COMUNE DI AVELLINO

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLA MODELLAZIONE SISMICA

OGGETTO:
Piano Urbanistico Attuativo – zone di riqualificazione
"Via Francesco Tedesco"

COMMITTENTE:
COMUNE DI AVELLINO
Assessorato all'Urbanistica
Settore Assetto e Sviluppo del Territorio
Servizio Piani e Programmi

CODICE ELABORATO:	FILE:	DATA:
RG_032_21	RG_032_21.doc	Settembre 2021

Giovanni Delli Bovi
GEOLOGO

Geol. Giovanni Delli Bovi -Via del Corso,84 - Montella (AV) - Mob: 380 10 38 760 - e-mail:dellibovi@hotmail.it

INDICE

1. PREMESSA 2

2. INQUADRAMENTO GENERALE AREA DI STUDIO 4

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO 4
2.2 GEOLOGIA AREE OGGETTO DI INTERVENTO 6
2.3 IDROGEOLOGIA AREE OGGETTO DI INTERVENTO 9
2.4 GEOMORFOLOGIA AREE OGGETTO DI INTERVENTO 11
2.5 INQUADRAMENTO GEOSISMICO 11

3. INDAGINI DI RIFERIMENTO ED INDAGINI ESEGUITE 15

4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA-STRATIGRAFICA 17

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 20

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SITO 24

7. COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA 38

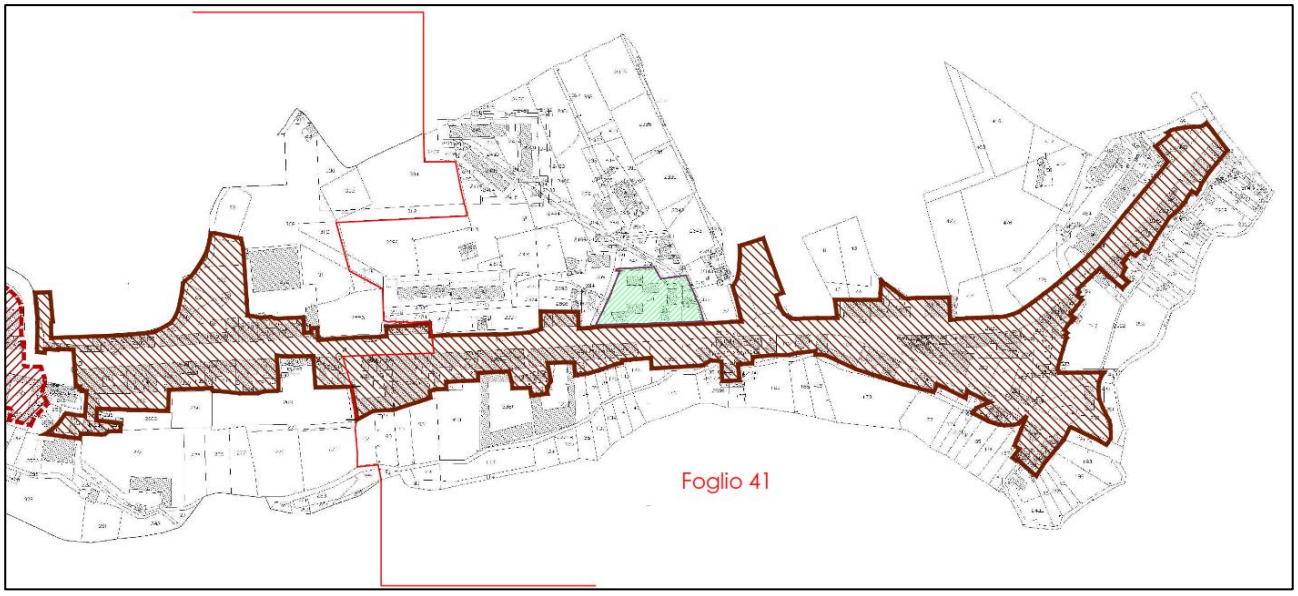
8. PRESCRIZIONI E CONCLUSIONI 39

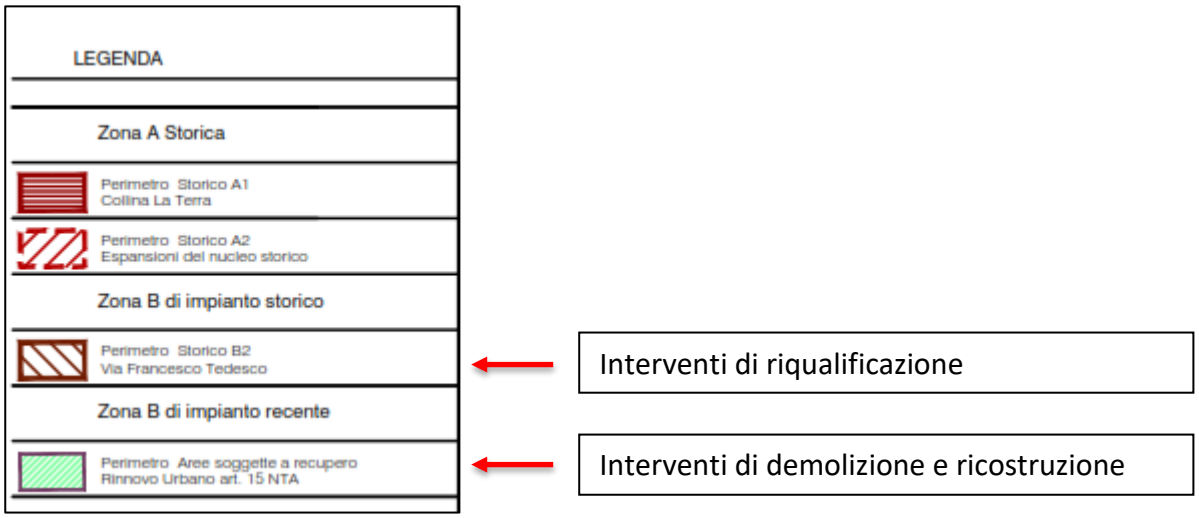
ALLEGATI:

- Certificati sondaggi e prove di laboratorio eseguite;
- Stratigrafie sondaggi storici di riferimento;
- Carta delle indagini;
- Carta geolitologica
- Carta idrogeologica;
- Carta geomorfologica e della stabilità;
- Carta della zonazione in prospettiva sismica;
- Sezioni geologiche.

1. Premessa

Il presente studio, è stato redatto nel rispetto del D.M. 17.01.2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni - e successiva circolare applicativa n.7 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 21.01.2019 e dell' Eurocodice 7 ed Eurocodice 8 nonché in ottemperanza di quanto previsto dalla L.R. n° 9/1983 e ss.mm.ii., ed è volto a definire le caratteristiche lito-stratigrafiche e strutturali dei terreni costituenti il sottosuolo della zona in esame unitamente allo schema di circolazione idrica sotterraneo e/o superficiale, le caratteristiche geotecniche nonché le caratteristiche sismiche delle aree oggetto di riqualificazione urbanistica.
Il comparto edificatorio è ubicato nella porzione orientale dell'ambito urbano al contorno della Via Francesco Tedesco a partire da Corso Umberto I e sino al "Rione Ferrovia".
Gli interventi di riqualificazione riguardano il **perimetro storico B2** incluso nelle particelle catastali di cui ai Fogli 40-41 del vigente PUC; sono inoltre previsti interventi di demolizione e ricostruzione nell'ambito delle **aree soggette a recupero e rinnovo urbano ai sensi dell'art. 15 delle NTA del PUC.**





Gli obbiettivi del presente studio sono tesi a:

- Ricostruire e comprendere lo stato delle conoscenze sull'area interessata dagli interventi in progetto;
- Definire e rappresentare le caratteristiche geologico-stratigrafiche, geologico-strutturali, idrogeologiche, geomorfologiche, geomeccaniche, geotecniche e sismiche delle aree;
- Definire la compatibilità idro-geologica delle previsioni urbanistiche attuative con gli strumenti di pianificazione di bacino vigenti.

Per l'inquadramento geologico di dettaglio dell'area si è fatto riferimento alle indagini geognostiche, in sito e di laboratorio, effettuate dall'Amministrazione Comunale nell'ambito della predisposizione dello studio geologico a corredo del Piano Urbanistico Comunale, effettuate proprio in corrispondenza dell'area oggetto del PUA.
Dette indagini sono state integrate, all'interno del perimetro delle aree che saranno soggette a nuova edificazione, dalle seguenti indagini eseguite "ex novo":

- N. 1 sondaggio a carotaggio continuo sino a 30 m dal p.c. con misurazione dei livelli idrici nel foro di sondaggio;
- N. 3 prove penetrometriche SPT all'interno del foro di sondaggio;
- Prelievo di n. 1 campione indisturbato sottoposto a prove di laboratorio geotecnico (caratteristiche fisiche generali, analisi granulometrica, prova di taglio diretto, prova edometrica);
- Esecuzione di n. 1 misura HVSR mediante la tecnica di Nakamura.

2. INQUADRAMENTO GENERALE AREA DI STUDIO

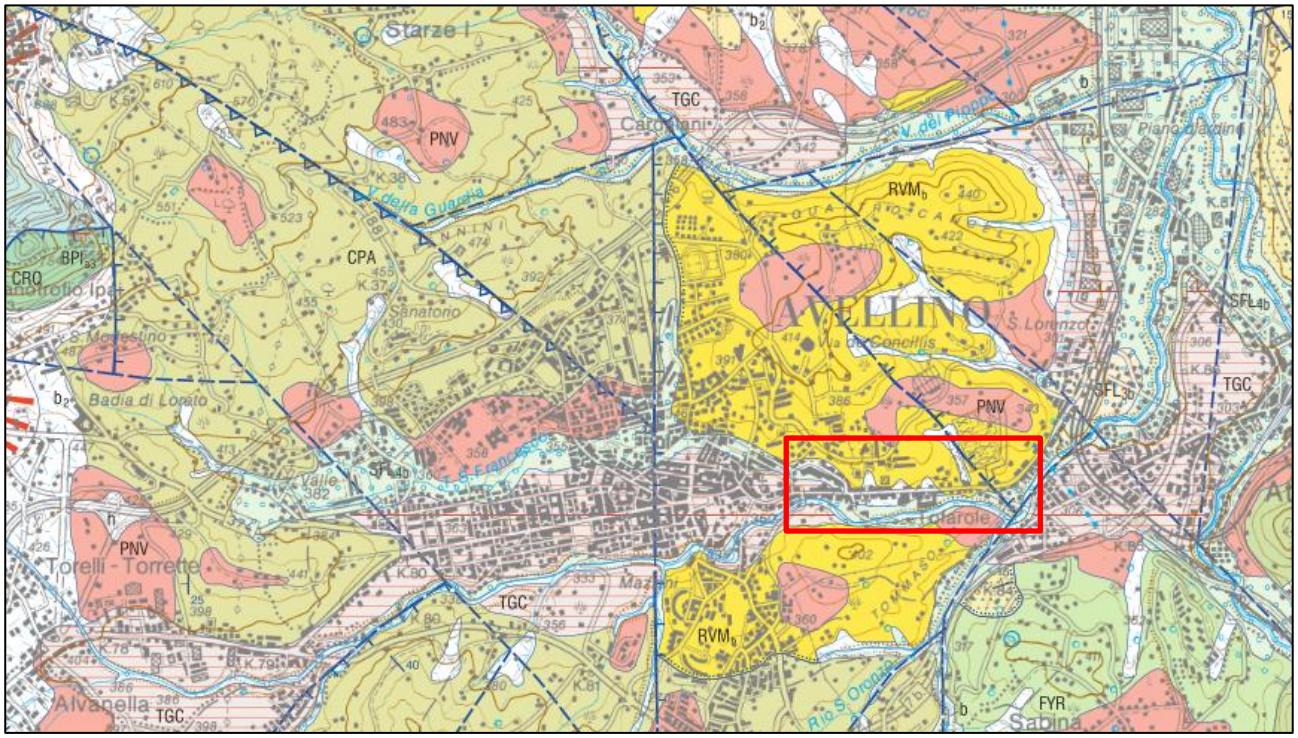
2.1 Inquadramento geologico

Inquadramento geologico - strutturale.

Dal punto di vista geologico il comprensorio in esame ricade all'interno del Foglio n.185 (Avellino) della Carta Geologica d'Italia 1 – 100.000 e nel Foglio n.449 della più recente e dettagliata Carta Geologica d'Italia 1 – 50.000 realizzata dal gruppo di lavoro dell'ISPRA nell'ambito del progetto CARG.
Dall'esame delle suddette cartografie emerge subito che la conca di Avellino presenta una geologia alquanto complessa per l'accostamento di terreni appartenenti a diversi domini paleogeografici. Essa, infatti, è localizzata al margine esterno delle falde calcaree della catena appenninica, in una profonda depressione strutturale nella quale sono conservati depositi bacinali, torbiditici e d'avanfossa, ricoperti da terreni quaternari di diversa natura.
La cartografia geologica ufficiale 1 – 100.000 riporta la diffusa presenza di depositi piroclastici indistinti al di sotto dei quali è presente un substrato articolato caratterizzato da formazioni geologiche con differenti caratteristiche.
Ben diverso è il dettaglio della cartografia 1 -50.000 la quale, oltreché distinguere in maniera esaustiva le diverse unità, sia del substrato sia quaternarie, fornisce utili particolari circa la dislocazione dei principali lineamenti tettonici e circa l'assetto geometrico-giaciturale delle unità del substrato.
Per inquadrare efficacemente un tale quadro geologico così articolato e complesso è dunque opportuno analizzare l'evoluzione tettonica e strutturale in ottica di regionale in quanto gli eventi che hanno generato l'attuale assetto geologico dei luoghi sono connessi a quelli che hanno generato l'assetto geologico-strutturale della Campania e più in generale dell' Appennino Meridionale.
La regione Campania può essere definita come un dominio geologico - strutturale complesso a falde di ricoprimento derivanti dallo scollamento e raccorciamento delle coperture sedimentarie depositatesi nei domini paleogeografici settentrionali del margine della placca africano – adriatica e trasportati verso l'avampaese a cominciare dall'Oligocene superiore (ca. 30 milioni di anni fa). In particolare la Campania comprende la zona di giunzione tra i segmenti molisano-sannitico e campano-lucano, i cui archi subirono gli ultimi trasporti orogenetici rispettivamente nel Pliocene superiore (ca. 3 milioni di anni fa) e nel pleistocene inferiore (ca. 1,8 milioni di anni fa). Tali archi si congiungono a Nord della piega sinforme dell'Ofanto; in tale zona infatti le strutture ad andamento O.N.O – E.S.E. del segmento campano-lucano (più recenti) tagliano le strutture ad andamento N.N.O – S.S.E. del segmento molisano-sannitico.
In tale quadro l'assetto strutturale del comprensorio in esame è frutto di una serie di eventi tettonici, avvenuti fra il Miocene ed il Pliocene, che hanno comportato l'accavallamento delle preesistenti unità paleogeografiche di età mesozoica verso l'avampaese apulo.
In Campania è inoltre possibile distinguere tre macro ambiti morfologici; un settore montuoso caratterizzato da altopiani e versanti rettilinei, un settore collinare caratterizzato da dolci morfologie concavo – convesse, ed un settore costiero, caratterizzato dalla presenza di ampie depressioni strutturali attualmente occupate dai depositi di colmata di natura alluvionale e piroclastica.
Altro elemento di particolare importanza nella comprensione dell'evoluzione geologica del territorio è la presenza di quattro importanti centri vulcanici: il Roccamonfina, il complesso Somma - Vesuvio, i Campi Flegrei, ed il centro vulcanico dell'Isola d'Ischia.
Durante il Terziario la piattaforma campano-lucana inizia la fase di sollevamento fagliandosi in più parti (faglie con direzione appenninica ed antiappenninica prevalente e subordinatamente N-S e E-O). Successivamente durante il Langhiano (ca. 15 MA) un'estesa trasgressione marina interessa tutta la piattaforma la quale comporta l'impostazione sulle coltri di ricoprimento, in avanzamento ed in sollevamento, di bacini a sedimentazione terrigena con deposizione di sedimenti in facies di Flysch.

Nel Tortoniano(ca. 10 MA) una fase tettonica sposta verso Est la piattaforma campano-lucana e relativi bacini di sedimentazione. Tra il Messiniano ed il Pliocene (fino a 5 MA) si ha la chiusura del bacino del mediterraneo e la cosiddetta crisi di salinità caratterizzata da un livello basale evaporitico. Nel Pliocene (da 5 MA) si ha il successivo arresto della sedimentazione ed il completo sollevamento dei livelli calcarei e conseguentemente dell'intera catena che si presenta come un vasto altopiano; infatti l'intero Appennino Meridionale è interessato da una violenta crisi tettogenetica per la quale la linea di costa arretra verso Ovest molto oltre i confini attuali.
Ulteriore elemento di controllo sulla già complessa evoluzione tettonica è rappresentato, ca. 8 milioni di anni fa, dall'apertura del bacino Tirrenico cosicchè mentre il fronte della catena continua ad essere interessato da una tettonica compressiva il fronte occidentale ed il bacino tirrenico sono interessati da una tettonica distensiva.
Tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore (ca. 1,8 MA) la compensazione isostatica comporta un ulteriore forte sollevamento della catena appenninica con la formazione di un importante sistema di faglie sia dirette, sia trascorrenti, ad andamento appenninico (NO-SE).
Tra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio (fino a ca. 0,7 MA) il margine tirrenico dell'Appennino è dissecato da faglie dirette ad andamento appenninico ed antiappenninico che hanno comportato dislocazioni verticali all'interno della catena verso il Tirreno e la formazione di ampie e profonde piane (Piana Campana e Piana del Sele) e bacini minori e piccole piane alluvionali, mentre i sistemi di faglie (block faulting) avrebbero determinato piccoli bacini intramontani e conche endoreiche (Piana del Dragone, Piani di Verteglia, Piana di Laceno), paralleli alle strutture compressive precedenti ed a volte impostati direttamente sulle stesse linee tettoniche.
Nel tardo Pleistocene, a seguito dell'ultima importante crisi tettonica, che ha provocato ulteriori rigetti verticali di alcune decine di metri, le aree depresse vengono colmate dai materiali calcarei provenienti sia dalla disgregazione crioclastica (falde detritiche), la quale comporta anche la conseguente recessione dei versanti secondo profili rettilinei (versante di Richter), sia dall'erosione ad opera delle acque dilavanti (formazioni conoidee), e da materiali piroclastici (vulcanismo esplosivo flegreo e vesuviano).
Altre strutture neotettoniche di età quaternaria sono ravisabili ad andamento E-O e N-S e sono tutt'ora sede di attività sismica.
Nel periodo attuale la catena appenninica è ancora in fase di sollevamento ed è intensamente soggetta all'erosione.
Di provenienza dai Campi Flegrei è la formazione dell'Ignimbrite Campana (0,33 MA) che rappresenta la più grossa ed imponente formazione vulcanoclastica dell'Italia Meridionale; essa si è deposta su tutta la Campania su di una superficie di oltre 10.000 Kmq, con spessori fino a 60 mt..
Le esplosioni pliniane dei vulcani di Agnano (ca. 10.000 anni fa) e Astroni (ca. 4.700 anni fa) hanno coperto con i loro caratteristici prodotti pumicei e piroclastici leggeri (ceneri) le province di Napoli ed Avellino su di un'area ellittica fino a 50 Km lungo l'asse maggiore. Ulteriori apporti piroclastici durante le fasi eruttive del Somma – Vesuvio si sono deposti sui versanti meno acclivi e nelle depressioni.
La successione vulcanoclastica, in discordanza sui sedimenti plio-pleistocenici e precedenti, può inizia con l'ignimbrite campana, 40.000 – 27.000 anni BP, lo strato guida che differenzia i prodotti piroclastici antichi da quelli più recenti è rappresentato dall'eruzione di Codola, ca. 25.000 anni BP.
Successivi depositi affioranti nel territorio comunale sono rappresentati dall'eruzione di Sarno, 17.000 anni BP, e quella di Ottaviano, 8.000 anni BP.
Un ulteriore successivo livello vulcanoclastico, costiuito da pomici biancastre alternate a livelli grigiastri e ben visibile su tutto il territorio comunale, è rappresentato dall'eruzione pliniana di Avellino, ca. 3500 anni BP.
Al di sopra dell'eruzione di Avellino si riconoscono nel territorio di avellino, dopo periodi interpliniani di stasi, altri 4 episodi eruttivi rappresentati dall'eruzione di Pompei (79 d.C.), l'eruzione di Pollena (472 d.C.), e l'eruzione del 1631 e quella recente del 1944.
In tale quadro geologico-strutturale è ora più agevole inquadrare il comprensorio in esame.

Nello specifico i terreni affioranti nella conca di Avellino sono costituiti da sedimenti che si sono depositati nelle varie epoche tra il Mesozoico ed il Quaternario, appartenenti a diverse unità stratigrafico-strutturali, formatesi e dislocatesi nelle varie fasi tettogenetiche succedutesi dal Langhiano al Pliocene, ed in seguito ad eventi eruttivi del tardo Pleistocene. L'attuale assetto geologico è il risultato della complessa evoluzione geomorfologica attuatasi tra il tardo Pleistocene e l'attuale con differenziazione della sagome e profilo dei rilievi in funzione sia degli assestamenti neotettonici, sia della sovrapposizione delle coltri vulcanoclastiche, legate all'intensa attività recente dei distretti vulcanici dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, le quali si intercalano secondo rapporti che in alcune aree, a causa del rimaneggiamento e della rideposizione valliva, sono oltremodo complessi e difficilmente risolvibili.



Stralcio Foglio 449 CARG ed indicazione dell'ambito di intervento

2.2 Geologia aree oggetto di intervento

Le caratteristiche geologiche delle aree oggetto del PUA, unitamente a quelle geomorfologiche ed idrogeologiche, si sono ottenute attraverso un rilevamento di superficie esteso ad un intorno significativo dell'area di interesse. Si sono inoltre consultati gli elaborati grafici a corredo del P.R.G. nonché le diverse indagini effettuate in zona ed ha disposizione dello scrivente.

Da un punto di vista generale i terreni affioranti nel territorio comunale di Avellino sono costituiti da sedimenti, che si sono depositati in varie epoche tra il Mesozoico ed il Quaternario, appartenenti a diverse unità stratigrafico- strutturali, formatesi durante le fasi tettogenetiche che si sono succedute dal Langhiano al Pliocene, ed in seguito ad eventi eruttivi avvenuti nel
tardo Pleistocene.

I rilievi, che bordano il territorio nel suo margine sud- occidentale, sono costituiti da potenti successioni di piattaforma carbonatica di età giurassico-cretacica.

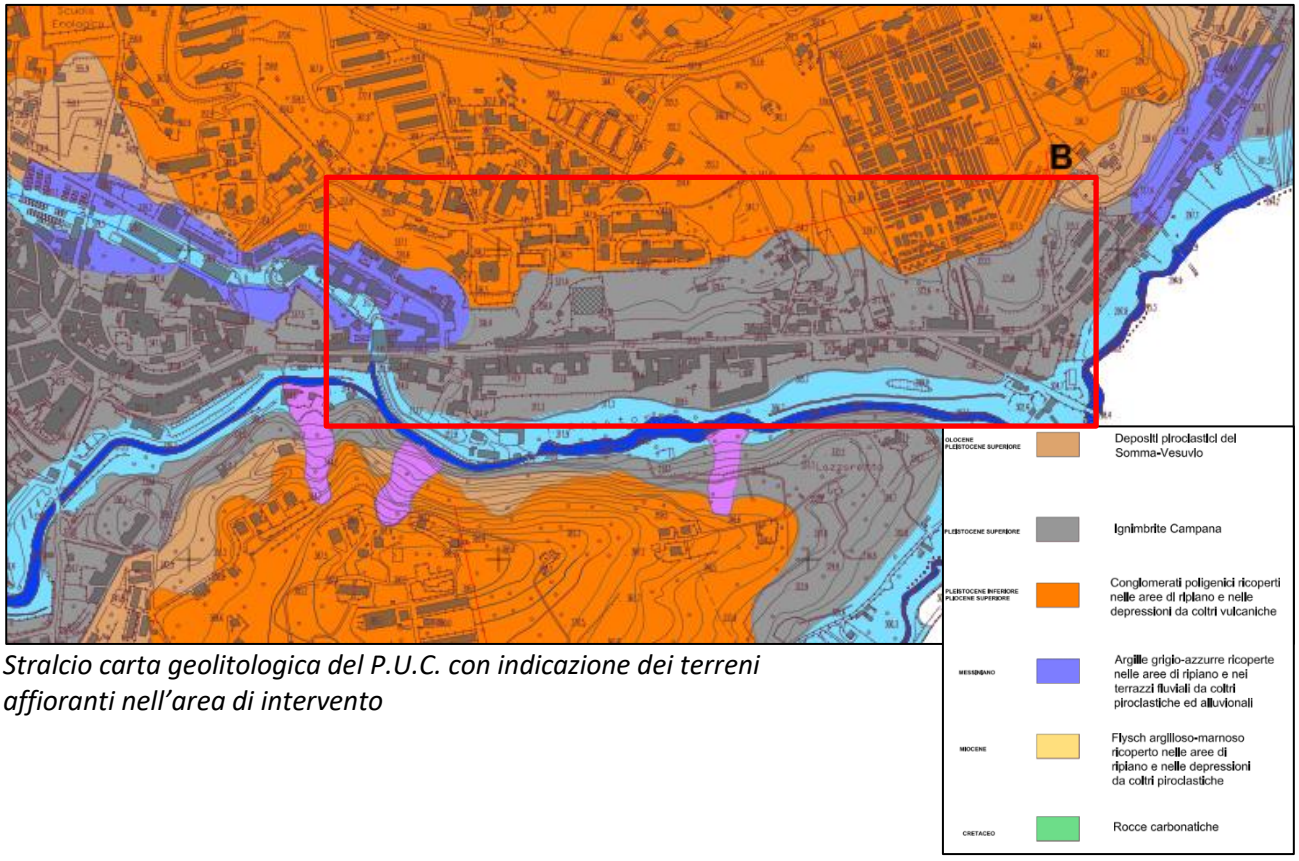
Le formazioni mioceniche, che fasciano il massiccio carbonatico, costituiscono il substrato di buona parte del territorio: si tratta di terreni flyscioidi caratterizzati da successioni pelitiche, conglomeratiche ed arenacee, di età miocenica, riferibili ai flysch prossimali delle Unità Irpine. Tale formazione nel margine orientale e più precisamente nel territorio atripaldese, risulta variamente implicata con i più antichi argilloscisti varicolori.

