

## Opere di stabilizzazione superficiale

Le opere consentono di stabilizzare fenomeni di dissesto superficiali mediante l'inserimento di strutture di rinforzo, prevalentemente in legname, entro cui impiantare materiale "vivo" come talee e piantine.

Tra gli interventi principali ci sono:

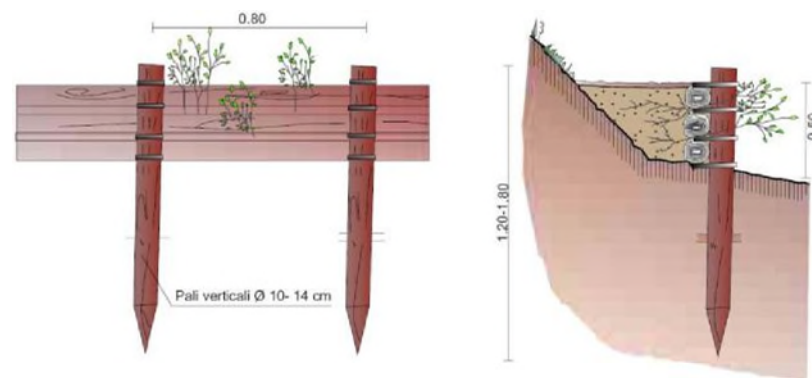
- **Viminate e palizzate vive:** installazione di pali di legname nel terreno, collegati da viminate o tronchi per realizzare piccole strutture di sostegno ancorate al terreno, con inserimento di talee;
- **Palificate vive:** strutture di sostegno tridimensionali costituite in pali di legno, riempite in terra e con inserimento di talee.

### Costi parametrici (opere di stabilizzazione superficiale: palizzate semplici o doppie)

Gli interventi sono valutati con i prezziari ANAS di riferimento ovvero con specifiche analisi.

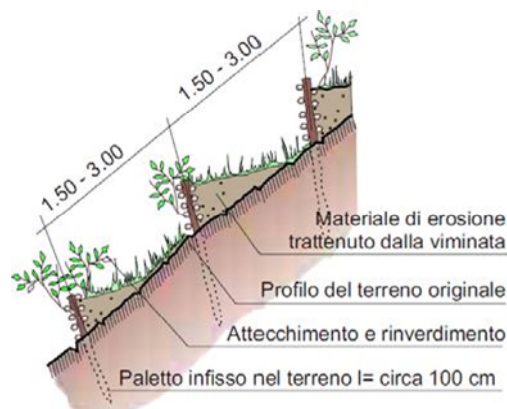
In linea generale si è valutato un costo di riferimento per metro lineare d'intervento:

- ✓ **Protezione con palizzate semplici:** 40-50 €/m;
- ✓ **Protezione strutture di sostegno con palizzate doppie:** 1.000 €/m;



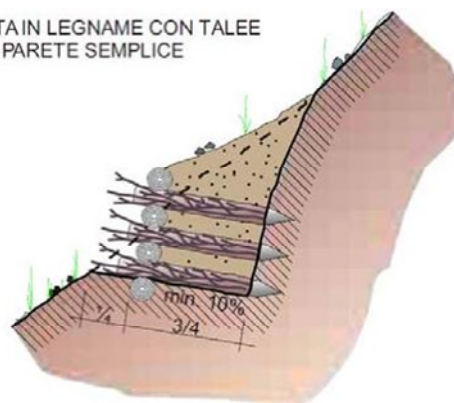
**Palizzata**

PIANTA E PROSPETTO DI UNA PALIZZATA CON TALEE E/O PIANTINE



**Viminata**

PALIFICATA IN LEGNAME CON TALEE  
A PARETE SEMPLICE



**Palizzate semplici e doppie**

PALIFICATA IN LEGNAME CON TALEE  
A PARETE DOPPIA

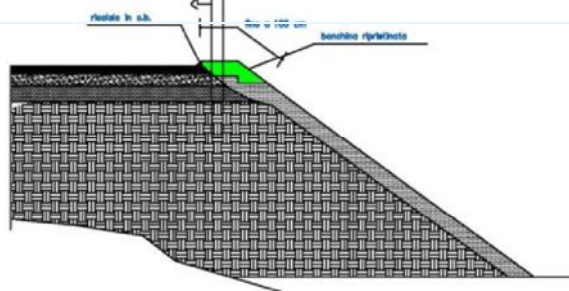


## Sistemazione instabilità locali

Il fenomeno riguarda la perdita di configurazione della sistema banchina-arginello, per dilavamento o erosione superficiale, ovvero locali instabilità della parte superficiale del rilevato con lesioni e/o limitati cedimenti sulla corsia d'emergenza.



### 4.3.1 Ricarico banchina laterale



#### Finalità intervento:

- ✓ Ripristino geometria iniziale rilevato

#### Descrizione Lavori:

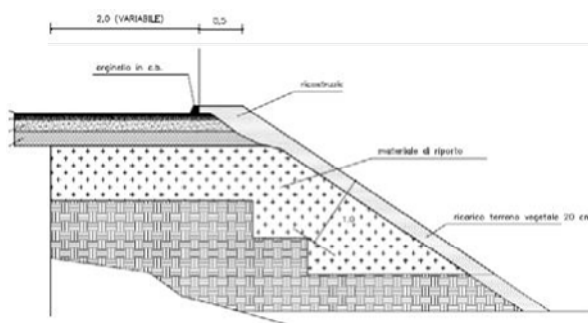
- ✓ Ripristino tramite ricarico, sagomatura e profilatura di tratti anche non contigui di banchine e arginelli in terra, eseguito manualmente o con l'ausilio di mezzi meccanici per ampiezze di intervento fino a m 1,00 dal ciglio pavimentato (di norma costituite da 50 cm di banchina pianeggiante e fino a 50 cm contigui di profilo del rilevato).

