Federico Pittaluga
Geologo

M. E. Mechanized Tunneling
Ph. D. Geologia Applicata

Via Caffaro, 1/7 - 16124 Genova
Telefono 010 - 83.13.916
Email effepigeo@gmail.com
Cellulare 348 - 59.33.173

Spett.le Comet Recycling S.r.L.
Via Montegrappa, 41 A
17019 Varazze (SV)

OGGETTO: Relazione geologica e sismica in merito alla richiesta di maggiore deposito di materiali costituiti da rifiuti da costruzione e demolizione e plastica in località Sansobbia, 59, interventi ubicati in località Fraz. San Giovanni -N.C.T. F.gl. 31 Mapp. 107-108, Comune di Stella (Savona).

La presente relazione intende verificare che l'aumento dei carichi dovuti al passaggio a 1000 metri cubi (rispetto ai precedenti 200 metri cubi) del volume di deposito di materiale (con un quantitativo annuo di stoccaggio complessivo passante da 15.000 tonnellate a 50.000 tonnellate) non determini fenomeni di instabilità e dissesti dei luoghi di interesse tali da arrecare danni all'assetto idrogeologico del territorio ed all'ambiente circostante.

I materiali di cui viene richiesto il deposito a 1000 metri cubi sono costituiti da:

- rifiuti da costruzione e demolizione con peso di volume pari a circa 15-16 kN/metro cubo (assunti cautelativamente 16 kN/metro cubo nelle analisi a seguire);
- plastica con peso di volume pari a 1 kN/metro cubo (a cui va aggiunto il cassone di contenimento di peso complessivamente pari a 20 kN).

Al fine di accertare la sicurezza dello stato dei luoghi in seguito ai carichi sopra indicati sono state condotte delle verifiche di stabilità lungo 2 sezioni geologiche interpretative dello stato dei luoghi.

In particolare le sezioni sono disposte all'incirca perpendicolarmente all'asse del torrente Sansobbia in modo da riscontrare che il terrapieno e relative opere di contenimento su cui vengono disposti i nuovi carichi non subiscano dissesti.

La presente relazione viene redatta allo scopo di ottemperare alla normativa vigente (in particolare normativa nazionale, normativa di piano di bacino, sul vincolo idrogeologico, sulla stabilità dei versanti, sismica e normativa comunale di supporto allo strumento urbanistico e sue modifiche ed integrazioni).

Inquadramento geografico del settore

La zona di intervento è localizzata lungo la sponda sinistra della Valle del Torrente Sansobbia, nel Comune di Stella (Savona).

In particolare l'area si trova in prossimità della Località Fiazzara –Sansobbia-, originariamente su pendii terrazzati lievemente degradanti indicativamente verso N-W, alla quota di circa 150 - 160 m sul livello medio marino.

Le informazioni di carattere topografico sono contenute nell'elemento n. 229.020 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 (cfr. figura 1, corografia dell'area indagata, coordinate Gauss Boaga di riferimento X= 1.459.160 m ed Y= 4.915.030 m).

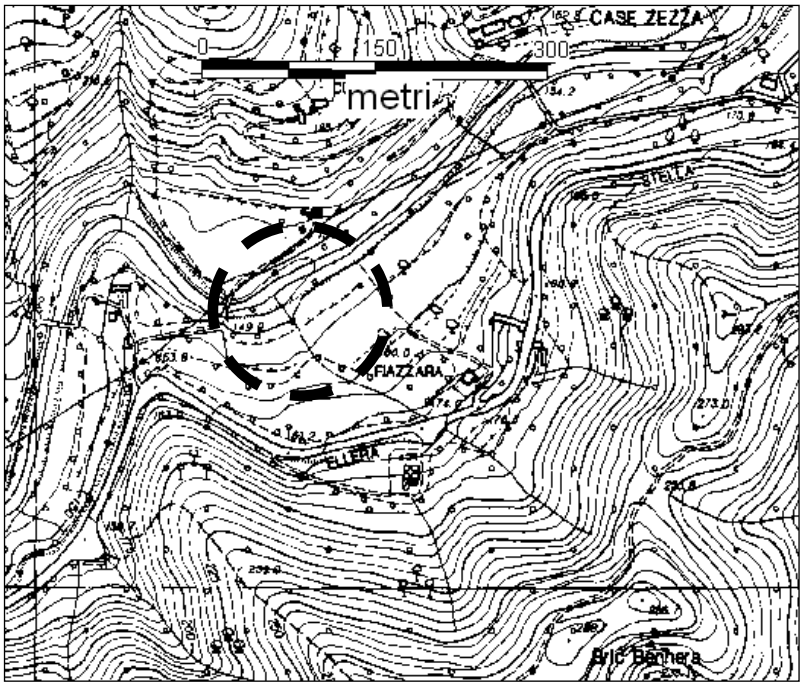


Figura 1. Inquadramento topografico del sito (scala grafica, da CTR Regione Liguria, modificata). Evidenziata la zona d'intervento con un cerchio (posizione indicativa).

Geologia del settore ed indagini eseguite

La Carta Geologica d'Italia, foglio n° 82 “Genova” - in scala 1:100.000 riporta, nel settore di intervento, la presenza dei graniti del torrente Letimbro (Carbonifero Medio).

