

**Messa in sicurezza versante montano a tutela
del sottostante percorso faunistico
che congiunge Via Marconi con la posta ciclabile
di Gardone V.T. in sponda idraulica
sinistra del Fiume Mella**

Finanziato dall'Unione europea - NextGenerationEU

Progetto Esecutivo

Relazioni di calcolo

Rev01

Dott. Davide Martello

Studio di Geologia
Via Convento 52/c, Gardone V.T. (BS)

COMUNE DI SAREZZO
Provincia di Brescia

Dimensionamento degli ancoraggi flessibili e delle barre di fondazione per la barriera contro le colate detritiche UX120-H6

**Messa in sicurezza versante montano a tutela del sottostante percorso
faunistico che congiunge via Marconi con la pista ciclabile di Gardone
V.T. in sponda idraulica sinistra del Fiume Mella**



Committente:
Dott.Geol. Davide Martello
Studio di Geologia Applicata
Via Convento, 52/c, Gardone V.T. (BS)

Progettista:
Ing. Samantha Salis



INDICE

1	<i>Premessa</i>	3
2	<i>Quadro normativo</i>	3
3	<i>Nota sugli Eurocodici</i>	3
4	<i>Modello di riferimento</i>	4
4.1	<i>Azioni</i>	4
4.2	<i>Resistenze</i>	4
5	<i>Modello di calcolo</i>	5
5.1	<i>Verifica sezione acciaio</i>	6
5.2	<i>Verifica dell'interfaccia acciaio – malta</i>	7
5.3	<i>Verifica dell'interfaccia malta – substrato</i>	8
6	<i>Azioni di progetto sugli ancoraggi</i>	9
7	<i>Dimensionamento degli ancoraggi flessibili e delle barre di fondazione</i>	10
7.1	<i>Ancoraggi flessibili (lateralali e di monte)</i>	12
7.2	<i>Barre per la fondazione dei montanti</i>	12
8	<i>Conclusioni</i>	13

1 Premessa

La presente relazione affronta il calcolo delle lunghezze degli ancoraggi per la barriera contro le colate detritiche del tipo UX120-H6, certificata in vera grandezza per resistere ad una pressione di impatto fino a 120 kPa.

Il calcolo delle fondazioni delle barriere è stato sviluppato in accordo con le Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC, DM 17.01.2018), utilizzate in parallelo agli Eurocodici (EC).

2 Quadro normativo

Il dimensionamento di un ancoraggio passivo rientra nelle *“Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii”* delle NTC, mentre è normato dall'Eurocodice 7 *“Progettazione geotecnica”*.

Le norme cui si fa riferimento sono le seguenti:

- DM 17.01.2018– Norme tecniche per le costruzioni
- EN1997-1 Progettazione Geotecnica
- EAD 340020000106 – Flexible kits for retaining debris flow and shallow landslides.
- Raccomandazioni AICAP “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce” del giugno 2012

3 Nota sugli Eurocodici

Gli Eurocodici sono stati sviluppati in ambito europeo, per armonizzare gli aspetti progettuali dei paesi membri, utilizzando come approccio la progettazione agli stati limite.

Negli Eurocodici, così come nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, si utilizzano dei coefficienti di sicurezza parziali, da applicare o alle azioni, o alle resistenze o ad entrambi, in funzione dell'approccio utilizzato.

Il valore dei coefficienti di sicurezza utilizzato è indicato a livello Europeo e viene poi lasciata alle singole nazioni la possibilità di variare questi valori in funzione della propria specificità.

Gli Eurocodici sono stati la base per la redazione delle nuove Norme Tecniche, che ne recepiscono non solo lo spirito ma anche l'impostazione.

L'applicazione degli Eurocodici deve essere fatta con conoscenza del fenomeno e con cognizione di causa, in quanto la scelta dell'approccio progettuale e dei coefficienti di sicurezza può influire molto sul risultato finale.

4 Modello di riferimento

Per la realizzazione degli elementi di connessione tra terreno e struttura nella messa in opera delle barriere contro le colate detritiche si opera nel seguente modo:

1. Si realizza un foro di lunghezza e diametro adeguati
2. Si inserisce nel foro un elemento metallico
3. Si inietta miscela cementizia per riempire l'intercapedine tra elemento metallico e foro

Per il corretto dimensionamento bisogna quindi considerare i seguenti elementi:

- la verifica della sezione di acciaio
- la verifica dell'adesione acciaio – malta
- la verifica dell'adesione malta – substrato

Per la progettazione strutturale degli ancoraggi si deve verificare la seguente disequaglianza:

$$a) \quad E_D \leq R_D$$

dove:

- E_D sono le azioni o gli effetti delle azioni di progetto
- R_D sono le resistenze o gli effetti delle resistenze di progetto

4.1 Azioni

Le azioni che sollecitano l'ancoraggio sono azioni che non derivano dallo stato di esercizio della struttura metallica quanto piuttosto da un evento eccezionale (in termini di probabilità di accadimento), ovvero il carico derivante da un fenomeno di colata detritica o fangosa.

Tuttavia, non è facile definire un carico univoco sugli ancoraggi, vista la variabilità del fenomeno, per questa ragione, per la barriera individuata, si valuta la resistenza ultima che l'ancoraggio è in grado di sostenere ed il dimensionamento viene fatto tenendo conto di questi valori.

4.2 Resistenze

Le resistenze considerate nella a) hanno significati diversi in funzione della verifica che si sta analizzando.

Fattori di resistenza parziale possono essere applicati sia alle proprietà del terreno (X), sia alle resistenze (R) o a entrambi i parametri.

Come anticipato si prendono in considerazione tre verifiche: della sezione di acciaio, dell'interfaccia acciaio-malta e dell'interfaccia malta- substrato.

In generale si ha:

$$R_D = R(\gamma_F \cdot F_{Rep}; X_k / \gamma_M; a_D)$$

oppure

$$R_D = R(\gamma_F \cdot F_{Rep}; X_k; a_D) / \gamma_R$$

oppure

$$R_D = R(\gamma_F \cdot F_{Rep}; X_k / \gamma_M; a_D) / \gamma_R$$

dove:

- F_{Rep} sono le azioni rappresentative
- X_k sono i parametri dei materiali
- a_D è l'accelerazione di progetto, nel caso sismico
- γ_M sono i fattori parziali per il terreno
- γ_R sono i fattori parziali per le resistenze

Per le barriere contro le colate detritiche gli ancoraggi si differenziano in ancoraggi in barra (presenti solo nelle barriere con montanti di sostegno, tipo UX) e ancoraggi flessibili. Si differenziano gli approcci utilizzati per gli ancoraggi di monte e laterali rispetto alle fondazioni dei montanti; i primi sono assimilati a tiranti passivi mentre i secondi a pali di fondazione.

Per gli ancoraggi flessibili, assimilati a tiranti di ancoraggio (cap. 6.6 delle NTC) si utilizza il coefficiente γ_R relativo all'approccio A1+M1+R3, nel caso di tiranti permanenti e che risulta pari a 1,2.

	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE
	γ_R	
Temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1,1
Permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1,2

Tabella 1. Coefficiente parziali γ_R da applicare alla resistenza per gli ancoraggi flessibili.

Per le fondazioni alla base dei montanti si utilizza l'approccio indicato per i pali trivellati, sempre considerando approccio A1+M1+R3 (Tabella 6.4.II – Cap. 6 – Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018); per cui γ_R vale 1,25 a trazione e 1,15 a compressione.

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale ^{*)}	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

^{*)} da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 2. Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Inoltre deve essere valutata la resistenza a sfilamento e ridurre il valore caratteristico di un fattore di correlazione (ξ_a) che dipende sia della modalità con cui è stata definita la resistenza allo sfilamento (a. dai risultati di prove di progetto su ancoraggi di prova; b. con metodi di calcolo analitici, dai valori caratteristici dei parametri geotecnici dedotti dai risultati di prove in sito e/o di laboratorio) sia della tipologia di ancoraggi considerati.

5 Modello di calcolo

Si riassumono nel seguito i modelli di calcolo per ogni verifica considerata:

1. verifica della sezione di acciaio
2. verifica dell'interfaccia acciaio – malta
3. verifica dell'interfaccia malta – substrato

Dopo aver eseguito le verifiche (2) e (3) si considera la lunghezza di ancoraggio maggiore, a favore di sicurezza.

5.1 Verifica sezione acciaio

Per questa verifica, essendo la tipologia di ancoraggio definita dal costruttore ed essendo le azioni agenti altrettanto fornite dal costruttore, ci si preoccupa semplicemente di verificare che la formula a) sia soddisfatta come disequazione, che nel caso specifico si esplicita nel seguente modo:

$$b) \quad F_d \leq \frac{R_c}{\gamma_s} = R_d$$

dove:

- F_D è il valore di progetto dell'azione sollecitante
- R_C è il valore rappresentativo della resistenza dell'ancoraggio
- γ_S è il valore del fattore parziale dell'acciaio, pari a 1,15
- R_D la resistenza di progetto dell'ancoraggio

5.2 Verifica dell'interfaccia acciaio – malta

In questo caso la formula a) si esplicita nel seguente modo:

$$c) \quad F_D \leq \frac{\tau_{a-m}}{\gamma_M} \cdot S_{Lat} \cdot L$$

dove:

- F_D è l'azione di progetto
- γ_M è il fattore parziale per l'adesione acciaio – malta, pari a 1.5
- τ_{a-m} è l'adesione acciaio - malta
- S_{Lat} è la superficie effettiva di contatto malta – acciaio
- L è la lunghezza dell'ancoraggio

Per l'adesione acciaio - malta si ha la seguente formulazione:

$$d) \quad \tau_{a-m} = \frac{f_{bk}}{1.5}$$

Da cui sostituendo le equazioni sotto riportate diventa:

$$\tau_{a-m} = \frac{2.25 \cdot 1 \cdot 0.7 \cdot 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}}{1.5}$$

$$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk}; \text{ dove } \eta = 1 \text{ per diametri } \leq 32$$

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

Dove f_{ck} è la resistenza caratteristica della malta di iniezione.

In caso di ancoraggi in barra la superficie laterale è quella nominale:

$$S_{Lat} = \pi \cdot d_{barra}$$

dove d è il diametro della barra.

In caso di ancoraggi flessibili si ha la seguente equazione:

$$S_{Lat} = \pi \cdot d_{ancoraggio}$$

Dove $d_{ancoraggio}$ è il diametro utile dell'ancoraggio considerato.

Dalla c), inserendo la formula d), in funzione del caso analizzato, si ricava la lunghezza dell'ancoraggio per il caso in esame.

$$e) \quad L_1 \geq \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{lat} \cdot \tau_{a-m}}$$

5.3 Verifica dell'interfaccia malta – substrato

In questo caso la formulazione a) assume la seguente forma:

$$f) \quad F_D \leq \frac{R_{ac}}{\gamma_R}$$

dove:

- R_{ac} è il valore massimo di resistenza a sfilamento
- γ_R è il fattore di sicurezza parziale per ancoraggi permanenti
- F_D è l'azione di progetto sull'ancoraggio

Mentre R_{ac} è pari a:

$$g) \quad R_{ac} = \pi \cdot D_s \cdot L \cdot \frac{q_s}{\zeta_a}$$

Dove:

- D_s è il diametro reale del bulbo considerando un coefficiente maggiorativo a seconda del substrato presente;
- q_s è la resistenza unitaria limite allo scorrimento;
- L è la lunghezza dell'ancoraggio;
- ζ_a è il fattore parziale sulla determinazione di q_s .

Il diametro reale del bulbo viene calcolato con la seguente formula, inserendo il coefficiente maggiorativo α_d e il diametro di perforazione D_d .

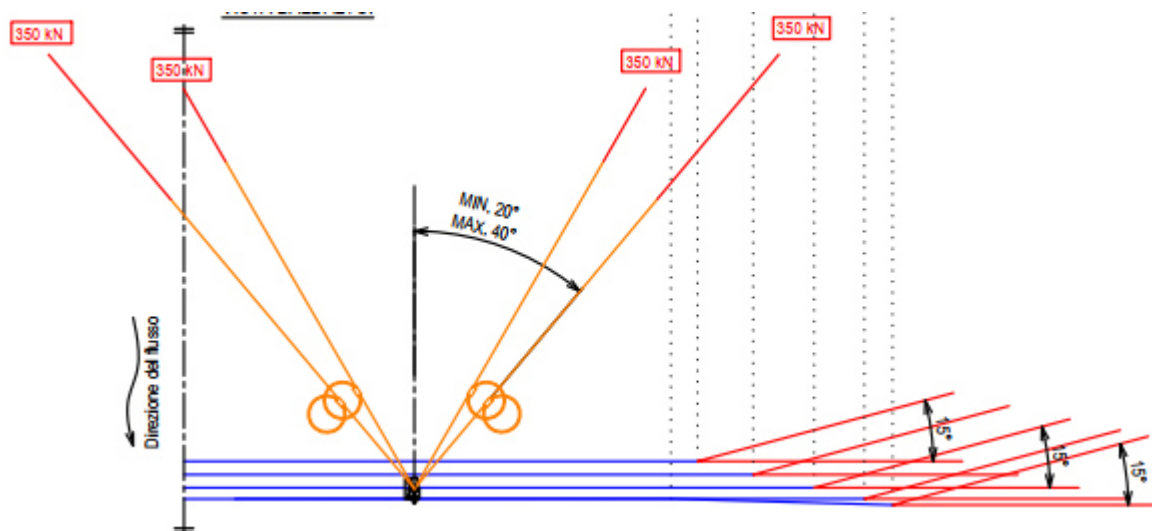
$$D_s = \alpha_d \cdot D_d$$

Sostituendo la formula g), nella f), e risolvendola per la lunghezza di ancoraggio, si ottiene:

$$h) \quad L_2 \geq \frac{\gamma_R \cdot \zeta_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_s \cdot q_s}$$

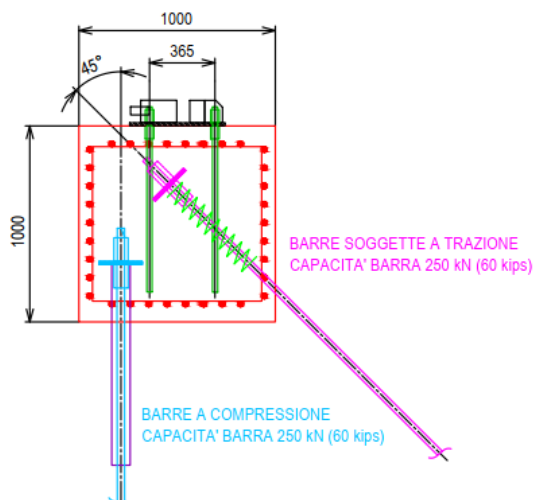
6 Azioni di progetto sugli ancoraggi

Il carico agente sugli ancoraggi di fondazione di una barriera contro le colate detritiche è estremamente variabile in funzione dei meccanismi di impatto e sollecitazione della struttura. E' pur vero che sono stati misurati in occasione di eventi monitorati i carichi trasferiti alle fondazioni, ma la dispersione dei dati è tale che non possa essere determinato con sufficiente precisione il valore. Per questo motivo, si assume che il carico agente sugli ancoraggi flessibili (laterali e di monte) non possa essere superiore al valore del carico massimo che il "sistema" funi di supporto più freni ad anello, è in grado di trasferire agli ancoraggi stessi. Tale valore per le barriere in oggetto risulta pari a 350 kN.



Per le azioni agenti sulle barre sotto i montanti vale lo stesso discorso fatto per gli ancoraggi laterali e di monte; per cui per il dimensionamento si considera l'azione massima che può scaricare l'ancoraggio in barra a trazione. Tale valore risulta pari a 250 kN.

FONDAZIONE DEL MONTANTE:



Le fondazioni sono costituite da due barre GEWI diametro di 40 mm che collegano la piastra del montante con il plinto in calcestruzzo e tre barre d'ancoraggio GEWI 32 mm che fondano il plinto nel terreno. Ipotizzando il plinto eseguito ad opera d'arte si considera che le azioni si trasmettano direttamente sulle barre GEWI da 32 mm.

Inoltre, dall'analisi dei carichi durante i test in vera grandezza e analizzando l'impatto di una colata sulla barriera, le azioni principali che si generano sono a trazione/compressione e si possono quindi trascurare le azioni a taglio.

7 Dimensionamento degli ancoraggi flessibili e delle barre di fondazione

Il presente capitolo si propone di stabilire e definire le caratteristiche delle fondazioni e degli ancoraggi delle barriere contro le colate detritiche in oggetto. Di seguito vengono ripresi nuovamente i parametri necessari per il dimensionamento, riassumendo i valori utilizzati nei calcoli.

1) F_d azione di progetto;

Ancoraggi flessibili = 350 kN

Barre di ancoraggio = 250 kN

2) R_d resistenza di progetto ancoraggi (già ridotta di un fattore pari a 1.15);

Ancoraggi flessibili GA-7016 / 400 = 400 kN

Ancoraggi in barra GEWI 32 mm = 349 kN

3) τ_{a-m} adesione acciaio-malta;

Dalla formulazione d), considerando un valore di f_{ck} pari a 20 N/mm², si ottiene $\tau_{a-m} = 2.32$ N/mm².

4) γ_M fattore parziale per l'adesione malta – acciaio

Pari a 1,5.

5) S_{Lat} è la superficie effettiva di contatto malta – acciaio

S_{Lat} ancoraggi flessibili GA-7016 / 400 = 119 mm

S_{Lat} barre GEWI 32 mm = 100.5 mm

6) R_{ac} valore massimo di resistenza a sfilamento

Calcolato con la formula g) e dipendente dai seguenti parametri 7), 8), 9), 10):

7) D_s è il diametro reale del bulbo considerando un coefficiente maggiorativo (α_s)

D_d [diametro di perforazione] = 82 mm

$\alpha_s = 1,1$ secondo tabelle Raccomandazioni AICAP, nel caso di iniezione globale con processo di messa in pressione unico (IGU).

D_s [diametro di perforazione] = $82 * 1,1 = 90$ mm

8) L , lunghezza degli ancoraggi

9) ξ_a fattore parziale sulla determinazione di q_s

ξ_a pari a 1,8 per gli ancoraggi flessibili, equiparati a tiranti di ancoraggio e pari a 1,7 per le barre di ancoraggio.

Tali valori sono i valori massimi possibili in quanto non presenti prove di estrazione da cui ricavare un parametro di aderenza malta-substrato.

10) q_s è la resistenza unitaria limite allo scorrimento

La resistenza unitaria viene ricavata valutando le caratteristiche litologiche del substrato e da queste tramite riferimenti bibliografici (AICAP 2012) si è ricavato il valore di resistenza unitaria che risulta essere pari a 0,40 N/mm². Tale valore è valido per un substrato costituito da grana mista.

11) γ_R fattore di sicurezza parziale per ancoraggi permanenti

Pari a 1,2 per gli ancoraggi flessibili.

Pari a 1,25 per gli ancoraggi in barra

7.1 Ancoraggi flessibili (lateralali e di monte)

Verifica della sezione di acciaio:

$$350 \text{ kN} \leq 400 \text{ kN} \quad [\text{soddisfatto}]$$

Verifica sfilamento acciaio – malta

$$L_1 \geq \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{lat} \cdot \tau_{acciaio-malta}} = \frac{1.5 \cdot 350000}{119 \cdot 2.32} = 1901 \text{ mm}$$

Verifica sfilamento malta di iniezione - substrato

$$L_2 \geq \frac{\gamma_R \cdot \xi_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_s \cdot \tau_{substrato-malta}} = \frac{1.2 \cdot 1.8 \cdot 350000}{\pi \cdot 90 \cdot 0.40} = 6687 \text{ mm}$$

Considerando il massimo valore tra le due verifiche ed approssimando all'unità superiore, la lunghezza degli ancoraggi di monte e laterali diviene pari a 7 m.

7.2 Barre per la fondazione dei montanti

Verifica della sezione di acciaio:

$$250 \text{ kN} \leq 349 \text{ kN} \quad \text{soddisfatta}$$

Le seguenti verifiche vengono fatte per la barra soggetta al carico maggiore e il valore determinato si considera, a favore di sicurezza, valido anche per la barra verticale.

Verifica sfilamento acciaio-malta

$$L_1 \geq \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{lat} \cdot \tau_{acciaio-malta}} = \frac{1.5 \cdot 250000}{100.5 \cdot 2.32} = 1608 \text{ mm}$$

Verifica sfilamento malta di iniezione-substrato

$$L_2 \geq \frac{\gamma_R \cdot \xi_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_s \cdot \tau_{substrato-malta}} = \frac{1.25 \cdot 1.7 \cdot 250000}{\pi \cdot 90 \cdot 0.40} = 4699 \text{ mm}$$

Considerano la lunghezza massima tra le due verifiche ed approssimando all'unità superiore si ottiene una lunghezza delle barre sotto i montanti pari a 5.0 m.

8 Conclusioni

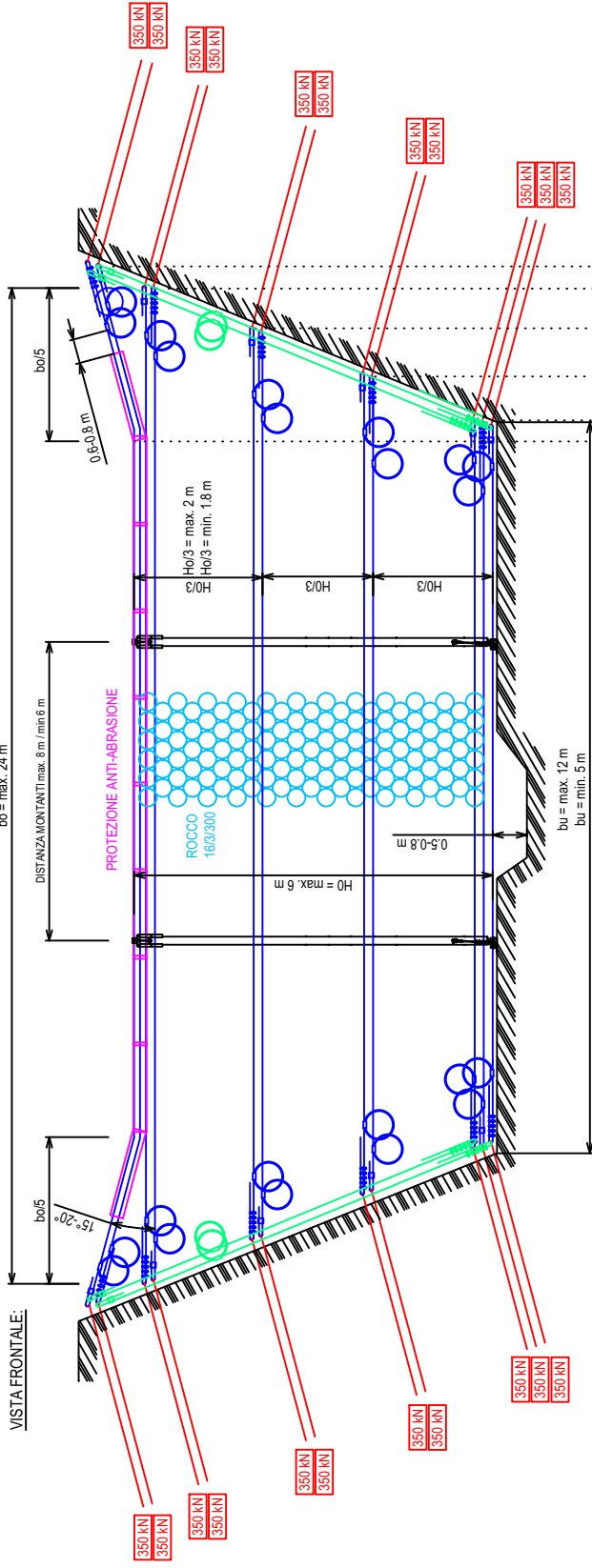
Alla luce dalle nuove Norme Tecniche, sono state verificate le sezioni di acciaio e le lunghezze di ancoraggio del sistema di fondazioni delle barriere contro le colate detritiche in oggetto. La scelta delle barriere suddette è motivata dal fatto che esse sono le uniche barriere testate in vera grandezza e appositamente studiate per questo tipo di fenomeno naturale.

Di seguito si illustra il riassunto dei risultati:

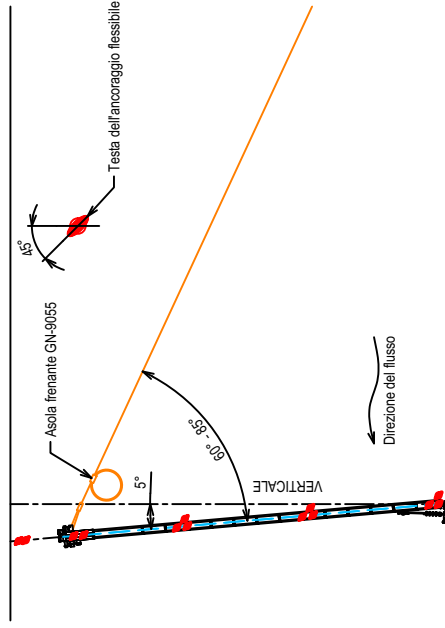
Barriera	Descrizione	Tipologia	Lunghezza [m]
UX120-H6	Ancoraggio laterale	GA – 7016 / 400	7,00
	Ancoraggio monte		7,00
	Fondazione montanti	GEWI d=32 mm	5,00

**Tabella 3. Riepilogo della lunghezza degli ancoraggi per le barriere
UX120-H6**

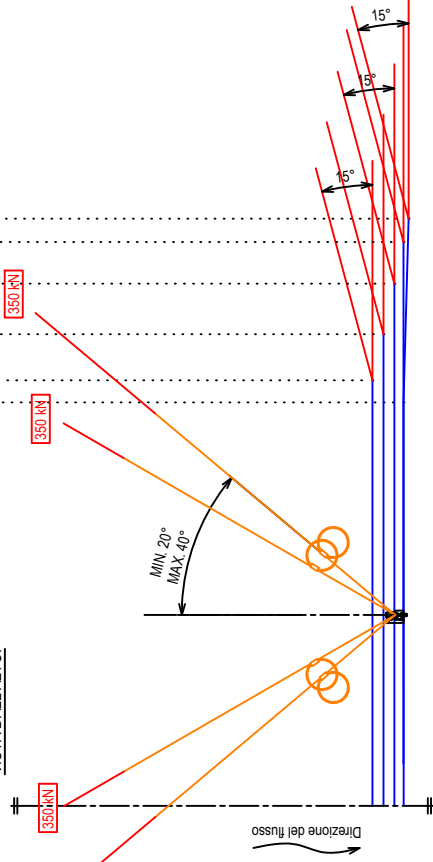




VISTA LATERALE:



VISTA DALL'ALTO:



LEGENDA:

- FUNE DI SUPPORTO ø22mm GEOBINEX CON ASOLE FRENANTI GN-9017
- CONTROVENTO ø22mm GEOBINEX CON ASOLE FRENANTI GN-9055
- FUNE DI BORDO ø22mm GEOBINEX CON ASOLE FRENANTI GN-9017
- RETE AD ANELLI ROCCO 16/3/300
- PROTEZIONE ANTI-ABRASIONE TIPO GA-8055
- ANCORAGGIO FLESSIBILE

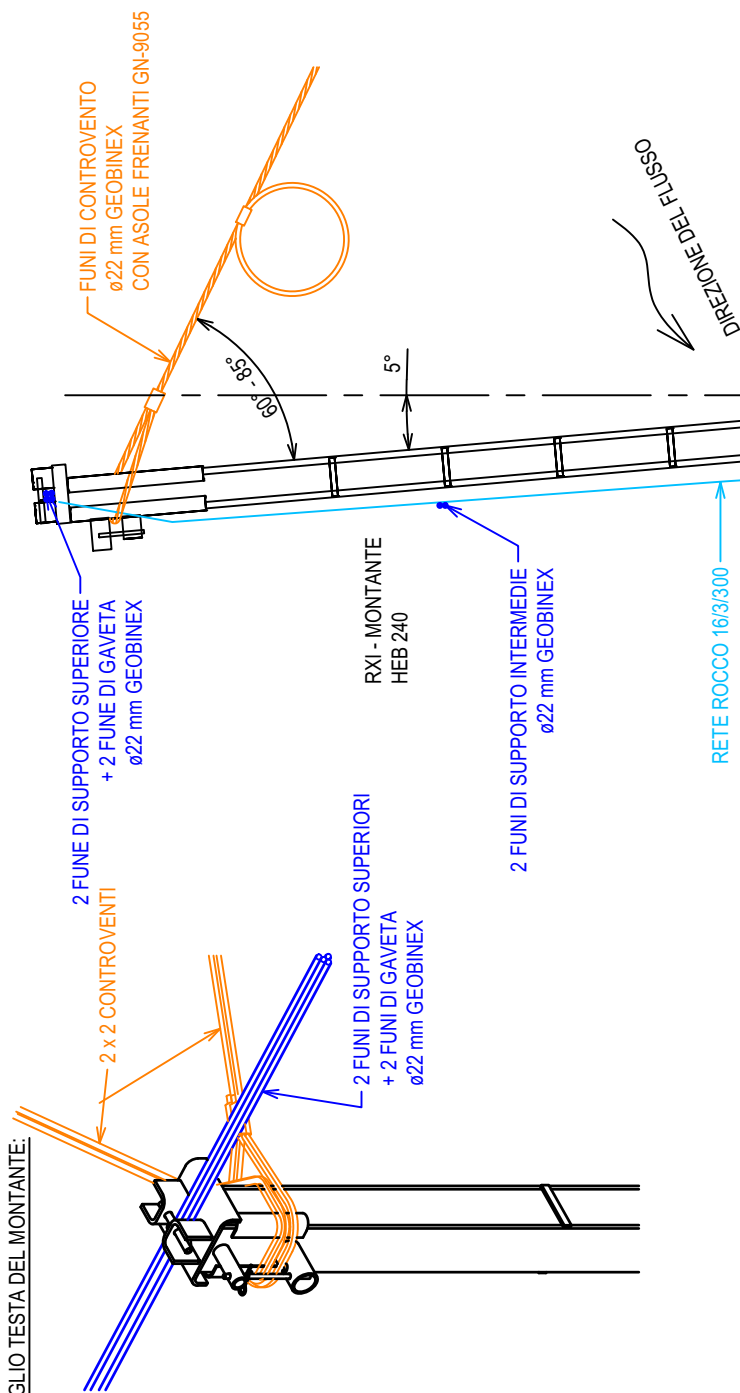
Modifiche	M: %	Sostituisce:	Sostituito da:
-			
DEBRIS FLOW Disegno del sistema UX120 - H6			
Disegno		17.01.18	SS
Controllo		18.01.18	ldr
Edizione			
GD-1007.1i GEOBRUGG Italia s.r.l. Viale De Gasperi, 85 20017 - Rho (MI)			

Questo documento è di proprietà della GEOBRUGG ITALIA srl ed è soggetto a copyright; tutti i diritti sono riservati. Esso non può essere consegnato a terzi, copiato o tradotto in qualunque forma, completamente o parzialmente.

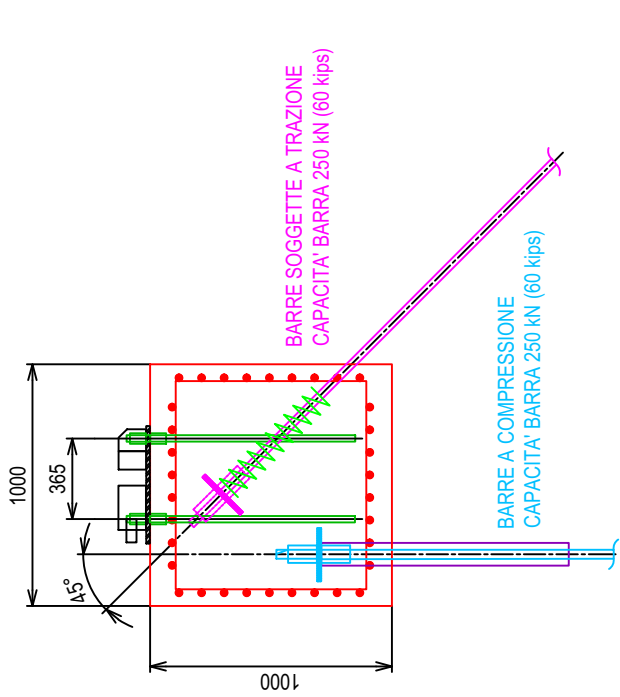
Modifiche senza preavviso.



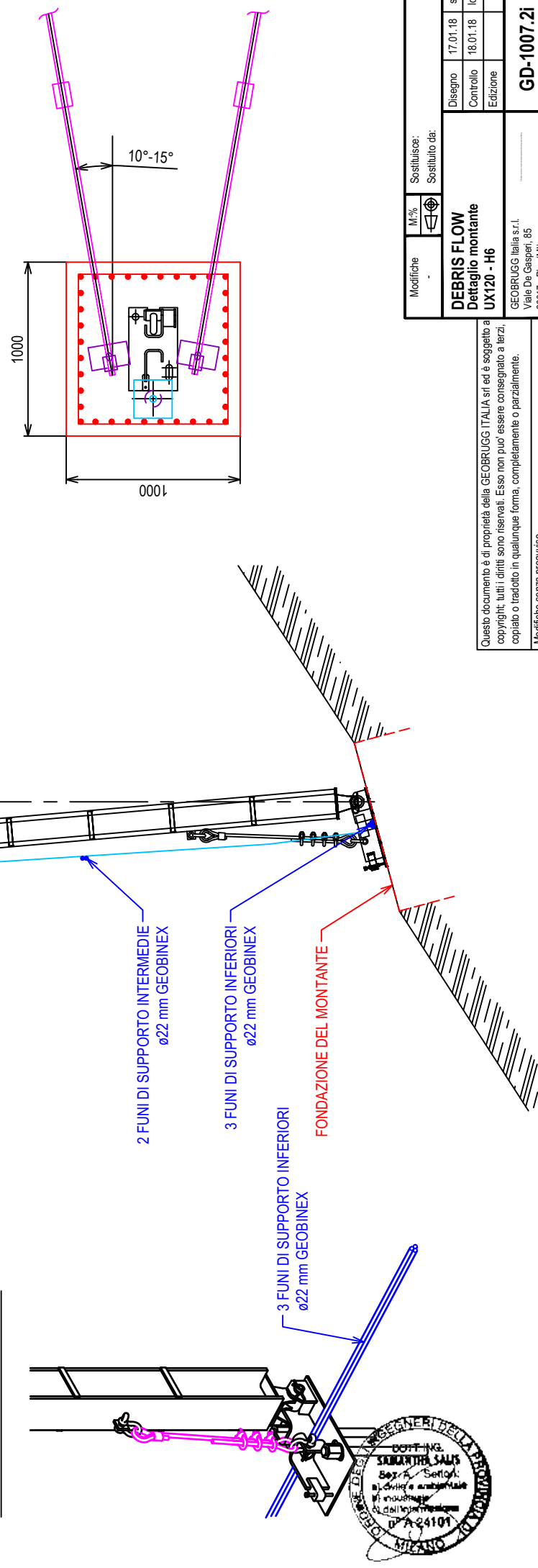
DETTAGLIO TESTA DEL MONTANTE:



FONDAZIONE DEL MONTANTE:



DETTAGLIO PIEDE DEL MONTANTE:

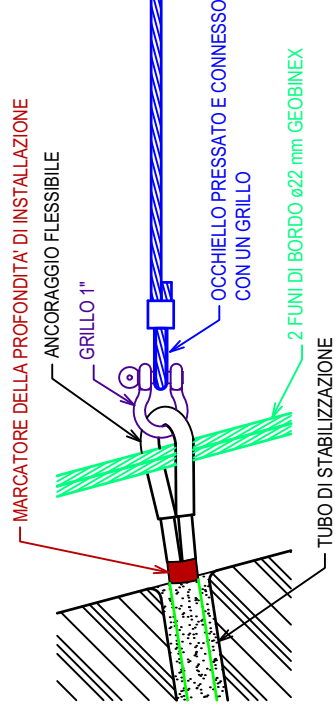
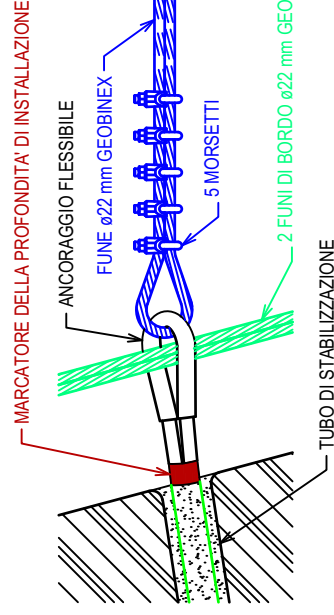
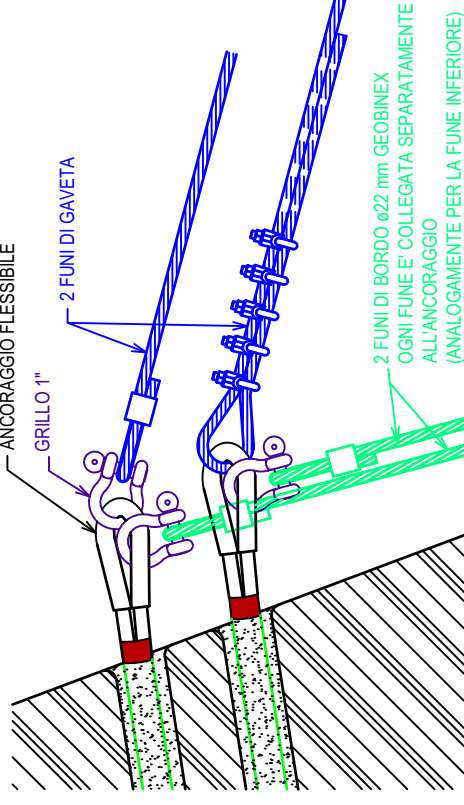
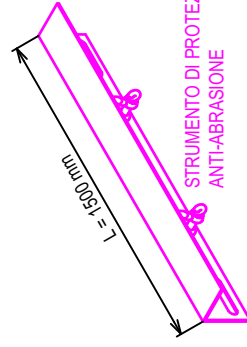
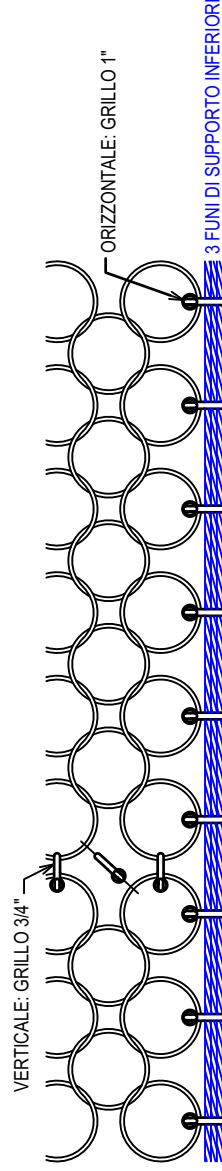
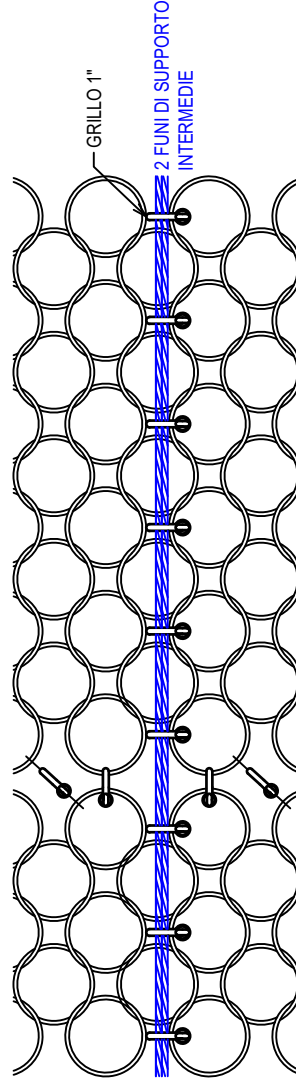
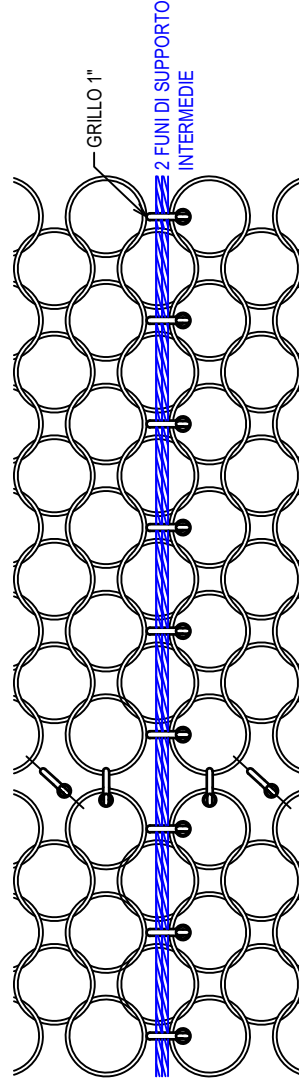
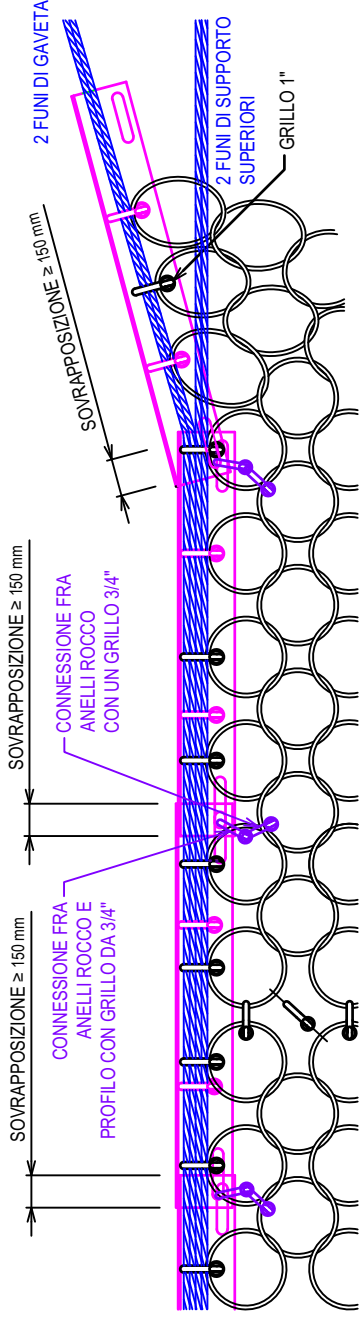


Questo documento è di proprietà della GEORUGG ITALIA srl ed è soggetto a copyright; tutti i diritti sono riservati. Esso non può essere consegnato a terzi, copiato o tradotto in qualunque forma, completamente o parzialmente. Modifiche senza preavviso.

Modifiche	M.%	Sostituisce:	Sostituito da:
DEBRIS FLOW			
Dettaglio montante			
UX120 - H6			
Disegno	17.01.18	ss	
Controllo	18.01.18	lcr	
Edizione			
GD-1007.2i			



DETTAGLIO DELLE CONNESSIONI:



Modifiche	M.%	Sostituisce:	Sostituito da:
DEBRIS FLOW			
Dettaglio connessioni			
UX120 - H6			
Disegno		17.01.18	ss
Controllo		18.01.18	ldr
Edizione			
GEOBRUGG Italia s.r.l.			
Viale De Gasperi, 85			
2017 - Rho (MI)			
		GD-1007.3i	

Questo documento è di proprietà della GEOBRUGG AG ed è sottoposto a copyright; tutti i diritti sono riservati. Esso non può essere consegnato a terzi, copiato o tradotto in qualunque forma, completamente o parzialmente. Modifiche senza preavviso.

COMUNE DI SAREZZO
PROVINCIA DI BRESCIA

Dimensionamento degli ancoraggi flessibili per la barriera contro le colate detritiche VX140-H4

Messa in sicurezza versante montano a tutela del sottostante percorso
faunistico che congiunge via Marconi con la pista ciclabile di Gardone
V.T. in sponda idraulica sinistra del Fiume Mella



Committente:

Dott.Geol. Davide Martello

Studio di Geologia Applicata

Via Convento, 52/c, Gardone V.T. (BS)

Progettista:

Ing. Samantha Salis



INDICE

1	Premessa	3
2	Quadro normativo	3
3	Nota sugli Eurocodici	3
4	Modello di riferimento	4
4.1	Azioni	4
4.2	Resistenze	5
5	Modello di calcolo	6
5.1	Verifica sezione acciaio	6
5.2	Verifica dell'interfaccia acciaio – malta	6
5.3	Verifica dell'interfaccia malta – substrato	8
6	Azioni di progetto sugli ancoraggi	9
7	Dimensionamento degli ancoraggi flessibili	9
7.1	Ancoraggi laterali	11
8	Influenza delle azioni sismiche	11
9	Conclusioni	12

1 Premessa

La presente relazione affronta il calcolo delle lunghezze degli ancoraggi per la barriera contro le colate detritiche del tipo VX140-H4 certificata in vera grandezza per resistere ad una pressione di impatto fino a 140 kPa.

Il calcolo delle fondazioni delle barriere è stato sviluppato in accordo con le Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC, DM 17.01.2018), utilizzate in parallelo agli Eurocodici (EC).

2 Quadro normativo

Il dimensionamento di un ancoraggio passivo rientra nelle “*Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii*” delle NTC, mentre è normato dall'Eurocodice 7 “*Progettazione geotecnica*”.

Le norme cui si fa riferimento sono le seguenti:

- D.M 17.01.2018 – Norme tecniche per le costruzioni
- EN1997-1 Progettazione Geotecnica
- EAD 340020000106 – Flexible kits for retaining debris flow and shallow landslides.
- Raccomandazioni AICAP “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce” giugno 2012

3 Nota sugli Eurocodici

Gli Eurocodici sono stati sviluppati in ambito europeo, per armonizzare gli aspetti progettuali dei paesi membri, utilizzando come approccio la progettazione agli stati limite.

Negli Eurocodici, così come nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, si utilizzano dei coefficienti di sicurezza parziali, da applicare o alle azioni, o alle resistenze o ad entrambi, in funzione dell'approccio utilizzato. Il valore dei coefficienti di sicurezza utilizzato è indicato a livello Europeo e viene poi lasciata alle singole nazioni la possibilità di variare questi valori in funzione della propria specificità.

Gli Eurocodici sono stati la base per la redazione delle nuove Norme Tecniche, che ne recepiscono non solo lo spirito ma anche l'impostazione. L'applicazione degli Eurocodici deve essere fatta con conoscenza del fenomeno e con cognizione di causa, in quanto la scelta dell'approccio progettuale e dei coefficienti di sicurezza può influire molto sul risultato finale.

4 Modello di riferimento

Per la realizzazione degli elementi di connessione tra terreno e struttura nella messa in opera delle barriere paramassi si opera nel seguente modo:

1. Si realizza un foro di lunghezza e diametro adeguati
2. Si inserisce nel foro un elemento metallico
3. Si inietta miscela cementizia per riempire l'intercapedine tra elemento metallico e foro

Per il corretto dimensionamento bisogna quindi considerare i seguenti elementi:

- la verifica della sezione di acciaio
- la verifica dell'adesione acciaio – malta
- la verifica dell'adesione malta – substrato

Per la progettazione strutturale degli ancoraggi si deve verificare la seguente disequaglianza:

$$a) \quad E_D \leq R_D$$

dove:

- E_D sono le azioni o gli effetti delle azioni di progetto
- R_D sono le resistenze o gli effetti delle resistenze di progetto

4.1 Azioni

Le azioni che sollecitano l'ancoraggio sono azioni che non derivano dallo stato di esercizio della struttura metallica quanto piuttosto da un evento eccezionale (in termini di probabilità di accadimento), ovvero l'urto del "masso di progetto".

Ci si riferisce quindi alla combinazione eccezionale 2.5.6 delle Norme Tecniche, ovvero:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{jk} \Psi_{jk} Q_{jk}$$

Si vuole anche sottolineare il fatto che non è possibile determinare in maniera univoca le azioni sugli ancoraggi che dipendono anche dal tipo di colata che impatta la barriera. Tuttavia è possibile determinare e sono note le azioni che il "sistema" (funi di supporto e elementi dissipatori di energia) può trasmettere agli ancoraggi. Tali valori sono funzione del sistema frenante utilizzato e permettono alle forze agenti di non superare determinate soglie. Per questa ragione i valori riportati sono i massimi valori che il sistema fune e asola frenante può scaricare sugli ancoraggi.

4.2 Resistenze

Le resistenze considerate nella a) hanno significati diversi in funzione della verifica che si sta analizzando.

Fattori di resistenza parziale possono essere applicati sia alle proprietà del terreno (X), sia alle resistenze (R) o a entrambi i parametri.

Come anticipato si prendono in considerazione tre verifiche: della sezione di acciaio, dell'interfaccia acciaio-malta e dell'interfaccia malta- substrato.

In generale si ha:

$$R_D = R(\gamma_F \cdot F_{Rep}; X_k / \gamma_M; a_D)$$

oppure

$$R_D = R(\gamma_F \cdot F_{Rep}; X_k; a_D) / \gamma_R$$

oppure

$$R_D = R(\gamma_F \cdot F_{Rep}; X_k / \gamma_M; a_D) / \gamma_R$$

dove:

- F_{Rep} sono le azioni rappresentative (se influenzano la resistenza)
- X_k sono i parametri dei materiali
- a_D è l'accelerazione di progetto, nel caso sismico
- γ_M sono i fattori parziali per il terreno
- γ_R sono i fattori parziali per le resistenze

Gli ancoraggi flessibili laterali sono assimilati a tiranti di ancoraggio (cap. 6.6 delle NTC) e si utilizza il coefficiente γ_R relativo all'approccio A1+M1+R3, nel caso di tiranti permanenti e che risulta pari a 1,2.

	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE
	γ_R	
Temporanei	$\gamma_{R,t}$	1,1
Permanenti	$\gamma_{R,p}$	1,2

Tabella 1. Coefficiente parziali γ_R da applicare alla resistenza per gli ancoraggi flessibili.

Inoltre deve essere valutata la resistenza a sfilamento e ridurre il valore caratteristico di un fattore di correlazione (ξ_a) che dipende sia della modalità con cui è stata definita la resistenza allo sfilamento (a. dai risultati di prove di progetto su ancoraggi di prova; b. con metodi di calcolo analitici, dai valori caratteristici dei parametri geotecnici dedotti dai risultati di prove in sito e/o di laboratorio) sia della tipologia di ancoraggi considerati.

5 Modello di calcolo

Si riassumono nel seguito i modelli di calcolo per ogni verifica considerata:

1. verifica della sezione di acciaio
2. verifica dell'interfaccia acciaio – malta
3. verifica dell'interfaccia malta – substrato

Dopo aver eseguito le verifiche (2) e (3) si considera la lunghezza di ancoraggio maggiore, a favore di sicurezza.

5.1 Verifica sezione acciaio

Per questa verifica, essendo la tipologia di ancoraggio definita dal costruttore ed essendo le azioni agenti altrettanto fornite dal costruttore, ci si preoccupa semplicemente di verificare che la formula a) sia soddisfatta come disequazione, che nel caso specifico si esplicita nel seguente modo:

$$\text{b) } F_d \leq \frac{f_{yc} \cdot A}{\gamma_s} = R_d \quad \text{per la verifica a trazione}$$

dove:

- F_D è il valore di progetto dell'azione sollecitante
- f_{yc} è il valore rappresentativo della resistenza a snervamento dell'ancoraggio
- A rappresenta la sezione dell'acciaio
- γ_s è il valore del fattore parziale dell'acciaio, pari a 1,15
- R_D la resistenza di progetto dell'ancoraggio

La tipologia di ancoraggi utilizzata ha come peculiarità il fatto di essere flessibile e di assumere la direzione delle azioni a cui è sottoposto. Il carico agente si tramuta quindi in carico a trazione e non si generano azioni di taglio.

Viene quindi omessa la verifica a taglio sulla sezione d'acciaio.

5.2 Verifica dell'interfaccia acciaio – malta

In questo caso la formula a) si esplicita nel seguente modo:

$$\text{c) } F_D \leq \frac{\tau_{a-m}}{\gamma_M} \cdot S_{Lat} \cdot L$$

dove:

- F_D è l'azione di progetto
- γ_M è il fattore parziale per l'adesione acciaio - malta, pari a 1,5
- τ_{a-m} è l'adesione acciaio-malta
- S_{Lat} è la superficie effettiva di contatto malta – acciaio
- L è la lunghezza dell'ancoraggio

Per l'adesione acciaio - malta si ha la seguente formulazione:

$$d) \quad \tau_{a-m} = \frac{f_{bk}}{1.5}$$

Da cui sostituendo le equazioni sotto riportate diventa:

$$\tau_{a-m} = \frac{2.25 \cdot 1 \cdot 0.7 \cdot 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}}{1.5}$$

$$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk};$$

dove $\eta = 1$ per diametri ≤ 32 e pari a $\eta = \frac{(132 - \phi)}{100}$ per barre con diametro superiore.

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

Dove f_{ck} è la resistenza caratteristica della malta di iniezione.

In caso di ancoraggi in barra la superficie laterale è quella nominale:

$$S_{Lat} = \pi \cdot d$$

dove d è il diametro della barra.

In caso di ancoraggio flessibili in doppia fune spiroidale si ha la seguente equazione:

$$S_{Lat} = \gamma_{geom} \cdot 2 \cdot \pi \cdot d \qquad S_{Lat} = 0.8 \cdot 2 \cdot \pi \cdot d_{ancoraggio}$$

dove γ_{geom} è un fattore di riduzione, pari a 0.80, dovuto al fatto che le due funi accoppiate non sviluppano una superficie di contatto con la malta pari alla somma delle due superfici delle singole funi.

Dalla c), inserendo la formula d), in funzione del caso analizzato, si ricava la lunghezza dell'ancoraggio.

$$e) \quad L_1 \geq \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{lat} \cdot \tau_{a-m}}$$

5.3 Verifica dell'interfaccia malta – substrato

In questo caso la formulazione a) assume la seguente forma:

$$f) \quad F_D \leq \frac{R_{ac}}{\gamma_R}$$

dove:

- R_{ac} valore massimo di resistenza a sfilamento
- γ_R è il fattore di sicurezza parziale
- F_D è l'azione di progetto sull'ancoraggio

Mentre R_{ac} è pari a:

$$g) \quad R_{ac} = \pi \cdot D_s \cdot L \cdot \frac{q_s}{\zeta_a}$$

Dove:

- D_s è il diametro reale del bulbo, considerando un coefficiente maggiorativo a seconda del substrato presente e il tipo di iniezione utilizzato;
- L è la lunghezza dell'ancoraggio;
- q_s è la resistenza unitaria limite allo scorrimento;
- ζ_a è il fattore parziale sulla determinazione di q_s .

Il diametro reale del bulbo viene calcolato con la seguente formula, inserendo il coefficiente maggiorativo α_d (a seconda della tecnica di iniezione utilizzata) e il diametro di perforazione D_d .

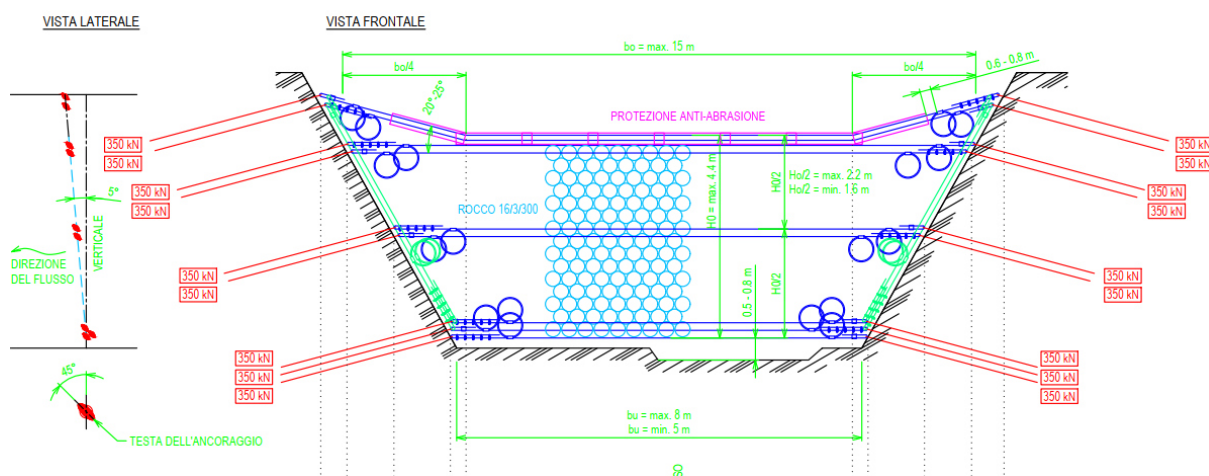
$$D_s = \alpha_d \cdot D_d$$

Sostituendo la formula g) nella f) e risolvendola per la lunghezza di ancoraggio, si ottiene:

$$h) \quad L_2 \geq \frac{\gamma_R \cdot \zeta_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_s \cdot q_s}$$

6 Azioni di progetto sugli ancoraggi

Il carico agente sugli ancoraggi di fondazione di una barriera contro le colate detritiche è estremamente variabile in funzione dei meccanismi di impatto e sollecitazione della struttura. È pur vero che sono stati misurati in occasione di eventi monitorati i carichi trasferiti alle fondazioni, ma la dispersione dei dati è tale che non possa essere determinato con sufficiente precisione il valore. Per questo motivo, si assume che il carico agente sugli ancoraggi non possa essere superiore al valore del carico massimo che il "sistema" funi di supporto più freni ad anello, è in grado di trasferire agli ancoraggi stessi. Tale valore per le barriere in oggetto risulta pari a 350 kN. I carichi sono riportati nei disegni del sistema delle singole barriere.



7 Dimensionamento degli ancoraggi flessibili

Il presente capitolo si propone di stabilire e definire le caratteristiche degli ancoraggi delle barriere contro le colate detritiche in oggetto. Di seguito vengono ripresi nuovamente i parametri necessari per il dimensionamento, riassumendo i valori utilizzati nei calcoli.

- 1) F_d azione di progetto;

Ancoraggi laterali = 350 kN

- 2) R_d resistenza di progetto ancoraggi (già ridotta di un fattore pari a 1.15);

Ancoraggi laterali:

Ancoraggi GA-7016/400 = 400kN

- 3) τ_{a-m} adesione acciaio-malta;

Dalla formulazione d), considerando un valore di f_{ck} pari a 20 N/mm², si ottiene $\tau_{a-m} = 2.32 \text{ N/mm}^2$ e barre con diametro > 32 mm.

4) γ_M fattore parziale per l'adesione malta – acciaio

Pari a 1,5.

5) S_{Lat} è la superficie effettiva di contatto malta – acciaio

S_{Lat} ancoraggi GA-7016/400 = $\pi \times r \times 2 = 119 \text{ mm}$

6) R_{ac} valore massimo di resistenza a sfilamento

Calcolato con la formula g) e dipendente dai seguenti parametri 7), 8), 9), 10):

7) D_s è il diametro reale del bulbo considerando un coefficiente maggiorativo (α_s)

Ancoraggi flessibili :

D_d [diametro di perforazione] = 82 mm

α_s a favore di sicurezza si ipotizza pari a 1,1; qualora si abbiano indicazioni specifiche si può valutare la tabella delle Raccomandazioni AICAP, nel caso di iniezione globale con processo di messa in pressione unico (IGU).

TERRENO	Valori di α		Quantità minima di miscela consigliata	
	IRS	IGU	IRS	IGU
Ghiaia	1.8	1.3 - 1.4	1.5 Vs	1.5 Vs
Ghiaia sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4	1.5 Vs	1.5 Vs
sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia grossa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) Vs	1.5 Vs
Limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2	2 Vs	1.5 Vs
Argilla	1.8 - 2.0	1.2	(2.5 - 3) Vs	(1.5 - 2) Vs
Marne	1.8	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) Vs per strati compatti	
Calcarei mamosi	1.8	1.1 - 1.2	(2 - 6) Vs o più per strati fratturati	
Calcarei alterati o fratturati	1.8	1.1 - 1.2		
Roccia alterata e/o fratturata	1.2	1.1	(1.1 - 1.5) Vs per strati poco fratturati; 2 Vs o più per strati fratturati	

$D_s = 82 \times 1.1 = 90 \text{ mm}$

8) L , lunghezza degli ancoraggi

9) ξ_a fattore parziale sulla determinazione di q_s

ξ_a pari a 1,8. Tali valori sono i valori massimi possibili in quanto non presenti prove di estrazione da cui ricavare un parametro di adesione malta-substrato.

10) q_s è la resistenza unitaria limite allo scorrimento

La resistenza unitaria viene ricavata valutando le caratteristiche litologiche del substrato e da queste tramite riferimenti bibliografici (AICAP 2012) si è ricavato il valore di resistenza unitaria che risulta essere pari a 0,40 N/mm².

11) γ_R fattore di sicurezza parziale per ancoraggi permanenti

Pari a 1,2 per gli ancoraggi flessibili.

7.1 Ancoraggi laterali

Verifica della sezione di acciaio:

$$F_d \leq R_d \quad 350 \text{ kN} \leq 400 \text{ kN} \quad [\text{soddisfatto}]$$

Verifica sfilamento acciaio – malta

$$L_1 \geq \frac{\gamma_M \cdot F_D}{s_{lat} \cdot \tau_{acciaio-malta}} = \frac{1.5 \cdot 350000}{119 \cdot 2.32} = 1901 \text{ mm}$$

Verifica sfilamento malta di iniezione - substrato

$$L_2 \geq \frac{\gamma_R \cdot \xi_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_s \cdot \tau_{substrato-malta}} = \frac{1.2 \cdot 1.8 \cdot 350000}{\pi \cdot 90 \cdot 0.40} = 6687 \text{ mm}$$

Considerando il valore massimo tra L_1 e L_2 ed approssimando all'unità superiore, la lunghezza di ancoraggio risulta pari a 7.0 m.

8 Influenza delle azioni sismiche

Per quanto riguarda l'influenza delle azioni sismiche sulle fondazioni si valuta quanto e se queste debbano essere considerate nel dimensionamento. In pratica per il calcolo delle azioni sulle fondazioni in caso di sisma si ricade nella situazione delle combinazioni rare di forze; quindi, si considerano solo la forza peso e le azioni indotte dal sisma, con i coefficienti di sicurezza previsti dalla normativa in vigore.

Tale azione, che dipende principalmente dal peso stesso della barriera e dai coefficienti sismici del luogo, risulta significativamente inferiore rispetto alle azioni sollecitanti nel caso di impatto di un masso. Si parla di rapporto tra le azioni di circa 1 a 20; per tale ragione le azioni sismiche possono essere trascurate nel calcolo delle fondazioni. Si può quindi concludere che se le fondazioni sono calcolate tenendo conto della natura dei terreni e delle azioni di progetto fornite dai risultati dei test in vera grandezza, non sussiste alcun pericolo per la struttura indotto dalla sollecitazione sismica definita per la zona in esame.

9 Conclusioni

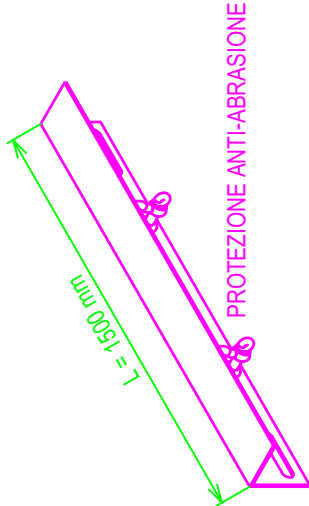
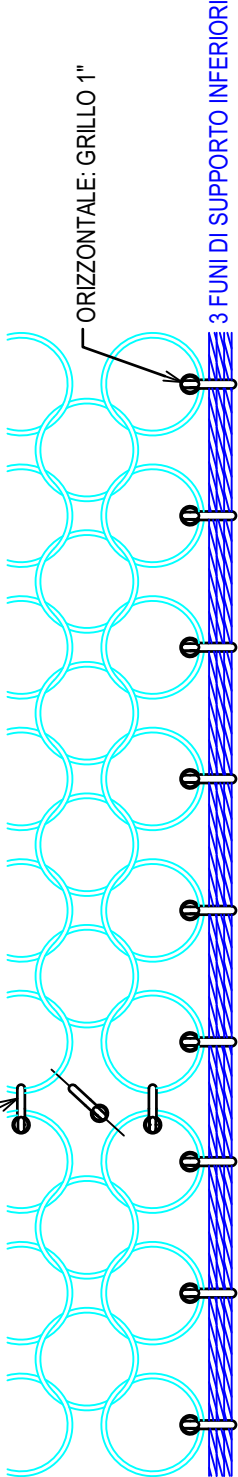
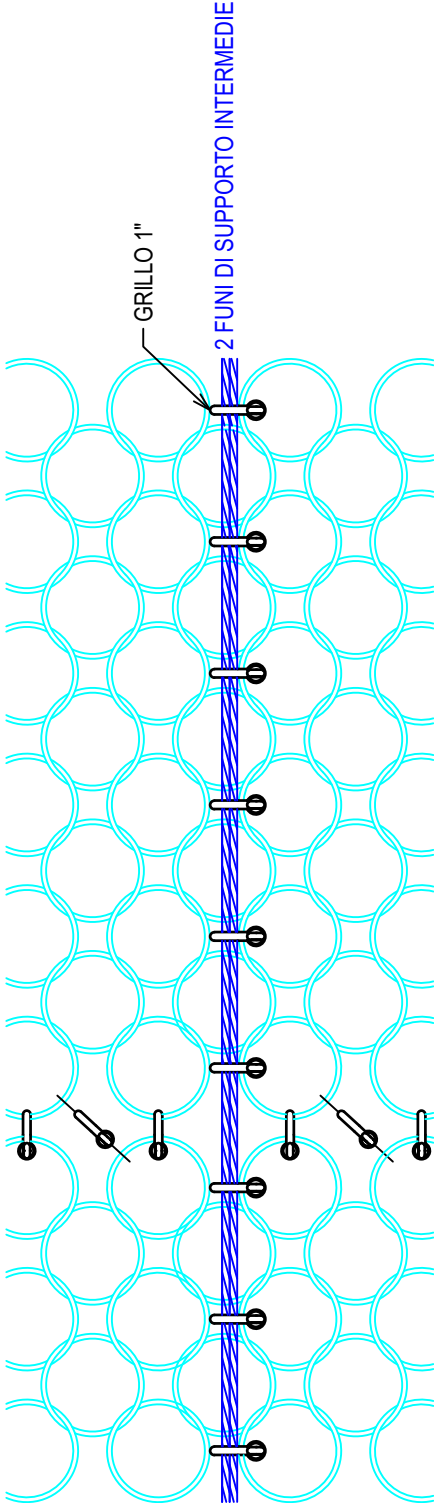
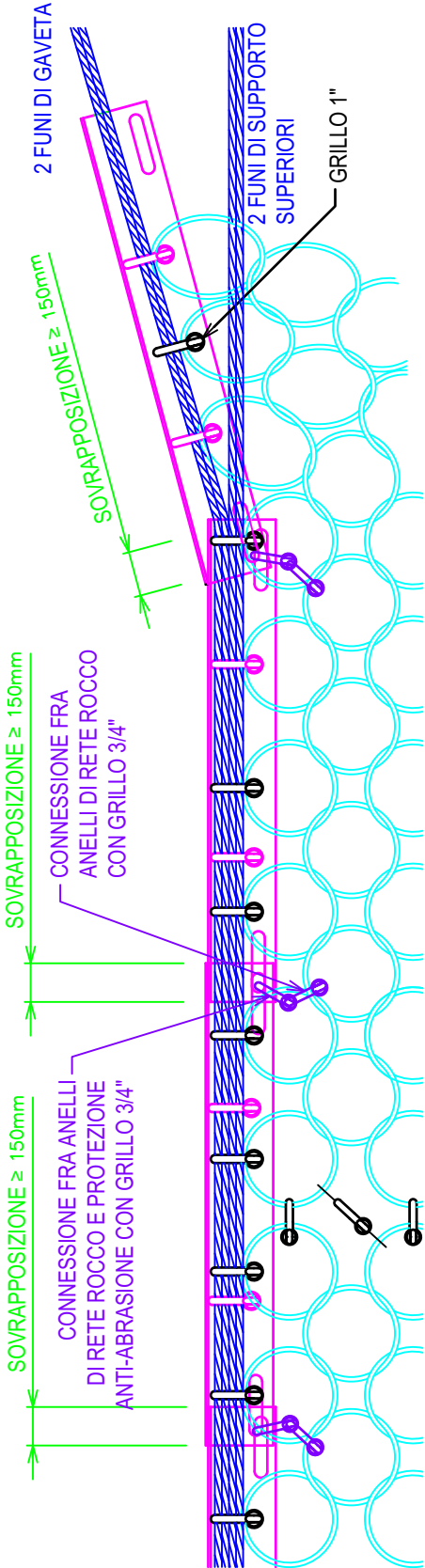
Alla luce dalle nuove Norme Tecniche, sono state verificate le sezioni di acciaio e le lunghezze di ancoraggio delle barriere contro le colate detritiche in oggetto. La scelta delle barriere suddette è motivata dal fatto che esse sono le uniche barriere contro fenomeni di colata detritiche appositamente studiate e testate in vera grandezza in accordo alle direttive Europee EAD 340020-00-0106 "*Flexible kits for retaining debris flows and shallow landslides/open hill debris flows*" e sono in possesso di relativo ETA (European Technical Assessment) e marcatura CE.

Di seguito si illustra il riassunto dei risultati:

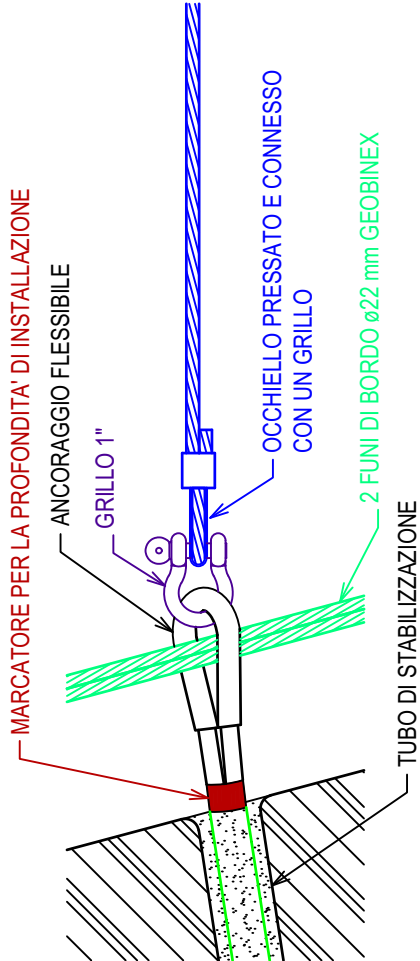
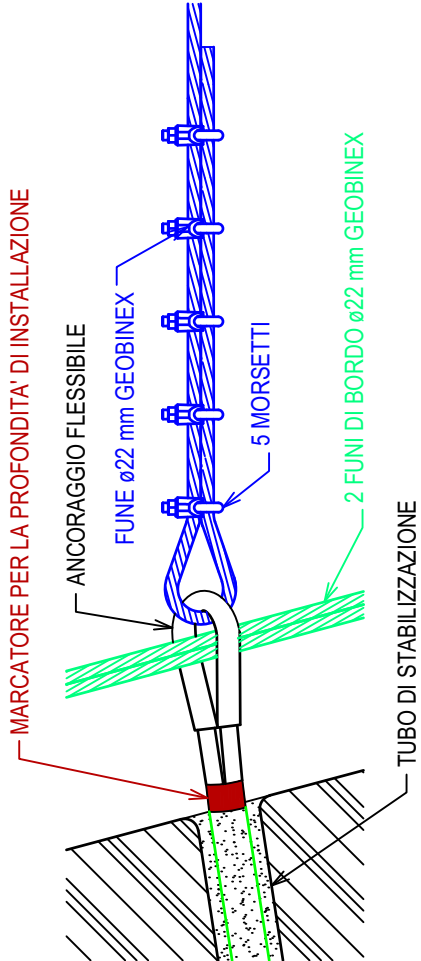
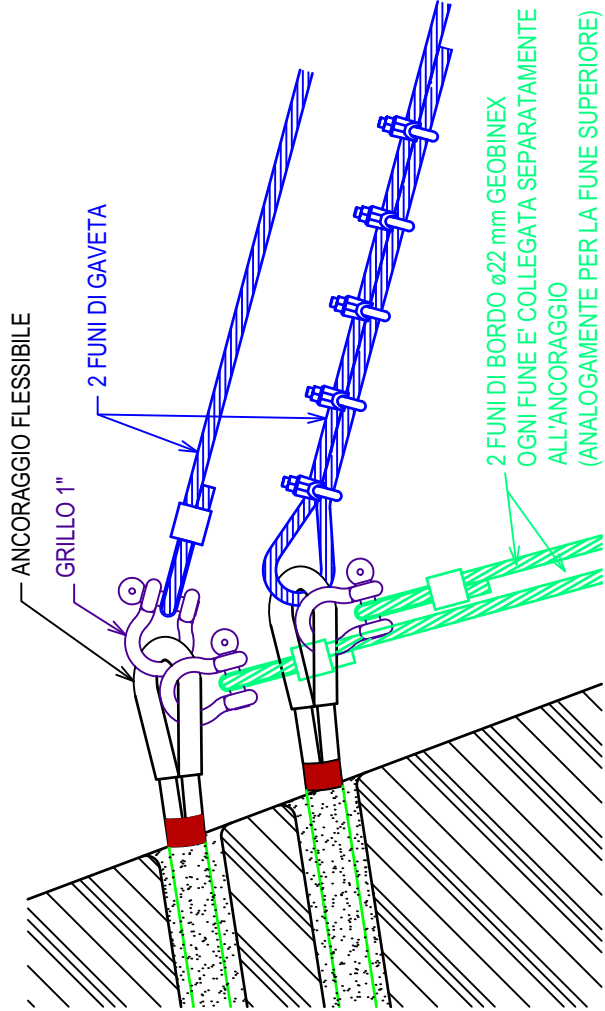
Barriera	Descrizione	Tipologia	Lunghezza [m]
VX140-H4	Ancoraggio laterale	GA-7016/400	7.0

Tabella 2. Riepilogo della lunghezza degli ancoraggi.





DETTAGLI DEI CONNETTORI:



Questo documento è di proprietà della GEOBRUGG ITALIA srl ed è soggetto a copyright; tutti i diritti sono riservati. Esso non può essere consegnato a terzi, copiato o tradotto in qualunque forma, completamente o parzialmente.

Modifiche senza preavviso.

Modifiche	M: %	Sostituisce:	Sostituito da:
-			
DEBRIS FLOW			
Dettaglio connessioni			
VX140-H4			
GEOBRUGG Italia s.r.l.		Disegno	26.04.17
Viale De Gasperi, 85		Controllo	18.01.18
20017 - Rho (MI)		Edizione	
		SS	
		Idr	
		GD-1002.2i	



COMUNE DI SAREZZO
PROVINCIA DI BRESCIA

Messa in sicurezza versante montano a tutela del sottostante percorso
faunistico che congiunge via Marconi con la pista ciclabile di Gardone
V.T. in sponda idraulica sinistra del Fiume Mella

**Dimensionamento delle opere di
fondazione per le barriere paramassi
“GBE-2000A”**



Committente:

Dott.Geol. Davide Martello

Studio di Geologia Applicata

Via Convento, 52/c, Gardone V.T. (BS)

Progettista:

Ing. Samantha Salis



INDICE

1	Premessa	3
2	Quadro normativo	3
3	Nota sugli Eurocodici	3
4	Modello di riferimento	4
4.1	Azioni	4
4.2	Resistenze	5
5	Modello di calcolo	6
5.1	Verifica sezione acciaio	6
5.2	Verifica dell'interfaccia acciaio – malta	7
5.3	Verifica dell'interfaccia malta – substrato	8
6	Carichi agenti sugli ancoraggi	9
6.1	Carichi agenti sugli ancoraggi laterali e di monte	9
6.2	Carichi agenti sulle barre di fondazione dei montanti	9
7	Dimensionamento degli ancoraggi flessibili e delle barre di fondazione	10
7.1	Ancoraggi flessibili	13
7.1.1	Ancoraggi laterali	13
7.1.2	Ancoraggi di monte	13
7.2	Barre di fondazione dei montanti	13
8	Influenza delle azioni sismiche	14
9	Conclusioni	14
10	Allegati	16
10.1.1	Scheda Tecnica	17
10.1.2	Disegno Tecnico	18

1 Premessa

La presente relazione affronta il calcolo delle lunghezze delle fondazioni della barriera paramassi GBE-2000A omologata per una energia di assorbimento fino a 2000 kJ, in possesso di marcatura CE e relativo ETA.

Il calcolo delle fondazioni delle barriere paramassi è stato sviluppato in accordo con le Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC, DM 17.01.2018), utilizzate in parallelo agli Eurocodici (EC).

2 Quadro normativo

Il dimensionamento di un ancoraggio passivo rientra nelle *“Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii”* delle NTC, mentre è normato dall'Eurocodice 7 *“Progettazione geotecnica”*.

Le norme cui si fa riferimento sono le seguenti:

- D.M 17.01.2018 – Norme tecniche per le costruzioni
- EN1997-1 Progettazione Geotecnica
- ETAG 027 – Guideline for European Technical Approval of Falling Rock Protection Kits da metà 2018 sostituito con il Documento europeo di valutazione EAD DP 340059-00-0106
- Raccomandazioni AICAP “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce” giugno 2012

3 Nota sugli Eurocodici

Gli Eurocodici sono stati sviluppati in ambito europeo, per armonizzare gli aspetti progettuali dei paesi membri, utilizzando come approccio la progettazione agli stati limite.

Negli Eurocodici, così come nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, si utilizzano dei coefficienti di sicurezza parziali, da applicare o alle azioni, o alle resistenze o ad entrambi, in funzione dell'approccio utilizzato. Il valore dei coefficienti di sicurezza utilizzato è indicato a livello Europeo e viene poi lasciata alle singole nazioni la possibilità di variare questi valori in funzione della propria specificità.

Gli Eurocodici sono stati la base per la redazione delle Norme Tecniche, che ne recepiscono non solo lo spirito ma anche l'impostazione. L'applicazione degli Eurocodici deve essere fatta con conoscenza del fenomeno e con cognizione di causa, in quanto la scelta dell'approccio progettuale e dei coefficienti di sicurezza può influire molto sul risultato finale.

4 Modello di riferimento

Per la realizzazione degli elementi di connessione tra terreno e struttura nella messa in opera delle barriere paramassi si opera nel seguente modo:

1. Si realizza un foro di lunghezza e diametro adeguati
2. Si inserisce nel foro un elemento metallico
3. Si inietta miscela cementizia per riempire l'intercapedine tra elemento metallico e foro

Per il corretto dimensionamento bisogna quindi considerare i seguenti elementi:

- la verifica della sezione di acciaio
- la verifica dell'adesione acciaio – malta
- la verifica dell'adesione malta – substrato

Per la progettazione strutturale degli ancoraggi si deve verificare la seguente diseuguaglianza:

$$a) \quad F_D \leq R_D$$

dove:

- F_D sono le azioni o gli effetti delle azioni di progetto
- R_D sono le resistenze o gli effetti delle resistenze di progetto

4.1 Azioni

Le azioni che sollecitano l'ancoraggio sono azioni che non derivano dallo stato di esercizio della struttura metallica quanto piuttosto da un evento eccezionale (in termini di probabilità di accadimento), ovvero l'urto del "masso di progetto".

Ci si riferisce quindi alla combinazione eccezionale 2.5.6 delle Norme Tecniche, ovvero:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{jk} \Psi_{jk} Q_{jk}$$

Si deve inoltre notare che i valori delle azioni agenti sugli ancoraggi sono misurati durante i test in vera grandezza, come prescritto dalle norme di riferimento EAD DP 340059-00-0106. I carichi massimi agenti sulle fondazioni durante la prova in vera grandezza secondo EAD DP 340059-00-0106 corrispondono al MEL ("maximum energy level") e sono queste le azioni che si prendono in considerazione per la determinazione del tipo e lunghezza degli ancoraggi, con approccio a SLU.

4.2 Resistenze

Le resistenze considerate nella a) hanno significati diversi in funzione della verifica che si sta analizzando.

Fattori di resistenza parziale possono essere applicati sia alle proprietà del terreno (X), sia alle resistenze (R) o a entrambi i parametri.

Come anticipato si prendono in considerazione tre verifiche: della sezione di acciaio, dell'interfaccia acciaio-malta e dell'interfaccia malta- substrato.

In generale si ha:

$$R_D = R(\gamma_F \cdot F_{Rep}; X_k / \gamma_M; a_D)$$

oppure

$$R_D = R(\gamma_F \cdot F_{Rep}; X_k; a_D) / \gamma_R$$

oppure

$$R_D = R(\gamma_F \cdot F_{Rep}; X_k / \gamma_M; a_D) / \gamma_R$$

dove:

- F_{Rep} sono le azioni rappresentative (se influenzano la resistenza)
- X_k sono i parametri dei materiali
- a_D è l'accelerazione di progetto, nel caso sismico
- γ_M sono i fattori parziali per il terreno
- γ_R sono i fattori parziali per le resistenze

La resistenza di progetto degli ancoraggi R_d , è determinata in questo caso con metodi di calcolo, basati sui risultati di prove in sito e di laboratorio.

Si differenziano gli approcci utilizzati per gli ancoraggi flessibili (di monte e laterali) e per le fondazioni dei montanti; i primi sono assimilati a tiranti passivi mentre i secondi a pali di fondazione. Le verifiche vengono eseguite per entrambe le tipologie considerando l'approccio A1+M1+R3.

Per gli ancoraggi flessibili, assimilati a tiranti di ancoraggio (cap. 6.6 delle NTC) si utilizza il coefficiente γ_R relativo all'approccio A1+M1+R3, nel caso di tiranti permanenti e che risulta pari a 1,2.

	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE
	γ_R	
Temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1,1
Permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1,2

Tabella 1. Coefficiente parziali γ_R da applicare alla resistenza per gli ancoraggi flessibili.

Per le fondazioni alla base dei montanti si utilizza l'approccio indicato per i pali trivellati, sempre considerando approccio A1+M1+R3 (Tabella 6.4.II – Cap. 6 – Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018); per cui γ_R vale 1,25 a trazione e 1,15 a compressione.

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale ^{*)}	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

^{*)} da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 2. Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Inoltre deve essere valutata la resistenza a sfilamento e ridurre il valore caratteristico di un fattore di correlazione (ξ_a) che dipende sia della modalità con cui è stata definita la resistenza allo sfilamento (a. dai risultati di prove di progetto su ancoraggi di prova; b. con metodi di calcolo analitici, dai valori caratteristici dei parametri geotecnici dedotti dai risultati di prove in sito e/o di laboratorio) sia della tipologia di ancoraggi considerati.

5 Modello di calcolo

Si riassumono nel seguito i modelli di calcolo per ogni verifica considerata:

1. verifica della sezione di acciaio
2. verifica dell'interfaccia acciaio – malta
3. verifica dell'interfaccia malta – substrato

Dopo aver eseguito le verifiche (2) e (3) si considera la lunghezza di ancoraggio maggiore, a favore di sicurezza.

5.1 Verifica sezione acciaio

Per questa verifica, essendo la tipologia di ancoraggio definita dal costruttore ed essendo le azioni agenti altrettanto fornite dal costruttore, ci si preoccupa semplicemente di verificare che la formula a) sia soddisfatta come disequazione, che nel caso specifico si esplicita nel seguente modo:

$$F_d \leq \frac{f_{yc} \cdot A}{\gamma_s} = R_d \quad \text{per la verifica a trazione e compressione}$$

$$b) \quad F_d \leq \frac{f_{yc} \cdot A}{\gamma_s \cdot \sqrt{3}} = R_d \quad \text{per la verifica a taglio}$$

dove:

- F_D è il valore di progetto dell'azione sollecitante
- f_{yc} è il valore rappresentativo della resistenza a snervamento dell'ancoraggio
- A rappresenta la sezione dell'acciaio
- γ_s è il valore del fattore parziale dell'acciaio, pari a 1,15
- R_D la resistenza di progetto dell'ancoraggio

5.2 Verifica dell'interfaccia acciaio – malta

In questo caso la formula a) si esplicita nel seguente modo:

$$c) \quad F_D \leq \frac{\tau_{a-m}}{\gamma_M} \cdot S_{Lat} \cdot L$$

dove:

- F_D è l'azione di progetto
- γ_M è il fattore parziale per l'adesione acciaio - malta, pari a 1,5
- τ_{a-m} è l'adesione acciaio-malta
- S_{Lat} è la superficie effettiva di contatto malta – acciaio
- L è la lunghezza dell'ancoraggio

Per l'adesione acciaio - malta si ha la seguente formulazione:

$$d) \quad \tau_{a-m} = \frac{f_{bk}}{1.5}$$

Da cui sostituendo le equazioni sotto riportate diventa:

$$\tau_{a-m} = \frac{2.25 \cdot 1 \cdot 0.7 \cdot 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}}{1.5}$$

$$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk};$$

dove $\eta = 1$ per diametri ≤ 32 e pari a $\eta = \frac{(132 - \phi)}{100}$ per barre con diametro superiore.

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

Dove f_{ck} è la resistenza caratteristica della malta di iniezione.

In caso di ancoraggi in barra la superficie laterale è quella nominale:

$$S_{Lat} = \pi \cdot d$$

dove d è il diametro della barra.

In caso di ancoraggio flessibili si ha la seguente equazione:

$$S_{Lat} = \pi \cdot d_{ancoraggio}$$

Dove $d_{ancoraggio}$ è il diametro utile dell'ancoraggio flessibile considerato.

Dalla c), inserendo la formula d), in funzione del caso analizzato, si ricava la lunghezza dell'ancoraggio.

$$e) \quad L_1 \geq \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{lat} \cdot \tau_{a-m}}$$

5.3 Verifica dell'interfaccia malta – substrato

In questo caso la formulazione a) assume la seguente forma:

$$f) \quad F_D \leq \frac{R_{ac}}{\gamma_R}$$

dove:

- R_{ac} valore massimo di resistenza a sfilamento
- γ_R è il fattore di sicurezza parziale
- F_D è l'azione di progetto sull'ancoraggio

Mentre R_{ac} è pari a:

$$g) \quad R_{ac} = \pi \cdot D_s \cdot L \cdot \frac{q_s}{\zeta_a}$$

Dove:

- D_s è il diametro reale del bulbo, considerando un coefficiente maggiorativo a seconda del substrato presente e il tipo di iniezione utilizzato;
- L è la lunghezza dell'ancoraggio
- q_s è la resistenza unitaria limite allo scorrimento;
- ζ_a è il fattore parziale sulla determinazione di q_s .

Il diametro reale del bulbo viene calcolato con la seguente formula, inserendo il coefficiente maggiorativo α_d (a seconda della tecnica di iniezione utilizzata) e il diametro di perforazione D_d .

$$D_s = \alpha_d \cdot D_d$$

Sostituendo la formula g) nella f) e risolvendola per la lunghezza di ancoraggio, si ottiene:

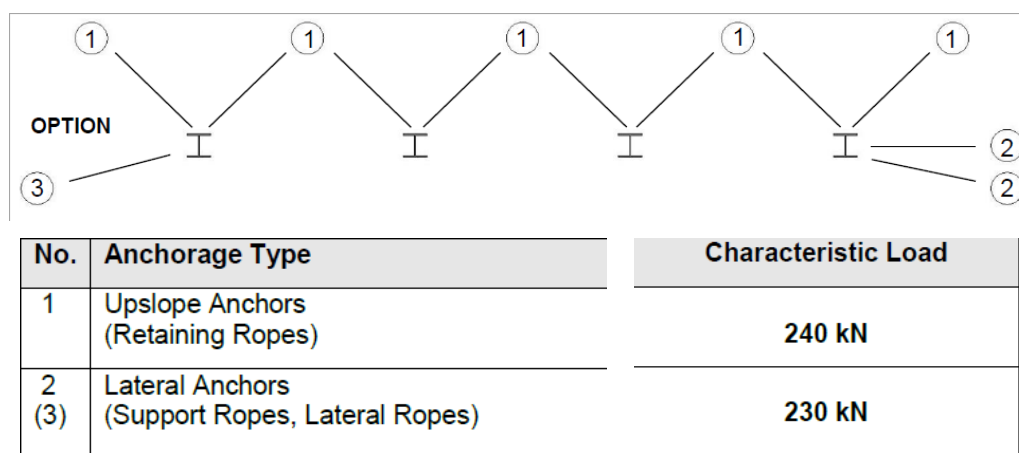
$$h) \quad L_2 \geq \frac{\gamma_R \cdot \zeta_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_s \cdot q_s}$$

6 Carichi agenti sugli ancoraggi

Per il dimensionamento degli ancoraggi delle barriere si fa riferimento ai valori misurati nel corso della prova in vera grandezza MEL (Maximum Energy Level) eseguita al campo prove di Walenstadt, in accordo alle procedure normate nelle EAD DP 340059-00-0106.

6.1 Carichi agenti sugli ancoraggi laterali e di monte

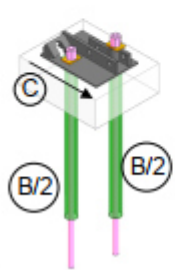
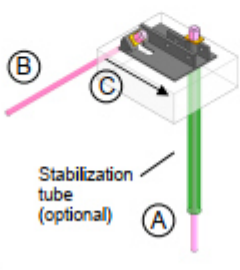
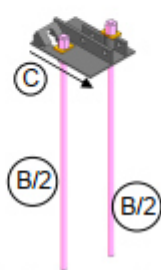
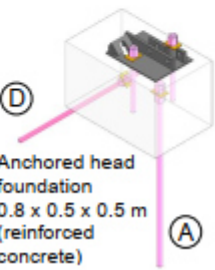
Gli ancoraggi di monte e laterali sono distribuiti come rappresentato nello schema sotto indicato. Nella tabella sottostante il disegno sono riportati i carichi agenti a seconda della configurazione considerata.



Questi sono i carichi definiti durante le prove e corrispondono ai carichi massimi misurati in campo prove, durante il test al MEL (Maximum Energy Level), amplificati di un coefficiente correttivo per tener conto della variabilità delle condizioni di sito. Secondo l'approccio utilizzato (carico eccezionale, par. 2.5.6 NTC), questi sono i valori da utilizzare per il calcolo e la verifica.

6.2 Carichi agenti sulle barre di fondazione dei montanti

A seconda del tipo di substrato su cui si installano le fondazioni, le azioni agenti variano come illustrato nella figura sottostante. Per il sito in esame si è scelta la configurazione 2, con la presenza di una barra verticale e una obliqua.

Base Plate Anchorage				
	SOIL optional 2x GEWI NG 28 Foundation: 0.6 x 0.5 x 0.2 m	SOIL 2x GEWI NG 28 Foundation: 0.6 x 0.5 x 0.2 m	ROCK 2x GEWI NG 28	CONCRETE 2x GEWI NG 28 Foundation Anchor: 2x GEWI NG 28
				

Secondo quanto riportato nell'allegato con i carichi sugli ancoraggi, le azioni agenti sulle barre di fondazione assumono i valori riportati in funzione del terreno di fondazione e del tipo di fondazione realizzata (interazione terreno-struttura); le lettere A, B, C e D identificano le azioni e i rispettivi valori:

A	Max. Vertical Force	70 kN
B	Normal Force in Anchor	80 kN
C	Shear Force, parallel to base plate	130 kN
D	Anchored Head Foundation (>0.1m ³)	80 kN

Tali azioni sono ricavate in backanalysis dai risultati delle prove in vera grandezza, durante le quali le celle di carico registrano le azioni scaricate sulla piastra di base. A partire da queste evidenze vengono definite le azioni sopra indicate, tramite modelli numerici agli elementi finiti tarati sulle evidenze del campo prove. Come già esposto, considerando i carichi come azioni eccezionali, i valori riportati sono valori di progetto da utilizzare nei calcoli.

7 Dimensionamento degli ancoraggi flessibili e delle barre di fondazione

Il presente capitolo si propone di stabilire e definire le caratteristiche delle fondazioni e degli ancoraggi. Di seguito vengono ripresi nuovamente i parametri necessari per il dimensionamento, riassumendo i valori utilizzati nei calcoli.

1) F_d azione di progetto;

Ancoraggi flessibili laterali:

Azione a trazione = 230 kN;

Ancoraggi flessibili di monte:

Azione a trazione = 240 kN;

Ancoraggi in barra:

Azione di taglio [C] = 130 kN

Azione a compressione sulla singola barra verticale [A] = 70 kN

Azione a trazione sulla barra obliqua [B] = 80 kN

2) R_d resistenza di progetto ancoraggi (già ridotta di un fattore pari a 1.15);

Ancoraggi flessibili laterali e di monte:

GA-7016 / 250 = 250 kN

Ancoraggi in barra GEWI 28 mm ($f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$):

Resistenza a trazione = 268 kN $R_d = \frac{f_{yc} \cdot A}{\gamma_s} = \frac{500 \cdot 616}{1.15}$

Resistenza a taglio = 155 kN $R_d = \frac{f_{yc} \cdot A}{\gamma_s \cdot \sqrt{3}} = \frac{500 \cdot 616}{1.15 \cdot \sqrt{3}}$

3) τ_{a-m} adesione acciaio-malta;

Dalla formulazione d), considerando un valore di f_{ck} pari a 20 N/mm², si ottiene $\tau_{a-m} = 2.32 \text{ N/mm}^2$ e barre con diametro $\leq 32 \text{ mm}$.

4) γ_M fattore parziale per l'adesione malta – acciaio

Pari a 1,5.

5) S_{Lat} è la superficie effettiva di contatto malta – acciaio

S_{Lat} barre GEWI 28 mm = 87.9 mm (πd)

S_{Lat} ancoraggi flessibili GA-7016 / 250 = (πd) = $\pi \cdot 38,1 = 119 \text{ mm}$

6) R_{ac} valore massimo di resistenza a sfilamento

Calcolato con la formula g) e dipendente dai seguenti parametri 7), 8), 9), 10):

7) D_s è il diametro reale del bulbo considerando un coefficiente maggiorativo (α_s)

Ancoraggi flessibili:

D_d [diametro di perforazione] = 100 mm

Ancoraggi in barra:

D_d [diametro di perforazione] = 60 mm

α_s a favore di sicurezza si ipotizza pari a 1,1; qualora si abbiano indicazioni specifiche si può valutare la tabella delle Raccomandazioni AICAP, nel caso di iniezione globale con processo di messa in pressione unico (IGU), per terreno detritico.

TERRENO	Valori di α		Quantità minima di miscela consigliata	
	IRS	IGU	IRS	IGU
Ghiaia	1.8	1.3 - 1.4	1.5 Vs	1.5 Vs
Ghiaia sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4	1.5 Vs	1.5 Vs
sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia grossa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) Vs	1.5 Vs
Limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2	2 Vs	1.5 Vs
Argilla	1.8 - 2.0	1.2	(2.5 - 3) Vs	(1.5 - 2) Vs
Marne	1.8	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) Vs per strati compatti	
Calcarei massosi	1.8	1.1 - 1.2	(2 - 6) Vs o più per strati fratturati	
Calcarei alterati o fratturati	1.8	1.1 - 1.2		
Roccia alterata e/o fratturata	1.2	1.1	(1.1 - 1.5) Vs per strati poco fratturati; 2 Vs o più per strati fratturati	

8) L, lunghezza degli ancoraggi

9) ξ_a fattore parziale sulla determinazione di q_s

ξ_a pari a 1,7 per i pali.

ξ_a pari a 1,8 per i tiranti.

Tali valori sono i valori massimi possibili in quanto non presenti prove di estrazione da cui ricavare un parametro di adesione malta-substrato.

10) q_s è la resistenza unitaria limite allo scorrimento

La resistenza unitaria viene ricavata valutando le caratteristiche litologiche del substrato e da queste tramite riferimenti bibliografici (Es. AICAP 2012, tabelle comparative tipo di suolo-aderenza, etc) si è ricavato il valore di resistenza unitaria che risulta essere pari a 0,4 N/mm². Tale valore è valido per un substrato detritico o con roccia fratturata.

11) γ_R fattore di sicurezza parziale sulla resistenza caratteristica

Pari a 1.2 per gli ancoraggi flessibili

Pari a 1,25 per gli ancoraggi in barra in trazione

Pari a 1,15 per gli ancoraggi in barra in compressione.

7.1 Ancoraggi flessibili

7.1.1 Ancoraggi laterali

Verifica della sezione di acciaio:

$$F_d \leq R_d \quad 230 \text{ kN} \leq 250 \text{ kN} \quad [\text{soddisfatto}]$$

Verifica sfilamento acciaio – malta

$$L_1 \geq \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{lat} \cdot \tau_{acciaio-malta}} = \frac{1.5 \cdot 230000}{\pi \cdot 38.1 \cdot 2.32} = 1242 \text{ mm}$$

Verifica sfilamento malta di iniezione - substrato

$$L_2 \geq \frac{\gamma_R \cdot \xi_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_s \cdot \tau_{substrato-malta}} = \frac{1.2 \cdot 1.8 \cdot 230000}{\pi \cdot 100 \cdot 1.1 \cdot 0.4} = 3595 \text{ mm}$$

Considerando il valore massimo tra L_1 e L_2 ed approssimando all'unità superiore, la lunghezza di ancoraggio risulta pari a 4.0 m.

7.1.2 Ancoraggi di monte

$$F_d \leq R_d \quad 240 \text{ kN} \leq 250 \text{ kN} \quad [\text{soddisfatto}]$$

Verifica sfilamento acciaio – malta

$$L_1 \geq \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{lat} \cdot \tau_{acciaio-malta}} = \frac{1.5 \cdot 240000}{\pi \cdot 38.1 \cdot 2.32} = 1296 \text{ mm}$$

Verifica sfilamento malta di iniezione - substrato

$$L_2 \geq \frac{\gamma_R \cdot \xi_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_s \cdot \tau_{substrato-malta}} = \frac{1.2 \cdot 1.8 \cdot 240000}{\pi \cdot 100 \cdot 1.1 \cdot 0.4} = 3751 \text{ mm}$$

Considerando il valore massimo tra L_1 e L_2 , ed approssimando all'unità superiore, la lunghezza di ancoraggio risulta pari a 4.0 m.

7.2 Barre di fondazione dei montanti

Verifica a trazione e compressione della sezione di acciaio

Valida rispettivamente per la barra verticale e per la barra obliqua

$$F_d \leq R_d \quad 70 \text{ kN} \leq 268 \text{ kN} \quad [\text{soddisfatta la verifica a compressione}]$$

$$F_d \leq R_d \quad 80 \text{ kN} \leq 268 \text{ kN} \quad [\text{soddisfatta la verifica a trazione}]$$

Verifica a taglio della sezione di acciaio

Si ipotizza che il carico si ripartisca in maniera equivalente su entrambe le barre di ancoraggio per cui l'azione viene divisa per due e si ha:

$$F_d \leq R_d \frac{130}{2} = 65 \text{ kN} \leq 155 \text{ kN} \quad [\text{soddisfatto}]$$

Verifica sfilamento acciaio-malta

La verifica viene fatta per la barra soggetta al carico maggiore (barra obliqua) il valore determinato si considera, a favore di sicurezza, valido anche per la barra verticale.

$$L_1 \geq \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{lat} \cdot \tau_{acciaio-malta}} = \frac{1.5 \cdot 80000}{\pi \cdot 28 \cdot 2.32} = 588 \text{ mm}$$

Verifica sfilamento malta di iniezione-substrato

La verifica viene fatta per la barra soggetta al carico maggiore (barra obliqua) il valore determinato si considera, a favore di sicurezza, valido anche per la barra verticale.

$$L_2 \geq \frac{\gamma_R \cdot \xi_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_s \cdot \tau_{substrato-malta}} = \frac{1.25 \cdot 1.7 \cdot 80000}{\pi \cdot 60 \cdot 1.1 \cdot 0.4} = 2050 \text{ mm}$$

Considerando il valore massimo tra L_1 e L_2 , ed approssimando all'unità superiore, la lunghezza di ancoraggio risulta pari a 3.0 m.

8 Influenza delle azioni sismiche

Per quanto riguarda l'influenza delle azioni sismiche sulle fondazioni si valuta quanto e se queste debbano essere considerate nel dimensionamento. In pratica per il calcolo delle azioni sulle fondazioni in caso di sisma si ricade nella situazione delle combinazioni rare di forze; quindi, si considerano solo la forza peso e le azioni indotte dal sisma, con i coefficienti di sicurezza previsti dalla normativa in vigore. Tale azione, che dipende principalmente dal peso stesso della barriera e dai coefficienti sismici del luogo, risulta significativamente inferiore rispetto alle azioni sollecitanti nel caso di impatto di un masso. Si parla di rapporto tra le azioni di circa 1 a 20; per tale ragione le azioni sismiche possono essere trascurate nel calcolo delle fondazioni. Si può quindi concludere che se le fondazioni sono calcolate tenendo conto della natura dei terreni e delle azioni di progetto fornite dai risultati dei test in vera grandezza, non sussiste alcun pericolo per la struttura indotto dalla sollecitazione sismica definita per la zona in esame.

9 Conclusioni

Alla luce delle nuove Norme Tecniche, sono state verificate le sezioni di acciaio e le lunghezze di ancoraggio del sistema di fondazioni della barriera paramassi per la trattenuta di energie fino a 2000 kJ

e con una altezza utile pari a 4,0 m, certificate secondo le norme di prodotto vigenti a livello europeo (intra CEE) e italiano.

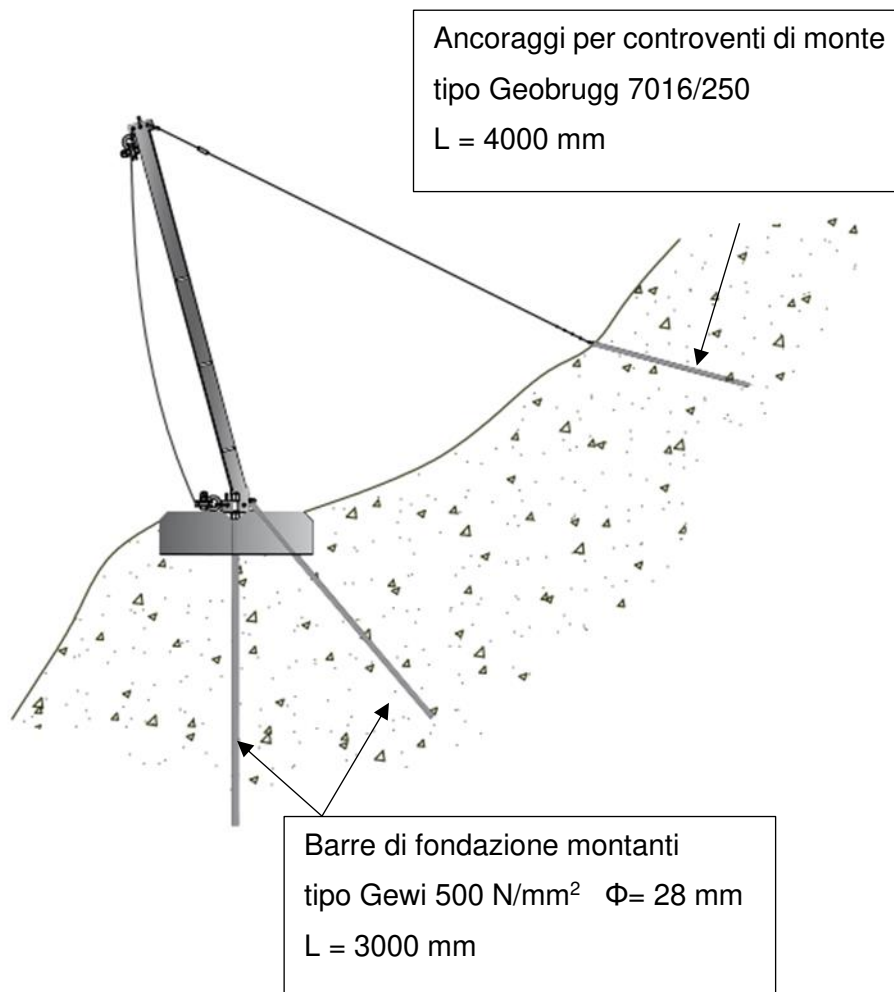
La scelta delle barriere suddette è motivata dal fatto che esse godono della marcatura CE e relativo ETA e rappresentano come tali lo stato dell'arte della qualità nell'ambito della protezione di uomini e cose.

Il calcolo è stato svolto avendo come dati i valori delle azioni scaricate dalla struttura alle fondazioni per la prova al "MEL" secondo le EOTA ETAG 027, (EAD 340059-00-0106 sostituisce ETAG 027 "Kit di protezione caduta massi", edizione aprile 2013), nonché le caratteristiche dei terreni presenti in sito. Di seguito si illustra il riassunto dei risultati:

Descrizione	Tipologia ancoraggio	Lunghezza [m]
Ancoraggio laterale	GA – 7016 / 250	4,00
Ancoraggio monte		4,00
Ancoraggi di fondazione	GEWI 28 mm	3,00

Tabella 3. Riepilogo della lunghezza degli ancoraggi.

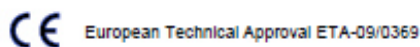
Nella figura seguente il riepilogo grafico di tipologia e dimensioni delle fondazioni della barriera GBE – 2000A di progetto.



10 Allegati

- Scheda Tecnica
- Disegno Tecnico

10.1.1 Scheda Tecnica



DATI TECNICI

Barriere Paramassi GBE-2000A

Energia di assorbimento minimo: 2000 kJ (classe 5)

Caratteristiche	
Altezza (min. – max)	4.0 – 5.0 m
Altezza residua (dopo lancio MEL)	> 50% (cat. A)

Sovrastuttura: montanti	
Tipologia	HEA 160
Acciaio	S355 (a)

Sovrastuttura: pannelli di intercettazione in rete	
Tipologia di rete	Spider S4-130
Dimensione della maglia	180 x 300 mm
Diametro del cerchio inscritto	130 mm
Diametro filo elementare	4 mm
Zincatura	Zn-Al
Classe di acciaio	$f_t \geq 1770 \text{ N/mm}^2$
Resistenza alla trazione	$\geq 360 \text{ kN/m}$
Peso unitario complessivo	5.0 kg/m ² (b)

Sovrastuttura: funi di supporto	
Longitudinali	
Numero	2 (sup.) + 2 (inf.)
Verticali	
Numero	2 (1 x lato)
Tipologia	6 x 36 (a,c)
Diametro	22 mm

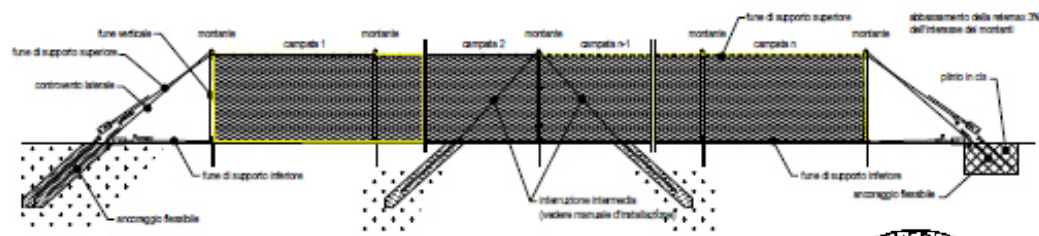
Sovrastuttura: controventi	
Controvento laterale	
Numero	1 x montante esterno
Tipologia	6 x 19 (a,c)
Diametro	16 mm
Controvento di monte	
Numero	2 x montante
Tipologia	6 x 36 (a,c)
Diametro	20 mm

Sovrastuttura: freni dissipatori	
Tipologia	U-300-R16
Acciaio	Inossidabile
Numero	4 (2 x lato)

Sottostruttura: config. standard ancoraggi (d)	
Ancoraggi laterali	
Numero	2 x lato
Tipologia	Ancoraggio flessibile passivo
Ancoraggio di monte	
Numero	Nr. Montanti + 1
Tipologia	Ancoraggio flessibile passivo
Fondazione montante	
Numero	2 x montante
Tipologia	Barra d'ancoraggio

Note:

- Verniciatura secondo RAL su richiesta.
- Valore Indicativo.
- Zincatura in accordo a UNI EN 10264:2012.
- Le configurazioni possono variare dagli standard a seconda delle condizioni di sito (rif. Scheda tecnica – azioni agenti su ancoraggi). Le lunghezze devono essere calcolate in base alle caratteristiche del substrato su cui si realizzano gli ancoraggi.



Le cadute di massi, gli sconvolgimenti, le colate di fango o di detrito e le valanghe sono eventi naturali sporadici non prevedibili. La causa scatenante di origine umana (edificazioni,...) o naturale (clima, terremoti,...). L'incolumità delle persone e delle cose, essendo molteplici ed imprevedibili le cause dirompenti, non può essere assicurata solo facendo affidamento alle conoscenze scientifiche. Procedimenti di calcolo ingegneristici che fanno riferimento a parametri noti e la messa in sicurezza di zone a rischio, riducono considerevolmente il pericolo. Regolari interventi di controllo e manutenzione delle opere di protezione sono però indispensabili per garantire lo standard di protezione il cui degrado può essere causato da impatti di massi o piante, dalla corrosione degli agenti atmosferici aggressivi o da manomissioni.

GBE2000A_Scheda tecnica_161229_I

Modifiche senza preavviso

20220308.Sarezzo.SS