pino nero) scortecciati (L 4-5 m - Ø 18÷30 cm)
- "chiodi" in tondino di ferro ad aderenza migliorata (L 40÷60 cm - Ø 14 mm)
- materiale inerte di riporto derivato da scavo in terra (con caratteristiche compatibili per lo sviluppo della componente vegetale)
- materiale inerte litoide costituito da pietrame (Ø max 30 cm) (eventuale)
- biostuoia o biorete (eventuale)

Come si esegue correttamente

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

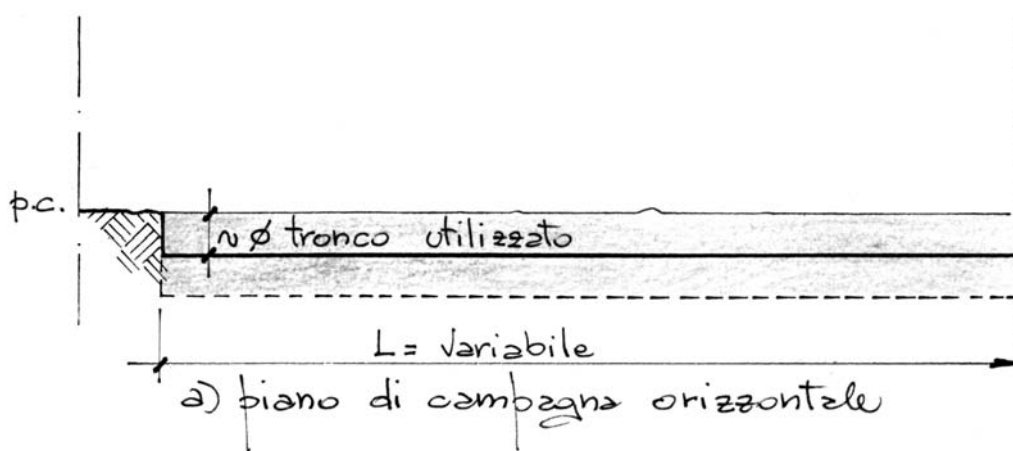
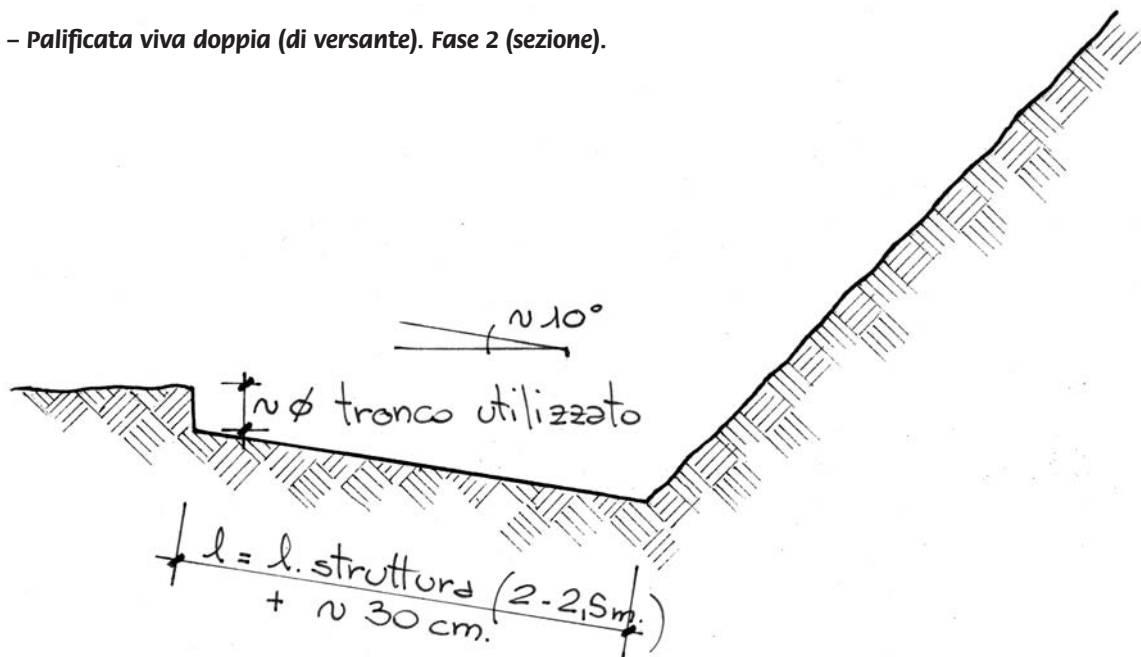


Dis. 1 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 1 - Ipotetica situazione di dissesto con evidenziati gli elementi morfologici più caratteristici e le operazioni da eseguirsi (in tratteggio la riprofilatura ed il rimodellamento del versante) (sezione).

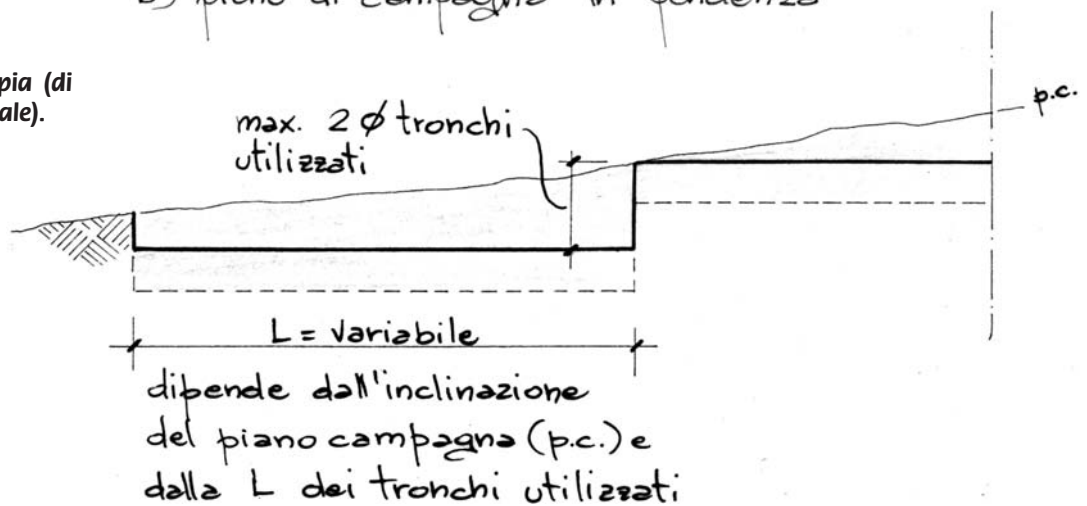
Fase 2 - Predisposizione della sede di posa, ad una quota inferiore rispetto al piano campagna (p.c.) pari a circa il diametro dei tronchi in uso, mediante scavo e preparazione del piano di appoggio della base della struttura che deve presentare andamento piano con superficie inclinata a reggipoggio di circa 10° rispetto all'orizzontale, con lunghezza e larghezza di poco superiori a quelle della struttura.

Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completata manualmente (Dis. 2, 3, 4).

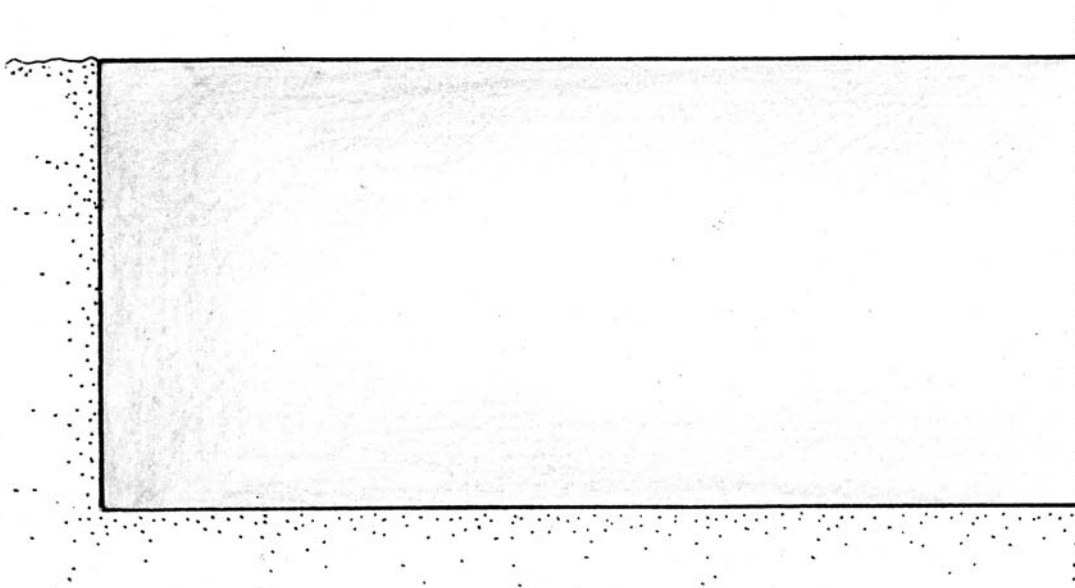
Dis. 2 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 2 (sezione).



b) piano di campagna in pendenza



Dis. 3 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 2 (vista frontale).



Predisposizione della sede di posa
mediante scavo e preparazione del
piano di appoggio

Dis. 4 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 2 (pianta).



Palificata viva doppia (di versante). Predisposizione della sede di posa (in opera) (Foto R.Ferrari).



Palificata viva doppia (di versante). Gradonatura della sede di posa nel caso di superficie morfologica in dislivello (strada in salita/discesa); la lunghezza e la profondità dei singoli gradoni dipendono dalle caratteristiche dimensionali dei tronchi a disposizione (in opera) (Foto R.Ferrari).

Accorgimenti particolari

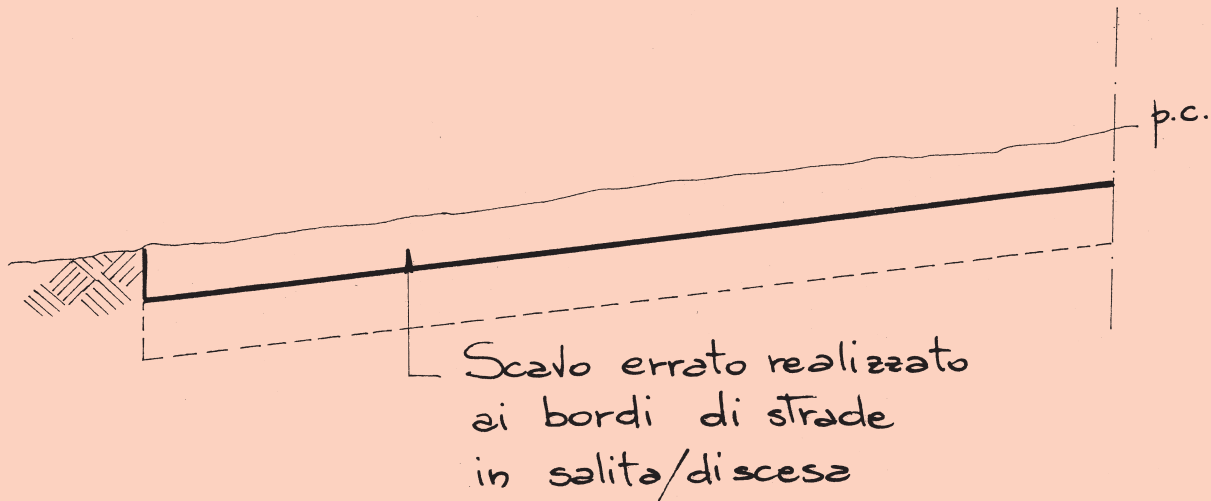
- Realizzare uno strato basale di idoneo spessore con materiale avente qualità e proprietà migliori, se il substrato non presenta le necessarie caratteristiche geotecniche.
- Predisporre gli eventuali sistemi drenanti (è possibile utilizzare materiali naturali quali pietrame, fascine, ...) nella parte basale e posteriore della struttura.



Palificata viva doppia (di versante). Sistema drenante tradizionale costituito da tubo microfessurato in PVC avvolto in geotessile, posizionato nella parte posteriore basale della struttura (in opera) (Foto R.Ferrari).

