



**CITTA' DI SCAFATI**  
\*Croce al Valor Militare e  
Medaglia d'oro alla Resistenza\*

# CITTA' DI SCAFATI

(Provincia di Salerno)

Lavori di Adeguamento Sismico della Scuola Elementare e Materna Ferdinando II di Borbone di Via Genova – CUP: G83H19000720001

## CORPI A-C

**PNRR: Missione 5-Componente 2 Investimento/Subinvestimento 2.1 "Rigenerazione Urbana"**

### STAZIONE APPALTANTE

Comune di Scafati (SA) – Via P. Melchiade - 84018

Settore VI – LL.PP. e Manutenzione

Descrizione

**PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**  
Relazione geologica

Codice

A-C\_RT\_01

Scala

-



II R.U.P.

Arch. Mirko Sasso

Scafati, 2 maggio 2023

II RTP

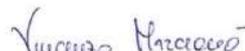
Ing. Massimo Viglianisi  
Ing. Vincenzo Marcianò  
Ing. Girolamo Siciliano

Ing. Massimo  
Viglianisi

Dott. Ing. Massimo VIGLIANISI  
Iscrizione all'Albo n° A 3245  
sita Sezione degli Ingegneri (Sez. A)  
- Settore civile e ambientale  
ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA

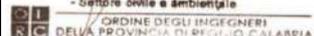


Ing. Vincenzo  
Marcianò

Ing. Girolamo  
Siciliano

Dott. Ing. Girolamo SICILIANO  
Iscrizione all'Albo n° A 3656  
sita Sezione degli Ingegneri (Sez. A)  
- Settore civile e ambientale  
ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA



# COMUNE DI SCAFATI

Provincia di SALERNO

## LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA DI VIA GENOVA



### ***RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA***

**Committente : Comune di Scafati**

Il Tecnico Incaricato  
dott. geol. Giovanni De Falco



Data: febbraio 2023

## INDICE

1. PREMESSA .....	1
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
3. UBICAZIONE DELL'AREA-CARATTERISTICHE GEOLOGICHE .....	3
4. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE.....	7
5. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	8
6. VINCOLI E PERICOLOSITA' DEL SITO.....	10
7. PROVE ESEGUITE E DISPONIBILI.....	11
8. STRUTTURA STRATIGRAFICA.....	17
9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	18
10. SISMICITA' E STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA.....	22
11. LIQUEFAZIONE.....	32
12. CONCLUSIONI.....	34

## 1. PREMESSA

Il Comune di Scafati, ai fini dei "Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova" ha incaricato lo scrivente della redazione delle relazioni geologica e della modellazione sismica del sito.

Lo scrivente, dopo un sopralluogo preliminare, ha progettato, in coordinamento con il RUP pro tempore, ing. Angelo Maresca, la campagna di indagini e prove geognostiche, geotecniche e geofisiche da eseguire nonché il relativo computo metrico.

Successivamente, mediante indagine di mercato, il comune di Scafati ha affidato l'esecuzione delle suddette indagini e prove alla Isogea srl di Trecase (Na).

Lo scrivente, a seguito di apposito sopralluogo, in accordo con il RUP, ha concordato con il dott. Ricci Salvatore, responsabile di cantiere della Isogea srl, l'esatta ubicazione delle indagini e prove.

La predetta società ha eseguito:

- n. 1 sondaggio a c.c. per complessivi ml 30;
- n.3 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT;
- n. 2 prelievi di campioni indisturbati;
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue tipo DPSH;
- prove geotecniche di laboratorio sui n. 2 campioni prelevati;
- n. 1 prova sismica MASW;
- n. 1 prova down-hole;
- n. 2 prove HVSR.

Lo studio dell'area d'intervento ha avuto l'obbiettivo di:

- verificare l'eventuale esistenza di problemi stratigrafici, tettonici, neotettonici, morfologici, idrogeologici che in qualche modo potessero influenzare negativamente i lavori previsti;
- definire il modello geologico-tecnico del sottosuolo;
- effettuare la modellazione sismica del sito.

Lo scrivente, pertanto, ha effettuato:

- un'accurata ricerca bibliografica e cartografica volta ad inquadrare le caratteristiche geologiche della parte di territorio in cui è compresa l'area indagata;
- un numero sufficiente di dettagliati sopralluoghi preliminari su di un'area più ampia della zona d'intervento con lo scopo di descriverne gli aspetti morfologici più significativi;
- una verifica delle eventuali condizioni di attività di strutture tettoniche locali (neotettoniche) al fine di valutarne l'incidenza sull'utilizzo in sicurezza dell'area studiata;
- il censimento e la consultazione delle prove eseguite nel passato nel sito e nei dintorni di esso ritenute valide ai fini di una migliore conoscenza delle caratteristiche litostratigrafiche più significative, delle caratteristiche tecniche dei principali strati e delle eventuali variazioni di omogeneità di facies litologica.

I risultati ottenuti dai sopralluoghi e dalle ricerche bibliografiche hanno consentito di stilare la seguente relazione nella quale, tenuto conto delle condizioni geologiche locali, dei dati reperibili in letteratura, dei risultati del

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

---

rilevamento eseguito sulla parte di territorio che comprende l'area studiata nonché della prove disponibili, si danno indicazioni su:

- la struttura stratigrafica del sito;
- la caratterizzazione geotecnica dei terreni rinvenuti;
- l'andamento della falda idrica;
- la modellazione sismica del sito.

Alla presente relazione geologica sono state allegate:

- un estratto dalla Carta Topografica Programmatica Regionale in scala 1:25.000 con ubicazione dell'area studiata;
- uno stralcio aerofotogrammetrico in scala 1:5000 con l'ubicazione del sito studiato;
- Viste aeree con l'individuazione della scuola elementare di via Genova;
- Una pianta catastale in scala 1:1000 con l'individuazione del sito studiato;
- un estratto Google earth con ubicazione delle prove eseguite;
- un estratto dalla carta della pericolosità idraulica del PSAI vigente;
- un estratto dalla carta del rischio idraulico del PSAI vigente;
- la stratigrafia del sondaggio eseguito nel sito;
- le tabelle ed i grafici delle n. 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH eseguite nel sito;
- i grafici e l'interpretazione della prova down-hole eseguita;
- i grafici e l'interpretazione della prova sismica M.A.S.W. eseguita nel sito;
- I dati e l'elaborazione delle n. 2 prove HVSR eseguite;
- I risultati delle prove geotecniche di laboratorio condotte sui campioni prelevati nel corso del sondaggio;
- le prove disponibili con la relativa pianta ubicazione.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente studio geologico è stato redatto in conformità e nel rispetto delle prescrizioni poste dai seguenti testi normativi:

- D.M. 11-03-1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle opere di fondazione";
- Circolare Min. LL.PP. 24-09-1988 n. 30583 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle opere di fondazione. Istruzioni per 'applicazione";
- Legge 2.2.1974 n° 64 – "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- L.R.C. n. 9/83 "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico".
- Deliberazione Giunta della Regione Campania 28.10.2006 n° 1701 – "Linee guida per la mitigazione del rischio sismico per le infrastrutture pubbliche e per il patrimonio edilizio pubblico e privato";
- D.M. 14-01-2008- "Norme tecniche per le costruzioni";

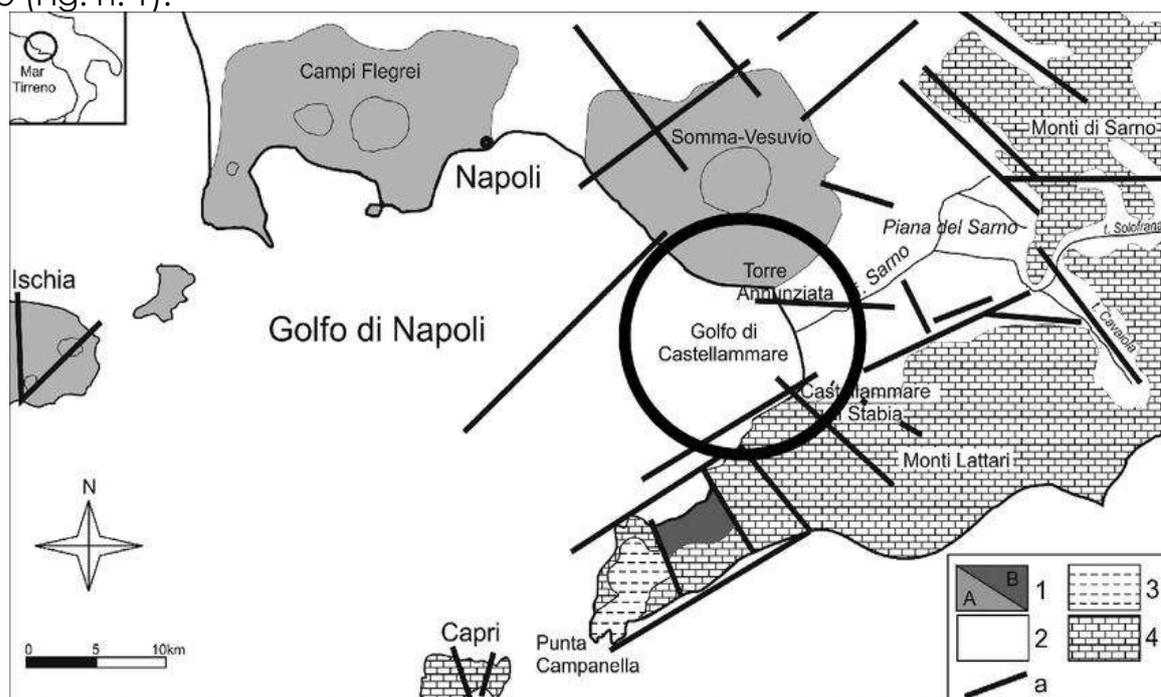
Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

- Circolare 02-02-2009 n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14-01-2008;
- D.M. 17-01-2018 – "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 21-01-2019 n. 7. C.S.LL.PP.- "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17-01-2018";
- P.S.A.I.- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale;
- Aggiornamento del Piano Nazionale di Protezione Civile per il Vesuvio-Nuova zona rossa- Direttiva Vesuvio 14-02-2014.

### 3. UBICAZIONE DELL'AREA - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE.

L'area in esame appartiene al territorio del Comune di Scafati in provincia di Salerno ed il manufatto interessato è posizionato in via Genova. In catasto Foglio n. 18, p.lla n. 79.

Il territorio del Scafati é localizzato nella parte centro-occidentale della piana alluvionale del fiume del Sarno, un'unità fisiografica localizzata nella parte meridionale della "Piana Campana", delimitata a nord-nordovest dal Somma-Vesuvio, a nord-est dai Monti di Sarno, a sud dai Monti Lattari e ad ovest dal Mar Tirreno (Fig. n. 1).



**Fig. n. 1-** Schema geologico-strutturale della porzione meridionale della Piana Campana e della penisola Sorrentina; il cerchio individua l'areale in cui è compreso il sito studiato. 1- prodotti lavici e piroclastici dei principali apparati vulcanici: (A) lave e piroclastiti tardo-pleistoceniche-oloceniche; (B) Ignimbrite Campana; 2-depositi costieri, lagunari e fluviali quaternari; 3-depositi flyschoidi miocenici; 4-roccie carbonatiche mesozoiche; a-principali faglie distensive.

L'assetto litostratigrafico e morfologico della "Piana del Sarno" è conseguente alla evoluzione tettonica e vulcanica che ha dato origine alla "Piana Campana".

La Piana Campana si è configurata nel corso dell'evoluzione del margine

occidentale dell'Appennino Campano.

L'assetto attuale dell'Appennino Campano è il risultato di eventi compressivi, trascorrenti e distensivi avvenuti tra il Miocene ed il Quaternario.

Nel Tortoniano, le unità tettoniche più interne sono sovrascorse sulla Piattaforma Apula interna carbonatica determinando l'assetto strutturale quasi definitivo della catena. Successivamente a partire dal Messiniano, dopo una fase distensiva che ha determinato la formazione di bacini caratterizzati da sedimentazione evaporitica, si è avuta una nuova fase compressiva che ha traslato ulteriormente le coltri della catena.

Tra il Pliocene medio ed il Pleistocene le fasi tettoniche hanno portato prima ad ulteriori traslazioni ed al rovesciamento dei fianchi esterni delle pieghe e successivamente la pila tettonica è stata disarticolata dalla tettonica trascorrente e distensiva. Alle predette fasi segue, nel Quaternario, una fase distensiva che ha determinato la formazione di faglie dirette di vario ordine gerarchico e l'assetto attuale della Catena Appenninica caratterizzata da estese piane intramontane e costiere colmate da depositi vulcanici, alluvionali e fluvio-lacustri.

La "Piana Campana" è una di queste piane costiere il cui assetto è conseguente alle fasi tettoniche verificatesi dal Pliocene superiore al Pleistocene inferiore. I movimenti prevalentemente estensionali hanno determinato prima lo smembramento e, durante il Quaternario, il successivo pronunciato sprofondamento di alcune migliaia di metri delle unità meso-cenozoiche dell'Appennino Campano.

Gli elementi tettonici lungo i quali è avvenuto lo sprofondamento, con un rigetto variabile da 3 a 5 Km, sono prevalentemente orientati NO-SE, NE-SO ed E-O (Fig. n. 2).

I blocchi monoclinali delle strutture carbonatiche, variamente ruotati e dislocati dagli eventi tettonici, degradano a gradinata verso la piana. Perforazioni profonde ed indagini geofisiche eseguite nell'ambito di una ricerca geotermica nell'Italia Meridionale hanno messo in evidenza che:

- le faglie dirette hanno fatto sprofondare i calcari e le loro coperture cenozoiche di diverse centinaia di metri già a breve distanza dei rilievi carbonatici;

- il substrato carbonatico nella piana appare dislocato a profondità maggiori di 2.000 metri e nell'area del Sebeto esso risulta dislocato a profondità superiori ai 3.000 metri (La Torre et alii, 1982).

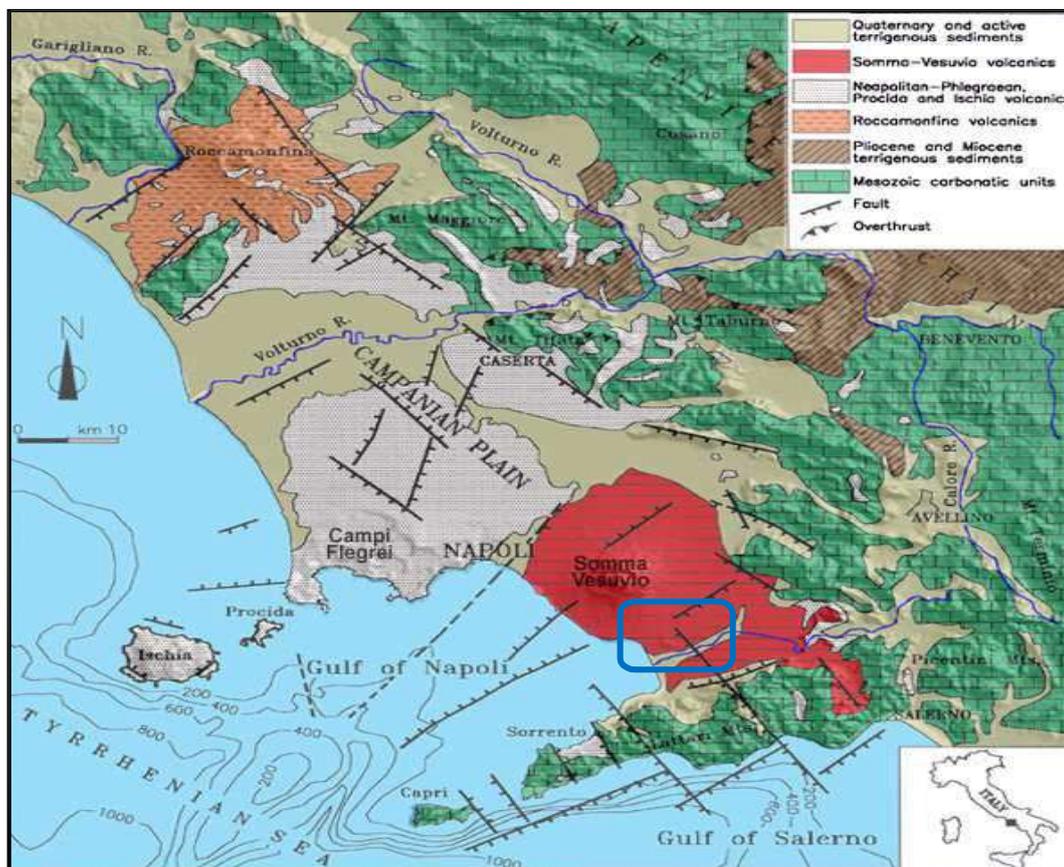
Tutti i terreni che colmano il "graben" sono costituiti, pertanto, nella parte basale da lembi residui della serie cenozoica, quindi dai prodotti della prima attività dei Campi Flegrei nonché dai prodotti coevi dell'attività erosiva delle acque continentali che sfociavano nel braccio di mare che si estendeva tra i monti carbonatici e gli edifici vulcanici.

Successivamente furono depositati i terreni più superficiali costituiti dai prodotti vulcanici dei Campi Flegrei e del Somma - Vesuvio.

I terreni vulcanoclastici, rappresentati da tufi e depositi piroclastici che colmano la Piana Campana e le piane intramontane, derivano dall'attività esplosiva dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio e ricoprono, alternati a colluvi vulcanoclastici e paleosuoli frammisti a variabili quantità di materiale roccioso, i

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

versanti calcareo-dolomitici di larga parte dell'Appennino Campano.

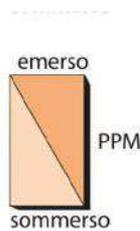
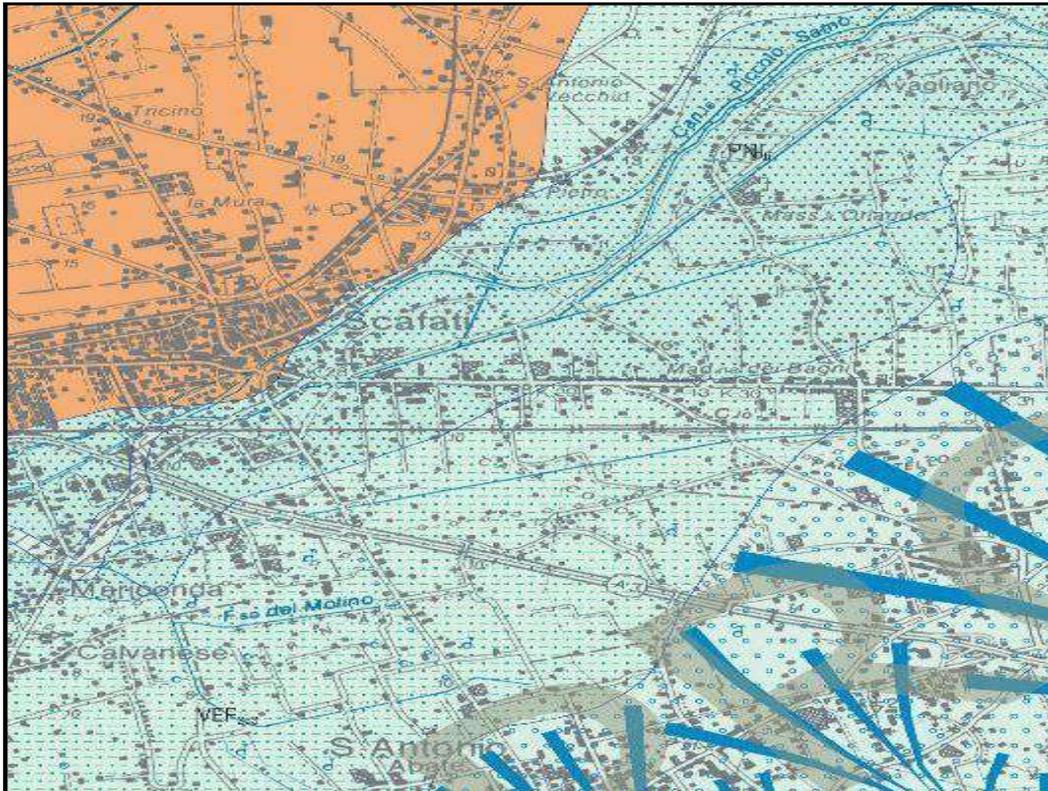


**Figura n. 2 – Schema strutturale della Piana Campana. Nel riquadro blu è compreso il territorio comunale di Scafati(Sa).**

Il campo vulcanico dei Campi Flegrei è situato nella parte centrale della Piana Campana dove le attività legate alle fasi tettoniche distensive plio-quaternarie hanno innescato, come è già stato ricordato, prima lo smembramento e, durante il Quaternario, il successivo pronunciato approfondimento di alcune migliaia di metri delle unità meso-cenozoiche dell'Appennino Campano con conseguente innesco delle attività vulcaniche flegree e vesuviane.

Successivamente i prodotti dell'attività vulcaniche ed i prodotti coevi dell'attività erosiva delle acque continentali hanno colmato il "graben" e conseguentemente portato alla formazione della Piana stessa (Rittman et alii, 1950; Luongo et alii, 1991). (Fig. n. 2)

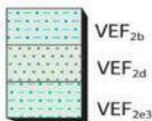
Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.



#### PIROCLASTITI DI POMPEI

Depositi da caduta e di flusso dell'eruzione del 79 d.C. I depositi di caduta sono costituiti da banchi di lapilli pomicei inizialmente bianchi fonolitici, che divengono grigi fono-tefritici, circa a metà della successione. Le pomici sono porfiriche con cristalli di sanidino, pirosseno e biotite. La granulometria è generalmente inversa ed i litici nel complesso divengono più abbondanti nella metà superiore del deposito. I litici lavici sono più abbondanti nella parte bianca della formazione mentre in quella grigia sono preponderanti i litici carbonatici. Nei depositi da flusso sono raggruppati sia i flussi piroclastici della fase pliniana dell'eruzione, costituiti da flussi cineritici e pomicei massivi, sia quelli appartenenti alla successiva fase freatomagmatica, costituiti da flussi cineritici ricchi in litici, spesso con stratificazione incrociata. Spessore massimo: 30-40 m.

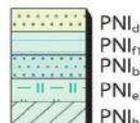
*Età: 79 d.C*



#### SUBSISTEMA DELL'AGRO NOCERINO-SARNESE

Questo subsistema è compreso tra la superficie di erosione e non deposizione alla sommità del subsistema di Scanzano e la superficie topografica. Vi si intercalano vulcaniti del Somma-Vesuvio ed è eteropico della parte alta dell'Unità di Pomigliano. Nella parte nord-orientale del foglio è stata distinta l'unità informale di Piano delle Selve (PNV), mentre nell'area costiera la porzione superiore del subsistema, posta a tetto delle Piroclastiti di Pompei (79 d.C.), è distinta come unità informale di Ponte Persica (PNI). Si riconoscono all'interno del subsistema tre litofacies. Peliti e sabbie vulcanoclastiche, talora torbose, di ambiente palustre e fluvio-palustre con locali intercalazioni di sabbie e ghiaie fini fluviali. Nella bassa piana includono anche episodi in facies palustre (e<sub>3</sub>); sabbie di duna costiera, passanti in basso a depositi di spiaggia sabbiosi in complessi eteropici della litofacies precedente (d); alluvioni di conoide dominate da vulcanoclastiti sabbioso-limose e con lenti ricche di clasti calcarei (b).

*OLOCENE*



#### UNITÀ DI PONTE PERSICA

L'unità costituisce un complesso continentale e transizionale con spessore complessivo variabile: mai superiore a 6-7 m nella piana, può superare la decina di metri nella fascia pedemontana. Esso include i depositi posteriori all'eruzione del 79 d.C. L'unità è suddivisa in differenti litofacies: sabbie eoliche nerastre, ricche in femici, legate a cordoni costieri di Età Moderna, che nel sottosuolo passano a depositi litorali di analoga tessitura e composizione (d); limi talora torbosi e/o sabbiosi di ambiente palustre (e<sub>3</sub>) che presso Sarno includono anche intercalazioni travertinose (f1); alluvioni di conoide a prevalente componente vulcanoclastica fine, che a luoghi fa da matrice a lenti di ghiaie calcaree e depositi fluviali per lo più sabbiosi della fascia assiale della Piana (b); sabbie limose alluvionali e riporti terrosi colmanti alvei del F. Sarno di poco anteriori agli interventi di rettifica del secolo XIX (h).