Il riscontro sul terreno ha evidenziato alcuni affioramenti rocciosi (in vari punti a valle della strada comunale "S. Giovanni - Ellera" nei pressi dell’alveo del Sansobbia) con giacitura della scistosità pari a circa 160/45 (direzione dell’immersione/inclinazione), assetto prevalentemente a reggipoggio.

Nel settore di intervento e zone circostanti vi sono terrazzamenti antropici e muri di sostegno di altezze variabili da 1,5 sino ad oltre 5 m circa (questi ultimi sono i muri di contenimento del settore di proprietà della Spett.Le Società Comet Recycling).

Il rilievo diretto dei materiali costituenti i terrazzamenti, eseguito tramite pozzetti esplorativi, prove penetrometriche dinamiche superpesanti, indagini sismiche e scavi pregressi, ha permesso di verificare come essi siano costituiti prevalentemente da materiali detritici di origine eluvio – colluviale frammisti a depositi alluvionali terrazzati del torrente Sansobbia.

Tali materiali risultano a loro volta rimaneggiati dall’intervento umano nelle porzioni più superficiali (0,4 - 0,8 m dal piano campagna) e sono costituiti indicativamente da:

- coltre detritica (con uno spessore variabile da circa 2 m sino ad oltre 9 m circa –fonte indagini eseguite in sito) costituita da materiali fini con sabbie e ghiaie poco plastici e presenza di trovanti decimetrici con angoli subarrotondati;
- in alcune indagini è stata anche riscontrata la presenza di un probabile orizzonte di alluvioni fluviali (depositi di ciottoli e ghiaie arrotondati, spessore massimo riscontrato di poco più di un metro circa, deposito di probabile natura discontinua in quanto legato ai vecchi tracciati della rete idrografica locale –sorta di paleoalveo-).

Segue un substrato roccioso fratturato che potrebbe presentare, sulla base dei rilievi eseguiti, un cappellaccio di alterazione dello spessore indicativo di un metro.

Da un punto di vista geomorfologico l'area indagata è costituita da una porzione di versante subpianeggiante, degradante verso NW e posta alla quota di circa 150 - 160 m s.l.m.

In generale il settore possiede una pendenza di circa 10° nelle zone dove risulta presente la copertura in materiali detritici ed alluvionali risistemati in terrazzamenti antropici e di circa 30 - 35° dove si ha la presenza di roccia in condizioni subaffioranti (a monte della strada provinciale).

Da un punto di vista idrogeologico nel sito indagato esistono formazioni rocciose aventi diverse caratteristiche di permeabilità:

- il substrato roccioso (graniti del torrente Letimbro), scarsamente permeabile per fessurazione;
- il sovrastante materiale detritico ed alluvionale terrazzato (direttamente affiorante nell'area d'indagine) che è permeabili per porosità.

In tale contesto, durante i periodi piovosi possono insorgere le condizioni per una saturazione temporanea dei materiali di copertura del substrato roccioso. Tale circolazione di acqua sotterranea a scala di versante sembrerebbe seguirne le pendenze (deflusso verso Nord West, a confluire verso il torrente Sansobbia).

Le indagini in sito sono state condotte sulla scorta dei dati bibliografici disponibili, sugli elementi emersi nel corso dei sopralluoghi e sui risultati dei rilievi dei settorei circostanti e sono costituite da: n. 3 stese di indagine sismica a rifrazione in onde P –longitudinali o prime- ed S –di taglio o seconde- e n. 9 prove penetrometriche dinamiche superpesanti –DPSH -altezza di caduta libera del maglio pari a 75 cm, massa del maglio pari a 63,5 kg- cfr. l'Allegato 1 per la localizzazione delle indagini.

Caratteristiche meccaniche e sismiche dei materiali

Vengono illustrate le principali caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti il sottosuolo.

I terreni sono stati indagati con 9 prove penetrometriche dinamiche superpesanti –DPSH- (massa battente 63,5 kg, altezza di caduta 0,75 m, cfr. l'Allegato 1 per la localizzazione dei punti).

Sulla base delle indagini eseguite, di indagini pregresse eseguite sempre in zona e di valori bibliografici, per i terreni sciolti possono essere assunti i valori indicati nella tabella seguente.

Materiale presunto	Descrizione	Angolo di attrito drenato efficace (°)	Densità relativa (%)	Peso di volume naturale (kN/m^3)
Coltre detritica	coltre eluvio colluviale composta da materiali fini con sabbie e ghiaie poco plastici e presenza di trovanti decimetrici con angoli subarrotondati	27	55	18
Alluvioni fluviali	depositi di ciottoli e ghiaie arrotondati	35	67	19

Tabella 1. Principali caratteristiche dei materiali sciolti.

Data la genesi dei materiali la coesione può cautelativamente essere assunta nulla.

Al di sopra dei materiali sopra descritti si trovano materiali di riporto che, da indagini nel settore, hanno un angolo di attrito efficace pari a circa 32°, un peso di volume pari a 16 kN/metro cubo ed una coesione nulla.

I valori di sintesi per il substrato roccioso sono ricavati da un rilievo geomeccanico eseguito lungo l'affioramento posto nel settore occidentale del settore.