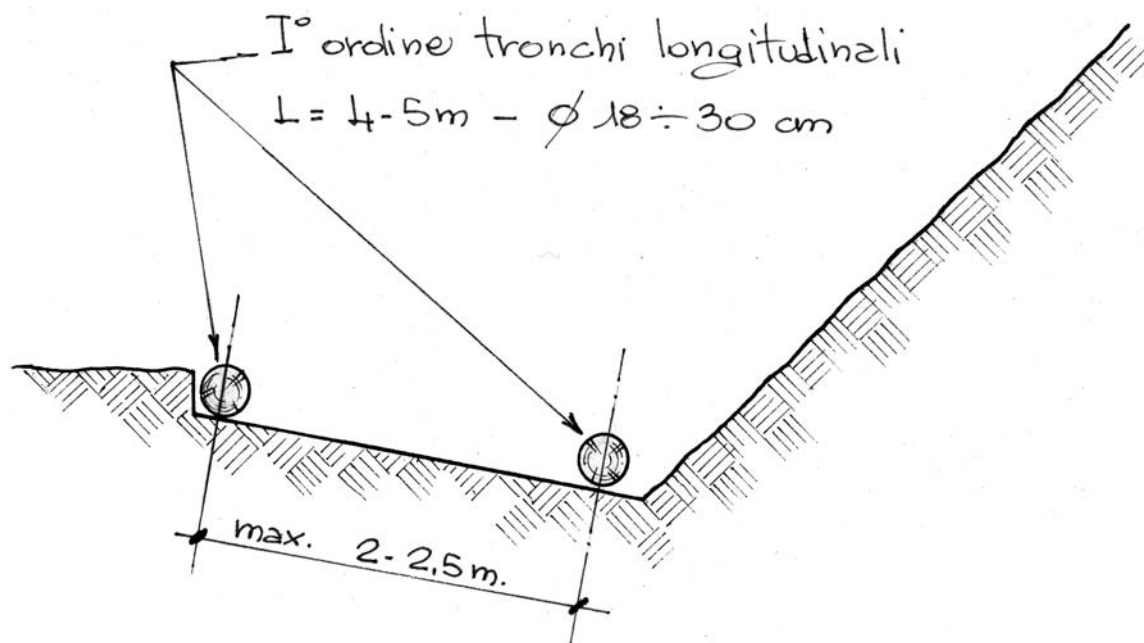
ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Non dare alla superficie di base sufficiente inclinazione a reggipoggio.
- Tendenza a conservare, in senso longitudinale, l'eventuale pendenza della superficie morfologica originaria (caso tipico nelle realizzazioni ai bordi di strade o piste in salita/discesa) (Dis. 5).

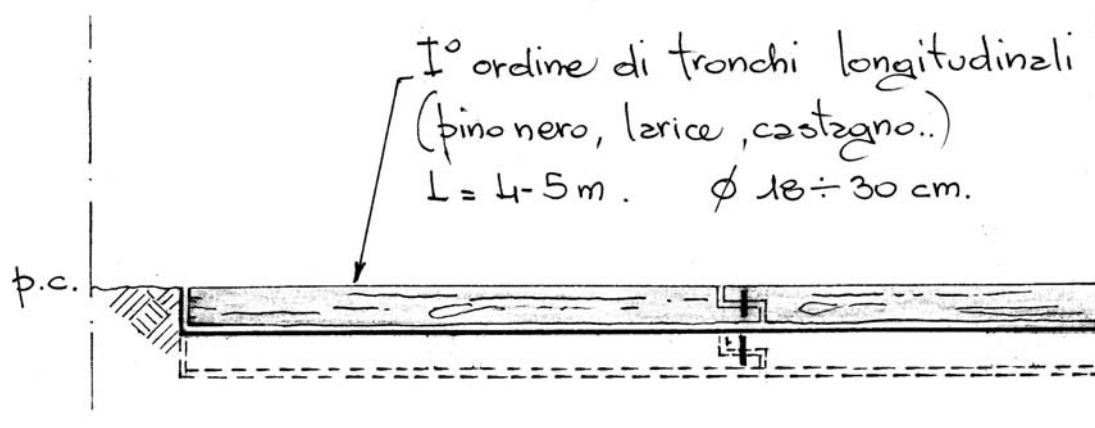


Dis. 5 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 2 – Errato mantenimento dell'eventuale pendenza longitudinale della superficie morfologica originaria (vista frontale).

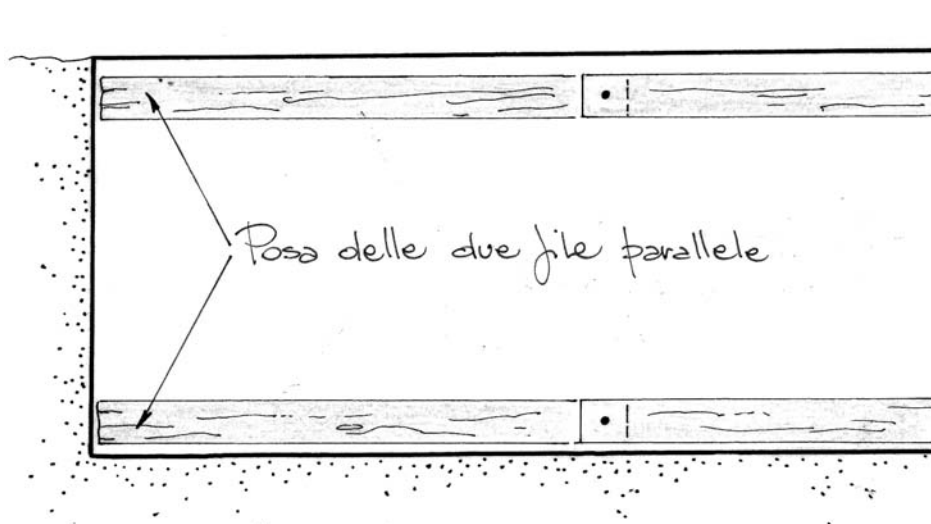
Fase 3 - Posa e fissaggio di tronchi longitudinali (correnti) (primo ordine), della lunghezza massima disponibile, in due file orizzontali e parallele: la più avanzata costituisce il limite esterno, a vista, dell'opera finita; la più arretrata costituisce il limite interno, a stretto contatto con la superficie dello scavo, a ridosso del substrato. La distanza tra le due file (interasse) deve rispettare le indicazioni progettuali basate su calcoli strutturali e di stabilità e non deve comunque in nessun caso superare la lunghezza delle talee disponibili (**per l'esperienza derivata dall'uso delle specie reperibili, tale limite può essere determinato a circa 2-2,5 m**). I tronchi longitudinali devono venire uniti uno all'altro mediante incastro a sormonto; il fissaggio viene effettuato mediante trapanazione sequenziale di entrambi i tronchi e successivo inserimento con battitura manuale del "chiodo" costituito da tondino di ferro ad aderenza migliorata (per tronchi con un diametro pari a 20÷40 cm è opportuno adottare un diametro preforo/chiodatura pari a 14 mm). L'utilizzo del mezzo meccanico si limita alla movimentazione degli elementi più pesanti e ad assistenza in genere (Dis. 6, 7, 8).



Dis. 6 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 3 (sezione).



Dis. 7 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 3 (vista frontale).



Dis. 8 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 3 (pianta).



Palificata viva doppia (di versante). Posa del primo ordine di tronchi longitudinali (correnti) (in opera) (Foto R.Ferrari).

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).

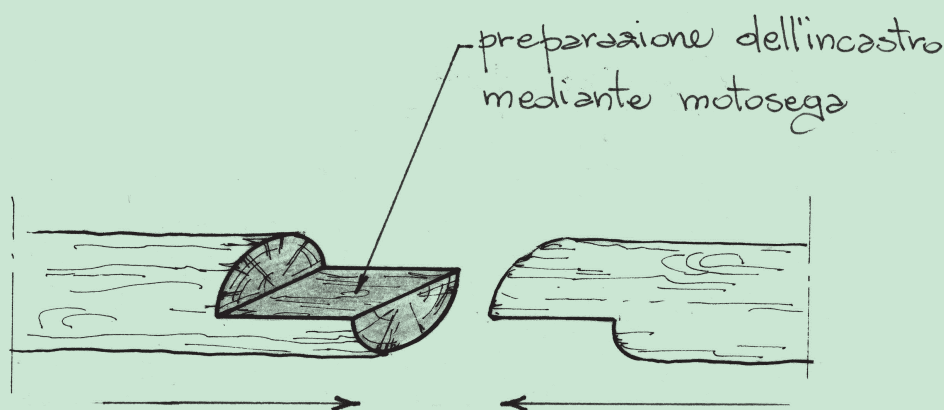


5) Ripetere l'operazione di taglio sul secondo elemento, dopo averlo ruotato di 180°.



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

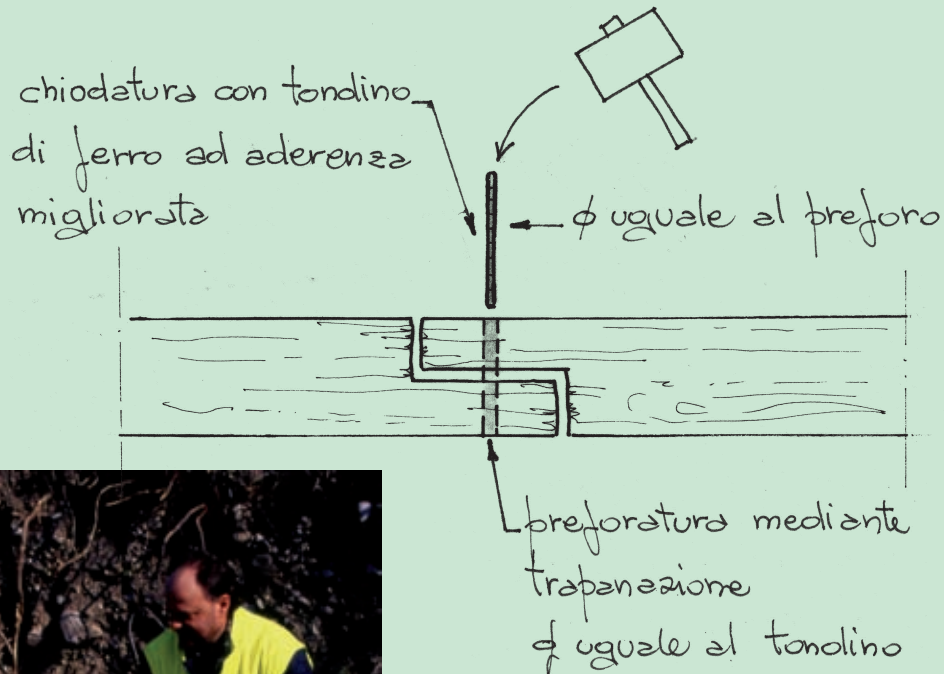
1) Fissare provvisoriamente i due elementi tra loro, mediante cambre (o zanche), in modo che non subiscano movimenti durante le successive fasi operative.

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).

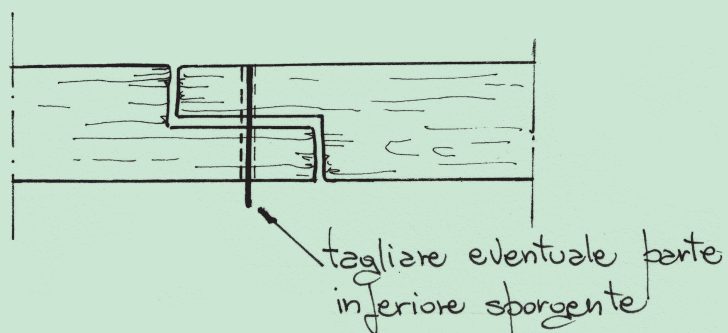
3) Inserire nel preforo il "chiodo" costituito da tondino di ferro ad aderenza migliorata, tagliato precedentemente in lunghezza pari al massimo diametro dei tronchi disponibili, battendolo manualmente mediante mazza sino a pareggiarlo con la superficie del tronco superiore.



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.



Accorgimenti particolari

- Porre attenzione nella scelta dei tronchi contigui che devono presentare diametri simili e compatibili (nel limite del possibile).
- Privilegiare la scelta dei tronchi con i maggiori diametri disponibili in cantiere.
- Privilegiare l'utilizzo dei tronchi con i maggiori diametri in assoluto nella fila esterna.

