

# COMUNE DI AVELLINO

Provincia di Avellino

## RELAZIONE GEOLOGICA LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE EDIFICIO EX BANCA D'ITALIA

**Committente:** MI.DI. REAL ESTATE s.r.l.

**Data:** Marzo 2021

  
Il Geologo  
**Dott. Nicola Polzone**

## INDICE

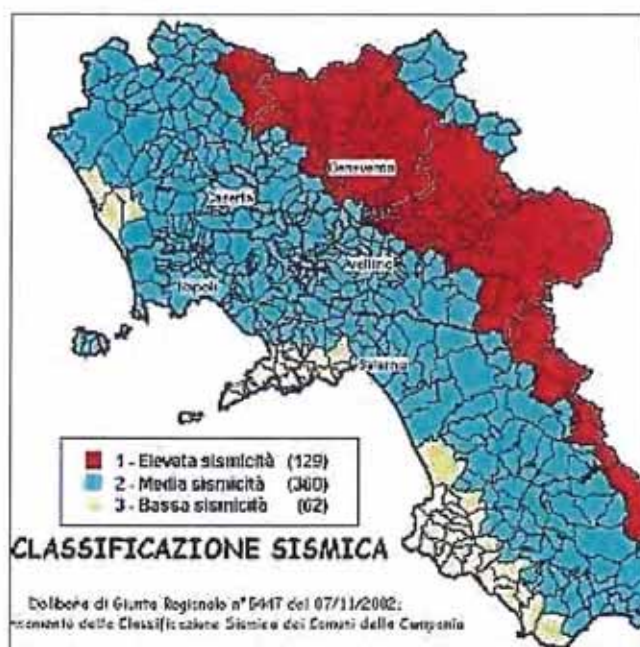
|   |    |
|---|----|
| 1. PREMessa E METODOLOGIE DI STUDIO.....                                  | 3  |
| 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .....                                 | 6  |
| 3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.....                     | 10 |
| 4. STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO E CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI ..... | 14 |
| 5. SISMICITÀ DELL'AREA .....  | 22 |
| 6. CONCLUSIONI.....   | 29 |

### Allegati

- 1- Stralcio aerofotogrammetrico con ubicazione sito oggetto d'intervento (scala 1:5.000);
- 2- Sezione topografica;
- 3- Report indagini geognostiche eseguite;
- 4- Tabulati con parametri sismici e spettri di risposta ricavati tramite Geostru PS;
- 5- Asseverazione;
- 6- Copia del documento d'identità.

## 1. PREMESSA E METODOLOGIE DI STUDIO

La presente relazione geologica, redatta su incarico della ditta MI.DI. REAL ESTATE s.r.l. è il risultato di un'accurata indagine di natura geologica di un'area ubicata nel territorio comunale di Avellino (AV), ai fini dei "LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE EDIFICIO EX BANCA D'ITALIA" sito al Corsi Vittorio Emanuele II.

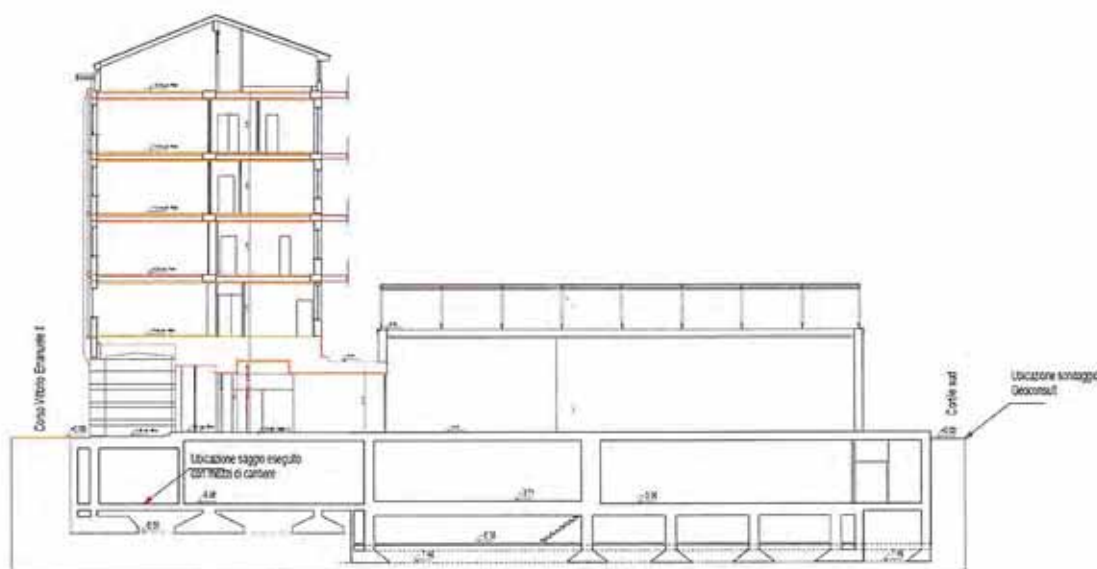


Classificazione sismica della Campania.

Tale relazione si necessita per la preventiva denuncia dei lavori per ottenere l'autorizzazione sismica, come previsto dagli articoli 93 e 94 del dpr 380/2001, in quanto il sito oggetto d'intervento è ubicato nel Comune di Avellino, classificato come zona a media sismicità (zona 2).

Per il presente lavoro si è scelto di effettuare una campagna di indagini in base ai dati di riferimento a disposizione, nonché tenendo conto anche della tipologia di opera da realizzare. Precisamente questa relazione si riferisce alla realizzazione di muri di sostegno previsti dal progetto in questione.

In particolare codesta campagna d'indagini è consistita nella esecuzione di una indagine sismica passiva di tipo MASW, al fine di permettere la caratterizzazione sismica del sottosuolo, mentre per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica è stato realizzato un sondaggio geognostico con prove del tipo S.P.T.. Inoltre si è tenuto conto anche delle informazioni ottenute da un saggio in fondazione svolto per tale progetto, attraverso il quale è stato possibile osservare in maniera diretta l'assetto stratigrafico sino al piano di posa delle fondazioni, le quali si attestano a -5.55 m rispetto al p.c. dove è stato svolto il sondaggio geognostico, come mostrato nella seguente figura.



Sezione dell'edificio oggetto di interventi ed ubicazione sondaggio geognostico e saggio esplorativo.

Pertanto l'intero lavoro, allo scopo di definire le caratteristiche stratigrafiche, geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche è stato svolto secondo il seguente programma d'indagine:

- studio della bibliografia esistente e di lavori già effettuati in zone limitrofe, nonché nel sito stesso in anni precedenti relativi alla stessa struttura. Inoltre è stato consultato anche lo studio geologico allegato al P.U.C. di Avellino;
- rilevamento geologico di dettaglio ed analisi geomorfologica del sito e delle aree limitrofe, tendente ad evidenziare le forme e gli indizi di eventuali dissesti superficiali e profondi, in atto o potenziali;
- analisi della cartografia dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno nel cui ambito ricade il territorio comunale di Avellino (AV);
- esecuzione di n.1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo con prove S.P.T. in foro sino alla profondità di 30 m dal p.c., svolto tramite sonda meccanica CMV K 600, da parte della ditta autorizzata GEO CONSULTLAB S.r.l.;
- esecuzione di n.1 prova sismica di tipo MASW realizzata dal laboratorio GeoConsultlab S.r.L. – Settore prospezioni geofisiche, in corrispondenza del settore in esame.

Lo studio è stato esteso alle aree limitrofe per definire la presenza di forme di dissesto a grande scala o condizioni di instabilità tali da influenzare la solidità del sito d'indagine.

Particolare attenzione è stata dedicata alle caratteristiche stratigrafiche del terreno determinando le caratteristiche geomeccaniche, al fine di fornire al tecnico progettista gli elementi necessari per effettuare le scelte progettuali più valide.

## **2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE**

L'assetto strutturale dell'area di interesse è conseguenza di una complessa serie di vicissitudini ed eventi tettogenetici succedutisi in un arco temporale compreso tra il Miocene ed il Pliocene Inferiore. Tali eventi hanno portato all'accavallamento delle imponenti "pile" stratigrafiche che facevano parte delle unità paleogeografiche di prevalente età Mesozoica caratterizzanti l'antico Oceano della Tetide.

Conseguentemente, l'Appennino Campano-Lucano può essere schematizzato come una complessa pila di falde embricate, costituite da alternanze piuttosto monotone di rocce carbonatiche e depositi terrigeni di facies tipicamente flyshioide. Successivamente, la Catena Appenninica è stata sottoposta ad intense fasi di sollevamento che, durante il Pleistocene, hanno condotto allo smembramento e dislocazione a più altezze delle pile precedentemente accavallate e l'occlusione delle zone di bacino.

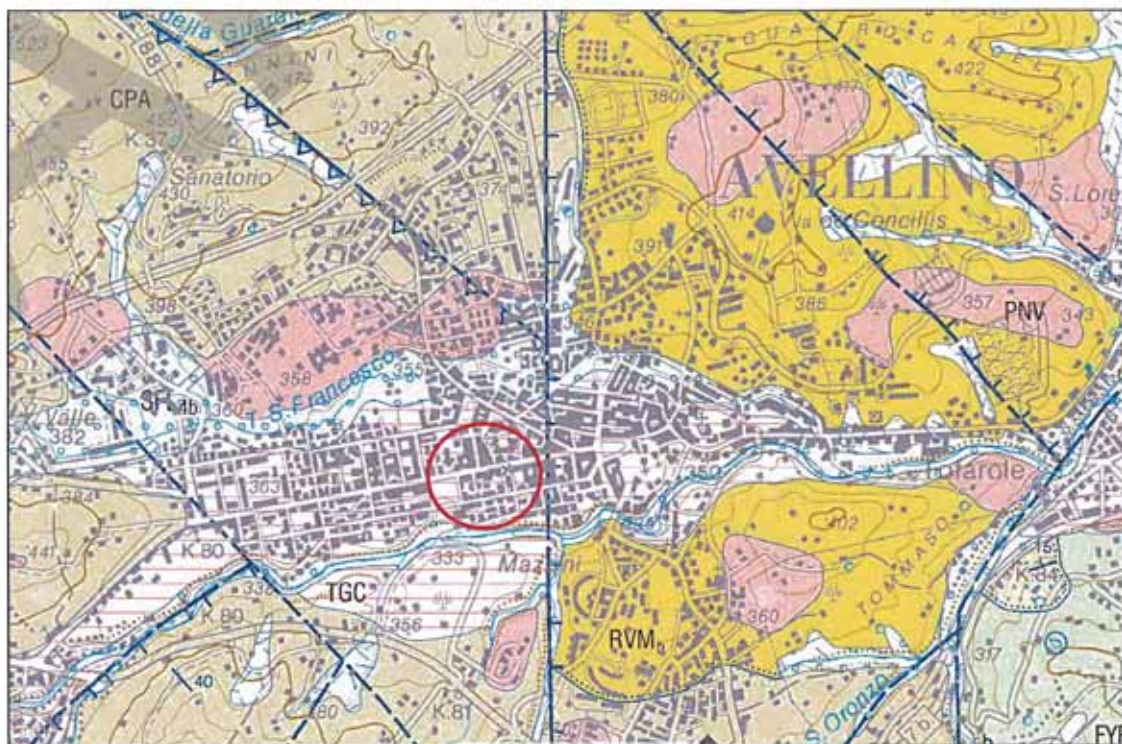
Questo processo di accavallamento, accentuato dalla continua deformazione del margine nord-africano, determina un generale orientamento della catena secondo la direttrice NW-SE e trova il suo fulcro nel cosiddetto avampaese Apulo. Durante queste fasi, l'assestamento delle stesse falde ha determinato nuove aree di deposizione, anche detti bacini di avanfossa, che spesso suturano importanti linee tettoniche.

Nel settore esterno, in particolare, si origina il "Bacino Irpino", impostatosi in parte sul preesistente Bacino Lagonegrese ed in parte sulla piattaforma Abruzzese-Campana non ancora completamente deformata. Tale bacino è caratterizzato da sedimentazione terrigena, con facies prevalentemente arenaceo-conglomeratico-

pelitiche, depositatesi in modo continuo fino al Tortoniano inferiore. Quindi, nuove fasi tettoniche portano alla migrazione di questi depositi verso aree più esterne.

Successivamente, dopo la fase tettonica del Messiniano-Pliocene inferiore, si determina una nuova area di deposizione, il Bacino di Ariano, caratterizzato da depositi di ambiente poco profondo, per lo più conglomerati, argille e sabbie, avutisi in due cicli sedimentari fino al Pliocene superiore.

Il Comune di Avellino (AV), e quindi l'area di studio, nel Foglio n°449 "Avellino" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, il cui stralcio è mostrato nella figura sottostante, con relativa ubicazione del sito oggetto d'intervento.



