

Paolo Millemaci Geologo



REGIONE PIEMONTE
COMUNE DI BEE
(Provincia V.C.O.)

CUNETTA STRADALE
Delibera C.C.n.37 del 06/10/2015
All.1:ottemperanza alle prescrizioni.
Cunetta alla “francese” in cls

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA
Ai sensi del D.M. 14.01.2008 e NTA del PRGC del
Comune di Bee

1.13.1.6.

Committente:
“FONDAZIONE LAMA GANGCHEN PER UNA CULTURA DI PACE”
Via Marco Polo, 13 Milano“
Cod. Fiscale 97363850153P. I.V.A. 05429360968



NGALSO
Western Buddhism

Cannobio 22.05.2017

Paolo Millemaci Geologo Via Santa Marta n.1 - 28822 Cannobio (VB)

Tel. 032370190 Cell. 3286033871

C.F. MLL PLA 62A01B 615W

P.I. 02421320033

1 – PREMESSA	2
2 - INQUADRAMENTO GENERALE	2
3.- VINCOLI DELL’AREA E SUA DESTINAZIONE D’USO	2
3.1 - Rif. PRGC del Comune di Bee, Art. 4.13.7 - Classe II	2
4 – DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	3
4.1 Situazione esistente	3
4.2 Opere in progetto (vedi anche documentazione progettuale)	3
4.2.1 Strade ecologiche in terra battuta.	3
4.2.2 Cunetta stradale alla francese	4
4.2.3 Pozzetti	4
5 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO	4
6 - INDAGINI DI CAMPAGNA	5
6.1- Rilievo geomorfologico (All.to n.5)	5
6.2 – Descrizione dell’ammasso roccioso	6
6.3 – Normativa sismica	6
6.4 - Caratteristiche geotecniche dei terreni	10
6.5 Permeabilità dei terreni di copertura	12
6.6 - Acque superficiali	12
6.7 - Acque sotterranee	12
7 - CONCLUSIONI	12
8 - PROPOSTE D’INTERVENTO	13
8.1 Terreni di appoggio delle opere in progetto e loro caratteristiche geotecniche	13
8.2 Formazione di un’adeguata pavimentazione stradale	14
8.3 Realizzazione di opere drenanti opportunamente dimensionate	14
8.4 Manutenzione delle opere	14
8.5 Terre e rocce da scavo	15
9 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	16
10 - ALLEGATI	17
11 - BIBLIOGRAFIA	18

1 – PREMESSA

Su incarico della “FONDAZIONE LAMA GANGCHEN PER UNA CULTURA DI PACE” Via Marco Polo, 13 Milano“ Cod. Fiscale 97363850153P. I.V.A. 05429360968, in qualità di proprietaria di numerosi mappali appartenenti al Foglio. n. 5 dell’NCT del Comune di Bee (VB) (All. n.1-2) ho eseguito la seguente relazione geologica e geotecnica a supporto del progetto riguardante la realizzazione di una: **“CUNETTA STRADALE, Delibera C.C.n.37 del 06/10/2015 All.1: ottemperanza alle prescrizioni. Cunetta alla “francese” in cls”**

La relazione caratterizza gli aspetti geologici, geomorfologici e geotecnici allo scopo di identificare gli accorgimenti e gli interventi da eseguire per rendere funzionale e stabile l’opera e le parti che la compongono.

2 - INQUADRAMENTO GENERALE

L’opera in progetto sarà realizzata lungo la strada sterrata che si sviluppa dagli attuali parcheggi, situati all’ingresso della proprietà della Fondazione fino al Tempio (Borobudur) posto all’estremità est della proprietà stessa.

L’intero tracciato esistente è impostato sul terrazzo di origine glaciale a bassa media inclinazione, che si estende, in direzione sud, est e ovest, a valle di Albagnano. Il terrazzo glaciale/fluvioglaciale è stato modellato dall’uomo ed è caratterizzato da numerosi terrazzi antropici circa orizzontali sostenuti da muri in pietra a secco. Il tracciato stradale si sviluppa in buona parte longitudinalmente ai terrazzi.

L’area indagata riguarda una superficie di circa 8.000 mq, formata completamente da pendio terrazzato (All. n. 1-2-4).

3.- VINCOLI DELL’AREA E SUA DESTINAZIONE D’USO

Il Piano Regolatore Generale del Comune di Bee indica l’area in oggetto come: *“Ambito di interesse culturale e sociale e religioso con attività compatibili per disabili quali laboratori artigianali e/o trasformazione prodotti agricoli o con attività plurime di ordine sociale, religioso o culturale di carattere privato – SUE FONDAZIONE LAMA GANGCHEN (3.8ter NTA)”*. L’intera area oggetto dell’intervento ricade nella Classe IIa di pericolosità geomorfologica e di idoneità all’utilizzazione urbanistica (All.n.4) e - “Zona 4” ai sensi dell’ordinanza 3274 del P.C.M. 20 Marzo 2003 sulle zone sismiche.

3.1 - Rif. PRGC del Comune di Bee, Art. 4.13.7 - Classe II

Ai sensi della circolare P.G.R. n. 7 LAP la Classe II riguarda (All.n.4): *«Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l’adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di Norme di attuazione ispirate al D.M. 11-marzo-1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell’ambito del singolo lotto. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionare la propensione all’edificabilità»*.

In tutte le zone del territorio comunale soggette a Classe 2 ogni nuova opera sarà preceduta da approfondite verifiche locali di carattere geologico e geotecnico secondo quanto previsto all'Art. 2 delle presenti norme e in coerenza con i D.M. 11-03-1988 e 14-01-2008, non che, ove presente il vincolo idrogeologico ai sensi R.D. n.3267/23, con i disposti della L.R. n.45/89.

In particolare l'area ricade nella sottoclasse IIa di pericolosità identificata come di seguito: «*Versanti non boscati, parzialmente boscati o interessati da vegetazione d'invasione non determinante ai fini della stabilità caratterizzati da acclività bassa o media con presenza sia di terreni di origine glaciale anche di significativo spessore sia di substrato roccioso subaffiorante, generalmente terrazzate e con limitati fenomeni di ristagno o di ruscellamento.*»

In tale sottoclasse le relazioni geologiche e geotecniche dovranno esaminare prioritariamente le condizioni di stabilità naturale del pendio e quelle determinate dall'intervento, con particolare riferimento alla stabilità dei fronti di scavo, dei riporti, delle opere di sostegno, ecc., soprattutto in relazione alla eventuale presenza di fenomeni di ruscellamento concentrato, di circolazione di acque sotterranee, di terreni geotecnicamente mediocri e di eventuali zone con substrato avente mediocri caratteristiche geomeccaniche.

4 – DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

4.1 Situazione esistente

Attualmente la strada presenta un fondo in terra battuta fortemente degradato, l'usura è stata causata soprattutto dalle acque meteoriche di superficie.

Il fondo attuale permette lo scorrimento delle acque meteoriche lungo il piano strada in maniera disomogenea e ramificata piuttosto che in maniera uniforme così da essere raccolta dalla cunetta presente a monte. Tale situazione ha comportato un dilavamento continuo del piano strada con conseguente presenza di solchi e linee di erosione in superficie. La cunetta di monte è semplicemente sagomato nel terreno, è soggetto anch'esso a erosione, di tipo lineare.

4.2 Opere in progetto (vedi anche documentazione progettuale)

Gli interventi previsti da progetto riguardano il fondo stradale, la posa di pozzetti, di cunette triangolari alla Francese e del canale di raccolta delle acque o fosso di guardia:

4.2.1 Strade ecologiche in terra battuta.

Si tratta di strade in terra stabilizzata, sono confezionate mediante la miscelazione del terreno in sito o inerte di cava terroso, con leganti inorganici, composti stabilizzanti ecocompatibili e acqua e successiva posa in opera con compattazione. Sono esenti da calcestruzzo, asfalto e bitume, consentendo il superamento di molti dei limiti funzionali delle usuali strade in terra battuta, come ad esempio l'impatto ambientale assente o trascurabile.

La pendenza avrà orientamento verso monte in modo da scaricare le acque di superficie nella nuova cunetta-fosso. Sul profilo a valle, verranno posati dei cordoli limitatori in legno di castagno scortecciato, al fine di contenere il nuovo strato di superficie.

4.2.2 Cunetta stradale alla francese

Lungo tutto il tratto, in prossimità dell'edificio circolare denominato "Borobudur", in considerazione della necessità di regimare le acque di superficie raccogliendole verso monte, verrà posata una cunetta stradale alla francese del tipo prefabbricato e costruita in unico getto con calcestruzzo confezionato con cemento tipo II/A-LL 42,5R, con classe di resistenza C28/35 e classi di esposizione XC2 (resistenza alla corrosione da carbonatazione), XF2 (resistenza all'attacco gelo/disgelo). Gli elementi sono prodotti da azienda in possesso di Sistema di Qualità UNI EN ISO 9001:2008 certificato da ICMQ.