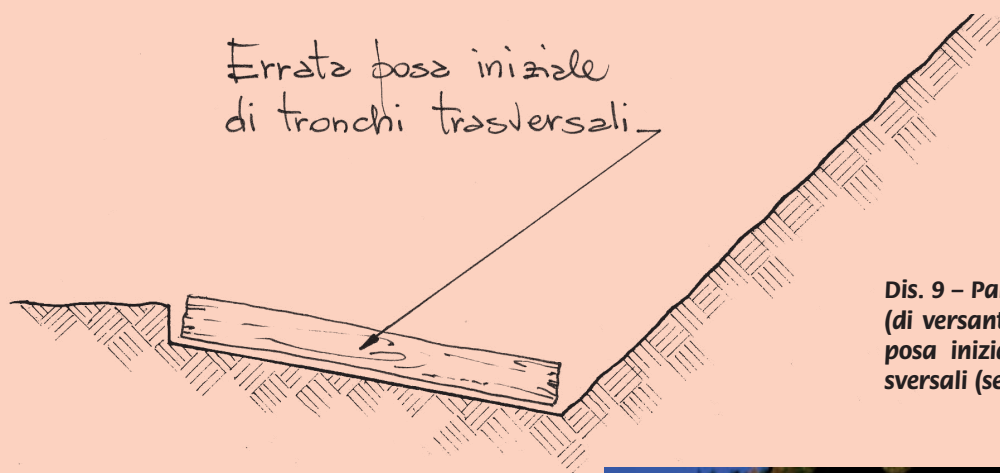
ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Fissare i tronchi longitudinali (correnti) senza incastro.



Palificata viva doppia (di versante). Errato fissaggio di tronchi longitudinali (correnti) senza incastro (l'errore viene mantenuto nella realizzazione dei successivi ordini). Inoltre distribuzione disordinata dei tronchi trasversali e disposizione caotica del pietrame della parete esterna, che permette la fuoriuscita del materiale di riempimento (post operam) (Foto R.Ferrari).

- Iniziare l'opera con la posa del successivo ordine di tronchi trasversali, innescando un potenziale "effetto slitta", soprattutto se il piano di posa non è a reggipoggio (Dis. 9).

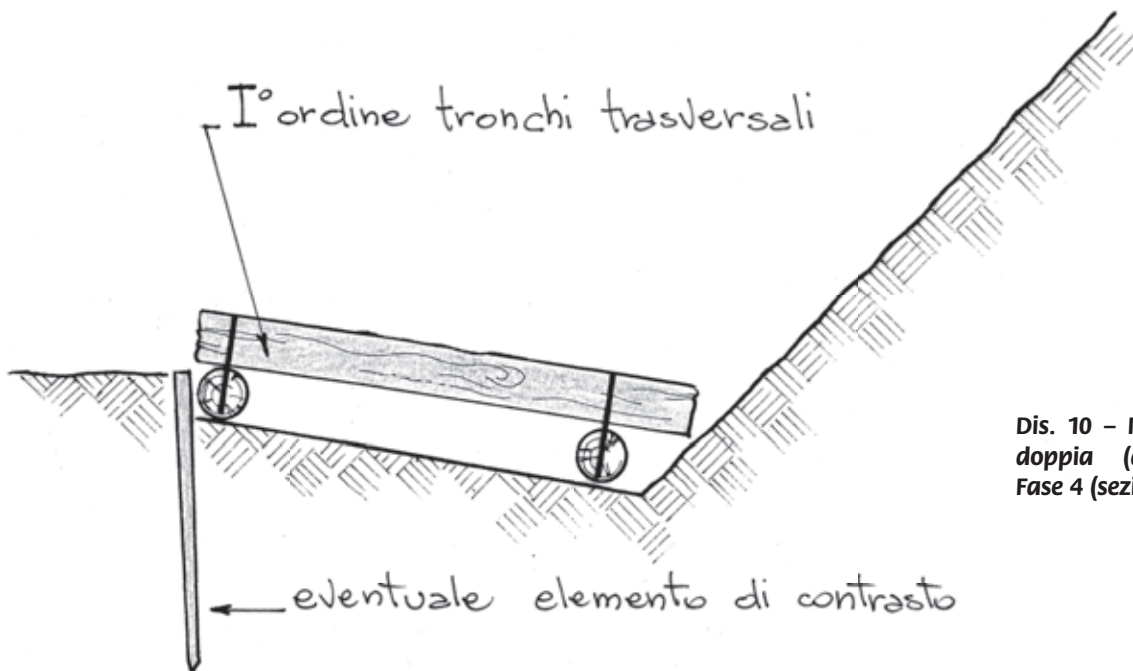


Dis. 9 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 3 – Errata posa iniziale di tronchi trasversali (sezione).

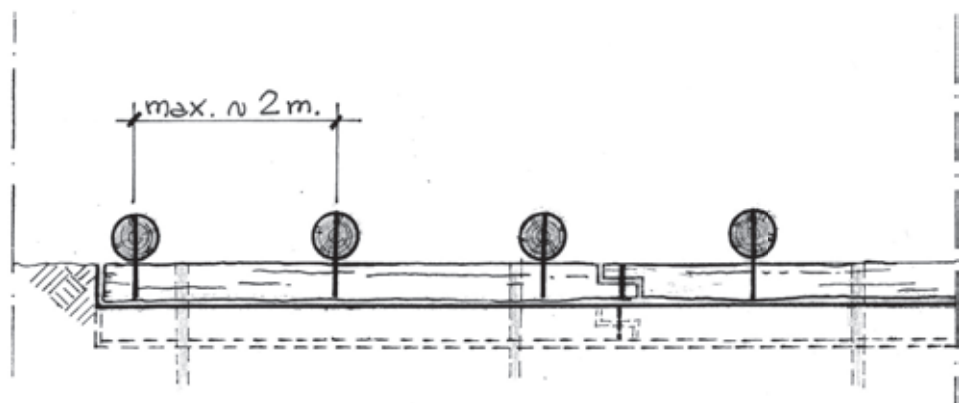
Palificata viva doppia (di versante). Errata posa iniziale di tronchi trasversali con potenziale innesco di "effetto slitta" (post operam) (Foto R.Ferrari).



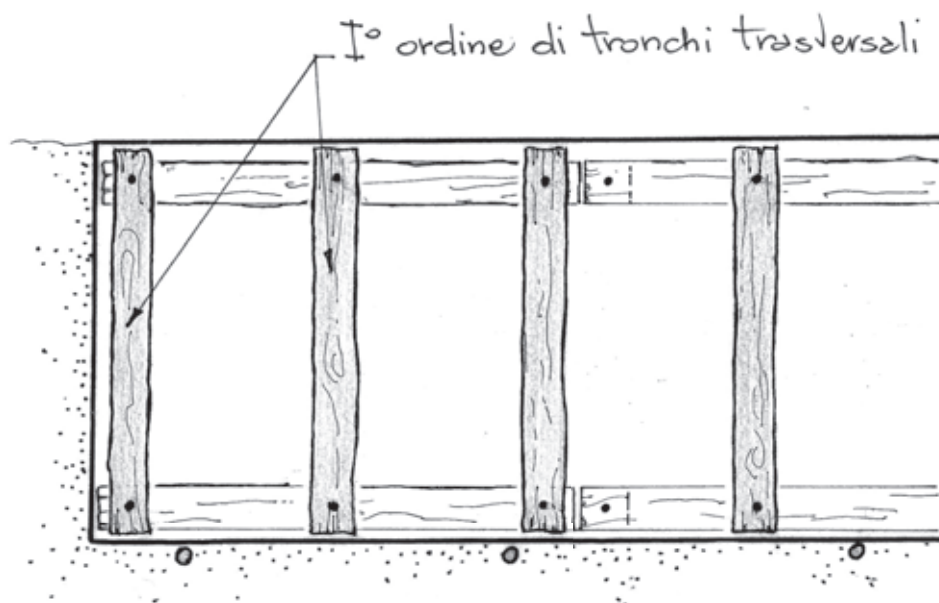
Fase 4 - Posa e fissaggio di tronchi trasversali (primo ordine), di lunghezza di poco superiore alla distanza totale delle due file di tronchi longitudinali (correnti) sottostanti, ortogonalmente ad essi e con distanza uno dall'altro (interasse) generalmente non superiore a 2 m. Il fissaggio viene effettuato mediante trapanazione sequenziale di entrambi i tronchi (trasversale e longitudinale (corrente)) e successivo inserimento con battitura manuale del "chiodo" costituito da tondino di ferro ad aderenza migliorata, analogamente a quanto fatto per il fissaggio dell'incastro tra i tronchi longitudinali. L'utilizzo del mezzo meccanico si limita alla movimentazione degli elementi più pesanti e ad assistenza in genere (Dis. 10, 11, 12).



Dis. 10 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 4 (sezione).



Dis. 11 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 4 (vista frontale).



Dis. 12 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 4 (pianta).



Palificata viva doppia (di versante). Fissaggio del primo ordine di tronchi trasversali (in opera) (Foto R.Ferrari).



Palificata viva doppia (di versante). Fissaggio del primo ordine di tronchi trasversali (in opera) (Foto F.Gubernale).

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

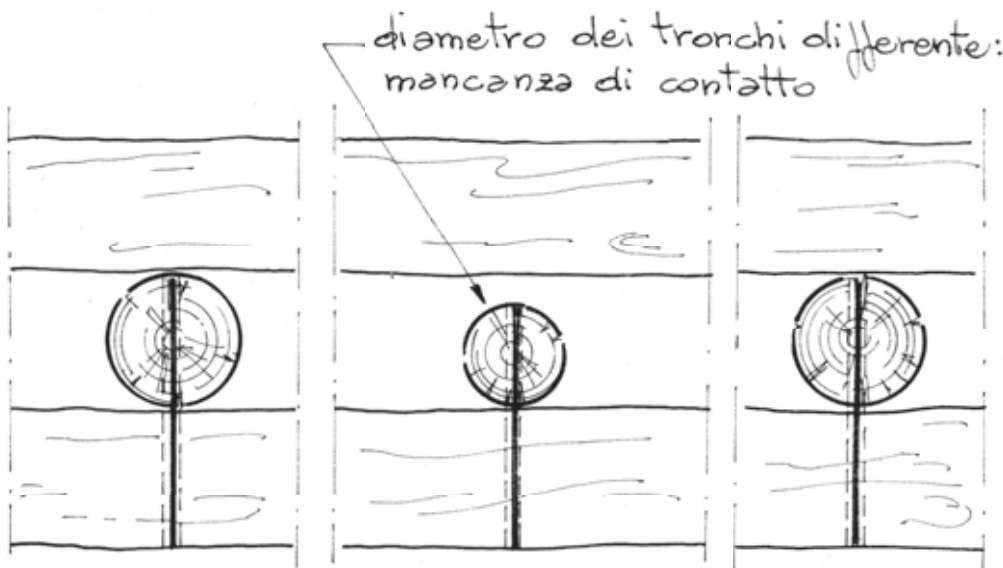
- 1) Posizionare l'elemento da unire alla struttura, a contatto con l'elemento a cui va unito, generalmente già solidale alla struttura stessa.
- 2) Fissare provvisoriamente i due elementi tra loro, mediante cambre (o zanche), in modo che non subiscano movimenti durante le successive fasi operative. 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.
Sopra: Battitura del "chiodo"
(Foto R.Ferrari).

Accorgimenti particolari

- È consigliabile avere in cantiere i tronchi della misura massima disponibile e non numerati e tagliati a seconda della loro destinazione: è preferibile eseguire questa operazione mano a mano che il materiale viene utilizzato, ottimizzandone le caratteristiche a seconda delle necessità.
- Posizionare generalmente l'estremità del tronco trasversale presentante diametro maggiore verso la parte esterna: questo contribuisce a mantenere uniforme l'inclinazione totale della struttura.
- I diametri e la conformazione dei tronchi possono essere molto variabili (specie se si utilizza il castagno) e quindi prestare particolare attenzione nella scelta dei singoli elementi che dovranno essere in contatto con il successivo sovrastante ordine di tronchi longitudinali (Dis. 13).



Dis. 13 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 4 - Scelta degli elementi trasversali: i diametri devono essere compatibilmente simili (particolare; vista frontale).

- Eventualmente realizzare una tacca in corrispondenza del punto di contatto nel caso qualche tronco presenti diametro troppo grosso: questa operazione va effettuata, mediante motosega, sempre sul lato inferiore del tronco superiore per non creare situazioni favorevoli a ristagni d'acqua. Si viene così a determinare il livellamento necessario. Nell'apprestarsi a questa operazione valutare attentamente la possibilità di indebolimento del tronco e conseguentemente dell'intera struttura, dimensionando la tacca opportunamente (Dis. 14).



Dis. 14 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 4 - Realizzazione di tacca per sopperire a diametro troppo grosso (particolare; sezione).

