



**Convegno online**  
**Ordine Geologi Liguria - Ordine Ingegneri Provincia Imperia**  
**Mercoledì 23 Novembre Ore 9,00**



ordine degli  
ingegneri  
provincia di  
imperia

**Aggiornamento sui materiali metallici e geosintetici per la messa in sicurezza di ambiente ed infrastrutture e relativi software dedicati al dimensionamento**

***Prof. Ing. Maurizio Ponte***

***Dott. Massimo Borghi***



**ARRIGO GABBIONI ITALIA S.R.L.**

- 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO E/O ROCCE ALTERATE CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS***
- 2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO***
- 3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI***



**NTC 2018**



### **6.3.5. INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE**

Il progetto degli interventi di stabilizzazione deve comprendere la descrizione completa dell'intervento, l'influenza delle modalità costruttive sulle condizioni di stabilità, il piano di monitoraggio e un significativo piano di gestione e controllo nel tempo della funzionalità e dell'efficacia dei provvedimenti adottati. In ogni caso devono essere definiti l'entità del miglioramento delle condizioni di sicurezza del pendio e i criteri per verificarne il raggiungimento.

La scelta delle più idonee tipologie degli interventi di stabilizzazione deve tener conto delle cause promotrici della frana, del meccanismo di collasso ipotizzato o in atto, dei suoi caratteri cinematici e del regime delle pressioni interstiziali nel sottosuolo. Il progetto degli interventi deve essere basato su specifici modelli geotecnici di sottosuolo.

L'adeguatezza del margine di sicurezza raggiunto per effetto degli interventi di stabilizzazione deve essere giustificato dal progettista.

Oltre alla valutazione dell'incremento di sicurezza indotto dagli interventi di stabilizzazione nei confronti del meccanismo di collasso più critico, è necessario verificare le condizioni di sicurezza connesse con altri, diversi, meccanismi di collasso, compatibili con gli interventi ipotizzati





## ***NTC 2018 – Circ. Esplicativa 2019***

### **C6.3.5 INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE**

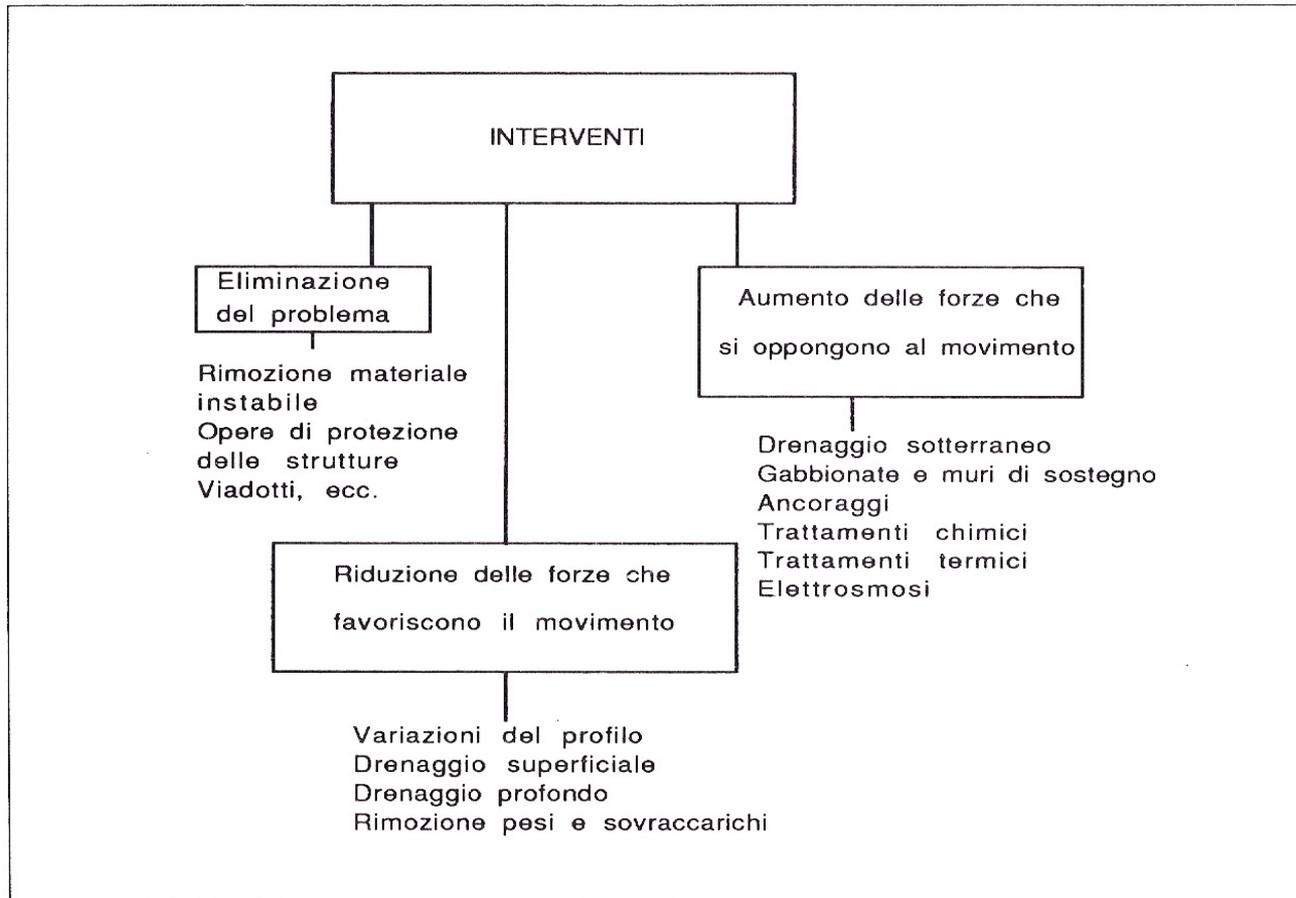
Nel dimensionamento degli interventi di stabilizzazione devono essere valutate le condizioni di stabilità iniziali, prima dell'esecuzione dell'intervento, e quelle finali, ad intervento eseguito, in modo da valutare l'incremento del margine di sicurezza rispetto al cinematismo di collasso critico potenziale o effettivo. In dipendenza della tipologia di intervento deve essere valutata l'evoluzione temporale dell'incremento del coefficiente di sicurezza nel tempo, per garantire il raggiungimento di condizioni di stabilità adeguate in tempi compatibili con i requisiti di progetto. In ogni caso, le condizioni di stabilità devono essere verificate non solo lungo il cinematismo di collasso critico originario, ma anche lungo possibili cinematismi alternativi che possano innescarsi a seguito della realizzazione dell'intervento di stabilizzazione.

Se un pendio è interessato da una nuova costruzione, il progettista deve verificare la stabilità del pendio prima della realizzazione dell'opera, quantificandone il coefficiente di sicurezza nelle condizioni più critiche. Se in queste condizioni il valore del coefficiente di sicurezza è giudicato adeguato alla nuova costruzione si procede alle verifiche dell'opera, valutandone anche la stabilità globale secondo quanto prescritto nel §6.8.2. Il progettista deve poi rianalizzare la stabilità del pendio tenendo conto della presenza della nuova costruzione e controllando che il valore del coefficiente di sicurezza non risulti inferiore al valore ottenuto con l'analisi effettuata prima della costruzione dell'opera. In caso contrario, è necessario predisporre interventi di stabilizzazione del pendio per riportarne il margine di sicurezza finale almeno pari a quello precedente la realizzazione della nuova opera.

Nel caso di frane di ampie dimensioni, per le quali non sempre è possibile giungere alla stabilizzazione, gli interventi possono essere progettati con il fine di rallentare l'evoluzione dei fenomeni in atto. In tal caso, l'efficacia di un intervento sul pendio deve essere valutata in termini di riduzione della pericolosità. Poiché l'obiettivo finale è la mitigazione del rischio per la vita umana e per le proprietà, in alcuni casi possono essere concepiti interventi di protezione (reti paramassi, vasche di accumulo, ecc.), che non incidono sulla pericolosità dell'evento franoso ma sulla protezione di persone e cose.



## *Interventi di stabilizzazione*



*(Da Canuti et Al., 1992)*



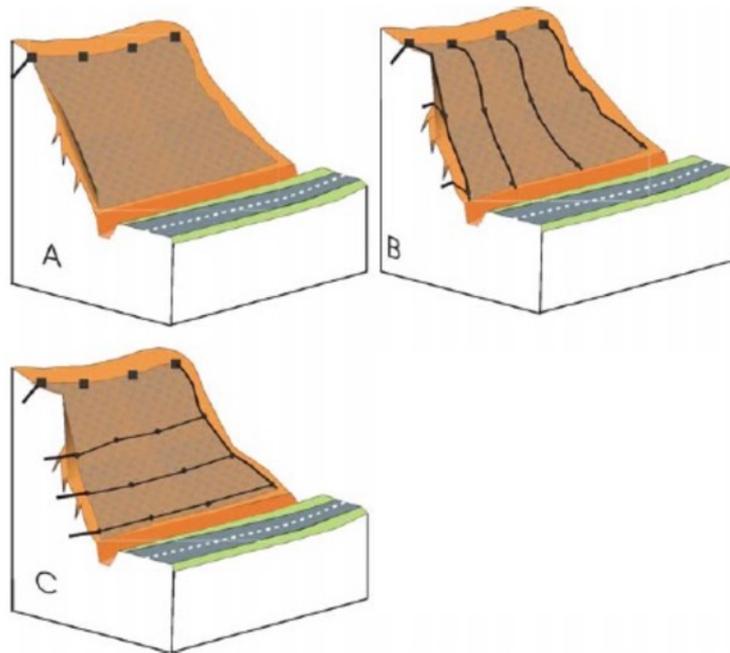


# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS

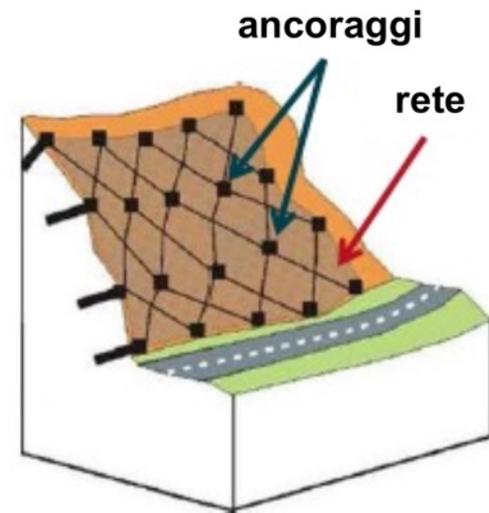


*I rafforzamenti corticali rientrano tra i cosiddetti interventi “attivi”: impediscono che il fenomeno si verifichi.*

*Vengono realizzati tramite la posa di reti metalliche + funi + ancoraggi*



*Rivestimento semplice*



*Consolidamento strutturale*





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO  
CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE  
STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO  
DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



*Tipologie di erosioni corticali:*

- *Versanti in terreni sciolti;*
- *Versanti in rocce alterate;*
- *Versanti in matrici miste litoidi-terrose;*
- *Debris-flow superficiali;*
- *Arginature in matrice terrosa*





# **1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



ordine degli  
ingegneri  
provincia di  
imperia





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



ordine degli  
ingegneri  
provincia di  
imperia

*In queste situazioni generalmente si usano i rivestimenti flessibili combinati, formati da rete metallica esagonale a doppia torsione e bioreti o georeti*

- La rete metallica viene usata con lo scopo di garantire maggiore resistenza meccanica ed irrigidire il sistema.*
- La biorete o la georete, vengono usate con azione antiersiva, e, dove consentito, favorire la rinaturazione del versante.*





# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE 3D





# **1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



## **GEOCOMPOSITI PREACCOPPIATI**

### **vantaggi tecnici**

*Realizzazione contestuale di un'opera di controllo antiersivo superficiale e consolidamento corticale (rivestimenti vegetativi)  
La flessibilità dei geocompositi consente dove necessario di garantire una corretta aderenza della biorete o georete al versante, ed evitare possibili ruscellamenti e/o sottoescavazioni fra il versante ed il sistema protettivo*

