

## Sezione tipo



**Palificata viva doppia in costruzione. Fase di predisposizione dei fori per l'infissione delle chiodature.**  
**Tarvisio Loc. Boscoverde (UD) - Foto G. Sauli**



**Palificata viva doppia spondale di recente costruzione  
F. Fella (UD)- Foto G. Sauli**



**Consolidamento spondale in palificata viva doppia a 1 anno dall'intervento - Vista frontale.**

**Rio Inferno. Cassino(FR) - Foto G. Sauli**



**Consolidamento spondale in palificata viva doppia a 1 anno dall'intervento.**

**Rio Inferno. Cassino(FR) - Foto G. Sauli**

## **Materiali impiegati**

- **Tronchi di castagno o resinosa scortecciati  $\varnothing$  20 ÷ 30 cm**
- **Chiodature metalliche  $\varnothing$  12 ÷ 14 mm**
- **Fascine vive di salice  $\varnothing$  20 ÷ 30 cm**
- **Talee e ramaglie (da abbinare alle fascine in ambiti mediterranei)**
- **Fascine morte  $\varnothing$  25 ÷ 30 cm**
- **Pietrame**
- **Inerte terroso**

### Raccomandazioni

- \* nella palificata di difesa spondale è di solito consolidata al piede da una fila di massi legati con fune di acciaio  $\varnothing$  16 mm e barre metalliche di  $L = 2,00$  m, infissi per i  $3/4$  della lunghezza.
- \* le talee dovranno avere una lunghezza tale da passare l'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare, mentre nella parte frontale dovranno sporgere per circa 10 cm
- \* il fronte della palificata dovrà avere una pendenza inferiore a  $60^\circ$  sull'orizzontale per consentire la crescita delle piante
- \* i tronchi trasversi andranno disposti alternati e non uno sopra l'altro per garantire una maggiore elasticità e resistenza della palificata stessa
- \* va escluso l'impiego di non tessuti filtranti sul retro della struttura perché impediscono la radicazione delle piante; in caso di necessità verranno impiegati dreni di altra natura che non creino superfici di separazione
- \* la chiodatura dei pali va effettuata con tondini di ferro o barre filettate passanti i tronchi previa perforazione. Le eventuali cambre possono essere usate solo per fissaggi provvisori.

### Limiti di applicabilità

Velocità dell'acqua e trasporto solido superiori alla resistenza del castello in legname

### Vantaggi

Rapido e robusto consolidamento della sponda.

### Svantaggi

Il legno col tempo marcisce, per cui oltre a buone chiodature, è necessario che le talee e le fascine inserite nella struttura siano vive e radichino in profondità, così da sostituire la funzione di sostegno e consolidamento della scarpata, una volta che il legno ha perso le sue funzioni.

Lunghi tempi di realizzazione.

## **Effetto**

**Il consolidamento della scarpata è immediato. La struttura a camere sovrapposte funge anche da microhabitat (riparo e tane per piccoli animali e pesci). Effetto visuale immediatamente gradevole e di grande effetto paesaggistico legato al rapido sviluppo delle ramaglie.**

## **Periodo di intervento**

**Durante il periodo di riposo vegetativo**

## **Possibili errori**

- **scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo**
- **diametro dei tronchi sottodimensionato**
- **mancate o insufficienti fondazioni o protezioni al piede**
- **mancato inserimento di fascine o con scarsità di materiale vegetale vivo idoneo**
- **inserimento troppo superficiale ( a posteriori e non durante la costruzione) di talee**
- **impiego di specie prive di capacità di ricaccio vegetativo**
- **insufficiente chiodatura dei tronchi**
- **uso di cambre al posto delle barre per l'assemblaggio dei tronchi**

**Voce di Capitolato**

**3.3 Palificata viva spondale**

a ) a parete semplice

b) a parete doppia

Consolidamento di sponde in erosione con palificata in tondami di castagno o di resinosa di  $\varnothing$  20÷30 cm posti alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale (L= 1,50 ÷2,00 m a formare un castello in legname e fissati tra di loro con chiodi in ferro o tondini  $\varnothing$  14 mm; la palificata andrà interrata con una pendenza del 10÷15 % verso monte ed il fronte avrà anche una pendenza di almeno 60° per garantire la miglior crescita delle piante; una fila di piloti potrà ulteriormente consolidare la palificata alla base; l'intera struttura verrà riempita con l'inerte ricavato dallo scavo e negli interstizi tra i tondami orizzontali verranno collocati: pietrame per la parte normalmente a contatto con l'acqua; fascine di Salici, Tamerici od altre specie legnose adatte alla riproduzione vegetativa nonché piante radicate di specie arbustive pioniere; talee o ramaglie vive disposte a gradonata per le zone a influenza mediterranea. Rami e piante dovranno sporgere per circa 10 cm dalla palificata ed arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale. di difesa spondale. In funzione della velocità della corrente e del diametro del trasporto solido verrà realizzata una difesa con una fila di massi posti al piede della palificata, a contatto con l'acqua, legati con una fune d'acciaio di  $\varnothing$  16 mm e ulteriormente fissati con pali in legno o in profilato metallici di lunghezza di 2 m, infissi nel fondo per almeno  $\frac{3}{4}$  della lunghezza.

a) a parete semplice: una sola fila orizzontale esterna ai tronchi e gli elementi più corti perpendicolari alla sponda sono appuntiti e inseriti nella sponda stessa.

b) a parete doppia: fila di tronchi longitudinali sia all'esterno che all'interno. La palificata potrà essere realizzata per singoli tratti non più alti di 2,00 m.