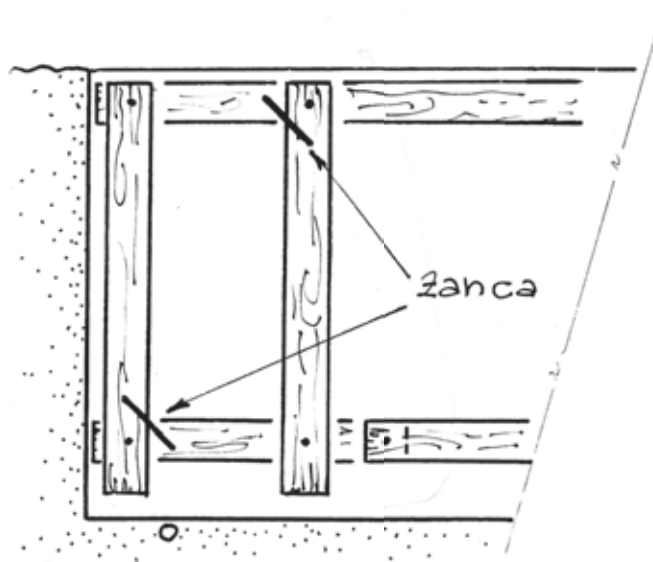
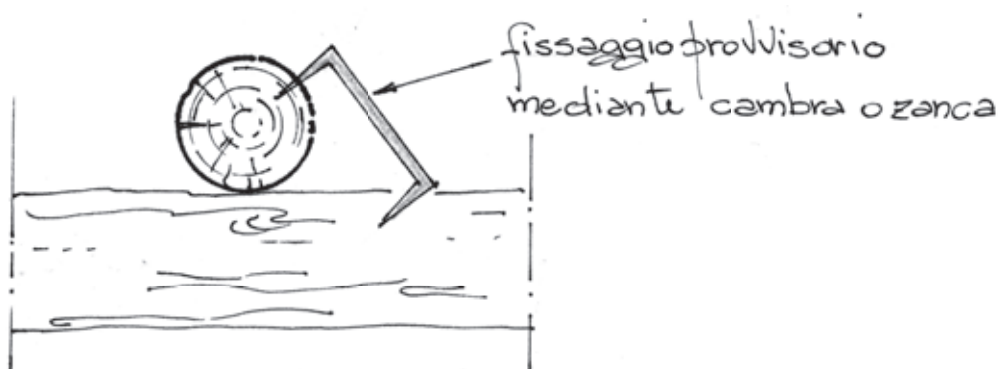


Palificata viva doppia (di versante). Realizzazione di tacca per sopperire a diametro troppo grosso (in opera) (Foto R.Ferrari).



Palificata viva doppia (di versante). Livellamento dell'elemento mediante realizzazione di tacca (in opera) (Foto R.Ferrari).

- Durante le fasi di scelta dei diametri e di fissaggio definitivo, è utile usufruire di fissaggi provvisori mediante cambre (o zanche) che poi verranno rimosse e recuperate (Dis. 15).



Dis. 15 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 4 - Fissaggio provvisorio (particolare; sezione, pianta).

- Considerare una distanza ottimale tra il punto di chiodatura e l'estremità del tronco trasversale, valutabile in fase progettuale mediante il rapporto \varnothing tronco/ \varnothing "chiodo".
- Se le caratteristiche fisico-meccaniche del substrato lo fanno ritenere opportuno, è possibile migliorare l'ancoraggio della struttura mediante infissione verticale di elementi di contrasto (tronchi, pali in legno, barre di ferro ad aderenza migliorata, putrelle in ferro) posizionati davanti al primo ordine di tronchi longitudinali ed a contatto con i tronchi stessi.

ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Utilizzare chiodatura inadeguata sia tipologicamente sia dimensionalmente per i fissaggi.



Palificata viva doppia (di versante). Chiodatura inadeguata sia tipologicamente sia dimensionalmente (post operam) (Foto R.Ferrari).

- Utilizzare filo di ferro per i fissaggi.



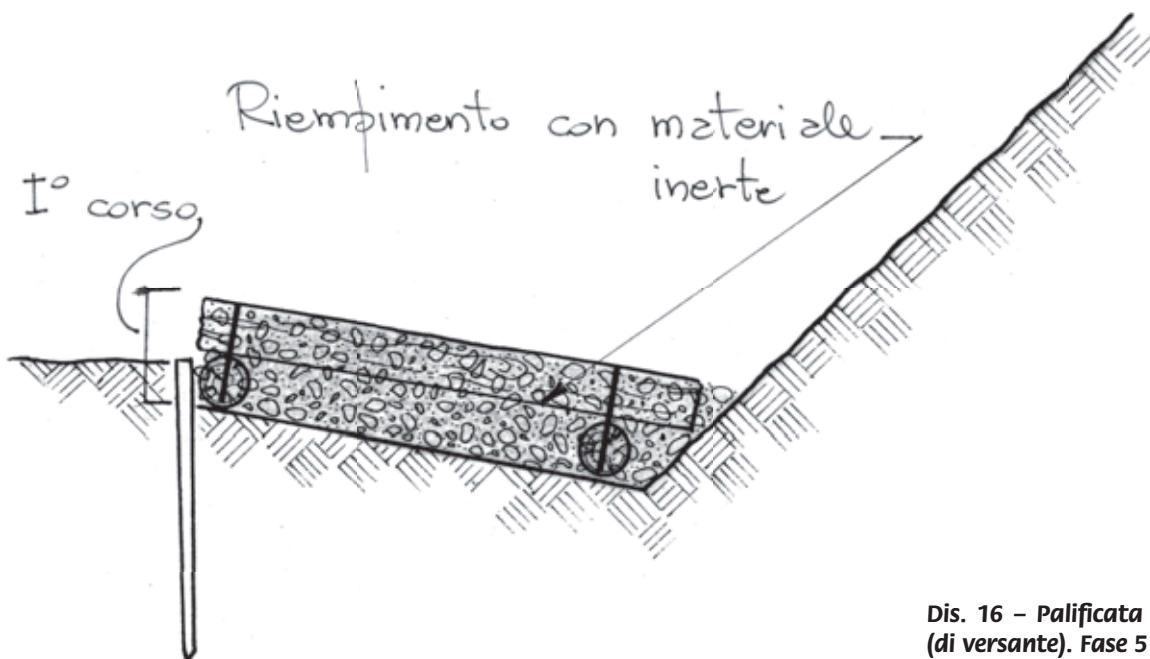
Palificata viva doppia (di versante). Fissaggio inadeguato mediante legatura con filo di ferro e mancanza di incastro tra gli elementi (tronchi) longitudinali (post operam) (Foto F.Gubernale).

- Utilizzare cambre (o zanche) per fissaggi definitivi.
- Non eseguire il preforo mediante trapanazione (questa abitudine, molto frequente, deriva sia dalla tendenza ad utilizzare chiodatura inadeguata, sia dal considerare dispersivo in termini tempo/costi l'utilizzo dell'attrezzatura e della manodopera necessarie alla corretta esecuzione).

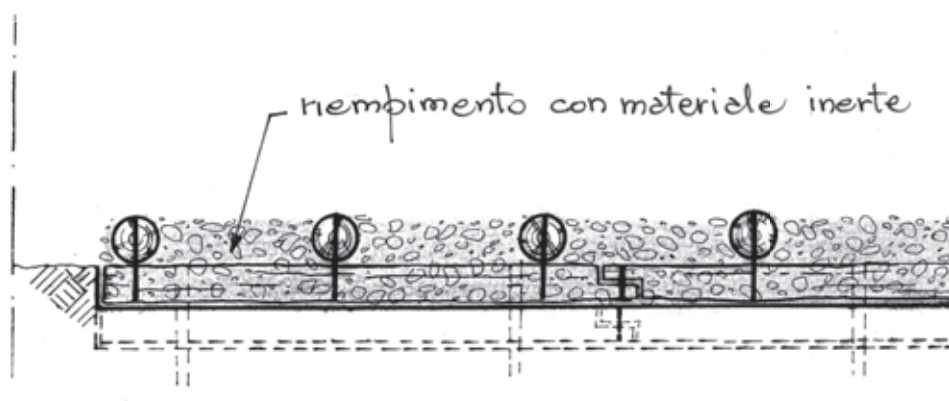
Palificata viva doppia (di versante). Errato fissaggio mediante battitura del "chiodo" senza esecuzione di preforo mediante trapanazione: il tronco si spacca (post operam)
(Foto R.Ferrari).



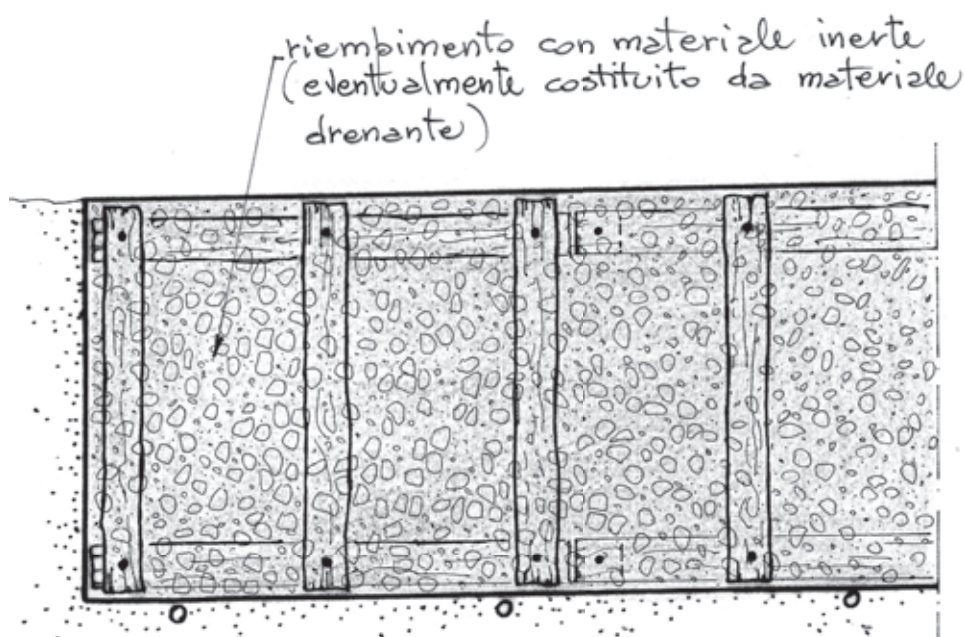
Fase 5 - Riempimento con materiale inerte di riporto per uno spessore pari alla somma del diametro del primo ordine di tronchi longitudinali (correnti) e del primo ordine di tronchi trasversali (completamento del primo corso). Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completata manualmente a formare un piano parallelo alla superficie di partenza (con inclinazione a reggipoggio), compattando il materiale ed eliminando nel contempo eventuali vuoti (Dis. 16, 17, 18).



Dis. 16 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 5 (sezione).



Dis. 17 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 5 (vista frontale).



Dis. 18 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 5 (pianta).

Accorgimenti particolari

- Migliorare (ammendare) o sostituire il materiale inerte di riporto destinato al riempimento, generalmente derivato dalla pulizia e dallo scavo preliminari, se non presenta le necessarie caratteristiche geotecniche, con materiale avente qualità e proprietà migliori.
- Realizzare eventualmente questo strato con materiale drenante.

Variante

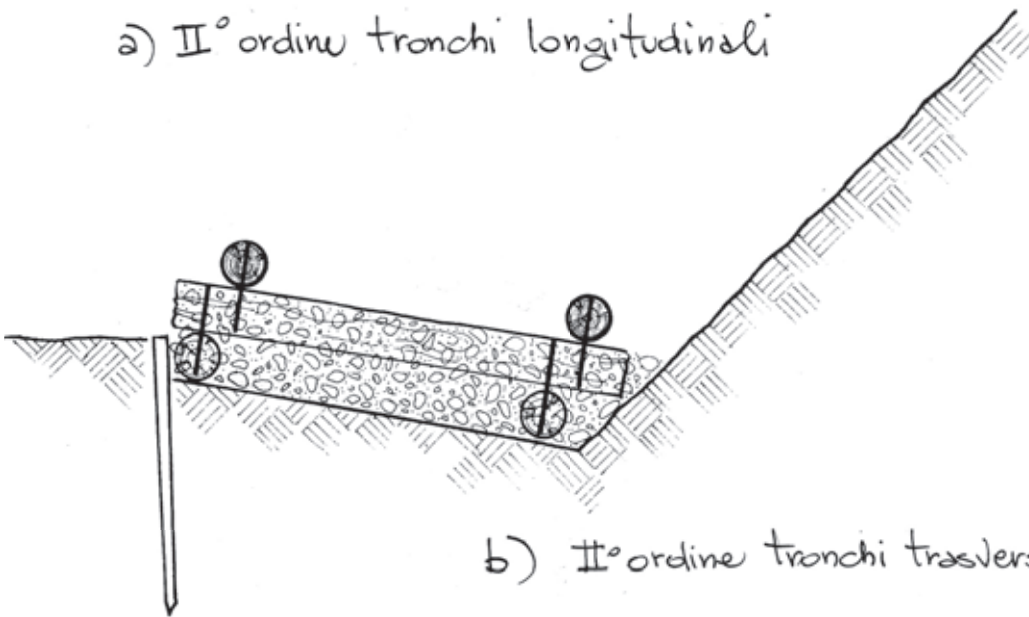
È possibile la realizzazione di una facciata a vista costituita da pietrame che deve presentare pezzatura maggiore della luce presente tra due file successive di tronchi longitudinali (correnti) e che deve necessariamente essere posizionato dall'interno, durante la fase realizzativa. Questa possibilità viene applicata laddove il materiale di riempimento sia di difficile contenimento, se ne tema il rifluimento, per aumentare il peso specifico della struttura contro la spinta attiva del terreno o per motivi estetici. Molto difficoltosa, se non impossibile, la sostituzione successiva di eventuali fallanze di materiale vegetale vivo, anche nel formato talea.