Il riscontro ha permesso di evidenziare la presenza di roccia discreta con valori: della resistenza alla compressione monoassiale (determinato con sclerometro) pari a circa 20 MPa, dell'angolo di attrito

della massa rocciosa pari a circa 30° – 35° (rispettivamente roccia alterata e sana), della coesione della massa rocciosa pari a circa 100 - 200 kPa (rispettivamente roccia alterata e sana). Si attribuisce alla roccia una capacità portante dell'ordine di qualche decina di MPa ed un peso di volume pari a circa 25,5 - 26 kN/m^3 (rispettivamente roccia alterata e sana).
Tutti i valori sopra indicati possono essere considerati come valori rappresentativi.

In merito alle caratteristiche sismiche dei materiali costituenti il sottosuolo in Allegato 2 sono riportati i parametri sismici caratteristici per il settore di intervento che si trova in zona 4: zona con pericolosità sismica molto bassa e con accelerazione orizzontale di picco del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, ag = 0,05g.

La superficie topografica è assegnata alla classe T1 in quanto il settore è in condizioni subpianeggianti/di scarsa acclività (inferiore a 15°).

La stratigrafia del settore non è tale da far assumere particolari coefficienti di amplificazione stratigrafica.

Trattandosi prevalentemente di un substrato roccioso in rocce granitiche, qualora le fondazioni siano impostate su quest'ultimo, esso appartiene alla categoria A (sulla base delle indagini sismiche eseguite in sito) e non risulta suscettibile di liquefazione.

I coefficienti sismici (SLV) orizzontale e verticale vengono cautelativamente assunti rispettivamente pari a 0,011 e 0,005.

Posizione delle sezioni indagate

Le verifiche di stabilità sono state eseguite lungo 2 sezioni geologiche interpretative (definite sezione 3-3 e sezione 7-7) entrambe declinanti verso il torrente Sansobbia.

Come sopra riportato le informazioni di carattere topografico sono contenute nell'elemento n. 229.020 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 (cfr. figura 1, corografia dell'area indagata). In particolare l'area si trova in prossimità della Località Fiazzara –Sansobbia-, su pendii terrazzati lievemente degradanti indicativamente verso N-W, alla quota di circa 150 - 160 m sul livello medio marino.

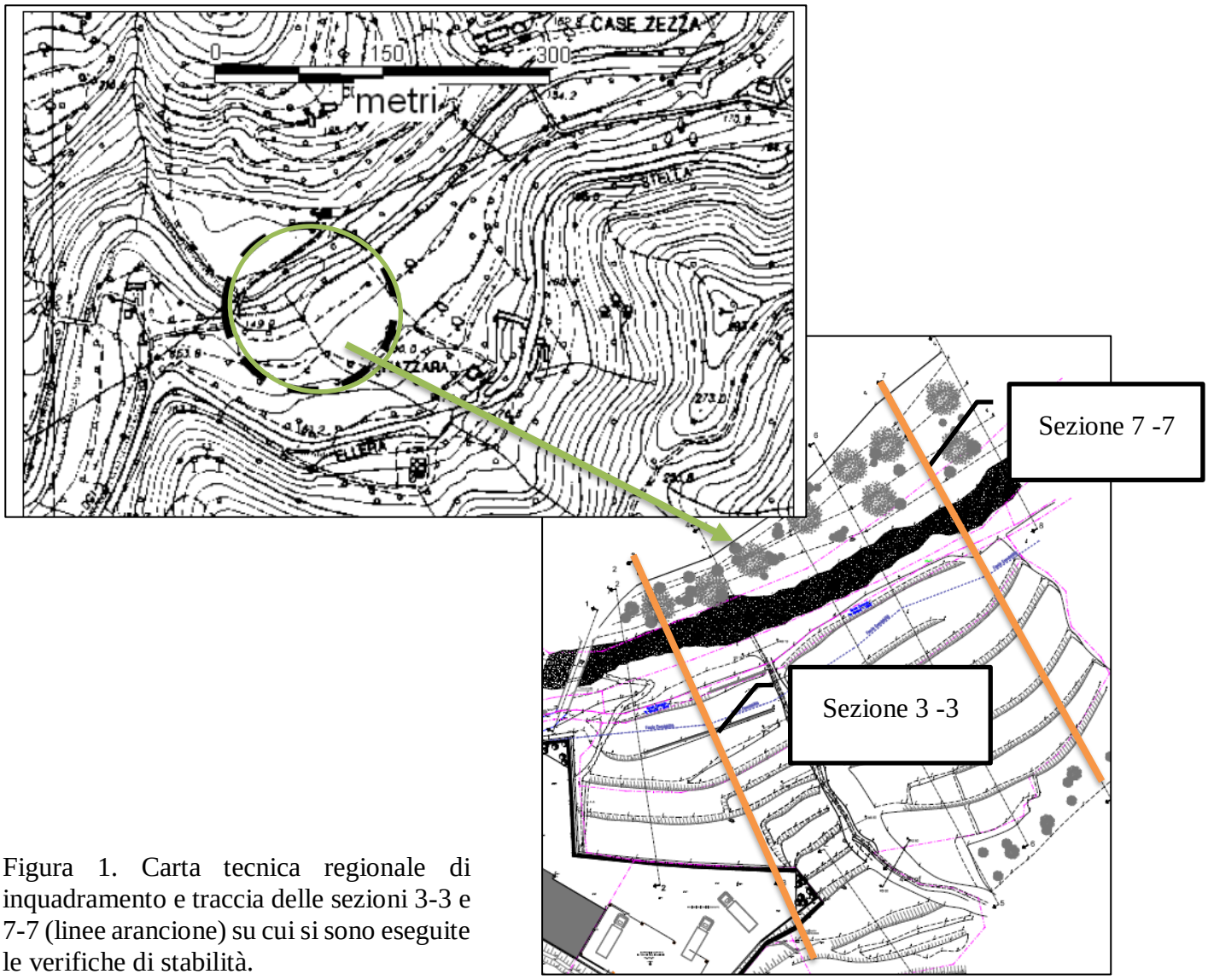


Figura 1. Carta tecnica regionale di inquadramento e traccia delle sezioni 3-3 e 7-7 (linee arancione) su cui si sono eseguite le verifiche di stabilità.

