COMUNE DI SAN BIAGIO DELLA CIMA

PROVINCIA DI IMPERIA

Progetto:
Realizzazione di attività turistico-ricettiva con villaggio turistico ed agricampeggio
in Regione Cian dei Morti-Lovaira

Richiedente:
Signor Flavio RABEZZANA

RELAZIONE GEOLOGICA

Progettista:
Arch. Massimo SALSI

Dott. Geol. Demis CILIBERTI

Geologia Tecnica e Ambientale

Via Giovanni XXIII 25 - Vallecrosia (IM)
cell. 339 1079305
e-mail demis.cili@gmail.com

Vallecrosia, 21 Giugno 2021

INDICE

- ***PREMESSA***
- ***INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO***
- ***CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROLOGICI***
- ***CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA***
- ***INDAGINE GEOFISICA – PROSPEZIONE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (METODO HVSR)***
- ***CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO SISMICO***
- ***CONCLUSIONI***

- ***ALLEGATI***
  - *Carta geologico-geomorfologica (con elementi idrogeologici ed idrologici; scala 1:2.000)*
  - *Cartografia Piano di Bacino "Torrente Nervia"*
  - *Planimetria di progetto con ubicazione della prova geofisica HVSR realizzata*
  - *Certificato classificazione dell'ammasso roccioso (Bieniawski 1989)*
  - *Certificato parametri sismici – spettri di risposta*
  - *Sezione stratigrafica interpretativa (sulla sezione trasversale stato attuale; scala 1:500)*
  - *Documentazione fotografica*

PREMESSA

Nella presente relazione vengono esposte le risultanze dell'indagine geologico-tecnica eseguita dallo scrivente Geologo Demis CILIBERTI (iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria con il numero 469) in Comune di San Biagio della Cima (IM), località Lovaira a supporto di un progetto edilizio, curato dall'Arch. Massimo SALSI, che prevede la realizzazione di una nuova attività turistico ricettiva costituita da un villaggio turistico e da un'area destinata ad agricampeggio. Nello specifico, è prevista la posa in opera, in corrispondenza di un'area terrazzata attualmente costituita in buona parte da uliveto (foto 1), di un manufatto adibito ad hall, di alcune casette da 2 o 4 posti letto, nonché altri manufatti ricettivi posati su apposite pedane; per maggiore chiarezza circa gli interventi proposti si rimanda alla consultazione degli elaborati progettuali.

L'indagine, realizzata su commissione del signor Flavio RABEZZANA, è stata estesa ad una porzione di territorio comprendente l'area direttamente interessata dal progetto e le zone ad essa immediatamente circostanti (per un congruo intorno), al fine di accertare la compatibilità degli interventi proposti con le caratteristiche geologiche l.s. del sito, nonché fornire utili indicazioni di carattere stratigrafico, geotecnico e sismico al tecnico strutturista.

Gli interventi previsti comportano l'esecuzione di movimenti terra di entità comunque sufficientemente modesta; il materiale di risulta degli scavi, qualora non conferito presso una discarica o un centro di recupero autorizzati, potrà essere riutilizzato all'interno della proprietà o, in alternativa, come reinterro in altro cantiere autorizzato nel rispetto dei disposti di cui alla vigente normativa in materia di terre e rocce da scavo (D.P.R. 120/2017).

L'indagine è stata realizzata ai sensi:

- del D.M. del 17.01.2018 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni";
- del D. lgs 152/2006 e s.m.i. "Norme in materia ambientale";
- delle prescrizioni fornite dal vigente Piano di Bacino Stralcio per la difesa idraulica ed idrogeologica "Torrente Nervia" elaborato dalla Provincia di Imperia.

Il sito d'intervento non ricade in zona sottoposta a vincolo idrogeologico.

Secondo quanto riportato nella "Carta della pericolosità o suscettività al dissesto" (Tavola n. 14), allegata al suddetto Piano di Bacino, **il sito d'intervento ricade in *"Zona Pg2 – area a pericolosità media".***

Per quanto riguarda il rischio idraulico, **il sito d'intervento** si colloca ad una quota di sicurezza rispetto ai principali corsi d'acqua e **non rientra all'interno delle fasce fluviali inondabili** individuate dagli studi di carattere idraulico a supporto della Pianificazione di Bacino e riportate nella "Carta delle fasce fluviali". **I nuovi manufatti previsti non ricadranno** inoltre **né nella fascia di inedificabilità** stabilita dal Regolamento Regionale n.

3/2011 e s.m.i. (R.R. 1/2016) per i rii facenti parte del reticolo idrografico regionale, **né all'interno della fascia di rispetto** di cui alla Normativa di Piano in riferimento alle distanze degli interventi dai corsi d'acqua costituenti il reticolo idrografico significativo e riportati nella "carta del reticolo idrografico". I corsi d'acqua segnati in carta più vicini appartengono, infatti, in virtù dell'ampiezza del bacino di alimentazione, al reticolo minuto per il quale è da rispettare esclusivamente una fascia di inedificabilità pari a m 3,0.

Nell'area indagata non sono previsti dal Piano (Carta degli interventi) né opere di sistemazione idraulica né interventi di natura geologico-geomorfologica (consolidamenti, bonifiche, monitoraggi e altro…). *Gli interventi previsti non pregiudicano pertanto né rendono maggiormente onerosa l'attuazione delle previsioni del Piano stesso.*

L'indagine geologica è stata sostanzialmente articolata secondo le seguenti fasi:

- raccolta e consultazione del materiale bibliografico e cartografico esistente e riguardante l'area in oggetto;
- attenta analisi delle tavole di progetto messe a disposizione dal tecnico progettista;
- consultazione dei dati ottenuti da precedenti indagini eseguite dallo scrivente in aree prossime al sito d'intervento a supporto di precedenti progettazioni;
- rilevamento geologico–tecnico di superficie dell'area in esame con individuazione delle principali caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrologiche ed idrogeologiche della zona. In particolare, è stato possibile determinare la natura dei terreni e dei litotipi presenti in sito, i principali caratteri geotecnici ed idrogeologici di questi, nonché l'eventuale presenza, nell'area in esame, di particolari problematiche di carattere dissestivo o di natura idrogeologica;
- caratterizzazione litologica e geomeccanica del substrato lapideo affiorante in più punti nell'area indagata (foto 2-3);
- esecuzione, in corrispondenza del settore intermedio dell'area di proprietà (nel punto meglio evidenziato nella planimetria allegata), di una prospezione di sismica passiva a stazione singola finalizzate alla determinazione della Vs30 e della Vs,eq ed alla validazione della stratigrafia ipotizzata in seguito al rilevamento geologico di superficie;
- sintesi di quanto emerso dalle indagini con redazione di elaborati grafici e della presente relazione esplicativa.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO

Il sito d'intervento si colloca nel territorio comunale di San Biagio della Cima (IM), in località Lovaira in una zona scarsamente antropizzata con presenza di sporadici insediamenti rurali.

Il sito ricade nel bacino idrografico di competenza del torrente Nervia, in sinistra idrografica dello stesso.

Morfologicamente, la zona è riconducibile ad un ambiente collinare. Il sito in esame si colloca, infatti, tra le quote di m 275 e m 300 circa s.l.m., in corrispondenza di uno spartiacque secondario avente andamento circa NE-SW nel settore medio-culminare di un versante degradante complessivamente verso WSW in direzione dell'alveo del rio Lanim. Il tratto di versante indagato, in buona parte attualmente adibito ad uliveto, è caratterizzato da acclività da media a localmente medio-bassa e dalla presenza di antichi terrazzamenti antropici sorretti da muri in pietra a secco di altezza sufficientemente contenuta (foto 1).