Carta Geologica d'Italia (Progetto Carg) Foglio "Avellino" n. 449 scala 1:50.000



**DEPOSITO ALLUVIONALE**

Ghiaie poligeniche ed eterometriche con matrice sabbioso-argillosa, di colore grigio chiaro e marroncino, con intercalazioni di lenti e/o strati decimetri di sabbia limosa e limi argillosi, rappresenta la piana di inondazione attuale dei corsi d'acqua. Lo spessore varia da 1 a 5 m circa.  
**ATTUALE**



**UNITÀ DI PIANO DELLE SELVE**

Depositi piroclastici da caduta, in giacitura primaria conforme alla superficie topografica preesistente del tutto simile a quella dell'unità PNW descritta sopra. La superficie di appoggio basale è al contatto con tutte le unità pre-quadernarie, con TGC e  $2_{10}$ . Copre in maniera ubiquitaria i versanti e nella fascia pedemontana della depressione di Solofra si interdigita a VEF<sub>2</sub>. Gli spessori maggiori raggiungono circa 8 m nelle aree di fondovalle e si riducono a 2-3 m in corrispondenza dei rilievi collinari e montuosi o a 0-30 m sui versanti.  
**OLOCENE**

**SUPERSISTEMA FLEGREO-ISCHITANO (FI)**

Racchiude i depositi di riempimento del Graben Campano, compresi tra il letto del substrato carbonatico e la superficie di erosione e/o di non deposizione (paleosuola) presente al tetto del Tufo Grigio Campano. È formato da due sistemi da quali, nel Foglio, è presente solo il più antico, corrispondente al sistema di Pimonte (BP), localmente sono presenti anche i simboli di TGC. Lo spessore varia da 2 fino a 10 m circa. L'età attribuita al supersistema, basata su correlazioni con i logli limitrofi, è Pleistocene inferiore (?) - Pleistocene superiore p.p.  
**PLEISTOCENE INF. (?) - PLEISTOCENE SUP. p.p.**



**TUFO GRIGIO CAMPANO AUCT. O IGNIMBRITE CAMPANA AUCT.**

Tufo cinerifico scoriaceo di colore grigio scuro o giallastro per zeolitizzazione, corrispondente all'unità TGC (per la descrizione generale vedi sopra). Il limite superiore è a luoghi mascherato da VEF<sub>2</sub>, b<sub>1</sub> e  $2_{10}$ . Lo spessore del deposito varia da circa 3 m (Staz. di Morfione sup.) a circa 10 m (Vine Acquafredda). L'età radiometrica, <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar, è di 39.28 ± 0.11 ka (DE VIVO *et al.*, 2001 e bibliografia contenuta).  
**PLEISTOCENE SUP. p.p.**



**SISTEMA RUVO DEL MONTE**

Itolacis conglomeratico-sabbiosa (RVM<sub>0</sub>) (cfr. STF del Foglio n. 433 e BNA<sub>2</sub> del Foglio n. 432). Conglomerati in strati, lenti o banchi con intercalazioni di sabbia litonidica grossolana, microconglomerati a matrice sabbiosa giallo rossastra, rare lenti di silt argilloso di colore verde e marrone scuro; le sabbie e le arenite presentano strutture da correnti e frammenti di gusci e valve di ostridi e peccinici depositi in letti. Ambiente variabile dal marino al continentale. Spessore complessivo di circa 200 m. RVM<sub>0</sub> è limitata a letto e a letto da superficie di discordanza erosiva.  
**PLIOCENE MEDIO**

**UNITÀ DI TUFO-ALTAVILLA (cfr. Molasse di Anzano p.p. (ANZ) - Formazione del T. Fiumarella p.p. (TFR) del Foglio n. 433; cfr. Formazione a Colombacci p.p. (FCO)**

**SUCCESSIONE DI SAN BARBATO**

Arenarie e sabbie grigie e giallastre, con rare sottili intercalazioni di argille siltose grigie; a più altezze livelli lenticolari di conglomerati eterometrici poligenici (itolacis arenaceo-sabbiosa UTA<sub>4</sub>). Lateralmente UTA<sub>4</sub> passa a conglomerati clasto-sostenuti, con matrice sabbiosa a cemento calcareo, ciottoli anotondati di natura calcarea o arenacea, eterometrici generalmente ben cementati (itolacis conglomeratica UTA<sub>5</sub>). Localmente nella parte superiore affiorano arenarie o sabbie ghiaiose, con sottili intercalazioni siltoso-sabbiose o laminite varvate, che presentano orizzonti lenticolari di una itolacis calcareo-marnosa (UTA<sub>6</sub>), formata da calcari marnosi o marmo biancastro di colore biancastro, con livelli discontinui di argille siltose laminare grigie, calcari travertinosi, calcare granulato di probabile origine chimica, calcare evaporitico, vacuolato e brecciato. L'ambiente deposizionale è di tipo alluvionale (UTA<sub>4</sub>) con sedimenti riferibili a conoidi alluvionali (UTA<sub>5</sub>) e bacini lacustri (UTA<sub>6</sub>) presumibilmente con acque dolci o salmastre (tipo Lagomare). Limite inferiore inconforme con la successione di Manocalzati, e con discordanza angolare su CVT e FYR. Lo spessore è di circa 250 m.  
**PLIOCENE INF. p.p.**



**SUCCESSIONE DI MANOCALZATI**

Arenarie litareniche e arcose, subordinatamente quarzolitiche, grigie e giallastre, ricche in matrice con intercalazioni di argille siltose e marnose grigie ed argille siltose nere euxiniche, con rari livelli di gessoclastiti risedimentate e intervalli diatomitici e calcareo-marnosi; a più altezze si intercalano strati di torbidi arenaceo-pelitiche sottilmente stratificate (itolacis arenaceo-argilloso-gessosa UTA<sub>0</sub>). Nella porzione medio-inferiore si passa lateralmente ad argille siltose di colore giallastro, massive alternate ad arenarie grigio-giallastre con sottili livelli di gessosilti e gessaroni fini risedimentate, diatomiti e marmo euxinico (itolacis pelitico-arenaceo-gessosa UTA<sub>1</sub>). Nelle due itolacis si rinvengono a varie altezze livelli lenticolari (non cartografabili) di conglomerati eterometrici poligenici. Nella porzione medio-superiore si passa localmente a conglomerati eterometrici e poligenici clasto-sostenuti in matrice sabbiosa, in talora luoghi prevalenti, di colore bruno arrossato (itolacis arenaceo-conglomeratica UTA<sub>2</sub>). Nel complesso la successione è di tipo *coarsening upward*. L'ambiente deposizionale è di tipo lacustre lacustre (UTA<sub>0</sub> e UTA<sub>1</sub>) presumibilmente a salinità variabile da iperalina ad acque dolci o salmastre (tipo Lagomare) o alluvionale-deltaico (UTA<sub>2</sub>). Lo spessore complessivo è di circa 500 m. Associazioni microfossillere rinvengono dal Messiniense inferiore; tra le forme bentoniche sono segnalate *Balvina dentellata* TAVANI, *B. dilatata* REUSS, *B. spatulata* (WILLIAMSON), *Tadubaria variabilis* WILLIAMSON var. *spatulata* WILLIAMSON, *Bulimina aculeata* DORBIGNY, *B. echinata* DORBIGNY, *B. elongata* DORBIGNY e *Reclavergenia tenuistriata siphonogenerioides* (LIPPARINI) CHRISTODOULOU.  
**MESSINIENSE SUP. p.p.**



Oltre che dall'analisi della carta geologica, per accertare le caratteristiche geologiche e strutturali dei terreni interessati, ed inquadrarli nel contesto della geologia regionale, è stato eseguito un rilevamento di superficie esteso anche alle aree circostanti ed è stato realizzato un sondaggio geognostico e prove SPT in foro per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati.

I dati ottenuti dai sopralluoghi svolti, integrati con le informazioni ottenute dalle indagini geognostiche, hanno permesso di accertare che il territorio in esame è caratterizzato dalla presenza di depositi di natura prevalentemente piroclastica poggianti, caratterizzati da livelli cineritici di origine piroclastica in giacitura primaria. La genesi dei depositi piroclastici è da ricondurre agli episodi eruttivi dei diversi edifici vulcanici presenti nella Piana Campana durante il Quaternario ed infine alterati e rimaneggiati ad opera delle acque di ruscellamento e dei corsi d'acqua circostanti. Tali depositi ricoprono i versanti carbonatici del Cretacico e hanno riempito la conca di Avellino alla cui base si rinvencono i depositi argillosi flyschoidi, che nel caso in questione si attestano ad una profondità di circa 25,0 m dal p.c..

### 3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Lo studio dei caratteri geomorfologici è stato condotto su un'area sufficientemente ampia e tale da mettere in evidenza i processi morfoevolutivi sia a grande che a piccola scala. A tal proposito, il territorio in esame si presenta direttamente connesso alle vicissitudini tettoniche presenti a scala regionale.

Dal punto di vista morfologico l'area di studio è ubicata all'interno della Conca di Avellino, caratterizzata da un andamento topografico articolato, ma ad ogni modo rappresentato da pendenze piuttosto blande; precisamente il sito oggetto d'intervento è ubicato ad una quota di circa 355 m s.l.m., all'interno di un'area di piana.

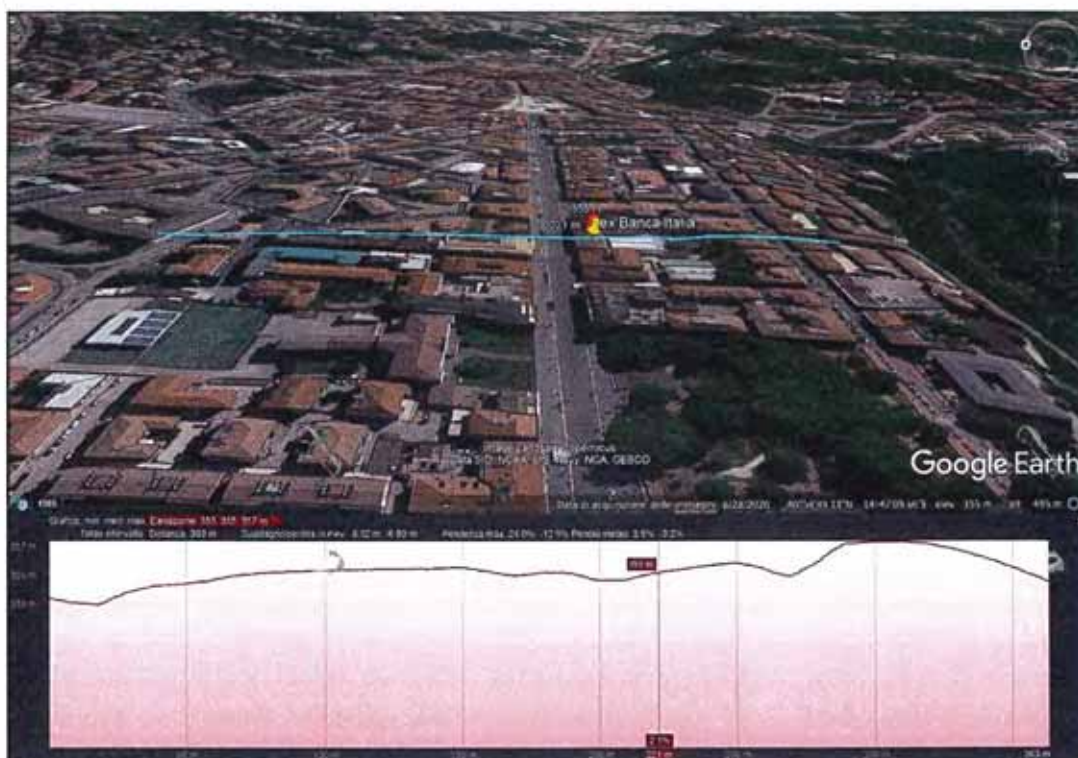


Immagine satellitare di Google Earth con ricostruzione profilo topografico dell'area d'esame.

Tale andamento morfologico è mostrato anche dal profilo particolareggiato ricavato da Google Earth, dove si evince la presenza di una vera e propria superficie spianata ove è posizionato il sito oggetto d'intervento.

Come verrà messo in evidenza nei prossimi paragrafi per la caratterizzazione sismica del sito, in vista dell'amplificazione sismica, è molto importante analizzare con accuratezza le caratteristiche morfologiche di sito; nel caso in questione giocano un ruolo importante soprattutto le pendenze medie del pendio.

Dal profilo topografico ricostruito, mostrato negli allegati, si evince che l'intero tratto considerato ha pendenze medie pari a circa il 3,5%, ovvero con valori inferiori ai 3° di inclinazione.

Il reticolo idrografico si presenta variamente articolato e direttamente legato ai litotipi affioranti, anche se sviluppati, risultano assumere un andamento da dentiforme a caotico. Ciò è da imputarsi alle caratteristiche idrologiche di tali depositi che, essendo caratterizzati da una permeabilità per porosità di valore variabile, drenano in modo disuniforme le acque superficiali e di ruscellamento.

Nel sito in esame si evince come i corsi d'acqua abbiano, nel tempo, formato delle vere e proprie incisioni vallive, come quella posta a sud del sito in esame (cfr. Stralcio aerofotogrammetrico).

Dall'analisi delle carte del rischio **dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno** nel cui ambito ricade il territorio comunale di Avellino (AV), si evince che **l'area non è interessata da fenomeni di dissesto in atto o potenziali**, in quanto il settore in esame non ricade in alcuna area a rischio.

Di seguito si riporta lo stralcio della Carta del Rischio del P.A.I. redatto dall'Autorità di Bacino competente sul territorio comunale di Avellino (AV) (Scala 1:25.000), con ubicazione dell'area in esame.