Nell'area di interesse il substrato relativo è rappresentato da successioni terrigene argillose messiniane (7-5 MA) formatesi in seguito agli eventi tettonici susseguitisi dal Miocene superiore al Pliocene inferiore. Il contatto tra tali argille e il sottostante complesso marnoso argilloso miocenico è mascherato dalla presenza di un complesso conglomeratico che rappresenta il prodotto dello smantellamento dei paleoversanti flyschoidi (psammiti).

Al di sopra dei terreni argillosi sono presenti i prodotti dell'Ignimbrite campana che hanno colmato la conca di Avellino obliterando il vecchio reticolo idrografico e le formazioni conglomeratiche ad esso connesso (paleo Rigatore) e favorito la creazione di estesi terrazzi deposizionali.
Le successive fasi eruttive pliniane (post eruzione di Sarno – 17.000 anni BP) hanno ricoperto la placca ignimbritica ed i versanti collinari.

In tale quadro deposizionale è possibile ascrivere i terreni affioranti alle seguenti unità geologiche (dalla più antica alla più recente):

- argille grigio-azzurre messiniane;
- conglomerati poligenici in matrice argillosa di età Pliocene superiore-Pleistocene inferiore;
- depositi dell'ignimbrite campana di età Pleistocene superiore;
- depositi piroclastici di età Pleistocene superiore-Olocene;
- depositi alluvionali antichi e recenti di età Pleistocene superiore-Olocene.



Stralcio carta geolitologica del P.U.C. con indicazione dei terreni affioranti nell'area di intervento

Si descrivono, nel seguito, i terreni affioranti nell'area di interesse (fonte studio geologico PUC):

Argille grigio-azzurre messiniane

Si tratta di una formazione costituita in prevalenza da argille, argille marnose, argille siltose ed argille sabbiose; le percentuali dei vari termini sono molto variabili da zona a zona con prevalenza della componente argillosa alla base e con intercalazioni psammitiche frequenti verso l'alto che, in diversa proporzione, modificano, talora, sostanzialmente l'aspetto plastico generale.
Tali argille variano dal grigio-azzurro al plumbeo: passano talora a marne e sono facilmente divisibili in minute scagliette.
La composizione in scaglie e placchette a superficie liscia deriva dalle dislocazioni geologiche subite che hanno determinato questa trasformazione in modo più o meno pronunciato secondo l'intensità delle sollecitazioni meccaniche. La porzione sommitale del deposito assume una colorazione giallastra per fenomeni di alterazione-ossidazione.
Costituiscono il locale substrato geologico relativo.

Conglomerati poligenici

Sono rappresentati da conglomerati poligenici in matrice argillosa attribuibili al Pliocene superiore – Pleistocene inferiore e cosituiscono l'ossatura dei rilievi collinari situati alle quote più alte; pertanto affiorano estesamente nella porzione settentrionale dell'area di interesse e solo in piccoli e discontinui lembi in quella più prossima a Via G. Tedesco. Derivano da processi di erosione, trasporto e accumulo attivi durante il tardo Pliocene. Si ubicano al di sopra delle argille messiniane e del flysch miocenico mascherandone il contatto stratigrafico discordante.
Dal punto di vista prevalgono gli elementi calcarei e, subordinatamente, elementi arenacei e calcareo-marnosi.
La matrice argillosa, sempre alterata, ingloba gli elementi clastici di diversa dimensione e di varia natura: il rapporto tra gli elementi e la matrice oscilla entro limiti molto ampi e, pertanto, la roccia può variare da un conglomerato in matrice argillosa con ciottoli in contatto tra di loro, ad un'argilla di colore giallastro con sporadici ciottoli sparsi.

Ignimbrite campana

L'ignimbrite ha condizionato in modo determinante la morfologia dei luoghi colmando, nel Pleistocene superiore, la conca di Avellino già costituita dalle argille mioceniche e dalle argille messiniane.
Al tetto delle argille basali si riscontra un primo livello di piroclastiti costituite da sabbie limose e da limi sabbiosi derivanti dalla degradazione e lisciviazione delle originarie cineriti ad opera di una passata falda acquifera; un secondo livello si rinviene in lembi localizzati nella parte sommitale del deposito piroclastico.
Al di sopra delle piroclastiti basali e, più in generale a diretto contatto con il substrato argilloso, si individua un banco cineritico, di colore grigio, caratterizzato da una massa di sabbia limosa nella quale si invengono, come intercalazioni stratiformi e placche, corpi tufacei diagenizzati.
Verso l'alto il tufo cineritico passa alla litofacies litoide: si presenta di colore giallo, costituito da una massa trachitica ricca di minute pomici a fibre esilissime, con lapilli vitrofirici estremamente rari e di ridotte dimensioni.
Le due litofacies (la cineritica e la tufacea) derivano dallo stesso evento eruttivo ma, per diverse condizioni fisiche, hanno subito poi una differenziazione strutturale. Si tratta di depositi subaerei diretti dal centro eruttivo al luogo di deposito, anche se non mancano accumuli colluviali fortemente lisciviati.

Depositi piroclastici

I versanti collinari che circondano Via G. Tedesco con spessori quanto mai vari, da depositi

piroclastici derivanti dalla sovrapposizione di almeno quattro diverse eruzioni che hanno interessato il Somma-Vesuvio.
La più antica corrisponde all'eruzione di Sarno avvenuta 17.000 anni fa caratterizzata da un banco di pomici chiare il quale, attraverso una fascia di transizione grigia, passa verso l'alto ad un banco di scorie scure. Sui versanti tale deposito vulcanico è chiuso al tetto da una fascia di prodotti stratificati, provenienti dalla stessa formazione, accumulatisi per fenomeni di mobilizzazione postdeposizionale sul versante.
Al di sopra si riscontra il livello dell'eruzione di Ottaviano, datata 8.000 anni fa, costituito da una fascia di pomici di piccole dimensioni chiuse, al tetto, da un livello cineritico.
Al top si rinvengono le pomici di Avellino, prodotto di un'eruzione pliniana avvenuta circa 3.500 anni fa, costituite da depositi caratterizzati da pomici ben assortite, cristalli e litici. Il deposito vulcanico è intervallato da un livello inferiore caratterizzato da pomici bianche meno dense ed uno superiore costituito da pomici grigie più dense.
Copre il tutto un sottile livello derivante dall'evento eruttivo del 472 d.C. costituito da sabbie vulcaniche.
I materiali piroclastici risultano spesso alterati e degradati ad opera degli agenti esogeni con locali fenomeni di argillificazione, humificazione e talora di vera e propria paleosuolizzazione.
I livelli totalmente rimaneggiati, per dilavamento e risedimentazione, per lo più risultano frammisti a depositi francamente alluvionali.
Gli apporti piroclastici ad opera dei corsi d'acqua, il T. S. Francesco ed il T. Finestrelle - T. Rigatore, alla loro confluenza risultano di cospicuo spessore: solo in corrispondenza degli attuali thalwegs la reincisione ha assottigliato l'accumulo senza mai tuttavia eliminare del tutto la coltre piroclastica.

Depositi alluvionali

Sono localizzati esclusivamente nelle aree connesse alla dinamica del torrente Fenestrelle-Rigatore, sono rappresentati da sabbie e ghiaie golenali nelle zone prossimali all'alveo attivo e da limi sabbiosi e sabbie limosi in quelli distali.
I rapporti stratigrafici con il complesso piroclastico sono complessi e subordinati al susseguirsi della dinamica geomorfologica mediante fenomeni di erosione e rideposizione.
Il deposito si presenta geologicamente e granulometricamente molto omogeneo con presenza di ghiaie prevalentemente calcaree con abbondante matrice limo-sabbiosa anche di origine piroclastica; le sabbie si caratterizzano per la prevalenza del colore grigio e per la cospicua frazione limosa.

2.3 Idrogeologia aree oggetto di intervento

Dal punto di vista idraulico il Torrente Rigatore rappresenta l'elemento tipico dell'area ed il locale livello di base scorrendo in direzione O-E. All'interno del centro abitato esso riceve, in destra idrografica, le acque del Vallone San Francesco ed in sinistra quelle del Torrente San Francesco. Successivamente, sempre in destra idrografica, all'altezza del cimitero, vi si immette il Rio s. Oronzo. Nel suo tratto terminale esso scorre dapprima in direzione NE e poi in direzione N per poi confluire nel fiume Sabato.

Per quanto attiene alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti e descritti in inquadramento è possibile distinguere la permeabilità dei terreni affioranti nel territorio comunale in:

- terreni permeabili per fratturazione e carsismo
- terreni permeabili per porosità
- terreni a permeabilità mista o variabile da strato a strato
- terreni impermeabili

Ii terreni piroclastici di copertura costituiscono un acquifero non omogeneo a causa dell'intercalarsi di strati a varia granulometria dei quali solo quelli ad elementi più grossolani consentono una filtrazione apprezzabile dell'acqua.
Un ruolo fondamentale nella circolazione idrica sotterranea è costituito dal grado di alterazione dei terreni argillificati i quali fungono da impermeabile relativo non solo nei confronti dei terreni granulometricamente più grossolani (es. sabbie piroclastiche o livelli pumicei) ma anche rispetto ai terreni non del tutto argillificati. Tale situazione può originare, in occasione di eventi pluviometrici particolarmente intensi e/o prolungati, temporanei accumuli idrici sospesi che, quando presenti, possono innescare soluzioni di continuità ed interscambi idrici sia in senso areale che verticale.
I terreni piroclastici, in virtù del loro vasto assortimento granulometrico, presentano una permeabilità per porosità altamente variabile che condiziona oltremodo le potenzialità della falda acquifera; infatti in corrispondenza dei livelli più o meno rimaneggiati e/o argillificati, il grado di permeabilità è estremamente basso (10^9<k<10^4 m/s), i terreni sabbioso-limosi presentano un grado di permeabilità medio (10^4<k<10^2m/s), di contro i livelli sabbiosi e pumicei presentano un grado di permeabilità molto elevato (k>10^2 m/s).
Il tufo litoide è caratterizzato da permeabilità mista scarsa sia per porosità che per fratturazione: in genere funge da tamponamento alle coltri ma consente tuttavia una circolazione incanalata nel reticolo di fratture. Il coefficiente di infiltrazione potenziale è pari al 10% rispetto al deflusso.
Da osservare che il rimaneggiamento delle piroclastiti superficiali rappresenta un ostacolo per l'infiltrazione delle acque meteoriche per cui è possibile assumere un coefficiente di infiltrazione potenziale pari al 10% del deflusso idrico (CIP= 10%Q).
La formazione conglomeratica risulta permeabile per porosità: il tasso di infiltrazione elevato nelle plaghe sabbioso-conglomeratiche consente la messa in riserva di notevoli quantità d'acqua alle quote medio-alte dei versanti conglomeratici con tamponamento basale ad opera delle argille messiniane praticamente impermeabili. Le frequenti intercalazioni argillose ne riducono notevolmente la permeabilità per porosità: è assumibile, pertanto, un C.I.P. pari al 40% di Q.
I caratteri idrogeologici dei sottostanti terreni flyschoidi risultano variabili da strato a strato a seconda che prevalga il membro calcareo-marnoso , altamente permeabile per fessurazione, o quello marnoso-argilloso, praticamente impermeabile (k<10^9).
Vista la prevalenza del membro argilloso la permeabilità globale può essere assunta bassa (10^9<k<10^4 m/s) con un coefficiente di infiltrazione potenziale pari al 10% del deflusso idrico (CIP= 10%Q).
L'eterogeneità della formazione flyschoide determina, dunque, un andamento della falda molto variabile ed oltremodo complesso, legato alla distribuzione degli elementi lapidei ed alla loro soluzione di continuità. Si possono rinvenire dunque filetti idrici o falde compartimentate a diverse altezze stratigrafiche.
I calcari mesozoici basali, che costituiscono il substrato profondo al di sotto delle formazioni argillose e flyschoidi, sono invece caratterizzati da una fitta rete di fratture che, benché spesso riempite di calcite spatica, presentano a grande scala un sistema fessurativo sempre beante. In tale quadro i giunti di stratificazione e quelli di fratturazione rappresentano vie preferenziali di scorrimento della falda basale che viene drenata dagli adiacenti complessi idrogeologici carbonatici dopo essere stata suddivisa in diversi corpi idrici di notevole entità in corrispondenza di spartiacque sotterranee generati da cause tettoniche. Tali litotipi basali rappresentano dunque l'acquifero di base altamente permeabile per fessurazione e per carsismo (k>10^2) con coefficiente di infiltrazione molto elevato (CIP=90%Q)
La circolazione idrica sotterranea avviene dunque secondo uno schema complesso a falde sovrapposte per cui ad una falda basale sostanzialmente stabile alimentata soprattutto per via indiretta dalle strutture carbonatiche adiacenti, bisogna aggiungere la presenza di possibili locali falde episuperficiali in pressione sia all'interno dei livelli conglomeratici e tamponate basalmente dalle argille messiniane, sia all'interno della coltre piroclastica superficiali. Le falde episuperficiali sono caratterizzate da una notevole variabilità temporale in relazione agli apporti meteorici ed in genere, a causa della scarsa continuità laterale degli orizzonti meno permeabili, convergono nell'unica falda di base con una cadente piezometrica variabile a seconda delle caratteristiche granulometriche o di fessurazione dei terreni attraversati.

I risultati delle prospezioni idrogeologiche, in periodo di magra relativa considerando i bassi tempi di corrivazione(Luglio-Agosto 2021), mostrano la presenza di una falda acquifera multistrato il cui pelo libero si attesta a ca. 4 m dal p.c. in corrispondenza del sondaggio eseguito e a profondità analogamente prossime al p.c. negli altri sondaggi eseguiti al contorno (laddove sono state esguite misure freatimetriche).
In tale quadro idrogeologico risulta di fondamentale importanza la messa in opera di opportune opere di drenaggio lungo il perimetro delle opere da realizzare al fine di evitare infiltrazioni idriche in corrispondenza dei piani di fondazione che possano innescare cedimenti differenziali per fenomeni di rigonfiamento dei livelli argillificati o per dilavamento della frazione fine.

2.4 Geomorfologia aree oggetto di intervento

La geomorfologia dell'area è fortemente condizionata dagli episodi di modellamento del territorio susseguitisi dal tardo pleistocene al periodo attuale con particolare riferimento alla segmentazione del rilievo per opera della tettonica recente e dell'attività vulcanica che ha colmato le depressioni. A ciò va aggiunto il contestuale modellamento subaereo ad opera, pricipalmente, delle acque dilavanti la cui intensità è subordinata alle oscillazioni climatiche pleistoceniche. I fenomeni di erosione differenziale, dovuti alla differenza di competenza tra il substrato relativo argilloso-conglomeratico, i terreni tufacei ed i materiali piroclastici, hanno determinato un'assetto morfologico molto articolato e caratterizzato da fenomeni di erosione-deposizione anche ciclici. Il risultato è la presenza di numerosi ripiani morfologici collegate a fondovalli alluvionali da scarpate talvolta di erosione e talvolta con cunei deposizionali più o meno sviluppati.
L'assetto geomorfologico è localmente rappresentato dalla presenza di un ripiano sommitale, che si attesta nei depositi conglomeratici e che rappresenta un'antica superificie paleomorfologica del pleistocene inferiore, colmata da depositi tufacei lungo l'asse del Torrente Rigatore il cui paleoalveo scorreva entro le scarpate dei depositi conglomeratici, soggette a recessione rettilineo parallela ed i cui prodotti sono alla base, lungo il perimetro del paleoalveo, dell'ignimbrite campana.
La ripresa dell'erosione ad opera dell'attuale torrente Rigatore ha dunque generato versanti di neoformazione piuttosto acclivi che sono stati successivamente ammantati da depositi piroclastici clinostratificati, variamente erosi con rideposizione al piede come detrito eluvio-colluviale.
Ciò comporta che le aree che bordano la sommità dei costoni tufacei, soprattutto dove essi sono maggiormente acclivi per erosione differenziale, possono presentare eventuali e localizzati fenomeni di scorrimento nelle porzioni di copertura piroclastica in appoggio precario e discordante sui più competenti strati tufacei e/o conglomeratici. Dette aree sono riportate in allegato.
Analogo ragionamento può essere esteso alle aree al contorno del Torrente Rigatore le quali possono essere soggette sia a fenomeni improvvisi di sopralluvionamento (aree golenali ed aree di piena ordinaria-straordinaria) sia a locali circoscritti fenomeni di erosione spondale che possono generare crolli delle sponde fluviali con coinvolgimento potenziale delle infrastrutture stradali.

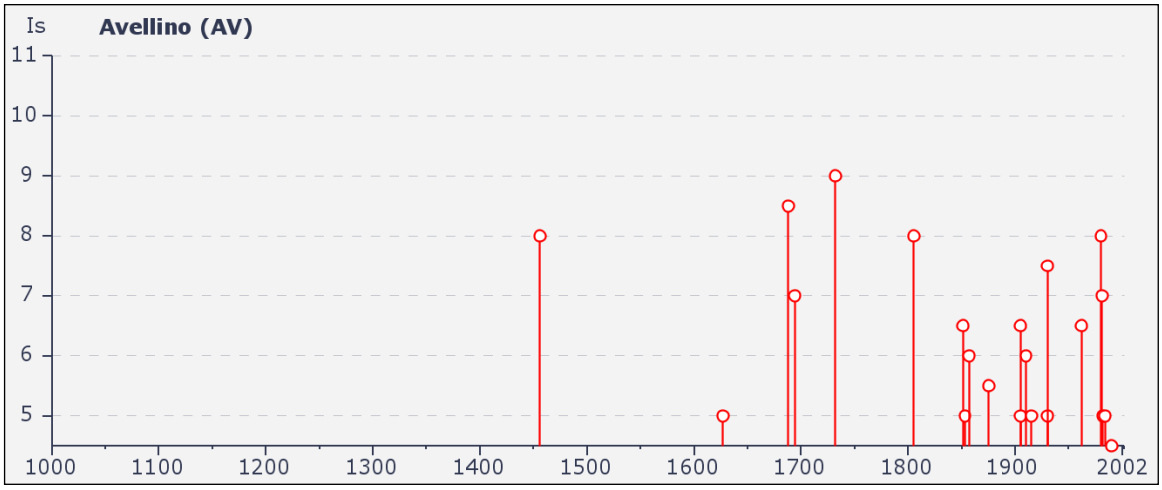
2.5 Inquadramento geosismico

La sismicità della zona, attualmente catalogata in II categoria, in seguito ai dati ottenuti successivamente al sisma del 1980 è risultata intimamente collegata all'attività di individuate "strutture sismogenetiche", linee tettoniche entro le quali, in profondità, sono ubicati i fuochi dei terremoti che nel passato hanno interessato l'area. Una di queste in particolare, orientata in direzione NW-SE che dalla zona di Isernia si spinge sino all'Alta Valle del Noce attraversando la Valle dell'Ofanto, risulta interessare da vicino il territorio di Avellino per cui non è da escludere che in futuro possano verificarsi nella zona sismi di intensità e durata paragonabili all'evento del 1980.

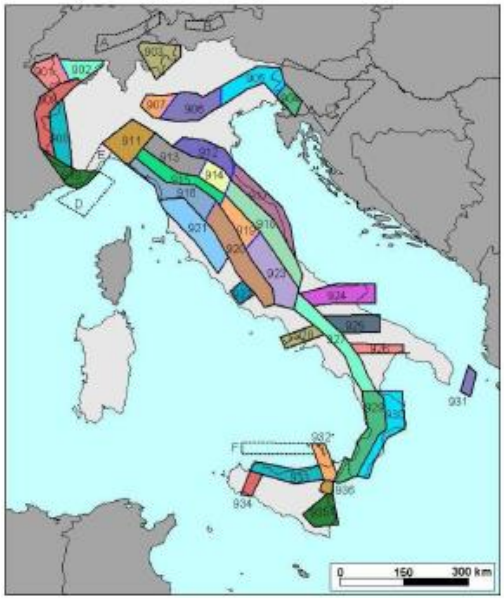
L'esame del database macrosismico curato dall'I.N.G.V. fornisce, per il Comune di Avellino, un totale di 39osservazioni (dal 1694 al 1996) corrispondenti ad altrettanti eventi sismici i cui risultati possono essere sintetizzati come di seguito descritto:

Seismic history of Avellino				
[40.914, 14.791]				
Total number of earthquakes: 39				
Effects				
Is	**Anno Me Gi Or**	**Area epicentrale**	**Io**	**Mw**
8	1456 12 05	MOLISE	10	6.96
5	1627 07 30 10 50	Gargano	10	6.73
8-9	1688 06 05 15 30	Sannio	11	6.72
7	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	10-11	6.87
9	1732 11 29 07 40	Irpinia	10-11	6.61
8	1805 07 26 21	Molise	10	6.57
F	1826 02 01 16	Basilicata	8	5.68
F	1846 08 08	CAMPOMAGGIORE	6-7	5.33
6-7	1851 08 14 13 20	Basilicata	9-10	6.33
5	1853 04 09 12 45	Irpinia	9	5.90
6	1857 12 16 21 15	Basilicata	10-11	6.96
5-6	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	7-8	6.07
2-3	1889 12 08	APRICENA	7	5.55
F	1893 08 10 20 52	Gargano	8	5.44
6-7	1905 03 14 19 16	BENEVENTANO	6-7	4.96
5	1905 09 08 01 43 11	Calabria	11	7.06
3-4	1905 11 26	IRPINIA	7	5.32
6	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	8-9	5.87
3-4	1913 06 28 08 53 02	Calabria settentrion	8	5.65
4	1913 10 04 18 26	MATESE	7-8	5.40
5	1915 01 13 06 52	AVEZZANO	11	6.99
3	1919 10 21 00 24	GARGANO	5-6	5.02
F	1923 11 08 12 28	MURO LUCANO	6	5.01
F	1924 03 26 20 50	SANNIO	5	4.64
4	1924 05 09 05 48	SOLOFRA	4-5	4.78
F	1927 05 25 02 50	CERRETO	6-7	5.16
5	1930 04 27 01 46	SALERNITANO	6-7	4.72
7-8	1930 07 23 00 08	Irpinia	10	6.72
3-4	1951 01 16 01 11	GARGANO	7	5.27
6-7	1962 08 21 18 19 30	Irpinia	9	6.19
F	1975 06 19 10 11	MATTINATELLA	6	5.14
8	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	10	6.89
7	1981 02 14 17 27 45	BAIANO	7	4.91
5	1982 03 21 09 44 02	MARATEA	7-8	5.20

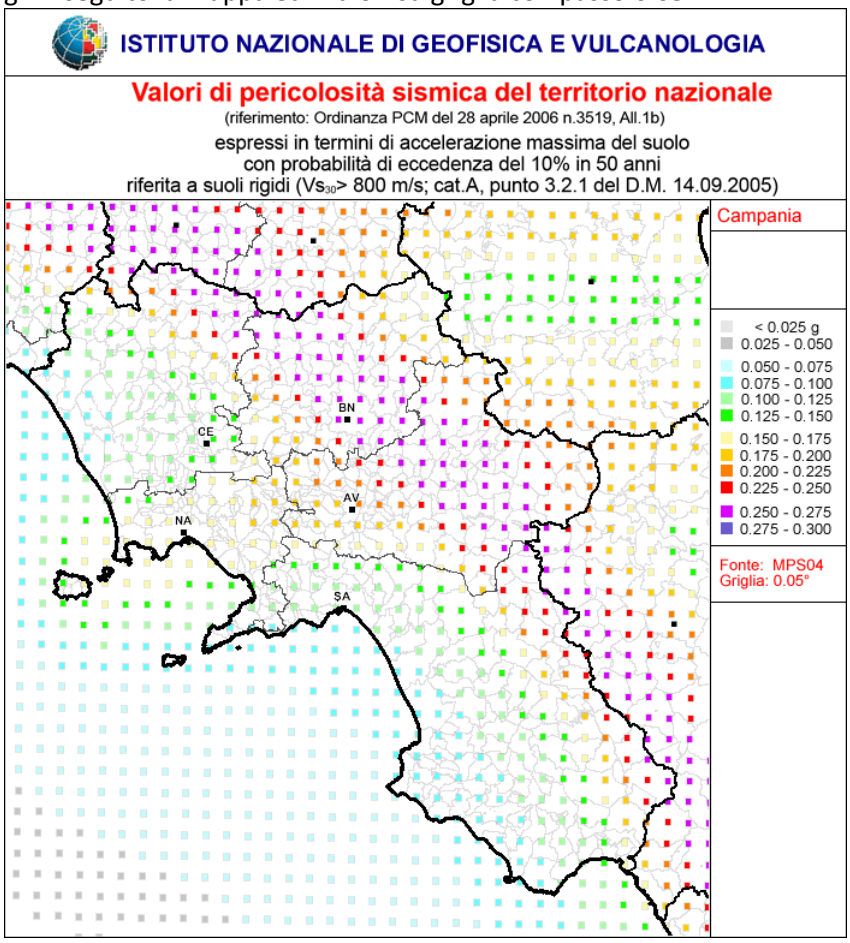
NF	1984 04 29 05 02 59	GUBBIO/VALFABBRICA	7	5.68
5	1984 05 07 17 49 42	Appennino abruzzese	8	5.93
4-5	1990 05 05 07 21 17	POTENTINO	7	5.84
3	1991 05 26 12 25 59	POTENTINO	7	5.22
NF	1997 03 19 23 10 50	MATESE	6	4.59



Dal punto di visto macrosismico la zonazione sismo genetica ZS9, che riprende ed in parte modifica la precedente macrozonazione ZS4 rappresenta il riferimento sismotettonico e geodinamico da cui vengono poi elaborate le mappe di pericolosità sismica su bedrock in tutto il territorio nazionale. All'interno della ZS9 le diverse zone sismotettoniche contenenti le sorgenti sismogenetiche sono indicate con un numero. In particolare l'appennino meridionaleè condizionato principalmente dalla zona sismogenetica 927 e in maniera minore dalle zone 925, 926 e 928.



