REGIONE: REGIONE LIGURIA

PROVINCIA: PROVINCIA DI IMPERIA

COMMITTENTE: REGIONE PIEMONTE

PROGETTO:

S.P. 97 delle Salse – Lavori di ricostruzione del ponte sul Rio Bavera al km 29+900

CUP:I81B21004530001



Coordinate: Latitudine 44.078393 - Longitudine 07.745743

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

ai sensi del D.Lgs 36/2023

ALLEGATO N°

3

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA

DATA: **Maggio 2024**

PROTOCOLLO: **012-2024**

PROGETTISTI:

Ing. Giorgio Scioldo

Ing. Roberto Sperandio

TIMBRI E FIRME:

REV.:	REDATTO:	VALIDATO:	VERIFICATO:	RESPONSABILE PROCEDIMENTO:
2	*Geol. L. Belmonte*			

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

Ai sensi delle vigenti leggi sui diritti di autore questo documento è coperto da copyright e non potrà essere modificato, riprodotto o trasmesso a terzi senza autorizzazione

I N D I C E

1. PREMESSA 3

2. - CONSIDERAZIONI GENERALI 5

3. - INQUADRAMENTO GENERALE 7

4. - I N Q U A D R A M E N T O GEOLOGICO 9

5. - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO 13

6. – PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI- CARATTERITICHE AMMASSO ROCCIOSO 15

7. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI 19

8. INDICAZIONI GEOLOGICO TECNICHE GENERALI 26

REPORT CERTIFICATIVO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

1. PREMESSA

Con la presente, su incarico dell'**Amministrazione Provinciale di Imperia**, sono esaminate le caratteristiche geologiche, geotecniche ed idrogeologiche del sito interessato dall'opera a progetto.

Più precisamente il progetto riguarda i Lavori di ricostruzione del ponte sul Rio Bavera, lungo la S.P. 97 delle Salse, alla prog.va km. 29+900 c.ca.

Poiché trattasi di costruzione il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, secondo il Decreto 17 gennaio 2018 la Classe d'Uso è la **Classe II** (NTC 2018).

L'elaborato di seguito redatto, steso nel rispetto ed in ottemperanza al D.M. LL.PP. 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"), e adeguamento all'Aggiornamento della "Norme tecniche per le costruzioni" – Decreto 17 gennaio 2018, si propone di valutare sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico le caratteristiche dell'area interessata dal progetto.

L'indagine è stata condotta, dopo un attento esame della cartografia tecnica disponibile presso gli enti pubblici e di proprietà dello scrivente, mediante sopralluoghi nel sito ed opportunamente estesi alle aree limitrofe, mirati alla valutazione dell'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico nel complesso, delle caratteristiche idrogeologiche e geotecniche dei terreni, all'individuazione dei litotipi costituenti il substrato roccioso e alla determinazione della potenza della coltre detritica.

In particolare, nel sito di progetto e nel suo immediato intorno, sono state effettuate, su affioramenti rocciosi visibili, misure della giacitura degli strati e dei principali set di discontinuità nonché descrizioni del materiale roccia e prove resistenza alla compressione monoassiale.

Inoltre, nel sito di progetto, **è stato eseguito un sondaggio sismico HVSR e MASW,** per valutare la risposta sismica del terreno e si sono reperiti i risultati della campagna geognostica condotta dalla *Citiemme* (Compagnia Torinese Monitoraggi s.r.l.).

In conclusione sono stati trattati gli aspetti geologico - tecnici per un corretto intervento sul terreno.

2. - CONSIDERAZIONI GENERALI

Durante l'evento alluvionale del novembre 2016, l'alta Val Tanaro è stata pesantemente colpita da dissesti legati alla dinamica dei versanti e da esondazioni, alluvionamenti ed erosioni connesse alla dinamica fluviale e torrentizia.

In particolare analizzando la situazione nell'alto bacino del Tanarello risulta evidente come questo settore è stato pesantemente coinvolto dall'evento di piena.

In particolare nell'ambito del territorio del comune di Mendatica, Triora e Briga Alta, si sono registrate le precipitazioni più intense e complessivamente di maggior valore cumulato (oltre 600 mm).

Nel tratto d'alveo considerato le condizioni di deflusso hanno mantenuto durante la piena elevatissima energia che ha provocato diffuse erosioni di fondo e di sponda con conseguenze sulla globalità delle opere presenti in alveo, attraversamenti, briglie di consolidamento, difese spondali che si presentano scalzate, danneggiate o parzialmente distrutte.

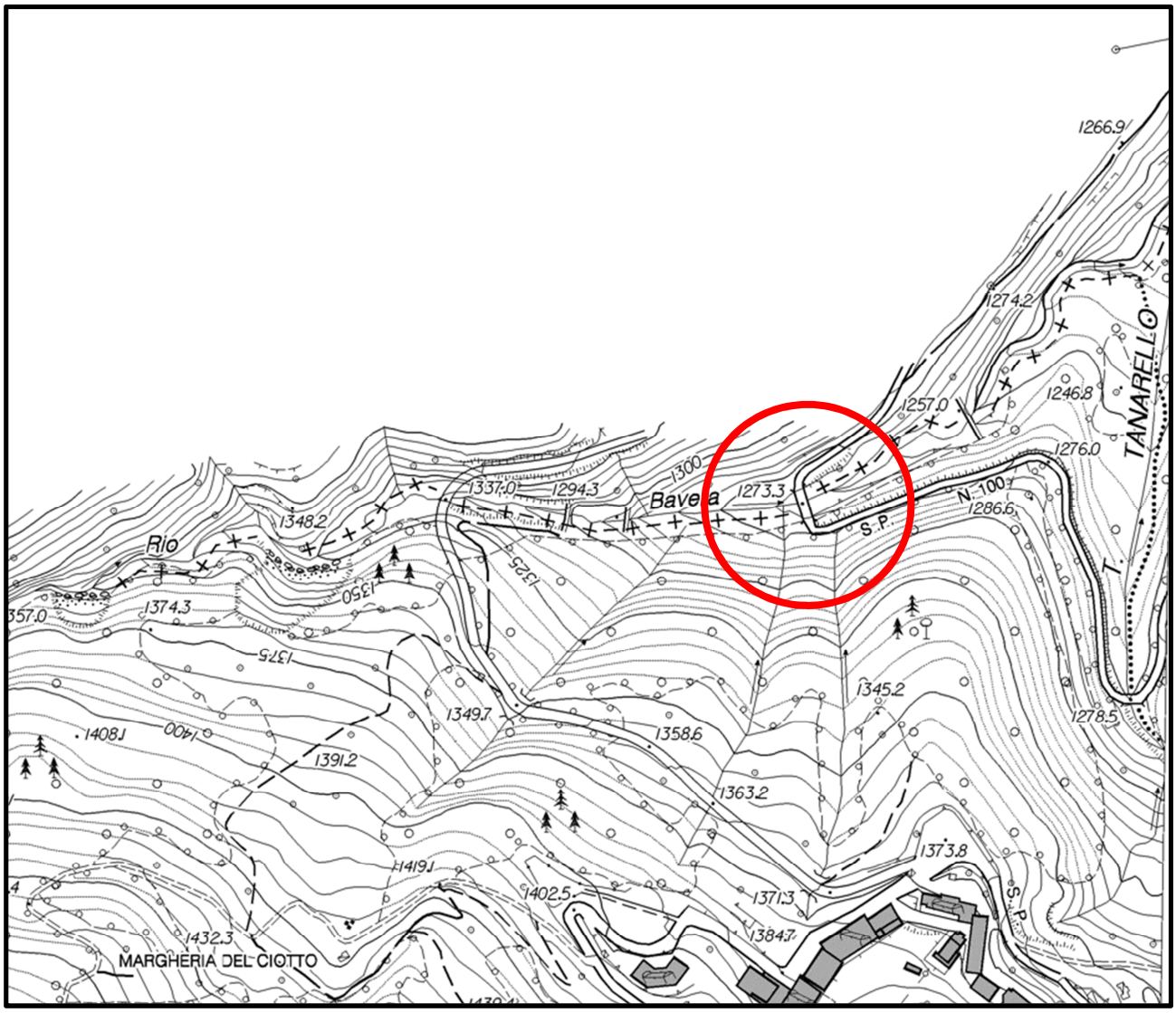
Le grandi frane avvenute sui versanti, con particolare riferimento a quelle che hanno interessato sul versante ligure l'abitato di Monesi di Mendatica e, più a monte dell'intervento, la strada Monesi - Limone, hanno alimentato un considerevole trasporto solido che, in alcuni tratti, ha comportato accumuli che necessitano di disalveo o rimodellamento per ridefinire le sezioni di deflusso.

Il presente progetto è finalizzato a ripristinare il manufatto d'attraversamento stradale (ponte su S.P. 97 delle Salse alla progr.va km. 29+900 c.ca).

Sono inoltre da prevedersi opere in alveo per limitare il trasporto solido in occasione di futuri eventi di piena che comportino una riattivazione parziale dei dissesti di versante.