*OLOCENE p.p. (Post 79 d.C.)*

**Figura n. 3- Stralcio della Carta Geologica D'Italia in scala 1:50.000, ISPRA - Foglio 466 Sorrento; dettaglio dei depositi affioranti nell'area territoriale del Comune di Scafati (SA).**

Gli eventi prima ricordati hanno dato luogo al colmamento della depressione tettonica della "Piana del Sarno" caratterizzata da una potente successione di materiali detritico-alluvionali in facies fluvio-lacustre e subordinatamente palustre, alternati ai materiali vulcanici delle eruzioni del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei. In particolare nelle parti più superficiali della successione è presente un banco discontinuo di Ignimbrite Campana (Tufo grigio Campano, 39.000 y.b.p.) con sovrapposte le colate laviche del Somma-Vesuvio su cui poggiano i terreni di origine fluvio-palustre alternati ai depositi vulcanoclastici limoso-sabbiosi e/o sabbioso-limosi riferibili alle eruzioni vulcaniche più recenti.

Nell'area che comprende il sito studiato affiorano i depositi appartenenti alla "serie di Pompei del 79 d.C" costituita da un'alternanza di depositi piroclastici di tipo cineritico, seguita da pomici e/o lapilli con al tetto ancora piroclastiti cineritiche eterometriche di colore chiaro e/o bruno con livelli ed orizzonti di pomici biancastre a granulometria variabile. I predetti depositi, a luoghi, si rinvengono alternati a materiale alluvionale, fluviale e lagunare.

I depositi più superficiali si rinvengono alternati e/o interdigitati, e sono costituiti da materiali piroclastici e ceneri vulcaniche con lapilli, pomici chiare, paleosuoli; tutti questi materiali ricoprono lave e depositi tufacei tipici della Piana Campana. ( Fig. n. 3)

Nell'area interessata non sono visibili linee strutturali (faglie) o fenomeni di instabilità.

In tutto il territorio, infine, non si notano condizioni tettoniche capaci di esplicare una qualche influenza e ciò perché il substrato rigido mesozoico, con la relativa copertura cenozoica, suddiviso in zolle ribassate a gradinata da faglie ad andamento appenninico ed antiappenninico, è troppo profondo e ricoperto da terreni sciolti per cui non può in alcun modo influenzare il comportamento dei materiali più superficiali.

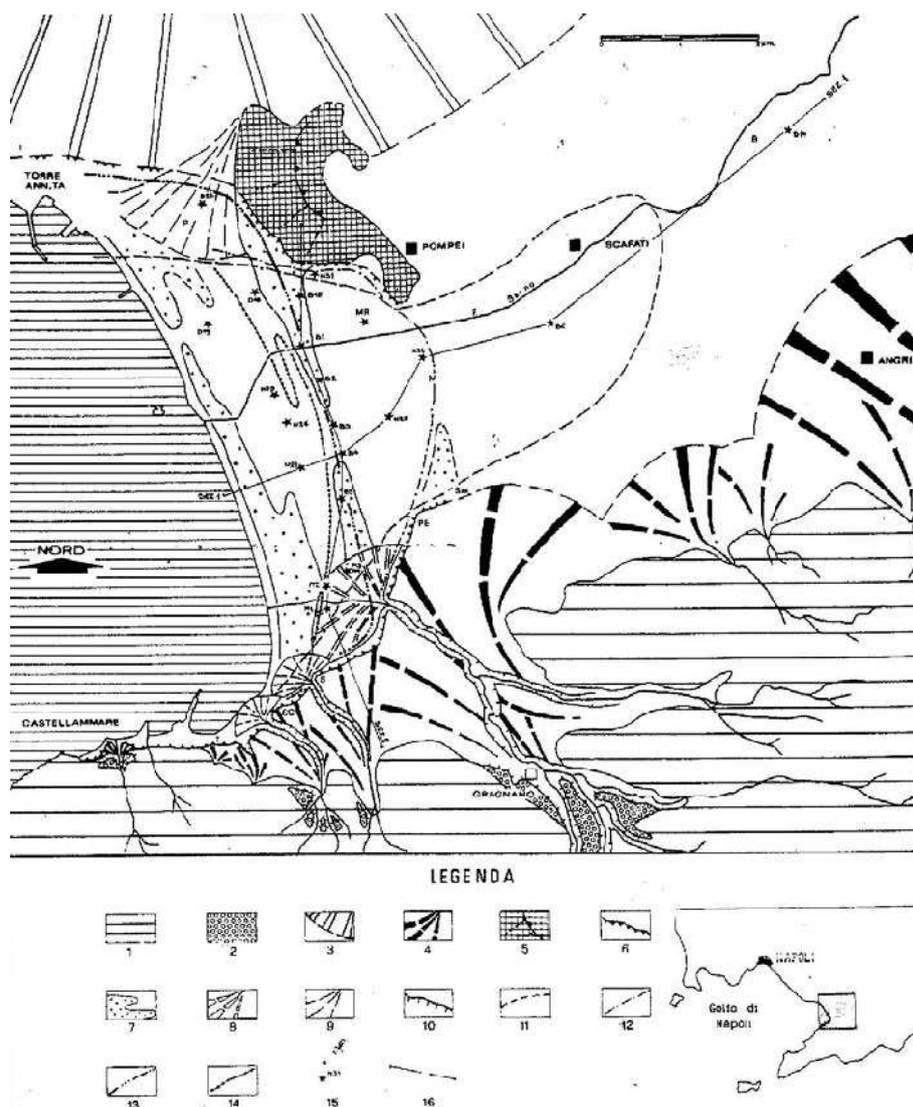
Recenti ricerche sull'evoluzione neotettonica del margine tirrenico della catena sudappenninica, infine, hanno messo in evidenza, nella parte della Piana Campana interessata dal vulcanismo flegreo, un fitto reticolo di faglie orientate NW – SE e NE – SW.

#### **4. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE.**

Dal punto di vista morfologico il territorio comunale, compreso nella bassa "Piana del Sarno"(Fig. n. 4), si presenta sub-orizzontale e le pendenze risultano comprese tra poco meno del 0.2% a poco più del 0.6%.

Il territorio si presenta, quindi, pianeggiante e intensamente urbanizzato. I pochi appezzamenti residui risultano intensamente coltivati.

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.



**Fig. 4 - Carta geomorfologica della bassa Piana del Sarno: 1) rilievi calcarei dei Monti Lattari; 2) resti terrazzati dei conoidi detritico-alluvionali medio-pleistocenici; 3) edificio vulcanico del Monte Somma-Vesuvio; 4) conoidi würmiani; 5) edificio vulcanico di Pompei Scavi; 6) paleofalesia costiera; 7) cordoni dunari; 8) conoide di Muscariello; 9) conoidi di Sommuazzariello, Quisisana e Penniniello; 10) orlo di scarpata fluviale; 11) andamento probabile della linea di riva durante la massima ingressione versiliana (di poco anteriore a 5600 anni B.P.); 12) linea di riva di circa 4500 anni B.P.; 13) linea di riva di 3600-2500 anni B.P.; 14) linea di riva del I secolo d.C.; 15) sondaggi geognostici e loro sigla; 16) traccia di sezione geologica (da CINQUE, 1992).**

## 5. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.

L'idrogeologia della "Piana del Sarno" più prossima al territorio di Scafati è influenzata dagli acquiferi dei rilievi carbonatici fratturati e carsificati che circondano la piana e dall'acquifero "superficiale" corrispondente all'area strettamente vulcanica del Somma-Vesuvio. Questi acquiferi sono influenzati dalla presenza del Fiume Sarno.

L'acquifero superficiale vulcanico presenta un deflusso radiale che in generale si adatta alla morfologia del vulcano. Gli orizzonti acquiferi rinvengono

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

nei depositi piroclastici sciolti (ceneri, pomici, lapilli) e litoidi (tufi) e subordinatamente nei livelli di lava fratturata; essi trovano recapito nella falda della Piana del Sarno ed in parte nel mare.

L'acquifero profondo, è alimentato dalle strutture carbonatiche dei riievi montuosi che circondano la piana sarnese (Monti di Avella-Partenio-Pizzo d'Alvano, Monti di Salerno, Monti Lattari).

L'acquifero vulcanico, gli acquiferi carbonatici, l'infiltrazione diretta ed il fiume Sarno alimentano la falda presente nella "Piana del Sarno" che trova sede nel forte spessore di piroclastiti sciolte, costituite da banchi di pomici, scorie, litici e sabbie grossolane che si rinvengono a letto ed a tetto del livello discontinuo del "Tufo Grigio Campano" litoide nonché, nelle aree più prossime al Somma-Vesuvio, a tetto e a letto dei banchi di lava.

Nella piana, pertanto, la circolazione idrica avviene per falde acquifere sovrapposte, in parte interconnesse tra loro, e in condizioni non disturbate la falda più profonda comunica con la falda più superficiale mediante "flussi di drenanza" verticali diretti dal basso verso l'alto. La falda, inoltre, ha direzione E/NE-W/SW.



**Fig. n. 5- Curve piezometriche (in m s.l.m.) nell'acquifero piroclastico-alluvionale principale della piana di Sarno (Autorità di Bacino del Sarno, 2004).**

“Le caratteristiche idrogeologiche del bacino sono legate alle peculiarità intrinseche dei depositi vulcanoclastici, alluvionali e marini che costituiscono l'acquifero e conferiscono una notevole variabilità della permeabilità in senso orizzontale e verticale. L'acquifero, oltre a non presentare un livello impermeabile di base continuo per i caratteri deposizionali, tessiturali e genetici dei sedimenti di ambienti differenti, costituisce un dominio idrogeologico aperto agli scambi sia

lateralali sia verticali”.

“La permeabilità dei terreni, cui è legata la circolazione idrica sotterranea, è generalmente elevata nella maggior parte delle aree montuose del bacino in dipendenza del grado di carsificazione del complesso calcareo-dolomitico; una permeabilità media presentano, invece, i terreni dei complessi vulcanico e piroclastico, rispettivamente in ragione del grado di fratturazione e della porosità; la permeabilità nel complesso alluvionale risulta bassa e, in particolare, quasi nulla nei livelli torbosi ed argillosi”. (Autorità di Bacino del Sarno-Piano stralcio di tutela delle acque-Caratterizzazione pedologica-febbraio 2004).

Nell'area studiata il pelo libero della falda idrica si rinviene alla profondità di circa 4.50 metri ed è soggetto ad oscillazioni stagionali entro i  $\pm 2.00$  m.

## 6. VINCOLI E PERICOLOSITA' DEL SITO.

L'area studiata appartiene al territorio del Distretto Idrografico dell'Italia Meridionale e nel Piano Stralcio essa:

- non è classificata a pericolosità e rischio frana;
- è classificata a pericolosità idraulica “bassa” e rischio idraulico “medio” (Vedi tavole allegate).

Per quanto riguarda il rischio vulcanico la stessa area è compresa nella nuova zona rossa del Piano Rischio Vulcanico del Vesuvio approvata con delibera della Giunta Regionale n. 250 del 26/07/2013.

In particolare la nuova zona rossa è stata suddivisa in:

- Zona Rossa 1: area ad elevato rischio vulcanico, ossia l'area ad alta probabilità di invasione dai flussi piroclastici. Si tratta del territorio delimitato dalla linea di invasione dei flussi piroclastici (linea che delimita l'area a media frequenza (invasione >1 evento) di invasione per le principali eruzioni, pliniane e sub pliniane del Somma – Vesuvio da parte di flussi piroclastici negli ultimi 22.000 anni di attività);

- Zona Rossa 2: area ad elevata probabilità di crolli delle coperture degli edifici, ossia l'area in cui è probabile che importanti accumuli di depositi di cenere da caduta determinino il collasso delle coperture più vulnerabili, con riferimento alle porzioni di territorio individuate nell'ambito dei progetti di ricerca Europei e Nazionali “Exploris” e “Speed”.

Il comune di Scafati è compreso nella zona rossa 2 (R2) cioè in un'area esposta all'invasione di flussi piroclastici e, pertanto, “soggetta ad alta probabilità di **crolli delle coperture degli edifici** per importanti accumuli di materiale piroclastico”. Per il comune di Scafati è stato calcolato che in occasione delle eruzioni si possa raggiungere un “carico massimo per probabilità di superamento del 10%” di 700 Kg/mq”. In particolare nel piano il sito studiato presenta un rischio di crollo delle coperture (Rc) per cella (250 m. x 250 m.) compreso nell'intervallo 1-5 .

Per quanto riguarda la fattibilità, in mancanza di un PUC adottato/aggiornato, si “impone il ricorso ad indagini puntuali dirette così come previsto dal DM 11.03.1988 e dalla L.R. 9/83”.

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

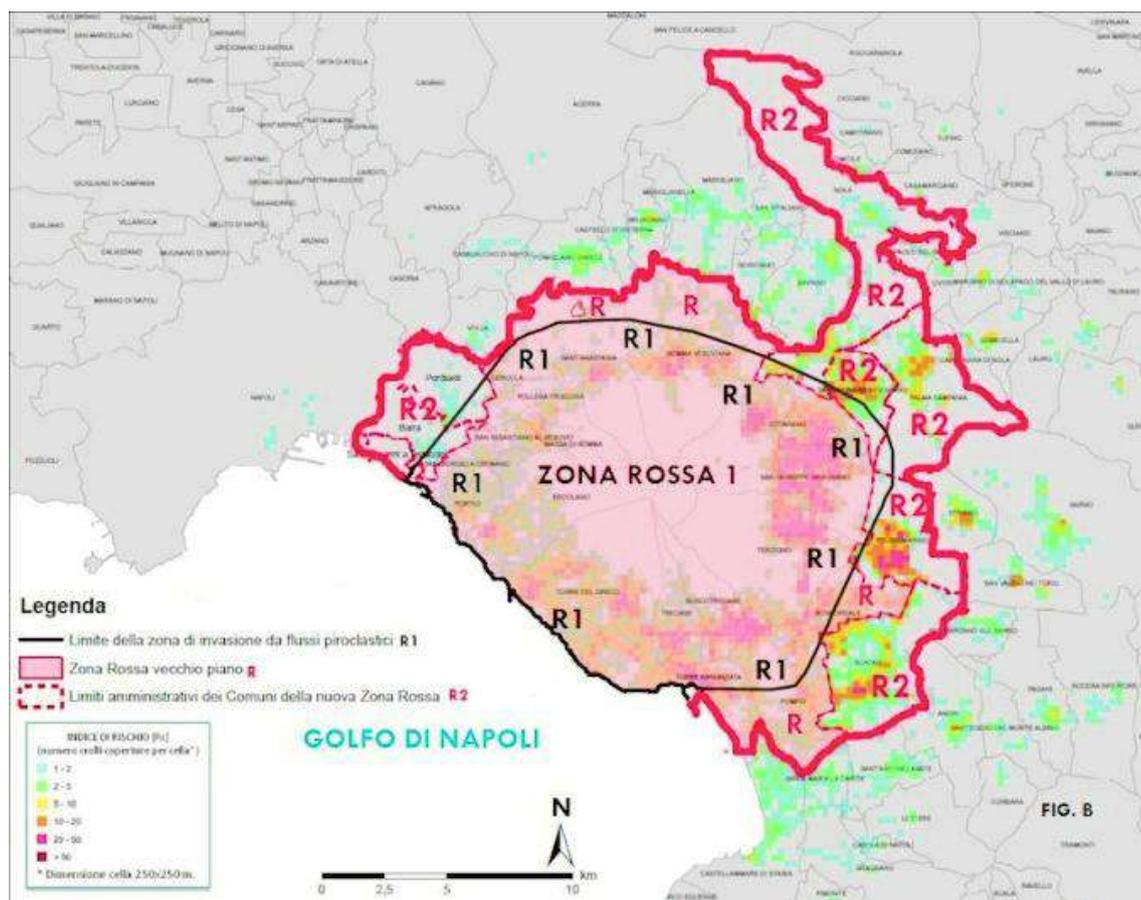


Fig. n.6 - Nuova Zona rossa del Piano Rischio Vulcanico del Vesuvio.

## 7. PROVE ESEGUITE E DISPONIBILI.

Ai fini della determinazione delle caratteristiche geomeccaniche, litostratigrafiche e geofisiche dei terreni interessati, sono state eseguite le prove previste nel contratto stipulato tra il comune e la Isogea srl. In particolare sono state eseguite le seguenti prove:

-in data 03,04 e 05- 01-2023:

- \* n° 1 sondaggio a c.c. profondo 30 metri comprensivo di n. 3 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT e del prelievo di n. 2 campioni indisturbati;
- \* n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti tipo DPSH;
- \* n. 1 prova sismica tipo MASW.

- in data 23-01-2023:

- \* n. 1 prova down hole;
- \* n. 2 prove HVSR.

### 7.1- Sondaggio a carotaggio continuo

Nei giorni 3, 4 e 5 gennaio 2023 la Isogea srl ha eseguito n. 1 sondaggio a carotaggio continuo per complessivi 30,00 ml con una sonda Comacchio M800 .

La campionatura continua prelevata è stata sistemata in cassette catalogatrici. Le stesse cassette sono state fotografate

Dott. Giovanni De Falco

Nel corso del sondaggio sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT e prelevati n. 2 campioni indisturbati sui quali sono state eseguite prove geotecniche di laboratorio.

La prova SPT consiste nel rilevare il numero dei colpi, di un maglio di 63,5 Kg che cade liberamente da un'altezza di 76,2 cm, occorrenti per infiggere nel terreno l'apposito attrezzo normalizzato ( Campionatore Raymond ) per tre tratti di 15 cm e valutando la somma dei colpi relativi agli ultimi 30 cm di infissione.

La campionatura continua del terreno ha permesso la ricostruzione della stratigrafia del punto di indagine. La colonna stratigrafica contenente i risultati delle prove SPT e le foto delle cassette sono contenute nella "Relazione tecnica completa" elaborata dalla ISOGEA Srl.

### **7.2- Prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)**

Il giorno 04 gennaio 2023 la Isogea srl ha eseguito n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH per complessivi 27.40 ml. La localizzazione delle suddette prove è stata riportata nell'estratto Google hearth allegato.

Per l'esecuzione delle prove è stato utilizzato un penetrometro dinamico pesante PAGANI TG 63-100 KN.

Gli standard utilizzati (altezza di caduta del maglio, peso del maglio, peso delle aste, tipologia della punta) sono gli stessi dell'SPT e le letture sono state registrate ogni 20 cm.

I risultati delle prove sono stati riportati su un diagramma in cui sulle ordinate figurano le profondità in metri dal piano di campagna e sulle ascisse i valori del numero di colpi.

Le elaborazioni eseguite dalla ISOGEA Srl sono state effettuate mediante il programma di calcolo automatico DINAMIC PROBING della GeoStru.

I risultati delle prove, oltre ad essere confrontabili, forniscono un quadro sufficiente delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni studiati.

### **7.3-Prove geofisiche**

Come già riportato in precedenza la ISOGEA Srl ha eseguito n. 1 prova sismica M.A.S.W. (*Multichannel analysis of surface waves*), n. 1 prova down-hole e n. 2 prove HVSr. I risultati delle prove MASW e down-hole mostrano una sostanziale congruenza.

#### **7.3.1-Prova MASW**

La prova MASW è stata eseguita in data 04-01-2023 e la localizzazione della stessa è stata riportata estratto Google hearth allegato.

E' stato utilizzato un sismografo PASI 12 bit canali, trattamento del segnale a 16 bit. E' stata utilizzata, come sorgente energizzante, una massa battente (martello) da 10 Kg battuta su una piastra metallica e come trigger/starter un piezoelettrico posto sul martello.

Il profilo MASW è stato eseguito utilizzando n° 12 geofoni allineati sul terreno con un'interdistanza di 3,00 metri e per una lunghezza complessiva di 33 metri.

I punti di scoppio sono stati posizionati all'inizio dello stendimento geofonico a distanze di 3,00 4.50 m dal geofono n° 1 ottenendo così due acquisizioni di 12

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

tracce. Queste, una volta interlacciate, restituiscono un'unica acquisizione da 24 tracce sismiche per una lunghezza di 37,50 m.

I dati acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

I profili indicanti gli spessori dei litotipi e le velocità riscontrate nel sito esaminato sono riportati nella "Relazione tecnica completa" della ISOGEA Srl e riassunti nella tabella seguente.

**Tabella I- dati ricavati dalla prova MASW eseguita presso la scuola elementare e materna di via Genova, Scafati**

<b>Strato n°</b>	<b>Spessore (m)</b>	<b>Profondità (m)</b>	<b>Vs (m/sec)</b>	<b>Vp (m/sec)</b>
<b>1</b>	1,61	1,61	141.51	264.74
<b>2</b>	6,28	7,89	202.45	378.74
<b>3</b>	7.97	15.86	442.57	829.84
<b>4</b>	14.14	30.00	817.31	1529.06

### 7.3.2-Prova down-hole

Nel foro di sondaggio S1, appositamente condizionato fino alla profondità di 30 metri, è stata eseguita una prova down-hole mediante l'utilizzo di un sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali.

Quale sorgente sismica è stata utilizzata un martello di 6 Kg urtante verticalmente una piastra di alluminio al fine di generare onde P, Sx e Sy. Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14 Hz, posto in prossimità della sorgente energizzante posizionata alla distanza di 3 m. dal boccaforo.

Le oscillazioni del terreno sono state rilevate mediante una sonda geofonica tridimensionale (tre geofoni da 4,5Hz) calata nel foro di sondaggio a profondità decrescenti (da quota fondo foro a quota bocca foro) con intervalli di 2 m.

I segnali sismici acquisiti, ai fini della caratterizzazione sismostratigrafica del sottosuolo, sono stati successivamente elaborati con il programma Intersism 2.1 della Geo&Soft International.

I dati completi della prova down-hole sono contenuti nella "Relazione tecnica completa" della ISOGEA Srl e riassunti nelle tabelle di seguito riportate.

**Tabella II- Dati ricavati dalla prova down-hole eseguita presso la scuola elementare e materna di via Genova, Scafati**

#### ONDE SX

<b>Strato n°</b>	<b>Spess ore (m)</b>	<b>Profo ndità (m)</b>	<b>Vs (m/se c)</b>
<b>1</b>	4	4	163
<b>2</b>	6	10	301
<b>3</b>	6	16	518
<b>4</b>	14	30.00	874

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

ONDE SY

Strato n°	Spess ore (m)	Profo ndità (m)	Vs (m/se c)
1	4	4	163
2	6	10	302
3	6	16	516
4	14	30.00	863

VELOCITA' ONDE P

Strato n°	Spess ore (m)	Profo ndità (m)	Vp (m/se c)
1	4	4	349
2	6	10	1074
3	6	16	1924
4	14	30.00	2668

Il confronto dei dati riportati nelle tabelle I e II consentono di affermare la sostanziale coerenza dei dati ricavati dalle prove MASW e down-hole.

7.3.3-Prove HVSR

Sono state eseguite n. 2 prove HVSR mediante l'utilizzo di un tromometro digitale, il "Tromino". Il Tromino è uno strumento brevettato per la misura del microtremore nell'intervallo di frequenze compreso tra 0.1 e 200Hz.

Il Tromino utilizzato è dotato di tre canali velocimetrici elettrodinamici ad alta risoluzione per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale fino a  $\pm 1.5$  mm/s, di tre canali velocimetrici per la registrazione delle vibrazioni forti fino a  $\pm 5$  cm/s e di tre canali accelerometrici. I sensori sono disposti secondo tre direzioni ortogonali (terna x,y e z) e, smorzati criticamente, trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore con risoluzione non inferiore a 23 bit.

La terna di velocimetri ortogonali tra loro viene orientata verso nord e posizionata sul terreno mediante bolla sferica e piedini regolabili.

Lo strumento, inoltre, è dotato di un canale analogico che consente l'acquisizione dati da un ricevitore GPS integrato e la memorizzazione dati in una scheda di memoria interna da 1 Gb consentendo così di evitare che in presenza di cavi si inquinino le misure con rumore meccanico o elettronico.

I dati acquisiti vengono salvati su memoria digitale e trasferiti al PC o estratti mediante collegamento USB. Un software specifico, infine, il Grilla, consente di trasferire le tracce acquisite ad un PC nonché elaborarle per la determinazione della frequenza di picco.