Ad eccezione di alcuni fenomeni dissestivi, comunque confinati e molto superficiali, coinvolgenti limitati tratti dei muretti in pietra (spanciamenti o crolli parziali) e ad ogni modo riconducibili principalmente alla mancata manutenzione delle opere, il rilevamento di superficie non ha evidenziato la presenza in loco di fenomeni franosi di particolare rilevanza.

Il fabbricato abitativo sito in corrispondenza del settore di monte della proprietà non mostra lungo le murature lesioni o crepe tali da giustificare la presenza di particolari movimenti o cedimenti in atto a livello fondazionale.

Dal punto di vista geolitologico, secondo quanto riportato nella cartografia ufficiale consultata e secondo quanto appurato dal rilevamento di campagna, il substrato roccioso, affiorante con buona continuità in corrispondenza di esistenti tagli stradali (foto 2-3), è riconducibile alla formazione datata Priaboniano del Grés d'Annot o Flysch di Ventimiglia. Tale formazione rocciosa appartiene al dominio strutturale Delfinese – Provenzale (avanpaese delle Alpi Liguri) e rappresenta il termine superiore della copertura sedimentaria post – ercinica del massiccio cristallino dell'Argentera – Mercantour, dal quale risulta scollata. Il Flysch di Ventimiglia è in genere costituito da alternanze flyschoidi marnoso – arenacee ed arenaceo - pelitiche, in strati da sottili a medi.

La roccia si presenta in affioramento intensamente fratturata con presenza di alcuni sistemi di discontinuità sistematici e persistenti aventi disposizione pseudo-ortogonale tra loro, nonché mediamente alterata. L'intersezione dei piani di discontinuità strutturali dà spesso origine a frammenti scagliosi nei livelli marnoso-pelitici ed a veri e propri blocchi lapidei disarticolati nei termini calcareo-arenacei. Gli strati si presentano inoltre localmente ripiegati a seguito di deformazioni di tipo duttile. Il tutto a testimonianza di un'intensa attività tettonico–deformativa subita dalla formazione in seguito alla messa in posto della catena Alpina. La fratturazione della roccia è più spinta e maggiormente evidente in corrispondenza dei livelli a composizione marnoso-pelitica, in loco decisamente predominante.

Data l'intensa fratturazione dell'ammasso, la giacitura degli strati non è sempre facilmente identificabile; viene comunque di seguito riportata la giacitura individuata in corrispondenza di numerosi affioramenti riscontrati in loco:

- ✓ direzione media: NNW-SSE
- ✓ immersione verso ENE
- ✓ inclinazione di circa 10-15° fino a localmente sub-orizzontale.

La giacitura è pertanto da considerarsi principalmente a reggipoggio rispetto all'andamento del profilo topografico.

Il substrato alterato e fratturato ("cappellaccio" di alterazione) è sovrastato, nell'area indagata, da terreno di natura eluvio–colluviale (coltre di copertura) caratterizzato da granulometria eterogenea (principalmente limo-sabbiosa con argilla e diffusi frammenti litoidi) e da spessore poco significativo (nell'area indagata pressoché ovunque inferiore a m 1,5). Per maggiore chiarezza circa la caratterizzazione stratigrafica del sito si rimanda alla consultazione del capitolo relativo all'indagine geofisica realizzata in situ e della sezione interpretativa presente in allegato.

CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROLOGICI

Dal punto di vista idrogeologico si è rilevato quanto segue:

- la formazione flyschoide è caratterizzata da una permeabilità secondaria media in corrispondenza di livelli particolarmente fratturati;
- la coltre di copertura presenta una permeabilità primaria (per porosità) complessivamente media, variabile comunque in funzione della percentuale di frazione argillosa presente e del differente grado di costipazione ed addensamento delle particelle;
- non si sono riscontrate nell'area indagata né sorgenti o particolari venute d'acqua superficiali né opere di captazione ed emungimento.

La consultazione della cartografia tematica (principalmente della "Carta Idrogeologica" del Piano) ha confermato l'assenza, nell'area direttamente coinvolta dal progetto e nelle immediate vicinanze, di sorgenti o pozzi concessionati.

Le discrete capacità drenanti del terreno di copertura, seppur poco potente, e la sottostante presenza di roccia fratturata fanno comunque sì che, soprattutto in occasione di intensi e prolungati fenomeni piovosi, si possano instaurare circuiti idrici sub-superficiali o comunque poco profondi strettamente connessi alle precipitazioni. La circolazione avviene nella coltre o, più in profondità, lungo i giunti dell'ammasso lapideo. Nell'area indagata è comunque da escludere la presenza di una vera e propria falda idrica a ridotta soggiacenza continua e duratura.

Per quanto riguarda l'idrologia superficiale, il deflusso delle acque è, nel tratto di versante indagato, parzialmente garantito dalla presenza di alcune incisioni di versante (una delle quali scorre lungo il limite meridionale della proprietà prima di confluire nel sottostante rio Lanim) e si sviluppa pertanto solo in subordine come ruscellamento diffuso o localmente incanalato lungo altre vie preferenziali di scorrimento rappresentate da strade o sentieri.
Il progetto in esame prevede la realizzazione di nuove superfici impermeabilizzate di entità, in virtù della modesta estensione dei manufatti previsti, non particolarmente significativa.
Le acque intercettate dalle nuove superfici impermeabili dovranno essere adeguatamente convogliate e smaltite nel reticolo idrografico esistente, previa eventuale esecuzione di opere di raccolta intermedie.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA

Sulla base di quanto riscontrato sul terreno, si sono determinate le principali caratteristiche geotecniche e geomeccaniche attribuibili al terreno di copertura ed al substrato roccioso, con particolare riferimento alla porzione più superficiale di questo significativamente alterata e fratturata (foto 2-3).
Per quanto riguarda i principali parametri geotecnici medi del terreno di copertura vengono attribuiti, alla luce di quanto emerso da prove indirette sul terreno (penetrometrie dinamiche leggere) eseguite su terreni del tutto similari in occasione di precedenti indagini, delle velocità sismiche emerse dalla prova geofisica realizzata in loco, nonché sulla base di quanto indicato nella bibliografia tecnica, i seguenti valori indicativi e cautelativi:

Coltre eterogenea di copertura

γ_d (peso di volume drenato): 1,60 – 1,70 t_p/m^3;

γ_{saturo} (peso di volume saturo): 1,80 – 1,95 t_p/m^3;

φ' (angolo di attrito efficace): 25 – 27°;

c' (coesione efficace): 0,03 - 0,04 kg_p/cmq

Nello specifico, al fine di definire i valori dell'angolo di attrito si sono utilizzate le correlazioni di Uzielli et al (2013) e Mayne (2014) riportate nel testo "Stima dei parametri geotecnici in geofisica applicata" di Roccaforte-Cucinotta, mentre per quel che concerne i valori della coesione efficace si è fatto riferimento alla formula di Sellountou et al. ($c'= a \tan\varphi'$), dove i valori del fattore "a" derivano da Senneset et al (1989) e si possono ricavare dalla seguente tabella, in relazione alla tipologia del terrreno in esame:

Tabella 5.6. Valori di a e ϕ' riportati da Senneset et al. (1989)

Terreno	a (kPa)	ϕ' (°)	N_m	B_q
Argilla soffice	5-10	19-24	1-3	0,8-1,0
Argilla media	10-20	19-29	3-5	0,6-0,8
Argilla compatta	20-50	27-31	5-8	0,3-0,6
Limo soffice	0-5	27-31	5-30	0-0,4
Limo medio	5-15	29-33		
Limo compatto	15-30	31-35		
Sabbia sciolta	0	29-33	30-100	< 0,1
Sabbia media	10-20	31-37		
Sabbia densa	20-50	35-42		
Terreni OC	> 50	38-45	100	< 0

La tabella di cui sopra è stata estrapolata dal testo “Prove Geotecniche in situ” (A. Bruschi) della Dario Flaccovio Editore.