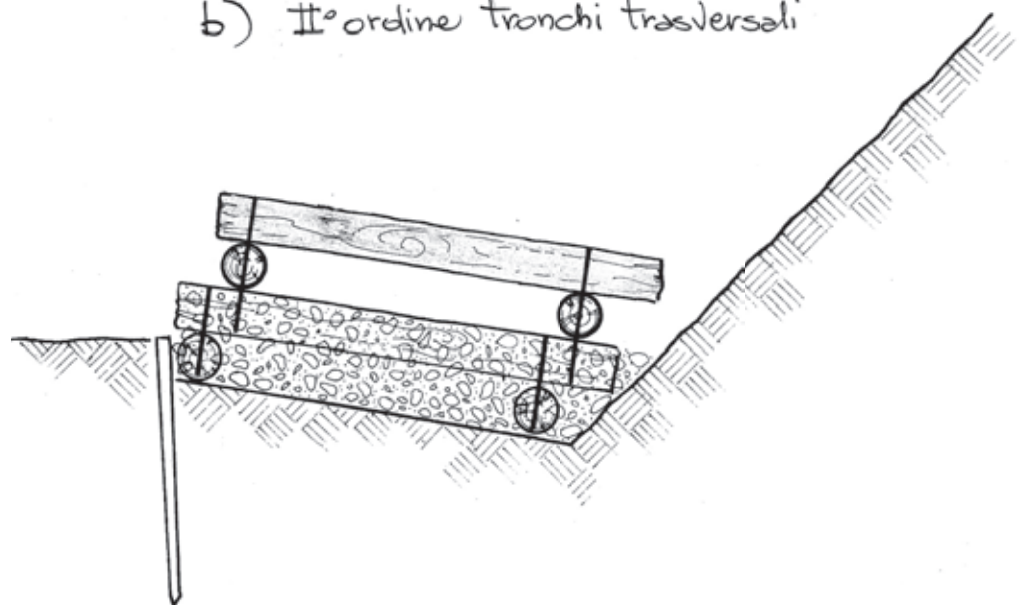
Palificata viva doppia (di versante). Utilizzo di pietrame a vista (post operam) (Foto R.Ferrari).

Fase 6 - Posa e fissaggio di tronchi longitudinali (correnti) (secondo ordine) e di tronchi trasversali (secondo ordine) secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti, iniziando dalla fila esterna di tronchi longitudinali (correnti) che deve essere arretrata verso l'interno rispetto alla prima onde consentire l'inclinazione delle pareti, anteriore e posteriore, pari a circa 60° . L'utilizzo del mezzo meccanico si limita alla movimentazione degli elementi più pesanti e ad assistenza in genere (Dis. 19, 20, 21).

a) II° ordine tronchi longitudinali

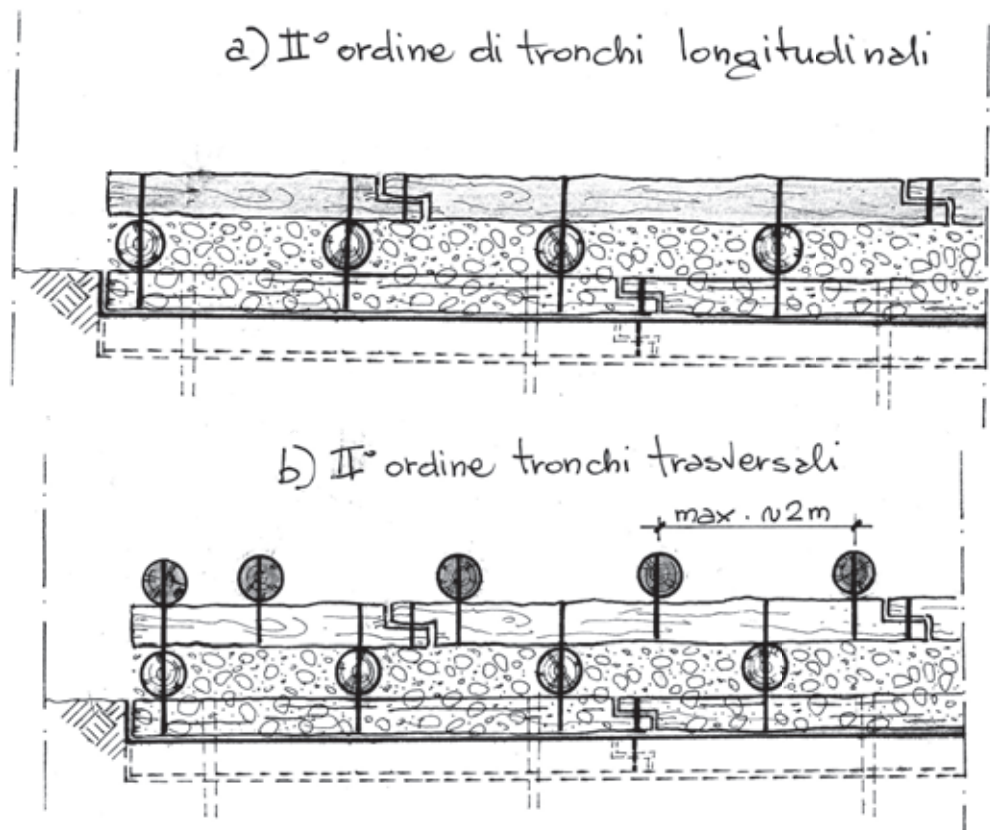


b) II° ordine tronchi trasversali

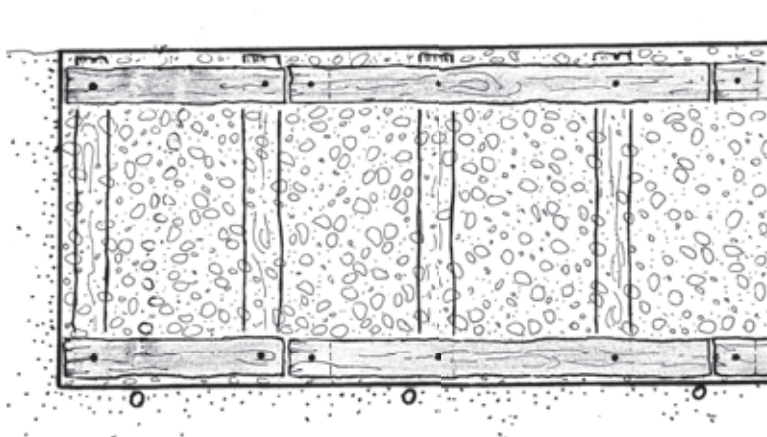


Dis. 19 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 6 (sezione).

Dis. 20 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 6 (vista frontale).

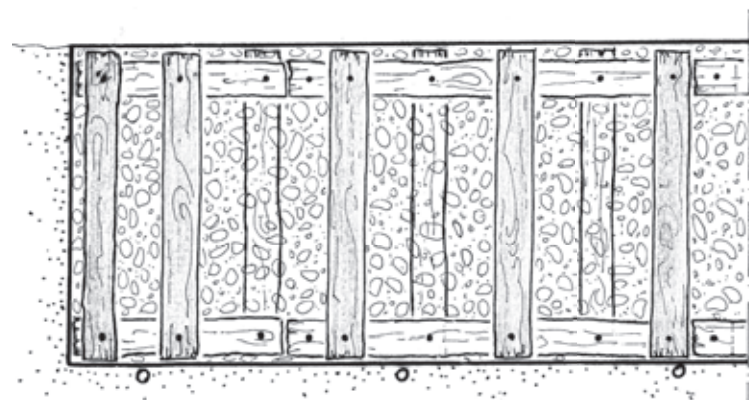


a) II° ordine di tronchi longitudinali



Dis. 21 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 6 (pianta).

b) I° ordine tronchi trasversali





Palificata viva doppia (di versante). Fissaggio del secondo ordine di tronchi longitudinali (correnti) (in opera) (Foto F.Gubernale).



Palificata viva doppia (di versante). Unione di due tronchi longitudinali contigui (correnti) (in opera) (Foto F.Gubernale).

Accorgimenti particolari

- Posizionare i tronchi longitudinali (correnti) sfalsati relativamente alle giunture rispetto a quelli del primo ordine per garantire una maggiore compattezza finale della struttura ed evitare il formarsi di moduli indipendenti.

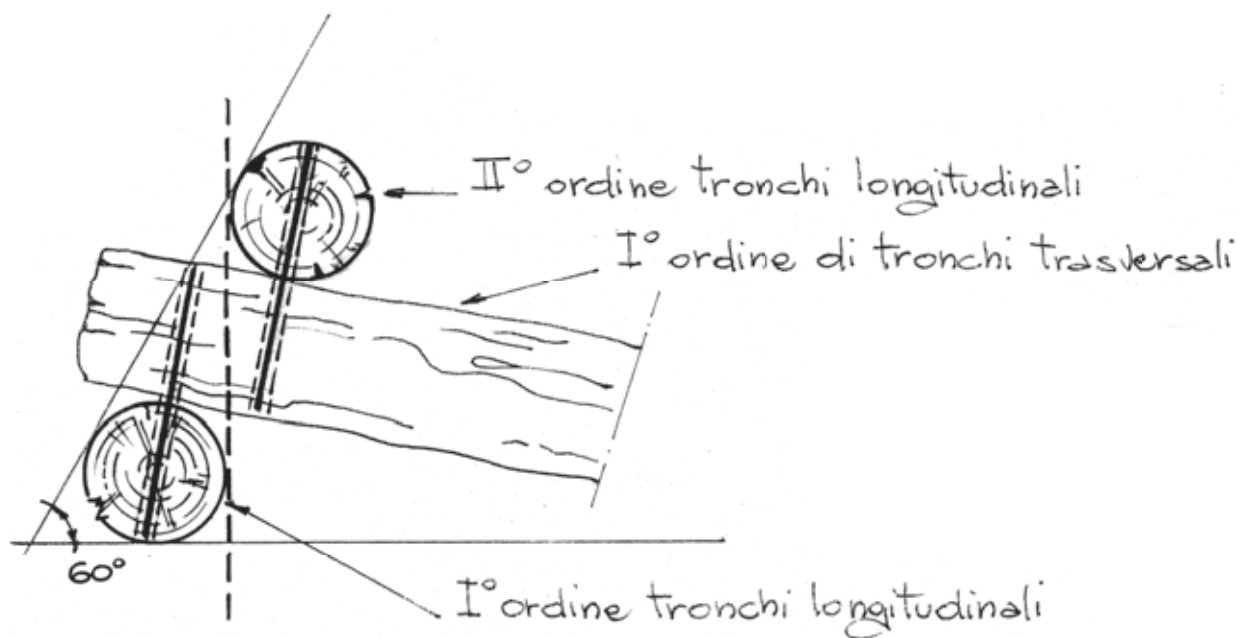
ERRORI PIÙ FREQUENTI



Palificata viva doppia (di versante). Mancanza di sfalsatura tra gli elementi delle file di tronchi longitudinali (correnti), nonché di incastri tra gli stessi (post operam) (Foto R.Ferrari).

- Generalmente è preferibile posizionare i tronchi trasversali sfalsati rispetto a quelli del primo ordine per garantire una maggiore compattezza finale della struttura ed evitare il formarsi di moduli indipendenti, ad eccezione di quelli alle estremità della struttura che devono essere sovrapposti.