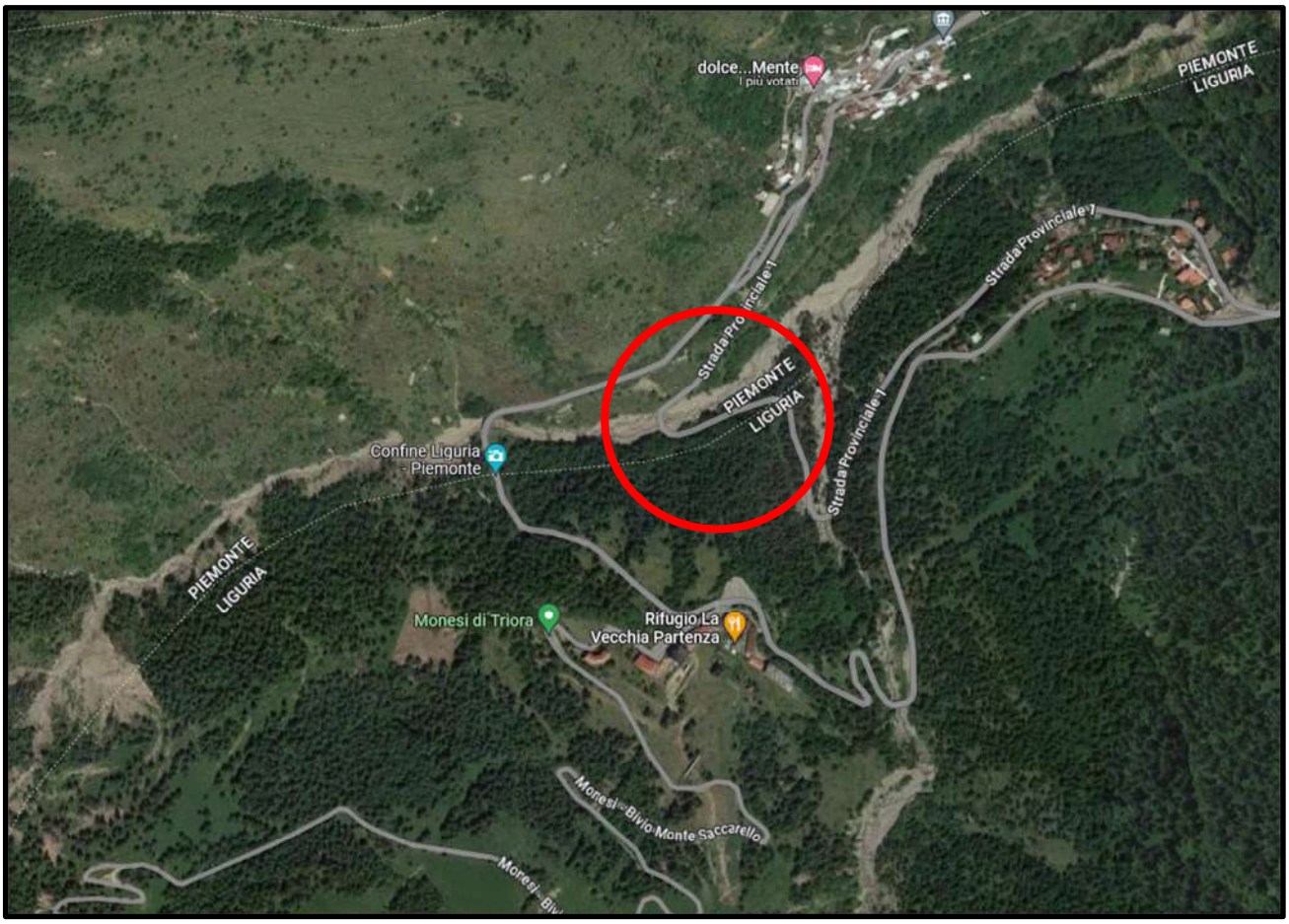
3. - INQUADRAMENTO GENERALE

Gli interventi in progetto sono localizzati in corrispondenza dell'alveo del Rio Bavera, affluente del Torrente Tanarello, sul confine tra Liguria e Piemonte, Comuni di Triora e Briga Alta.



Inquadramento da C.T.R. con individuazione dell'area in esame.

Si riporta l'ortofotocarta tratta dal portale di Google Maps, che evidenzia la situazione successiva all'evento alluvionale.



Zona d'intervento

4. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

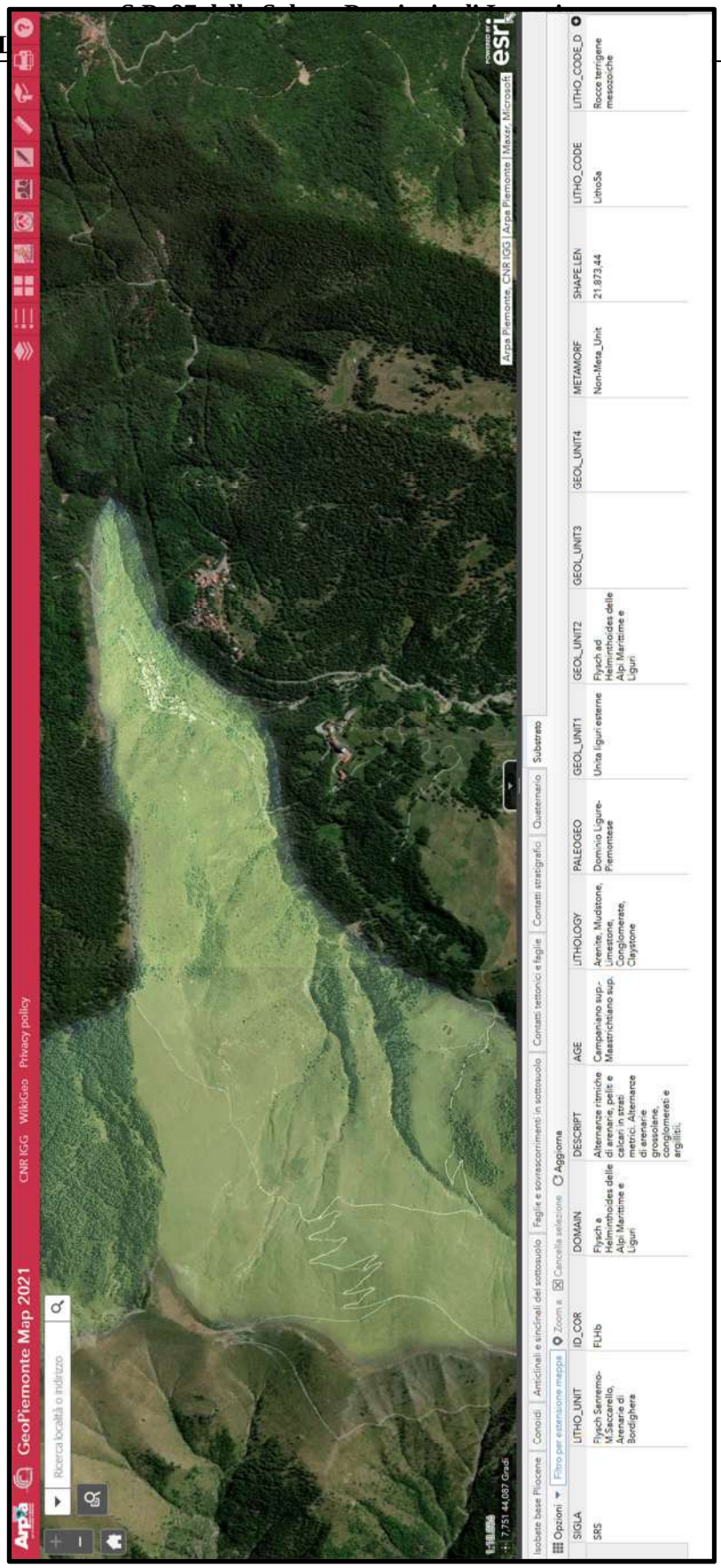
Le notizie geologiche generali relative al territorio indagato sono riportate sul Foglio n° 948 (Vièvе – Tende) della Carta Geologica della Francia alla scala 1:50.000 e nelle relative Note Illustrative (LANTEAUME M., 1991), nella “Carta geologica delle dorsali del M. Mongioie e del M. Cimone (VANOSSI, 1973), nella “Carta Geologica dei terreni compresi tra il Brianzonese Ligure s.l. ed il Flysh ad Elmintoidi s.s.” (BONI e VANOSSI, 1972).

Per un inquadramento geologico si segnalano ancora il Foglio n° 91 BOVES della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e le relative Note Illustrative, la guida geologica regionale “Alpi Liguri” edita a cura della Società Geologica Italiana e gli elaborati geologici allegati al P.R.G.C.

Si riporta l’estratto della recente Carta Geologica Interattiva del Piemonte (Progetto GeoPiemonteMap) con relativa legenda.

La testata del Tanarello è impostata in litotipi appartenenti al Flysch ad Helminthoides delle Alpi Marittime e Liguri, unità del Flysch Sanremo - M. Saccarello.

Si tratta di alternanze ritmiche di arenarie, peliti e calcari in strati metrici, alternanze di arenarie grossolane, conglomerati e argilliti.