Nello specifico:

- coltre eterogenea: c'= 8 (limo medio) x tan (25°) = 3,90 Kpa = 0,039 Kg/cmq

I parametri di resistenza al taglio del substrato roccioso sono stati determinati, invece, successivamente ad un accurato rilevamento geologico - tecnico di superficie, realizzato su alcuni affioramenti riscontrati immediatamente a monte del fabbricato di proprietà (foto 3). Si è proceduto, quindi, con l’ausilio di sistemi informatici di elaborazione, alla classificazione dell’ammasso roccioso secondo il sistema RMR di Bieniawski (1989). Tale sistema è basato sulla determinazione di un particolare indice (denominato indice RMR), derivante dalla sommatoria di alcuni parametri, definiti principalmente sulla base di un’accurata analisi delle discontinuità, sia stratigrafiche che strutturali, presenti nella roccia. Ciò deriva dal fatto che il comportamento meccanico degli ammassi rocciosi è strettamente connesso alla presenza di piani di debolezza. In particolare, la valutazione dell’indice RMR di Bieniawski permette la determinazione dei principali parametri di resistenza al taglio della roccia in termini di tensioni efficaci, attraverso l’applicazione delle seguenti note correlazioni:

c (kPa) = 5 RMR

φ (°) = 5 + RMR/2

dove con RMR viene considerato l’indice di Bieniawski cosiddetto di base, indipendente dalla disposizione giaciturale delle discontinuità. Sulla base di quanto ottenuto dall’applicazione delle suddette formule, vengono attribuiti alla roccia i seguenti parametri:

Substrato flyschoide alterato e fratturato:

γ_d (peso di volume drenato): 2,15 – 2,25 t_p/m^3;

γ_{saturo} (peso di volume saturo): 2,20 – 2,35 t_p/m^3;

φ (angolo di resistenza al taglio): 27 - 30°;

***c** (coesione):2,1 – 2,3 kg_p/cmq;*

L'ammasso roccioso ricade, nonostante la disposizione a reggipoggio, in classe IV ed è caratterizzato da qualità scadente. I valori del peso di volume, sia drenato che saturo, sono stati attribuiti secondo quanto indicato nella bibliografia tecnica consultata.
I valori riportati sono da ritenersi sufficientemente cautelativi.

PROSPEZIONE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (METODO HVSR)

Ad integrazione del rilevamento geologico di superficie è stata eseguita, nel settore intermedio dell'area d'intervento, una prospezione di sismica passiva a stazione singola denominata tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Tale tecnica permette la parametrizzazione sismica dei terreni mediante l'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito, correlabili ai cambi litologici-stratigrafici. La modellazione sintetica dello spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo. I dati che si ricavano sono spessori, profondità e velocità di propagazione delle onde di taglio all'interno del sismostrato individuato. Per tale indagine è stato utilizzato un acquisitore dati digitale Gemini 4 della PASI capace di acquisire e registrare i microtremori o rumore sismico ambientale, mediante una terna di geofoni con frequenza di risonanza 4,5 Hz, accuratamente accoppiati meccanicamente ed elettricamente ed orientati N-S, E–W e verticalmente (foto).



Per l'elaborazione dei dati è stato quindi utilizzato il software *WinMaswHVSR* della Eliosoft. I risultati ottenuti in merito alla frequenza fondamentale del sito vengono di seguito riportati:

Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

www.winmasw.com

Data: 14 6 2021

Tempo: 15 5

Dataset: Rabezzana.SAF

Frequenza di campionamento (Hz): 128

Lunghezza finestra (sec): 40

Lunghezza della sequenza temporale analizzata (min): 11,8

Conicità (%): 10

== ==========

Di seguito i risultati considerando i dati nel range di frequenza 0.5-40.0Hz

Frequenza di picco (Hz): 38,2 (+-3,0)

Valore HVSR di picco: 2,7 (+-0,8)

=== Criteri per una curva H/V affidabile ==========

#1.[f0 > 10/Lw]: 38,2 > 0,25 (OK)

#2.[nc > 200]: 51969 > 200 (OK)

#3.[f0>0,5Hz; sigmaA(f) < 2 per 0.5f0 < f < 2f0] (OK)

=== Criteri per un picco H/V chiaro (almeno 5 devono essere riempiti) ==========

#1.[esiste f- nell'intervallo [f0/4, f0] |AH/V(f-) < A0/2]: si, alla frequenza 34,8Hz (OK)

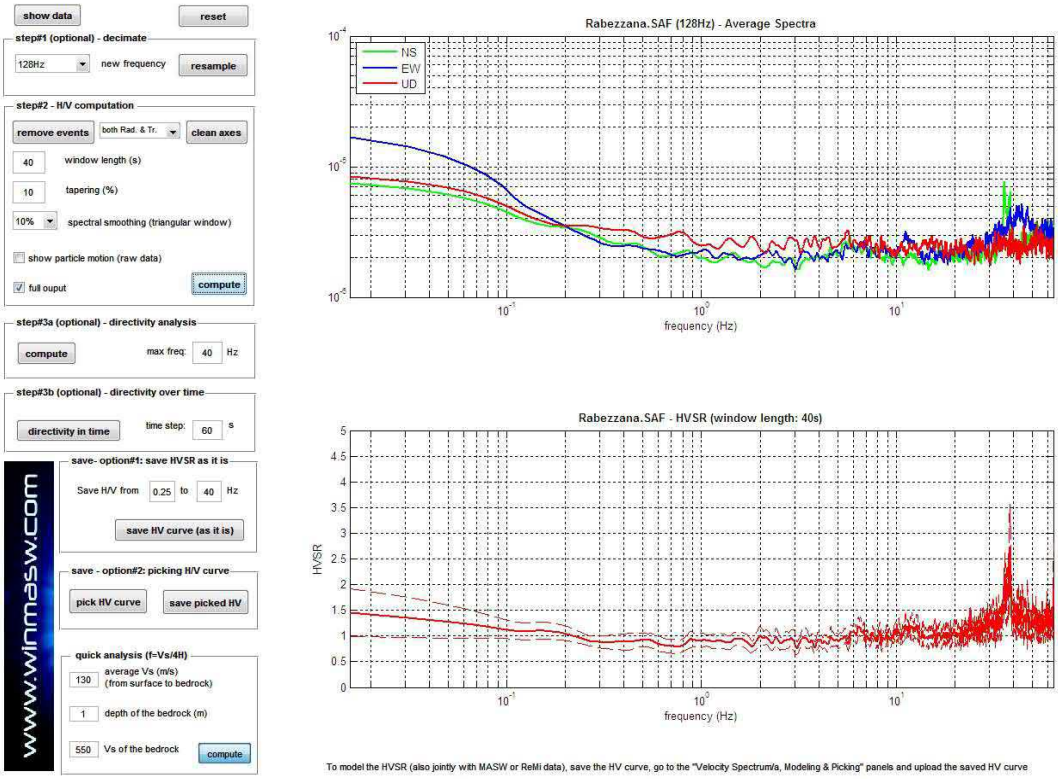
#2.[esiste f+ nell'intervallo [f0, 4f0] |AH/V(f+) < A0/2]: si, alla frequenza 39,2Hz (OK)

#3.[A0 > 2]: 2.7 > 2 (OK)

#4.[fpeak[Ah/v(f) ą sigmaA(f)] = f0 ą 5%]: (OK)

#5.[sigmaf < epsilon(f0)]: 3.034 > 1.911 (NO)

#6.[sigmaA(f0) < theta(f0)]: 0,817 < 1,58 (OK)



La frequenza fondamentale del sito risulta essere quindi di 38,2 Hz.

