



# COMUNE DI BENEVENTO

Abbattimento degli edifici Torre e Sala e ricostruzione di  
un unico complesso scolastico: Intervento di  
riqualificazione energetica, strutturale e funzionale

## AVVISO PUBBLICO

per la presentazione di candidature per la realizzazione di nuovi  
edifici scolastici pubblici mediante sostituzione edilizia, da finanziare  
nell'ambito del PNNR

Missione 2 – Rivoluzione verde e transizione ecologica  
– Componente 3 – Efficienza energetica e riqualificazione  
degli edifici – Investimento 1.1: “Costruzione di nuove  
scuole mediante sostituzione di edifici”, finanziato  
dall’Unione europea – Next Generation EU

SCUOLA FEDERICO TORRE (COD. EDIFICIO 0620080201)  
SCUOLA NICOLA SALA (COD. EDIFICIO 0620080204)

Relazione geologica preliminare ed eventuali indagini  
geognostiche

Il RUP

arch. Simona De Filippo

Il dirigente

arch. Antonio Iadicicco

---

## PREMESSA

---

La seguente relazione è conforme al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche e decreti attuativi, che disciplinano attualmente l'intera normativa riguardante le modalità di progettazione e verifica delle costruzioni (Testo Unico per l'Edilizia).

In ottemperanza alle disposizioni di legge, la relazione è articolata in tre sezioni a loro volta suddivise in sottosezioni nonché una sezione dedicata alle prescrizioni e alle indicazioni finali; in coda si riportano i rispettivi allegati per ciascuna sezione:

### **1. RELAZIONE GEOLOGICA PER LA CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DI SITO:**

- 1.1 Premessa
- 1.2 Inquadramento geologico
- 1.3 Assetto geomorfologico
- 1.4 Vincoli normativi e stabilità dell'area
- 1.5 Assetto idrogeologico e circolazione idrica

### **2. RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL VOLUME SIGNIFICATIVO:**

- 2.1 Indagini e definizione dei parametri geotecnici
- 2.2 Modello geotecnico

### **3. RELAZIONE SISMICA PER LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI SISMICHE:**

- 3.1 Indagini e definizione dei parametri geofisici
- 3.2 Azioni sismiche di progetto (D.M. 17 Gennaio 2018)
- 3.3 Verifica a liquefazione

### **4. INTERVENTI**

### **5. PRESCRIZIONI e INDICAZIONI**

#### **ALLEGATI ALLA RELAZIONE GEOLOGICA:**

- **Report delle Indagini**
  - **Indagini sismiche Masw ed HVSR**
  - **Prove geotecniche di laboratorio**

---

## PREAMBOLO

---

La ricostruzione dell'assetto geologico locale e la caratterizzazione geotecnica dei terreni coinvolti o potenzialmente coinvolgibili dall'opera, sono interconnesse ed interdipendenti, quindi reciprocamente coerenti. Il modello geologico – tecnico ricostruito è finalizzato a fornire informazioni di supporto per la progettazione dell'opera. Inoltre, le azioni sismiche, individuate da specifici studi e in conformità del vigente D.M. 17/01/2018, dovranno essere introdotte per il calcolo e la verifica strutturale dell'opera.

La relazione geotecnica sulle indagini è finalizzata a definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni coinvolti e potenzialmente coinvolgibili dall'opera. Le informazioni per lo sviluppo di tale sezione, sono acquisite a seguito di indagini sia dirette che indirette volte a definire un modello parametrizzato medio – rappresentativo delle reali condizioni di sito in riferimento al volume significativo (paragrafo C 6.2.2 del D.M. 17/01/2018). Ciò, definito anche di concerto con i tecnici progettisti, dovrà costituire supporto per le scelte progettuali nonché, successivamente, fornire i parametri occorrenti per opportune analisi e verifiche delle opere.

Nello specifico i lavori riguardano interventi di sostituzione edilizia, con demolizione e ricostruzione in sito dell'edificio scolastico Federico Torre.

Per ciò che riguarda gli aspetti architettonici si rimanda agli elaborati del progettista.

## RELAZIONE GEOLOGICA

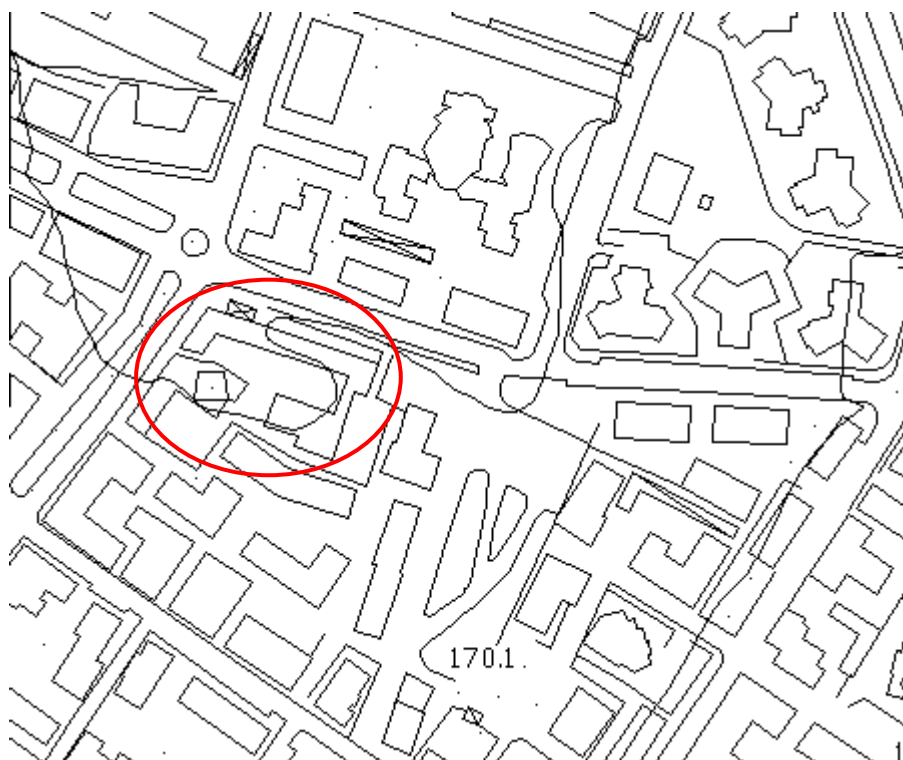
Ai sensi del D.M. 17/01/2018

### 1.1 PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dal Comune di Benevento, giusta Determinazione n. 268 del 26/06/2018 si trasmette, in conformità al capitolo 6 del D.M 17/01/2018 *“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”* la seguente *“Relazione Geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito”* riguardante lo studio dei terreni di un'area sulla quale sono in progetto: **“Interventi di sostituzione edilizia, con demolizione e ricostruzione in sito dell'edificio scolastico Federico Torre”**.

L'area in esame è ubicata in via Nicola Sala 11, Benevento (BN).





Stralcio CTR scala 1:5000 elemento 432061



Ortofoto aerea dell'area di intervento



Quanto eseguito nella seguente relazione ha previsto la raccolta di informazioni geologiche e progettuali preliminari nonché storiche, l'esecuzione di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche finalizzate alla ricostruzione stratigrafica, delle caratteristiche dei terreni e la valutazione delle componenti geologiche del progetto.

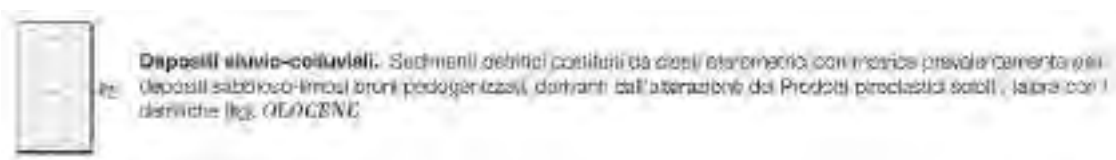
## 1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area d'indagine ricade interamente nel Foglio 173 (Benevento) della carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 dell'ISPRA e nel Foglio 432 (Benevento) della carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 dell'ISPRA.



Stralcio del Foglio Geologico 432 (Benevento) della cartografia Geologica d'Italia 1:50000 dell'ISPRA.

### Legenda carta geologica



## UNITÀ TARDO OROGENE

## GRUPPO DI AJELLO IRPINO

**Formazione della Baronia (BN<sub>6</sub>)** - Formazione oolitica in questo membro che forma un solo gesso (BN<sub>6</sub>) completo 24 METERO SUPERIORE - PUGENZANO

**membro conglomeratico di Treviso**

Conglomerati elementari (galestro calcareo-sabbioso) in strati sottili e molto spesso con intercali di colore rossastro con intercalazioni lenticolari di sabbie giallastre (BN<sub>4</sub>). Struttura sedimentaria: gradazione ad orientamento del letto. Spessore da qualche decina di metri a circa 300 m. Ambiente deposizionale: peridelfico.

**membro sabbioso-conglomeratico di S. Leucio del Sarnio**

Sabbie giallastre e conglomerati poligenici micrometrici in strati spessi a molto spessi (BN<sub>4</sub>). Passano gradualmente al membro pellico-arenaceo (BN<sub>4</sub>) e nella porzione superiore al membro sabbioso (BN<sub>4</sub>). Struttura sedimentaria: lenticolare (lenta nel tempo) e basale angolare (lento) intercalati nei centri dei conglomerati. Spessore variabile (da circa 100 a 250 m). Ambiente deposizionale: batigiallo.

**membro sabbioso di Apolosa**

Sabbie e arenarie giallastre in strati da medi a molto spessi (ordine lenticolare), talora con coralli e microscopici di coralli in strati sottili e medi (BN<sub>4</sub>). Passano gradualmente e peridelficamente al membro sabbioso conglomeratico (BN<sub>4</sub>) e nella porzione superiore al membro pellico-arenaceo (BN<sub>4</sub>). Struttura sedimentaria: planarizzazione intensa, lenticolare piano ed inclinata a base angolare, lenticolare lenticolare (intercalata da batigiallo). Datazione isotopica <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar su quarzi di circa 2,6 Ma (Pliocene inferiore - medio). Spessore compreso da 100 a 250 m. Ambiente deposizionale: batigiallo e spiaggia sommersa. Foraminiferi e Nanofossili non significativi.

**membro pellico-arenaceo del F. Miscano**

Pellicole argillose in strati da medi a spessi, talora anche molto spessi, con intercalazioni di gesso generico in strati medio sottili (BN<sub>4</sub>). Localmente si intercalano lenticole arenaceo-pelliche (Mist. D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub>) in strati medio spessi. Passano gradualmente al membro sabbioso-conglomeratico (BN<sub>4</sub>) e talvolta al membro sabbioso (BN<sub>4</sub>). Spessore compreso tra circa 100 a 250 m. Foraminiferi: Nanofossili (Pliocene MNV15a). Età: Pliocene inferiore-medio. Datazione isotopica <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar su quarzi di circa 2,6 Ma. Ambiente deposizionale: batigiallo e spiaggia sommersa a p. Globolites crassifrons. Ambiente deposizionale: pellico di transizione batigiallo.

Pliocene

**Formazione della Argilla Vericolarì - Formazione oolitica in tre membri.****OLIGOCENE - MIOCENE INFERIORE****membro argillico di Montaparte**

Argille vericolori, medio-calcaree, medio-argillose, colorati marini, medio grigi e calcareati lenticolari, come in strati medio sottili (NR<sub>2</sub>). Struttura sedimentaria: non osservabili. Spessore: variabile con predilezione all'ordine di alcune centinaia di metri. Foraminiferi: probabilmente della biozona Globobulimina sigillatula, a la biozona Globobulimina sigillatula. Membro con chiaramente definibile, probabilmente dalle biozone MNV20 alla biozona MNV2. Si tratta di Foraminiferi che tra i Nanofossili sono presenti forme risalenti del Cretaceo e dell'Oligocene. Età: Oligocene superiore-Burdigaliano. Ambiente deposizionale: pelagico da scarpata e para-scoriale.

**membro calcareo-pellico di Pietrelcina**

Calcarei e calcareati, tendente lenticolare in strati medio spessi a molto spessi, fino a microlenti, con rare intercalazioni di gesso calcareo in strati medio sottili (NR<sub>2</sub>). Struttura sedimentaria: sequenza di Rost. T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>. Spessore: da poche decine di metri ad alcuni decine di metri. Fossili: frammenti di invertebrati (Molluschi e Nautilus), planorbis e nautilus intercalati in genere di età recente. Ambiente deposizionale: base di scarpata.

**membro arenaceo di Tufiello**

Arenarie calcareo-sabbiose medio-grossolane ricche in mica (NR<sub>2</sub>). Struttura sedimentaria: massiva la facies A. Spessore: da pochi metri ad alcuni decine di metri. Foraminiferi: assenti. Nanofossili: biozona NP22. Età: Oligocene inferiore. Ambiente deposizionale: base di scarpata.










Dall'indagine rivolta all'identificazione dei terreni affioranti, in prossimità della zona in esame, risulta che questi sono prevalentemente di origine sedimentaria, depositi in ambiente continentale o di transizione e rappresentano, nella maggior parte dei casi, i termini superiori della sequenza stratigrafica loro caratteristica.





Stralcio carta Geolitologica PUC Benevento

### Legenda carta geolitologica

	<b>Depositi da rimasugliamento antropico [Da]</b> Siti e edifici in situ o prevalentemente di origine preesistente, demoliti, inglobati o ricostruiti da nuove edificazioni.
	<b>Depositi di versante neri (piroclastici ed eluvio-colluviali) [Dp]</b> Cicordi e lapilli sparsi da colate più da flussi colloidali e da frane argillive (Petrolium-Superiore - Oricum).
	<b>Depositi di versante neri da "debris flow" e coluviali [Dc]</b> Siti di colate per flussi colloidali di lava granitica e granitica poligonale (Sant'Antonio-Superiore - Oricum).
	<b>Depositi alluvionali attuali e recenti [Al]</b> Siti di colate poligonali e di frane argillive (Sant'Antonio-Superiore - Oricum).
	<b>Depositi alluvionali terrazzati [At]</b> Siti di colate poligonali e di frane argillive, con alluvioni alluvionali e di frane argillive (Sant'Antonio-Superiore - Oricum).
	<b>Depositi alluvionali antichi di Lac. Cretarossa [AAC]</b> Siti di colate poligonali e di frane argillive (Sant'Antonio-Superiore - Oricum).
	<b>Depositi fluvio-lacustri di San Giorgio [FLS]</b> Depositi fluvio-lacustri di San Giorgio (Sant'Antonio-Superiore - Oricum).
	<b>Depositi alluvionali antichi di Lac. Pacevocchio [AAP]</b> Siti di colate poligonali e di frane argillive (Sant'Antonio-Superiore - Oricum).



Le conoscenze sull'area ed i riscontri effettuati evidenziano che nel sito di interesse, la presenza di alternanze di livelli sabbiosi limosi e limo-argillosi intervallati a lenti di materiale ciottoloso-conglomeratico. Si riscontra la presenza di argille rosse scagliose.

### Ubicazione delle indagini eseguite



Stralcio della Ortofoto riguardante l'area sede del progetto con l'ubicazione di massima delle indagini eseguite

## 1.3 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

L'area destinata al progetto ricade nella Tavola n.18 Benevento – quadrante 173 II in scala 1:25000 ed è situata alla quota di ca. 168 m s.l.m.

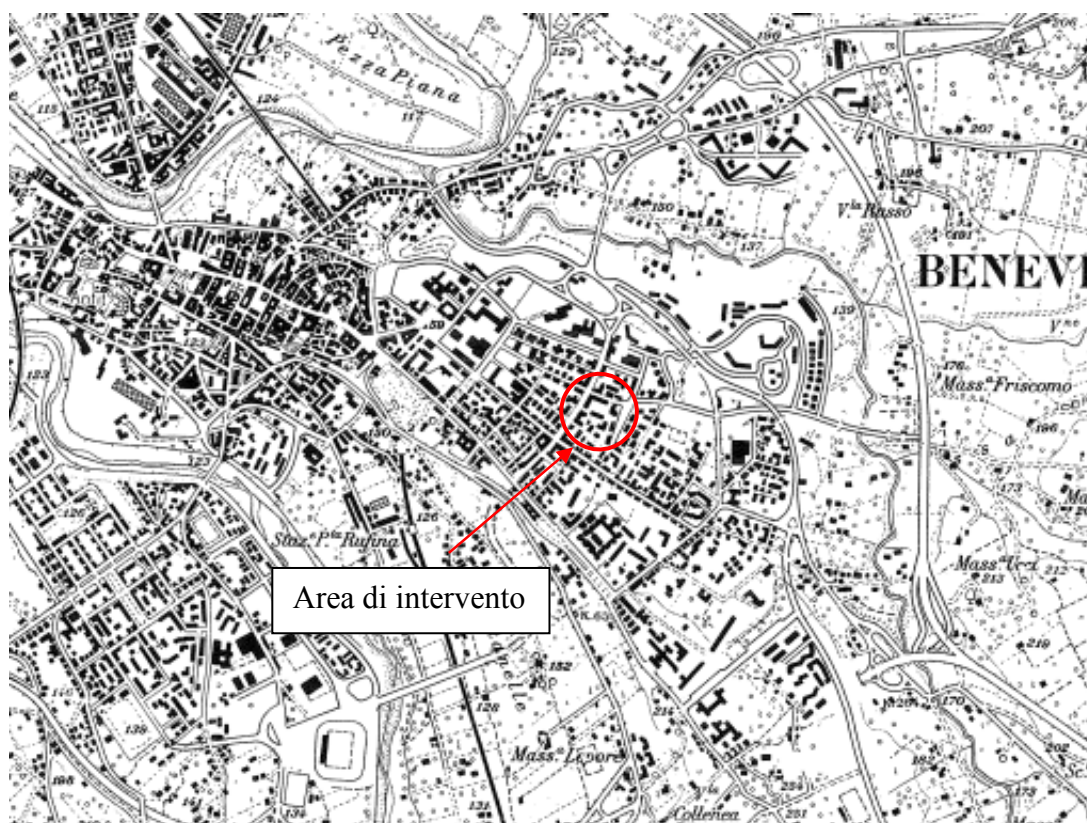
L'area in esame è ubicata all'interno del perimetro urbano della città di Benevento in via Nicola Sala, ad est del centro storico e a sud del Torrente San Nicola. La morfologia è quella caratteristica delle colline beneventane, dove l'alternanza dei complessi litologici plastici e di complessi rigidi, determina il passaggio, generalmente netto e marcato, da forme decise, con pendii generalmente acclivi e, talora con fronti sub verticali, a forme più blande e arrotondate e pendii meno acclivi, dove è distintamente osservabile, localmente, l'effetto modellatore della erodibilità.

L'attuale morfologia, infatti, è strettamente legata agli agenti mio-pliocenici traslativi, alla successiva fase plio-quaternaria essenzialmente distensiva, agli impulsi climatici quaternari ed alle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti.

Il paesaggio quindi è caratterizzato da un assetto collinare dolcemente ondulato, con locali moderate accentuazioni dei parametri di acclività in corrispondenza delle incisioni del reticolo idrografico di superficie ad una distanza tale da non influenzare la valutazione della scelta della categoria topografica in sede di determinazione dell'amplificazione sismica.

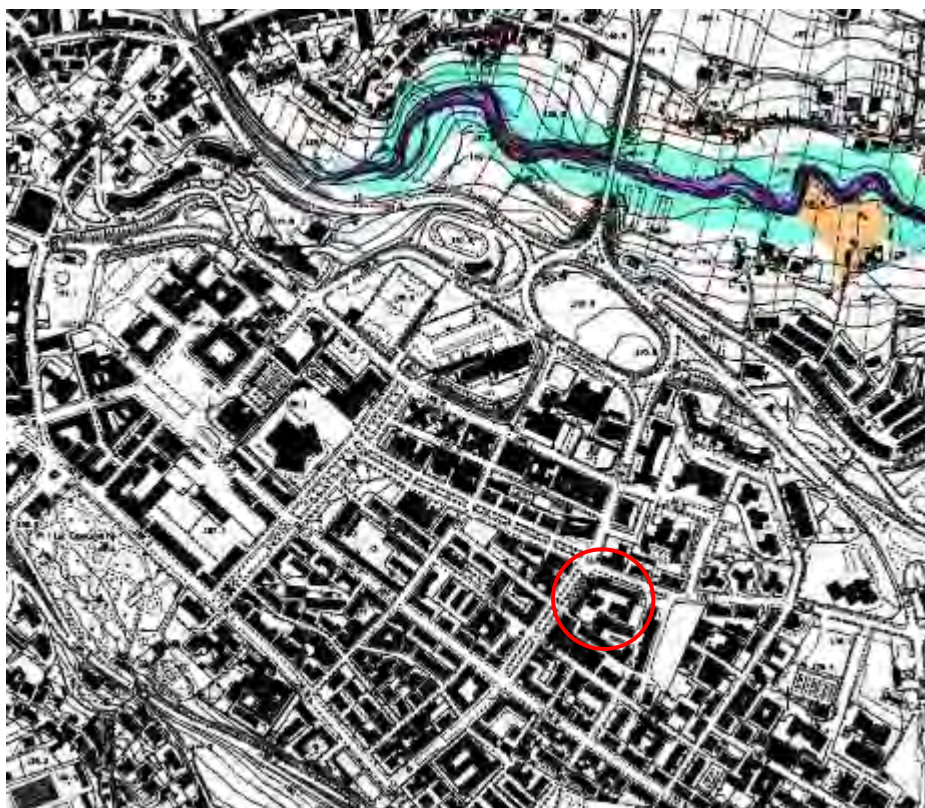
In particolare, la zona di interesse impegna la parte sommitale di un versante collinare che degrada dolcemente a nord verso l'asta valliva del Torrente San Nicola tributario diretto del Fiume Calore.

La disomogeneità morfologica può riferirsi ad una erosione di tipo selettivo che ha variamente modellato il paesaggio a seconda della diversa costituzione litologica dei terreni affioranti.



Stralcio carta topografica scala 1:25000 – area di intervento





*Stralcio carta della Pericolosità Geomorfologica – PUC Benevento – area di intervento*



*Stralcio carta Clivometrica – PUC Benevento – area di intervento ( aree con pendenza < 4 % )*

Dott. Geol. Daniele Pipicelli, via Alcide De Gasperi n. 6 – 82018 San Giorgio del Sannio (BN)

Tel.: 340 6867752 – e-mail [danielepipicelli@libero.it](mailto:danielepipicelli@libero.it)

La determinazione ed il calcolo della pendenza del sito sono importanti per definire la categoria topografica, la quale andrà ad influenzare il calcolo delle azioni sismiche di progetto (vedi “*Relazione sulla modellazione sismica concernente la pericolosità sismica di base del sito di costruzione*”).

In questo caso la categoria topografica (tabella 3.2. delle NTC 2018) definita in base al D.M. 17/01/2018 è **T1** (“*superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°*”) cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica  $S_t$  pari a 1.

---

#### 1.4 VINCOLI NORMATIVI E STABILITA' DELL'AREA

---

Per quanto riguarda le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovra – ordinati in vigore, di contenuto prettamente geologico, sono stati considerati ed escluse le presenze dei seguenti vincoli:

- Vincolo Paesaggistico D.Lgs n. 490 del 29/10/1999 “Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 Ottobre, n. 352” (ricomprensente la L.1497/39, la L. 1089/39, il D.M. 1/8/1985 e la L. 431/85 - Galasso)
- Vincolo Zona S.I.C. (Siti di Importanza Comunitaria) D.M. 25/03/2005 “Elenco dei siti di importanza comunitaria (S.I.C) per la regione biogeografica continentale, ai sensi della direttiva 92/43/CEE. (Ministero per l'Ambiente e la tutela del territorio)
- Vincolo Zona Z.P.S. (Zone di Protezione Speciale) D.M. 25/03/2005 “Elenco delle zone di protezione speciale (Z.P.S.), classificate ai sensi della direttiva 79/409/CEE. (Ministero per l'Ambiente e la tutela del territorio)
- Analisi di compatibilità di intervento con Pianificazione di Bacino “Piano Stralcio per la difesa dal rischio Idrogeologico”. Autorità di Bacino Liri - Garigliano e Volturno.
- Vincolo Idrogeologico R.D.L. n. 3267 del 30/12/1923 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani (Vincolo Forestale)” e R.D. n. 1126 del 16/05/1926 “Approvazione del regolamento per l'applicazione del R.D.L. n. 3267” del 30/12/1923”

Limitatamente agli aspetti di Pianificazione, l'area è compresa nei territori di competenza dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno. Relativamente alla cartografia degli scenari di rischio del Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico, **si può affermare che per l'area oggetto di studio non si evidenziano condizioni di dissesto tali da pregiudicare la fattibilità dell'opera da realizzare.**

Da un'attenta analisi della cartografia geologica e geomorfologica ci si propone schematicamente di individuare soprattutto:

- Il contesto geologico dell'ambiente nel quale l'opera dovrà inserirsi;

Dott. Geol. Daniele Pipicelli, via Alcide De Gasperi n. 6 – 82018 San Giorgio del Sannio (BN)

Tel.: 340 6867752 – e-mail danielepipicelli@libero.it

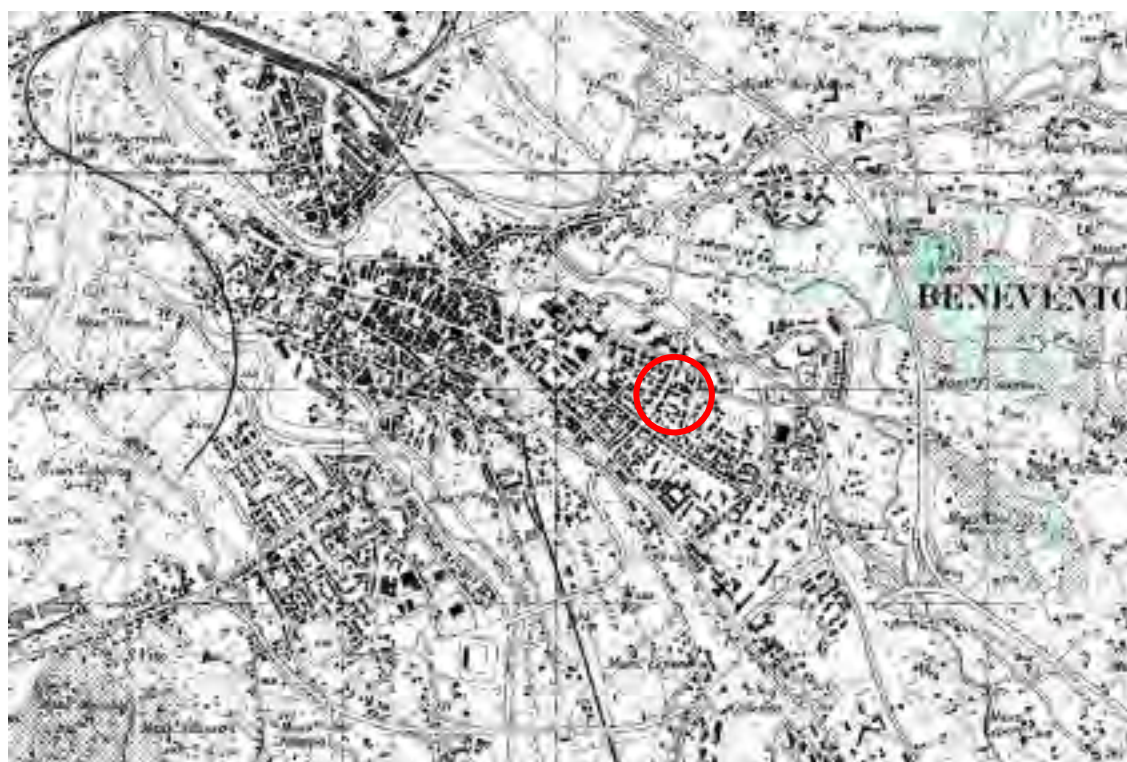


- Individuare gli effetti geomorfologici negativi dell'opera sull'ambiente, imputabili sia alla fase di costruzione che di esercizio dell'opera progettata.

Lo studio del luogo, si è basato sulla raccolta di alcune informazioni di base sui fattori implicati con il dissesto (caratteristiche geo – litologiche, caratteristiche morfologiche, caratteristiche idrogeologiche ed idrauliche, caratteristiche podologiche e uso del suolo) su cui sono state svolte analisi di tipo qualitativo e/o quantitativo.

**Nella zona in esame non si evincono problematiche geologico – tecniche relative alla stabilità globale dell'area.**

Inoltre l'esame dei manufatti esistenti non ha evidenziato dissesti statici generati da fenomenologie da taglio o da cedimenti differenziati dei terreni implicati, laddove, adottando i criteri dettati dalle “buone regole dell'arte”, le loro strutture fondali sono state insediate nei terreni soggiacenti la Coltre Superficiale umizzata ed areata ed è stato garantito un buon drenaggio delle acque superficiali e di infiltrazione.



*Stralcio della Carta di pericolosità da Frana  
( Autorità di Bacino dei fiumi Liri - Garigliano e Volturno)*

---

## 1.5 ASSETTO IDROGEOLOGICO E CIRCOLAZIONE IDRICA

---

Dott. Geol. Daniele Pipicelli, via Alcide De Gasperi n. 6 – 82018 San Giorgio del Sannio (BN)

Tel.: 340 6867752 – e-mail [danielepipicelli@libero.it](mailto:danielepipicelli@libero.it)

Le precipitazioni atmosferiche, concentrate in massima parte nel periodo ottobre – maggio defluiscono sia attraverso la rete stradale, sia attraverso il reticolo idrografico esistente rappresentato da aste fluviali di tipo sub parallelo - dendritico, a densità media, a regime torrentizio e profilo concavo, con alvei incanalati e regressivi di cui la maggiore è rappresentata dal fiume Calore.

L'assetto idrogeologico locale è stato ricostruito attraverso l'analisi dei dati litologici, idrogeologici e geofisici relazionati al modello geologico tecnico precedentemente illustrato. Nello specifico è stato possibile definire dal modello litotecnico, le varie unità idrogeologiche nonché i rapporti sussistenti tra le stesse. Un'accurata analisi delle caratteristiche idrauliche delle varie unità litotecniche e le misure locali di vari parametri idraulici, sia diretti che indiretti, hanno permesso di ottenere un quadro dettagliato dell'andamento idrico nel sottosuolo.

L'assetto geo-litologico, nonché la non comune condizione idrologica locale, definisce un quadro abbastanza articolato della circolazione idrica sotterranea nell'area, principalmente per ciò che attiene alle possibili direzionalità ed ai possibili ambiti di alimentazione della falda stessa, condizionata soprattutto dai depositi sabbiosi – pelitici, affioranti nell'area oggetto di indagine.

**Durante la fase di esecuzione del sondaggio non si è riscontrata la presenza di falda fino alla profondità di 30 mt. Tuttavia le condizioni idrogeologiche di sito evidenziano strati di sabbie ghiaiose e limi e un sottostante strato relativamente meno permeabile composto da argille rosse scagliose. Nello strato sabbioso ghiaioso non si evidenziano sostanziali venute idriche (falda), tuttavia è da considerare che una esigua circolazione può aversi nell'interfaccia tra tale strato e quello sottostante argilloso in prossimità di 18-20 mt di profondità. Tale condizione può favorire venute più cospicue nei periodi invernali o di elevata piovosità.**

Tale condizione è da tenere in considerazione per la progettazione ed il dimensionamento delle opere di captazione e regimentazione delle acque sia di ruscellamento superficiale che quelle circolanti all'interno dell'orizzonte più superficiale.







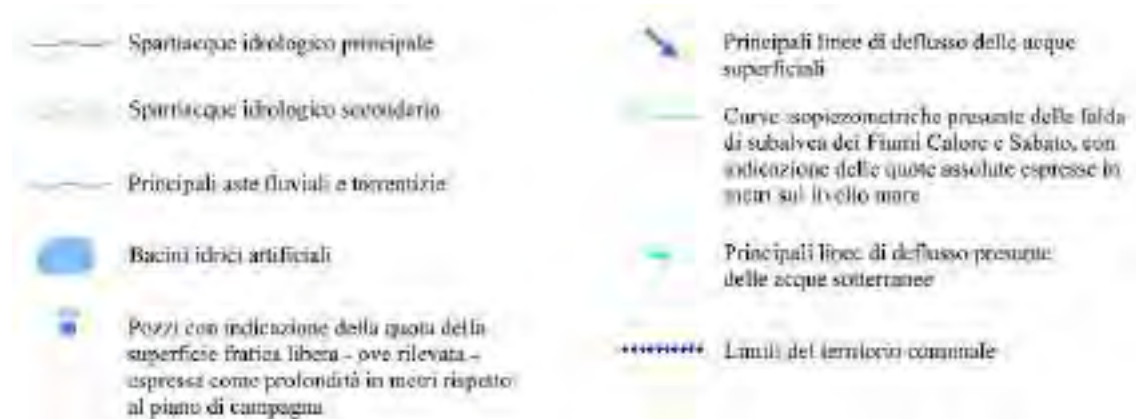


Stralcio carta idrogeologica – PUC Benevento – area di intervento

**BACINO IDROGRAFICO FIUME CALORE**

**PRINCIPALI SOTTOBACINI**

	Fiume Sabato		Torrente San Nicola
	Fiume Tammaro		Torrente Fasanella - Malecagna
	Torrente Serretella		Torrente San Giovanni - Reventa





## RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

Ai sensi del D.M. 17/01/2018

La presente relazione illustra i risultati ottenuti a seguito delle indagini geognostiche e geotecniche realizzate ma anche storiche, finalizzate alla definizione del modello geologico – tecnico così come indicato D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” che recita *“Per Modello Geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali, e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all’analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico”*.

### 2.1 INDAGINI E DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Al fine di definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni sul quale andrà ad insistere l’opera sono state previste oltre alla campagna d’indagine sismica, alcune indagini geognostiche e geotecniche; quest’ultime sono state eseguite fino ad un livello di approfondimento dettato da alcune condizioni precedentemente analizzate.

Fatta questa necessaria premessa, particolare attenzione deve essere data alla definizione del volume significativo di terreno da investigare: *“Il volume significativo è quello nel quale si osserva una influenza non trascurabile delle perturbazioni meccaniche o idrauliche provocate dalla costruzione dell’opera. Questa definizione non risolve il problema della determinazione del volume a cui vanno estese le indagini, perché, a rigore, esso dipende sia dalle caratteristiche dell’opera sia da quelle dei terreni presenti (in particolare dai valori relativi delle rigidità nei terreni stratificati) e, quindi, non è noto a priori. Per terreni molto eterogenei e nel caso di stratificazioni profonde di terreni di caratteristiche scadenti è opportuno maggiorare le profondità esplorate; queste potranno invece essere ridotte nel caso in cui si rinvenga a piccola profondità un substrato lapideo.”*

Riguardo quest’aspetto le NTC suggeriscono, come indicazione per la definizione del volume significativo, di considerare la profondità pari a  $1,5 - 2B$  nelle civili abitazioni (intendendo per B la lunghezza del lato minore del rettangolo che meglio approssima la forma in pianta del manufatto). Nel caso in esame sono state fornite le caratteristiche geotecniche dei terreni sino ad una profondità di 30 metri dal p.c.

Innanzitutto si è partiti dall’analisi del modello geologico ricostruito con le indagini indirette e sulla scorta di tali analisi sono state definite le indagini geognostiche.

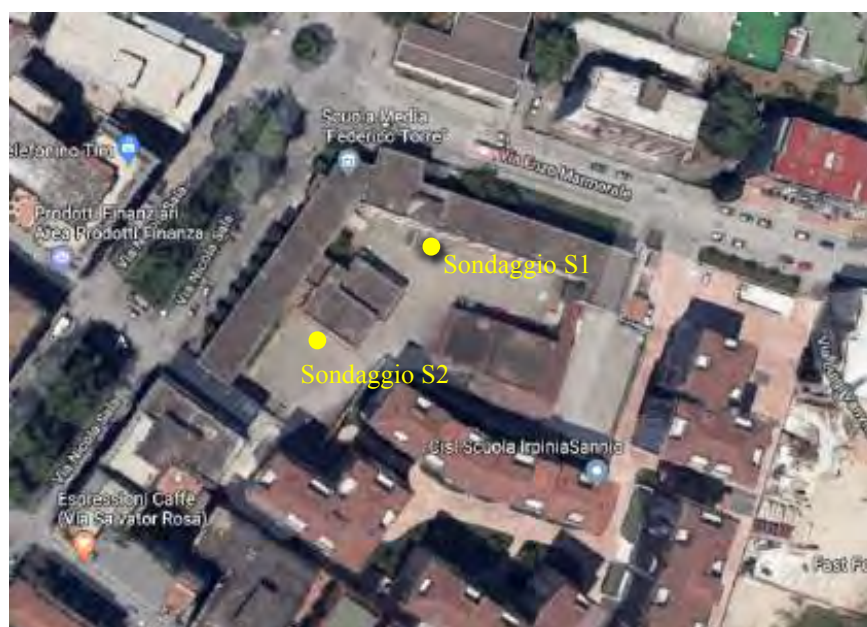
La campagna geologica eseguita nell'area dove sarà realizzata l'opera, ha compreso la realizzazione del seguente quadro d'indagini e prove geognostiche:

**Esecuzione di n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo** spinti rispettivamente alla profondità di 30 mt per il sondaggio S1 ed a 20 mt per il sondaggio S2 realizzati dall'impresa Sottosuolo srl.