**Prezzo di applicazione**

**€/mq 211,90**

## 27 – Grata viva su scarpata

### Descrizione sintetica

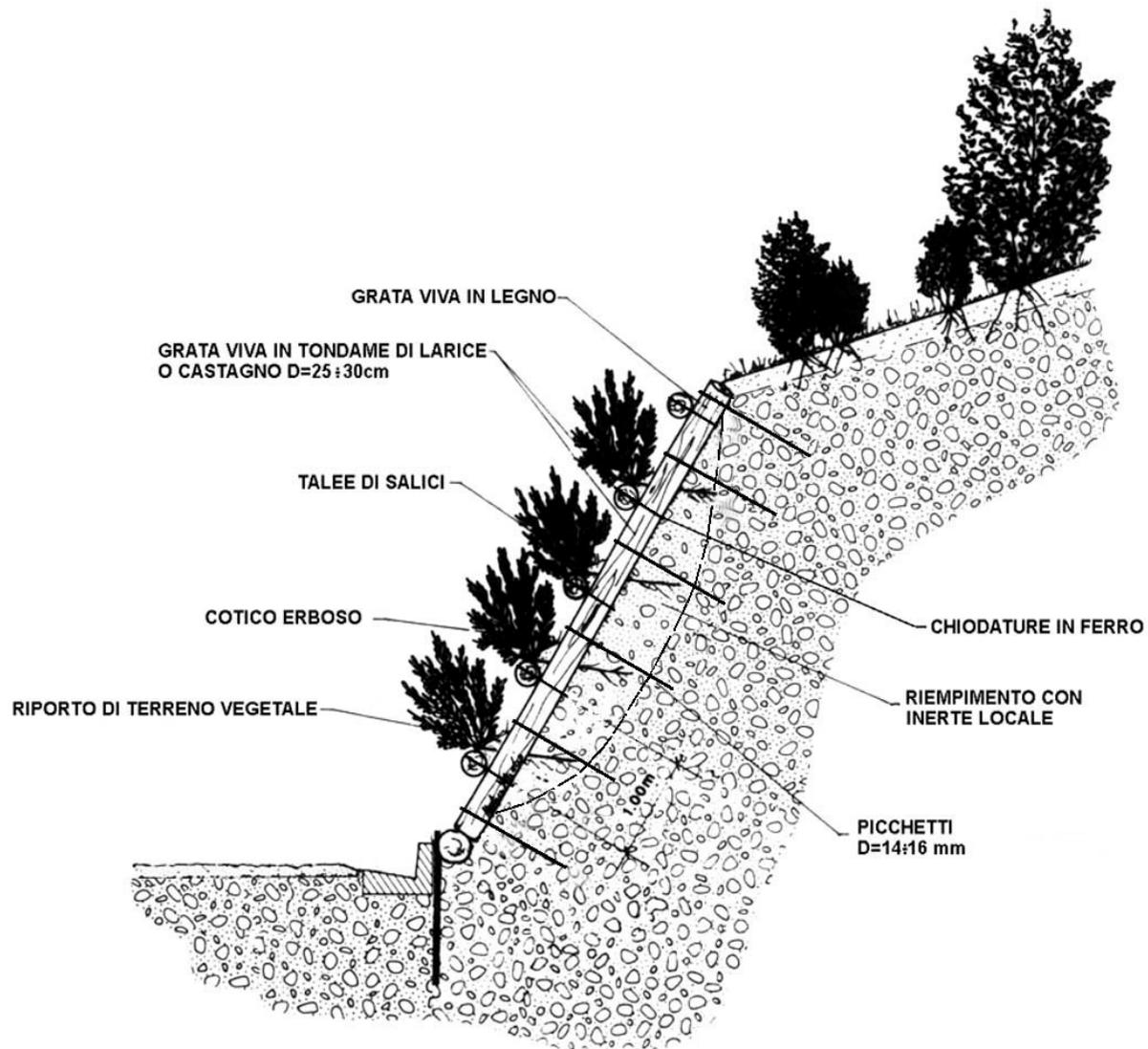
Struttura in tondame ottenuta mediante la posa su scarpate in erosione di tronchi verticali e orizzontali disposti perpendicolarmente tra loro. I tronchi orizzontali sono sovrapposti a quelli verticali e sono chiodati ad essi. All'interno delle camere così ottenute, vengono poste in corso d'opera talee di salici e/o arbusti radicati e il tutto viene ricoperto con inerte terroso locale.

### Campi di applicazione

Ricostruzione del profilo di smottamenti con pendenza tra 45° e 55° che non può essere ridotta. Scarpate di infrastrutture viarie.

### Materiali impiegati

- Tronchi di castagno o conifere (escluso l'abete)  $\varnothing$  15 ÷ 25 cm, L = 2,00 ÷ 5,00 m
- Picchetti in ferro  $\varnothing$  14 mm, L min. 40 ÷ 100 cm
- Talee legnose di salici L min. 1.00 m
- Inerte
- Sementi idonee
- Arbusti autoctoni
- Rete elettrosaldata e ramaglie di contenimento dell'inerte tra le camere
-



## Sezione tipo

Tec



**Grata con fascinate vive in costruzione**

**Gemona (UD) - Foto R. Ferrari**



**Grata viva.**

**Civita di Bagnoregio (VT), 2003 - Foto G. Sauli**



**Grata viva.**

**Loc. Montenars (UD), 1996 - Foto G. Sauli**



**Strada accesso imbocco 4, ante-operam**

**Ferrovia Pontebbana (UD), - Foto G. Sauli**



**Consolidamento mediante grata viva, strada accesso imbocco 4,  
Ferrovia Pontebbana (UD), agosto 2002 - Foto V. Zago**

## **Modalità di esecuzione**

- 1. Formazione alla base della scarpata di fondazione: solco longitudinale o palificata o scogliera in massi**
- 2. Posa nel solco di un tronco quale appoggio al piede**
- 3. Posa degli elementi verticali con interasse di circa 1,00 m.**
- 4. Fissaggio degli elementi verticali al substrato con picchetti in ferro**
- 5. Posa degli elementi orizzontali su quelli verticali con interasse 0,40 ÷ 1,00 m (in funzione della pendenza) e chiodatura.**
- 6. Inserimento della rete elettrosaldata e della ramaglia**
- 7. Inserimento nelle camere così ottenute delle talee di salice.**
- 8. Riempimento con inerte terroso locale.**
- 9. Semina o idrosemina dell'intera superficie della grata.**
- 10. Messa a dimora di eventuali piantine radicate di arbusti locali.**

### **Raccomandazioni**

- **L'interasse degli elementi orizzontali varia a seconda della pendenza della scarpata.**
- **Le altezze massime delle grate vive non superano i 4 - 5 m.**
- **Le talee dovranno avere una lunghezza tale da raggiungere il terreno retrostante la grata**
- **A protezione della sommità può essere posto un foglio di carta catramata**
- **A protezione dei fronti con pendenze elevate e come metodo di contenimento del materiale può essere posta all'esterno una griglia metallica o una rete metallica a doppia torsione**
- **Una grata di piccole dimensioni può essere eseguita anche con l'impiego di astoni vivi**

### **Limiti di applicabilità**

- \* **Dimensioni ed inclinazione della scarpata ricostruita.**
- \* **Altezza del pendio.**
- \* **Natura del substrato.**
- \*

### **Vantaggi**

**Immediata stabilizzazione della scarpata. L'effetto di stabilizzazione aumenta con la radicazione delle specie vegetali. Le specie vegetali svolgono anche un'azione drenante in quanto assorbono l'acqua necessaria al loro sviluppo.**

### **Svantaggi**

**Il legno col tempo marcisce, per cui oltre a buone chiodature, è necessario che le piante inserite nella struttura siano vive e radichino in profondità, così da sostituire la funzione di sostegno e consolidamento della scarpata una volta che il legno ha perso le sue funzioni.**