Attraverso la relazione

$$h = \frac{Vs}{4 f_0}$$

che lega frequenza di risonanza, spessore della coltre sovrastante il bedrock e velocità delle onde di taglio, utilizzando i dati di bibliografia disponibili,è stato calcolato il profilo Vs per l'area in esame.

Una volta ipotizzata la stratigrafia del sottosuolo, si è quindi cercato di modellare la curva H/V ottenuta, come di seguito evidenziato:

winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

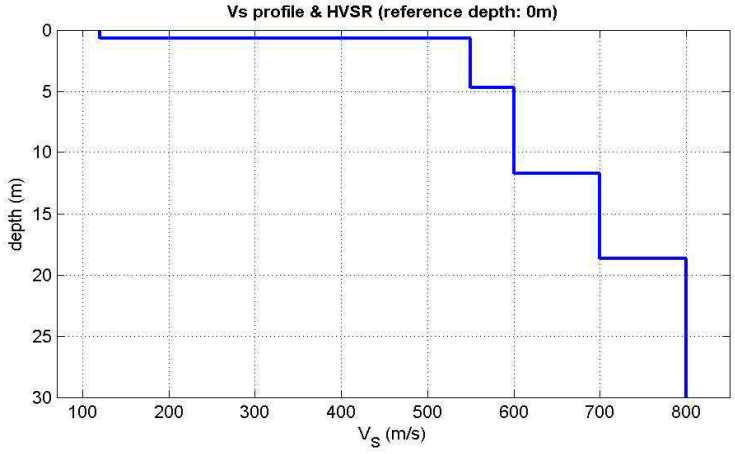
Main results

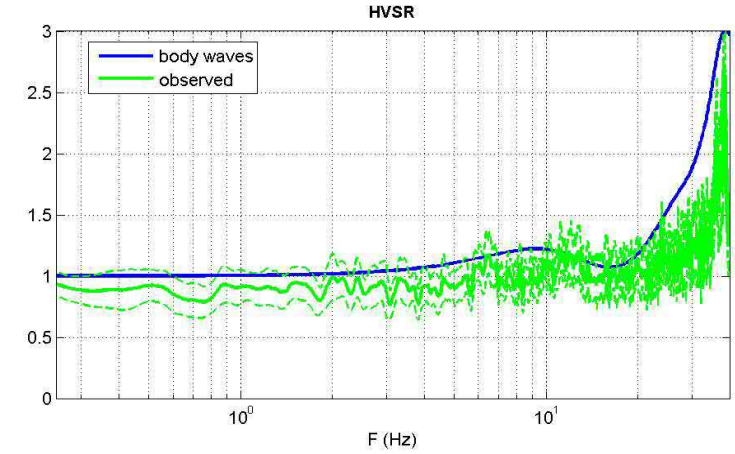
www.winmasw.com

Date: 14 6 2021

Time: 15 7

Dataset:





Mean model

Vs (m/s): 120 550 600 700 800

Thickness (m): 0.7, 4.0, 7.0, 7.0

Density (gr/cm3) (approximate values): 1.72 2.04 2.06 2.09 2.12

Shear modulus (MPa) (approximate values): 25 618 743 1022 1356

Analyzing Phase velocities

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 250 953 1039 1143 1306

Poisson: 0.35 0.25 0.25 0.20 0.20

Vs30 (m/s): 614

Poiché in virtù di quanto previsto dalle nuove Norme Tecniche (NTC 2018) la classificazione del sottosuolo si effettua, non più sulla base della Vs30 ma in base alle condizioni

stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

hi spessore dell'i-esimo strato;

VS,i velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

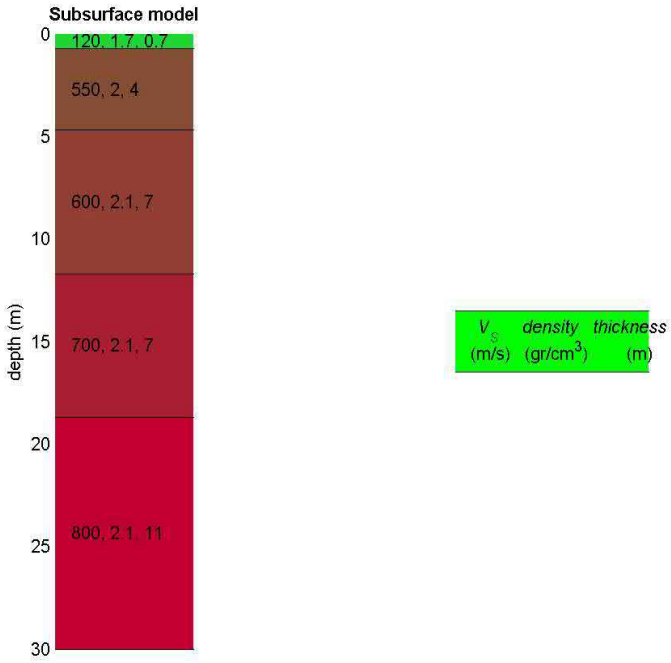
H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Si è calcolato il valore della Vs,eq in virtù della modellazione di cui sopra

Vs,eq (m/s): 533

Il risultato ottenuto induce a considerare **il terreno di fondazione alle nuove strutture previste ascrivibile alla classe B.**

Si riporta di seguito l'effettiva stratigrafia introdotta nel modello *(terreno di copertura avente spessore pari a m 0,70 sovrastante termini lapidei parzialmente alterati e via via maggiormente integri e sani con la profondità):*



CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO SISMICO

Alla luce di quanto previsto dalla vigente Normativa Regionale in materia di rischio sismico in vigore dal 19 Luglio 2017 (D.G.R. 2655 del 17/03/2017) il Comune di San Biagio della Cima viene classificato in ***Zona simica di tipo 3.***

Secondo le Norme Tecniche le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto degli stati limite, sia di esercizio che ultimi, si definiscono, invece, a partire dalla "pericolosità sismica di base" caratteristica del sito d'intervento. Tale pericolosità di base deriva da studi condotti a livello nazionale, è riferita a condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale ed è definita da forme spettrali determinate in funzione dell'accelerazione orizzontale massima attesa al sito (a_g), del valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0) e del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T_c*).