CUNETTA ALLA FRANCESE
Esempio di realizzazione



4.2.3 Pozzetti

In prossimità dell'intersezione con la rampa di accesso all'edificio del Centro e con la strada pedonale verso Via Campo dell'Eva, si realizzeranno dei pozzetti di caduta per perdita di velocità del flusso. La scelta dell'ubicazione di tali pozzetti è dovuta, oltre che al cambio di pendenza, alla presenza di condotte di acque superficiali provenienti dall'edificio del Centro. Saranno costruiti in cls gettato in opera e aventi griglia metallica a livello superiore (filo strada), sollevabile per periodica pulizia del fondo.

5 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

Per l'inquadramento geologico generale è stata visionata la carta Geologica della Zona di Verbania, Boriani et. Al... 1977 alla scala 1.50.000 (All. n.3), non che da quanto riportato nella documentazione di carattere geologico nel PRGC del Comune di Bee.

Le rocce presenti appartengono al basamento cristallino sudalpino delle Alpi Occidentali, noto in letteratura come Massiccio dei Laghi (Novarese, 1929).

In particolare nell'intorno dell'area in esame affiorano i "Micascisti e paragneiss a due miche" e gli "Ortogneiss a orneblenda", litotipi appartenenti all'unità denominata Serie dei Laghi, Zona Scisti dei Laghi (da "Metamorphism, tectonic evolution and tentative stratigraphy of the "Serie dei Laghi" - Geological map of the Verbania area (Northern Italy)" Boriani et. al., 1977; All. n.3).

L'intera area interessata dal tracciato stradale fa parte di un più ampio terrazzo di origine glaciale, completamente privo di affioramenti rocciosi. La roccia è presente a profondità variabile da qualche metro a diversi metri e ricoperta da terreno di origine glaciale-fluvioglaciale. L'ampio terrazzo glaciale è caratterizzato da inclinazione bassa, medio bassa ed interessato dalla presenza di numerosi terrazzi di origine antropica sostenuti da muri in pietra a secco.

6 - INDAGINI DI CAMPAGNA

E' stata indagata una superficie di circa 8.000 mq; essa si estende a ovest fino alla zona d'ingresso della proprietà, a valle dei parcheggi, là dove le acque raccolte attraversano la strada e scendono lungo il pendio che ricade nel comune di Arizzano (progetto a parte). In direzione est, l'area oggetto d'indagine si sviluppa fino in prossimità del Tempio (Borobudur) (All.n.4; Doc. foto).

6.1- Rilievo geomorfologico (All.to n.5)

L'area è rappresentata da un ampio terrazzo di origine glaciale-fluvioglaciale delle dimensioni di oltre 10 ettari, essa è posizionata lungo il versante esposto a sud del Sasso Corbe e compresa tra le quote di 650 e 580 m slm (All.n.1).

L'area è rappresentata da pendio avente mediamente un'inclinazione bassa-medio bassa, il valore delle inclinazioni è compreso tra 3° e 10°. Il pendio è terrazzato ed i ripiani hanno un'inclinazione variabile da 2° a 5° (All.to n.5; Doc Foto). L'intero deposito morenico-fluvioglaciale è stato oggetto, nei decenni e secoli scorsi, d'intervento umano che ha trasformato buona parte del pendio naturale in terrazzi circa orizzontali adatti alla coltivazione ed al pascolo. Pertanto l'attuale conformazione è a terrazzi, in parte sostenuti da muri in pietra a secco ed in parte delimitati da scarpate naturali inerbite. L'area dal punto di vista idrogeologico è stabile.

La strada esistente è sterrata e, per quanto in buone condizioni statiche ed oggetto di periodica manutenzione, manca di un sistema di drenaggio delle acque superficiali opportunamente dimensionato e di un piano strada regolato nelle pendenze a dotato di un fondo idoneo il terra battuta. La strada si sviluppa longitudinalmente al terrazzo morenico/fluvioglaciale per una lunghezza di circa 220 metri (All.n.5). Le pendenze del tracciato sono basse, da un minimo del 3% fino ad un massimo del 10%. Sviluppandosi lungo l'ampio terrazzo avente anch'esso pendenze piuttosto basse, la realizzazione della strada non ha comportato un movimento terra significativo e la realizzazione di opere di una certa entità. Di fatto essa è dotata di una cunetta laterale ricavata nel terreno e di piccole opere di regimazione, tubi e pozzetti aperti (Foto n. 2-7) e, solamente nel tratto iniziale, all'ingresso della proprietà, la presenza, per un tratto di circa 10 metri, di un muro di sostegno, a valle, alto non più di 1,50 metri.

Le condizioni statiche generali della strada sono buone, non sono presenti cedimenti, frane o erosioni superficiali sia a monte sia a valle dell'opera, solamente il piano strada presenta dei piccoli solchi di erosione dovuti alla concentrazione e allo scorrimento delle acque meteoriche (Foto n.5). Il sistema di drenaggio ed allontanamento delle acque è formato da un solco nel terreno che si sviluppa a monte della strada e parallelamente ad essa (Foto n.2-4-5-6-8-9)). Il solco presenta

lungo alcuni tratti erosione del fondo e laterali, inoltre alternati ai tratti in erosione vi sono tratti con evidenti accumuli di sedimento che restringono la sezione di deflusso delle acque (Foto n. 4-5-9).

Terreni glaciali e fluvioglaciali

Una sezione nel terreno presente poco distante dalla strada (Foto n.10) evidenzia le caratteristiche tecniche del terreno fluvioglaciale che caratterizza l'area. In particolare, a partire dalla superficie topografica, la presenza di un orizzonte di suolo dello spessore medio di 40-50 cm, da qui la presenza fino alla profondità media di diversi metri di terreno è formato da "ciottoli e blocchi immersi in matrice sabbioso ghiaiosa limosa. Il contenuto di limo diminuisce con la profondità e aumenta la percentuale della componente ghiaiosa. Alcuni blocchi raggiungono dimensioni pluridecimetriche. I singoli componenti litici hanno forme perlopiù discoidali e sferoidali, alcuni con gli spigoli ben arrotondati a testimonianza dell'avvenuto trasporto in acqua, per una parte del terreno. Si tratta di terreno fluvioglaciale da mediamente consistente a consistente con l'aumento della profondità, oltre 1,5 metri si scava con difficoltà. Il terreno può essere identificato come appartenente al Gruppo A1-A1-b delle Norme CNR-UNI 10006, esso ha caratteristiche geotecniche buone ed una permeabilità variabile da medio bassa a media.

Terreni eluvio-colluviali

Rappresentano lo strato di suolo agrario compreso tra la superficie topografica e d una profondità che può giungere fino a 1 o 2 metri.

Si tratta di terreno formato da limo e limo argilloso con ciottoli e sabbia fine (Suolo agrario) in parte rimaneggiato, esso può essere identificato come appartenente al Gruppo A4-A5 delle Norme CNR-UNI 10006; ha caratteristiche geotecniche scadenti ed una permeabilità da bassa a molto bassa. Questo terreno non può essere utilizzato per l'appoggio delle opere in progetto come pozzetti, cunette e tombini, il suo impiego è solamente di copertura a supporto della vegetazione. Pertanto va asportato prima di realizzare le opere previste.

6.2 – Descrizione dell'ammasso roccioso

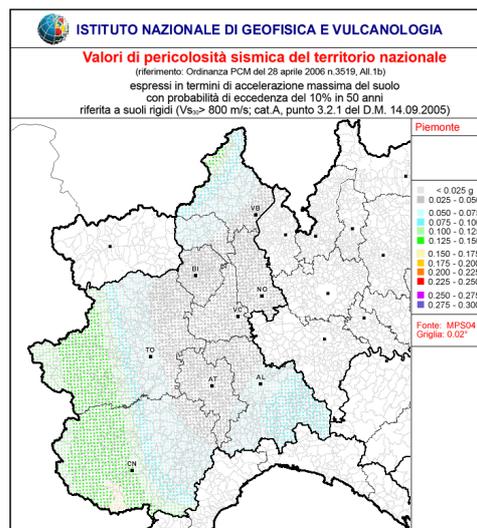
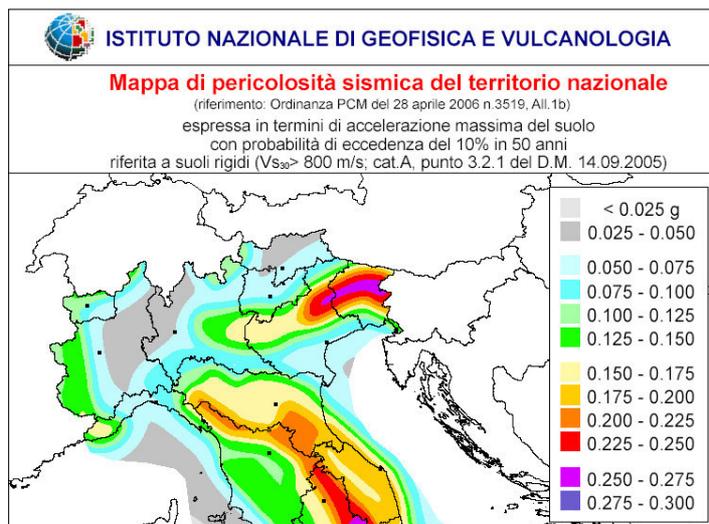
Nell'area studiata la roccia non affiora, essa è ricoperta da terreni di origine glaciale e fluvioglaciale. L'ammasso roccioso in affioramento è presente a monte della frazione di Albagnano, lungo alcuni tratti dei corsi d'acqua presenti lungo il versante come ad esempio il Rio dei Mulini.