Estratto della Carta Geologica Interattiva del Piemonte (Progetto GeoPiemonteMap) con individuazione dell'area in esame.

Nel tratto di alveo oggetto dei lavori di ricostruzione del ponte, durante l'evento di piena dell'alluvione del novembre 2016, il deposito solido ha mascherato il substrato roccioso precedentemente in affioramento.

Si riporta di seguito una fotografia (estratta da Google Maps) antecedente l'evento alluvionale, che ben evidenza la situazione stratigrafica originaria; Tutte le opere in progetto, muri spondali e spalle del ponte, dovranno essere direttamente appoggiate, immorsate ed ancorate tramite chiodature al substrato roccioso, anche tramite opere speciali di fondazione (micropali).



Tratto di alveo immediatamente a monte del ponte oggetto di ricostruzione

Litotipo: flysch a bancate carbonatiche e livelli pelitici ed arenacei Flysch di San Remo - Formazione di San Bartolomeo

Giacitura superfici di stratificazione inclinazione 8 ÷ 20°

Immersione prevalente 170 ÷ 185°

5. - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La dinamica evolutiva del corso d'acqua e la tendenza erosionale e al dissesto spondale, è stata evidenziata nei recenti gravosi eventi alluvionali, tra cui, prima dell'evento del novembre 2016, quello del novembre 1994 e 2000 e successivamente quello dell'autunno 2020.

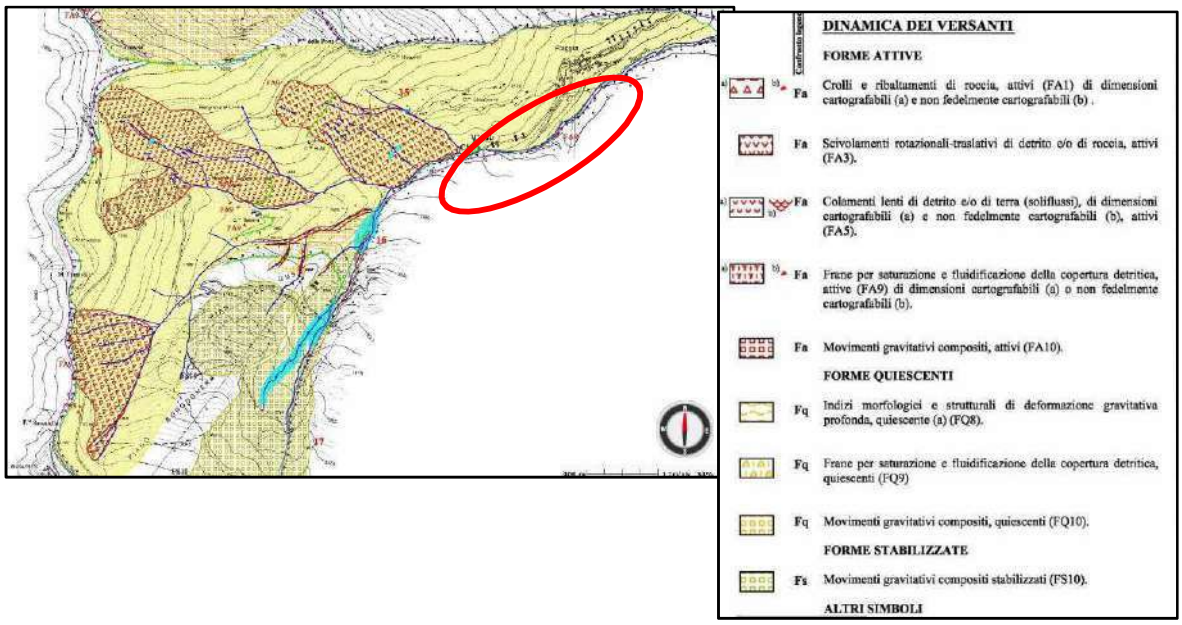
Il torrente Tanarello (rio Bavera) è di tipo unicursale, stabile in generale nel proprio alveo. Senza significative pianure di fondovalle e versanti ravvicinati e generalmente ripidi.

L'alveo è stato oggetto in passato di interventi di sistemazione con briglie di consolidamento, realizzate in più riprese nella seconda metà del '900, per cercare di stabilizzare l'alveo e diminuirne la tendenza all'erosione di fondo e di sponda.

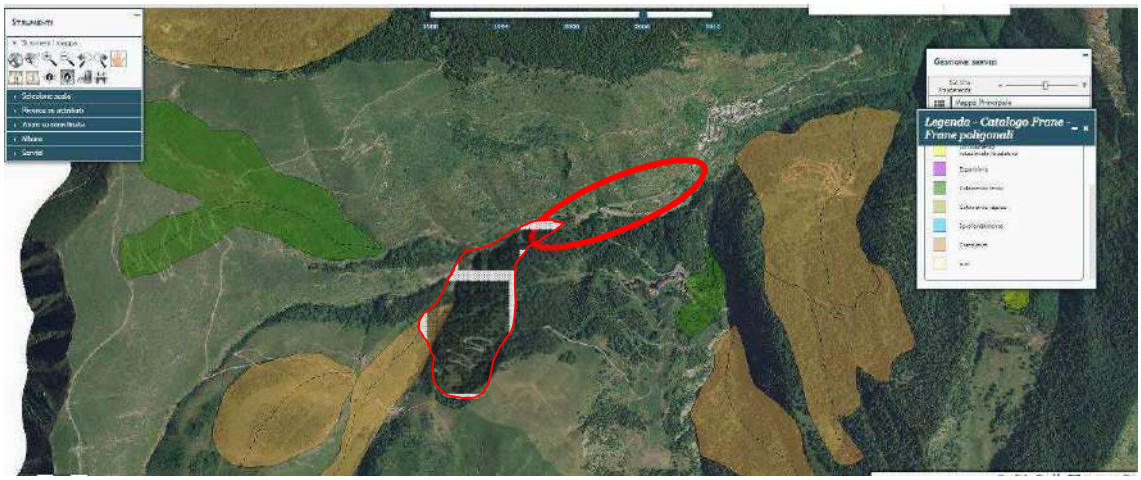


Tratto di alveo immediatamente a valle del ponte oggetto di ricostruzione

Di seguito si riportano gli stralci delle Carta Geomorfologica, dei dissesti e della dinamica fluviale tratta dal piano regolatore comunale di Briga Alta, che riportano in dettaglio il quadro del dissesto, derivante dall'analisi dell'evento alluvionale del novembre 1994 ed il progetto IFFI (inventario fenomeni franosi d'Italia aggiornato alla situazione precedente all'evento alluvionale del 2016).



Cartografia del quadro del dissesto lungo i tratti d'alveo d'intervento e relativa legenda



Quadro del dissesto (frane) presente sul Portale IFFI e relativa legenda
(è riportata inoltre la frana principale dell'evento 2016)

6. – PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI

Caratteristiche dei terreni

Dai risultati dei rilievi geologici, dalla comparazione con la velocità delle onde sismiche S rilevate dal sondaggio sismico e sulla base dei risultati reperiti dalle indagini geognostiche eseguite dalla *Citiemme* (sondaggi a carotaggio continuo effettuati in prossimità del ponte da ripristinare) e dalle prove SPT che hanno evidenziato alti valori di N colpi, si riportano le caratteristiche dei terreni di fondazione dell'opera a progetto:

Riporti e depositi fluviali *fino a 0,7 m di profondità:*

- peso di volume: 1.65 t/mc
- angolo d'attrito: 24° - 26°
- resistenza al taglio non drenata: 0.00 Kg/cmq.

Coltre detritica e depositi alluvionali *variabili da 0,7 a 10,0/12,0 m di profondità:*

- peso di volume: 1.90 t/mc
- angolo d'attrito: 28° - 32°
- coesione 0,2 kg/cmq

Composizione granulometrica: valutazione a vista su materiale carotato

- ghiaia e ciottoli: 55.00%
- sabbia: 25.00%
- argilla e limi: 20.00%

La curva granulometrica non rientra nei fusi a rischio di liquefazione in presenza di sisma. (Seed e Idriss).

Caratteristiche dell'ammasso roccioso

In base alle misurazioni estrapolate dai rilievi geologico-strutturali effettuati sugli affioramenti rocciosi e dai 2 carotaggi eseguiti insito, vengono di seguito descritte le caratteristiche geotecniche del substrato roccioso.

Substrato roccioso (Marne di Sanremo) calcari e marne calcaree: terreno di fondazione opere in progetto (diretto o indiretto)

- peso di volume: 2.35 t/mc
- angolo d'attrito: 35° - 45°
- resistenza a compressione monoassiale: 100 - 400 Kg/cmq

da m a m dal p.c.	Litotipo
	Riporti o copertura detritica naturale a tessitura sabbioso – limosa,

Da 0 a -1,00 / 12 m circa	con presenza di ciottoli decimetrici prevalentemente tabulari. I ciottoli sono spesso alterati e con natura che rispecchia quella del substrato litoide (arenarie, calcari e peliti)
> -1,00 / 12,00	Substrato roccioso costituito da litotipi più o meno intensamente stratificati e fratturati con giacitura della scistosità principale a traverpoggio rispetto al versante (affioramenti lungo le scarpate stradali). I primi metri del substrato sono maggiormente alterati e rilasciati, in profondità le caratteristiche geomeccaniche vanno via via a migliorare.