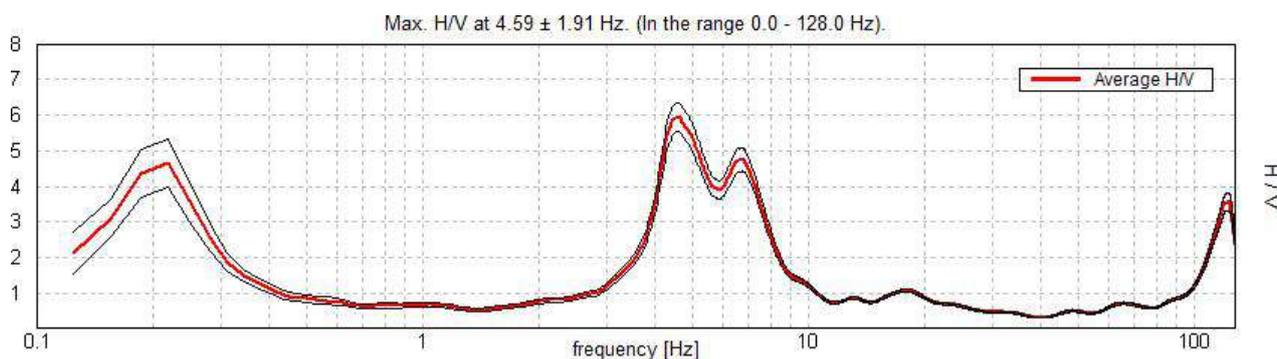
In sintesi le caratteristiche lo strumento sono:

- n. 3 canali velocimetrici per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a  $\pm 1.5$  mm/s ~);

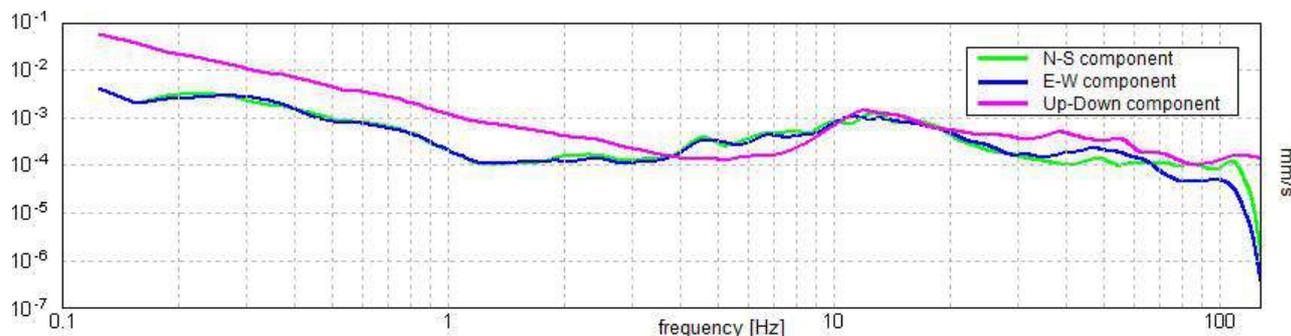
Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

- n. 3 canali velocimetrici per la registrazione delle vibrazioni forti (fino a  $\pm 5$  cmm/s  $\sim$ );
- n. 3 canali accelerometrici per monitoraggio vibrazioni;
- n. 1 canale analogico (es. trigger esterno per MASW/rifrazione) ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione tra diverse unità;
- modulo radio per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi (es. superamento di soglie).

L'elaborazione della prova n.1 consente di evidenziare un picco  $f_0$  pari a 4.59 Hz con un'ampiezza pari a 5.94 (vedi fig. n. 7).



**Fig. n.7 - Andamento del rapporto H/V per il gruppo di registrazioni effettuate – HVSR n. 1. Nel grafico la curva rossa rappresenta il rapporto H/V medio, mentre le curve nere, dette “curve di confidenza”, sono il risultato della moltiplicazione (curva superiore) e della divisione (curva inferiore) dei valori del rapporto H/V medio per la deviazione standard.**

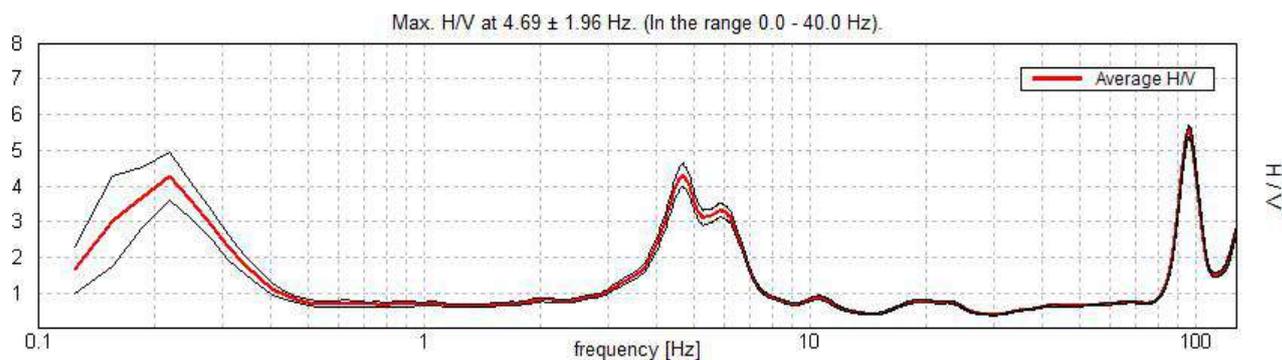


**Fig. 8 - Diagramma del Rapporto degli Spettri orizzontali (colori verde e blu) su verticale (colore viola) –HVSR n. 1.**

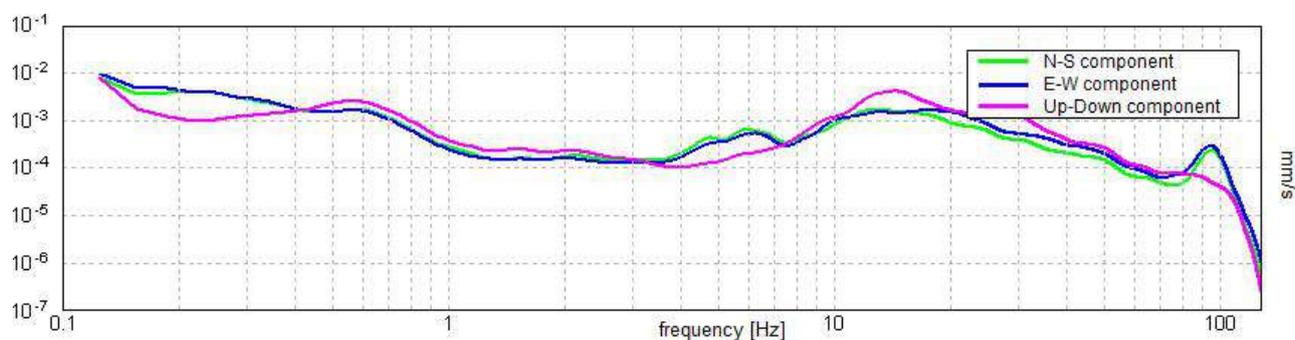
**Max. H/V at 4.59 ± 1.91 Hz (in the range 0.0 - 40.0 Hz).**

L'elaborazione della prova n.2 consente di evidenziare un picco  $f_0$  pari a 4.69 Hz con un'ampiezza pari a 4.31 (vedi Fig. n. 9).

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.



**Fig. 9– Andamento del rapporto H/V per il gruppo di registrazioni effettuate – HVSR n. 2. Nel grafico la curva rossa rappresenta il rapporto H/V medio, mentre le curve nere, dette “curve di confidenza”, sono il risultato della moltiplicazione (curva superiore) e della divisione (curva inferiore) dei valori del rapporto H/V medio per la deviazione standard.**



**Fig. 10 - Diagramma del Rapporto degli Spettri orizzontali (colori verde e blu) su verticale (colore viola) – HVSR n. 2.**

**Max. H/V at 4.69 ± 1.96 Hz (in the range 0.0 - 40.0 ) Hz.**

Tutte le suddette prove sono state condotte in ossequio alle prescrizioni del D.M. 17-01-2018 e la localizzazione delle stesse è evidenziata nell'estratto Google hearth allegato.

Più dettagliate informazioni sulle modalità di esecuzione delle prove, sulle attrezzature utilizzate e sulle elaborazioni effettuate si possono rinvenire nel fascicolo “Relazione tecnica completa” della ISOGEA Srl.

#### **7.4 - Prove disponibili.**

Sono stati, infine, consultati un sondaggio meccanico e n. 3 prove penetrometriche dinamiche continue eseguite nel 1997 per i lavori di ampliamento della scuola oggetto del presente studio geologico.

I dati delle predette prove sono coerenti con i dati ricavati dalle prove eseguite per la presente indagine. Gli elaborati di tutte le prove suddette sono allegati in coda alla presente relazione.

## 8. STRUTTURA STRATIGRAFICA

Al disotto della soletta in conglomerato bituminoso si rinviene una coltre di terreno di riporto sabbioso debolmente limoso con litici sparsi avente lo di 0.80-1.00 m., inizia la serie delle piroclastiti sciolte costituita da sabbia e limo, pomici, sabbia con litici sparsi, litici in matrice sabbiosa con a letto un livello di frammenti di lava tefritica seguito da un banco di lava teritica.

Tutti i predetti terreni si presentano in successione eterogenea e disordinata e in strati e/o livelli di forma lenticolare la cui giacitura é suborizzontale.

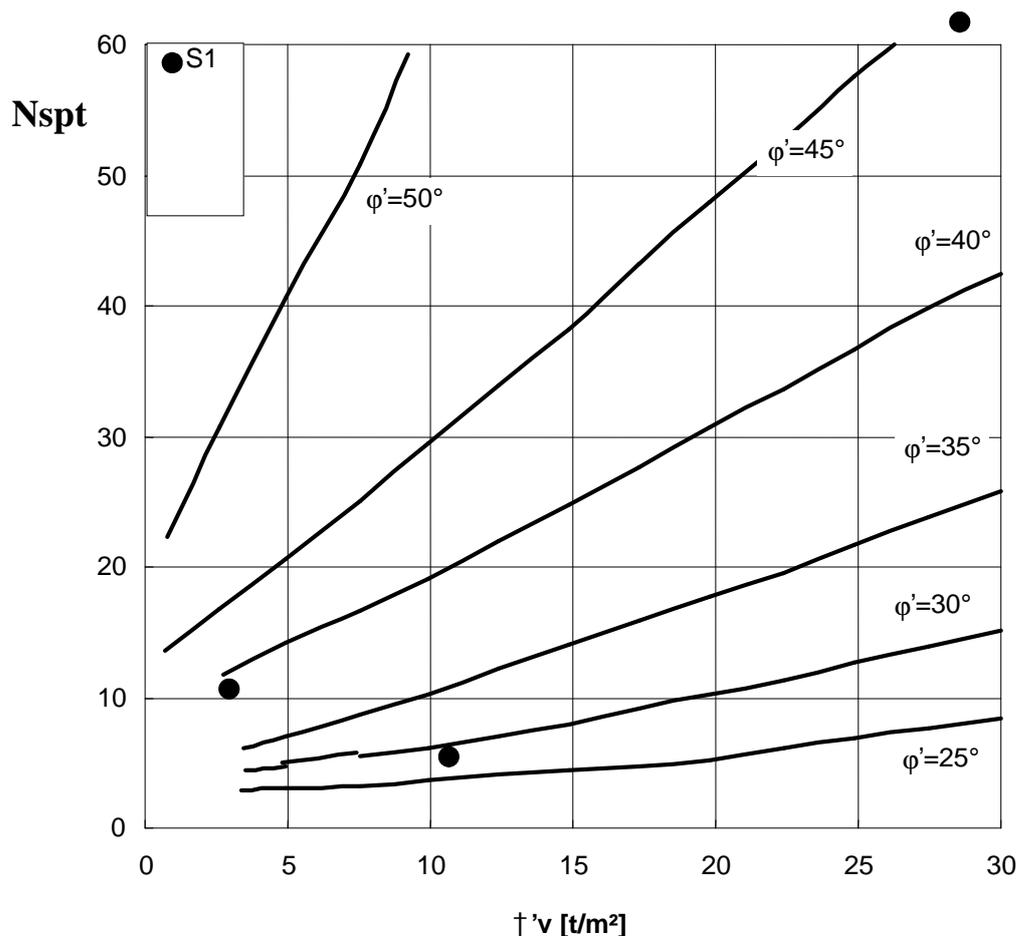
La stratigrafia del sondaggio conferma che si è in presenza principalmente sia di materiali piroclastici sciolti di deposizione secondaria che di materiali piroclastici sciolti depositatisi a seguito delle eruzioni del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei.

La successione stratigrafica rilevata dal sondaggio eseguito si riporta di seguito. Tale sequenza, fatte salve le variazioni laterali e verticali sempre presenti in questo tipo di terreni, può essere considerata mediamente rappresentativa della struttura stratigrafica locale:

da m.	a m.	descrizione
0.00	0.50	Pavimentazione di conglomerato bituminoso con a letto materiale di riporto eterogeneo in matrice sabbiosa;
0.50	1.30	Deposito piroclastico di colore marrone in cui si rinvergono sparsi litici minuti di natura vulcanica con spigoli subarrotondati in abbondante matrice sabbiosa debolmente linosa addensata, umida;
1.30	2.00	Deposito piroclastico di colore marrone – grigio costituito da sabbia e limo in cui si rinvergono rare pomici minute e litici lavici in abbondante matrice, addensata e umida;
2.00	4.50	Pomici eterometriche grigiastre ( $d_{max} = 2$ cm);
4.50	6.15	Sabbia piroclastica marrone con scarsi litici lavici minuti subarrotondati in abbondante matrice addensata da molto umida a satura;
6.15	6.80	Pomici centimetriche grigie in scarsa matrice sabbiosa debolmente limosa poco addensata e satura;
6.80	8.50	Deposito piroclastico marrone costituito da sabbia e limo con pomici minute poco addensato e saturo;
8.50	9.00	Pomici centimetriche di colore marrone-ocra;
9.00	10.50	Litici lavici eterometrici ( $d_{max} = 5$ cm) di colore bruno in matrice sabbiosa;
10.50	15.50	Frammenti eterometrici ( $d_{max} = 7$ cm) e subangolari di lava tefritica alterata di colore grigio;
15.50	29.10	Banco di lava tefritica di colore grigio scuro che si preleva in frammenti, dischi e carote ( $l_{max} = 27$ cm). 52% R.Q.D. 68%;
29.10	30.00	Deposito piroclastico grigio – marrone costituito da abbondanti litici lavici eterometrici ( $d_{max} = 3$ cm) subangolari in matrice sabbiosa debolmente limosa addensata e satura.

## 9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Come è stato ampiamente illustrato nei paragrafi precedenti, l'area in esame fa parte della depressione morfologica della Piana Campana ed è localizzata nella parte meridionale della stessa, nella Piana del Sarno. I terreni che si rinvencono, nell'ambito delle profondità tecnicamente significative, sono da attribuire all'attività eruttiva del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei nonché all'attività erosiva delle acque ruscellanti; essi sono, spesso, intervallati da livelli di materiali chiaramente ossidati.



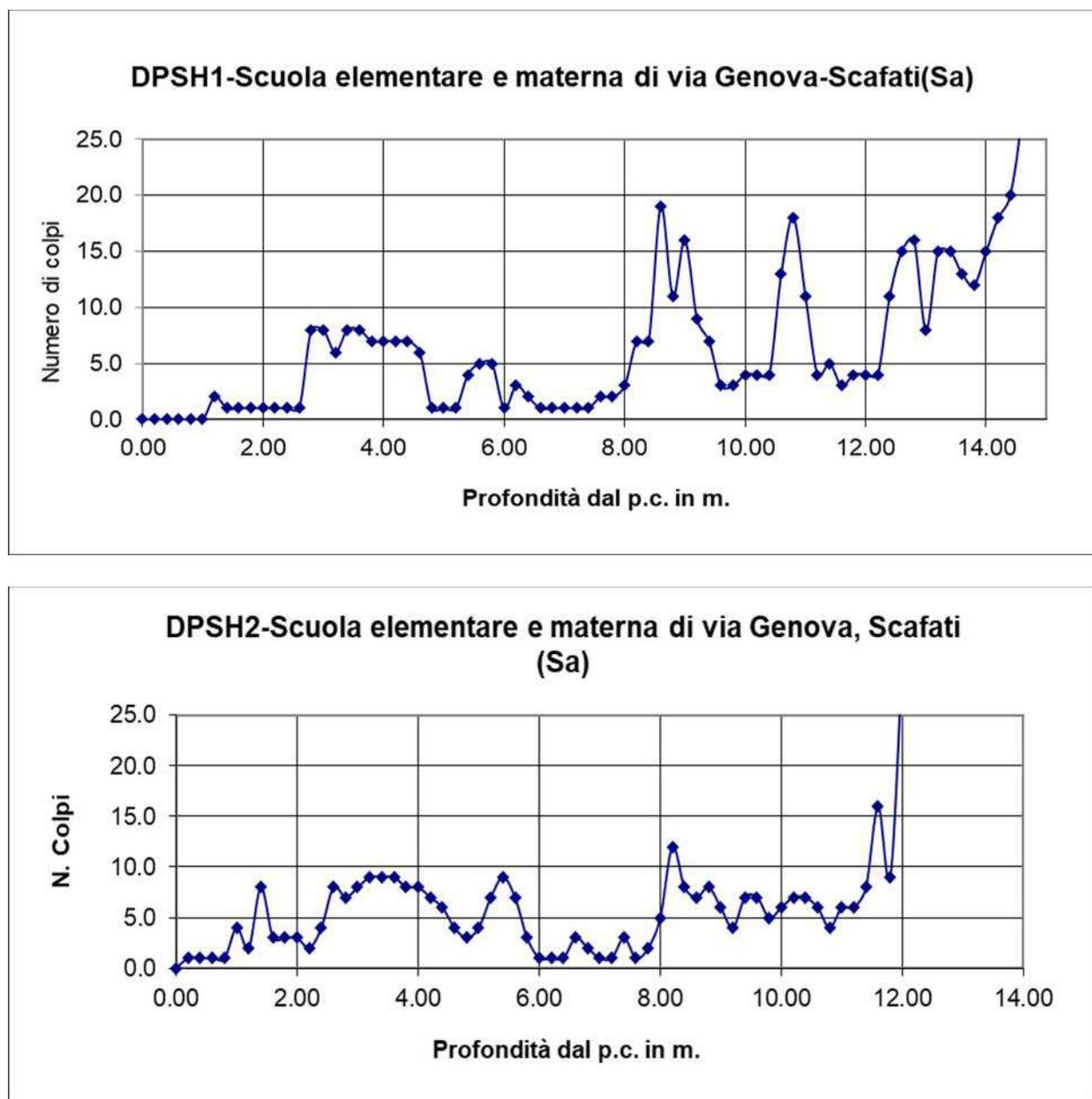
*Fig. 7- Abaco di DE MELLO (1977)*

Il sondaggio a carotaggio continuo e le prove penetrometriche dinamiche eseguite hanno messo in evidenza materiali che si inseriscono perfettamente nello schema sopra riportato; sono infatti presenti sabbia e limo, sabbia debolmente limosa con lifici vulcanici e pomici minute, pomici con a letto un banco di lava trefitica fratturata ed alterata in sommità.

I risultati delle prove SPT eseguite nel corso del sondaggio S1 eseguito nel sito studiato sono stati utilizzati per fornire una prima valutazione dell'angolo di attrito  $\phi'$  mediante la correlazione empirica di DE MELLO (1977).

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

Nella Fig. n. 7 sono stati riportati nel citato abaco i risultati delle prove SPT predette; un punto sperimentale si dispone poco sotto la curva  $\varphi' = 40^\circ$  (SPT1) e l'altro (SPT2) poco sotto la curva  $\varphi' = 30^\circ$ .



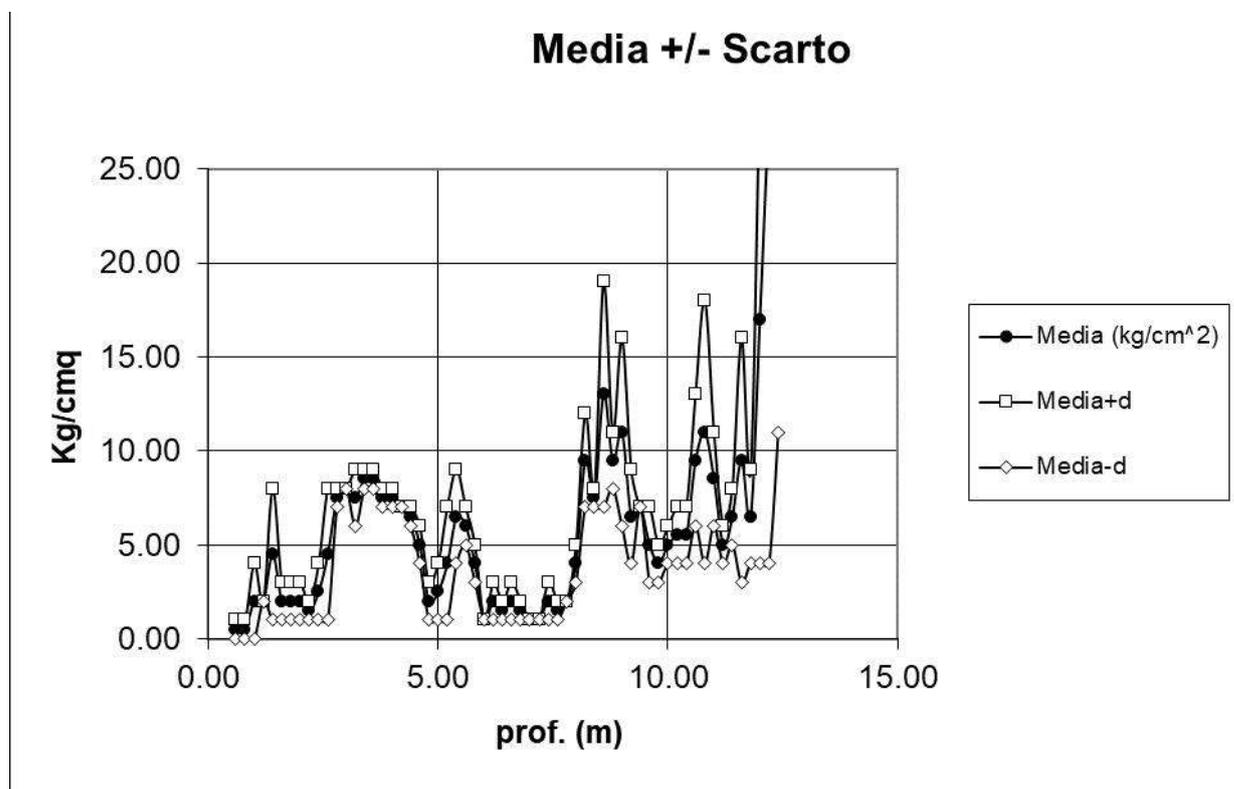
**Fig. n. 8 – Prove penetrometriche dinamiche DPSH1 e 2. Confronto numero di colpi.**

L'andamento del numero dei colpi delle prove penetrometriche dinamiche pesanti eseguite mettono in evidenza che la struttura del sottosuolo è molto articolata, si rinvengono, infatti, frequenti livelli di materiale a granulometria più grossa (rappresentati da un elevato numero dei colpi) alternati a materiali a minor resistenza (Fig. n. 8). La distribuzione areale dei livelli di maggiore e/o minore resistenza è, in genere, di tipo lenticolare per cui non sempre è possibile una loro correlazione. In ogni caso le due prove sono sufficientemente confrontabili in quanto mostrano lungo le verticali un comportamento dei terreni alquanto simile.

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

Ciò dimostra la sostanziale omogeneità stratigrafica dell'area che comprende il sito studiato.

Quanto detto (variazioni laterali e verticali, depositi interdigitati, ecc.) è messo bene in evidenza (vedi Fig. n. 9) dall'ampiezza del campo definito dalla media  $\pm$  lo scarto quadratico medio del numero di colpi per ogni metro sui risultati delle due prove DPSH considerate.