*Basso impatto ambientale*

*Possibilità per il progettista di individuare la tipologia più efficace per migliorare l'effetto di una idrosemina ove necessaria*





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



ordine degli  
ingegneri  
provincia di  
imperia

**GEOCOMPOSITI PREACCOPPIATI  
vantaggi tecnici**

*Due/tre prodotti applicati in un'unica soluzione consentono*

**riduzione dei tempi di posa= 50%**

**riduzione dei rischi per i posatori= 50%**





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



*NEL CASO LE ENERGIE SUPERINO LE  
NORMALI PRESTAZIONI DELLA RETE  
A DOPPIA TORSIONE E' ORA  
POSSIBILE UTILIZZARE NUOVO  
SISTEMA RINFORZATO SEMPLICE  
E/O GEOCOMPOSITO A RESISTENZA  
MAGGIORATA*





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



*Nuova tecnologia che aumenta le caratteristiche prestazionali rispetto alla classica rete esagonale a doppia torsione; resistenza a punzonamento 101 k N*

*consente al progettista di ottenere prestazioni di resistenza fino al 50% superiori rispetto alla classica rete esagonale a doppia torsione; permettendo di estendere l'uso della rete a doppia torsione ad un ambito maggiore di applicazioni.*





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



*Maglia 8x10, filo diametro 3,40 mm.  
con filo di bordatura diam. 3,90  
mm., rivestimento in lega zinco,  
marcatatura CE*

*Ambito sia come rete esagonale  
paramassi, che come geocomposito  
antierosivo combinato.*





# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



*I rivestimenti semplici sono principalmente utilizzati per:*

- *Stabilizzare e/o ridurre la velocità di caduta dei detriti e dei blocchi*
- *Limitare le traiettorie dei blocchi in caduta, in modo che non vadano ad interferire con le infrastrutture*
- *Trattenere i detriti al piede della scarpata*





# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



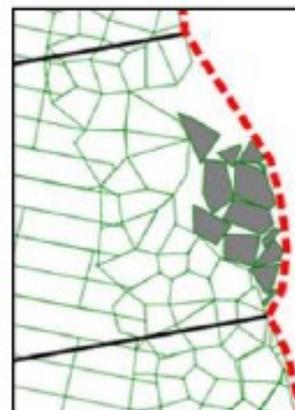
I consolidamenti strutturali consentono di:

- Migliorare la stabilità della coltre superficiale alterata/fratturata
- Trattenere i detriti e/o i blocchi tra gli ancoraggi



## Ancoraggi

Migliorare la stabilità della coltre  
superficiale alterata/fratturata



## Rivestimento

Trattenere il detrito e/o i blocchi  
tra gli ancoraggi





# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



I consolidamenti strutturali consentono di:

- Migliorare la stabilità della coltre superficiale alterata/fratturata
- Trattenere i detriti e/o i blocchi tra gli ancoraggi





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



ordine degli  
ingegneri  
provincia di  
imperia

*I consolidamenti strutturali consentono di:*

- *Migliorare la stabilità della coltre superficiale alterata/fratturata*
- *Trattenere i detriti e/o i blocchi tra gli ancoraggi*

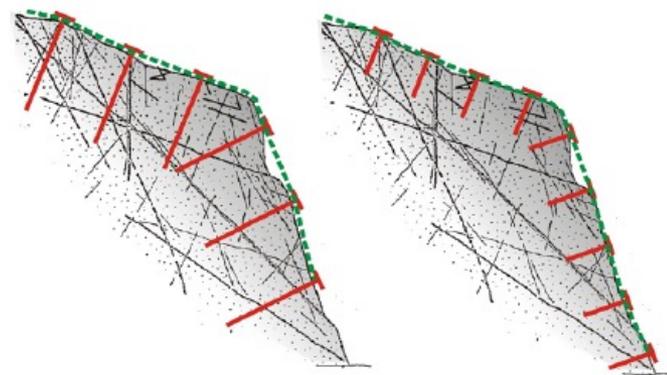
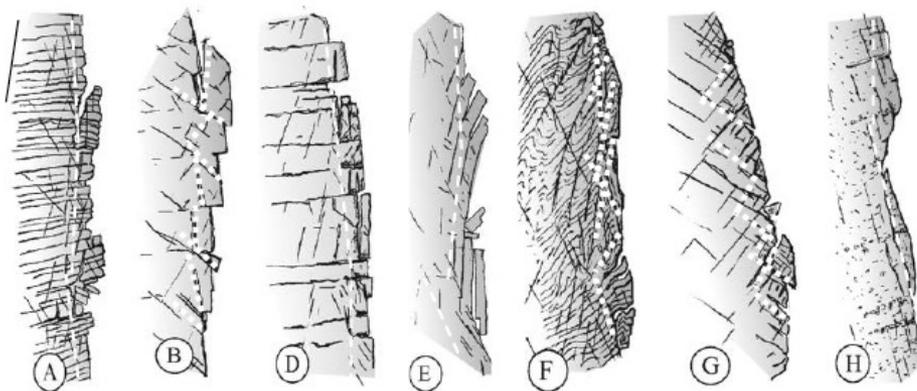




# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS

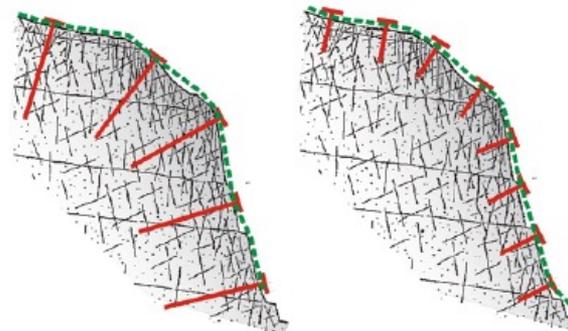


*Per la progettazione di un intervento di rafforzamento corticale di scarpate in roccia, è necessario conoscere lo spessore instabile, caratterizzato da giunti di discontinuità che definiscono i blocchi instabili*



A) Ammasso discontinuo

B) Ammasso pseudo continuo



C) Ammasso pseudo continuo

D) Ammasso discontinuo

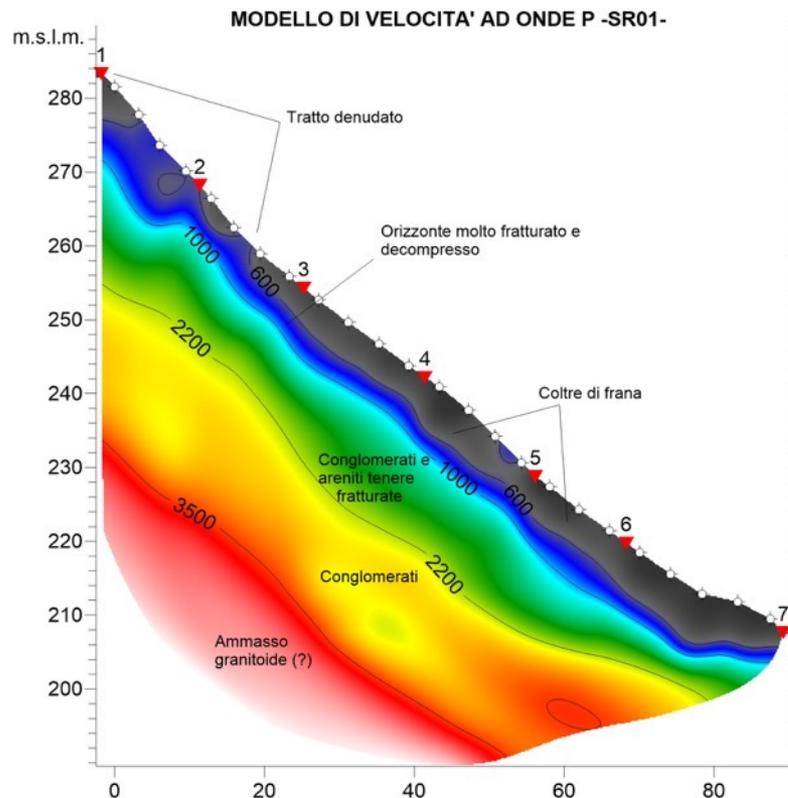




# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS

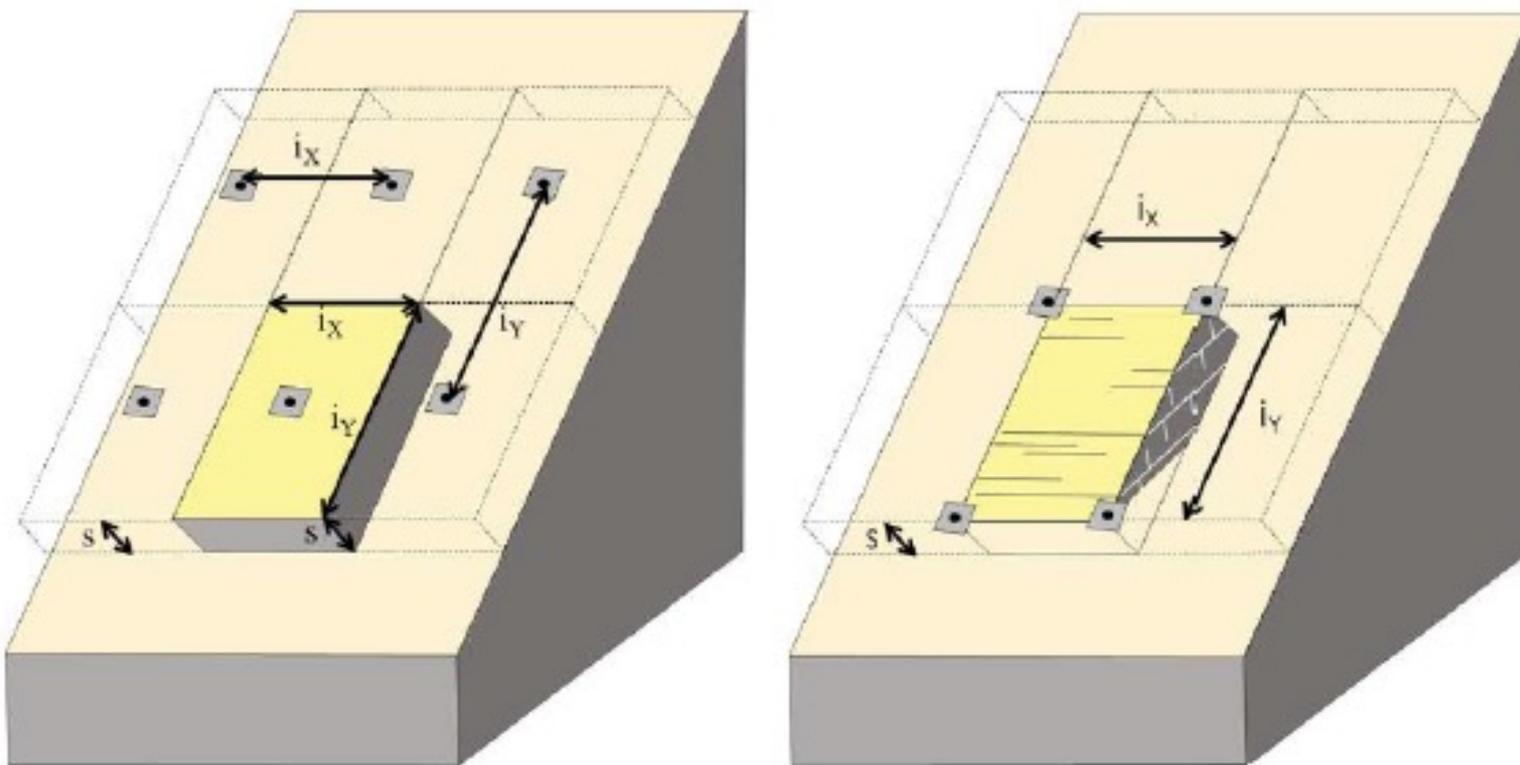


Per la progettazione di un intervento di rafforzamento corticale di scarpate in terreno sciolto, è necessario conoscere lo spessore della coltre da stabilizzare, in maniera tale da consentire agli ancoraggi di «ammorsarsi», per una lunghezza adeguata, all'interno del substrato stabile.