I sondaggi sono stati eseguiti allo scopo di ricostruire il profilo stratigrafico del sito indagato mediante l'esame del materiale estratto, per effettuare prove penetrometriche dinamiche S.P.T. e consentire il prelievo di campioni indisturbati per la determinazione, in laboratorio, delle proprietà fisiche e meccaniche del terreno.

Per quanto riguarda il carotaggio continuo, con esso si intende un particolare e complesso metodo di indagine diretta che permette la ricostruzione stratigrafica dettagliata e puntuale dei litotipi presenti nel sottosuolo. In pratica, mediante un sistema oleodinamico, si imprime all'attrezzo di perforazione, costituito da una serie di aste alla cui estremità inferiore è montato un carotiere a diametro maggiore ed una punta tagliente (corona), sia pressione che rotazione così da "tagliare" il terreno nel modo più indisturbato possibile. Ad ogni variazione di strato ed ogni qualvolta si ritiene opportuno, smontando la batteria di aste, è possibile prelevare un nucleo di materiale (carote) penetrato nel carotiere durante l'approfondimento del perforo. Ogni carota viene riposta in apposite cassette catalogatrici con l'indicazione della profondità di prelievo. Com'è facilmente intuibile, tale tecnica di avanzamento è molto più lenta di analoghi sistemi di perforazione ma permette un'analisi dettagliata e precisa della stratigrafia del sottosuolo.

### Ubicazione di massima dei sondaggi



*Stralcio della Ortofoto riguardante l'area sede dell'Opera*

## **PROVE SPT IN FORO**

### Standard Penetration Test (S.P.T.)

La prova penetrometrica dinamica S.P.T. è stata praticata nel foro di sondaggio per verificare le caratteristiche meccaniche dei terreni in attraversamento. Questa prova consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore RAYMOND battendo sulle aste di manovra per mezzo di un maglio normalizzato che cade da un'altezza

### **CARATTERISTICHE DELL'ATTREZZATURA**

- Maglio in acciaio da Kg 63.5
- Dispositivo di sgancio automatico del maglio
- Altezza di caduta del maglio cm 76
- Campionatore Raymond diametro cm 3.5
- Scarpa standard a punta aperta
- Punta conica standardizzata con angolo di apertura 60°

Il numero di colpi N necessario ad una penetrazione del campionatore pari a 30 centimetri dopo 15 centimetri di infissione dinamica per il posizionamento, è il dato assunto come indice di resistenza alla penetrazione NSPT.

### **Prelievo di n.4 campioni indisturbati di terreno**

Il prelievo dei campioni è stato realizzato adoperando un campionatore cilindrico “fustella” che viene montata alle aste di manovra e poi fatto penetrare nel terreno alle profondità prestabilite con la sola pressione esercitata dalla macchina perforatrice. In questo modo la fustella si riempie di materiale e, appena estratta, è stata paraffinata alle due estremità onde evitare che, al contatto con l'aria, il materiale perda la sua umidità naturale. Tra i diversi tipi esistenti in commercio, è stato utilizzato il campionatore “a pareti sottili” per i campionamenti più superficiali, che tra tutti è quello che arreca minore disturbo al terreno, mentre per profondità maggiori il campione è stato prelevato all'interno del doppio carotiere.

Durante l'esecuzione del sondaggio sono stati prelevati i seguenti campioni:

Sondaggio	Campione	Profondità (mt)
<b>S1</b>	S1C1	2.50 – 3.00
	S1C2	8.50 – 9.00
<b>S2</b>	S2C1	7.00 – 7.50
	S2C2	13.00 – 13.50

---

## 2.2 MODELLO GEOTECNICO

---

Sulla scorta delle indagini geognostiche e geotecniche eseguite sono stati definiti i vari parametri geo – meccanici e fisico-volumetrici dei terreni rientranti nel volume significativo.

Il modello parametrizzato esprime una semplificazione della reale sequenza lito - meccanica considerando per i vari orizzonti valori medio rappresentativi in condizioni di stratigrafia piano parallela. Tale condizione può essere ritenuta valida per il volume significativo intesa come la porzione di spazio interessata e/o interessabile direttamente ed indirettamente dall'opera.

Si forniscono al progettista i seguenti parametri caratteristici dei terreni di fondazione dell'area indagata:

**Riporto** (prof. da 0,00 a -2,00 mt dal p.c.)

**Limi con sabbia** (prof. da -2,00 a -8,00 mt dal p.c.)

$$\gamma_{\text{nat}} = 17,28 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 18,46 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 8,90 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{angolo di attrito } \varphi = 24^\circ$$

**Limi sabbiosi debolmente argillosi** (prof. da -8,00 a -16,00 mt dal p.c.)

$$\gamma_{\text{nat}} = 18,68 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 19,86 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 16,20 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{angolo di attrito } \varphi = 22^\circ$$

**Conglomerati di ciottoli** (prof. da -16,00 metro dal p.c. fino a -30,00 mt)

$$\gamma_{\text{nat}} = 21,20 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 22,35 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{angolo di attrito } \varphi = 38^\circ$$

I moduli edometrici sono stati ricavati in laboratorio dalle prove edometriche eseguite e confrontati attraverso correlazioni con i moduli elastici calcolati; i moduli elastici (statici) invece sono stati ricavati per correlazione dai moduli elastici dinamici, a loro volta ricavati conoscendo sia il valore di Vs che del coefficiente di poisson.

Questi parametri saranno utilizzati nelle formule classiche a seconda delle combinazioni e degli approcci indicati dalla normativa (§6.4.2.1) e forniranno i carichi limite del terreno.



**Coefficiente di sottofondazione (K di Winkler)**

Il coefficiente di reazione del terreno, detto anche costante di sottofondo o coefficiente di Winkler, è normalmente indicato come  $K$  ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ ). La costante di sottofondo rappresenta una forza esercitata sul suolo elastico alla Winkler, su un'area di  $1 \text{ cm}^2$ , che provoca l'abbassamento di  $1 \text{ cm}$ .

Per suolo alla Winkler si intende un suolo puramente ideale, paragonabile ad un letto di molle, un terreno perfettamente elastico, che ha la comodità di essere usato con facilità nei calcoli e presenta sufficienti attinenze alla maggioranza dei casi reali.

Tale costante non è affatto una proprietà intrinseca del terreno, ma dipende da forma e dimensioni della fondazione, dalla distribuzione dei carichi agenti, dalla stratigrafia e dalla composizione fisica del suolo.

Per definizione il coefficiente di sottofondo del terreno è il rapporto tra carico e cedimento.

$$K (\text{kg}/\text{cm}^3) = \frac{p}{w}$$

Dove  $w$  (espressa in  $\text{cm}$ ) è il cedimento in un punto della superficie limite e  $p$  (espressa in  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) è la pressione agente nello stesso punto, indipendentemente da altri carichi applicati in punti diversi.

Per una corretta applicazione del metodo di Winkler occorre una stima ragionevole del valore di  $k$ . Fortunatamente, i risultati del calcolo in termini di caratteristiche delle sollecitazioni non sono molto sensibili al valore di  $k$ ; pertanto non è indispensabile una valutazione molto accurata del parametro ma basta, appunto, una stima ragionevole.

Bisogna considerare che questi valori tipici  $k_1$  del modulo di reazione del terreno, suggeriti da molti testi e manuali, prima di essere usati per l'analisi di una fondazione di forma e dimensioni diverse dovranno essere opportunamente modificati; questo perché, come detto in precedenza, sono riferiti ad una piastra di dimensioni e forma standardizzate.

Nel caso in esame i valori del coefficiente di sottofondazione  $k$  sono stati assegnati su base litologica:

**orizzonte tra 2.00 – 8.00 m       $k_1 = 7.5 \text{ kg}/\text{cm}^3$**

**orizzonte tra 8.00 – 16.00 m       $k_1 = 6.5 \text{ kg}/\text{cm}^3$**

Per correggere il valore  $k_1$  verrà utilizzata la seguente formula valida per i terreni incoerenti e applicabile a fondazioni nastriformi:

$$K (\text{kg}/\text{cm}^3) = K_1 \left( \frac{b+B}{2B} \right)^2$$

Dove  $b = 30 \text{ cm}$  (dimensione standard della piastra) e  $B$  è la larghezza della trave di fondazione considerata.

## RELAZIONE SISMICA

Ai sensi del D.M. 17/01/2018

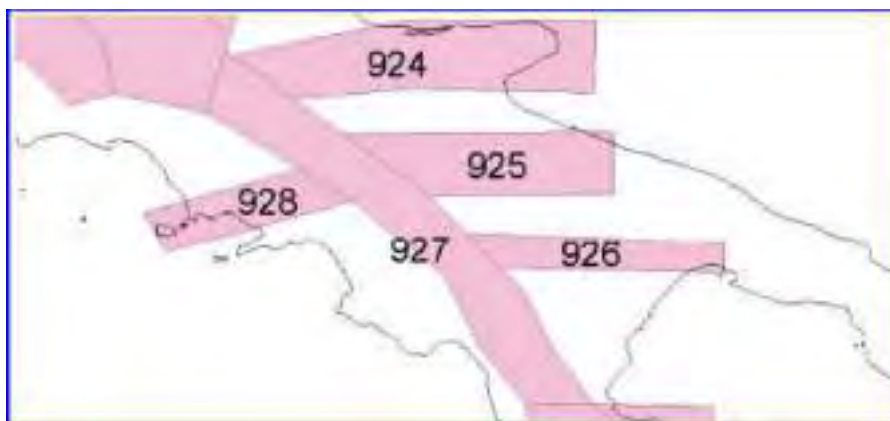
### 3.1 INDAGINE E DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOFISICI

Il Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza P.C.M. 20/03/03 n. 3274) dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia ha sviluppato nel 2004 una nuova zonazione sismogenetica, denominata "Zonazione Sismogenetica ZS9", alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

In base a questo rapporto l'area di progetto ricade all'interno della Zona sismogenetica 927 (Sannio-Irpinia-Basilicata) ed è caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, da circa 0,7 milioni d'anni, sta interessando l'Appennino meridionale. Questa zona comprende le aree localizzate lungo l'asse della catena, fino al massiccio del Pollino. Il meccanismo di fagliazione individuato per questa zona è normale e le profondità ipocentrali sono comprese tra gli 8 e 12 km.

Per quanto concerne la sismicità storica, in base ai dati reperibili su terremoti verificatisi nei comuni Campani, la massima intensità macrosismica per il comune di Benevento (BN) risulta di poco superiore alla Magnitudo 7; difatti per ciascuna zona sismogenetica è stato definito il valore di M-max atteso per un evento sismico avente tempo di ritorno pari a 475 anni, calibrato sui dati sismologici e geologici osservati.

Per la zona Sismogenetica 927 (Sannio-Irpinia-Basilicata) infatti è stata calcolata statisticamente una probabile Magnitudo massima attesa (M-max) di 7.06 gradi della scala Richter.

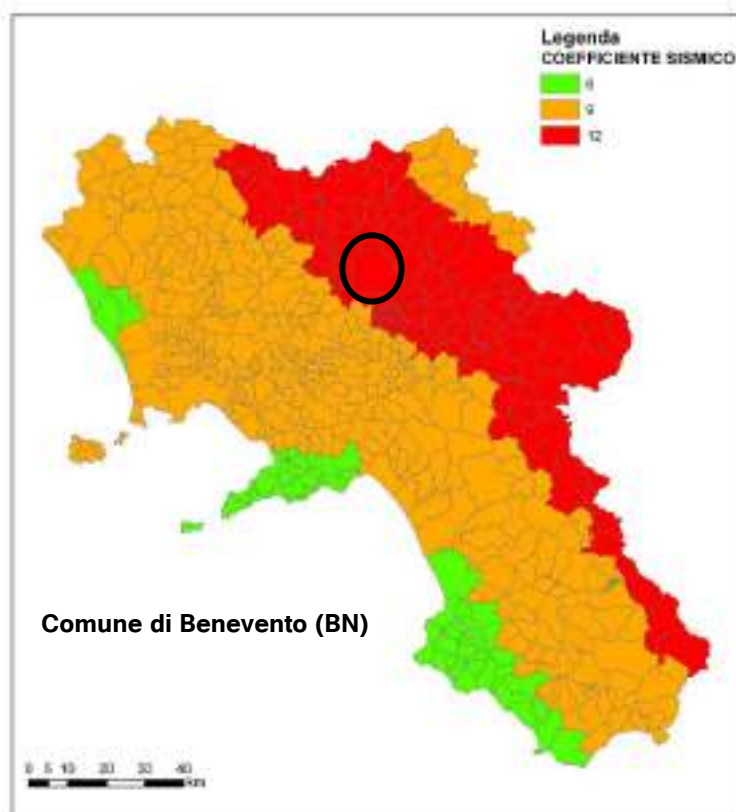


*Zonazione Sismogenetica ZS9 - INGV 2004*

In anticipo rispetto alla normativa nazionale (Riclassificazione sismica del territorio nazionale "Attuazione del D.M. 14/05/2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 Aprile 2006 pubblicate sulla G.U. dell'11/05/2006), la Regione Campania ha adottato, con D.G.R. 5447 del 7 novembre 2002, la nuova classificazione sismica del territorio regionale formulata dal gruppo di lavoro costituito da esperti del Servizio Sismico Nazionale (SSN), dell'Istituto Nazionale di Geofisica (INGV) e del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT), in base alla risoluzione approvata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997 e le risultanze relative ai comuni della Campania.

Dott. Geol. Daniele Pipicelli, via Alcide De Gasperi n. 6 - 82018 San Giorgio del Sannio (BN)

Tel.: 340 6867752 - e-mail [danielepipicelli@libero.it](mailto:danielepipicelli@libero.it)



*Classificazione Sismica del comune di Benevento (BN) ai sensi della D.G.R.C. 5447/02*

Il Comune di Benevento rientra in prima categoria sismica.

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03 e successivamente del D.M. 17/01/2018 è cambiato il livello energetico attribuito alle classi sismiche, per cui la "Pericolosità Sismica", espressa come intensità sismica in termini di accelerazione al suolo (ag/g), mette in luce nuovi valori di riferimento, notevolmente superiori rispetto a quelli precedentemente vigenti.

Classificazione Sismica (O.P.C.M. 3274/03)	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ag/g	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) ag/g	Classificazione Sismica (D.M. 19/01/96)	Coefficiente Sismico (S)
1	> 0,25	0,35	1	0,1
2	0,15 – 0,25	0,25	2	0,09
3	0,05 – 0,15	0,15	3	0,06
4	<0,05	0,05	4	0

*Variazioni dell'intensità sismica a parità di classe (O.P.C.M. 3274/03 e s.m.i.).*

Ai fini della valutazione degli effetti sismici locali è stata eseguita un'indagine sismica di superficie del tipo MASW, per la determinazione del parametro  $V_{s,eq}$  e delle categoria del sottosuolo di fondazione (Tab. 3.2.II del D.M. 17/01/2018).

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

- $h_i$  = spessore dell'i-esimo strato;  
 $V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;  
 $N$  = numero di strati;  
 $H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

L'elaborazione delle indagini sismiche MASW ha permesso l'individuazione dei sismostrati all'interno dei primi 30 metri di profondità dal p.c., caratterizzati da diverse velocità delle onde sismiche di taglio  $V_s$ .

#### PARAMETRI DEL MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DEL SITO

Strato	Spessore (m)	$V_p$ (m/s)	$V_s$ (m/s)	Densità $\rho$ ( $\text{kg/m}^3$ )	Poisson $\nu$	Modulo di taglio $G$ (kPa)	Modulo di Young $E$ (kPa)	Modulo di incompressibilità $K$ (kPa)
1	4,00	612	241	1600	0,41	92930	261733	475364
2	0,80	862	372	1700	0,39	235253	651918	949504
3	0,80	896	439	1800	0,34	346898	931113	982538
4	6,00	1371	692	1500	0,33	909942	2416490	2358196

L'elaborazione della prova, eseguita appositamente per la definizione della categoria del sottosuolo di fondazione (con la metodologia delle  $V_{s,eq}$ ) nell'area di intervento, ha determinato una velocità media  $V_{s,eq}$  di 393 m/s dal p.c.

Prospezione sismica	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW	393.00	B

Il sottosuolo dell'opera in progetto rientra nella categoria "B".



Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuoli 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.

*Categorie Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018 – Tab. 3.2.II)*

La vigente normativa (D.M. 17/01/2018) prevede che il calcolo delle  $V_{seq}$  venga fatto a partire dalla profondità di imposta delle opere fondali.

Mentre per quanto riguarda la categoria topografica la modesta pendenza dei siti dove sorgerà l'opera fa rientrare la stessa nella Categoria Topografica T1 = *Pendii con inclinazione media  $i < 15^\circ$* .

## 3.2 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

La normativa stabilisce che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, devono essere definite a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, nonché dalla classe tipologica dell'opera da realizzare.

Nello specifico si forniscono al progettista tutti i dati ed i parametri al fine di valutare le azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalla normativa vigente:

### PARAMETRI DELL'AZIONE SISMICA DI BASE PER IL SITO IN OGGETTO

*Categoria Topografica :T1*

\*Coordinate geografiche del sito:

**WGS84: 41.127497, 14.791996**  
**ED50: 41.128486, 14.792860**

\* coordinate geografiche per definire la pericolosità sismica di base in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$

### **Pericolosità Sismica di Base**

La pericolosità sismica di base è definita, in termini di accelerazione orizzontale spettrale ed in condizioni di campo libero su substrato “rigido” con superficie topografica orizzontale, da:

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$  = 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.

Tali parametri, stabiliti per legge sono riportati per l'intero territorio nazionale nell'allegato al DM 17/01/18, nel quale risultano distribuiti ai nodi di una maglia quadrata di sette chilometri.

Attraverso l'interpolazione spaziale (software Spettri-NTC 1.0.3) sono stati quindi determinati i parametri dell'azione sismica di base nella specifica area di intervento

### **PARAMETRI DELL'AZIONE SISMICA DI BASE PER IL SITO**

#### **Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_c$ per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c$ [s]
30	0,062	2,382	0,279
50	0,083	2,351	0,294
72	0,101	2,324	0,312
101	0,120	2,330	0,322
140	0,142	2,320	0,332
201	0,171	2,312	0,342
475	0,257	2,304	0,369
975	0,349	2,334	0,390
2475	0,487	2,458	0,430

$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_o$ (-)	$T_c$ (s)
<b>475</b>	<b>0,257</b>	<b>2,304</b>	<b>0,369</b>

### **Scelta della strategia di Progettazione**

La normativa impone che tali parametri siano assegnati, in ragione della vita nominale  $V_N$ , della classe d'uso dell'opera  $C_U$  e quindi, per un definito stato limite, in relazione alla probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento relativo  $V_R$ .

In riferimento all'opera in oggetto si ha:

- Vita nominale dell'opera - (*opera ordinaria e di importanza normale*) punto 2.4.1 DM 17/01/18;

$$V_N \geq 50 \text{ anni}$$

- Classe d'uso - **Classe III** - a cui corrisponde  $C_U = 1,5$

- Periodo di riferimento -  $V_R = (V_N \cdot C_U) = 75 \text{ anni}$

- Stato limite di salvaguardia della vita umana (SLV) – punto 3.2.1 DM 17/01/18; a tale stato compete una probabilità di superamento del periodo di riferimento  $V_R$  di:

$$P_{VR} = 10\%$$

- Periodo di ritorno dell'assegnato evento sismico di base – allegato al DM 17/01/18:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = 712 \text{ anni}$$

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	45	0,078	2,357	0,291
SLD	75	0,103	2,325	0,314
SLV	712	0,306	2,321	0,381
SLC	1462	0,404	2,387	0,407

### **Azioni sismiche di progetto**

Le azioni sismiche di progetto, definite in termini di accelerazione spettrale sintetica orizzontale e verticale sono state determinate, come previsto dall'approccio semplificato amplificando dell'azione sismica di base in ragione delle locali condizioni sismostratigrafiche e topografiche.

1. Le condizioni di amplificazione sismostratigrafica è definita dalla categoria di sottosuolo sismico di tipo **B** e della categoria topografica **T1** al quale competono:

un coefficiente di amplificazione stratigrafica **SS**

un coefficiente del periodo corrispondente al tratto costante dello spettro **Cc**



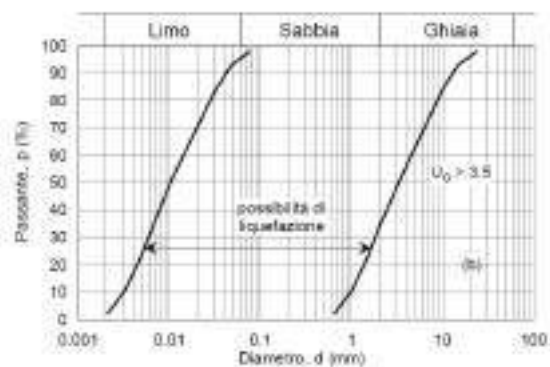
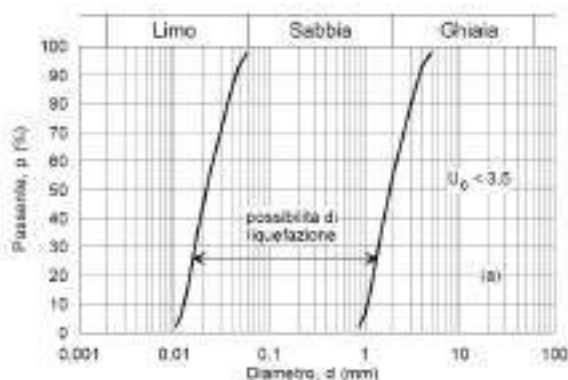
2. La superficie del sito riferisce lo stesso alla categoria topografica **T1** (inclinazione compresa tra  $0^\circ$  e  $15^\circ$ ) alla quale compete un ST

### 3.3 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Il sito presso il quale sarà realizzata l'opera deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumuli di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (§7.11.3.4 NTC).

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

- Eventi sismici attesi di Magnitudo  $M$  inferiore a 5.
- Accelerazioni massime attese al p.c. in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g.
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal p.c., per p.c. sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1n} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 Kpa e  $q_{c1n}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 Kpa.
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure seguenti, nel caso rispettivamente di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c$  minore e maggiore di 3,5.



Quando nessuna delle condizioni sopra elencate risulti soddisfatta e il terreno comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

Nel caso in esame risulta soddisfatta la quinta condizione in quanto trattasi di limi e argille fino a mediamente 16 m di profondità mentre tra 16 e 30 m si rinvenivano conglomerati di ciottoli.

---

#### 4. INTERVENTI

---

Durante la realizzazione di lavori ed opere che comportino scavi o riporti di terreno non devono essere create condizioni di rischio per il verificarsi di smottamenti, franamenti o altri fenomeni gravitativi.

E' consigliabile, quindi, prevedere una serie di accorgimenti necessari ad un corretto e razionale utilizzo dell'area nonché alla sua sistemazione idraulica; per tale motivo si rende necessario esplicitare le seguenti raccomandazioni:

1. In fase di esecuzione dei lavori dovrà essere messo in opera un adeguato sistema di drenaggio superficiale al fine di allontanare le acque meteoriche e di falda superficiale eventualmente richiamate nell'area di scavo. Quest'opera dovrà essere realizzata in modo da recapitare le acque intercettate nel reticolo di impluvi naturali e/o in altro ricettore. La funzione del drenaggio sarà quella di limitare la possibilità che si possano avere ristagni alla base degli scavi da effettuare.
2. Il terreno di risulta di eventuali scavi sarà accantonato in aree idonee allo stoccaggio provvisorio in attesa del suo possibile riutilizzo e/o conferito presso impianti autorizzati al ricevimento.

---

#### 5. PRESCRIZIONI E INDICAZIONI

---

Le previsioni edilizie in progetto, sono state valutate secondo il grado di approfondimento previsto dalla normativa vigente, e risultano eseguibili senza particolari limitazioni di fattibilità geologica.

**Dai dati relativi alla campagna di indagini geologiche, geotecniche e sismiche in sito nonché dati di carattere geologico-tecnico pregressi e disponibili per l'area, sono emersi un modello geologico - tecnico e geotecnico che presentano nel complesso proprietà variabili, sia in funzione della profondità che in funzione della posizione.**

Nell' area non sono presenti dissesti idrogeologici attivi o quiescenti che possano interferire con l'opera in progetto; inoltre il sistema idrografico non costituisce un pericolo idraulico per l'opera in progetto.

Onde evitare il progressivo decadimento delle caratteristiche meccaniche e litodinamiche dei depositi direttamente implicati dalle strutture di progetto, si prescrive l'attuazione di un efficace drenaggio delle acque stagionali, superficiali ed episuperficiali, agente perimetralmente alla quota d'imposta delle fondazioni;

Si raccomanda infine di richiedere la presenza dello scrivente durante la fase esecutiva dell'opera ed, in particolare, non appena ultimato lo scavo per l'imposta del manufatto.

Naturalmente, il valore dei carichi adottati per il sottosuolo di fondazione dovranno essere verificati mediante un accurato calcolo dei cedimenti. Nel caso in cui si dovessero ottenere cedimenti differenziali non trascurabili, si consiglia di tenere conto di quanto segue:

- a) *ridurre il carico trasmesso al terreno*
- b) *e/o scegliere una diversa profondità di posa delle fondazioni*
- c) *e/o adottare un diverso tipo di fondazione*

Tanto per incarico ricevuto

Benevento li, 3 Agosto 2018

Dott. Geol. Daniele Pipicelli

---



## **ALLEGATI ALLA RELAZIONE GEOLOGICA:**

### **ALLEGATI**

- **Report delle Indagini**
  - **Indagini sismiche Masw**
  - **Prove geotecniche di laboratorio**

# COMUNE DI BENEVENTO

Provincia di Benevento

## INDAGINE SISMICA

TIPO MASW

ESEGUITA PER :

INTERVENTO DI SOSTITUZIONE EDILIZIA, CON DEMOLIZIONE E  
RICOSTRUZIONE IN SITO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO  
FEDERICO TORRE

UBICAZIONE : Scuola Federico Torre

COMMITTENTE: Sottosuolo srl



Sant'Angelo all'Esca, Luglio 2018

*Il responsabile dell'indagine*  
Dott. Geol. Giuseppe PASQUALE



**INDICE**

Premessa .....1

Normativa di riferimento .....1

Strumentazione utilizzata (MASW) .....2

Strumentazione utilizzata (HVSR) .....3

Acquisizione ed elaborazione dei dati MASW. ....4

Acquisizione ed elaborazione dei dati HVSR. ....8

Conclusioni .....13

Allegati

- 1. Tracce sismiche
- 2. Report fotografico
- 3. Elaborazione HVSR

## Premessa

La seguente relazione viene redatta per la caratterizzazione sismica di un'area del comune di Benevento, presso la Scuola Federico Torre, in cui sono previsti i lavori di "Intervento di sostituzione edilizia, con demolizione e ricostruzione in sito dell'edificio scolastico Federico Torre". La ditta committente è rappresentata da Sottosuolo srl.

Obiettivo della presente relazione geofisica è quello di definire, secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia, il parametro  $V_{s,eq}$  attraverso la stima delle velocità dei terreni con l'esecuzione di una prova di sismica di tipo MASW, mediante la caratterizzazione dinamica del sottosuolo con l'individuazione delle principali unità sismostratigrafiche e delle relative proprietà elastiche. In aggiunta, per la definizione dei rapporti spettrali H/V è stata condotta un'acquisizioni dei microtrempi con l'esecuzione di una prova di sismica PASSIVA SUPERFICIALE DI TIPO HVSR.

## Normativa di riferimento

I disastrosi terremoti che negli ultimi anni hanno interessato l'Italia hanno determinato una riclassificazione sismica del territorio nazionale e una rivisitazione della normativa sismica che regola le costruzioni ricadenti in zone sismiche. Le Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 17 gennaio 2018<sup>1</sup>), la normativa tecnica europea (Eurocodici EC7<sup>2</sup> e EC8<sup>3</sup>) e le più avanzate normative internazionali<sup>4</sup> disciplinano la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche e la valutazione della sicurezza e degli interventi di adeguamento su edifici soggetti al medesimo tipo di azioni. Tali norme hanno lo scopo di assicurare che in caso di evento sismico sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile. Fra le novità più importanti della nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica vi è l'estensione della zonazione sismica a tutto il territorio nazionale.

La necessità di investigare il sottosuolo ha indirizzato i ricercatori a studiare tecniche non invasive, e quindi economiche, veloci e pratiche, per effettuare caratterizzazioni sismostratigrafiche del sottosuolo. Per ottemperare a quanto prescritto dalla normativa vigente è necessario determinare le azioni sismiche previste su nuove costruzioni, ampliamenti e ristrutturazioni importanti che ricadono in zona sismica, attraverso la determinazione della  $V_{s,eq}$  in m/s (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio). A tale parametro vengono attribuiti intervalli di variazione a cui corrispondono differenti categorie di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC 2018). Il parametro  $V_{s,eq}$  è calcolato mediante la seguente espressione:

---

<sup>1</sup> Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018, pubblicato sul supplemento ordinario n. 42 del 20 febbraio 2018

<sup>2</sup> CEN 1994, Geotechnical Design. General Rules. European Committee for Standardisation (CEN), Eurocode 7 Part 1.

<sup>3</sup> CEN 2003, Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings. Final Draft, prEN 1998-1, Brussels;

CEN 2004, Design of structures for earthquake resistance – Part 3: Assessment and retrofitting for buildings. Draft No 7, prEN 1998-3, Brussels.

<sup>4</sup> Applied Technology Council, 1996. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings. Volume 1. California; ACI 318. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary. American Concrete Institute. Michigan, 2000; Standards New Zealand. The design of concrete structures. NZS 3101. Wellington, 1995; Canada Standards. The design of concrete structures. CSA-A23.3-04. Canada, 2005.



$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} [m/s]$$

dove:

$V_{s,i}$ : velocità delle onde di taglio nell' i-esimo strato

$h_i$ : spessore in metri dello strato i-esimo

$N$ : numero di strati

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

La determinazione della  $V_{s,eq}$  avviene attraverso specifiche indagini geofisiche che si basano sulla propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo.

In generale, le indagini sismiche si dividono in attive e passive. Le prime consistono nella generazione di onde sismiche che si propagano nel sottosuolo in seguito ad una energizzazione, che avviene tramite massa battente o scoppio, in un punto sorgente. Le onde generate vengono successivamente registrate da geofoni, rilevatori del moto del suolo, disposti lungo una linea sismica. Le indagini sismiche passive, invece, sono caratterizzate dalla registrazione del rumore sismico generato da sorgenti naturali e/o artificiali (rumore antropico).

### **Strumentazione utilizzata (MASW)**

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo del sismografo 12S24P della PASI srl (via Galliari 5/E TORINO) a 24 bit a 24 canali. Il sismografo 24 bit per prospezione sismica si distingue per la piattaforma di acquisizione dati di ultima generazione unita al sistema operativo di uso intuitivo e organizzato in menu navigabili con funzioni differenti in base al tipo di sondaggio sismico selezionato mediante un semplice tocco sul monitor touch screen a colori di grandi dimensioni. Caratteristica principale di questa serie di sismografi è la risoluzione di 24 bit effettivi per ogni singolo canale. L'adozione di tale architettura rende ideale il 12S24P per tutte le tipologie di prospezione sismica attiva e passiva. Grazie alla grande versatilità ed alle numerose procedure automatiche di verifica pre-acquisizione dalla corretta connessione dei geofoni fino all'analisi della rumorosità di fondo del sito investigato, l'acquisizione dati risulta sempre particolarmente agevole ed alla portata di tutti, inoltre è possibile effettuare una prima analisi dei dati acquisiti, anche per singola

onda, direttamente in campagna, visualizzando con poche e semplici operazioni i dati relativi alle velocità in ogni singolo punto dell'onda esaminata. Il salvataggio dei dati avviene su hard disk interno a stato solido, per una maggiore sicurezza dei dati, oppure su memoria USB esterna (Figura 1).

Tale strumento, compatto e versatile, è stato progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor) - M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) - S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].



**Figura 1: strumentazione utilizzata**

Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise). La sorgente sismica è costituita da una mazza battente (peso di 8kg che batte su una piastra in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale a 10 Hz, posto in prossimità della piastra posizionata a diverse distanze dal primo geofono.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con appositi programmi (Geopsy-Dinver) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

### **Strumentazione utilizzata (HVSr)**

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo del sismografo GEA24 24 (Figura 2), della PASI srl (via Gallari 5/E TORINO, con canali a 24 bit (con PC esterno) adatto a RIFRAZIONE, RIFLESSIONE SUPERFICIALE, ONDE DI SUPERFICIE (MASW, Re.Mi., Vs,eq, MAAM, ESAC, ecc.) HVSr/VIBRAZIONI, DOWNHOLE, CROSSHOLE. I dati sono stati acquisiti utilizzando il Geofono 3D "3DLG-2" (Figura 3)



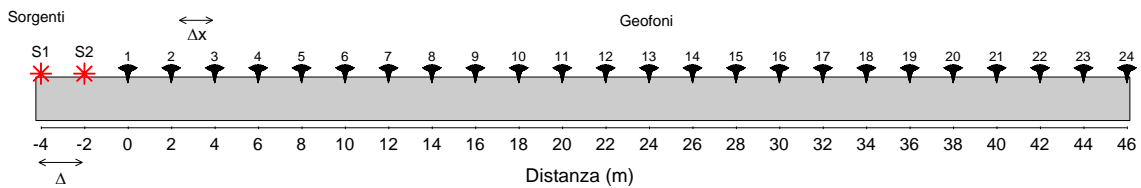
**Figura 2. Acquisitore e scheda tecnica relativa per l'acquisizione HVSr**



**Figura 3. Geofono 3D da superficie**

### Acquisizione ed elaborazione dei dati MASW.

La geometria (Figura 4) e la modalità di acquisizione dei dati (Tabella 1) sono riportate di seguito:



**Figura 4: schema della geometria di acquisizione.**

**Tabella 1: caratteristiche di acquisizione dei dati**

Numero geofoni	24
Tipo di geofono	Verticale
Frequenza propria dei geofoni (Hz)	4,5
Distanza intergeofonica $\Delta x$ (m)	2,0
Lunghezza stendimento sismico (m)	46
Frequenza di campionamento (Hz)-MASW	1000
Intervallo di acquisizione (ms)-MASW	0.001
Tipo di starter	Meccanico
Tipo di energizzazione	Meccanico

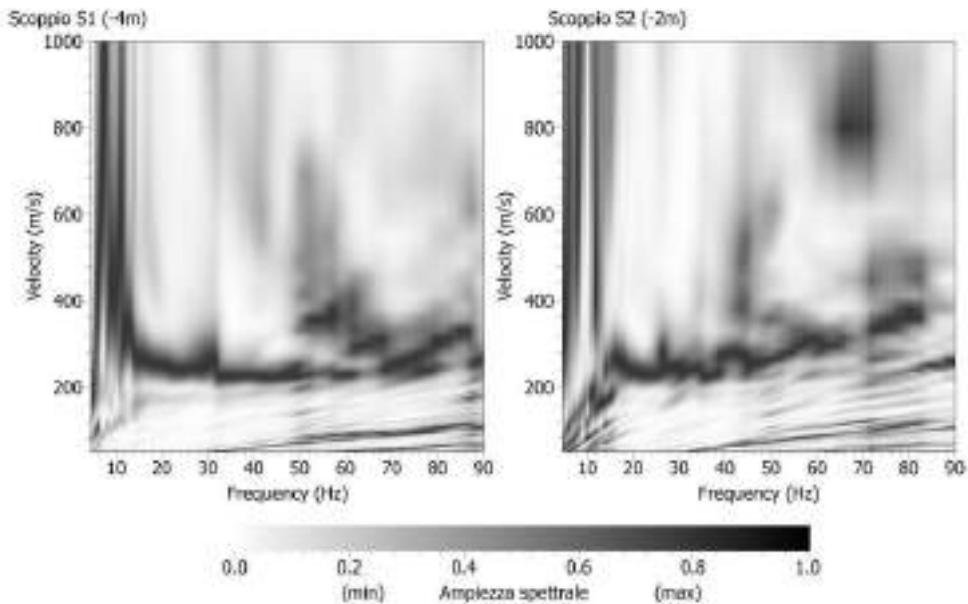
Durante la fase di acquisizione sono stati eseguiti due shots con diversi offstes (vedi Tabella 2) per valutare la stabilità della curva di dispersione sperimentale apparente, necessaria per verificare l'assenza di variazioni laterali, fondamentale prima di eseguire la fase di inversione 1D.