**Fig. n.9 – Media, media – scarto, media + scarto del numero di colpi rilevati nelle due prove DPSH eseguite nel sito.**

I dati ricavati dalle prove penetrometriche dinamiche DPSH1 e DPSH2 e le prove SPT hanno consentito, mediante il programma Dynamic Probing della GeoStru (lic. d'uso n. 7687), di costruire la tabella III che segue nella quale i terreni presenti nei primi 12 metri di profondità, a letto del terreno di riporto spesso circa 1 metro, vengono suddivisi in cinque strati in funzione dei valori di NSPT,  $\gamma$  e  $\phi'$  medi.

Nel nostro caso sono stati utilizzati la media dei colpi rilevati nelle due prove alla stessa profondità. (fig, n. 10).

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

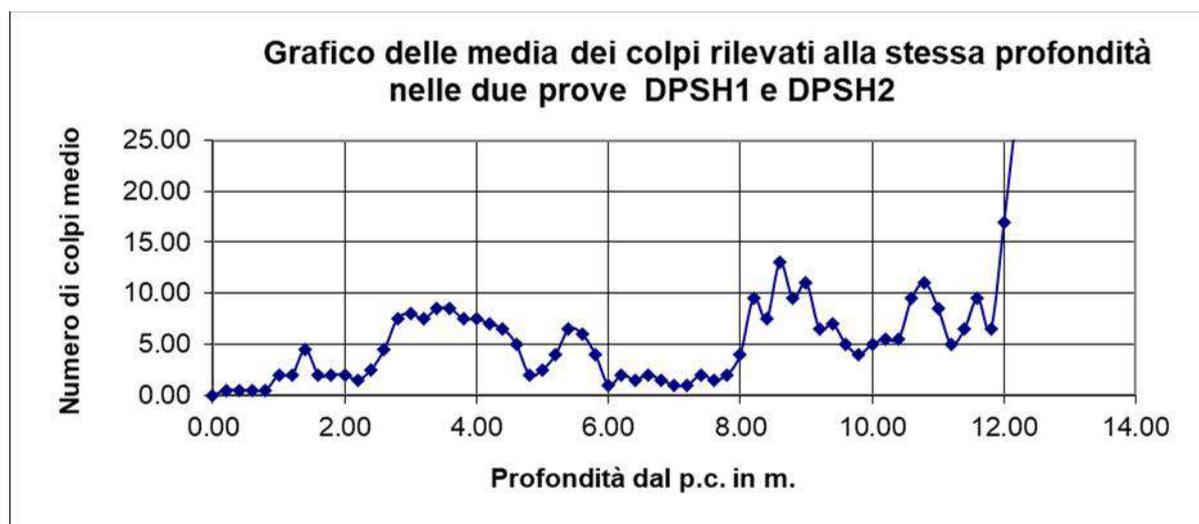


Fig. n.10 – Media dei colpi rilevati alla stessa profondità nelle due prove DPSH eseguite nel sito.

**Tabella III – Caratteristiche geomeccaniche dei singoli strati in cui è stato diviso il terreno a letto del terreno di riporto presente nei primi 12 metri di profondità in base al numero di colpi medio (per difetto) rilevati alla stessa profondità nelle due prove DPSH1 e 2.**

Strato	Profondità (m)	Numero di colpi medio (DPSH)	Numero di colpi N <sub>SPT</sub>	Peso di volume in g/cmc	Attrito interno in gradi (°)	Densità relativa (%) (Meyerof 1957)
1	0.00 – 1.00	0.4	0.59	==	==	==
2	1.00-2.60	2.5	3.69	1.4	28	41
3	2.60 – 4.60	7.5	11.07	1.5	30	62
4	4.60 – 5.80	4	5.9	1.6	28	41
5	5.80 – 7.80	1.6	2.36	1.4	27	24
6	7.80 – 12.00	8.05	11.88	1.6	30	48

I valori del peso di volume riportati in tabella I sono stati valutati in base al numero medio di colpi rilevati nelle due prove penetrometriche (Meyeroff ed altri); essi sono coerenti con i valori del peso di volume valutati con le prove geotecniche di laboratorio eseguite.

Oltre le predette prove sono state condotte prove geotecniche di laboratorio sui due campioni prelevati nel corso del sondaggio.

In particolare le prove hanno consentito di definire il terreno del campione n. 1 come "Ghiaia sabbiosa" avente un peso di volume di 14.4 kN/m<sup>3</sup>, un peso di volume secco di 9.6 kN/m<sup>3</sup>, un peso specifico dei grani di 24.7 kN/m<sup>3</sup> ed un angolo di attrito di 32,1° e il terreno del campione n. 2 come "Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa" avente un peso di volume di 16.3 kN/m<sup>3</sup>, un peso di volume secco di 10.7 kN/m<sup>3</sup>, un peso specifico dei grani di 25.1 kN/m<sup>3</sup> e un angolo di attrito di 27,5°.

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

#### Tabella IV – Riepilogo dei parametri geotecnici ricavati dalle prove geotecniche di laboratorio

Campione	$\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_N$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_D$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{SAT}$ kN/m <sup>3</sup>	(°)	c kPA	e	N %	S %	W %
S1C1	24.7	14.4	9.6	15.6	32.1	0.1	1.564	61.0	80.4	50.0
S1C2	25.1	16.3	10.7	16.4	27.5	4.9	1.341	57.3	99.9	52.3

Tutti i predetti valori sono coerenti con quelli ricavati col programma Dynamic probing della Geostru riportati nella tabella III.

In definitiva si ritiene che i terreni presenti nei primi 12.00 metri di profondità siano cautelativamente e mediamente caratterizzabili da una coesione effettiva  $c'$  nulla e dai valori degli angoli di attrito e del peso dell'unità di volume riportati per i singoli livelli nella tabella III.

### 10. SISMICITA' E STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Il territorio di Scafati, oltre ad essere interessato dalla sismicità legata all'attività dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, è influenzato dall'attività sismogenetica dell'Appennino Meridionale.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici stimano la pericolosità sismica mediante un approccio sito dipendente e non più tramite un criterio zona dipendente.

L'allegato A di tali Norme prevede che l'azione sismica di riferimento per la progettazione (paragrafo 3.2.3) venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica proposti dal Progetto S1 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Queste stime di pericolosità sismica sono state successivamente elaborate dal Consiglio Superiore per ottenere i parametri che determinano la forma dello spettro di risposta elastica; tali parametri sono proposti nell'allegato A del Decreto Ministeriale.

In riferimento alla mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica derivante dal progetto S1 dell'INGV, disponibile on-line sul sito dell'INGV, si indica che il territorio comunale di Scafati (Sa) rientra nelle celle contraddistinte da valori di  $a_g$  di riferimento compresi tra **0.100g e 0.150g** (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50) (Fig. n. 10 e 11).

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

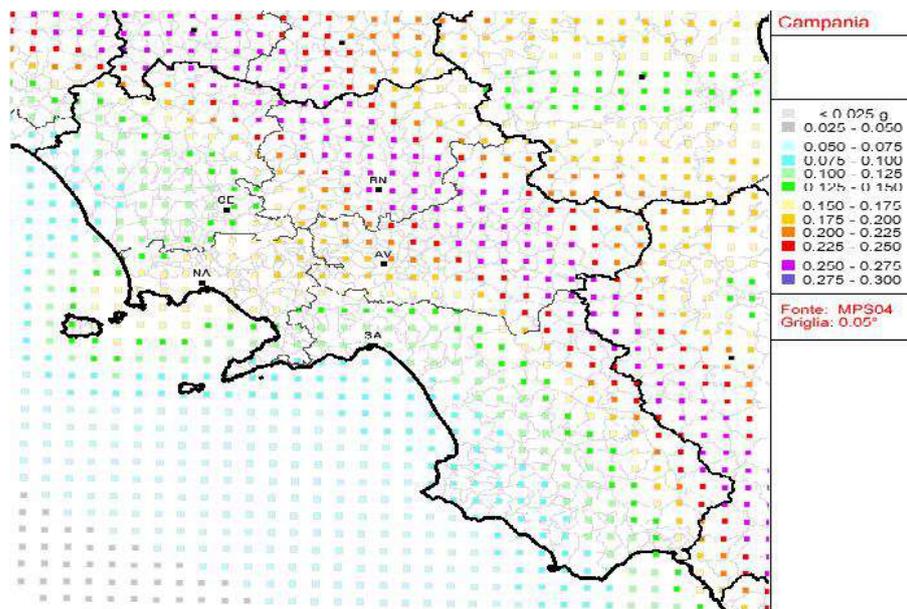


Fig. n. 10 – Mappa della pericolosità sismica della Campania.

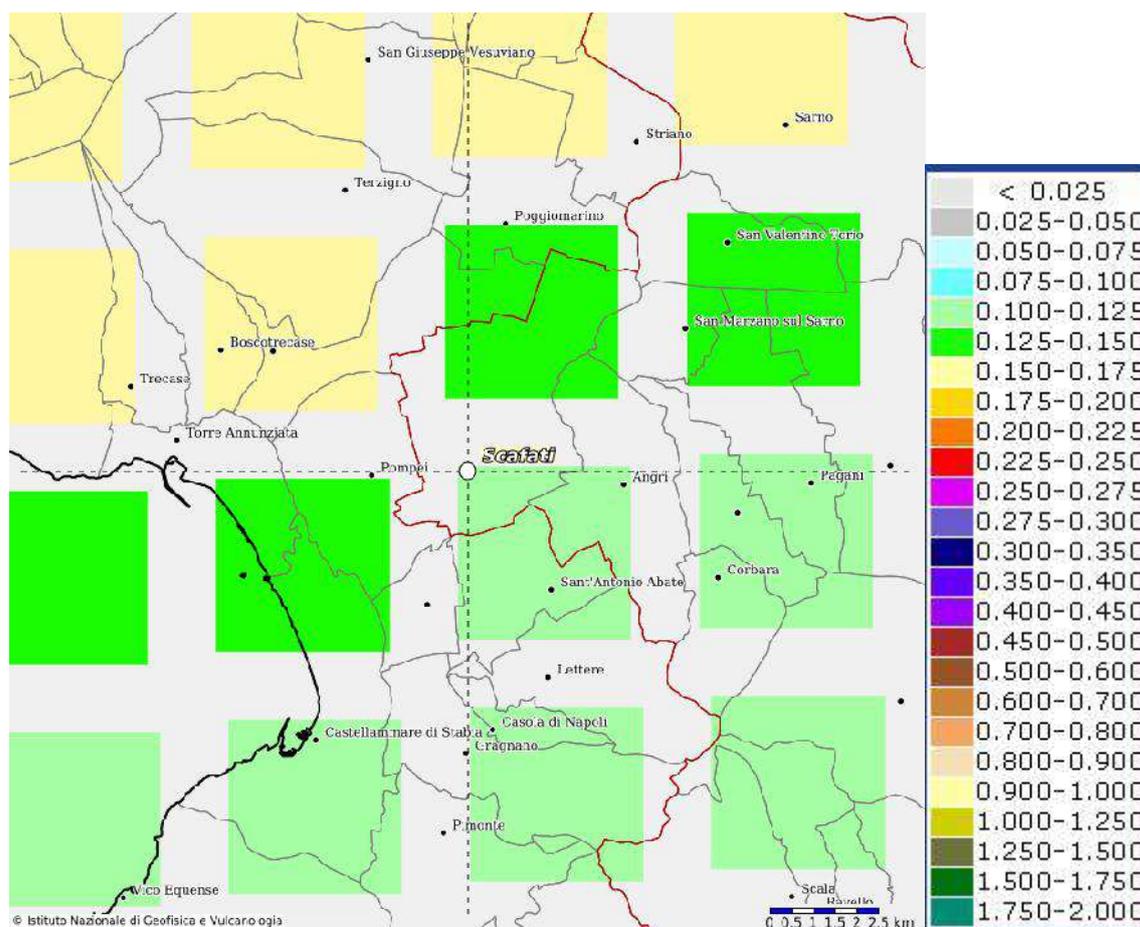


Fig. n. 11 – Mappa della pericolosità sismica del territorio comunale di Scafati e dei comuni confinanti.

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

Le misure sismiche eseguite con la prova down-hole, coerenti con quelle della prova MASW, confermano che le piroclastiti del sito sono caratterizzate da velocità sismiche medie e che esse sono sovrapposte ad un banco di lava avente velocità sismiche medio-alte. La prova stessa, infine, ha consentito di individuare quattro sismostrati principali.

I dati rilevati, riportati nella tabella II precedentemente riportata, si possono riassumere come di seguito:

- il primo orizzonte sismico, rilevato fino alla profondità di 4.00 metri, è caratterizzato da una velocità delle onde S di 163 m/s;
- il secondo sismostrato, dello spessore di 6.00 metri, ha fatto registrare una velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) di 302 m/s;
- il terzo sismostrato, rilevato ad una profondità superiore a 10 m. e fino a 16.00 metri è caratterizzato da una  $V_s$  di circa 517 m/s;
- il quarto ed ultimo sismostrato che si rileva tra le profondità di 16.00 metri sino alla profondità di 30 metri presenta una  $V_s$  di 869 m/s;

Come prescritto nelle NTC 2018, la classificazione del sottosuolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  **$V_{s,eq}$**  definita dall'espressione seguente:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove:

$h_i$  = 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 (valori di  $V_s > 800$  m/s)

Tenendo presente che la velocità  $V_s$  rilevata nel terreno sciolto posto a tetto del banco di lava assume il valore di **285÷286 m/s** e che la  $V_s$  nel banco di lava è superiore a 800 m/s si può affermare che il sito in esame è caratterizzato da una **Categoria di suolo di fondazione E** come riportato nella tabella V.

**Tab. V – Categoria di suolo di fondazione relativa alla prospezione sismica in foro DH-S1 effettuata**

Prospezione sismica	$V_{s0-16}$ m/s	$V_{s16-30}$ m/s	Categoria di suolo di fondazione (D.M. 17/01/2018)
DH-S1	285÷286	863÷874	E

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

### 7.1- Coefficienti sismici

L'andamento subpianeggiante dell'area in cui è compreso il manufatto consente di attribuire la categoria topografica **T1**.

Per il calcolo degli spettri di risposta del sito interessato dall'opera è necessario tener presente la tabella VI che segue in cui le coordinate fanno riferimento al sito interessato stesso.

**Tabella VI**

<b>Tipo di costruzione</b>		<b>2</b>
<b>Vita nominale</b>	<b>VN</b>	<b>50 anni</b>
<b>Classe d'uso</b>		<b>III</b>
<b>Coefficiente d'uso</b>	<b>Cu</b>	<b>1.5</b>
<b>Vita di riferimento</b>	<b>VR = VN . Cu</b>	<b>75 anni</b>
<b>Latitudine (ED50)</b>		<b>40,754633</b>
<b>Longitudine (ED50)</b>		<b>14,531283</b>
<b>Categoria sottosuolo</b>		<b>E</b>
<b>Categoria topografica</b>		<b>T1</b>

Di seguito si riportano i parametri e gli spettri di risposta elastici per il sito considerato avente categoria di sottosuolo **E**, Categoria Topografica **T1**, vita nominale della costruzione **VN ≥ 50 anni**, Coefficiente d'uso della costruzione **CU = 1.5**, Classe della costruzione **III** e smorzamento **5%**.

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0.065 g
$F_0$	2.396
$T_C$	0.334 s
$S_S$	1.600
$C_C$	1.783
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.600
$\eta$	1.000
$T_B$	0.199 s
$T_C$	0.596 s
$T_D$	1.858 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10 / (S + 5)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

**Espressioni dello spettro di risposta**

$$0 \leq T < T_B \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.103
$T_B \leftarrow$	0.199	0.248
$T_C \leftarrow$	0.596	0.248
	0.658	0.225
	0.718	0.206
	0.778	0.190
	0.838	0.176
	0.898	0.165
	0.958	0.154
	1.017	0.145
	1.077	0.137
	1.137	0.130
	1.197	0.123
	1.257	0.117
	1.317	0.112
	1.377	0.107
	1.438	0.103
	1.498	0.099
	1.558	0.095
	1.618	0.091
	1.678	0.088
	1.738	0.085
	1.798	0.082
$T_D \leftarrow$	1.858	0.079
	1.960	0.071
	2.062	0.064
	2.164	0.059
	2.268	0.053
	2.368	0.049
	2.470	0.045
	2.572	0.041
	2.674	0.038
	2.778	0.036
	2.878	0.033
	2.980	0.031
	3.082	0.029
	3.184	0.027
	3.288	0.025
	3.388	0.024
	3.490	0.023
	3.592	0.021
	3.694	0.020
	3.798	0.019
	3.898	0.018
	4.000	0.017

**Tab. VII – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD.**

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_{gv}$	0.022 g
$S_s$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.500
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0.822
$S$	1.000
$\eta$	0.667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$

**Espressioni dello spettro di risposta**

$$0 \leq T < T_B \quad \left| \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \right.$$

$$T_B \leq T < T_C \quad \left| \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \right.$$

$$T_C \leq T < T_D \quad \left| \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \right.$$

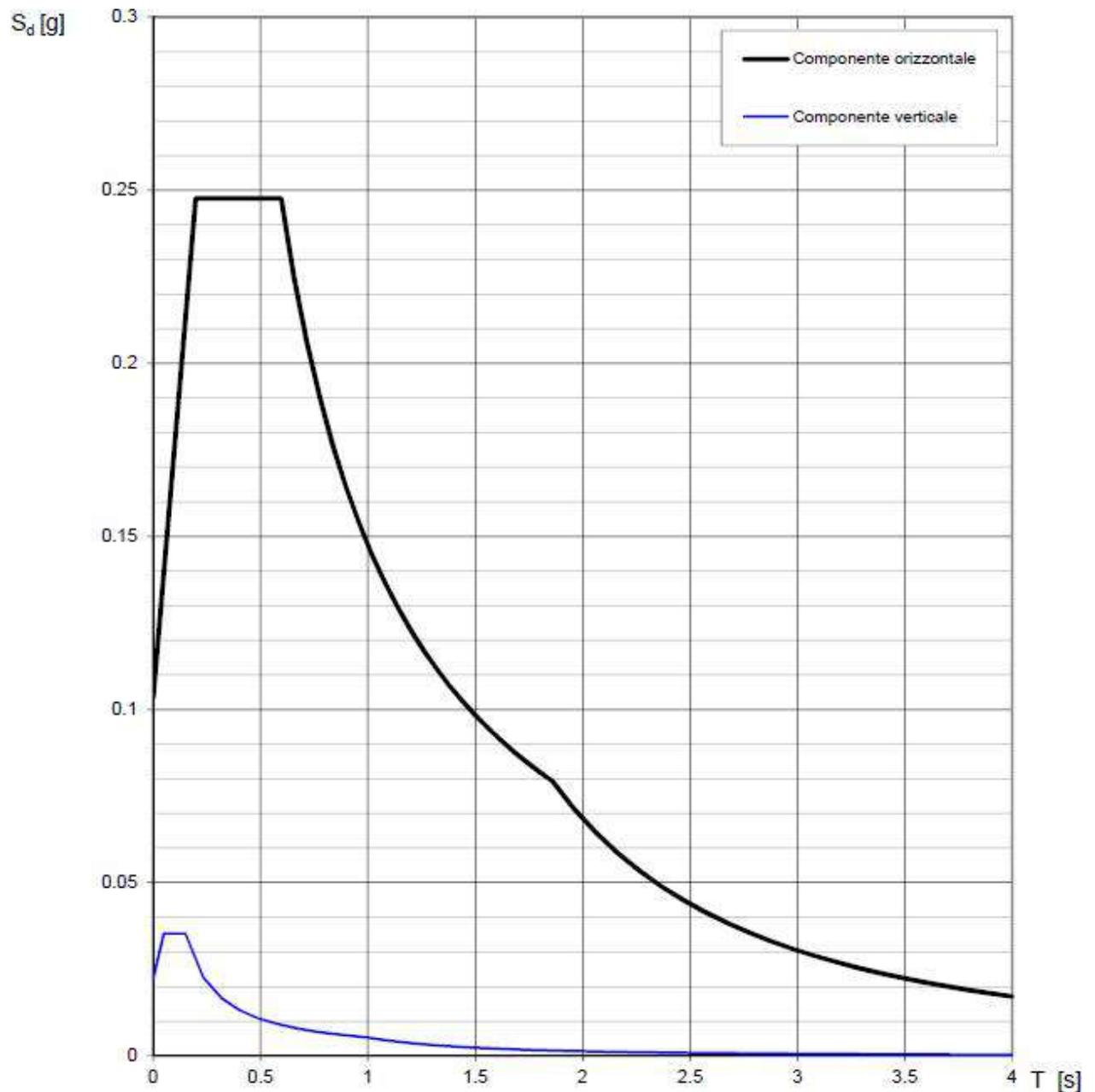
$$T_D \leq T \quad \left| \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \right.$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.022
$T_B \leftarrow$	0.050	0.035
$T_C \leftarrow$	0.150	0.035
	0.235	0.023
	0.320	0.017
	0.405	0.013
	0.490	0.011
	0.575	0.009
	0.660	0.008
	0.745	0.007
	0.830	0.006
	0.915	0.006
$T_D \leftarrow$	1.000	0.005
	1.094	0.004
	1.188	0.004
	1.281	0.003
	1.375	0.003
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.658	0.002
	1.750	0.002
	1.844	0.002
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.408	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.158	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.908	0.000
	4.000	0.000

Tab. VIII – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD.

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.



Tab. IX – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD.