**Lunghi tempi di realizzazione.**

### **Effetto**

**Immediata stabilizzazione mediante l'armatura di legno del pendio e quindi possibilità per gli arbusti di svilupparsi. Effetto visivo notevole a breve scadenza.**

### **Periodo di intervento**

**Durante il periodo di riposo vegetativo, escludendo i periodi estivi o di innevamento e gelo profondo, per le talee.**

**In caso di impiego esclusivo di arbusti radicati, tutto l'anno ad esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva.**

### **Possibili errori**

- !! scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo.**
- !! i correnti orizzontali vengono posti sotto i verticali, vanificando l'effetto di diminuzione della pendenza di ogni singola cella.**
- !! mancata o insufficiente chiodatura, uso di cambre al posto dei tondini d'armatura o delle barre filettate**
- !! scelta errata delle piante**
- !! impiego di specie esotiche**

## **Voce di Capitolato**

### **3.1 Grata viva su scarpata**

- a) semplice**
- b) doppia**

**Ricostruzione di nicchie di scarpate e versanti in erosione molto ripidi con substrato compatto (che non deve essere smosso) con grata in tondame di castagno o altra conifera di  $\varnothing$  15 - 25 cm e lunghezza 2 - 5 m, fondata su un solco di terreno stabile o previa collocazione di un tronco longitudinale di base, con gli elementi verticali distanti 1 - 2 m e quelli orizzontali, chiodati ai primi, distanti da 0,40 a 1,00 m a seconda dell'inclinazione del pendio (in genere si lavora su pendenze di  $45^\circ \div 55^\circ$ ); fissaggio della grata al substrato mediante picchetti di legno di  $\varnothing$  8-10 cm o di ferro di  $\varnothing$  12-14 mm di lunghezza idonea per sostenere la struttura; riempimento con inerte terroso locale alternato a talee e ramaglia viva nei quadri, in appoggio alle aste orizzontali con eventuale supporto di una griglia metallica per un miglior trattenimento del terreno. L'intera superficie verrà anche seminata e in genere piantata con arbusti autoctoni.**

**La grata è in genere del tipo semplice, in certi casi può essere realizzata in doppio strato a seconda della profondità e forma dello scoscendimento. La radicazione delle piante si sostituirà nel tempo alla funzione di consolidamento della struttura in legname.**

**Prezzo di applicazione**

**€/mq 104,40**

## 28 – Pennelli e repellenti vivi

### Descrizione sintetica

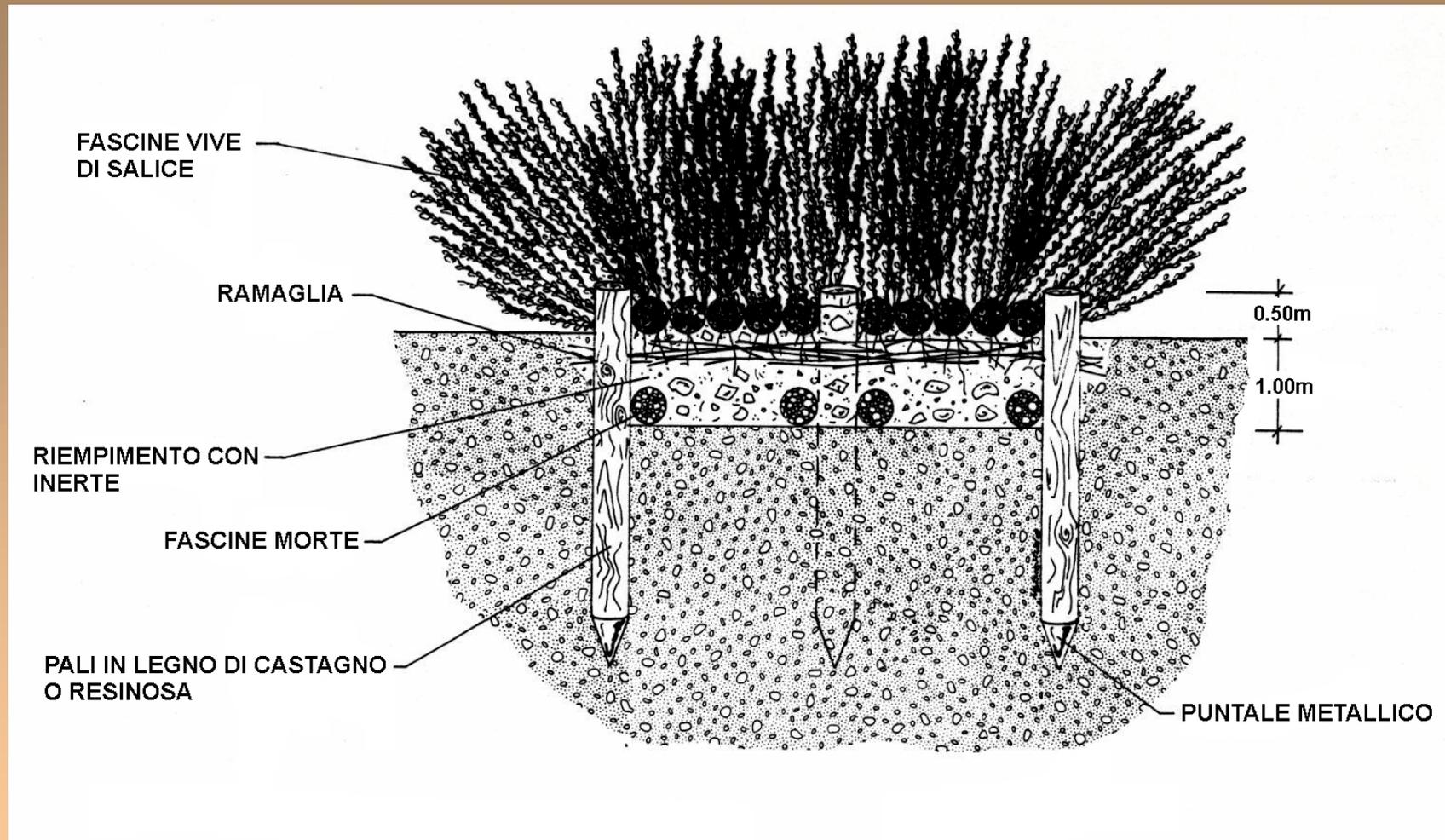
Costruzioni in legname, pietrame e materiale vivo (fascine, ramaglia), poste in senso trasversale o longitudinale rispetto all'asse del corso d'acqua. Le costruzioni trasversali alla riva possono avere un'orientazione inclinante, declinante o ad angolo retto rispetto alla direzione del flusso, a seconda dell'effetto che si desidera ottenere.