Secondo le indagini di carattere sismico eseguite, la roccia è presenta ad una profondità variabile da 5 a 12 metri (Riferimento all'area indagata); pertanto le opere in progetto non incideranno sul substrato lapideo, qualora nella fase di scavo si dovesse intersecare l'ammasso roccioso si dovrà procedere alla sua identificazione e alla definizione delle sue qualità geomeccaniche.

6.3 – Normativa sismica

Allo scopo di procedere al dimensionamento delle opere di progetto e in ottemperanza a quanto previsto dal D.M. del 14.01.2008 sono stati calcolati i parametri sismici per l'area in oggetto. L'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 "*Primi elementi in materia di criteri*

generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” ha approvato:



- 1 - i criteri per l'individuazione delle zone sismiche;
- 2 - le norme tecniche per gli edifici;
- 3 - le norme tecniche per i ponti;
- 4 - le norme tecniche per le opere di fondazione.

Con l'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" sono stati approvati i criteri generali e pubblicata la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale riportata in figura. La mappa riportata rappresenta graficamente la pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi (*Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* categoria A di cui al punto 3.2.1 del D.M. 14/09/05) caratterizzati da una velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio $V_{s30} > 800$ m/s. Tale mappatura e i rispettivi valori di accelerazione massima si traducono in zone sismiche così suddivise:

ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI A 10% IN 50 ANNI (m/s)
1	$0,25 < a_g < 0,35g$
2	$0,15 < a_g < 0,25g$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$
4	$\leq 0,05g$

Il territorio del Comune di Bee rientra completamente in zona 4. Per la Regione Piemonte ai sensi della Circolare del P.R.G. 27/04/2004 nr. 1/DOP punto 5: "La zona 4 è considerata a bassa sismicità e per essa non viene introdotto l'obbligo della progettazione antisismica, tranne che per alcune tipologie di edifici e costruzioni di nuova edificazione, come individuati dall'allegato B della D.G.R. n 64-11402 del 23/12/2003 e, per gli edifici di competenza statale, dalla normativa nazionale."

La principale novità introdotta dalla nuova normativa nella valutazione della pericolosità sismica riguarda il concetto di amplificazione locale del fenomeno (effetti di sito), cioè dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie che dipendono, in sostanza, dalla diversa rigidità del sottosuolo in funzione delle proprietà dei terreni, e nel caso di pendii, dalla pendenza (amplificazione topografica) la cui valutazione è possibile attraverso studi di risposta sismica locale.

Ai fini dell'individuazione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale; il moto generato da un terremoto in un sito dipende anche dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche locali e dalle qualità meccaniche di terreni e substrato roccioso che lo costituiscono.

Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce (amplificazione), a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello del sito di riferimento. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento riportate nella tabella seguente e tratte dal D.M. 14-01-2008:

Categoria	Descrizione del profilo stratigrafico	Parametri		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (colpi/30 cm)	c_u (kPa)
A	formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di $v_{s,30}$ superiori a 800 m/s comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m	> 800	-	-
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessori di diverse decine di metri caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $v_{s,30}$ compresi tra 360 e 800 m/s ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT}>50$ e $c_u>250$ kPa	360 - 800	> 50	> 250
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di $v_{s,30}$ compresi tra 180 e 360 m/s ($15<N_{SPT}<50$ e $70<c_u<250$ kPa)	180 - 360	15 - 50	70 - 250
D	Depositi di terreni granulari sciolti a poco addensati oppure da coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori $v_{s,30}<180$ m/s ($N_{SPT}<15$, $c_u<70$ kPa)	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di $v_{s,30}$ simili a quelli dei tipi C o D e spessore tra 5 e 20 m giacenti su un substrato di materiale più rigido con $v_{s,30}>800$ m/s			
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI>40$) e contenuto d'acqua caratterizzati da $v_{s,30}<100$ m/s e $10<c_u<20$ kPa	< 100	-	10 - 20
S2	Depositi di terreno soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti			

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale connessa ad essa. Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione $a_{max} = S_s \cdot a_g$ dove S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Circa l'effetto dovuto alla topografia, il D.M., per configurazioni topografiche superficiali semplici adotta la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

La categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche incidono sullo spettro elastico di risposta; in particolare l'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente $S = S_S \cdot S_T$ che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafica (S_S) e topografica (S_T) (S_S in pratica amplifica l'accelerazione di picco degli strati profondi a seconda del tipo di sottosuolo, in modo da ottenere l'accelerazione del terreno superficiale $a_{max} = S_S \cdot a_g$).

Per le componenti orizzontali dell'azione sismica, il periodo T_C di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, è funzione invece del coefficiente C_C dipendente anch'esso dalla categoria di sottosuolo.

Nella tabella successiva vengono riportate le espressioni fornite dal D.M. 14-01-2008 circa i parametri S_S e C_C .

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 F_0 a_g / g \leq 1.20$	$1.10 (T^*_C)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 F_0 a_g / g \leq 1.50$	$1.05 (T^*_C)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 F_0 a_g / g \leq 1.80$	$1.25 (T^*_C)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 F_0 a_g / g \leq 1.60$	$1.15 (T^*_C)^{-0.40}$

Circa le condizioni topografiche il D.M. 14-01-08 propone l'utilizzo dei valori del coefficiente topografico S_T riportati nella tabella successiva, in funzione delle categorie topografiche definite in precedenza e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	--	1.0
T2	<i>In corrispondenza della sommità del pendio</i>	1.2
T3	<i>In corrispondenza della cresta del rilievo</i>	1.2
T4	<i>In corrispondenza della cresta del rilievo</i>	1.4

Ricavata la categoria di sottosuolo per la determinazione dell'azione sismica sul sito oggetto di trasformazione è possibile utilizzare il software denominato "Spettri NTC" messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che definisce gli spettri di risposta a partire dalle coordinate geografiche e dal calcolo dei relativi valori dei parametri a_g , F_0 , T^*_C per differenti valori del tempo di ritorno T_R .

Nel caso specifico, le coordinate UTM WGS84 dell'area di previsto intervento, con riferimento al settore mediano della condotta, sono le seguenti:

Latitudine	Longitudine
45.967410	8.584580

Per tali coordinate, nell'ipotesi di una costruzione con vita nominale $V_N = 50$ anni e coefficiente d'uso $C_U = 1$ (Classe d'uso II), da cui si ricava un periodo di riferimento $V_R = 50$ anni, vengono forniti i seguenti valori dei parametri a_g , F_0 , T^*_C per vari periodi di ritorno e per i diversi tipi di verifiche allo stato limite previsti dal D.M. 14-01-2008:

Stato Limite	T_R (anni)	a_g (g)	F_o (-)	T^*c (s)
SLO	30	0,016	2,547	0,154
SLD	50	0,020	2,552	0,172
SLV	475	0,045	2,645	0,282
SLC	975	0,054	2,727	0,303

Tali valori, a seconda del tipo di stato limite considerato, sono alla base delle espressioni utili alla ricostruzione dello spettro elastico in accelerazione delle componenti orizzontali (in particolare dei periodi T_B , T_C e T_D) secondo le relazioni riportate in precedenza, nelle quali si evidenzia la dipendenza dal coefficiente S , a sua volta funzione della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche. (Vedi Relazione Sismica allegata).

6.4 - Caratteristiche geotecniche dei terreni

I parametri geotecnici di seguito riportati, sono stati determinati in base ad una analisi bibliografica fornita dalla letteratura specifica in materia, adattata e correlata con le osservazioni e direttamente eseguite durante il rilievo di dettaglio sul terreno.

Dal punto di vista strettamente geologico, la zona è caratterizzata da depositi fluvioglaciali che contraddistinguono l'areale circostante i terreni di progetto.

I depositi fluvioglaciali sono prodotti dall'azione di erosione, trasporto e deposito da parte delle acque correnti superficiali di rocce o terreni originariamente di origine glaciale o fluviale.