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.153 g
$F_0$	2.482
$T_C$	0.380 s
$S_S$	1.583
$C_C$	1.683
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.583
$\eta$	1.000
$T_B$	0.215 s
$T_C$	0.644 s
$T_D$	2.211 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10 / (S + 5)} \geq 0.55; \eta = 1 / q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$$

**Espressioni dello spettro di risposta**

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.242
$T_B \leftarrow$	0.215	0.600
$T_C \leftarrow$	0.644	0.600
	0.718	0.538
	0.793	0.487
	0.868	0.445
	0.942	0.410
	1.017	0.380
	1.092	0.354
	1.168	0.331
	1.241	0.311
	1.318	0.294
	1.390	0.278
	1.465	0.264
	1.540	0.251
	1.614	0.239
	1.689	0.229
	1.763	0.219
	1.838	0.210
	1.913	0.202
	1.987	0.194
	2.062	0.187
	2.137	0.181
$T_D \leftarrow$	2.211	0.175
	2.297	0.162
	2.382	0.151
	2.467	0.140
	2.552	0.131
	2.637	0.123
	2.722	0.115
	2.808	0.108
	2.893	0.102
	2.978	0.096
	3.063	0.091
	3.148	0.086
	3.233	0.082
	3.319	0.078
	3.404	0.074
	3.489	0.070
	3.574	0.067
	3.659	0.064
	3.744	0.061
	3.830	0.058
	3.915	0.056
	4.000	0.053

**Tab. X – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV.**

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{qv}$	0.081 g
$S_S$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.500
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1.310
$S$	1.000
$\eta$	0.667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1.35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{\eta}\right)^{0.5}$$

**Espressioni dello spettro di risposta**

$$0 \leq T < T_B \quad S_v(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_v(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_v(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

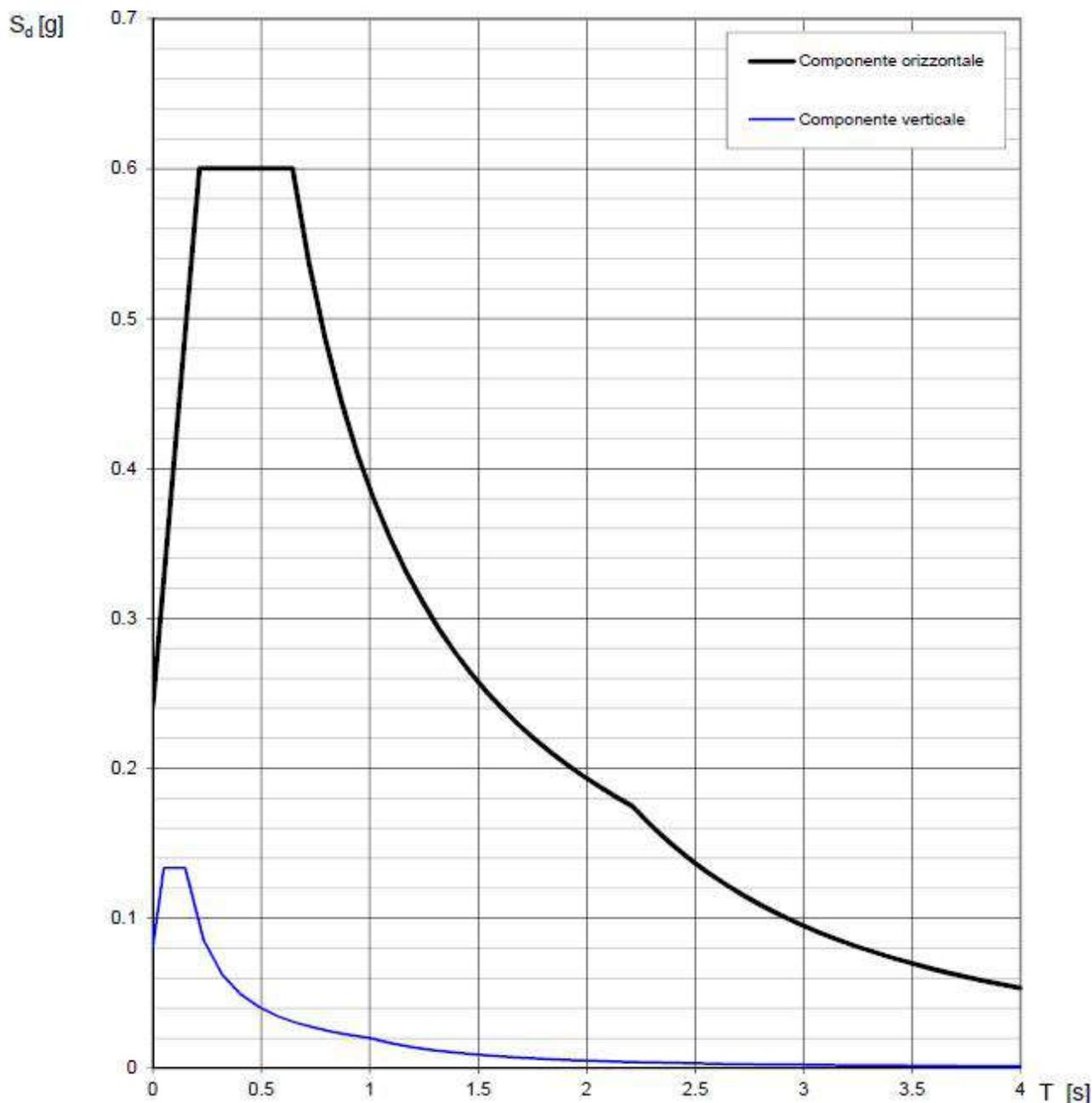
$$T_D \leq T \quad S_v(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.081
$T_B \leftarrow$	0.050	0.133
$T_C \leftarrow$	0.150	0.133
	0.235	0.085
	0.320	0.063
	0.405	0.049
	0.490	0.041
	0.575	0.035
	0.660	0.030
	0.745	0.027
	0.830	0.024
	0.915	0.022
$T_D \leftarrow$	1.000	0.020
	1.094	0.017
	1.188	0.014
	1.281	0.012
	1.375	0.011
	1.469	0.009
	1.563	0.008
	1.658	0.007
	1.750	0.007
	1.844	0.008
	1.938	0.005
	2.031	0.005
	2.125	0.004
	2.219	0.004
	2.313	0.004
	2.408	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.003
	2.688	0.003
	2.781	0.003
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.158	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.908	0.001
	4.000	0.001

Tab. XI – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV.

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.



**Tab. XII – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV.**

I dati predetti hanno consentito di valutare l'accelerazione orizzontale massima al sottosuolo  $a_g$  e l'accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra  $T_R$  e  $T_C$   $S_e$  [g] per gli stati limite SLD (Stato limite danno) e SLV (stato limite di salvaguardia della vita) come riportato nella tabella XIII.

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

**Tab. XIII – Valori massimi di  $a_g$  e  $Se[g]$  relativamente agli stati limite SLD e SLV-componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici.**

$a_g$ SLD	$a_g$ SLV	$Se[g]$ SLD	$Se[g]$ SLV
[0.065]	[0.153]	[0.248]	[0.600]

Come riportato in precedenza, infine, le prove di sismica passiva eseguite hanno consentito di individuare le frequenze di picco riportate nella tabella XIV.

**Tab. XIV – Valori di  $f_0$  calcolati mediante le prospezioni HVSR eseguite.**

Prospezione sismica	$f_0$ (Hz)
HVSR n.1	[4.59±1.91 Hz]
HVSR n.2	[4.69±1.96 Hz]

I valori dell'ampiezza precedentemente riportati indicano il forte contrasto di impedenza che si manifesta alla profondità di circa 16 metri quando la  $V_s$  passa dal valore di 516 m/s a 863 m/s.

I predetti valori di frequenza, inoltre, consentono di prestare attenzione agli eventuali fenomeni di "doppia risonanza", cioè alla corrispondenza tra le frequenze fondamentali del suolo e quelle dei manufatti presenti in superficie e ciò perché quanto più il periodo proprio del sottosuolo si approssima al periodo proprio del manufatto vincolato ad esso, tanto più il manufatto stesso viene sollecitato con conseguenze talvolta gravose.

## 11. LIQUEFAZIONE

La verifica alla liquefazione, eseguita con il programma LAN 1.0 della AZTEC informatica (licenza d'uso AIU3300YX) e con il metodo di SEED e IDRIS(1982), ha fornito un indice di liquefacibilità del deposito (I.L.) pari a 42.97 ed un rischio liquefazione "molto alto" come indicato nel report seguente:

### Dati Situ

#### Simbologia adottata

$M$	:	Magnitudo dell'evento sismico;
$a_g$	:	Accelerazione massima su sito di riferimento rigido;
$F_0$	:	Fattore di amplificazione spettrale;
$CdS$	:	Categoria di sottosuolo;
$Ss$	:	Coefficiente amplificazione stratigrafica;
$p_0$	:	Presenza di sovraccarico al piano campagna espresso in [kg/mq];
$z_w$	:	Profondità della falda dal piano campagna espressa in [m].

<b>M</b>	<b><math>a_g</math></b>	<b><math>F_0</math></b>	<b>CdS</b>	<b>Ss</b>	<b><math>p_0</math></b>	<b><math>z_w</math></b>
7.50	1.499	2.481	E	1.583	0.00	4.5

$$a_{max} / g = 0.242$$

Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna di via Genova, Scafati (Sa). Relazione geologica e modellazione sismica.

### Dati Stratigrafia

#### Simbologia adottata

- Nr.* : Indice dello strato;  
*Descrizione* : Descrizione strato;  
*h* : Spessore dello strato espresso in [m];  
 $\gamma$  : Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc];  
 $\gamma_s$  : Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc];  
*d<sub>50</sub>* : Diametro della curva granulometrica del passante al 50 per cento espresso in [mm];  
*fine* : Contenuto di fine presente nello strato espressa in [%].

Nr.	Descrizione	h	$\gamma$	$\gamma_s$	d <sub>50</sub>	fine
1	terreno di riporto	1.0	1500	1800	0.45	25.00
2	Sabbia e limo	2.6	1500	1800	0.32	55.00
3	Pomici	4.6	1400	1700	4.90	5.00
4	sabbia limosa	5.8	1500	1800	0.45	25.00
5	sabbia e limo	7.8	1500	1800	0.45	40.00
6	pomici e litici	12.0	1600	2000	1.25	5.00

### Dati Prove Penetrometriche

#### PROVA SPT

#### Simbologia adottata

- Nr.* : Numero d'ordine dei valori delle misure della prova;  
*z<sub>i</sub>* : Profondità alla quale viene effettuata la misura della prova espressa in [m];  
*N<sub>SPT</sub>* : Numero di colpi della prova SPT.

Nr.	z <sub>i</sub>	N <sub>SPT</sub>
1	1.0	1
2	2.6	4
3	4.6	11
4	5.8	6
5	7.8	2
6	12.0	10

### Risultati Analisi

#### Calcolo fattore di sicurezza

#### Simbologia adottata

- Nr.* : Numero d'ordine del risultato;  
*z<sub>i</sub>* : Profondità alla quale viene calcolato il fattore di sicurezza espressa in [m];  
 $\sigma'_v$  : tensione verticale efficace calcolata alla profondità *z<sub>i</sub>* espressa in [kg/cmq];  
 $\sigma_v$  : tensione verticale totale calcolata alla profondità *z<sub>i</sub>* espressa in [kg/cmq];  
*r<sub>d</sub>* : coefficiente correttivo di riduzione delle tensioni con la profondità *z<sub>i</sub>*;  
*MSF* : coefficiente correttivo funzione dellamagnitudo del sisma;  
*CSR* : resistenza a taglio mobilitata espressa in termini di rapporto di tensione ciclica;  
*CRR* : sforzo di taglio indotto dal sisma espresso in termini di rapporto di resistenza ciclica;  
*F<sub>s</sub>* : Fattore di sicurezza espresso come rapporto tra CRR e CSR;

#### Metodo SEED

Nr. z <sub>i</sub>	$\sigma'_v$	$\sigma_v$	r <sub>d</sub>	MSF	CSR	CRR	F <sub>s</sub>
11.00	0.15	0.15	0.99	1.00	0.16	0.02	0.14
22.60	0.39	0.39	0.98	1.00	0.15	0.07	0.45
34.60	0.67	0.68	0.96	1.00	0.15	0.15	0.98
45.80	0.76	0.89	0.96	1.00	0.18	0.08	0.44
57.80	0.90	1.23	0.94	1.00	0.20	0.02	0.12
612.00	1.23	1.98	0.85	1.00	0.22	0.10	0.45

Indice di Liquefacibilità del deposito (I.L.) : 42.97

Rischio di liquefazione : molto alto

## 12. CONCLUSIONI

Lo studio e le prove eseguite portano a concludere che l'area può senza dubbio essere utilizzata per il progetto considerato. Il sottosuolo risulta costituito da materiali sciolti di natura piroclastica di deposizione secondaria e primaria con a letto, alla profondità di circa 16 metri, un banco di lava (Tefrite).

I manufatti esistenti nei dintorni dell'area studiata presentano struttura in muratura di tufo e/o in cemento armato. Gli stessi mostrano un comportamento nella norma e non presentano segni di dissesti con esclusione dei manufatti più vetusti.

L'indagine storica consente di escludere la presenza di cavità nel sottosuolo del sito considerato.

In tutte le aree soggette ad interventi edilizi sarà necessario provvedere al convogliamento razionale delle acque meteoriche nella rete fognaria bianca onde evitare i rischi di erosione in quanto i terreni superficiali e del sottosuolo di tutto il territorio Scafati sono facilmente erodibili.

L'indagine sismica ha evidenziato effetti di amplificazione locale tali da non rappresentare un elemento discriminante per l'intervento da realizzare.

Le prove down-hole e MASW eseguite consentono di attribuire al suolo di fondazione la categoria "E" (D.M. 17-01-2018).

Le prove HVSR hanno consentito di evidenziare una frequenza di picco di  $4.59\text{Hz} \leq f_0 \leq 4.69\text{Hz}$ .

La verifica alla liquefazione, eseguita con il metodo di Seed, ha fornito un indice di liquefacibilità del deposito (I.L.) pari a 42.97 ed un rischio liquefazione "molto alto".

In definitiva alla luce della composizione del sottosuolo, del grado di sismicità e delle indagini eseguite si esprime parere favorevole circa l'intervento da realizzare.

Le indagini e gli elaborati del presente lavoro sono stati eseguiti rispettando le prescrizioni dei punti 6.2.1 e 6.2.2 del D.M. 17-01-2018

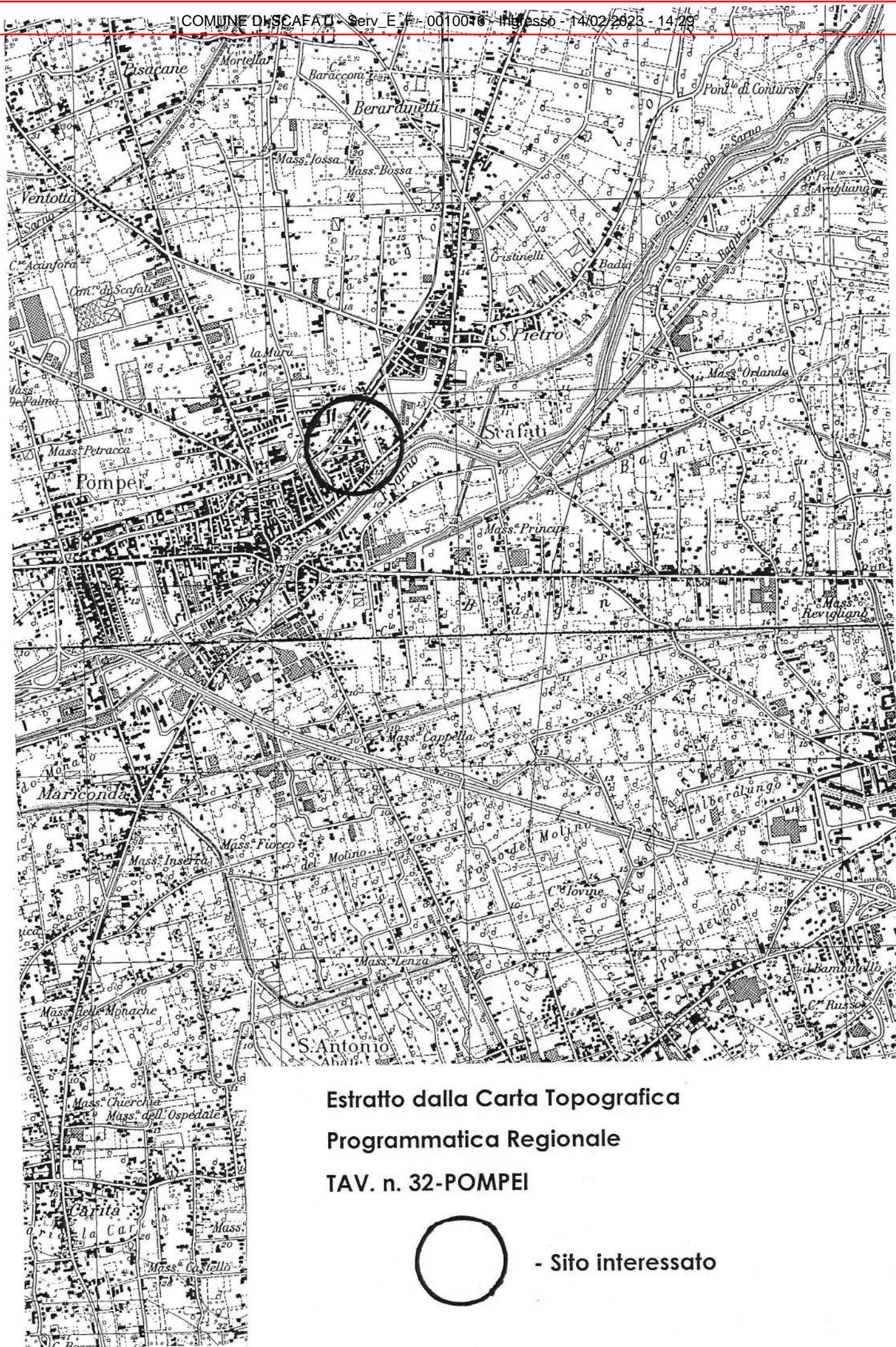
Pomigliano d'Arco, febbraio 2023

Il Geologo Incaricato  
dr. geol. Giovanni De Falco



ORDINE DEI GEOLOGI  
geologo  
Dr. Giovanni  
De Falco  
Albo N° 383  
Regione Campania

## **ALLEGATI**

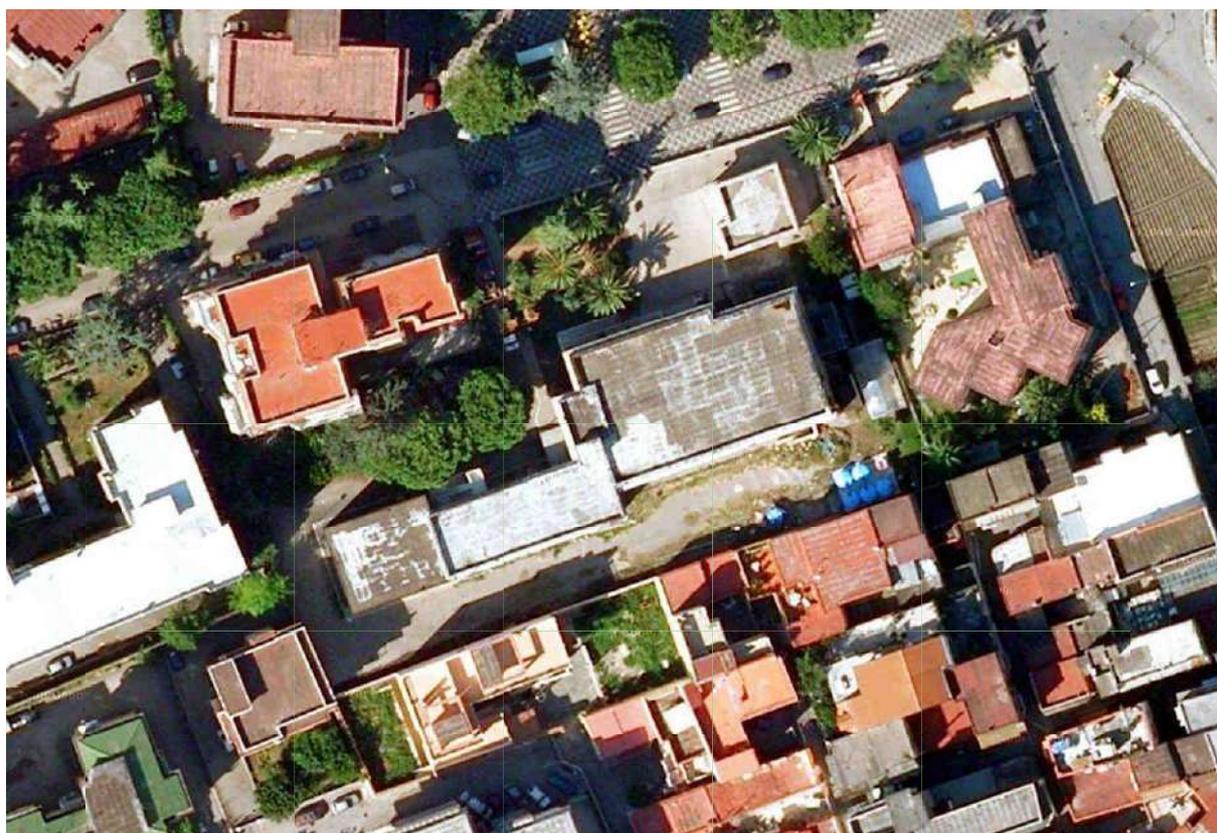


Estratto dalla Carta Topografica  
Programmatica Regionale  
TAV. n. 32-POMPEI



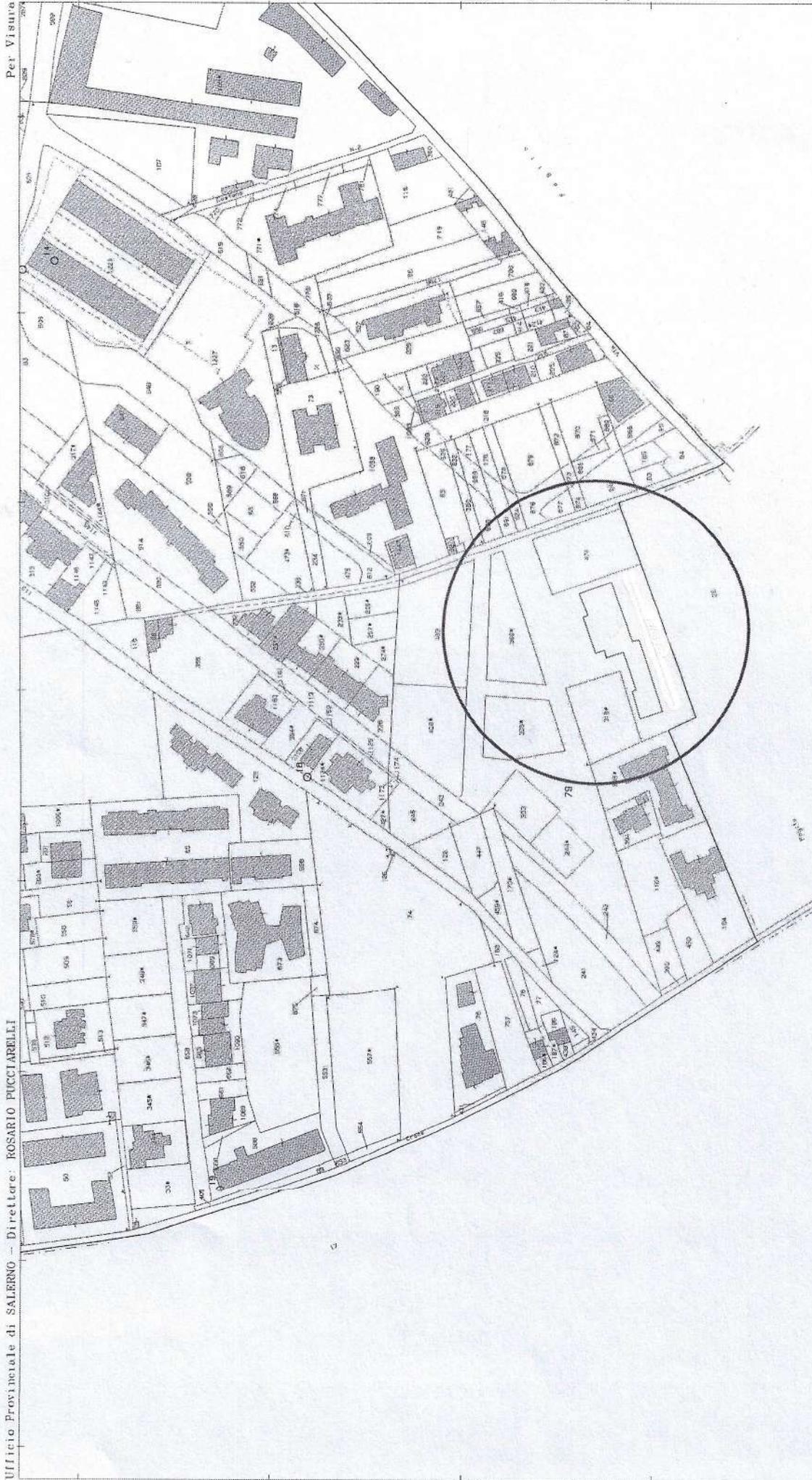
- Sito interessato





**COMUNE DI SCAFATI**  
PROVINCIA DI SALERNO

VISTE AEREE CON INDIVIDUAZIONE  
DEL FABBRICATO OGGETTO DI VERIFICA  
"Scuola Elementare e Materna - via Genova"



