 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e Geotecnica <b>Scheda tecnica Elementi costruttivi</b> Pericoli naturali	<b>24 001-18400</b>
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC <b>Ufficio federale delle strade USTRA</b>	<b>Terrapieni e argini di protezione</b>	V3.06 01.01.2023
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 1 di 5

## 1. Riferimenti

SIA 267 *Geotechnik* (Geotecnica)

SIA 267/1 *Geotechnik – Ergänzende Festlegungen* (Geotecnica – Specifiche complementari)

SIA 267.001 / EN 1997-1:2004 Eurocodice 7: geotecnica – Parte 1: Regole generali

SIA 267.002 / EN 1997-2:2007 Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo

VSS 70 305 *Überwachung von Bauwerken in nicht stabilem Gelände* (Monitoraggio delle opere di costruzione in zone non stabili)

Documento ASTRA 89001 Pericoli naturali lungo le strade nazionali: Gestione dei rischi

Direttiva ASTRA 12006 *Einwirkungen infolge Steinschlags auf Schutzgalerien* (Effetti in seguito a frane su gallerie di protezione)

Direttiva ASTRA 12007 *Einwirkungen infolge Lawinen auf Schutzgalerien* (Effetti in seguito a valanghe su gallerie di protezione)

Direttiva UFAM/UFAEG (2001) *Hochwasserschutz an Fliessgewässern* (Protezione dalle piene nei corsi d'acqua)

UFAM Protezione contro i pericoli dovuti ai movimenti di versante – Aiuto all'esecuzione per la gestione dei pericoli legati a scivolamenti, caduta di sassi e colate detritiche di versante, 2016

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

Scheda 24 001-15200 Tagli di versante e terrapieni

Scheda 24 001-18010 Pericoli naturali – Aspetti generali

## 2. Aspetti generali


I terrapieni o argini di protezione possono avere molteplici funzioni:

- terrapieno paravalanghe
- terrapieno di contenimento per crollo di roccia e caduta di sassi
- terrapieno di contenimento per colate detritiche e valanghe
- argine di protezione dalle piene
- argine di bacino di ritenzione delle acque
- terrapieno fonoassorbente

I terrapieni paravalanghe e i terrapieni di contenimento devono presentare la maggiore pendenza possibile sul lato di impatto, per impedire che vengano oltrepassati dalla valanga o dalla caduta di blocchi di roccia e sassi.

Negli argini di protezione dalle piene e negli argini di bacini idrici le proprietà idrauliche del materiale dell'argine e del sottosuolo sono particolarmente importanti.

Terrapieni ed argini sono per lo più realizzati con materiale reperibile localmente, che non sempre soddisfa appieno le caratteristiche ideali richieste.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	<b>Manuale tecnico Gallerie e Geotecnica</b> <b>Scheda tecnica Elementi costruttivi</b> Pericoli naturali	<b>24 001-18400</b>
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC <b>Ufficio federale delle strade USTRA</b>	<b>Terrapieni e argini di protezione</b>	V3.06 01.01.2023
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 2 di 5

La direttiva UFAM/UFAEG (2001) *Hochwasserschutz an Fliessgewässern* contiene indicazioni generali sulla protezione dalle piene nei corsi d'acqua, tuttavia non contiene raccomandazioni specifiche sulla realizzazione costruttiva (geotecnica) degli argini di protezione dalle piene.

### 3. Requisiti generali per terrapieni e argini di protezione


I requisiti per terrapieni e argini di protezione si differenziano a seconda della funzione di protezione (Tabella 1): in taluni casi è prioritaria la resistenza meccanica, in altri è importante la funzione idraulica e in altri ancora la combinazione di più criteri.