Parametri geotecnici	**GHIAIE E SABBIE limose con CIOTTOLI**	**SABBIE LIMOSE**
□ [kN m^{-3}]	**18 - 19**	**18 – 19**
ø' [°]	**28 - 32**	**26 - 28**
cu [kPa]	**0**	**20 - 30**

Il notevole spessore dei terreni detritici di copertura **(7,80 in S1 e 11,70 in S2, <u>il sondaggio S3 è esterno alla zona di progetto</u>)** è connesso al consistente deposito in corrispondenza dei punti di indagine in quanto l'accesso diretto con le sonde all'alveo nei settori incisi non è stato possibile. In corrispondenza delle opere di difesa spondale e spalle del ponte in progetto gli spessori della copertura sono invece notevolmente inferiori e le opere di fondazione previste dovranno necessariamente raggiungere il substrato roccioso.

7. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI

Secondo la nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria (O.P.C.M. 3519/2006), il Comune di Triora risulta inserito in Zona 2.

Secondo l'aggiornamento delle <<Norme Tecniche per le Costruzioni>>, emanate con D.M. Infrastrutture e dei Trasporti del 17/01/2018, pubblicato su "Gazzetta Ufficiale" Supplemento Ordinario n° 42 del 20/02/2018 – Serie generale, sulla base del rilevamento geologico e dalle risultanze del sondaggio sismico HVSR e MASW, **è stata definita la classificazione sismica del sottosuolo**, **in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, applicando l'espressione:**

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Pertanto la zona in progetto ricade nella seguente categoria di sottosuolo:

B - ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,*** **caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Topografica: T2

Calcolo dei coefficienti sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Muro rigido:0

Sito in esame.

latitudine: 44,0793656533279

longitudine: 7,7468130132089

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 18010 Lat: 44,0936Lon: 7,7100 Distanza: 3338,553

Sito 2 ID: 18011 Lat: 44,0969Lon: 7,7795 Distanza: 3261,024

Sito 3 ID: 18233 Lat: 44,0471Lon: 7,7842 Distanza: 4672,433

Sito 4 ID: 18232 Lat: 44,0437Lon: 7,7148 Distanza: 4721,076

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,032	g
Fo:	2,570	
Tc*:	0,193	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,045	g
Fo:	2,572	
Tc*:	0,217	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,147	g
Fo:	2,462	
Tc*:	0,295	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,197 g

Fo: 2,489

Tc*: 0,310 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200

Cc: 1,530

St: 1,200

Kh: 0,009

Kv: 0,005

Amax: 0,459

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200

Cc: 1,490

St: 1,200

Kh: 0,013

Kv: 0,007

Amax: 0,638

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200

Cc: 1,400

St: 1,200

Kh: 0,051

Kv: 0,025

Amax: 2,077

Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,200

Cc: 1,390

St: 1,200

Kh: 0,068

Kv: 0,034

Amax: 2,779

Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.078384

longitudine: 7.745747

8. INDICAZIONI GEOLOGICO TECNICHE GENERALI

In generale i lavori in progetto non comportano particolari difficoltà operative. Lo scavo di fondazione per l'ammorsamento dei muri spondali e dei setti antiscalzamento prevedrà localmente demolizione di masse rocciose in posto che dovrà avvenire attraverso l'impiego di adeguati mezzi escavatori/martelloni demolitori.

Per eliminare l'acqua in corrispondenza dei getti delle fondazioni potranno essere usate adeguate pompe ad immersione.

Tutte le lavorazioni dovranno essere eseguite in periodi di portata di magra ed avendo cura di causare il minor disturbo alla fauna ittica. In particolare i getti in cls delle fondazioni dovranno essere eseguiti in modo tale da evitare dilavamenti del cls e conseguente inquinamento del torrente.

Nella realizzazione di tutte le lavorazioni si dovrà usare un calcestruzzo di buona qualità e di comprovata resistenza all'abrasione / erosione con eventuali campionamenti ed analisi di resistenza.

I massi per la realizzazione delle protezioni spondali dovranno essere di categoria adeguata alla dinamica fluviale del corso d'acqua e di litologia non geliva e non fratturata od alterata.

In particolare le opere sul lato alveo andranno realizzate con materiali idonei a resistere all'erosione anche in considerazione dell'elevatissimo trasporto solido ipotizzabile in occasione delle piene anche a carattere ordinario.

Laddove presenti dovranno essere ripristinate le soglie antiscalzamento preesistenti.

Si consiglia realizzare le varie opere di sottomurazione con cls, adeguata armatura e collegamento mediante chiodature al substrato roccioso.

Tutti i lavori previsti in progetto dovranno essere soggetti a periodici controlli e manutenzioni con interventi solleciti in caso di erosioni o depositi che modifichino sostanzialmente le sezioni di progetto.

A parere dello scrivente, in considerazione delle elevatissime volumetrie potenziali di trasporto solido ancora disponibili in alveo nei tratti a monte degli interventi in progetto ed al contempo visto lo stato potenzialmente attivo delle frane esistenti a carico dei versanti, si ritiene che le briglie esistenti e da prevedersi potranno aver necessità di manutenzioni e svuotamento periodico e ricorrente.

Le opere di fondazione indirette (micropali) che verranno realizzate sulle 2 sponde dovranno raggiungere ed essere infisse per almeno 3 metri nel substrato roccioso a litologia calcarea, sano.



Stato attuale del ponte

8. REPORT CERTIFICATIVO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO
COMUNE DI BRIGA ALTA

INDAGINE GEOGNOSTICA PROPEDEUTICA ALLA MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE RIO BAVERA - FRAZ. PIAGGIA



RAPPORTO CERTIFICATIVO DELLE INDAGINI

CODICE ELABORATO 20013/ IG			
COMMITTENTE COMUNE DI BRIGA ALTA Piazza Pastorelli, 1 18025 Briga Alta (CN)	citiemme COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI Srl Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01		
Accettazione n. 20013 del 26/02/2020	Dr. A. Cantù	Dr. A. Cantù	Dr. Sola
AGOSTO 2020	Lo Sperimentatore	Lo Sperimentatore	Il Direttore del Laboratorio
DATA EDIZIONE	*REDATTO*	*CONTROLLATO*	*VALIDATO*

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO
COMUNE DI BRIGA ALTA

INDAGINE GEOGNOSTICA PROPEDEUTICA ALLA MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL RIO BAVERA IN FRAZIONE PIAGGIA

Rapporto certificativo delle indagini geognostiche

Agosto 2020

INDICE CERTIFICATI

20013/01 Rilievo stratigrafico di perforazione S1 .....
20013/02 Prove penetrometriche dinamiche SPT sondaggio S1 .....
20013/03 Rilievo stratigrafico di perforazione S2 .....
20013/04 Prove penetrometriche dinamiche SPT sondaggio S2 ..... /05
.....
.....

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Committente: Comune di Briga Alta

Commessa: 20013

Cantiere: Briga Alta (CN) -Fraz. Piaggia, Ponte sul Rio Bavera

Tra il 27/07/2020 e il 03/08/2020 sono stati realizzati n. 3 sondaggi a carotaggio continuo in Comune di Briga Alta (CN) (Vedi corografia e Tav.01).
In particolare, si tratta dei sondaggi:

- **S1:** profondo 20 m;
- **S1:** profondo 25 m;
- **S3:** profondo 25 m, attrezzato con inclinometro fino a fondo foro per il controllo nel tempo di eventuali movimenti profondi degli strati attraversati.

La terebrazione è stata eseguita impiegando una sonda idraulica COMACCHIO MC 450P montata su carro cingolato; nella tabella a seguire ne vengono presentate le principali caratteristiche.



Particolare fotografico della sonda utilizzata

SONDA PERFORATRICE IDRAULICA		
Modello:	**COMACCHIO– MC 450 P SN. 1380**	
Coppia max.	kgm	1100
Velocità di rotazione	rpm	20÷550
Spinta	kg	4500
Tiro	kg	6500
Velocità rapida risalita	m/min	22
Velocità rapida discesa (min.-max.)	m/min	32
Tiro max. argano	kg	2000
Motore JOHN DEERE	KW	86
Dimensioni		
Lunghezza	m	5.46
Larghezza	m	2.00
Altezza	m	2.61
Peso	kg	8500
Pompa a pistoni Triplex 200 per 2anghi		
Portata max.	l/min	200
Pressione max. esercizio	bar	45

METODOLOGIA DI PERFORAZIONE

Carotaggio continuo

La perforazione è stata condotta con rotazione a carotaggio continuo del terreno attraversato utilizzando carotieri semplici di diametro 101 mm e 131 mm, tali da rendere minimo il disturbo dei materiali attraversati e da consentire il prelievo dei campioni rappresentativi (carote).