La zona 927 include l'area caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, a partire da ca. 0.7 Ma, ha interessato l'Appenino meridionale. La classe di profondità dei meccanismi focali è compresa tra 8-12 km per una magnitudo attesa massima non inferiore a 5.0 Md
In particolare la PGA (Peak Ground Acceleration) attesa su bedrock risulta essere compresa tra 0.175g -0.200 g. Di seguito la mappa ed i valori su griglia con passo 0.05°:



Lo stesso INGV ha prodotto mappe di pericolosità per i 10 periodi spettrali per i quali erano disponibili le stesse relazioni di attenuazione nella mappa sopra riportata. I periodi spettrali sono compresi tra 0.1 e 2 secondi. Le stime di Se(T) sono state condotte per le stesse 9 probabilità di eccedenza in 50 anni per le quali è stato calcolato il valore di ag. Le mappe sono disponibili all'indirizzo: http://esse1.mi.ingv.it/d3.html .
All'interno del territorio comunale di Avellino sono da segnalare diverse faglie normali con direzione NO-SE e N-S che attraversano la conca su cui sorge il centro abitato, ribassato rispetto ai rilievi calcarei circostanti. In particolare la zona in oggetto è condizionata dalla presenza di una faglia inversa (NO-SE) ed una normale (N-S) sul lato Est ed una presunta faglia normale (NO-SE) sul lato Ovest.
Tuttavia non si segnalano indizi di riattivazione neotettonica né tantomeno tali faglie rientrano nelle strutture sismogenetiche principali.

3. INDAGINI DI RIFERIMENTO ED INDAGINI ESEGUITE

Il rilevamento geologico di campagna, lo studio delle numerose indagini geognostiche condotte nel sito, lo studio degli allegati grafici e delle ulteriori indagini condotte a corredo del Piano Urbanistico Comunale di Avellino hanno consentito un efficace e ben definito inquadramento geologico dell'area.
Alle indagini prese a riferimento si sono affiancate delle indagini "in situ" ex novo che hanno permesso di integrare ed approfondire il quadro delle conoscenze pervenendo ad una modellazione geologica e geostratigrafica delle aree.
In particolare le indagini eseguite e prese a riferimento confermano il quadro geo-strutturale e geo-stratigrafico descritto in inquadramento evidenziando, su tutto il perimetro di riferimento, la presenza di un substrato argilloso ascrivibile alle argille messiniane. Su tale substrato, nelle zone depresse di fondovalle al contorno del Rigatore, si intercalano livelli psammici derivanti dalla disgregregazione ed arretramento dei paleoversanti al contorno che segnano il contatto con i terreni dell'ignimbrite campana e con un top di terreni piroclastici recenti; nelle zone sommitali, invece, i depositi argillosi sono ricoperti, con contatto discordante, tai terreni conglomeratici plio-pleistocenici, a loro volta a letto di terreni piroclastici recenti sciolti.
Nelle zone di fondovalle la falda è sempre presente a profondità di ca. 3-4 m dal p.c..
I sondaggi stratigrafici eseguiti a corredo del PUC e presi a riferimento sono i seguenti(l'ubicazione è allegata alla carta delle indagini):

N. sondaggio	Profondità (m dal p.c.)	Profondità falda (m dal p.c.)
160	14	n.d.
174	20	3
175	27	3
178	30	n.d.
179	30	2.3
180	30	2.3
182	27.5	3
183	29.6	n.d.
184	25	n.d.
185	17	n.d.
186	16.5	4.2
187	25	n.d.
188	20.8	n.d.
200	25	n.d.
201	16	n.d.
202	30	6
203	20	2
204	30	1.2
205	26	n.d.

Si sono altresì consultati i profili sismici a rifrazione dal n.50 a n.60 eseguiti in sinistra idrografica del Rigatore e allegati al PUC; tuttavia la presenza di una falda subsuperficale ostacola il riconoscimento di rifrattori profondi che possano condurre a correlazioni geostratigrafiche significative.

Ad integrazione delle indagini disponibili ed allegate al presente lavoro, all'interno del perimetro delle aree che saranno soggette a nuova edificazione, si sono condotte le seguenti indagini "ex novo":

- N. 1 sondaggio a carotaggio continuo sino a 30 m dal p.c. con misurazione dei livelli idrici nel foro di sondaggio;

- N. 3 prove penetrometriche SPT all'interno del foro di sondaggio;
- Prelievo di n. 1 campione indisturbato sottoposto a prove di laboratorio geotecnico (caratteristiche fisiche generali, analisi granulometrica, prova di taglio diretto, prova edometrica);
- Esecuzione di n. 1 misura HVSR mediante la tecnica di Nakamura.

4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA-STRATIGRAFICA

Come già descritto in inquadramento, il substrato relativo dell'area di interesse è rappresentato da successioni terrigene argillose messiniane (7-5 MA) formatesi in seguito agli eventi tettonici susseguitisi dal Miocene superiore al Pliocene inferiore. Il contatto tra tali argille e il sottostante complesso marnoso argilloso miocenico è mascherato dalla presenza di un complesso conglomeratico che rappresenta il prodotto dello smantellamento dei paleoversanti flyschoidi (psammiti). La profondità di tale substrato è in genere variabile a seconda delle verticali indagate; in linea generale, nelle aree di fondovalle esso è ubicato tra gli 4-12 m dal p.c. mentre nelle aree sommitali, laddove sono presenti depositi conglomeratici, tale interfaccia può essere posta più in profondità.
Tutta l'area di Via G. Tedesco è caratterizzata dalla presenza, al di sopra dei terreni argillosi, di uno strato con potenza variabile, attribuibile all'ignimbrite campana che è in rapporto eterolaterale con i conglomerati poligenici Plio-Pleistocenici che affiorano nelle porzioni strutturalmente più elevate.
Chiude la sucessione sedimentaria una serie di depositi piroclastici recenti (post-ignimbrite >27.000 anni BP) perlopiù rimaneggiati e rappresentati da sabbie e limi variamente riportati nelle porzioni subsuperficiali.
L'assetto geologico e stratigrafico è riportato nell'allegata carta geolitologica con indicazione di alcune sezioni significative dedotte dai sondaggi eseguiti e presi a riferimento.

Per quanto attiene alle aree di nuova edificazione, il sondaggio S1, condotto sino a 30 m dal p.c., ha fornito la seguente stratigrafia:

Stratigrafia S1 (distanza in m. dal p.c.):
QUOTA BOCCAFORO: 316 m s.l.m.
COORDINATE GEOGRAFICHE (WGS 84 geografiche):
Latitudine: 40.915285° Longitudine: 14.809570

- 0.0 – 0.4

  Riporto antropico costituito da clasti calcarei con spigoli da vivi a subarrotondati (Rp)
- 0.40 – 4.00

  Limo sabbioso piroclastico marrone chiaro debolmente addensato, umido con discontinui livelli tufacei diagenizzati di colore marrone (RQD <15%). (IGN)
- 4.00 – 7.00

  Limo debolmente argilloso di colore marrone-giallastro con frequenti elementi litici arrotondati arenacei e calcareo-marnosi e livelli microconglomeratici/psammitici. Alterazione media. Umido. Poco consistente/addensato
- 7.00-12.5

  Limo argilloso di colore ocra con minuto brecciolino poligenico a spigoli vivi (psammiti) con inclusi livelli stratoidi calcarentici fratturati di colore grigio con ricristallizzazione spatica (7.5-8.2 m e 8.3-8.7 m dal p.c.). Asciutto. Consistente. Fini mediamente plastici.
- 12.5 – 30.0

  Argilla limosa molto compatta di colore grigio-azzurro con minuti elementi poligenici psammitici e subordinati livelli stratoidi discontinui calcareo-marnosi di colore bianco-avana. Plasticità medio-elevata-Molto compatto.

Note:

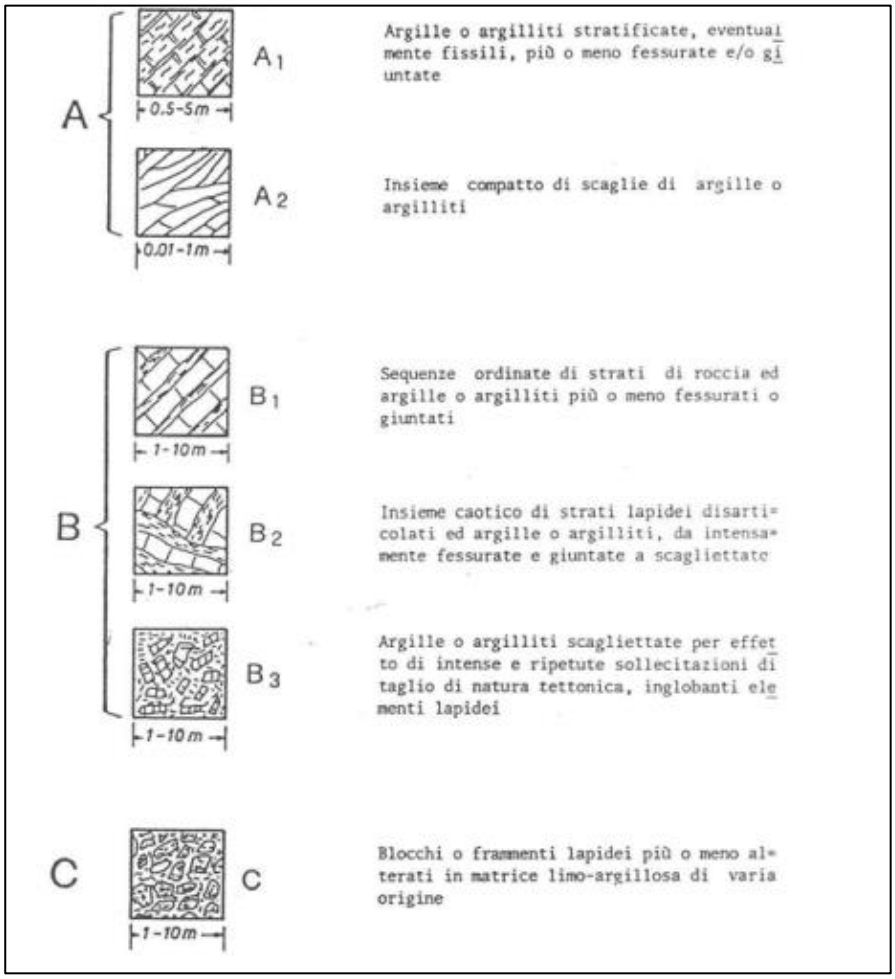
1) *falda -4 m dal p.c. m dal p.c.*
2) *SPT1 ➔5.50-5.95 : 8-10-16*
   SPT2 ➔12.00-12.45: 15-R
   SPT3 ➔30.00 30.45: 22-R
3) *Campione C1: 5.00-5.50 m dal p.c.*

Pertanto, nelle premesse precedenti, il substrato argilloso può essere posto a 4.00 m dal p.c. ancorchè esso si presenti nella sua facies alterata con frequenti intercalazioni di materiale detritico; tuttavia l'abbondanza relativa di matrice argillosa rende la stessa caratterizzante la formazione in termini litologici e geotecnici.

Sulla base di quanto rilevato, la successione stratigrafica locale può dunque essere così definita (riferendosi al sondaggio S1):

- **Strato 1. 0-4 m dal p.c. → Terreni piroclastici:** Trattasi di materiali vulcanici di natura piroclastica a consistenza limo-sabbiosa di colore prevalentemente marrone – ocra con intercalazione di livelli tufacei più o meno continui. Il loro spessore, incluso il terreno vegetale e/o una coltre di terreni di riporto di ca. 4 m.
- **Strato 2. 4-12.5 m dal p.c. → Terreni di transizione con il substrato:** segnano il passaggio con il substrato argilloso s.s. e sono caratterizzati da una componente grossolana (sabbia e ghiaia) di origine psammitica in percentuale analoga a quella fine limo-argillosa.
- **Strato 3. 12.5 – 30 m. dal p.c. → Argille:** Argille siltose e silt argillosi con struttura a tratti scagliosa con frequenti inclusioni calcareo-marnose. Sono terreni di età messininiana strutturalmente complessi che passano da un grado di complessità strutturale A2 a C; in entrembi i casi la matrice argillosa risulta caratterizante

La falda acquifera può essere posta a 4 m dal p.c.



Classificazione terreni strutturalmente complessi (ESU 1977)

Problemi geotecnici e scelte tipologiche.

Il modello geologico emerso dalle indagini condotte ha posto in evidenza quanto segue:

- Il sito nel complesso è da ritenere stabile nei confronti dei fenomeni gravitativi;
- Il profilo litostratigrafico previsto è essenzialmente composto da uno strato superficiale (mediamente 3.5 – 4.0 m) di terreni a comportamento prevalentemente granulare, inclusi discontinui livelli tufacei diagenizzati, impostati su dei terreni strutturalmente complessi che costituisconoi il bedrock relativo non sismico per tutto il volume significativo e rappresentati da orizzonti argillitici intercalanti calcari marnosi e marne calcaree alterate e deformate con grado di complessità strutturale variabile A2 – C3 a seconda del grado di alterazione prima, la porzione di bedrock più prossima alla superficie è rappresentata da una facies argillitica di ca. 3 m alterata e di colore ocra;
- La falda acquifera è si può porre a 4 m dal p.c.;
- Per quanto attiene i terreni piroclastici di copertura si ravvisa che il loro grado di coesione è legato al grado di saturazione ed alla suzione (coesione apparente), la coesione tende così a decrescere rapidamente con il diminuire del grado di saturazione, per tale motivo il comportamento geotecnico è assimilabile ai terreni attritivi.
- I terreni del bedrock like, in ragione del loro grado di complessità strutturale, sono caratterizzati dalle proprietà geotecniche della matrice argillosa e quindi il loro comportamento geotecnico è assimilabile a quello dei terreni coesivi;
- Per quanto attiene il rischio liquefazione si osserva che, lungo tutta la verticale stratigrafica, i terreni affioranti sono sempre a prevalente matrice argillosa con medio-alto indice di plasticità; pertanto essi non rientrano tra quelli suscettibili di liquefazione.

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzzione geotecnica dei terreni affioranti si sono preliminarmente raccolti tutti i dati disponibili da prove di laboratorio pregresse condotte su campioni prelevati nel corso dei sondaggi allegati al PUC, Piani Attuativi ecc. ed inerenti le aree di interesse.
Detti dati sono stati succesivamente integrati, per le aree di nuova edificazioni, onde fornire i parametri geotecnici di riferimento in termini di valori caratteristici così come previsto dal DM 17/01/2018 e dagli eurocodici.

Prove di laboratorio disponibili
I dati inerenti i campioni di laboratorio relativi ad indagini pregresse sono stati raggruppati per litologie omogenee secondo quanto desumibile dal modello geostratigrafico.

Le litologie di riferimento sono, in linea generale, rappresentate da:
- Terreni piroclastici sciolti (PYR) ➔ terreni di copertura;
- Ghiaie e sabbie in matrice limo-argillosa (Tr) ➔ terreni psammitici di transizione
- Argille alterate (Ag)➔ terreni del substrato relativo.

Descrizione					Caratteristiche fisiche generali			Taglio diretto		Edometrica			Triassiale		
Sondaggio	Campione	Profondità	Litologia	Sigla	gamma nat(g/cm^3)	e	w(%)	phi(°)	c' (kg/cm^2)	Eed 0,25-0,50 (kg/cm^2)	Eed 0,50-1,0 (kg/cm^2)	Eed 1,0-2,0 (kg/cm^2)	phi(°)	c' (kg/cm^2)	Cu (kg/cm^2)
183	C1	7,10-7,70	Sabbia limosa	PYR	1,40	0,95	32	15	0						
184	C2	5,80-6,40	Limo argilloso	Ag	1,50	0,87	26						15	0,3	
188	C1	3,00-3,60	Sabbia limo-argillosa	Tr	1,50	0,87	27,3	25	0						
188	C2	7,00-7,60	Limo argilloso	Ag	1,40	0,85	30						18	0,3	
200	C1	2,00-2,60	Limo	PYR	1,50	0,93	25						15	0,4	
200	C2	6,00-6,50	Limo argilloso	Ag	1,40	0,9	22						16	0,1	
201	C1	3,00-3,60	Pomici	PYR	1,50	0,9	20,5	30	0						
202	C1	4,00-4,60	Limo	PYR	1,78		25,4								1,2
202	C2	6,00-6,60	Limo	PYR	1,56		32,5						24	0,15	
203	C1	2,50-3,10	Tufo	PYR	1,20		31,5						25	1	
204	C1	3,00-3,60	Argilla	Ag	1,60	0,85	29,15								1,2
204	C2	6,00-6,60	Argilla	Ag	1,65	0,9	28,7								1,5
205	C1	1,50-2,10	Argilla	Ag	1,87		27,4								0,9

Dai dati analizzati si evince che i terreni piroclastici sono estremamente eterogenei e comprendono, nei dati riferiti alle indagini pregresse, sia i livelli litoidi tufacei, sia quelli sciolti sabbiosi e pumicei, sia quelli argillificati; ciò comporta una notevole variabilità dei parametri geotecnici.
I terreni argillosi presentano una minore variabilità con i parametri geotecnici riferiti sempre alla porzione superficiale alterata. I valori della Cu varian tra i 90 e i 150 Kpa.
La porzione psammitica più grossolana ed eterogenea si rileva solo nel sondaggio 188.

Aree di nuova edificazione

La caratterizzazione geotecnica dei terreni dell'area oggetto di nuova edificazione è stata desunta integrando i dati precedenti , disponibili per un intorno significativo e riferibili alle litologie riscontrate nel sondaggio eseguito, con quelli derivanti dalle analisi di laboratorio svolte su un campione indisturbato prelevato all'interno della formazione argillosa del substrato relativo (a profondità di 5.0-5.5 metri dal p.c.).
Le indagini geotecniche eseguite sono state:

- Determinazione delle caratteristiche fisiche generali;
- Analisi granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione;
- Prova di taglio diretto drenato consolidata CD;
- Prova edometrica con 7 gradini di carico e 3 gradini di scarico.

I rapporti di prova sono in allegato.

I parametri geotecnici desunti dalle prove eseguite possono essere così riassunti:

	Wn	γnat	γsat	Gs	e	η	Sr	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	c'	φ'	Eed 100KPa
	%	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^3		%	%	%	%	%	%	kPa	°	Mpa
C1-S1 (prof. 5,0-5,5 m)	23,41	17,46	18,83	26,61	0,881	46,85	70,69	25,10	24,00	39,20	11,70	8	28	7,40

La distribuzione granulometrica del campione evidenzia un equilibrio tra la frazione grossolana ghiaioso-sabbiosa e la matrice di fondo limo-argillosa. Tale litologia, come evidenziato, segna il passaggio tra i terreni di copertura e quelli del substrato argilloso strictu-sensu.

La indagini SPT hanno intercettato la fascia di transizione tra i terreni di copertura ed il substrato esibendo un valore Nspt = 26. Gli altri due test, esguiti nel substrato argilloso, sono andati a rifiuto.

Per quanto attiene ai parametri geotecnici delle altre litologie rilevate nel foro di sondaggio, incrociando la stratigrafia con i parametri a disposizione dai sondaggi storici, si è fatto riferimento alle prove seguenti derivandone il valore medio (cfr. modello geotecnico di sintesi):

STRATO 1 - Terreni piroclastici superficiali sciolti:

Descrizione					Caratteristiche fisiche generali			Taglio diretto		Edometrica			Triassiale		
Sondaggio	Campione	Profondità	Litologia	Sigla	gamma nat(g/cm^3)	e	w(%)	phi(°)	c' (kg/cm^2)	Eed 0,25-0,50 (kg/cm^2)	Eed 0,50-1,0 (kg/cm^2)	Eed 1,0-2,0 (kg/cm^2)	phi(°)	c' (kg/cm^2)	Cu (kg/cm^2)
183	C1	7,10-7,70	Sabbia limosa	PYR	1,40	0,95	32	15	0						
188	C1	3,00-3,60	Sabbia limosa	PYR	1,50	0,87	27,3	25	0						
200	C1	2,00-2,60	Limo	PYR	1,50	0,93	25						15	0,4	

STRATO 3 – Substrato argilloso

Descrizione					Caratteristiche fisiche generali			Taglio diretto		Edometrica			Triassiale		
Sondaggio	Campione	Profondità	Litologia	Sigla	gamma nat(g/cm^3)	e	w(%)	phi(°)	c' (kg/cm^2)	Eed 0,25-0,50 (kg/cm^2)	Eed 0,50-1,0 (kg/cm^2)	Eed 1,0-2,0 (kg/cm^2)	phi(°)	c' (kg/cm^2)	Cu (kg/cm^2)
184	C2	5,80-6,40	Limo argilloso	Ag	1,50	0,87	26						15	0,3	
188	C2	7,00-7,60	Limo argilloso	Ag	1,40	0,85	30						18	0,3	
200	C2	6,00-6,50	Limo argilloso	Ag	1,40	0,9	22						16	0,1	
204	C1	3,00-3,60	Argilla	Ag	1,60	0,85	29,15								1,2
204	C2	6,00-6,60	Argilla	Ag	1,65	0,9	28,7								1,5

In base alla suddivisione stratigrafica, integrando i dati desunti dalle prove eseguite, che caratterizzano lo **strato 2** che va da 4-12 m dal p.c., è possibile definire il seguente modello geotecnico del sottosuolo riferito ai valori medi dei parametri geotecnici disponibili.

MODELLO GEOTECNICO DI SINTESI

Tabella: modello geotecnico riferito ai valori medi dei parametri geotecnici (prof. riferita al Sondaggio S1)

N° strato	Profondità m	γ_k KNm^{-3}	Φ gradi	c' MPa	C_u kgcm^{-2}	E ed MPa
1	0.0÷4.0	15	20	0	-	
2	**4.0÷12.5**	**17**	**28**	**8**	**-**	**7.4**
3	**12.5÷30**	**16**	**16**	**20**	**135**	

Dove, per la precedente tabella e tutte le successive:

- Φ = angolo di attrito
- Φ_{cv} = angolo di attrito a volume costante (da utilizzare nella verifica a slittamento solo alla base della fondazione)
- c' = coesione drenata
- Cu= coesione non drenata
- γ = densità
- Ee_d = modulo edometrico

In tale modello si ipotizza che il campione sia rappresentativo della media del valore; tale assunto, per essere confermato, necessita la trattazione dei parametri geotecnici in termini di valori caratteristici.
In tal senso Il D.M. 17/01/2018 ha introdotto importanti novità per quanto attiene alla progettazione geotecnica. In particolare il modello geotecnico da adottare nella progettazione deve fondarsi su opportune indagini geotecniche. La tipologia ed il numero delle grandezze geotecniche da misurarsi devono essere scelte sulla base del modello geologico ed in relazione alla tipologia di pera da realizzarsi. Particolare importanza è rivestita, inoltre, dalla fase di interpretazione dei risultati ottenuti dalle prove geotecniche. A tale scopo le nuove norme, mutuando l'Eurocodice 7, introducono il concetto di valori caratteristici dei parametri geotecnici. Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite considerato, dovrà essere utilizzato in ogni tipo di verifica geotecnica, che si

tratti di SLU (stati limite ultimi ovvero potenziale presenza di superfici di rottura) o di SLE (stati limite di esercizio ossia deformazioni di tipo elastico o di consolidazione a prescindere dallo stato di rottura). Il DM ha adottato il concetto di valori caratteristici senza però chiarirne esaustivamente la definizione e senza offrire una procedura operativa per la loro determinazione; infatti la circolare esplicativa si limita a chiarire che i parametri geotecnici devono essere determinati coerentemente con il tipo di analisi (es. tensioni efficaci piuttosto che tensioni totali) e che nei problemi geotecnici che coinvolgono elevati spessori di terreno in cui vi sia compensazione strutturale essi possono essere assunti prossimi ai parametri medi mentre in problemi geotecnici che coinvolgono modesti spessori ed in assenza di compensazione strutturale essi possono essere assunti prossimi ai valori minimi. In letteratura, tuttavia, sono però presenti numerosi spunti che consentono di chiarire gli aspetti pratici inerenti la loro determinazione in coerenza con il dettato normativo.

La determinazione dei parametri caratteristici necessita, dunque, di conoscere preliminarmente ed in modo imprescindibile la tipologia di interventi, opere e sistemi geotecnici nonchè ampiezza del volume significativo riferito alle opere.

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SITO

La Giunta Regionale della Regione Campania con Atto n. 5447 del 07.11.2002 ha deliberato l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio Regionale, inserendo il Comune di Avellino nella macrozona di media sismicità identificata, ai sensi della L. 64/74, con la categoria sismica C.S. = 2.
Ai sensi della nuova normativa sismica nazionale , l'area ha una accelerazione sismica orizzontale di riferimento (accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico):

a(g) = 0.25 g.

Tale valore rappresenta l'accelerazione orizzontale, espressa in termini di accelerazione di gravità "g", a seguito di un evento sismico laddove il sottosuolo interessato è costituito da formazioni litoidi o rigide (bedrock) definite quali suoli di fondazione di categoria A (Vs> 800m/sec). Più precisamente la Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio nazionale prevede per il territorio comunale di Acerno un valore massimo dell'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno = 475 anni) compreso tra 0.125g e 0.150g.

Il D.M. 17 gennaio 2018 parla del concetto di pericolosità sismica di base del sito di costruzione. Questa rappresenta l'elemento primario per la determinazione delle azioni telluriche.
Essa è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico di accelerazione Se(T) ad essa corrispondente, con riferimento a prefissate probabilità di superamento PVr, in funzione del periodo di riferimento Vr. Tale periodo è definito dalla relazione:
Vr=VnxCu
dove:
Vn = vita nominale della struttura;
Cu = coefficiente in funzione della classe d'uso.
La probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVr varia al variare dello stato limite considerato.
Le relative forme spettrali sono definite per ognuna delle probabilità PVr a partire dai seguenti parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le coordinate del sito (in formato geografico- UTM ED 50) di riferimento interpolando i valori su una maglia di 4 punti sono:

- **Latitudine:** ϕ_{ED50} **40,92239°**
- **Longitudine** λ_{ED50} **14,78645°**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi; 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 delle NTC-18).

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.