L'azione sismica così individuata, subordinata esclusivamente al posizionamento del sito d'intervento (in termini di latitudine e longitudine), deve essere quindi variata in funzione delle condizioni stratigrafiche del sottosuolo e della morfologia dei luoghi al fine di caratterizzare la risposta sismica locale.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi; in alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella successiva Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, Vs. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

hi spessore dell'i-esimo strato;

VS,i velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella successiva Tab. 3.2.II:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
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.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche. La forma spettrale viene così modificata in funzione della stratigrafia attraverso la determinazione del Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica S_s e del coefficiente C_c che modifica il valore del periodo Tc corrispondente all'inizio nel tratto a velocità costante dello spetto ($T_c=C_c \times T_c^*$) secondo le seguenti modalità:

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di S_S e di C_C*

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Nel caso specifico, in virtù di quanto determinato dalla prova geofisica realizzata in situ, il terreno di fondazione alle nuove strutture in progetto può essere ricondotto, in via sufficientemente cautelativa, ad una **categoria di tipo B.**

La roccia alterata e fratturata può essere assimilata, dal punto di vista della risposta sismica, ad una roccia tenera.

Per tenere conto invece delle condizioni topografiche del sito d'intervento, in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del Coefficiente di

Amplificazione Topografica S_T riportato di seguito e variabile in funzione delle categorie topografiche definite e dell'ubicazione delle opere o degli interventi

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica* S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Per il caso in esame si ritiene opportuno l'utilizzo di un **coefficiente S_T pari a 1,20** in quanto il sito in esame si colloca su di un versante morfologicamente riconducibile alla **categoria T2**, nei pressi di uno spartiacque minore. In allegato alla presente si riportano i parametri caratteristici delle azioni sismiche di progetto, per i vari stati limite, calcolati alla luce delle condizioni stratigrafiche e topografiche del sito d'intervento, della collocazione dello stesso, nonché sulla base della presunta vita nominale delle opere in progetto e dell'uso e destinazione della stesse. Valutata quindi la risposta sismica locale come fin qui esposto, non resta che verificare la stabilità del sito coinvolto dal progetto alla liquefazione del terreno; in merito a ciò, vista la discreta percentuale di particelle limose ed argillose costituenti la coltre di copertura, la presenza di roccia a limitata profondità dal piano di campagna, nonché l'assenza di una vera e propria falda idrica a ridotta soggiacenza, *lo scrivente ritiene impossibile l'innesco, anche a seguito di azioni cicliche e dinamiche di discreta entità, dei menzionati fenomeni di perdita di resistenza al taglio del terreno*.

CONCLUSIONI

Sulla base di quanto emerso dalle indagini realizzate ed esposto nel presente elaborato, considerati i limitati movimenti terra previsti nonché i carichi sufficientemente contenuti indotti sul terreno dalle nuove opere proposte, ***lo scrivente attesta la fattibilità geologica degli interventi in progetto,*** nell'assoluto rispetto, comunque, delle prescrizioni tecniche di seguito fornite.

Le fondazioni ai nuovi manufatti previsti dovranno intercettare orizzonti di substrato sufficientemente integri; il piano di appoggio dovrà essere quanto più possibile omogeneo in modo da evitare l'innesco di potenziali fenomeni di cedimenti differenziali delle strutture.

Il limitato materiale di risulta degli scavi, qualora non conferito presso una discarica o un centro di recupero autorizzati, potrà essere riutilizzato all'interno della proprietà o, in alternativa, come reinterro in altro cantiere autorizzato nel rispetto dei disposti di cui alla vigente normativa in materia di terre e rocce da scavo (D.P.R. 120/2017).

Le acque intercettate dalle nuove superfici impermeabilizzate dovranno essere adeguatamente convogliate e smaltite nel reticolo idrografico esistente, previa eventuale esecuzione di opere di raccolta intermedie.

Vallecrosia, 21 Giugno 2021

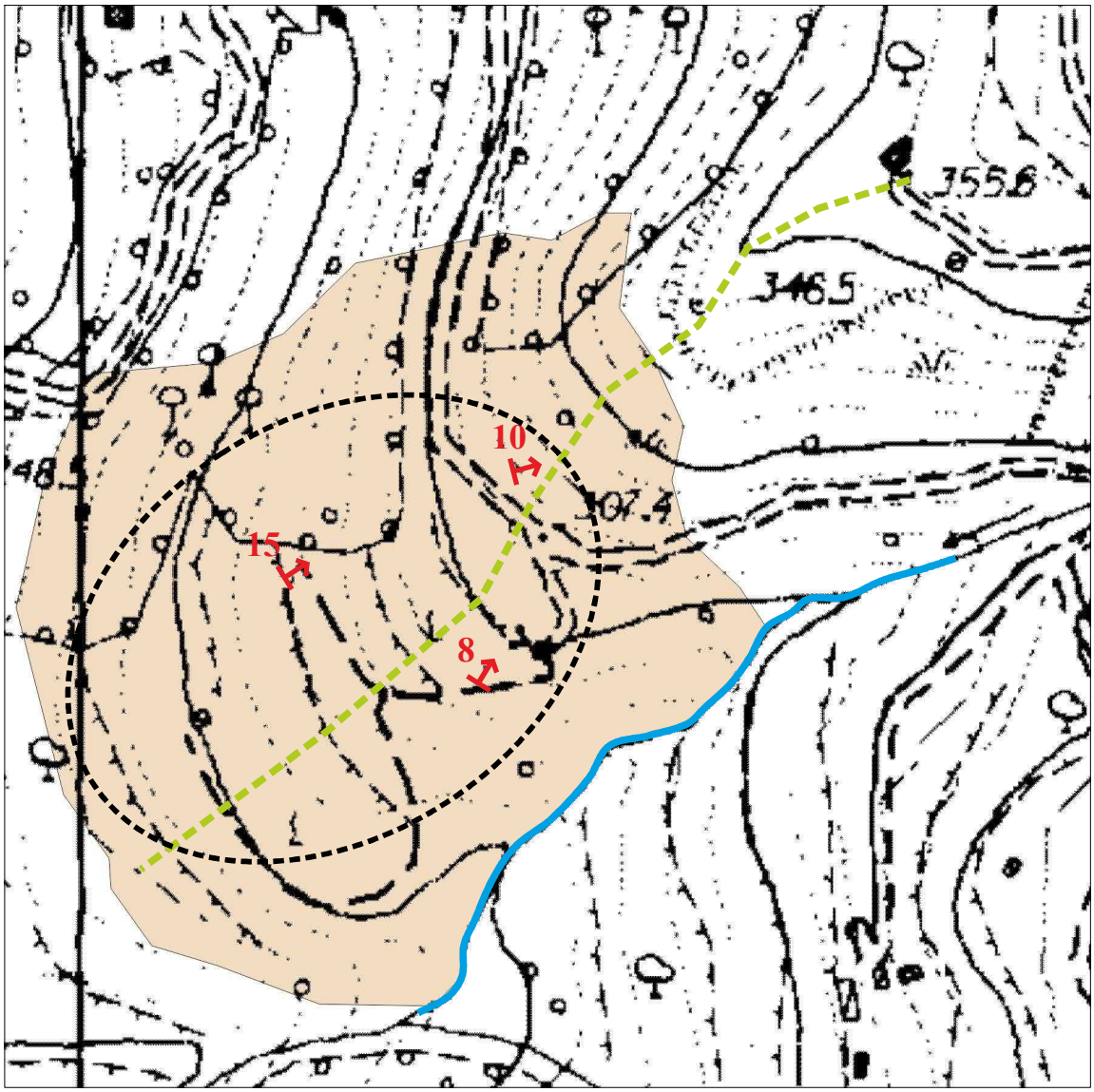


Dott. Geol. Demis CILIBERTI

CARTA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA

(con elementi idrogeologici ed idrologici)

Scala 1:2.000



LEGENDA

Flysch di Ventimiglia Formazione rocciosa costituita da facies torbiditiche marnoso - arenacee ed arenaceo - pelitiche semipermeabili per fratturazione ***(Eocene)***. La roccia, ove non direttamente affiorante, è sovrastata da una coltre eluvio-colluviale a granulometria eterogenea e di potenza contenuta (in genere inferiore a m 2,0-2.5, solo localmente superiore).
La copertura è caratterizzata da una discreta permeabilità per porosità.