<b>Terrapieno / argine</b>	<b>Scopo principale (scenario di pericolo)</b>	<b>Geometria</b>	<b>Geotecnica / meccanica del terreno</b>	<b>Idraulica</b>
Terrapieno paravalanghe Terrapieno di contenim. valanghe	Deviazione o contenimento e arresto di una valanga	Lato impatto ripido (muro di blocchi)	Materiale di riporto: elevata resistenza al taglio Blocchi: elevata resistenza	Permeabilità Buon drenaggio
Terrapieno di contenimento	Arresto, contenimento e ritenzione di blocchi	Lato impatto ripido (p.es. terra rinforzata con geosintetici in tecnica di risvolto)	Grande resistenza Efficace nell'assorbire l'energia di impatto da parte di blocchi	Permeabilità
Argine di protezione dalle piene	Ritenzione dell'acqua	Sponda piana	Stabilità della sponda con correnti filtranti variabili nel tempo	Contenimento dell'acqua Prevenzione dell'erosione interna (criteri di filtrazione)
Combinazione di terrapieni ad es. per arresto di colate detritiche	Contenimento di materiale e acqua		Diversi requisiti	Diversi requisiti

Tabella 1: Requisiti di diversi tipi di terrapieni e argini di protezione

#### Requisiti generali

- Da un punto di vista costruttivo, i terrapieni e gli argini devono essere progettati e dimensionati in base ai requisiti specifici dell'intervento.
- Deve essere utilizzato materiale reperibile localmente.
- Argini e bacini vanno realizzati in modo da facilitarne la manutenzione e devono essere possibilmente carrabili.
- La sommità deve avere una larghezza di almeno 4 m se carrabile o comunque un minimo di 2 m se destinata a sola pedonabilità.
- Nei terrapieni di contenimento e paravalanghe si devono evitare ristagni d'acqua nelle zone di contenimento per evitare infiltrazioni nel terrapieno, prevedendo in questi punti adeguate possibilità di scarico dell'acqua.
- Si dovrà provvedere a un'appropriata manutenzione dei terrapieni, degli argini e dei bacini di contenimento:

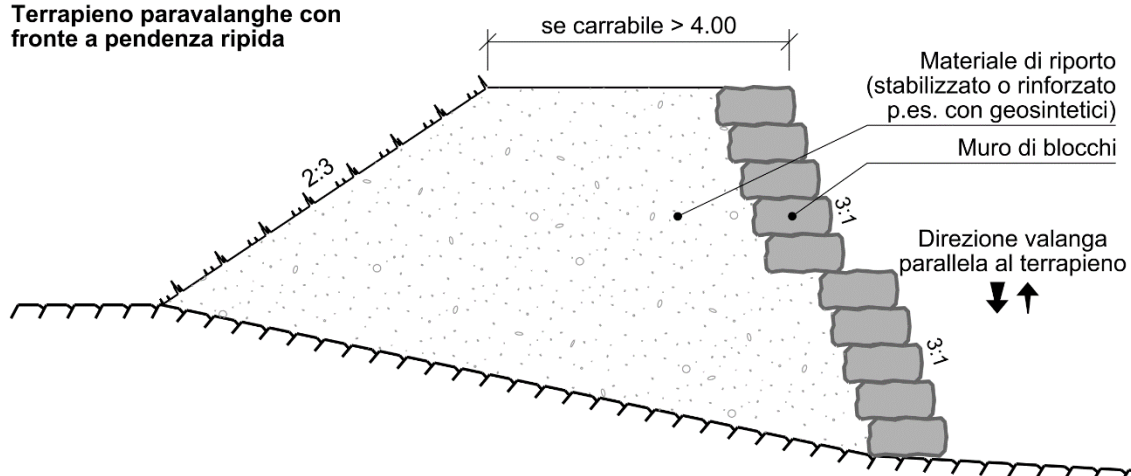
 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e Geotecnica <b>Scheda tecnica Elementi costruttivi</b> Pericoli naturali	<b>24 001-18400</b>
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC <b>Ufficio federale delle strade USTRA</b>	<b>Terrapieni e argini di protezione</b>	V3.06 01.01.2023
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 3 di 5

- rimuovere sassi e detriti
- garantire un adeguato deflusso dell'acqua nei terrapieni di arresto/contenimento
- impedire la crescita di vegetazione arborea.

#### 4. Terrapieno paravalanghe

Un terrapieno paravalanghe deve avere un lato di impatto a pendenza ripida per deviare la neve e impedirne lo scorrimento oltre il terrapieno (Figura 1). Spesso occorre costruire terrapieni paravalanghe in fossi naturali (valloni laterali) sui fianchi della montagna. In questi fossi naturali si trovano di frequente detriti di versante e grossi blocchi che possono essere utilizzati per la costruzione del terrapieno stesso.