Tali terreni sono in genere costituiti da materiale detritico anche grossolano, molto eterogeneo per litologia, dimensioni e forma: blocchi e ciottoli immersi in una matrice sabbiosa e sabbioso ghiaiosa, risultano da debolmente addensati ad addensati alle profondità maggiori; tutti gli elementi che compongono le granulometrie maggiori hanno forme sferoidali e discoidali aventi gli spigoli sempre ben arrotondati.

All'interno dei depositi possono essere localmente presenti livelli o lenti di sabbie fini più sciolte o di ghiaia. Viste le condizioni geologiche a contorno dell'area, lo spessore di questi depositi può essere considerato di qualche metro.

Nella parte sommitale tutti questi depositi e terreni di copertura sono interessati da un'alterazione pedogenetica con formazione di minerali argillosi passanti, in superficie, ad una coltre detritico-eluviale (terra nera), ad elevato contenuto organico, avente spessore mediamente contenuto (qualche decimetro). Questi terreni hanno caratteristiche geotecniche scadenti.

Sulla base delle osservazioni e delle esperienze fatte in situazioni analoghe, i parametri geotecnici di terreni come quelli in questione, che possono essere assunti indicativamente in fase preventiva e da verificarsi in fase esecutiva, sono i seguenti:

	Depositi alluvionali s.s.
Peso di volume secco (t/m^3)	1.9÷2.1
Porosità (%)	30÷35
Coesione (kg/cm^2)	0.0÷0.1
Angolo di attrito Interno	35°÷40°

Eventuali porzioni alterate e/o rimaneggiate di tali terreni, comprendenti anche il livello detritico-eluviale più superficiale, avendo proprietà geotecniche mediamente insufficienti, andranno asportati prima di realizzare gli interventi in progetto.

Tuttavia per la definizione del modello geotecnico del terreno, viste le caratteristiche dei terreni rinvenuti in occasione dei sopralluoghi, della loro natura e dell'assenza, almeno per le zone indagate, di materiali che presentano scadenti caratteristiche geotecniche, i parametri che si possono assumere sono i seguenti:

Angolo di attrito interno: $\varphi = 35^\circ$

Coesione: $C_u = 0.0 \text{ kg/cm}^2$

Porosità: $n = 30\%$

Peso specifico dei granuli: $\gamma_g = 2.65 \text{ t/m}^3$

Peso di volume del terreno asciutto: $\gamma_d = 2.00 \text{ t/m}^3$

Peso di volume del terreno saturo: $\gamma_s = 2.15 \text{ t/m}^3$

Peso di volume del terreno immerso: $\gamma_i = 1.15 \text{ t/m}^3$

Al fine di procedere con la definizione del modello geotecnico del terreno si propone la seguente determinazione dei parametri caratteristici del terreno. Si propone di procedere alla determinazione dei valori caratteristici con le seguenti relazioni:

$$\varphi'k = \varphi'm (1 + X \cdot V\varphi') \text{ e } C'k = C'm (1 + X \cdot Vc')$$

Dove: $\varphi'k$ = *valore caratteristico dell'angolo d'attrito interno*

$\varphi'm$ = *valore medio dell'angolo d'attrito interno*

$V\varphi'$ = *Coefficiente di variazione (COV) di φ' adottato pari a 0,07 (Harr 1987)*

$C'k$ = *valore caratteristico della coesione*

$C'm$ = *valore medio della coesione*

Vc' = *Coefficiente di variazione (COV) di c' adottato pari a 0,4 (Harr 1987)*

X = *parametro dipendente dalla legge di distribuzione della legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottate.*

La normativa vigente, in particolare l'eurocodice 7, fissa per una probabilità di non superamento del 5% per una distribuzione di tipo gaussiano, che ben rappresenta i parametri di coesione e di resistenza al taglio, un valore di -1,645.

Pertanto, considerando il valore di resistenza al taglio e di coesione medi proposti i valori caratteristici risultano essere i seguenti:

- $\varphi'k = \varphi'm (1 + X \cdot V\varphi') = 35 (1 + (-1,645 \cdot 0.07)) = 30,96^\circ$
- $C'k = C'm (1 + X \cdot Vc') = 10 (1 + (-1,645 \cdot 0,4)) = 3,4 \text{ kPa}$

Dovendo quindi fornire una caratterizzazione univoca per la definizione dei parametri dei terreni presenti in sito, nonostante in questa tipologia di deposito si osservi un'elevata eterogeneità granulometrica, vista la predominanza di terreni ciottoloso-ghiaioso-sabbioso per le verifiche geotecniche e per il predimensionamento delle strutture in progetto verrà utilizzato il seguente modello geotecnico di progetto:

φ'	c'	n	γ	γ_a	γ_s	γ_i
30	3,4	30	26.5	20.0	21.5	11.5

Dove: φ' : *angolo di resistenza al taglio efficace ($^\circ$)*

c' : *coesione efficace (kPa)*

n : *porosità (%)*

γ : *massa volumica (kN/m³)*

γ_a : peso di volume del terreno asciutto (kN/m³)

γ_s : peso di volume del terreno saturo (kN/m³)

γ_i : peso di volume del terreno immerso (kN/m³)

Trattandosi di terreni sciolti, ghiaie e sabbie, cautelativamente il valore della coesione efficace è da considerarsi uguale a 0,00 kPa.

6.5 Permeabilità dei terreni di copertura

I depositi fluvioglaciali hanno una permeabilità variabile da media ad alta con valori di K compresi tra 10⁻⁴ e 10⁻² cm/sec, mentre quelli eluvio-colluviali hanno una permeabilità generalmente bassa (10⁻⁴ – 10⁻⁵ cm/sec).

6.6 - Acque superficiali

L'area non è interessata dalla presenza di corsi d'acqua temporanei o perenni (All.n. 1-2-5).

Vi è la presenza di acqua di falda intercettata a seguito dello scavo per la realizzazione dell'edificio circolare (Tempio Borobudur). L'acqua che fuoriesce in superficie è di scarsa entità e viene drenata da un solco eseguito nel terreno. Il tracciato del solco si sviluppa a valle dell'edificio fino ad un piccolo specchio d'acqua e, da qui verrà in futuro fatta defluire in un altro specchio d'acqua da realizzare in aderenza ad un tratto della strada in oggetto ed in prossimità della cunetta in progetto (All.n.5).

All'interno dell'area le acque meteoriche vengono assorbite dal terreno, oppure drenate dalla canaletta esistente che sarà migliorata nelle sue caratteristiche, capacità drenante e qualità dei materiali impiegati per la realizzazione dell'opera, dando un significativo miglioramento all'intero sistema di drenaggio delle acque meteoriche relativamente alla strada.

6.7 - Acque sotterranee

Relativamente a progetti precedenti a quello in oggetto sono stati eseguiti dei sondaggi nel sottosuolo che hanno evidenziato la presenza di acqua di falda a qualche metro di profondità. Tale situazione, anche se verificata nell'area in oggetto non ha alcun interferenza con la superficie e con le opere previste dal progetto. In ogni caso si tratta di opere di drenaggio delle acque, quindi in grado di allontanare anche quelle di risorgiva.

7 - CONCLUSIONI

A conclusione di quanto scritto in precedenza si riportano di seguito una serie di considerazioni:

Caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area

L'area sulla quale verranno eseguiti gli interventi e per un loro intorno significativo sono rappresentate da un ampio terrazzo di origine glaciale-fluvioglaciale, modellato

in superficie da numerosi terrazzi di origine antropica, separati per lo più da muri in pietra a secco ed in misura minore da scarpate naturali. L'inclinazione media dell'ampio terrazzo è di 15°-20°. Le caratteristiche morfologiche e l'assenza di corsi d'acqua che attraversano l'intero terrazzo di origine glaciale-fluvioglaciale lo rendono stabile, privo di dissesti e di forme di erosione superficiale; pertanto il rischio di instabilità del pendio e di quello relativo alla dinamica torrentizia sono pressoché irrilevanti.

Caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dall'opera

Per quanto concerne le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti ed identificati dalle indagini eseguite, vi è la presenza, a partire dalla quota del piano campagna, di due orizzonti:

-il primo si spinge fino ad una profondità media di 50 cm ed è formato da terreno eluvio colluviale (suolo nella sua parte superficiale) avente scarse-pessime qualità geotecniche, tale terreno dovrà essere completamente asportato dalle superfici che rappresentano la base di appoggio delle opere previste da progetto;

Il secondo orizzonte, che con tutta probabilità giunge fino al bed rock, è rappresentato da terreno di origine fluvioglaciale formato da ciottoli e blocchi immersi in abbondante matrice sabbioso ghiaiosa, il terreno si presenta di colore grigio e in alcune porzioni evidenzia una quasi totale mancanza di frazione fine limosa. Esso ha caratteristiche geotecniche buone-ottime e rappresenta la giusta base d'appoggio delle opere previste e della pavimentazione stradale.