### Campi di applicazione

Corsi d'acqua nei quali è necessario deviare il flusso di corrente dell'acqua o modificare la sezione dell'alveo. Ricostruzione di linee di sponda di fiumi e ruscelli a seconda delle caratteristiche idrauliche del corso d'acqua.

### Materiali impiegati

- Tronchi o pali di legno  $\varnothing$  15 – 30 cm, L = 100 ÷ 130 cm
- Alberi grezzi
- Ramaglia o fascine vive e morte
- Filo di ferro per legature
- Barre di ferro
- Materiale di riempimento: ghiaia, sassi
- Massi da scogliera



## Sezione tipo



**Repellente vivo con funzione di meandrizzazione in alveo di magra. Rinaturalizzazione tratto precedentemente canalizzato e cementato. Fiume Fella (UD) - Foto G. Sauli**



**Rinaturalizzazione Fiume Fella (UD) dopo sei mesi.**

***Foto G. Sauli***



**Pennello in fase di costruzione in cui sono visibili gli strati alterni di fascine e ghiaia.**

**Golena F. Tagliamento (UD)- Foto R. Ferrari**



**Lo stesso pennello dopo sei mesi.**

**Golena F. Tagliamento (UD)- Foto R. Ferrari**

## **Modalità di esecuzione**

- 1. Formazione di uno scavo o infissione di paleria in legno a file singole o doppie**
- 2. Inserimento di ramaglia viva e di talee, intreccio di ramaglia**
- 3. Ricoprimento con materiale inerte (ghiaia, sassi)**
- 4. Ripetizione a strati alterni delle due operazioni precedenti**
- 5. eventuale posizionamento di massi da scogliera di dimensioni adeguate alla portata sia solida che liquida del corso d'acqua , a protezione della struttura.**

## **Raccomandazioni**

- \* la distanza tra i repellenti non deve essere inferiore alla larghezza del corso d'acqua**
- \* per il restringimento di sezione i repellenti andranno posizionati contrapposti sulle due sponde**
- \* per l'effetto meandreggiante i repellenti andranno posizionati sfalsati, con una distanza che rispetta la cadenza naturale del meandreggio**
- \* le strutture a pennello andranno realizzate con andamento degradante a cuneo dalla parte alta della sponda al fondo alveo.**

## **Limiti di applicabilità**

**Corsi d'acqua ad energia troppo elevata**

### **Vantaggi**

**I pennelli vivi diventano parte integrante della sponda, in continuità anche con la vegetazione della sponda stessa. La presenza di ramaglia rallenta la velocità dell'acqua e la rimescola. Si ottengono modifiche della morfologia del corso d'acqua nel senso naturaliforme.**

### **Svantaggi**

**A causa delle turbolenze e delle correnti trasversali che si vengono a generare, si possono avere erosioni in testa e al piede dei repellenti, nonché sulla sponda opposta se non correttamente dimensionati e posizionati. Impiego di grandi quantità di materiale vivo.**

### **Effetto**

**Vi è una riduzione della velocità dell'acqua e un rimescolamento dell'acqua con riduzione della velocità di flusso che consente la deposizione di materiale solido. I pennelli costituiscono inoltre punti di rifugio per la fauna.**

### **Periodo di intervento**

**La realizzazione di pennelli vivi deve avvenire durante il periodo di riposo vegetativo. I repellenti morti possono essere realizzati in qualsiasi stagione.**

### **Possibili errori**

- **scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo**
- **struttura troppo sporgente in altezza o in larghezza**
- **dimensione dei tronchi o dei massi inadeguata**

## Voce di Capitolato

### ***3.4 Sbarramento vivo***

**Formazione di sbarramenti costituiti da due file di pali di diametro e lunghezza proporzionale alla situazione idraulica e geomorfologica (in genere si usano diametri da 15 a 30 cm), tra le quali vengono introdotti sterpi secchi e fascine sommerse; i pali saranno contraventati a coppie con filo di ferro di  $\varnothing$  5 mm; all'interno del pacchetto potranno essere inserite ramaglie, fascine e talee di salice, nei casi di livelli dell'acqua con poca variabilità; lo sbarramento verrà disposto parallelamente alla linea di sponda come frangiflutto per la creazione di tratti protetti, spiaggette, tutela di canneti e incremento di spazi vitali per la fauna acquatica.**

### ***3.5 Pennello vivo ad intreccio***

**Formazione di pennelli a partire dalla riva e posizionati ad angolo retto, con inclinazione verso valle o verso monte rispetto alla direzione del flusso, costituiti da pali di lunghezza variabile (in genere 100÷150 cm e  $\varnothing$  10 - 20 cm) disposti a file singole o multiple, sui quali vengono intrecciati rami o verghe di salice vive e morte.**

**La struttura verrà posizionata in modo da determinare una riduzione della forza erosiva dell'acqua, dell'erosione e al contempo un deposito del trasporto solido.**

**Prezzo di applicazione**

**€/ml 58,70**

### **3.6 Traversa viva**

- a) in pietrame e talee
- b) in fascinate e talee
- c) in gabbionata cilindrica e talee

**Formazione di traverse parziali costituite da pettini o soglie nel tratto di golena in erosione partendo dalla sponda erosa sino alla linea di sponda progettata, mediante scavo di solchi di circa 30 x 50 cm con accumulo lato valle del materiale scavato, infissione nel solco di rami vivi di salice di 100÷150 cm di lunghezza rivolti verso valle con un angolo di 45°-60°, a formare una barriera molto fitta e senza lacune; consolidamento della ramaglia mediante riempimento del solco a monte con pietrame (variante a) o con fascine (variante b) o con gabbionate cilindriche (variante c) poste con la parte superiore all'altezza del livello medio dell'acqua.**

**Particolare cura dovrà essere posta nella finitura delle due estremità: la “testa” verso l'acqua andrà costruita con rami di salice disposti a ventaglio attorno alla testa in pietrame; la “radice” lato sponda, andrà impostata in profondità e rialzando il coronamento.**

**Per ottenere un'efficace difesa del tratto in erosione ed un interrimento nel tempo, andranno realizzate varie file di traverse disposte ad angolo retto rispetto al filone della corrente, tranne la prima a monte (angolo acuto verso la corrente) e l'ultima a valle (angolo ottuso). Le traverse verranno collocate a distanza di una volta sino ad una volta e mezzo della loro lunghezza.**

**In caso di corsi d'acqua a forte capacità erosiva il sistema di traverse vive andrà abbinato con graticciate o con opere longitudinali lungo la futura linea di sponda.**

### ***3.7 Repellente di ramaglia a strati***

**a) con sostegno in pali**

**b) con sostegno in geotessile a sacche**

**Formazione di repellente di ramaglia a strati con funzione di difesa sia longitudinale che trasversale, costituita da un corpo di strati di fascine o di ramaglia alternati con tout-venant ghiaioso in genere prelevato dall'alveo.**