Ufficio Provinciale di SALERNO - Direttore: ROSARIO PUCCIARRELLI

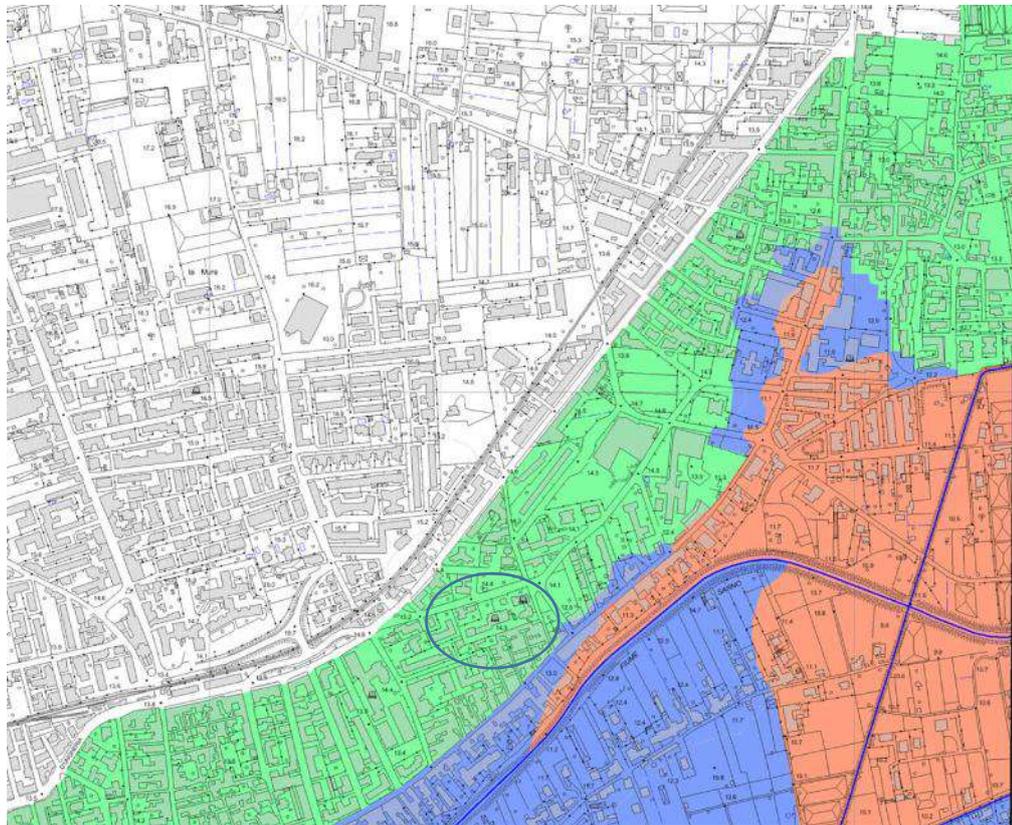
Per Visura

**COMUNE DI SCAFATI**  
 PROVINCIA DI SALERNO

STRALCIO PLANIMETRICO CATASTALE IN SCALA 1:1000  
 CON INDIVIDUAZIONE DELL'FABBRICATO OGGETTO DI VERIFICA  
 "Scuola Elementare e Materna • via Genova"

[ Foglio n. 18 • Particella n. 79 ]

ESTRATTO DALLA CARTA DELLA PERICOLOSITA'  
IDRAULICA DEL PAI DEL DISTRETTO IDROGRAFICO  
DELL'APPENNINO MERIDIONALE



LEGENDA

	Esondazione	Aree di attenzione	Elevato trasporto solido	Falda sub-affiorante Conche endoreiche
P3 - Pericolosità Elevata				
P2 - Pericolosità Media				
P1 - Pericolosità Bassa				

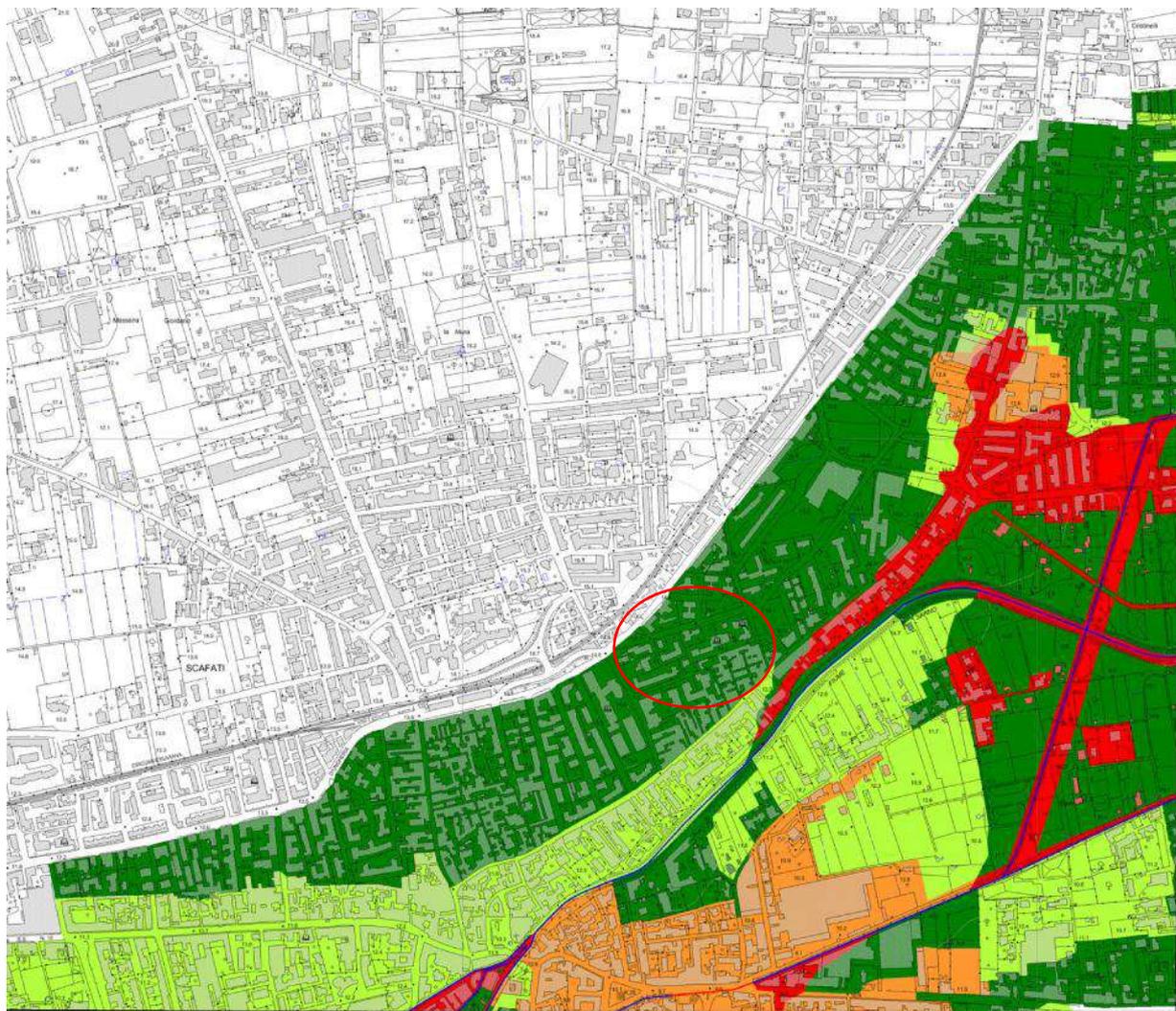
**Pericolosità da esondazione** - pericolosità idraulica dovuta a fenomeni alluvionali riconducibili a esondazione del reticolo idrografico.

**Pericolosità per elevato trasporto solido** - pericolosità idraulica dovuta a fenomeni alluvionali caratterizzati da elevato trasporto solido (flussi iperconcentrati, colate detritiche, debris - flow, etc).

**Area di attenzione** - "aree ad elevata suscettibilità di allagamento ubicate al piede di valloni", "punti/fasce di possibile crisi idraulica localizzata/diffusa", "fasce di attenzione per la presenza di alvei strada".

- Limite di Bacino
- Alveo strada
- Reticolo idrografico
- Tratto tombato
- Vasca

ESTRATTO DALLA CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO DEL PAI DEL  
DISTRETTO IDROGRAFICO DELL'APPENNINO MERIDIONALE



### LEGENDA

-  R4 - Rischio molto elevato
-  R3 - Rischio elevato
-  R2 - Rischio medio
-  R1 - Rischio moderato
-  Limite di bacino
-  Alveo strada
-  Reticolo idrografico
-  Tratto tombato
-  Vasca

## Estratto Google Earth - Ubicazioni prove eseguite

### LEGENDA

**DH-S1**

● - Sondaggio a c.c. con prova down-hole

**HVSR**

● - Prova HVSR

**DPSH**

● - Prova penetrometrica dinamica continua DPSH

**MASW**

----- - Prova sismica MASW



**SONDAGGIO A C.C. E PROVE PENETROMETRICHE  
DINAMICHE CONTINUE DPSH**



**ISOGEA S.r.l.**

Indagini, monitoraggio e prove geologiche, geotecniche, geofisiche, strutturali, chimiche, ambientali - Qualità - Sicurezza

**SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

<b>Committente :</b> Comune di Scafati (SA)	<b>Quota (m s.l.m.):</b>	
<b>Località:</b> Via Genova - Scafati (SA)	P.C.	11,00
<b>Lavori:</b> Adeguamento sismico della Scuola Materna ed Elementare	Fondo foro	-19,00
<b>Sondaggio n°:</b> S1	<b>Tipo perforazione:</b> a carotaggio continuo	
<b>Data:</b> Inizio 03/01/2023 Fine 05/01/2023	<b>Tipo carotiere:</b> semplice ø101mm	
<b>Coordinate:</b> 40° 45' 16,68"N 14° 31' 52,62"E	<b>Macchina perforatrice:</b> Comacchio MC800	

STRATIGRAFIA			Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneg. e Carote Rappresentative	Strumentazione installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)
profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica						
11,00								0,00
10,75	0,50	0,50						0,25
10,50								0,50
10,25								0,75
10,00								1,00
9,75	1,30	0,80						1,25
9,50								1,50
9,25								1,75
9,00	2,00	0,70						2,00
8,75								2,25
8,50								2,50
8,25								2,75
8,00								3,00
7,75								3,25
7,50								3,50
7,25								3,75
7,00								4,00
6,75	4,50	2,50						4,25
6,50								4,50
6,25								4,75
6,00								5,00
5,75								5,25
5,50								5,50
5,25								5,75
5,00								6,00
4,75	6,15	1,65						6,25
4,50								6,50
4,25	6,80	0,65						6,75
4,00								7,00
3,75								7,25
3,50								7,50
3,25								7,75
3,00								8,00
2,75	8,50	1,70						8,25
2,50								8,50
2,25								8,75
2,00	9,00	0,50						9,00
1,75								9,25
1,50								9,50
1,25								9,75
1,00								10,00
0,75	10,50	1,50						10,25
0,50								10,50
0,25								10,75
0,00								11,00
-0,25								11,25
-0,50								11,50
-0,75								11,75
-1,00								12,00
-1,25								12,25
-1,50								12,50
-1,75								12,75
-2,00								13,00
-2,25								13,25
-2,50								13,50
-2,75								13,75
-3,00								14,00
-3,25								14,25
-3,50								14,50
-3,75								14,75
-4,00								15,00
-4,25	15,50	5,00						15,25
-4,50								15,50
-4,75								15,75
-5,00								16,00
-5,25								16,25
-5,50								16,50
-5,75								16,75
-6,00								17,00
-6,25								17,25
-6,50								17,50
-6,75								17,75
-7,00								18,00
-7,25								18,25
-7,50								18,50
-7,75								18,75
-8,00								19,00
-8,25								19,25
-8,50								19,50
-8,75								19,75
-9,00	20,00	4,50						20,00



**ISOGEA S.r.l.**  
 Modelli, monitoraggio e prove geologiche, geotecniche,  
 geofisiche, strutturali, chimiche, ambientali - Qualità - Sicurezza

**SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

<b>Committente :</b> Comune di Scafati (SA)	<b>Quota (m s.l.m.):</b>
<b>Località:</b> Via Genova - Scafati (SA)	P.C. 11,00
<b>Lavori:</b> Adeguamento sismico della Scuola Materna ed Elementare	Fondo foro -19,00
<b>Sondaggio n°:</b> S1	<b>Tipo perforazione:</b> a carotaggio continuo
<b>Data:</b> Inizio 03/01/2023 Fine 05/01/2023	<b>Tipo carotiere:</b> semplice Ø101mm
<b>Coordinate:</b> 40° 45' 16,68"N 14° 31' 52,62"E	<b>Macchina perforatrice:</b> Comacchio MC800

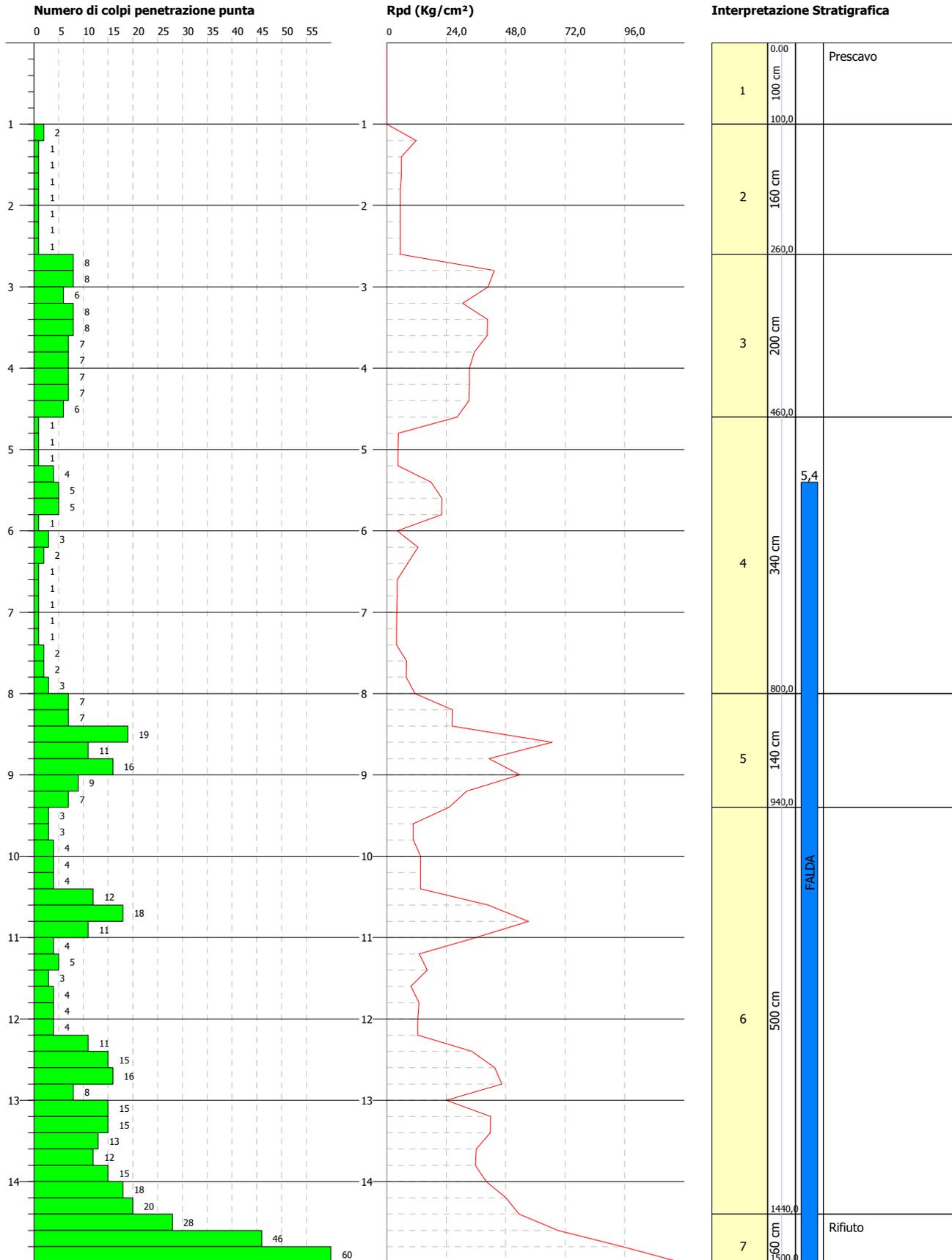
		<b>STRATIGRAFIA</b>							
	profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	R.Q.D.	Campioni Indisturb. Rimaneg. e Carote Rappresentative	Strumentazione e installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)
	-9,00								20,00
	-9,25								20,25
	-9,50								20,50
	-9,75								20,75
	-10,00								21,00
	-10,25								21,25
	-10,50								21,50
	-10,75								21,75
	-11,00								22,00
	-11,25				52,00%				22,25
	-11,50								22,50
	-11,75								22,75
	-12,00								23,00
	-12,25								23,25
	-12,50								23,50
	-12,75								23,75
	-13,00								24,00
	-13,25								24,25
	-13,50								24,50
	-13,75								24,75
	-14,00								25,00
	-14,25								25,25
	-14,50								25,50
	-14,75				66,00%				25,75
	-15,00								26,00
	-15,25								26,25
	-15,50								26,50
	-15,75								26,75
	-16,00								27,00
	-16,25								27,25
	-16,50								27,50
	-16,75								27,75
	-17,00								28,00
	-17,25								28,25
	-17,50								28,50
	-17,75								28,75
	-18,00								29,00
	-18,25	29,10	9,10						29,25
	-18,50								29,50
	-18,75								29,75
	-19,00	30,00	0,90						30,00
	-19,25								30,25
	-19,50								30,50
	-19,75								30,75
	-20,00								31,00
	-20,25								31,25
	-20,50								31,50
	-20,75								31,75
	-21,00								32,00
	-21,25								32,25
	-21,50								32,50
	-21,75								32,75
	-22,00								33,00
	-22,25								33,25
	-22,50								33,50
	-22,75								33,75
	-23,00								34,00
	-23,25								34,25
	-23,50								34,50
	-23,75								34,75
	-24,00								35,00
	-24,25								35,25
	-24,50								35,50
	-24,75								35,75
	-25,00								36,00
	-25,25								36,25
	-25,50								36,50
	-25,75								36,75
	-26,00								37,00
	-26,25								37,25
	-26,50								37,50
	-26,75								37,75
	-27,00								38,00
	-27,25								38,25
	-27,50								38,50
	-27,75								38,75
	-28,00								39,00
	-28,25								39,25
	-28,50								39,50
	-28,75								39,75
	-29,00								40,00

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Comune di Scafati  
 Cantiere : Adeguamento sismico scuola "Ferdinando II di Borbone"  
 Località : Via Genova Scafati (SA)

Data :03/01/2023

Scala 1:68





## **PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**



ISOGEA S.r.l.

Laboratorio Geotecnico

 AZIENDA CON  
 SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
 UNI EN ISO 9001:2015

 Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di Laboratorio sulle Terre  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7284	Pagina 1/9	DATA DI EMISSIONE: 19/01/2023	Inizio analisi: 05/01/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 002/23 del 04/01/23		Apertura campione: 05/01/2023	Fine analisi: 09/01/23

COMMITTENTE: Comune di Scafati		
RIFERIMENTO: Adeguamento sismico Scuola Materna ed Elementare - Via Genova, Scafati (Sa)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

### CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 50,0 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito piroclastico di colore marrone - grigio, umido e poco addensato, costituito da abbondanti pomici grigiastre eterometriche ( $d_{max} = 2,50$  cm) subangolari, in scarsissima matrice sabbiosa.  
 Definizione granulometrica: Ghiaia sabbiosa



ISOGEA S.r.l.

Laboratorio Geotecnico

 AZIENDA CON  
 SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
 UNI EN ISO 9001:2015

 Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di Laboratorio sulle Terre  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7284 Pagina 2/9

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 002/23 del 04/01/23

DATA DI EMISSIONE: 19/01/2023

Inizio analisi: 05/01/23

Apertura campione: 05/01/2023

Fine analisi: 05/01/23

COMMITTENTE: Comune di Scafati

RIFERIMENTO: Adeguamento sismico Scuola Materna ed Elementare - Via Genova, Scafati (Sa)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

### PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377

#### Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 14,4 kN/m<sup>3</sup>**

Deposito piroclastico di colore marrone - grigio, umido e poco addensato, costituito da abbondanti pomici grigiastre eterometriche ( $d_{max} = 2,50$  cm) subangolari, in scarsissima matrice sabbiosa.

Definizione granulometrica: Ghiaia sabbiosa









AZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ  
UNI EN ISO 9001:2015

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di Laboratorio sulle Terre  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7284 Pagina 6/9  
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 002/23 del 04/01/23

DATA DI EMISSIONE: 19/01/2023 Inizio analisi: 05/01/23  
Apertura campione: 05/01/2023 Fine analisi: 19/01/23

COMMITTENTE: Comune di Scafati

RIFERIMENTO: Adeguamento sismico Scuola Materna ed Elementare - Via Genova, Scafati (Sa)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

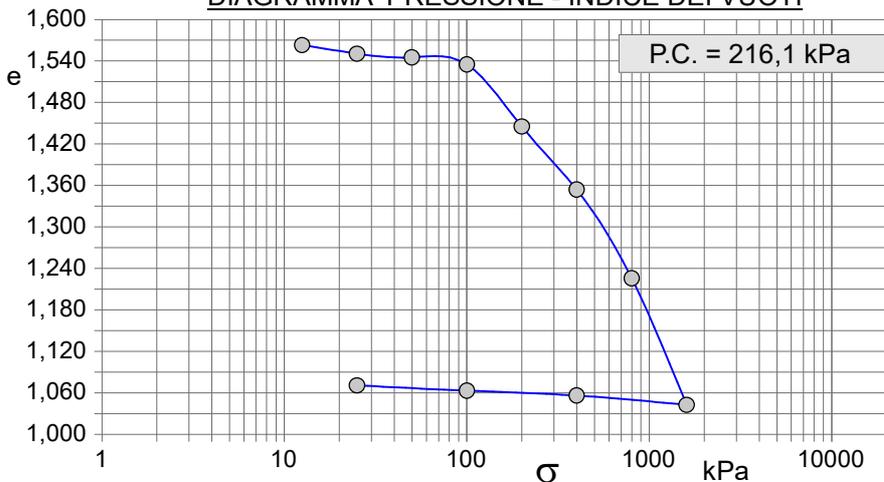
**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

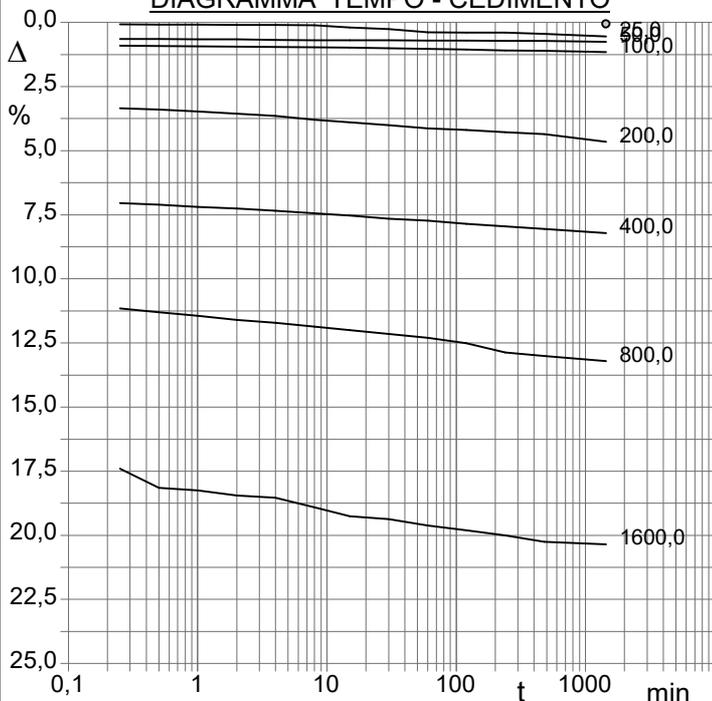
Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	14,42
Umidità (%)	50,0
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	24,66
Altezza provino (cm)	2,00
Diametro provino (cm)	5,05
Sezione provino (cm <sup>2</sup> )	20,03
Volume provino (cm <sup>3</sup> )	40,06
Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> )	24,44
Indice dei vuoti	1,56
Porosità (%)	61,01
Saturazione (%)	80,4

**DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI**



**DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO**



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12,5	1,0	1,563	
25,0	10,8	1,551	0,042
50,0	15,0	1,545	0,018
100,0	23,0	1,535	0,034
200,0	93,0	1,445	0,298
400,0	164,2	1,354	0,303
800,0	264,2	1,226	0,426
1600,0	407,0	1,043	0,608
400,0	396,5	1,056	
100,0	391,0	1,063	
25,0	385,0	1,071	

Deposito piroclastico di colore marrone - grigio, umido e poco addensato, costituito da abbondanti pomici grigiastre eterometriche (dmax =2,50 cm) subangolari, in scarsissima matrice sabbiosa.  
Definizione granulometrica: Ghiaia sabbiosa



AZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di Laboratorio sulle Terre  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 7284</b>	Pagina 7/9	DATA DI EMISSIONE: 19/01/2023	Inizio analisi: 05/01/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 002/23 del 04/01/23		Apertura campione: 05/01/2023	Fine analisi: 19/01/23

COMMITTENTE: Comune di Scafati			
RIFERIMENTO: Adeguamento sismico Scuola Materna ed Elementare - Via Genova, Scafati (Sa)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,00 - 2,50	