La perforazione di carotaggio per il recupero dei campioni realizzata con carotiere semplice, è stata eseguita, compatibilmente con la natura dei terreni attraversati, senza l'uso di fluido di circolazione (carotaggio a secco).

Per l'attraversamento dei livelli ciottolosi e dei materiali litoidi si è reso necessario l'impiego di carotieri doppi tipo T6 diam. 131 mm e NT2 diam. 101 mm muniti di corona diamantata, per il cui funzionamento si è fatto ricorso a circolazione diretta di acqua chiara

RIVESTIMENTO

La natura del terreno e la finalità dell'intervento hanno determinato la necessità di rivestire i fori per il sostegno delle pareti: a tal scopo sono stati impiegati rivestimenti provvisori consistenti in tubi di acciaio speciale filettati, della lunghezza di 1.5 m e del diametro di 127 mm alla profondità indicata in stratigrafia.

Durante le operazioni di posa del rivestimento provvisorio si è reso necessario l'impiego di fluidi di perforazione per il raffreddamento del tagliente (scarpa) e l'asportazione del detrito: a tale scopo si è impiegata circolazione diretta di acqua chiara.

INDICE RQD

L'indice R.Q.D. (Rock Quality Designation) si ricava dalle carote dei litotipi rocciosi. Si calcola strato per strato, per lunghezze significative di sondaggio oppure per tratti a omogenea fratturazione. Viene determinato dividendo la somma delle lunghezze dei singoli spezzoni di carota di lunghezza superiore al doppio del diametro della carota per la lunghezza del tratto di foro corrispondente (valore espresso in termini percentuali).

In altre parole è il rapporto percentuale tra la sommatoria di spezzoni di carota aventi lunghezza ≥ 100 mm e il tratto di lunghezza perforata Lc presa in considerazione, ovvero:

$$R.Q.D. = \frac{\sum spezzoni}{L_c} \cdot 100$$

Le fratture verticali non sono prese in considerazione, mentre particolare attenzione si presta a discriminare le discontinuità naturali da quelle meccaniche causate dalle manovre di carotaggio (e di cui non si deve tenere conto).

Il valore percentuale permette di identificare l'indice di qualità della roccia:

R.Q.D. %	Qualità
0-25	Molto scadente
25-50	Scadente
50-75	Discreta
75-90	Buona
90-100	Ottima

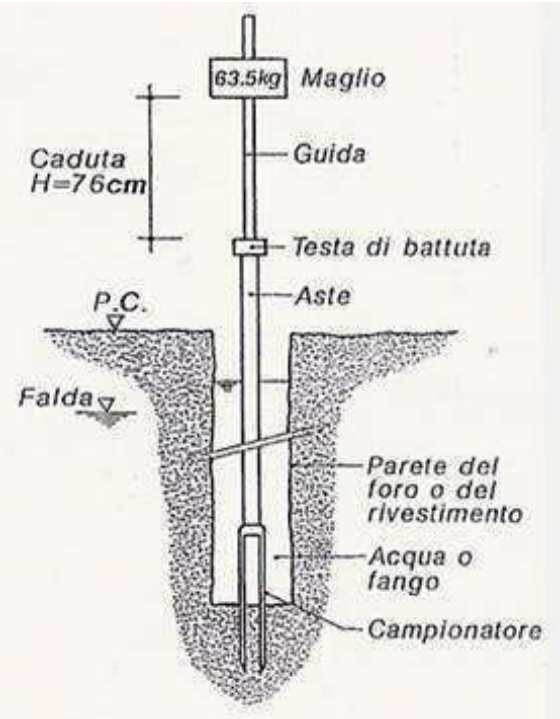
PROVE GEOTECNICHE IN FORO

PROVE S.P.T.

Nei fori di sondaggio sono state eseguite complessivamente n. 200 prove S.P.T. (”Standard Penetration Test”), alle profondità indicate in stratigrafia.

La prova è di tipo discontinuo e viene eseguita nel corso della perforazione a carotaggio continuo, interrompendo l’avanzamento del sondaggio a intervalli regolari o prestabiliti; essa consente di ottenere dati sulla consistenza e sul grado di addensamento dei terreni attraversati.

Le prove S.P.T. si effettuano tramite l’infissione, a partire dal fondo foro raggiunto, di un campionatore a parete grossa tipo Raymond (diam. 51 mm, lunghezza utile 562 mm), collegato alla sonda da una batteria di aste di dimensioni standardizzate (diam. 51 mm, peso 7.5 kg/m), per mezzo di un’apparecchiatura a percussione del peso standard di 63.5 kg con sganciamento automatico del maglio (Trip Monkey tipo Pilcon) dall’altezza prefissata di 760 mm. Il dispositivo di sollevamento è fornito dall’argano oleodinamico della sonda perforatrice.



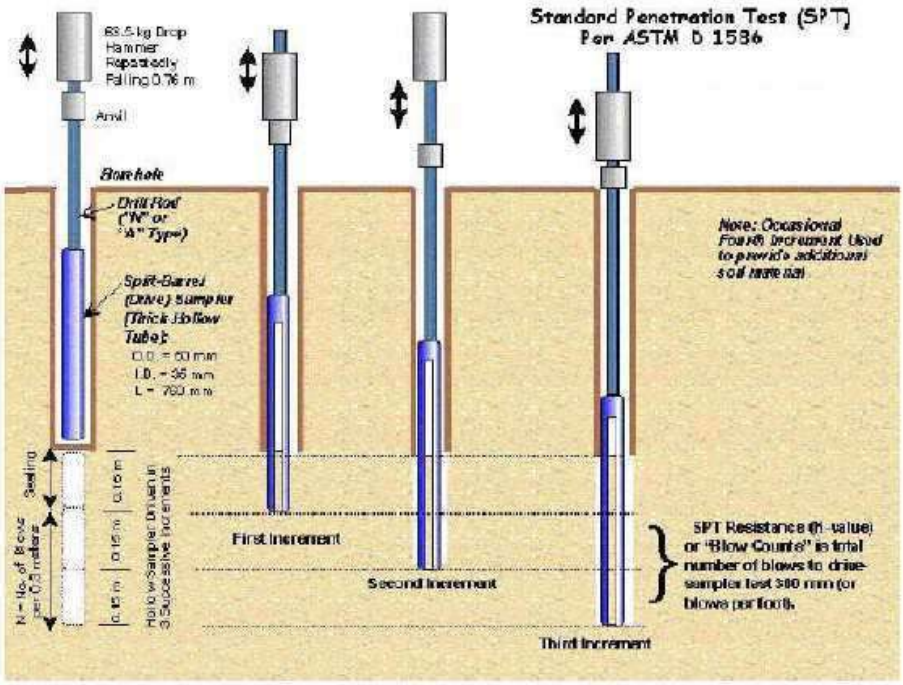
Il campionatore viene fatto penetrare nel terreno per una profondità di 45 cm, a partire dalla quota di fondo foro (eventualmente ripulito tramite apposita manovra), rilevando il numero di colpi (N) necessari per la penetrazione di ciascun intervallo di 15 cm. Il valore di N_{SPT} è ottenuto sommando i colpi necessari per il 2° e 3° tratto.

La prova viene sospesa ogni qualvolta il numero di colpi N, per un tratto di 15 cm, supera il valore di 50, annotando in tal caso il rifiuto alla penetrazione e registrando l'infissione in centimetri ottenuta con 50 colpi.

Nei casi in cui non vi è pericolo di repentino collasso del foro, la prova viene eseguita immediatamente dopo la manovra di carotaggio e prima della manovra di rivestimento, per evitare disturbi al terreno, previa verifica della quota del fondo foro.

In accordo con le Raccomandazioni AGI (1977), per l'esecuzione delle prove SPT nei terreni clastici grossolani si è utilizzato il campionatore Raymond corredato di una scarpa a punta chiusa con angolo di apertura standard di 60°.

Per l'esecuzione della prova si veda lo schema a seguire:



STRUMENTAZIONE GEOTECNICA

Inclinometro

Il foro di sondaggio S3 è stato attrezzato con inclinometro fino a fondo foro.

L'installazione di un tubo inclinometrico in un foro di sondaggio consente, attraverso misure ripetute nel tempo, la misura dello spostamento orizzontale lungo tutta la verticale attraverso un'apposita sonda inclinometrica che misura l'inclinazione del tubo in una determinata sezione.

La colonna inclinometrica risulta costituita da un tubo in alluminio a sezione circolare, a elevata deformabilità, di diametro nominale pari a 88.9 mm, provvisto di 4 scanalature (guide) tra loro ortogonali, con funzione di guida per la sonda di misura. I tubi, forniti in spezzoni della lunghezza di 3 m ciascuno, sono giuntati tramite appositi manicotti esterni rivettati.

Lo strumento viene messo in opera nel foro con un rivestimento provvisorio; il primo spezzone di tubo è dotato di tappo di fondo. In seguito al completamento della colonna inclinometrica si procede alla sua cementazione, a bassissima pressione, attraverso un tubo di iniezione o attraverso la valvola di fondo fino a osservare la risalita della miscela cementizia all'esterno del tubo inclinometrico. Il rabbocco della miscela, una volta estratto il rivestimento, prosegue da testa foro fino al raggiungimento di un livello costante a piano campagna.

