

REGIONE:

REGIONE
PIEMONTE

COMUNE:



COMUNE DI BRIGA ALTA

PROVINCIA:

PROVINCIA
DI CUNEO

PROGETTO:

CN_CIPÉ_98-17_12-18_34

Messa in sicurezza ponte del Rio Bavera in frazione Piaggia



Coordinate: Latitudine 44° 4' 42.15" N - Longitudine 07° 44' 44.75" E

PROGETTO DEFINITIVO ai sensi del D.Lgs 50/2016 e s.m.i.

ALLEGATO N°

4

RELAZIONE STRUTTURALE DI CALCOLO E IDRAULICA

DATA:

Ottobre 2022

PROTOCOLLO:

05-2022

PROGETTISTI:

Ing. Giorgio Scioldo
Ing. Roberto Sperandio

TIMBRI E FIRME:

REV.:	REDATTO:	VALIDATO:	VERIFICATO:	RESPONSABILE PROCEDIMENTO:
1	Fabio Salomone	Roberto Sperandio	Giorgio Scioldo	

studio associato
INGEOPROJECT

SEDE LEGALE E OPERATIVA:

TORINO
Corso Matteotti, 12 - 10121 Torino
Tel +39 0115 113490
pec: ingeoproject@pec.it

UFFICIO OPERATIVO:

CUNEO
Corso Dante, 64 - 12100 Cuneo
tel +39 0171 681817
e-mail: info@ingeoproject.it

INGEOPROJECT Studio Associato - Ing. Giorgio Scioldo - Ing. Roberto Sperandio - Partita IVA: 09542980017

1 SOMMARIO

1	Sommario	1
2	Riferimenti normativi	2
2.1	Disciplina dei contratti pubblici	2
2.2	Disciplina delle opere in conglomerato cementizio	2
2.3	Disciplina delle opere di fondazione e di sostegno delle terre	2
3	Premessa	3
4	Calcoli idraulici preliminari	8
4.1	Tempo di corrivazione	8
4.2	Portata massima attesa	9
5	Verifica idraulica preliminare del “Ponte Romano”	11

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 DISCIPLINA DEI CONTRATTI PUBBLICI

- Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50».
- Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 - «Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.»
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi

2.2 DISCIPLINA DELLE OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

- Legge n. 1086 del 05/11/1971. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge n. 64 del 02/02/1974. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Testo Unico delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvato con DM Infrastrutture 14 gennaio 2008
- Circolare Ministeriale n. 617 del 2 febbraio 2009

2.3 DISCIPLINA DELLE OPERE DI FONDAZIONE E DI SOSTEGNO DELLE TERRE

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992. Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 gennaio 1996 Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16 gennaio 1996 Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. 16 gennaio 1996 Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche. - Circolare Ministero LL.PP. 15 ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 gennaio 1996.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 aprile 1997 N. 65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 gennaio 1996.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni
- Testo Unico delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvato con DM Infrastrutture 14/01/2008
- Circolare Ministeriale n. 617 del 2 febbraio 2009
- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvato con DM Infrastrutture 17/01/2018
- Circolare Ministeriale n. 7 del 21 gennaio 2019

3 PREMESSA

Come riportato sulla scheda dell'ARPA Piemonte relativa all'evento in oggetto, la testata della valle Tanaro, posta a cavallo fra Liguria (Provincia di Imperia) e Piemonte (Provincia di Cuneo), è formata da due corsi d'acqua, il Negrone e il Tanarello; il primo caratterizza la frazione Viozene del comune di Ormea, mentre il secondo, dopo un tratto in territorio ligure a monte della confluenza con il Negrone da cui nasce il Tanaro, va a costituire, con l'affluente Bavera, il confine fra le due regioni e in particolare fra il comune di Briga Alta (CN), frazione Piaggia, e i comuni di Triora (IM), frazione Monesi di Triora, e di Mendatica (IM), frazione Monesi di Mendatica.