**Terrapieno paravalanghe con fronte a pendenza ripida**



*Figura 1: Terrapieno paravalanghe con fronte di impatto a pendenza ripida realizzato con grossi blocchi*

##### Indicazioni per la costruzione e requisiti

- Il materiale di riporto deve essere compattato con mezzi idonei.
- Il muro di blocchi deve essere sufficientemente largo (> 2m) e deve essere realizzato con blocchi ravvicinati di forma rettangolare. Eventualmente posare i blocchi nel calcestruzzo secondo la tecnica "bagnato su bagnato".
- I blocchi devono essere di roccia dura resistente alle intemperie, con una superficie ruvida in modo da consentire la trasmissione delle forze di taglio nelle fughe e garantire la stabilità del muro.
- Un terrapieno paravalanghe deve essere il più permeabile possibile nella parte inferiore, in modo da impedire il ristagno di acqua che potrebbe compromettere la stabilità del terrapieno.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e Geotecnica <b>Scheda tecnica Elementi costruttivi</b> Pericoli naturali	<b>24 001-18400</b>
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC <b>Ufficio federale delle strade USTRA</b>	<b>Terrapieni e argini di protezione</b>	V3.06 01.01.2023
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 4 di 5

- A livello delle fondazioni devono essere previste condotte di drenaggio. L'acqua di versante deve essere raccolta e fatta defluire in modo controllato.
- Non deve essere utilizzato materiale fine o con una frazione fine > 10% perché di scarsa permeabilità.

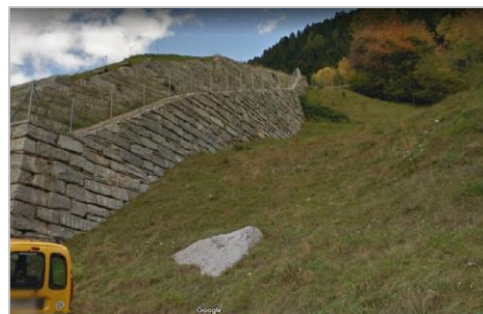


Figura 2: Foto di una diga guida per valanghe

## 5. Terrapieno di contenimento per caduta sassi e blocchi

I terrapieni di contenimento devono avere la massima resistenza meccanica possibile in modo da arrestare la caduta di blocchi. La sponda sul lato a monte deve essere il più ripida possibile per impedire che sassi, blocchi e massi possano scavalcare il terrapieno (Figura 3).

