

**TRENTO, 5 giugno 2015**

**ANCORAGGI GEOTECNICI PASSIVI:  
PROGETTAZIONE, ESECUZIONE,  
COLLAUDO E APPLICAZIONI**

Ancoraggi, chiodi, tecniche di esecuzione e  
controlli in corso d'opera

Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Ancoraggi

- Gli ancoraggi, correntemente impiegati nella pratica dell'ingegneria geotecnica, ricadono nelle seguenti tre categorie: (Raccomandazioni AICAP del giugno 2012).
- **ANCORAGGI o TIRANTI:** elementi strutturali operanti a trazione, costituiti da elementi in acciaio o altri materiali idonei, di lunghezza anche considerevole, che opportunamente collegati al terreno sono in grado di trasmettere forze di coazione ai terreni ed alle rocce.
- **BULLONI DI ANCORAGGIO:** elementi strutturali caratterizzati da un elemento resistente a trazione costituito da barre di acciaio avente normalmente lunghezza limitata (non superiore a 12 m) e impiegati prevalentemente in roccia.
- **CHIODI DI ANCORAGGIO:** elementi strutturali costituiti da barre di acciaio integralmente connesse al terreno ed operanti in un dominio di trazione e taglio; possono essere privi di dispositivi di bloccaggio esterni al foro.

Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Ancoraggi

## TIRANTI D'ANCORAGGIO

- Si definiscono tiranti di ancoraggio elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia che in esercizio sono sollecitati a trazione. Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione (testata). In relazione alle modalità di sollecitazione, i tiranti vengono distinti in:
- **Tiranti passivi**, nei quali la sollecitazione di trazione nasce quale relazione a seguito di una deformazione dell'opera ancorata.
- **Tiranti attivi**, nei quali la sollecitazione di trazione è impressa in tutto o in parte all'atto del collegamento con l'opera ancorata.
- Di norma l'armatura dei tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio tipo c.a.p. solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie. Oppure da barre di acciaio.
- In relazione alla durata possono essere divisi in **tiranti provvisori** (<2 anni) o **permanenti**.

Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Ancoraggi

I tiranti a trefolo sono composti da tre parti principali: tirante in acciaio (trefolo), testa del tirante e il bulbo.

Il tirante in acciaio viene montato in un foro del diametro di ca. 80-150 mm e viene unito con la roccia / il terreno tramite una sospensione cementizia a presa rapida. Poi viene indotta la tesatura tramite martinetti idraulici. La forza tirante agisce attivamente sulla struttura consolidata o sul terreno.

I tiranti a trefolo vengono divisi in tiranti provvisori e tiranti permanenti: i tiranti provvisori sono destinati a esercitare la loro funzione per un periodo inferiore ai due anni.

Per i tiranti permanenti invece vengono applicate misure di protezione contro la corrosione molto più durature (doppia protezione contro la corrosione). Durante il periodo previsto per la loro funzione, che corrisponde alla vita utile di edifici in acciaio o cemento armato, i tiranti permanenti sono protetti contro la corrosione per almeno 80-100 anni.

## **TIRANTI D'ANCORAGGIO**

### Procedura di esecuzione:

- Perforazione con sonda a rotazione o a rotopercolazione con rivestimento continuo e circolazione di fluidi.
- Rimozione di tutti i detriti di perforazione.
- Riempimento del foro con miscela cementizia.
- Introduzione del tirante.
- Esecuzione delle iniezioni selettive.
- Posizionamento della testata.
- Tensionamento del tirante.
- Iniezione della parte libera del tirante .
  
- Si può introdurre il tirante prima del riempimento del foro solo se la perforazione è completamente rivestita ed il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione del rivestimento.

Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Ancoraggi

## **CHIODI o ANCORAGGI PASSIVI**

Procedura di esecuzione classica:

- Perforazione con sonda a rotazione o a rotopercolazione con rivestimento continuo e circolazione di fluidi.
- Rimozione di tutti i detriti di perforazione.
- Introduzione dell'armatura.
- Iniezione fino al completo riempimento dell'intercapedine tra foro e armatura.

Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Barre autoperforanti

Una barra autoperforante è una barra cava filettata su tutta la sua lunghezza ricavata per rullatura a freddo da un tubo liscio

Per la sua messa in opera viene utilizzata una perforatrice a rotopercolazione esterna

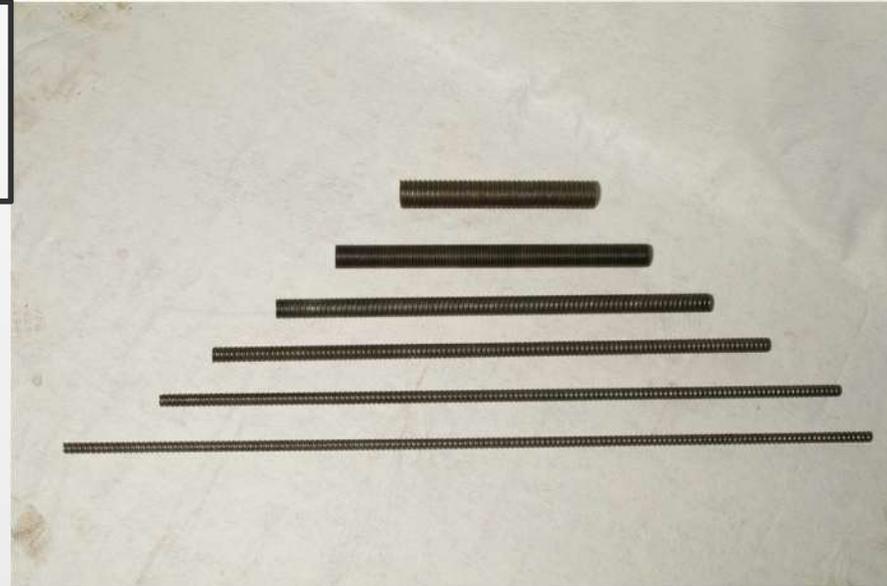
- La barra autoperforante viene utilizzata nella fase di posa in opera come asta di perforazione con una punta a perdere
- Come fluido di spurgo viene utilizzata una “boiaccia di cemento” eseguita con iniezioni a pressioni controllate

Ancoraggi  
 Barre autoperforanti  
 Accessori  
 Applicabilità  
 Modalità di esecuzione  
 Campi di impiego  
 Ancoraggio flottante  
 Soil nailing attivo  
 Vantaggi del metodo  
 Controlli e collaudi in cantiere

# Barre autoperforanti

Tipologia delle barre più comunemente usate

Caratteristiche geometriche e meccaniche



TIPOLOGIA BARRA AUTOPERFORANTE	R28	R32L	R32P	R38	R51	T76
DIAMETRO ESTERNO mm	28	32	32	38	51	76
DIAMETRO INTERNO mm	16	20	15	15	33	45
SEZIONE MEDIA mmq	360	411	551	781	1200	2230
PESO A METRO LINEARE kg/m	2,8	3,35	4,4	6,2	8,4	19,8
CARICO DI ROTTURA KN	230	280	370	530	820	1630
CARICO DI SNERVAMENTO	210	265	335	500	770	1500
TIPO DI FILETTATURA	ISO 10208	ISO 10208	ISO 10208	ISO 10208	ISO 1720	

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Accessori: punte a perdere

Esistono diverse tipologie e diametri di punte a perdere a seconda del tipo di terreno da attraversare

E' inteso che le punte hanno diametri diversi in rapporto al diametro della barra autoperforante

Punte a  
disposizione  
sul mercato



Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Accessori: manicotti

Il manicotto ha la funzione di collegare più barre l'una all'altra e deve avere una resistenza a trazione maggiore o uguale a quella della barra stessa

- Il manicotto di giunzione ha una funzione molto importante nel sistema dado-barra-manicotto, generalmente la ditta produttrice emette un certificato di prova relativo al solo manicotto
- E' preferibile un certificato di sistema dove il manicotto, nella prova di rottura, viene testato assieme alla barra ed al dado ottenendo la rottura della barra in quanto i progettisti di solito dimensionano le opere considerando la resistenza della barra
- La qualità dell'acciaio e l'accuratezza delle tolleranze meccaniche fa sì di ottenere un prodotto di qualità, prodotti che arrivano da paesi extraeuropei lasciano molto a desiderare sia nella qualità dell'acciaio che delle lavorazioni meccaniche

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

## Accessori: manicotti

Per far lavorare adeguatamente il manicotto ci deve essere un fermo in centro al manicotto stesso per avvitare in ugual misura entrambe le barre



# Accessori: piastre

La piastra è l'elemento terminale e può avere diverse forme e dimensioni a seconda del suo impiego



Piastra per parete chiodata "verde"



Piastra per parete chiodata con spritz beton

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

## Accessori: piastre



Piastra per muri in calcestruzzo armato



Piastra per consolidamento muri in sasso



Piastra per consolidamento muri in sasso



Vista d'insieme

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

## Accessori: piastre



Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Accessori: dadi

Il dado è l'elemento terminale ed anch'esso deve resistere più della barra, anche se gli effettivi carichi gravanti sia sulla barra che sul dado sono inferiori alla resistenza degli elementi in acciaio in quanto la resistenza strutturale risulta di solito superiore alla resistenza geotecnica