Per il periodo 21-25 novembre, le stazioni della rete piemontese registrano, nel settore comprendente le testate delle valli Tanaro, Casotto, Bormida, cumulate da 450 a 650 mm; nella zona di testata della Valle Tanarello si registrano i massimi piemontesi dell'evento come testimoniato dal rilievo della stazione di Piaggia (CN) (oltre 650 mm di cumulata). Nel novembre 1994 erano stati registrati valori complessivi di circa 300 mm, conseguenti a piogge avvenute in gran parte nella sola giornata del 5 novembre.

Le piogge nel 2016 nell'alta valle Tanaro sono iniziate il 21 novembre, con apporti dell'ordine dei 100 mm/giorno per poi calare il giorno seguente intorno a 20-30 mm; il 23 si registrano piogge rilevanti con una media di circa 120-130 mm/g, ma è nella giornata del 24 novembre che si rileva il maggiore apporto di pioggia con valori medi intorno a 250-300 mm/giorno; segue la coda della precipitazione con in media un ulteriore apporto di 20-30 mm.

Nella notte fra il 23 e il 24 novembre le ingenti piogge scatenano una violenta attività torrentizia lungo il corso del T. Tanarello e del suo affluente T. Bavera; gli effetti sono erosioni della base dei versanti, innesco di frane, ingente trasporto solido, formazione di colate detritiche e deposito di materiale alluvionale. L'attività violenta del corso d'acqua prosegue per tutta la giornata del 24, quando avviene il picco delle precipitazioni. I rii minori si ingrossano a dismisura e le acque ruscellanti corrono lungo i versanti fuori dal reticolo.

Si verificano le prime frane. Il versante destro della valle, in territorio ligure, appare più vulnerabile in quanto caratterizzato da preesistenti accumuli di frana di grandi dimensioni e da sfavorevoli condizioni strutturali (substrato a franapoggio fra i 20 e i 50°, costituito da Flysch ad Helmintoidi – calcari e arenarie fittamente stratificati). Una grande frana coinvolgente all'incirca una superficie di 6 ettari (con un volume stimabile in alcune decine di migliaia di m³) si stacca dal versante destro del Vallone Punta S. Maria (affluente del Bavera) intorno a 1600 m e collassa nel torrente, alimentando ondate di colate detritiche che si ripercuotono a valle nel Bavera e nel Tanarello che incide la valle fra le frazioni di Piaggia (CN) a nord e Monesi di Mendatica (IM) a sud.