- Un metodo pratico per determinare l'entità dell'arretramento della fila di tronchi longitudinali (correnti) rispetto alla prima (sottostante) e che non comporta misurazioni di controllo, consiste nel posizionare la parte esterna del tronco longitudinale (corrente) a contatto con l'ipotetico piano verticale a contatto con la parte interna del tronco longitudinale (corrente) della prima fila (sottostante) (Dis. 22).



Dis. 22 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 6 - Arretramento delle file di tronchi longitudinali (correnti) rispetto alle sottostanti (particolare; sezione).



Palificata viva doppia (di versante). Arretramento delle file di tronchi longitudinali (correnti) rispetto alle sottostanti (in opera) (Foto R.Ferrari).

- Eliminare eventuali sporgenze delle “chiodature”, sia superiormente che inferiormente, mediante taglio del ferro e non piegando, battendolo, il “chiodo” stesso.
- Per facilitare i contatti con i sottostanti tronchi trasversali, spesso è sufficiente ruotare il tronco longitudinale attorno al proprio asse fino a trovare la posizione ottimale.
- È utile predisporre un idoneo raccordo con la superficie morfologica per un migliore inserimento della struttura e per evitare successivi focolai erosivi. Tale operazione deve essere curata preferibilmente durante la fase costruttiva, corso per corso, o comunque al completamento della struttura.

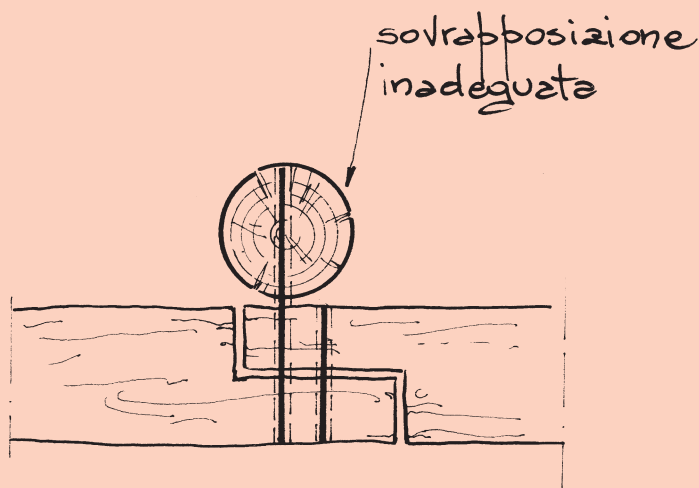
ERRORI PIÙ FREQUENTI



Palificata viva doppia (di versante). Mancanza di raccordo con la superficie morfologica. Inoltre mancato allineamento dei primi tronchi trasversali ed inadeguata inclinazione (maggiore di 60°) della parete esterna (post operam) (Foto R.Ferrari).

- Mancata realizzazione di contatti tra tronchi trasversali e tronchi longitudinali (correnti) (Dis. 13).
- Realizzare sovrapposizioni di tronchi trasversali in corrispondenza di giunture di tronchi longitudinali e viceversa (Dis. 23).

Dis. 23 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 6 – Errata sovrapposizione di chiodature a giuntura (particolare; vista frontale).



Palificata viva doppia (di versante). Errata sovrapposizione di giuntura di tronchi longitudinali (correnti) in corrispondenza di tronco trasversale (in opera) (Foto R.Ferrari).

Palificata viva doppia (di versante). Errata sovrapposizione di tronchi trasversali e relative chiodature nella zona di contatto tra due tronchi longitudinali (correnti), peraltro privi di incastro, e relative chiodature; inoltre errata sovrapposizione di tronchi trasversali senza sfalsatura rispetto a quelli degli ordini precedenti ed inadeguata inclinazione (prossima alla verticale) della parete esterna (post operam) (Foto R.Ferrari).

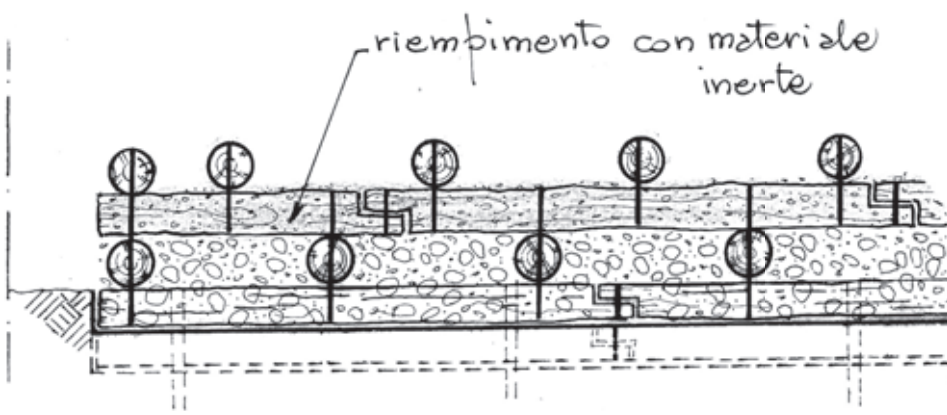
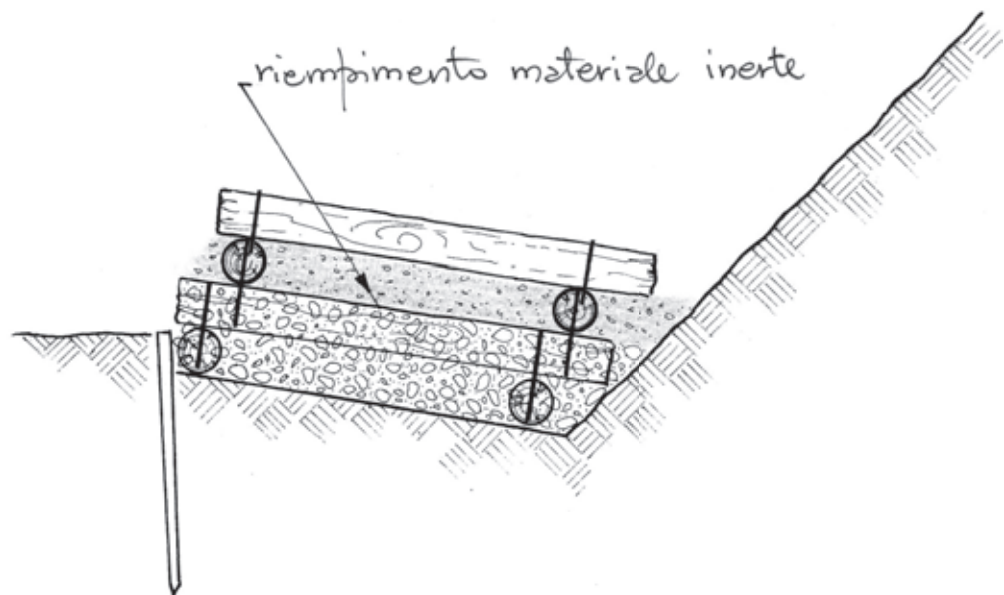




Palificata viva doppia (di versante). Distribuzione spaziale di incastri e di chiodature (in opera) (Foto R.Ferrari).

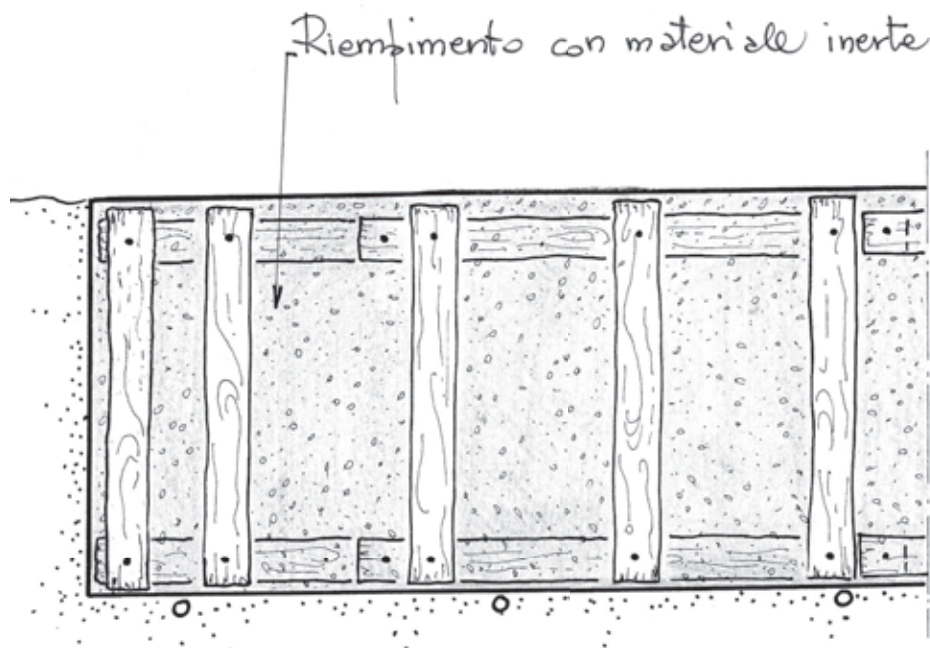
Fase 7 - Riempimento con materiale inerte di riporto per uno spessore pari al diametro dei tronchi longitudinali (correnti). Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completata manualmente a formare un piano parallelo alla superficie di partenza (con inclinazione a reggipoggio), eliminando nel contempo eventuali vuoti (Dis. 24, 25, 26).

Dis. 24 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 7 (sezione).

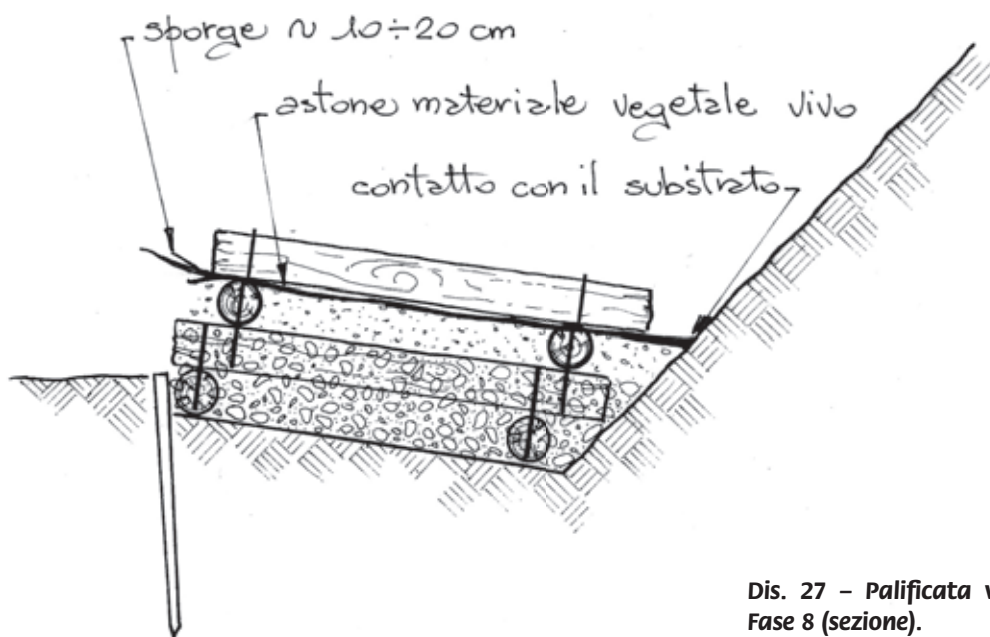


Dis. 25 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 7 (vista frontale).

Dis. 26 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 7 (pianta).