Opere esistenti per il drenaggio delle acque superficiali

Come scritto in precedenza le opere esistenti per il drenaggio delle acque superficiali del tratto di strada sono relative ad una cunetta longitudinale scavata e sagomata nel terreno, essa è soggetta a tratti in cui vi è accumulo di sedimento e tratti in cui è più preponderante l'erosione, non mantiene quindi una sezione costante di deflusso delle acque. Di conseguenza anche i tratti intubati ed i pozzetti aperti (Foto n. 1-2-7) risentono di una difficile opera di manutenzione e spesso sono soggetti ad intasamento. Il corpo strada non ha pendenza uniforme in direzione della cunetta laterale e generalmente le acque di pioggia la percorrono con conseguente formazione di solchi di erosione (Foto n.3-4-5).

8 - PROPOSTE D'INTERVENTO

8.1 Terreni di appoggio delle opere in progetto e loro caratteristiche geotecniche

Tutte le opere previste dal progetto dovranno essere appoggiate sul terreno grossolano (Fluvioglaciale) avente buone caratteristiche geotecniche; come già evidenziato i terreni fini che formano l'orizzonte di suolo, formati da limo argilloso con ciottoli, dovranno essere completamente asportati. Giunti al terreno sottostante, prima di procedere alla posa delle opere prefabbricate o gettate in opera sarà necessario verificare che le caratteristiche geotecniche del terreno incontrato

corrispondano a quelle indicate nella presente relazione. Verificato quanto sopra si potrà procedere nelle lavorazioni.

8.2 Formazione di un'adeguata pavimentazione stradale

Il progetto prevede la realizzazione di una pavimentazione stradale in terra stabilizzata, tale opera dovrà essere eseguita con materiali idonei, tipo misto granulare anidro di cava opportunamente miscelato per dare un prodotto in grado di resistere all'usura causata dal passaggio dei mezzi e dalle acque superficiali meteoriche. La presenza di opere come canalette trasversali e cordolo laterale esterno aiutano il regolare deflusso delle acque di superficie, evitando l'accumulo eccessivo delle stesse sulla superficie pavimentata situazione che potrebbe comportare l'innescare di forme di erosione superficiale. Oltre all'impiego di materiali idonei e di opere eseguite a regola d'arte, il piano di pavimentazione stradale dovrà avere una pendenza del 2% verso monte, così da garantire il deflusso delle acque meteoriche nella cunetta/canaletta laterale. Il piano strada dovrà inoltre essere dotato di cordolo laterale a valle così da contenere le acque di superficie che dovranno essere convogliate nella cunetta/canaletta di monte.

8.3 Realizzazione di opere drenanti opportunamente dimensionate

Un dato importante riguarda le acque, l'elevato regime pluviometrico della zona (circa 1600 mm/anno), impone opere di drenaggio e di allontanamento adeguatamente dimensionate.

In tal senso il progetto prevede la messa in opera di pozzetti, cunetta e canale laterale a monte della strada.

Pozzetti

Si tratta di pozzetti in cls a caduta per perdita di velocità del flusso. Queste opere dovranno essere posate in numero necessario alla regolazione del deflusso delle acque superficiali meteoriche nelle condizioni peggiori di precipitazione.

Cunetta stradale alla francese

Si tratta di cunette in cls di forma triangolare di dimensioni opportune affinché siano in grado di smaltire le quantità massime di acqua superficiale di pioggia che si raccoglieranno in essa lungo il tratto di strada lungo la quale verranno posate.

8.4 Manutenzione delle opere

Le opere realizzate dovranno essere oggetto di manutenzione allo scopo di renderle efficienti e quindi utili a garantire la stabilità dell'area ed il regolare deflusso delle acque, soprattutto nei casi di evento meteorico eccezionale, tutto quanto per la sicurezza dei fruitori e per il mantenimento delle caratteristiche di stabilità idrogeologica dell'area.

8.5 Terre e rocce da scavo

E7. TERRENI E ROCCE DA SCAVO:

Per lo smaltimento o l'utilizzo dei materiali di risulta degli eventuali scavi valgono i disposti di cui al D.M. n.161 del 08-10-2012: *"Disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo – Criteri qualitativi da soddisfare per essere considerati sottoprodotti e non rifiuti"* e seguenti (decreto legge 21 giugno 2013, n° 69 e, decreto legge n° 43/2013, con modifiche, nella legge n° 71/2013.....).

Cannobio 22.05.2017

Geol. Millemaci Paolo



9 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto n.1 Panoramica dell'incrocio tra la strada di accesso e quella che porta ai parcheggi, le acque drenate lo attraversano lungo un tubo interrato



Foto n.2 A monte dell'incrocio l'imbocco del tubo che lo attraversa in sotterraneo. La cunetta è sagomata nel terreno



Foto n.3 Verso monte, la strada è in terra battuta formata in parte da terreno non granulare che durante le piogge si trasforma in fango; inoltre il piano strada non ha una pendenza definita



Foto n.4 La cunetta è scavata e sagomata nel terreno; la conformazione del piano strada non consente alle acque superficiali di pioggia di raggiungerla



Foto n.5 La cunetta è percorsa solamente dalle acque raccolte nella parte più a monte, nel tratto centrale della strada, le acque superficiali si accumulano e scorrono verso valle lungo il piano strada dove sono evidenti i solchi di erosione



Foto n.6 Lungo alcuni tratti la cunetta è parzialmente riempita di terra e non assolve completamente al drenaggio delle acque meteoriche superficiali

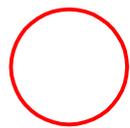
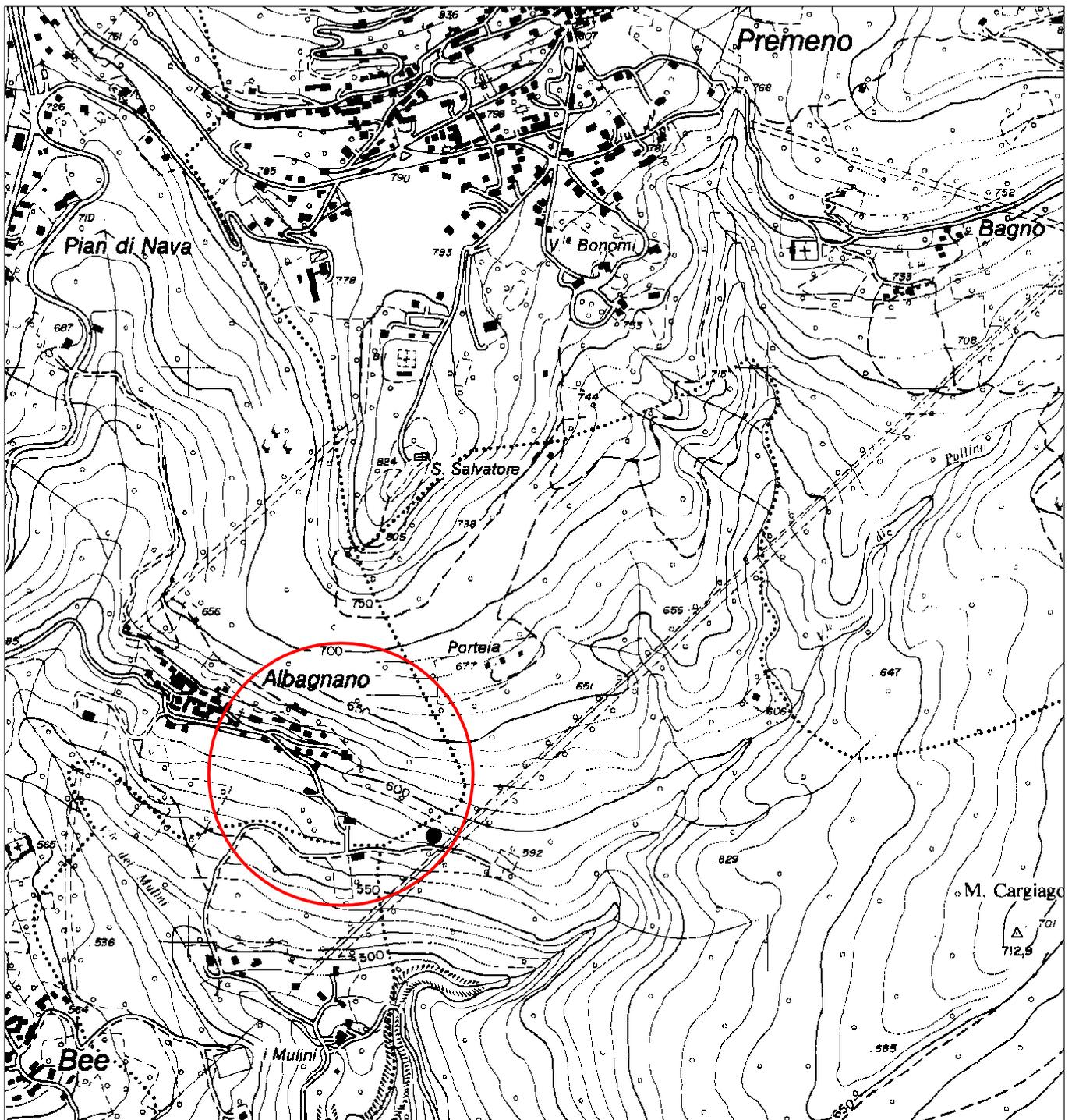