**Nella variante a) tutto è sostenuto da file di pali, eventualmente infissi in precedenza, di dimensione e passo funzione del tipo di fondo e del livello dell'acqua. Nel caso di ricostruzione della linea spondale le punte dei rami dovranno terminare esattamente in corrispondenza della linea di sponda progettata. Il piede della costruzione a strati verrà ulteriormente consolidato con pietrame nel tratto di oscillazione del livello dell'acqua.**

**Nella variante b) la struttura è sostenuta da geotessuti disposti a sacche riempiti di tout-venant e alternati alla ramaglia. La sacca superiore viene ulteriormente piantata con talee legnose di salice od altra specie idonea infisse verticalmente. Le caratteristiche di portanza e resistenza a trazione/taglio del geotessuto, che dovrà comunque essere permeabile alla radicazione, dovranno essere dimensionate in funzione dei parametri statici e idraulici.**

## 29 – Materasso spondale in rete metallica rinverdito

### Descrizione sintetica

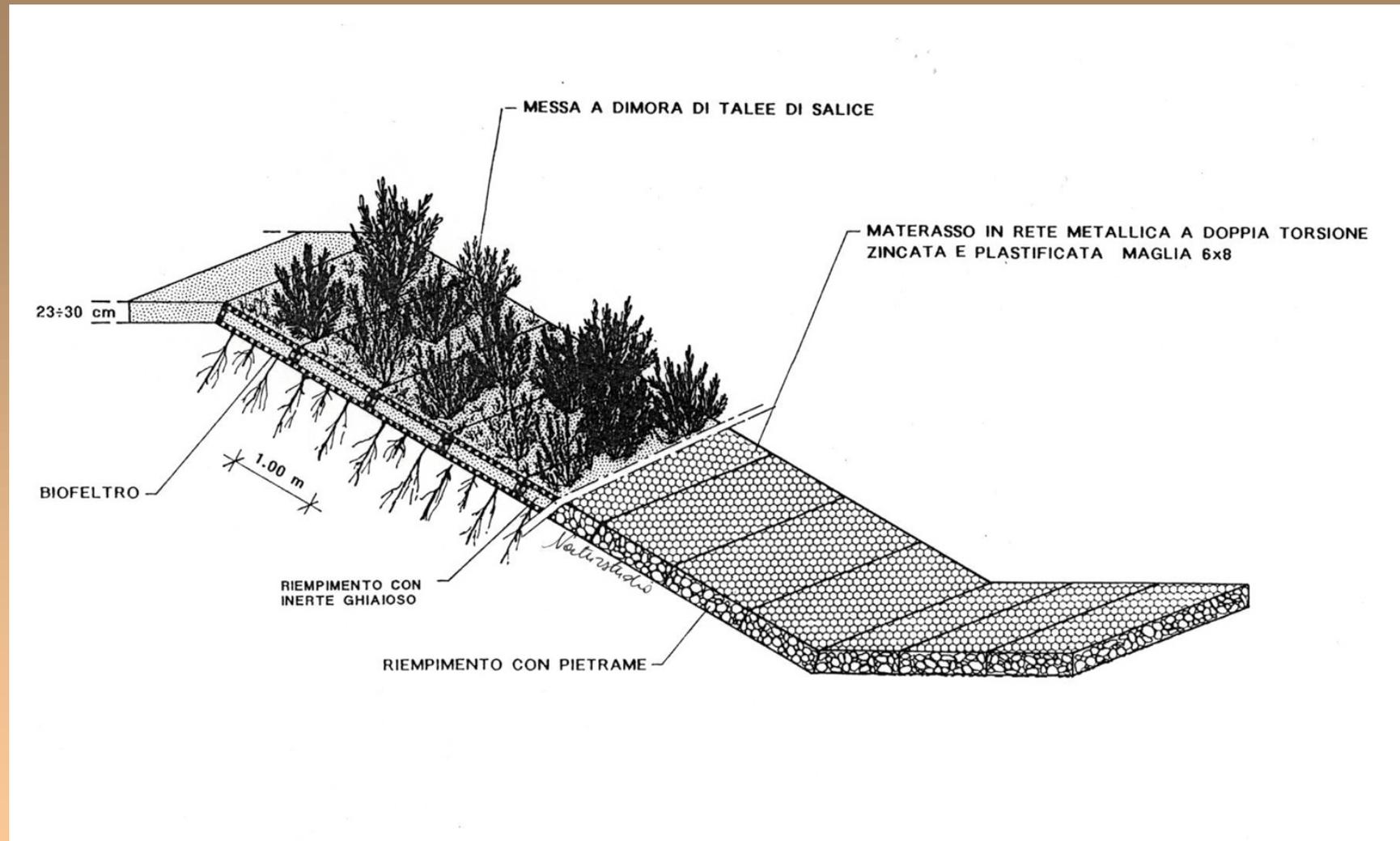
Moduli prefabbricati in rete metallica zincata, con spessore di minimo 0,17 cm. Rivestiti nella parte superiore con geostuoia o biofeltri vengono riempiti con materiale inerte. I moduli e le parti dei moduli vengono assemblati con punti metallici in acciaio zincato, in modo tale da costituire una struttura monolitica, Alcuni moduli non soggetti a sommersione, possono essere riempiti con terreno vegetale. Vengono effettuate sulla superficie semina e messa a dimora di talee, rizomi, cespi e arbusti radicati di specie autoctone, previo taglio di alcune maglie della rete nella parte che rimane al di fuori del livello medio di piena.

### Campi di applicazione

Sponde di fiumi e canali con energia idraulica significativa: svolgono funzione di protezione rispetto all'erosione fluviale. Sono strutture permeabili che non ostacolano la filtrazione dell'acqua da e verso le sponde. Vanno utilizzate verificandone la stabilità rispetto alle tensioni di trascinamento dovute all'azione dell'acqua; la resistenza dipenderà dalla presenza della rete metallica e dalla pezzatura del materiale di riempimento. In genere se ne sconsiglia l'uso in presenza di trasporto solido intenso caratterizzato da materiale di grosse dimensioni.

Sponde in roccia con pendenze massime fino a 45-50°.

Rivestimento alvei di corsi d'acqua.