Stralcio Carta del Rischio dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri Garigliano e Volturno (scala 1:25000)

Legenda

- |   |   |
|---|---|
| <p> <b>AREA A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R<sub>4</sub></b><br/>                 Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.<br/>                 (* Area a rischio molto elevato ricadenti in zone a Piano)</p> <p> <b>AREA A RISCHIO ELEVATO - R<sub>3</sub></b><br/>                 Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente iniquità degli stessi, la distruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni elevati al patrimonio ambientale.</p> <p> <b>AREA A RISCHIO MEDIO - R<sub>2</sub></b><br/>                 Nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.</p> <p> <b>AREA A RISCHIO MODERATO - R<sub>1</sub></b><br/>                 Nella quale per il livello di rischio presente i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.</p> <p> <b>AREA DI ALTA ATTENZIONE - A<sub>4</sub></b><br/>                 Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di innesco, frivolo ed innesco di Piano a massima intensità attesa alta.</p> <p> <b>AREA DI MEDIO - ALTA ATTENZIONE - A<sub>3</sub></b><br/>                 Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una fascia attiva a massima intensità attesa media o di una fascia quicquid della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità.</p> <p> <b>AREA DI MEDIA ATTENZIONE - A<sub>2</sub></b><br/>                 Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una fascia quicquid a massima intensità attesa media.</p> | <p> <b>AREA DI MODERATA ATTENZIONE - A<sub>1</sub></b><br/>                 Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una fascia a massima intensità attesa bassa.</p> <p> <b>AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE ALTO - R<sub>4p</sub></b><br/>                 Area nella quale il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere delimitato solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.</p> <p> <b>AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA - A<sub>3p</sub></b><br/>                 Area non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggiore dettaglio.</p> <p> <b>AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE BASSO - R<sub>1p</sub></b><br/>                 Area nella quale l'occorrenza di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.</p> <p> <b>AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE BASSA - A<sub>1p</sub></b><br/>                 Area nella quale l'occorrenza di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.</p> <p> <b>Area di possibile ampliamento dei fenomeni frivoli cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo innesco, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP. 11/3/98 - C<sub>1</sub>.</b></p> <p> <b>Area di versante nella quale non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo (applicazione D.M. LL.PP. 11/3/98) - C<sub>2</sub></b></p> |
|---|---|

In effetti anche dalle osservazioni desunte dagli attenti sopralluoghi svolti nell'area d'interesse si è constatato che nel sito ove è in progetto la realizzazione dell'intervento in oggetto, nonché nelle zone circostanti, non vi sono segni di dissesto idrogeologico, sia dal punto di vista della stabilità dei pendii che dal punto di vista idraulico.

Dal punto di vista idrogeologico il complesso piroclastico è caratterizzato da una permeabilità medio-elevata sia per porosità che per fessurazione, in base al grado di litificazione, come indicato dalla carta idrogeologica della provincia di Avellino, scala 1:100.000 (S.Aquino, V.Allocca, L. Esposito, P.Celico). Il complesso flyschoidale sottostante funge da impermeabile relativo rispetto ai depositi piroclastici, permettendo la formazione di una falda superficiale.

Dalle informazioni bibliografiche, nonché dalle informazioni desunte durante la perforazione del sondaggio S1, si può affermare che la falda superficiale si attesta a profondità di circa 20,0 m dal p.c., caratteristica di fondamentale importanza per determinate verifiche che saranno illustrate nei paragrafi successivi (cfr. par. 4).

## **4. STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO E CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI**

Come già detto, per accertare le caratteristiche geologiche e strutturali dei terreni interessati è stato eseguito un rilevamento di superficie esteso anche alle aree circostanti. Tali dati sono stati integrati con i risultati riportati nella diffusa bibliografia esistente circa l'area d'interesse e con risultati ottenuti dal sondaggio geognostico eseguito, effettuando una vera e propria triangolazione dei dati ricavati.

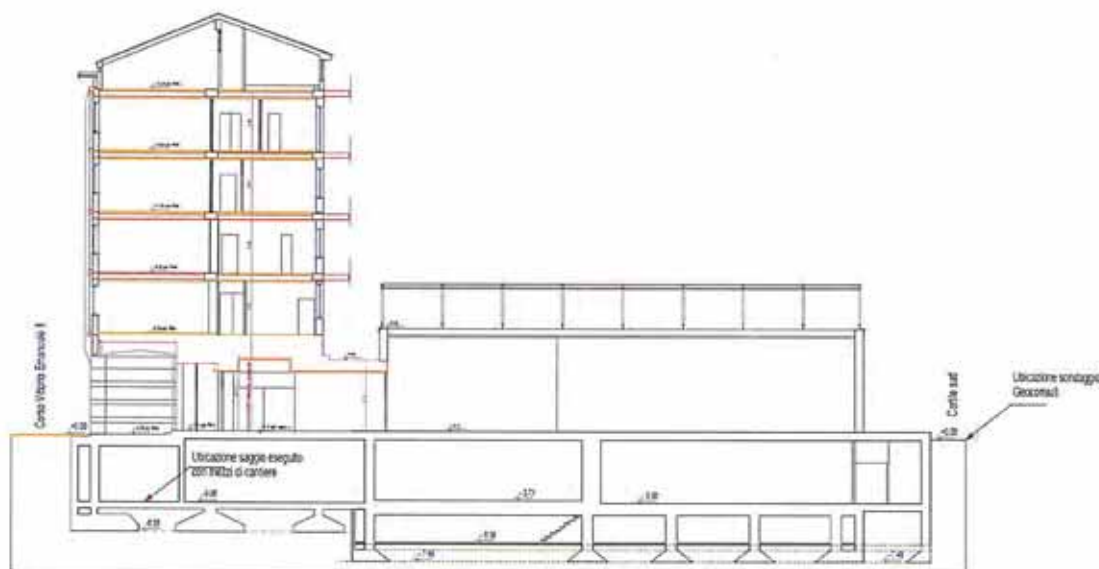
Tenendo conto principalmente delle informazioni ricavate dal sondaggio geognostico svolto (S1), la ricostruzione del modello geolitologico del sottosuolo lungo la verticale del sito, sino alla profondità d'investigazione, può essere sintetizzata nel modo seguente:

- 0,00 – 0,80 m: terreno vegetale limoso sabbioso con ghiaia sparsa di colore marrone scuro;
- 0,80 – 3,00 m: terreno di riporto composto da materiale sabbioso con pezzi di laterizi;
- 3,00 – 4,00 m: limo argilloso da sciolto a consistente con ghiaia di piccole dimensioni sparsa (pomici);
- 4,00 – 6,00 m: sabbia limosa da sciolta a poco addensata con ghiaia sparsa di colore grigio-marrone;
- 6,00 – 24,60 m: cinerite grigio scura prevalentemente sabbiosa, mediamente addensata (Tufo);
- 24,60 – 26,00 m: argilla grigio verdognola molto consistente;

- 26,00 – 30,00 m: argilla verde giallognola con pezzi litoidi marnosi. Da 27,0 mt a 29,0 mt livello calcareo marnoso (*depositi flyschoidi*).

Come già specificato in premessa, oltre a tener conto delle informazioni ottenute dal sondaggio geognostico svolto, al fine di individuare il piano di posa delle fondazioni, sono state considerate le risultanze ottenute da un saggio in fondazione, attraverso il quale si è appurato il seguente assetto stratigrafico sino al piano di sedime delle fondazioni:

- 0,00 – 0,50 m: terreno di riporto;
- 0,50 – 1,90 m: sabbia limosa da sciolta a poco addensata con ghiaia sparsa di colore grigio-marrone;
- 1,90 – 2,50 m: cinerite grigio scura prevalentemente sabbiosa, mediamente addensata (Tufo).



Sezione dell'edificio oggetto di interventi ed ubicazione sondaggio geognostico e saggio esplorativo.

Questa ricostruzione stratigrafica parte da circa -3,70 m rispetto al p.c., come è possibile denotare dall'immagine mostrata nella pagina precedente, e permette di affermare che le fondazioni dell'edificio in oggetto poggiano sullo strato cineritico grigio (Tufo).

Come descritto sino ad ora il sottosuolo, dal punto di vista stratigrafico, è stato investigato sino alla profondità di 30,0 m dal p.c.. Dal punto di vista geotecnico, secondo la normativa vigente, è sufficiente caratterizzare il sottosuolo sino ad una profondità che rientra nel volume significativo relativa ai carichi della struttura in progetto.

In via cautelativa pertanto si è scelto di caratterizzare dal punto di vista geotecnico sino ad una profondità di 30,0 m dal p.c., attraverso l'esecuzione di S.P.T., nonché tenendo conto anche di diversi dati di riferimento reperiti da precedenti lavori svolti dallo scrivente nelle aree circostanti. Oltretutto si è provveduto alla misurazione, laddove possibile, del valore della coesione non drenata  $C_u$  tramite l'impiego di penetrometro portatile ST 207, come mostrato anche nel report fotografico allegato a questa relazione. Questo tipo di misurazione è stata svolta nei terreni del substrato argilloso, in quanto si ritiene maggiormente attendibile questa tipologia di prova per i terreni coesivi rispetto alle S.P.T., valide principalmente per i terreni sabbiosi e/o sabbioso limosi.

Sempre dal punto di vista geotecnico, escludendo lo strato vegetale e quello di riporto ed accorpendo gli strati con caratteristiche simili, è stato possibile suddividere il sottosuolo essenzialmente in tre livelli litotecnici sino alla profondità significativa:



**I° strato (0,00 – 6,00 m):** sabbia limosa piroclastica poco addensata;

**II° strato (6,00 – 24,60 m):** cinerite sabbiosa mediamente addensata (Tufo);

**III° strato (24,60 – 30,00 m):** argilla molto consistente con livelli calcareo marnosi (Flysch).

Dall'elaborazione delle prove S.P.T., i cui tabulati sono allegati alla relazione, nonché dai dati ottenuti da lavori di riferimento, svolti in passato sempre dallo scrivente, è stato possibile ottenere i principali parametri geotecnici per ciascun livello litologico.

I valori dei principali parametri geotecnici relativi a ciascuno strato litotecnico si possono sintetizzare nel modo seguente.

**I° strato:**

|                                 |                           |
|---------------------------------|---------------------------|
| $\gamma = 15,00 \text{ KN/m}^3$ | Peso di volume            |
| $\phi = 27^\circ$               | Angolo di attrito interno |
| $C' = 0,00 \text{ kPa}$         | Coesione drenata          |
| $E_{ed} = 6,3 \text{ MPa}$      | Modulo edometrico         |

**II° strato:**

|                                 |                           |
|---------------------------------|---------------------------|
| $\gamma = 15,00 \text{ KN/m}^3$ | Peso di volume            |
| $\phi = 32^\circ$               | Angolo di attrito interno |
| $C' = 15,00 \text{ kPa}$        | Coesione drenata          |
| $E_{ed} = 13,9 \text{ MPa}$     | Modulo edometrico         |
| $E = 10,0 \text{ Mpa}$          | <b>Modulo di Young</b>    |

**III° strato:**

|                                 |                           |
|---------------------------------|---------------------------|
| $\gamma = 19,00 \text{ KN/m}^3$ | Peso di volume            |
| $\phi = 25^\circ$               | Angolo di attrito interno |
| $C' = 30,0 - 40,0 \text{ kPa}$  | Coesione drenata          |
| $C_u = 304,0 \text{ kPa}$       | Coesione non drenata      |
| $E_{ed} = 32,0 \text{ MPa}$     | Modulo edometrico         |

L'elaborazione delle prove SPT ed il successivo calcolo dei parametri geotecnici sono stati effettuati tramite le differenti correlazioni empiriche tra il numero di colpi SPT ed i parametri geotecnici (cfr. tabulati di calcolo allegati). Si specifica che per il valore dell'angolo di attrito  $\phi$  è stata considerata la correlazione di De Mello, mentre per il valore del modulo edometrico  $E_{ed}$  è stata utilizzata la correlazione di Farrent. Il valore di coesione non drenata  $C_u$  del III° strato è stato ricavato dalla misurazione diretta tramite penetrometro portatile ST 207.

Infine per i valori di coesione drenata  $C'$ , non ricavabili dalla elaborazione di prove S.P.T. per terreni sabbiosi, sono stati considerati dei dati di riferimento a disposizione dello scrivente, che ha svolto diversi lavori nell'area d'indagine.

**Si riportano di seguito a titolo esemplificativo le tabelle relative alle correlazioni tra numero di colpi NSPT= N2+N3 e parametri geotecnici per terreni sabbiosi e argillosi.**

TABELLA– Nspt e proprietà delle SABBIE<sup>1</sup>

|                       | <b>Molto<br/>sciolta</b> | <b>Sciolta</b> | <b>Med.<br/>densa</b> | <b>Densa</b> | <b>Molto<br/>densa</b> |
|-----------------------|--------------------------|----------------|-----------------------|--------------|------------------------|
| Nspt                  | 4                        | 4-10           | 10-30                 | 30-50        | <b>&gt;50</b>          |
| qc (Mpa)              | 5                        | 5-10           | 10-15                 | 15-20        | <b>&gt;20</b>          |
| Densità<br>relativa % | 15                       | 15-35          | 35-65                 | 65-85        | <b>85-100</b>          |
| Yd (KN/mc)            | 14                       | 14-16          | 16-18                 | 18-20        | <b>&gt;20</b>          |
| φ                     | 30                       | 30-32          | 32-35                 | 35-38        | <b>&gt;38</b>          |

TABELLA – PARAMETRI GEOTECNICI DELLE ARGILLE<sup>2</sup>

| <b>Consistenza</b>  | <b>N<br/>(Numero dei colpi<br/>N (S.P.T.))</b> | <b>Indice di<br/>consistenza<br/>Ic</b> | <b>Coesione non<br/>drenata<br/>Cu (bar)</b> |
|---------------------|--|---|--|
| Terreno<br>coerente |  |   |  |
| Molto soffice       | <2   | 0                                       | <0.1   |
| Soffice             | 2 ÷ 4  | 0 ÷ 0.25                                | 0.1 ÷ 0.25                                   |
| Plastico            | 4 ÷ 8  | 0.25 ÷ 0.50                             | 0.25 ÷ 0.5                                   |
| Duro                | 8 ÷ 15   | 0.5 ÷ 0.75                              | 0.5 ÷ 1.0                                    |
| Molto duro          | 15 ÷ 30  | 0.75 ÷ 1.0                              | 1.0 ÷ 2.0                                    |
| Durissimo           | > 30   | > 1.0                                   | > 2.0  |

Le NTC del D.M. 2018 richiedono una verifica alla suscettibilità di liquefazione dei terreni del sito sul quale insiste la progettazione di un manufatto. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti

<sup>1</sup> Mario Casadio & Carlo Elmi - IL MANUALE DEL GEOLOGO - Pitagora editrice Bologna, 1995

<sup>2</sup> Mario Casadio & Carlo Elmi - IL MANUALE DEL GEOLOGO - Pitagora editrice Bologna, 1995

conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. Prima della vera e propria verifica della suscettibilità di liquefazione, vengono di seguito definite le condizioni di esclusione di tale verifica così come riportato nella normativa attuale, (NTC 2018-Art. 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione) specificando che può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

#### 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

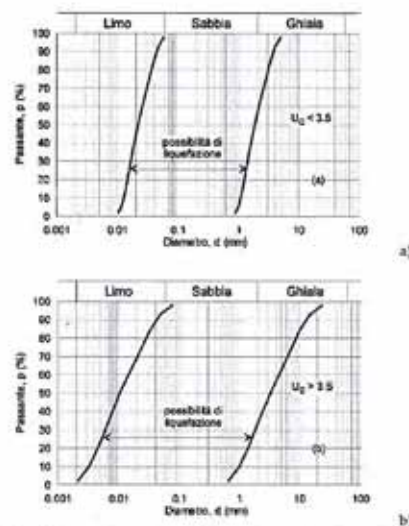


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Tenendo conto dei punti elencati nell'art. 7.11.3.4.2, non avendo riscontrato la presenza di una falda acquifera nei primi 15 m di profondità dal p.c. attraverso il sondaggio geognostico eseguito e dalle informazioni ottenute dai dati di riferimento, la verifica a liquefazione si può escludere secondo il punto n.2 (cfr. art. 7.11.3.4.2 del D.M. 17/01/2018).