Foto n.7 Attualmente non ci sono pozzetti ma dei rompi tratta aperti così da poter eseguire la manutenzione e togliere i detriti che si depositano all'interno dei tratti intubati



Foto n.8 Lungo un intaglio naturale sono evidenti le caratteristiche del terreno, si tratta di deposito fluvio-glaciale formato da ciottoli e blocchi immersi in abbondante matrice sabbioso ghiaiosa

10 - ALLEGATI



Area in oggetto



21-Dic-2011 13:45
Prot. n. T3103/2011

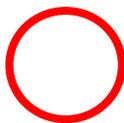
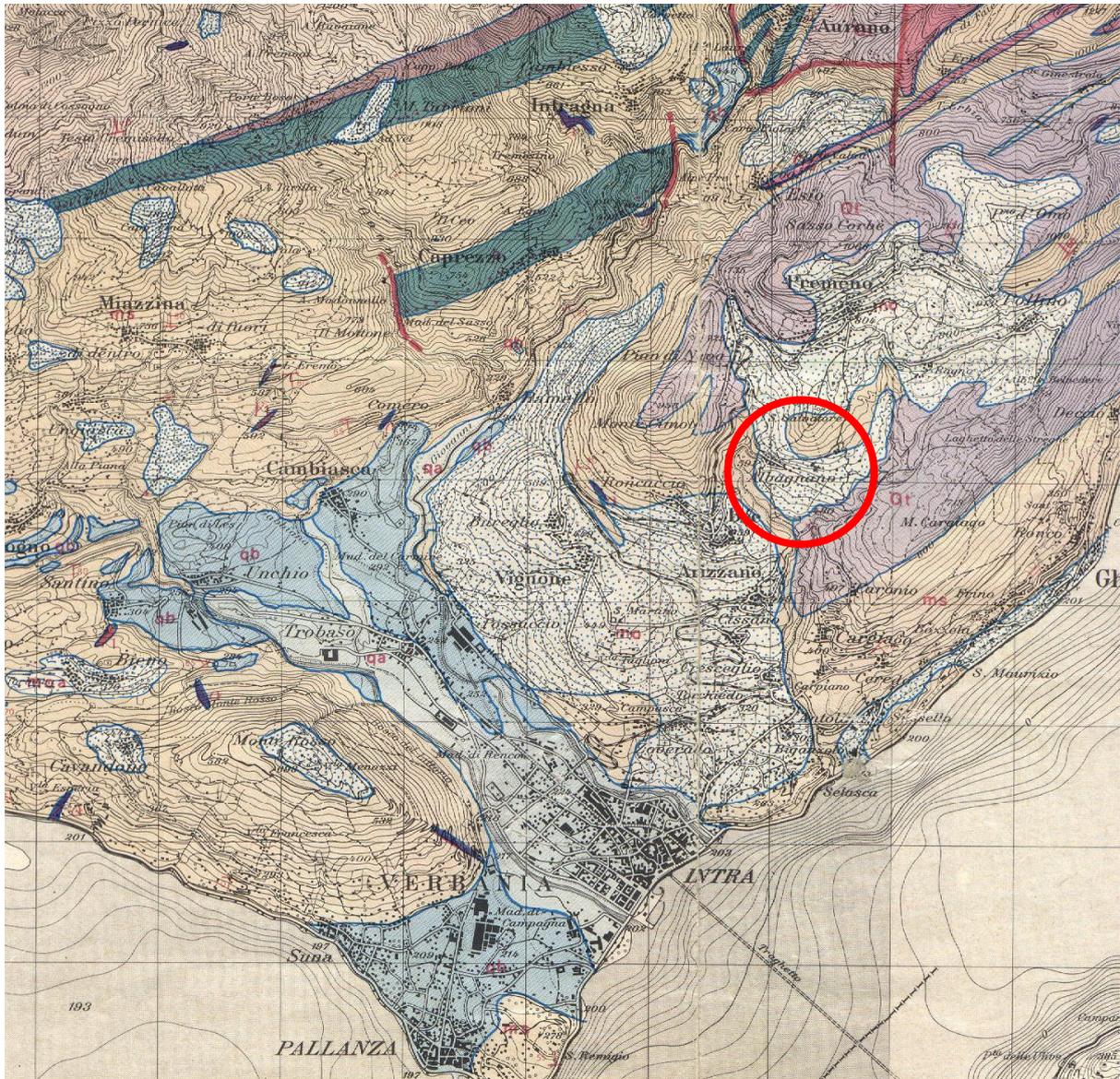
Scala originale: 1:1000
Dimensione cornice: 388,000 x 276,000 metri

Comune: BEE
Foglio: 10
Particella: 459

Allegato n.2
Comune di Bee
Estratto mappa catastale F. n.5

N=57200

E=29600



Area in oggetto

Allegato n.3
Estratto da "Carta geologica della zona di Verbania"
A.Borianti et.. All., 1977
Scala 1:50.000

LEGENDA

QUATERNARIO

- q Alluvioni recenti (a) e terrazzate (b), conoidi.
- d Detrito di falda.
- mo Depositi morenici e torbiere (a).

«IVREA-VERBANO»

- pK *Micasisti* e *paragneiss* biotitici a sillimanite e muscovite ± granato, con intercalazioni pegmatitiche, marmi e anfiboliti, del margine interno della zona «Ivrea-Verbano».

«SERIE DEI LAGHI»

«STRONA-CENERI»

- Gm *Gneiss minuti* a quarzo, plagioclasio, biotite, muscovite ± granato ± sillimanite o cianite. Microstrutture tipo «hornfels». (*Hornfelsgneisse* degli AA. Svizzeri), divisibili in lastre sottili, di colore grigio o verdastro nelle porzioni con biotite clorizzata. Noduli a silicati di Al in prossimità di filoni pegmatitici (N di Cannobbio) (a).

- Cg *«Cenerigneiss»*: gneiss a quarzo, plagioclasio, biotite, muscovite ± K-feldspato ± granato ± cianite e/o sillimanite (M. Zeda) con plagioclasio biotite e muscovite in due distinte generazioni (pre- e post-cinematica). Tessitura da massiccia a fortemente scistosa e lineata. Inclusi a silicati di Ca con spessi bordi di reazione.

- Gb *Gneiss biotitico-plagioclasici* con muscovite subordinata, talora con K-feldspato e/o orneblenda, di composizione piuttosto variabile. Tessitura gneissica a grana prevalentemente media.

- Go *Gneiss occhiadini* a quarzo, K-feldspato, plagioclasio, biotite, muscovite subordinata; talora con aspetto granitoido o di migmatite gneissica, sempre con struttura occhiadina o glomerolo-occhiadina.

- Gof *Gneiss «flaser»* di composizione mineralogica identica ai precedenti, ma con tessitura caratterizzata da forte appiattimento degli occhi feldspatici e dei letti quarzosi.

METABASITI

- a Anfiboliti a orneblenda e plagioclasio passanti al margine meridionale, nell'orizzonte principale, a gneiss a orneblenda e biotite con grossi occhi di K-feldspato («anfiboliti feldspattizzate»). «Anfiboliti a chiazze» nella Unità del M. Riga (W di Spocchia, Val Cannobbina).

«SCISTE DEI LAGHI»

- ms *Micasisti* e *paragneiss* a due miche, talora con granato, cianite, staurolite. Rara intercalazione di scisti amfibolitici. Diffusa retrocessione metamorfica nella dorsale M. Falè-Palanza.

- Ot *Ortogneiss* a orneblenda con plagioclasio, quarzo, biotite e K-feldspato subordinato. (Preneno e Cima di Morissolo).

- Og *Gneiss granitoidi* a quarzo, K-feldspato, plagioclasio e biotite in grandi lamine. Tessitura gneissica, «flaser» e più raramente occhiadina. (M. Piancompra e costa del Lago a E di Cannobbio).

«UNITÀ DEL M. RIGA»

- RP *Paragneiss* a quarzo, plagioclasio, biotite, muscovite e ciorite, talvolta abitici. Si tratta di rocce polimetamorfiche fortemente deformate in cui sono riconoscibili: «Cenerigneiss» e gneiss minuti. (Parte Meridionale).

- RO *Paragneiss* e *micascisti* a quarzo, plagioclasio, biotite con staurolite, cianite e andalosite e/o sillimanite nella parte settentrionale. Intercalazioni di gneiss granitoidi, talora occhiadini (a) e ortogneiss a orneblenda (b). (Parte Centrale).