#### Costi lordi di intervento:

- ✓ Da **Euro 5,07** a **Euro 10,72** al metro lineare (al netto degli oneri della sicurezza).



### 4.3.2 Sistemazione Dissesto – banchina scarpata rilevato



#### Finalità intervento:

- ✓ Ripristino dissesto corpo del rilevato

#### Descrizione Lavori:

- ✓ Ripristino tramite smontaggio barriera, demolizione pavimentazione, scavo con gradonatura del materiale alterato, ricarico, sagomatura e profilatura con idoneo materiale da rilevato opportunamente compattato eseguito con mezzi meccanici.

#### Costi lordi di intervento:

- ✓ Da **Euro 250,31** a **693,22 Euro** al metro lineare (al netto dello smontaggio e rimontaggio della barriera e degli oneri della sicurezza).





## Opere di sostegno

Le opere sostegno sono interventi in cui il ruolo della “statica” diventa predominante per la risoluzione della problematica.

Queste opere sono impiegate per interventi di sistemazione e consolidamento di versanti o per stabilizzare e sostenere fronti di scavo o materiali di riporto e possono essere rigide o flessibili in relazione alla capacità di adattarsi alle deformazioni o cedimenti del terreno.

### Muri di sostegno in c.a.

struttura di contrasto alla spinta del terreno, in calcestruzzo debitamente armato, con ciabatta di fondazione ed elevazione di spessore modesto, resistenti prevalentemente a flessione.

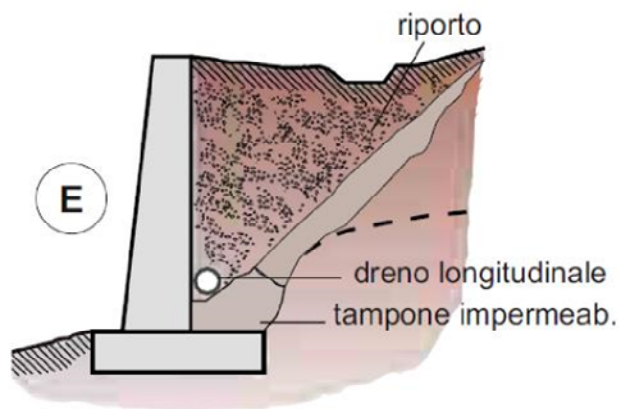
#### Costi parametrici (muro di sostegno in c.a.)

Gli interventi sono valutati con i prezzi ANAS di riferimento.

I costi parametrici variano in relazione alla natura dei terreni ed alle fondazioni necessarie, ed all'altezza della struttura.

In linea generale si è valutato un costo di riferimento per metro lineare ( $H = 3.0$  m):

✓ **Realizzazione muro in c.a.** (compreso scavo, fondazione, cassaforma e acciaio): 1.250 €/m;



Schema muro di sostegno in c.a.



A1 km 581 Sud – crollo muro in pietrame esistente e ricostruzione muro in c.a.



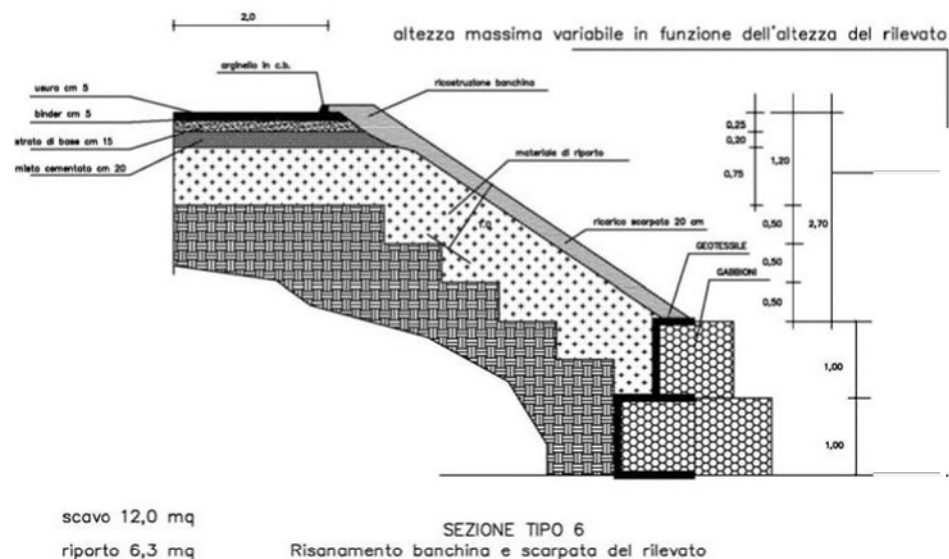
## Gabbionate

Struttura di sostegno modulare a forma di parallelepipedo in rete metallica a doppia torsione, riempite di materiale lapideo opportunamente assestato all'interno della gabbia. Agiscono come un muro a gravità con caratteristiche drenanti. Sono deformabili e si adattano alla geometria o all'evoluzione del sito.

### Costi parametrici (struttura di sostegno in gabbioni)

Gli interventi sono valutati con i prezzi ANAS di riferimento.  
I costi parametrici variano in relazione alla morfologia del sito (rilevato/trincea) e fila di gabbioni.  
In linea generale si è valutato un costo di riferimento per metro lineare d'intervento:

✓ **Struttura di sostegno in gabbioni con opere accessorie: 390-880 €/m;**



**Struttura di sostegno in gabbioni – schema d'intervento**



**A16 km 128 Ovest**

**Dissesto rilevato e ripristinato con struttura di sostegno in gabbioni**





## Pali/Micropali

Nelle opere di sistemazione dei versanti, i pali sono utilizzati con molteplici finalità come, consolidamento di pendii (paratie di pali/micropali eventualmente tirantati), realizzazione di muri di sostegno e drenaggio profondo (paratie drenanti o pozzi drenanti).