La formula per il calcolo di Vs,eq è la seguente:

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

con hi = spessore dello stato iesimo
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/sec

L'attribuzione al sito della categoria di suolo permette di definire gli spettri di risposta di sito per le componenti orizzontali e verticali in relazione agli stati limite considerati consideranto opportuni coefficienti così come specificato in seguito:

Amplificazione stratigrafica (§ 3.2.3.2.1 NTC-18)

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti SS e CC valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B,C,D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di ag, Fo e TC* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella seguente Tab. 3.2.V delle NTC-18, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Categoria sottosuolo	**SS**	**CC**
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	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$

D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Amplificazione topografica (§ 3.2.3.2 NTC-18)

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella Tab. 3.2.V delle NTC-08, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

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

Si osserva che le classi di amplificazione topografica vengono riferite alla scala del versante per altezze del pendio superiori a 30 m come mostrato nello schema seguente

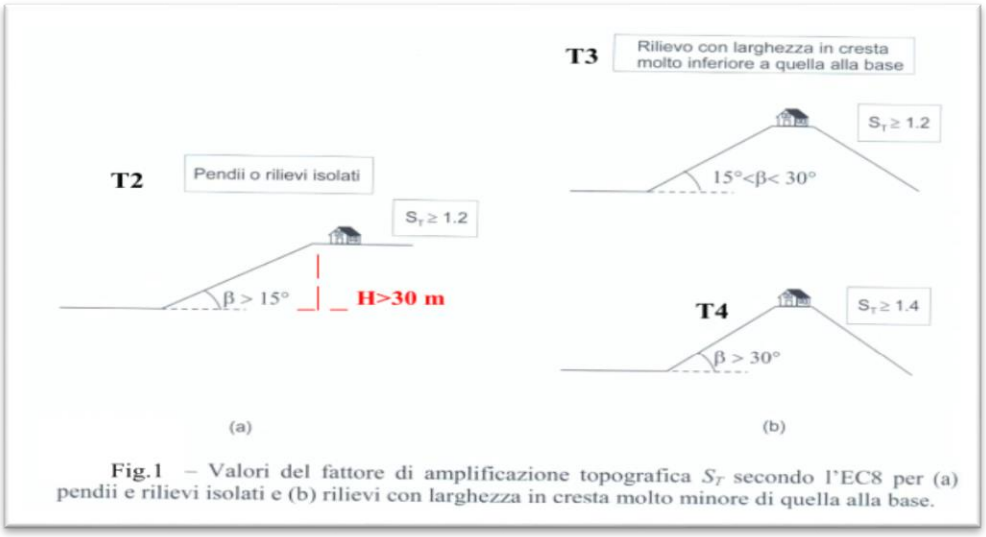


Fig.1 – Valori del fattore di amplificazione topografica S_T secondo l'EC8 per (a) pendii e rilievi isolati e (b) rilievi con larghezza in cresta molto minore di quella alla base.

Dallo schema sopra riportato emergono i seguenti aspetti:

- la categoria topografica viene attribuita alla condizione topografica generale a grande scale del versante in cui si inserisce il manufatto e non alle specifiche condizioni morfologiche del sito (dovendo comunque risultare H=30 m.).

- L'inclinazione cui si fa riferimento è quella media riferita alla condizione maggiormente penalizzante fra quelle rilevate al contorno del sito in questione.

HVSR

Nell'ambito del lavoro indicato in premessa è stata eseguita una registrazione di microtremore al suolo effettuate su una stazione di misura ubicata in corrispondenza del sondaggio S1, elaborata secondo la tecnica **HVSR** (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

L'indagine è stata condotta nel rispetto dello stato dell'arte e delle linee guida dettate dal Progetto SESAME (Site EffectS Assessment using AMbient Excitations) che stabilisce la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale in stazione singola e array e fornisce i criteri per valutare la bontà delle curve HVSR e la significatività dei picchi H/V eventualmente trovati.

Analisi HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine passiva HVSR (Ho- rizzontal to Vertical Spectral Ratio - Metodo di Nakamura), è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito, correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso. Il metodo è basato sull'acquisizione del rumore sismico (microtremore), generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; sorgenti di rumore uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Il risultato che si ottiene da una registrazione di questo tipo è la *frequenza caratteristica di risonanza del sito* che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifi- ci/strutture in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate pre- cauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di **"doppia risonanza"** estremamente pericolosa per la stabilità degli stessi.

Modalità esecutive della prova e acquisizione dati

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (X,Y,Z). Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore a 20 minuti. Dopo opportuni filtraggi ed operazioni di elaborazione si ottenere il rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing. Eseguendo per ciascuna fre- quenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

Descrizione della strumentazione

Per l'acquisizione dei dati sono stati utilizzati il sismografo digitale SR04 – Geobox della Sara Instruments 24 canali 24 bit per canale con 3 geofoni da 0.5 Hz linearizzati

Elaborazione HVSR

L'intero processo di elaborazione dei dati è stato effettuato con i software *Geopsy, Tiny HVSR, Dinver e Easy HVSR*. Gli elaborati relativi alla prova effettuata sono riportati di seguito.

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs,eq attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuate, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs,eq.

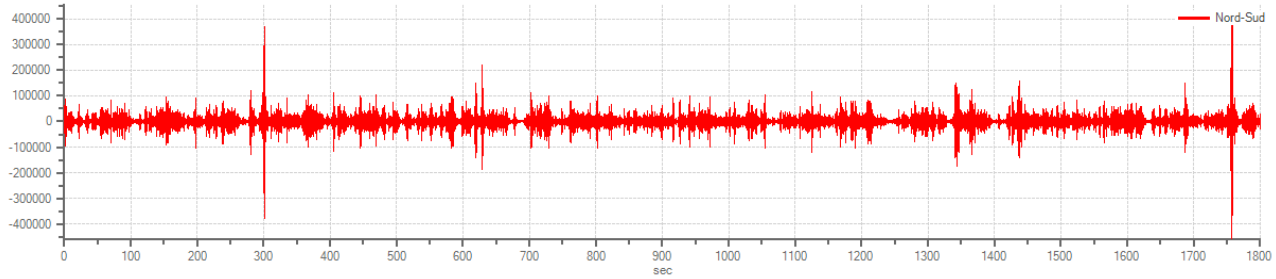
HVSR_1

Tracce in input

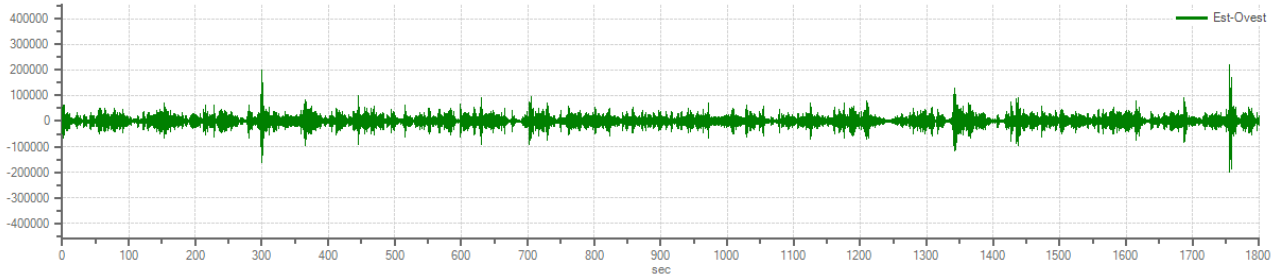
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1800 sec
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 540000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

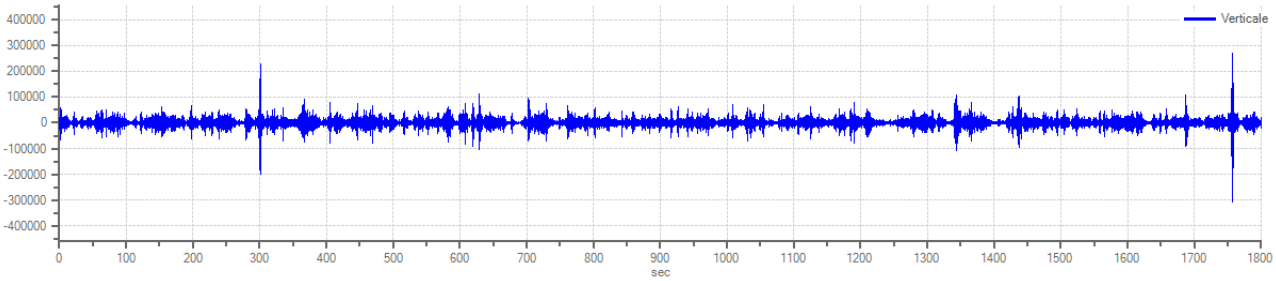
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

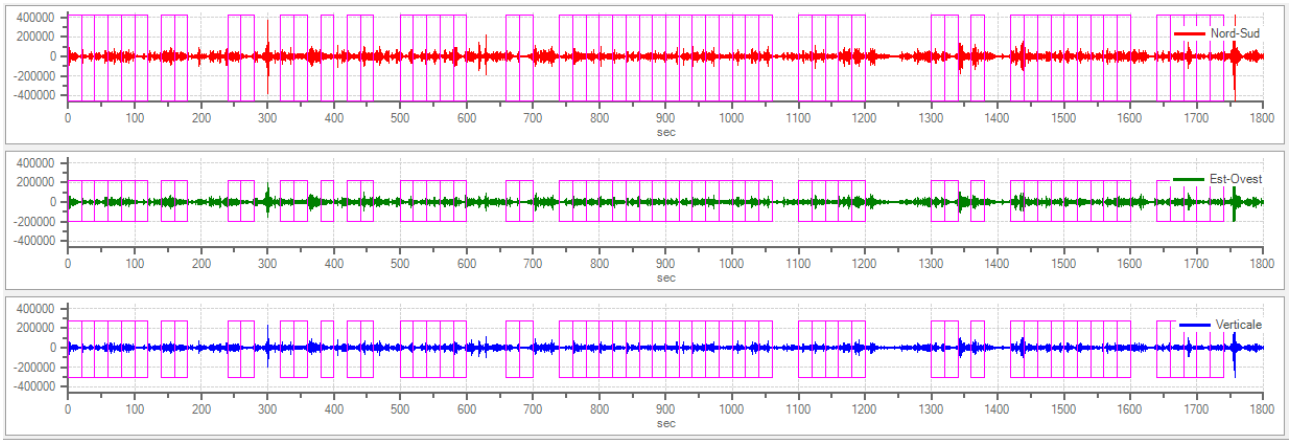
Numero totale finestre selezionate: 60
Numero finestre incluse nel calcolo: 51
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 30.00 %

Tabella finestre:

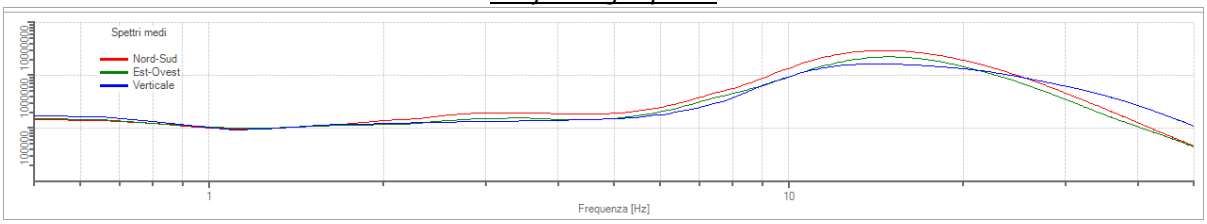
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	140	160	Inclusa
8	160	180	Inclusa
9	240	260	Inclusa
10	260	280	Esclusa
11	320	340	Inclusa
12	340	360	Inclusa
13	380	400	Inclusa
14	420	440	Inclusa
15	440	460	Inclusa
16	500	520	Inclusa
17	520	540	Inclusa
18	540	560	Inclusa
19	560	580	Inclusa
20	580	600	Inclusa
21	660	680	Inclusa
22	680	700	Inclusa
23	740	760	Inclusa
24	760	780	Inclusa
25	780	800	Inclusa
26	800	820	Inclusa
27	820	840	Inclusa
28	840	860	Inclusa
29	860	880	Inclusa
30	880	900	Inclusa
31	900	920	Inclusa
32	920	940	Inclusa
33	940	960	Inclusa
34	960	980	Inclusa
35	980	1000	Inclusa
36	1000	1020	Inclusa
37	1020	1040	Inclusa
38	1040	1060	Esclusa
39	1100	1120	Inclusa
40	1120	1140	Esclusa
41	1140	1160	Inclusa
42	1160	1180	Inclusa
43	1180	1200	Inclusa
44	1300	1320	Inclusa

45	1320	1340	Inclusa
46	1360	1380	Esclusa
47	1420	1440	Esclusa
48	1440	1460	Inclusa
49	1460	1480	Esclusa
50	1480	1500	Inclusa
51	1500	1520	Inclusa
52	1520	1540	Inclusa
53	1540	1560	Inclusa
54	1560	1580	Inclusa
55	1580	1600	Inclusa
56	1640	1660	Esclusa
57	1660	1680	Esclusa
58	1680	1700	Esclusa
59	1700	1720	Inclusa
60	1720	1740	Inclusa

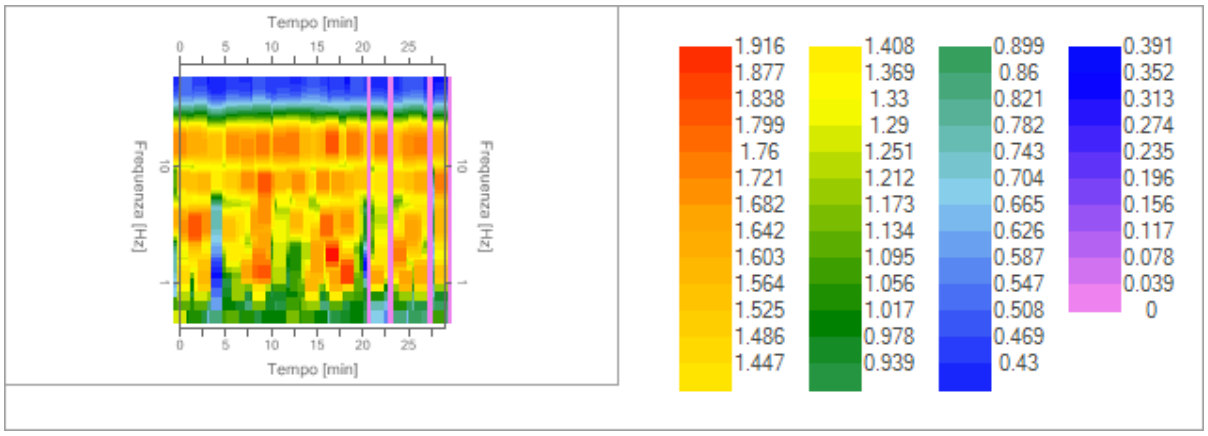
Grafici tracce con finestre selezionate:



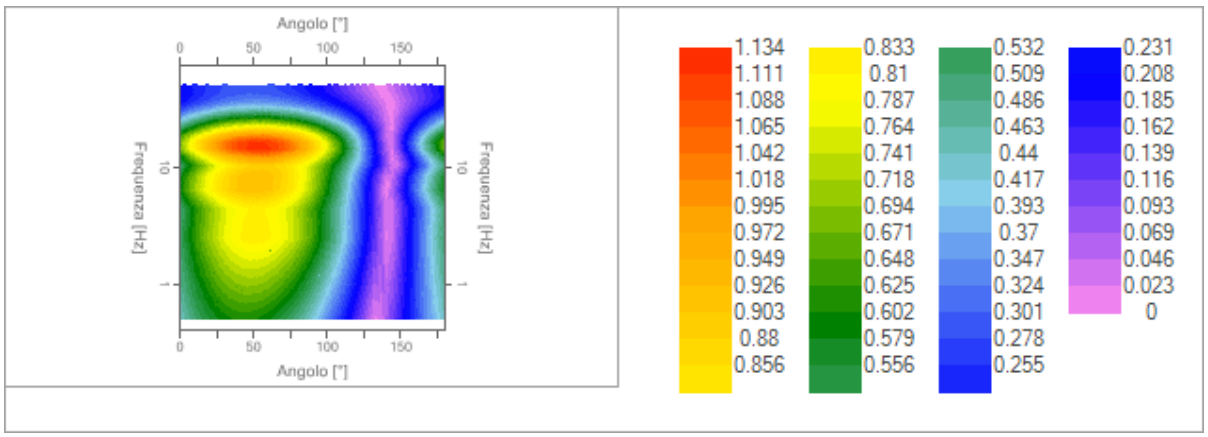
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

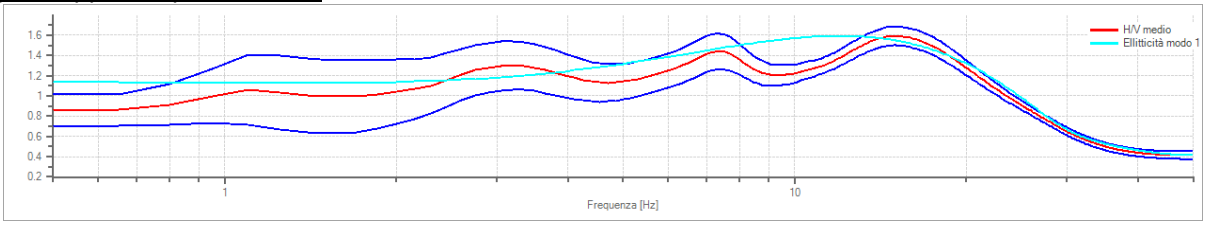
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	50.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	30.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 15.05 Hz ±0.06 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$	Ok
$\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	
$\exists\, f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists\, f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

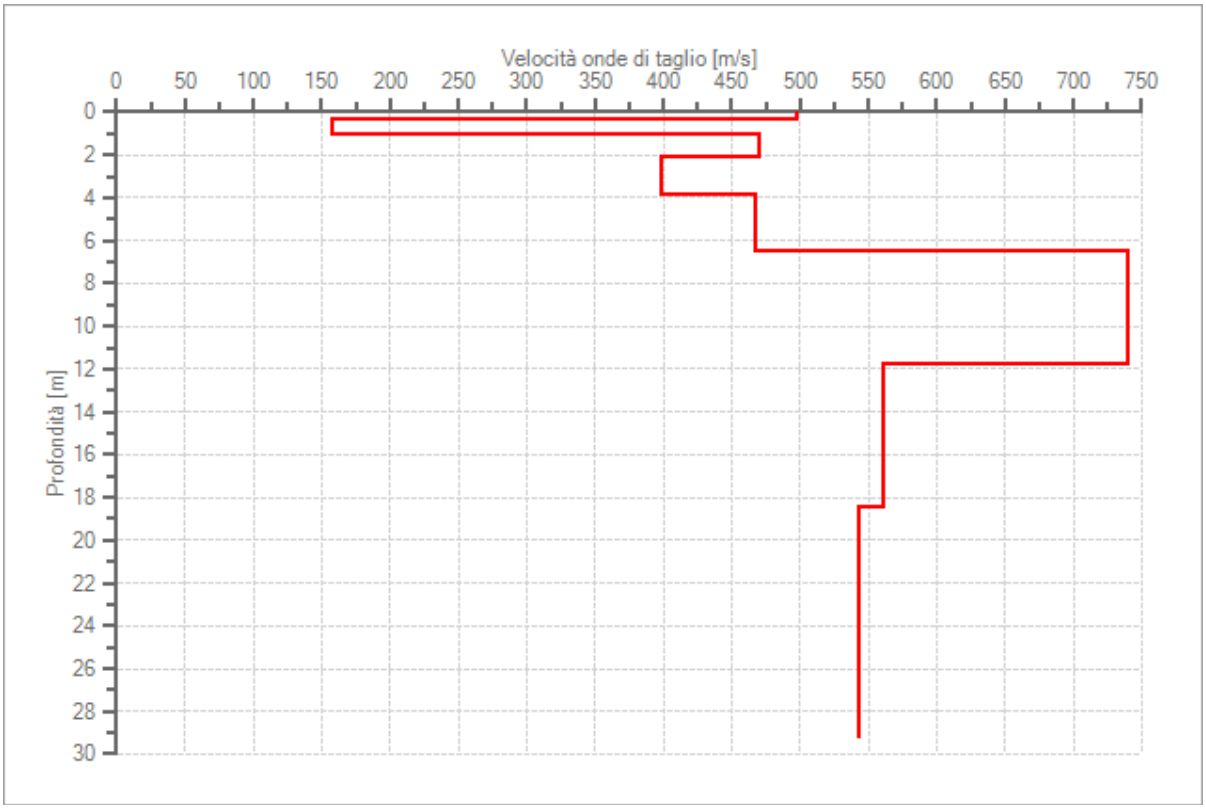
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati:	9
Frequenza del picco dell'ellitticità:	12.05 Hz
Valore di disadattamento:	0.09
Valore Vs,eq:	518.43 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m^3]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.35	18	0.33	497
2	0.35	0.72	16	0.3	158
3	1.07	1.02	17	0.3	470
4	2.09	1.82	18	0.3	398
5	3.91	2.64	19	0.4	467
6	6.55	5.27	26	0.3	740
7	11.82	6.65	20	0.3	561
8	18.47	9.85	21	0.3	543
9	28.32	1	21	0.3	543



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

L'andamento del rapporto H/V si mostra piuttosto piatto e prossimo all'unità; ciò è compatibile con l'assetto geologico dei loughi che non prevede forti contrasti di impedenza sismica. Il primo picco risonante, a 15 Hz, è attribuibile al passaggio, a ca. 4 m dal p.c., tra i terreni di copertura piroclastici ed i sottostanti livelli argillosi; detto passaggio è preceduto da un tratto sulla banda >15Hz con il rapporto H/V<1 e dovuto ad una inversione delle velocità tra lo strato più superficiale di riporto breccioide addensato ed i sottostanti terreni piroclastici. Al di sotto dei 15 Hz il rapporto è sempre prossimo all'unità con lievi discostamenti imputabili alle intercalazioni breccioidi e litoidi, come evidenziato dal grafico di inversione con profilo delle Vs tra i 6-12 m dal p.c. prossimo a 740 m/sec. Va ribadito che le intercalazioni di materiale lapideo e breccioide sono locali e non sempre continue e correlabili in senso laterale, pertanto eventuali inversioni di velocità sono circoscritte alla verticale di misura. In linea generale , al netto delle inversioni locali, la velocità delle Vs tende ad aumentare con la profondità.

Profilo delle velocità delle onde di taglio.

In base alle prospezioni effettuate, il sottosuolo può essere considerato di tipo B a partire dal p.c.:

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.

Il valore del cofficiente topografico è S_T= 1.0 essendo la categoria topografica T1 alla scala del versante

Verifica a liquefazione.

Il punto 7.11.3.4.2 del NTC 08 stabilisce che la verifica a liquefazione può essere omessa nel caso si verifichi almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetro metrica normalizzata ($N_1$60) > 30 oppure q_{c1N} > 180 dove ($N_1$60) è il valore di resistenza determinata da prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzate ad una tensione efficace di 100 KPa e q_{c1N} è il valore di resistenza determinata da prove pentrometriche statiche (CPT) normalizzate ad una tensione efficace di 100 KPa
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figure seguenti nel caso di coefficienti di uniformità Uc rispettivamente Uc<3.5 ed Uc>3.5.

La falda è posizionata a ca. 4 m dal p.c. e la distribuzione granulometrica dei terreni, riferita al campione prelevato e rappresentativo delle porzioni di terreno maggiormente grossolane (e quindi maggiormente penalizzanti), è per oltre il 50% esterna agli intervalli che indicano i fusi suscettibili (cfr. figura successiva). Pertanto i terreni delle aree soggette a nuova edificazione non rientrano tra quelli liquefacibili.
Va sottolineato che tale circostanza è locale e non esportabile in altri comparti edificatori; pertanto la liquefacibilità dei terreni, considerando la prossimità della falda acquifera alla superficie, andrà controllata ogni volta con opportune indagini di tipo diretto o indiretto.

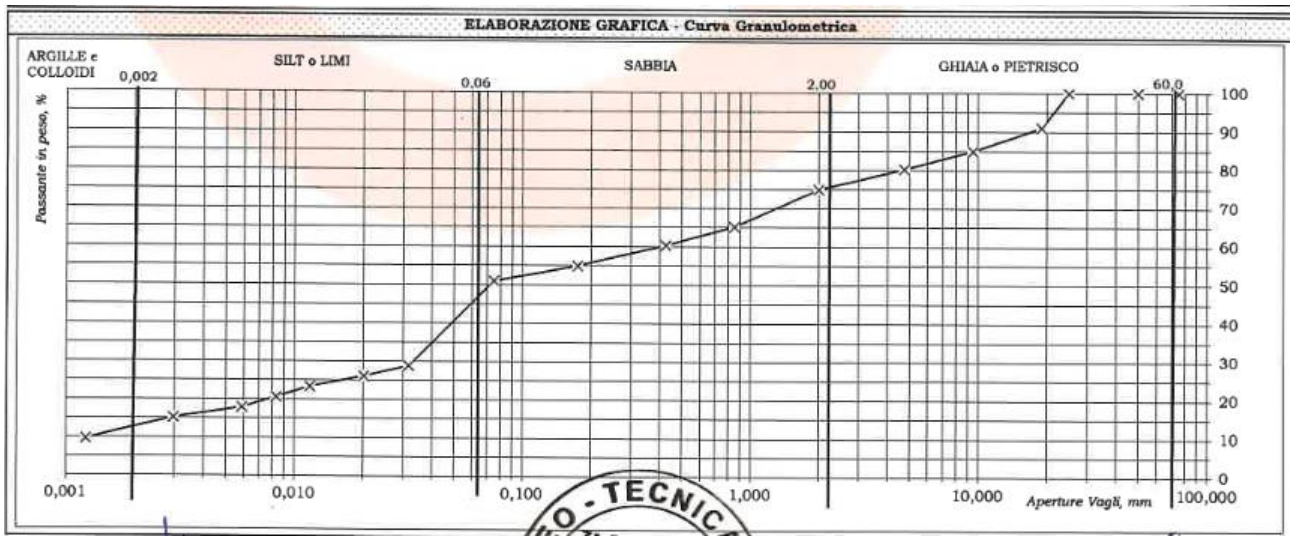


Figura: distribuzione granulometrica campione prelevato

ZONAZIONE SISMICA E STANDARD MS I LIVELLO – vers-4.2 dicembre 2020

La legge regionale 9/83 prevede, tra le carte da allegare agli strumenti urbanistici generali, la carta della zonizzazione in prospettiva sismica (art.11-12). Per gli strumenti urbanistici esecutivi, invece, ci si riferisce alla sola caratterizzazione sismica dei terreni (art.14). Considerando le indagini esistenti e le ultime linee guida inerenti la microzonazione sismica di I livello emanate dalla commissione tecnica per la microzonazione sismica nel dicembre 2020 (Standard di rappresentazione e archiviazione informatica vers.4.2), appare opportuno adeguare i risultati del presente studio, avente finalità di pianificazione esecutiva ma su un areale piuttosto vasto, alle indicazioni contenute nelle linee guida. A tal proposito è stata redatta una carta della zonizzazione in prospettiva sismica che tenesse conto della distribuzione delle velocità delle Vs nei diversi litotipi affioranti .
Inoltre, in prospettiva geologico-tecnica, i terreni affioranti nell'area possono essere ricondotti ai seguenti orizzonti secondo gli standard MS vers.4.2.