**Sezione tipo**



**Materassi rinverditi di rivestimento spondale.**

**F. Fella (UD) - Foto G. Sauli**



**Particolare materassi rinverditi di rivestimento  
spondale con messa a dimora di talee.**

**F. Fella (UD) - Foto G. Sauli**



**Materassi rinverditi di rivestimento spondale dopo sei mesi.  
F. Fella (UD) - Foto G. Sauli**

## **Materiali impiegati**

- **Moduli prefabbricati in rete metallica zincata con maglia tipo 6 x 8, filo  $\varnothing$  2,2 mm, eventualmente plastificato. I moduli hanno larghezza minima 1 m e spessore minimo 0,17 cm**
- **All'interno sono foderati con stuoie sintetiche o in fibra vegetale. con funzione di filtro e ritenzione ritentori di fini L'impiego di geotessili non tessuti sintetici, che non consentono la radicazione delle piante, va limitato alle parti sommerse.**
- **Filo di ferro zincato  $\varnothing$  2.0 mm o punti metallici meccanizzati in acciaio  $\varnothing$  3.0 mm**
- **Materiale di riempimento: inerte misto a terreno vegetale**
- **Nelle applicazioni su pendio a forte inclinazione (40-50°) si usano barre metalliche di lunghezza e diametro dipendenti dalla condizione del substrato per ancorare la struttura**
- **Geostuoia tridimensionale o biostuoia per il controllo dell'erosione superficiale**
- **Miscela di sementi per idrosemina**
- **Talee di salici, tamerici, ecc.**
- **Specie arbustive autoctone**

### **Modalità di esecuzione**

- 1. Preparazione del piano di posa mediante scavi e movimenti terra**
- 2. Allestimento dei materassi e unione dei vari moduli mediante impiego di punti metallici meccanizzati o filo metallico**
- 3. Se necessario, su scarpate ripide, ancoraggio al substrato con barre metalliche in quantità e qualità tali da garantire aderenza e stabilità del materasso al substrato**
- 4. Riempimento con pietrame nelle parti soggette a sommersione**
- 5. Nella parte fuori livello medio di sommersione riempimento con pietrame intasato con terreno vegetale—e rivestimento superficiale con biostuoia o con stuoie sintetiche tridimensionali; se necessario proteggere il terreno della sponda posando un geotessile non tessuto filtrante prima della messa in opera del materasso.**
- 6. Chiusura del materasso nella parte superiore**
- 7. Semina a spaglio o idrosemina**
- 8. Messa a dimora di talee e arbusti, previo taglio di alcune maglie della rete,**

### **Raccomandazioni**

- \* Le talee devono avere una lunghezza tale da passare attraverso l'intera struttura ed inserirsi nel terreno retrostante, in modo tale che venga assicurata la radicazione in profondità. La lunghezza non dovrà essere inferiore a 0,6 - 0,8 m.**
- \* La parte fuori terra delle talee dovrà essere potata a circa 10-15 cm dalla superficie del materasso**
- \* Talee e arbusti vanno inseriti in preferenza in concomitanza di substrati in roccia sciolta (ghiaie, sabbie)**

### **Limiti di applicabilità**

**Aste torrentizie con velocità della corrente superiore a 6 m/sec e diametro di trasporto solido superiore a 20 cm**

**Aste terminali su suoli limoso-sabbiosi**

**Sponde con pendenza superiore a 2/3**

### **Vantaggi**

**I materassi hanno un'elevata durata temporale. Si adattano alla morfologia di sponde, alvei, scarpate e vengono in tempi brevi rivegetati e riassorbiti nelle morfologie che diventano naturaliformi. Possono essere impiegati anche per il rinverdimento di scarpate sino a 45° di pendenza, salvo opportune chiodature di fissaggio.**

### **Svantaggi**

**Difficilmente piantabile una volta posto in opera e quindi la costruzione ha un vincolo stagionale legato ai periodi di messa a dimora delle talee; la realizzazione si basa sulla disponibilità in loco di idoneo materiale lapideo per i riempimenti; l'uso di materiale litoide alloctono incrementa i costi e non è coerente con il principio dell'impiego di risorsa locale e l'effetto paesaggistico. In scarpate con pendenza superiore a 45° l'apporto idrico da acque meteoriche risulta insufficiente, pertanto diviene necessario adottare un impianto di irrigazione, specialmente in zone caratterizzate da lunghi periodi di aridità.**

### **Effetto**

**Immediato rivestimento di sponde e scarpate, rinverdibili nel breve tempo per la crescita delle talee e del cotico erboso.**

### **Periodo di intervento**

**La raccolta e l'inserimento di materiale vegetale vivo deve avvenire durante il periodo di riposo vegetativo.**

### **Possibili errori**

- **Insufficiente ancoraggio dei materassi alla scarpata**
- **Sponda con pendenza eccessiva**
- **Riempimento con materiale di pezzatura non idonea**
- **Impiego di non tessuti sintetici che impediscono la radicazione**
- **mancato inserimento di talee e ramaglie di salice**
- **esecuzione fuori stagione con scarse possibilità di attecchimento**
- **errato verso di inserimento delle talee**
- **uso di materiale litoide alloctono**
- **esaltazione del geometrismo con strutture troppo regolari per lunghi tratti**

**3.14 Materasso spondale in rete metallica rinverdito**

- a) spondale
- b) su scarpata

Formazione di rivestimento in materasso verde con spessore pari a 0.17 m- 0.23 m- 0.30 m, a seconda della tipologia scelta. in moduli di larghezza minima di 2 m, fabbricati con in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 6x8 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.20 mm , galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A e ASTM 856-98 con un quantitativo non inferiore a 245 g/m<sup>2</sup> se del caso ricoperto da un rivestimento plastico di PVC di spessore minimo 0,5 mm e diametro complessivo del filo non inferiore a 3,2 mm, foderati sul fondo in geotessuto sintetico o in fibra vegetale ritentore di fini del riempito con pietrame ed eventualmente intasato con terreno vegetale e/o materiale sciolto con caratteristiche fisico-idrologiche, chimiche ed organiche tali da favorire la germinazione e la crescita delle piante. Nei rivestimenti non a contatto con acqua si può usare solo terreno vegetale. La copertura esterna sarà realizzata con rete metallica dello stesso tipo abbinata ad una georete tridimensionale, a biostuoia o a un biofeltro in fibra vegetale di minimo 800 g/m<sup>2</sup> eventualmente preseminato e preconciato. A chiusura avvenuta il materasso verrà ulteriormente seminato o idrosemato in superficie e piantato con talee, rizomi, cespi e arbusti radicati di specie autoctone. Le operazioni in verde verranno eseguite nelle stagioni idonee.