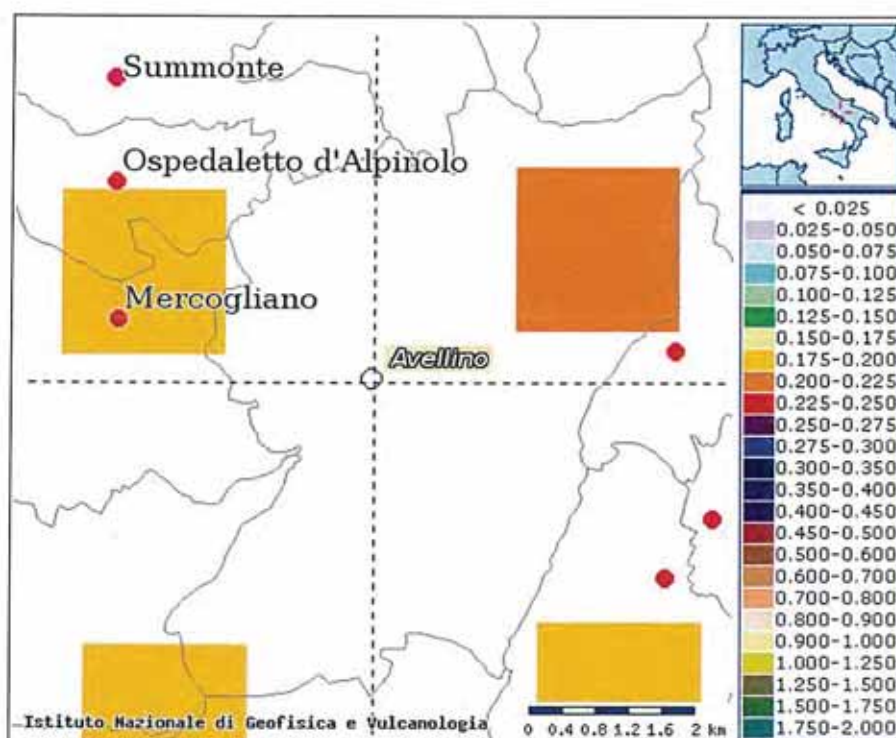
## 5. SISMICITÀ DELL'AREA

L'Ordinanza dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e succ. mod. ed int., coerente con l'EuroCodice 8, ha definito il grado di sismicità con riferimento ai valori delle accelerazioni al suolo. Pertanto, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone, in relazione ai valori delle accelerazioni di picco (o accelerazione di massima) del suolo, con probabilità di un superamento del 10% in 50 anni, così come indicato nel seguente schema:

| ZONE     | accelerazione con probabilità pari al 10% in 50 anni<br>ag | accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (norme tecniche)<br>ag |
|----------|--|---|
| 1        | > 0,25 g   | 0,35 g  |
| <b>2</b> | <b>0,15 – 0,25 g</b>                                       | <b>0,25 g</b>   |
| 3        | 0,05 – 0,15 g  | 0,15 g  |
| 4        | < 0,05 g   | 0,05 g  |

**Nella Classificazione Sismica della Regione Campania il territorio del comune di Avellino (AV) è iscritto tra quelli appartenenti alla Zona 2.**

Inoltre con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con **Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018**, assume particolare importanza, invece, la definizione del modello geologico, geotecnico e sismico sulla verticale del sito fino alla profondità del substrato sismico (bedrock con  $V_s > 800$  m/s) dal piano di sedime.



Mapa di pericolosità sismica del comune di Avellino (AV) redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018), indica che il territorio comunale di Avellino (AV) rientra nelle celle contraddistinte da valori di  $a_g$  di riferimento compresi tra 0.175 e 0.225 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

Secondo quanto riportato nella normativa vigente, per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri  $p$  ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $TC^*$ ) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto, possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro

vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

nella quale:

- p** è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;
- p<sub>i</sub>** è il valore del parametro di interesse nell'*i*-esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d<sub>i</sub>** è la distanza del punto in esame dall'*i*-esimo punto della maglia suddetta.

Per il sito in esame i valori dei parametri *p* (*a<sub>g</sub>*, *F<sub>0</sub>*, *T<sub>C</sub>\**) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, contenente il punto in esame, sono rappresentati nella figura presente nella pagina seguente.





#### Stati limite

Classe Edificio

Il Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Iniziale 50

Inagolazione Media ponderata

**CU = 4**

| Stato Limite                                | $T_r$ [ann] | $\beta_d$ [g] | $P_0$ | $T_r^*$ [s] |
|---|-------------|---------------|-------|-------------|
| Operatività (SLO)                           | 30          | 0.053         | 2.341 | 0.283       |
| Danno (SLD)                                 | 50          | 0.069         | 2.319 | 0.312       |
| Salvaguardia vita (SLV)                     | 475         | 0.193         | 2.374 | 0.368       |
| Prevenzione collasso (SLC)                  | 975         | 0.249         | 2.431 | 0.379       |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica | 50          |               |       |             |

#### Coefficienti sismici

Tipologia Statistica dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

1 0.1

Cat. Sottosuolo B

Cat. Topografica T1

|                                 | SLO  | SLD  | SLV  | SLC  |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| BS Amplificazione stratigrafica | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,16 |
| CC Coeff. funz. categoria       | 1,42 | 1,39 | 1,34 | 1,34 |
| ST Amplificazione topografica   | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Acc. ne. massime attese al sito [m/s<sup>2</sup>] 0.1

| Coefficienti                  | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| $h_n$                         | 0.013 | 0.017 | 0.056 | 0.061 |
| $h_v$                         | 0.006 | 0.008 | 0.028 | 0.040 |
| $A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ] | 0.621 | 0.817 | 2.274 | 2.634 |
| Beta                          | 0.200 | 0.200 | 0.240 | 0.260 |

**Categoria sismica del sottosuolo.** Il D.M. 17 gennaio 2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, prevede la valutazione dell'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, le NTC prevedono che per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (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 la classificazione del sottosuolo si fa riferimento ai valori della velocità equivalente  $V_{S,eq}$  di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) nei primi 30 m di profondità.

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dall'espressione

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

Nella precedente espressione si indica con:

**h<sub>i</sub>**: spessore (in metri) dell'*i*-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

**V<sub>s</sub>**: 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 V<sub>s</sub> non inferiore a 800 m/s.

*Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V<sub>S,eq</sub> è definita dal parametro V<sub>S,30</sub>, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Tale condizione è quella che si è presentata nel caso in questione, in quanto il bedrock sismico è posto a profondità ben superiori di 30 m. Pertanto per l'individuazione della categoria di sottosuolo nel caso specifico è stata calcolata la V<sub>S,30</sub> (vedi allegati).*

Per definire la categoria del sottosuolo di fondazione è stata svolta una prospezione sismica di tipo Masw; dai risultati di quest'ultima dei valori delle V<sub>S30</sub> è stato possibile associare il sottosuolo di fondazione alla **categoria "C"** (vedi tabella pagina precedente).

Ad ogni modo, nel caso in questione, bisogna elaborare i dati in base anche alla profondità delle fondazioni, poste a -5,55 m rispetto al p.c., e dunque rispetto anche al livello di esecuzione della prova sismica M.A.S.W. eseguita.

Pertanto effettuando ulteriori calcoli, i quali non considerano nel calcolo delle V<sub>S30</sub> la presenza dei primi 5,00 m circa di terreno si è ottenuto un valore pari a 409 m/s e dunque una **categoria di suolo di fondazione "B"**.

Pertanto i calcoli sismici svolti per questa relazione sono stati effettuati considerando una categoria di suolo B, come mostrato negli allegati.

Il D.M. 17 gennaio 2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, prevede anche la valutazione delle condizioni topografiche dell'area in esame, distinguendo in caso di configurazioni superficiali semplici quattro categorie topografiche:

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

| 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 $i > 30^\circ$                  |

**Si fa presente che l'area in esame avendo una pendenza inferiore a  $15^\circ$ , rientra nella categoria topografica T1, per la quale deve essere considerato un coefficiente di amplificazione topografica  $St=1,0$ .**

## 6. CONCLUSIONI

La presente relazione geologica, redatta su incarico della ditta MI.DI. REAL ESTATE s.r.l. è il risultato di un'accurata indagine di natura geologica di un'area ubicata nel territorio comunale di Avellino (AV), ai fini dei "LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE EDIFICIO EX BANCA D'ITALIA" sito al Corsi Vittorio Emanuele II.

Particolare attenzione è stata rivolta alle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e sismiche, così come innanzi descritto, le quali consentono di affermare che l'area investigata offre sufficienti garanzie ai fini della sua utilizzazione per il progetto previsto.

Le caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche, consentono di definire che **l'intera area interessata dal progetto è da considerarsi stabile**, e dall'analisi delle carte del rischio dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno, nel cui ambito ricade il territorio comunale di Avellino, si osserva che il settore in esame non rientra in alcuna area a pericolosità o di attenzione.

Come già detto per accertare le caratteristiche geologiche, tecniche e sismiche dei terreni presenti nell'area oggetto d'indagine è stato svolto lo studio della bibliografia esistente, tenendo conto di differenti lavori di riferimento, realizzati dallo scrivente stesso e riferiti a siti prossimi a quello in esame, nonché è stata realizzata un'apposita campagna d'indagini.

Dalle elaborazioni dei dati eseguiti **i terreni affioranti risultano non liquefacibili** (cfr. par.4).

Inoltre, effettuando i calcoli a partire dal piano di posa delle fondazioni posto a -5,50 m circa dal p.c., si ricorda che i dati ottenuti hanno permesso di classificare il

suolo di fondazione alla **categoria "B"**, pertanto sarà necessario attenersi ai parametri sismici imposti dalla normativa vigente e riportati nel paragrafo 5.

Si fa presente che l'area in esame avendo **una pendenza inferiore a 15°**, rientra nella **categoria topografica T1**, per la quale deve essere considerato **un coefficiente di amplificazione topografica  $St=1,0$** .

Alla luce di quanto finora esposto è possibile asserire che, l'area di studio si presenta stabile e offre sufficienti garanzie alla sua utilizzazione.

In corso d'opera sarà cura del progettista avvertire lo scrivente per rendere possibile ulteriori verifiche.

Si raccomanda, di contattare lo scrivente per eventuali chiarimenti.

Manocalzati (AV), Marzo 2021



Il Geologo  
**Dott. Nicola Polzone**



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



**GEOCONSULTLAB**<sup>SRL</sup>  
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione  
Prove di collaudo strutture  
Prove non distruttive  
Indagini Geognostiche e Geofisiche  
Laboratorio Geotecnico  
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015

## COMUNE DI AVELLINO

### RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

"LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE EDIFICIO EX BANCA D'ITALIA"

**Committente:** MI.DI. REAL ESTATE S.r.l.

**Data:** Febbraio 2021

La Ditta  
GEOCONSULTLAB S.r.l.



Il Direttore  
Dott. Nicola Polzone



Su incarico della ditta MI.DI. REAL ESTATE s.r.l. è stata condotta una campagna geognostica ai fini degli interventi previsti per i "Lavori di ristrutturazione edificio ex Banca d'Italia".

Nel dettaglio sono stati eseguiti:

- N. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo;
- N.2 prove penetrometriche in foro S.P.T.;
- N. 1 prova sismica di tipo M.A.S.W..

Come già specificato poc'anzi per la suddetta campagna geognostica è stato eseguito un unico sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto sino ad una profondità di 30,0 m dal p.c.; all'interno del foro del sondaggio (S1) sono state eseguite n.2 prove S.P.T..

Per l'esecuzione del suddetto sondaggio meccanico è stata utilizzata una sonda meccanica idraulica cingolata CMV MK 600 D, provvista di testa di rotazione di 720 kgf, azionata da motore idraulico a cilindrata variabile e cambio meccanico a cinque marce.

La perforazione è stata eseguita con carotiere semplice di diametro pari a 101 mm e corone a widia con minime quantità di fluido di perforazione. Le carote estratte sono state disposte all'interno di apposite cassette catalogatrici in pvc, con scomparti divisorii, sulle quali sono state riportate:

- la denominazione del sondaggio,
- il numero della cassetta;
- le quote progressive di prelievo.