Di fatto costituiscono una struttura di sostegno a contrasto della spinta del terreno di un movimento franoso o fronte di scavo, ecc. Sono generalmente costituite da una serie di pali o micropali affiancati, collegati da una trave in testa ed eventualmente tirantati, al fine di contenere le deformazioni e le sollecitazioni nella struttura.

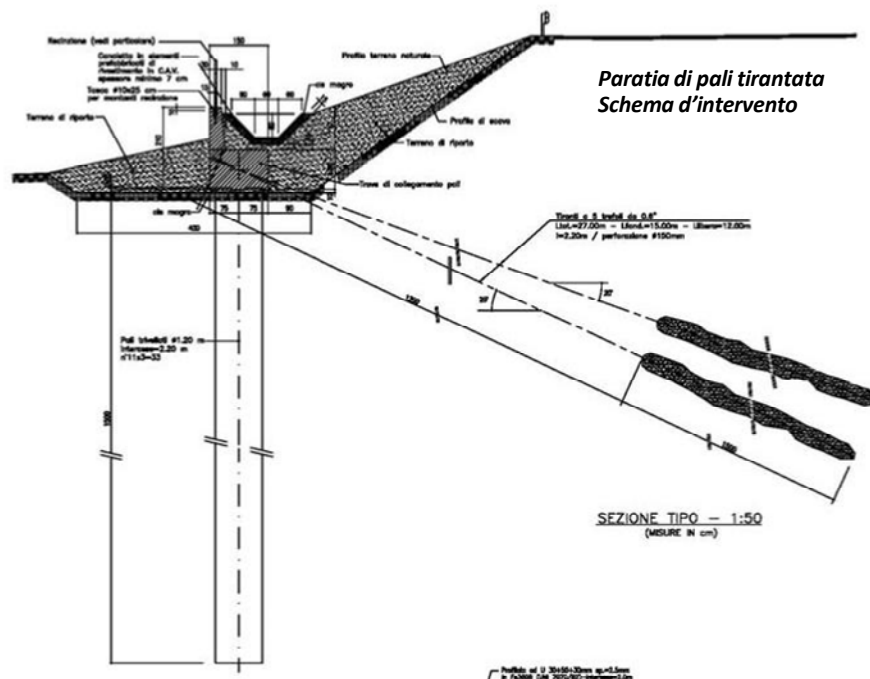
### Costi parametrici (paratia di pali eventualmente tirantata)

Gli interventi sono valutati con i prezzi ANAS di riferimento.

I costi parametrici variano in relazione alla natura dei terreni ed alla profondità del dissesto.

In linea generale si è valutato un costo di riferimento per metro lineare di struttura:

✓ **Paratia di pali** (eventualmente tirantata) ed opere accessorie: **5.000-6.000 €/m**;



Paratia di pali tirantata  
Schema d'intervento



A16 km 124+700 Ovest  
Evidenze del dissesto  
Paratia di pali tirantata



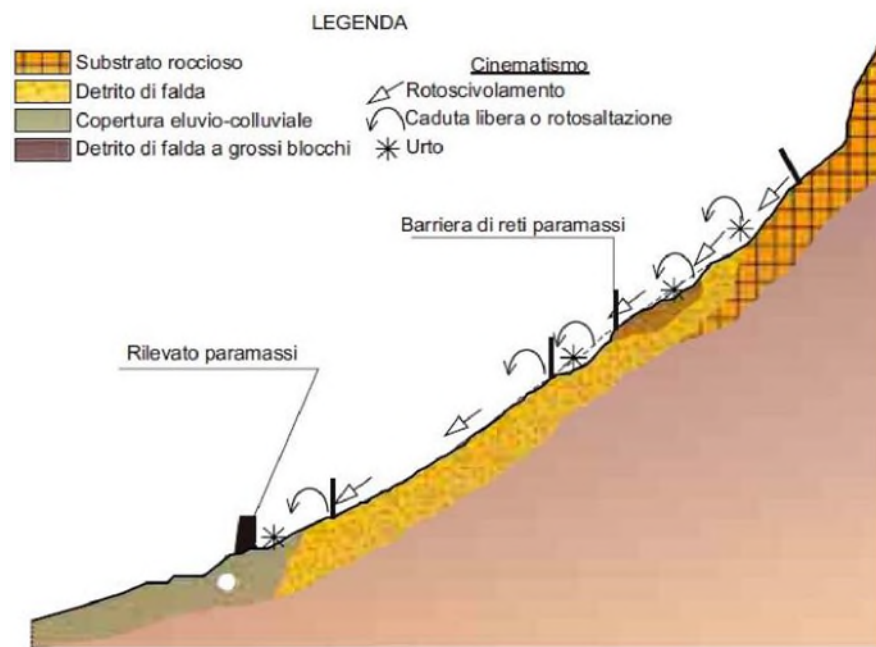
Esecuzione pali di  
grande diametro  
con bucket

## Opere di difesa caduta massi

Opere di protezione e presidio delle infrastrutture, da possibile distacco di materiale lapideo da pareti in roccia o versanti.

Si distinguono principalmente in:

- ✓ **Attive**, con funzione di prevenire, impedire o ridurre il distacco (reti, rafforzamenti corticali, chiodature);
- ✓ **Passive**, con funzione di intercettare, ostacolare o deviare il rotolamento o movimento delle masse rocciose in distacco (barriere paramassi).