**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**

*Lo schema statico usualmente adottato per la progettazione di un intervento di rafforzamento corticale di scarpate in terreno sciolto, è il seguente:*

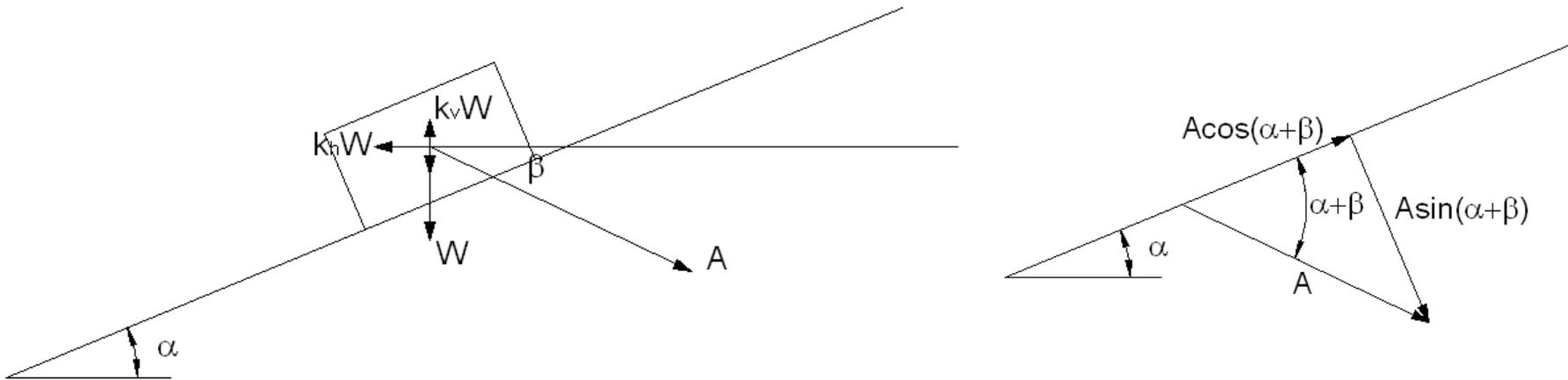




# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



Lo schema statico usualmente adottato per la progettazione di un intervento di rafforzamento corticale di scarpate in terreno sciolto, è il seguente:



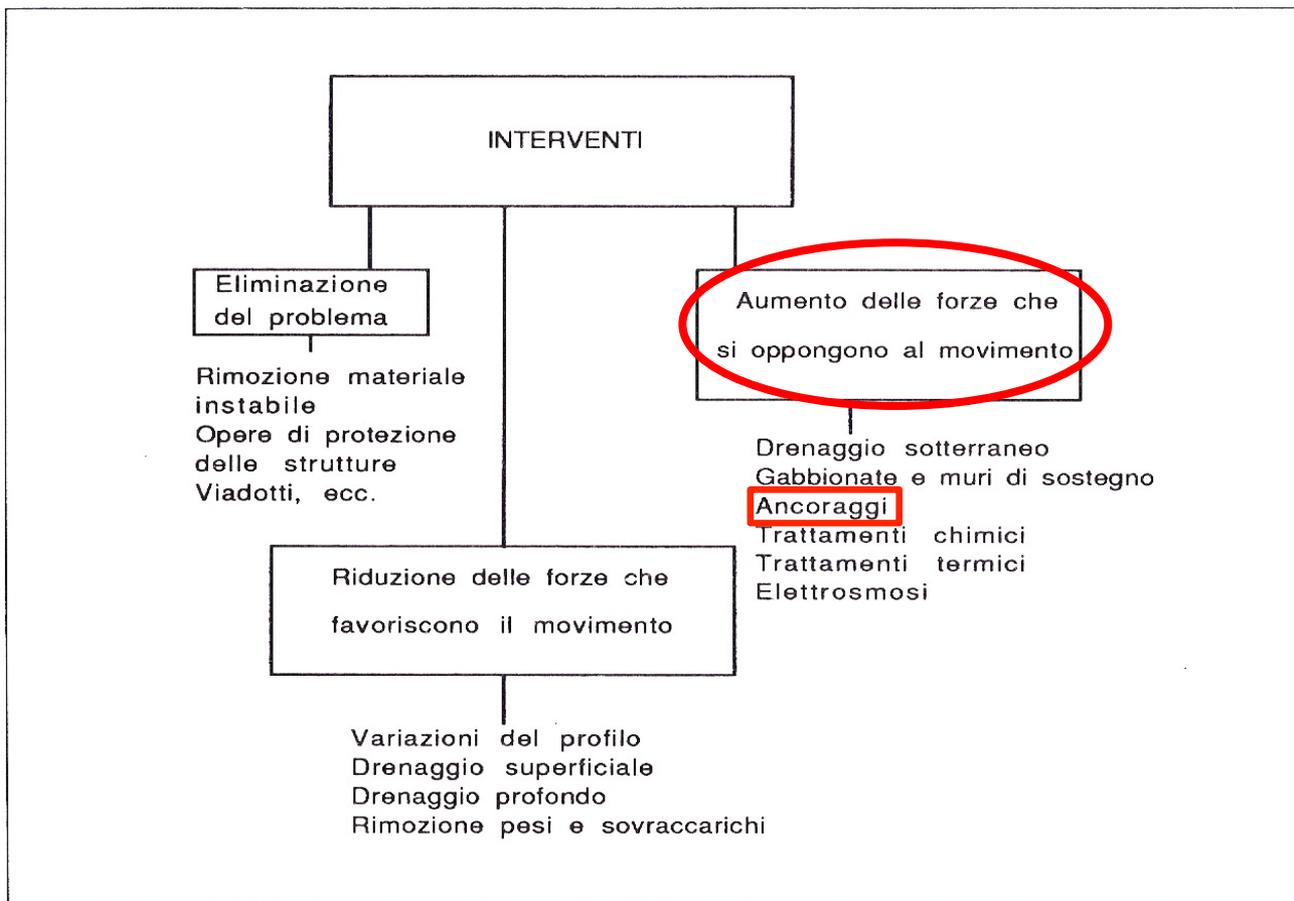
$$FS = \frac{[(W \pm F_v) \cos \alpha - F_h \sin \alpha + A \sin(\alpha + \beta)] \tan \varphi}{(W \pm F_v) \sin \alpha + F_h \cos \alpha - A \cos(\alpha + \beta)}$$

Duplice effetto della forza "A": aumenta le forze resistenti (numeratore) e diminuisce le forze instabilizzanti (denominatore)  $\Rightarrow$  rapido aumento di FS





# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



*I possibili meccanismi di collasso del sistema sono:*

- 1) Rottura per trazione dell'ancoraggio (in barra o in fune)*
- 2) Sfilamento ancoraggio/bulbo di fondazione*
- 3) Sfilamento bulbo di fondazione/substrato*
- 4) Rottura per punzonamento della rete*
- 5) Rottura per trazione della rete*



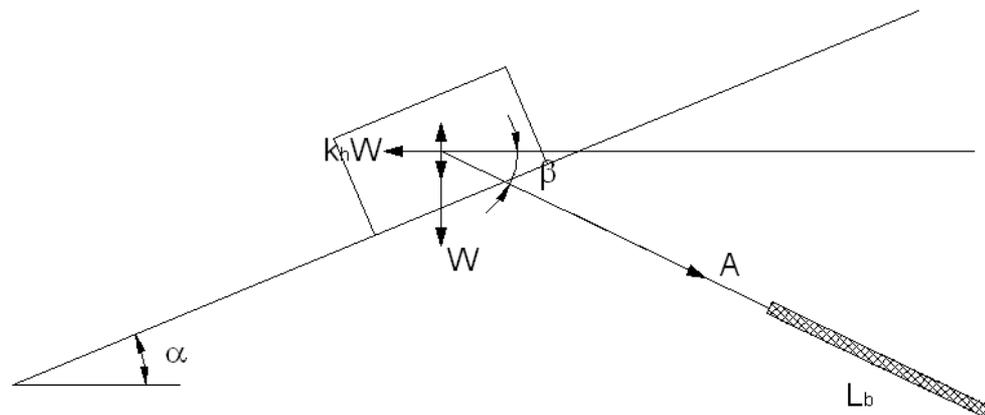


# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



La lunghezza del bulbo di fondazione può essere determinata o tramite prove di estrazione preliminari, oppure mediante approcci teorici:

$$L_b = \frac{A}{\pi D_f \tau} FS_{Lb}$$



Roccia:

$$\tau = \frac{\sigma_u}{30} \quad (\text{Littlejohn \& Bruce, 1975})$$



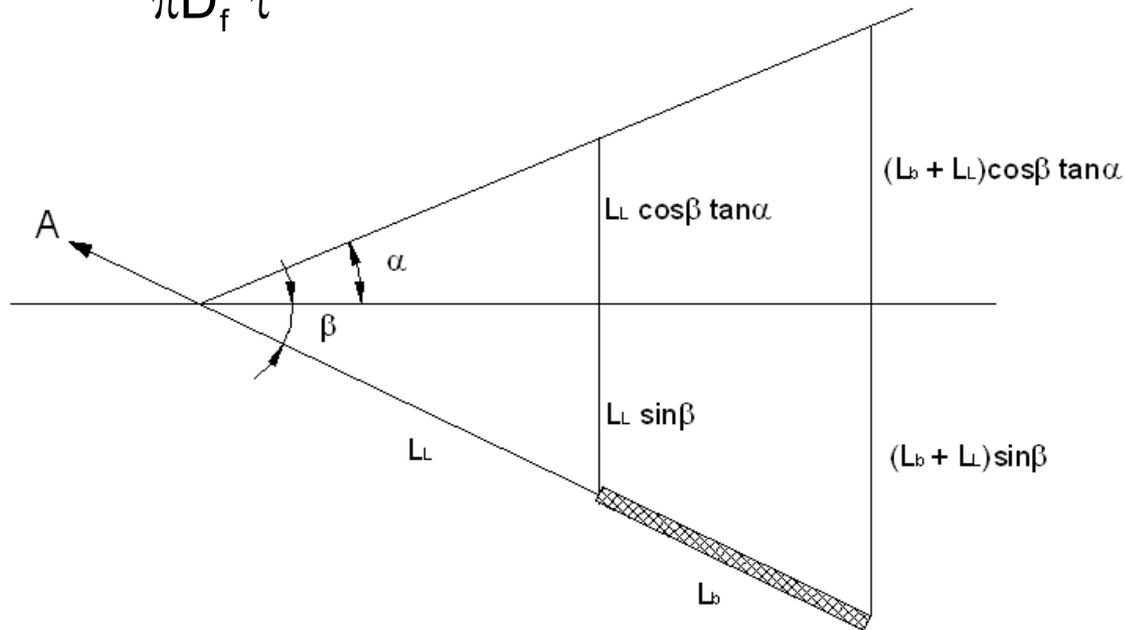


# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



La lunghezza del bulbo di fondazione può essere determinata o tramite prove di estrazione preliminari, oppure mediante approcci teorici:

$$L_b = \frac{A}{\pi D_f \tau} F S_{L_b}$$



$$Z_1 = L_L (\cos \beta \tan \alpha + \sin \beta)$$

$$Z_2 = (L_L + L_b) (\cos \beta \tan \alpha + \sin \beta)$$

$$Z_{med} = (Z_1 + Z_2) / 2$$

$$\sigma_{med} = \gamma Z_{med}$$

$$\tau = A / (D_f \pi L_b) = \sigma_{med} \tan \delta$$

$$L_b = A / (D_f \pi \sigma_{med} \tan \delta)$$





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



## ***Il software SRS (Soil Reinforcement System)***

**SRS** è un software di calcolo (ideato dal Prof. Ing. M. Ponte e sviluppato da Geostru per Arrigo Gabbioni Italia S.r.l) per il dimensionamento di un sistema di rivestimento corticale di coltri instabili, costituito da reti metalliche, prodotte dalla Arrigo Gabbioni Italia S.r.l., solidarizzate al terreno mediante ancoraggi, in ossequio alle vigenti Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 2018).