**Terrapieno di contenimento per caduta sassi / crollo roccia**

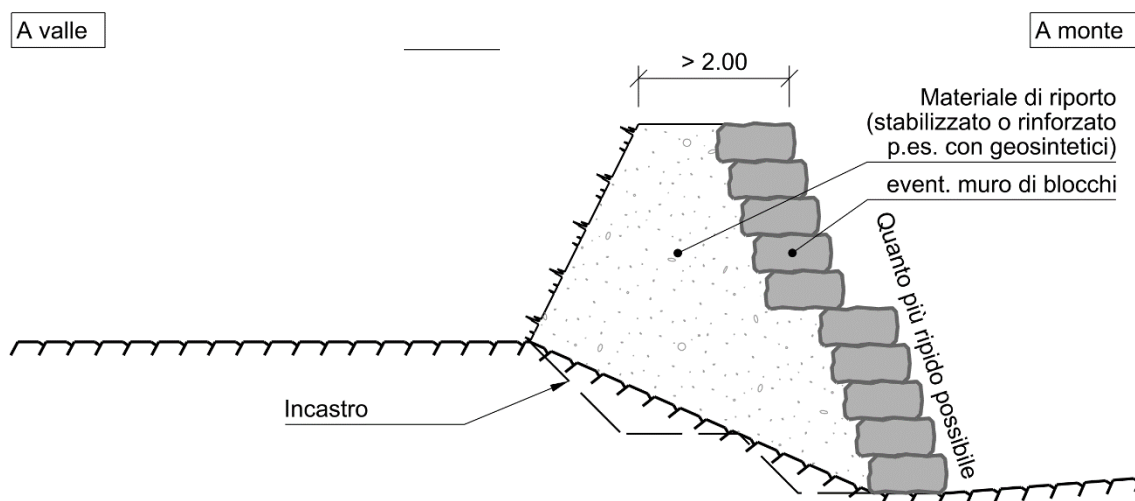



Figura 3: Terrapieno di contenimento per crollo roccia e caduta sassi

Le dimensioni del terrapieno di contenimento devono essere proporzionate alla grandezza del blocco più grosso previsto, in modo che il terrapieno sia in grado di arrestarlo e di assorbirne l'energia cinetica. La sommità deve avere una larghezza di almeno 2 m.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e Geotecnica <b>Scheda tecnica Elementi costruttivi</b> Pericoli naturali	<b>24 001-18400</b>
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC <b>Ufficio federale delle strade USTRA</b>	<b>Terrapieni e argini di protezione</b>	V3.06 01.01.2023
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 5 di 5

## 6. Argini di protezione dalle piene

Gli argini di protezione dalle piene devono contenere l'acqua, quindi assolvere una funzione di tenuta stagna, e per questo motivo devono essere composti da materiale a bassa permeabilità. I requisiti dipendono dalla durata delle sollecitazioni dovute alle piene. Una piena in un bacino di ritenzione può sollecitare l'argine solo per poche ore per cui l'acqua ha solo un limitato periodo di tempo per infiltrarsi nel corpo dell'argine. Nel caso di sollecitazioni prolungate dell'argine, l'acqua può infiltrarsi e fuoriuscire sul lato a campagna. In caso di un rapido abbassamento del livello dell'acqua nel bacino, l'acqua accumulatasi nell'argine può causare instabilità. Nella Figura 4 è rappresentato un argine con drenaggio al piede, sul lato a campagna. Nella Figura 5 è rappresentato un argine omogeneo e un diagramma schematico del lato di infiltrazione dell'acqua in funzione del tempo.

### Argine di protezione dalle piene

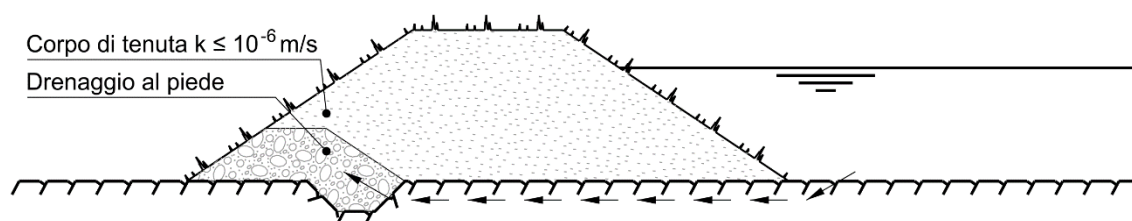


Figura 4: Argine di protezione dalle piene con drenaggio al piede e strati di scorrimento sottostanti

### Argine omogeneo

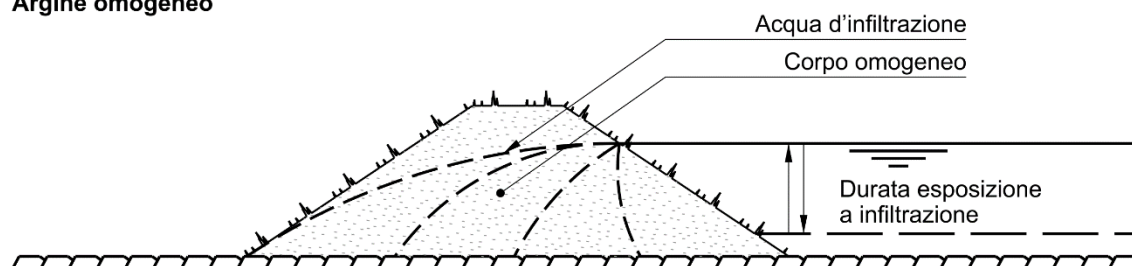


Figura 5: Argine in terra omogeneo con materiale a scarsa permeabilità e fronte di infiltrazione dell'acqua

Per l'efficacia e la sicurezza degli argini di protezione dalle piene è determinante anche il sottosuolo (rischio di scalzamento con fuoriuscite d'acqua o spinta idrostatica sul lato a campagna). È necessario indagare le condizioni del sottosuolo secondo le indicazioni contenute nella norma Eurocodice 7 – parte 2 (SIA 267.002 / EN 1997-2:2007).