Simulazione del processo di caduta massi



Pareti in roccia con distacco materiale lapideo





## Reti e rafforzamento corticale

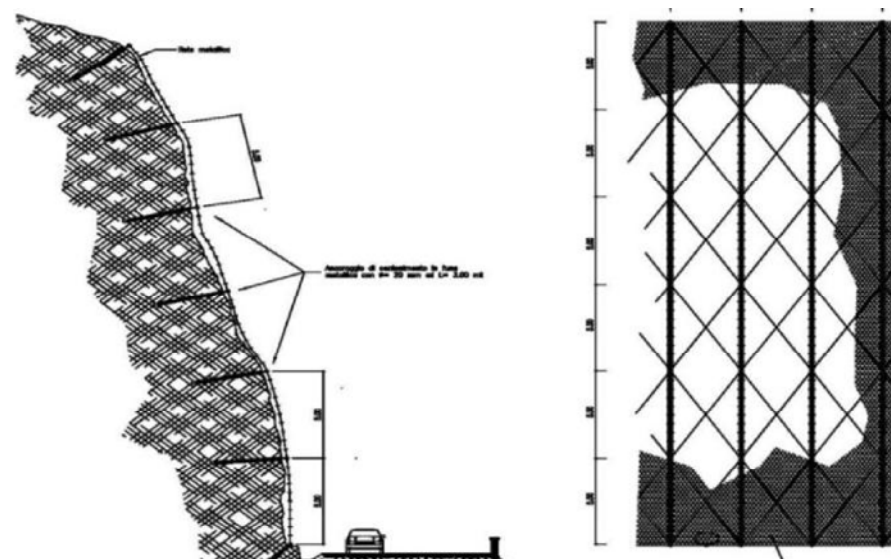
Opere di protezione di tipo “attivo” costituite da reti metalliche applicate in aderenza alle pendici rocciose, eventualmente integrate con rafforzamento corticale in funi di acciaio a maglia romboidale, ancorate al pendio con barre in acciaio di lunghezza variabile in funzione dello stato di fratturazione e della natura dell’ammasso roccioso.

### Costi parametrici (reti e rafforzamenti corticali)

Gli interventi sono valutati con i prezziari ANAS di riferimento (E.03.005 – E.03.042).

I costi parametrici variano in relazione alla eventuale presenza di rafforzamento corticale, maglia e lunghezza degli ancoraggi, funzione della formazione rocciosa. In linea generale si è valutato un costo di riferimento per metro quadrato di pendice:

- ✓ Protezione di pendice con rete semplice: 10 €/mq;
- ✓ Protezione di pendice con rafforzamento corticale ed ancoraggi: 45 - 105 €/mq.



*Schema rete con rafforzamento corticale – difesa attiva*



## Barriere paramassi

Opere di protezione di tipo "passivo" con lo scopo di intercettare e trattenere eventuali distacchi di materiale lapideo.

Sono generalmente costituite da pannelli di rete, altamente deformabili, collegati a montanti fissi o deformabili, ancorati a terra con plinti in c.a. o micropali, a seconda della formazione del sito.

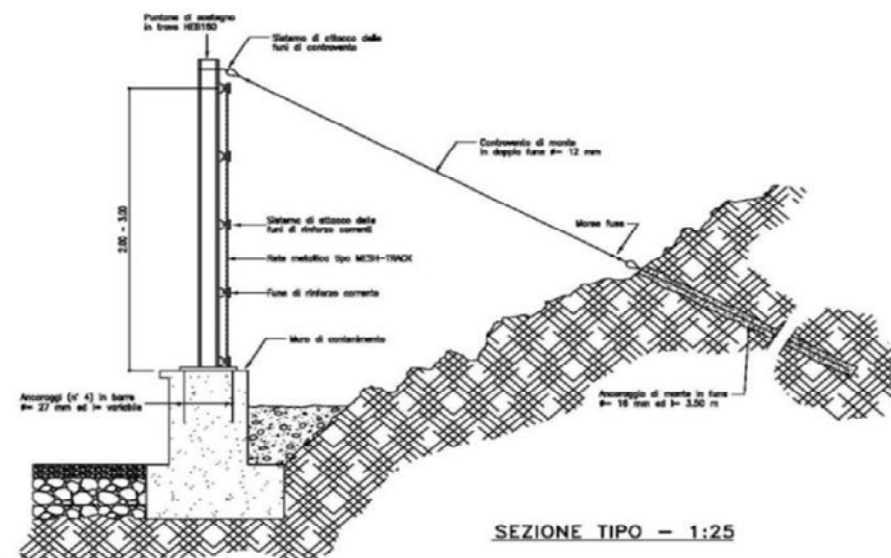
### Costi parametrici (barriere paramassi)

Gli interventi sono valutati con i prezzi ANAS di riferimento (G.04.015.a – G.04.015.h).

I costi parametrici variano in relazione alle dimensioni delle barriere, alla natura dei terreni per le fondazioni delle barriere, all'altezza d'intercettazione ed alla classe energetica di riferimento delle barriere.

In linea generale si è valutato un costo di riferimento per metro quadrato di barriera:

- ✓ Barriera paramassi ad alto assorbimento di energia da 100 a 4.500 kJ: 170 - 480 €/mq



Schema barriera paramassi fissa – difesa passiva





## Opere di Drenaggio

Le opere di drenaggio hanno lo scopo di allontanare e raccogliere le acque superficiali su terreni e pendii instabili in modo da ridurre i fenomeni di infiltrazione, le pressioni interstiziali e, di conseguenza, le spinte del terreno.

Generalmente si dividono in:

- **Opere di drenaggio superficiale (fossi, canalette, ecc.):** per controllare il flusso idrico superficiale convogliando le acque di ruscellamento in recapiti definiti, riducendo l'infiltrazione;
- **Opere di drenaggio profondo (dreni suborizzontali, trincee, paratie e pozzi drenanti):** strutture in materiale drenante (dreni, trincee, pali o pozzi) inserite nel terreno per il controllo della filtrazione dell'acqua nel terreno e abbassamento delle pressioni interstiziali. **Costi parametrici (opere di drenaggio)**

Gli interventi sono valutati con i prezzi ANAS di riferimento ovvero specifiche analisi.