È una **webapp**, accessibile da qualunque dispositivo connesso a internet con qualsiasi browser.





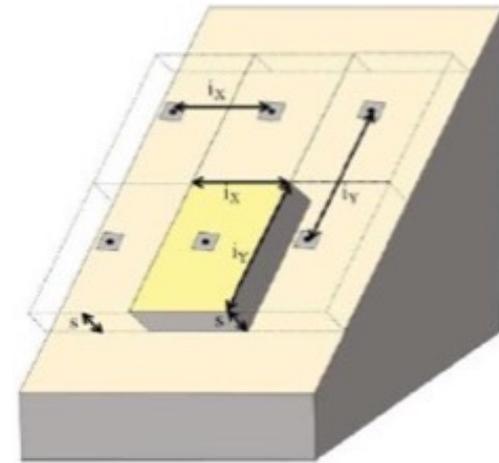
# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



ordine degli  
ingegneri  
provincia di  
imperia

## Il software SRS (Soil Reinforcement System)

*Lo schema adottato in SRS prevede l'analisi di stabilità rispetto a un cinematismo di tipo traslazionale del volume di terreno rappresentato in figura.*



*Viene ipotizzato che lo scorrimento possa avvenire sulla superficie di contatto tra la coltre e il sottostante substrato, che può essere costituito da terreno oppure da roccia, avente lo stesso angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie topografica.*

*L'analisi, inoltre, viene condotta anche in condizioni sismiche secondo l'approccio pseudostatico.*





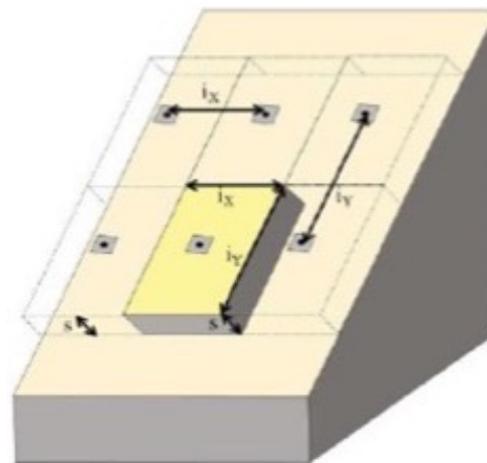
# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



ordine degli  
ingegneri  
provincia di  
imperia

## Il software SRS (Soil Reinforcement System)

Lo schema adottato in **SRS** prevede l'analisi di stabilità rispetto a un cinematismo di tipo traslazionale del volume di terreno rappresentato in figura.



In **SRS**, invertendo l'usuale approccio progettuale, il Progettista fissa il valore del coefficiente di sicurezza di progetto ( $FS_{des}$ ) e il software consente di determinare lo sforzo (di trazione) nel singolo ancoraggio necessario per raggiungerlo.





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



## ***Il software SRS (Soil Reinforcement System)***

*Noto lo sforzo di trazione agente sull'ancoraggio per il raggiungimento di  $FS_{des}$  vengono effettuate, applicando gli opportuni coefficienti parziali previsti dalle NTC 2018, le seguenti verifiche:*

- 1) Verifica di stabilità pre e post-intervento*
- 2) Verifica a trazione della barra;*
- 3) Verifica a sfilamento barra/malta;*
- 4) Verifica a sfilamento fondazione/terreno;*
- 5) Verifica a punzonamento della rete;*
- 6) Verifica a trazione della rete.*





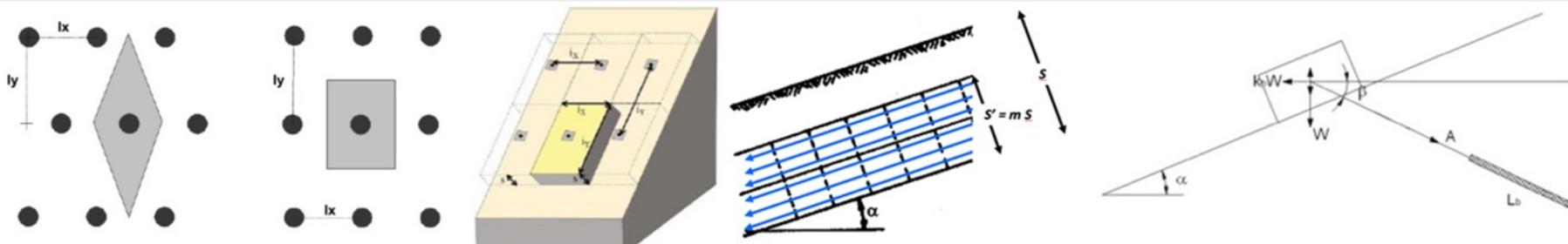
# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



## Il software SRS (Soil Reinforcement System)

GeoStru Nuovo Apri Salva Relazione Help About

DATI INPUT



Dati professionista

Anagrafica

Nome   
Indirizzo   
C.FISCALE   
Fax   
Email

Cognome   
P. IVA   
Telefono   
Web

Dati Progetto

Titolo   
Data   
Nome progettista   
Committente   
Cognome progettista





# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



## Il software SRS (Soil Reinforcement System)

### Parametri del terreno e del substrato

#### Coltre

I.1	Inclinazione versante	( $\alpha$ )	<input type="text" value="38"/>	(°)
I.2	Spessore	(S)	<input type="text" value="4"/>	m
I.3	Peso unità di volume	( $V_{col}$ )	<input type="text" value="19,61"/>	kN/m <sup>3</sup>
I.4	Angolo di attrito	( $\Phi_{col}$ )	<input type="text" value="33,2"/>	(°)
I.5	Coesione drenata	( $c'_{col}$ )	<input type="text" value="4,449"/>	kPa
I.6	Spessore adim. moto di filtrazione (m=0 falda assente; m=1 falda a p.c.)	m	<input type="text" value="0,5"/>	--

#### Substrato

Terreno  Roccia

#### Roccia

I.14	Resistenza a compressione uniassiale	(UCS)	<input type="text" value="12,38"/>	MPa
I.15	Coefficienza aderenza	( $K_{ad}$ )	<input type="text" value="20"/>	(--) Littlejohn&Bruce = 30; Tomlinson&Woodward = 20

### Parametri sismici

I.16	Coeff. sismico orizzontale	( $K_h$ )	<input type="text" value="0,081"/>	(--) <a href="#">Calcola con Geostru PS</a>
------	----------------------------	-----------	------------------------------------	--





**1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO  
SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA  
TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED  
APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS**



ordine degli  
ingegneri  
provincia di  
imperia

## ***Il software SRS (Soil Reinforcement System)***

Parametri di progetto

E.8 **Coefficiente di sicurezza  $F_{S0}$  pre-intervento**

 Calcola

( $F_{S0}$ )

0,55

--

I.17 **Coefficiente di sicurezza di progetto**

( $F_{Sdes}$ )

1,05

--





# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



## Il software SRS (Soil Reinforcement System)

### Parametri del sistema

#### Ancoraggi

I.18	Dim Y raster	( $i_y$ )	<input type="text" value="1"/>	m
I.19	Dim X raster	( $i_x$ )	<input type="text" value="2"/>	m
I.20	Lunghezza ancoraggi	( $L_a$ )	<input type="text" value="9"/>	m
I.21	Inclinazione ancoraggi	( $\beta$ )	<input type="text" value="20,00"/>	(°)
I.22	Diametro perforazione	( $D_f$ )	<input type="text" value="90,00"/>	mm
I.23	Diametro barra	( $\Phi_b$ )	<input type="text" value="25"/>	mm
I.24	Tensione snervamento barra	( $f_{yk}$ )	<input type="text" value="500"/>	N/mm <sup>2</sup> Barra GEWI
I.25	Resistenza cubica a compressione malta	( $R_{ck}$ )	<input type="text" value="25,00"/>	N/mm <sup>2</sup>
I.26	Coefficiente aderenza	( $\eta_1$ )	<input type="text" value="1.00 = Buona aderenza"/>	(--) <a href="#">NTC 4.1.2.1.1.4</a>
I.27	N. profili di indagine per la definizione dei parametri geotecnici	( $N_{prof}$ )	<input type="text" value="3"/>	(--) <a href="#">NTC 6.6.2</a>

#### Rete

Tipo rete		<input type="text" value="RETE PARASASSI ARRFORT"/>	--	<a href="#">Scheda RETE PARASASSI</a>
Maglia		<input type="text" value="8x10"/>	cm	
Filo		<input type="text" value="3.40"/>	mm	
I.28	Resistenza a trazione unitaria rete	( $R_{tr\_u\_rete}$ )	<input type="text" value="88"/>	kN/m
I.29	Resistenza a punzonamento rete	( $R_{punz}$ )	<input type="text" value="101"/>	kN





# 1. RAFFORZAMENTO CORTICALE DI SCARPATE IN TERRENO SCIOLTO CON SISTEMI COMBINATI CON RETE A DOPPIA TORSIONE STANDARD E POTENZIATA: CENNI METODOLOGICI ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE NUOVO SOFTWARE SRS



## Il software SRS (Soil Reinforcement System)

### RISULTATI

Coefficiente di sicurezza pre-intervento	( $F_{S0}$ )	0,55	(--)
Coefficiente di sicurezza di progetto	( $F_{Sdes}$ )	1,05	(--)
R.1 <b>Incremento di FS</b>	( $\Delta F_S$ )	0,50	(--)

### Verifiche

R.2 Trazione barra	( $R_d > E_d$ )	FS = 2.86	(--)	OK
R.3 Sfilamento barra/malta	( $R_{bm} > E_d$ )	FS = 22.54	(--)	OK
R.4 Sfilamento bulbo/substrato	( $R_{bulbo} > E_d$ )	FS = 5.08	(--)	OK
R.5 Punzonamento rete	( $R_{punz} > E_d$ )	FS = 1.35	(--)	OK
R.6 Trazione rete	( $R_{tr\_rete} > T_d$ )	FS = 1.06	(--)	OK

### Ancoraggi per ogni 100 m<sup>2</sup> di rete

R.7 Numero	( $N_{tot}$ )	50	(--)
R.8 Lunghezza totale perforazioni	( $L_{tot}$ )	450	(m)