**Tabella 2: schema energizzazione.**

Numero di energizzazioni	2*
Scoppio S1	$\Delta_1 = -4,0$ (m)
Scoppio S2	$\Delta_2 = -2,0$ (m)

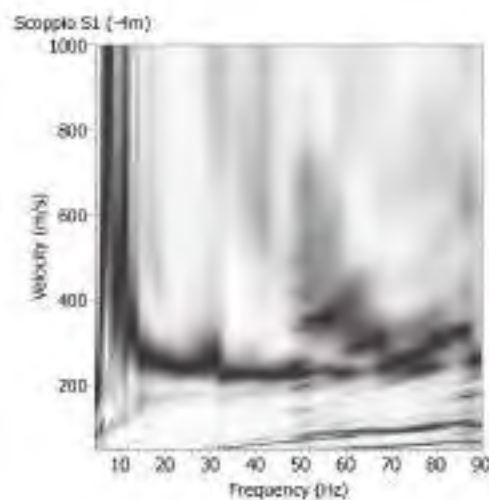
\*la posizione dei punti sorgente è riportata in Figura 4.

L'analisi è stata condotta nel dominio delle frequenze attraverso la determinazione dello spettro f-k (Figura 5), piccando con una procedura manuale i massimi all'interno dello spettro. La curva di dispersione presenta la migliore definizione nell'intervallo 4,5-90 Hz.



**Figura 5:** curve di dispersione ottenute per i due scoppi realizzati.

Attraverso una procedura manuale sono stati piccati i massimi (punti in rosso in Figura 6) all'interno dello spettro relativo allo scoppio S1 (in quanto la relativa curva di dispersione risulta essere meglio definita all'interno del range di frequenza considerato) e la curva di dispersione così ottenuta è stata utilizzata successivamente per il processo di inversione.



**Figura 6.** Picking della curva di dispersione relativa allo scoppio S1. I punti in rosso rappresentano i massimi relativi al modo di vibrazione riconosciuto.

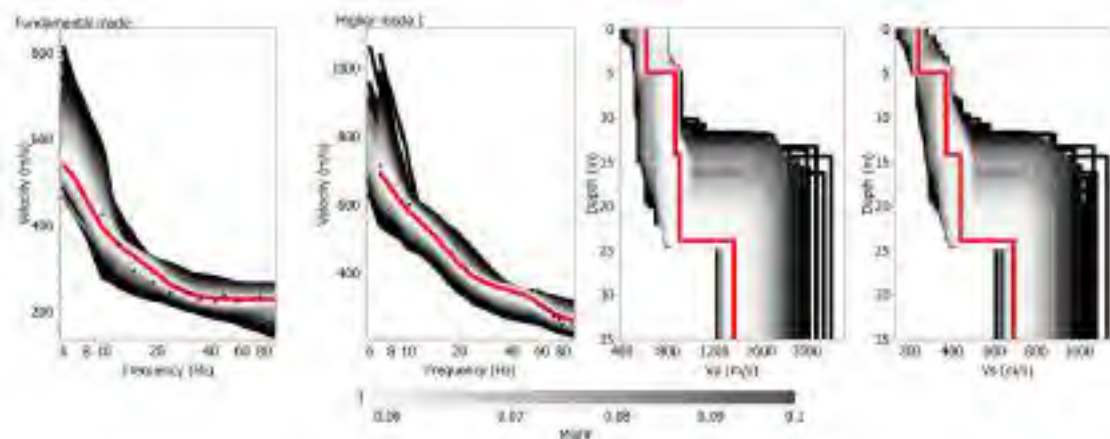


La procedura di inversione, effettuata utilizzando il software “Dinver”, prevede che il modello teorico sia costituito da una sequenza di  $n$  strati, poggianti su un semispazio, ognuno dei quali caratterizzato da un intervallo dei parametri  $V_p$ ,  $V_s$ , Poisson, densità e spessore. Nell’inversione a ciascun run corrispondono 100 iterazioni, ognuna delle quali costituita da 50 modelli generati in modo random. Per ogni modello viene calcolato il minimo misfit associato alla curva di dispersione teorica confrontata con quella sperimentale. L’errore accettabile deve essere inferiore al 10%, a cui corrisponde un misfit minore di 1. Nella Tabella 3 si riportano i parametri utilizzati nella procedura di inversione.

**Tabella 3**

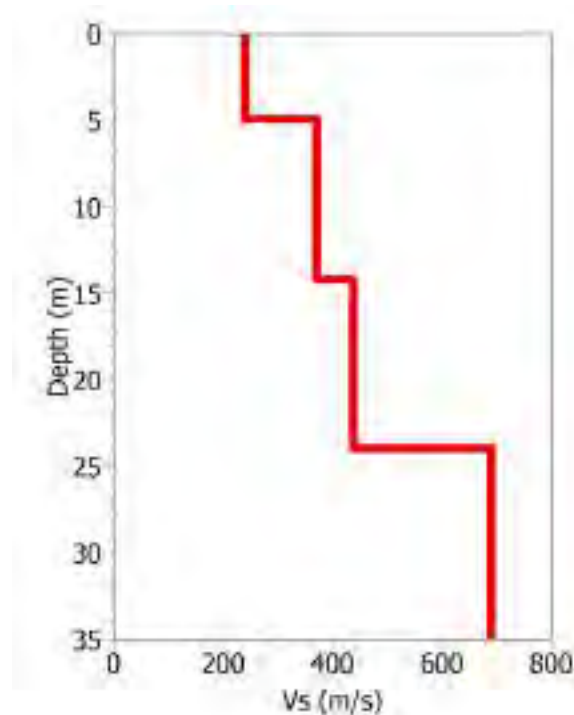
Parametri di inversione	
Numero di run	4
Iterazione per ciascun run	100
Modelli generati per ciascun run	5050
Modelli totali generati	20200
Minimo misfit	0,0582

In Figura 7 sono riportate le curve di dispersione teoriche e i corrispondenti modelli di velocità delle onde P ed S. In rosso sono indicati la curva e il modello che presentano il minor misfit, unitamente agli intervalli minimo e massimo di variabilità dei parametri dei modelli.



**Figura 7: curve di dispersione e modelli di velocità ottenuti dalla procedura d’inversione.**

Inoltre, per ottemperare a quanto previsto dalla vigente normativa sismica (NTC 2018), si riporta il profilo di velocità delle onde S (con minimo misfit) fino alla profondità di 35 m dall’attuale piano campagna.



**Figura 8: modello di velocità delle onde S (con minimo misfit) utilizzato per il calcolo della Vs,eq.**

A partire dalle velocità delle onde di volume, è possibile dedurre, attraverso l'uso di semplici relazioni<sup>5</sup>, i parametri dinamici del sottosuolo riportati in Tabella 4: parametri dinamici del sottosuolo calcolati fino a 30 m dal p.c.

**Tabella 4: parametri dinamici del sottosuolo calcolati fino a 30 m dal p.c.**

Strato	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità $\rho$ ( $\text{kg/m}^3$ )	Poisson $\nu$	Modulo di taglio G (kPa)	Modulo di Young E (kPa)	Modulo di incompressibilità K (kPa)
1	4,90	612	241	1600	0,41	92930	261733	475364
2	9,30	862	372	1700	0,39	235253	651918	949504
3	9,80	896	439	1800	0,34	346898	931113	982538
4	6,00	1371	692	1900	0,33	909842	2418490	2358196

Ai sensi del DM 17 gennaio 2018, si riporta il valore della Vs,eq (con H=30m) riferito all'attuale piano campagna, unitamente alla categoria di sottosuolo e alla categoria topografica.

Profondità (m)	Vs,eq (m/s)
0-30	393

<sup>5</sup>  $G = V_s^2 * \rho$

$K = \rho * (V_p^2 - \frac{4}{3}V_s^2)$

$E = V_s^2 * \rho \left[ \frac{3V_p^2 - 4V_s^2}{V_p^2 - V_s^2} \right]$

$\nu = \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 \right] * \left[ \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 \right]^{-1}$

Carrara E., Rapolla A., Roberti N. "Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: metodi geoelettrici e sismici". Liguori Editore, 1992

## Acquisizione ed elaborazione dei dati HVSr.

Il posizionamento della terna di geofoni è stato realizzato dopo la rimozione della vegetazione, dove presente, in corrispondenza del punto di misura. La coppia di geofoni che registrano la componente orizzontale sono orientati secondo le direzioni N-E.

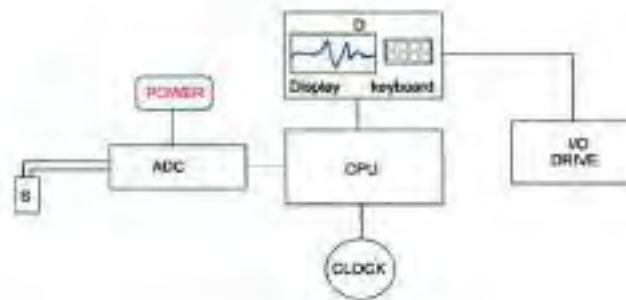
I parametri di acquisizione scelti in fase di registrazione sono: frequenza di campionamento pari a 250 Hz e un tempo totale di acquisizione pari a 20 minuti.

### ANALISI DEI DATI DI RUMORE SISMICO

Per applicare il metodo dei rapporti spettrali H/V si è usufruito del software Geopsy (M. Whatelet, 2002-2007).

L'analisi spettrale ha seguito la procedura descritta di seguito:

- Calcolo dello spettro di ampiezza per ciascuna componente e per ciascuna finestra mediante algoritmo FFT e tapering tramite funzione cosenoidale;
- Smoothing tramite funzione di Konno & Ohmachi (1998);
- Calcolo della media geometrica tra le componenti orizzontali N-S e E-W;
- Calcolo dei rapporti spettrali H/V su tutte le finestre;
- Calcolo della media dei rapporti spettrali H/V calcolati per ciascuna finestra;
- Stima degli errori sui rapporti spettrali.

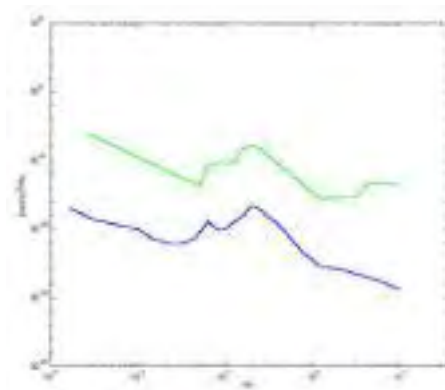


**Figura 9.** schema di stazione sismica (S: sismometro, POWER: alimentazione, ADC: convertitore analogico/digitale, CPU: Central Processing Unit, I/O: Input/Output e sistema archiviazione dati, CLOCK: sistema del tempo (antenna GPS), D: sistema di visualizzazione d

### SORGENTE DEL RUMORE

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore in quanto riguarda oscillazioni molto piccole (10-15 [m/s<sup>2</sup>]<sup>2</sup> in termini di accelerazione), molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale, in assenza di vento, lo spettro infrequenza del rumore di fondo, presenta l'andamento illustrato in figura a lato, dove la curva bassa rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento secondo il servizio geologico statunitense (USGS) mentre la curva superiore rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche.



Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie o anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

#### EFFETTI DI PERCORSO

Nel tragitto dalla sorgente  $s$  al sito  $x$  le onde elastiche (sia di terremoto che di microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che, se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica di "ray tracing", è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazione. Questa informazione è però 'sepolta' all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste è la tecnica dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR.



## DEFINIZIONI - TECNICA IMPIEGATA

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso. Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (HVSr), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970). Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Mentre su questo punto non è ancora stato raggiunto consenso, è invece ampiamente riconosciuto che l'HVSr è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli. Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSr può (1-D). Considerando un sistema in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità ( $\rho_1$  e  $\rho_2$ ) e le diverse velocità delle onde sismiche ( $V_1$  e  $V_2$ ), un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente ( $\lambda$ ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore  $h$  del primo strato. In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza ( $f_r$ ) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a

$$f_r = V_{p1} / (4 h) \quad [1]$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$f_r = V_{s1} / (4 h) \quad [2]$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSr mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore  $h$  degli strati. Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per il contenuto in frequenza, la risposta strumentale e l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto. La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo. Rileviamo inoltre come i microtremori siano solo in parte costituiti da onde di volume, P o S, e in misura

molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh (Lachet e Bard, 1994).

Tuttavia ci si può ricondurre alla risonanza delle onde di volume poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S. L'applicabilità pratica della semplice formula [2] è stata già dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico (Gallipoli et al., 2000; Mucciarelli e Gallipoli, 2001; Castellaro et al., 2005). Poiché la situazione illustrata è tipica delle coltri sedimentarie sovrastanti basamenti rocciosi, il metodo HVSR è parso immediatamente applicabile alla determinazione dello spessore delle coltri sedimentarie (si veda Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

#### PROCEDURA DI ANALISI DATI.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

1. le curve HVSR secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), con parametri:
  - larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
  - lisciamiento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
  - rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine/media a lungo termine) superiore a 2
  - rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.
2. Le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto 1.
3. Le profondità  $h$  delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula [3] in cui " $V_0$ " è la velocità al tetto dello strato, " $a$ " un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e " $v$ " la frequenza fondamentale di risonanza (Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

$$h = \left[ \frac{V_0(1-a)}{4v} + 1 \right]^{1/(1-a)} - 1 \quad [3]$$

#### INDAGINE DI SISMICA PASSIVA (HVSR)

Nell'area in esame è stata eseguita n° 1 stazione di misura, per un tempo di acquisizione di 20'. Nell'allegato 3 si riporta l'elaborazione eseguita con il software GEOEXPLORER HVSR 2.2.3 della SARA electronic instruments srl (Perugia).

I dati di prima restituzione sono rappresentati dai valori di frequenza caratteristica del sito di rilevamento, che costituisce la "frequenza di risonanza" dello strato delle "coperture" sotteso da una soluzione di rigidità con elevato contrasto di impedenza, per il quale assume valore massimo il rapporto tra gli spettri delle componenti orizzontale e verticale del moto del suolo H/V (Horizontal to Vertical Ratio).

Lo spessore del sedimento sotteso alla soluzione di continuità caratteristica del sito e qualificata dal contrasto di impedenza di maggiore rilievo può essere determinata attraverso abachi che relazionano la frequenza di sito con un ordine di grandezza della profondità della soluzione di rigidità, come riportato di seguito.

$f_0$ (Hz)	$h$ (m)
< 1	> 100
1 - 2	100 - 50
2 - 3	50 - 30
3 - 5	30 - 20
5 - 8	20 - 10
8 - 20	10 - 5
> 20	< 5

Nel caso in esame il picco ritrovato non soddisfa i criteri di validità dello stesso, per cui è possibile escludere la presenza in profondità di un contrasto di impedenza sismica tale da generare fenomeni di amplificazioni sismiche.

## Conclusioni

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della  $V_s$  e, di conseguenza, del parametro  $V_{s,eq}$  per il sito investigato risultato essere pari a 393 m/s.

In riferimento alla Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni si riportano le categorie di sottosuolo di riferimento distinte in funzione del parametro  $V_{s,eq}$  (Tabella 5).

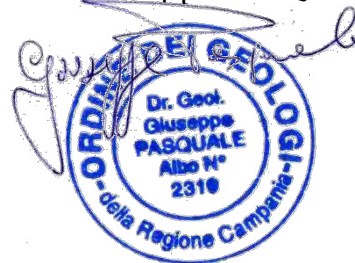
**Tabella 5: Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2.II NTC 2018)**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>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.</i>

Il picco ritrovato nell'analisi HVSR non soddisfa i criteri di validità dello stesso, per cui è possibile escludere la presenza in profondità di un contrasto di impedenza sismica tale da generare fenomeni di amplificazioni sismiche.

Sant'Angelo all'Esca, Luglio 2018

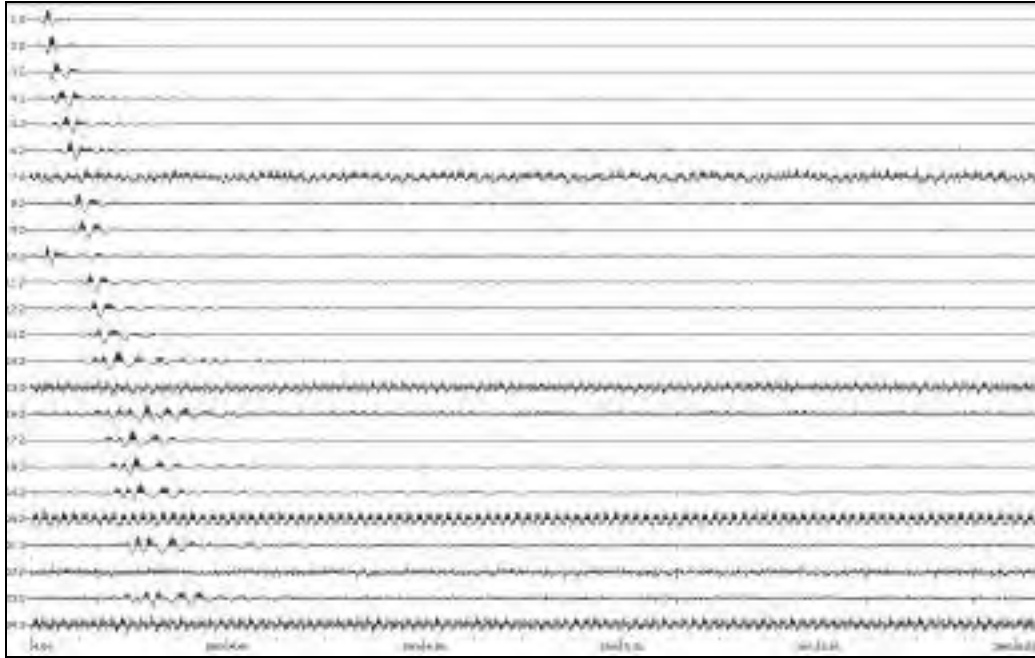
Il responsabile dell'indagine  
Dott. Geol. Giuseppe PASQUALE





# ALLEGATO 1

## TRACCE SISMICHE



Tracce sismiche indagine MASW

ALLEGATO 2

**REPORT FOTOGRAFICO**



**MASW**



**HVSR**

ALLEGATO 3  
**ELABORAZIONE HVSR**

## PLACE INFORMATION

*Place ID:* Benevento

*Address:* Scuola Federico Torre

*Latitude:* 41.127510°

*Longitude:* 14.792215°

*Coordinate system:* WGS84

*Elevation:* -

*Weather:* -

*Notes:* -

## SIGNAL AND WINDOWING

*Sampling frequency:* 250 Hz

*Recording start time:* 2018/07/09 18:02:28

*Recording length:* 20 min

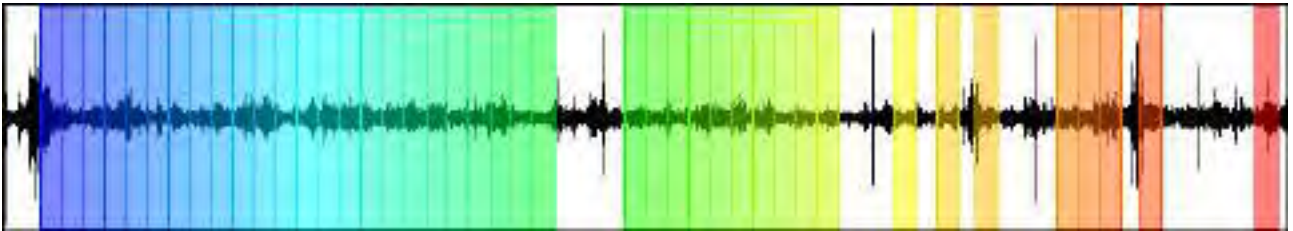
*Windows count:* 42

*Average windows length:* 20

*Signal coverage:* 70%

5.61 mCount

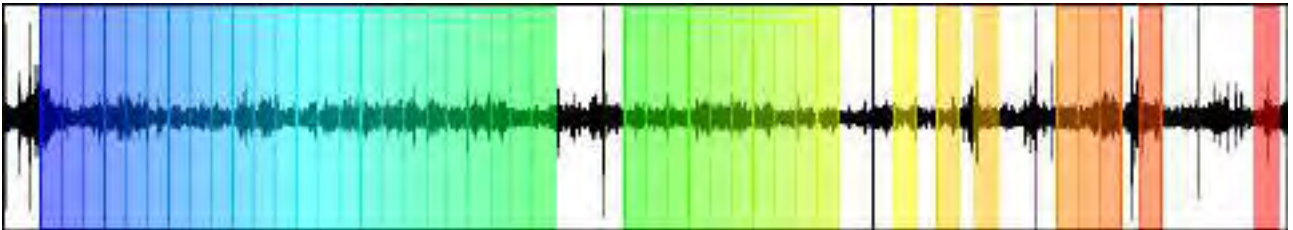
CHANNEL #1 []



-5.63 mCount

5.64 mCount

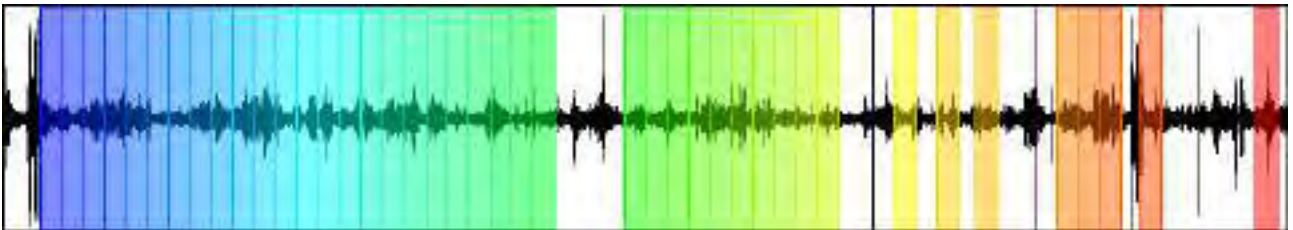
CHANNEL #2 []



-5.64 mCount

5.65 mCount

CHANNEL #3 []



-5.65 mCount



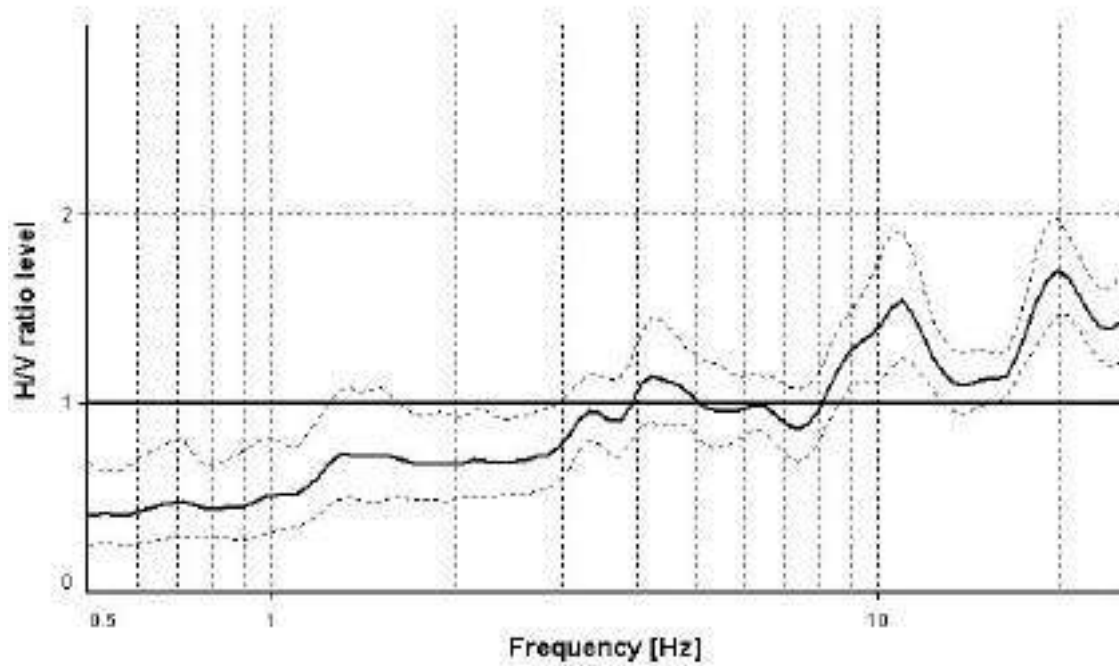
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 5%)

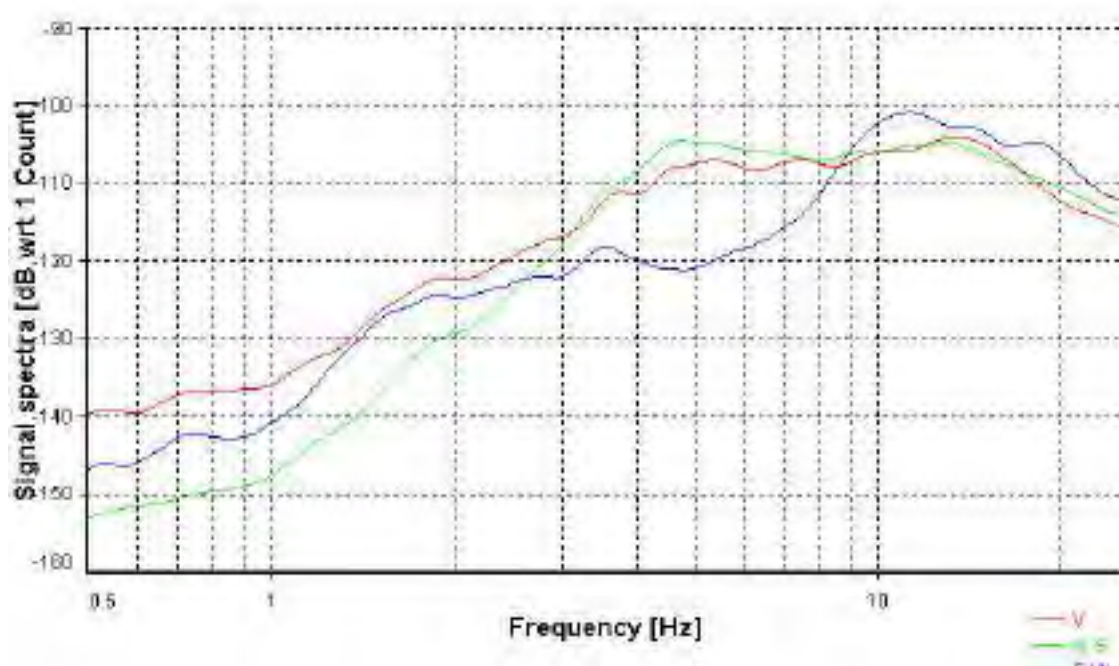
*Smoothing:* Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

*Instrumental correction:* Disabled

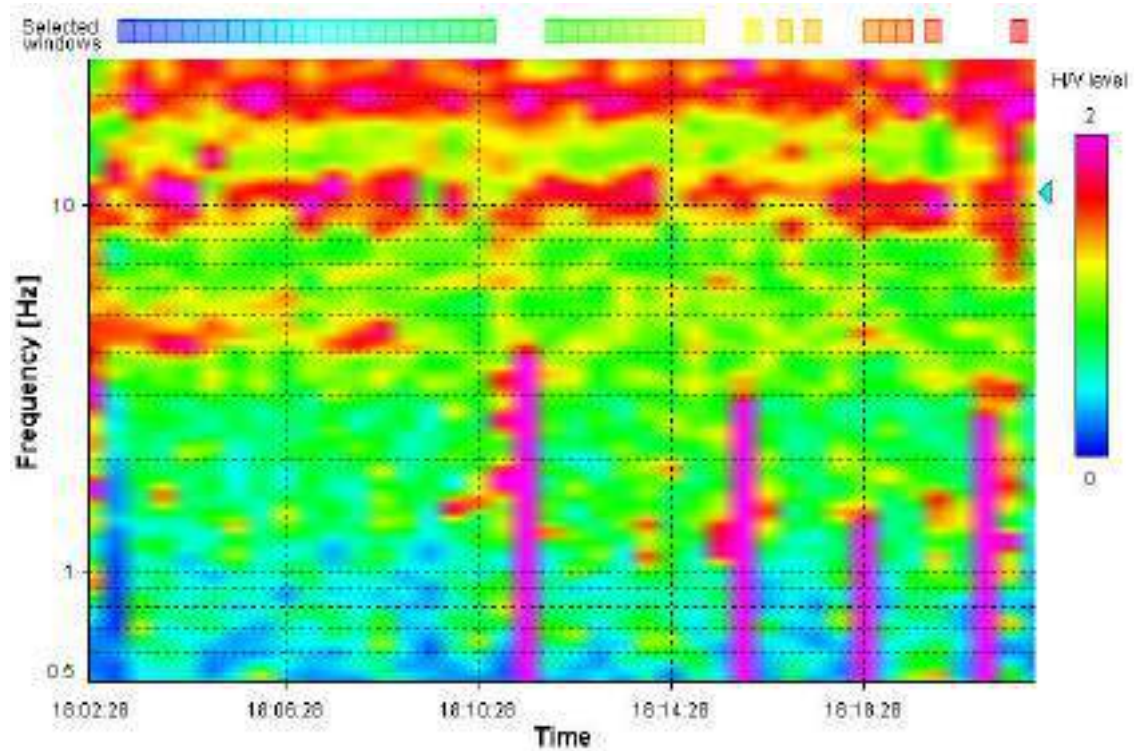
### HVSR average



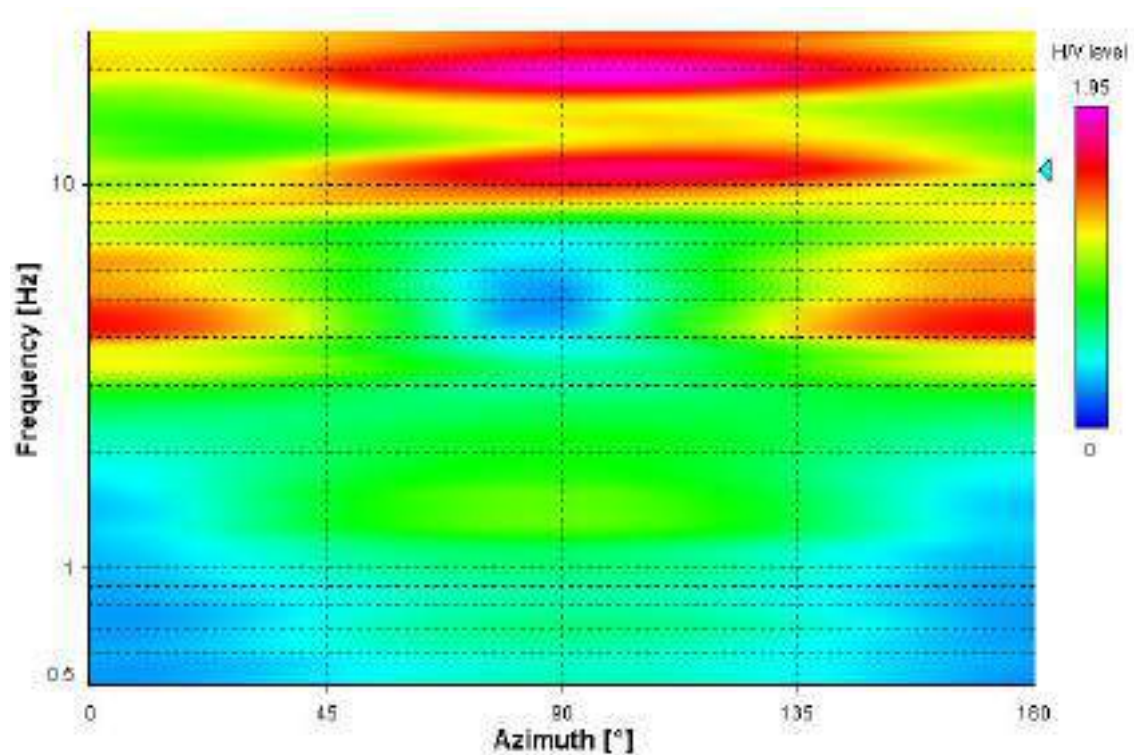
### Signal spectra average



### HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



### HVSR directional analysis



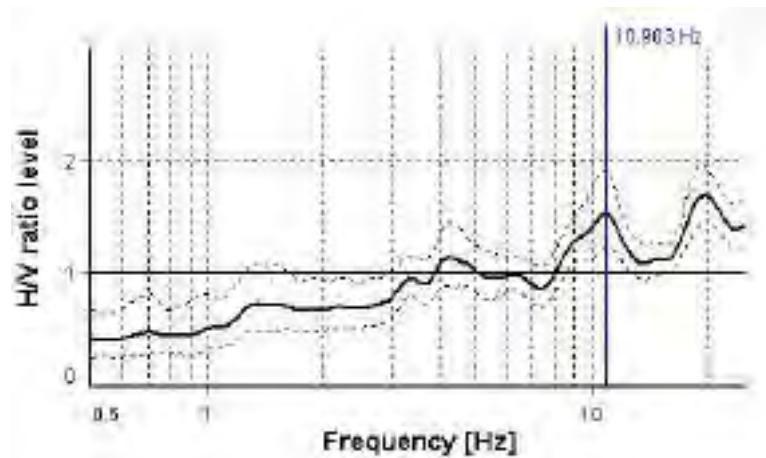
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

**10.903 Hz**

**$A_0$  amplitude = 1.543**

**Average  $f_0$  =  $10.891 \pm 0.933$**



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	42 valid windows (length > 0.92 s) out of 42	OK
$n_b(f_0) > 200$	9158.66 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 35	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f' \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f') < A_0/2$	2.95957 Hz	OK
$\exists f' \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f') < A_0/2$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	1.54 <= 2	NO
$f_{peak}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.93287 >= 0.54516	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.24478 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO



Accettazione Prove Terre n. 067  
del 10 Luglio 2018

Certificati di Prova da n° 432 a n° 447.

Spett.le  
**DOTT. GEOL. DANIELE PIPICELLI**

Committente: **SOTTOSUOLO SRL P/C AMMINISTRAZIONE COMUNALE**

# **“INTERVENTO DI SOSTITUZIONE EDILIZIA, CON DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE IN SITO DELL’EDIFICIO SCOLASTICO FEDERICO TORRE”**

**Località: Scuola Federico Torre  
Comune di Benevento (BN)**



**LABORATORIO PROVE SU TERRE E ROCCE**

Questo **LABORATORIO PROVE SU TERRE e ROCCE**, attrezzato con apparecchiature normalizzate ASTM+AASHTO, ha esaminato i campioni indisturbati di terreno da Voi fatti pervenire presso i nostri locali il giorno 10/07/2018.

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

- n° 4 Apertura del Campione Indisturbato e relativa Identificazione Visiva;
- n° 4 Determinazione delle Costanti Fisiche Generali;
- n° 4 Analisi Granulometrica con vagli ASTM e Densitometria;
- n° 4 Prova di Taglio Diretto drenato consolidato;
- n° 2 Prova di Compressione Edometrica con 7 gradini di carico e 3 di scarico;
- n° 2 Prova di Compressione ad Espansione Laterale Libera.


Gli esiti sono riportati nei Certificati di prova allegati, da n° 432 a n° 447.

Tanto dovevasi.