I costi parametrici variano in relazione alla natura dei terreni, in relazione alla quota di falda, alla frequenza e lunghezza degli elementi drenanti.

- ✓ **Canalette per regolazione idraulica superficiale: 50 €/m di canaletta ;**
- ✓ **Dreni microfessurati: 23 €/m di dreno;**
- ✓ **Schermo drenante in pali in ghiaia collegati da condotta di fondo: 3.100 €/m d'intervento.**



*Realizzazione dreni microfessurati su muro esistente*



*Regolazione idraulica superficiale Fuoriuscita acqua di drenaggio*



## Interventi idraulici strutturali su opere d'arte maggiori o alvei

La manutenzione idraulica delle opere d'arte maggiori (ponti e viadotti) ha l'obiettivo di garantire la protezione delle strutture di fondazione **dai fenomeni di scalzamento** effettivi o potenziali e degradi, che si generano in seguito alle interazioni fra corso d'acqua e struttura.

La forma e la tipologia delle difese vengono ad essere condizionate dalle caratteristiche proprie dell'alveo in cui sono impostate le fondazioni e da quelle che sono le tendenze evolutive dei corsi d'acqua accertate nella fase di indagine e monitoraggio.

Le difese possono essere di tipo rigido o flessibile, localizzate od estese, in dipendenza di alcuni fattori che condizionano le scelte progettuali, quali: forma e dimensioni del plinto ed interasse fra le pile, tipologia fondazionale profonda, caratteristiche dell'asta fluviale e morfologia del fondo alveo, classe granulometrica prevalente del materiale d'alveo, dati idrologici di portata, **valore del massimo scalzamento prevedibile per valori di portata con Tempo di Ritorno ( $T_r$ ) di 100 e 200 anni**, profondità delle attuali fosse di escavazione intorno le pile, ampiezza e profondità media dell'alveo e vicinanza dalla foce del fiume, ecc.

### 5.1.1 Protezioni localizzate rigide (protezione fondazioni in alveo per pile)

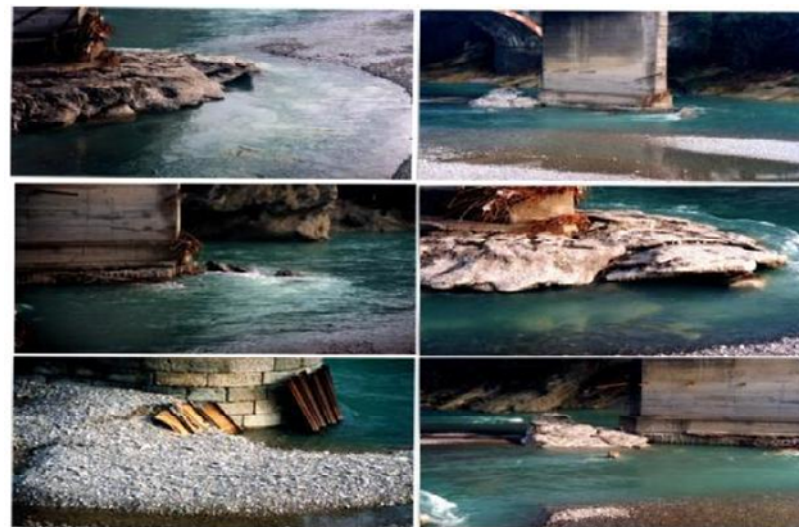
Si tratta, nella maggioranza dei casi, di paratie costituite da diaframmi in calcestruzzo armato da realizzare perimetralmente alle strutture di fondazione, previo consolidamento della porzione di terreno intorno i pali in caso di fondazioni su pali.

Tali strutture possono essere realizzate a profondità di imposta anche maggiore di 10 metri, senza apportare rilevanti modifiche agli ingombri delle fondazione esistenti (plinti su pali, pali-pila) e con opportuna sagoma garantendo la conservazione delle condizioni di moto preesistenti l'intervento sia a monte che a valle.