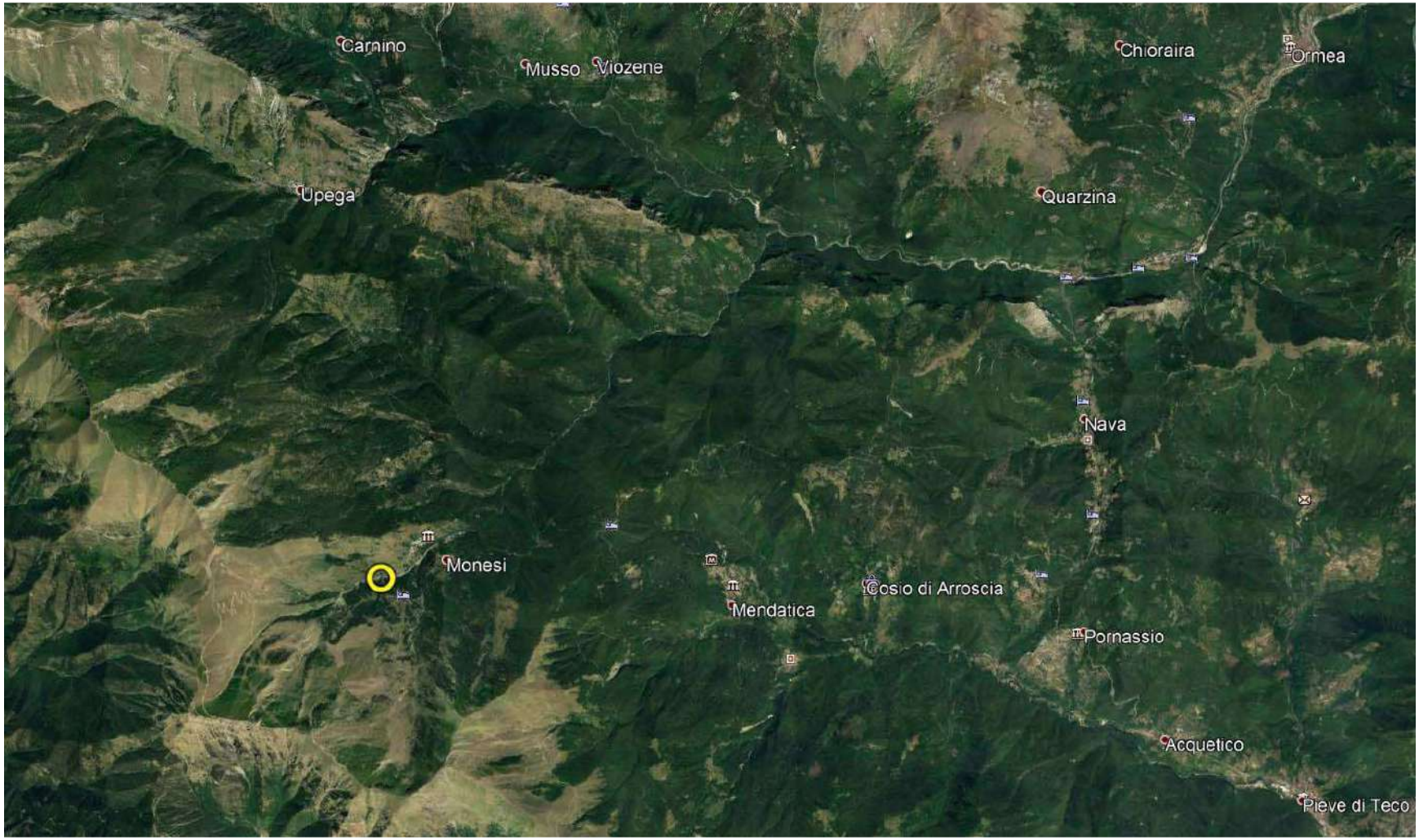
Sullo strumento, infine, è stato messo in opera un terminale di protezione costituito da un pozzetto metallico "a capitello" lucchettato (le cui chiavi sono a disposizione della Committenza).

≈

In allegato, dopo l'ubicazione dei punti di indagine, vengono forniti i certificati stratigrafici dei sondaggi geognostici, i certificati delle prove eseguite e le fotografie delle carote prelevate.

Briga Alta (CN) *- Ponte sul Rio Bavera - Fraz. Piaggia*

Corografia di inquadramento delle indagini



Briga Alta (CN) *- Ponte sul Rio Bavera - Fraz. Piaggia*

Tav. 01 - Ubicazione sondaggi



CERTIFICATI

citiemme
COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI

Decreto di autorizzazione
n. 4965 del 04/06/2010
per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

Mod. 7.5.4 rev. 00

RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE

UNI EN ISO 22475-1:2007
UNI EN ISO 14688-1:2003 e 14689-1:2004

SONDAGGIO
S1

Pagina 1 di 1

Committente Comune di Briga Alta (CN)

Cantiere Indagine geognostica propedeutica alla messa in sicurezza del p.te rio Bavera

Località Briga Alta (CN) - Ponte rio Bavera - fraz. Piaggia

Commessa n. 20013

Perforazione inizio: 27/07/2020 fine: 28/07/2020 Sonda: Comacchio MC450P

Coordinate: N= 44°4'42.10" E= 7°44'45.50" Scala 1 : 70

Accettazione n. 20013 Certificato n. 20013/01 del 06/08/2020

Lo Sperimentatore
Dr. A. Cantù

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Giorgio Sola

profondita' dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	R.Q.D. %	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
0.00	3.30	Ghiaia eterometrica angolare in matrice silto-so-debolmente sabbiosa, da addensata a molto addensata, colore grigio chiaro.		CC 131 S											
3.30	2.70	Ghiaia eterometrica subangolare in matrice limo-so-debolmente sabbiosa, molto addensata, colo-re grigio scuro.	5.50	carotaggio continuo 101 mm semplice						3.00 28-R (4cm)					
6.00	1.80	Frammenti, clasti e ciottoli marnoso-calcarei in matrice siltoso-debolmente sabbiosa, molto ad-densato, colore grigio.								6.00 21-40-R (7cm)					
7.80	1.50	Marna calcarea intensamente fratturata con clasti che presentano spesso superfici ossidate, colore grigio.					0-10								
9.30	3.00	Marna calcarea lapidea di aspetto massiccio; presenza di numarose fratture a 45° e discontinuità suborizzontali parallele alla stratificazione, spesso ossidate, sino alla quota di -10.00m; frattura verticale : 10.15-10.35; fratture a 45°: 11.65-11.70; 11.95-12.00; presenza inoltre di sporadiche venature di calcite : 10.00-10.15; 11.70-11.85; colore grigio.		carotaggio continuo 101 mm T2 diamante	127 mm	90-100 %	65								
12.30	3.40	Marna calcarea lapidea di aspetto massiccio di colore grigio con subordinati livelli pluricentimetri-ci di argillite nerastra che spesso contengono al loro interno venature di calcite; fratture a 45° : 14.30-14.35; 14.50-14.55; 14.60-14.65; pre-senza inoltre di numerose discontinuita' suborizzontali parallele alla stratificazione con spaziatura 15-20 cm per tutta la lunghezza dello strato.					60								
15.70	4.30	Marna calcarea litoide di aspetto massiccio con sporadiche venature di calcite; frattura a 45° ossidata : 16.65-16.75; frattura verticale con riempi- mento argilloso : 17.25-17.35; frattura verticale con ricristallizzazione secondaria di calcite : 19.00-19.50; frattura subverticale : 16.00-16.25,; colore grigio.					70								
20.00															

Il foro di sondaggio è stato ritombato al termine della perforazione.
Deposito cassette : cantiere

citiemme
COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI

Decreto di autorizzazione
n. 4965 del 04/06/2010
per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

Mod. 7.5.13 rev. 01

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT (UNI EN ISO 22476-3:2012)

SONDAGGIO n. S1

Committente: Comune di Briga Alta

Cantiere: Messa in sicurezza del ponte Rio Bavera

Località: Briga Alta (CN) – Ponte Rio Bavera – Fraz. Piaggia

Coordinate: N=44°04'42.10" E=7°44'45.50"

Eseguito il 27-28/07/2020

Accettazione n. 20013 - Certificato n. 20013/02 del 06/08/2020 - Commessa n. 20013

Prova n.	inizio prova prof. [m] da p.c.	N° colpi			note
		15 cm	30 cm	45 cm	
1	3.00	28	Rif.		Rifiuto dopo 4 cm di penetrazione
2	6.00	21	40	Rif.	Rifiuto dopo 7 cm di penetrazione
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

NOTE E OSSERVAZIONI:

Lo Sperimentatore
Dr. A. Cantù

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Giorgio Sola

COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI
Dr. GIORGIO SOLA
Responsabile Laboratorio
TORINO

Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

Mod. 7.5.4 rev. 00

RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE

UNI EN ISO 22475-1:2007
UNI EN ISO 14688-1:2003 e 14689-1:2004

SONDAGGIO **S2**

Pagina 1 di 1

Committente Comune di Briga Alta (CN)