**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

**LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE**

Pressione 25,0 kPa		Pressione 50,0 kPa		Pressione 100,0 kPa		Pressione 200,0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	1,0	0,00	10,8	0,00	15,0	0,00	23,0
0,25	1,5	0,25	12,8	0,25	18,0	0,25	67,0
0,50	1,6	0,50	12,9	0,50	18,3	0,50	68,0
1,00	1,7	1,00	13,0	1,00	18,5	1,00	69,5
2,00	1,8	2,00	13,2	2,00	18,9	2,00	71,0
4,00	1,9	4,00	13,5	4,00	19,0	4,00	73,0
8,00	2,2	8,00	13,7	8,00	19,2	8,00	75,8
15,00	3,8	15,00	13,8	15,00	19,7	15,00	78,0
30,00	5,0	30,00	14,0	30,00	20,0	30,00	80,1
60,00	7,5	60,00	14,1	60,00	20,5	60,00	82,5
120,00	7,8	120,00	14,2	120,00	21,0	120,00	83,9
240,00	7,9	240,00	14,3	240,00	21,7	240,00	85,5
480,00	9,0	480,00	14,5	480,00	22,0	480,00	87,0
1440,00	10,8	1440,00	15,0	1440,00	23,0	1440,00	93,0

Pressione 400,0 kPa		Pressione 800,0 kPa		Pressione 1600,0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	93,0	0,00	164,2	0,00	264,2		
0,25	141,0	0,25	223,0	0,25	348,0		
0,50	142,0	0,50	226,0	0,50	363,0		
1,00	143,8	1,00	228,8	1,00	365,0		
2,00	145,1	2,00	232,0	2,00	369,0		
4,00	146,9	4,00	234,3	4,00	370,8		
8,00	148,7	8,00	237,1	8,00	378,2		
15,00	150,5	15,00	240,0	15,00	385,1		
30,00	153,0	30,00	243,0	30,00	387,5		
60,00	154,7	60,00	246,0	60,00	392,5		
120,00	156,9	120,00	250,2	120,00	396,0		
240,00	159,0	240,00	257,5	240,00	400,1		
480,00	161,0	480,00	260,2	480,00	405,0		
1440,00	164,2	1440,00	264,2	1440,00	407,0		



AZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ  
UNI EN ISO 9001:2015

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di Laboratorio sulle Terre  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7284 Pagina 8/9  
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 002/23 del 04/01/23

DATA DI EMISSIONE: 19/01/2023 Inizio analisi: 12/01/23  
Apertura campione: 05/01/2023 Fine analisi: 12/01/23

COMMITTENTE: Comune di Scafati

RIFERIMENTO: Adeguamento sismico Scuola Materna ed Elementare - Via Genova, Scafati (Sa)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	50,0 54,9	50,0 55,9	50,0 54,9
Peso di volume (kN/m³):	14,8	14,8	14,7
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,030 mm / min		

DIAGRAMMA  
Tensione  
Deformazione orizzontale

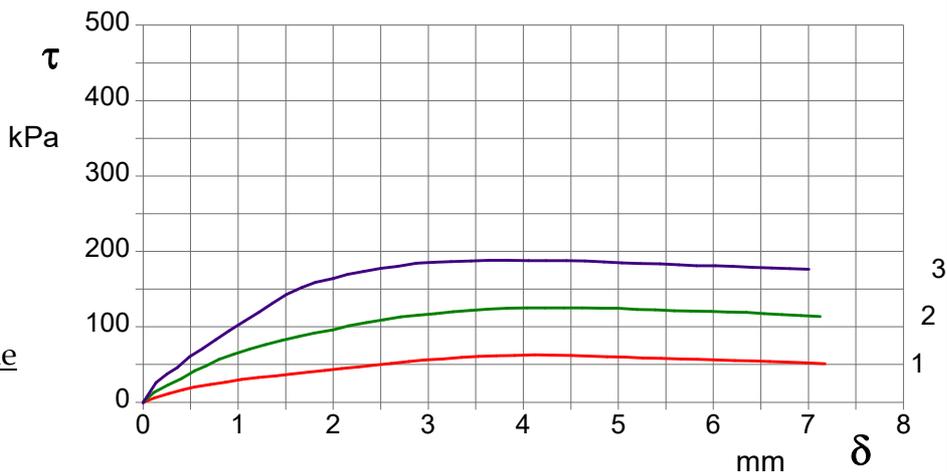
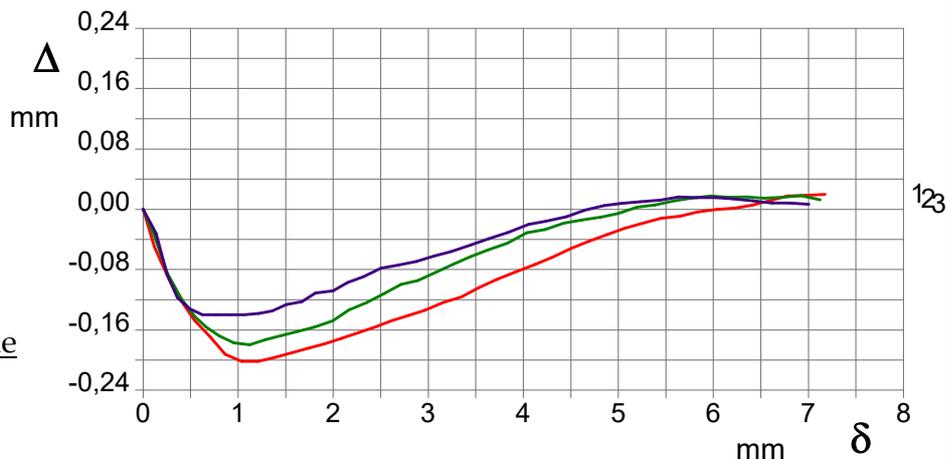


DIAGRAMMA  
Deformazione verticale  
Deformazione orizzontale



Deposito piroclastico di colore marrone - grigio, umido e poco addensato, costituito da abbondanti pomici grigiastre eterometriche (d<sub>max</sub> = 2,50 cm) subangolari, in scarsissima matrice sabbiosa.  
Definizione granulometrica: Ghiaia sabbiosa





ISOGEA S.r.l.

Laboratorio Geotecnico

AZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di Laboratorio sulle Terre  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7285 Pagina 1/9

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 002/23 del 04/01/23

DATA DI EMISSIONE: 19/01/2023

Apertura campione: 05/01/2023

Inizio analisi: 05/01/23

Fine analisi: 09/01/23

COMMITTENTE: Comune di Scafati

RIFERIMENTO: Adeguamento sismico Scuola Materna ed Elementare - Via Genova, Scafati (Sa)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,00 - 7,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 52,3 %**

Struttura del materiale:

- Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito piroclastico di colore marrone, addensato e molto umido, in cui si rinvencono rare pomici centimetriche subangolari, in abbondante matrice sabbiosa - limosa - argillosa.

Definizione granulometrica: Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa



ISOGEA S.r.l.

Laboratorio Geotecnico

 AZIENDA CON  
 SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
 UNI EN ISO 9001:2015

 Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di Laboratorio sulle Terre  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7285 Pagina 2/9

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 002/23 del 04/01/23

DATA DI EMISSIONE: 19/01/2023

Inizio analisi: 05/01/23

Apertura campione: 05/01/2023

Fine analisi: 05/01/23

COMMITTENTE: Comune di Scafati

RIFERIMENTO: Adeguamento sismico Scuola Materna ed Elementare - Via Genova, Scafati (Sa)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,00 - 7,50

### PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377

#### Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 16,3 kN/m<sup>3</sup>**

Deposito piroclastico di colore marrone, addensato e molto umido, in cui si rinvencono rare pomici centimetriche subangolari, in abbondante matrice sabbiosa - limosa - argillosa.  
 Definizione granulometrica: Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa





**ISOGEA S.r.l.**

Laboratorio Geotecnico

**AZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015**

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di Laboratorio sulle Terre  
**AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI**  
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 7285** Pagina 4/9  
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 002/23 del 04/01/23

DATA DI EMISSIONE: 19/01/2023 Inizio analisi: 10/01/23  
Apertura campione: 05/01/2023 Fine analisi: 11/01/23

COMMITTENTE: Comune di Scafati

RIFERIMENTO: Adeguamento sismico Scuola Materna ed Elementare - Via Genova, Scafati (Sa)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 7,00 - 7,50

**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

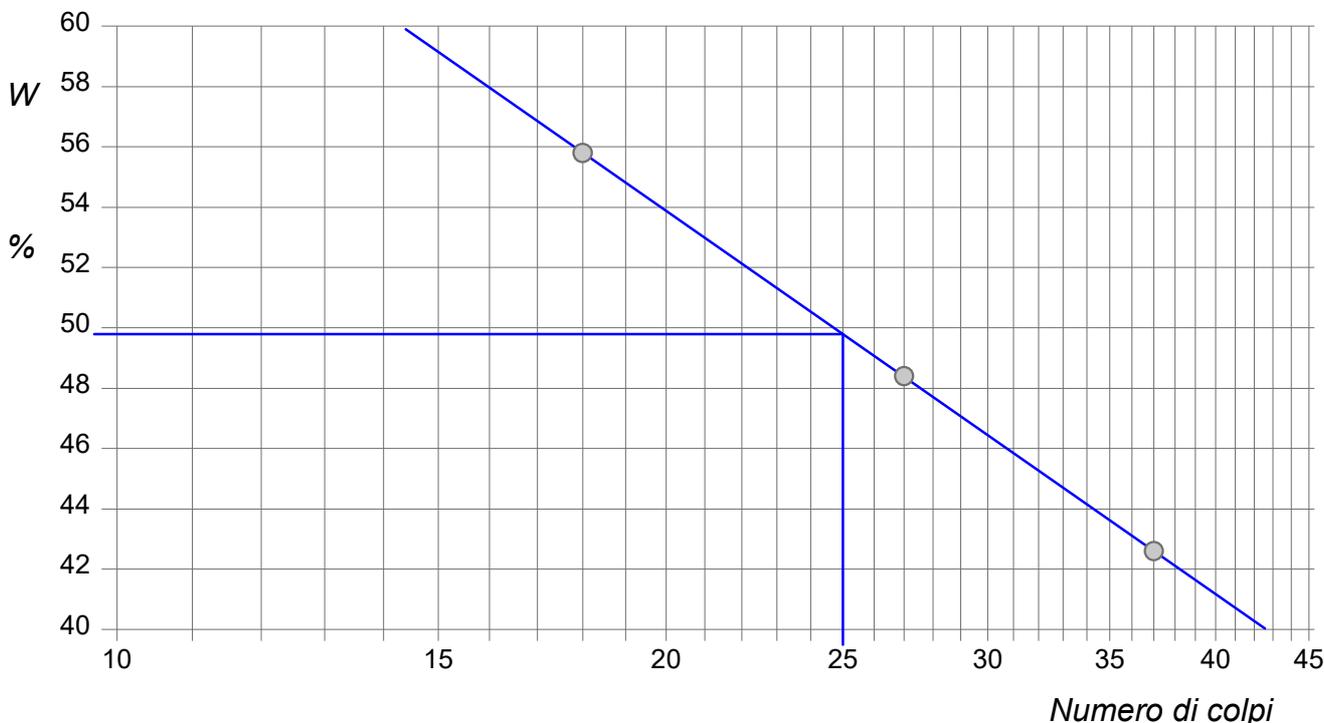
Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	49,8 %
Limite di plasticità	29,6 %
Indice di plasticità	20,2 %

La prova è stata eseguita sulla frazione granulometrica passante al setaccio n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	18	27	37		Umidità (%)	29,4	29,7
Umidità (%)	55,8	48,4	42,6		Umidità media	29,6	

**Determinazione del Limite di liquidità**



Deposito piroclastico di colore marrone, addensato e molto umido, in cui si rinvencono rare pomici centimetriche subangolari, in abbondante matrice sabbiosa - limosa - argillosa.  
Definizione granulometrica: Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa





ISOGEA S.r.l.

Laboratorio Geotecnico

AZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ  
UNI EN ISO 9001:2015

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di Laboratorio sulle Terre  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7285 Pagina 6/9

DATA DI EMISSIONE: 19/01/2023 Inizio analisi: 05/01/23

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 002/23 del 04/01/23

Apertura campione: 05/01/2023 Fine analisi: 19/01/23

COMMITTENTE: Comune di Scafati

RIFERIMENTO: Adeguamento sismico Scuola Materna ed Elementare - Via Genova, Scafati (Sa)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,00 - 7,50

**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	16,34
Umidità (%)	52,3
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	25,13
Altezza provino (cm)	2,00
Diametro provino (cm)	5,05
Sezione provino (cm <sup>2</sup> )	20,03
Volume provino (cm <sup>3</sup> )	40,06
Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> )	22,95
Indice dei vuoti	1,34
Porosità (%)	57,29
Saturazione (%)	99,9

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

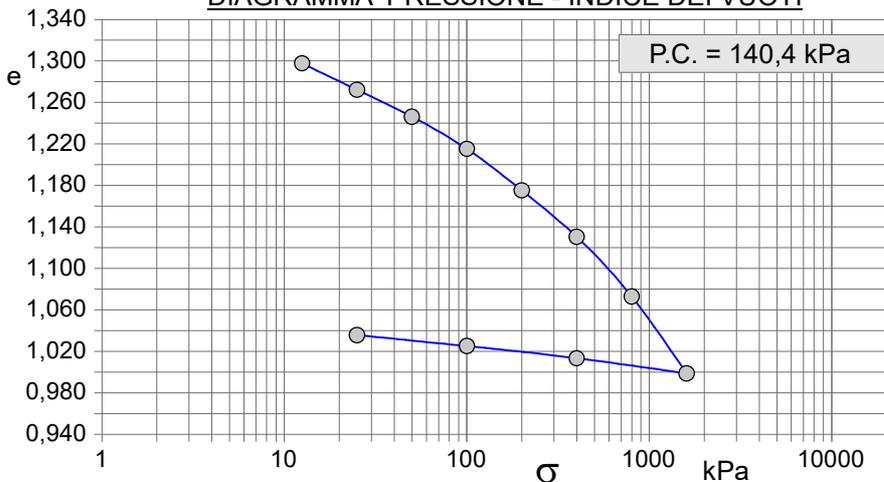
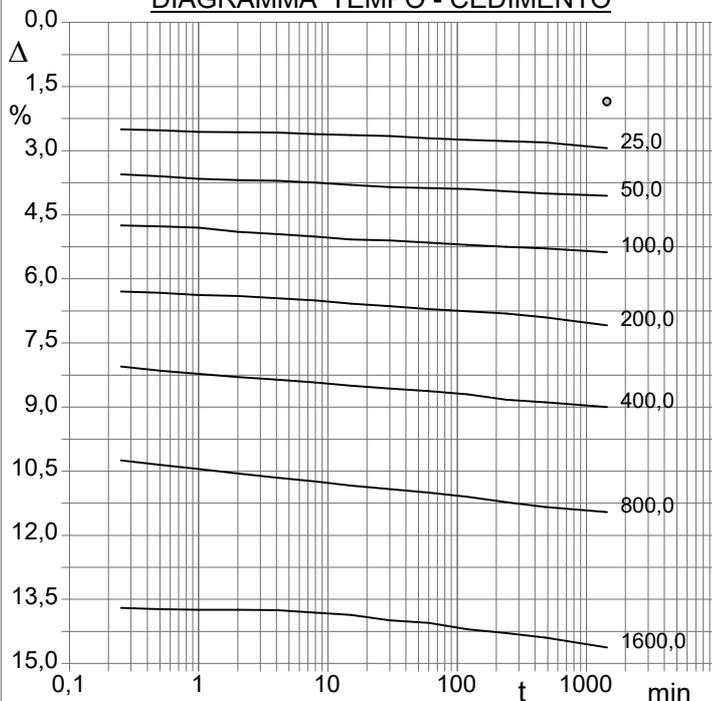


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12,5	37,0	1,298	
25,0	58,8	1,272	0,085
50,0	81,0	1,246	0,086
100,0	107,5	1,215	0,103
200,0	141,7	1,175	0,133
400,0	180,0	1,130	0,149
800,0	229,2	1,073	0,191
1600,0	292,5	0,999	0,246
400,0	280,0	1,013	
100,0	270,0	1,025	
25,0	261,0	1,036	

Deposito piroclastico di colore marrone, addensato e molto umido, in cui si rinvencono rare pomici centimetriche subangolari, in abbondante matrice sabbiosa - limosa - argillosa.

Definizione granulometrica: Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa



AZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di Laboratorio sulle Terre  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 7285</b>	Pagina 7/9	DATA DI EMISSIONE: 19/01/2023	Inizio analisi: 05/01/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 002/23 del 04/01/23		Apertura campione: 05/01/2023	Fine analisi: 19/01/23

COMMITTENTE: Comune di Scafati			
RIFERIMENTO: Adeguamento sismico Scuola Materna ed Elementare - Via Genova, Scafati (Sa)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	7,00 - 7,50

**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

**LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE**

Pressione 25,0 kPa		Pressione 50,0 kPa		Pressione 100,0 kPa		Pressione 200,0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	37,0	0,00	58,8	0,00	81,0	0,00	107,5
0,25	50,0	0,25	71,0	0,25	95,0	0,25	126,0
0,50	50,5	0,50	72,0	0,50	95,5	0,50	126,5
1,00	51,2	1,00	73,2	1,00	96,0	1,00	127,5
2,00	51,3	2,00	73,8	2,00	98,0	2,00	128,0
4,00	51,5	4,00	74,0	4,00	99,0	4,00	129,0
8,00	52,2	8,00	75,0	8,00	100,2	8,00	130,0
15,00	52,7	15,00	76,0	15,00	101,5	15,00	131,5
30,00	53,2	30,00	77,0	30,00	102,0	30,00	132,8
60,00	54,2	60,00	77,5	60,00	103,0	60,00	134,1
120,00	55,0	120,00	78,0	120,00	104,1	120,00	135,1
240,00	55,5	240,00	79,0	240,00	105,0	240,00	136,2
480,00	56,2	480,00	80,0	480,00	105,8	480,00	138,0
1440,00	58,8	1440,00	81,0	1440,00	107,5	1440,00	141,7

Pressione 400,0 kPa		Pressione 800,0 kPa		Pressione 1600,0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	141,7	0,00	180,0	0,00	229,2		
0,25	161,0	0,25	205,0	0,25	274,0		
0,50	163,0	0,50	207,0	0,50	274,5		
1,00	164,5	1,00	209,0	1,00	274,8		
2,00	165,9	2,00	211,0	2,00	274,9		
4,00	167,1	4,00	213,0	4,00	275,0		
8,00	168,5	8,00	214,9	8,00	276,2		
15,00	170,0	15,00	216,8	15,00	277,2		
30,00	171,3	30,00	218,4	30,00	279,9		
60,00	172,5	60,00	220,0	60,00	280,9		
120,00	174,0	120,00	222,0	120,00	284,0		
240,00	176,5	240,00	224,5	240,00	285,8		
480,00	177,8	480,00	226,8	480,00	287,9		
1440,00	180,0	1440,00	229,2	1440,00	292,5		







**ISOGEA S.r.l.**

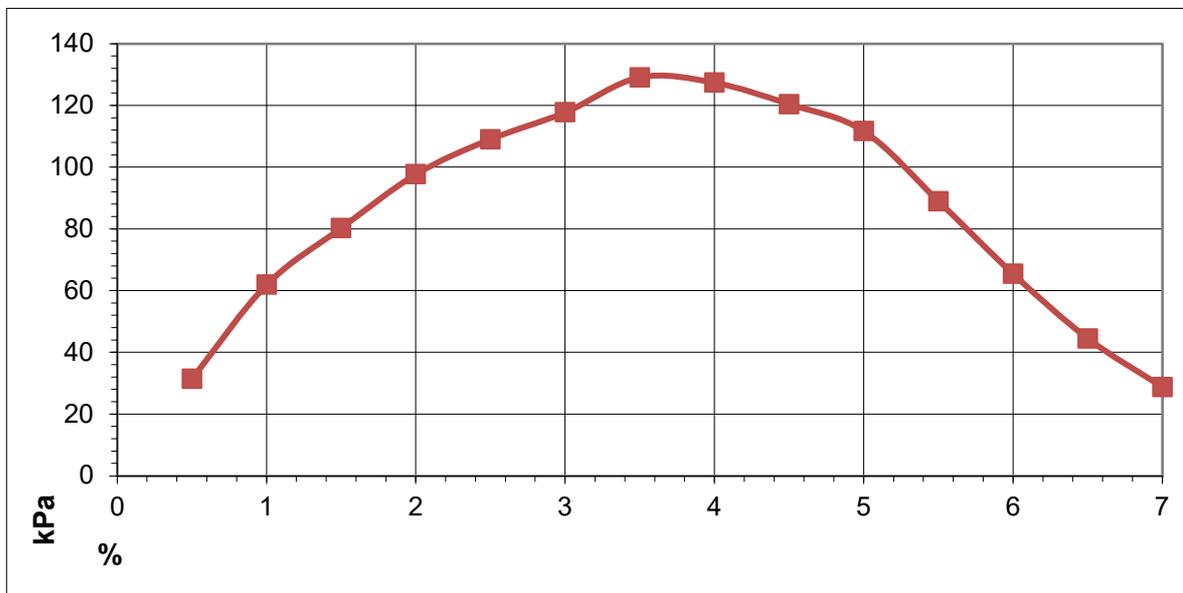
**Laboratorio geotecnico**

Certificazione Ufficiale - Settore «A» - Prove di laboratorio sulle terre  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
**Decreto 0007474 del 27/07/2012**  
 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Verbale d'accettazione:	002/23	Certificato n.:	7285	Data di emissione:	19/01/2023	
Committente:	Comune di Scafati		Sondaggio:	S1	Campione:	C2
Cantiere:	Adeguamento sismico Scuola Materna ed Elementare - Via Genova, Scafati (Sa)		Profondità:	7,00 - 7,50 (m)		
Stato del Campione:	Indisturbato					
Dimensione del campione	Lunghezza:	0,50 m	Diametro:	0,08 m		

Caratteristiche del provino		
Diametro	mm	38,1
Altezza	mm	76,2
Velocità di prova	mm/min	0,2
Umidità	%	52,3
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	16,34
Deformazione verticale a rottura	%	3,50
Pressione finale a rottura	kPa	129,1



Deposito piroclastico di colore marrone, addensato e molto umido, in cui si rinvencono rare pomici centimetriche subangolari, in abbondante matrice sabbiosa - limosa - argillosa.