## 2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO



**La più frequente causa di innesco dei fenomeni franosi  
è la pioggia**

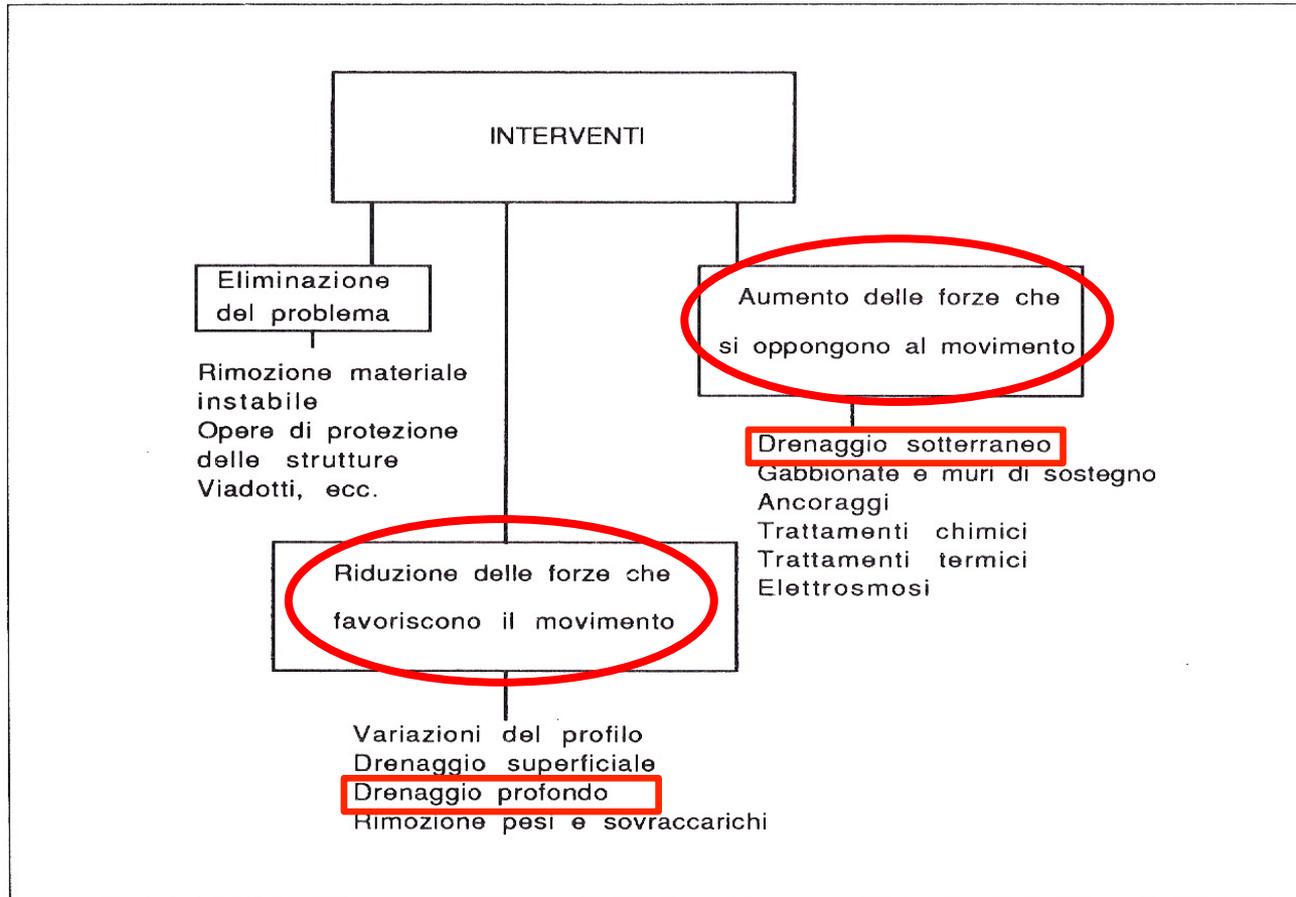
<b>CAUSE D'INCREMENTO DELLO STATO DI SOLLECITAZIONE</b>	<b>CAUSE DI RIDUZIONE DELLA RESISTENZA</b>
- carichi esterni, quali manufatti, <b>acqua</b> , neve	- <b>aumento delle pressioni interstiziali</b> - deformazioni
- <b>aumento del peso in seguito all'aumento del contenuto d'acqua</b>	- rigonfiamento (argille) - deterioramento della matrice
-rimozione di una parte della massa in seguito a scavo	- <b>disgelo di terreno congelato o di lenti di ghiaccio</b>
- <b>shock provocati da terremoti o esplosioni</b>	
- <b>erosione</b> - <b>acqua nelle fessure di trazione</b>	

**Un intervento di drenaggio (profondo) agisce simultaneamente riducendo lo stato di sollecitazione e aumentando la resistenza**





## 2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO

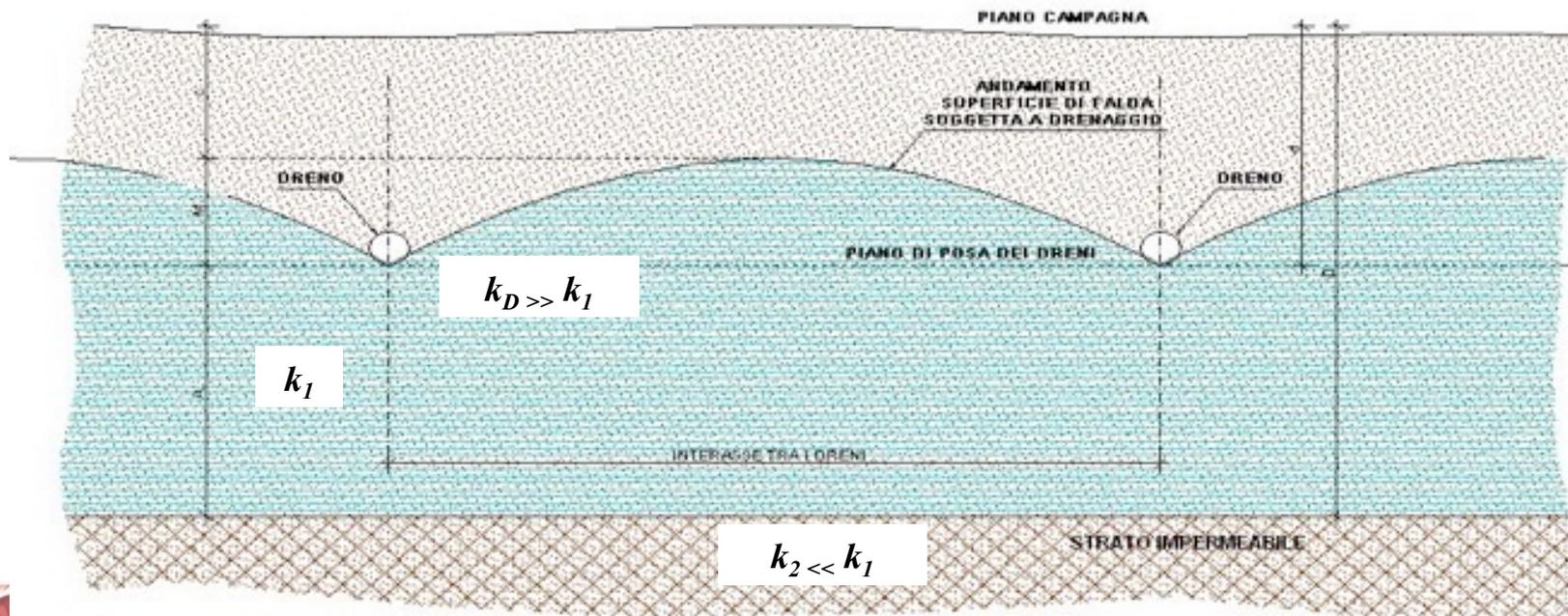


## 2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO

Le trincee drenanti rientrano nella categoria dei «drenaggi a gravità», nei quali la pressione interstiziale è pari alla pressione atmosferica ( $u = 0$ ).

L'annullamento della pressione interstiziale innesca all'interno del terreno ( $k_1$ ) un moto di filtrazione verso il dreno ( $k_D \gg k_1$ ). Si ottiene così una riduzione della pressione interstiziale dal valore iniziale  $u_0$  ad un nuovo valore  $u$ .

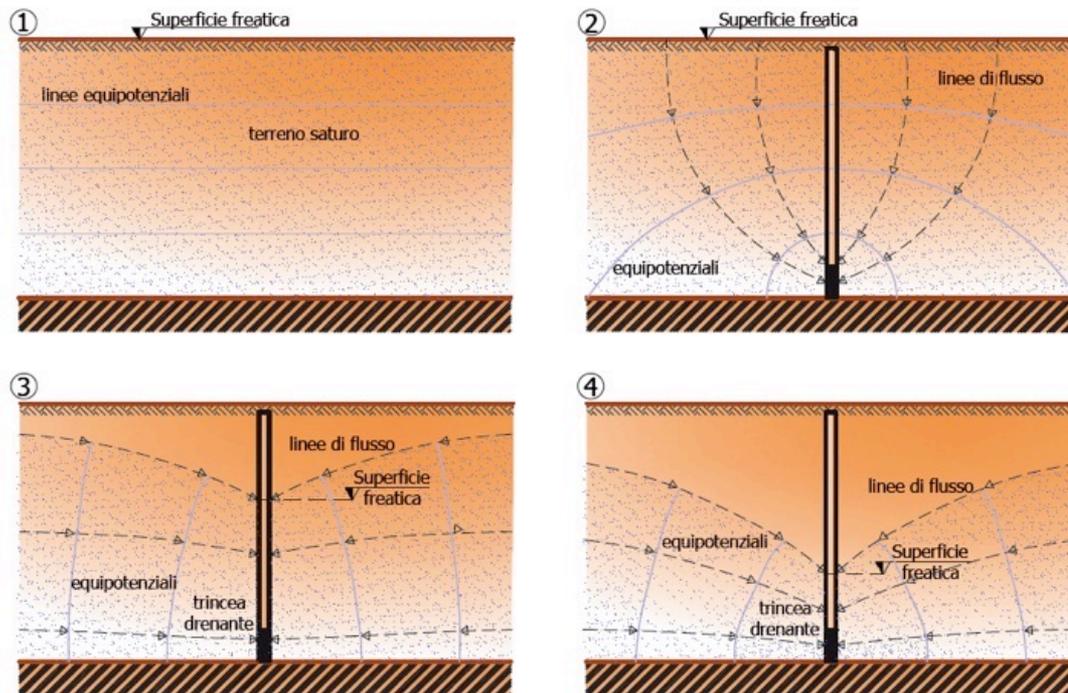
SCHEMA GEOMETRICO DI DRENAGGIO



## 2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO

Le trincee drenanti rientrano nella categoria dei «drenaggi a gravità», nei quali la pressione interstiziale è pari alla pressione atmosferica ( $u = 0$ ).

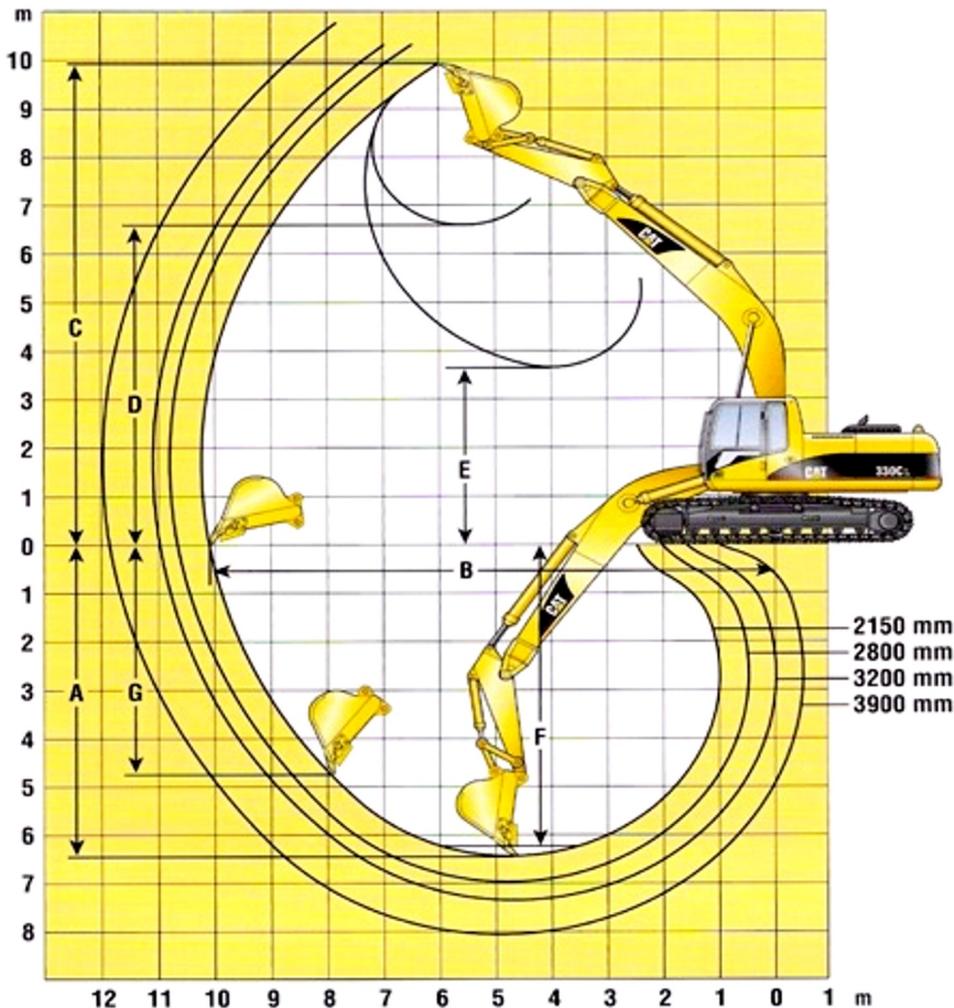
L'annullamento della pressione interstiziale innesca all'interno del terreno ( $k_1$ ) un moto di filtrazione verso il dreno ( $k_D \gg k_1$ ). Si ottiene così una riduzione della pressione interstiziale dal valore iniziale  $u_0$  ad un nuovo valore  $u$ .