- RM *Micascisti* e *paragneiss* a quarzo, plagioclasio, biotite, con staurolite, cianite e/o sillimanite. Privi di intercalazioni gneissiche ma con piccole lenti di «anfiboliti a chiazze». (Parte Settentrionale).

ROCCIE FILONIANE

- δ *Filoni gabbridotritici* («APPINITI») a struttura pseudobrecchiata, con porzioni scistose, grana da minuta ad assai grossolana, costituiti da plagioclasio, orneblenda e biotite con vene di composizione da quarzodioritica ad aplitica.

- α *Filoni lamprofirici* di tipo prevalentemente spess-sarritico a plagioclasio, orneblenda o più raramente prasseno monoclino. Grana assai minuta, raramente porfirici.

- γ₁ *Filoni di porfido granitico* a struttura micropegmatitica della strada per Miazina.

- γ₂ *Pegmatiti scistose* negli gneiss minuti a N di Cannobbio.

GRANITO DI MONTORFANO

MIGMATITI DI MERGOZZO-CANDOGLIA

SIMBOLI CONVENZIONALI

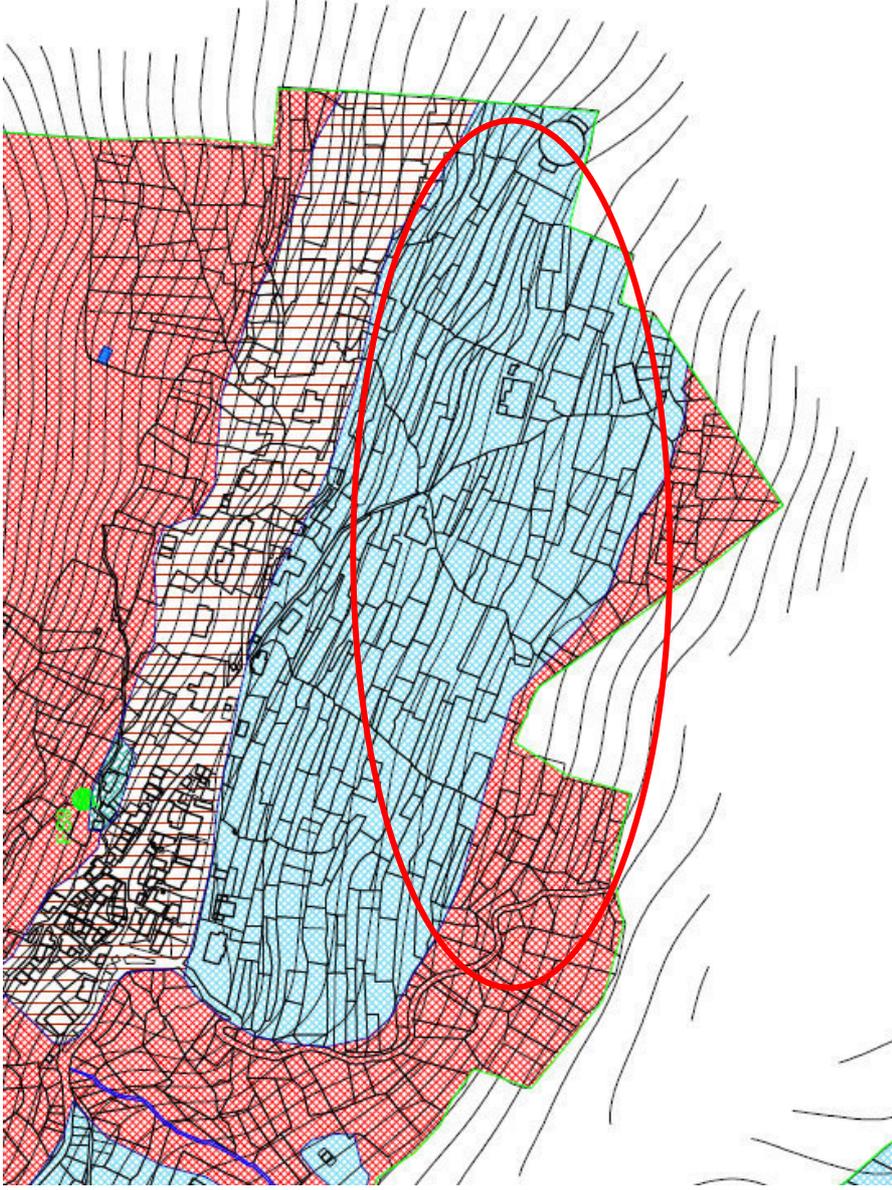
Faglie e loro prosecuzione presunta.

Sovraccorrimenti.

orizz. }
incl. } Giacitura dei piani di scistosità.
vert. }

Nicchie di distacco di frane.

Traccia dei profili (nel testo).



<p>2a</p>	<p>Versanti non boscai, parzialmente boscai o interessati da versanti boscai e prativi che ricoprono l'intera area di riferimento. Presenza sia di terreni di origine calcarea che di argillificati spesso sia di substrato roccioso subaffiorante, generalmente terrazzate e con (limiti) fenomeni di ritagno o di ruscigliamento.</p>	<p>Pericolosità bassa.</p>	<p>Aree sia inedificate che edificate. Rischio basso.</p>	<p>Non necessari</p>	<p>Non necessari</p>	<p>Non necessari</p>	<p>Non necessari</p>	<p>Si.</p>	<p>Condizionale al rispetto di norme tecniche, illustrate nelle N.T.</p>	<p>Tutti</p>
------------------	---	----------------------------	---	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	------------	--	--------------

Allegato n.4
Estratto carta di sintesi della pericolosità e dell' idoneità all' utilizzazione urbanistica