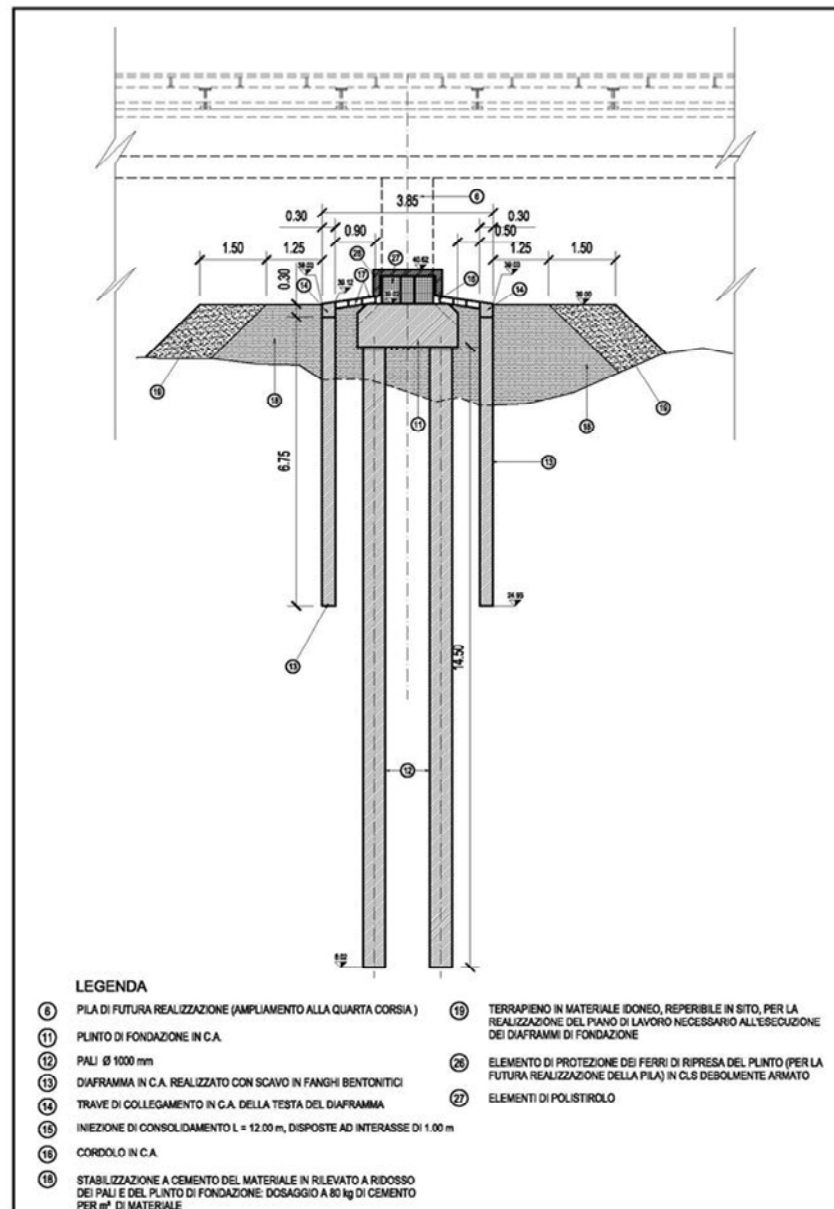
La nuova struttura fondazionale di protezione presenta generalmente una forma differente da quella protetta e maggiormente idrodinamica e ciò al fine di assecondare il flusso della corrente.

Le protezioni localizzate possono essere costituite anche da palancole Larssen rivestite con cls e collegate in sommità da un cordolo di coronamento o da micropali affiancati ovvero da micropali affiancati a quinconce a seconda delle peculiarità del sito. Nel dettaglio, la scelta della tipologia da adottare dipenderà generalmente dalla granulometria dei terreni interessati dagli scavi (grossolana, fine, più o meno addensata, con trovanti, ecc.), dalla morfologia dell'area d'intervento (difficoltà di cantierizzazione per attrezzature ingombranti).

Le strutture di protezione perimetrali in alveo sono dimensionate in relazione al massimo scalzamento prevedibile.







Schema intervento con diaframmi in c.a.



## Soglie e briglie selettive lungo gli alvei

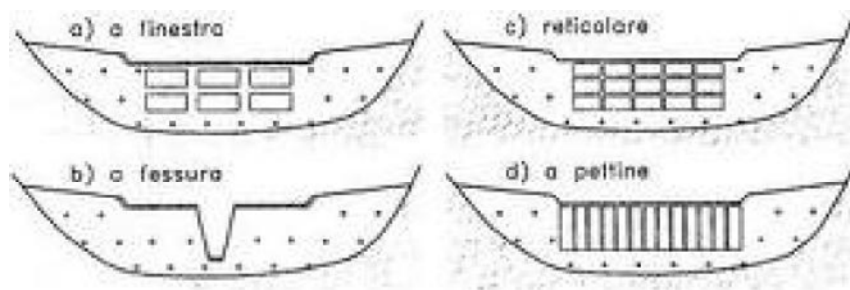
Altri esempi di strutture di protezione in alveo sono le soglie in cls e le briglie in cls. Queste vengono realizzate perpendicolarmente al flusso di corrente a valle delle strutture oggetto di fenomeni di scalzamento allo scopo di **contrastare le tendenze all'abbassamento progressivo del fondo alveo**.

Si realizzano di solito in alvei non eccessivamente ampi, non pluricursali e con sponde sufficientemente definite.

Una soglia posizionata a valle della struttura autostradale definisce una quota di fondo fissa che in genere viene fatta corrispondere, con la quota di estradosso dei plinti di fondazione.

*La scelta di tale soluzione è subordinata a fattori che debbono essere verificati in fase d'indagine, quali la pendenza pendenza media del fondo alveo, considerando dei tratti significativi a monte e valle della zona da proteggere, e la presenza di altre strutture;*

In corrispondenza della struttura il flusso della corrente subisce un progressivo rallentamento con conseguente ripascimento della zona a monte.