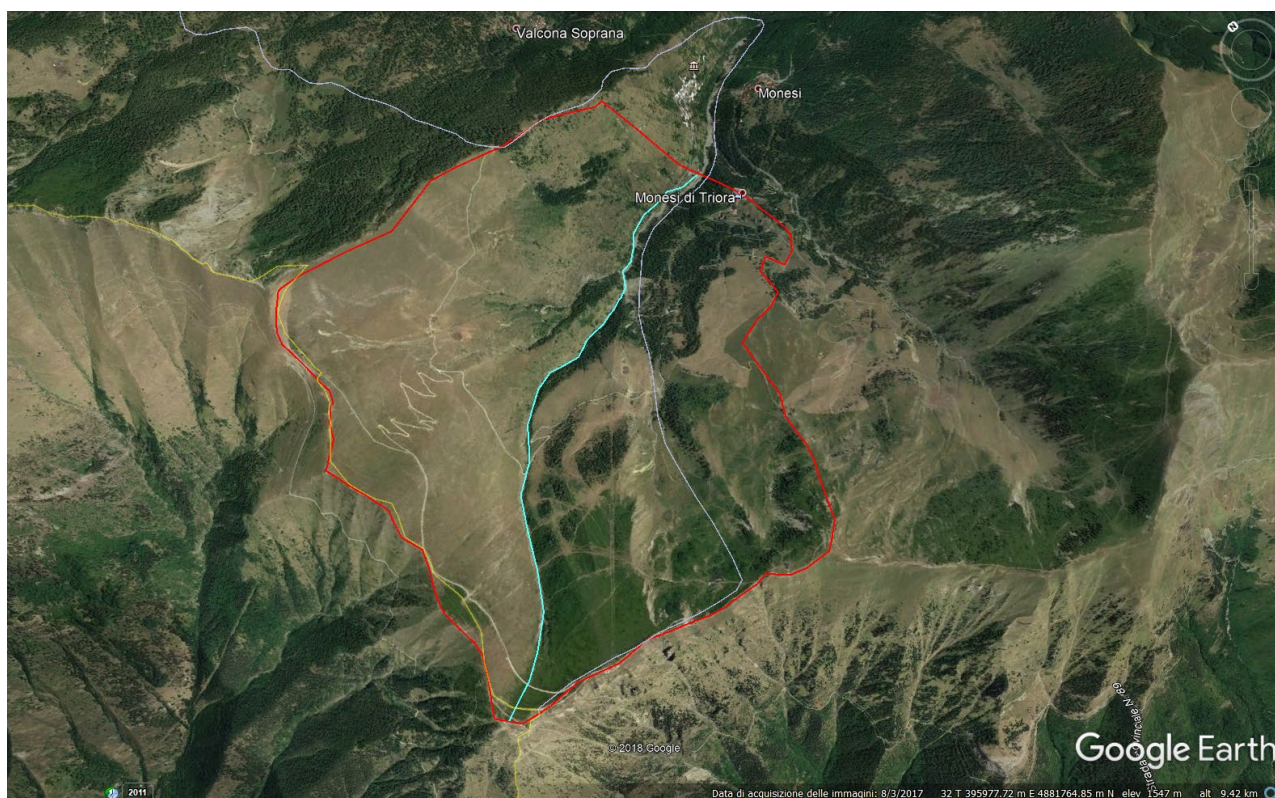
Sotto l'abitato di Monesi di M. nella notte fra il 23 e il 24 novembre, si innesca una prima frana che coinvolge una centrale idroelettrica che viene scalzata e trascinata verso il fondovalle del Tanarello; nei giorni seguenti l'edificio verrà ulteriormente spinto e finirà in alveo andando ad ostacolare il deflusso delle colate detritiche, costituendo una specie di briglia che tratterrà il trasporto solido dando luogo a monte ad una vasta piana di sedimentazione.

Lungo il corso del Bavera prosegue la violenta attività torrentizia che distrugge nella giornata del 24 l'attraversamento stradale inferiore che collegava Liguria e Piemonte. Il ponte, alto circa 6 m, viene

completamente ostruito dalle colate detritiche mentre il rilevato di sinistra viene sfondato e percorso dal nuovo alveo; cordoni detritici ai lati dell'alveo testimoniano depositi di altezza plurimetrica superiori al paramento di imposta di alcune briglie presenti fra la strada bassa e il viadotto superiore di collegamento fra Liguria e Piemonte.

I depositi vengono smantellati ed erosi nei giorni seguenti, mentre a valle dell'attraversamento basso, a partire dalla confluenza Tanarello/Bavera, la valle appare totalmente sovralluvionata, perlomeno fino al rudere della centrale idroelettrica; in questo punto si stima un deposito di 5-7 m di ghiaie e ciottoli, che ha coperto un ponticello pedonale (cosiddetto "Ponte romano") e i due edifici abbandonati del vecchio mulino di Piaggia. I depositi delle colate detritiche forniranno materiale per il trasporto solido del Tanaro a valle, con riattivazioni ad ogni impulso di piena che dureranno per un lungo periodo.

Nell'immagine sottostante è identificato il bacino a monte del "Ponte Romano", con un'area di 5,74 km² ed una lunghezza del tratto di asta torrentizia di 3,8 km.



Nell'immagine a pagina seguente è riportata un'immagine tratta da Google Earth della frana in territorio ligure lungo il Rio Punta S. Maria, affluente di destra del Torrente Bavera, che ha portato al cospicuo accumulo di materiale detritico l'ungo l'asta torrentizia del Bavera.



Nelle immagini riportate nella a pagina seguente l'alveo del Torrente Bavera nel corso della fase parossistica dell'evento meteorologico e franoso.

Nella pagina successiva è invece riportata una più foto recente, in cui il torrente ha inciso un nuovo d'alveo in sinistra orografica, lateralmente al "Ponte Romano", tuttora semisepolto dai depositi della colata detritica.