*Benevento, 25 Luglio 2018.*



Il Direttore del Laboratorio:

  
Dott. Geol. Umberto Lonardo



## QUADRO RIEPILOGATIVO PROVE di LABORATORIO

DATI GENERALI	
Committente:	Sottosuolo srl p/c Amm. Comunale
Richiedente:	Dott. Geol. Daniele Piccelli
Progetto:	Intervento di sostituzione edilizia, con demolizione e ricostruzione edificio scolastico
Località:	Federico Torre - Benevento (BN)

Identificativo Campione: **S1C1**

**2,50-3,00**

• PESO di VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ) $\text{kN/m}^3$	17,28
• CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $W_n$ ), %	27,35
• PESO SPECIFICO dei GRAN $\text{kN/m}^3$	26,61
• INDICE dei VUOTI ( $e$ )	0,964
• POROSITA' ( $n$ ), %	49,09
• GRADO di SATURAZIONE ( $S_r$ ), %	76,04
• PESO di VOLUME SATURO, ( $\gamma_{sat}$ ) $\text{kN/m}^3$	18,46

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

• GHIAIA, %	2,6	Denominazione:  LIMO CON SABBIA DEBOLMENTE ARGILLOSO
• SABBIA, %	31,8	
• LIMO, %	57,8	
• ARGILLA, %	7,8	

• ANGOLO di ATTRITO, °DEG	24,3
• COESIONE, $\text{kN/m}^2$	8,9

• MODULO EDOMETRICO, $\text{kN/m}^2$ [Tra 100 e 1000 kPa]	7687
---	------

• 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

• COESIONE non DRENATA (Triax UU), kPa

## QUADRO RIEPILOGATIVO PROVE di LABORATORIO

DATI GENERALI	
Committente:	Sottosuola srl p/c Amm. Comunale
Richiedente:	Dott. Geol. Daniele Pipicelli
Progetto:	Intervento di sostituzione edilizia, con demolizione e ricostruzione edificio scolastico
Località:	Federico Torre Benevento (BN)

Identificativo Campione: **S1C2**

**8,50-9,00**

• PESO di VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ) $\text{kN/m}^3$	18,68
• CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W <sub>n</sub> ), %	18,28
• PESO SPECIFICO dei GRANI $\text{kN/m}^3$	26,61
• INDICE dei VUOTI (e <sup>n</sup> )	0,685
• POROSITA' (n), %	40,64
• GRADO di SATURAZIONE (S <sub>r</sub> ), %	71,03
• PESO di VOLUME SATURO, ( $\gamma_{sat}$ ) $\text{kN/m}^3$	19,86

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

• GHIAIA, %	0,7	Denominazione:  <b>LIMO SABBIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO</b>
• SABBIA, %	20,8	
• LIMO, %	70,1	
• ARGILLA, %	8,5	

• ANGOLO di ATTRITO, °DEG	22,6
• COESIONE, $\text{kN/m}^2$	16,2

• MODULO EDOMETRICO, $\text{kN/m}^2$ (Tra 100 e 1000 kPa)	
• COESIONE non DRENATA (ELL), kPa	46,3

• 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
- COESIONE non DRENATA (Triax UU), kPa

## QUADRO RIEPILOGATIVO PROVE di LABORATORIO

DATI GENERALI	
Commitente:	Sottosuolo srl p/c Anm. Comunale
Richiedente:	Dott. Geol. Daniele Pipicelli
Progetto:	Intervento di sostituzione edilizia, con demolizione e ricostruzione edificio scolastico
Località:	Federico Torre - Benevento (BN)

Identificativo Campione: **S2C1**

**7,00-7,50**

• PESO di VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ) $\text{kN/m}^3$	18,41
• CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $W_n$ ), %	23,33
• PESO SPECIFICO dei GRANI $\text{kN/m}^3$	26,62
• INDICE dei VUOTI ( $e$ )	0,783
• POROSITA' ( $n$ ), %	43,92
• GRADO di SATURAZIONE ( $S_r$ ), %	79,32
• PESO di VOLUME SATURO, ( $\gamma_{sat}$ ), $\text{kN/m}^3$	19,32

- LIMITE LIQUIDO, %
- LIMITE PLASTICO, %
- LIMITE di RETIRO, %

• GHIAIA, %	0,7
• SABBIA, %	28,8
• LIMO, %	61,7
• ARGILLA, %	8,9

Denominazione:

LIMO CON SABBIA DEBOLMENTE ARGILLOSO

• ANGOLO di ATTRITO, °DEG	23,5
• COESIONE, $\text{kN/m}^2$	11,6
• MODULO EDOMETRICO, $\text{kN/m}^2$ (Tra 100 e 1000 kPa)	8310
• COESIONE non DRENATA (ELI), 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	
• COESIONE non DRENATA (Triax UU), kPa	

## QUADRO RIEPILOGATIVO PROVE di LABORATORIO

DATI GENERALI	
Committente:	Sottosuolo srl p/c Amm. Comunale
Richiedente:	Dott.re Geol. Daniele Papicelli
Progetto:	Intervento di sostituzione edilizia, con demolizione e ricostruzione edificio scolastico
Località:	Federico Torre - Benevento (BN)

Identificativo Campione: **S2C2**

**13,00-13,50**

• PESO di VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ) $\text{kN/m}^3$	18,97
• CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $W_n$ ), %	18,13
• PESO SPECIFICO dei GRANI $\text{kN/m}^3$	26,61
• INDICE dei VUOTI ( $e^0$ )	0,637
• POROSITA' ( $n$ ), %	39,65
• GRADO di SATURAZIONE ( $S_r$ ), %	73,42
• PESO di VOLUME SATURO, ( $\gamma_{sat}$ ), $\text{kN/m}^3$	20,02

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

• GHIAIA, %	0,6
• SABBIA, %	15,9
• LIMO, %	74,1
• ARGILLA, %	9,3

Denominazione:

**LIMO SABBIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO**

• ANGOLO di ATTRITO, °DEG	21,5
• COESIONE, $\text{kN/m}^2$	19,0

• MODULO EDOMETRICO, $\text{kN/m}^2$ (Tra 100 e 1000 kPa)	
• COESIONE non DRENATA (ELL), kPa	56,7

• 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  
• COESIONE non DRENATA (Triax UU), kPa



# GEO-TECNICA srl

INDAGINI GEODNOSTICHE - GEOTECNICA - S.S.MICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 99 del  
19 Marzo 2018  
D.P.R. n° 381/2011 art. 59  
Laboratorio Prove su Terreni e Rocce



## APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2485) E RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

ACCETTAZIONE n° 057

del 10-lug-18

pag. 1/1

rev. 1 del 11/03/2018

DATI GENERALI			
Committente:	Sottoscuola srl p/a Amm. Consorzio	Progetto:	Intervento di sostituzione ridotta, con demolizione e ricostruzione edificio scolastico
Richiedente:	Dott. Geol. Dante e Pipa slli	Località:	Montorio Terme - Benevento (BN)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativa campione:	#101	Indisturbato	Prelevato dal 09-lug-18
Data intervento campione:	09-lug-18	Data apertura campione:	10-lug-18
			Prelevato da: Altri

### APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2485)

Quali:	FINI
(Ø max e min - Forma - Distribuzione %)	Ø < 9,50 mm
Umidità:	MEDIO - ALTA
Consistenza:	3,1 kg/cm <sup>3</sup> (permet. penetrometri)*
Colore da tavola di Munsell:	HUE 10 YR - 3/3 dark brown
Colore:	MARONE SCURO
Descrizione:	LIMO CON SABBIA DEBOLMENTE ARGILLOSA
OSSERVAZIONI	
	* Valore medio su 10 determinazioni
	cont. 50-25 % Pass. ... 25-15 % Pass. ... 15-5 % Pass.

### RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

		CERTIFICATI N.
<input checked="" type="checkbox"/>	• COSTANZI E INCIS GENERALI	432
<input type="checkbox"/>	• LIMITI DI ATTERZENZI	
<input type="checkbox"/>	• ANALISI GRANULOMETRICA con SIELI VAGLI ASTM	
<input checked="" type="checkbox"/>	• ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSIMETRIA	433
<input checked="" type="checkbox"/>	• TAGLIO D'INTO. CONSOLIDATO LENTO	434
<input type="checkbox"/>	• TAGLIO D'INTO. TAGLIO RESIDUO	
<input checked="" type="checkbox"/>	• PROVA EDOMETRICA	435
<input type="checkbox"/>	• PROVA EDOMETRICA + PROVA DI PERMEABILITA'	
<input type="checkbox"/>	• PROVA di ESPANSIONE LATERALE LIBERA	
<input type="checkbox"/>	• PROVA di PERMEABILITA' a CARICO COSTANTE	
<input type="checkbox"/>	• PROVA di PERMEABILITA' a CARICO VARIABILE	
<input type="checkbox"/>	• PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA (CD)	
<input type="checkbox"/>	• PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)	
<input type="checkbox"/>	• PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)	
<input type="checkbox"/>	• DETERMINAZIONE della DENSITA' RELATIVA	
<input type="checkbox"/>	• DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOSTANZA ORGANICA	
<input type="checkbox"/>	• DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOLFATI	
<input type="checkbox"/>	• DETERMINAZIONE del CONTENUTO di CARBONATI	
<input type="checkbox"/>	• PROVA di COMPATTAZIONE PROCTOR	
<input type="checkbox"/>	• PROVA CER	

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Geol. Umberto Leonardo



**DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI**  
(ASTM D 2216 - BS 1377 T15 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 067 del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 432

del 25-lug-18

pag. 1/1

Mod. G.T. 7.5.17.0/01 C

**DATI GENERALI**

Committente: Soprintendenza s.r.l. p.c. Azim. Comunale      Progetto: Intervento di ristrutturazione edilizia con demolizione e ricostruzione edificio scolastico  
Richiedente: Dott. e Geol. Daniele Papicelli      Località: Federico Torre - Benevento (BN)

**DATI DEL CAMPIONE**

Identificativo campione: 8101      Indicazione: Prefetto del: 09-lug-18      Profondità, m.: 2,50-3,00  
Data ricevimento campione: 09-lug-18      Data apertura campione: 10-lug-18      Data di prova: 10-lug-18

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

DETERMINAZIONE, N	1	2	3
Contenitore, n	A	A2	B1
Massa Contenitore, g	21,54	20,72	20,97
Massa Cont. + Terra Umida, g	13,55	65,60	64,61
Massa Cont. + Terra Secca, g	62,76	55,51	65,21
CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $W_n$ ), %	27,66%	27,54%	27,47%

**PESO DI VOLUME NATURALE ( $\gamma_d$ ) (BS 1377 T15)**

DETERMINAZIONE, N	1	2
Volumetro, n	3	1
Massa Volumetro, g	50,10	58,96
Capacità Volumetro, cm <sup>3</sup>	40,20	40,22
Massa Volumetro + Terra Umida, g	128,71	128,36
PESO DI VOLUME NATURALE ( $\gamma_d$ ), kN/m <sup>3</sup>	17,31	17,26
PESO DI VOLUME SECCO ( $\gamma_{d,s}$ ), kN/m <sup>3</sup>	13,56	

**PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)**

DETERMINAZIONE, N	1	2
Vaglio ASTM #10, % Passante	100	100
Picnometro, n	IV	346
Massa Campione Secco, g	15,05	15,06
Massa Picnometro + Campione + Acqua, g	86,60	82,92
Massa Picnometro + Acqua, g	77,49	76,91
Fattore di Correzione, k	0,9978	0,9978
PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m <sup>3</sup>	26,63	26,60

Temperatura °C  
22

**GRANDEZZE INDICI**

• INDICE dei VUOTI ( $e_v$ )	0,964
• POROSITÀ ( $\alpha$ ), %	49,09
• GRADO di SATURAZIONE ( $S_r$ )	75,04%
• PESO di VOLUME SATURO, ( $\gamma_{sat}$ ), kN/m <sup>3</sup>	18,46

**OSSERVAZIONI:**

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lanzetta

Lo Spedimentatore:

Dott. Geol. Alessandro D'Onofrio



# GEO-TECNICA s.r.l.

INDAGINI GEOGNOSTICHE - G-UTECNICA - S-IMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 50 del  
19 Marzo 2010  
D.P.R. n° 300/2002 art. 59  
Laboratori Prove su Terreno e Rileve



## ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA (ASTM D 422)

ACCETTAZIONE n° 067

dal 10-lug-18

CERTIFICATI N. 438

del 28-lug-18

pag. 1/1

Mod. OT-13713-C

DATI GENERALI																																																									
Committente: Solcaudis srl p/a Amm. Comunale	Progetto: Intervento di ampliamento edifica, con demolizione e ricostruzione edificio scolastico																																																								
Richiedente: Dott. Geol. Daniele Pisicelli	Località: Fontana Torre, Benevento (BN)																																																								
DATI DEL CAMPIONE																																																									
Identificativo campione: M101	Indirizzo: 09-lug-18																																																								
Data prelievo campione: 09-lug-18	Data apertura campione: 10-lug-18																																																								
Profondità, m: 2,50-3,00	Data di prova: 12-lug-18																																																								
ANALISI MECCANICA del TRATTENUTO al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)																																																									
<b>DETERMINAZIONI DI PROVA</b> Massa Containere, g: 103,61 Massa Cont. + Campione secco, g: 542,30 Massa Campione secco, g: 438,69	<table border="1"> <thead> <tr> <th>VAGLI ASTM</th> <th># 1</th> <th># 2</th> <th># 10</th> <th># 20</th> <th># 40</th> <th># 60</th> <th># 100</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Apertura in mm</td> <td>75,0</td> <td>50,0</td> <td>25,0</td> <td>15,0</td> <td>7,5</td> <td>4,75</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>Ritenuto, g</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,43</td> <td>10,52</td> </tr> <tr> <td>% Ritenuto</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,1</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>% Passante</td> <td>100,0</td> <td>100,0</td> <td>100,0</td> <td>100,0</td> <td>100,0</td> <td>99,9</td> <td>97,6</td> </tr> </tbody> </table>	VAGLI ASTM	# 1	# 2	# 10	# 20	# 40	# 60	# 100	Apertura in mm	75,0	50,0	25,0	15,0	7,5	4,75	2,00	Ritenuto, g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	10,52	% Ritenuto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,4	% Passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	97,6																
VAGLI ASTM	# 1	# 2	# 10	# 20	# 40	# 60	# 100																																																		
Apertura in mm	75,0	50,0	25,0	15,0	7,5	4,75	2,00																																																		
Ritenuto, g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	10,52																																																		
% Ritenuto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,4																																																		
% Passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	97,6																																																		
ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)																																																									
Massa Containere, g: 103,37 Massa Cont. + Campione secco, g: 107,66 Massa Campione secco, g: 50,27 Peso Specifico del Passante a T°, kg/m³: 26,07 Temperatura di prova T°, °C: 23 Massa Volumica Archiviata T°, g/ml: 0,9776 Coef. Viscosità dinamica nel liquido a T°, Poise: 0,0294	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Templ. m.</th> <th>2</th> <th>5</th> <th>15</th> <th>30</th> <th>50</th> <th>240</th> <th>1440</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Letture Densitometriche, g</td> <td>1,0130</td> <td>1,0120</td> <td>1,0105</td> <td>1,0090</td> <td>1,0070</td> <td>1,0075</td> <td>1,0050</td> </tr> <tr> <td>Correzione per T°, gK</td> <td colspan="7">-0,0034</td> </tr> <tr> <td>Letture Corrette, g</td> <td>1,0096</td> <td>1,0085</td> <td>1,0070</td> <td>1,0056</td> <td>1,0037</td> <td>1,0040</td> <td>1,0016</td> </tr> <tr> <td>Profondità Lettura, L in mm</td> <td>177,85</td> <td>174,41</td> <td>182,85</td> <td>183,85</td> <td>189,85</td> <td>192,85</td> <td>193,85</td> </tr> <tr> <td>Rappresentazione del graf. mm</td> <td>0,0315</td> <td>0,0290</td> <td>0,0117</td> <td>0,0083</td> <td>0,0059</td> <td>0,0031</td> <td>0,0012</td> </tr> <tr> <td>% Passante</td> <td>24,4</td> <td>22,2</td> <td>19,1</td> <td>18,9</td> <td>11,6</td> <td>8,5</td> <td>7,4</td> </tr> </tbody> </table>	Templ. m.	2	5	15	30	50	240	1440	Letture Densitometriche, g	1,0130	1,0120	1,0105	1,0090	1,0070	1,0075	1,0050	Correzione per T°, gK	-0,0034							Letture Corrette, g	1,0096	1,0085	1,0070	1,0056	1,0037	1,0040	1,0016	Profondità Lettura, L in mm	177,85	174,41	182,85	183,85	189,85	192,85	193,85	Rappresentazione del graf. mm	0,0315	0,0290	0,0117	0,0083	0,0059	0,0031	0,0012	% Passante	24,4	22,2	19,1	18,9	11,6	8,5	7,4
Templ. m.	2	5	15	30	50	240	1440																																																		
Letture Densitometriche, g	1,0130	1,0120	1,0105	1,0090	1,0070	1,0075	1,0050																																																		
Correzione per T°, gK	-0,0034																																																								
Letture Corrette, g	1,0096	1,0085	1,0070	1,0056	1,0037	1,0040	1,0016																																																		
Profondità Lettura, L in mm	177,85	174,41	182,85	183,85	189,85	192,85	193,85																																																		
Rappresentazione del graf. mm	0,0315	0,0290	0,0117	0,0083	0,0059	0,0031	0,0012																																																		
% Passante	24,4	22,2	19,1	18,9	11,6	8,5	7,4																																																		
ANALISI MECCANICA																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VAGLI ASTM</th> <th># 10</th> <th># 20</th> <th># 40</th> <th># 60</th> <th># 100</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Apertura in mm</td> <td>2,0</td> <td>0,85</td> <td>0,425</td> <td>0,25</td> <td>0,075</td> </tr> <tr> <td>Ritenuto, g</td> <td>2,47</td> <td>3,01</td> <td>4,95</td> <td>5,67</td> <td>33,89</td> </tr> <tr> <td>Passante, g</td> <td>47,82</td> <td>44,41</td> <td>39,86</td> <td>33,89</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>% Passante</td> <td>95,6</td> <td>86,8</td> <td>77,2</td> <td>65,6</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	VAGLI ASTM	# 10	# 20	# 40	# 60	# 100	Apertura in mm	2,0	0,85	0,425	0,25	0,075	Ritenuto, g	2,47	3,01	4,95	5,67	33,89	Passante, g	47,82	44,41	39,86	33,89	-	% Passante	95,6	86,8	77,2	65,6	-	Frazione in Liquore massa campione, FR: 0,974 Ritenuto, g: 0,00																										
VAGLI ASTM	# 10	# 20	# 40	# 60	# 100																																																				
Apertura in mm	2,0	0,85	0,425	0,25	0,075																																																				
Ritenuto, g	2,47	3,01	4,95	5,67	33,89																																																				
Passante, g	47,82	44,41	39,86	33,89	-																																																				
% Passante	95,6	86,8	77,2	65,6	-																																																				
<b>SILT</b> Grossa: 0,0 Media: 0,0 Fine: 2,6	<b>CIOTTELLI PIETRIFICI %</b> 2,6 <b>SABBIA %</b> 31,8 <b>MILT o LIMF %</b> 67,6 <b>ARGILLE e COLLOIDI %</b> 7,6																																																								
<b>ELABORAZIONE GRAFICA - Curve Granulometriche</b> ARGILLE e COLLOIDI 0,075 SILT e LIMF 0,075 SABBIA 2,00 CIOTTELLI PIETRIFICI 60,0																																																									

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio,

Dott. Geol. Umberto Leonardo

Il Responsabile,

Dott. Geol. Alessandro D'Urso



**PROVA di TAGLIO DIRETTO**  
(ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 047

del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 434

del 25-lug-18

pag. 1/2

Mod. n° 7 a 1.2 b C

DATI GENERALI			
Committente: Simeus s.p.a p/c Amb. Controlle		Progetto: Intervento di sostituzione edilizia con demolizione e ricostruzione edificio scolastico	
Richiedente: Dott. Geol. Daniele Cipriotti		Località: Federico Torre - Benevento (BN)	
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	B101	Indicatore:	Indisturbato
Data ricevuta campione:	07-lug-18	Problemi del:	09-lug-18
		Data apertura campione:	10-lug-18
TIPO DI PROVA:		Terzoli TRS N - Anello Dinamico n° 1451 da 3000 N	
Lavoro: SI		Condizioni: SI	
		Fattore di conversione: 1,359	

DATI DEL CAMPIONE IN PROVA			
Peso Specifico dei Grani (Gs)	kg/m³	25,67	
Contenuto Naturale in Acqua (w <sub>n</sub> )	%	27,33%	

DETERMINAZIONI			
PROVISO	1	2	3
Forcella Portacampione	A	B	C
Massa Forcella	94,99	95,17	93,60
Massa Forcella + Campione	230,30	211,20	209,25
Massa Campione	135,31	116,03	115,65
	PRIMA	DOPO	Δ
Peso di Volume Naturale	17,20	17,27	0,07
Peso di Volume Secco	13,48	13,54	0,06
Indice dei Vuoti	0,574	0,965	-0,411
Acqua Solidi	1,196	1,200	0,004

PROVISO n. 1	SFORZO NORMALE, kg/m²: 80,0									
Cedimenti, cm	0,018	Altezza Finale, cm								
		Consolidazione, %								
Tempo, min	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Spostamento Cella, mm	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7			
Letture anello dinamometrico	1,4	12	54	78	85	83	81			
Comparatore Vert., mm	0,04	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07			
SFORZI di TAGLIO, kg/m²	4,4	11,0	20,0	28,0	31,5	34,7	37,9			

PROVISO n. 2	SFORZO NORMALE, kg/m²: 100,0									
Cedimenti, cm	0,018	Altezza Finale, cm								
		Consolidazione, %								
Tempo, min	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Spostamento Cella, mm	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	
Letture anello dinamometrico	35	66	92	124	135	142	146	144	142	
Comparatore Vert., mm	0,35	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,37	0,37	
SFORZI di TAGLIO, kg/m²	12,2	24,4	28,1	34,7	37,9	41,6	44,7	47,9	51,0	

PROVISO n. 3	SFORZO NORMALE, kg/m²: 200,0									
Cedimenti, cm	0,018	Altezza Finale, cm								
		Consolidazione, %								
Tempo, min	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Spostamento Cella, mm	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,6
Letture anello dinamometrico	69	102	145	178	211	234	254	264	268	264
Comparatore Vert., mm	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,61
SFORZI di TAGLIO, kg/m²	25,5	37,8	52,7	65,9	78,7	88,7	94,7	97,8	99,3	98,5

**RIEPILOGO**

SFORZI, kg/m²		
PROVISO	Normali	di Taglio
3	200,0	99,3
2	100,0	54,1
1	80,0	31,5

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lombardi

Lo Spedimentatore:

Dott. Geol. Alessandro Di Vito

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
(ASTM D 3090)

ACCETTAZIONE n° 067

del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 434

del 25-lug-18

pag. 2/2

Mod. GT-7.5 - 21-17

**DATI GENERALI**

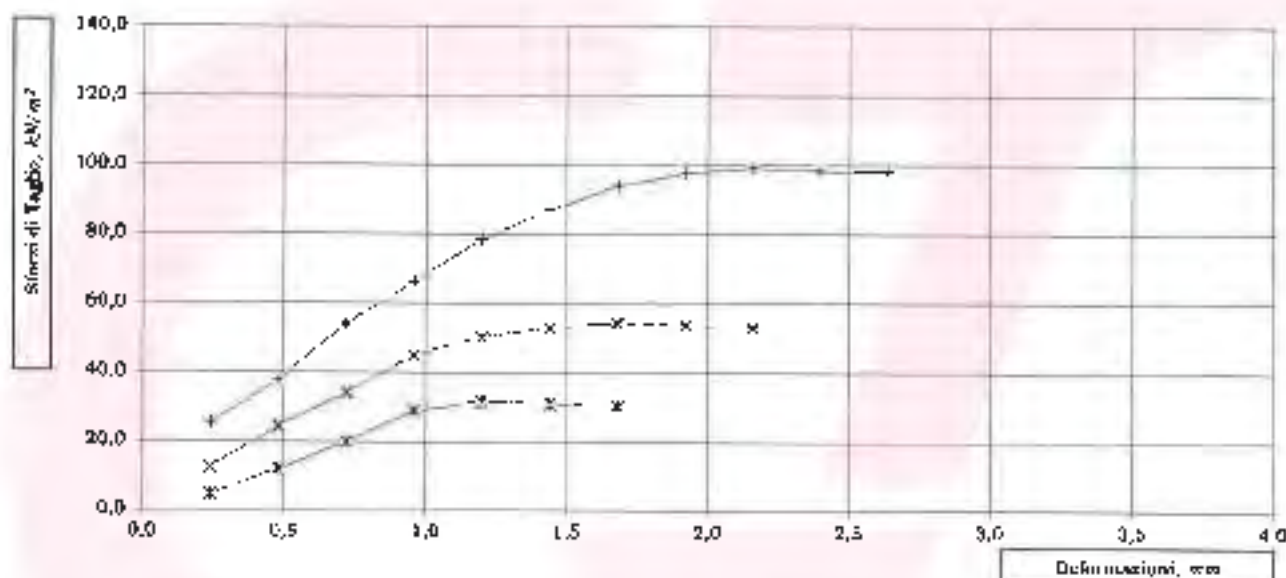
Committente: Sotuscolto srl p.r. Area Comunale Progetto: Intervento di sostituzione pontone, con demolizione e ricostruzione edificio adiacente  
Richiedente: Dott. Geol. Davide Ripicelli Località: Federico Testa - Benevento (BN)

**DATI DEL CAMPIONE**

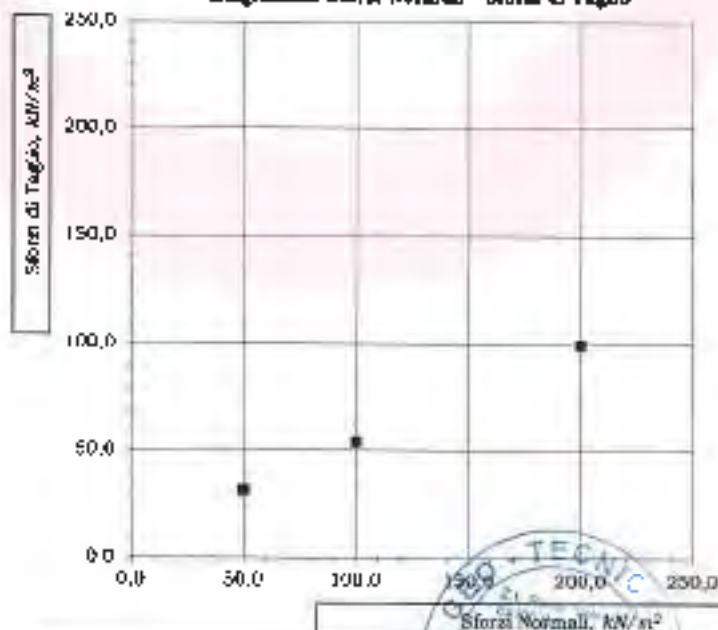
Identificativo campione: R101 Indurimento: Prelevato dal: 09-lug-18 Profondità, m: 2,80-3,00  
Data ricevimento campione: 09-lug-18 Data apertura campione: 10-lug-18 Data inizio prova: 11-lug-18

**ELABORAZIONE GRAFICA**

**Diagramma Sforzi di Taglio - Deformazioni**



**Diagramma Sforzi Normali - Sforzi di Taglio**



*[Firma]*  
Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Alessandro D'Urso





# GEO-TECNICA srl

INDAGINI GEOTECNICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 99 del  
19 Marzo 2016  
D.P.R. n° 360/2001 art.59  
Laboratorio Prove su Terre e Rocce



## PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Esp. 12-1079)

ACCETTAZIONE n° 067

dal 10-lug-18

CERTIFICATI N. 435

dal 25-lug-18

pag 1/3

Mod. 03-T.5.1.3 n.p.c.

DATI GENERALI			
Committente:	Geo-Tecnica srl p.c. s.r.l. Comune	Progetto:	Intervento di ricostruzione edilizia con demolizione e ricostruzione edificio scolastico
Riferimento:	Intervento Geo-Tecnica	Località:	Padova - Benevento (BN)
Identificativo campione:	0101 Indisturbato	Prova del:	09-lug-18
Data ricevimento campione:	09-lug-18	Data apertura campione:	10-lug-18
		Profondità, m:	2,50-3,00
		Data prova:	10-lug-18

DATI DEL CAMPIONE IN PROVA		ATTREZZATURA	
Peso Specifico dei Solidi ( $\rho_s$ )	kg/m <sup>3</sup> 26,61	Marca:	CONTROLS Mod. 1302
Umidità Naturale in Acqua	% 27,77	Trasmissione di spuntamento	CH 02

DETERMINAZIONI			
Anello Portogelato n. 3			
Dimensione Anello, cm	5,08	Altezza Anello, cm	2,03
Massa Anello, g	59,10	Area Base Anello, cm <sup>2</sup>	20,11
		Massa Anello-Campione, g	128,78
		Massa Campione, g	69,68
		CELLA ACQUATA	
		CONTENUTO IN ACQUA DOPO PROVA	
Peso Volume Naturale, kg/m <sup>3</sup>	17,33	Contenitore, n	C
Peso Volume Secco, kg/m <sup>3</sup>	18,67	Massa Contenitore, g	15,99
Indice dei Vuoti	0,981	Massa Cont-Terra Umida, g	81,59
Altezza Solidi, cm	1,247	Massa Cont-Terra Secca, g	69,95
			21,57

DATI della PROVA																
Tempi	15"	30"	1'	2'	4'	8'	15'	30'	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h	28 h	
	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	12,00	24,00	48,00	96,00	192,00	384,00	576,00	768,00	1152,00	
kg	Misura al Computatore Centigrammi															cm
25	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1,9750
50	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1,9830
100	38	39	41	43	45	48	51	54	57	60	64	67	69	72	75	1,9310
200	72	74	77	80	84	88	92	96	101	107	113	118	124	129	134	1,8820
400	118	120	122	126	130	134	139	144	149	154	160	165	170	175	180	1,8160
800	198	200	204	208	213	218	224	229	234	240	246	252	258	264	269	1,7340
1600	298	300	304	308	314	320	325	331	336	342	348	354	360	366	371	1,6440
400	352	354	358	363	368	374	379	384	390	396	402	408	414	420	425	1,6580
100	340	342	346	351	356	361	366	371	376	382	387	392	397	402	407	1,6860
25	312	314	318	323	328	333	338	343	348	353	358	363	368	373	378	1,7020
FAME DI CARICO	Overload Applied		kg	0	25	50	100	200	400	800	1600					
	Altezza Campione		mm	2,00	1,50	1,00	0,50	0,25	0,125	0,0625	0,03125					
	Altezza Vuoti		cm	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001	0,0005	0,00025					
	Indice Vuoti		e	0,981	0,945	0,925	0,903	0,885	0,871	0,858	0,845					
	Indice di Compressibilità		C <sub>c</sub>	0,052	0,104	0,160	0,216	0,272	0,328	0,384	0,440					
	Modulo Edometrico		Ed	2004	2066	2128	2190	2252	2314	2376	2438					
Consolidazione		%		1,061	1,534	2,007	2,480	2,953	3,426	3,899	4,372					

FAME DI CARICO	Overload Applied	kg	0	25	50	100	200	400	800	1600
	Altezza Campione	mm	2,00	1,50	1,00	0,50	0,25	0,125	0,0625	0,03125
	Altezza Vuoti	cm	0,010	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001	0,0005	0,00025
	Indice Vuoti	e	0,981	0,945	0,925	0,903	0,885	0,871	0,858	0,845
	Indice di Compressibilità	C <sub>c</sub>	0,052	0,104	0,160	0,216	0,272	0,328	0,384	0,440

PROVA di PERMEABILITA'									
Sezione Elastica	cm <sup>2</sup>	0,44							
Altezza Acqua Inizio Prova	cm								
Altezza Acqua Fine Prova	cm								
Intervallo di Tempo (s)	s								
Coefficiente di Permeabilità	cm/s								
Carichi kPa		25	50	100	200	400	800	1600	

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Data: 09/08/2018

Il Segretario:

Data: 09/08/2018



**PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'**

[ASTM D 2435 - Bowles, Exp. 12-1978]

ACCETTAZIONE n° 067 del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 435

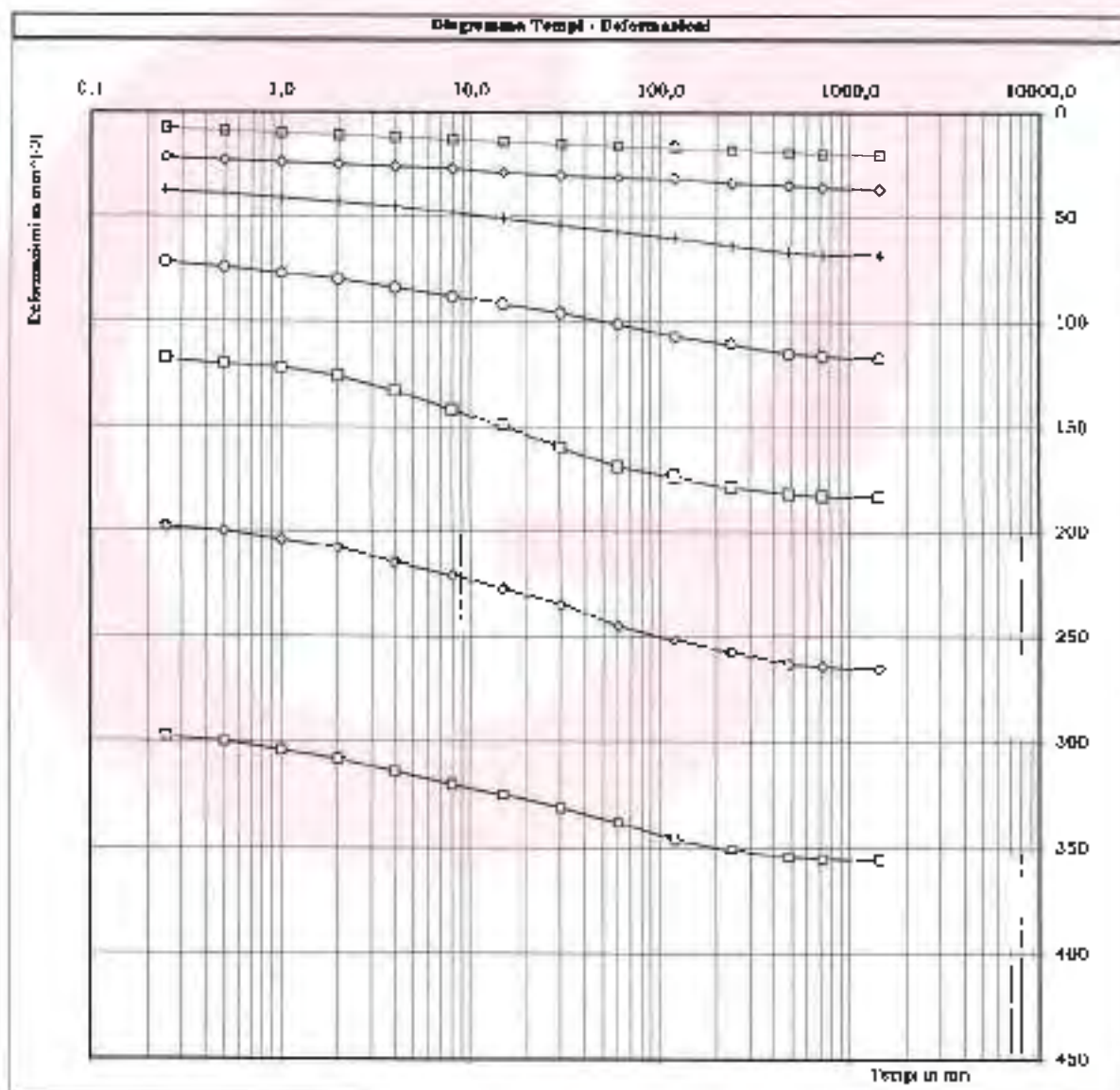
del 25-lug-18

pag. 2/2

Mod. G.T. 2.5.1.2 n° 1

DATI GENERALI			
Caricatore:	Sottopiede del p.c. Anon. Circolare	Progetto:	Intervento di sostituzione edifica, con demolizione e ricostruzione edificio esistente
Ricevente:	Uffici Geol. Gen. P. Pizzelli	Località:	Federico Turri - Brennero (BS)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificazione campione:	S1C1	Indisturbato	Prelevato del: 09-lug-18
Data ricevimento campione:	09-lug-18	Data apertura campione:	10-lug-18
			Profondità, m: 2,80-3,00
			Data inizio prova: 10-lug-18

**ELABORAZIONE GRAFICA**



*[Signature]*  
La Spett.le:

Dot. Geol. Alessandro D'Urso

**PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'**

(ASTM D 2435 - Borina, Esp. 12-1976)

ACCETTAZIONE n° 067 del 10-lug-18

CERTIFICATI N° 435

del 25-lug-18

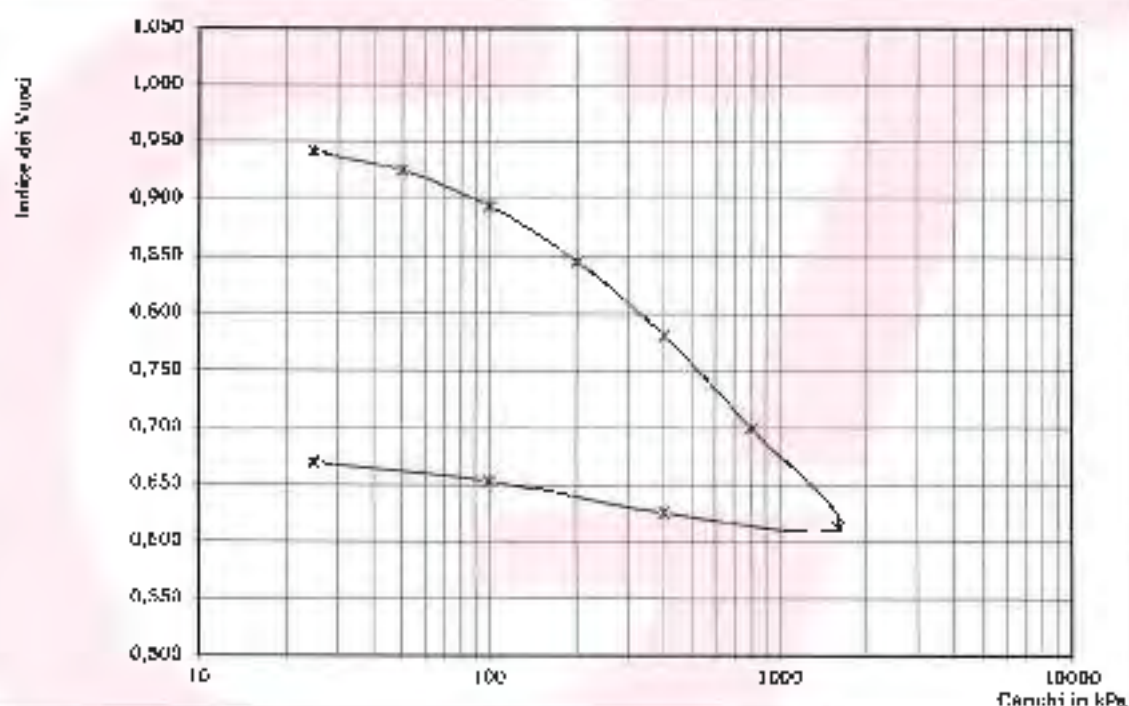
pag. 3/2

Mod. G.T. 7.5.1.2.00 V

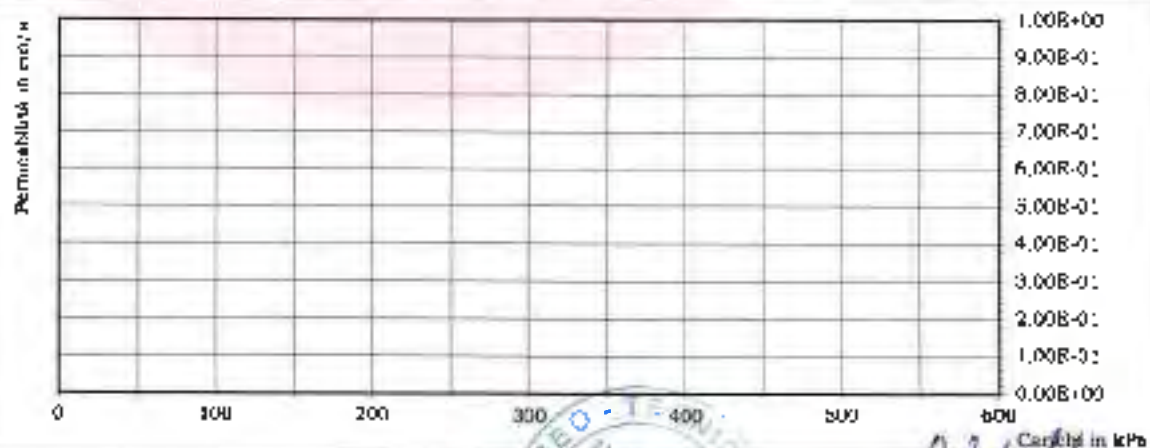
DATI GENERALI			
Coordinatore	Settimiano del pre. Anni. Coordinato	Progetto	Intervento di adeguamento edificio. Con dei lavori e ristrutturazione edificio esistente
Richiedente	Dott. G. P. Pignatelli	Località	Pedroia Torre - Benvenuto (BN)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	S1C1	Indicatore	Prelio del: 09-lug-18
Data ricevimento campione:	09-lug-18	Data apertura campione:	10-lug-18
			Profondità m. 2,50-3,00
			Data inizio prova: 10-lug-18

**ELABORAZIONE GRAFICA**

**Diagramma Carichi - Indice dei Vuoti**



**Diagramma Carichi - Coefficiente di permeabilità**



*La Responsabile*  
Dott. G. P. Pignatelli





# GEO-TECNICA srl

INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 95 del  
19 Marzo 2018  
D.P.R. n° 580/2001 art. 39  
Laboratorio Prove su Terre e Rocce



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

ACCETTAZIONE n° 067

del 10-lug-18

pag. 1/1

rev. 1 del 11/01/2018

### DATI GENERALI

Coordinata	Sotogutta sul p.t. Azzurro Comunale	Progetto	Intervento di sostituzione edilizia con demolizione e ricostruzione edificio scolastico
Architetto	Dott. Geol. Daniele Fighioli	Località	Federico Luzzi - Benevento (BN)

### DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione	4102	Industria/ente	Provincia del	09-lug-18	Profondità, m	8,50-9,00
Data ricevimento campione	09 lug 18	Data apertura campione	10-lug-18	Provenienza da	A/11	

### APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488)

Grain:	FINI
(Ø max e min - Forma - Distribuzione %)	Ø < 0.50 mm
Umidità	MEDIA
Consistenza	4.4 kg/cm <sup>2</sup> (pocket penetrometer)*
Colore da tavola di Munsell	HUE: 10 YR 5/6 brownish yellow
Colore	MARKINGINO GIALLASTRO
Denominazione	LEMO BARRICCO (FIDOLMENTE ARGILLOSO)
Osservazioni	
	* Value mass no. 10 (determining)
	non: 50-20 % Pass; class: 25-10 % Pass; determinate: 10-5 % Pass.

### RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

		CERTIFICATE N°
<input checked="" type="checkbox"/>	• COSTANTI FISICHE GENERALI	436
<input type="checkbox"/>	• LIMITI A. ATTERBERG	
<input type="checkbox"/>	• ANALISI GRANULOMETRICA con SOLI VACUI ASTM	
<input checked="" type="checkbox"/>	• ANALISI GRANULOMETRICA con VACUI ASTM e DENSITOMETRIA	437
<input checked="" type="checkbox"/>	• TAGLIO DIRETTO, CONSOLIDATO LENTO	438
<input type="checkbox"/>	• TAGLIO DIRETTO + TAGLIO RESIDUO	
<input type="checkbox"/>	• PROVA EDOMETRICA	
<input type="checkbox"/>	• PROVA KIMMETRICA + PROVA DI PERMEABILITÀ	
<input checked="" type="checkbox"/>	• PROVA ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA	439
<input type="checkbox"/>	• PROVA DI PERMEABILITÀ a CARICO COSTANTE	
<input type="checkbox"/>	• PROVA DI PERMEABILITÀ a CARICO VARIABILE	
<input type="checkbox"/>	• PROVA TRASSALE CONSOLIDATA DRENATA (CD)	
<input type="checkbox"/>	• PROVA TRASSALE CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)	
<input type="checkbox"/>	• PROVA TRASSALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)	
<input type="checkbox"/>	• DETERMINAZIONE della DENSITÀ RELATIVA	
<input type="checkbox"/>	• DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOSTANZA ORGANICA	
<input type="checkbox"/>	• DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOLFATI	
<input type="checkbox"/>	• DETERMINAZIONE del CONTENUTO di CARBONATI	
<input type="checkbox"/>	• PROVA di COMPATTAZIONE PROCTOR	
<input type="checkbox"/>	• PROVA CBR	

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Geol. Umberto Laniardo



# GEO-TECNICA srl

INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEO-TECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 99 de  
19 Marzo 2014  
D.P.R. n° 380/2001 art. 55  
Laboratorio Prove su Terre e Rocce



## DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI

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

ACCETTAZIONE n° 067 del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 434

del 25-lug-18

pag. 1/1

Mod. G.T. 7.5.1.1 r/04/C

### DATI GENERALI

Committente: Sottosistema srl p/c Amm. Comunale  
Progetto: Intervento di sanificazione edilizia con demolizione e ricostruzione edificio esistente  
Richiedente: Dott. Geol. Daniele Pipicelli  
Località: Benevento (BN)

### DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione: 8102 Indisturbato Prelievo del: 09-lug-18 Profondità, m: 0,50-0,60  
Data ricevimento campione: 05-lug-18 Data spegnimento campione: 10-lug-18 Data di prova: 10-lug-18

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

DETERMINAZIONE, n	1	2	3
Contenitore, n	2	V1	D3
Massa Contenitore, g	18,02	20,85	21,32
Massa Cont. + Terra Liquida, g	54,12	59,50	59,11
Massa Cont. + Terra Secca, g	48,53	53,54	53,27
CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $W_n$ ), %	18,32%	18,23%	18,28%
			18,28%

### PESO DI VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ) (BS 1377 T16)

DETERMINAZIONE, n	1	2
Volumetro, n	Q	2
Massa Volumetro, g	65,08	59,30
Capacità volumetro, cm <sup>3</sup>	40,22	40,22
Massa Volumetro + Terra Liquefatta, g	140,40	134,58
PESO DI VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ), kN/m <sup>3</sup>	18,65	18,72
		18,68
PESO DI VOLUME SECCO ( $\gamma_d$ ), kN/m <sup>3</sup>		15,80

### PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)

DETERMINAZIONE, n	1	2
Vaglio ASTM n° 10, % l'assente	100	100
Piomometro, n	357	VB
Massa Campione Secco, g	15,05	15,06
Massa Piomometro + Campione + Acqua, g	99,39	97,19
Massa Piomometro + Acqua, g	89,95	77,75
Fattore di Correzione, k	0,9978	0,9978
PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m <sup>3</sup>	26,60	26,60
		26,61

### GRANDEZZE INDICI

• INDICE dei VUOTI ( $e_v$ )	0,585
• POROSITÀ ( $\mu$ ), %	40,64
• GRADO di SATURAZIONE ( $S_r$ )	71,03%
• PESO di VOLUME SATURO, ( $\gamma_{sat}$ ), kN/m <sup>3</sup>	19,86

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lomardo

La Segretaria:

Dott. Geol. Alessandro D'Urso



**ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA**  
(ASTM D 422)

ACETAZONE 2\* 06T

dist 10-Lump.LB

CERTIFICATE NO. 437

del 25.10.18

893 / 11

Janet D. S. J. L. L. C.

Mod. 01 - 2011

**DATI GENERALI**

Comitente: Sottosegretario al Presidente del Consiglio

Progetto: Intervento di sostituzione edile, con demolizione e ricostruzione edificio scolastico

Richiedente: Dott.re Geol. Daniele Pipinelli

Località: Falerio Turre - Monterotondo (BN)

**DATI DEL CAMPIONE**

Identificativo campione: 01C9 Indicazione Data

Prelevato dal: 09-lug-18

Profondità, m: 8,50-9,00

Piastrina identificativa campione: C9-lug-18

Data apertura campione: 10-lug-18

Data di prova: 12-lug-18

**DETERMINAZIONI DI PROVA**

Massa Contenitore, g	109,85
Massa Cont. + Campione secco, g	523,80
Massa Campione secco, g	418,95

**ANALISI MECCANICA del TRATTEUTO al VAGLIO ASTM # 10 ( $\phi < 2,0 \text{ mm}$ )**

VAGLIO ASTM	3"	2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10
Apertura in cm	75,0	50,0	25,0	19,0	9,5	4,75	2,00
Ritenuto, g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,41
% Ritenuto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3
% Passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	99,7

**ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE al VAGLIO ASTM # 10 ( $\phi < 2,0 \text{ mm}$ )**

**ANALISI DENSITOMETRICA**

Massa Contenitore, g	105,24
Massa Cont. + Campione secco, g	155,62
Massa Campione secco, g	50,37
Limite Specifico del Passante al # 10, kg/m <sup>3</sup>	26,61
Temperatura di prova °C	25
Massa Volumica Acqua a T°, g/ml	0,9976
Coeff. Viscosità dinamica nel liquido a T°, Poise	0,0094

Tamp, mm	2	5	15	30	50	240	1440
Lettura Decimetro, %	1,0170	1,0165	1,0740	1,0730	1,0710	1,0075	1,0045
Correzione per T°, ΔP	-0,0039						
Lettura Corretta, %	1,0131	1,0126	1,0701	1,0691	1,0671	1,0036	1,0006
Precursore Lintura, Lin/mm	169,85	170,85	175,85	179,85	181,85	188,85	191,85
R equivalente c/gm, mm	0,0308	0,0395	0,0414	0,0432	0,0458	0,0490	0,0512
% Passante	32,2	31,1	25,9	23,8	19,7	12,4	6,2

**ANALISI MECCANICA**

VAGLIO ASTM	# 20	# 40	# 60	# 200	PAN
Apertura in cm	0,850	0,425	0,250	0,075	-
Ritenuto, g	0,31	0,65	1,43	6,15	-
Ritenuto, %	50,06	49,41	45,99	39,84	-
% Passante	49,7	47,6	50,7	78,5	-

Fattore riduzione:

massa campione, FS

0,993

Ritenuto, g

39,94

**SARTI**

**GRAIA/PETRUCCI %**

0,7

**SABBIA %**

20,8

**SILT e LIMI %**

70,1

**ARGILLA e COLLOIDI %**

2,6

Grossa

Media

Fine

Grossa

Fine

0,0

0,11

0,7

1,5

15,9

**DEMOMINAZIONE**

**LEGO SANDRO DEMOLIZIONE ARGILLI**

**ELABORAZIONE GRAFICA - Curve Granulometriche**

Argilla + Colloidi

SILT e LIMI

SABBIA

GRAIA e PETRUCCI

Percentuale in peso, %

Apertura Vaglio, mm

Apertura Vaglio, mm	Percentuale in peso, %
0.001	~5
0.002	~8
0.004	~12
0.0075	~15
0.015	~18
0.03	~22
0.06	~25
0.075	~50
0.15	~75
0.25	~85
0.425	~90
0.6	~92
0.85	~95
1.5	~98
2.0	~99
4.75	~100
75	~100
100	~100

OBSERVATIONS:

11 Directors: 1 male, 1 female

Dott. Geol. Umberto Landolfi

AN SPENDING

Donato Alessandro D'Urso



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
(ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 067

del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 438

del 25-lug-18

pag. 1/2

Met. 01/13/2.2.6-C

DATI GENERALI																		
Committente: Sottosegretario al più Amm. Comunale				Progetto: Intervento di costruzione edilizia, con demolizione e inserimento edificio scolastico														
Rappresentante: Dott. Ing. Daniele Pipicelli				Località: Predenca Torre - Benevento (BN)														
DATI DEL CAMPIONE																		
Identificativo campione: S1C2 - indagine				Prelevato dal: 09-lug-18				Profondità, m: 8,90-9,00										
Data prelievo campione: 09-lug-18				Data apertura campione: 10-lug-18				Data inizio prova: 11-lug-18										
TIPO DI PROVA:		Lente: SI		Consolidata: SI		ATTREZZATURA: Controllo - Anello di compressione Mod. T1002 da 2000 N												
												Fattore di correzione: 0,840877						
DATI DEL CAMPIONE IN PROVA							SCALOGIA DI TAGLIO											
Peso Specifico dei Granuli (Gs)							2000 kg/m³		20,02		Lento Pasticcia, cm		6,00		Altezza Pistella, cm		1,05	
Contenuto Normale in Acqua (aridim)							%		19,25%		Valore di taglio, mm/m		0,008		Scalogramma, mm²		10,24	
DETERMINAZIONI																		
PROVA																		
Pistella		1		2		3		4		5		6						
Pistella Pasticcia		165,92		101,35		104,78		104,78		104,78		104,78						
Massa Pistella		371,98		307,89		307,89		307,89		307,89		307,89						
Massa Pistella + Campione		206,02		206,02		206,02		206,02		206,02		206,02						
Pasta di Volume Naturale		Pasta di Volume Sicc.		Indice dei Vuoti		Altezza Solida		Pasta di Volume Naturale		Pasta di Volume Sicc.		Indice dei Vuoti						
Pasta di Volume Naturale		18,64		18,64		0,25		18,64		18,64		0,25						
Pasta di Volume Sicc.		15,76		15,76		0,21		15,76		15,76		0,21						
Indice dei Vuoti		0,689		0,667		0,02		0,689		0,667		0,02						
Altezza Solida		2,132		2,132		2,132		2,132		2,132		2,132						
PROVA																		
PROVA n. 1		SFORZO NORMALE, kg/m²: 100,0																
Cedimento, cm		0,040																
Tempi, min		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 2,9																
Lettura anello dinamometrico		64 114 166 221 255 253 248 246 241 236 231 226																
Compensazione Vert., mm		0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,39 0,38 0,37 0,36 0,35 0,34 0,33																
SIFORZI DI TAGLIO, kg/m²		14,7 26,1 38,0 50,4 58,4 68,0 68,4 68,0 68,0 68,0 68,0 68,0																
PROVA																		
PROVA n. 2		SFORZO NORMALE, kg/m²: 200,0																
Cedimento, cm		0,112																
Tempi, min		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 2,9																
Lettura anello dinamometrico		110 201 274 345 392 420 428 426 421 416 411 406																
Compensazione Vert., mm		1,12 1,12 1,12 1,12 1,12 1,12 1,12 1,11 1,11 1,11 1,11 1,11																
SIFORZI DI TAGLIO, kg/m²		32,1 40,2 42,8 42,8 42,8 42,8 42,8 42,8 42,8 42,8 42,8 42,8																
PROVA																		
PROVA n. 3		SFORZO NORMALE, kg/m²: 300,0																
Cedimento, cm		0,145																
Tempi, min		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 2,9																
Lettura anello dinamometrico		188 265 345 410 478 541 578 605 615 618 617 612																
Compensazione Vert., mm		1,45 1,45 1,45 1,45 1,45 1,45 1,45 1,45 1,45 1,45 1,45 1,45																
SIFORZI DI TAGLIO, kg/m²		43,7 50,7 52,0 52,0 52,0 52,0 52,0 52,0 52,0 52,0 52,0 52,0																
RISULTATO																		
SIFORZI, kg/m²																		
Prova	Normale	di Taglio																
3	300,0	111,6																
2	200,0	98,0																
1	100,0	58,4																
OSSERVAZIONI:																		

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Ing. Umberto Lenardo

Lo Spediente:

Dott. Ing. Alessandro D'Urso

**GEO-TECNICA srl**

INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture

e dei Trasporti

Conferenza n° 99 del

19 Marzo 2010

D.P.R. n° 350/2001 art. 59

Laboratorio Prove su Terzi e Basse

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 067

dal 10-lug-18

CERTIFICATI N. 438

dal 25-lug-18

pag. 2/2

mod. V.T. 7.3.1.2.b C

**DATI GENERALI**

Comitente: Sottosegretario per Azioni Comunali

Ricaricatore: Dott. Ing. Daniele Pipicelli

Progetto: Intervento di manutenzione edilizia, con demolizione e ricostruzione edilizia scolastica

Località: Vederico Torre - Benevento (BN)

**DATI DEL CAMPIONE**

Identificativo campione: B103

Indirizzo: Indeharheim

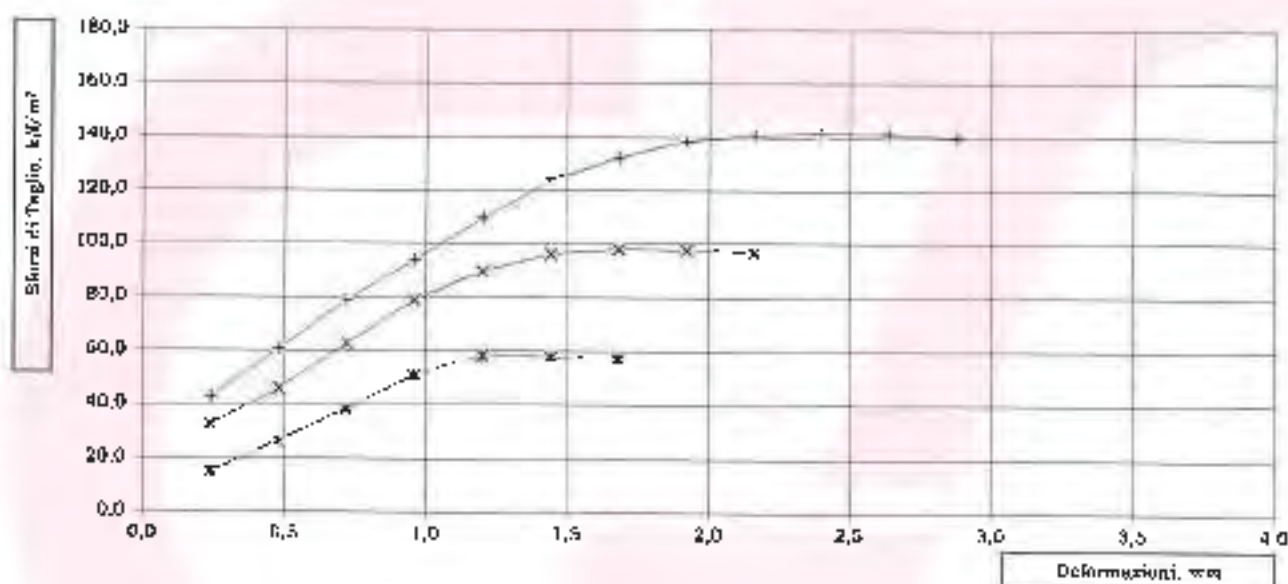
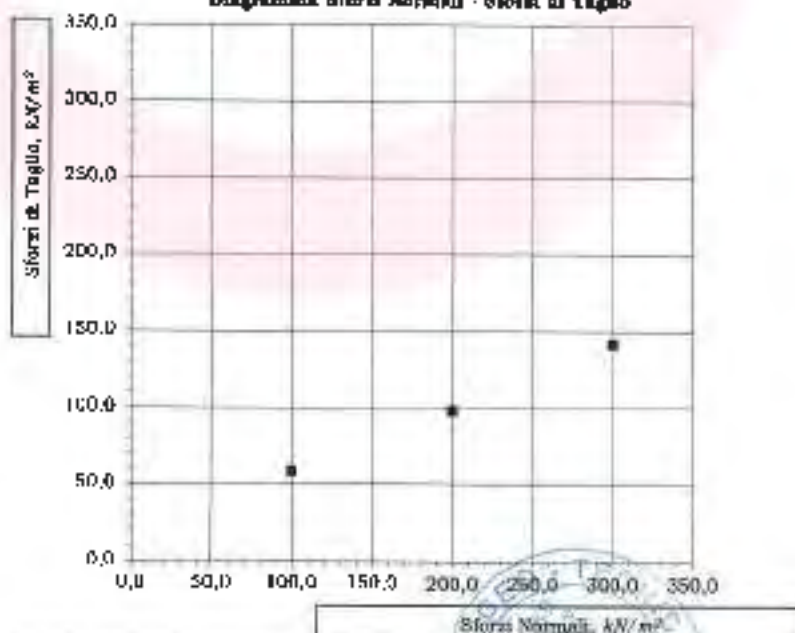
Prelievo del: 09-lug-18

Dimensioni, m: 8,50-9,00

Data ricevimento campione: 09-lug-18

Data apertura campione: 10-lug-18

Data inizio prova: 11-lug-18

**ELABORAZIONE GRAFICA****Diagramma Sforzi di Taglio - Deformazioni****Diagramma Sforzi Normali - Sforzi di Taglio**

*[Firma]*  
 Ing. Specializzato  
 Dott. Ing. Alessandro D'Urso





# GEO-TECNICA srl

INDAGINI GEODINOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 99 del  
14 Marzo 2013  
D.P.R. n° 190/2001 art. 39  
Laboratorio Prove su Terra e Rocce



## PROVA di COMPRESSIONE ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ASTM D 2184)

ACCETTAZIONE n° 067

del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 439

del

25-lug-18

pag. 1 di 1

Mod. DT. F.5.2.2.4.C

DATI GENERALI			
Committente	Servizio ad. pit. Acqui Criviale	Progetto	Intervento di sostituzione art. lona, con demoliz. ore e ricostruzione edificio annesso
Richiedente	Dott. Geol. Daniele Piprelli	Località	Paderno Dug. Benevento (BN)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione	P102 Indisturbato	Prova del	09-lug-18
Data ricevuta campione	09-lug-18	Data apertura campione	30-lug-18
		Profondità, m:	8,80-9,00
		Data di prova:	10-lug-18

Velocità di prova, mm/min

0,60

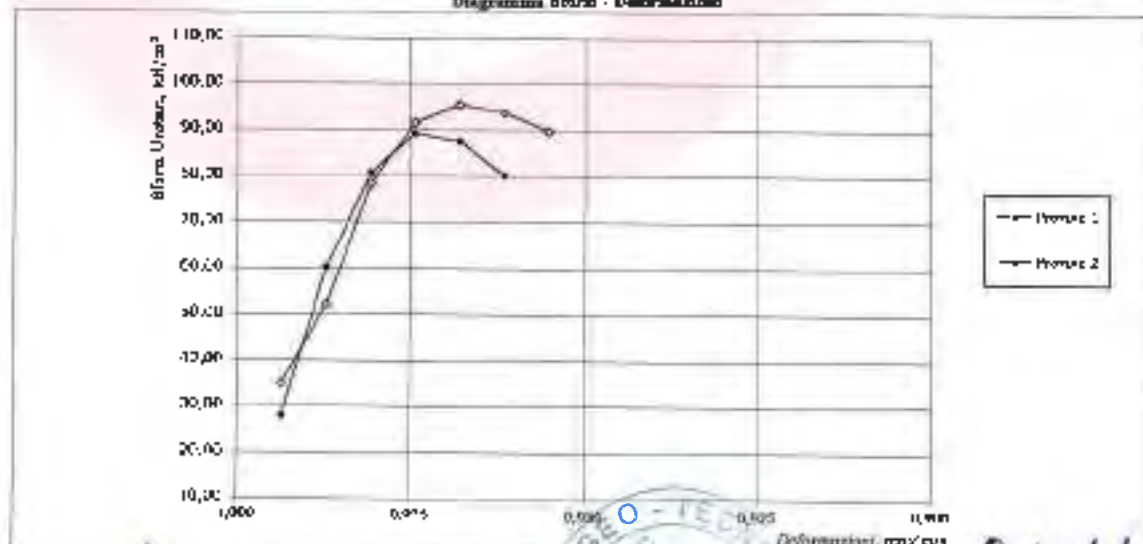
ATTREZZATURA: TECNITEST Mod. TRI 15 - Anello dinamometrico da 3 kN e 1452

DETERMINAZIONI			
PROVINO, n	1	2	
Massa Campione naturale, g	165,40	165,54	
Altezza Campione, cm	7,80	7,80	
Diametro Superiore, cm	3,81	3,81	
Diametro Medio, cm	3,80	3,81	
Diametro Inferiore, cm	3,81	3,80	
Area Media, cm <sup>2</sup>	11,38	11,38	
Volume Campione, cm <sup>3</sup>	86,77	86,77	
Peso di Volume Naturale, kN/m <sup>3</sup>	18,69	18,69	
Massa Campione Secco, g	140,24	110,01	
Umidità naturale, %	16,30	18,23	
Peso di Volume Secco, kN/m <sup>3</sup>	15,80	15,77	
			VALORE MEDI 18,67 19,27 15,78

DATI DELLA PROVA									
Letture Anello Dinamometrico	24	52	70	78	77	71			
Letture Computate Deformazioni	57	100	150	200	250	300			
Sforzi, N	32,13	69,61	93,70	101,41	103,07	93,04			
Deformazioni, mm/mm	0,994	0,987	0,981	0,974	0,968	0,962			
Area Correlata, cm <sup>2</sup>	11,45	11,33	11,60	11,65	11,76	11,84			
Sforzi Unitari, kN/m <sup>2</sup>	28,10	60,38	80,75	86,39	87,65	80,30			
Letture Anello Dinamometrico	30	45	68	80	84	83	90		
Letture Computate Deformazioni	50	100	150	200	250	300	350		
Sforzi, N	40,16	60,24	91,02	107,09	112,44	111,10	107,69		
Deformazioni, mm/mm	0,994	0,987	0,981	0,974	0,968	0,962	0,955		
Area Correlata, cm <sup>2</sup>	11,45	11,33	11,60	11,65	11,76	11,84	11,92		
Sforzi Unitari, kN/m <sup>2</sup>	35,06	52,25	78,44	91,64	95,63	93,87	89,87		
								PROVINO n. 1  Sforzo massimo kN/m <sup>2</sup> 89,30	
								PROVINO n. 2  Sforzo massimo kN/m <sup>2</sup> 95,63	

### ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Sforzi - Deformazioni



OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Roberto Lenardi

Il Sperimentatore

Dott. Roberto Lenardi

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

ACCESSIONE n. 067

del 10-10-15

1570 121

new: 1 del 11/01/2018

DATI GENERALI			
Committente:	Società srl p/c AMU. Comunale	Progetto:	Intervento di ricostruzione contr. con demolizione e ricostruzione edificio esistente
Richiedente:	Dott. Gual. Daniele Pipicelli	Località:	Federico Torre - Benevento (BN)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	BNCL	Indirizzo:	Federico Torre - Benevento (BN)
Data raccolta campione:	10.10.18	Data apertura campione:	11.10.18
		Prelevato da:	AMU

## APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488)

Grain:	PINI e MEDIO
Color: FINE - PINE - Distribuzione %	Ø < 15,00 mm
Umidità:	MEDIO - ALTA
Consistenza:	3,5 kg/cm <sup>3</sup> (pocket penetrometer)*
Colore da tavola di Munsell:	11UE 10 YR - 5/6 yellowish brown
Colore:	MARRONE(VI)
Denominazione:	LIMO CON SABBIA DEBOLEMENTE ARGILLOSA
OSSERVAZIONI:	
	* Valore medio su 10 determinazioni

## RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

CERTIFICATI N°		
<input checked="" type="checkbox"/>	• COSTANTI FISICHE GENERALI	440
<input type="checkbox"/>	• LIMITI d'ATTERBERG	
<input type="checkbox"/>	• ANALISI GRANULOMETRICA con SOGLI VAGLI ASTM	
<input checked="" type="checkbox"/>	ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA	441
<input checked="" type="checkbox"/>	• TAGLIO DIRETTO, CONSOLIDATO (EMU)	442
<input type="checkbox"/>	• TAGLIO DIRETTO + TAGLIO RESIDUO	
<input checked="" type="checkbox"/>	PROVA EDOMETRICA	443
<input type="checkbox"/>	• PROVA EDOMETRICA + PROVA DI PERMEABILITÀ	
<input type="checkbox"/>	• PROVA ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA	
<input type="checkbox"/>	• PROVA di PERMEABILITÀ a CARICO COSTANTE	
<input type="checkbox"/>	• PROVA di PERMEABILITÀ a CARICO VARIABILE	
<input type="checkbox"/>	• PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA (CD)	
<input type="checkbox"/>	PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)	
<input type="checkbox"/>	PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)	
<input type="checkbox"/>	DETERMINAZIONE della DENSITÀ RELATIVA	
<input type="checkbox"/>	• DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOSTANZA ORGANICA	
<input type="checkbox"/>	• DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOLI AT	
<input type="checkbox"/>	• DETERMINAZIONE del CONTENUTO di CARBONATI	
<input type="checkbox"/>	PROVA di COMPATTAZIONE PROCTOR	
<input type="checkbox"/>	• PROVA CBR	

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Geol. Umberto Lorenzini





# GEO-TECNICA srl

INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 94 del  
19 Marzo 2016  
D.P.R. n° 300/2001 art. 59  
Laboratorio Prove su Terreno e Rocce



## DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI

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

ACCETTAZIONE n° 057 del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 440

del 25-lug-18

pag. 1/1

Mod. GT - 7.5.1.1.01/d/e C

### DATI GENERALI

Committente: Sottosuolo srl p/r Amm. Comunale Progetto: Intervento di sostituzione pilastri con demolizione e ricostruzione edificio scolastico  
Richiedente: Dott. Ing. Geo. Daniele Pipicelli Esigete: Federico Torre Benevento (BN)

### DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione: B2C1 Indisturbato Prelievo del: 10-lug-18 Profondità, m: 7,00-7,80  
Data Ricevuta campione: 10-lug-18 Data apertura campione: 11-lug-18 Data di prova: 11-lug-18

### CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $w_n$ ) (ASTM D 2216)

#### DETERMINAZIONE, g

Contenitore, n  
Massa Contenitore, g  
Massa Cont. + Terra Umida, g  
Massa Cont. + Terra Secca, g

1	2	3
71	63	1
20,66	21,11	16,06
58,38	61,97	60,03
51,31	54,01	51,71

#### CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $w_n$ ), %

23,22%	23,44%	23,34%	23,33%
--------	--------	--------	--------

### PESO DI VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ) (BS 1377 T15)

#### DETERMINAZIONE, m

Volumetro n  
Massa Volumetro, g  
Capacità Volumetro, cm<sup>3</sup>  
Massa Volumetro + Terra Umida, g

1	2
3	4
35,13	65,22
40,22	40,22
120,84	139,03

#### PESO DI VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ), kN/m<sup>3</sup>

18,48	18,35	18,41
-------	-------	-------

#### PESO DI VOLUME SECCO ( $\gamma_d$ ), kN/m<sup>3</sup>

14,93
-------

### PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)

#### DETERMINAZIONE, m

Voglio ASTM n° 10, % Cessante  
Picnometro, n  
Massa Campione Secco, g  
Massa Picnometro + Campione + Acqua, g  
Massa Picnometro + Acqua, g  
Fattore di Correzione, k

1	2
100	100
IV	367
15,07	15,04
86,41	90,41
77,49	80,58
0,9578	0,9578

Temperatura, °C

22
----

#### PESO SPECIFICO dei GRANI a 30°C, kN/m<sup>3</sup>

16,61	26,63	26,63
-------	-------	-------

### GRANDEZZE INDICI

+ INDICE dei VUOTI ( $e_v$ )  
+ POROSITÀ ( $\alpha_v$ ), %  
+ GRADO di SATURAZIONE ( $\alpha_s$ )  
+ PESO di VOLUME SATURO ( $\gamma_{sat}$ ), kN/m<sup>3</sup>

0,763
43,92
79,32%
19,32

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Ing. Geo. Umberto Lenardo

Il Tecnico di Laboratorio:

Dott. Geo. Alessandro L'Uovo





# GEO-TECNICA s.r.l.

INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 99 del  
19 Marzo 2018  
D.P.R. n° 380/2001-art 53  
Laboratorio Prove su Terre e Rocce



## ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA (ASTM D 422)

ACCETTAZIONE n° 007

del 10-lug-18

CERTIFICATO N. 443

del 28-lug-18

pag 1/1

Vol. 0.5 x 5.1 x 0.5

DATI GENERALI																																														
Committente: Settore del p.c. Anni. Comunale	Progetto: Intervento di sostituzione pilone, con demolizione e ricostruzione edificio scolastico																																													
Richiedente: Ditta Geol. Pagnini (Piacenza)	Località: Dossena (Cem. - BENEVENTO) (89)																																													
DATI DEL CAMPIONE																																														
Identificativo campione: 8203	Prelevato da: 10-lug-18																																													
Data ricevuta campione: 10-lug-18	Data apertura campione: 11-lug-18																																													
Profilo: m. 7,00-7,50	Data di prova: 13-lug-18																																													
ANALISI MECCANICA del TRATTENUTO ai VAGLI ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VAGLI ASTM</th> <th>Ø</th> <th>2"</th> <th>2"</th> <th>1"</th> <th>3/4"</th> <th>3/8"</th> <th>1/4"</th> <th># 10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Apertura in mm</td> <td></td> <td>75,0</td> <td>50,0</td> <td>25,0</td> <td>19,0</td> <td>9,5</td> <td>4,75</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>Ritenuto, g</td> <td></td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>1,22</td> <td>1,49</td> <td>0,46</td> </tr> <tr> <td>% Ritenuto</td> <td></td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,1</td> <td>0,3</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>% Passante</td> <td></td> <td>100,0</td> <td>100,0</td> <td>100,0</td> <td>100,0</td> <td>99,7</td> <td>99,4</td> <td>99,3</td> </tr> </tbody> </table>	VAGLI ASTM	Ø	2"	2"	1"	3/4"	3/8"	1/4"	# 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	0,00	1,22	1,49	0,46	% Ritenuto		0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	% Passante		100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	99,4	99,3	
VAGLI ASTM	Ø	2"	2"	1"	3/4"	3/8"	1/4"	# 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	0,00	1,22	1,49	0,46																																						
% Ritenuto		0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1																																						
% Passante		100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	99,4	99,3																																						
ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE ai VAGLI ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ANALISI DENSITOMETRICA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massa Containitore, g</td> <td>105,62</td> </tr> <tr> <td>Massa Cont. + Campione secco, g</td> <td>145,87</td> </tr> <tr> <td>Massa Campione secco, g</td> <td>50,25</td> </tr> <tr> <td>Peso Specifico del Pasticcio a 110, kg/m³</td> <td>26,62</td> </tr> <tr> <td>Temperatura di prova T, °C</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Massa Volumetrica Anzusa a T, g/cm³</td> <td>0,9976</td> </tr> <tr> <td>Coeff. Viscosità dinamica del liquido a T, Poise</td> <td>0,0294</td> </tr> <tr> <td>Tempi, min</td> <td>2 5 15 30 60 240 1140</td> </tr> <tr> <td>Letture Densitometriche, R</td> <td>1,0127 1,0115 1,0105 1,0095 1,0085 1,0070 1,0050</td> </tr> <tr> <td>Correzione per T°, ΔR</td> <td>-0,0030</td> </tr> <tr> <td>Letture Corrette, R'</td> <td>1,0096 1,0076 1,0074 1,0066 1,0053 1,0031 1,0011</td> </tr> <tr> <td>Profondità lettura, L in mm</td> <td>176,53 170,83 162,85 154,85 145,85 135,85 124,85</td> </tr> <tr> <td>Ø equivalente dei grani, mm</td> <td>0,0316 0,0201 0,0137 0,0083 0,0059 0,0030 0,0012</td> </tr> <tr> <td>% Passante</td> <td>22,9 20,8 18,7 16,6 15,8 11,4 7,3</td> </tr> </tbody> </table>	ANALISI DENSITOMETRICA		Massa Containitore, g	105,62	Massa Cont. + Campione secco, g	145,87	Massa Campione secco, g	50,25	Peso Specifico del Pasticcio a 110, kg/m³	26,62	Temperatura di prova T, °C	23	Massa Volumetrica Anzusa a T, g/cm³	0,9976	Coeff. Viscosità dinamica del liquido a T, Poise	0,0294	Tempi, min	2 5 15 30 60 240 1140	Letture Densitometriche, R	1,0127 1,0115 1,0105 1,0095 1,0085 1,0070 1,0050	Correzione per T°, ΔR	-0,0030	Letture Corrette, R'	1,0096 1,0076 1,0074 1,0066 1,0053 1,0031 1,0011	Profondità lettura, L in mm	176,53 170,83 162,85 154,85 145,85 135,85 124,85	Ø equivalente dei grani, mm	0,0316 0,0201 0,0137 0,0083 0,0059 0,0030 0,0012	% Passante	22,9 20,8 18,7 16,6 15,8 11,4 7,3																
ANALISI DENSITOMETRICA																																														
Massa Containitore, g	105,62																																													
Massa Cont. + Campione secco, g	145,87																																													
Massa Campione secco, g	50,25																																													
Peso Specifico del Pasticcio a 110, kg/m³	26,62																																													
Temperatura di prova T, °C	23																																													
Massa Volumetrica Anzusa a T, g/cm³	0,9976																																													
Coeff. Viscosità dinamica del liquido a T, Poise	0,0294																																													
Tempi, min	2 5 15 30 60 240 1140																																													
Letture Densitometriche, R	1,0127 1,0115 1,0105 1,0095 1,0085 1,0070 1,0050																																													
Correzione per T°, ΔR	-0,0030																																													
Letture Corrette, R'	1,0096 1,0076 1,0074 1,0066 1,0053 1,0031 1,0011																																													
Profondità lettura, L in mm	176,53 170,83 162,85 154,85 145,85 135,85 124,85																																													
Ø equivalente dei grani, mm	0,0316 0,0201 0,0137 0,0083 0,0059 0,0030 0,0012																																													
% Passante	22,9 20,8 18,7 16,6 15,8 11,4 7,3																																													
ANALISI MECCANICA																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VAGLI ASTM</th> <th># 10</th> <th># 40</th> <th># 60</th> <th># 200</th> <th>FAN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Apertura in mm</td> <td>0,850</td> <td>0,425</td> <td>0,175</td> <td>0,075</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ritenuto, g</td> <td>0,35</td> <td>0,98</td> <td>4,71</td> <td>8,48</td> <td>35,70</td> </tr> <tr> <td>Passante, g</td> <td>49,90</td> <td>48,92</td> <td>41,18</td> <td>19,70</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>% Passante</td> <td>99,6</td> <td>98,7</td> <td>87,3</td> <td>70,6</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	VAGLI ASTM	# 10	# 40	# 60	# 200	FAN	Apertura in mm	0,850	0,425	0,175	0,075	-	Ritenuto, g	0,35	0,98	4,71	8,48	35,70	Passante, g	49,90	48,92	41,18	19,70	-	% Passante	99,6	98,7	87,3	70,6	-	<p>Fattore riduttore massa campione, FR <b>0,993</b></p> <p>Riscatto, g <b>0,35</b></p>															
VAGLI ASTM	# 10	# 40	# 60	# 200	FAN																																									
Apertura in mm	0,850	0,425	0,175	0,075	-																																									
Ritenuto, g	0,35	0,98	4,71	8,48	35,70																																									
Passante, g	49,90	48,92	41,18	19,70	-																																									
% Passante	99,6	98,7	87,3	70,6	-																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATI</th> <th>CHLOR/PASTRUSCO %</th> <th>SABBIA %</th> <th>MLT o LIMI %</th> <th>ARGILLE E COLLOIDI %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grossa</td> <td>Medio</td> <td>Fino</td> <td>Finezza</td> <td>Fine</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> <td>2,6</td> <td>26,1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		DATI		CHLOR/PASTRUSCO %	SABBIA %	MLT o LIMI %	ARGILLE E COLLOIDI %	Grossa	Medio	Fino	Finezza	Fine		0,0	0,3	0,4	2,6	26,1																												
DATI		CHLOR/PASTRUSCO %	SABBIA %	MLT o LIMI %	ARGILLE E COLLOIDI %																																									
Grossa	Medio	Fino	Finezza	Fine																																										
0,0	0,3	0,4	2,6	26,1																																										
DESCRIZIONE: LIMO con SABBIA DEPOSITO AVULSO																																														
ELABORAZIONE GRAFICA - Carta Granulometrica																																														

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lanzetta

Il Tecnico di Laboratorio:

Dott. Geol. Alessandro D'Urso



**PROVA di TAGLIO DIRETTO**  
(ART. 10 3080)

ACCETTAZIONE n° 067

del 10-lug-18

CERTIFICATI N° 442

del 25-lug-18

pag. 1/2

Mod. GT-2.5 / 2.6 C

DATI GENERALI			
Committente: Soprintendenza al p.c. Amm. Comunale		Progetto: Interventi di restaurazione edilizia con demolizione e ricostruzione edificio scolastico	
Architetto: Dott. Geol. Daniele Episcopo		Località: Federico Loris Benevento (BN)	
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	9201 Indurimento	Prelevato del:	10-lug-18
		Profondità in:	7,00 7,80
Descrizione campione:	10-lug-18	Data apertura campione:	11-lug-18
		Data incisa prova:	12-lug-18
TIPO DI PROVA	Lenta SI	Consolidato: SI	ATTREZZATURA: Caricatore - Cella Dinamometrica REP-TCE 350 Matr. N° 1740
			Fattore di conversione: 1

DATI DEL CAMPIONE IN PROVA		SCATOLA DI TAGLIO	
Peso Specifico dei Grani (Gs)	kg/m <sup>3</sup> 28,62	Lato Fustella, cm	6,02
Contenuto Naturale in Argilla (med)	% 27,30%	Altezza Fustella, cm	1,05
		Velocità di taglio, mm/min	0,004
		Sezione Fustella, cm <sup>2</sup>	15,94

DETERMINAZIONI												
PROVINO	n	1					2					3
Fustella Puntiforme	n	0					0					1
Massa Fustella	g	145,92					101,35					102,78
Massa Fustella + Campione	g	369,22					304,66					306,65
Massa Campione	g	203,30					203,31					203,87
Don di Volume Naturale	mm <sup>3</sup>	18,19	DOPO	Δ					DOPO	Δ		
Don di Volume Secco	mm <sup>3</sup>	14,41	15,11	0,19					14,44	14,14		
Indice del Vuoto		0,785	0,762	-0,02					0,783	0,751		
Altezza Solido	cm	2,102					2,101					2,108

PROVINO n. 1	L	SPORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> 50,0									
Cedimenti, cm	0,139	Altezza Fustella, cm 1,011					Consolidazione, % 1,30				
Tempi, min	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Spostamenti Celli, mm	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9			
Letture celle dinamometrica	38	62	87	101	120	123	122	120			
Trasduttore Vert., mm	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,38	0,37			
SPORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	10,4	16,9	23,7	27,5	31,7	31,5	32,7	32,7			

PROVINO n. 2	L	SPORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> 100,0									
Cedimenti, cm	0,656	Altezza Fustella, cm 2,994					Consolidazione, % 1,87				
Tempi, min	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Spostamenti Celli, mm	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2		
Letture celle dinamometrica	50	78	114	142	167	187	203	199	192		
Trasduttore Vert., mm	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55		
SPORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	13,6	21,2	27,7	34,7	40,5	45,9	54,8	54,2	55,9		

PROVINO n. 3	L	SPORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> 200,0									
Cedimenti, cm	0,126	Altezza Fustella, cm 2,924					Consolidazione, % 1,31				
Tempi, min	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Spostamenti Celli, mm	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,9
Letture celle dinamometrica	100	145	178	208	255	292	320	342	358	362	374
Trasduttore Vert., mm	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,25	1,25
SPORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	21,1	34,5	46,5	58,7	64,3	74,5	87,2	93,2	97,5	99,6	99,9

Riepilogo		
Provini	Normali	di Taglio
3	200,0	98,6
2	100,0	54,8
1	50,0	33,5

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lomardo

Lo Spersimontatore:

Dott. Geol. Alessandro D'Urso



# GEO-TECNICA srl

INDAGINI GEODIAGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Commissione n° 99 del  
19 Marzo 2018  
D.P.R. n° 280/2001-art.59  
Laboratorio Prove su Terre e Rocce



## PROVA di TAGLIO DIRETTO (AETM D 3090)

ACCETTAZIONE n° 067

del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 442

del 28-lug-18

pag. 2/2

Mod. G.T.-T.S.1/23/17

### DATI GENERALI

Committente: Anticoipio srl p/c Anm. Courmayeur  
Progetto: Intervento di adeguamento edilizio con demolizione e ricostruzione edificio scolastico  
Richiedente: Ing. Francesco Daniele Piccinelli  
Località: Pedersoli Torre - Benevento (BN)

### DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione: B2C1 Indurimento: 10-lug-18  
Protezione del: 10-lug-18 Profondità, m: 7,00-7,50  
Data accettazione campione: 10-lug-18 Data apertura campione: 11-lug-18 Data inizio prova: 12-lug-18

### ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Sforzi di Taglio - Deformazioni

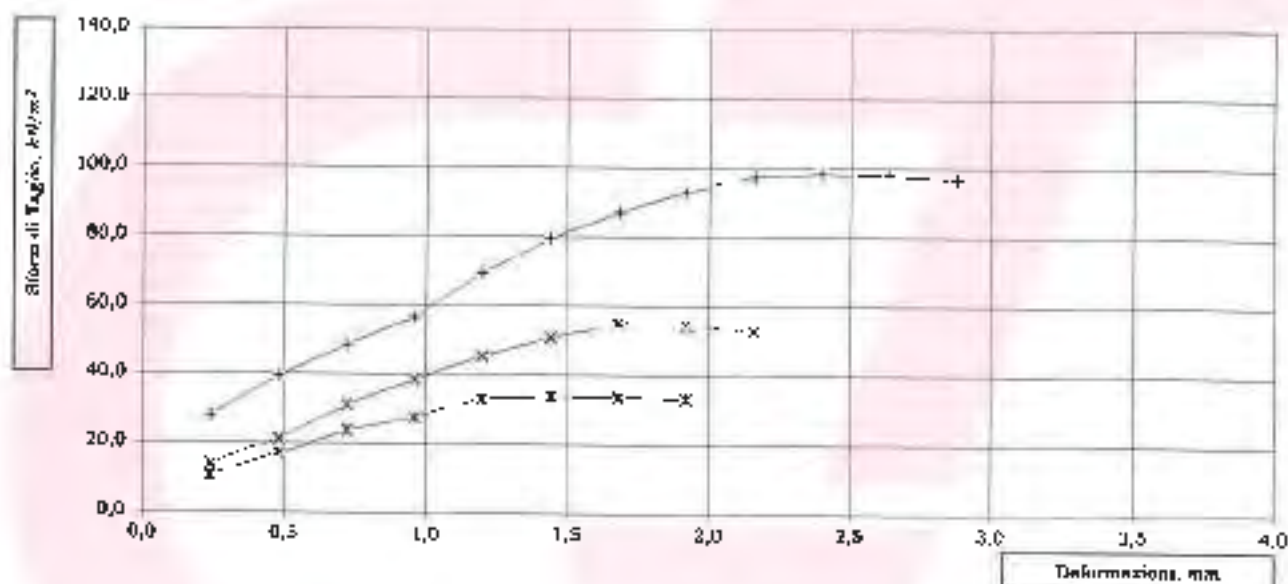
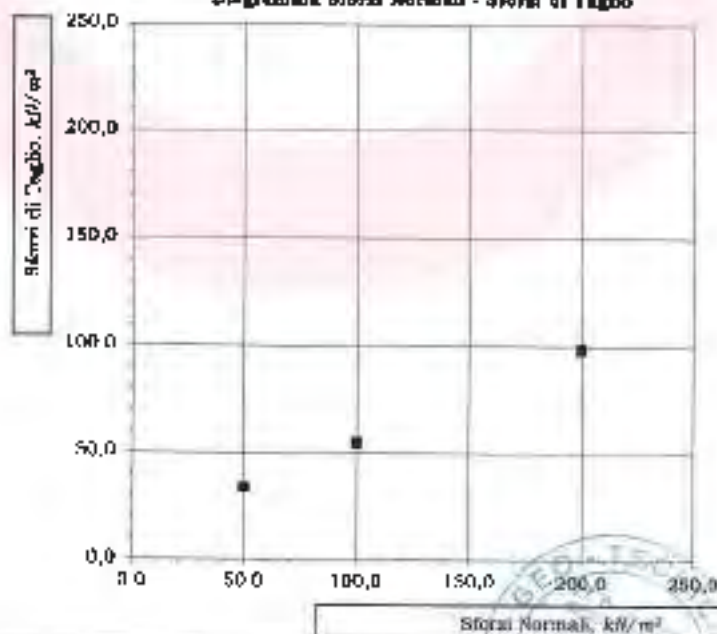


Diagramma Sforzi Normali - Sforzi di Taglio



*[Signature]*  
Ing. Alessandro D'Urso



**PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITÀ**

ASTM D 2498 - Road Test Exp. 12-1978

ACCESSIONE n. 007

461 10-1440-19

CERTIFICATE N. 443

401 25-jun-15

1994, 1995

441 0.5, 7.5, 12.0 g C

Consistentia: Normale s/p.c Amm. Comune Richiedente: Doc. e Doc. Daniele Piprelli		Progetto: Intervento di manutenzione ordinaria, con demolizione e ricostruzione edificio scolastico Località: Federico Torro - Benvenuto (BN)	
<b>DATI DEL CAMPIONE</b>			
Identificativo campione: R2C1 Data ricevimento campione: 10-lug-18	Indisturbato 10-lug-18	Prelievo del: 10-lug-18 Data apertura campione: 11-lug-18	Profondità, m. 1,00-1,50 Data inizio prova: 11-lug-18
<b>DATI DEL CAMPIONE IN PROVA</b>		<b>ATTREZZATURA</b>	
Peso Specifico dei Granuli [G <sub>r</sub> ]	kN/m <sup>3</sup> 25,62	Marca:	TECNOSTEST Mod. T663/G20
Contenuto Naturale in Acqua	% 23,23	Transmittatore di agnamento	C.05
<b>DETERMINAZIONI</b>			
Anello Portaprovino g. 2		CELLA A LAGATA	
Spessore Anello, cm	5,04	Altezza Anello, cm	2,00
Massa Anello, g	55,19	Area Base Anello, cm <sup>2</sup>	20,31
Massa Anello+Campione, g	139,84	Massa Campione, g	74,71
		<b>PRIMA</b>	<b>DOPO</b>
Peso Volume Naturale, kN/m <sup>3</sup>	16,48	11,85	3,36
Peso Volume Secco, kN/m <sup>3</sup>	14,56	16,76	3,48
Indice del Vuoto	0,777	0,842	-0,335
Altezza Solidi, cm	1,125		
		<b>CONTENUTO in ACQUA DOPO PROVA</b>	
Contenitore, l	V1		
Massa Contenitore, g	20,65		
Massa Cont+Terra Umida, g	93,23	w %	
Massa Cont+Terra Secca, g	81,94	18,39	

DATI DELLA PROVA																
Tempi	15'	30'	1'	2'	4'	8'	15'	30'	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h	28 h	
	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	32,00	64,00	128,00	256,00	512,00	1024,00	2048,00	4096,00	
APM	Misura al Comparatore Confinometrico														mm	
25	6	6	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	1,9930
50	16	16	17	17	17	17	18	18	19	19	20	21	22	23	23	1,9970
100	39	40	40	41	42	43	44	45	46	48	49	50	51	52	52	1,9480
200	82	83	84	85	88	90	92	94	96	98	99	100	101	101	102	1,8940
400	140	141	143	145	146	151	153	158	161	164	166	167	168	169	169	1,8310
800	216	217	218	220	222	224	227	230	233	236	238	239	240	241	241	1,7590
1600	280	281	282	284	287	291	293	298	302	305	307	308	309	309	309	1,6910
400	308	308	309	308	308	307	307	307	306	306	306	305	304	303	303	1,6470
100	295	294	294	294	294	293	293	293	292	292	291	290	289	288	288	1,7120
25	269	268	267	266	265	264	263	262	261	260	258	257	256	254	254	1,7480

FATTORI DI CORREZIONE	Parametri Applicare		APM	D	25	50	100	200	400	800	1600
	Altezza Campione	mm	mm	2,000	1,993	1,977	1,948	1,898	1,831	1,759	1,691
	Altezza Vuoto	mm	mm	0,875	0,868	0,852	0,823	0,773	0,706	0,634	0,566
	Indice Vuoto	%	%	0,777	0,771	0,757	0,731	0,680	0,613	0,543	0,493
	Indice di Compressibilità	mm	mm			0,047	0,050	0,148	0,196	0,214	0,251
Modulo Elastico	Bd	N/mm <sup>2</sup>			0,134	0,409	0,666	1,013	1,373	2,084	
Consolidazione	%	%			0,351	1,163	2,819	5,371	9,230	13,703	18,273

FAME 2018 SCARICA	Previsioni Applazze		luta		100	100	125
	Altezza Campione	2H <sup>2</sup>	on		1.587	1.710	1.745
	Altezza Vuoti		on		0.572	0.587	0.623
	Altezza Vuoti	"			0.505	0.57	0.561
	Indice di Riconoscimento	Cs			0.309	0.332	0.306

PROVA DI PERMEABILITÀ								
Spessore Dimetta	cm	0,44						
Altezza Acqua Inizio Prova	cm							
Altezza Acqua Fine Prova	cm							
Intervallo di Tempo (s)	s							
Coefficiente di Permeabilità	cm/s							
		Carica (kPa)	25	50	100	200	400	800

交際曲線の人口動態:

J. D. Martínez del Real

Enoff, Genl. Umberto Leonardo

In Specimen #19:

Cliff, Rev. Alexander D. Hise



# GEO-TECNICA srl

INDAGINI GEOGNOSTICHE · GEOTECNICA · SISMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 99 del  
19 Marzo 2018  
D.P.R. n°300/2001-art.59  
Laboratorio Prove su Terre e Rocce



## PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Esp.13-1979)

ACCETTAZIONE n° 067 del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 443

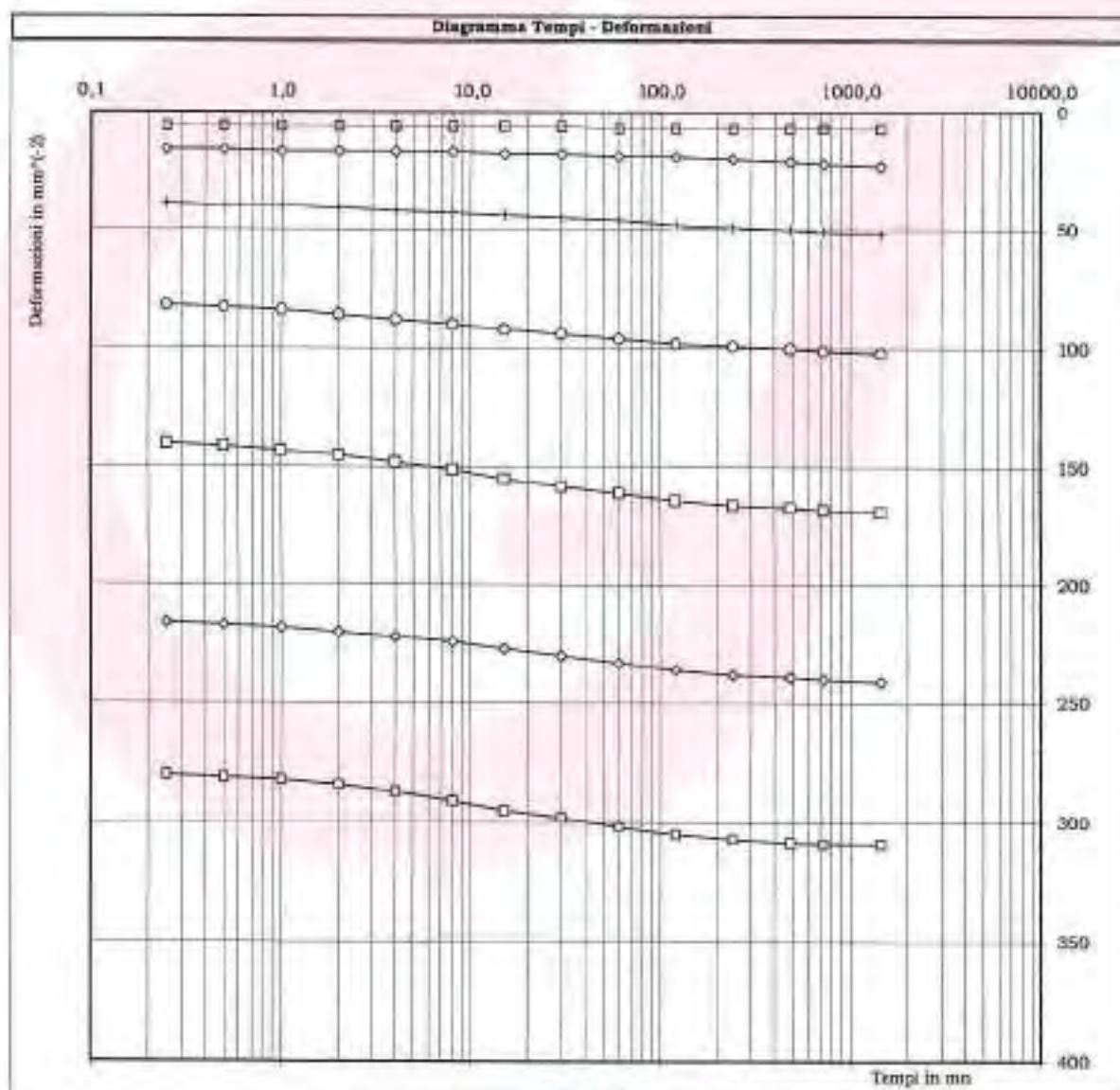
del 28-lug-18

pag. 2/3

Mod. GT-7.5 | 24 p.

DATI GENERALI					
Committente:	Società del p.r. Amm. Comunale		Progetto: Intervento di sostituzione edifica con demolizione e ricostruzione edificio scolastico		
Richiedente:	Dott. re Geol. Daniele Pignelli		Località: Poltrien (Cm) - Verbania (IN)		
DATI DEL CAMPIONE					
Identificazione campione:	8201	Indisturbato	Prelievo del:	10-lug-18	Profondità, m: 1,00-1,80
Data ricezione campione:	10-lug-18		Data apertura campione:	11-lug-18	Data inizio prova: 11-lug-18

### ELABORAZIONE GRAFICA



Lo Sperimentatore:  
Dott. Gian. Alessandro D'Urso





# GEO-TECNICA srl

INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 99 del  
19 Marzo 2018  
D.P.R. n° 390/2001 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° 067 del 10-lug-18

CERTIFICAT N. 443

del 25-lug-18

pag. 3/3

Mod. G.T. 7.5.1.2 ag. 1

DATI GENERALI			
Committente:	Municipalità p.c. Ann. Comunale	Progetto:	Intervento di sostituzione casale, con demolizione e ricostruzione edilizia esistente
Rivisitante:	Dot. Geol. Daniele Pipicelli	Località:	Indiano Linn - Benevento (BN)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	9241	Indisubito	Prelevato dal: 10-lug-18
Data ricezione campione:	10-lug-18	Data apertura campione:	11-lug-18
			Dimensione, m: 7,00-7,80
			Data inizio prova: 11-lug-18

### ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Carichi - Indice dei Vuoti

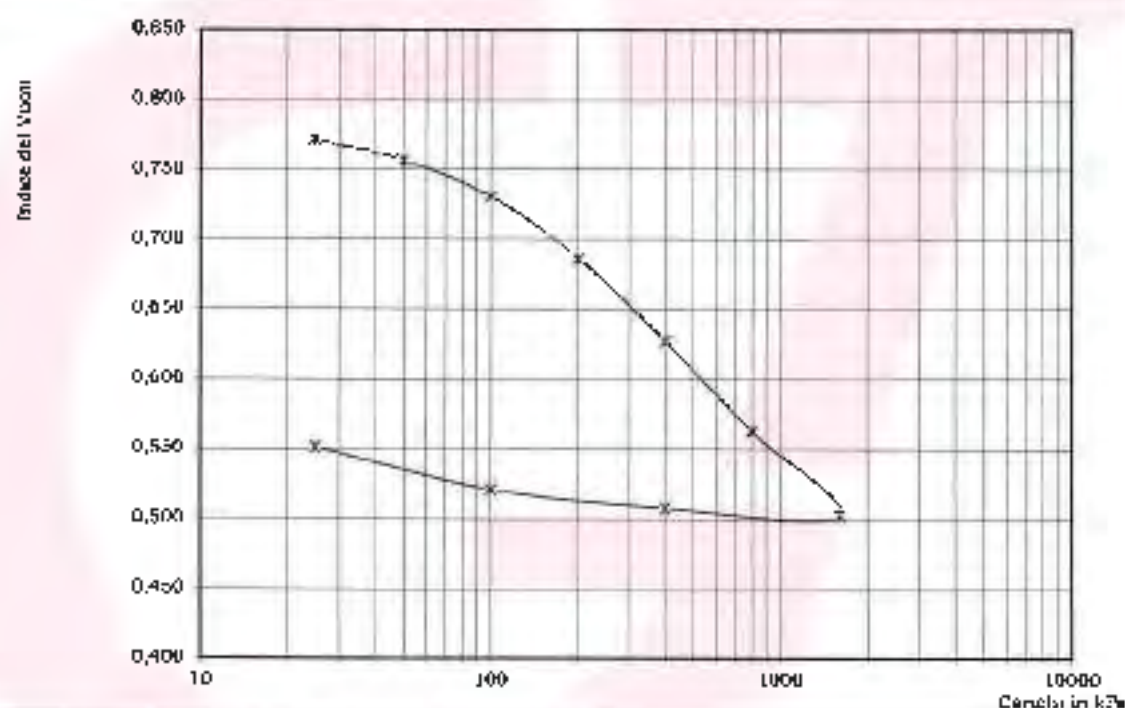
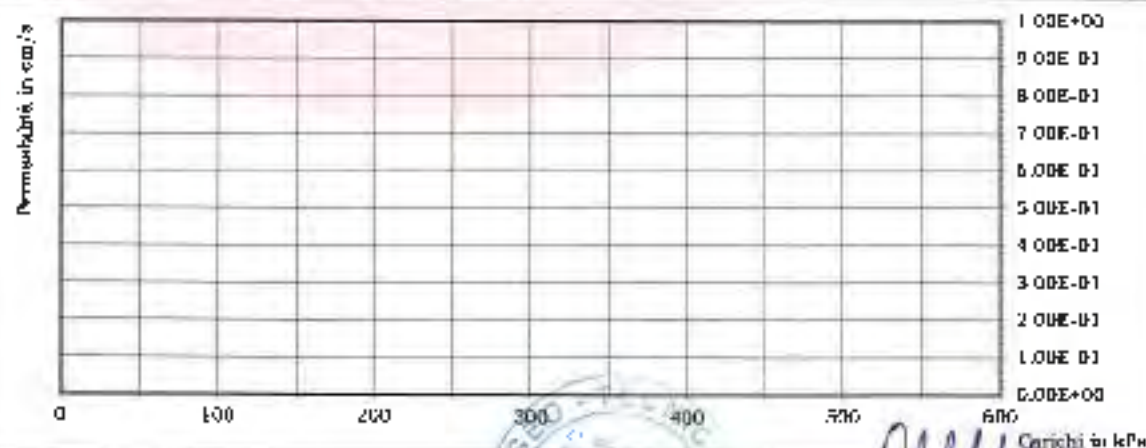


Diagramma Carichi - Coefficiente di permeabilità



*[Signature]*  
Ing. Spedimentatore  
Dot. Geol. Alessandro Trusso

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

ACCETTAZIONE n° 067

del 19-lug-18

pag. 1/1

rev. 1 del 12/01/2018

DATI GENERALI			
Committente	Solcosuolo srl via Amm. Comunale	Origine	Intervento di sostituzione edilizia con demolizione e ricostruzione edificio residenziale
Richiedente	Dott. Geol. Daniele Pipirada	Località	Federico Torre - Benevento (BN)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione	8202 Indisturbato	Prelievo del:	10-lug-18
Data ricevimento campione	10-lug-18	Utile apertura campione	11-lug-18
		Profondità m.	13,00-13,50
		Prelievo da:	Altri

**APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488)**

Graini:	FINI
(Ø max e min - Forma - Distribuzione %)	Ø = 9,50 mm
Unità di misura:	MRI/1A
Consistenza:	> 0,0 kg/cm <sup>2</sup> [pocket penetrometer]*
Colore da tavola di Munsell:	HUE 10 YR - 4/6 dark yellowish brown
Colore:	MARRONE
Denominazione:	LIMO SABBIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO
CLASSIFICAZIONE:	Presenza di minerali argillosi < 0,075 mm
	* Valore medio su 10 determinazioni
	cont. 50-75 % Pass. 25-75 % Pass. debolmente non 15-75 % Pass.

**RIEPILOGO PROVE ESEGUITE**

		CERTIFICATI N.
<input checked="" type="checkbox"/>	- COSTANTI FISICHE GENERALI	444
<input type="checkbox"/>	- LIMITI DI ATTERBILITÀ	
<input type="checkbox"/>	- ANALISI GRANULOMETRICA con SOLI VAGLI ASTM	
<input checked="" type="checkbox"/>	- ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA	445
<input checked="" type="checkbox"/>	- TAGLIO DIRETTO, CONSOLIDATO LENTO	446
<input type="checkbox"/>	- TAGLIO DIRETTO + TAGLIO RESIDUO	
<input type="checkbox"/>	- PROVA EDOMETRICA	
<input type="checkbox"/>	- PROVA EDOMETRICA - PROVA DI PERMEABILITÀ	
<input checked="" type="checkbox"/>	- PROVA ad ESPANSIONE LATIMALE LIBERA	447
<input type="checkbox"/>	- PROVA di PERMEABILITÀ a CARICO COSTANTE	
<input type="checkbox"/>	- PROVA di PERMEABILITÀ a CARICO VARIABILE	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA (CU)	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE della DENSITÀ RELATIVA	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOSTANZA ORGANICA	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOLFATI	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di CARBONATI	
<input type="checkbox"/>	- PROVA di COMPATTAZIONE PROCTOR	
<input type="checkbox"/>	- PROVA IDR	

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Geol. Umberto Lenardo



## DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI

(ASTM D 2216 - BS 1377 T16 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 067 del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 444

del 25-lug-18

pag. 1/1

Mod. G.T. 7.57 1/00/01 C

### DATI GENERALI

Committente: Sottanopile srl p/c Amm. Comunale	Progetto: Interventi di manutenzione edilizia, con demolizione e ricostruzione edificio annesso
Richiedente: Dott. Geol. Daniele Pipicelli	Località: Federico Torre - Benevento (BN)

### DATI DEL CAMPIONE

Identificativo catalogo: 8202 Indisisthale	Prelevato da: 10-lug-18	Profondità, m: 13,00-13,80
Data ricevimento campione: 10-lug-18	Data apertura campione: 11-lug-18	Data di prova: 13-lug-18

### CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W<sub>n</sub>) (ASTM D 2216)

DETERMINAZIONE, N	1	2	3
Contenitore, n	P	I	M
Massa Contenitore, g	17,87	18,27	20,05
Massa Cont. + Terra Umid. g	60,01	58,62	65,83
Massa Cont. + Terra Secca. g	50,43	52,27	58,94
CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W <sub>n</sub> ), %	18,17%	18,07%	18,14%
			18,13%

### PESO DI VOLUME NATURALE (γ<sub>n</sub>) (BS 1377 T16)

DETERMINAZIONE, N	1	2
Volumetro, n	Q	M
Massa Volumetro, g	43,08	65,16
Capacità Volumetro, cm <sup>3</sup>	40,22	40,22
Massa Volumetro + Terra Umid. g	141,19	141,63
PESO DI VOLUME NATURALE (γ <sub>n</sub> ), kN/m <sup>3</sup>	18,92	19,01
		18,97
PESO DI VOLUME SECCO (γ <sub>s</sub> ), kN/m <sup>3</sup>		
		18,06

### PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)

DETERMINAZIONE, N	1	2	
Vaglio ASTM #10, % Passante	100	100	
Piommetro, n	408	391	
Massa Campione Sodo, g	15,07	15,06	Temperatura, °C
Massa Piommetro + Campione + Acqua, g	40,90	50,31	
Massa Piommetro + Acqua, g	80,59	80,98	
Fattore di Correzione, k	0,9978	0,9978	
PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m <sup>3</sup>	26,61	26,60	26,61

### GRANDEZZE INDICI

• INDICE dei VUOTI (e')	0,467
• POROSITA' (n), %	39,68
• GRADO di SATURAZIONE (S <sub>r</sub> )	73,43%
• PESO di VOLUME SATURO, (γ <sub>sat</sub> ), kN/m <sup>3</sup>	20,01

### OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Leonardo

La Sperimentatore:

Dott. Geol. Alessandro D'Urso



# 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. 55  
Laboratorio Prove su Terme e Rocce



## ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA (ASTM D 422)

ACCETTAZIONE n° 067

del 10-lug-18

CERTIFICATO N. 445

del 25-lug-18

pag. 1/1

Ref. 01781130

DATI GENERALI																																																																																																				
Committente: Sottosede del p.c. Amm. Unimighe					Progetto: Intervento di sostituzione infissi, con disinquinamento e ristrutturazione edificio scolastico																																																																																															
Richiedente: Dott. Geol. Daniele Pignoli					Località: Madonna Terra - Genovese (BN)																																																																																															
DATI DEL CAMPIONE																																																																																																				
Identificativo campione: B002		Tipo di campione: Frantumato		Profilo del: 10 lug 18		Profondità, m: 13,00-13,50																																																																																														
Data ricevimento campione: 10-lug-18				Data apertura campione: 11-lug-18		Data di prova: 12-lug-18																																																																																														
ANALISI MECCANICA del TRATTESUTO ai VAGLI ASTM # 10 (8=2,0 mm)																																																																																																				
DETERMINAZIONI DI PROVA		<table border="1"> <thead> <tr> <th>VAGLI ASTM</th> <th>3"</th> <th>2"</th> <th>1"</th> <th>3/4"</th> <th>1/2"</th> <th>#4</th> <th>#10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Apertura in mm</td> <td>75,0</td> <td>50,0</td> <td>25,0</td> <td>19,0</td> <td>9,5</td> <td>4,75</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>Ritenuto, g</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>1,62</td> <td>1,10</td> </tr> <tr> <td>% Ritenuto</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,4</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>% Passante</td> <td>100,0</td> <td>100,0</td> <td>100,0</td> <td>100,0</td> <td>100,0</td> <td>99,6</td> <td>99,7</td> </tr> </tbody> </table>								VAGLI ASTM	3"	2"	1"	3/4"	1/2"	#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	0,00	0,00	1,62	1,10	% Ritenuto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	% Passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	99,7																																																			
		VAGLI ASTM	3"	2"	1"	3/4"	1/2"	#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	0,00	0,00	1,62	1,10																																																																																											
% Ritenuto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3																																																																																													
% Passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	99,7																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Massa Contaminante, g</th> <th>Massa Cont. - Campione secco, g</th> <th>Massa Campione secco, g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>103,72</td> <td>643,40</td> <td>439,68</td> </tr> </tbody> </table>								Massa Contaminante, g	Massa Cont. - Campione secco, g	Massa Campione secco, g	103,72	643,40	439,68																																																																																							
Massa Contaminante, g	Massa Cont. - Campione secco, g	Massa Campione secco, g																																																																																																		
103,72	643,40	439,68																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE ai VAGLI ASTM # 10 (8=2,0 mm)</th> </tr> <tr> <th colspan="8">ANALISI DENSITOMETRICA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massa Contaminante, g</td> <td>101,73</td> <td colspan="2">Vaghi, cm</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>60</td> <td>240</td> <td>1.140</td> </tr> <tr> <td>Massa Cont. - Campione secco, g</td> <td>152,27</td> <td colspan="2">Letture Densitometriche, R</td> <td>1,0170</td> <td>1,0160</td> <td>1,0150</td> <td>1,0130</td> <td>1,0120</td> <td>1,0090</td> <td>1,0045</td> </tr> <tr> <td>Massa Campione secco, g</td> <td>50,54</td> <td colspan="2">Correzione per T°, AR</td> <td colspan="7">-0,0039</td> </tr> <tr> <td>Peso Specifico del Passante al #10, kN/m³</td> <td>28,61</td> <td colspan="2">Letture Corrette, R'</td> <td>1,0131</td> <td>1,0121</td> <td>1,0111</td> <td>1,0091</td> <td>1,0081</td> <td>1,0051</td> <td>1,0005</td> </tr> <tr> <td>Temperatura di prova T°, C°</td> <td>23</td> <td colspan="2">Profondità Lettura, z, in mm</td> <td>169,85</td> <td>171,85</td> <td>173,85</td> <td>177,85</td> <td>179,85</td> <td>183,85</td> <td>199,85</td> </tr> <tr> <td>Massa Volumetrica Acqua a T°, g/ml</td> <td>0,9978</td> <td colspan="2">Differenza tra due giusti, mm</td> <td>0,0018</td> <td>0,0195</td> <td>0,0114</td> <td>0,0081</td> <td>0,0058</td> <td>0,0029</td> <td>0,0012</td> </tr> <tr> <td>Coeff. Viscosità dinamica del liquido a T°, Poise</td> <td>0,0094</td> <td colspan="2">% Passante</td> <td>32,0</td> <td>30,0</td> <td>27,9</td> <td>23,9</td> <td>21,7</td> <td>15,5</td> <td>8,2</td> </tr> </tbody> </table>								ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE ai VAGLI ASTM # 10 (8=2,0 mm)								ANALISI DENSITOMETRICA								Massa Contaminante, g	101,73	Vaghi, cm		2	5	15	30	60	240	1.140	Massa Cont. - Campione secco, g	152,27	Letture Densitometriche, R		1,0170	1,0160	1,0150	1,0130	1,0120	1,0090	1,0045	Massa Campione secco, g	50,54	Correzione per T°, AR		-0,0039							Peso Specifico del Passante al #10, kN/m³	28,61	Letture Corrette, R'		1,0131	1,0121	1,0111	1,0091	1,0081	1,0051	1,0005	Temperatura di prova T°, C°	23	Profondità Lettura, z, in mm		169,85	171,85	173,85	177,85	179,85	183,85	199,85	Massa Volumetrica Acqua a T°, g/ml	0,9978	Differenza tra due giusti, mm		0,0018	0,0195	0,0114	0,0081	0,0058	0,0029	0,0012	Coeff. Viscosità dinamica del liquido a T°, Poise	0,0094	% Passante		32,0	30,0	27,9	23,9	21,7	15,5	8,2
ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE ai VAGLI ASTM # 10 (8=2,0 mm)																																																																																																				
ANALISI DENSITOMETRICA																																																																																																				
Massa Contaminante, g	101,73	Vaghi, cm		2	5	15	30	60	240	1.140																																																																																										
Massa Cont. - Campione secco, g	152,27	Letture Densitometriche, R		1,0170	1,0160	1,0150	1,0130	1,0120	1,0090	1,0045																																																																																										
Massa Campione secco, g	50,54	Correzione per T°, AR		-0,0039																																																																																																
Peso Specifico del Passante al #10, kN/m³	28,61	Letture Corrette, R'		1,0131	1,0121	1,0111	1,0091	1,0081	1,0051	1,0005																																																																																										
Temperatura di prova T°, C°	23	Profondità Lettura, z, in mm		169,85	171,85	173,85	177,85	179,85	183,85	199,85																																																																																										
Massa Volumetrica Acqua a T°, g/ml	0,9978	Differenza tra due giusti, mm		0,0018	0,0195	0,0114	0,0081	0,0058	0,0029	0,0012																																																																																										
Coeff. Viscosità dinamica del liquido a T°, Poise	0,0094	% Passante		32,0	30,0	27,9	23,9	21,7	15,5	8,2																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VAGLI ASTM</th> <th>#20</th> <th>#40</th> <th>#60</th> <th>#100</th> <th>15µ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Apertura in mm</td> <td>0,850</td> <td>0,425</td> <td>0,250</td> <td>0,075</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ritenuto, g</td> <td>0,41</td> <td>0,55</td> <td>1,30</td> <td>3,80</td> <td>42,43</td> </tr> <tr> <td>Passante, g</td> <td>50,13</td> <td>49,58</td> <td>48,28</td> <td>42,13</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>% Passante</td> <td>98,6</td> <td>97,5</td> <td>94,9</td> <td>83,4</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		VAGLI ASTM	#20	#40	#60	#100	15µ	Apertura in mm	0,850	0,425	0,250	0,075	-	Ritenuto, g	0,41	0,55	1,30	3,80	42,43	Passante, g	50,13	49,58	48,28	42,13	-	% Passante	98,6	97,5	94,9	83,4	-	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																			
		VAGLI ASTM	#20	#40	#60	#100	15µ																																																																																													
		Apertura in mm	0,850	0,425	0,250	0,075	-																																																																																													
		Ritenuto, g	0,41	0,55	1,30	3,80	42,43																																																																																													
Passante, g	50,13	49,58	48,28	42,13	-																																																																																															
% Passante	98,6	97,5	94,9	83,4	-																																																																																															
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,9964</td> </tr> </tbody> </table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore			0,9964																																																																																	
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				
	0,9964																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fattore riduttore</th> </tr> <tr> <td>massa campione, g</td> <td>0,9964</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ritenuto, g</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Fattore riduttore</td></tr></tbody></table>						Fattore riduttore		massa campione, g	0,9964	Ritenuto, g			0,00	Fattore riduttore																																																																																				
Fattore riduttore																																																																																																				
massa campione, g	0,9964																																																																																																			
Ritenuto, g																																																																																																				
	0,00																																																																																																			
Fattore riduttore																																																																																																				



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
(ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 067

del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 446

del 25-lug-18

pag. 1/2

Rel. 05.7.2.1.2.6 C

DATI GENERALI			
Committente: Sofininvest srl p/c Argem Core Italia		Progetto: Intervento di sostituzione estesa, con demolizione e ricostruzione edificio scolastico	
Richiedente: Ditta Geol. Daniele Pipicelli		Località: Palmaria Torre - Livorno (LI)	
DATI DEL CAMPIONE			
Identificazione campione: BQC2 Indisintegrato		Prelievo del: 10-lug-18	
Data ricevimento campione: 10-lug-18		Data apertura campione: 11-lug-18	
Dimensioni, cm: 17,00-18,00		Data inizio prova: 11-lug-18	
TIPO DI PROVA:	Lembo SI	Completata SI	ATTREZZATURA: Tecnomen T563 K Anello Dinamometrico 1451 da 3000 N
			Presso il laboratorio: 1.3598

DATI DEL CAMPIONE IN PROVA				SCALA DI TAGLIO			
Peso Specifico dei Solidi (G <sub>s</sub> )	kg/m <sup>3</sup>	26,61		Lato Pustella, cm	0,07	Altezza Pustella, cm	1,85
Contenuto Naturale in Acqua (w <sub>n</sub> )	%	18,1%		Velocità di taglio, mm/min	0,007	Sezione Pustella, cm <sup>2</sup>	26,24

DETERMINAZIONI												
PROVINO	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Peso Pustella	g	94,94	95,17	93,60								
Massa Pustella	g	211,61	272,15	220,94								
Massa Pustella + Campione	g	116,64	126,98	127,24								
Peso di Volume Naturale	kg/m <sup>3</sup>	18,84	19,29	18,94	18,94	19,73	0,79	18,98	20,16	1,48		
Peso di Volume Siccità	kg/m <sup>3</sup>	15,99	16,32	16,03	16,03	16,73	0,67	16,07	17,10	1,75		
Indice dei Vuoti		0,604	0,630	0,659	0,659	0,593	-0,07	0,656	0,516	-0,12		
Altezza Soliti	cm	1,111		1,315				1,117				

PROVINO n. 1	SPORZO NORMALE, kg/m <sup>2</sup> 100,0											
Cedimento, cm	0,038	Altezza Finale, cm 1,612										
Tempi, sec	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7				
Letture anello dinamometrico	51	70	101	132	152	158	157	155				
Compensatore Vert., mm	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,37	0,37				
SPORZI di TAGLIO, kg/m <sup>2</sup>	78,9	71,9	77,4	88,9	96,7	98,5	98,7	97,4				

PROVINO n. 2	SPORZO NORMALE, kg/m <sup>2</sup> 200,0											
Cedimento, cm	0,074	Altezza Finale, cm 1,776										
Tempi, sec	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
Letture anello dinamometrico	78	109	151	183	224	250	261	264	262	259		
Compensatore Vert., mm	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,73	0,73	0,71		
SPORZI di TAGLIO, kg/m <sup>2</sup>	58,8	48,8	55,9	65,5	81,9	92,8	96,7	97,8	97,1	96,5		

PROVINO n. 3	SPORZI NORMALE, kg/m <sup>2</sup> 300,0											
Cedimento, cm	0,124	Altezza Finale, cm 1,716										
Tempi, sec	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
Letture anello dinamometrico	101	148	204	244	275	312	334	352	364	371	370	368
Compensatore Vert., mm	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,23	1,22	1,22
SPORZI di TAGLIO, kg/m <sup>2</sup>	27,4	54,8	77,6	99,4	109,9	115,8	123,7	130,4	129,8	137,9	137,1	136,3

**RIEPILOGO**

SPORZI, kg/m <sup>2</sup>		
Prova	Normale	di Taglio
3	300,0	137,4
2	200,0	97,8
1	100,0	58,8

**OSSERVAZIONI**

Il Direttore del Laboratorio

Dot. Geol. Umberto Lorenzini

Lo Spediente

Dot. Geol. Alessandro D'Urso

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
(ART. 2.3000)

ACCETTAZIONE n° 067

del 10-lug-18

CERTIFICATI N. 446

del 25-lug-18

pag. 2/2

Mod. GT-7.3.1.1 C

**DATI GENERALI**

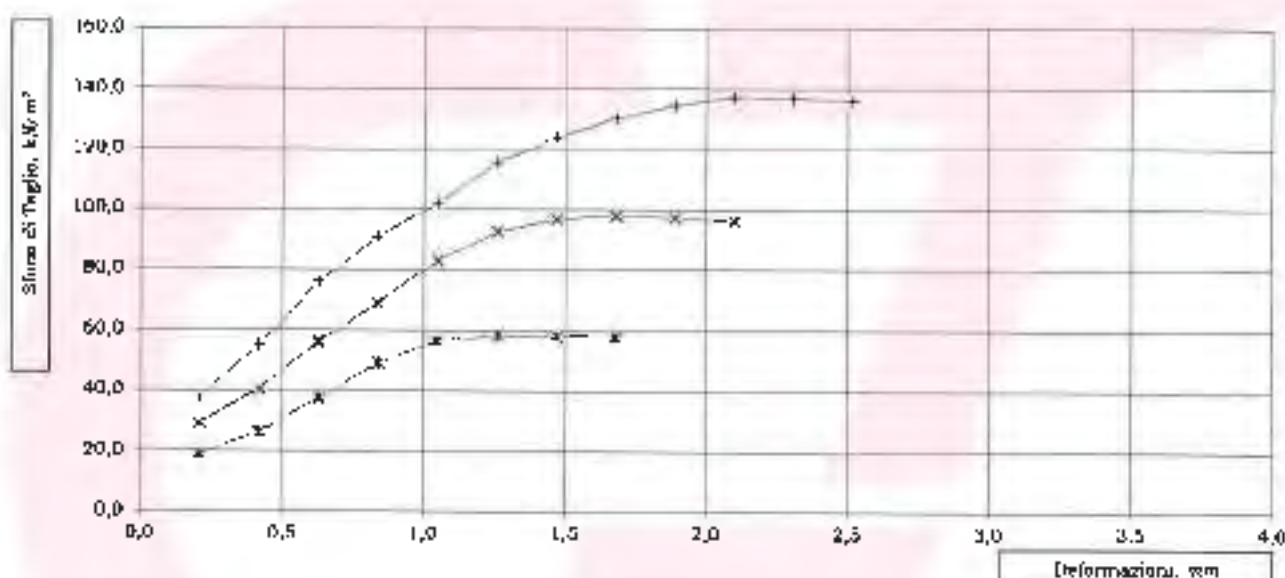
Committente: Soprintendenza al p.c. Assun. Comunale  
Progetto: Intervento di manutenzione edilizia con demolizione e ricostruzione edificio scolastico  
Richiedente: Cult. re Geol. Daniele Pipicelli  
Località: P.zza della Torre - Benevento (BN)

**DATI DEL CAMPIONE**

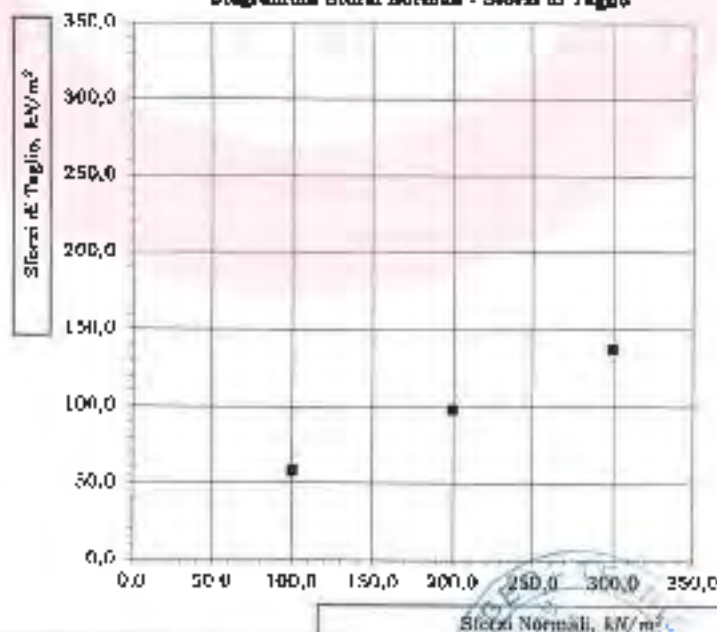
Identificativo campione: B2C2 Incastellato  
Problema del: 10-lug-18 Profondità, m: 13,00-13,50  
Data accettazione campione: 10-lug-18  
Data apertura campione: 11-lug-18 Data inizio prova: 13-lug-18

**ELABORAZIONE GRAFICA**

**Diagramma Sforzi di Taglio - Deformazioni**



**Diagramma Sforzi Normali - Sforzi di Taglio**



*[Firma]*  
Lo Spedimentatore:  
Dott. Geol. Alessandro D'Urso



**PROVA di COMPRESSIONE ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA**  
(ABTM P 2166)

ACCESSION n. 157

del 10-11-18

**CERTIFICATE N. 447**

403

23-Mar-18

227 1/1

[illegible]

PROVINO, n.	DETERMINAZIONE		VALORI MEDIE
	1	2	
Massa Campione Naturale, g	163,68	168,48	
Altezza Campione, cm	7,80	7,80	
Diámetro Superiore, cm	3,81	3,81	
Diámetro Medio, cm	3,80	3,81	
Diámetro Inferiore, cm	3,81	3,80	
Sección Media, cm <sup>2</sup>	11,38	11,38	
Volumen Campione, cm <sup>3</sup>	80,50	88,77	
Peso di Volume Naturale, kg/cm <sup>3</sup>	18,98	18,98	18,98
Massa Campione Secco, g	138,60	142,55	
Umidità naturale, %	18,10	18,10	18,14
Peso di Volume Secco, kg/m <sup>3</sup>	16,02	16,06	16,04

DATI DELLA PROVA										
Lettura Anello Dinamometrico	34	66	92	102	101	97	92			PROVINO n. 1  Sforzo massimo KN/m <sup>2</sup> 116,81
Lettura Compensatore Deformazioni	50	100	150	200	250	300	350			
Sforzo, N	65,51	131,05	196,58	262,12	327,65	393,19	458,72			
Deformazione, mm/mm	0,953	0,987	0,990	1,014	0,987	0,961	0,954			
Area Corretta, cm <sup>2</sup>	11,46	11,53	11,61	11,69	11,77	11,85	11,93			PROVINO n. 2  Sforzo massimo KN/m <sup>2</sup> 110,02
Sforzo Unitario, KN/cm <sup>2</sup>	5,72	11,44	16,90	22,36	27,82	33,28	38,74			
Lettura Anello Dinamometrico	21	69	88	90	94	88				
Lettura Compensatore Deformazioni	50	100	150	200	250	300				
Sforzo, N	28,11	94,36	117,80	128,51	135,83	117,80				
Deformazione, mm/mm	0,994	0,987	0,981	0,974	0,968	0,962				
Area Corretta, cm <sup>2</sup>	11,46	11,53	11,60	11,68	11,76	11,84				
Sforzo Unitario, KN/cm <sup>2</sup>	2,45	8,18	10,15	10,99	11,62	9,95				

[illegible]

II. Directional Laboratory:

Food and Nutrition Laboratory

ALL

Doct. M. G. A. Alexandrou, D.T. Ex.





<b>1.0</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.0</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGEOMORFOLOGICO.....</b>	<b>4</b>
2.1.	CARATTERI GEOMORFOLOGICI: PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ.....	4
2.2.	CARATTERI GEOLOGICI GENERALI .....	5
2.2.1.	L'UNITÀ DEL FORTORE AVR3 .....	6
2.2.2.	L'UNITÀ TARDO OROGENE BNA3 .....	7
2.2.3.	SINTEMA DEL FIUME CALORE SFL.....	7
2.3.	CARATTERI IDROGEOLOGICI GENERALI.....	7
<b>3.0</b>	<b>PROFILO LITOLOGICO GEOTECNICO E SISMICO DEL SITO .....</b>	<b>9</b>
3.1.	PARAMETRI GEOTECNICI.....	9
3.2.	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	10
3.2.1.	PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO .....	12
3.2.2.	COEFFICIENTI SISMICI STABILITÀ DI PENDII E FONDAZIONI.....	12
3.2.3.	FRONTI DI SCAVO E RILEVATI.....	12
3.2.4.	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI.....	12
3.2.5.	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI VERTICALI	13
3.2.6.	SPETTRO DI PROGETTO.....	13
3.3.	CONSIDERAZIONI CIRCA LA RISONANZA DEL TERRENO.....	14
<b>4.0</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>15</b>

## **ELENCO ALLEGATI:**

1. designazione di zona
2. piano stralcio assetto idrogeologico di Benevento redatto dall'Autorità di Bacino Liri Volturno Gari-gliano
3. stralcio carta geologica fuori scala
4. stralcio carta idrogeologica fuori scala
5. indagini in sito eseguite Edil\_trivellazioni di Piccoli Giovanni & C. sas di Benevento
6. prove geotecniche di laboratorio eseguite dalla Geo-Tecna srl di Benevento
7. prova sismica di superficie del tipo HVSR
1. prova sismica di superficie del tipo M ASW

### **1.0 PREMESSA**

L'AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI BENEVENTO, nel luglio 2018, affida allo scrivente geologo dott. Ciro DE CRISTOFARO iscritto al n° 348 dell'Albo dei Geologi della Regione Campania, incarico di consulenza geologica sui suoli interessati dal PROGETTO DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE IN SITO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO NICOLA SALA di proprietà dell'Ente Comune (*giusta determina dirigenziale n.272 del 26.06.2018 settore lavori pubblici e conseguente disciplinare di incarico rep.n.60326 del 03/07/2018*).

Si chiede allo scrivente di redigere relazione geologica nel rispetto della normativa vigente e con particolare riferimento alle N.T.C. del 2018.

Il progetto consistente nella demolizione e ricostruzione in sito di un edificio scolastico con Classe D'uso **IV<sup>A</sup>**: Costruzioni con funzioni pubbliche importanti.



**STRALCIO CARTA PROGRAMMATICA REGIONALE TAV.N.18 173 II**



I lavori, sono stati così articolati:

- esecuzione in sito nel luglio 2018 di due sondaggi geognostici  $S_1$  ed  $S_2$ , spinti alla profondità di 20 m e 30 m rispettivamente;
- esecuzione nei due fori di sondaggio, a diverse profondità, di complessive n.4 prove SPT;
- prelievo, lungo le verticali di indagine di 5 C.I.
- esecuzione di n. 4 prove di laboratorio geotecnico: caratterizzazione fisiche dei suoli, prove di taglio diretto, prove edometriche ed ELL;
- esecuzione di n.1 prova sismica di superficie del tipo HVSR e MASW per determinare la frequenza di risonanza del suolo e classificarlo sismicamente (NTC 2018);
- interpretazione e correlazione di tutti i dati raccolti e conseguente ricostruzione del quadro litostratigrafico, geotecnico e litodinamico del substrato relativo all'area di diretta competenza.

Scopo dello studio è definire sia le condizioni geoidrologiche e geostatiche dell'area, che la caratterizzazione fisico-meccanica e dinamica dei terreni costituenti il substrato fondazionale e cioè, il modello geologico locale, finalizzato alla redazione del successivo modello geotecnico facente parte della relazione d'opera geotecnica. In funzione dei dati riportati il Tecnico Progettista potrà, utilmente, stabilire la tipologia fondazionale delle strutture in elevazione da realizzare, l'interazione terreno - substrato, nonché la stabilità globale dell'area in relazione ai carichi indotti.

## **2.0 INQUADRAMENTO IDROGEOMORFOLOGICO**

Lo studio idrogeomorfologico dell'area è stato finalizzato al rilevamento della geolitologia locale con particolare riferimento alla distribuzione strutturale delle Formazioni; all'accertamento locale del reticolo idrografico superficiale per l'evidenziazione di eventuali erosioni laterali di sponda; alla delimitazione delle direttrici del deflusso idrogeologico episuperficiale e del ruscellamento diffuso; alla identificazione dei caratteri geostutturali generali e delle geometrie delle superfici di discontinuità eventualmente presenti.

### **2.1. CARATTERI GEOMORFOLOGICI: PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ**

L'area studiata (quota titolo di 168 m. slm), ricade nel centro abitato di Benevento angolo nord est dell'incrocio via Nicola Sala e via Enzo Marmorale; ricade nel Foglio Geologico al n.432 di Benevento, nella Carta Tecnica Numerica Regionale Elemento n.432061 di Benevento Est e nella Carta Tecnica Programmatica Regionale nella tav.1a 18 quadrante 173 - II°. È situata, inoltre, in prossimità del colmo morfologico (*peraltro molto appiattito e riconfigurato dall'azione antropica*), della modesta dorsale collinare ad assetto ribassato delimitata dalle incisioni del Fiume Sabato e dal V.ne San Nicola rispettivamente a sud\_ovest e a nord\_est, entrambi tributari del F.Calore il cui bacino idrografico è quello del F.Volturno.

La morfologia dei luoghi presenta un assetto paesaggistico fortemente condizionato dai movimenti tettonici surietivi Plio-Pleistocenici e dalle variazioni dei livelli di base del Fiume Calore e Sabato legate agli eventi climatici glaciali e interglaciali del Quaternario (Riss-Würm). L'azione di erosione e di sedimentazione dei fiumi, protratta nel tempo, ha dato origine a più terrazzi morfologici variamente incisi e modellati, dislocati lungo l'asse principale del Fiume Calore che presenta una configurazione planimetrica dell'alveo di tipo misto meandriforme e a canali intrecciati, dove i canali si suddividono e si ricongiungono attorno a corpi sedimentari più o meno estesi a forma di losanga: barre longitudinali.

La morfologia locale, in stretta relazione alla natura argilloso marnosa dei sedimenti affioranti, presenta forme ondulate poco acclivi, con valori delle pendenze sempre abbastanza contenuti e comunque tali da non ingenerare instabilità per deformazioni plastiche del substrato dovuto a plasticizzazioni locali del regolite; variazioni poco più significative dell'acclività avvengono solo in corrispondenza delle incisioni vallive dei corsi d'acqua già menzionati.

Gli ammassi litologici del sito in esame, in relazione alle pendenze rilevate e alla buona competenza geomeccanica dei litotipi, non sono soggetti a dissesti gravitativi con rotture profonde e scorrimenti rototraslazionali in quanto sono caratterizzati da una moderata incidenza della pericolosità morfologica per le condizioni giaciturati, morfologiche, morfometriche, idrauliche e, con caratteristiche fisico meccaniche (valori crescenti dei parametri fisico meccanici con la profondità), tali da rendere contenuta la possibilità di innesco di processi morfoevolutivi superficiali e/o profondi.





STRALCIO CARTA A. di B. VOLTURNO GARIGLIANO

Il rilevamento geomorfologico di superficie ha consentito anche la verifica di quanto già documentato dall'Autorità di Bacino Liri Volturno Garigliano nel proprio progetto Rischio Frane che esclude per l'area in esame eventuali rischi di natura geologico ambientali (vedi sotto e in allegato).

La sostanziale situazione di stabilità è avvalorata anche dalle seguenti considerazioni:

- ✓ le sedi stradali nel tratto prospiciente l'area non presentano alcun sintomo di ammaloramento da attribuire ad una intrinseca instabilità del sottosuolo;
- ✓ le strutture viciniore, di recente costruzione e realizzate a regola d'arte non presentano dissesti statici da poter imputare a precarie condizioni di stabilità del substrato fondazionale.

## **2.2. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI**



STRALCO CARTA GEOLOGICA PROGETTO CARG F.432 DI BENEVENTO

I terreni della porzione di territorio del Comune di Benevento interessata dalle opere in progetto sono riportati nella Carta Geologica d'Italia foglio 432 di Benevento progetto CARG; la sigla che li contraddistingue è la **b<sub>2</sub>** cioè depositi in formazione quaternari eluviali e colluviali attuali e recenti, sono in affioramento sull'area e in forma generalizzata nell'intorno della stessa; prodotti dalla alterazione dei depositi miocenici di base sono costituiti da limi, sabbie e sabbie pelitiche e argillose con lenti di ghiaie di colore bruno giallastro.

Gli stessi si sono prodotti nel bacino quaternario intermontano di Benevento e si inquadrano perfettamente nella genesi morfotettonica evolutiva dello stesso; infatti questo bacino quaternario trova origine già nelle diverse fasi compressive verificatesi tra il Miocene ed il Pliocene quando il “mare” pliocenico, a seguito del progressivo avanzamento dell'orogene nel settore beneventano, veniva ricacciato verso i settori sud-orientali. In tal modo, l'orogene appenninico si configura come un classico sistema catena-avanfossa con sviluppo di bacini wedge-top, caratterizzati da un trend sedimentario regressivo sulle falde orogeniche durante le fasi tardive (alto-mioceniche e plio-pleistoceniche), della tettonogenesi. La progressiva migrazione verso sud-est di questi bacini di wedge-top, probabilmente innescata dal distacco dello slab litosferico adriatico-ionico al di sotto dell'orogene appenninico, sembra aver influito profondamente sulla successiva evoluzione plio-quaternaria di questo settore di catena.

Il Bacino intermontano di Benevento dell'Appennino Campano, costituisce, appunto, una depressione tettonica quaternaria colmata, almeno a partire dal Pleistocene medio, da depositi clastici di origine alluvionale e fluvio-lacustre giacenti in discordanza angolare su successioni sedimentarie pre-quaternarie più o meno intensamente deformate: Unità Tardo Orogeniche BNAn (pliocene) e le Unità Tettoniche del Fortore AVRn (langhiano miocene).

L'ambiente continentale, comporta lo sviluppo dei glacis d'erosione nelle rocce tenere di età pliocenica, con sedimenti alto trasportati dei depositi medio\_tardo pleistocene, male cementati, dando origine alle SFLn del sistema F.Calore. Questi ultimi circondano il bacino beneventano; i primi “freddi” pleistocenici comportano una produzione detritica anche di origine crioclastica che sovralimenta il carico dei fiumi e delle conoidi che su queste superfici erosionali si snodavano; un carico che resta ancora in parte conservato e di cui sono oggi testimoni i pochi lembi di “Alluvioni antiche” riscontrati nell'area beneventana.

### **2.2.1. L'UNITÀ DEL FORTORE AVR3**

Unità tettonica del Fortore, peraltro, molto estesa nell'intorno di Benevento è costituita da una successione pelagica depositatasi dall'Oligocene al Miocene comprende la Formazione delle Argille Varicolori; l'ambiente deposizionale, come si è detto, è pelagico nell'ambito del vasto bacino lagonegrese-molisano.

La Formazione geologica in parola, è costituita da argilliti varicolori, marne calcaree, marne argillose con strutture sedimentarie non definite ma potenti alcune centinaia di metri (AVR3); gli altri membri, e cioè le

calcareniti e calciruditi torbiditiche di Pietrelcina (AVR2) e le arenarie torbiditiche vulcanoclastiche di Tuffello (AVR1) con potenza di alcune decine di metri, sono presenti nella stessa Formazione ma in eteropia latero-verticale.

### **2.2.2. L'UNITÀ TARDO OROGENE BNA3**

In affioramento a sud e ad est del sito, è costituita da depositi marini tardo orogenici che, in generale, comprendono tre formazioni: Formazione gessoso solfifera - Unità di Tufo Altavilla - Formazione della Baronia **BNA** e per quest'ultima il Gruppo di Ariano distinguibile in loco dal membro sabbioso di Apollosa costituito da sabbie e arenarie giallastre in strati da lenticolari a medi e a molto spessi, talora con ciottoli e intercalazioni pelitiche; passano lateralmente e parzialmente al membro sabbioso conglomeratico nella porzione superiore al membro pelitico-arenaceo. Trattasi di depositi marini a struttura sedimentaria bioturbata e/o lamine piane ed inclinate a basso angolo e/o lamine incrociate con increspature d'onda; si sono depositate in ambiente da continentale a neritico nel bacino piggy-back di Benevento durante e nella fase terminale delle deformazioni che hanno interessato la catena appenninica meridionale. La deposizione è avvenuta dal Messiniano al Pliocene medio basale in parte durante la crisi di salinità verificatasi nell'area mediterranea dal Messiniano al Pliocene inferiore basale (Formazione gessoso-solfifera e Unità di Tufo-Altavilla), in parte a seguito dell'ingressione marina generale del Pliocene inferiore nella stessa area mediterranea.

### **2.2.3. SINTEMA DEL FIUME CALORE SFL**

Depositi quaternari recenti di natura detritico-alluvionale sono collocati prevalentemente in corrispondenza degli alvei torrentizi fluvio lacustri del F.Calore e del F.Sabato e loro affluenti, a colmare le depressioni dei locali rilievi collinari.

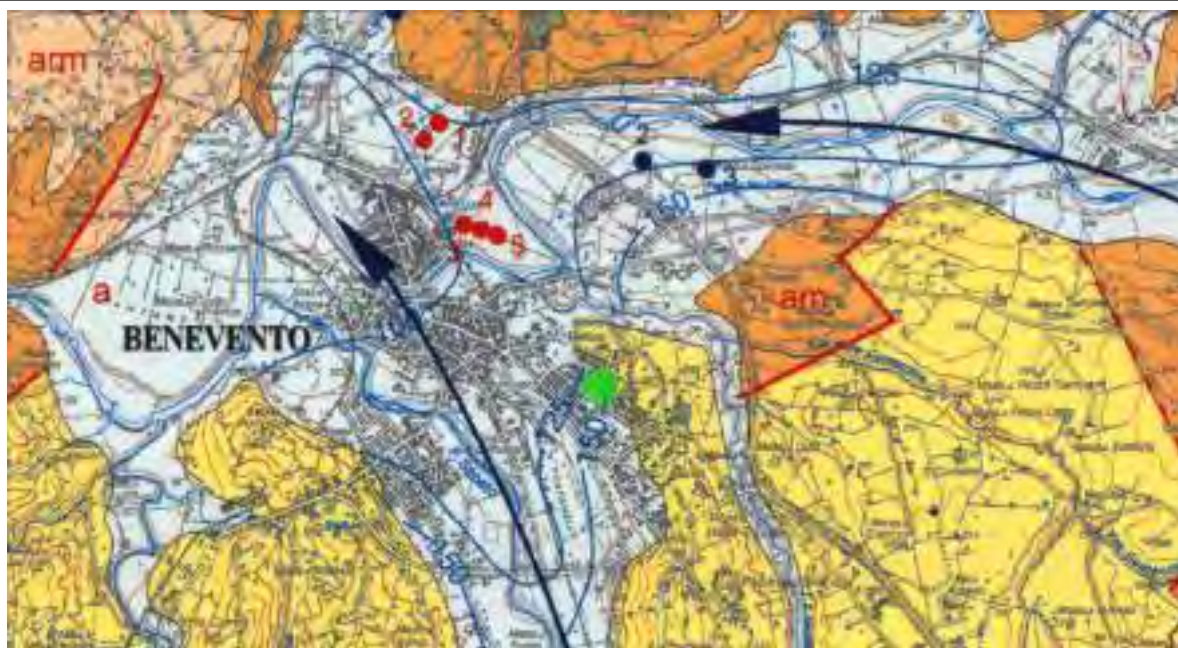
I depositi quaternari alluvionali indicati nella cartografia con la sigla SFL2 subsintemi di Capodimonte e SFL4 subsintema del T.nte Ufita sono in affioramento rispettivamente a nord ovest e a nord del sito di interesse ed i primi compongono l'ossatura litologica della città di capoluogo; si ergono dal letto del fiume per circa  $70 \div 80$  m ; si tratta in genere di ghiaie eterometriche, poligeniche con abbondante matrice sabbiosa e stratificazione di solito indistinta con intercalazioni lenticolari di sabbie e peliti, i clasti sono ben arrotondati e in prevalenza calcarei.

## **2.3. CARATTERI IDROGEOLOGICI GENERALI**

La piana di Benevento arealmente si sviluppa nella media valle del fiume Calore ed è composta da oltre 100 metri di materiali alluvionali costituito da ciottolame poligenico eterometrico frammisto a sabbie e limi, che poggiano con contatto inconforme sulla Formazione delle Argille Varicolori e sulla Formazione della Baronia a costituire il substrato della depressione valliva del Fiume Calore.



Il quadro idrogeologico di insieme prende spunto dalla Carta Idrogeologica della Provincia di Benevento redatta da Esposito Celico Guadagno Aquino per conto dell'Alto Calore Servizi SPA; dalla stessa vengono estrapolate le principali unità idrogeologiche affioranti in zona che presentano caratteristiche idrodinamiche differenti.



STRALCO CARTA IDROGEOLOGICA PROVINCIA DI BENEVENTO

I<sup>a</sup> Unità idrogeologica sigla (a): depositi quaternari alluvioni recenti attuali, alluvioni antiche terrazzate. Sono in prevalenza dotati di conducibilità idraulica primaria sia orizzontale che verticale. I depositi in questione possono dare origine ad un sistema multistrato con falde freatiche e falde confinate, variamente in pressione; presentano una permeabilità uniforme di tipo prevalentemente matriciale e di grado medio – alto ( $K \cong 10^{-4}$  m/s). Ciò nonostante si tratta di termini con notevoli variazioni nell'assortimento granulometrico e nel grado di cementazione, dovute alla natura deposizionale dei sedimenti. Ne consegue una circolazione idrica sotterranea complessa che si realizza per la presenza di livelli acquiclude secondo lo schema a “falde sovrapposte” interagenti a grande scala. Indicazioni in merito vengono fornite dalle sorgenti presenti (vedi la n.2 e la n.3 nella carta idrogeologica), in relazione alle isofreatiche 125m – 150 m slm

Dal punto di vista geometrico, l'acquifero si estende in direzione Est-Ovest e rappresenta una delle maggiori fonti di approvvigionamento idrico locale (sistemi di pozzi in loc. Campo Mazzoni e Pezza Piana con portate importanti: da 15 l/sec a 60 l/sec), in quanto i suoi spessori risultano variabili aumentando progressivamente dai bordi della valle verso le zone assiali dove si raggiungono anche i 110 metri e oltre.

L'impermeabile di fondo è rappresentato dai termini argilloso-marnosi dell'Unità di Lagonegro e dalle argille grigio-azzurre dell'Unità di Ariano.