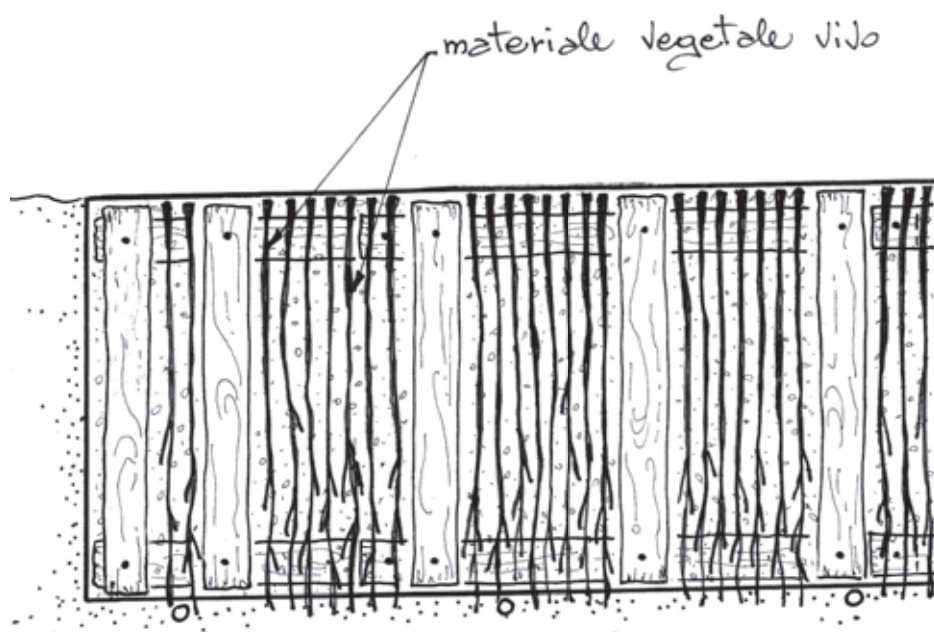
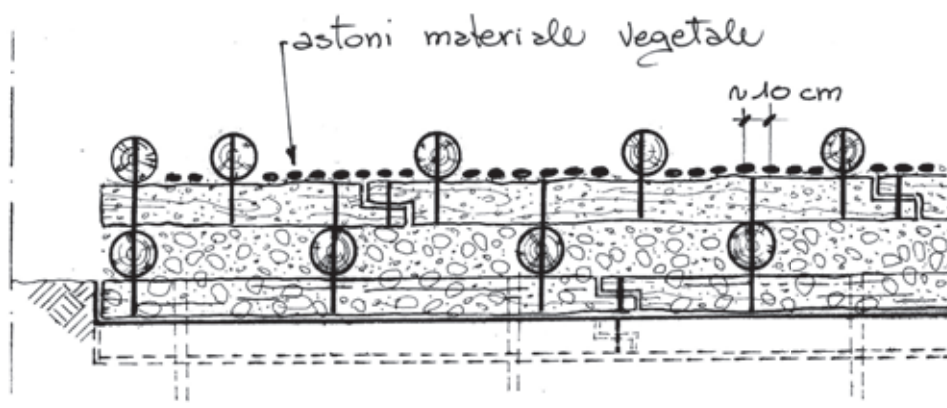


Fase 8 - Posa di materiale vegetale vivo (astoni) derivato da specie autoctone atte alla riproduzione vegetativa, di lunghezza tale da venire a contatto posteriormente con la parete dello scavo (substrato) e sporgere esternamente alla struttura per 10÷20 cm; la densità ottimale è prossima a 10 elementi/m, ma può variare notevolmente. Contemporaneamente è possibile la messa a dimora di specie vegetali autoctone a radice nuda e/o in fitocella. Il materiale vegetale vivo viene posato sulla superficie risultante dal riempimento effettuato sino al raggiungimento della sommità delle file dei tronchi longitudinali (Dis. 27, 28, 29).



Dis. 27 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 8 (sezione).

Dis. 28 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 8 (vista frontale).



Dis. 29 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 8 (pianta).

Palificata viva doppia (di versante). Posizione di materiale vegetale vivo (astoni di *SALIX PURPUREA* e *CRATAEGUS MONOGYNA* in fitocella) nella costruzione della struttura (in opera) (Foto R. Ferrari).





Palificata viva doppia (di versante). Dimensionamento definitivo del materiale vegetale vivo (astoni di SALIX PURPUREA) inserito nella costruenda struttura (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.

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

- Operare al di fuori del periodo di riposo vegetativo.
- Utilizzare specie che non possiedono capacità di riproduzione vegetativa.
- Porre poca cura ed attenzione nella posa del materiale vegetale vivo, che deve rispettare il verso di crescita (Dis. 30).



- Utilizzare materiale vegetale vivo con lunghezza tale da non venire a contatto posteriormente con la parete dello scavo (substrato).

Palificata viva doppia (di versante). Inadeguata lunghezza del materiale vegetale vivo tale da non raggiungere la parete dello scavo (substrato) (in opera) (Foto R.Ferrari).



- 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).



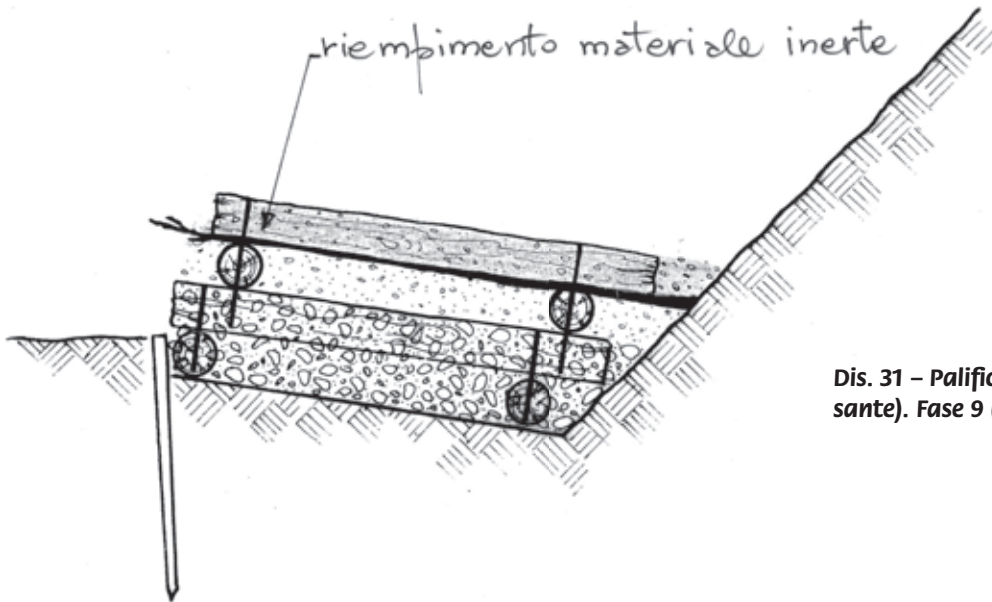
Palificata ?viva doppia (di versante). Inadeguata inclinazione (prossima alla verticale) della parete esterna, ma soprattutto totale assenza di materiale vegetale vivo: non può essere considerata un'opera di Ingegneria Naturalistica (post operam) (Foto R.Ferrari).

Palificata ?viva doppia (di versante). Facciata a vista costituita da pietrame e totale assenza di materiale vegetale vivo, senza possibilità di inserimento successivo: non può essere considerata un'opera di Ingegneria Naturalistica (in opera) (Foto R.Ferrari).



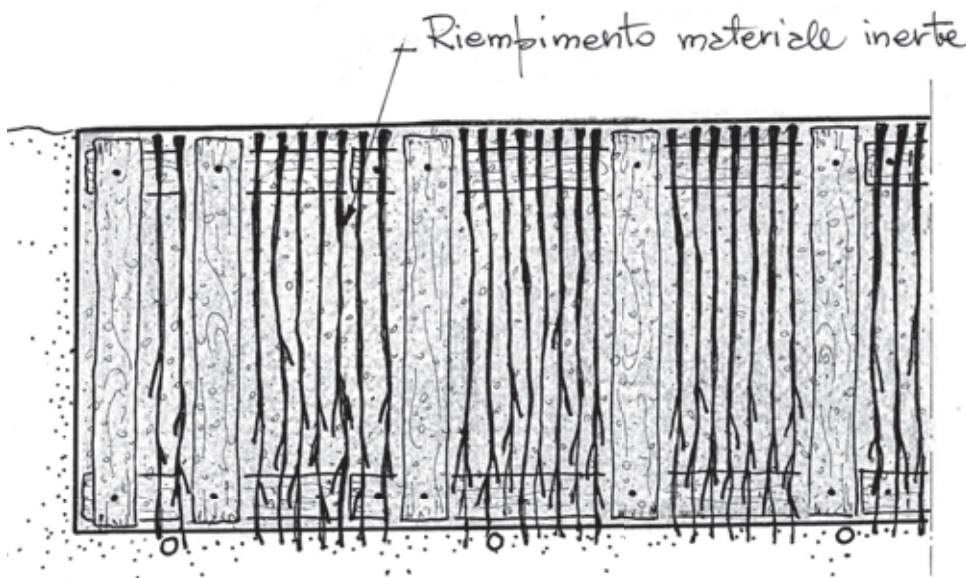
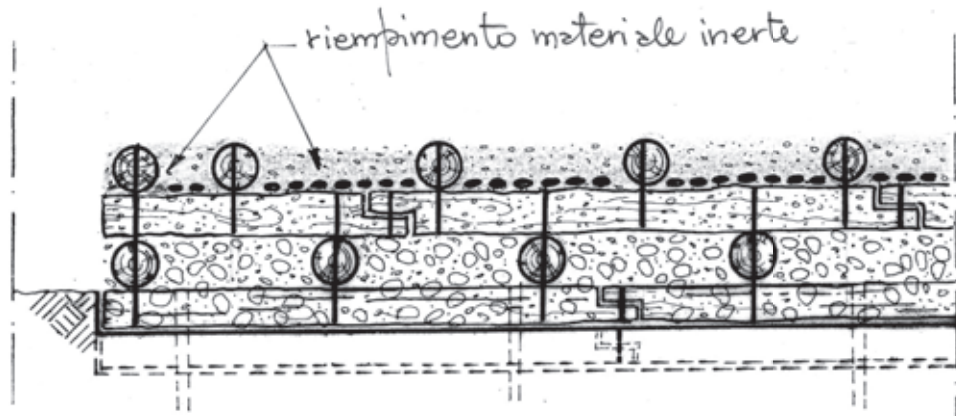
Palificata ?viva doppia (di versante). Facciata a vista costituita da pietrame e totale assenza di materiale vegetale vivo, senza possibilità di inserimento successivo: non può essere considerata un'opera di Ingegneria Naturalistica (ibidem, post operam) (Foto R.Ferrari).

Fase 9 - Riempimento con materiale inerte di riporto per uno spessore pari al diametro dei tronchi trasversali (completamento del secondo corso). Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completata manualmente a formare un piano parallelo alla superficie di partenza (con inclinazione a reggipoggio), eliminando nel contempo eventuali vuoti (Dis. 31, 32, 33).



Dis. 31 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 9 (sezione).

Dis. 32 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 9 (vista frontale).



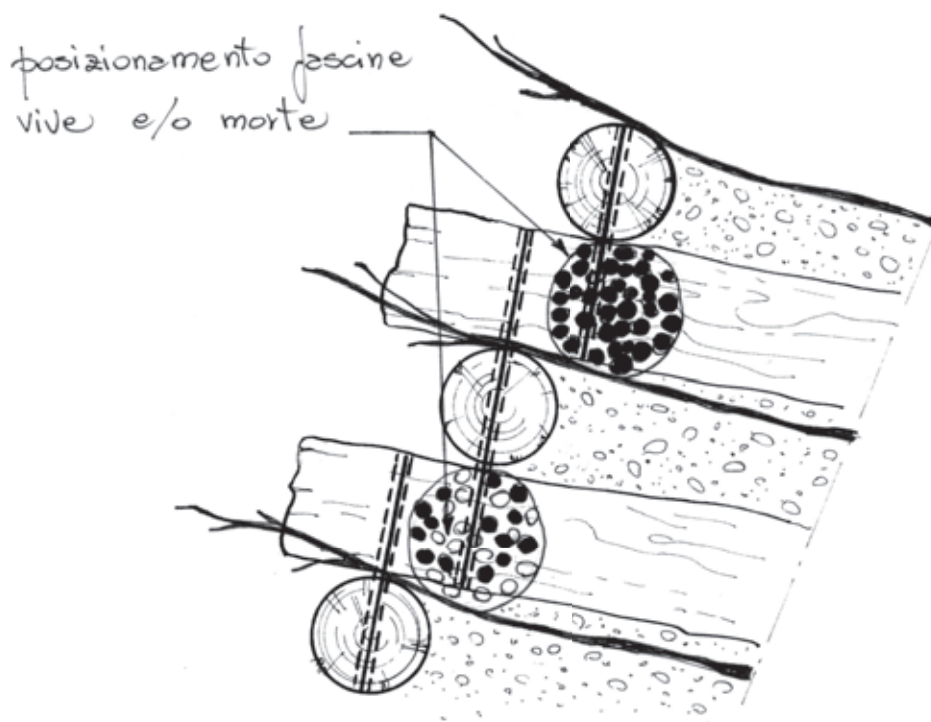
Dis. 33 - Palificata viva doppia (di versante). Fase 9 (pianta).