Il dado può essere esterno alla piastra o a scomparsa, zincato e imbrunito come la piastra per opere permanenti



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Accessori



# Applicabilità

## Terreni particolarmente idonei all'impiego degli autoperforanti

Tutti i terreni granulari con granulometria 0-200 mm

Il metodo funziona benissimo in presenza di terreni alluvionali poco addensati ghiaie, sabbie, sabbie limose

Morene e detriti di falda anche con massi di grossa pezzatura

## Terreni dove il metodo è sconsigliato (per ancoraggio)

- Terreni coesivi e torbosi in genere, ma solo per un problema di ancoraggio
- Non è possibile rivestire o usare la calza quindi non idonee in **presenza di falda in forte movimento** che dilava l'iniezione
- Tutti i detriti di falda in **presenza di grandi vuoti** dove diventa impossibile portare a boccaforo il fluido di espurgo e completare la cementazione
- In terreni rocciosi sono applicabili ma non risulta la soluzione migliore in quanto il foro rimane aperto e si possono utilizzare tranquillamente altri metodi di perforazione

Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Modalità di esecuzione

Per poter eseguire correttamente le barre autoperforanti sono necessarie delle unità di perforazione specifiche a rotopercolazione esterna e dotate di una idonea testa di adduzione

- Alla barra viene montata la punta a perdere più idonea al terreno da perforare ed all'ancoraggio da ottenere
- La barra viene collegata alla perforatrice
- Inizia la perforazione del terreno e la contemporanea iniezione di boiaccia in fase di avanzamento utilizzata come fluido di spurgo
- La miscela inizialmente ha un rapporto A/C pari a 1 per eseguire la perforazione.

Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Modalità di esecuzione

Inserita la prima barra si può montare un manicotto ed una nuova barra fino al raggiungimento della profondità prevista dal progetto

A questo punto viene addensata la miscela con rapporto  $A/C = 0,4$  per eseguire la cementazione dell'ancoraggio

E' buona norma (questo è affidato all'esperienza dell'operatore) nella fase di cementazione dell'ancoraggio muovere avanti e indietro la perforatrice per ottenere un diametro medio reso maggiore e controllare la fuoriuscita dell'iniezione da boccaforo

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Modalità di esecuzione



FOTO 1 - Preparazione piani di lavoro



FOTO 2 - Chiodatura a settori



FOTO 3 - Inizio della perforazione



FOTO 4 - Perforazione con iniezione in avanzamento

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Modalità di esecuzione



FOTO 5 - Aggiunta di una barra



FOTO 6 - Parete realizzata

I chiodi vengono realizzati dopo aver spruzzato la parete  
Da notare che sotto ciascun chiodo si vede la colata dell'iniezione fuoriuscita  
da boccaforo

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Modalità di esecuzione

## Tipologie di macchine



Commando



Perforatrice Tamrock HL 500 montata su Merlo

Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

Questa tecnologia è nata una trentina di anni fa, ha sostituito in molti casi altre opere come sistemi di chiodatura tradizionali trovando nel corso degli anni sempre maggiori applicazioni ed andando, in situazioni particolari, a sostituire l'impiego di tiranti e micropali

- Le barre autoperforanti possono essere usate come tiranti provvisori passivi dove si possono accettare deformazioni
- Si possono utilizzare come micropali di fondazione in situazioni dove è necessario stabilizzare subito i fori in fase di perforazione (esempio vicino a palazzi storici)

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

Parete chiodata per la stabilizzazione di scarpate in frana con ancoraggi autoperforanti e spritz beton



Intervento a Valdagno (VI)  
nel 2006



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

Pareti chiodate per la stabilizzazione di scarpate instabili ancoraggi autoperforanti con paramento esterno a verde



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

Pareti chiodate per la stabilizzazione di scarpate instabili con ancoraggi autoperforanti con paramento esterno a verde



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

Pareti chiodata per la stabilizzazione di fronti di scavo

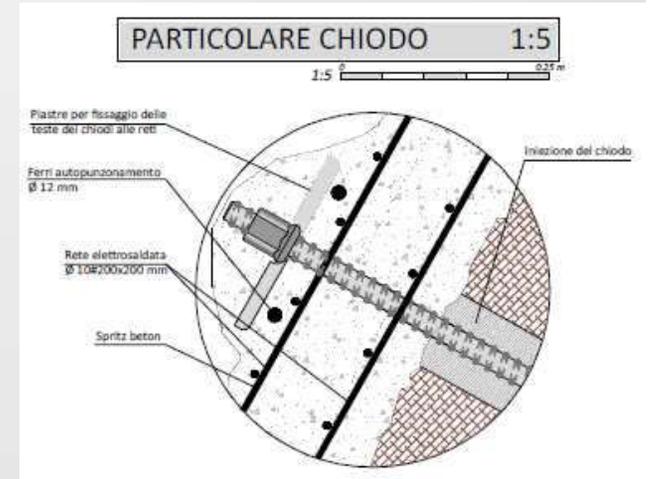


La densità di chiodi può variare da 1,5 m/mq a 3-4 m/mq a seconda del tipo di terreno. Per densità maggiori risulta conveniente una berlinese tirantata. Solitamente il passo orizzontale va da 1,5 a 3 m e quello verticale da 1 a 1,5 m a seconda del grado di autosostentamento del terreno nella fase di scavo

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

## Pareti chiodate strutturali “permanenti”



Particolare della  
doppia rete  
elettrosaldata



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

Pareti chiodate strutturali “permanenti” miste



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

Barre autoperforanti per il consolidamento di muri in calcestruzzo armato  
(parzialmente attivo se viene inguainata l'ultima barra)



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

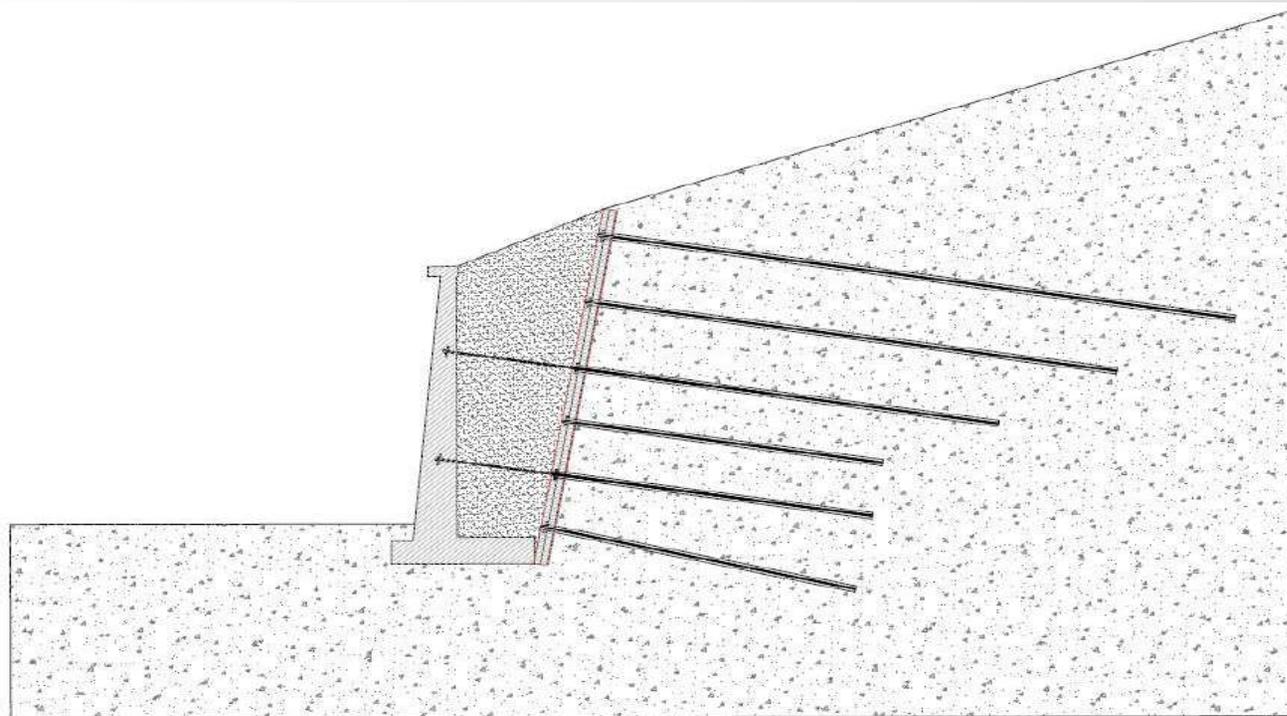
# Campi di impiego

Barre autoperforanti per il consolidamento di muri in sasso con piastre di dimensioni diverse a seconda delle dimensioni dei sassi



# Campi di impiego

- Il soil-nailing è una tecnica versatile che permette anche di ottenere soluzioni miste: si possono infatti prolungare alcuni ancoraggi dell'opera provvisoria ed utilizzarli come ancoraggi permanenti del nuovo muro:



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

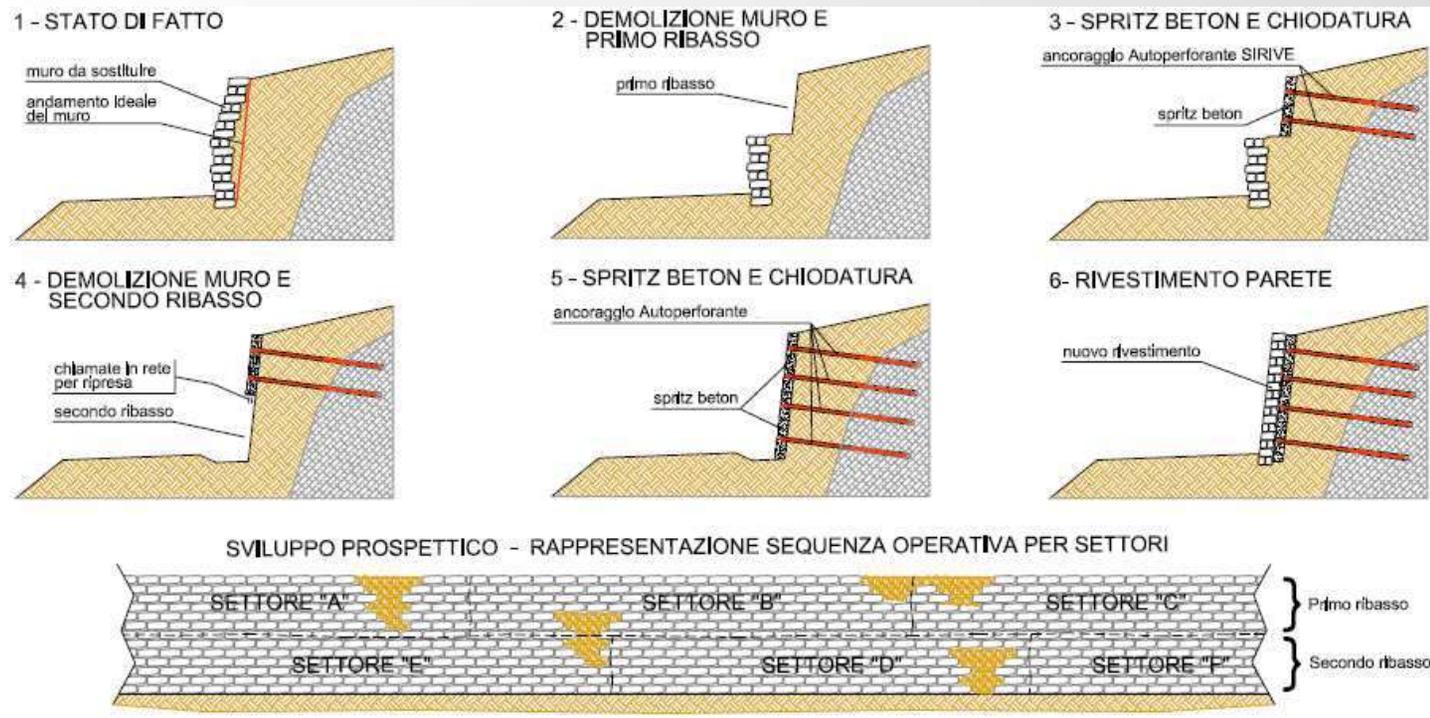
Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

- **INOLTRE PERMETTE DI RICOSTRUIRE MURI ESISTENTI IN SICUREZZA  
LIMITANDO I VOLUMI DI TERRENO DA SCAVARE:**



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

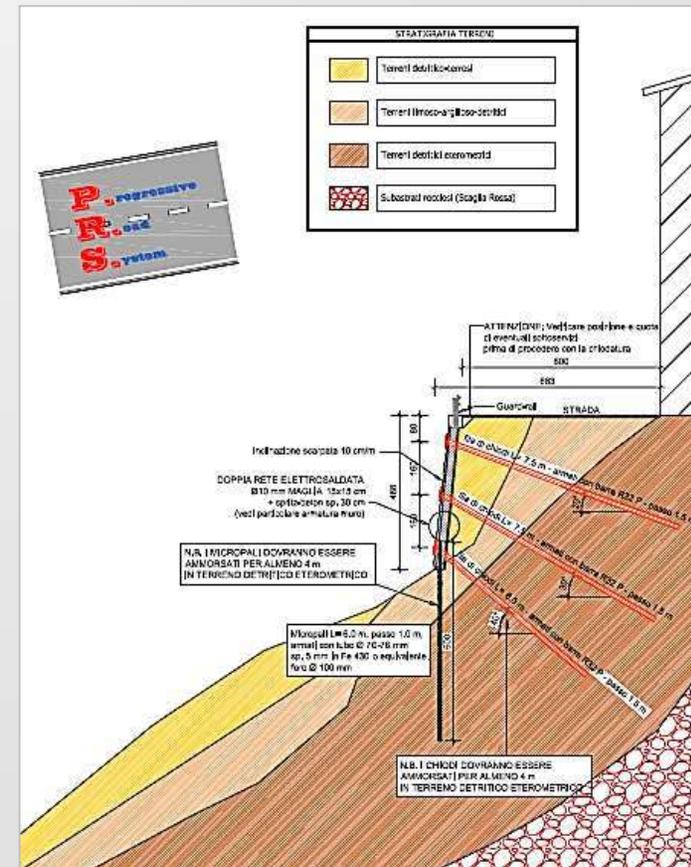
Metodo P.R.S. (Progressive Road System) - Sistema che permette la costruzione di una strada a conci progressivi



Ancoraggi  
 Barre  
 autoperforanti  
 Accessori  
 Applicabilità  
 Modalità di  
 esecuzione  
 Campi di  
 impiego  
 Ancoraggio  
 flottante  
 Soil nailing  
 attivo  
 Vantaggi del  
 metodo  
 Controlli e  
 collaudi in  
 cantiere



# Campi di impiego



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

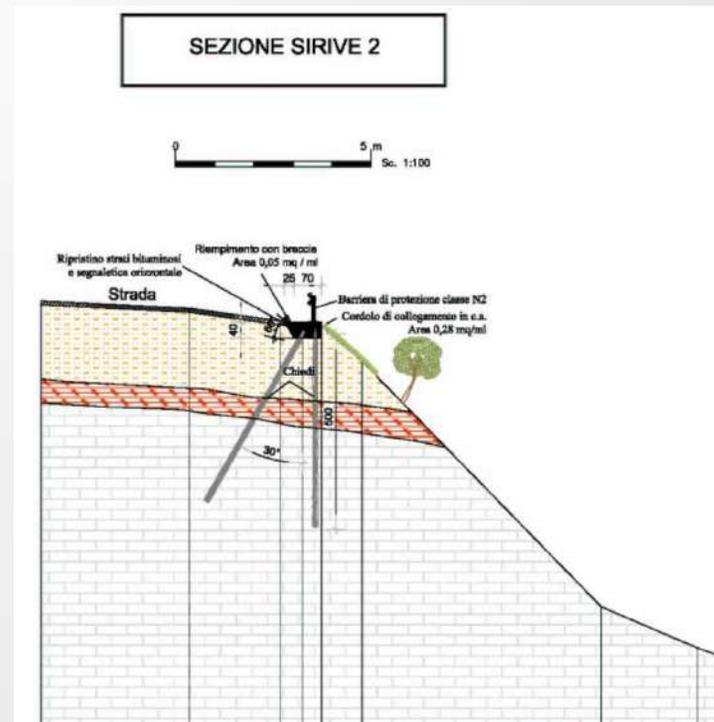
Barre autoperforanti per la tirantatura passiva, dove è possibile, di opere di sostegno (diaframma jet grouting)



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

Barre autoperforanti per il consolidamento di  
cigli stradali instabili



37/70

GEOSOLUZIONI ENGINEERING S.R.L.

Ing. Corrado Pilati

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

Esempi



## Campi di impiego

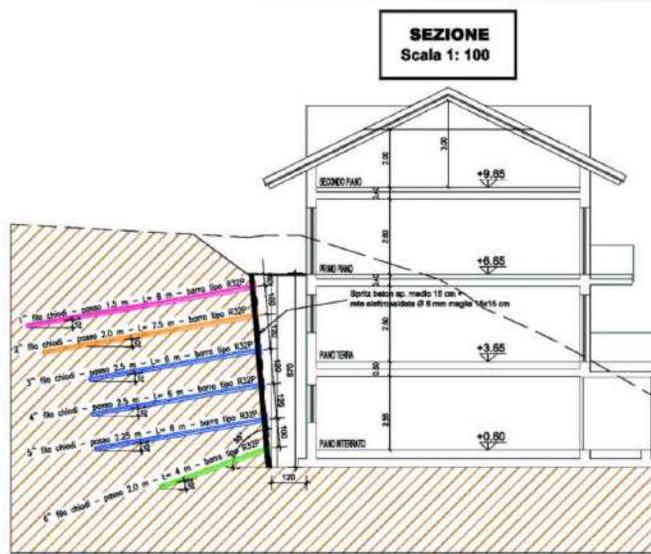


Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

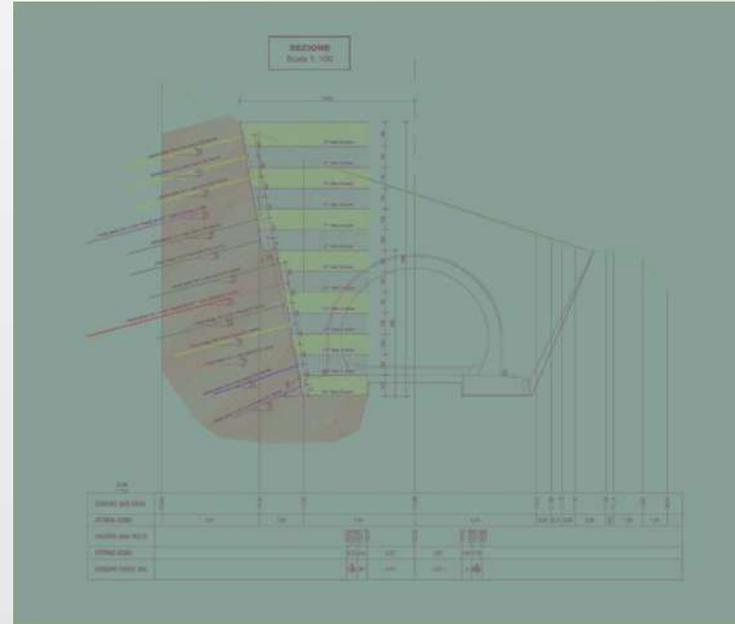
# Campi di impiego



Ancoraggi  
 Barre  
 autoperforanti  
 Accessori  
 Applicabilità  
 Modalità di  
 esecuzione  
 Campi di  
 impiego  
 Ancoraggio  
 flottante  
 Soil nailing  
 attivo  
 Vantaggi del  
 metodo  
 Controlli e  
 collaudi in  
 cantiere



# Campi di impiego



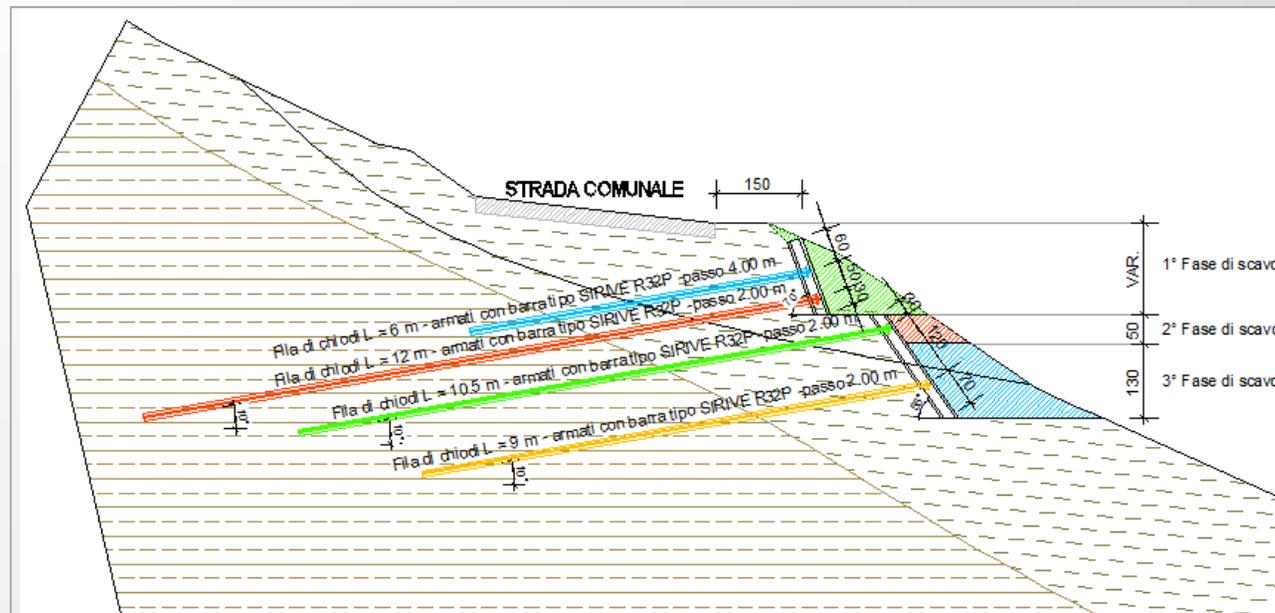
← Vicino all'edificio berlinese con tiranti attivi, lontano parete chiodata passiva

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

## PARETE FLOTTANTE:

Gli ancoraggi sono passivi pertanto affinché l'intervento entri in funzione deve svilupparsi la spinta attiva del terreno a tergo del muro. Devono pertanto essere accettate delle **PICCOLE DEFORMAZIONI A MONTE!**



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Campi di impiego

## PARETI FLOTTANTI:



Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

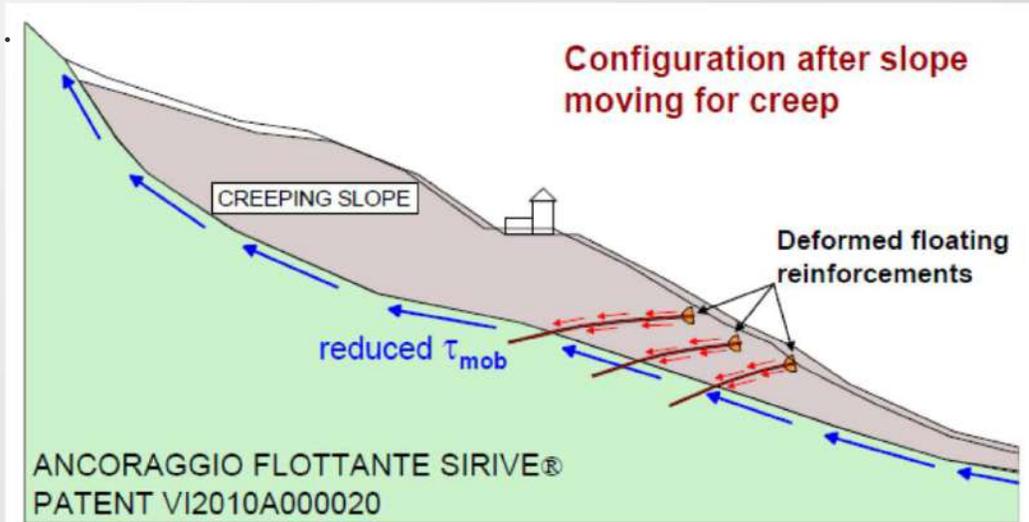
Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Ancoraggio flottante

- I rinforzi sono progettati per assorbire importanti sforzi orizzontali, **riducendo così le forze instabilizzanti che inducono il movimento viscoso**, per rallentare il processo evolutivo della frana
- Al contrario degli ancoraggi attivi, l'ancoraggio flottante assorbe una parte delle tensioni tangenziali indotte dal movimento del versante in frana per mezzo delle forze attrittive attivate lungo il profilo
- In questo modo viene trasferita alla piastra esterna una forza di entità ridotta: non è richiesto un rivestimento continuo di facciata ma soltanto una piccola piastra di ripartizione.



# Ancoraggio flottante

- Elementi di rinforzo puntuali, progettati e posti in opera per assorbire ciascuno una porzione di tensioni tangenziali
- Capacità di ciascun ancoraggio limitata superiormente:
- 

$$Q_a = Q_p + \int_L \pi D \tau_u dx$$

**Forza di testa** (piastra)      **Attrito laterale** (barra passiva)



Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Ancoraggio flottante

- Attivazione del sistema con spostamenti relativi all'interfaccia terreno-superficie esterna dell'ancoraggio, che può produrre:
- **Stabilizzazione completa** del versante: la forza assiale nei rinforzi resta inferiore alla massima resistenza disponibile
- **Rallentamento**: completa attivazione della massima resistenza disponibile
- **In ogni caso**: no rottura strutturale dei rinforzi



Ancoraggi

Barre  
autoperforanti

Accessori

Applicabilità

Modalità di  
esecuzione

Campi di  
impiego

Ancoraggio  
flottante

Soil nailing  
attivo

Vantaggi del  
metodo

Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Ancoraggio flottante

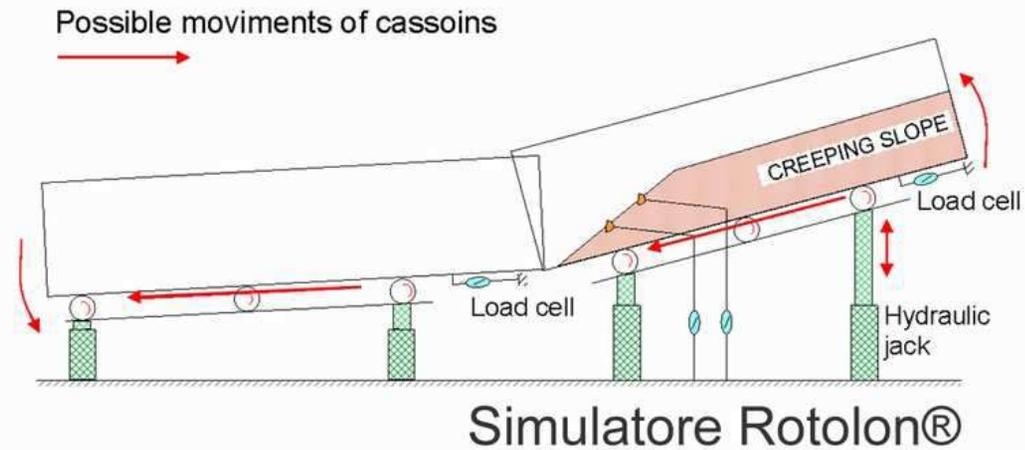
## Vantaggi del metodo

- Tecnica flessibile
- Modularità con possibilità di calibrazione dell'intervento in corso d'opera
- Facilità e rapidità di trasporto ed installazione
- Durabilità (buona protezione a corrosione delle barre)
- Basso impatto ambientale (rapporto di ricoprimento di facciata pari a circa 5-6%)
- Basso Costo

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Ancoraggio flottante

Simulatore per testare l'ancoraggio flottante in scala ridotta



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



47/70

GEOSOLUZIONI ENGINEERING S.R.L.

Ing. Corrado Pilati

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Ancoraggio flottante

L'Ancoraggio Flottante SIRIVE®, opportunamente posizionato nel corpo frana, diventa un “**dissipatore di energia**” flessibile, trattenendo per **attrito** nel tempo una parte dell'energia generata dal movimento franoso;



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
**Ancoraggio  
flottante**  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

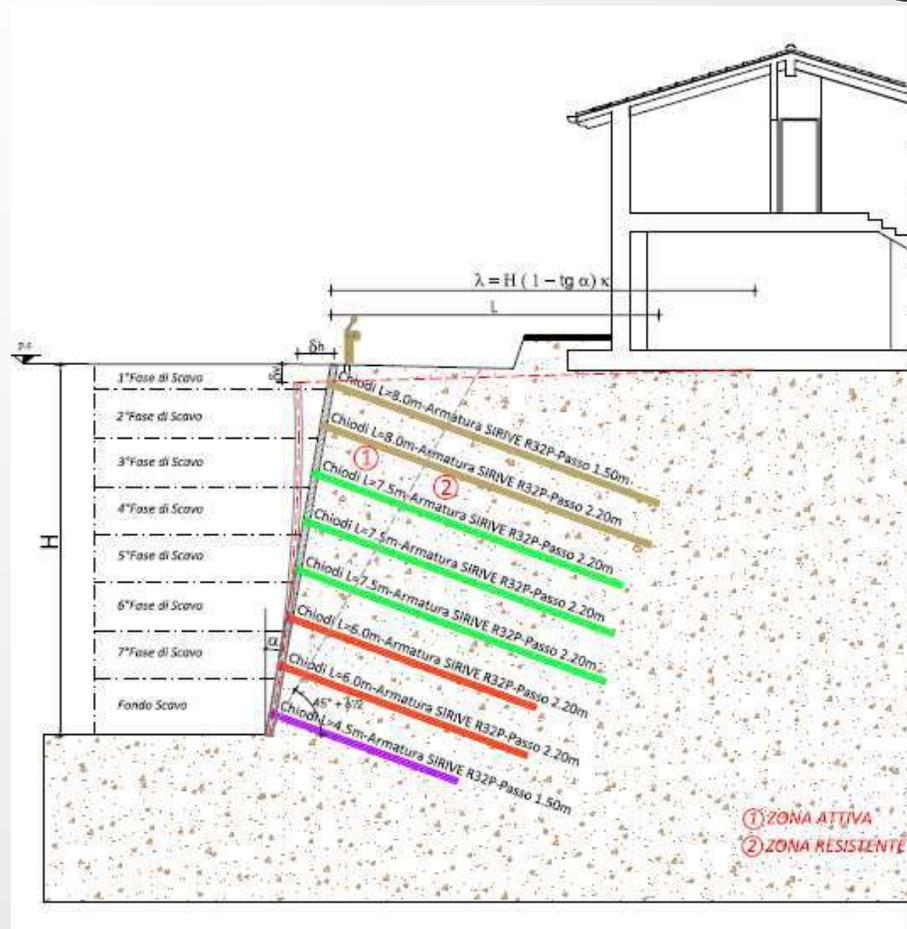
# Ancoraggio flottante

Frana Cortiana a Valli del Pasubio (VI)  
ANCORAGGI FLOTTANTI attivi da 100 a 500 t



Ancoraggi  
 Barre  
 autoperforanti  
 Accessori  
 Applicabilità  
 Modalità di  
 esecuzione  
 Campi di  
 impiego  
 Ancoraggio  
 flottante  
 Soil nailing  
 attivo  
 Vantaggi del  
 metodo  
 Controlli e  
 collaudi in  
 cantiere

# Soil nailing attivo

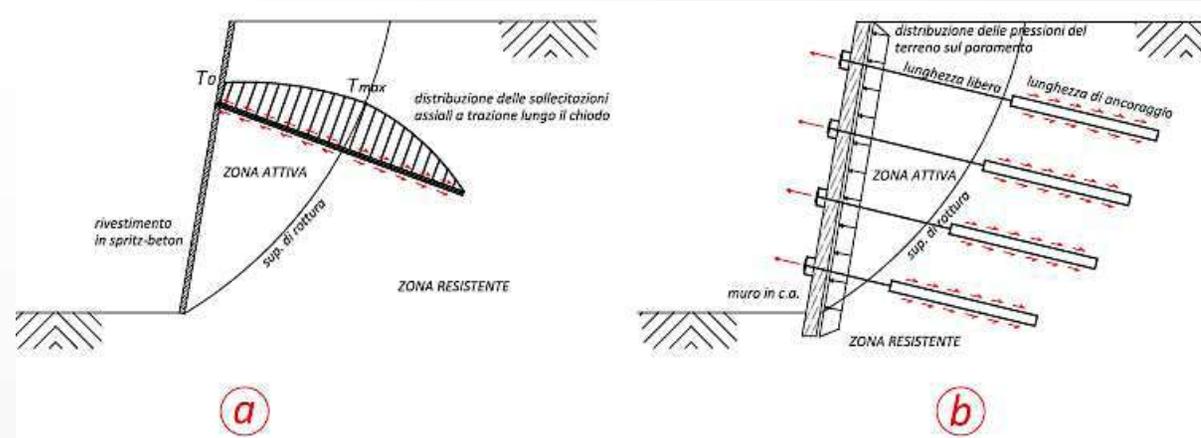


*Schema tipo del comportamento deformativo di una parete chiodata*

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Soil nailing attivo

## SOIL NAILING ATTIVO

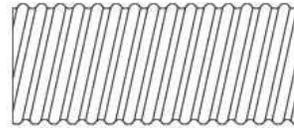


Gli spostamenti sul paramento si verificano per la passività stessa dei chiodi i quali, una volta innescato il movimento vengono sollecitati assialmente a trazione per tutta la loro lunghezza (*figura a*). Tale sollecitazione presenta un valore non nullo in testa al chiodo, un valore massimo in prossimità della superficie di rottura del terreno per poi annullarsi alla fine del chiodo. Studi approfonditi hanno dimostrato che lo stato tensionale in testa al chiodo risulta via via maggiore con il crescere dell'inclinazione della parete e della rigidità del rivestimento. Nel caso specifico del soil nailing attivo il rivestimento deve essere rigido in quanto dovrà non solo limitare le deformazioni ma anche offrire un idoneo effetto piastra di contrasto sul terreno retrostante il paramento (situazione paragonabile al muro tirantato)

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Soil nailing attivo

## BARRE AUTOPERFORANTI SIRIVE® SPECIAL Brevetto VI2012A000051



**SR32 special**  
kN 550,00



**SR38 special**  
kN 700,00



**SR51 special**  
kN 1100,00



**S60 special**  
kN 2000,00



Ancoraggi  
Barre  
auto perforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Soil nailing attivo



Installata la barra auto perforante, si passa all'inserimento del trefolo/i nella cavità interna della barra; ciascun trefolo si presenta inguainato nella parte libera e cementato alla barra nel tratto di fondazione. Generalmente è sufficiente un solo trefolo nella realizzazione dell'ancoraggio attivo in quanto i chiodi di una tradizionale parete in soil-nailing sono molto meno sollecitati rispetto ad una qualsivoglia struttura tirantata. La chiodatura, essendo molto diffusa, determina delle sollecitazioni contenute sul singolo chiodo variabili dai 50 ai 150 kN.

Ancoraggi  
 Barre  
 auto perforanti  
 Accessori  
 Applicabilità  
 Modalità di  
 esecuzione  
 Campi di  
 impiego  
 Ancoraggio  
 flottante  
 Soil nailing  
 attivo  
 Vantaggi del  
 metodo  
 Controlli e  
 collaudi in  
 cantiere

# Soil nailing attivo

**Ancoraggio Composito SIRIVE®  
 R32special Particolare "testata"**

- 1- blocco porta cunei in acciaio C40  
 $\varnothing$  mm 70 x h.50.
- 2- cuneo di serraggio in acciaio  
 16MnCr55Pb.
- 3- distanziatore in acciaio S355  
 $\varnothing$  mm 70 x sp.6,3.
- 4- dado esagonale in acciaio C40  
 mm 46 x h.50.
- 5- piastra in acciaio S235  
 mm 200 x 200 x sp.10.
- 6- barra Sirive® R32L.
- 7- trefolo in acciaio armonico da 0,6".
- 8- guaina in polietilene.
- 9- guaina in HDPE  $\varnothing$  mm 50 x sp.3.

R32special  
 testata porta cunei

**dalla gassa s.r.l.** **autoperforanti SIRIVE®**  
 via Antonio Fogazzaro, 71 - 36073 Cornedo Vicentino VI - p.IVA - c.f. 03198700241  
 tel. 0445 953 513 - fax. 0445 459 406 - e.mail: contatti@dallagassa.com

**Ancoraggio composito SIRIVE® - R32special**  
 carico rottura kN550,00  
 Patent n. VI2012A000051

Nome progettista: gassb	<b>particolari testate</b>	Data: 24-05-2013	Scala: 1 : 2
----------------------------	----------------------------	---------------------	-----------------

**Ancoraggio Composito SIRIVE®  
 Tipologie di ancoraggi disponibili**

R28special	R32special
R38special	R51special
S60special	S76special
S90special	

# Vantaggi del metodo

Semplifica molto le operazioni di cantiere, diventa molto più semplice eseguire le perforazioni agli operatori, di conseguenza aumenta la qualità finale del lavoro

Si stabilizza il foro in fase di avanzamento in questo modo non si avranno delle sovrappressioni, o detensionamenti causati da altri metodi di perforazione che sono sempre molto rischiosi soprattutto quando si impiega l'aria compressa

Perforazione molto veloce, si raddoppia la velocità di perforazione rispetto ai metodi tradizionali

Si evita l'impiego dei rivestimenti a sostegno del foro e si ottengono dei diametri medio resi di cementazione molto maggiori rispetto alle tecniche tradizionali

E' facilmente adattabile alla situazione geologica che si incontra e si può decidere se aggiungere o no un'altra barra

Diametro medio  
reso 35-40 cm



# Controlli e collaudi in cantiere

## ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

*Si intendono per “ancoraggi preliminari di prova” quei dispositivi di ancoraggio, realizzati nello stesso sito e con la stessa metodologia costruttiva di quelli definitivi, da sottoporre a prove più severe di quelle di collaudo e, pertanto, non utilizzabili per l’impiego successivo. (AICAP par. 7.1).*

- Servono a determinare la resistenza caratteristica allo sfilamento dell’ancoraggio  $R_{ak}$
- Dalla  $R_{ak}$  è possibile ricavare la tensione tangenziale limite convenzionale di aderenza tra terreno e fondazione.

$$q_{s, kc} = \frac{R_{ak}}{\pi \cdot D_d \cdot L_f}$$

- Dove:
  - $R_{ak}$  = valore caratteristico della resistenza a sfilamento dell’ancoraggio
  - $D_d$  = diametro nominale della fondazione
  - $L_f$  = lunghezza della fondazione

# Controlli e collaudi in cantiere

## ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

Le prove su ancoraggi preliminari sono **obbligatorie**

Strumentazione certificata da laboratorio

Precisione per gli allungamenti: il maggiore tra 0,1 mm e l'1% dello spostamento misurato

Precisione per le forze applicate: il maggiore tra 10 kN e il 2% della forza misurata

Tab. 7.1 - Numero minimo degli ancoraggi di prova e tipi di prove

N° di ancoraggi da eseguire	N° minimo di prove da eseguire (*)	Modalità di prova	
		Tipo 1	Tipo 2
compreso tra 1 e 30	1	1	-
compreso tra 31 a 50	2	1	1
compreso tra 51 a 100	3	2	1
compreso tra 101 a 200	7	2	5
compreso tra 201 a 500	8	3	5
oltre 500	10	3	7

(\*) La Norma tende a premiare l'aumento del numero delle prove preliminari attraverso una progressiva riduzione dei fattori di correlazione  $\xi$  fra  $R_{pk}$  e  $R_{cm}$  con il crescere del numero delle prove.

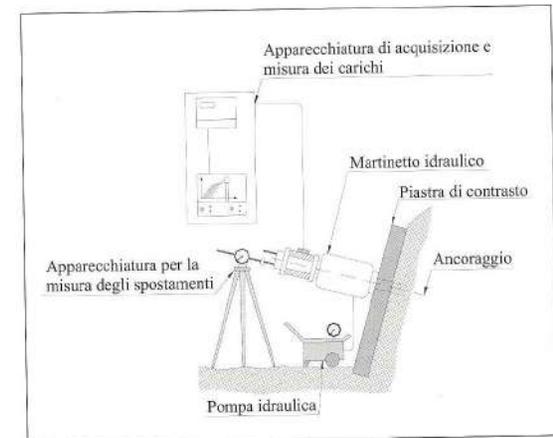


Fig. 7.1 - Schema di un dispositivo di prova

# Controlli e collaudi in cantiere

## ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

Ci sono 2 tipi di prova: **1) prova a sfilamento** 2) **prova di idoneità**

### **PROVA TIPO 1 A SFILAMENTO**

Ha lo scopo di determinare la tensione tangenziale limite convenzionale di aderenza tra la fondazione ed il terreno per il dimensionamento della fondazione degli ancoraggi definitivi.

- Armatura sovradimensionata o fondazione di lunghezza ridotta rispetto agli ancoraggi definitivi.
- Si arriva al massimo al 90% della resistenza a snervamento dell'armatura
- Procedura:
  1. Tesatura fino al carico di allineamento  $P_a$  (50 kN o 10%  $P_p$ )
  - 2. Tesatura per incrementi di carico pari a 10%  $P_p$  fino a raggiungere lo sfilamento

# Controlli e collaudi in cantiere

## ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

### PROVA TIPO 2 DI IDONEITA'

Si esegue su un ancoraggio realizzato come quelli definitivi, con la sola eccezione dell'armatura che sarà la massima compatibile con il diametro di perforazione. La prova ha lo scopo di misurare un valore  $R_{a,m}$  della resistenza dell'ancoraggio e di verificare l'idoneità complessiva del dispositivo alle prestazioni richieste.

- Procedura:
- Tesatura fino al carico di allineamento  $P_a$  (50 kN o 10%  $P_p$ )
  - Tesatura per incrementi di carico fino al carico  $P_p$ ; per ciascun incremento di carico la forza dovrà essere mantenuta costante per un intervallo di tempo sufficiente a rilevare l'andamento degli allungamenti nel tempo;

Tab. 7.2 – Modalità della prova di idoneità

Fase di carico	Carico applicato	Durata minima del carico (min) per la misura degli allungamenti			
		Ancoraggi temporanei		Ancoraggi permanenti	
		Roccia o Terreni incoerenti	Terreni a grana fine	Roccia o Terreni incoerenti	Terreni a grana fine
1	0,25 $P_n$	1	1	15	15
2	0,40 $P_p$	1	1	15	15
3	0,55 $P_p$	1	1	15	15
4	0,70 $P_p$	5	5	30	60
5	0,85 $P_p$	5	5	30	60
6	1,00 $P_p$	30	60	60	180

Ancoraggi  
 Barre  
 autoperforanti  
 Accessori  
 Applicabilità  
 Modalità di  
 esecuzione  
 Campi di  
 impiego  
 Ancoraggio  
 flottante  
 Soil nailing  
 attivo  
 Vantaggi del  
 metodo  
 Controlli e  
 collaudi in  
 cantiere

# Controlli e collaudi in cantiere

Per ogni singolo incremento di carico si dovranno rilevare gli allungamenti con i seguenti tempi di lettura:

1, 2, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 180 minuti

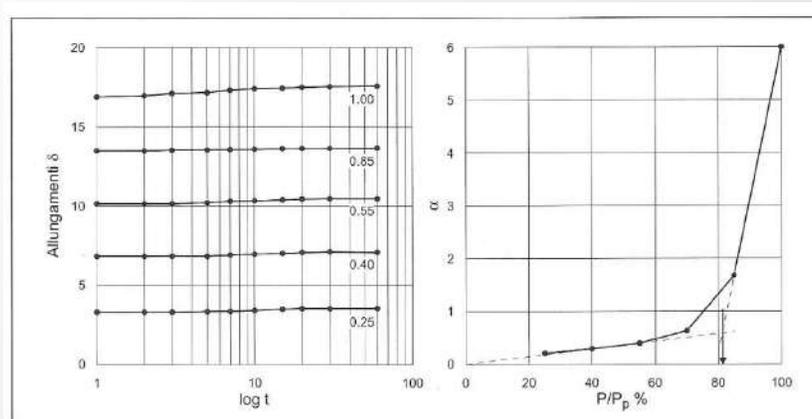


Fig. 7.2a - Diagramma tempo - allungamenti

7.2b - Diagramma rapporto di carico -  $\alpha$

ANCORAGGI IN TERRENO E NELLE ROCCIE RACCOMANDAZIONI AGR-ACAP

A.1 - CALCOLO DEL RAPPORTO DI CREEP

Nel corso della prova di idoneità vengono tracciate le curve dell'allungamento ( $\delta$ ) in funzione del tempo in scala logaritmica per tutte le soste a carico costante (Fig. A.1).

Per ciascuna curva viene determinato il valore del coefficiente angolare (rapporto di creep) del tratto finale della curva dato da:

$$\alpha = (\delta_2 - \delta_1) / \log \left( \frac{t_2}{t_1} \right) \quad (A.1)$$

dove:

- $\alpha$  è il valore del coefficiente angolare
- $\delta_1$  è il valore dell'allungamento al tempo  $t_1$
- $\delta_2$  è il valore dell'allungamento al tempo  $t_2$
- $t_1$  è il tempo subito dopo l'applicazione dell'incremento del tiro o di inizio dell'osservazione
- $t_2$  è il tempo al termine del periodo di osservazione a carico costante

Fig. A.1 - Determinazione del rapporto di creep

Determinati i valori del rapporto di "creep", ai vari tiri crescenti della prova di idoneità, è possibile tracciare l'andamento di  $\alpha$  in funzione del rapporto di tiro  $P/P_p$  (Fig. A.2) in cui:

- $P_i$  = valore del tiro relativo a ciascun incremento
- $P_p$  = valore del tiro di prova

81

# Controlli e collaudi in cantiere

## Condizioni di accettazione degli ancoraggi preliminari di prova

Inoltre, se non diversamente previsto dal progetto, l'idoneità dell'ancoraggio risulta accertata:

- 1) se gli spostamenti misurati e il rapporto di creep al carico di prova soddisfano i requisiti indicati nella seguente tabella 7.3.

Tab. 7.3 - Valori di riferimento degli allungamenti e del rapporto di creep  $\alpha$

	Ancoraggi temporanei		Ancoraggi permanenti	
	Roccia o terreni incoerenti	Terreni a grana fine	Roccia o terreni incoerenti	Terreni a grana fine
Carico di Prova	$P_p$	$P_p$	$P_p$	$P_p$
Prove con tempi di osservazione brevi				
$t_1$ (min)	10	20	20	60
$t_2$ (min)	30	60	60	180
Allungamento $\Delta\delta = \delta_2 - \delta_1$ (mm)	$\leq 0,7$ mm	$\leq 0,7$ mm	$\leq 0,7$ mm	$\leq 0,7$ mm
Prove con tempi di osservazione lunghi				
$t_2$ (minimo)	$\geq 30$	$\geq 60$	$\geq 120$	$\geq 720$
rapporto di creep $\alpha$	$\leq 2,0$ mm	$\leq 2,0$ mm	$\leq 2,0$ mm	$\leq 2,0$ mm

- 2) se la lunghezza libera teorica  $L_t$  e la lunghezza libera apparente  $L_{app}$  dell'ancoraggio verificano le condizioni seguenti:

$$0,9 L_t \leq L_{app} \leq L_t + 0,5 L_f \quad (7.4)$$

dove  $L_f$  è la lunghezza della fondazione dell'ancoraggio e  $L_{app}$  si ricava in prima approssimazione con la seguente relazione

$$L_{app} = \frac{\Delta L \cdot A_s \cdot E_s}{P_p - P_a} \quad (7.5)$$

dove:

$A_s$  è l'area della sezione di armatura

$E_s$  è il modulo elastico del materiale di armatura

$\Delta L$  è l'allungamento elastico misurato al valore del tiro di prova

$P_p, P_a$  sono i valori del tiro di prova e di allineamento

# Controlli e collaudi in cantiere

## COLLAUDI

Il collaudo di un ancoraggio si esegue tramite la **prova di accettazione** che deve essere effettuata su **tutti gli ancoraggi** prima della loro utilizzazione. Tutti va inteso per quelli attivi mentre per i chiodi ci si rifà alla UNI EN 14490 che da una percentuale in funzione dei chiodi realizzati

- La prova di accettazione si esegue per:
  - - verificare che ogni ancoraggio sia idoneo a sopportare il carico massimo di prova
  - - verificare che, al massimo carico di prova, il valore degli allungamenti o del rapporto di creep  $\alpha$  risultino contenuti entro i limiti previsti
  - - Determinare la lunghezza libera apparente  $L_{app}$  dell'ancoraggio
- **Modalità della prova di collaudo a carico costante**
  - 1. Tesatura fino al carico di allineamento  $P_a$  (50 kN o 10%  $P_c$ )
  - 2. Tesatura fino al carico  $P_c$  con almeno 5 incrementi con sosta di 1 minuto
  - 3. Al massimo carico di prova il tiro viene mantenuto costante per 5' o 15' a seconda se terreno incoerente o a grana fine. (tempi 1, 2, 3, 5, 10, 15 minuti)
  - 4. Scarico fino al tiro di allineamento in tre stadi

# Controlli e collaudi in cantiere

Tab. 8.1 - Procedura di carico per la prova di accettazione

Fase di carico	Carico di prova	Durata minima del carico (min)	
		Rocce o terreni incoerenti	Terreni a grana fine
1	0,40 $P_c$	1	1
2	0,55 $P_c$	1	1
3	0,70 $P_c$	1	1
4	0,85 $P_c$	1	1
5	$P_c$	5	15

- I dati raccolti nel corso della prova consentono di:
- Tracciare il diagramma degli allungamenti in funzione del carico
- Tracciare, per i terreni a grana fine, il diagramma degli allungamenti in funzione del tempo
- Determinare il valore di  $\alpha$  al carico di collaudo
- Determinare l'entità dell'allungamento al carico di collaudo
- Determinare il valore dell'allungamento permanente
- Determinare la lunghezza libera apparente.

# Controlli e collaudi in cantiere

## 8.3 ACCETTAZIONE DEGLI ANCORAGGI

Gli ancoraggi che non soddisfano i requisiti di collaudo sotto indicati vanno sostituiti con nuovi ancoraggi o opportunamente declassati.

### 8.3.1 Condizioni per l'accettazione

Per l'accettazione del singolo ancoraggio devono essere verificate le seguenti condizioni:

#### 1) sul comportamento dell'ancoraggio nel tempo

a1) se la prova è condotta a carico costante ( $P_c$ )

il valore degli allungamenti  $\Delta L_{P_c}$  o del rapporto di creep  $\alpha$  devono risultare contenuti entro i limiti previsti dalla tabella 8.2

Tab. 8.2 - Valori di riferimento degli allungamenti e del rapporto di creep  $\alpha$

	Roccia o terreni incoerenti	Terreni a grana fine
Carico di Prova	$P_c$	$P_c$
<b>Prove rapide</b>		
$t_1$ (min)	2	5
$t_2$ (min)	5	15
Allungamento $\Delta L = L_2 - L_1$ (mm)	$\leq 0,5$	$\leq 0,6$
<b>Prove con tempi di osservazione lunghi</b>		
$t_2$ (minuti)	$>30$	$>60$
rapporto di creep $\alpha$ (mm)	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$

a2) se la prova è condotta ad allungamento costante ( $\Delta L_c$ )

la variazione della forza all'apice del ciclo deve risultare:

- inferiore al 3% della forza di collaudo ( $\Delta P_c < 0,03P_c$ ) per 60 minuti di tempo di osservazione;
- inferiore al 6% della forza di collaudo ( $\Delta P_c < 0,06P_c$ ) per 24 ore di tempo di osservazione.

b) per entrambi i tipi di prova l'allungamento permanente  $\Delta L_{pm}$  deve essere contenuto entro valori fissati dal progettista ed in ogni caso non deve superare il 10% dell'allungamento elastico  $\Delta L_e$ .

#### 2) sulla lunghezza libera apparente

La lunghezza libera apparente deve verificare le seguenti condizioni:

$$0,9 \cdot L_i \leq L_{app} \leq L_i + 0,5 \cdot L_f \quad (8.1)$$

in cui  $L_{app}$  è data in prima approssimazione dalle espressioni di seguito riportate:

$$L_{app} = \frac{\Delta L_o \cdot A_s \cdot E_s}{P_c - P_o} \quad (\text{prova a carico costante}) \quad (8.2)$$

valida nel caso in cui la forza di attrito che si sviluppa lungo il tratto libero dell'ancoraggio può essere trascurata (inferiore al 5% del carico di prova  $P_o$ )

$$L_{app} = \frac{\Delta L_o \cdot A_s \cdot E_s}{P_c - P_o - \Delta P_f} \quad (\text{prova a carico costante}) \quad (8.3)$$

dove  $\Delta P_f$  rappresenta la correzione del carico per tener conto dell'attrito nel tratto libero (vedi Appendice B).

$$L_{app} = \frac{\Delta L_o \cdot A_s \cdot E_s}{(P_c - \Delta P) - P_o} \quad (\text{prova ad allungamento costante}) \quad (8.4)$$