II<sup>a</sup> Unità idrogeologica sigla (**am**): depositi miocenici di argille arenacee con permeabilità secondaria di tipo misto per fessurazione e carsismo mentre può acquisire una permeabilità primaria limitata. La presenza di livelli marnoso argillosi intercalati riduce di molto potenzialità idrica della unità

III<sup>a</sup> Unità idrogeologica sigla (**sa**): depositi pliocenici sabbioso-argillosi con granulometria tale da consentire di attribuire a questi depositi un grado di permeabilità, sempre per porosità, compreso tra il basso ed il medio e, pertanto, assumono il ruolo di aquicludi nella sequenza idrogeologica confinando localmente la falda principale. I livelli idrici hanno comunque un deflusso orientato lungo la direzione Sud-Nord e recapito principale il corso del fiume Calore.

### **3.0 PROFILO LITOLOGICO GEOTECNICO E SISMICO DEL SITO**

La caratterizzazione litostratigrafica e litodinamica del sito è stata ricostruita mediante i saggi geologici in precedenza menzionati ed eseguiti dalle ditte Edil\_trivellazioni di Piccoli Giovanni & C. sas, incaricata dall'Amministrazione Comune di Benevento.

Le prove geognostiche e geosismiche eseguite, complementari tra loro, hanno avuto il compito di definire il profilo litologico, stratigrafico, geotecnico e sismico della verticale di indagine: le modalità operative, la strumentazione adottata, sono riportate negli elaborati già consegnati alla committenza dalla ditta esecutrice. Le ubicazioni delle indagini sono riportate nella carta ubicazione sondaggi su base CTR (Carta Tecnica Regionale elemento n.432061 Benevento Est); di seguito i risultati attesi.

#### **3.1. PARAMETRI GEOTECNICI**

Di seguito si è ritenuto opportuno fornire un quadro di insieme delle due verticali indagate riportando graficamente sui profili litologici, la caratterizzazione geotecnica e sismica del substrato; si evince quanto già accennato in precedenza e cioè che la litotipia è prevalentemente costituita da limi da poco consistenti in superficie a medio alta consistenza in profondità; a luoghi sono frammiste sabbie e/o argille. Il colore beige è prevalente, a volte più chiaro a volte più scuro, ciò è dovuto ad alterazioni della componente ferrosa dei minerali di base costituenti i sedimenti.





PROGETTO COFINANZIATO  
DAL  
P.O.R. CAMPANIA 2000/6 - MISURA 6.2



# REGIONE CAMPANIA

CARTA TECNICA NUMERICA REGIONALE

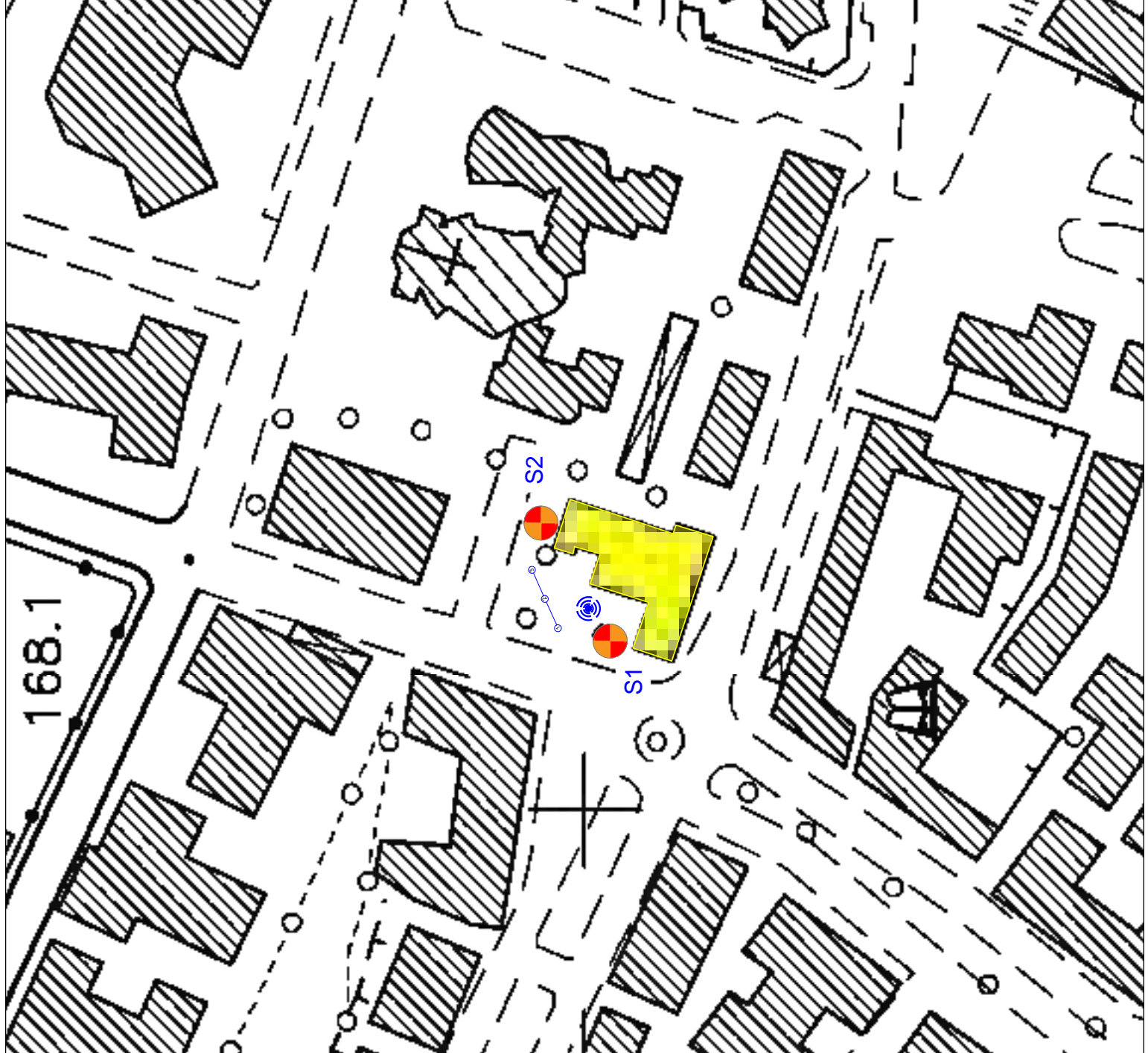
Elemento n° 432061

## BENEVENTO EST

SONDAGGIO GEOGNOSTICO luglio 2018

PROVA SISMICA MASW luglio 2018

PROVA SISMICA HVSR luglio 2018

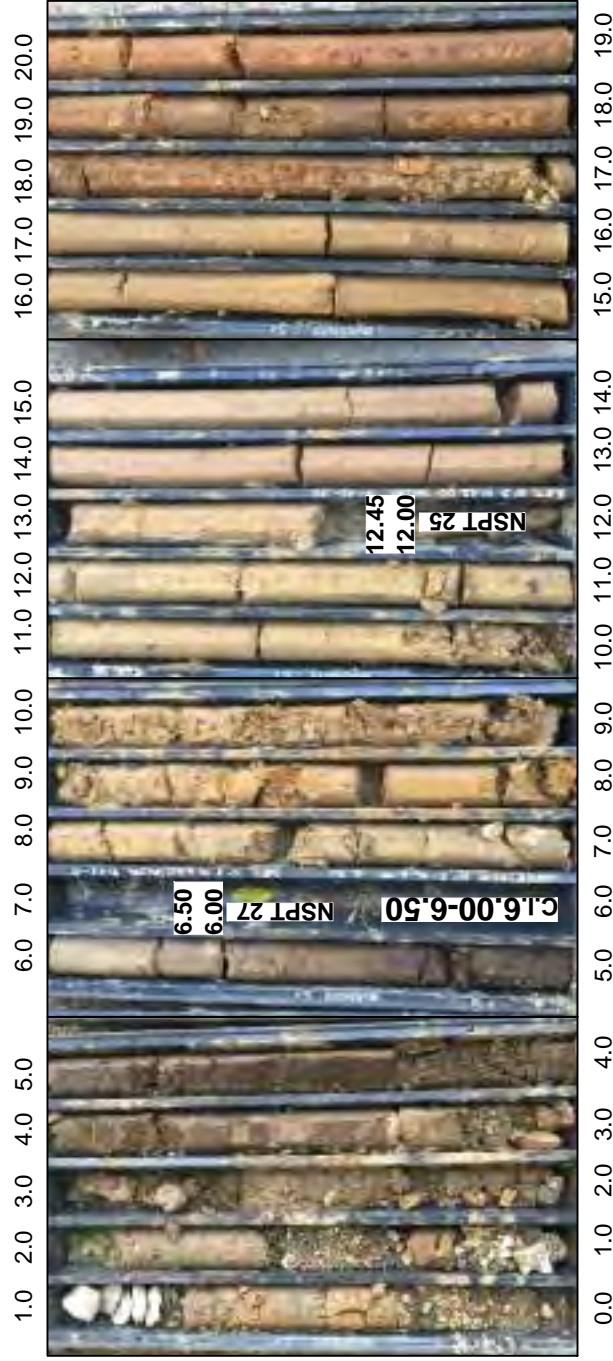






DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA  
DEL CAROTAGGIO PRODOTTO

Indagini eseguite nel luglio 2018  
scuola elementare: NICOLA SALA



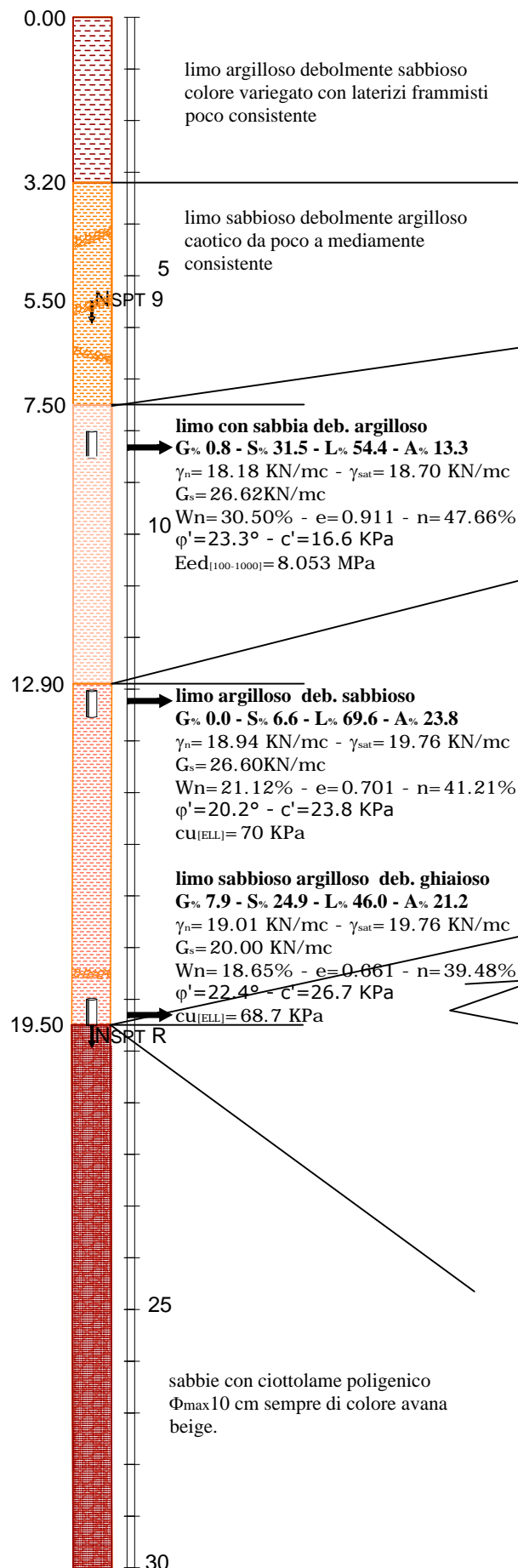
↑ S1 NS m.20  
23/07/2018

↓ S2 NS m.30  
24/07/2018

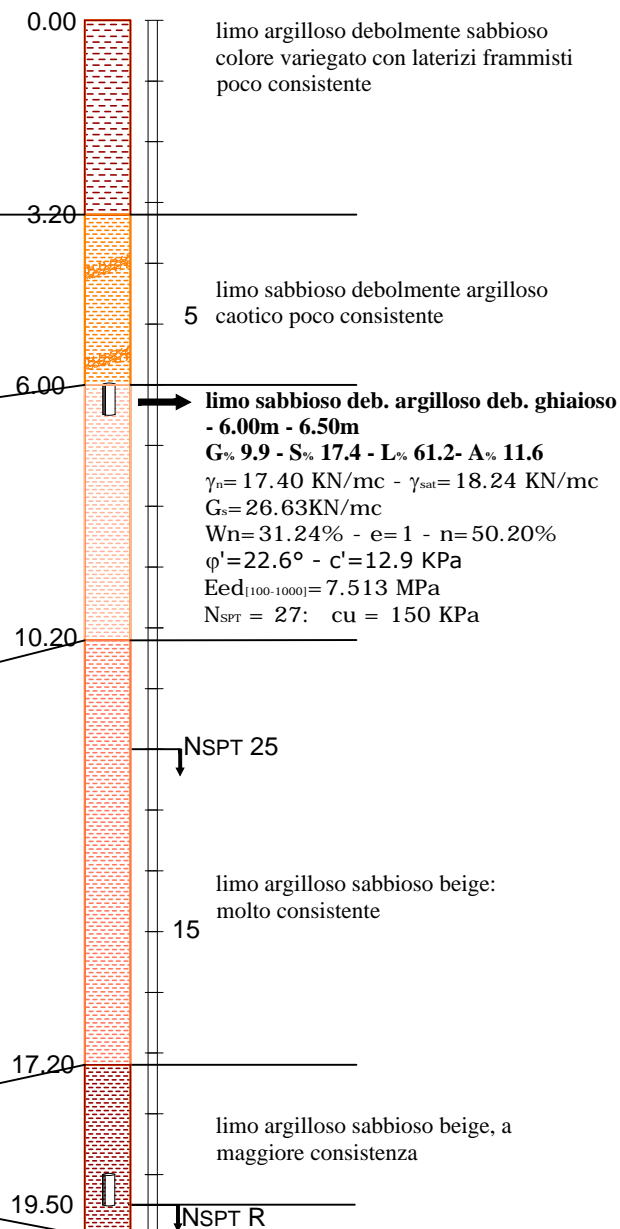




## S2 - LUGLIO 2018



## S1 - LUGLIO 2018



# CORRELAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE









**3.2. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE**

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	IV
Coefficiente d'uso (Cu):	2
Periodo di riferimento (Vr):	100 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	60 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	101 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	949 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	1950 [anni]
Tipo di interpolazione:	Media ponderata
Coordinate geografiche del punto	
Latitudine (WGS84):	41,1279945 [°]
Longitudine (WGS84):	14,7922020 [°]
Latitudine (ED50):	41,1289825 [°]
Longitudine (ED50):	14,7930660 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	31876	41,128030	14,751340	3496,40
2	31877	41,127280	14,817670	2069,45
3	31655	41,177270	14,818740	5783,50
4	31654	41,178020	14,752310	6432,28

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,062	2,387	0,279
	50	0,082	2,352	0,294
SLO	60	0,090	2,341	0,303
	72	0,099	2,330	0,313
SLD	101	0,118	2,340	0,323
	140	0,140	2,325	0,332
	201	0,168	2,315	0,343
	475	0,252	2,305	0,367
SLV	949	0,335	2,349	0,389
	975	0,339	2,351	0,390
SLC	1950	0,435	2,436	0,418
	2475	0,474	2,466	0,429

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,063	2,380	0,278
	50	0,084	2,350	0,294
SLO	60	0,092	2,335	0,303
	72	0,102	2,320	0,312
SLD	101	0,121	2,323	0,322
	140	0,143	2,316	0,332
	201	0,172	2,310	0,342
	475	0,261	2,303	0,370
SLV	949	0,352	2,322	0,389
	975	0,356	2,323	0,390
SLC	1950	0,455	2,419	0,420
	2475	0,495	2,453	0,430

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,063	2,402	0,279
	50	0,084	2,351	0,295
SLO	60	0,092	2,339	0,304
	72	0,102	2,329	0,313
SLD	101	0,122	2,324	0,323
	140	0,145	2,318	0,333
	201	0,174	2,311	0,343
	475	0,266	2,298	0,372
SLV	949	0,361	2,310	0,390
	975	0,365	2,311	0,390
SLC	1950	0,465	2,408	0,421
	2475	0,505	2,442	0,432

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,062	2,404	0,279
	50	0,083	2,356	0,295
SLO	60	0,092	2,345	0,303
	72	0,101	2,334	0,312
SLD	101	0,120	2,330	0,322
	140	0,143	2,321	0,332
	201	0,172	2,314	0,343
	475	0,261	2,302	0,369
SLV	949	0,352	2,331	0,390
	975	0,356	2,332	0,391
SLC	1950	0,455	2,426	0,421
	2475	0,495	2,460	0,432



**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	60	0,092	2,339	0,303
SLD	101	0,120	2,329	0,322
SLV	949	0,349	2,329	0,389
SLC	1950	0,451	2,423	0,420

**3.2.1. PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO**Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :

1,000

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica:

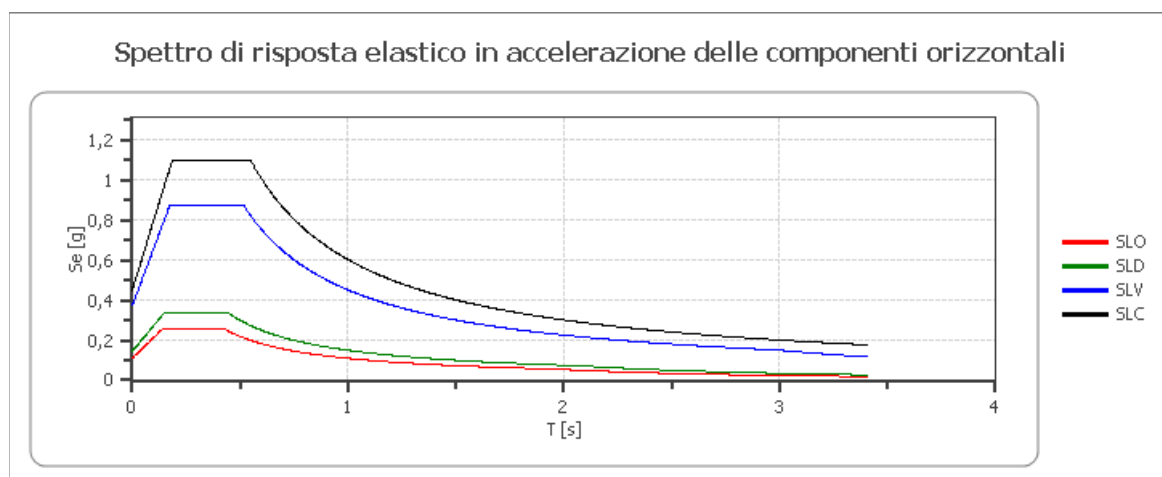
T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

**3.2.2. COEFFICIENTI SISMICI STABILITÀ DI PENDII E FONDAZIONI**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,022	0,035	0,105	0,451
kv	0,011	0,017	0,052	0,226
amax [m/s <sup>2</sup> ]	1,078	1,415	3,662	4,426
Beta	0,200	0,240	0,280	1,000

**3.2.3. FRONTI DI SCAVO E RILEVATI**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,068	0,142	--
kv	--	0,034	0,071	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	1,078	1,415	3,662	4,426
Beta	--	0,470	0,380	--

**3.2.4. SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI**

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	2,0	0,092	2,339	0,303	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,141	0,424	1,966	0,110	0,257
SLD	2,0	0,120	2,329	0,322	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,148	0,445	2,081	0,144	0,336
SLV	2,0	0,349	2,329	0,389	1,070	1,330	1,000	1,070	1,000	0,173	0,518	2,996	0,373	0,870
SLC	2,0	0,451	2,423	0,420	1,000	1,310	1,000	1,000	1,000	0,183	0,550	3,405	0,451	1,093

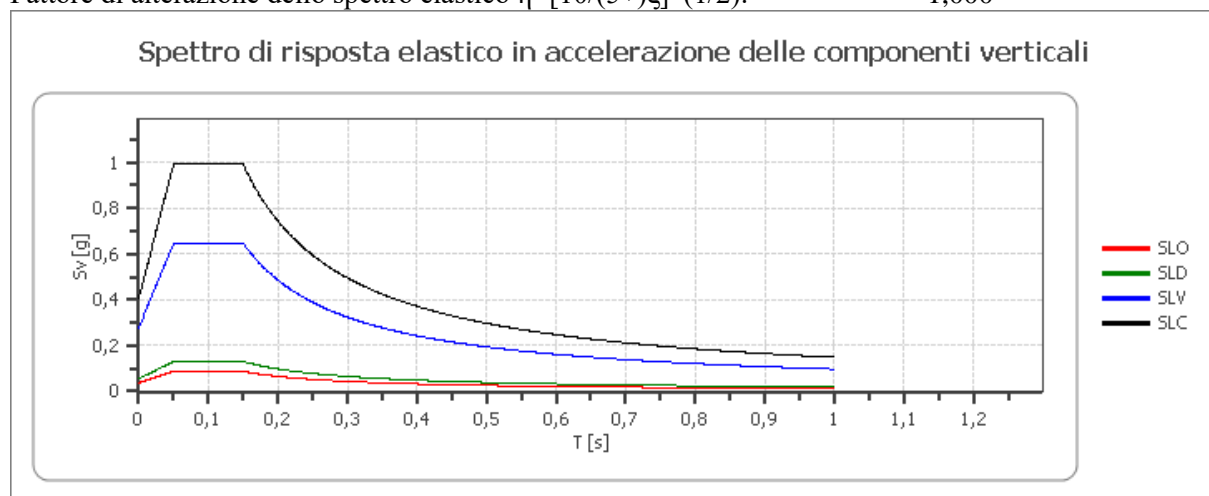
### 3.2.5. SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI VERTICALI

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :

1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	2,0	0,092	2,339	0,303	1	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,037	0,087
SLD	2,0	0,120	2,329	0,322	1	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,056	0,131
SLV	2,0	0,349	2,329	0,389	1	1,330	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,278	0,648
SLC	2,0	0,451	2,423	0,420	1	1,310	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,409	0,992

### 3.2.6. SPETTRO DI PROGETTO

Fattore di struttura spettro orizzontale q:

1,50

Fattore di struttura spettro verticale q:

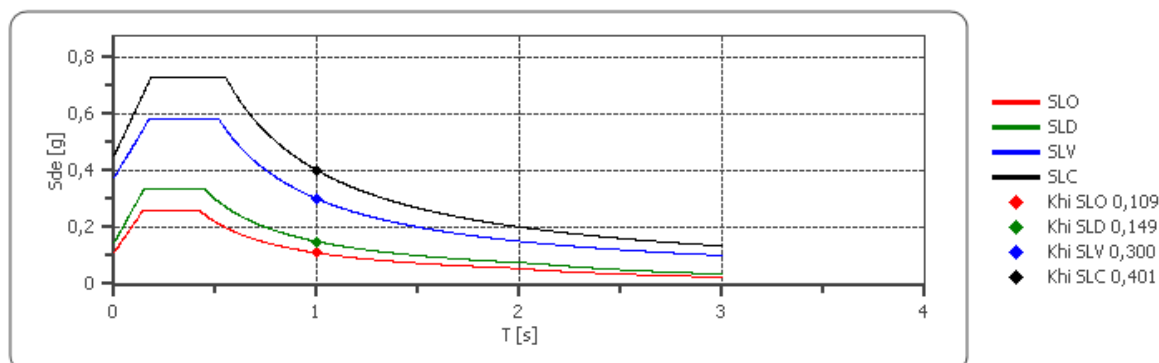
1,50

Periodo fondamentale T:

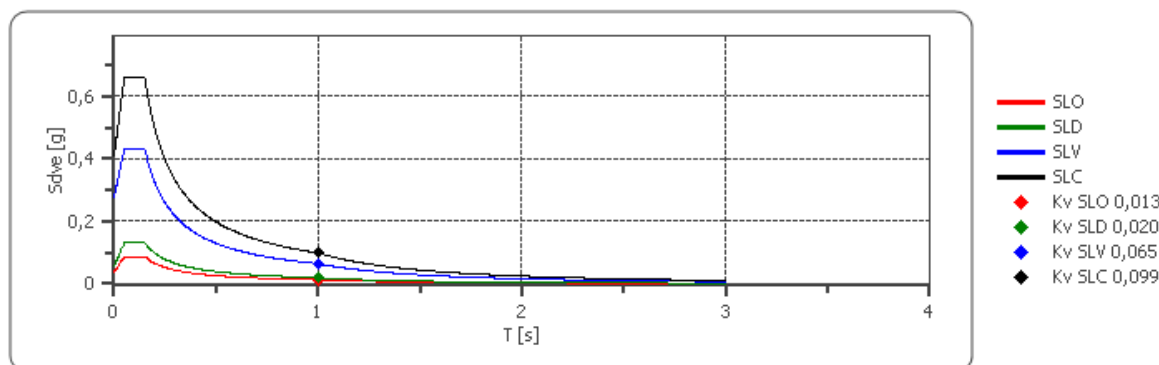
1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,109	0,149	0,300	0,401
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,013	0,020	0,065	0,099

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO o	2,0	0,092	2,339	0,303	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,141	0,424	1,966	0,110	0,257
SLO v	2,0	0,092	2,339	0,303	1,200	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,037	0,087
SLD o	2,0	0,120	2,329	0,322	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,148	0,445	2,081	0,144	0,336
SLD v	2,0	0,120	2,329	0,322	1,200	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,056	0,131
SLV o	2,0	0,349	2,329	0,389	1,070	1,330	1,000	1,070	1,500	0,173	0,518	2,996	0,373	0,580
SLV v	2,0	0,349	2,329	0,389	1,070	1,330	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,278	0,432
SLC o	2,0	0,451	2,423	0,420	1,000	1,310	1,000	1,000	1,500	0,183	0,550	3,405	0,451	0,729
SLC v	2,0	0,451	2,423	0,420	1,000	1,310	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,409	0,661

### 3.3. CONSIDERAZIONI CIRCA LA RISONANZA DEL TERRENO

Dalle prove geofisiche condotte, esplicitatesi con la esecuzione di una indagine sismica passiva a stazione singola elaborata col metodo dei rapporti spettrali HVSR, si è rilevato un picco di risonanza ad una frequenza pari a circa 4.55 Hz per il sito di interesse.

Ciò deve essere preso in adeguata considerazione per stabilire il numero di piani da erigere onde escludere fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura; la formula semplificata per la definizione

della frequenza di risonanza di un edificio:  $Fr = 10 \text{ Hz} / \text{numero dei piani} = 10 \text{ Hz}$  richiede particolare attenzione in merito.

#### **4.0 CONCLUSIONI**

Del sito di interesse si è cercato di definire tutte le incidenze, le implicazioni e i fattori che caratterizzano, sotto l'aspetto geologico, quella porzione di territorio; la geologia con tutte le sue peculiarità non sembra essere di impedimento alla realizzazione delle opere programmate; infatti, le interazioni dinamiche intercorrenti tra i fattori geologici presi in considerazione e menzionati in relazione, non possono ingenerare conseguenze di instabilità per il substrato di interesse.

Sono pertanto da escludersi:

**A**-effetti di liquefazione e/o addensamento eccessivo e/o di marcata subsidenza di livelli sabbiosi monogranulari saturi ed a bassa densità, potenzialmente liquefacibili in casi di sollecitazioni dinamiche per effetto delle brusche variazioni delle pressioni interstiziali per l'assenza di falda idrica nei primi 30 metri dal p.c..

**B**-la instabilità in quanto l'area non ricade in zona attiva sotto il profilo litodinamico e sismico (rottura per fagliazione e/o riattivazione di strutture tettoniche);

**C**-la presenza di zone carsiche o comunque soggette a collasso per presenza di cavità ipogee;

**D**-l'incidenza negativa degli effetti stratigrafici vista: la successione stratigrafica; le buone proprietà meccaniche riportate in relazione; la geometria dei contatti stratigrafici presenti e la categoria sismica di sottosuolo indagata di tipo B;

**E**-l'incidenza negativa degli effetti topografici, legati alla configurazione morfologica del piano campagna.

Tanto dovevasi

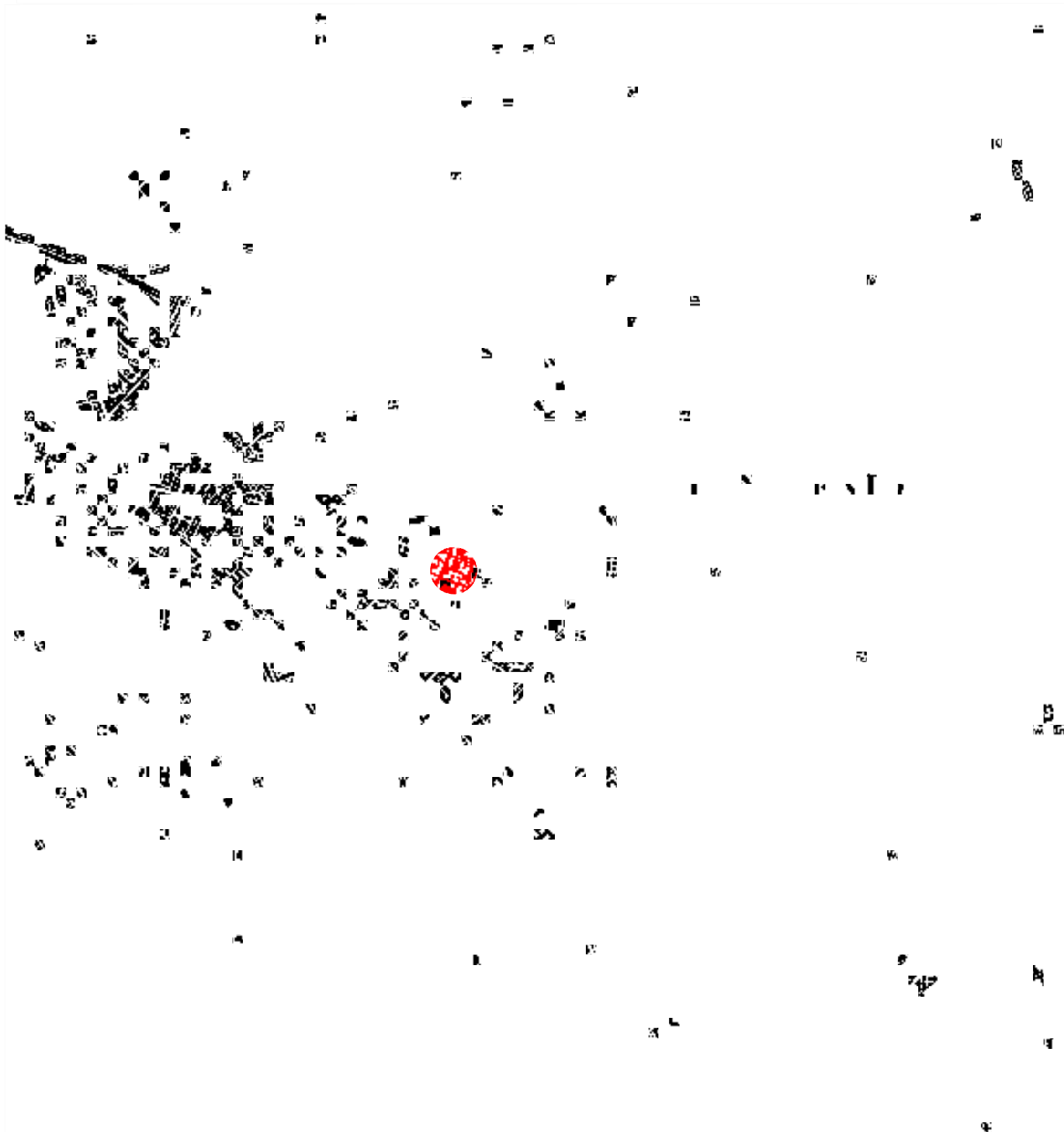
Tanto dovevasi

Dott.geol. CIRO DE CRISTOFARO

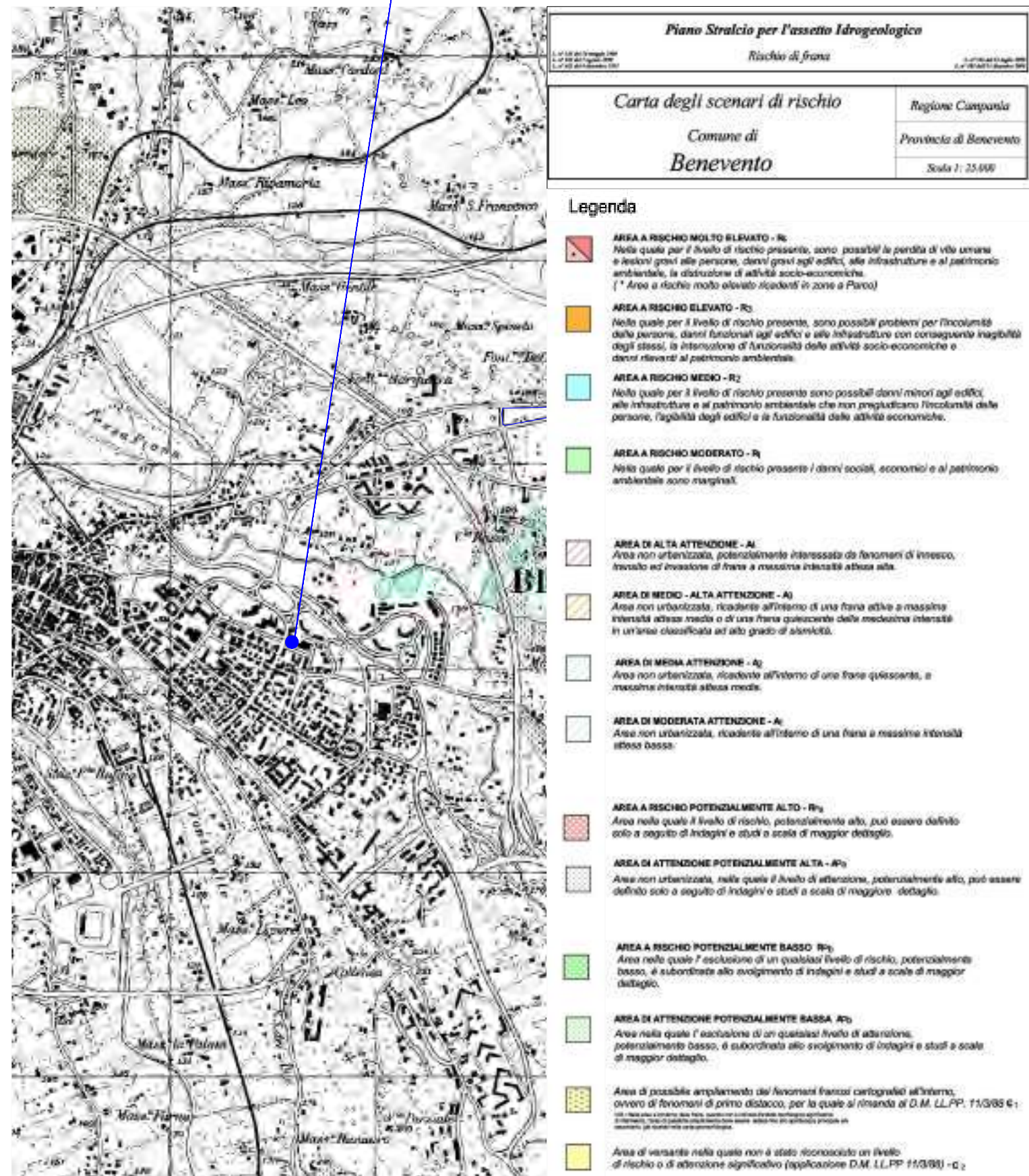


REGIONE CAMPANIA  
CARTA TOPOGRAFICA PROGRAMMATICA REGIONALE  
TAV. N.18 - BENEVENTO quadrante 173-II

1000m 500m 0 1 Km



DESIGNAZIONE DI ZONA  
localizzazione area in studio WGS84  
Lat.41.127995 Long.14.792202





COMUNE	n° tel.	m²	LOCALIZZAZIONE E UTILIZZO	Q. fine
Stampana	9	7.4 3.5	Località Mazzano campo-occolino Località Pietra Piva (c. campo-occolino)	15 20

[illegible]

	Cellule della corteccia di Garzanti		Diagramma di Garzanti
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi
	Levi		Diagramma di Levi





# FUORI SCALA STRALCIO CARTA GEOLOGICA

SITO DI INTERESSE