Palificata viva doppia (di versante). Completamento del secondo corso (in opera) (Foto R.Ferrari).

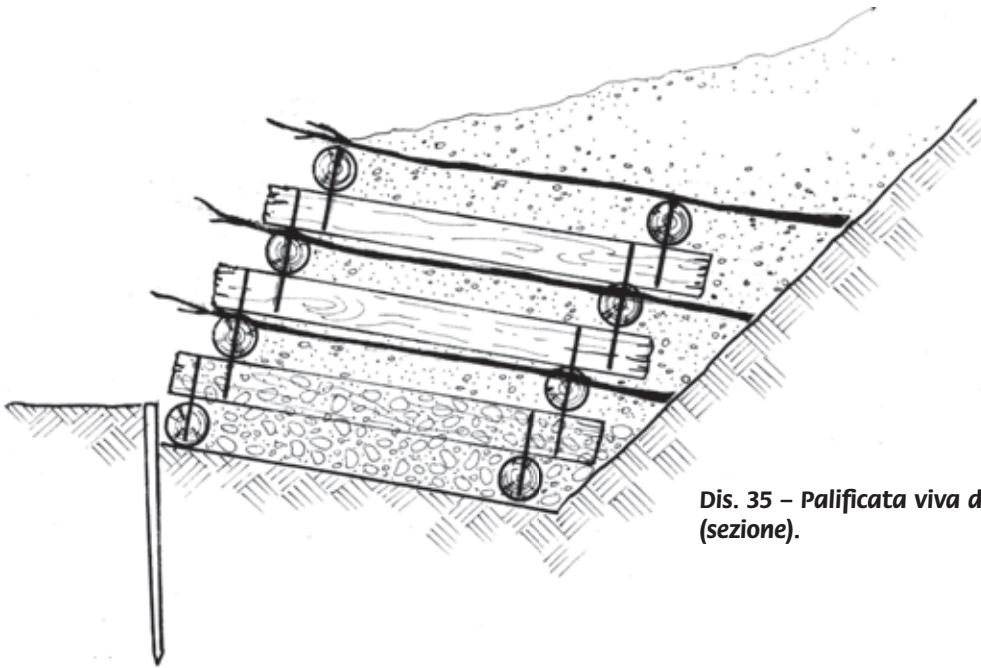
Accorgimenti particolari

- Migliorare (ammendare) o sostituire il materiale inerte di riporto destinato al riempimento, generalmente derivato dalla pulizia e dallo scavo preliminari, se non presenta le necessarie caratteristiche utili per un ottimale sviluppo delle specie vegetali, con materiale avente qualità e proprietà migliori.
- Per motivi legati a problemi di ritenzione del materiale di riempimento, è possibile utilizzare fascine (vive o morte o miste) da inserire dietro la parete esterna, tra due file consecutive di tronchi longitudinali (Dis. 34).



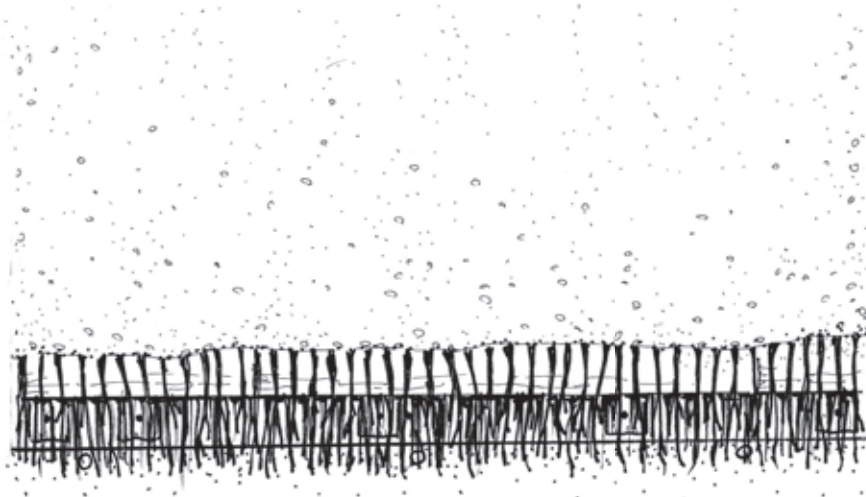
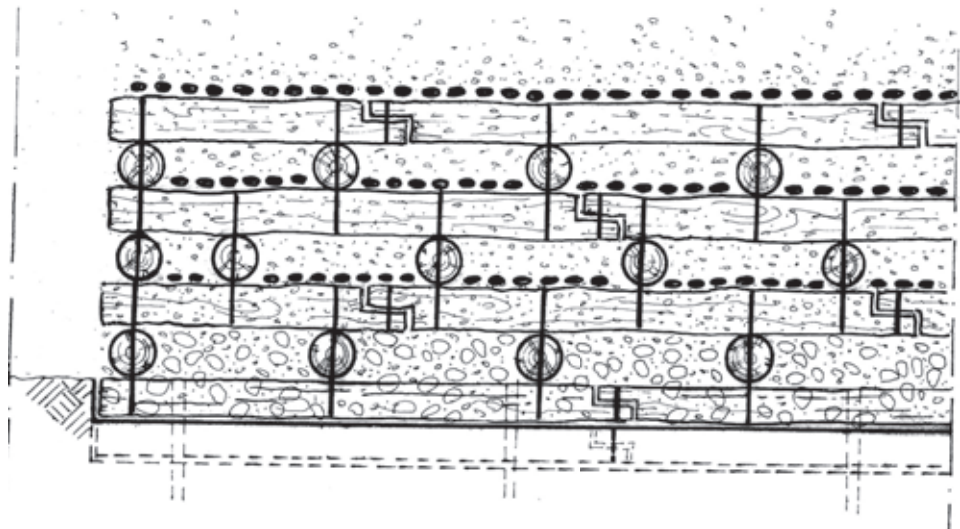
Dis. 34 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 9 - Posizionamento di fascine (vive o morte o miste) dietro la parete esterna a contenimento del materiale di riempimento (particolare; sezione).

Fase 10 - 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 e funzionalità dell'opera (Dis. 35, 36, 37).



Dis. 35 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 10 (sezione).

Dis. 36 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 10 (vista frontale).



Dis. 37– Palificata viva doppia (di versante). Fase 10 (pianta).

Palificata viva doppia (di versante). Completamento del riempimento del secondo corso con materiale inerte di riporto (in opera) (Foto R.Ferrari).



A sinistra: Palificata viva doppia (di versante). Fase 10 - Al limite dell'operatività (in opera) (Foto R.Ferrari).

A destra : Palificata viva doppia (di versante). Completamento del riempimento con materiale inerte di riporto (in opera) (Foto R.Ferrari).

Palificata viva doppia (di versante). Conformazione della struttura nel caso di superficie morfologica in dislivello (in opera) (Foto R.Ferrari).



ERRORI PIÙ FREQUENTI

- Procedere nella costruzione della struttura lignea, completandola, rimandando alla sua conclusione il riempimento mediante materiale inerte di riporto e la contemporanea posa del materiale vegetale vivo corso per corso: questo comporta la inevitabile formazione di vuoti che compromettono sia la statica dell'opera sia l'attecchimento della componente vegetale.

Palificata ?viva doppia (di versante). Errato rinvio del riempimento e della contemporanea posa del materiale vegetale vivo a conclusione della costruzione della struttura lignea (in opera) (Foto R.Ferrari).

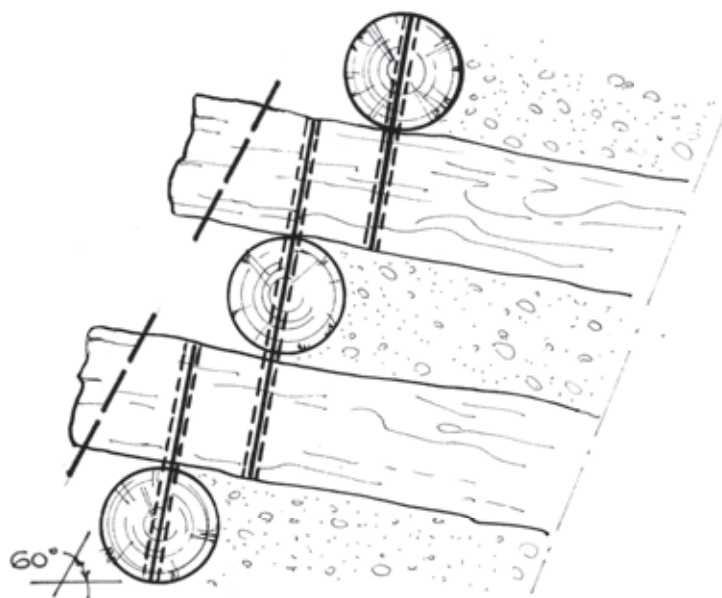


- Procedere nella costruzione della struttura lignea, completandola, riempirla con il materiale inerte di riporto e solo a questo punto predisporre all'inserimento del materiale vegetale vivo: quest'ultima operazione risulterà assolutamente impossibile (volendo rispettare le necessarie condizioni descritte) con notevole inutile aggravio energetico (tempi/costi).
- Non rispettare i limiti dimensionali e le proporzioni tra altezza e profondità caratteristici e fondamentali della tipologia.



Palificata ?viva doppia (di versante). Errato superamento del limite dell'altezza massima della struttura con elevata sproporzione tra altezza e profondità, ma soprattutto totale assenza di materiale vegetale vivo: non può essere considerata un'opera di Ingegneria Naturalistica (post operam) (Foto R.Ferrari).

Fase 11 - Sagomatura dei tronchi trasversali troppo sporgenti (eventualmente seguendo con il taglio l'inclinazione della parete frontale), realizzazione di raccordi con la morfologia preesistente (nelle zone laterali e sommitale della struttura onde evitare pericolosi inneschi erosivi), 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. 38).



Dis. 38 – Palificata viva doppia (di versante). Fase 11 - Sagomatura dei tronchi trasversali troppo sporgenti (particolare; sezione).

Palificata viva doppia (di versante). Raccordo laterale con Grata viva semplice (di versante) (in opera) (Foto R.Ferrari).



Palificata viva doppia (di versante). Operazioni di rifinitura e di bonifica dell'area di cantiere (in opera) (Foto R.Ferrari).

ERRORI PIÙ FREQUENTI



Palificata viva doppia (di versante). È incredibile la quantità (e soprattutto la qualità) di errori che è possibile rilevare in molte realizzazioni!: non può essere considerata un'opera di Ingegneria Naturalistica (post operam) (Foto R.Ferrari).

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: appesantimento al piede di scivolamento, azione di contropinta, contenimento a monte, drenaggio.

Evoluzione

È però nel tempo che la Palificata viva doppia 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 lignea portante (la durata del legname viene stimata mediamente in alcune decine di anni e dipende dalle specie usate e dalle 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.



Palificata viva doppia (di versante). Emissione di getti apicali (in opera) (Foto R.Ferrari).

Manutenzione

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

Manutenzione ordinaria:

- irrigazione durante il periodo di cantiere
- irrigazione alla fine del cantiere



Palificata viva doppia (di versante). Intervento manutentorio di potatura (post operam) (Foto R.Ferrari).

ERRORI PIÙ FREQUENTI

Palificata viva doppia (di versante). Inadeguato intervento manutentorio di potatura effettuato con mezzi meccanici non idonei, che rischia di compromettere l'evoluzione dello sviluppo vegetale (post operam) (Foto R.Ferrari).



Palificata viva doppia (di versante). Inadeguato intervento manutentorio di potatura effettuato con mezzi meccanici non idonei, che ha intaccato la struttura lignea (post operam) (Foto R.Ferrari).



















- potatura (durante gli idonei periodi, mediante sistemi non invasivi)

Manutenzione straordinaria:

- ripristino di eventuali locali svuotamenti dovuti ad erosioni a seguito di forti precipitazioni
- ripascimento di eventuali assestamenti gravitativi dovuti a costipamento naturale
- sostituzione di parte del materiale vegetale originariamente vivo che non ha attecchito (relativamente agli astoni questi non possono essere sostituiti con altrettanti risistemati nella posizione utile ed ottimale a contatto con il substrato al retro della struttura, ma devono essere vicariati da talee più corte: questo comporta tempi più lunghi ed una minore efficacia nel consolidamento per opera dell'apparato radicale)
- diradamento
- irrigazione di soccorso durante periodi particolarmente critici

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:

Note: