

REGIONE TOSCANA

SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO INFERIORE

BOTRO ROGIOLO, FOSSI DI QUERCIANELLA E TORRENTE CHIOMA - VERIFICA IDRAULICA E STUDIO DI FATTIBILITA' DEI POSSIBILI INTERVENTI DI RIDUZIONE DI RISCHIO IDRAULICO ASSOCIATO AL BOTRO ROGIOLO, FOSSO MADONNINA, FOSSO DEL CONVENTO E AL TORRENTE CHIOMA, IN COMUNE DI LIVORNO (LI)

PROGETTO E	SECUTIVO - PERIZIA	DI VARIANTE 01	
─ DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CON	ITRATTO ———— RESPONSAB	ILE UNICO DEL PROCEDIMENTO -	
Ing. Francesco PISTONE		sco PISTONE	
UFFICIO DI PROGETTAZIONE			
PROGETTISTI Ing. Cristiano Cappelli Ing Ing Ing Geol Geol COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Lorenzo Tani	COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE Geol Ing. Simone Bonistalli Geom Dott.ssa	COLLABORATORI AMMINISTRATIVI Dott.ssa Dott.ssa	
2017 ELI 0153 2B		SCALA -	
GGGETTO ELABORATO			
- OGGETTO ELABORATO			
BOTRO ROGIOLO			

RELAZIONE GENERALE

	Soggetto competente	Data	Firma
Emesso	Progettista Ing. Cristiano Cappelli	LUGLIO 2020	
Visionato	R.U.P. Ing. Francesco Pistone		
Confermato	D.R.C. Ing. Francesco Pistone		

ELABORATO

El. 01_ROG

Livorno - Via Aristide Nardini 31, 57125



SOMMARIO

1.	PREMESSA
2.	INTERVENTI PREVISTI DA PROGETTO
	DESCRIZIONE DEI LAVORI OGGETTO DI VARIANTE
J .	DESCRIZIONE DEL ENVORTOGGETTO DI VARIANTE

ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI CALCOLO DELLE BARRIERE DA COLATA DETRITICA (INTERVENTO 12)



1. PREMESSA

La presente relazione tecnica è a corredo della Variante al Progetto Esecutivo per n.2 interventi di sistemazione idraulica lungo l'asta del Botro Rogiolo. Detti interventi, identificati dai n. 12 e 14, rientravano tra quelli previsti dallo studio di fattibilità, relativamente al Botro Rogiolo, redatto nel Febbraio 2018; tale studio è inserito all'interno del progetto "Botro Rogiolo, fossi di Quercianella e Torrente Chioma - Verifica idraulica e studio di fattibilità dei possibili interventi di riduzione di rischio idraulico associato al Botro Rogiolo, Fosso Madonnina, Fosso del Convento e al Torrente Chioma, in Comune di Livorno (LI)".

Lo studio di fattibilità, da cui sono poi stati "selezionati" gli interventi in oggetto, risultava finalizzato a individuare gli interventi di sistemazione idraulica dei disseti verificatisi in conseguenza dell'evento alluvionale che nella notte fra il 9 e il 10 settembre 2017 ha interessato il bacino del Botro Rogiolo.

2. INTERVENTI PREVISTI DA PROGETTO

Con riferimento a quanto riportato nello studio di fattibilità "Botro Rogiolo, fossi di Quercianella e Torrente Chioma - Verifica idraulica e studio di fattibilità dei possibili interventi di riduzione di rischio idraulico associato al Botro Rogiolo, Fosso Madonnina, Fosso del Convento e al Torrente Chioma, in Comune di Livorno (LI)", gli interventi progettati a livello esecutivo e per i quali sono in corso di esecuzione i lavori sono costituiti da due barriere da colata detritica finalizzate a trattenere il materiale più grossolano durante le colate di fango e detriti ed evitare così che si possano creare ostruzioni lungo l'alveo ed in particolare in corrispondenza dell'attraversamento esistente sulla via Aurelia (vedi intervento 12). Contestualmente alla realizzazione delle barriere, nell'ambito degli interventi è stato previsto inoltre di:

- realizzare una pista forestale d'accesso all'intervento 12 a partire dalla Via Aurelia, da mantenersi in funzione per eseguire nel tempo i necessari interventi di manutenzione;
- risistemare la viabilità forestale esistente riempiendo gli avvallamenti presenti con misto stabilizzato.

Delle due barriere previste, quella relativa all'intervento 14 è già stata realizzata (vedi seguente foto 1).



FIGURA 1: BARRIERA DEBRIS-FLOW REALIZZATA (INTERVENTO 14)



3. DESCRIZIONE DEI LAVORI OGGETTO DI VARIANTE

La presente variante si rende necessaria in quanto:

> non è possibile realizzare la pista forestale d'accesso all'intervento 12 a partire dalla Via Aurelia secondo le dimensioni e modalità previste per effetto di dissesti che si sono verificati successivamente all'Aprile 2018 lungo il versante in destra del botro Rogiolo.

Nello specifico gli interventi previsti nell'ambito della variante in corso d'opera a seguiti dei dissesti suddetti consistono nella realizzazione di una "via" di accesso all'intervento 12 solo pedonale di larghezza pari a 1 m e che:

- non comporta l'esecuzione di significativi interventi di scavo;
- riduce la movimentazione dei materiali di scavo e riporto;
- riduce il numero di piante da tagliare;

così da minimizzare gli interventi che potrebbero ulteriormente compromettere la stabilità del versante in sponda destra.

Il fondo della nuova via pedonale sarà regolarizzato mediante misto stabilizzato e lungo la stessa è prevista la messa in opera di una staccionata in legno di castagno.

A seguito della modifica sopra descritta, gli interventi di manutenzione della barriera debris-flow, consistenti essenzialmente nella rimozione del materiale solido trattenuto a monte della barriera stessa, dovranno essere eseguiti senza l'ausilio di mezzi meccanici. Nel caso in cui i materiali presentino dimensioni e peso tali da non poter essere rimossi manualmente e spostati in alveo a valle della barriera, gli operatori addetti alla manutenzioni potranno provvedere ad utilizzare un martello demolitore manuale alimentato da gruppo elettrogeno da posizionare nello spiazzo esistente lungo la via Aurelia da cui è previsto di accedere con la nuova via pedonale.

Contestualmente alle opere sopra elencate, nell'ambito della variante sono stati inoltre inseriti i seguenti interventi migliorativi relativamente all'intervento 12 (che non comportano comunque un incremento dei costi):

- realizzazione di staccionata con pali di castagno sul lato di valle della via pedonale di accesso alla barriera dell'intervento 12;
- > altezza della barriera debris-flow da 2.5 m a 4.0 m al fine di incrementarne l'efficacia ed aumentare la capacità di trattenuta del materiale solido;
- modifica della tipologia di barriera debris-flow al fine di semplificare le operazioni di posa della stessa ed agevolare le successive operazioni di manutenzione togliendo i due montanti di sostegno ancorati sul fondo alveo che erano stati previsti per la tipologia di barriera di progetto.

Le modifiche apportate in fase di variante sopra descritte non comportano sostanziali variazioni al progetto esecutivo approvato.

Per quanto riguarda la disponibilità delle aree interessate dagli interventi previsti dalla variante in corso d'opera, questi ricadono in parte in area demaniale (alveo del Botro Rogiolo) e in parte nelle aree di proprietà privata già previste dal Piano Particellare di Esproprio inserito nel progetto esecutivo approvato.

Per i dettagli grafici relativi agli interventi previsti da variante si rimanda all'elaborato El.08_ROG – Intervento 12.

La redazione della perizia di variante viene richiesta in ottemperanza alle disposizioni del art. 106 D.Lgs. n.50/2016 e art. 8 D.M. n.49/2018.



L'importo dei lavori di progetto, compresi gli incrementi dei costi calcolati in alle modalità disposte dalla delibera Giunta Regionale Toscana n.645 25/05/2020 – Approvazione elenco misure Anticovid-19, è stato stimato in € 60'546,88 che, in considerazione degli oneri della sicurezza stimati in € 1'889,96 e di un ribasso offerto pari al 3,499%, comporta un nuovo importo contrattuale pari a € 60'318,18. La variante in oggetto, che provoca una riduzione dell'importo originario di contratto del 4,406% dell'importo dei lavori di contratto (esclusi oneri della sicurezza), è ammissibile in quanto è finalizzata al miglioramento dell'opera ed è motivata da circostanze imprevedibili al momento della stipula del contratto così come disposto dal comma 1 dell'art.106 della Legge 50/2016.

Per la realizzazione delle opere aggiuntive si prevede una maggiorazione di 45 giorni naturali e consecutivi rispetto alle tempistiche stabilite in sede di progetto esecutivo, al netto delle proroghe e sospensioni accordate.



ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI CALCOLO DELLE BARRIERE DA COLATA DETRITICA (INTERVENTO 12)

PREMESSA

La presente relazione affronta il calcolo delle lunghezze degli ancoraggi per le barriere contro le colate detritiche con caratteristiche analoghe a quelle del tipo VX080 fornite dalla ditta Geobrugg, previste in variante per l'intervento 12 sul Botro Rogiolo in località Quercianella (LI).

Data la specificità degli interventi, il dimensionamento strutturale e geotecnico delle barriere di seguito riportato è stato eseguito mediante apposito software di calcolo della ditta Geobrugg.

Il calcolo delle fondazioni delle barriere è stato sviluppato in accordo con le Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC, DM 14.01.2018), utilizzate in parallelo agli Eurocodici (EC).

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 2018.

Le norme cui si fa riferimento sono le seguenti:

- D.M 17.01.2018 Norme tecniche per le costruzioni;
- EN1997-1 Progettazione Geotecnica;
- Raccomandazioni AICAP "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" del giugno 2012.

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:

- si realizza un foro di lunghezza e diametro adeguati;
- si inserisce nel foro un elemento metallico;
- si inietta della 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 diseguaglianza:

$$E_D < R_D$$
 (a)

dove E_D sono le azioni o gli effetti delle azioni di progetto mentre R_D sono le resistenze o gli effetti delle resistenze di progetto.

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.

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

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{ik} \Psi_{ik} \cdot Q_{ik}$$
.

Per il calcolo delle lunghezze e per le verifiche strutturali sugli ancoraggi, l'azione di progetto sarà determinata applicando i coefficienti per un'azione eccezionale.



Si deve inoltre notare che per questa tipologia di barriera i carichi sono molto variabili e non è facile definire un valore univoco di carico sugli ancoraggi.

Resistenze

Le resistenze considerate nell'equazione (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), sia 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:

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

oppure

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

oppure

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

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;
- v_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 (vedi tabella sottostante).

	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE
	$\gamma_{\rm R}$	
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 sempre l'approccio A1+M1+R3, indicato per i pali trivellati in trazione: quindi bisogna considerare un valore di γ_R pari a 1.25 (Tabella 6.4.II – Cap. 6 – NTC 2018, vedi tabella sottostante).



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

Resistenza	Simbolo	Pali	Pali	Pali ad elica
		infissi	trivellati	continua
	γ_{R}	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γь	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γs	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 per le barre di ancoraggio

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

MODELLO DI CALCOLO

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

- verifica della sezione di acciaio;
- verifica dell'interfaccia acciaio-malta;
- verifica dell'interfaccia malta-substrato.

Dopo aver eseguito le ultime due verifiche, si considera la lunghezza di ancoraggio maggiore, a favore di sicurezza.

Verifica della sezione di acciaio

Per questa verifica, essendo la tipologia di ancoraggio definita dal costruttore ed essendo le azioni agenti parimenti fornite dal costruttore, ci si preoccupa semplicemente di verificare che la formula (a)Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. sia soddisfatta come disequazione, che nel caso specifico si esplicita nel seguente modo:

$$F_D \le \frac{R_C}{\gamma_S} = R_D$$
 (b)

dove:

- F_D è il valore di progetto dell'azione sollecitante;
- R_C è il valore rappresentativo della resistenza dell'ancoraggio;
- y_s è il valore del fattore parziale dell'acciaio, pari a 1.15;
- R_D la resistenza di progetto dell'ancoraggio.

Il valore di R_c è dato dal prodotto del valore della resistenza a snervamento dell'acciaio (f_{yt}) per la sezione di acciaio della barra.

Verifica dell'interfaccia acciaio-malta

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



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

dove:

- F_D è l'azione di progetto;
- γ_M è il fattore parziale per l'adesione acciaio-malta, pari a 1;
- 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:

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

da cui, sostituendo le equazioni sotto riportate, diventa:

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

 $f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk}$ con η=1 per diametri ≤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 pari a 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:

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

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:

$$L_1 \ge \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{Lat} \cdot \tau_{a-m}}$$
 (e).

Verifica dell'interfaccia malta-substrato

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

$$F_D \leq \frac{R_{ac}}{\gamma_P}$$
 (f)

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 Rac è pari a:

$$R_{ac} = \pi \cdot D_S \cdot L \cdot \frac{q_S}{\xi_a}$$
 (g)

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;
- ξ_a è il fattore parziale sulla determinazione di qs.

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:

$$L_2 \ge \frac{\gamma_R \cdot \xi_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_S \cdot q_S}$$
 (h).

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 un valore univoco. 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-freni ad anello è in grado di trasferire agli ancoraggi stessi. Tale valore, per le barriere in oggetto, risulta pari a 350 kN.

VX080

Sottostruttura: config. standard ancoraggi ^{d)}		
Ancoraggi laterali		
Numero	14	
Carico di rottura min.	350 kN	

Le fondazioni sono costituite da due barre GEWI aventi diametro pari a 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 a opera d'arte, si considera che le azioni si trasmettano direttamente sulle barre GEWI da 32 mm.



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 (tipo VX80). 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

2) R_d resistenza di progetto ancoraggi:

Ancoraggi flessibili GA-7016/400 = 400 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 = 119.7 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] = 90 mm

 α_s = 1.0, a favore di sicurezza si ipotizza un valore unitario, nel caso di maggiori informazioni si seguono le tabelle delle Raccomandazioni AICAP, nel caso di iniezione globale con processo di messa in pressione unico (IGU).



TERRENO	Valori di α		
	IRS	IGU	
Ghiaia	1.8	1.3 - 1.4	
Ghiaia sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4	
sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3	
Sabbia grossa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 -1.2	
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	
Limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2	
Argilla	1.8 - 2.0	1.2	
Marne	1.8	1.1 - 1.2	
Calcari marnosi	1.8	1.1 - 1.2	
Calcari alterati o	1.8	1.1 - 1.2	
fratturati	1.0	1.1 - 1.2	
Roccia alterata e/o	12	4 4	
fratturata	1.2	1.1	

- 8) L lunghezza degli ancoraggi
- 9) ξ_a fattore parziale sulla determinazione di qs:

 ξ_a pari a 1.8 per gli ancoraggi flessibili. (Vengono considerati i valori massimi indicati nelle tabelle delle NTC 2018, poiché non sono stati eseguiti profili di indagine).

10) q_s resistenza unitaria limite allo scorrimento:

Ricavata dai diagrammi sperimentali riportati nelle Raccomandazioni AICAP terreno in sito, pari a 0.5 N/mm².

11) γ_R fattore di sicurezza parziale per ancoraggi permanenti:

Ancoraggi flessibili = 1.2

Ancoraggi flessibili (laterali e di monte)

Verifica della sezione di acciaio:

 $350 \, kN \leq 400 kN$ [soddisfatto]

Verifica sfilamento acciaio-malta

$$L_1 \ge \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{Lat} \cdot \tau_{a-m}} = \frac{1.5 \cdot 350000}{119.7 \cdot 2.32} = 1890 \ mm$$

Verifica sfilamento malta di iniezione-substrato

$$L_2 \ge \frac{\gamma_R \cdot \xi_a \cdot F_D}{S_{Lat} \cdot \tau_{s-m}} = \frac{1.2 \cdot 1.8 \cdot 350000}{\pi \cdot 90 \cdot 0.5} = 5350 \; mm$$



Considerando il massimo valore tra le due verifiche e approssimando all'unità superiore, la lunghezza degli ancoraggi laterali diviene pari a 6.0 m.

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.

Nelle seguenti tabelle si riporta un riassunto dei risultati ottenuti.

BARRIERA	DESCRIZIONE	TIPOLOGIA	LUNGHEZZA (m)
VX080	Ancoraggio laterale	GA – 7016 / 400	6.00

TABELLA 3. RIEPILOGO DELLA LUNGHEZZA DEGLI ANCORAGGI