Come già accennato in precedenza durante questa campagna geognostica sono state svolte n.3 prove penetrometriche del tipo S.P.T. all'interno del foro di sondaggio S1, di cui si riporta un prospetto riassuntivo nella seguente tabella.

| <b>Sondaggio</b> | <b>Numero prova</b> | <b>Profondità di esecuzione dal p.c. (metri)</b> | <b>Numero di colpi <math>N_{SPT}</math></b> |
|------------------|---------------------|--|---|
| <b>S1</b>        | 1                   | 4,50 – 4,95                                      | 9   |
| <b>S1</b>        | 2                   | 10,00 – 10,45                                    | 20  |





La prova S.P.T. consiste nel far cadere ripetutamente un maglio, del peso di 63,5kg, da un'altezza di 760 mm, su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste alla cui estremità inferiore è avvitato un campionatore di dimensioni standardizzate (vedi figura) registrando durante la penetrazione:

- il numero di colpi di maglio N1 necessario a produrre l'infissione per i primi 15cm (tratto di avviamento) inclusa l'eventuale penetrazione quasi statica per gravità,
- il numero di colpi di maglio N2 necessario a produrre l'infissione per altri 15cm,
- il numero di colpi di maglio N3 necessario a produrre l'infissione per ulteriori 15cm.

Oltre alle prove S.P.T., laddove possibile, sono state effettuate delle misurazioni in sito tramite penetrometro portatile ST 207, al fine di ricavare il valore puntuale della coesione non drenata  $C_u$ .

Di seguito si riporta una tabella con i valori misurati tramite penetrometro ST 207, riportati anche nella stratigrafia allegata.

| <i>Sondaggio</i> | <i>Tipologia penetrometro</i> | <i>Numero prova</i> | <i>Profondità di esecuzione dal p.c. (metri)</i> | <i>Coesione non drenata <math>C_u</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</i> |
|------------------|-------------------------------|---------------------|--|--|
| <b>S1</b>        | ST 207                        | 1                   | 24,90  | 3,10   |

Infine durante questa campagna geognostica è stata effettuata anche una prova sismica di tipo M.A.S.W. al fine di caratterizzare dal punto di vista sismico il sottosuolo, nonché individuare la categoria di sottosuolo in ottemperanza alla normativa vigente (D.M. 2018). Per depositi con profondità H del substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s) superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ . Tale condizione è quella che si è presentata nel caso in questione, in quanto il bedrock sismico è posto a profondità ben superiori di 30 m. Pertanto per l'individuazione della categoria di sottosuolo nel caso specifico è stata calcolata la  $V_{s,30}$  (vedi allegati). I risultati dei valori delle  $V_{s,30}$  ricavati dall'indagine sismica eseguita hanno consentito di classificare il sottosuolo di fondazione alla **categoria "C"**



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008

**GEOCONSULT LAB**.SRL  
**PROVE SU MATERIALI**

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione  
Prove di collaudo strutture  
Prove non distruttive  
Indagini Geognostiche e Geofisiche  
Laboratorio Geotecnico  
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015

---

Di seguito si riportano i seguenti allegati:

- Ubicazione indagini geognostiche eseguite;
- Report fotografico;
- Stratigrafia del sondaggio eseguito;
- Tabulati elaborazione prove S.P.T.;
- Indagine sismica M.A.S.W..



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008

**GEOCONSULTLAB** S.R.L.  
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione  
Prove di collaudo strutture  
Prove non distruttive  
Indagini Geognostiche e Geofisiche  
Laboratorio Geotecnico  
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| <b>STRATIGRAFIA</b>   |  | Accettazione N°09/21   | Certificato N° 021/21 del 04/02/2021          |
| AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITÀ CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008  |  | Committente: MI.DI. REAL ESTATE S.r.l.   | Cantiere: Avellino (NA)                       |
| <br><b>GEOCONSULTLAB</b><br>PROVE SU MATERIALI |  | Oggetto: Lavori di ristrutturazione edificio ex Banca d'Italia                   |   |
|   |  | Sondaggio: S1  | Data inizio: 05/02/2021 Data fine: 05/02/2021 |
| Laboratorio Autorizzato ai sensi del D.P.R. 380/2001 art. 353 Concessione N°6537 del 11/07/2011                                 |  | Strumentazione : CMW MK 600 D  | Diam. Perforaz.: 101 mm                       |
| Scala 1:150   |  | Tipologia perforazione : Carotaggio continuo <input checked="" type="checkbox"/> | Distruzione <input type="checkbox"/>          |

| Profondità dal p.c. (m.) | Potenza degli strati (m.) | Quota assoluta s.l.m. (m.) | Simbologia | Percentuale di carotaggio | Campioni | Campionatore | DESCRIZIONE LITOLOGICA  | Tipo S.P.T. | Profondità S.P.T. (m. dal p.c.) | S.P.T. N <sub>1-2</sub> -N <sub>3</sub> | Falda (m dal p.c.) | Rivestim. provv. | Attrezzatura installate in foro |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------|------------|---------------------------|----------|--------------|---|-------------|---------------------------------|---|--------------------|------------------|---------------------------------|
| 0.8                      | 0.8                       |                            |            |                           |          |              | TERRENO VEGETALE LIMOSO SABBIOSO CON GHIAIA SPARSA DI COLORE MARRONE SCURO.   |             |                                 |   |                    |                  |                                 |
| 2.2                      |                           |                            |            |                           |          |              | TERRENO DI RIPORTO COMPOSTO DA MATERIALE SABBIOSO CON PEZZI DI LATERIZI.  |             |                                 |   |                    |                  |                                 |
| 3.0                      |                           |                            |            |                           |          |              |   |             |                                 |   |                    |                  |                                 |
| 4.0                      | 1.0                       |                            |            |                           |          |              | LIMO ARGILLOSO DA SCIOLTO (3,0 MT - 3,4 MT) A CONSISTENTE CON GHIAIA DI PICCOLE DIMENSIONI SPARSA (POMICI).                                   | P.C         | 4.50                            | 2-4-5                                   |                    |                  |                                 |
| 6.0                      | 2.0                       |                            |            |                           |          |              | SABBIA LIMOSA DA SCIOLTA A POCO ADDENSATA CON GHIAIA SPARSA DI COLORE GRIGIO-MARRONE.   |             | 4.95                            |   |                    |                  |                                 |
| 18.6                     |                           |                            |            |                           |          |              | CINERITE GRIGIO SCURA PREVALENTEMENTE SABBIOSA, MEDIAMENTE ADDENSATA (TUFO).  | P.C         | 10.00                           | 6-9-11                                  |                    |                  |                                 |
| 24.6                     |                           |                            |            |                           |          |              |   |             | 10.45                           |   |                    |                  |                                 |
| 26.0                     | 1.4                       |                            |            |                           |          |              | ARGILLA GRIGIO VERDIGNOLA MOLTO CONSISTENTE MISURAZIONE C <sub>u</sub> A 24,90 MT (C <sub>u</sub> = 3,10 Kg/cmq) TRAMITE PENETROMETRO ST 207. |             |                                 |   |                    |                  |                                 |
| 30.0                     | 4.0                       |                            |            |                           |          |              | ARGILLA VERDE GIALLOGNOLA CON PEZZI LITOIDI MARNOSI DA 27,0 MT A 29,0 MT LIVELLO CALCAREO MARNOSO (DEPOSITI FLYSCHOJDI)                       |             |                                 |   |                    |                  |                                 |

Lo Sperimentatore  
dott.ssa geol. Fiammetta Sarmento

P.C.= punta chiusa

FINE SONDAGGIO

Pag. 1 di 1

Il Direttore  
dott. geol. Nicola Polzone



## REPORT FOTOGRAFICO



Cassetta SIC1



Cassetta SIC2



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008

**GEOCONSULT LAB** SRL  
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione  
Prove di collaudo strutture  
Prove non distruttive  
Indagini Geognostiche e Geofisiche  
Laboratorio Geotecnico  
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



Cassetta SIC3



Cassetta SIC4



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008

**GEOCONSULT LAB** S.R.L.  
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione  
Prove di collaudo strutture  
Prove non distruttive  
Indagini Geognostiche e Geofisiche  
Laboratorio Geotecnico  
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



Cassetta SIC5



Cassetta SIC6



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008

**GEOCONSULTLAB**<sub>SRL</sub>  
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione  
Prove di collaudo strutture  
Prove non distruttive  
Indagini Geognostiche e Geofisiche  
Laboratorio Geotecnico  
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



Misurazione n.1 con penetrometro ST 207 della  $C_U$ .



Esecuzione prova sismica M.A.S.W..





AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



**GEOCONSULTLAB** S.R.L.  
**PROVE SU MATERIALI**

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione  
Prove di collaudo strutture  
Prove non distruttive  
Indagini Geognostiche e Geofisiche  
Laboratorio Geotecnico  
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015

---

## LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE EDIFICIO EX BANCA D'ITALIA – AVELLINO (AV)

### TABULATI DI CALCOLO PROVE S.P.T.



## ELABORAZIONE PROVE S.P.T. SONDAGGIO S1

|                    | SPT1 | SPT2  | SPT3 | SPT4 | SPT5 | SPT6 | SPT7 | SPT8 | SPT9 | SPT10 |
|--------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| quota dal p.c. (m) | 4,50 | 10,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00  |
| falda              | No   | No    | No   | No   | No   | No   | No   | No   | No   | No    |
| Nspt               | 9    | 20    |      |      |      |      |      |      |      |       |

## ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)

|                         |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| R.B.S.                  | 27,0 | 30,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| J.N.R.                  | 29,9 | 31,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| De Mello                | 27,1 | 29,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Owasaki & Iwasaki       | 28,8 | 32,9 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sowers                  | 30,7 | 32,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Peck Hanson & Thornburn | 29,9 | 31,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Meyerhof                | 28,6 | 31,3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Hatanaka & Uchida       | 32,1 | 35,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Wolff                   | 29,9 | 31,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Schmertmann (DR)        | 36,0 | 35,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |

## MODULO EDOMETRICO (MPa)

|                    |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------|-----|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Farrent            | 6,3 | 13,9 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Menzebach & Malcev | 6,8 | 10,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |



## SPT1 SPT2 SPT3 SPT4 SPT5 SPT6 SPT7 SPT8 SPT9 SPT10

|                    |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| quota dal p.c. (m) | 4,50 | 10,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| falda              | No   | No    | No   | No   | No   | No   | No   | No   | No   | No   | No   |
| Nspt               | 9    | 20    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

## DENSITA' RELATIVA (%)

|                        |       |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Gibbs & Holtz          | 59    | 66    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Meyerhof               | 54    | 61    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Schultze & Menzebach   | 54    | 62    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bazaraa                | 35    | 45    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Skempton               | 41    | 53    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Marcuson & Biegansky   | #NUM! | ##### |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cubrinowski & Ishihara | 47    |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## MODULO ELASTICO [Young] (MPa)

|                                 |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| D'Appolonia <i>et al</i>        |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tornaghi <i>et al</i>           | 21,0 | 31,3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Jambu                           | 17,6 | 28,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Schmertmann                     | 7,1  | 15,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Schultz & Menzebach             | /    | /    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Webb                            | 4,4  | 7,9  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Jamiolkowski <i>et al</i> [E25] | 7,7  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008

**GEOCONSULTLAB<sup>SRL</sup>**  
**PROVE SU MATERIALI**

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione  
Prove di collaudo strutture  
Prove non distruttive  
Indagini Geognostiche e Geofisiche  
Laboratorio Geotecnico  
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 11957 del 23/11/2012

INDAGINE DI SISMICA RIFRAZIONE

DATA DI PROVA : OTTOBRE 2020

COMMITTENTE : MI.DI.REAL.ESTATE SRL

: CANTIERE: LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE EDIFICIO EX BANCA  
D'ITALIA - AVELLINO

Lo Sperimentatore  
Dott. Nicola Polzone





A seguito di incarico di MI.DI.REAL.ESTATE SRL, il Laboratorio GeoConsultlab ha eseguito una indagine sismica Tipo MASW per la determinazione del Vsequivalente per la LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE EDIFICIO EX BANCA D'ITALIA - AVELLINO.

Data di prova FEBBRAIO 2021

## INDAGINE DI SISMICA

### Introduzione

Nell'ambito del progetto di indagini sono state eseguite delle misure sismiche per la stima della velocità delle onde di taglio dall'analisi ed inversione della dispersione delle onde di Rayleigh e Love.

Le onde di superficie possono essere utilizzate per determinare la velocità delle onde di taglio dei suoli non consolidati e dei materiali più rigidi come le rocce. Queste onde in genere si propagano con velocità tipiche dei materiali superficiali e ultimamente sono sempre più utilizzate nella definizione delle proprietà elastiche ed anelastiche dei terreni e per determinare la rigidità dei materiali.

I metodi che utilizzano le onde di superficie hanno il vantaggio di considerare un'area del sito abbastanza vasta e soggetta a livelli di deformazione, principalmente dovuti alle onde sismiche che si propagano nel mezzo, molto bassi. La rigidità del terreno dipende essenzialmente dal livello di deformazione. Nelle prove di laboratorio (i.e. prove triassiali) i livelli di deformazione utilizzati per stimare la rigidità dei campioni sono molto più alti di quelli normalmente presenti nel terreno quando si propagano onde sismiche .

Si è anche osservato che la rigidità aumenta al decrescere del livello di deformazione ed è ormai generalmente accettato il fatto che le deformazioni del terreno associate con la maggior parte dei problemi connessi all'interazione suolo-struttura hanno bassi valori percentuali (0.1%). Per questo motivo la classificazione dei suoli sulla base dei metodi che utilizzano le onde di superficie rappresenta oramai lo stato dell'arte.