Carta Geolitologica PUA	Carta Geologico-Tecnica in prospettiva sismica
Depositi alluvionali Sabbie ghiaioso-limose connesse alla dinamica fluviale del T. Rigatore	**Terreni di copertura** (solo se spessore >3m) SW – Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose SP – Sabbie pulite con granulometria poco assortita SM – Sabbie limose, miscela di sabbia e limo SC – Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla GW – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie GP – Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia GM – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo GC – Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
Depositi piroclastici recenti Limi sabbiosi e sabbie limose di origine vulcanoclastica inclusi livelli pumicei.	**Terreni di copertura**(solo se spessore >3m) SW – Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose SP – Sabbie pulite con granulometria poco assortita SM – Sabbie limose, miscela di sabbia e limo SC – Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla ML – Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
Ignimbrite campana Sabbie limose e tufi litoidi	**Terreni di copertura**(solo se spessore >3m) SW – Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose SP – Sabbie pulite con granulometria poco assortita SM – Sabbie limose, miscela di sabbia e limo SC – Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla LC – Litoide di copertura
Conglomerati poligenici Conglomerati poligenici in matrice argillosa	**Substrato geologico**

	GRS	GRS	Granulare cementato, stratificato
Argille grigio-azzurre messiniane Argille, argille marnose, argille siltose ed argille sabbiose	**Substrato geologico** SFALS	SFALS	Alternanza di litotipi, stratificato fratturato / alterato

Le indagini sismiche condotte e quelle a disposizione consultate evidenziano come nelle aree del PUA non sia presente substrato sismico entro i primi 30 m dal p.c..
Inoltre è possibile, in linea generale, distinguere le aree dove affiorano i sottosuoli di tipo C (180 m/s<Vs<360 m/s) ed E, ubicate nelle zone di fondovalle al contorno del Rigatore, dalle aree rimanenti dove affiorano sottosuoli di tipo B (360 m/sec<Vs<800 m/sec).
Integrando tali dati con quelli della carta geolitologica (tenendo conto della suddivisione geologico-tecnica) e quelli relativi alla carta della stabilità, si perviene a 3 zone omogenee in prospettiva sismica che sono compendiate nella carta della zonazione in prospettiva sismica . Esse sono definibili come:

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zona S1➔ 2001

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con velocità equivalente delle Vs comprese tra 360 m/sec e 800 m/sec (sottosuoli di tipo B).
Sono zone in cui il substrato geologico non sismico è costituito da alternanze di argille e marne (SFALS) è sottoposto a coltri di copertura di spessore > 3 m di origine piroclastica inclusi livelli tufacei diagenizzati. La pendenza media dei versanti <15°.

Zone di attenzione per instabilità

Zona A1➔

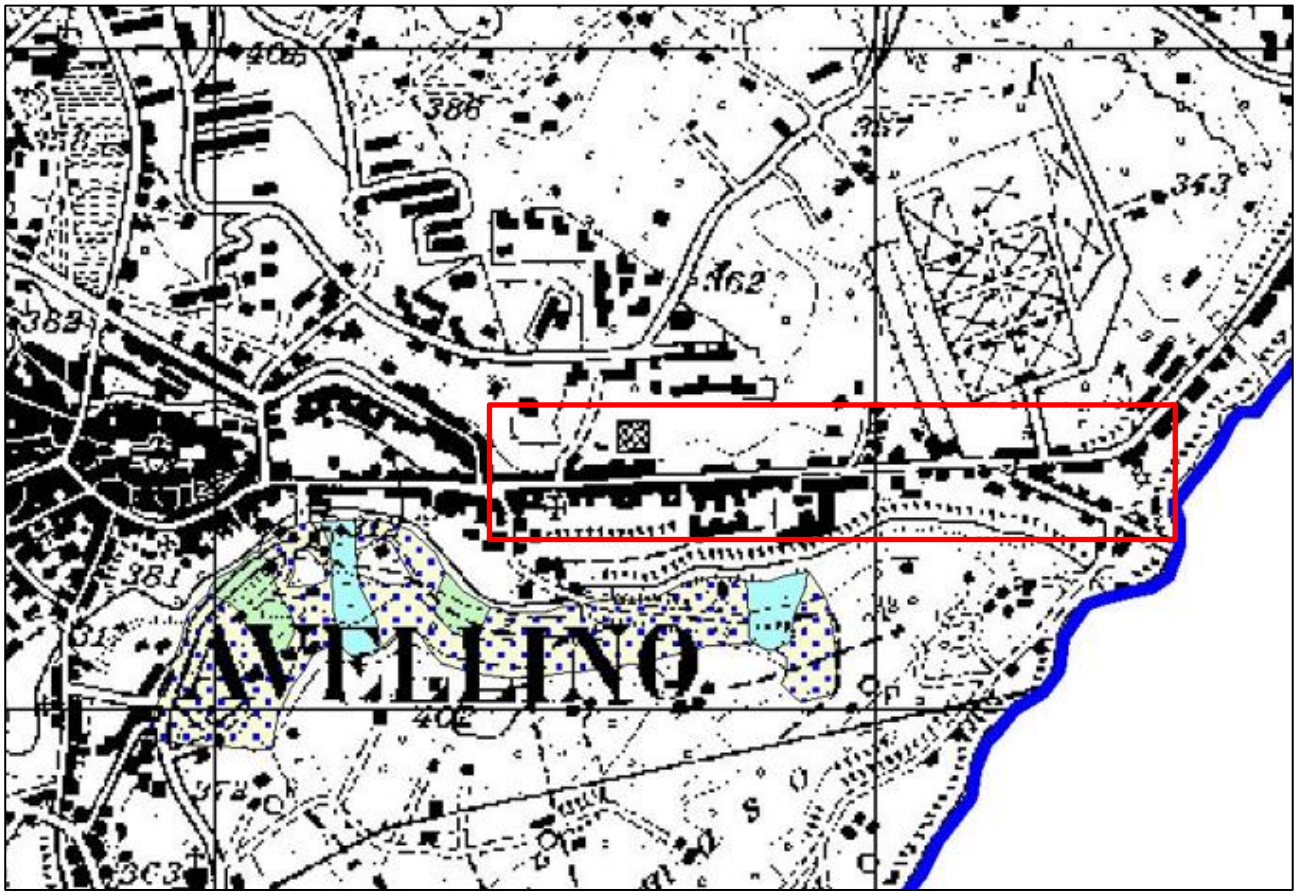
Zona di attenzione per instabilità di versante all'interno dei terreni di copertura. Sono zone instabili all'interno delle zone di tipo S1 classificate di medio-alta attenzione nella Carta della Stabilità.

Zona A2➔

Zona di attenzione per liquefazione. Aree alluvionali terrazzate in cui gli effetti del moto sismico possono produrre effetti di liquefazione per presenza di falda <15 m dal p.c. e terreni potenzialmente suscettibili. Sottosuoli di tipo C ed E.

7. COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA

L'area di intervento è ubicata all'interno del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale ex Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano-Volturno.
Come si evince dalla consultazione della carta del rischio da frana redatta dalla competente AdB, le aree del PUA non ricadono in zone cartografate a rischio.



Stralcio carta del rischio frana dell'AdB con indicata l'area di interesse

Inoltre si può affermare che gli interventi progettuali, in linea generale:
a) migliorano o comunque non peggiorano le condizioni di stabilità del territorio e di difesa del suolo;
b) non costituiscono, in nessun caso, un fattore di aumento della pericolosità da dissesti di versante (diretto e indiretto);
c) non compromettono la stabilità dei versanti;
d) non costituiscono elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio eventualmente esistenti;
e) non pregiudicano le sistemazioni definitive di aree riconoscibili potenzalmente a rischio né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o da altri strumenti di pianificazione;

Per quanto innanzi detto gli interventi in oggetto rientrano tra gli interventi compatibili con le prescrizioni di piano ovvero realizzabili sul territorio in esame.

8. PRESCRIZIONI E CONCLUSIONI

La presente relazione afferisce alla "*Redazione del Piano Urbanistico Attuativo della zona di riqualificazione in Via F. Tedesco"* nel territorio comunale di Avellino.

In tale contesto è stato predisposto il presente studio geologico il quale, in relazione alle esperienze dirette dello scrivente, ai vari sopralluoghi effettuati ed alle risultanze delle indagini geognostiche in sito e di laboratorio disponibili, derivanti dalla campagna di indagini geognostiche effettuate per la predisposizione dello Studio Geologico a corredo del Piano Urbanistico Comunale, sia di quelle eseguite "ex novo" ha consentito di definire l'assetto geologico locale dell'area in oggetto.

Dal punto di vista geolitologico, l'area di interesse è caratterizzata da un substrato relativo piuttosto prossimo alla superficie (4-10 m dal p.c.) rappresentato da successioni terrigene argillose messiniane (7-5 MA) formatesi in seguito agli eventi tettonici susseguitisi dal Miocene superiore al Pliocene inferiore. Il contatto discordante tra tali argille e il sottostante complesso marnoso argilloso miocenico è mascherato dalla presenza di un complesso conglomeratico che rappresenta il prodotto dello smantellamento dei paleoversanti flyschoidi (psammiti).
Al di sopra dei terreni argillosi sono presenti i prodotti dell'Ignimbrite campana che hanno colmato la conca di Avellino obliterando il vecchio reticolo idrografico e le formazioni conglomeratiche ad esso connesso (paleo Rigatore) e favorito la creazione di estesi terrazzi deposizionali.
Le successive fasi eruttive pliniane (post eruzione di Sarno – 17.000 anni BP) hanno ricoperto la placca ignimbritica ed i versanti collinari.

I terreni affioranti possono essere ricondotti alle seguenti unità geologiche (dalla più antica alla più recente):

- argille grigio-azzurre messiniane;
- conglomerati poligenici in matrice argillosa di età Pliocene superiore-Pleistocene inferiore;
- depositi dell'ignimbrite campana di età Pleistocene superiore;
- depositi piroclastici di età Pleistocene superiore-Olocene;
- depositi alluvionali antichi e recenti di età Pleistocene superiore-Olocene.

L'assetto geomorfologico è localmente rappresentato dalla presenza di un ripiano sommitale, che si attesta nei depositi conglomeratici e che rappresenta un'antica superificie paleomorfologica del pleistocene inferiore, colmata da depositi tufacei lungo l'asse del Torrente Rigatore il cui paleoalveo scorreva entro le scarpate dei depositi conglomeratici, soggette a recessione rettilineo parallela ed i cui prodotti sono alla base, lungo il perimetro del paleoalveo, dell'ignimbrite campana.
Ciò comporta che le aree che bordano la sommità dei costoni tufacei, soprattutto dove essi sono maggiormente acclivi per erosione differenziale, possono presentare eventuali e localizzati fenomeni di scorrimento nelle porzioni di copertura piroclastica in appoggio precario e discordante sui più competenti strati tufacei e/o conglomeratici. Dette aree di attenzione sono riportate in allegato nella carta della stabilità.
Analogo ragionamento può essere esteso alle aree al contorno del Torrente Rigatore le quali possono essere soggette sia a fenomeni improvvisi di sopralluvionamento (aree golenali ed aree di piena ordinaria-straordinaria) sia a locali circoscritti fenomeni di erosione spondale che possono generare crolli delle sponde fluviali con coinvolgimento potenziale delle infrastrutture stradali.

Le indagini geologiche e geotecniche si sono concentrate nelle aree di nuova edificazione (aree soggette a recupero e rinnovo urbano).
Dette indagini sono consistite in:

- N. 1 sondaggio a carotaggio continuo sino a 30 m dal p.c. con misurazione dei livelli idrici nel foro di sondaggio;
- N. 3 prove penetrometriche SPT all'interno del foro di sondaggio;
- Prelievo di n. 1 campione indisturbato sottoposto a prove di laboratorio geotecnico (caratteristiche fisiche generali, analisi granulometrica, prova di taglio diretto, prova edometrica);
- Esecuzione di n. 1 misura HVSR mediante la tecnica di Nakamura.

Sulla base di quanto rilevato, la successione stratigrafica locale può dunque essere così definita (riferendosi al sondaggio S1):

- **Strato 1. 0-4 m dal p.c. → Terreni piroclastici:** Trattasi di materiali vulcanici di natura piroclastica a consistenza limo-sabbiosa di colore prevalentemente marrone – ocra con intercalazione di livelli tufacei più o meno continui. Il loro spessore, incluso il terreno vegetale e/o una coltre di terreni di riporto di ca. 4 m.
- **Strato 2. 4-12.5 m dal p.c. → Terreni di transizione con il substrato:** segnano il passaggio con il substrato argilloso s.s. e sono caratterizzati da una componente grossolana (sabbia e ghiaia) di origine psammitica in percentuale analoga a quella fine limo-argillosa.
- **Strato 3. 12.5 – 30 m. dal p.c. → Argille:** Argille siltose e silt argillosi con struttura a tratti scagliosa con frequenti inclusioni calcareo-marnose. Sono terreni di età messininiana strutturalmente complessi che passano da un grado di complessità strutturale A2 a C; in entrembi i casi la matrice argillosa risulta caratterizante

In base alla suddivisione stratigrafica, integrando i dati desunti dalle prove eseguite, che caratterizzano lo **strato 2** che va da 4-12 m dal p.c., con i dati disponibili dalle indagini pregresse, è possibile definire il seguente modello geotecnico del sottosuolo riferito ai valori medi dei parametri geotecnici disponibili.

MODELLO GEOTECNICO DI SINTESI AREA NUOVA EDIFICAZIONE

Tabella: modello geotecnico riferito ai valori medi dei parametri geotecnici (prof. riferita al Sondaggio S1)

N° strato	Profondità m	γ_k KNm^{-3}	Φ gradi	c' MPa	C_u $kgcm^{-2}$	E ed MPa
1	0.0÷4.0	15	20	0	-	
2	**4.0÷12.5**	**17**	**28**	**8**	**-**	**7.4**
3	**12.5÷30**	**16**	**16**	**20**	**135**	

Dove, per la precedente tabella e tutte le successive:

- Φ = angolo di attrito
- Φ_{cv} = angolo di attrito a volume costante (da utilizzare nella verifica a slittamento solo alla base della fondazione)
- c' = coesione drenata
- Cu, = coesione non drenata
- γ = densità
- Ee_d = modulo edometrico

Dal punto di vista della risposta sismica, le prospezioni geofisiche con tecnica HVSR hanno evidenziato un profilo delle Vs nei primi 30 m. dal piano campagna corrispondente ad un sottosuolo di categoria B secondo le NTC 2018. Inoltre non esistono fattori di amplificazione topografica (St=1). Inoltre il rapporto H/V si

presenta abbastanza piatto e senza picchi significativi per cui sono da escludere fenomeni di doppia risonanza del terreno con le opere in progetto in caso di sisma.
Inoltre, sempre relativamente al comparto edificatorio:

- NON si prevedono fenomeni di instabilità del pendio (superficie topografica subpianeggiante)
- NON si prevedono fenomeni di liquefazione

In fase esecuitiva delle opere è tuttavia fortemente consigliato di predisporre ulteriori indagini finalizzate al monitoraggio dell'escursione della falda acquifera ed alla distribuzione di eventuali fusi suscettibili di liquefazione non rinvenuti nel sondaggio eseguito. Ciò potrà avvenire predisponendo ulteriori sondaggi a 15 m condizionati a piezometro.

A scala più vasta, considerando l'intero perimetro delle aree oggetto del PUA, per una più agevole comprensione dell'assetto idro-geo-morfologico, si sono altresì prodotti elaborati cartografici (su base CTR) di dettaglio consistenti in:

- Carta delle indagini;
- Carta geolitologica
- Carta idrogeologica;
- Carta della stabilità;
- Carta della zonazione in prospettiva sismica;
- Sezioni geologiche.

Atteso quanto innanzi, gli interventi previsti in progetto, risultano essere compatibili con l'assetto geolitologico, idrogeologico, geomorfologico, geotecnico e sismico dell'area interessata dalle suddette opere.

Tanto dovevasi per incarico ricevuto.
Montella, Settembre 2021

Il Geologo

ORDINE DEI GEOLOGI - della Regione Campania -
Dr. Geol. DELLI BOVI GIOVANNI A.P. 2435

Accettazione n°1438
del 12 luglio 2021

Rapporto di prova n°839 anno 2021

Spett.le :
Dott. Geol. Giovanni DELLI BOVI

COMMITTENTE:
Comune di AVELLINO

LPIANO URBANISTICO ATTUATIVO – ZONE DI RIQUALIFICAZIONE

Via Francesco Tedesco – Comune di Avellino

GEO-TECNICA
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA
GEO-TECNICA SRL -società con socio Unico - Zona Industriale PONTE VALENTINO
82100 BENEVENTO Www . geo-tecnica.it e-mail: informazioni@geo-tecnica.it
Laboratorio Autorizzato Ministero II e TT per prove su Terre e Rocce n° 99 del 19/3/2018

Accettazione n°1438 del 12 luglio 2021

Committente: Comune di Avellino
Richiedente: dott. Geol.Giovanni Delli Bovi
Progetto: Piano urbanistico attuativo – Zone di riquilificazione
Località:Via Francesco Tedesco
Comune: Avellino

INDAGINI IN SITO

PROVE ESEGUITE

•Sondaggio geognostico S1 a mt 30,0 rapp. di prova 839/21

STRALCIO PLANIMETRICO CON UBICAZIONE DELLA PROVA

DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA

CAROTAGGIO CONTINUO

Tutte le indagini eseguite sono state effettuate a carotaggio continuo con il prelievo della carota disposta in apposite cassette catalogatrici. Il carotaggio è stato eseguito a secco, nei terreni più sciolti e con circolazione di fluido in quelli di natura litoide. L'espulsione della carota è stata effettuata o con spinta idraulica (acqua) o in caso di materiale litoide tramite martellamento del carotiere, il tutto raccolto in contenitore adatto e riposto, secondo la profondità, nelle apposite cassette.La strumentazione utilizzata per le indagini è la seguente: Sonda perforatrice a rotazione di marca Trivel Mec modello TM 10FG, anno di produzione 2014, peso circa 10000 kg, coppia massima di rotazione 1000 kgm, velocità di rotazione massima 450 g/min; corsa di 3300 mm, Aste lunghezza 1500 mm diametro 76 mm spessore 6,6 mm, Carotiere di tipo semplice diametro 101 lunghezza 3000 mm e corona con denti in widia, Pompa fanghi del tipo a vite con pressione massima di esercizio di 30 bar.

PRELIEVO DEI CAMPIONI INDISTURBATI

Raggiunta la profondità desiderata con la perforazione si è proceduti alla manovra di pulizia del foro mediante lavaggio con acqua pulita tale da rimuovere dal fondo del foro eventuale fango e detriti lasciati dalla manovra precedente. Il prelievo dei campioni è stato eseguito, a seconda del grado di consistenza del terreno, con un campionatore a pressione di tipo shelby con fustella a pareti sottili, nei terreni meno consistenti e con un campionatore rotativo denominato "Drill" nei terreni consistenti, litoidi e semilitoidi. Tale campionatore, che viene usato con circolazione di fluido, è costituito da una parte esterna con corona sottile al widia che esegue il taglio del terreno e da una fustella interna in acciaio collegata tramite una testa libera che permette alla fustella di inserirsi nel terreno senza ruotare. Il campione indisturbato, prelevato nella fustella, è stato regolarmente paraffinato e contrassegnato con i dati relativi al sondaggio, alla profondità e alla data di prelievo.

STANDARD PENETRATION TEST

La prova SPT si esegue durante la perforazione. Consiste nel registrare il numero di colpi necessari per far penetrare di 45 cm nel terreno a fondo foro un tubo campionatore di dimensioni standard, collegato alla superficie mediante batteria di aste in testa sulle quali agisce un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0,75 m.
Durante la prova si misura :
N 1= numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionatore per i primi 15 cm
N 2= numero di colpi che provoca la penetrazione del campionatore nei successivi 15 cm;
N 3= numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.
Si assume come resistenza alla penetrazione il valore: NSPT = N2 + N3
Si utilizzano le seguenti attrezzature standard:
Aste d'infissione del diametro esterno 50 mm e peso di 7 kg/m; Testa di battuta di acciaio avvitata sulle aste; Maglio di acciaio di 63,5 kg; Dispositivo automatico che consente la caduta del maglio da un'altezza di 0,76 m; Centratore di guida per le aste fra la testa di battuta e il piano campagna; Campionatore standard (detto Raymond dalla società che lo ha introdotto per prima). Si tratta di un tubo carotiere avente diametro esterno di 51 mm, spessore 16 mm e lunghezza complessiva comprendente scarpa e raccordo alle aste di 813 mm. Nei terreni ghiaiosi la scarpa del carotiere viene sostituita da una punta conica di diametro 51 mm e angolo 60°. Il campionatore Raymond consta di un tubo diviso longitudinalmente a metà, i due semitubi sono tenuti insieme durante l'infissione, da una scarpa tagliente avvitata alla base e da un anello in testa. Alla fine della prova si svita la scarpa, il carotiere si apre in due permettendo di estrarre il campione di terreno.

Il direttore del laboratorio

Dott. Geol. Umberto Lonardo

GEO-TECNICA
Z.I. Ponte Valentino - 82100 BENEVENTO
www.geo-tecnica.it

GEO-TECNICA

INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

GEO-TECNICA srl società con socio unico – Z.Industriale Ponte Valentino
82100 Benevento tel. 0824 313705 www.geo-tecnica.it informazioni@geo-tecnica.it

Lab. Autorizzato Min. II e TT Prove su Terre e Rocce n° 99 del 19/3/18

Sondaggio geognostico S 1

Accettazione: n° 1438 del 12-07-2021
Rapporto di prova: n° 839 del 23-07-2021

Committente: Comune di Avellino
Richiedente: dott. Geol. Giovanni Delli Bovi
Progetto: Piano urbanistico attuativo - Zona di riqualificazione
Località:Via FrancescoTedesco **Comune**: Avellino

Profondità: 30,00 mt **Cassette:** n°6 **Quota p.c.316** **data esecuzione**: da 13/7/2021 al 13/7/2021 **Attrezzatura:** Trivel Mac TM 10
Tipo carotaggio: continuo Ø 101 mm **Tipo carotiere:** semplice **Rivestimento:** Ø 127 mm a mt 1,5 **Operatore:** Giglio Giuseppe
Condizionamento foro e note:
Lat. 40.915285° Long. 14.809570 (WGS84 geografiche)

Scala 1:150

Profondità metri	Spess. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carot 25 50 75	Camp. S=shelby O=Osterberg M=Mazier	Poket (Kg/cm2)	H_2O	SPT A= punta aperta C=punta chiusa	Nspt
0,4	0,4		Riporto antropico costituito da clasti calcarei a spigoli e subarrotondati						
4,0	3,6		Limo sabbioso piroclastico marrone chiaro debolmente addensato, umido con discontinui livelli tufacei centimetrici diagenizzati di colore marrone			4,0		A Mt 5,5 (8-10-16)	26
7,0	3,0		Limo debolmente argilloso di colore marrone-giallastro con frequenti elementi litici subarrotondati arenacei e calcareo-marnosi e livelli microconglomeratici/Psamminisci- Alterazione media, umido, poco consistente		5,0 C1 S 5,5				
12,5	5,5		Limo argilloso di colore ocraceo-giallastro con minuto brecciolino poligenicoa spigoli vivi con inclusi livelli calcarenitici fratturatidi colore grigiastro con ricristallizzazione spatica 7,2-8.2, 8,3-8.7. Fini mediamente pastici					C Mt 12,0 (15-Rif)	Rif
30,0	Fine Foro		Argilla limosae e limo argilloso molto compatta di colore grigio-azzurra e tratti giallo-grigiastri com elementi poligenici eterodimensionali a spigoli vivi psammitici e subordinati livelli di calcarei marnosi discontinui di colore bianca avan, a tratti presenza di frazione sabbiosa. Plasticità medio-elevata-Compatto					C Mt 30,0 (22-Rif)	Rif

GEO-TECNICA
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA
Z.I. Ponte Valentino - 82100 BENEVENTO
www.geo-tecnica.it

Il direttore del laboratorio dott. Umberto Lonardo

GEO-TECNICA srl
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti
Concessione n° 99 del
19 Marzo 2018
D.P.R. n°380/2001-art.59
Laboratorio Prove su Terre e Rocce

Accettazione Prove Terre n. 350
del 14 Luglio 2021

Certificati di Prova da n° 1072 a n° 1075.

Spett.le
DOTT. GEOL. GIOVANNI DELLI BOVI

Committente: **AMMINISTRAZIONE COMUNALE**

"PIANO URBANISTICO ATTUATIVO – ZONE DI RIQUALIFICAZIONE"

Via Francesco Tedesco

Comune di Avellino (AV)

LABORATORIO PROVE SU TERRE E ROCCE

Questo LABORATORIO PROVE SU TERRE e ROCCE, attrezzato con apparecchiature normalizzate ASTM÷AASHTO, ha esaminato il campione indisturbato di terreno prelevato in data 13/07/2021 dai nostri tecnici settore geognostica nel sito di cui i lavori ne sono oggetto.

Su di esso sono state eseguite, come richiesto, complessivamente:

- n° 1 Apertura del Campione Indisturbato e relativa Identificazione Visiva;
- n° 1 Determinazione delle Costanti Fisiche Generali;
- n° 1 Analisi Granulometrica con vagli ASTM e Densitometria;
- n° 1 Prova di Taglio Diretto drenato consolidato;
- n° 1 Prova di Compressione Edometrica con 7 gradini di carico e 3 di scarico.

Gli esiti sono riportati nei Certificati di prova allegati, da n° 1072 a n° 1075.

Tanto dovevasi.

Benevento, 30 Luglio 2021.