4 CALCOLI IDRAULICI PRELIMINARI

Il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica prevede il ripristino della funzionalità del “Ponte Romano”, che si presentava come nella sottostante immagine di repertorio, realizzando due muri a pianta leggermente trapezoidale all’interno delle vecchie spalle, fondati su palificate in barre tipo Dywidag ed ancorati verso monte, così da offrire un sostegno all’antica muratura ed un appoggio sicuro all’impalcato.



Nella versione finale si stima cautelativamente che il ponte presenterà due luci affiancate di circa 7 x 7 m.

4.1 TEMPO DI CORRIVAZIONE

I parametri del bacino sono i seguenti:

INPUT	PARAMETRI DEL BACINO		
	Area bacino	5.74	km ²
	Quota media	1725	m
	Quota minima	1280	m
	Quota massima	2170	m
	PARAMETRI DELL'ASTA		
	Lunghezza asta	3.8	km
	Pendenza bacino	0.234210526	-

I tempi di corrivazione secondo i diversi Autori sono i seguenti (espressi in ore):

Giandotti	0.906
Puglisi	1.519
Ventura	0.629
Pezzoli	0.432
Viparelli	0.662
Tournon	1.600
Valore medio	0.958

4.2 PORTATA MASSIMA ATTESA

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – "Interventi sulla rete idrografica e sui versanti" fornisce i dati necessari al calcolo della possibilità pluviometrica.

I parametri delle curve di possibilità pluviometrica sono stati ricavati dall'Area AX160, posta alle coordinate 399000 E e 4881000 N, che contiene l'intera aera in oggetto, e sono i seguenti:

INPUT	PARAMETRI DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA				
	Tempo di ritorno	20 anni	100 anni	200 anni	500 anni
	Parametro a	40.910	50.900	55.290	60.950
	Parametro n	0.530	0.538	0.540	0.542

Quindi le rispettive intensità di pioggia saranno ottenute dalla formula:

$$h = a \cdot T_R^n$$

CURVE DI POSSIBITA' PLUVIOMETRICA				
Tempo di ritorno	20 anni	100 anni	200 anni	500 anni
h	40.0	49.7	54.0	59.5
n	41.7	51.9	56.4	62.2

Usando la formula razionale si calcola la portata prevista per i diversi tempi di ritorno:

$$Q = \frac{C \cdot h \cdot A_b}{3.6 \cdot T_c}$$

Le portate del Torrente Bavera in corrispondenza del “Ponte Romano”, per tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni sono rispettivamente di:

PORTATE DI PROGETTO				
Tempo di ritorno	20 anni	100 anni	200 anni	500 anni
Q	33.3	41.4	45.0	49.6

5 VERIFICA IDRAULICA PRELIMINARE DEL “PONTE ROMANO”

Le due briglie a monte e a valle del “Ponte Romano” distano circa 250 m, con un dislivello di circa 30 m, che definiscono una pendenza media nell’intorno del ponte del 12%.

Trattandosi di un “corso d’acqua naturale con alveo in ghiaia e movimento di materiale sul fondo”, ricade in Classe 12 cui compete un valore del parametro Gamma pari a 2,3.