## Acquisizione dei dati

Per la misura della velocità delle onde S, la tecnica utilizzata in questo studio impiega l'analisi delle onde di superficie su registrazioni effettuate lungo uno stendimento di 24 stazioni sismiche ad ampia dinamica (24 bit) collegate da canali di trasmissione dati. Per ogni stazione sismica sono utilizzati sensori a 4.5 Hz. I sensori sono posti a distanze di 2 m l'uno dall'altro. I punti di scoppio sono stati posizionati ad una delle estremità del profilo a distanze di 5,0 e 7,0 m dal geofono n° 1. La scelta dei due scoppi è stata effettuata per avere la certezza di generare la dispersione delle onde superficiali a prescindere dai differenti litotipi presenti nel sottosuolo dell'area investigata.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di un sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 Canali. La sorgente sismica è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 6kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra posizionata alla distanza di 1.25m dal primo geofono. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace - 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con offset di 1.25m.

## METODOLOGIA INTERPRETATIVA

Il software consente di analizzare dati sismici (common-shot gathers acquisiti in campagna) in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio). Tale risultato è ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

La procedura si sviluppa in due operazioni svolte in successione:

- 1) determinazione dello spettro di velocità
- 2) inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta necessariamente



ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi evolutivi offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni. A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza. E' invece necessario definire uno "spazio di ricerca" (search space) all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni.

Quella finale viene infine proposta con anche una stima della sua attendibilità (deviazioni standard) attenuata grazie all'impiego di tecniche statistiche.

Il principale punto di forza del software utilizzato è quindi proprio quello di fornire risultati molto più robusti rispetto a quelli ottenibili con altre metodologie, arricchiti anche da una stima dell'attendibilità.

### **Procedura di inversione**

Per il sito considerato abbiamo invertito simultaneamente la velocità di fase del modo fondamentale delle onde di Rayleigh e di Love utilizzando una tecnica derivata da Nolet, (1981) e Herrmann (2002).

Come modello di partenza nell'inversione abbiamo usato i dati relativi all'analisi semplificata di sismica a rifrazione S effettuata sulla componente trasversale del moto. Abbiamo utilizzato una tecnica lineare di inversione generando però con diverse parametrizzazioni della struttura di partenza diverse soluzioni (profili di velocità S) in grado di produrre curve di dispersione molto simili a quelle osservate. E' importante sottolineare che l'inversione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh e Love non restituisce un unico modello di velocità. I metodi come quello qui utilizzato hanno lo svantaggio di convergere verso un unico minimo relativo (metodo ai minimi quadrati). Per ovviare a questo in genere si utilizzano diversi modelli di partenza e si scelgono solitamente i modelli finali più semplici, dove esiste in genere un aumento della velocità con la profondità. Esiste comunque una certa ambiguità perché le soluzioni possono essere molteplici e diverse tra loro.

Per scegliere quindi i modelli finali che di seguito saranno presentati abbiamo scartato tutti i modelli che non erano in grado di generare le frequenze di risonanza osservate nei rapporti



spettrali H/V del rumore ambientale. Nel nostro studio i profili di velocità S ottenuti dall'inversione delle proprietà di dispersione delle onde di Rayleigh e Love sono in accordo con i dati con i rapporti spettrali H/V misurati nel sito interessato. Questo rende più attendibile la soluzione ottenuta attraverso il processo di inversione in quanto si riesce ad eliminare ogni ambiguità relativa ai problemi di "tradeoff" tra profondità e velocità che sono ben conosciuti quando si utilizzano solamente le onde di superficie. Utilizzando i tempi di arrivo S e la frequenza di risonanza fondamentale si riesce in questo modo a vincolare la profondità dove esista un contrasto di velocità.





### *Interpretazione*

L'individuazione del tono fondamentale di tutti gli shots effettuati è stato complicato dall'insorgere di un primo ipertono caratterizzato da un'elevata energia associata e da una velocità di fase lievemente maggiore di quella del tono fondamentale.

E' stato però possibile individuare chiaramente l'immagine di dispersione del fundamental mode tramite filtrazione (mute) della parte relativa ai primi arrivi delle body wave nel sismogramma dello shot M1. Gli altri shots sono stati poi interpretati sulla base della curva di dispersione rilevata in M1.

Il profilo delle Vs è determinato sulla base di un algoritmo iterativo di inversione che utilizza i dati ottenuti dallo studio della curva di dispersione.

L'algoritmo si basa sulle seguenti considerazioni:

- 1) la frequenza è direttamente legata alla profondità di indagine (basse frequenze alte profondità);
- 2) la velocità di fase dipende essenzialmente dalle proprietà elastiche dei materiali interessanti dal propagarsi della perturbazione;

L'algoritmo di inversione tiene inoltre conto della necessità di soddisfare la seguente relazione:  $z_f = a \lambda f$

dove:

$z_f$  = profondità di propagazione della frequenza  $f$ ;

$a$  = coefficiente adimensionale;

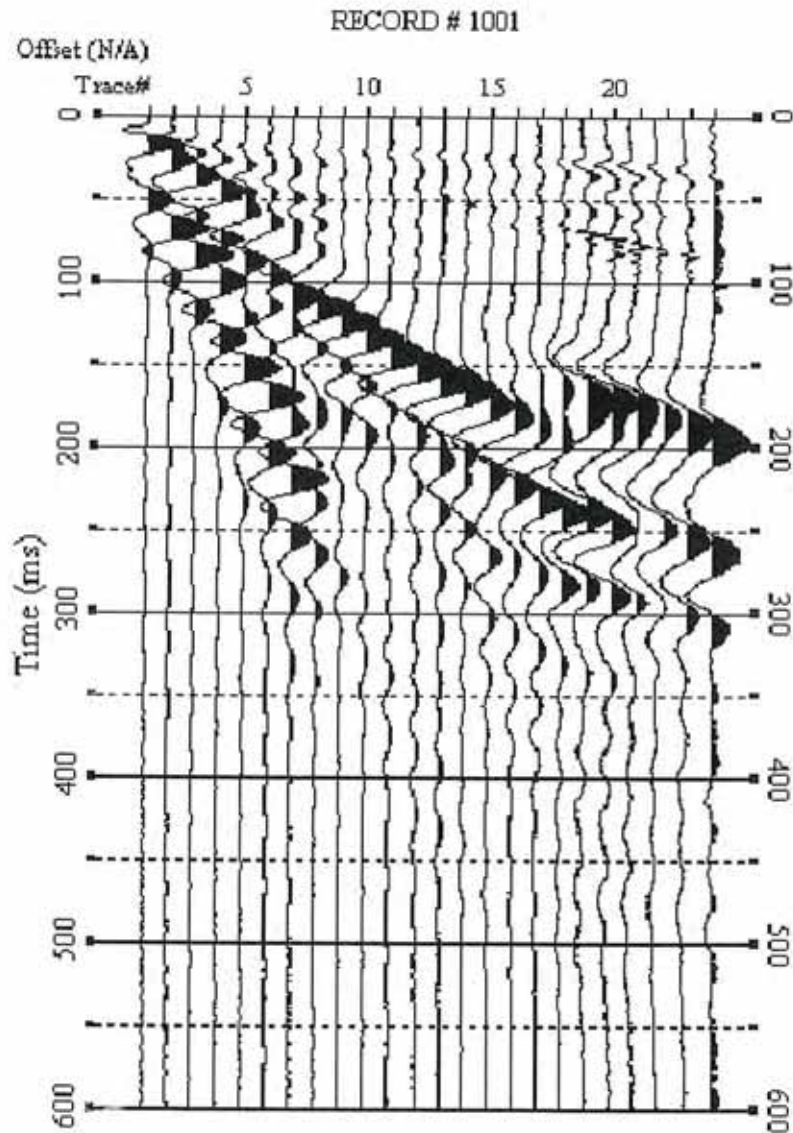
$\lambda f$  = lunghezza d'onda corrispondente alla frequenza  $f$ .

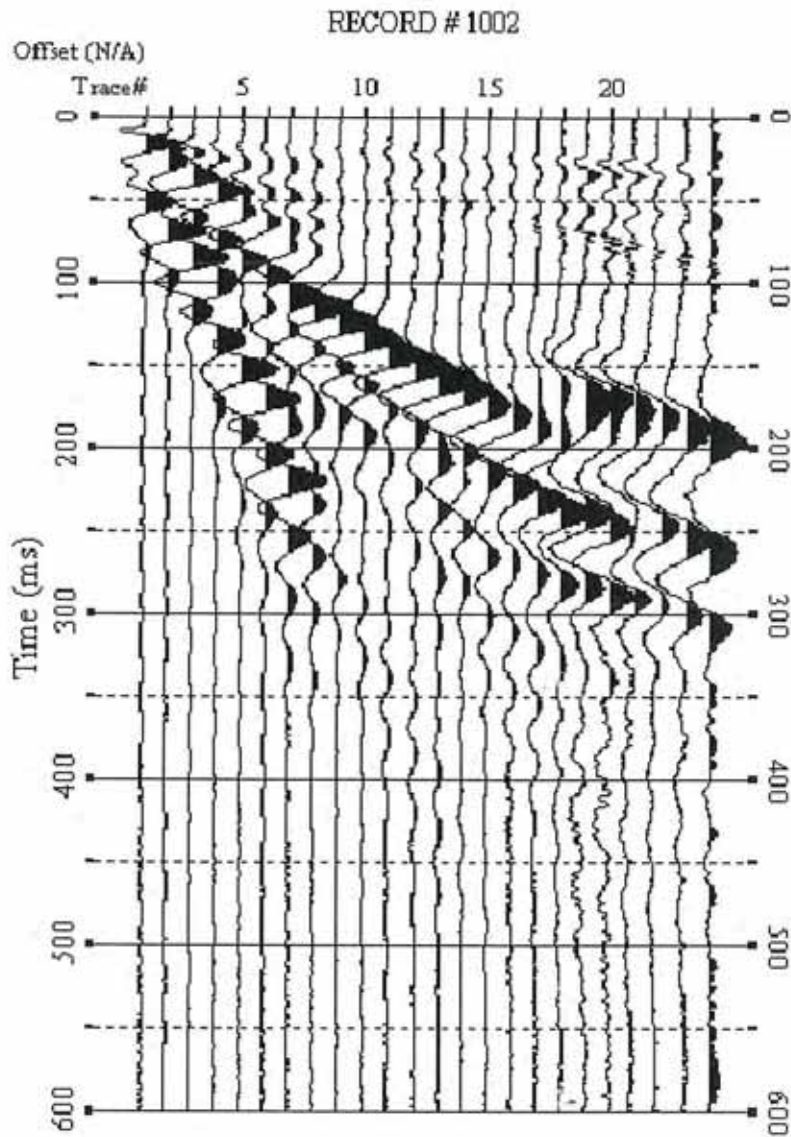
Le iterazioni necessarie per l'elaborazione precedentemente descritta avvengono tramite l'utilizzo di un programma di calcolo specifico.

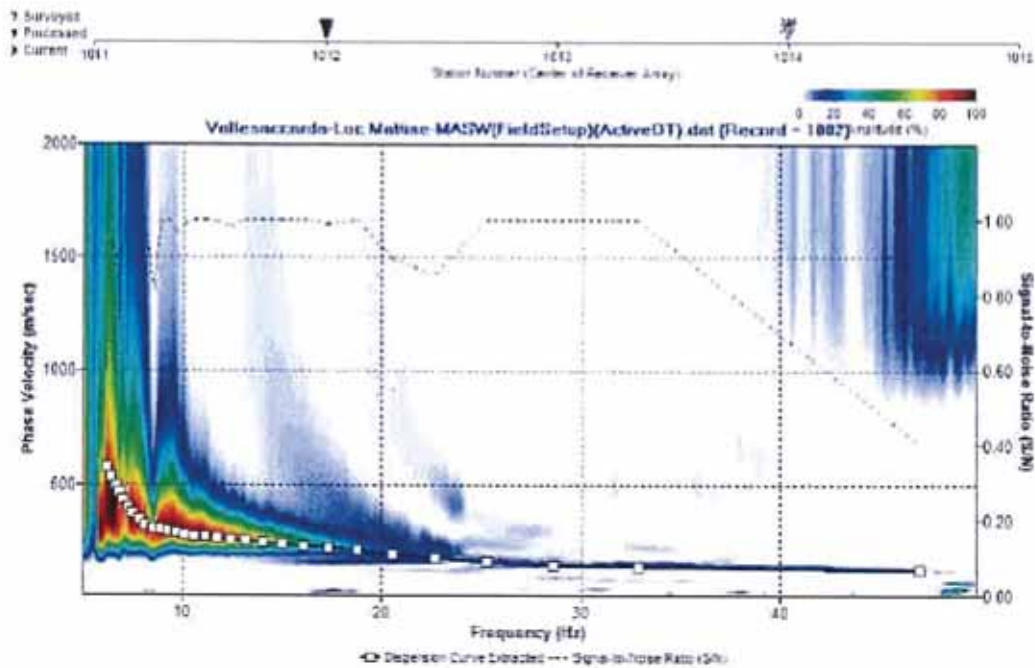
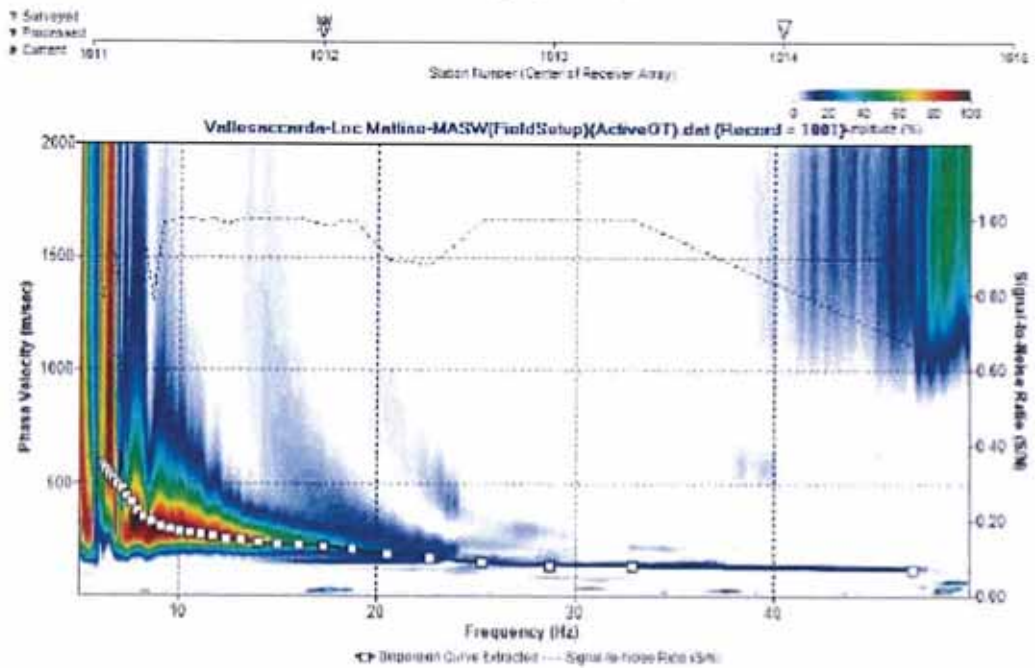
### Elaborazione di sezioni della distribuzione della Vs