## 2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO

*I limiti di impiego di questa tipologia di intervento sono legati principalmente a:*

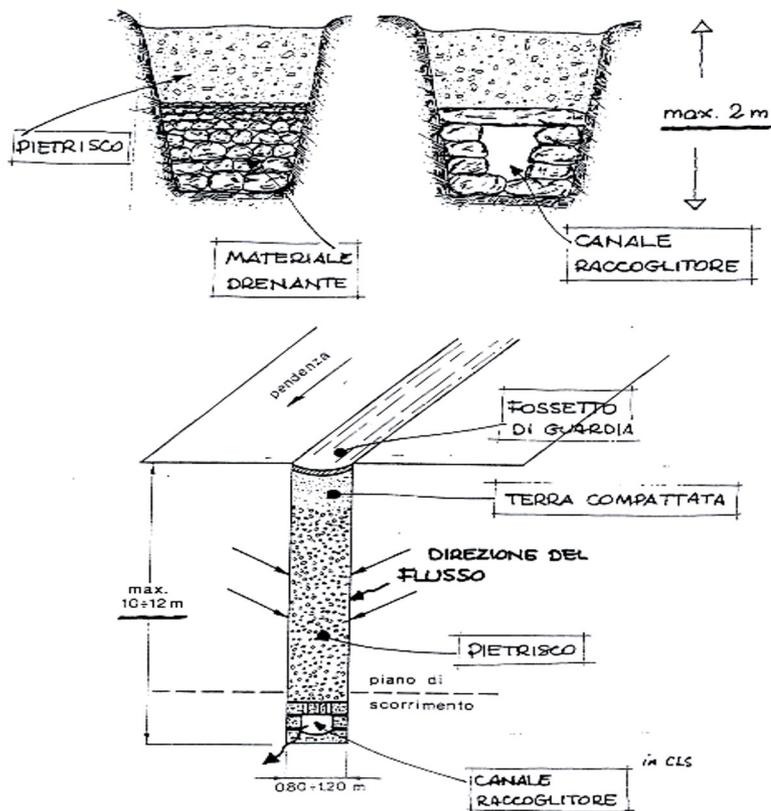
- *impossibilità di raggiungere profondità elevate con normali mezzi di scavo*
- *accessibilità del sito*



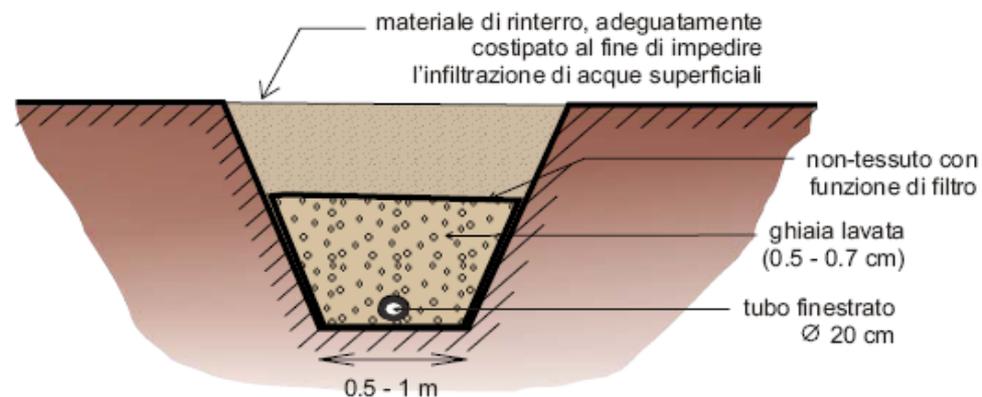
## 2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO

### DRENAGGI PROFONDI

a) a cielo aperto (PROFONDITA' LIMITATA)



### Tipologie «tradizionali»





## **2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO**



*Tipologie innovative:*

*Pannelli drenanti prefabbricati ad alte prestazioni idrauliche*

*Il pannello drenante è costituito da uno scatolare metallico esterno di contenimento in rete a doppia torsione, rivestito internamente con un geotessile. Il nucleo drenante ad alta permeabilità può essere costituito da "trucioli" di polistirolo o di polietilene ad alta densità. Può essere presente o meno un tubo di raccolta in HDPE alla base.*





## **2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO**



### *Principali ambiti applicativi tecnica pannelli drenanti*

- *Drenaggi in frana;*
- *Consolidamento corpi stradali;*
- *Drenaggi per fondazioni ed edifici;*
- *Drenaggi in aree agroforestali;*
- *Drenaggi a tergo di opere strutturali;*
- *Drenaggi per consolidamento di movimenti gravitativi;*
- *Drenaggi in campi fotovoltaici e parchi eolici.*





## **2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO**



*Tipologie innovative:*

*Pannelli drenanti prefabbricati ad alte prestazioni idrauliche*

*Vantaggi:*

- ***maggiore sicurezza delle maestranze***
- *grande facilità di movimentazione*
- *migliore gestione del cantiere*
- *maggiore velocità di posa*
- *minore movimento terra*
- *possibilità di intervento in zone difficili*
- *riduzione carichi transitanti sulla viabilità;*
- *riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>*





## **2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO**



*Tipologie innovative:*

*Pannelli drenanti prefabbricati ad alte prestazioni idrauliche*





## **2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO**



### *Percorso progettuale*

*Il dimensionamento di un sistema di trincee drenanti da intendersi come intervento di «stabilizzazione» richiede una procedura alquanto complessa, che presuppone la conoscenza di una serie di parametri:*

- *Stratigrafia*
- *Parametri geotecnici del terreno da drenare*
- *Permeabilità del terreno da drenare*
- *Valutazione delle portate da drenare*
- *Verifica idraulica del dreno*

*In assenza di tali valutazioni, il sistema potrà intendersi come intervento di «mitigazione», poiché, indiscutibilmente, esso produrrà effetti benefici, anche se non quantificabili, sulla stabilità del pendio.*

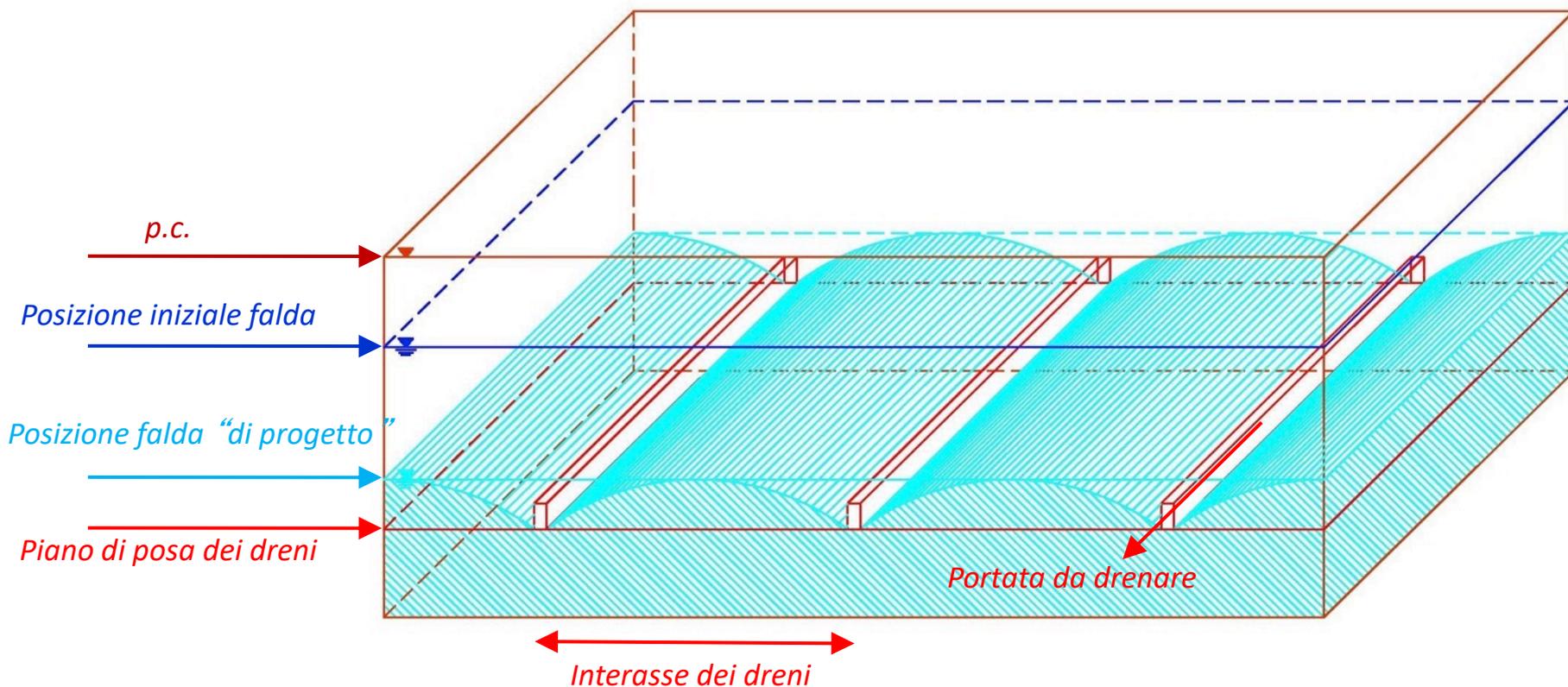




## 2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO



### Percorso progettuale





## **2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO**



*Percorso progettuale*

*Esistono metodi numerici (es. Hooghoudt) e metodi semplificati (Hutchinson)*

*Il metodo di Hutchinson si basa sulla definizione dell' EFFICIENZA IDRAULICA MEDIA del sistema di drenaggio, espressa come rapporto tra l'incremento del coefficiente di sicurezza raggiunto (in virtù dell'abbassamento del livello della falda) e quello massimo ottenibile (falda assente):*

$$E_D = \frac{\Delta FS}{\Delta FS_{max}}$$



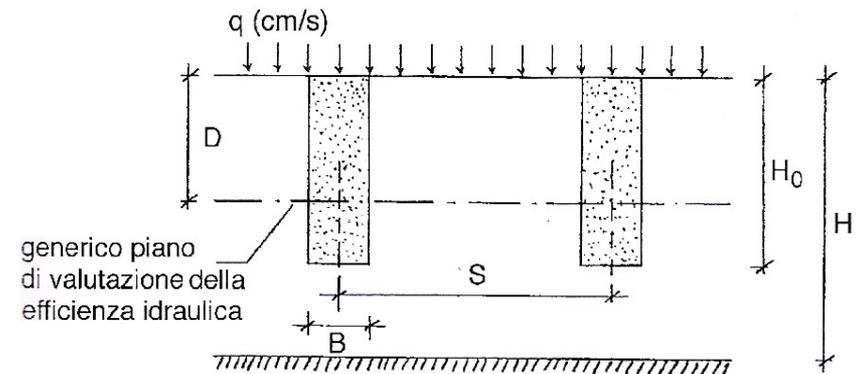
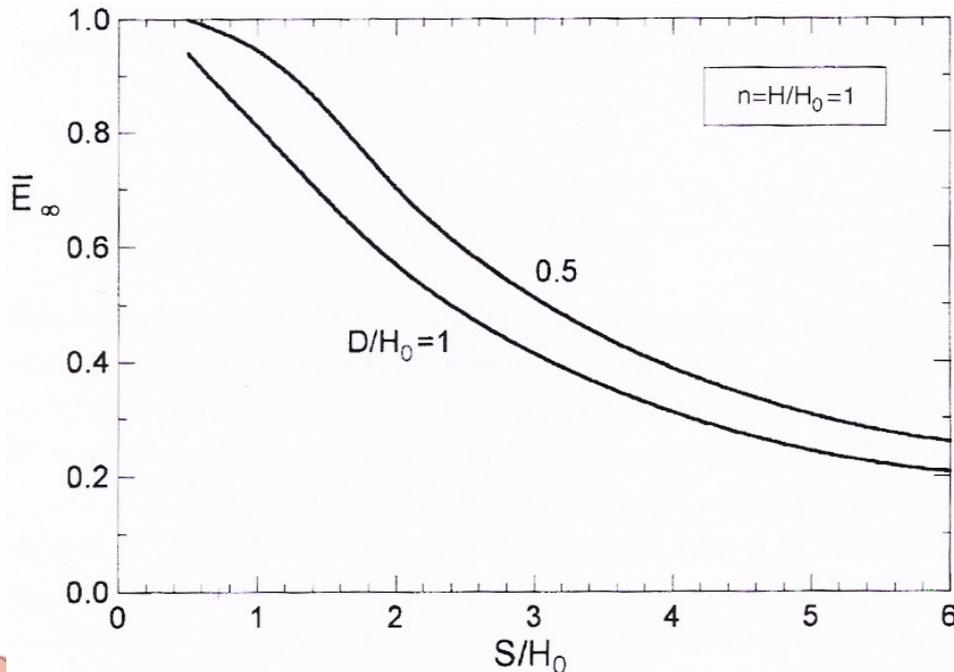