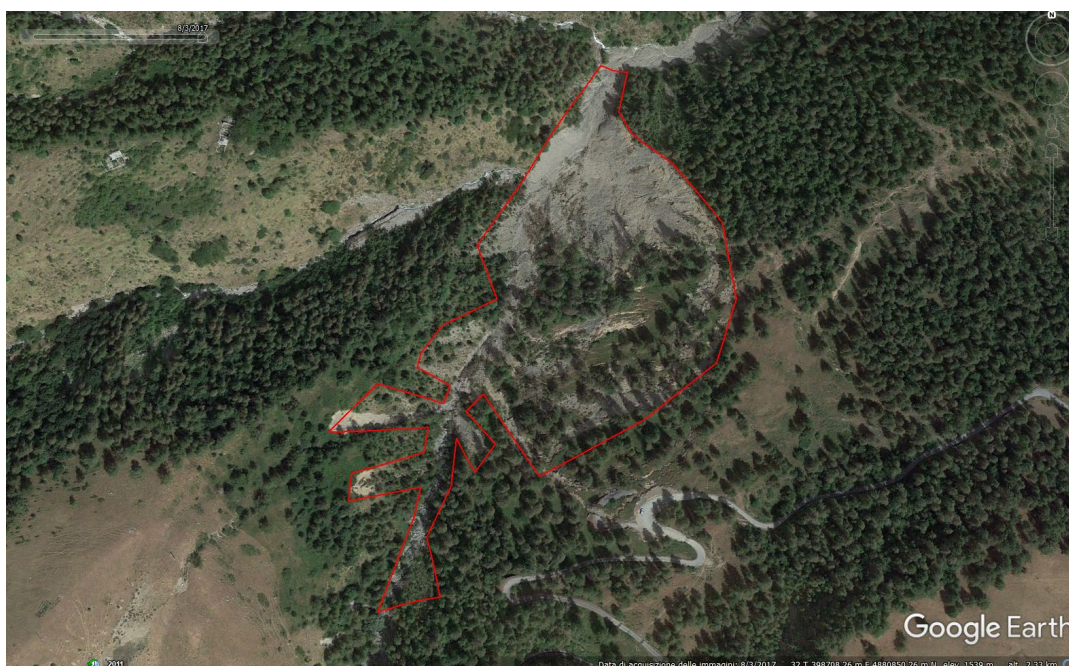
La sezione è stata configurata per ottemperare all’ipotesi che una delle arcate potesse risultare riempita per metà di materiale detritico nel momento di un evento di piena con tempo di ritorno cinquecentennale.

Nell’immagine seguente è riportato il grafico che correla l’altezza del pelo libero e la portata, nelle condizioni indicate.

Si noti che l’altezza dell’acqua non raggiunge il metro, con una velocità di circa 7 m/s, un valore plausibile per un torrente montano con forte acclività del fondo alveo.

Si può quindi concludere che il vero problema del ponte in oggetto consista nel possibile, anzi probabile, reinnesco futuro dei già avvenuti fenomeni di debris-flow.