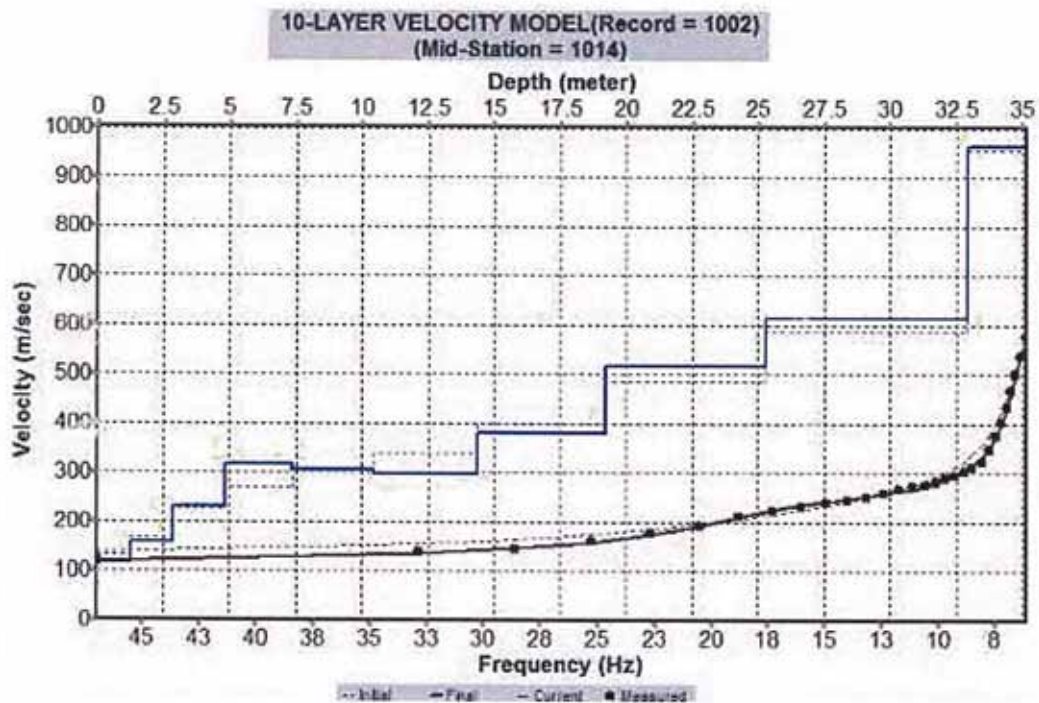
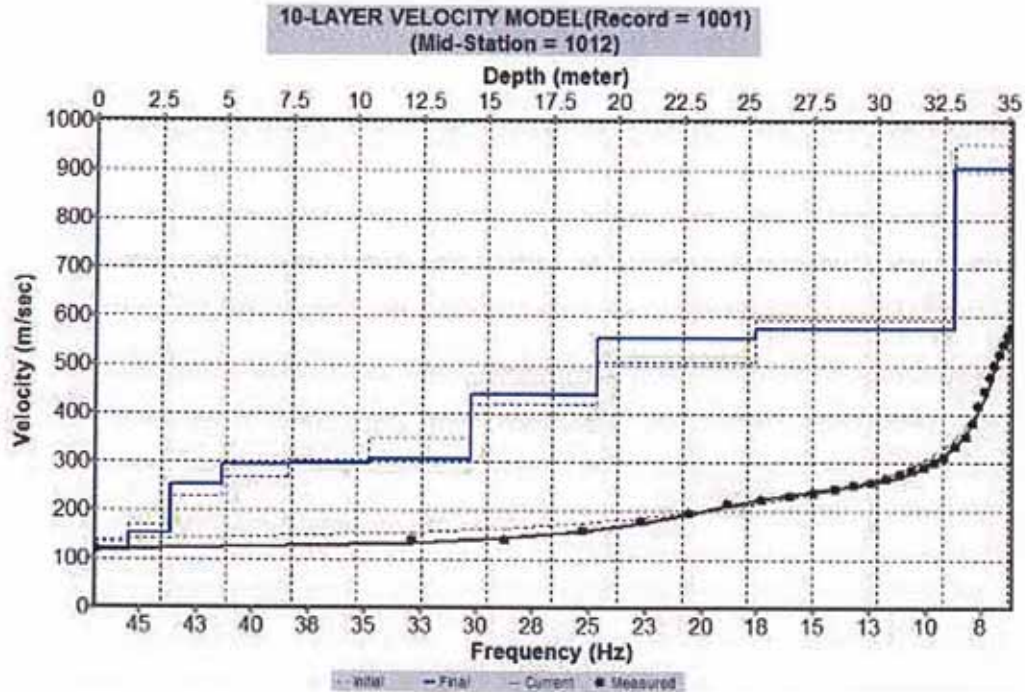
In questo tipo di elaborazione grafica, le linee di uguale velocità Vs vengono tracciate dopo aver riportato in opportuna scala ed in corrispondenza di ogni centro di misura i relativi valori della Vs calcolata tramite.

Si è utilizzato per la ricostruzione grafica delle linee di isovelocità il metodo geostatistico del kriging, ritenuto più idoneo in questo tipo di rappresentazione.











Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 11957 del 23/11/2012

## RISULTATI DELLE PROVE Vs30 determinata a partire da 0.00 dal p.c.

## DIAGNOSTICA

| Strato | Spessore<br>m | Profondità<br>m | Vs<br>m/sec | Y<br>Densità<br>KN/mc | Coeffic.<br>di<br>Poisson | Modulo<br>Taglio Go<br>Mpa | Frequenza<br>Strato<br>f | Periodo<br>Strato<br>s | RIGIDITA'<br>Vs*Y |
|--------|---------------|-----------------|-------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|
| 1,00   | 5,00          | 0,00            | 154,00      | 17,00                 | 0,40                      | 41,10                      | 7,70                     | 0,13                   | 0,26              |
| 2,00   | 10,00         | 5,00            | 305,00      | 18,00                 | 0,35                      | 170,69                     | 7,63                     | 0,13                   | 0,55              |
| 3,00   | 15,00         | 15,00           | 495,00      | 19,00                 | 0,28                      | 474,56                     | 8,25                     | 0,12                   | 0,94              |
| 4,00   | 0,00          | 30,00           | 495,00      |                       |                           |                            |                          |                        |                   |
| 5,00   |               |                 |             |                       |                           |                            |                          |                        |                   |
| 6,00   |               |                 |             |                       |                           |                            |                          |                        |                   |
| 7,00   |               |                 |             |                       |                           |                            |                          |                        |                   |
| 8,00   |               |                 |             |                       |                           |                            |                          |                        |                   |
| 9,00   |               |                 |             |                       |                           |                            |                          |                        |                   |
|        | <b>30,00</b>  |                 |             |                       |                           |                            |                          |                        |                   |

## RIGIDITA' SISMICA RIFERITA ALLO SPESSORE DI TERRENO CONSIDERATO

**R= 0,70**

| Metodi di calcolo delle<br>Vseq                 | Valori in m/s | Categoria suolo di fondazione |
|---|---------------|-------------------------------|
| Vseq (misurato in sito<br>con indagini dirette) | <b>314</b>    | <b>C</b>                      |

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 fine 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 fine 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 fine 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 e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.  |



## RISULTATI DELLE PROVE Vsequivalente determinata a PARTIRE DA -5.00 m dal p.c.

## DIAGNOSTICA

| Strato | Spessore<br>m | Profondità<br>m | Vs<br>m/sec | Y<br>Densità<br>KN/mc | Coeffic.<br>di<br>Poisson | Modulo<br>Taglio Go<br>Mpa | Frequenza<br>Strato<br>f | Periodo<br>Strato<br>s | RIGIDITA'<br>Vs*Y |
|--------|---------------|-----------------|-------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|
| 1,00   | 10,00         | 0,00            | 305,00      | 18,00                 | 0,35                      | 170,69                     | 7,63                     | 0,13                   | 0,55              |
| 2,00   | 15,00         | 10,00           | 495,00      | 19,00                 | 0,28                      | 474,56                     | 8,25                     | 0,12                   | 0,94              |
| 3,00   | 2,50          | 25,00           | 600,00      | 19,00                 | 0,28                      | 697,25                     | 60,00                    | 0,02                   | 1,14              |
| 4,00   |               | 27,50           | 950,00      |                       |                           |                            |                          |                        |                   |
| 5,00   |               |                 |             |                       |                           |                            |                          |                        |                   |
| 6,00   |               |                 |             |                       |                           |                            |                          |                        |                   |
| 7,00   |               |                 |             |                       |                           |                            |                          |                        |                   |
| 8,00   |               |                 |             |                       |                           |                            |                          |                        |                   |
| 9,00   |               |                 |             |                       |                           |                            |                          |                        |                   |

27,50

## RIGIDITA' SISMICA RIFERITA ALLO SPESSORE DI TERRENO CONSIDERATO

R= 0,82

| Metodi di calcolo delle<br>Vseq                 | Valori in m/s | Categoria suolo di fondazione |
|---|---------------|-------------------------------|
| Vseq (misurato in sito<br>con indagini dirette) | 409           | B                             |

Tab. 3.2.11 - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

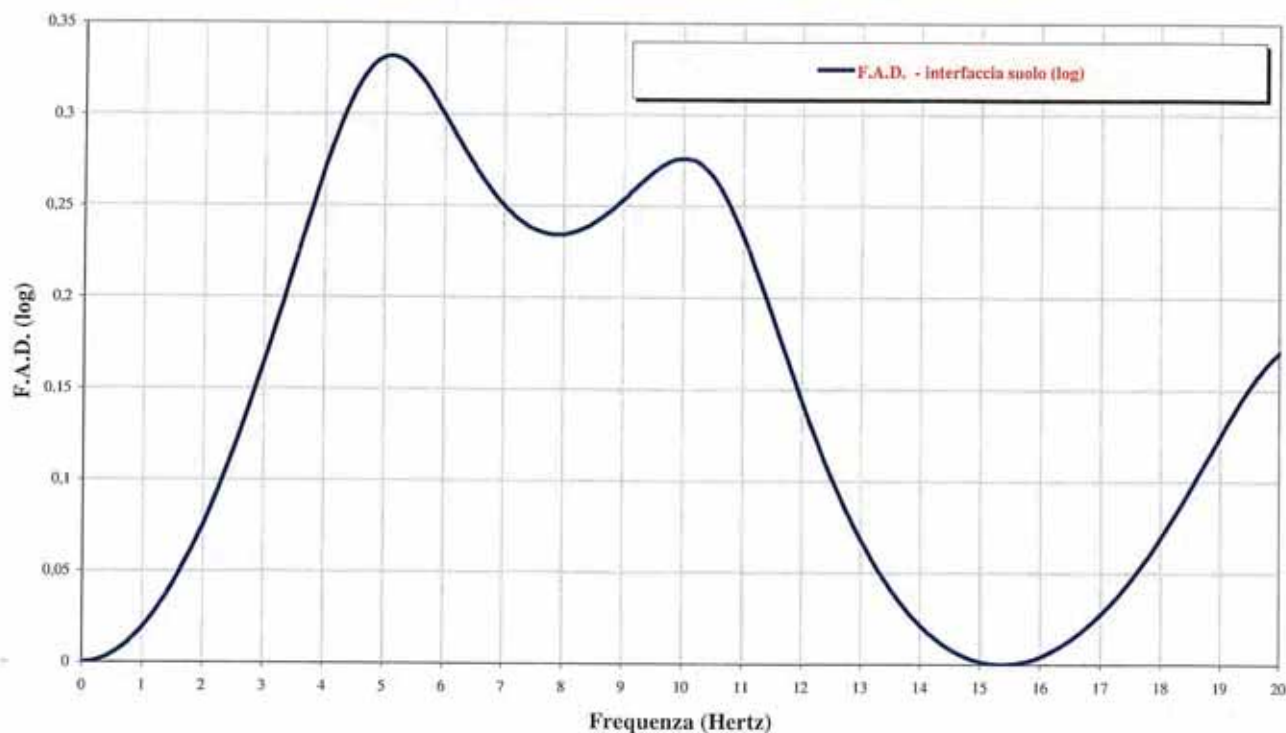
| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica   |
|-----------|--|
| A         | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche 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 e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.  |







**Spettro di risposta del Fattore di Amplificazione Dinamica  
in campo viscoelastico (smorzato) - campo di frequenza 0-20 Hz**