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

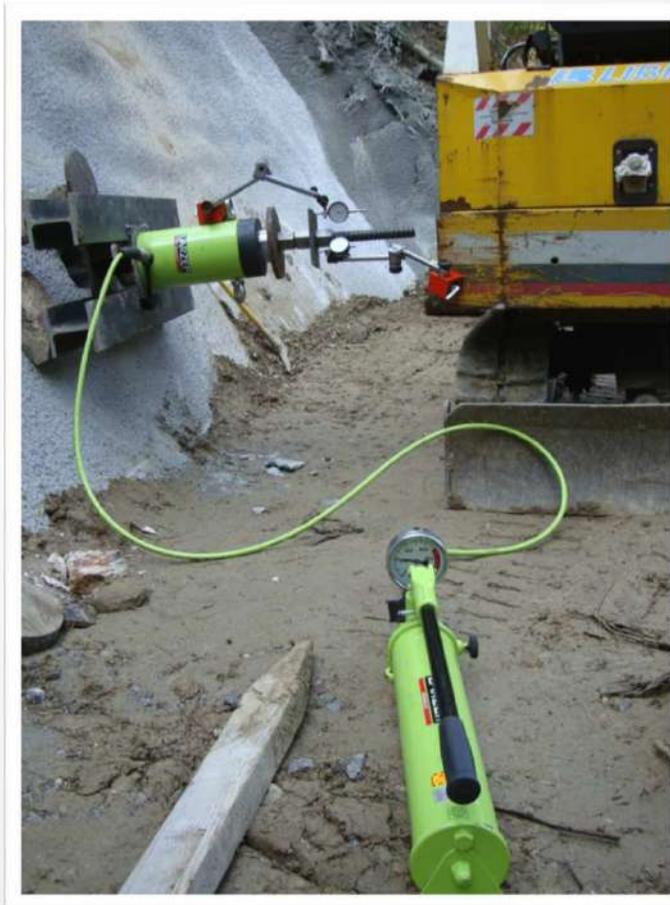
# Controlli e collaudi in cantiere

Attrezzatura per una prova di trazione



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Controlli e collaudi in cantiere



Importante che il sistema di misura  
sia indipendente dalla parete

Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

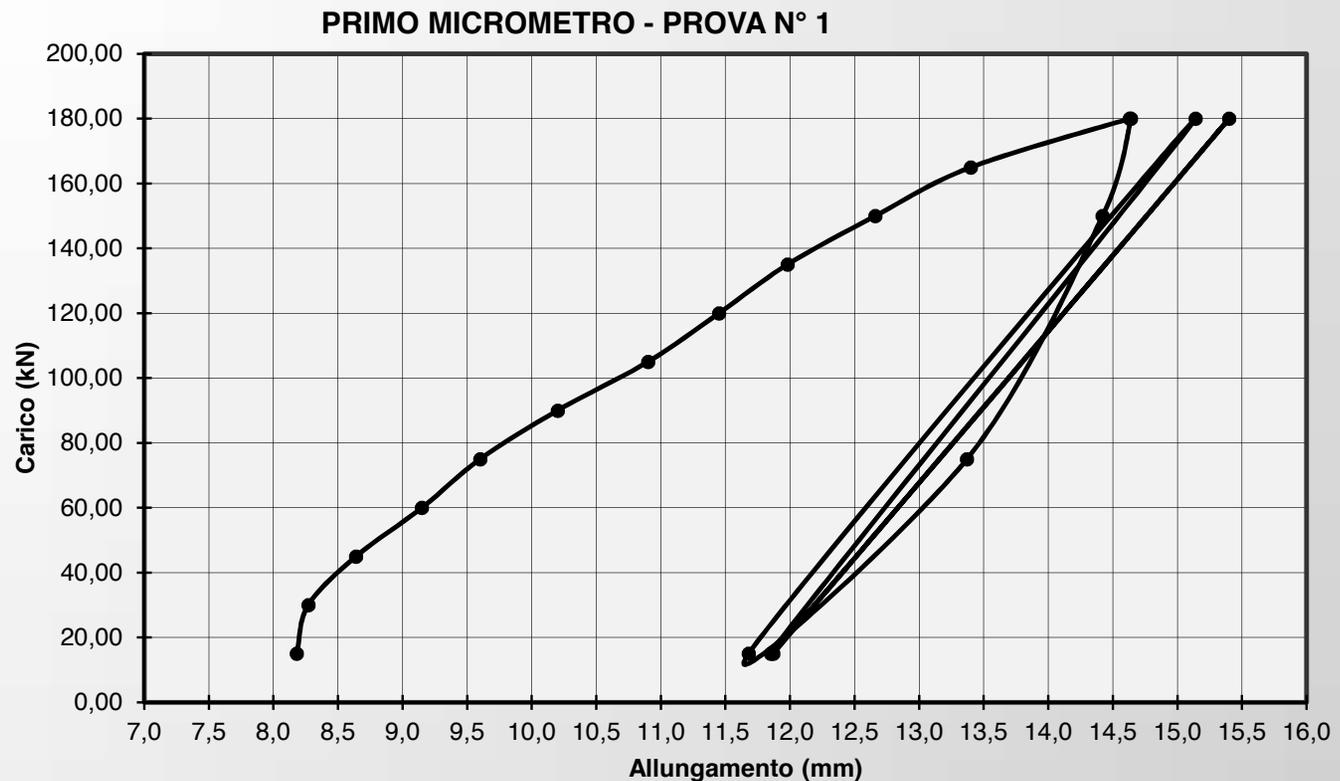
# Controlli e collaudi in cantiere



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Controlli e collaudi in cantiere

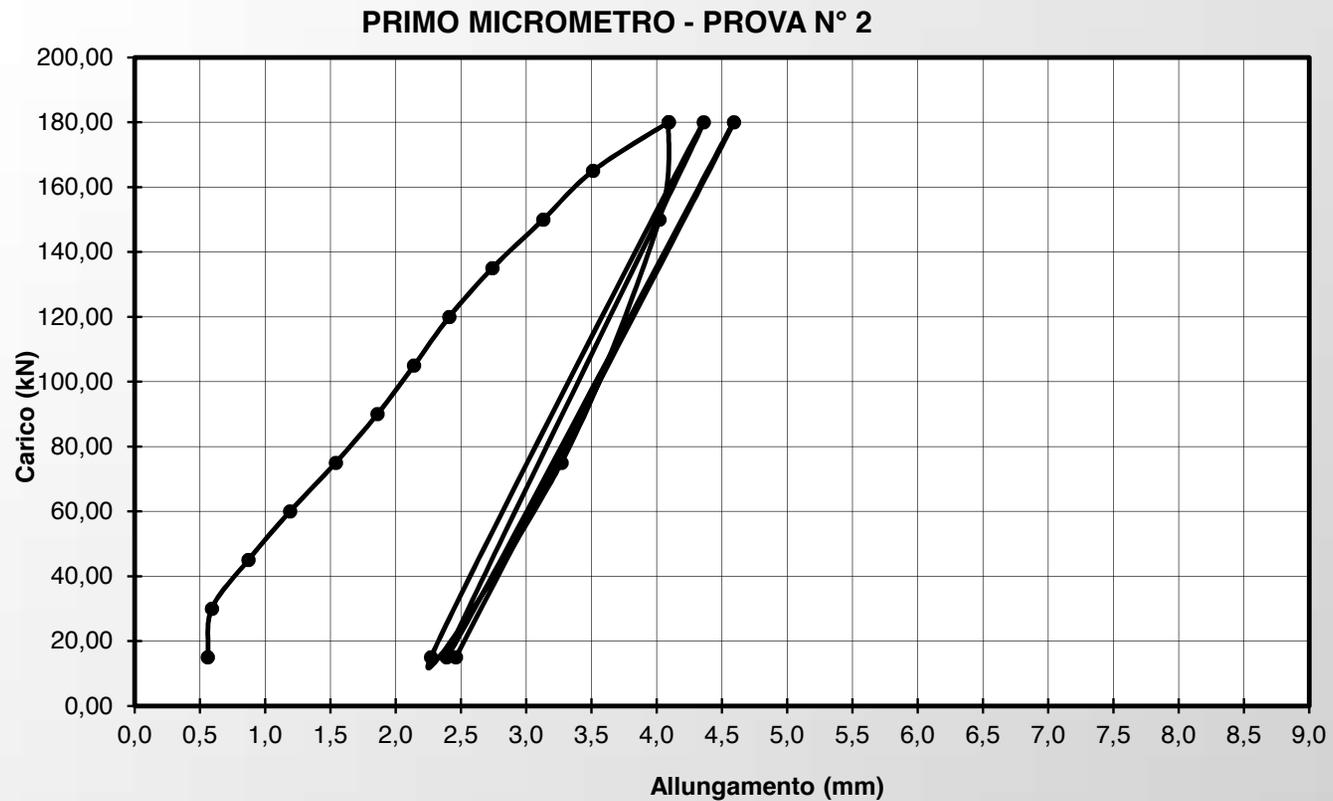
Con il primo ciclo di carico si verificano deformazioni plastiche non più recuperabili a causa della rottura della prima parte del chiodo



Ancoraggi  
Barre  
autoperforanti  
Accessori  
Applicabilità  
Modalità di  
esecuzione  
Campi di  
impiego  
Ancoraggio  
flottante  
Soil nailing  
attivo  
Vantaggi del  
metodo  
Controlli e  
collaudi in  
cantiere

# Controlli e collaudi in cantiere

Dopo ripetuti cicli di carico e scarico fino al valore N la risposta diviene praticamente elastica per carichi non maggiori di N





**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

**70/70**

**GEOSOLUZIONI ENGINEERING S.R.L.**

*Ing. Corrado Pilati*