Il Direttore del Laboratorio:

GEO-TECNICA Srl - Z.I. Ponte Valentino 82100 BENEVENTO - Autorizz. Min. II TT n° 99 del 19/03/2018 e succ. agg. - D.P.R. 380/01 Art. 59

Dott. Geol. Umberto Lonardo

QUADRO RIEPILOGATIVO PROVE di LABORATORIO

DATI GENERALI	
Committente:	Amministrazione comunale
Richiedente:	Dott. Geol. Giovanni Delli Bovi
Progetto:	Piano Urbanistico Attuativo - Zone di riqualificazione
Località:	Via Francesco Tedesco - Avellino (AV)

Identificativo Campione: **S1C1** **5,00-5,50**

- PESO di VOLUME NATURALE (γn) kN/m^3 17,46
- CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (Wn), % 23,41
- PESO SPECIFICO dei GRANI kN/m^3 26,61
- INDICE dei VUOTI (e°) 0,881
- POROSITA' (n), % 46,85
- GRADO di SATURAZIONE (S_r), % 70,69
- PESO di VOLUME SATURO, (γ_{sat}), kN/m^3 18,83

- LIMITE LIQUIDO, %
- LIMITE PLASTICO, %
- LIMITE di RITIRO, %

• GHIAIA, %	25,1	
• SABBIA, %	24,0	Denominazione:
• LIMO, %	39,2	LIMO CON GHIAIA SABBIOSO DEBOLMENTE
• ARGILLA, %	11,7	ARGILLOSO

- ANGOLO di ATTRITO, °DEG 28,1
- COESIONE, kN/m^2 8,0

- MODULO EDOMETRICO, kN/m^2 (Tra 100 e 1000 kPa) 7411
- COESIONE non DRENATA (ELL), kPa
- COESIONE non DRENATA (Triax UU), kPa
- ANGOLO di ATTRITO (Triax CU), °DEG
- COESIONE (Triax CU), kPa
- ANGOLO di ATTRITO (Triax CD), °DEG
- COESIONE DRENATA (Triax CD), kPa

GEO-TECNICA srl
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti
Concessione n° 99 del
19 Marzo 2018
D.P.R. n°380/2001-art.59
Laboratorio Prove su Terre e Rocce

APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488) E RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

ACCETTAZIONE n° 350 **del 14-lug-2021**

DATI GENERALI

Committente: Amministrazione comunale
Progetto: Piano Urbanistico Attuativo - Zone di riqualificazione
Richiedente: Dott. Geol. Giovanni Delli Bovi
Località: Via Francesco Tedesco - Avellino (AV)

DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione: **S1C1** Indisturbato
Prelievo del: **13-lug-21**
Profondità, m: **5,00-5,50**
Data ricevimento campione: 13-lug-2021
Data apertura campione: 19-lug-2021
Prelevato da: Geo-Tecnica

APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488)

Grani:	FINI e MEDI
(Ø max e min - Forma - Distribuzione %)	*Ø <25,00 mm*
Umidità:	MEDIA
Consistenza:	3,1 kg/cm^2 (pocket penetrometer)*
Colore da tavola di Munsell:	HUE 10YR - 5/4 yellowish brown
Colore:	MARRONCINO
Denominazione:	LIMO CON GHIAIA SABBIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO
OSSERVAZIONI:	*Presenza di clasti millimetrici*
	* *Valore medio su 10 determinazioni*

con: 50÷25 %Pass. *...oso: 25÷15 %Pass.* *debolmente ...oso: 15÷5 % Pass.*

RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

Eseguita	Prova	CERTIFICATI N.
X	- COSTANTI FISICHE GENERALI	1072
	- LIMITI di ATTERBERG	
	- ANALISI GRANULOMETRICA con SOLI VAGLI ASTM	
X	- ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA	1073
X	- TAGLIO DIRETTO, CONSOLIDATO LENTO	1074
	- TAGLIO DIRETTO + TAGLIO RESIDUO	
X	- PROVA EDOMETRICA	1075
	- PROVA EDOMETRICA + PROVA DI PERMEABILITA'	
	- PROVA ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA	
	- PROVA di PERMEABILITA' a CARICO COSTANTE	
	- PROVA di PERMEABILITA' a CARICO VARIABILE	
	- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA (CD)	
	- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)	
	- PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)	
	- DETERMINAZIONE della DENSITA' RELATIVA	
	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOSTANZA ORGANICA	
	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOLFATI	
	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di CARBONATI	
	- PROVA di COMPATTAZIONE PROCTOR	
	- PROVA CBR	

Il Direttore del Laboratorio:
Dott. Geol. Umberto Lonardo

DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI

(ASTM D 2216 - BS 1377 T15 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 350 **del 14-lug-2021** **CERTIFICATI N. 1072** **del 25-gen-2021** *pag. 1/1*

Mod. G.T - 7.5.1.1.c/d/e C

DATI GENERALI

Committente:	Amministrazione comunale	Progetto:	Piano Urbanistico Attuativo - Zone di riqualificazione
Richiedente:	Dott. Geol. Giovanni Delli Bovi	Località:	Via Francesco Tedesco - Avellino (AV)

DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione:	**S1C1** Indisturbato	Prelievo del:	**13-lug-21**	Profondità, m:	**5,00-5,50**
Data ricevimento campione:	13-lug-2021	Data apertura campione:	19-lug-2021	Data di prova:	19-lug-2021

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W_n) (ASTM D 2216)

DETERMINAZIONE, N	**1**	**2**	**3**	
Contenitore, n	**X1**	**P1**	**F3**	
Massa Contenitore, g	21,13	20,87	21,51	
Massa Cont + Terra Umida, g	48,66	62,75	60,28	
Massa Cont + Terra Secca, g	43,46	54,78	52,92	
CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W_n), %	23,29%	23,50%	23,43%	**23,41%**

PESO di VOLUME NATURALE (γ_n) (BS 1377 T15)

DETERMINAZIONE, N	**1**	**2**	
Volumometro, n	**P**	**L**	
Massa Volumometro, g	64,92	66,87	
Capacità Volumometro, cm^3	40,22	40,22	
Massa Volumometro + Terra Umida, g	135,02	137,20	
PESO di VOLUME NATURALE (γ_n), kN/m^3	17,43	17,49	**17,46**
PESO di VOLUME SECCO (γ_d), kN/m^3			**14,15**

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)

DETERMINAZIONE, N	**1**	**2**	
Vaglio ASTM #10, % Passante	*100*	*100*	
Picnometro, n	**VII**	**408**	
Massa Campione Secco, g	15,08	15,04	Temperatura, °C
Massa Picnometro + Campione + Acqua, g	87,20	89,99	23
Massa Picnometro + Acqua, g	77,78	80,58	
Fattore di Correzione, k	*0,9976*	*0,9976*	
PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m^3	26,58	26,65	**26,61**

GRANDEZZE INDICI

• **INDICE dei VUOTI (e°)**	**0,881**
• **POROSITA' (n), %**	**46,85**
• **GRADO di SATURAZIONE (S_r)**	**70,69%**
• **PESO di VOLUME SATURO, (γ_{sat}), kN/m^3**	**18,83**

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

GEO-TECNICA srl — Z.I. Ponte Valentino 82100 BENEVENTO — Autorizz. Min. Inf. Trr. n° 99 del 19/03/2018 — Laboratorio GEO-TECNICA — D.P.R. 380/01 ART 59

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza

GEO-TECNICA srl
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti
Concessione n° 99 del
19 Marzo 2018
D.P.R. n°380/2001-art.59
Laboratorio Prove su Terre e Rocce

ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA

(ASTM D 422)

ACCETTAZIONE n° 350 **del 14-lug-2021** **CERTIFICATI N. 1073** **del 25-gen-2021** *pag. 1/1*

Mod. G.T- 7.5.1.1.b C

DATI GENERALI

Committente: Amministrazione comunale
Richiedente: Dott. Geol. Giovanni Delli Bovi
Progetto: Piano Urbanistico Attuativo - Zone di riqualificazione
Località: Via Francesco Tedesco - Avellino (AV)

DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione: **S1C1** Indisturbato
Data ricevimento campione: 13-lug-21
Prelievo del: **13-lug-21**
Data apertura campione: 19-lug-21
Profondità, m: **5,00-5,50**
Data di prova: 21-lug-21

DETERMINAZIONI DI PROVA

Massa Contenitore, g	105,02
Massa Cont. + Campione secco, g	546,90
Massa Campione secco, g	441,88

ANALISI MECCANICA del TRATTENUTO al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)

VAGLI ASTM	3"	2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10
Apertura in mm	**75,0**	**50,0**	**25,0**	**19,0**	**9,5**	**4,75**	**2,00**
Ritenuto, g	0,00	0,00	0,00	39,78	26,93	20,66	23,57
% Ritenuto	0,0	0,0	0,0	9,0	6,1	4,7	5,3
% Passante	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**91,0**	**84,9**	**80,2**	**74,9**

ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)

ANALISI DENSITOMETRICA

Massa Contenitore, g	106,24
Massa Cont. + Campione secco, g	156,70
Massa Campione secco, g	50,46
Peso Specifico del Passante al #10, kN/m³	*26,61*
Temperatura di prova T°, C°	23
Massa Volumica Acqua a T°, g/ml	*0,9976*
Coeff. Viscosità dinamica nel liquido a T°, Poise	*0,0094*

Tempi, mn	2	5	15	30	60	240	1440
Lettura Densimetro, R	*1,0120*	*1,0110*	*1,0100*	*1,0090*	*1,0080*	*1,0070*	*1,0050*
Correzione per T°, ΔR				-0,0039			
Lettura Corretta, R°	1,0081	1,0071	1,0061	1,0051	1,0041	1,0031	1,0011
Profondità Lettura, L in mm	179,85	181,85	183,85	185,85	187,85	189,85	193,85
Ø equivalente dei grani, mm	0,0317	0,0202	0,0117	0,0083	0,0059	0,0030	0,0012
% Passante	**28,8**	**26,1**	**23,3**	**20,6**	**17,8**	**15,1**	**9,6**

ANALISI MECCANICA

VAGLI ASTM	# 20	# 40	# 80	# 200	PAN
Apertura in mm	**0,850**	**0,425**	**0,175**	**0,075**	-
Ritenuto, g	6,59	3,27	3,64	2,64	34,32
Passante, g	43,87	40,60	36,96	34,32	=
% Passante	**65,1**	**60,3**	**54,9**	**50,9**	=

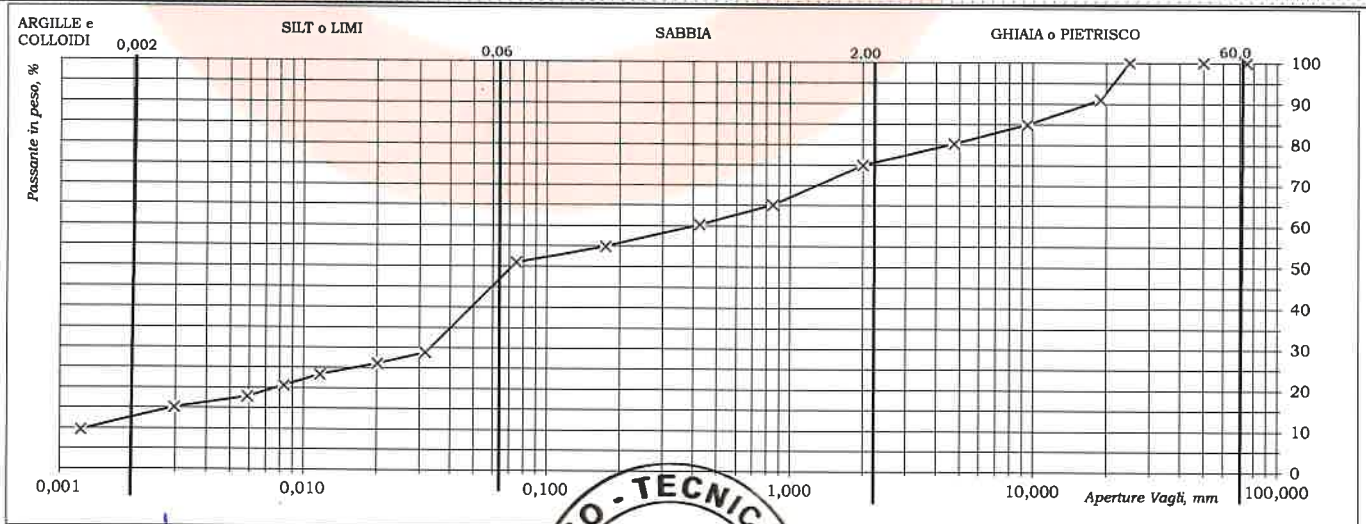
Fattore riduzione massa campione, FR: **0,749**
Riscontro, g: 0,00

ESITI

GHIAIE/PIETRISCO %			SABBIA %		SILT o LIMI %	ARGILLE E COLLOIDI %
25,1			**24,0**		**39,2**	**11,7**
Grossa	Media	Fine	Grossa	Fine		
0,0	15,1	10,0	14,6	9,3		

DENOMINAZIONE: **LIMO CON GHIAIA SABBIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO**

ELABORAZIONE GRAFICA - Curva Granulometrica



Il Direttore del Laboratorio:
Dott. Geol. Umberto Lonardo

GEO-TECNICA S.r.l. Z.I. Ponte Valentino 82100 BENEVENTO Autorizz. Min. III TT n° 99 del 19/03/2018 e succ. aut. Laboratorio Geotecnico - Prove Materiali Art. 59

Lo Sperimentatore:
Dott.ssa Geol. Michela Di Franza

GEO-TECNICA srl
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti
Concessione n° 99 del
19 Marzo 2018
D.P.R. n°380/2001-art.59
Laboratorio Prove su Terre e Rocce

PROVA di TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 350 del 14-lug-21 **CERTIFICATI N. 1074** del 25-gen-21

Mod. G.T- 7.5.1.2.b C

DATI GENERALI			
Committente:	Amministrazione comunale	Progetto:	Piano Urbanistico Attuativo - Zone di riqualificazione
Richiedente:	Dott. Geol. Giovanni Delli Bovi	Località:	Via Francesco Tedesco - Avellino (AV)

DATI DEL CAMPIONE							
Identificativo campione:	**S1C1**	Indisturbato	Prelievo del:	**13-lug-21**		Profondità, m:	**5,00-5,50**
Data ricevimento campione:		13-lug-21	Data apertura campione:		19-lug-21	Data inizio prova:	21-lug-21

TIPO DI PROVA:	Lenta: SI	Consolidata: SI	ATTREZZATURA:	Shearmatic- Cella Dinamometrica REP TCE Type Ts 0,5T matr. 510053
			Fattore di conversione:	1

DATI DEL CAMPIONE IN PROVA			SCATOLA DI TAGLIO			
Peso Specifico dei Grani (Gt*)	kN/m^3	26,61	Lato Fustella, cm	6,02	Altezza Fustella, cm	1,85
Contenuto Naturale in Acqua (media)	%	23,41%	**Velocità di taglio, mm/mn**	**0,008**	Sezione Fustella, cm^2	36,24

DETERMINAZIONI												
PROVINO	n	**1**			**2**				**3**			
Fustella Portacampione	n	**A**			**B**				**C**			
Massa Fustella	g	94,99			95,17				93,60			
Massa Fustella + Campione	g	211,30			212,01				210,33			
Massa Campione	g	116,31			116,84				116,73			
		PRIMA	**DOPO**	**Δ**	**PRIMA**	**DOPO**	**Δ**		**PRIMA**	**DOPO**	**Δ**	
Peso di Volume Naturale	kN/m^3	17,35	17,52	0,17	17,43	17,75	0,33		17,41	18,11	0,69	
Peso di Volume Secco	kN/m^3	14,06	14,20	0,14	14,12	14,39	0,26		14,11	14,67	0,56	
Indice dei Vuoti		0,893	0,875	-0,02	0,885	0,850	-0,03		0,886	0,814	-0,07	
Altezza Solidi	cm	1,203			1,209				1,207			

PROVINO n. 1									SFORZO NORMALE, kN/m^2:			**50,0**
Cedimenti, cm 0,018					Altezza Finale, cm		1,832		Consolidazione, %			0,98
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9				
Lettura cella dinamometrica	15	58	97	122	129	132	130	127				
0	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	17,00	17,00				
SFORZI di TAGLIO, kN/m^2	*4,1*	*15,8*	*26,4*	*33,2*	*35,1*	*36,0*	*35,4*	*34,6*				

PROVINO n. 2										SFORZO NORMALE, kN/m^2:		**100,0**
Cedimenti, cm 0,034					Altezza Finale, cm		1,816			Consolidazione, %		1,87
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2			
Lettura cella dinamometrica	21	96	156	196	212	217	219	218	213			
0	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33			
SFORZI di TAGLIO, kN/m^2	*5,7*	*26,2*	*42,5*	*53,4*	*57,8*	*59,1*	*59,7*	*59,4*	*58,0*			

PROVINO n. 3											SFORZO NORMALE, kN/m^2:		**200,0**
Cedimenti, cm 0,071					Altezza Finale, cm		1,779				Consolidazione, %		3,99
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6		
Lettura cella dinamometrica	31	154	255	329	379	400	415	423	424	423	420		
0%	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,70	0,70		
SFORZI di TAGLIO, kN/m^2	*8,4*	*42,0*	*69,5*	*89,6*	*103,2*	*109,0*	*113,0*	*115,2*	*115,5*	*115,2*	*114,4*		

RIEPILOGO

Provini	SFORZI, kN/m^2 Normali	di Taglio
3	**200,0**	115,5
2	**100,0**	59,7
1	**50,0**	36,0

OSSERVAZIONI: La prova è stata eseguita sulla parte fine ricostruita

Il Direttore del Laboratorio:
Dott. Geol. Umberto Lonardo

GEO-TECNICA Srl Z.I. Ponte Valentino 82100 BENEVENTO Autorizz. Min. II TT n° 99 del 19/03/2018 e succ. aut. Laboratorio Geotecnico D.P.R. 380/01 ART 59

Lo Sperimentatore:
Dott.ssa Geol. Michela Di Franza

PROVA di TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 350 **del 14-lug-21** **CERTIFICATI N. 1074** **del 25-gen-21** *pag. 2/2*

Mod. G.T- 7.5.1.2.b C

DATI GENERALI			
Committente:	Amministrazione comunale	Progetto:	Piano Urbanistico Attuativo - Zone di riqualificazione
Richiedente:	Dott. Geol. Giovanni Delli Bovi	Località:	Via Francesco Tedesco - Avellino (AV)

DATI DEL CAMPIONE							
Identificativo campione:	**S1C1**	Indisturbato	Prelievo del:	**13-lug-21**		Profondità, m:	**5,00-5,50**
Data ricevimento campione:		13-lug-21	Data apertura campione:		19-lug-21	Data inizio prova:	21-lug-21

ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Sforzi di Taglio - Deformazioni

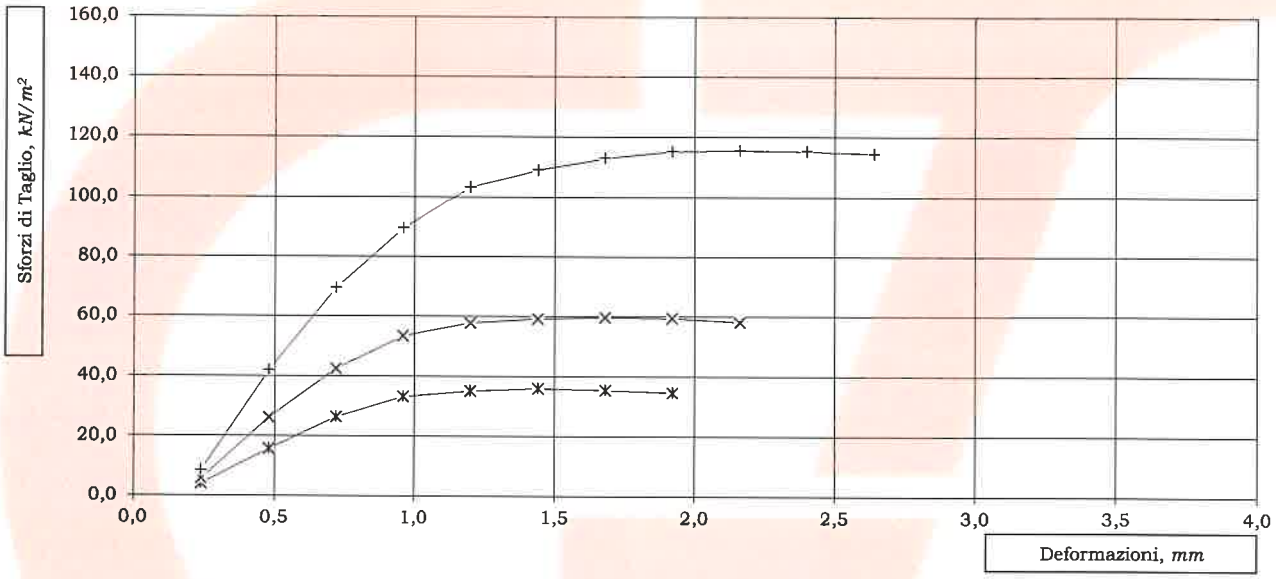
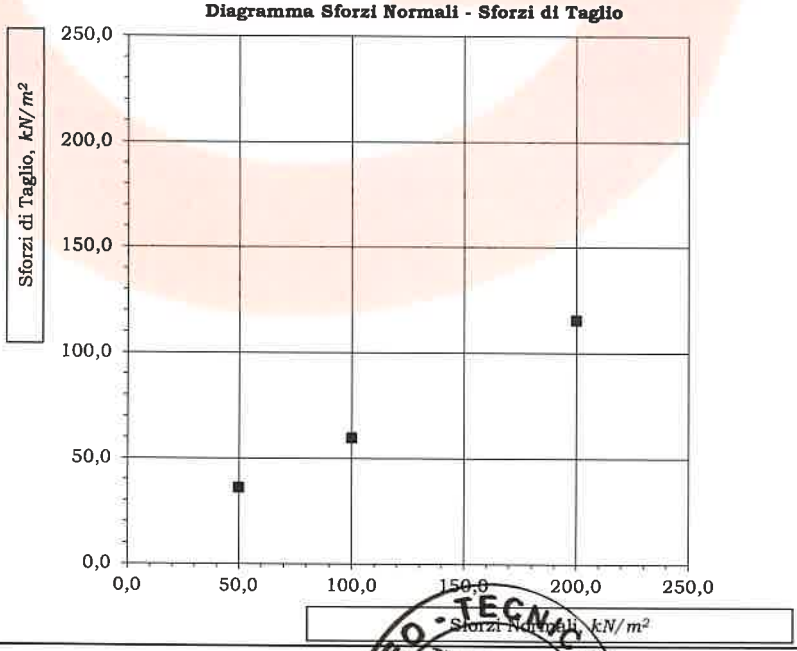


Diagramma Sforzi Normali - Sforzi di Taglio



GEO - TECNICA Srl
Z.I. Ponte Valentino
82100 BENEVENTO
Autorizz. Min. II TT n° 99 del 19/03/2018 e succ. aut.
Laboratorio GEOTECNICO - DPR 380/01 Art. 59

Lo Sperimentatore:
Dott.ssa Geol. Michela Di Franza

GEO-TECNICA srl
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti
Concessione n° 99 del
19 Marzo 2018
D.P.R. n°380/2001–art.59
Laboratorio Prove su Terre e Rocce

PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 350 del 14-lug-21 **CERTIFICATI N. 1075 del 25-gen-21**

Mod. G.T- 7.5.1.2.a.p C

DATI GENERALI

Committente:	Amministrazione comunale	Progetto:	Piano Urbanistico Attuativo - Zone di riqualificazione
Richiedente:	Dott. Geol. Giovanni Delli Bovi	Località:	Via Francesco Tedesco - Avellino (AV)

DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione:	**S1C1**	Indisturbato	Prelievo del:	**13-lug-21**	Profondità, m: **5,00-5,50**
Data ricevimento campione:	13-lug-21		Data apertura campione:	19-lug-21	Data inizio prova: 19-lug-21

DATI DEL CAMPIONE IN PROVA		
Peso Specifico dei Grani (Gt*)	kN/m^3	26,61
Contenuto Naturale in Acqua	%	23,41

ATTREZZATURA	
Marca:	CONTROLS Mod. T302
Trasduttore di spostamento	CH 01

DETERMINAZIONI

Anello Portaprovino n.	P				
Øinterno Anello, *cm*	5,06	Altezza Anello, *cm*	2,00	Massa Anello+Campione, *g*	135,02
Massa Anello, *g*	64,92	Area Base Anello, cm^2	20,11	Massa Campione, *g*	70,10

CELLA ALLAGATA

	PRIMA	DOPO	Δ
Peso Volume Naturale, kN/m^3	17,43	21,37	3,94
Peso Volume Secco, kN/m^3	14,12	17,36	3,24
Indice dei Vuoti	0,884	0,533	-0,351
Altezza Solidi, *cm*	1,061		

CONTENUTO in ACQUA DOPO PROVA		
Contenitore, *n*	*E2*	
Massa Contenitore, *g*	20,95	
Massa Cont+Terra Umida, *g*	96,28	**w %**
Massa Cont+Terra Secca, *g*	82,14	**23,11**

DATI della PROVA

Tempi	15"	30"	1'	2'	4'	8'	15'	30'	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h	2H^
	0,25	*0,50*	*1,00*	*2,00*	*4,00*	*8,00*	*15,00*	*30,00*	*60,00*	*120,00*	*240,00*	*480,00*	*720,00*	*1440,00*	
kPa	**Misure al Comparatore Centesimale**														*cm*
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,9990
50	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	1,9810
100	23	24	26	28	32	34	36	39	41	42	44	45	46	48	1,9520
200	52	53	54	56	59	64	69	76	83	86	87	88	89	90	1,9100
400	93	94	96	100	107	119	129	138	145	149	153	154	155	155	1,8450
800	160	161	163	168	175	189	205	224	239	243	244	245	245	245	1,7550
1600	251	252	253	255	262	275	290	314	335	356	364	368	369	369	1,6310
400	368	368	367	367	366	365	364	363	362	360	359	358	357	357	1,6430
100	355	354	353	351	351	349	348	347	345	345	344	342	341	340	1,6600
25	332	332	332	330	330	328	327	326	325	323	322	321	320	319	1,6810

FASE DI CARICO

Pressioni Applicate		*kPa*	0	25	50	100	200	400	800	1600
Altezza Campione	*2H^*	*cm*	2,000	1,999	1,981	1,952	1,910	1,845	1,755	1,631
Altezza Vuoti		*cm*	0,939	0,938	0,920	0,891	0,849	0,784	0,694	0,570
Indice Vuoti	*e*		0,884	0,883	0,866	0,839	0,800	0,738	0,653	0,537
Indice di Compressibilità	*Cc*				0,056	0,091	0,131	0,203	0,282	0,388
Modulo Edometrico	***Ed***	kN/m^2			**2776**	**3416**	**4648**	**5877**	**8200**	**11323**
Consolidazione		%		0,050	0,959	2,459	4,712	8,401	13,960	22,624