Giacitura degli strati rocciosi

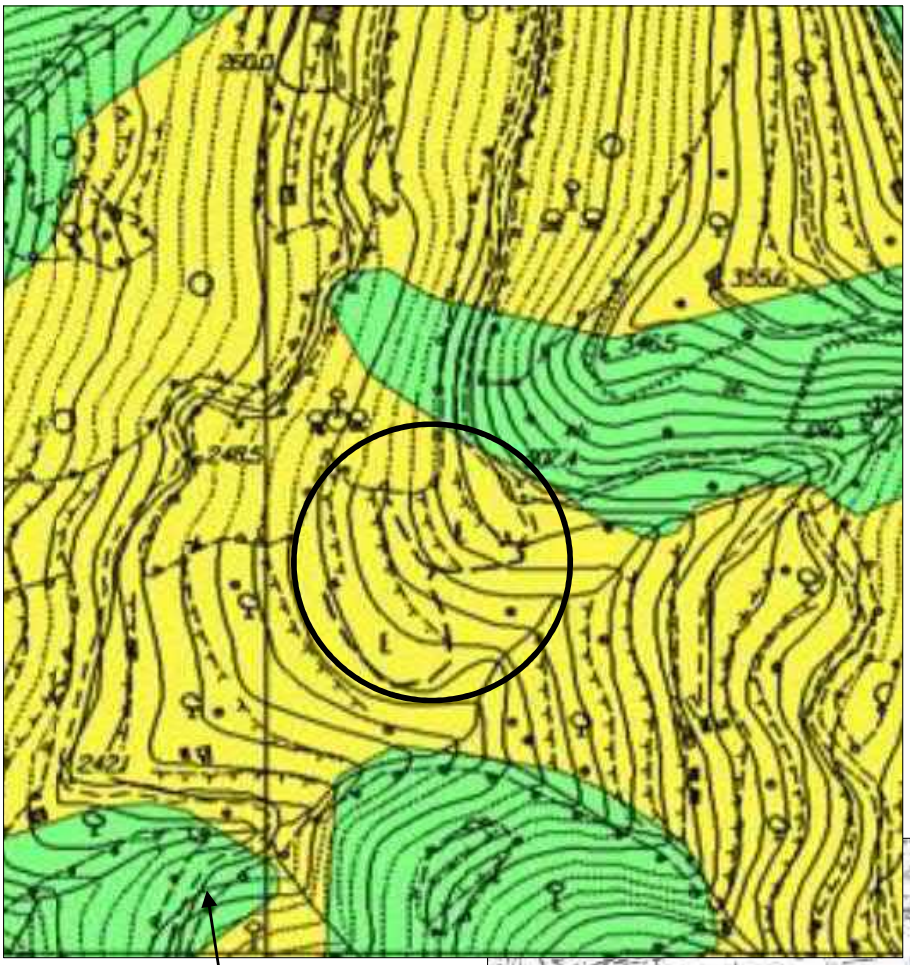
Reticolo idrografico

Spartiacque secondario

Area d'intervento

Geol. Demis Ciliberti - *Geologia Tecnica e Ambientale*

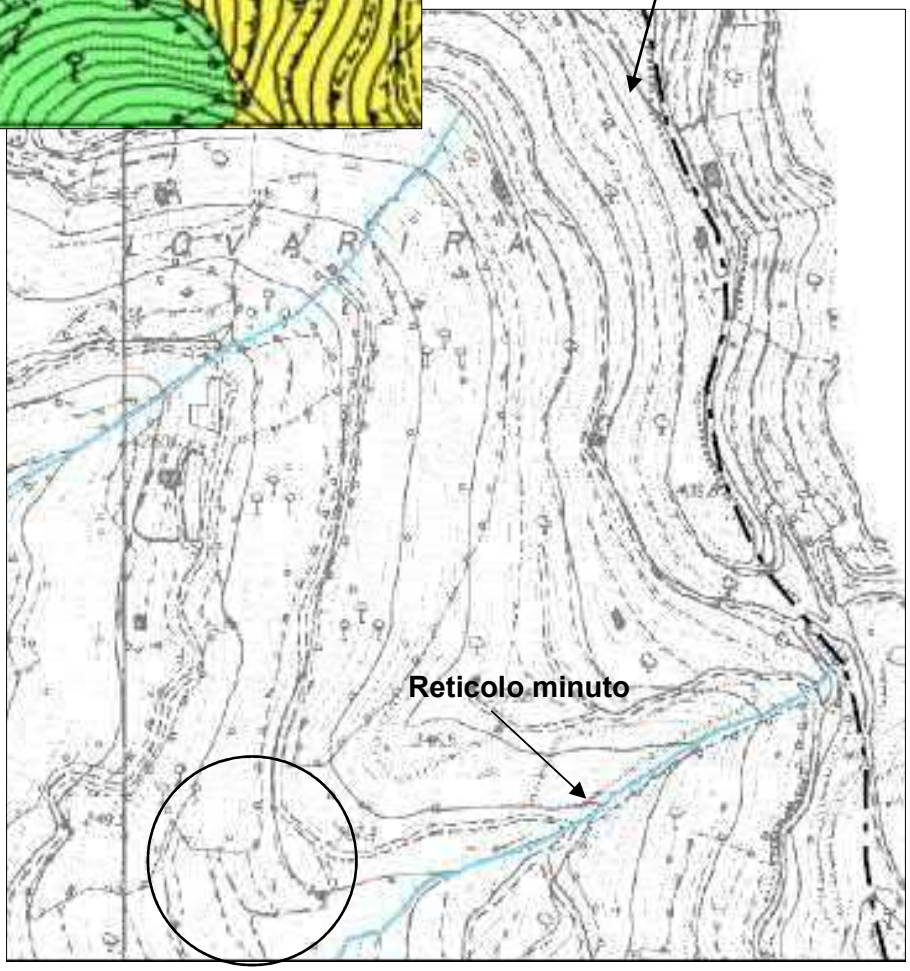
CARTOGRAFIA PIANO DI BACINO
"TORRENTE NERVIA"



= Area d'intervento

Carta del reticolo idrografico
(No fascia di inedificabilita' ne' di rispetto)

Carta della pericolosità o suscettività al dissesto
(Pg2)



Geol. Demis Ciliberti - *Geologia Tecnica e Ambientale*

PLANIMETRIA DI PROGETTO CON UBICAZIONE DELLA PROVA GEOFISICA HVSR REALIZZATA



Impresa:	Geol. Demis CILIBERTI
Committente:	Signori RABEZZANA
Località sito:	San Biagio della Cima (IM) - loc Lovaira
Data rilievo:	giovedì 30 maggio 2013
Operatore:	Geol. Ciliberti
Caratteristiche del sito:	Flysch di Ventimiglia degradato

Software: IS GeoRocce
di omnia IS, C.so Ferrucci 23, 10138 Torino - 0114337527 - www.omniais.it

In data lunedì 14 giugno 2021 è stato eseguito il rilievo dell'ammasso roccioso situato a San Biagio della Cima - località Lovaira da parte dell'operatore Geol Ciliberti per conto del committente Signor RABEZZANA. Sono anche state annotate le seguenti caratteriistiche del sito in esame: Flysch di Ventimiglia alterato e fratturato
E' stata quindi eseguita la seguente classificazione dell'ammasso roccioso in esame.