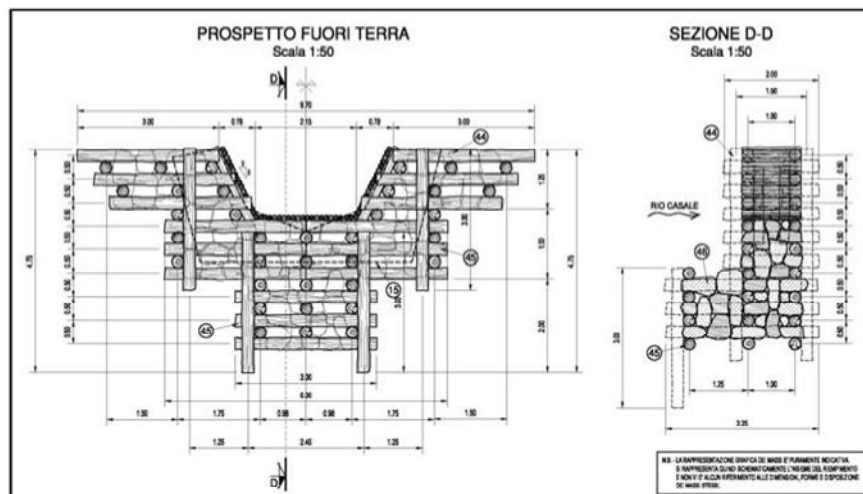
**Schemi intervento**



**A23 UDINE – CARNIA - TARVISIO: Sistemazione alveo Rio PIRGLER al Km 92+420**



## Briglie



*Briglia in legname – schema d'intervento*



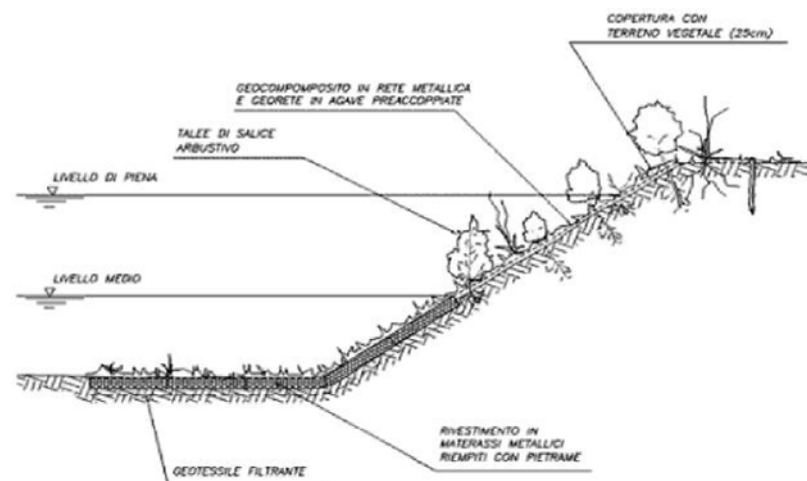
**A08DIR GALLARATE – GATTICO**  
**Sistemazione sbocco opera minore al Km 22**

## Gabbioni e materassi "Reno"

Si tratta prevalentemente di **opere di protezione dall'erosione e contenimento** e non di difesa dagli scalzamenti. Sono di solito gabbie metalliche a forma cubica o di parallelepipedo riempite con pietrame di cava, si utilizzano generalmente o allo sbocco delle opere idrauliche per la creazione di salti idraulici o come contenimento di pendii in frana o lungo le sponde di torrenti (vedi immagine di seguito) e vengono posti in opera previa posa di geotessile di varia grammatura a non inferiore a 300 g/mq.

Vengono con il tempo ricoperte da vegetazione mimetizzandosi perfettamente nell'ambiente circostante dopo la semina, eseguita generalmente con talee, in seguito alla fase di posa in opera di biostuoie.

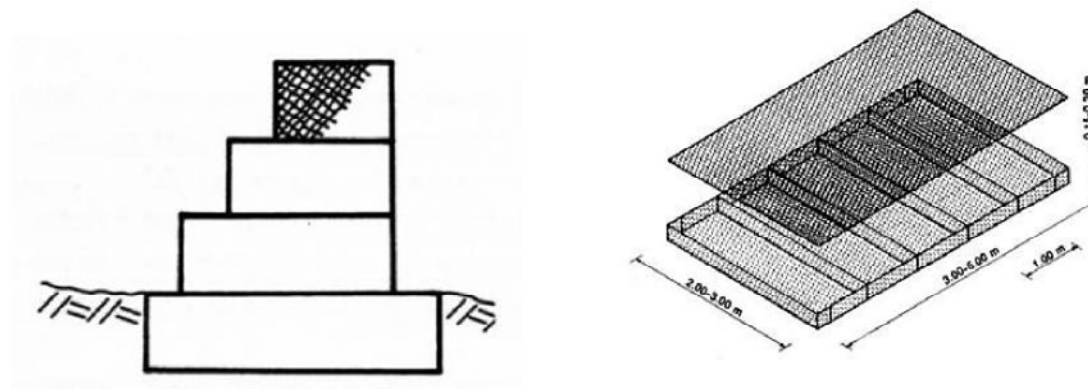
Le gabbionate hanno il pregio di costituire anche una barriera filtrante e di svolgere quindi opera di contenimento di versanti e sponde abbinata al drenaggio dei terreni a tergo delle stesse.