Cantiere Indagine geognostica propedeutica alla messa in sicurezza del p.te rio Bavera

Località Briga Alta (CN) - Ponte rio Bavera - fraz. Piaggia

Commessa n. 20013

Perforazione inizio: 28/07/2020 fine: 29/07/2020 Sonda: Comacchio MC450P

Coordinate: N= 44°4'41.80" E= 7°44'44.20" Scala 1 : 90

Accettazione n. 20013 Certificato n. 20013/03 del 06/08/2020

Lo Sperimentatore
Dr. A. Cantù

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Giorgio Sola

profondita' dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	R.Q.D. %	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
0.00	0.50		Ghiaia eterometrica angolare con sabbia debolmente limosa, debole ossidazione, moderata- mente addensata, colore nocciola-grigiastro.		carotaggio continuo 131 mm T6 diamante						1.50 27-R (5cm)					
0.50	3.80		Ciottoli (diam max 12-15 cm) e talora blocchi con ghiaia eterometrica angolare in abbondante matrice fine sabbioso-siltosa, da addensata a molto addensata, colore grigio.								3.00 R (7cm)					
4.30	6.00		Ghiaia eterometrica prevalentemente angolare in matrice sabbioso-debolmente limosa a livelli prevalente, subordinati ciottoli, addensata, colo- re grigio-brunastro.								4.50 21-23-29 6.00 19-21-27 7.50 22-25-31 9.00 30-25-28 10.50 29-36-R (6cm) 12.00 R (2cm)					
10.30	1.40		Ghiaia eterometrica angolare con sabbia debolmente limosa, debole ossidazione, molto ad- densata, colore grigio-brunastro.	10.30	carotaggio continuo 101 mm semplice											
11.70	0.80		Marna calcarea lapidea, fratturata; frattura verti- cale parzialmente ossidata : 12.20-12.50; vena di calcite : 12.00-12.15; colore grigio.			127 mm		90-100 %								
12.50	4.80		Marna calcarea lapidea di aspetto massiccio con sporadiche venature di calcite; fratture subverticali ossidate : 12.80-13.00; 13.80-13.90; 14.00-14.10; 14.40-14.45; 15.50-15.70; 15.75-16.00; 16.30-16.40; 16.50-16.60; fratture a 45° : 12-50-12.60; 13.30-13.40; livello argillitico con vene di calcite : 14.10-14.15; colore grigio.					10-15 65								
17.30	0.40		Alternanza di livelli centimetrici di marna calca- rea di colore grigio con analoghi livelli di argillite nerastra, molto fratturato, lapideo.		carotaggio continuo 101 mm T2 diamante			0-10 70 25-30 75-80								
17.70	7.30		Marna calcarea lapidea di aspetto massiccio con subordinate venature di calcite; presenza di numerose discontinuita' suborizzontali parallele alla stratificazione, spesso ossidate, con spazia- tura 10-15 cm per tutta la lunghezza dello strato; fratture a 45° ossidate : 18.50-18.60; 19.10-19.30; 21.00-21.50; fratture a 45° : 22.60-22.70; 24.50-24.60; fratture subverticali Ossidate : 20.00-20.30; 22.90-23.00; 21.80-21.90 (no oss); colore grigio.													
25.00																

Il foro di sondaggio è stato ritombato al termine della perforazione.
Deposito cassette : cantiere

citiemme
COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI

Decreto di autorizzazione
n. 4965 del 04/06/2010
per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

Mod. 7.5.13 rev. 01

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT (UNI EN ISO 22476-3:2012)

SONDAGGIO n. S2

Committente: Comune di Briga Alta

Cantiere: Messa in sicurezza del ponte Rio Bavera

Località: Briga Alta (CN) – Ponte Rio Bavera – Fraz. Piaggia

Coordinate: N=44°04'41.80" E=7°44'44.20"

Eseguito il 28-29/07/2020

Accettazione n. 20013 - Certificato n. 20013/04 del 06/08/2020 - Commessa n. 20013

Prova n.	inizio prova prof. [m] da p.c.	N° colpi			note
		15 cm	30 cm	45 cm	
1	1.50	27	Rif.		Rifiuto dopo 5 cm di penetrazione
2	3.00	Rif.			Rifiuto dopo 7 cm di penetrazione
3	4.50	21	23	29	
4	6.00	19	21	27	
5	7.50	22	25	31	
6	9.00	30	25	28	
7	10.50	29	36	Rif.	Rifiuto dopo 6 cm di penetrazione
8	12.00	Rif.			Rifiuto dopo 2 cm di penetrazione
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

NOTE E OSSERVAZIONI:

Lo Sperimentatore
Dr. A. Cantù

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Giorgio Sola

COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI
Dr. GIORGIO SOLA
Responsabile Laboratorio
TORINO

citiemme
COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI

Decreto di autorizzazione
n. 4965 del 04/06/2010
per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

Mod. 7.5.4 rev. 00

RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE

UNI EN ISO 22475-1:2007
UNI EN ISO 14688-1:2003 e 14689-1:2004

SONDAGGIO
S3

Pagina 1 di 1

Committente Comune di Briga Alta (CN)

Cantiere Indagine geognostica propedeutica alla messa in sicurezza del p.te rio Bavera

Località Briga Alta (CN) - Ponte rio Bavera - fraz. Piaggia

Commessa n. 20013

Perforazione inizio: 29/07/2020 fine: 03/08/2020 Sonda: Comacchio MC450P

Coordinate: N= 44°4'40.73" E= 7°44'33.22" Scala 1 : 90

Accettazione n. 20013 Certificato n. 20013/05 del 06/08/2020

Lo Sperimentatore
Dr. A. Cantù

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Giorgio Sola

profondita' dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	descrizione litologica	metodo e diam. di perforazione	S.P.T.
0.00	0.70	Terreno rimaneggiato ghiaioso-limoso con ciottoli sparsi.	carotaggio continuo 131 mm T6 diamante	1.50
0.70	2.30	Ciottoli (diam max 12-15 cm) e talora blocchi in matrice sabbioso-siltosa a tratti abbondante, molto addensata, colore grigio.		30-R (4cm)
3.00	3.40	Frammenti e clasti eterometrici marnoso-calcarei, talora pluricentimetrici, in matrice limoso-sabbiosa a livelli prevalente, addensato, colore grigio-nocciola.	carotaggio continuo 101 mm semplice	3.00 17-20-22 4.50 23-26-31 6.00
6.40	1.90	Blocchi (diam max 40-50 cm) e ciottoli con subordinata frazione costituita da frammenti e clasti eterometrici marnoso-calcarei in matrice siltoso-debolmente sabbiosa, molto addensato, colore grigio.	CC 101 T2 D	27-32-39 7.50
8.30	4.30	Frammenti e clasti eterometrici marnoso-calcarei con limo debolmente sabbioso che tende a concentrarsi in livelli centimetrici, addensato, colore grigio-brunastro.	carotaggio continuo 101 mm semplice	R (4cm) 9.00 18-26-28 12.00 17-25-24 15.00 19-23-31
12.60	9.90	Frammenti e clasti eterometrici, talora ciottoli, marnoso-calcarei in matrice limoso-sabbiosa a livelli prevalente, addensato con livelli più' competenti, colore da grigio-nocciola a grigio.		18.00 36-R (3cm) 21.00 23-27-37
22.50	2.50	Marna calcarea lapidea intensamente fratturata di aspetto cataclastico, colore grigio.	CC 101 T2 D	
25.00				

falda	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	R.Q.D. %	piezometro tubo aperto	inclinometro	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
	127 mm	90-100 %		0-5	25.00					

Deposito cassette : cantiere
FALDA NON RILEVATA

citiemme COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI

Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

Mod. 7.5.13 rev. 01

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT (UNI EN ISO 22476-3:2012)

SONDAGGIO n. S3

Committente: Comune di Briga Alta

Cantiere: Messa in sicurezza del ponte Rio Bavera

Località: Briga Alta (CN) – Ponte Rio Bavera – Fraz. Piaggia

Coordinate: N=44°04'40.73" E=7°44'33.22"

Eseguito il 29/07-03/08/2020

Accettazione n. 20013 - Certificato n. 20013/06 del 06/08/2020 - Commessa n. 20013

Prova n.	inizio prova prof. [m] da p.c.	N° colpi			note
		15 cm	30 cm	45 cm	
1	1.50	30	Rif.		Rifiuto dopo 4 cm di penetrazione
2	3.00	17	20	22	
3	4.50	23	26	31	
4	6.00	27	32	39	
5	7.50	Rif.			Rifiuto dopo 4 cm di penetrazione
6	9.00	18	26	28	
7	12.00	17	25	24	
8	15.00	19	23	31	
9	18.00	36	Rif.		Rifiuto dopo 3 cm di penetrazione
10	21.00	23	27	37	
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

NOTE E OSSERVAZIONI:

Lo Sperimentatore
Dr. A. Cantù

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Giorgio Sola

COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI Dr. GIORGIO SOLA Responsabile Laboratorio TORINO

FOTOGRAFIE CASSETTE

Briga Alta (CN) *- Ponte Rio Bavera - fraz. Piaggia -* ***S1*** *(L = 20.00 m)*



Cassette 1-3 da 0.00 m a 15.00 m da p.c.