- a) spondale: verrà adottata in condizioni di pressione idraulica significativa su sponde di fiumi e canali con pendenza massima 2/3. Nella zona di sponda sotto il livello medio delle acque devono essere riempiti con solo pietrame, al di sopra di tale livello con pietrame misto a terreno. Il geosintetico filtrante è necessario solamente quando la velocità residua dell'acqua sotto il materasso è tale da erodere il terreno di sponda.
- b) su scarpata: prevede la collocazione su pendio, in genere in roccia, su pendenze massime di 45° anche di singoli materassi, in genere di minimo 0,2 x 1 x 2 m, fissati mediante barre metalliche di lunghezza e diametro atti a garantire l'aderenza e la stabilità del materasso stesso. L'impiego su scarpata è giustificato in condizioni di pendenza e substrato tali da non consentire altri interventi a verde. Il valore soglia di 45° è condizionato dall'apporto di acque meteoriche che a valori superiori diventa insufficiente oltre che dalla possibilità di effettuare il riempimento senza che il terreno scivoli fuori. La messa a dimora di specie arbustive prevede il taglio di alcune maglie della rete nella parte superficiale. Va accuratamente effettuata la selezione delle specie pioniere xeroresistenti autoctone e ove necessario (nelle regioni centro meridionali e in esposizione Sud) adottato un impianto di irrigazione di soccorso per i primi due cicli stagionali sino ad affrancamento avvenuto delle piante.

**Prezzo di applicazione****€/mq 53,50****142**

## 30 – Rampa a blocchi

### Descrizione sintetica

Consolidamento del fondo dell'alveo di un fiume in pietrame di grosse dimensioni in sostituzione delle briglie in tratti di salto. Tale struttura risulta più funzionale anche alla risalita dei pesci.

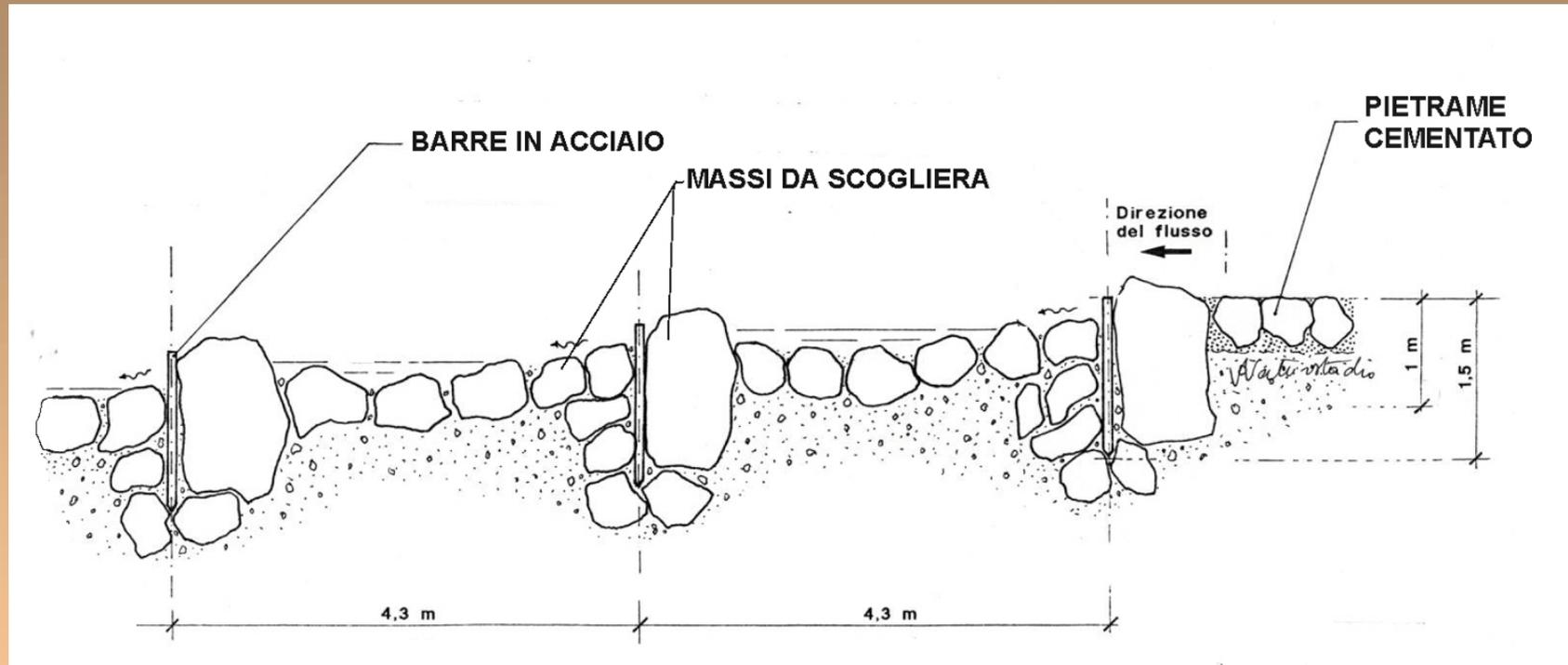
Può essere realizzata sia come by-pass laterale a una briglia, sia come fondazione alla base di una briglia, sia lungo l'alveo del corso d'acqua in alternativa ad una briglia.