- "RMR '89" (Rock Mass Rating, Bieniawsky (1989))

Classificazione mediante l'indice RMR '89, Bieniawski (1989)

Le scelte dell'utente sono elencate e riassunte nei punti seguenti:

•P1 (Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta): 5.4 (da una Sigma c = 50 MPa)
•P2 (Indice di recupero percentuale modificato RQD (RockQualityDesignation): 5.3 (da un RQD = 20 %)
•P3 (Spaziatura delle discontinuità): 8 (da una Spaziatura = 0.2 m)
•P4 (Condizioni delle discontinuità): 10
v1 (- persistenza : 3 ÷ 10 m) : 2
v2 (- apertura : > 5 mm) : 0
v3 (- rugosità : Leggermente rugosa) : 3
v4 (- alterazione : Mediamente alterate) : 3
v5 (- riempimento : Compatto (> 5 mm)) : 2
•P5 (Venute d'acqua): nessuna, corrispondente al parametro 15
•P6 (Effetti della giacitura delle discontinuità rispetto alla direzione di scavo): favorevole e Pendii come tipologia opera, corrispondente al parametro -5

e si è pervenuto ad un indice RMRc pari a: 39 rispondente a una **qualità dell'ammasso roccioso SCADENTE**

RMRa (asciutto) = 29

RMRb (di base) = 44

Dall'indice RMRb sono stati calcolati:

c = 220.00 [kPa]

phi = 27.00 [°]

E = -12.00 [GPa].

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione:Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 43,840982 [°]

longitudine: 7,645190 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	19118	43,837290	7,595353	4018,1
Sito 2	19119	43,840730	7,664492	1548,3
Sito 3	18897	43,890620	7,659752	5641,6
Sito 4	18896	43,887170	7,590495	6753,1

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,028	2,553	0,195
Danno (SLD)	63	50	0,040	2,632	0,209
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,147	2,440	0,291
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,197	2,480	0,306

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,530	1,200	0,008	0,004	0,393	0,200
SLD	1,200	1,500	1,200	0,011	0,006	0,563	0,200
SLV	1,200	1,410	1,200	0,051	0,025	2,076	0,240
SLC	1,200	1,390	1,200	0,068	0,034	2,789	0,240

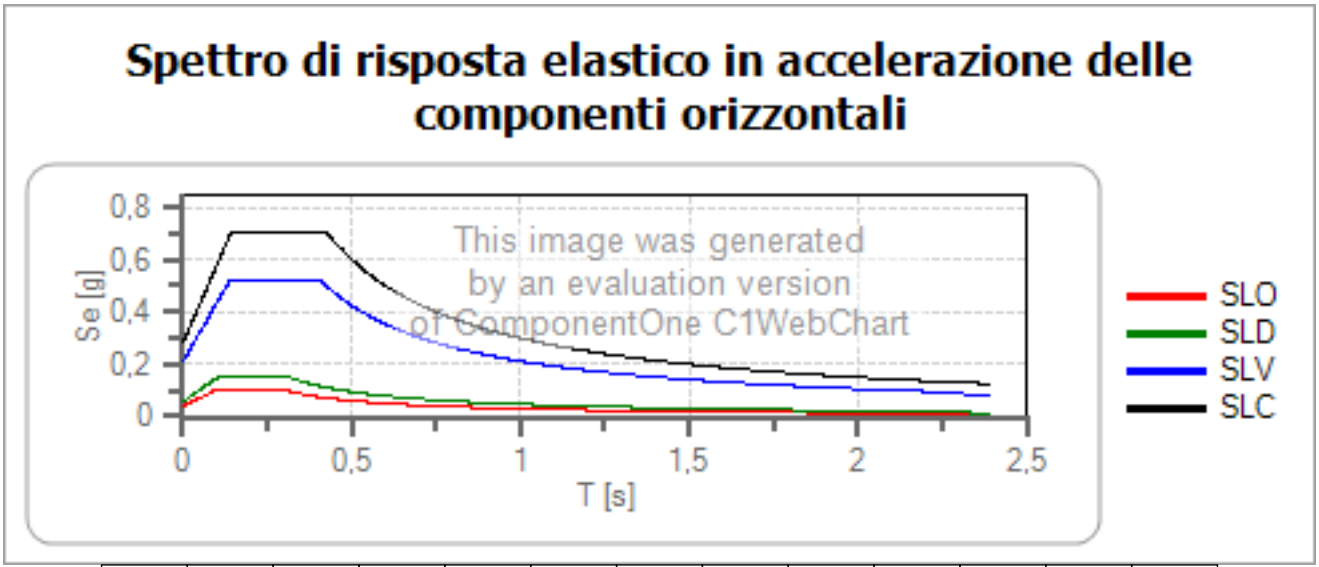
Geostru

Spettri di risposta

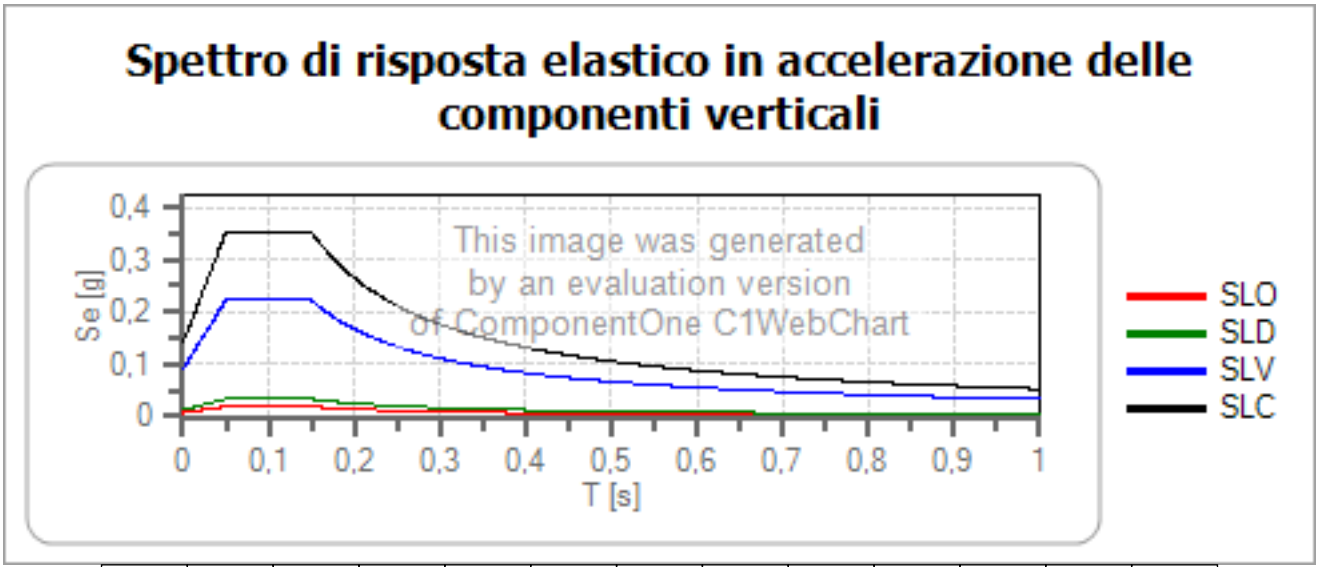
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,028	2,553	0,195	1,200	1,530	1,200	1,440	1,000	0,099	0,298	1,711
SLD	1	0,040	2,632	0,209	1,200	1,500	1,200	1,440	1,000	0,105	0,314	1,760
SLV	1	0,147	2,440	0,291	1,200	1,410	1,200	1,440	1,000	0,137	0,411	2,188
SLC	1	0,197	2,480	0,306	1,200	1,390	1,200	1,440	1,000	0,142	0,425	2,390