FASE DI SCARICO

Pressioni Applicate		*kPa*				400	100	25
Altezza Campione	*2H^*	*cm*				1,643	1,660	1,681
Altezza Vuoti		*cm*				0,582	0,599	0,620
Indice Vuoti	*e*					0,548	0,564	0,584
Indice di Rigonfiamento	*Cs*					0,019	0,027	0,033

PROVA di PERMEABILITA'

Sezione Buretta	cm^2	0,44							
Altezza Acqua Inizio Prova	*cm*								
Altezza Acqua Fine Prova	*cm*								
Intervallo di Tempo (ΔT)	*s*								
Coefficiente di Permeabilità	*cm/s*								
Carichi kPa		25	50	100	200	400	800	1600	

Note:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

GEO-TECNICA Srl Z.I. Ponte Valentino 82100 BENEVENTO Autorizz. Min. n° 99 del 19/03/2018 Laboratorio Geotecnico - D.P.R. 380/01 Art. 59

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza

PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 350 del 14-lug-21 **CERTIFICATI N. 1075 del 25-gen-21** *pag. 2/3*

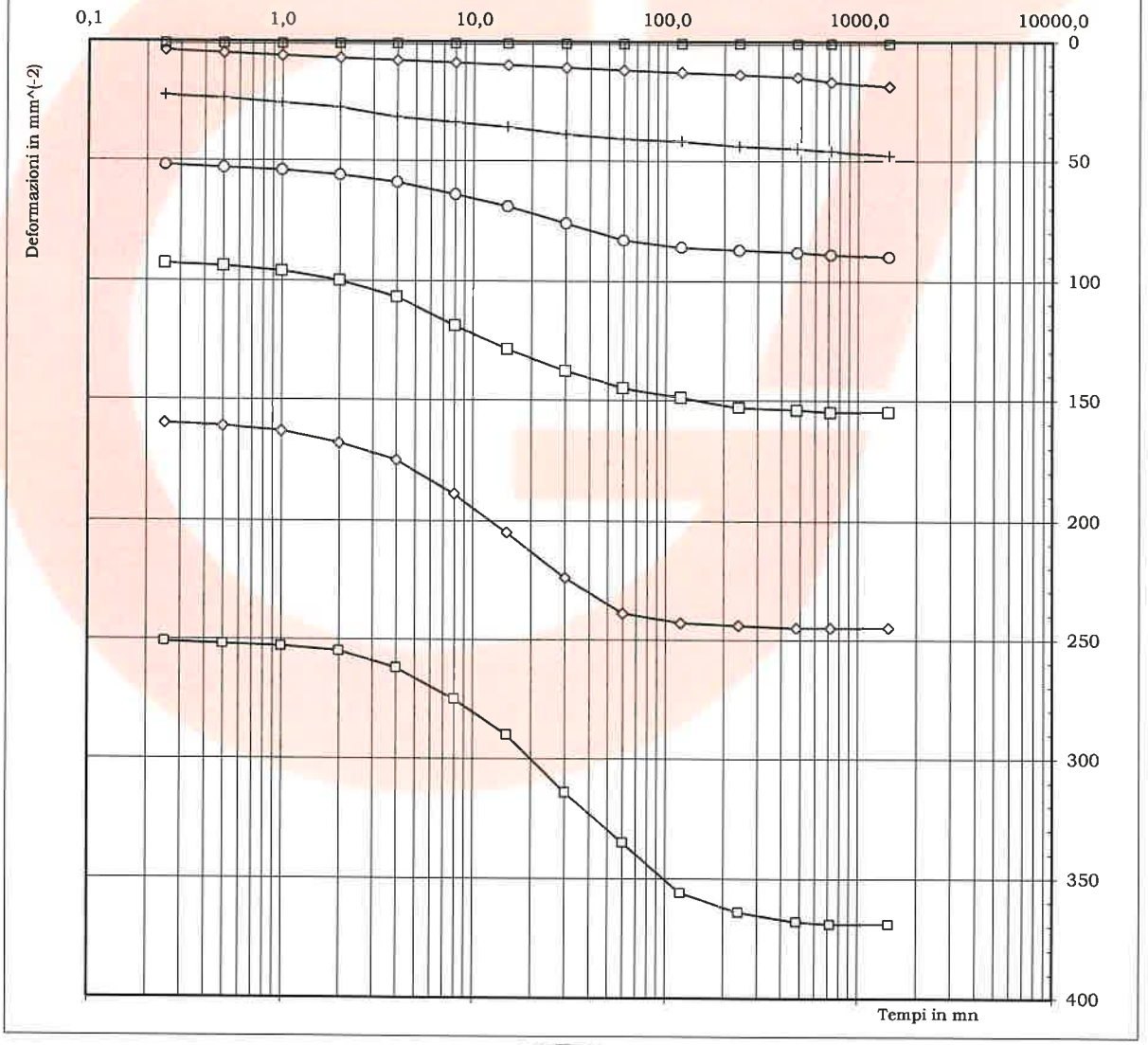
Mod. G.T- 7.5.1.2.a.p C

DATI GENERALI			
Committente:	Amministrazione comunale	Progetto:	Piano Urbanistico Attuativo - Zone di riqualificazione
Richiedente:	Dott. Geol. Giovanni Delli Bovi	Località:	Via Francesco Tedesco - Avellino (AV)

DATI DEL CAMPIONE					
Identificativo campione:	**S1C1** Indisturbato	Prelievo del:	**13-lug-21**	Profondità, m:	**5,00-5,50**
Data ricevimento campione:	13-lug-21	Data apertura campione:	19-lug-21	Data inizio prova:	19-lug-21

ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Tempi - Deformazioni



GEO-TECNICA Srl Z.I. Ponte Valentino 82100 BENEVENTO Autorizz. Min. II TT n° 99 del 19/03/2018 e succ. aut. Laboratorio GEOTECNICO - D.P.R. 380/01 ART. 59

Lo Sperimentatore:
Dott.ssa Geol. Michela Di Franza

PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 350 del 14-lug-21 **CERTIFICATI N. 1075 del 25-gen-21** *pag. 3/3*

Mod. G.T- 7.5.1.2.a.p C

DATI GENERALI			
Committente:	Amministrazione comunale	Progetto:	Piano Urbanistico Attuativo - Zone di riqualificazione
Richiedente:	Dott. Geol. Giovanni Delli Bovi	Località:	Via Francesco Tedesco - Avellino (AV)

DATI DEL CAMPIONE					
Identificativo campione: **S1C1**	Indisturbato	Prelievo del:	**13-lug-21**	Profondità, m:	**5,00-5,50**
Data ricevimento campione:	13-lug-21	Data apertura campione:	19-lug-21	Data inizio prova:	19-lug-21

ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Carichi - Indice dei Vuoti

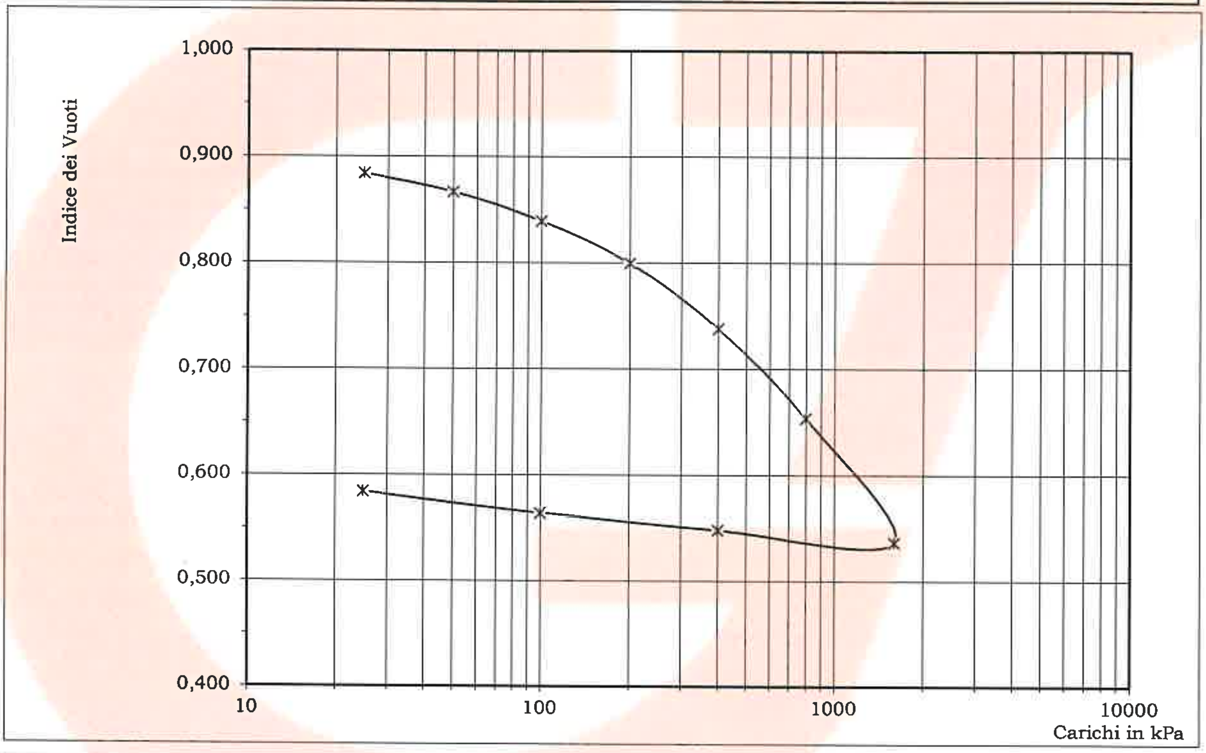
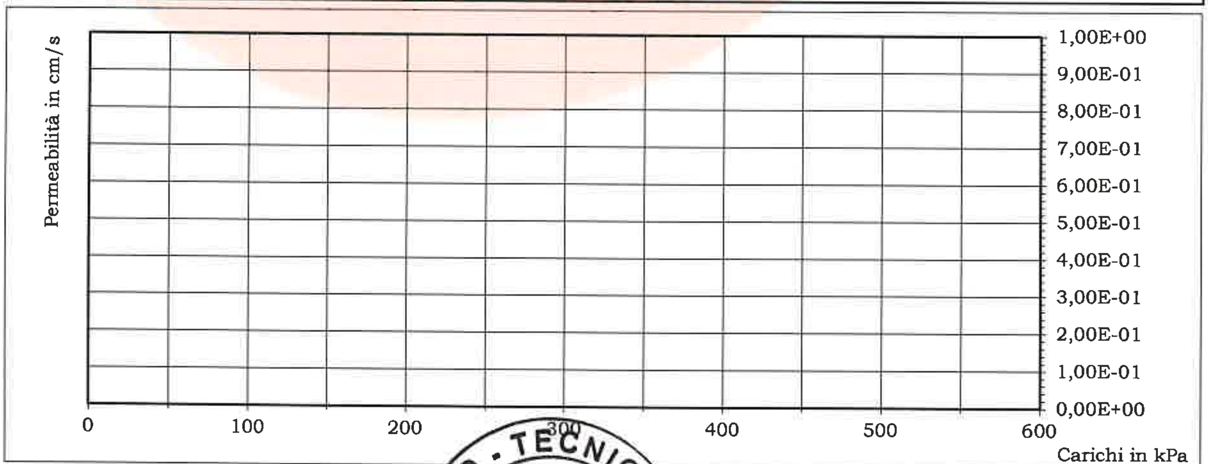


Diagramma Carichi - Coefficiente di permeabilità

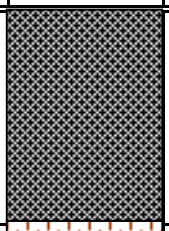
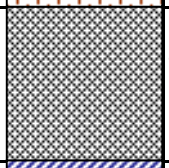
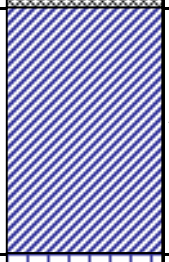
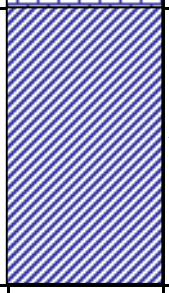


GEO-TECNICA srl Z.I. Ponte Valentino 82100 BENEVENTO Autorizz. Min. II TT n° 99 del 19/03/2018 e succ. aut.

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 160**
lavoro: Piani Esecutivi	
cantiere: centro storico-Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
3.00	3.00		Riporto diverso						
4.50	1.50		Argille limose fini piroclastiche, a debole consistenza						
6.50	2.00		Tufo grigio completamente alterato in sabbie limose						
9.50	3.00		Argilla avana plastica, satura, a modesta consistenza						
10.00	0.50		Trovante calcareo						
14.00	4.00		Argilla verdastra, mediamente consolidata, plastica, satura						

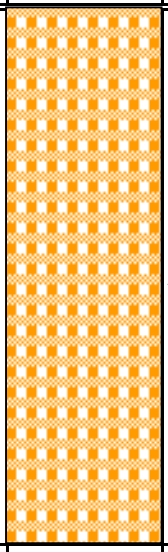
Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 174**
lavoro: P.I.P.	
cantiere: Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
1.50	1.50		Terreno agrario		3.00				
2.80	1.30		Sabbia						
3.30	0.50		Tufo grigio						
4.00	0.70		Sabbia						
7.00	3.00		Limo sabbioso						
20.00	13.00		Ghiaia calcarea con matrice sabbiosa						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 175a**
lavoro: P.I.P.	
cantiere: Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
1.00	1.00		Terreno agrario						
3.00	2.00		Sabbia grigio-scura		3.00				
3.80	0.80		Pomici						
4.30	0.50		Arenaria						
6.00	1.70		Puddinghe						
7.50	1.50		Argilla sabbiosa						
15.50	8.00		Calcare marnoso						
17.00	1.50		Arenaria						
17.80	0.80		Argilla						
20.00	2.20		Arenaria con ciottoli						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 175b**
lavoro: P.I.P.	
cantiere: Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
27,00	7,00		Arenaria con ciottoli						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 178 a**
lavoro: P.I.P.	
cantiere: Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
1.20	1.20		Terreno agrario						
3.10	1.90		Sabbia limosa bruna						
8.70	5.60		Argilla sabbiosa gialla						
8.90	0.20		Calcare marnoso						
9.10	0.20		Argilla sabbiosa						
10.20	1.10		Calcare marnoso						
15.00	4.80		Puddinghe con elementi calcareo-marnosi						
20.50	5.50		Calcare marnoso con intervalli argillosi						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 178b**
lavoro: P.I.P.	
cantiere: Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
30,00	10,00		Arenaria semicoerente						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 179a**
lavoro: P.I.P.	
cantiere: Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
1.20	1.20		Terreno agrario		2.30				
2.30	1.10		Limo sabbioso-argilloso bruno						
4.20	1.90		Sabbia grigio-scuro						
9.20	5.00		Limo sabbioso-argilloso bruno						
10.20	1.00		Argilla gialla						
14.00	3.80		Puddinghe con elementi calcareo-marnosi						
20.00	6.00		Ciottoli in matrice sabbiosa						

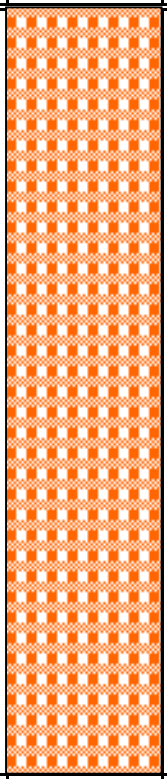
Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 179b**
lavoro: P.I.P.	
cantiere: Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
30,00	10,00		Ciottoli in matrice sabbiosa						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 180a**
lavoro: P.I.P.	
cantiere: Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
1.20	1.20		Terreno agrario						
2.30	1.10		Sabbia grigio-scura		2.30				
6.70	4.40		Limo sabbioso-argilloso bruno						
15.30	8.60		Argilla sabbiosa giallastra						
16.50	1.20		Calcare marnoso						
18.00	1.50		Arenaria semicoerente						
20.00	2.00		Argilla sabbiosa con pezzame lapideo (calcare marnoso)						

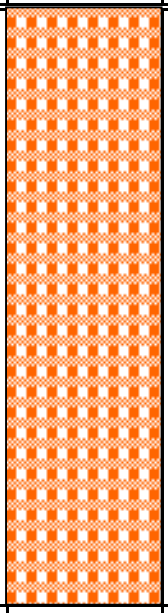
Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 180b**
lavoro: P.I.P.	
cantiere: Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
30,00	10,00		Argilla sabbiosa con pezzame lapideo (calcareo-marnoso)						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 182a**
lavoro: P.I.P.	
cantiere: Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
0.50	0.50		Terreno agrario		3.00				
1.50	1.00		Limo sabbioso bruno						
4.00	2.50		Sabbia grigio-scura						
7.00	3.00		Limo sabbioso bruno						
11.30	4.30		Argilla sabbiosa giallo-rossastra						
20.00	8.70		Brecce calcaree e calcareo-marnose con interstrati di argille sabbiose						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 182b**
lavoro: P.I.P.	
cantiere: Avellino	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
27,50	7,50		Brecce calcaree e calcareo-marnose con interstrati di argille sabbiose						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.R.

cantiere: Via F. Tedesco-Pianodardine

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 183a

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera: strumento	falda acquifera: profondità falda (m)	prelievo campioni: tipo di campionamento	prelievo campioni: profondità prelievo (m)	S.P.T.: tipo	S.P.T.: Prof. / N_1-N_2-N_3
5.60	5.60		Sabbia limosa bruna con minute pomici (pozzolana)						
7.90	2.30		Sabbia limosa bruna con minute pomici a tratti argillosa			cilindro campionatore	7.10-7.70	scarpa chiusa	7.70-8.15 4-7-5
13.50	5.60		Argilla limosa deb. sabbiosa grigio-giallastra con ghiaia e brecciole parzialmente degradate						
20.00	6.50		Brecce calcaree, calcitiche e calcarenitiche anche di grosse dimensioni, con livelletti sabbioso-limosi, grigio-giallastri						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 183b**
lavoro: P.D.R.	
cantiere: Via F. Tedesco-Pianodardine	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
27,50	7,50		Brecce calcaree, calcitiche e calcarenitiche anche di grosse dimensioni, con livelletti sabbioso-limosi grigio-giallastri						
29,60	2,10		Sabbia debolmente limosa grigio-giallastra						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.R.

cantiere: Via F. Tedesco - Pianodardine

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 184a

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera: strumento	falda acquifera: profondità falda (m)	prelievo campioni: tipo di campionamento	prelievo campioni: profondità prelievo (m)	S.P.T.: tipo	S.P.T.: Prof. / N_1-N_2-N_3
1.50	1.50		Sabbia limosa con materiale di riporto						
3.70	2.20		Tufo giallo						
6.40	2.70		Argilla limosa debolmente sabbiosa con minuti detriti			cilindro campionatore	5.80-6.40	scarpa chiusa	6.80-7.25
13.40	7.00		Argilla debolmente limosa grigio-verdastra						11-14-15
15.10	1.70		Argilla debolmente limosa con brecce calcaree, calcarenitiche e marnose						
15.50	0.40		Calcare						
18.90	3.40		Ciottoli e brecce calcaree e calcarenitiche con intercalcalazioni di limo argilloso grigio-giallastro						
20.00	1.10		Sabbia limosa debolmente argillosa grigio-giallastra						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 184b**
lavoro: P.D.R.	
cantiere: Via F. Tedesco-Pianodardine	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
25,00	5,00		Sabbia limosa debolmente argillosa grigio-giallastra						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.R.

cantiere: Via F. Tedesco - Pianodardine

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 185

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
1.00	1.00		Sabbia limosa bruno-giallastra con elementi poligenici di riporto						
4.50	3.50		Sabbia limosa grigio-giallastra con minuti detriti e brecce calcaree						
6.50	2.00		Brecce calcaree e calcarenitiche con intercalcati livelletti sabbioso-limosi grigio-giallastri						
10.50	4.00		Brecce calcaree e calcarenitiche con intercalcati livelletti sabbioso-limosi grigiastri						
12.20	1.70		Argilla deb. marnosa grigiastra con minuti detriti prevalentemente calcarei degradati						
13.50	1.30		Argilla deb. marnosa con ciottoli e brecce calcaree e calcarenitiche						
17.00	3.50		Brecce, ciottoli e ghiaia prevalentemente calcarei con sabbia limosa grigio-giallastra						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.R.

cantiere: Via F. Tedesco - Pianodardine

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 186

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
1.50	1.50		Sabbia limosa con materiale eterogeneo di riporto		4.20				
3.40	1.90		Limo sabbioso argilloso bruno a tratti bruno-rossastro						
5.10	1.70		Argilla limosa giallastra con miniti detriti e brecciole marnose						
12.00	7.90		Ciottoli e brecce calcaree, calcarenitiche e marnose con livelletti di sabbia limosa grigio giallastra						
16.50	3.50		Ciottoli, brecce e ghiaia in matrice sabbioso-limosa grigio giallastra						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.R.

cantiere: Via F. Tedesco - Pianodardine

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 187a

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera: strumento	falda acquifera: profondità falda (m)	prelievo campioni: tipo di campionamento	prelievo campioni: profondità prelievo (m)	S.P.T.: tipo	S.P.T.: Prof. / N_1-N_2-N_3
0.90	0.90		Terreno vegetale pozzolanico						
2.00	1.10		Tufo giallo						
3.80	1.80		Argilla limosa bruna					scarpa chiusa	3.40-3.85
5.80	2.00		Argilla limosa grigio giallastra con venature grigiastre e con minuti detriti marnosi degradati						6-3-6
8.20	2.40		Argilla limosa giallastra ricca di detriti e ciottoli in prevalenza calcarei e calcareo marnosi						
16.00	7.80		Ciottoli, brecce e ghiaia prevalentemente calcarei in matrice sabbioso limosa grigio giallastra						
16.80	0.80		Ciottoli e ghiaia in matrice grigiastra						
18.80	2.00		Argilla debolmente marnosa grigiastra						
20.00	1.20		Limo argilloso-sabbioso grigio-verdastro con venature grigiastre ricco di brecciole poligeniche						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 187b**
lavoro: P.D.R.	
cantiere: Via F. Tedesco-Pianodardine	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
23,20	3,20		Limo argilloso-sabbioso grigio-verdastro con venature grigiastre ricco di brecciole poligeniche						
25,00	1,80		Argilla sabbiosa grigio-giallastra con minuti elementi poligenici parzialmente degradati						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.R.

cantiere: Via F. Tedesco - Pianodardine

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 188

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera: strumento	falda acquifera: profondità falda (m)	prelievo campioni: tipo di campionamento	prelievo campioni: profondità prelievo (m)	S.P.T.: tipo	S.P.T.: Prof. / N_1-N_2-N_3
1.50	1.50		Sabbia limosa bruno-grigiastra con elementi poligenici di riporto						
4.20	2.70		Sabbia limosa bruna			cilindri campionatori	3.00-3.60	scarpa chiusa	3.60-4.05 4-5-5
6.20	2.00		Sabbia debolmente limosa grigiastra						
7.00	0.80		Limo argilloso-sabbioso bruno-giallastro						
8.20	1.20		Argilla debolmente marnosa grigiastra				7.00-7.60		7.60-8.05 5-6-10
14.00	5.80		Argilla marnosa sabbiosa grigiastra						9.00-9.45 12-20-29
16.00	2.00		Marna argillosa grigiastra						
18.70	2.70		Argilla marnosa grigiastra						
19.50	0.80		Marna argillosa sabbiosa grigio-verdastra						
20.80	1.30		Argilla marnosa grigiastra						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.R.

cantiere: Via F. Tedesco - Pianodardine

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 200a

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera: strumento	falda acquifera: profondità falda (m)	prelievo campioni: tipo di campionamento	prelievo campioni: profondità prelievo (m)	S.P.T.: tipo	S.P.T.: Prof. / N_1-N_2-N_3
0.30	0.30		Pavimentazione e massicciata stradale						
1.30	1.00		Limo sabbioso bruno con elementi poligenici di riporto e frustoli vegetali						
1.80	0.50		Sabbia pomicea giallastra						
3.50	1.70		Limo sabbioso bruno con rade pomici degradate			cilindri campionatori	2.00-2.60	scarpa chiusa	2.60-3.05 2-3-3
4.50	1.00		Sabbia pomicea limosa bruno-giallastra						
6.00	1.50		Sabbia limosa grigiastra						
8.00	2.00		Limo sabbioso debolmente argilloso giallastro con sporadici detriti poligenici				6.00-6.50		
8.50	0.50		Limo sabbioso deb. argilloso con ciottoli e ghiaia prevalentemente calcarei						
10.50	2.00		Limo sabbioso deb. argilloso grigio giallastro con ciottoli e ghiaia prevalentemente calcarei						
13.00	2.50		Alternanza di elementi calcareo-arenitici e marnosi con sabbie limose deb. argillose brune						
19.50	6.50		Brecce calcaree e calcareo-marnose con sabbia limosa debolmente argillosa grigio-giallastra						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 200 b**
lavoro: P.D.R.	
cantiere: Via F. Tedesco-Pianodardine	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
22,50	3,00		Ciottoli, brecce e ghiaia calcarei ed arenitici						
25,00	2,50		Sabbia limosa debolmente argillosa ricca di minuti detriti poligenici						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.R.

cantiere: Via F. Tedesco - Pianodardine

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 201

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera: strumento	falda acquifera: profondità falda (m)	prelievo campioni: tipo di campionamento	prelievo campioni: profondità prelievo (m)	S.P.T.: tipo	S.P.T.: Prof. / N_1-N_2-N_3
1.00	1.00		Sabbia limosa bruna ricca di pomici						
1.30	0.30		Sabbia pomicea grigiastra						
2.00	0.70		Sabbia limosa bruna						
4.80	2.80		Sabbia limosa bruno-giallastra				3.00-3.60	scarpa chiusa	3.60-4.05 / 3-4-6
5.40	0.60		Sabbia debolmente limosa bruno-giallastra						
6.00	0.60		Sabbia debolmente limosa grigio-giallastra						
7.80	1.80		Sabbia debolmente argillosa						
8.00	0.20		Limo sabbioso deb. argilloso giallastro						
14.30	6.30		Brecce, ciottoli e ghiaia poligenici con sabbia limosa grigio-giallastra						
14.80	0.50		Sabbia limosa argillosa grigiastra						
16.00	1.20		Argilla siltosa grigiastra						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.Z.