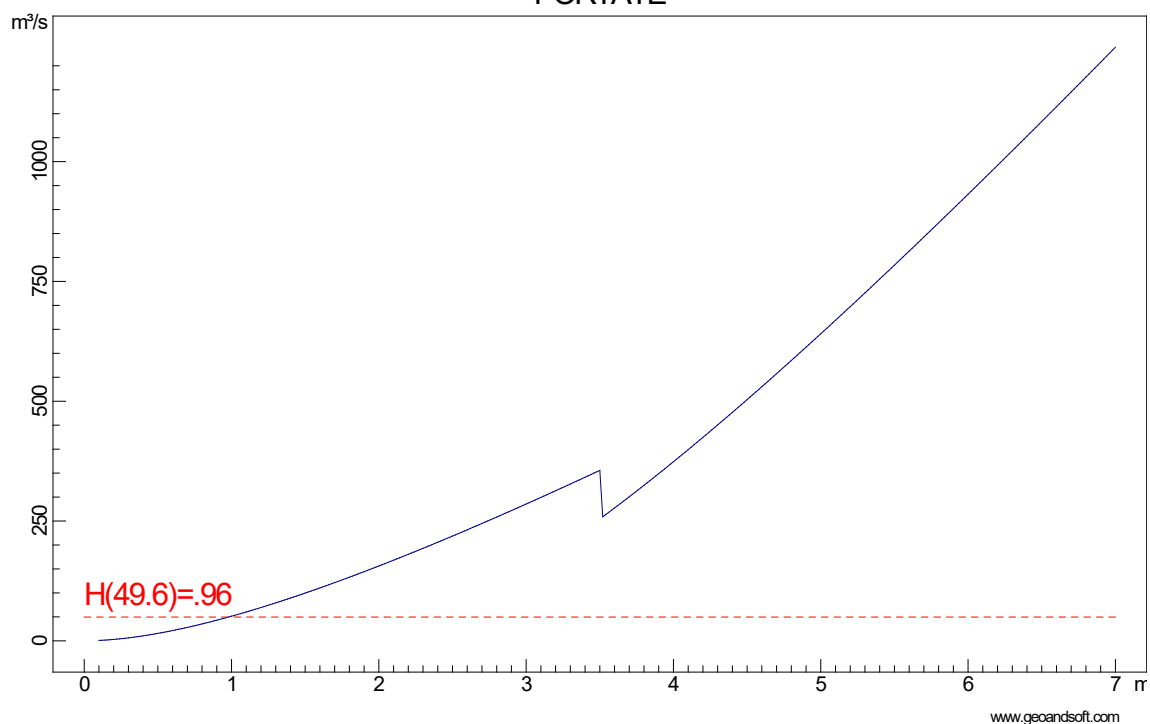
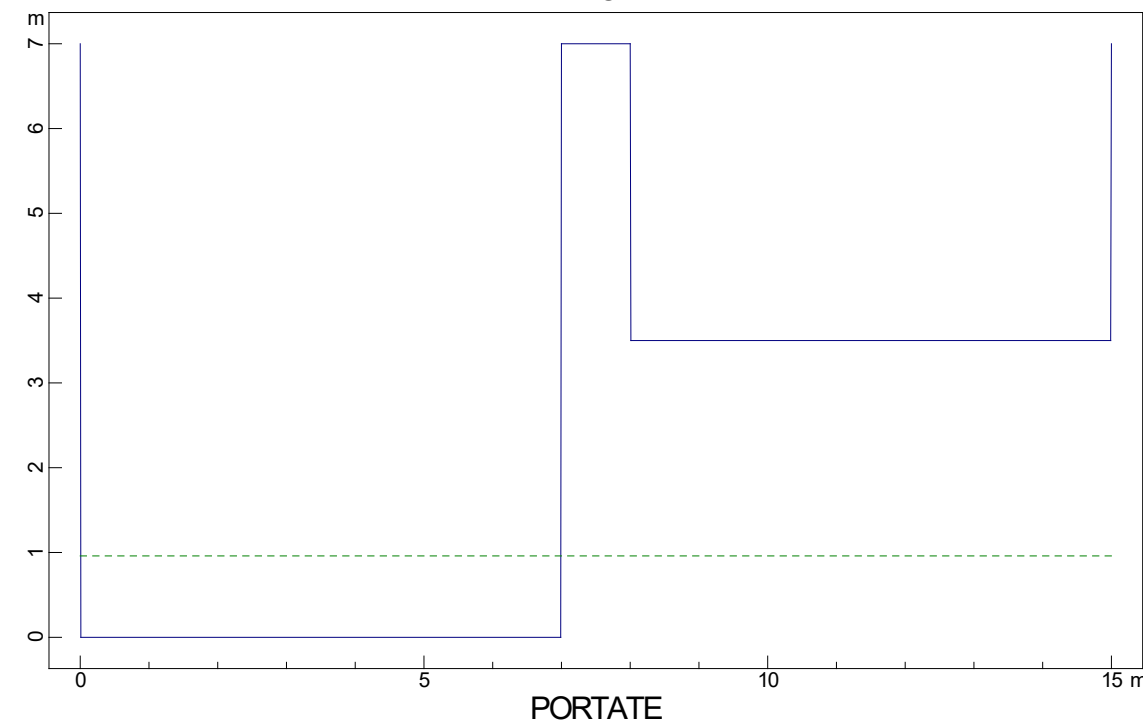
Non si è ritenuto possibile contenere l’intero versante instabile presente in destra orografica a circa 600 metri di distanza a monte del ponte della S.P. 01, con un’area di circa 60 000 m².



si è quindi optato per la messa in opera di briglie anti-debris flow ad alta resistenza, realizzate in rete metallica e disposte lungo il corso dell’alveo torrentizio, così da interrompere la condizione di flusso non-newtoniano con distribuzione granulometrica inversa che si viene a generare negli eventi di colata detritica, che possono senz’altro mitigare e spesso eliminare del tutto il trasporto in sospensione di grossi blocchi, favorendone la rapida sedimentazione e quindi il ripristino di condizioni ordinarie di semplice piena fluviale.

Regione Piemonte
Provincia di Cuneo
Comune di Briga Alta
Verifica idraulica preliminare
Torrente Bavera
Ponte Romano

SEZIONE



www.geoandsoft.com