.

Verifiche di stabilità degli interventi richiesti

L'aumento delle cubature dei depositi da 200 a 1000 metri cubi determina un incremento di carico nel settore di interesse.

Per la verifica delle eventuali ripercussioni nel tempo a scala di versante (analisi condotta in termini di tensioni efficaci con l'approccio del continuo equivalente) sono state eseguite delle analisi di stabilità dello stato di progetto per verificare che gli aumenti di carico previsti non inneschino situazioni di instabilità.

I metodi all'equilibrio limite adottati sono quelli di Bishop semplificato, Jambu corretto, Spencer, Corps of Engineer 1 e 2, GLE/Morgenstern – Price, Sarma in condizioni sismiche (Design Standard Eurocode 7: Approccio 1 – Combinazione 2 – Caso Sismico).

Le caratteristiche geologiche e geotecniche di riferimento ed i parametri di resistenza dei materiali costituenti il sottosuolo sono descritti nel paragrafo precedente (e derivante dalle indagini eseguite nel settore, cfr. il paragrafo sull'inquadramento geologico e sulle caratteristiche meccaniche e sismiche dei materiali). I carichi, come precedentemente indicato, sono costituiti da:

- rifiuti da costruzione e demolizione con peso di volume pari a circa 15-16 kN/metro cubo (assunti cautelativamente 16 kN/metro cubo nelle analisi a seguire);
- plastica con peso di volume pari a 1 kN/metro cubo (a cui va aggiunto il cassone di contenimento di peso complessivamente pari a 20 kN).

Tali carichi (cfr. la tabella seguente) vengono supposti nelle condizioni maggiormente più sfavorevole e quindi distribuiti rispettivamente al confine con il muro perimetrale per quanto riguarda i materiali plastici e lungo la sezione per una lunghezza pari a circa 18 metri per quanto riguarda i materiali da costruzione e demolizione. Le verifiche non hanno considerato i muri in quanto tali strutture esulano dalle competenze dirette del geologo.

Materiale	Peso di volume	Peso Contenitore	Pressione	Note
	kN/metro cubo	kN	kPa	
Plastica	100	20	3.3	Previsti 2 cassoni per cui assunti cautelativamente 7 kPa, distribuiti nella sezione su 6 metri di lunghezza
da costruzione e demolizione	15-16	-	50	In sezione distribuiti su una lunghezza di 18 m

Tabella 2. Definizione dei nuovi carichi agenti nel settore.

Le verifiche (cfr. le verifiche di stabilità eseguite in Allegato 3) hanno fornito, coefficienti di sicurezza superiori a 2 lungo la sezione denominata 3-3 e superiori ad 1,6 lungo la sezione denominata 7-7 con tutti i metodi di analisi usati.

Raccomandazioni conclusive e compatibilità degli interventi

Si raccomanda di vigilare sul buono stato di conservazione dei luoghi di interesse (assetto dei versanti, muri di sostegno e regimazione delle acque) e di intervenire in caso di anomalie/necessità.

Sulla base dei riscontri eseguiti l'intervento risulta fattibile in quanto non ostacola il piano di bacino vigente e non peggiora l'assetto idrogeologico del settore. Per una buona riuscita e conservazione dello stato dei luoghi si raccomanda inoltre quanto segue:

- per la salvaguardia del vincolo idrogeologico: favorire il mantenimento del verde con specie arboree ed arbustive locali; regimare le acque provenienti dai sistemi di raccolta verso le opere di smaltimento presenti in loco, avendo cura che non inneschino fenomeni erosivi e/o impaludamenti (porre se e ove necessario opere frangiflutti quali pietre opportunamente disposte, opere in legno e di ingegneria naturalistica, etc.), e comunque vigilare sempre sulla buona regimazione delle acque di pioggia, intervenendo ove opportuno, in modo che queste non si accumulino e non inneschino fenomeni erosivi e/o di impregnazione del sottosuolo.

In conclusione il progetto potrebbe rientrare nella categoria degli interventi che non modificano in maniera sostanziale le condizioni di carico ed incidono in termini irrilevanti sul terreno di fondazione e sulle condizioni di stabilità globali del versante e dei luoghi circostanti per cui ***se ne attesta la sostanziale ininfluenza ai fini dell'assetto geologico e geomorfologico del settore nel suo insieme***; gli interventi in questione risultano pertanto ***fattibili***.

Pertanto, valutata la tipologia del progetto, lo scrivente ritiene, sulla base degli elementi sopra citati e delle raccomandazioni fornite nella presente relazione, che questo non alteri l'equilibrio geomorfologico e l'assetto idrogeologico e delle falde acquifere dell'area di intervento.