cantiere: Via F. Tedesco

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 202a

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera: strumento	falda acquifera: profondità falda (m)	prelievo campioni: tipo di campionamento	prelievo campioni: profondità prelievo (m)	S.P.T.: tipo	S.P.T.: Prof. / N_1-N_2-N_3
3.00	3.00		Riporto: Ciottoli calcarei e piccoli blocchi di laterizi in matrice sabbiosa deb. limosa	tubo piezometrico					3.00-3.45 4-11-7
4.80	1.80		Terreno vegetale piroclastico: sabbia limosa con pomici			cilindri campionatori	4.00-4.60		
6.80	2.00		Sabbia limosa a legante argillosa, addensata		6.00		6.00-6.60		6.00-6.30 1-1
8.60	1.80		Piroclastite: sabbia grossolana ben addensata						
18.80	10.20		Impasto di tipo conglomeratico formato da ciottoli arrotondati e brecce di varie dimensioni, con scarsa sabbia, immersi in legante argilloso-limoso						9.00-9.12 50-R
20.00	1.20		conglomerato						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.R.

cantiere: Via F. Tedesco-Pianodardine

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 202b

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
20.70	0.70		Ghiaia, sabbia e ciottoli a spigoli vivi	tubo piezometrico					
26.00	5.30		Sabbia a grana fine						
30.00	4.00		Sabbia grossolana giallastra						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.Z.

cantiere: Via F. Tedesco

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 203a

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera: strumento	falda acquifera: profondità falda (m)	prelievo campioni: tipo di campionamento	prelievo campioni: profondità prelievo (m)	S.P.T.: tipo	S.P.T.: Prof. / N_1-N_2-N_3
1.10	1.10		Riporto: sabbia medio-grossolana con ciottoli e frammenti	tubo piezometrico					
2.30	1.20		Terreno vegetale piroclastico:sabbia limosa con pomici		2.00				
3.40	1.10		Sabbia limosa con ghiaia e ciottoli (ϕ max 5 cm)				2.50-3.10		3.10-3.38
5.00	1.60		Piroclastiti: sabbia limosa grigia, con ciottoli arrotondati						11-50-R
6.70	1.70		Piroclastiti formate da sabbia limosa con resti vegetali e livelletti di frammenti marnosi arenacei						5.00-5.42 40-49-R
20.00	13.30		Impasto di tipo conglomeratico formato da ciottoli arrotondati e breccia di varie dimensioni, con scarsa sabbia, immersi in legante-argilloso limoso						9.50-9.76 48-R

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 203b**
lavoro: P.D.Z.	
cantiere: Via F. Tedesco-Pianodardine	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
28,00	8,00		Impasto di tipo conglomeratico formato da ciottoli arrotondati e breccia di varie dimensioni, con scarsa sabbia, immersi in legante argilloso-limoso	tubo piezometrico					
30,00	2,00		Impasto di tipo conglomeratico formato da ciottoli arrotondati e breccia di varie dimensioni, con maggiore frazione sabbiosa						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.Z.

cantiere: Via F. Tedesco

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 204a

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera: strumento	falda acquifera: profondità falda (m)	prelievo campioni: tipo di campionamento	prelievo campioni: profondità prelievo (m)	S.P.T.: tipo	S.P.T.: Prof. / N_1-N_2-N_3
0.40	0.40		Terreno vegetale costituito da piroclastite e sabbia limosa con pomici	tubo piezometrico	1.20				
2.00	1.60		Argilla limosa grigio-marrone						1.50-1.95 3-4-7
4.00	2.00		Argilla limoso-sabbiosa grigio-marrone con frazione limoso-sabbiosa più abbondante nella parte bassa			cilindri campionatori	3.00-3.60		3.60-4.05 6-14-14
8.00	4.00		Argilla grigio-azzurra con limo e sabbia giallastra				6.00-6.60		6.60-7.05 7-11-18
12.00	4.00		Argilla limoso-sabbiosa grigio-azzurra						9.00-9.45 12-18-24
20.00	8.00		Argilla grigio-verde con limo sabbioso giallastro e raro ghiaietto						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 204b**
lavoro: P.D.Z.	
cantiere: Via F. Tedesco-Pianodardine	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
21,00	1,00		Argilla limosa deb. sabbiosa grigio-verde	tubo piezometrico					
23,00	2,00		Argilla grigio-verde con limo sabbioso giallastro						
30,00	7,00		Argilla limosa grigio-azzurra, locale presenza di veli sabbiosi						

Ditta esecutrice:

lavoro: P.D.Z.

cantiere: Via F. Tedesco

metodo di perforazione: rotazione

SONDAGGIO N. 205a

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera: strumento	falda acquifera: profondità falda (m)	prelievo campioni: tipo di campionamento	prelievo campioni: profondità prelievo (m)	S.P.T.: tipo	S.P.T.: Prof. / N_1-N_2-N_3
1,00	1,00		Sabbia medio-fine limosa marrone con frammenti litici e di quarzo			cilindro campionatore	1.60-2.10		2.10-2.55 2-3-7
1,30	0,30		Limo argilloso chiaro						
2,10	0,80		Sabbia medio-grossolana deb. limosa grigio-marrone						
4,30	2,20		Argilla limosa giallastra con frammenti litici (ϕ max 5 cm)						4.50-4.95 9-14-22
6,30	2,00		Argilla grigia con inclusi frammenti carbonatici e marnosi (ϕ max 6 cm), da spigolosi ad arrotondati						
7,50	1,20		Limo sabbioso-argilloso grigio-marrone con frammenti carbonatici (ϕ max 7 cm) da spigolosi ad arrotondati						
8,05	0,55		Alternanze di ciottoli arenacei ed argilla limosa grigio-marrone						
12,00	3,95		Alternanze di limo argilloso-sabbioso giallastro e di argilla limosa. Presenza di frammenti quarzosi e carbonatici (ϕ max 7-8 cm), da spigolosi ad arrotondati						
19,80	7,80		Impasto di tipo conglomeratico formato da ciottoli arrotondati e breccia di varie dimensioni, con scarsa sabbia, immersi in legante argilloso-limoso giallastro						

Ditta esecutrice:	**SONDAGGIO N. 205b**
lavoro: P.D.Z.	
cantiere: Via F. Tedesco-Pianodardine	
metodo di perforazione: rotazione	

profondità dal p.c. (m)	potenza strati (m)	simbologia	descrizione litologica	falda acquifera		prelievo campioni		S.P.T.	
				strumento	profondità falda (m)	tipo di campionamento	profondità prelievo (m)	tipo	Prof. / N_1-N_2-N_3
26,00	6,20		Impasto di tipo conglomeratico formato da ciottoli arrotondati e breccia di varie dimensioni, con scarsa sabbia, immersi in legante argilloso-limoso grigio-scuro						

Carta delle indagini - Scala 1:4.000

Planimetria indagini - Scala 1:500

h/v

S1

LEGENDA

42 Sondaggi geognostici P.U.C.

Stendimenti sismica a rifrazione P.U.C.

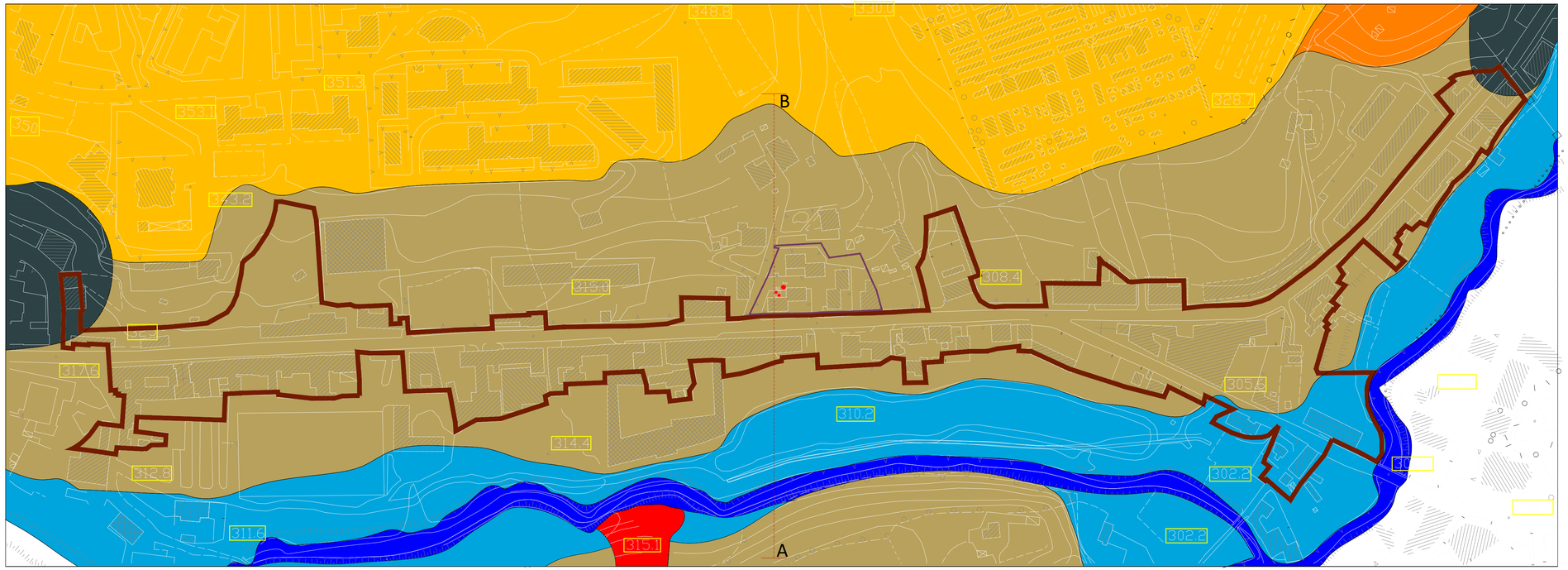
S1 Sondaggio a carotaggio continuo ex novo

h/v Indagine sismica HVSR

Perimetro Storico B2
Via Francesco Tedesco

Perimetro Aree soggette a recupero
Rinnovo Urbano art. 15 NTA

CARTA GEOLITOLOGICA - scala 1:2.000

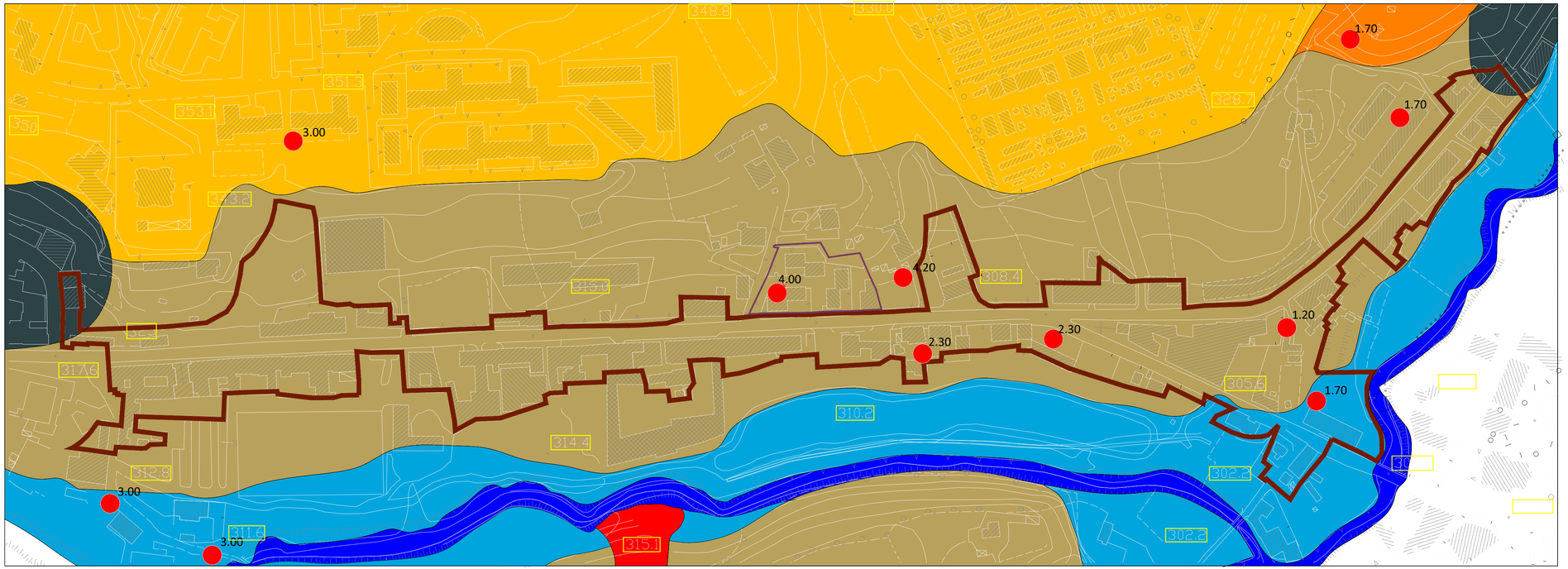


LEGENDA

- Depositi alluvionali antichi e recenti *(Olocene - Pleistocene sup.)*
- Depositi piroclastici recenti *(Olocene - Pleistocene sup.)*
- Ignimbrite campana *(Pleistocene sup.)*
- Conglomerati poligenici Supersintema di Ariano *(Pleistocene inf. - Pliocene sup.)*
- Argille grigio azzurre *(Messiniano)*
- Aree in frana *(Olocene)*
- A — B Traccia di sezione geologica
- Perimetro Storico B2 Via Francesco Tedesco
- Perimetro Aree soggette a recupero Rinnovo Urbano art. 15 NTA

ORDINE DEI GEOLOGI - della Regione Campania - Dr. Geol. DELLI BOVI GIOVANNI A.P. 2435

CARTA IDROGEOLOGICA - scala 1:2.000



LEGENDA

Complesso alluvionale : Permeabilità per porosità variabile a seconda della granulometria. Generalmente bassa per il prevalere della frazione fine. Circolazione idrica per falde sovrapposte.
CIP = 20% Q

Depositi piroclastici recenti : permeabilità per porosità medio bassa. Circolazione idrica modesta sub-superficiale nei terreni più grossolani.
CIP=10%Q

Ignimbrite campana: Permeabilità bassa per porosità e fessurazione
CIP = 10%Q

Conglomerati poligenici : porosità medio-bassa per porosità per la presenza di notevole frazione argillosa.
CIP = 40%Q

Impermeabile relativo.
Sporadica e trascurabile circolazione nei livelli litoidi fraturati.

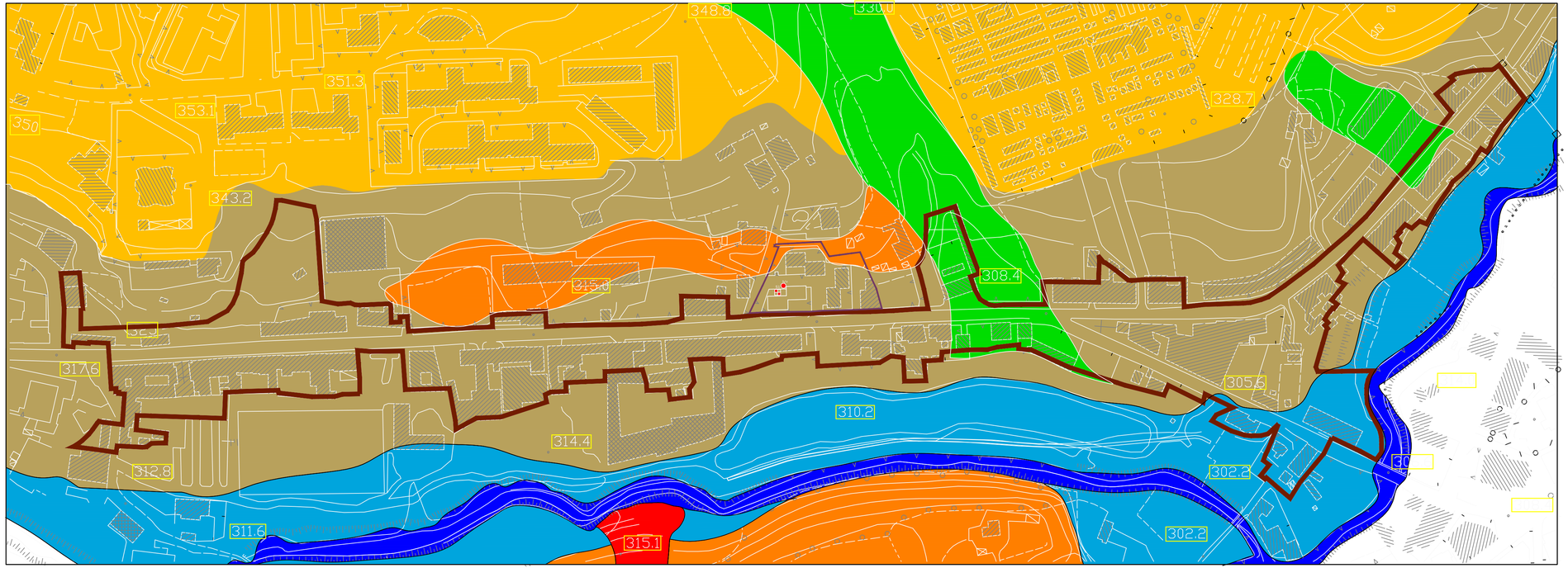
3.00 Misura puntuale profondità della falda

Perimetro Storico B2
Via Francesco Tedesco

Perimetro Aree soggette a recupero
Rinnovo Urbano art. 15 NTA

ORDINE DEI GEOLOGI - della Regione Campania -
Dr. Geol. DELLI BOVI GIOVANNI
A/P 2435

CARTA GEOMORFOLOGICA E DELLA STABILITA' - scala 1:2.000



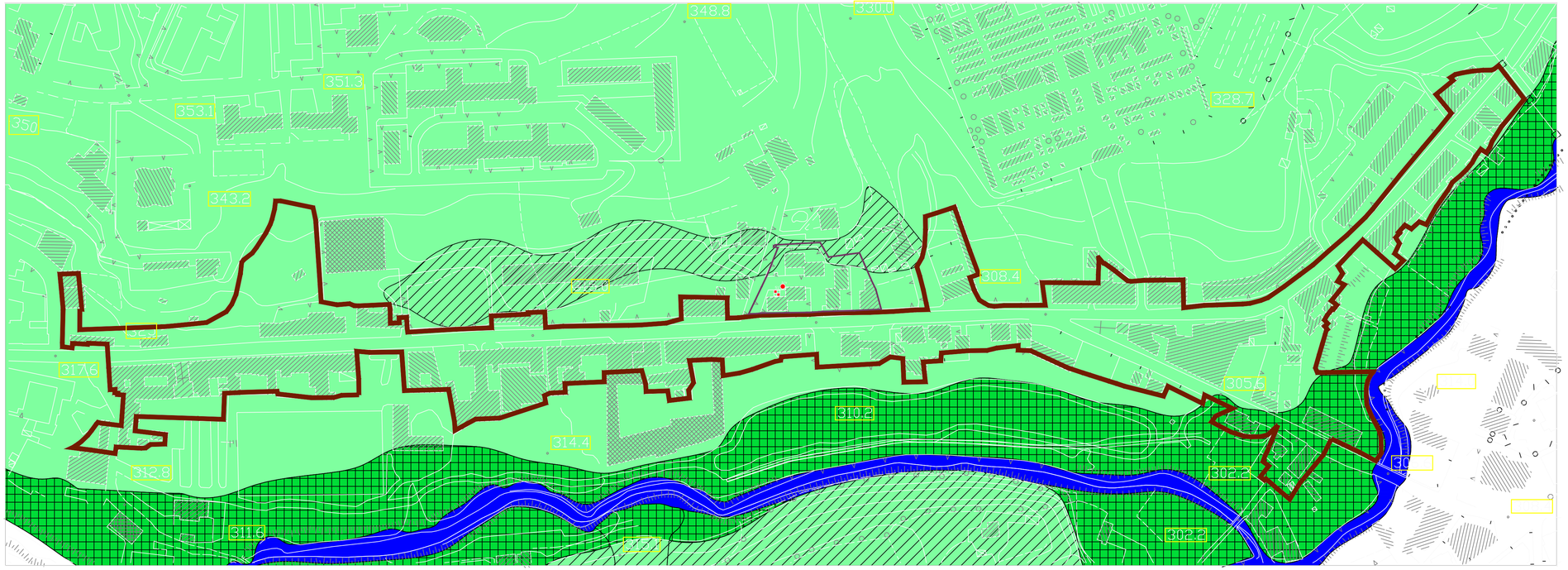
LEGENDA

- Terrazzo fluviale
  Zona di attenzione media per esondazione e circoscritti fenomeni franosi di instabilità spondale nelle aree circoscritte ai corsi d'acqua (crolli, ribaltamenti)
- Talus deposizionale ignimbritico.
  Aree stabili
- Scarpata di versante in depositi ignibritici
  Zone di media attenzione per possibili fenomeni franosi semplici e/o complessi quali scorrimenti roto-traslativi all'interno delle coltri di copertura, crolli o ribaltamenti nella porzione litoide
- Versante conglomeratico a bassa pendenza
  Aree stabili
- Accumulo detritico-colluviale in concavità
  Zone di media attenzione per fenomeni franosi complessi quali scorrimento traslatico-colata all'interno dei terreni di copertura.
- Frana quiescente

- Perimetro Storico B2
  Via Francesco Tedesco
- Perimetro Aree soggette a recupero
  Rinnovo Urbano art. 15 NTA

ORDINE DEI GEOLOGI - della Regione Campania
Dr. Geol. DELLI BOVI GIOVANNI
A.P. 2435

CARTA DELLA ZONAZIONE IN PROSPETTIVA SISMICA - scala 1:2.000



LEGENDA

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONA S1
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con velocità equivalente delle Vs comprese tra 180 m/sec e 360 m/sec (sottosuoli di tipo C o sottosuoli di tipo E).

ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITA'

ZONA A1
Zona di attenzione per instabilità di versante all'interno dei terreni di copertura. Sono zone instabili all'interno delle zone di tipo S1 classificate di medio-alta attenzione nella Carta della Stabilità.

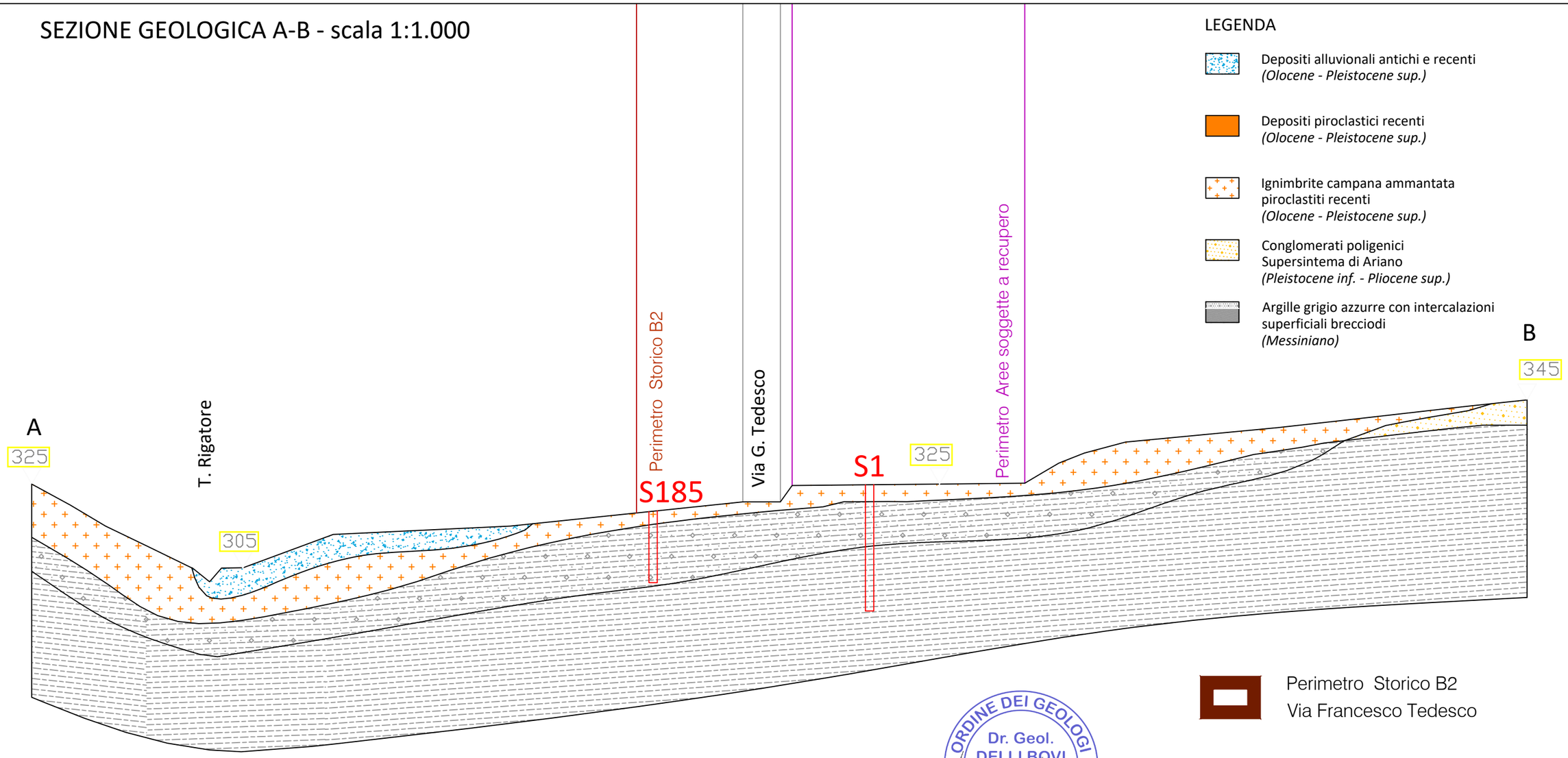
ZONA A2
Zona di attenzione per liquefazione. Aree alluvionali terrazzate in cui gli effetti del moto sismico possono produrre effetti di liquefazione per presenza di falda <15 m dal p.c. e terreni potenzialmente suscettibili. Sottosuoli di tipo C ed E.

Perimetro Storico B2
Via Francesco Tedesco

Perimetro Aree soggette a recupero
Rinnovo Urbano art. 15 NTA

ORDINE DEI GEOLOGI della Regione Campania
Dr. Geol. DELLI BOVI GIOVANNI A.P. 2435

SEZIONE GEOLOGICA A-B - scala 1:1.000



ORDINE DEI GEOLOGI - della Regione Campania
Dr. Geol. DELLI BOVI GIOVANNI
A.P. 2435