LEGENDA

 Deposito morenico: ghiaie, sabbie, ciottoli e blocchi

 Nuovi parcheggi

 Orlo di terrazzo antropico. Muro di sostegno

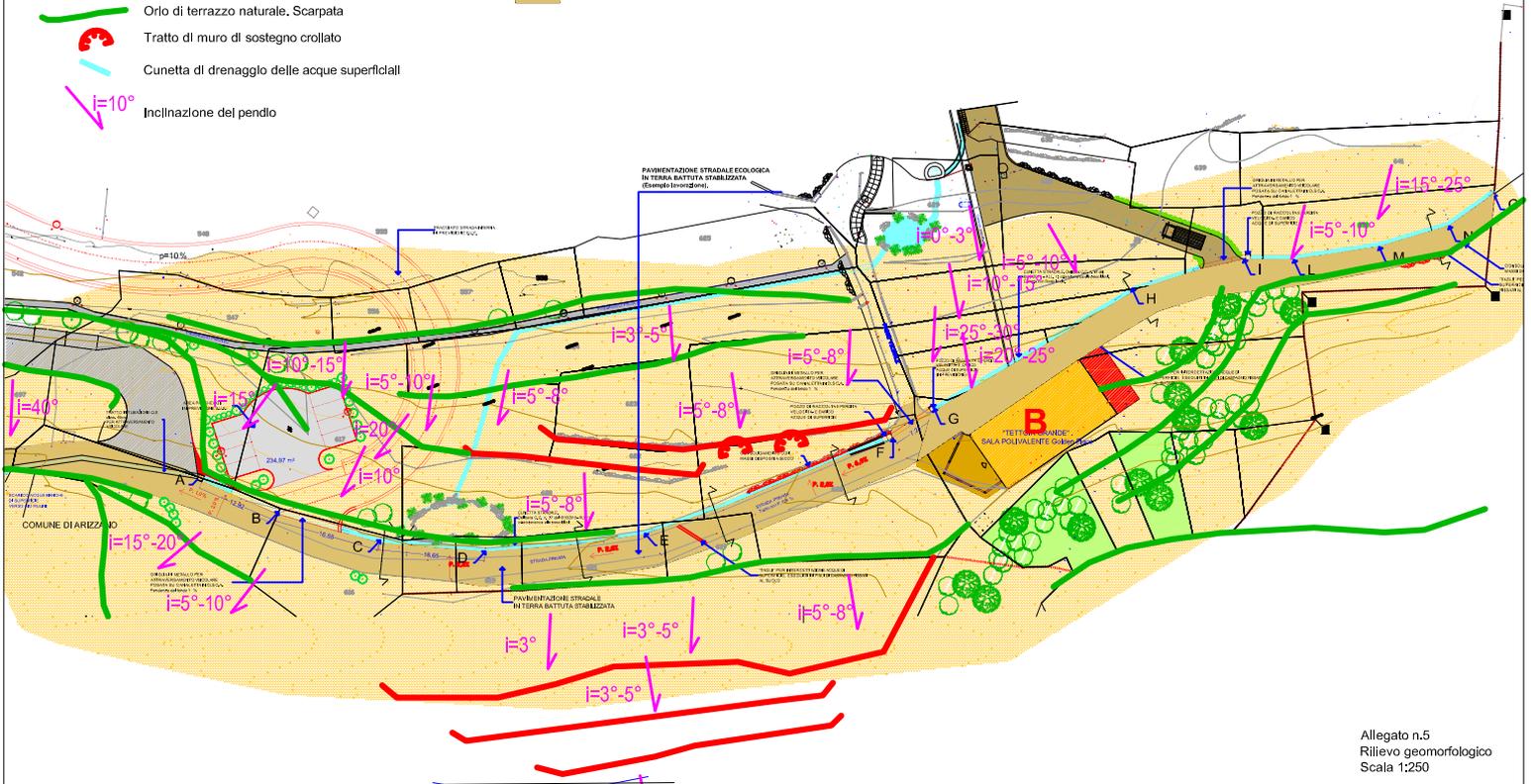
 Nuova strada

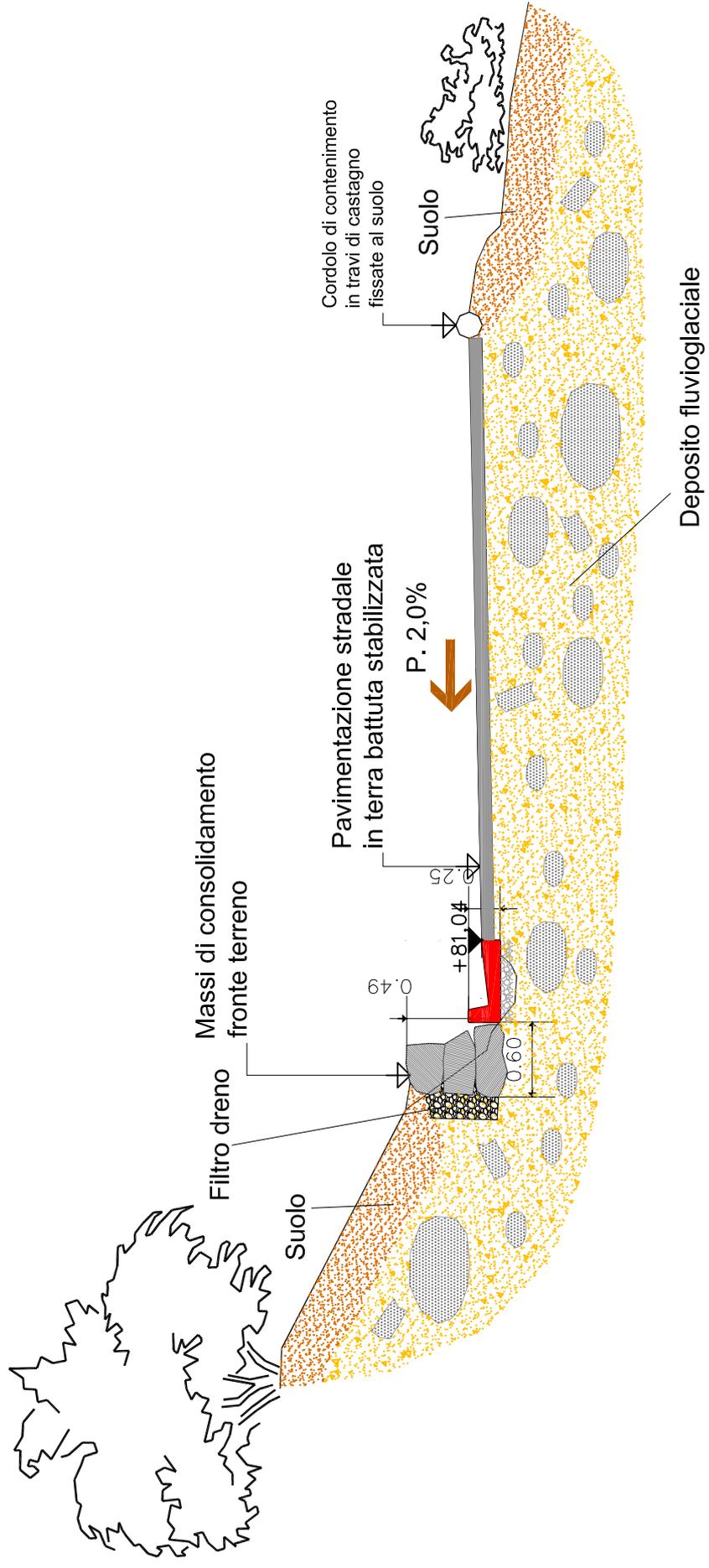
 Orlo di terrazzo naturale. Scarpata

 Tratto di muro di sostegno crollato

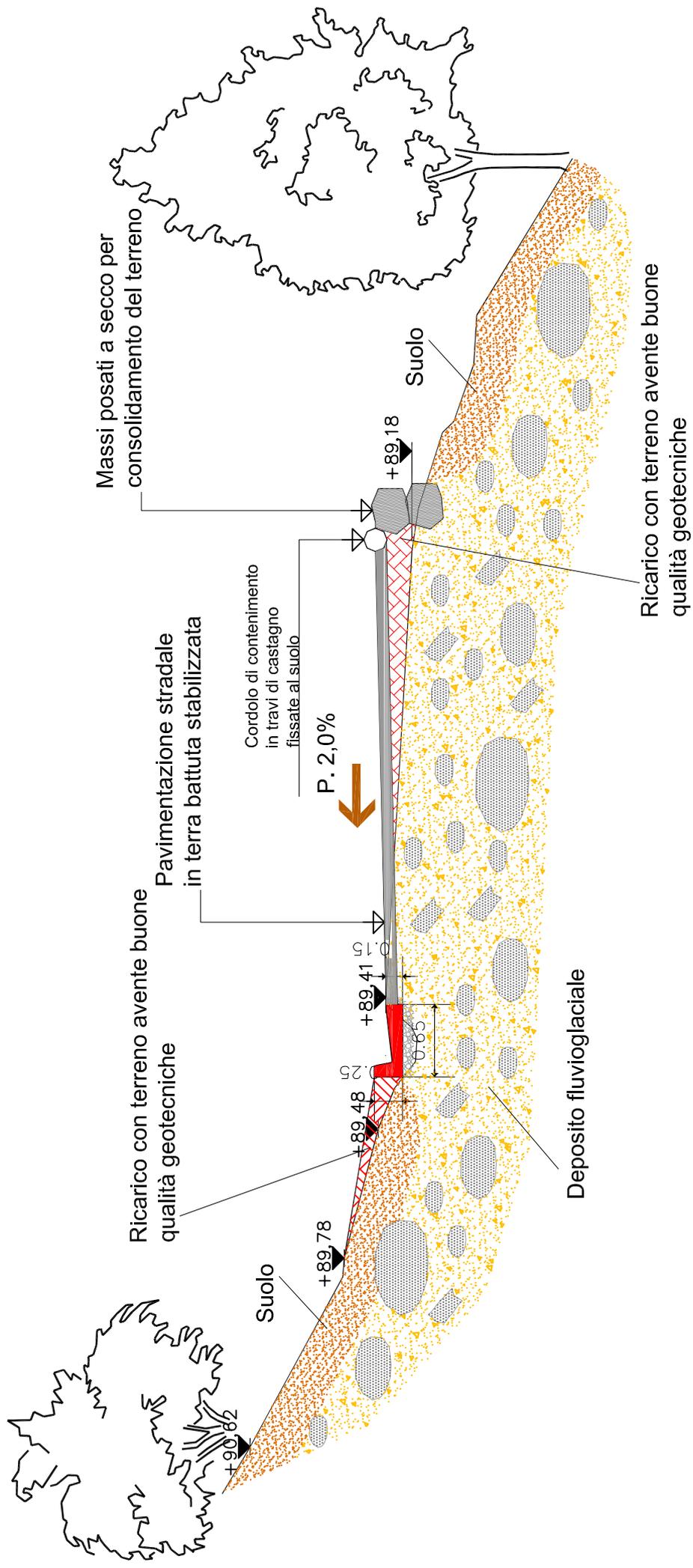
 Cunetta di drenaggio delle acque superficiali

 $i=10^\circ$ Inclinazione del pendio





Allegato n.6
 Sezione geologica corrispondente alla 4-4 di progetto
 Scala 1:200



Allegato n.7
 Sezione geologica corrispondente alla 6-6 di progetto
 Scala 1:200

11 - BIBLIOGRAFIA

- BORIANI A., BIGIOGGERO B., GIOBBI E. (1997): Metamorphism, tectonic evolution and tentative stratigraphy of the "SERIE DEI LAGHI". Geological map of the Verbania area (Northern Italy). Mem. Soc. geol. Ital., 32; 26 pp.
- Prontuario per il calcolo di elementi strutturali. ed. Le Monier (sec. ed. 1980) - AA.VV.