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,028	2,553	0,195	1,000	1,530	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,040	2,632	0,209	1,000	1,500	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,147	2,440	0,291	1,000	1,410	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,197	2,480	0,306	1,000	1,390	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro di progetto

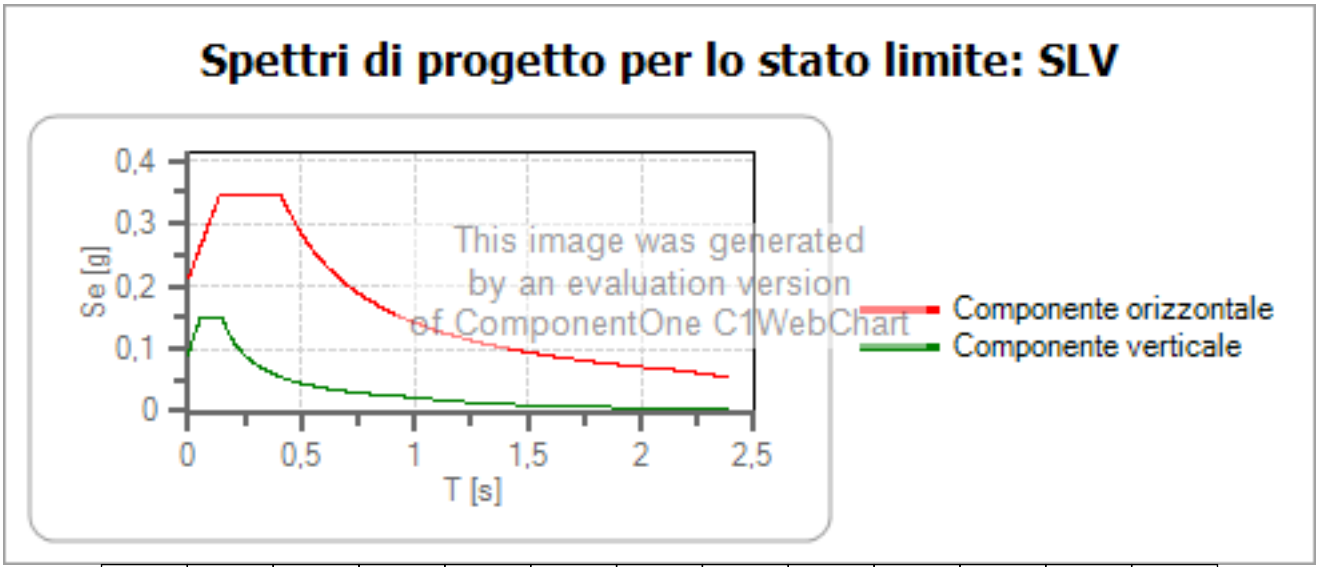
Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

per lo spettro orizzontale = 0,667

Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5

per lo spettro verticale = 0,667

Stato limite: SLV

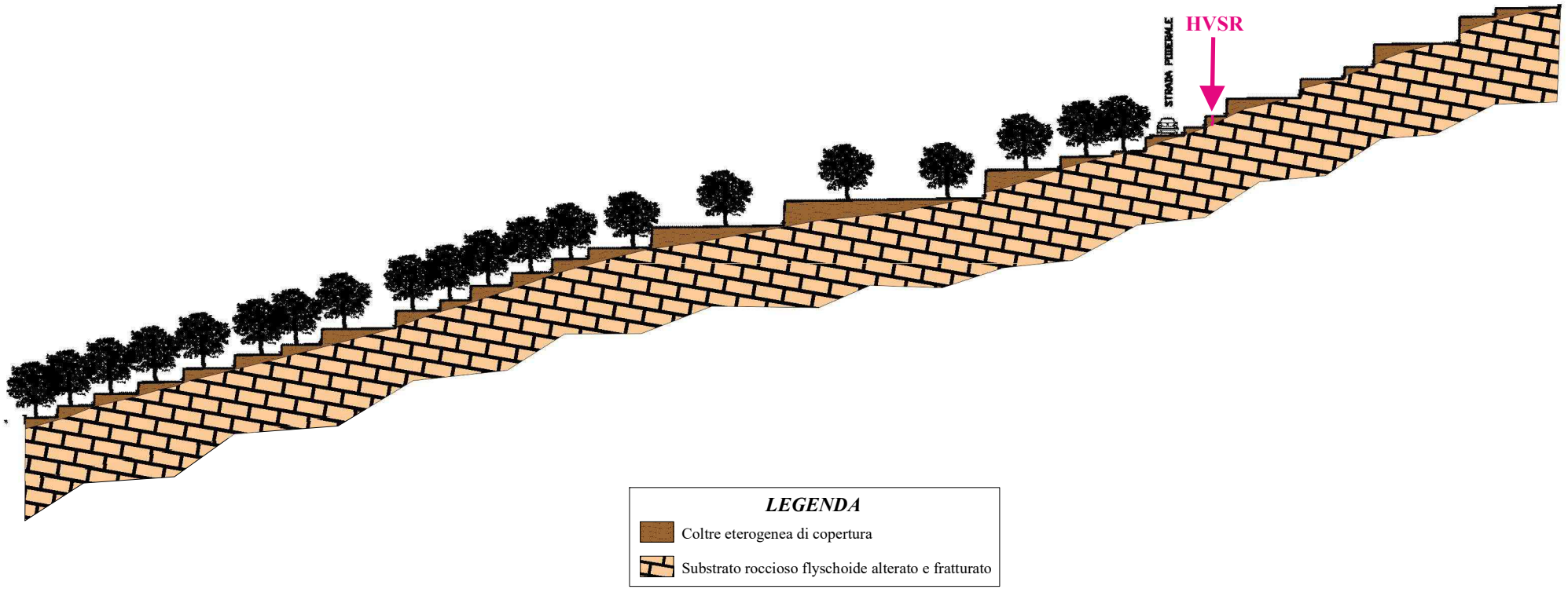


	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLV orizzontale	1	0,147	2,440	0,291	1,200	1,410	1,200	1,440	1,500	0,137	0,411	2,188
SLV verticale	1	0,147	2,440	0,291	1,200	1,410	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000

SEZIONE STRATIGRAFICA INTERPRETATIVA

Sulla sezione trasversale stato attuale

Scala 1:500



Geol. Demis Ciliberti - *Geologia Tecnica e Ambientale*

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1



Foto 2



Foto 3