## 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: 40,914494 [°]

longitudine: 14,787394 [°]

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 | 32764 | 40,928050      | 14,747450       | 3679,1       |
| Sito 2 | 32765 | 40,927300      | 14,813620       | 2623,6       |
| Sito 3 | 32987 | 40,877300      | 14,812610       | 4647,2       |
| Sito 4 | 32986 | 40,878060      | 14,746490       | 5313,5       |

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

|                                | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|--------------------------------|-----------------------|-----------|--------|--------|---------|
| Operatività (SLO)              | 81                    | 30        | 0,053  | 2,341  | 0,283   |
| Danno (SLD)                    | 63                    | 50        | 0,069  | 2,319  | 0,312   |
| Salvaguardia della vita (SLV)  | 10                    | 475       | 0,193  | 2,374  | 0,368   |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5                     | 975       | 0,249  | 2,431  | 0,379   |

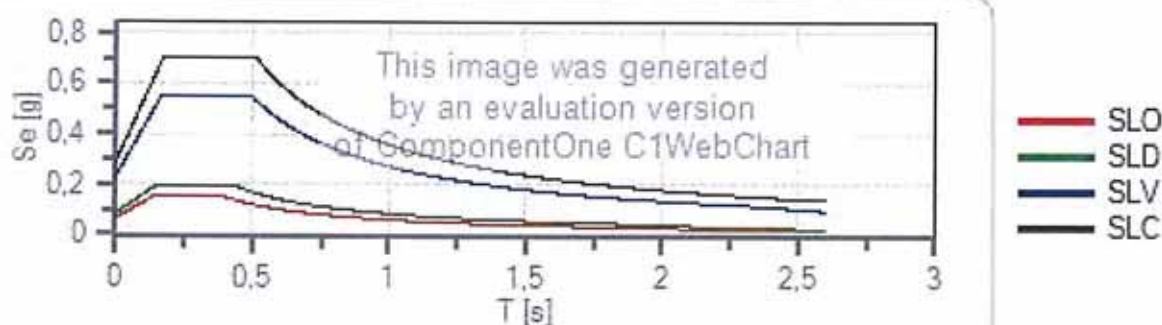
## Spettri di risposta

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

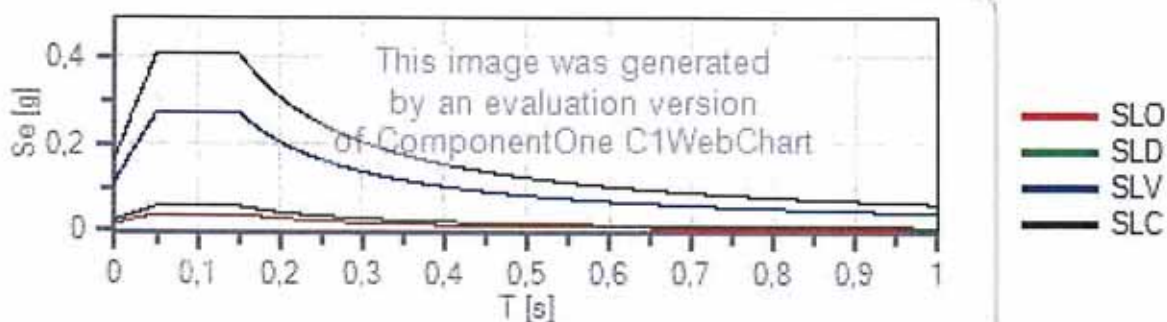
Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000

#### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



|     | cu | ag [g] | Fo    | Tc* [s] | Ss    | Cc    | St    | S     |       | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----|----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLO | 1  | 0,053  | 2,341 | 0,283   | 1,200 | 1,420 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,134  | 0,402  | 1,811  |
| SLD | 1  | 0,069  | 2,319 | 0,312   | 1,200 | 1,390 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,144  | 0,433  | 1,878  |
| SLV | 1  | 0,193  | 2,374 | 0,368   | 1,200 | 1,340 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,164  | 0,493  | 2,373  |
| SLC | 1  | 0,249  | 2,431 | 0,379   | 1,160 | 1,340 | 1,000 | 1,160 | 1,000 | 0,169  | 0,507  | 2,597  |

#### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



|     | cu | ag [g] | Fo    | Tc* [s] | Ss    | Cc    | St    | S     |       | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----|----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLO | 1  | 0,053  | 2,341 | 0,283   | 1,000 | 1,420 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050  | 0,150  | 1,000  |
| SLD | 1  | 0,069  | 2,319 | 0,312   | 1,000 | 1,390 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050  | 0,150  | 1,000  |
| SLV | 1  | 0,193  | 2,374 | 0,368   | 1,000 | 1,340 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050  | 0,150  | 1,000  |
| SLC | 1  | 0,249  | 2,431 | 0,379   | 1,000 | 1,340 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050  | 0,150  | 1,000  |

### Spettro di progetto

Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

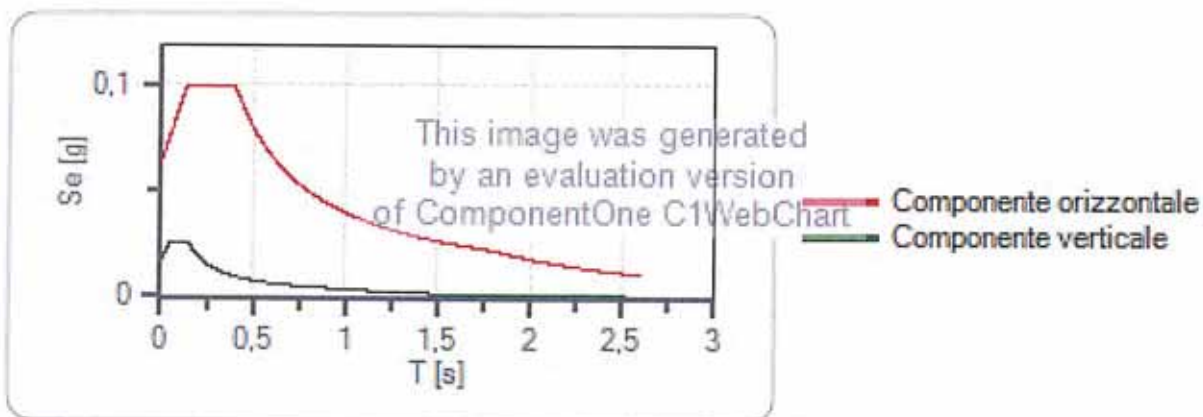
per lo spettro orizzontale = 0,667

Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5

per lo spettro verticale = 0,667

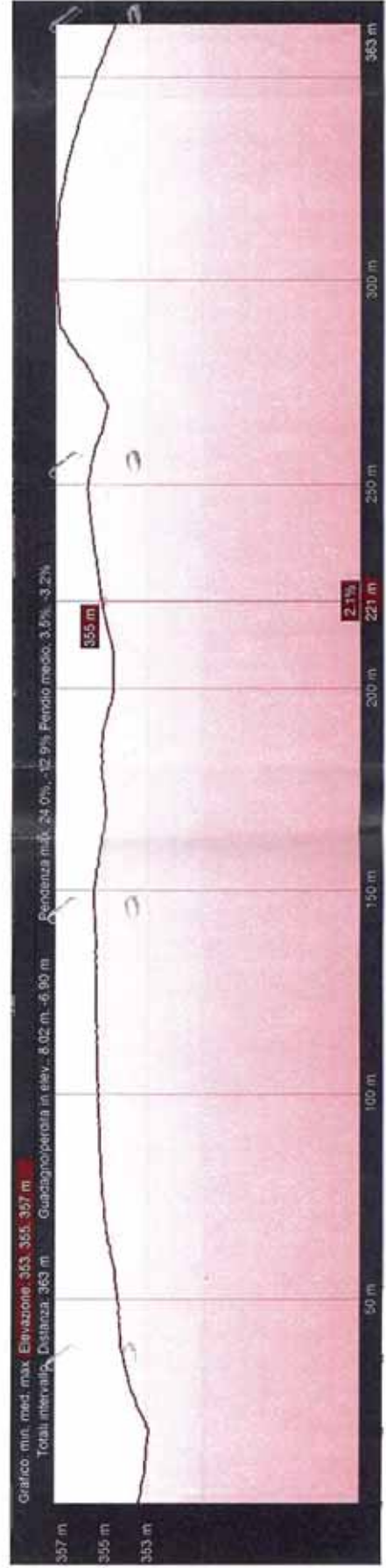
Stato limite: SLO

### Spettri di progetto per lo stato limite: SLO



|                 | cu | ag [g] | Fo    | Tc* [s] | Ss    | Cc    | St    | S     | q     | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLO orizzontale | 1  | 0,053  | 2,341 | 0,283   | 1,200 | 1,420 | 1,000 | 1,200 | 1,500 | 0,134  | 0,402  | 1,811  |
| SLO verticale   | 1  | 0,053  | 2,341 | 0,283   | 1,200 | 1,420 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050  | 0,150  | 1,000  |

# PROFILO TOPOGRAFICO



# STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO

## LEGENDA

Ubicazione sito oggetto  
d'intervento



scala 1:5.000

## 8 - ASSEVERAZIONE DEL GEOLOGO

(art. 2 L.R. 7/1/1983 n. 9, artt. 46 e 47 D.P.R. 28/12/2000 n. 445, artt. 359 e 481 del Codice Penale)

Con riferimento alla denuncia dei lavori indicati nella sezione 3 - ANAGRAFICA PROGETTO e 4 - DICHIARANTE :

### IL SOTTOSCRITTO

**GEOLOGO:** (cognome e nome) POLZONE NICOLA

nato a PRATOLA SERRA il 19/03/1948 - C.F. PLZNCL48C19H006D

residente in PRATOLA SERRA (AV) alla via/piazza GARIBALDI N° 13 C.A.P. 83039

domiciliato in \_\_\_\_\_ alla via/piazza \_\_\_\_\_ C.A.P. \_\_\_\_\_

tel. \_\_\_\_\_ cell. 3486976420 p.e.c. polzonenicola@dielepec.it

consapevole delle sanzioni penali previste dall'art.76 del D.P.R.445/00 per le ipotesi di falsità in atti e dichiarazioni mendaci ivi indicate, ai sensi degli artt. 46 e 47 del D.P.R.445/00

### DICHIARA

1) di essere abilitato all'esercizio della professione di GEOLOGO \_\_\_\_\_ ;

2)  di essere iscritto all'Ordine dei Geologi di Regione Campania sez. A sett. \_\_\_\_\_ al n° 143 ;

(oppure)

di essere dipendente della seguente pubblica amm.ne committente \_\_\_\_\_ ;

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 1 - RELAZIONE GEOLOGICA   | 3 - |
| 2 - INDAGINE SISMICA MASW | 4 - |

3) di aver redatto i seguenti elaborati:

In relazione a quanto sopra, consapevole delle responsabilità che con la presente si assume in qualità di persona esercente un servizio di pubblica necessità ai sensi degli artt.359 e 481 del Codice Penale

4)  in conformità all' art. 3 comma 1 della L.R. n° 59 del 28.12.2018 ed in relazione alla prestazione professionale precedentemente indicata, che il Committente ha provveduto al pagamento delle correlate spettanze .

### ASSEVERA

che ha prodotto i sopra indicati elaborati nel rispetto delle norme tecniche :

D.M. 17/01/2018 (oppure)  D.M. 14/01/2008

### ALLEGA

documento di identità in corso di validità: tipo CARTA D'IDENTITÀ n° AT 1685899 rilasciato in data 30/07/2014 da COMUNE DI PRATOLA SERRA (AV)

  
(firma)

Cognome **POLZONE**  
 Nome **NICOLA**  
 nato il **19-03-1948**  
 (atto n. **30** p. **1** s. **A** 1948 )  
 a **PRATOLA SERRA (AV)**  
 Cittadinanza **Italiana**  
 Residenza **PRATOLA SERRA (AV)**  
 Via **GARIBALDI 13**  
 Stato civile **STATO LIBERO**  
 Professione **PENSIONATO**

CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI  
 Statura.....**176**.....  
 Capelli.....**Brizzolati**.....  
 Occhi.....**Castani**.....  
 Segni particolari.....**N.N.**.....

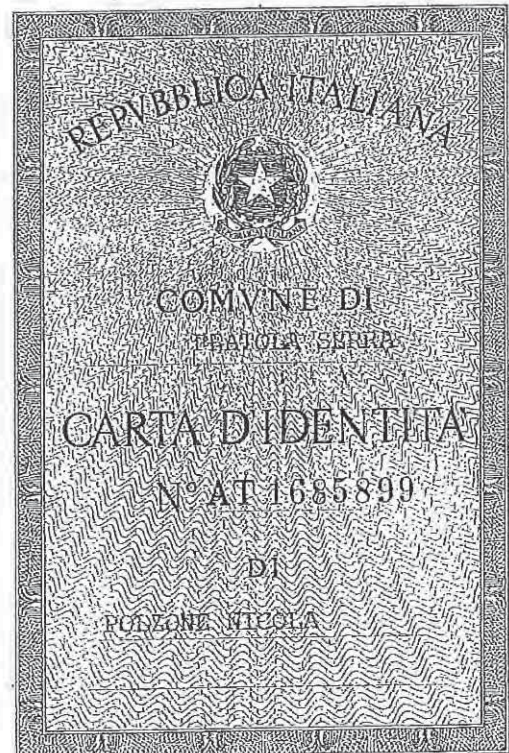
PRATOLA SERRA  
  
 Euro 5,16  
 DIRITTI DI CARTA D'IDENTITA'



Firma del titolare *Nicola Polzone*

PRATOLA SERRA il **30-07-2014**  
 IL SINDACO *[Signature]*

PRATOLA SERRA  
  
 Euro 0,26  
 DIRITTI DI SEGRETERIA



*[Handwritten signature]*