## 2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO



### Il metodo di Hutchinson

Determinati i valori del rapporto  $n$  tra la profondità di installazione dei dreni  $H_0$  e lo spessore  $H$  del pendio e del rapporto tra la profondità di progetto della falda  $D$  ed  $H_0$ , si entra in un abaco con il valore dell'efficiacia idraulica  $E$  e si ottiene il valore dell'interasse  $S$ .





## 2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO



Per la determinazione della portata da drenare, può farsi ricorso a metodi semplificati che valutano la portata entrante all'interno della trincea attraverso le superfici verticali di scavo.

Metodo semplificato (NAVFAC - Naval Facilities Engineering Command)

CASO 1

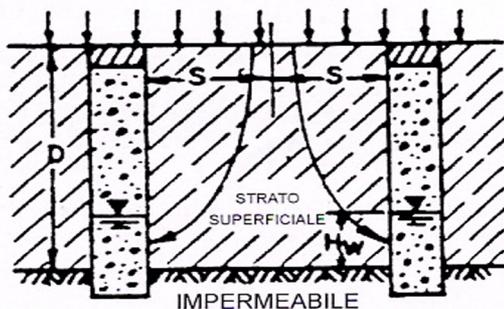
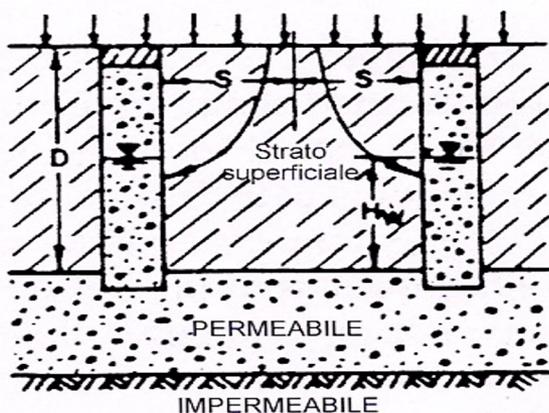
$$Q = K \cdot S \cdot F$$

Q = Massima portata drenata dalla trincea per unità di lunghezza

K = Permeabilità dello strato superficiale

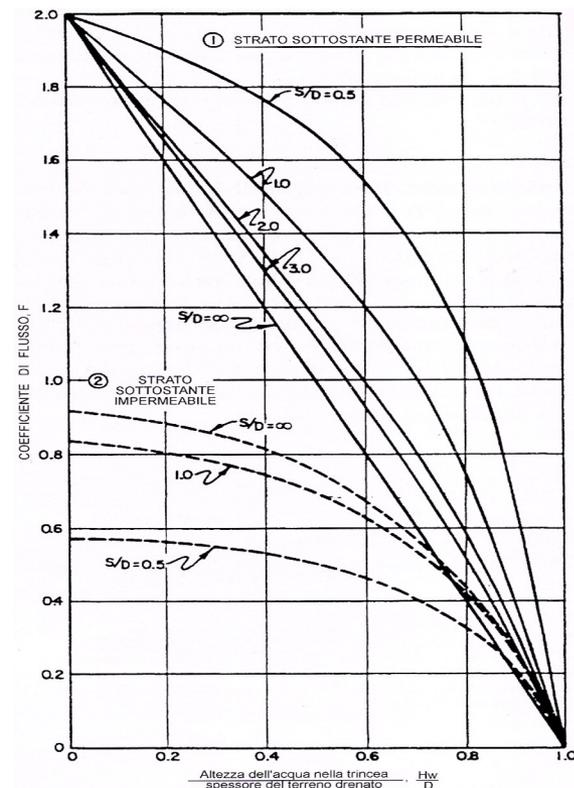
2S = Spaziatura delle trincee

F = Coefficiente di flusso



CASO 2

$$Q = \left( \frac{16 DK}{\pi^2} \right) F$$





## 2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO

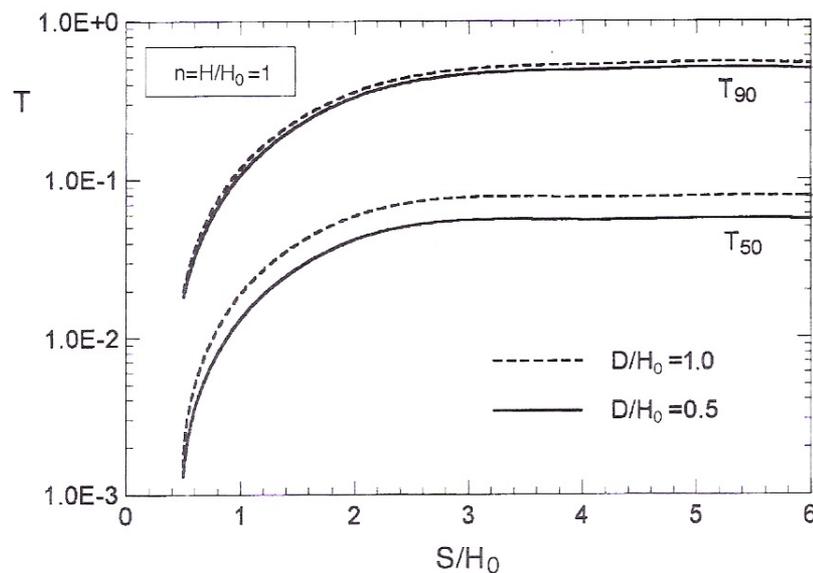


Una volta nota la portata da drenare, va valutata la capacità di smaltimento del dreno prescelto che, per sistemi deformabili, è funzione della sollecitazione esercitata dal terreno in relazione alle sue caratteristiche geotecniche e alla profondità di installazione.

Inoltre, occorre valutare il tempo necessario per il ristabilimento delle condizioni di equilibrio idrodinamico conseguente all'installazione dei dreni.

Tale transitorio può essere stimato attraverso metodi numerici o semplificati.

$$t = \frac{\gamma_w H_0^2 2(1+\nu')(1-2\nu')}{k_v E'} T$$





**2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE  
L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI  
TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE  
L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO**



***Il software SDS (Soil Drainage System)  
(in progress)***

***SDS è un software di calcolo per il dimensionamento di un sistema di trincee drenanti realizzato tramite pannelli prefabbricati Drenar prodotti dalla Arrigo Gabbioni Italia S.r.l.***





**2. LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIANTE  
L'IMPIEGO DI TRINCEE DRENANTI PREFABBRICATE: CONSIDERAZIONI  
TECNICO-OPERATIVE ED APPROCCIO DIMENSIONALE MEDIANTE  
L'UTILIZZO DI SOFTWARE SPECIFICO**



***Il software SDS (Soil Drainage System)  
(in progress)***

***SDS implementa il seguente percorso progettuale:***

- 1) Valutazione della portata di infiltrazione verso la trincea;***
- 2) Valutazione della capacità drenante del pannello Drenar in relazione alla profondità di installazione;***
- 3) Valutazione della profondità della falda post-intervento (in caso di più linee drenanti);***
- 4) Valutazione dell'incremento di FS.***





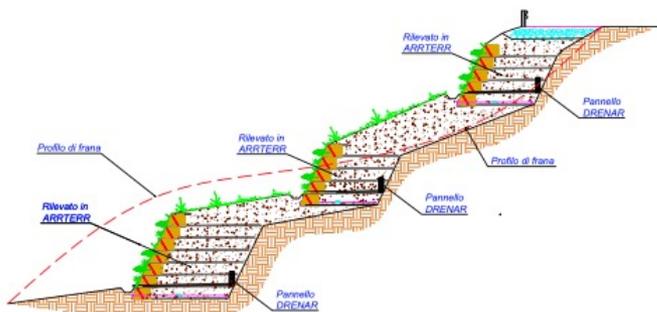
### 3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI



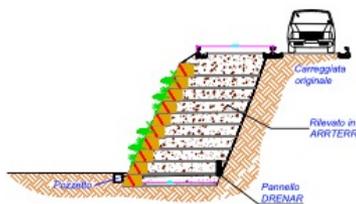
Le terre rinforzate trovano i principali ambiti applicativi nella riprofilatura di versanti in frana, nell'allargamento di rilevati stradali e ferroviari e nella realizzazione di muri di controripa e sottoscarpa.