Ringraziando per l'attenzione si porgono distinti saluti e si resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

Genova, 18 gennaio 2024



Elenco allegati

Allegato 1. Pianta di inquadramento (fonte StudioSit, scala grafica), con indicazione delle indagini eseguite (prove penetrometriche superpesanti DPSH e sismiche, Nord verso l'alto).

Allegato 2. Parametri di pericolosità sismica di riferimento.

Allegato 3. Verifiche di stabilità su sezioni progettuali, pianta di inquadramento (fuori scala, Nord verso l'alto).

Allegato 4. Attestazione di compatibilità dell'intervento con il piano di bacino.

Elenco Documentazione fotografica

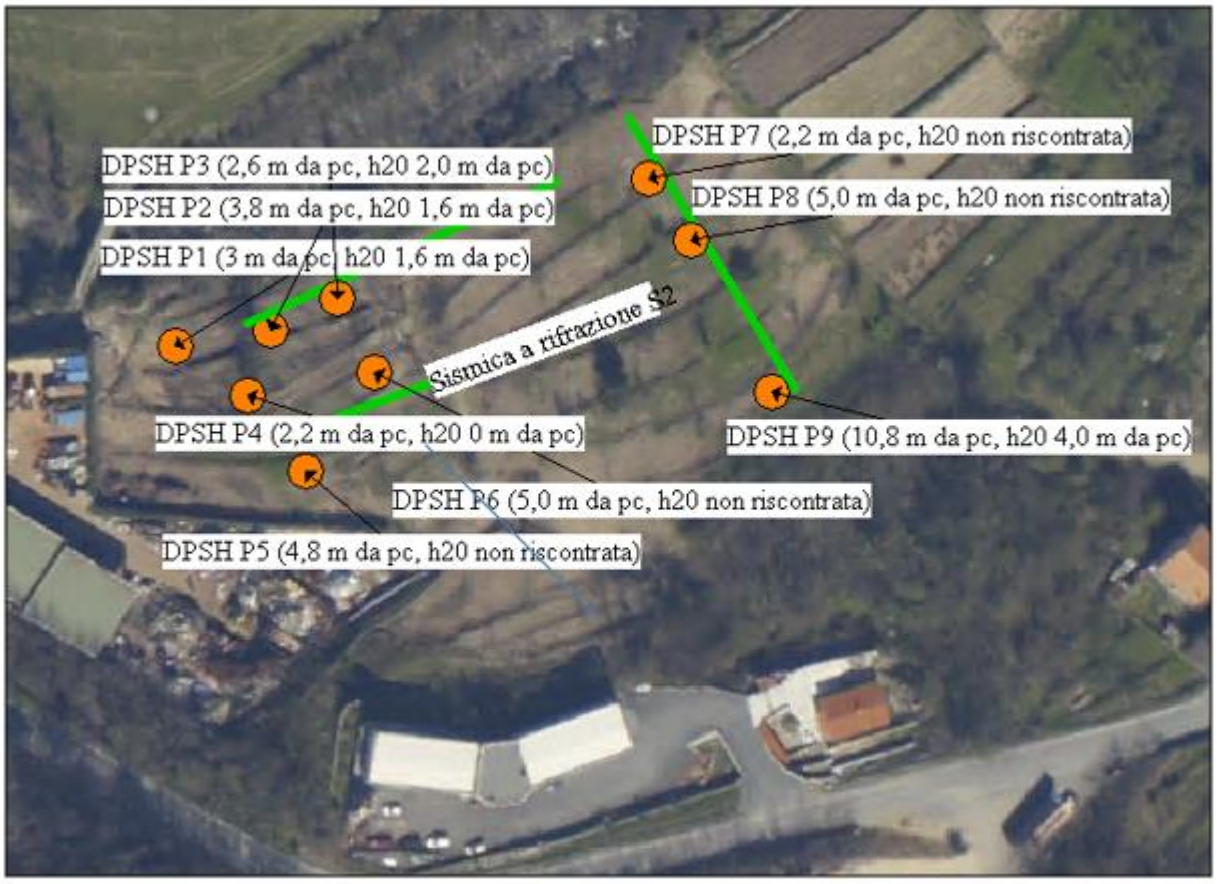
Foto 1. Particolare di affioramenti rocciosi lungo il torrente Sansobbia. 21

Foto 2. Sezione tipo con particolare dei materiali di coltre anche frammisti ai depositi alluvionali. 21

Foto 3. Particolare di prova penetrometrica superpesante in esecuzione. 22

Foto 4 . Vista della stesa di indagine sismica a rifrazione in onde S (di taglio). 22

Allegato 1. Pianta di inquadramento (fonte StudioSit, scala grafica), con indicazione delle indagini eseguite (prove penetrometriche superpesanti DPSH e sismiche, Nord verso l'alto)



Federico Pittaluga

Geologo

Allegato 2. Parametri di pericolosità sismica di riferimento.

Parametri sismici

Sito in esame.

latitudine:	44,388087
longitudine:	8,487994
Classe:	2
Vita nominale:	50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16911	Lat: 44,3780Lon: 8,4535	Distanza: 2960,117
Sito 2	ID: 16912	Lat: 44,3810Lon: 8,5233	Distanza: 2915,272
Sito 3	ID: 16690	Lat: 44,4309Lon: 8,5192	Distanza: 5364,052
Sito 4	ID: 16689	Lat: 44,4279Lon: 8,4493	Distanza: 5390,608

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50anni
Coefficiente cu:	1

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50.
Fonte: Geostru.
Nota. Nelle pagine seguenti testo su due colonne.