### Campi di applicazione

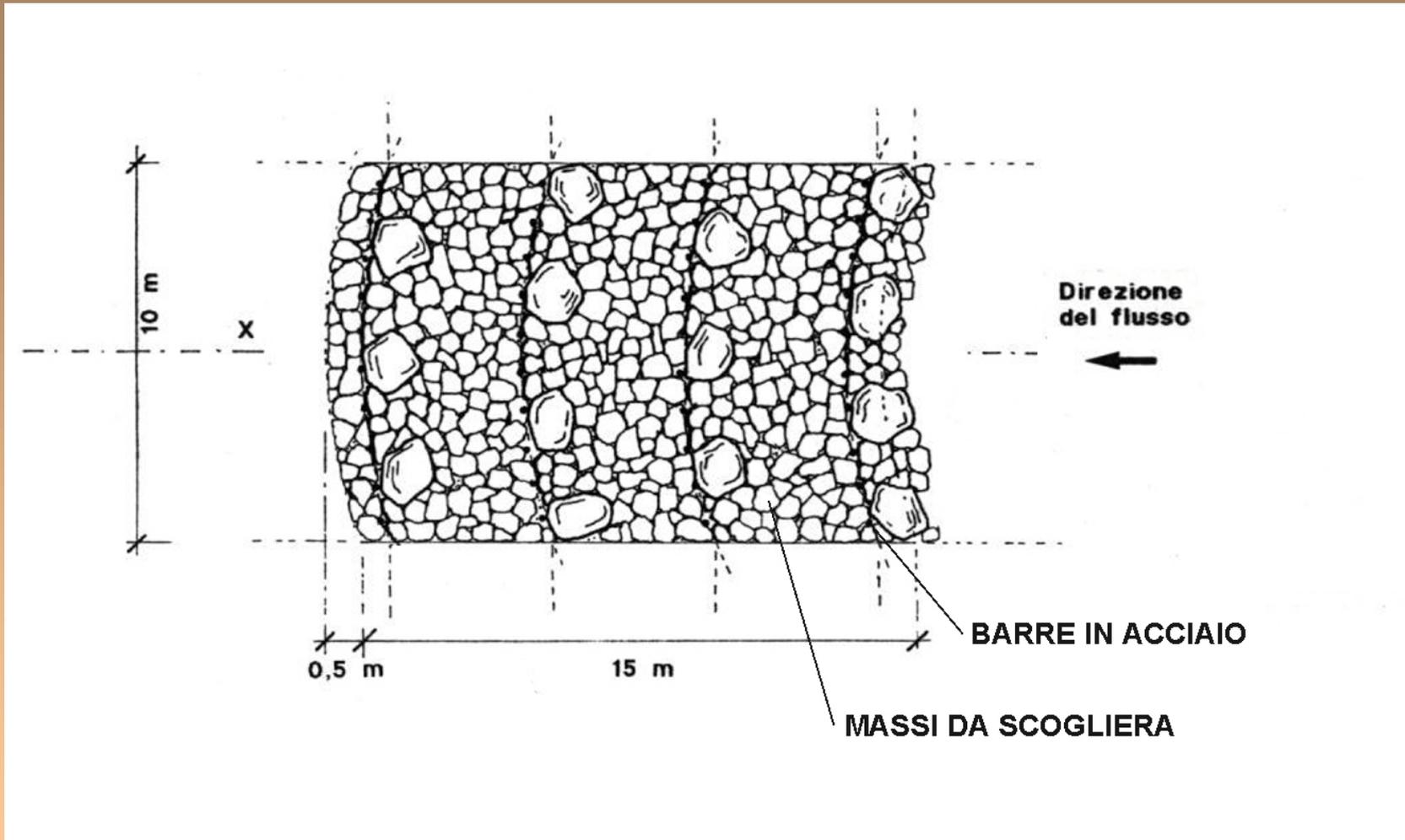
Ivei di corsi d'acqua a pendenza medio - bassa e con fondo ghiaioso e sabbioso. Alla base o a lato di briglie.

### Materiali impiegati

- Massi  $\varnothing$  0,4 - 1,0 m
- Pali in legno  $\varnothing$  25 cm L = 2,5 m
- Tondini in acciaio  $\varnothing$  24 mm o putrelle di dimensioni tali da garantire il bloccaggio dei massi



Sezione tipo



**Pianta**



**Rampa a blocchi in massi cementati e scale di rimonta per ittiofauna. Affluente F. Rodano (Francia)- Foto G. Sauli**

**Modalità di esecuzione**

- 1. Posizionamento dei massi nell'alveo del corso d'acqua, profondamente interrati nel fondo. La collocazione dei massi dovrà avvenire a vari livelli per consentire alla fauna ittica di risalire l'ostacolo. Nel posizionamento dei massi si dovrà seguire la pendenza naturale dell'alveo e il dislivello tra la base e l'apice non dovrà essere superiore a 20-25 cm. Nel caso di dislivelli eccessivi si provvederà alla realizzazione di una serie di rampe poste a una distanza di 1,5 -2,5 m l'una dall'altra**
- 2. Se necessario il pietrame viene consolidato con barre o putrelle in acciaio infissi nel fondo e posto su un letto di ghiaia per favorirne l'assestamento**

**Raccomandazioni**

**Limiti di applicabilità**

**Dislivelli eccessivi che richiedono mezzi tecnici ( scale di rimonta in cls)**

**Vantaggi**

**Consolidamento immediato del fondo alveo. Rappresenta una via funzionale alla risalita del corso d'acqua da parte della fauna ittica.**

**Svantaggi**

**Necessita una notevole quantità di massi di varia pezzatura**

**Effetto**

**Notevole effetto sia per la continuità di certi habitat che anche visuale**

**Periodo di intervento**

**I  
n qualsiasi periodo dell'anno.**

**Possibili errori**

- **Sottodimensionamento dei massi e delle barre o profilati di fissaggio**
- **Dislivelli eccessivi**
- **Cementazione della struttura che diventa rigida e impermeabile**

## Voce di Capitolato

### *3.18 Rampa a blocchi*

Consolidamento di fondo di corso d'acqua in tratti di salto mediante pietrame o massi di diametro variabile a seconda dei parametri idraulici da 0,4 a 1(2) m, disposto a rampa su 1-2 file di massi fissati ulteriormente da file di piloti in acciaio o in legno di dimensioni tali da garantire la funzione di bloccaggio e la durata.

La rampa è sostitutiva delle briglie e dei salti di fondo in calcestruzzo e garantisce gli spostamenti di risalita dei pesci e di altra fauna acquatica.

La rampa a blocchi può essere realizzata:

- a) lungo la sezione principale di deflusso e in tal caso verrà creato un allargamento consolidato con pietrame nel punto di inserzione tra la rampa e la sponda;
- b) quale by-pass laterale al corso principale in presenza di una preesistente briglia in calcestruzzo o altro sbarramento trasversale. In tal caso si collocano i massi al fine di creare diversi piccoli bacini a vari livelli in modo da consentire a tutta la fauna ittica di risalire l'ostacolo. La pendenza non dovrà superare il rapporto 1:10 e il dislivello tra due bacini contigui i 20-25 cm. I massi principali vanno collocati in piedi e fissati con putrelle o tondini in acciaio (va evitato il calcestruzzo) le vasche vanno riempite di pietrisco e ghiaia di  $\varnothing$  20-30 cm.

c)

Prezzo di applicazione

€/mc 82,65

## 31 – Blocchi incatenati

### Descrizione sintetica

Tecnica che prevede il posizionamento longitudinale di massi ciclopici alla base di sponde, al piede di palificate spondali e coperture diffuse (armate). I massi vengono legati tra loro con una fune d'acciaio assicurata a piloti in legno o ferro infissi nel fondo.

E' possibile impiegare la tecnica anche per la realizzazione di soglie armate trasversali al corso d'acqua o stramazzi a copertura di intere sezioni del fondo. Le soglie sono in genere costituite da due file di massi legati assicurati a travi a monte infisse nell'alveo e poste a interasse opportuno a garantire la stabilità dell'opera.

### Campi di applicazione

Corsi d'acqua con portate solide e liquide anche notevoli

### Materiali impiegati

- Massi ciclopici di minimo  $0,20 \text{ m}^3$
- Funi di acciaio  $\varnothing 16 \text{ mm}$
- Tasselli o barre in acciaio muniti di occhiello o asola  $\varnothing 16-20 \text{ mm}$
- Barre o putrelle in acciaio,  $L = 1,5 - 2 \text{ m}$
- Morsetti serrafune
- Malta cementizia antiritiro