#### PRINCIPALI AMBITI APPLICATIVI

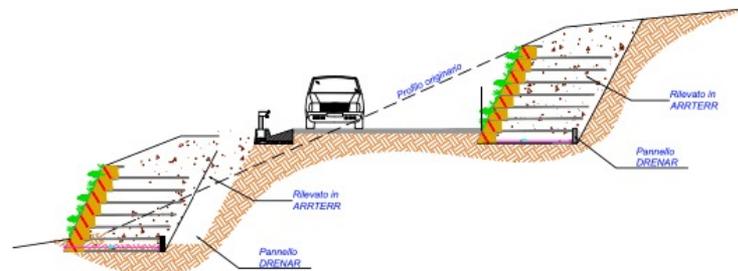
Riprofilatura di versanti in frana



Allargamento rilevati stradali e ferroviari



Muri di controripa e sottoscarpa





### **3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI**



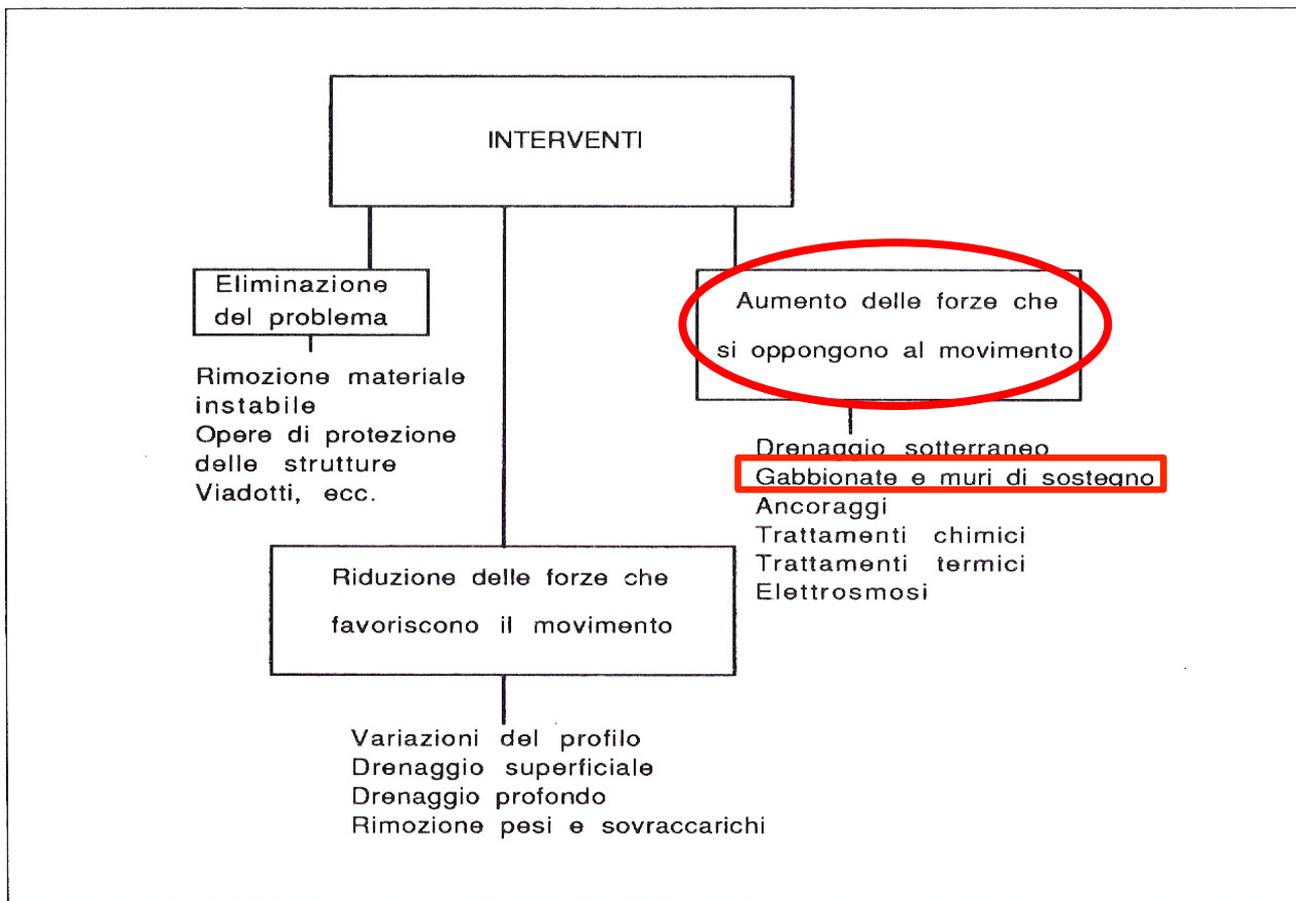
*Mediante l'inserimento nei terreni di elementi dotati di resistenza a trazione (geocompositi), se questi sono in grado di interagire con il mezzo in cui sono immersi, il risultato è un sistema composito dotato di caratteristiche meccaniche superiori rispetto a quelle del solo terreno.*

*Da un punto di vista statico, le terre rinforzate sono delle opere di sostegno a gravità, in grado di opporsi alla spinta del terreno in virtù del proprio peso.*





### 3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI





### **3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI**



*La vigente normativa (NTC 2018) impone, in generale, per le opere di sostegno, le seguenti verifiche di corpo rigido:*

- *verifica alla traslazione sul piano di posa*
- *verifica al ribaltamento*
- *verifica al carico limite dell'insieme fondazione-terreno*

*Per le strutture in terra rinforzata, devono, inoltre, essere soddisfatte le seguenti verifiche:*

- *verifiche di resistenza dei rinforzi*
- *verifiche allo sfilamento dei rinforzi (pull-out)*

-

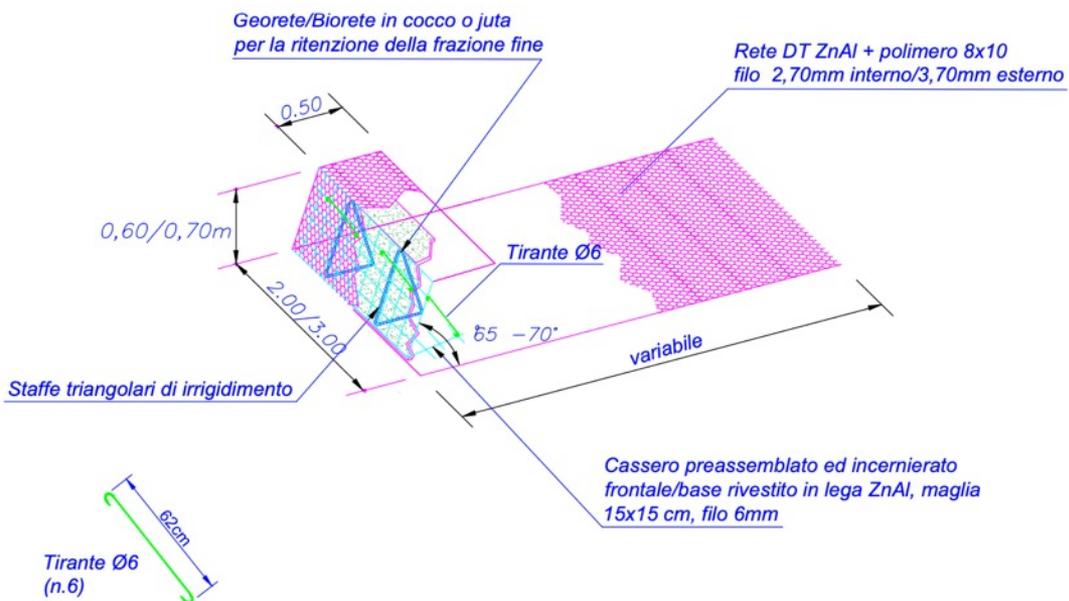




### 3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI



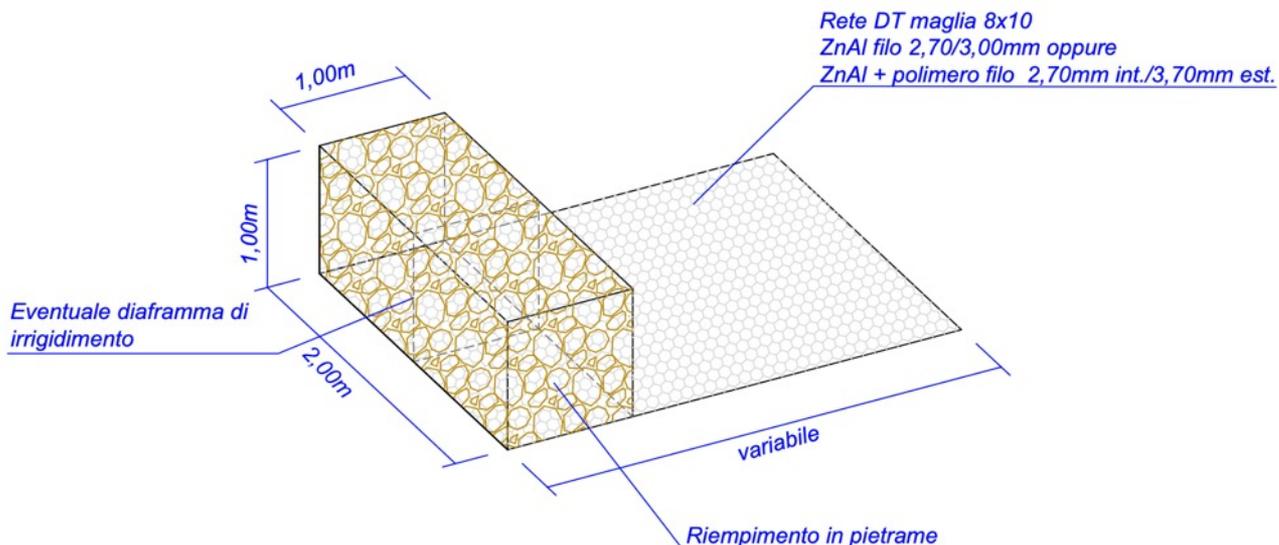
Le terre rinforzate consentono di ottenere inclinazioni del paramento esterno maggiori di quella di “natural declivio” (normalmente comprese tra  $65$  e  $70^\circ$  )



### 3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI

*Esistono sistemi preassemblati di terre rinforzate “miste” (che unisce le caratteristiche dei gabbioni in rete metallica esagonale e quella delle terre rinforzate preassemblato a paramento inclinato).*

*Il sistema è costituito da una struttura frontale a gabbione (riempita con pietrame) a paramento verticale in rete metallica a doppia torsione, preassemblata con un elemento planare di rinforzo avente le medesime caratteristiche.*





### **3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI**



#### **QUANDO SI UTILIZZANO:**

*Nella realizzazione di muri, rilevati, terrapieni di contenimento e stabilizzazione per la protezione geoidrologica e di opere strutturali (strade, pilastri di ponti, massicciate ferroviarie).*

*In particolare in quegli interventi dove sia fondamentale ridurre gli spazi sfruttando la verticalità e disporre di un sistema drenante efficace.*





### **3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI**



#### **PRINCIPALI VANTAGGI APPLICATIVI:**

- 1. La verticalità del gabbione frontale consente di ridurre gli ingombri;*
- 2. Il gabbione frontale consente di svolgere una buona azione drenante grazie alla presenza del pietrame;*
- 3. La presenza del gabbione frontale consente di trattenere il terreno posto a tergo come riempimento del rilevato, senza necessitare di idrosemina o rinverdimento dell'opera (nel caso si può prevedere di inserire delle tasche vegetative o delle talee nel gabbione);*
- 4. Essendo un sistema preassemblato, consente di ridurre i tempi, i costi ed i rischi di messa in opera;*
- 5. Il sistema viene fornito presagomato in base alle esigenze di progetto;*
- 6. La modularità geometrica del sistema, lo rende idoneo anche alla realizzazione di opere miste con altre tecniche;*
- 7. La conformità rispetto alla Linea Guida Cons. Sup. LL.PP. 69/2013 e marcature CE.*





### **3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI**





### **3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI**



ordine degli  
ingegneri  
provincia di  
imperia

**DETTAGLIO INSERIMENTO TASCA VEGETATIVA PREASSEMBBLATA.**





### **3. PROTEZIONE IDROGEOLOGICA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI RILEVATI IN TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VERTICALE: CENNI APPLICATIVI ED APPROCCI DIMENSIONALI**



## ***Il software ASP (ArrSystem Project) (in progress)***

**ASP** è un software di calcolo per il dimensionamento di un sistema di terre rinforzate realizzate tramite il sistema ArrSystem prodotto dalla Arrigo Gabbioni Italia S.r.l.

**ASP** consente di eseguire le seguenti verifiche (ai sensi delle NTC 2018):

- 1) *Verifica allo scorrimento sul piano di posa*
- 2) *Verifica al ribaltamento*
- 3) *Verifica a carico limite*
- 4) *Verifica di resistenza dei rinforzi*
- 5) *Verifica allo sfilamento*
- 6) *Verifica allo scorrimento tra i singoli ricorsi*





# GRAZIE PER L'ATTENZIONE!



**Ing. Maurizio Ponte**

**Ingegnere Civile Geotecnico - Ricercatore Universitario SSD GEO/05 – Geologia Applicata  
Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra - Università della Calabria.  
Professore Incaricato di Geologia Applicata e Geomeccanica – CDL Magistrale in Scienze  
Geologiche.**

**E-mail: [maurizio.ponte@unical.it](mailto:maurizio.ponte@unical.it)**



**ARRIGO GABBIONI ITALIA S.R.L.**

**<https://www.arrigogabbioni.com>**

**E-mail: [arrigogabbioni@gmail.com](mailto:arrigogabbioni@gmail.com)**

- **FABBRICA GABBIONI PER ARGINI**
- **RETI PARASASSI**
- **RETI METALLICHE E PLASTIFICATE**
- **TRINCEE DRENANTI DRENAR**
- **TERRE RINFORZATE PREASSEMBLATE**
- **GEOCOMPOSITI ANTIEROSIVI**
- **SISTEMI PER LA DIFESA DEL SUOLO**