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Operatività (SLO):
Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,019 g
Fo: 2,584
Tc*: 0,158 [s]

Danno (SLD):
Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,025 g
Fo: 2,554
Tc*: 0,186 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,053 g
Fo: 2,630
Tc*: 0,302 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,065 g
Fo: 2,748
Tc*: 0,324 [s]

Coefficienti Sismici

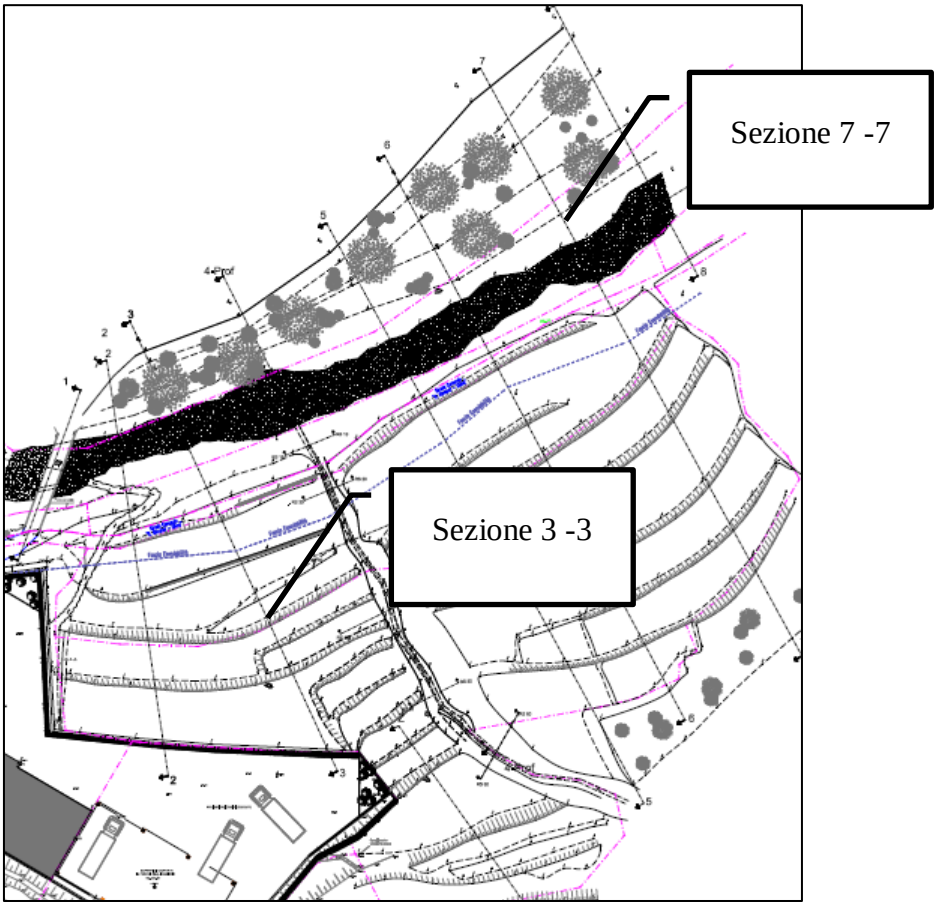
SLO:
Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,004
Kv: 0,002
Amax: 0,187
Beta: 0,200

SLD:
Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,005
Kv: 0,002
Amax: 0,242
Beta: 0,200

SLV:
Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,011
Kv: 0,005
Amax: 0,525
Beta: 0,200

SLC:
Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,006
Amax: 0,636
Beta: 0,200