Sistemazione spondale con materassi "reno" – schema d'intervento



Gabbione

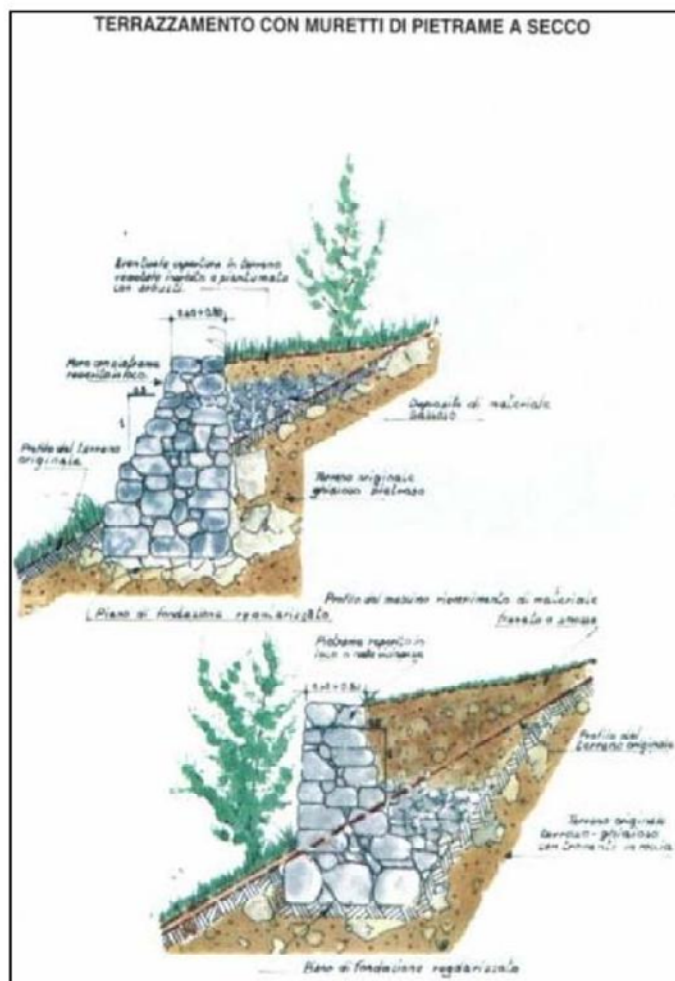


Sistemazione in gabbioni in più ordini - schema Tipologico materasso Reno



### 5.4.5 Muretti a secco

Si tratta di **opere di contenimento di versanti** costituite da blocchi di pietra posti in opera senza leganti o con una minima cementazione. Si distinguono rispetto alle altre forme di contenimento per la facilità di inserimento nel territorio circostante. La riuscita del risultato dipende molto dal tipo di pietra utilizzata e dalla modalità di messa in posa.

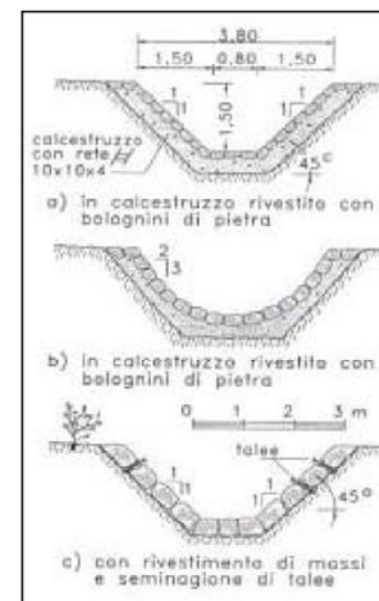


Muretti a secco - schema



### 5.4.6 Canalette rivestite e cunettoni

Si tratta di opere di rivestimento di canali di scolo in terra situati principalmente sotto le pile di ponti o viadotti con lo scopo di canalizzare i deflussi provenienti principalmente dai pluviali.



Canalette rivestite e cunettoni schema

## Sottarco Armato in Spritz-Beton

### Difetti principali:

Zone con calcestruzzo degradato e fratturato, vespai profondi e sistemi di lesioni medie o larghe nel rivestimento dei forni delle gallerie.

### Tipologia di intervento:

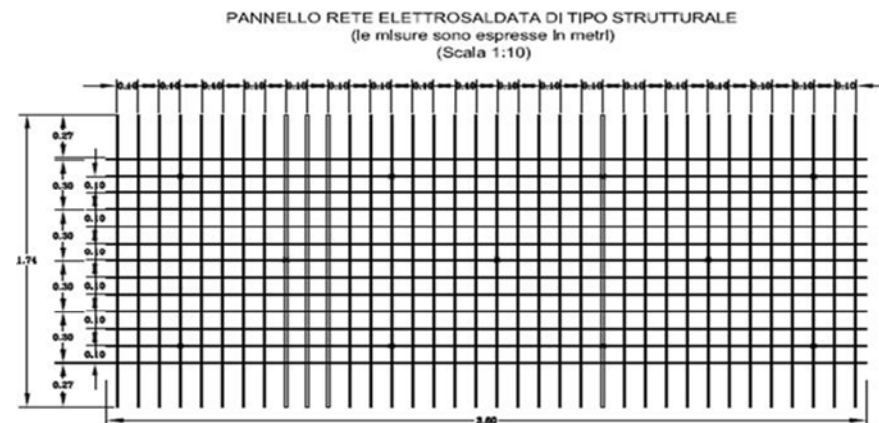
Realizzazione di un sottarco in spritz-beton, proiettato per via umida, armato con rete di tipo strutturale con spessori complessivi variabili da 12 a 20 cm.

**Il sottarco realizzato in spritz-beton (con Rck 2 40 MPa) può avere, a seconda dei casi, uno spessore da 12 cm a 20 cm ed è armato con rete di tipo strutturale  $\Phi 10\text{mm}$  e maglia  $10 \times 10\text{mm}$  ancorata con ganci inghisati chimicamente (in genere con incidenza  $n.2/\text{mq}$ ).**

Al fine di garantire una migliore collaborazione fra rivestimento esistente e nuovo sottarco si prevede la rimozione dei primi cm di rivestimento (preparazione del supporto) con spessori variabili in funzione dello spessore e dello stato di conservazione del rivestimento.

### Fasi di Intervento:

- 1. Rimozione dei presidi esistenti** sui piedritti ed in calotta previa rimozione e/o protezione degli impianti presenti;
- 2. Demolizione del rivestimento del fornice con fresatura meccanica** in spessore anche parziale (spessore minimo 4 cm);
- 3. Eventuale intasamento con iniezioni con resina epossidica** delle venute d'acqua puntuali;
- 4. Esecuzione di fori per l'inghisaggio dei ganci** e posa in opera dei ganci mediante inghisaggi per il successivo ancoraggio della rete di armatura;
- 5. Realizzazione di un primo strato di spritz-beton** (4-6 cm) proiettato per via umida, additivato con accelerante liquido, a base di sali inorganici, privo di alcali;
- 6. Posa in opera di membrana impermeabile a spruzzo millimetrica ad alta adesione;**



- 1. Posa in opera dell'armatura** con installazione dei fogli di rete elettrosaldata di tipo strutturale  $\Phi 10\text{ mm}$  avente maglia  $10 \times 10\text{ cm}$ ;
- 2. Completamento getto in spritz-beton (spess. 8-14 cm) Rck 2 40 MPa**, proiettato per via umida, eseguito in più fasi ed a strati successivi debitamente frattazzati per permettere un completo riempimento di tutti i vuoti.

Al termine dell'intervento è prevista la verifica del mantenimento dei franchi minimi laterali di progetto.