Briga Alta (CN) *- Ponte Rio Bavera - fraz. Piaggia -* ***S1*** *(L = 20.00 m)*

16 17 18 19 20



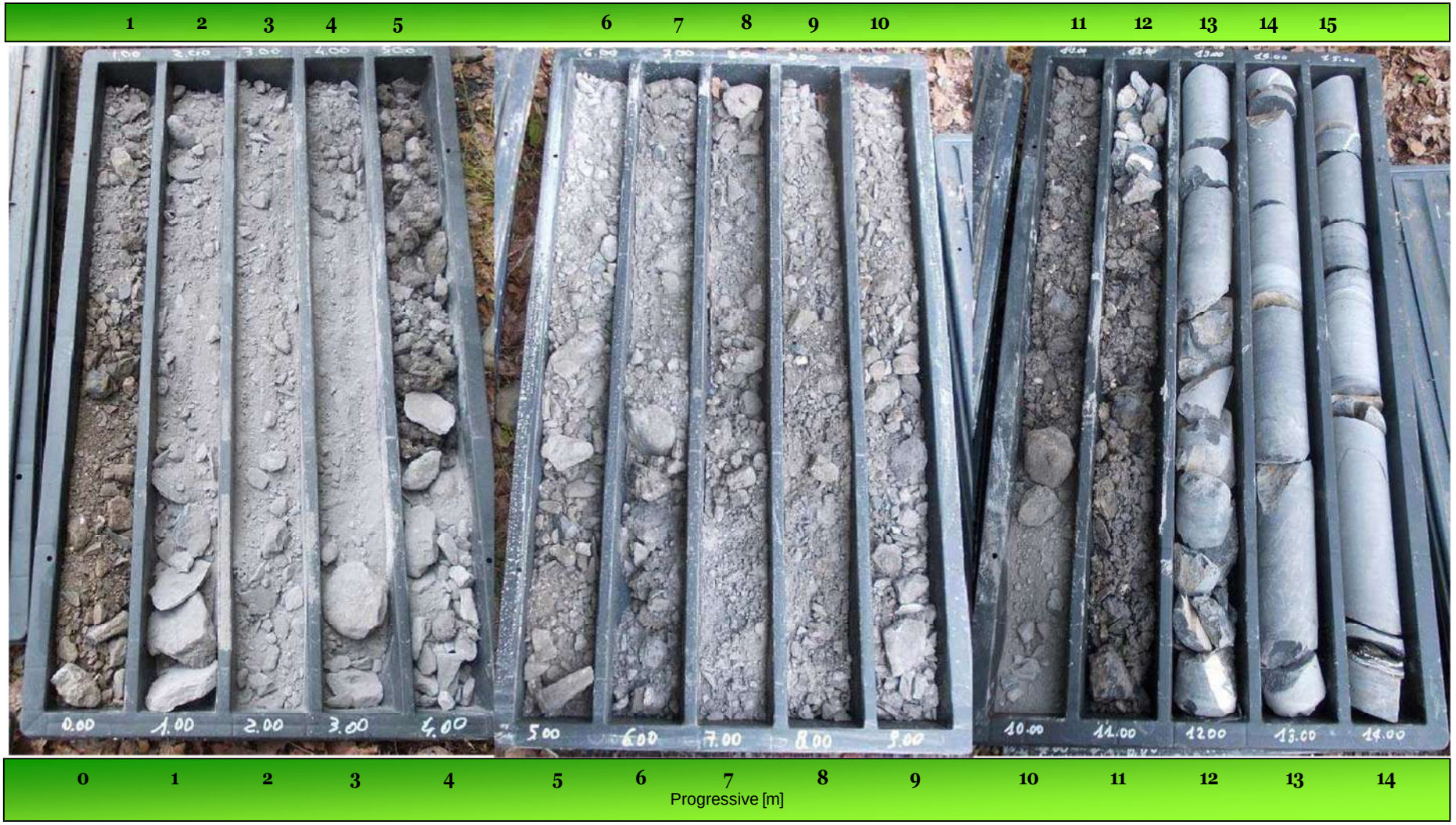
2

15 16 17 18 19

Progressive [m]

Cassetta 4 da 15.00 m a 20.00 m da p.c.

Briga Alta (CN) *- Ponte Rio Bavera - fraz. Piaggia -* ***S2*** *(L = 25.00 m)*



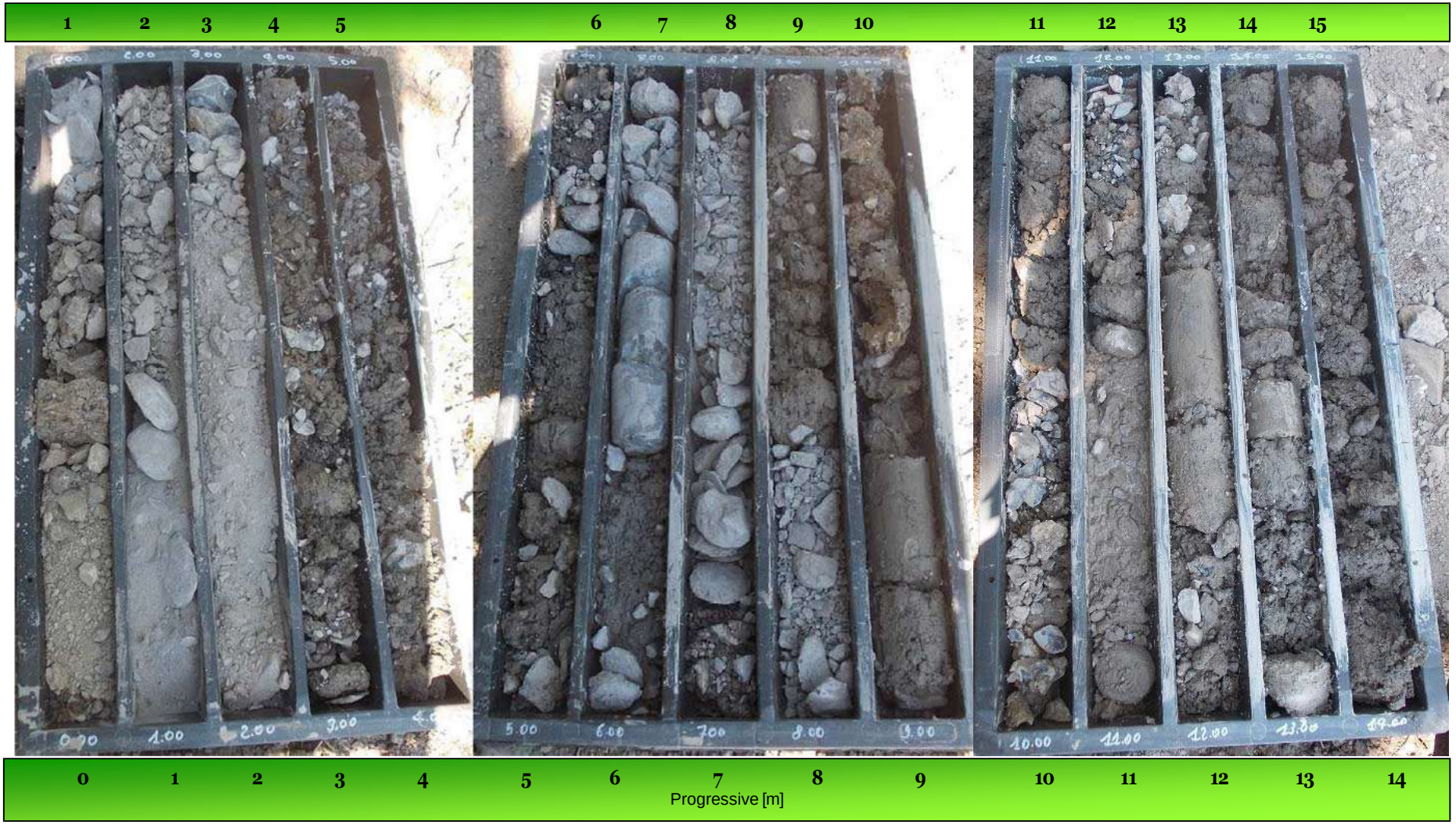
Cassette 1-3 da 0.00 m a 15.00 m da p.c.

Briga Alta (CN) *- Ponte Rio Bavera - fraz. Piaggia -* ***S2*** *(L = 25.00 m)*



Cassette 4-5 da 15.00 m a 25.00 m da p.c.

Briga Alta (CN) *- Ponte Rio Bavera - fraz. Piaggia -* ***S3*** *(L = 25.00 m)*



Cassette 1-3 da 0.00 m a 15.00 m da p.c.

Briga Alta (CN) *- Ponte Rio Bavera - fraz. Piaggia -* ***S3*** *(L = 25.00 m)*



Cassette 4-5 da 15.00 m a 25.00 m da p.c.