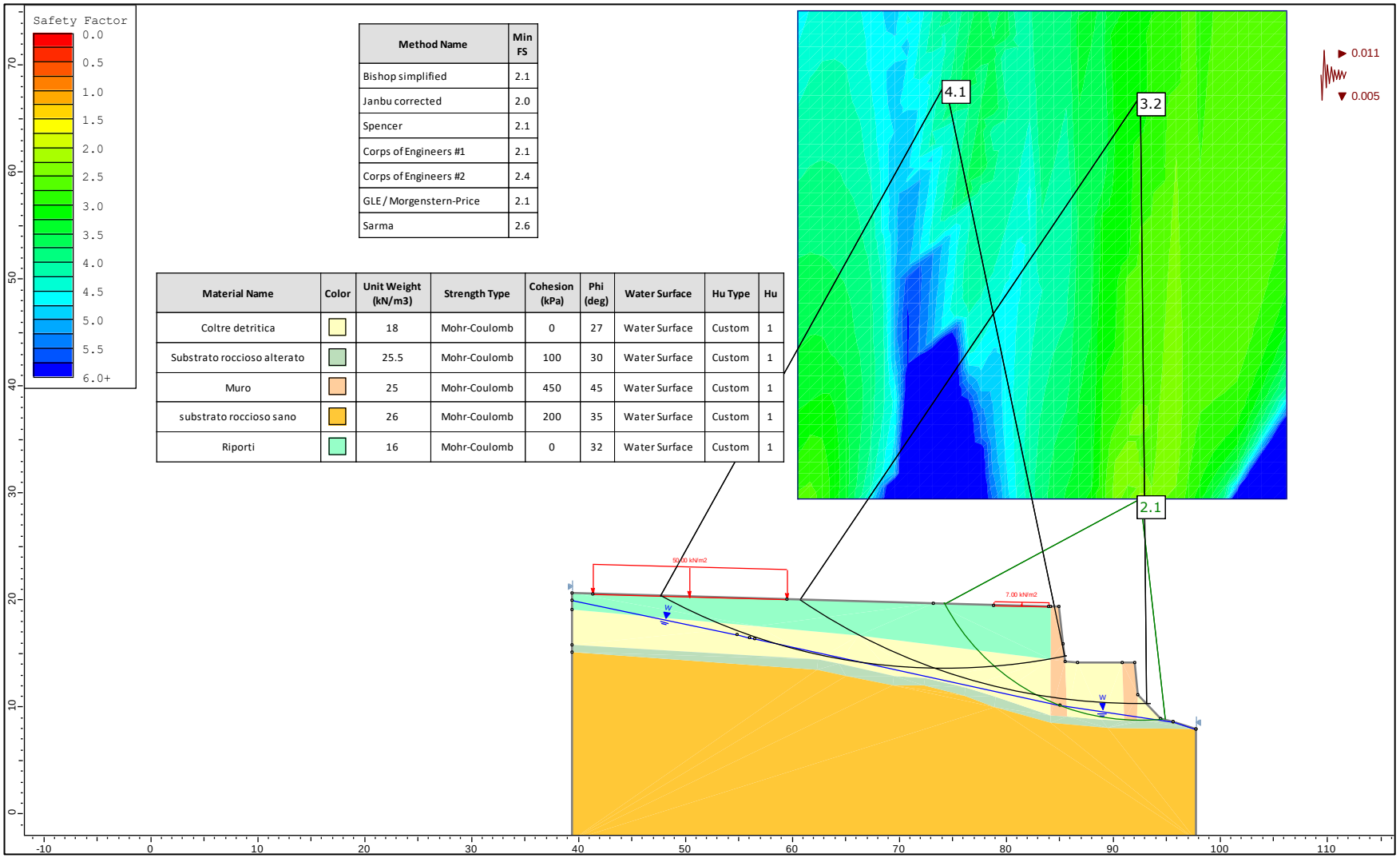
Allegato 3. Verifiche di stabilità su sezioni progettuali, pianta di inquadramento (fuori scala, Nord verso l'alto)



Federico Pittaluga

Geologo

Verifiche di stabilità su sezione geologica interpretativa 3-3 (stato di progetto).



Method Name	Min FS
Bishop simplified	2.1
Janbu corrected	2.0
Spencer	2.1
Corps of Engineers #1	2.1
Corps of Engineers #2	2.4
GLE / Morgenstern-Price	2.1
Sarma	2.6

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type	Hu
Coltre detritica		18	Mohr-Coulomb	0	27	Water Surface	Custom	1
Substrato roccioso alterato		25.5	Mohr-Coulomb	100	30	Water Surface	Custom	1
Muro		25	Mohr-Coulomb	450	45	Water Surface	Custom	1
substrato roccioso sano		26	Mohr-Coulomb	200	35	Water Surface	Custom	1
Riporti		16	Mohr-Coulomb	0	32	Water Surface	Custom	1

Esiti delle analisi (metodo di Bishop, scala grafica, in metri).

Federico Pittaluga

Geologo

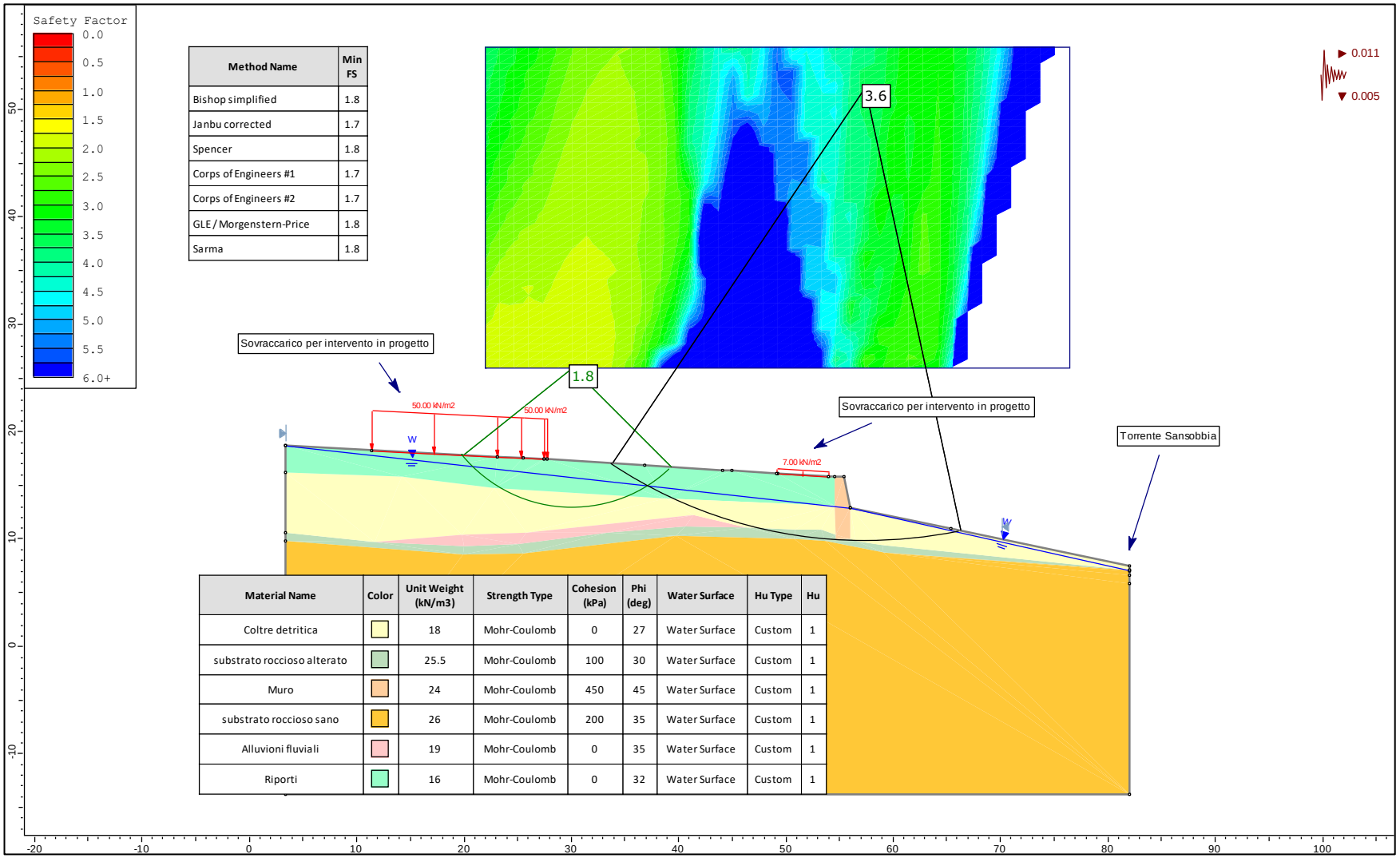
Legenda:

- coefficiente di carico sismico orizzontale 0,011, verticale 0,005;
- la linea blu indica il livello della falda e quindi la presenza di condizioni di saturazione dei materiali coinvolti;
- l'arco di cerchio individuato dai 2 raggi di colore verde (grigio chiaro per le copie in bianco e nero) indica la superficie di scivolamento con coefficiente di sicurezza minimo, il coefficiente di sicurezza è pari a circa 2,0 nel settore di interesse a testimonianza delle buoni condizioni di stabilità nel settore anche in conseguenza degli interventi in progetto (i coefficienti illustrati sono determinati tramite il metodo di Bishop semplificato, gli altri metodi adottati –di Morgenstern – Price, Jambu corretto, Corps of Engineers –metodi 1 e 2- e di Spencer - forniscono risultati similari).
- Nota: le presenti verifiche non comprendono la stabilità delle opere di sostegno in quanto tale tematica esula dalle competenze del geologo.

Federico Pittaluga

Geologo

Verifiche di stabilità su sezione geologica interpretativa 7-7 (stato di progetto).



Esiti delle analisi (metodo di Bishop semplificato, scala grafica, in metri).

Federico Pittaluga

Geologo

Legenda:

- coefficiente di carico sismico orizzontale 0,011, verticale 0,005;
- la linea blu indica il livello della falda e quindi la presenza di condizioni di saturazione dei materiali coinvolti;
- l'arco di cerchio individuato dai 2 raggi di colore verde (grigio chiaro per le copie in bianco e nero) indica la superficie di scivolamento con coefficiente di sicurezza minimo, il coefficiente di sicurezza è pari a circa 1,7 nel settore di interesse a testimonianza delle buoni condizioni di stabilità nel settore anche in conseguenza degli interventi in progetto (i coefficienti illustrati sono determinati tramite il metodo di Bishop semplificato, gli altri metodi adottati –di Morgenstern – Price, Jambu corretto, Corps of Engineers –metodi 1 e 2- e di Spencer - forniscono risultati similari).
- Nota: le presenti verifiche non comprendono la stabilità delle opere di sostegno in quanto tale tematica esula dalle competenze del geologo.

Federico Pittaluga

Geologo

Allegato 4. Attestazione di compatibilità dell'intervento con il piano di bacino.

OGGETTO: Relazione geologica e sismica in merito alla richiesta di maggiore deposito di materiali costituiti da rifiuti da costruzione e demolizione e plastica in località Sansobbia, 59, interventi ubicati in località Fraz. San Giovanni -N.C.T. F.gl. 31 Mapp. 107-108, Comune di Stella (Savona).

In riferimento a quanto in oggetto, visto il piano di bacino di pertinenza, valutata la particolare tipologia dell'intervento in progetto, si attesta la conformità degli interventi alla normativa inerente gli aspetti geologici di Piano di Bacino e la compatibilità dell'intervento con i divieti e le limitazioni edificatorie poste dal Piano stesso e se ne attesta la fattibilità.

Ringraziando per l'attenzione si porgono distinti saluti e si resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

Genova, 18 gennaio 2024



Federico Pittaluga

Geologo

Documentazione fotografica



Foto 1. Particolare di affioramenti rocciosi lungo il torrente Sansobbia.



Foto 2. Sezione tipo con particolare dei materiali di coltre anche frammisti ai depositi alluvionali.



Foto 3. Particolare di prova penetrometrica superpesante in esecuzione.



Foto 4 . Vista della stesa di indagine sismica a rifrazione in onde S (di taglio).