Il responsabile della sperimentazione

Dott. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Roberto Lubrano

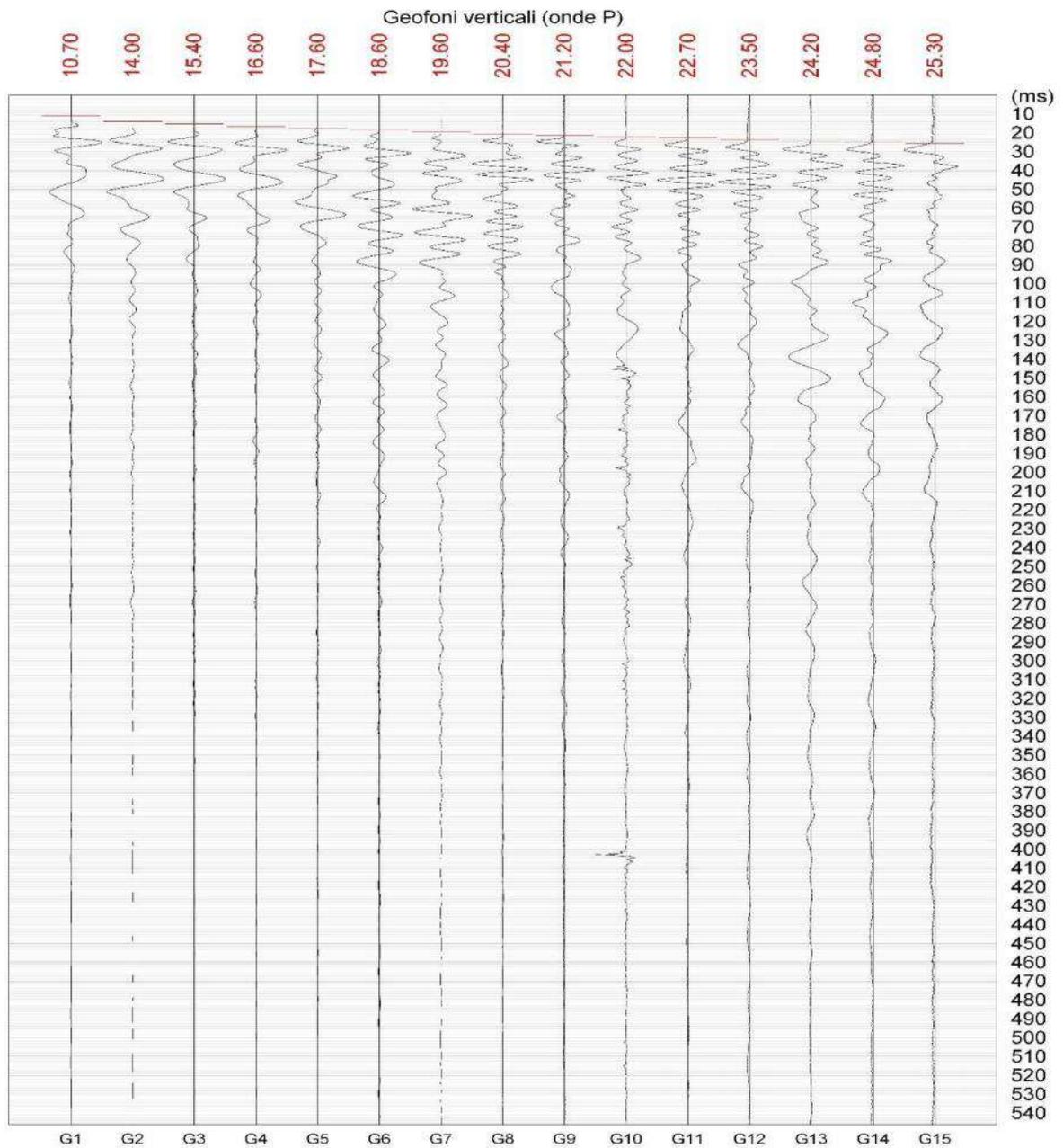
## **PROVE GEOFISICHE**

## PROVA DOWN HOLE

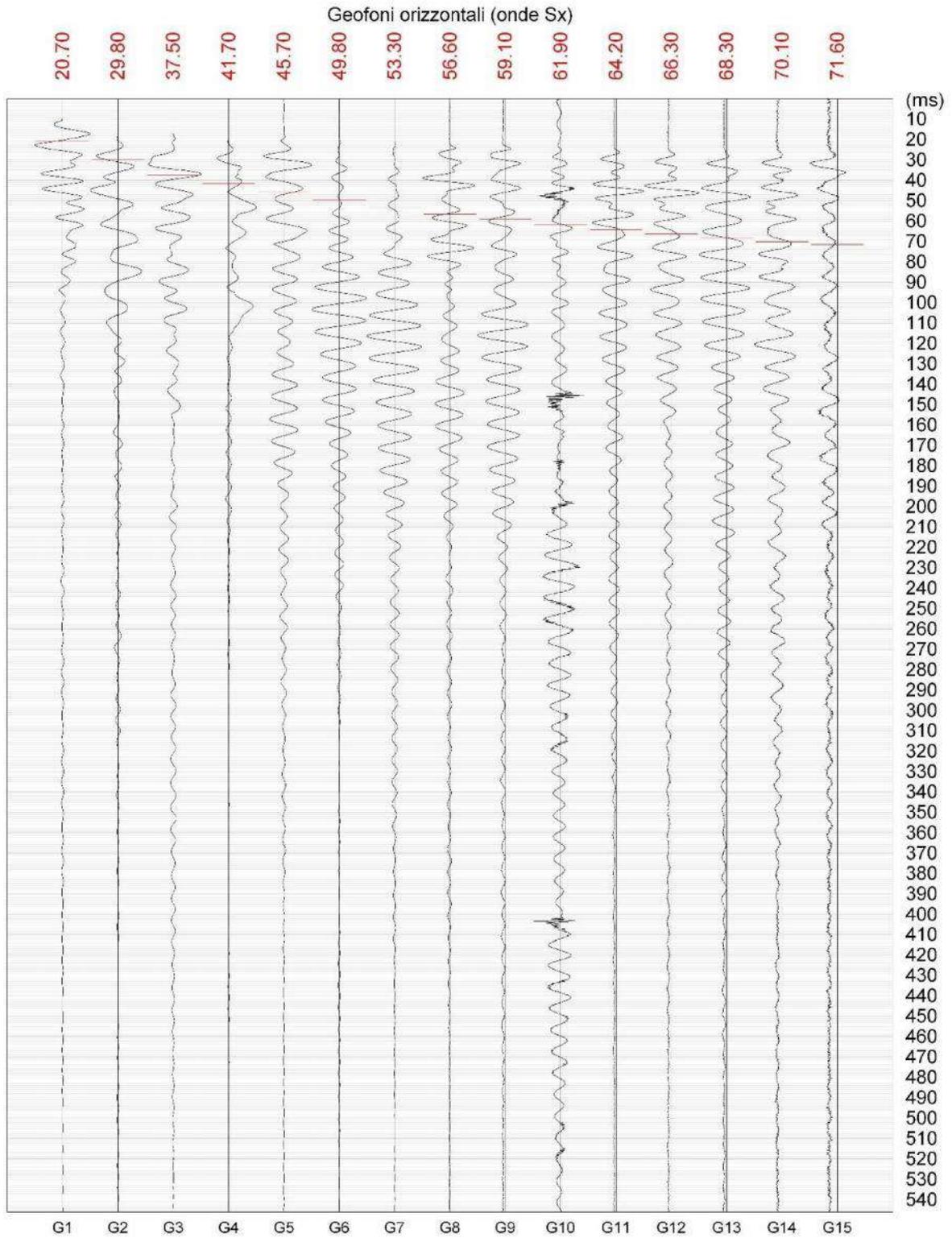
L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il programma Intersism 2.1 della Geo&soft International che permette di eseguire l'intero processo di elaborazione di una colonna sismostratigrafica.

Gli elaborati relativi all'indagine sismica down hole DH-S1 effettuata sono di seguito riportati in forma grafica e numerica.

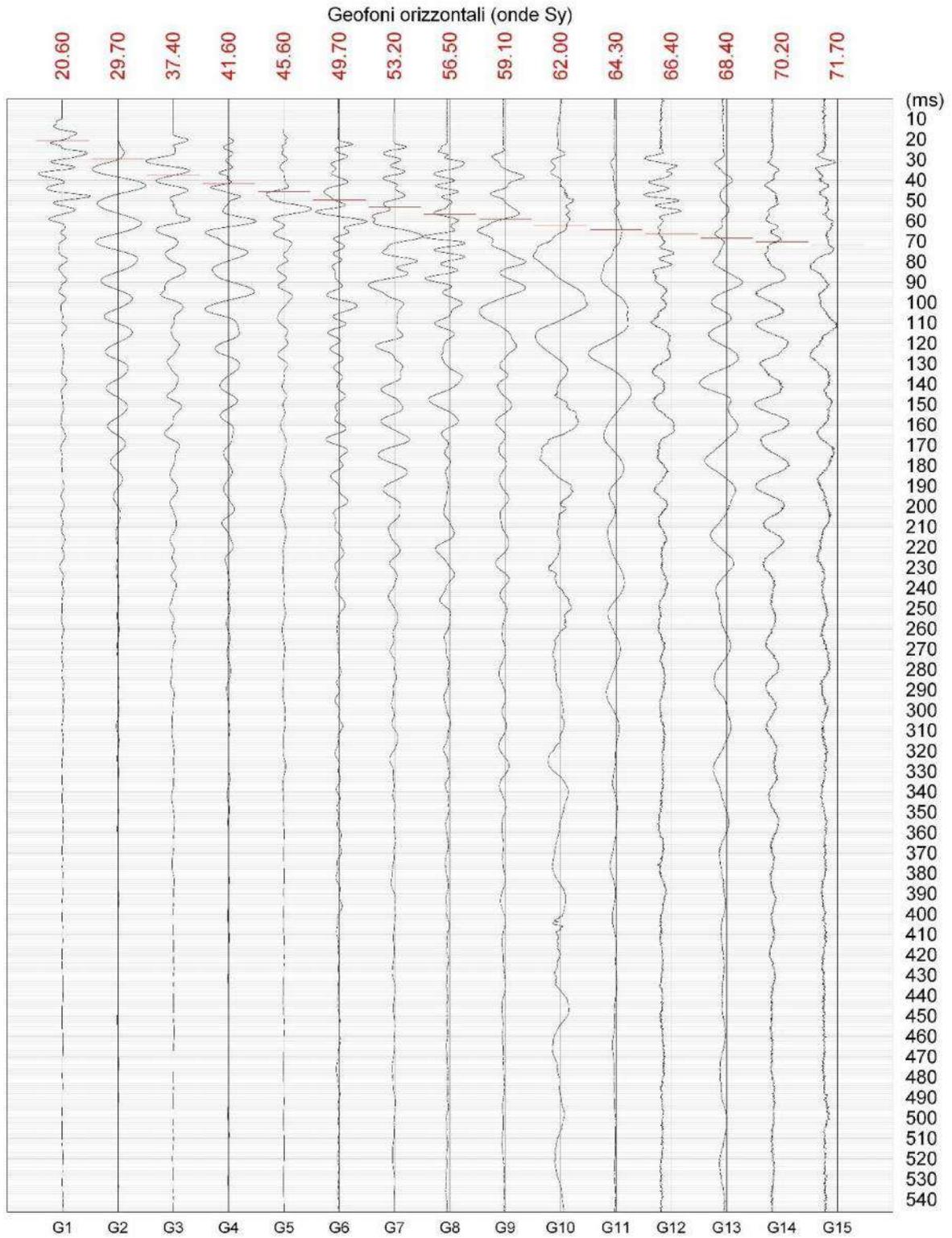
### Comune di Scafati (SA) - Scuola Materna ed Elementare - Via Genova Prospezione sismica in foro Down Hole DH-S1



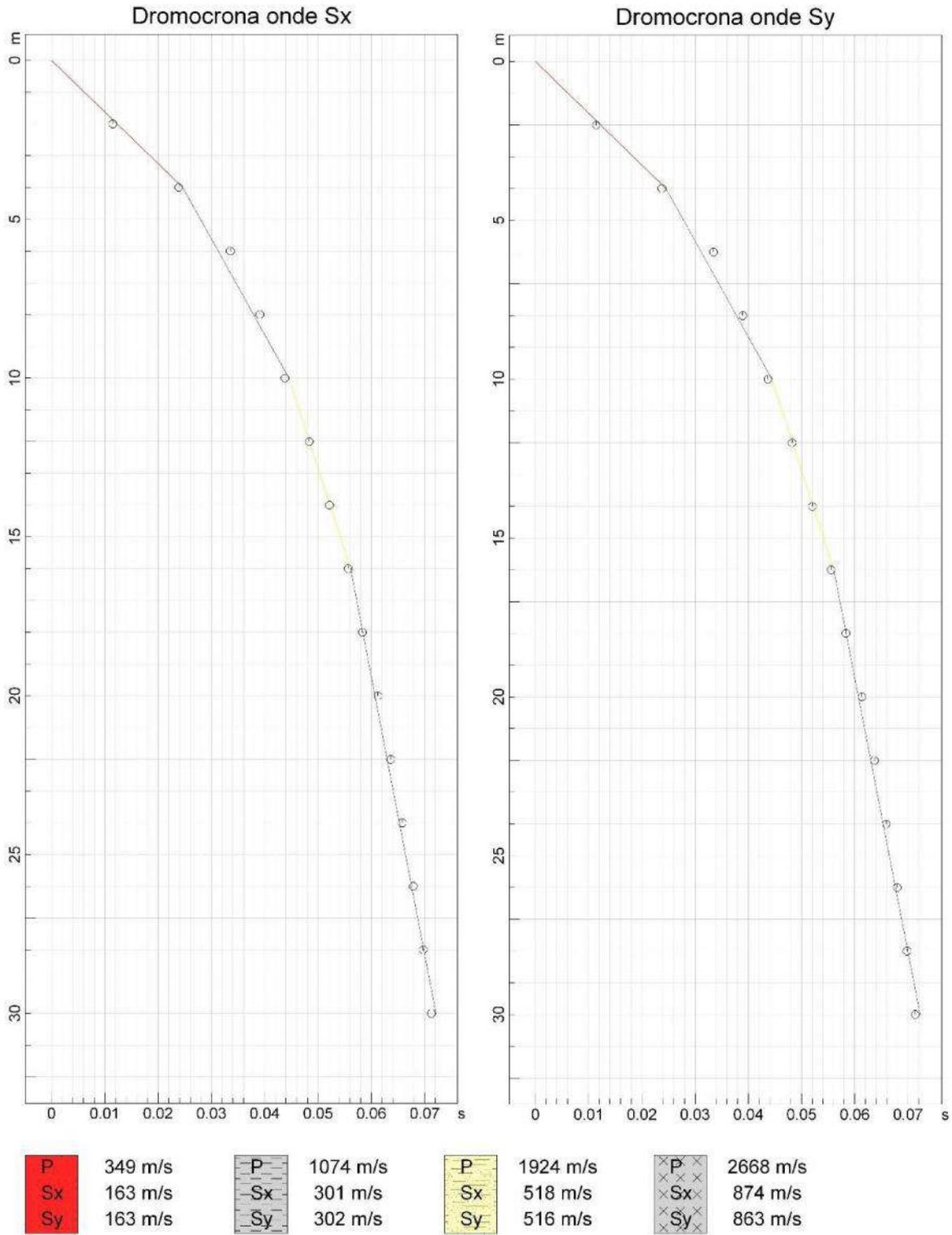
Comune di Scafati (SA) - Scuola Materna ed Elementare - Via Genova  
 Prospezione sismica in foro Down Hole DH-S1



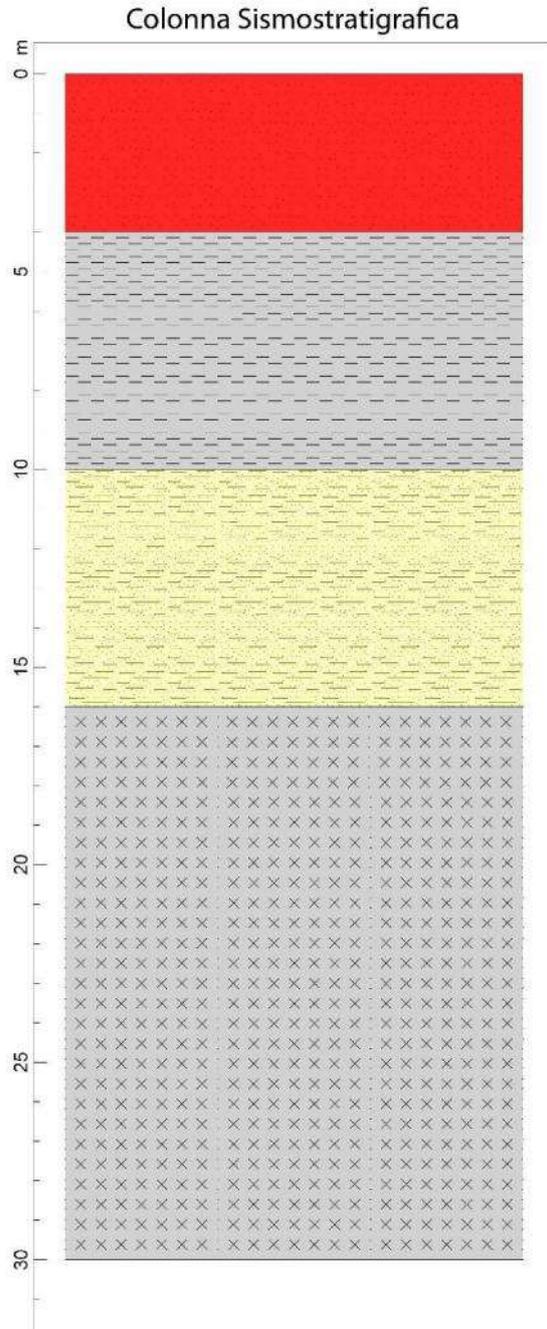
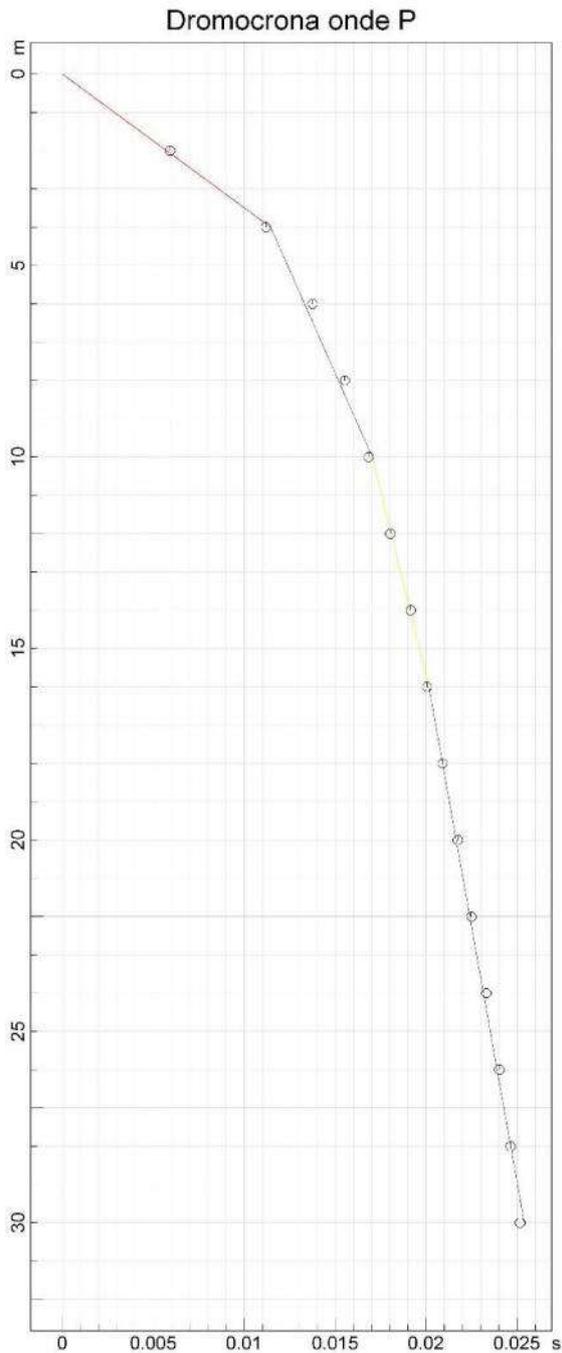
Comune di Scafati (SA) - Scuola Materna ed Elementare - Via Genova  
 Prospezione sismica in foro Down Hole DH-S1



Comune di Scafati (SA) - Scuola Materna ed Elementare - Via Genova  
 Prospezione sismica in foro Down Hole DH-S1



Comune di Scafati (SA) - Scuola Materna ed Elementare - Via Genova  
 Prospezione sismica in foro Down Hole DH-S1



<b>P</b>	349 m/s	<b>P</b>	1074 m/s	<b>P</b>	1924 m/s	<b>P</b>	2668 m/s
<b>Sx</b>	163 m/s	<b>Sx</b>	301 m/s	<b>Sx</b>	518 m/s	<b>Sx</b>	874 m/s
<b>Sy</b>	163 m/s	<b>Sy</b>	302 m/s	<b>Sy</b>	516 m/s	<b>Sy</b>	863 m/s

COMUNE DI SCAFATI (SA) - SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE - VIA  
 GENOVAPROSPEZIONE SISMICA IN FORO DOWN HOLE DH-S1  
 DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA  
 FORO = 3.00 [m]  
 PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	2.00	10.70	20.70	20.60	5.94	11.48	11.43
2	4.00	14.00	29.80	29.70	11.20	23.84	23.76
3	6.00	15.40	37.50	37.40	13.77	33.54	33.45
4	8.00	16.60	41.70	41.60	15.54	39.04	38.95
5	10.00	17.60	45.70	45.60	16.86	43.77	43.68
6	12.00	18.60	49.80	49.70	18.04	48.31	48.22
7	14.00	19.60	53.30	53.20	19.16	52.12	52.02
8	16.00	20.40	56.60	56.50	20.05	55.63	55.53
9	18.00	21.20	59.10	59.10	20.91	58.30	58.30
10	20.00	22.00	61.90	62.00	21.76	61.22	61.31
11	22.00	22.70	64.20	64.30	22.49	63.61	63.71
12	24.00	23.50	66.30	66.40	23.32	65.79	65.89
13	26.00	24.20	68.30	68.40	24.04	67.85	67.95
14	28.00	24.80	70.10	70.20	24.66	69.70	69.80
15	30.00	25.30	71.60	71.70	25.17	71.24	71.34

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	349
2	10	1074
3	16	1924
4	30	2668

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	4	163	0.36	37197	101212	120926
2	10	301	0.46	135902	396120	1549012
3	16	518	0.46	456151	1332804	5684818
4	30	874	0.44	1527752	4399600	12199445

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	4	163	0.36	37197	101212	120926
2	10	302	0.46	136806	398672	1547806
3	16	516	0.46	452635	1322826	5689506
4	30	863	0.44	1489538	4294554	12250397

VELOCITA' MEDIE VSeq 0-16

Geofono	V <sub>S16</sub> [m/s]
orizzontale Sx	285
orizzontale Sy	286

PROVA SISMICA MASW

E' stata eseguita una prospezione sismica MASW, con le caratteristiche riportate in tabella.

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>	<i>Offset - spacing (m)</i>
<b>MASW n.1</b>	<b>37,50</b>	<b>3,00 -4,50</b>

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo PASI 12 bit canali. La sorgente sismica è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 10 kg che batte su una piastra metallica). Come trigger/starter è stato utilizzato un piezoelettrico posto sul martello.

L'acquisizione è stata effettuata disponendo uno stendimento lineare composto da 12 geofoni, con distanza intergeofonica pari a 3,00m, per una lunghezza complessiva di 33,0 m.

I punti di energizzazione sono stati posizionati all'inizio dello stendimento geofonico con offset di 3,00m e 4,50m; in questo modo sono state ottenute due acquisizioni da 12 tracce. Queste, una volta interlacciate, restituiscono un'unica acquisizione da 24 tracce sismiche per una lunghezza di 37,50 m.

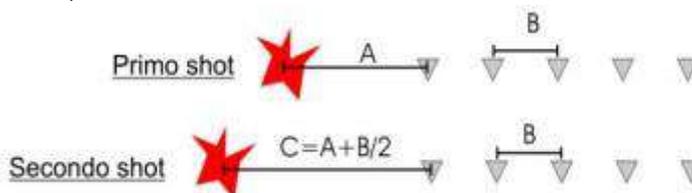


Figura 33. Ricostruzione di una acquisizione da 24 tracce

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

MASW1

Gli elaborati relativi alla prova effettuata sono di seguito riportati (Figg. 1- 5):

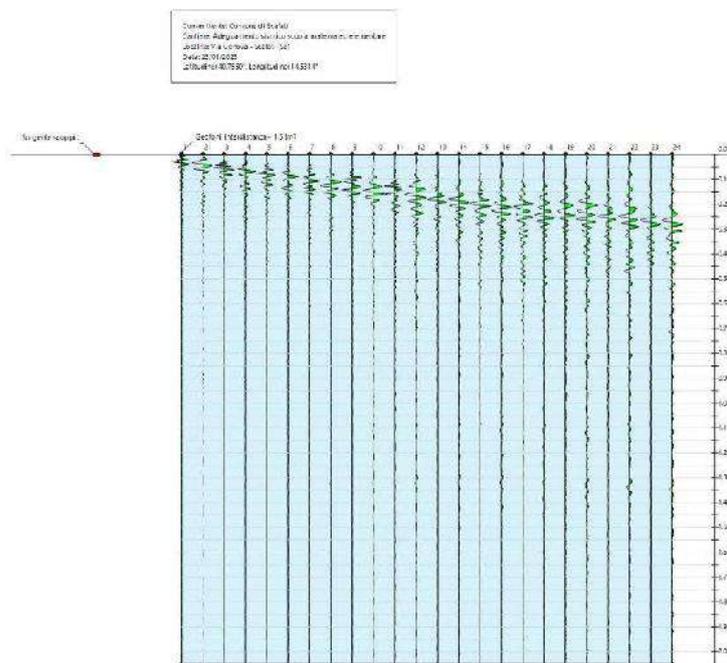


Figura 1 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1. Finestra temporale [0-2048]ms.

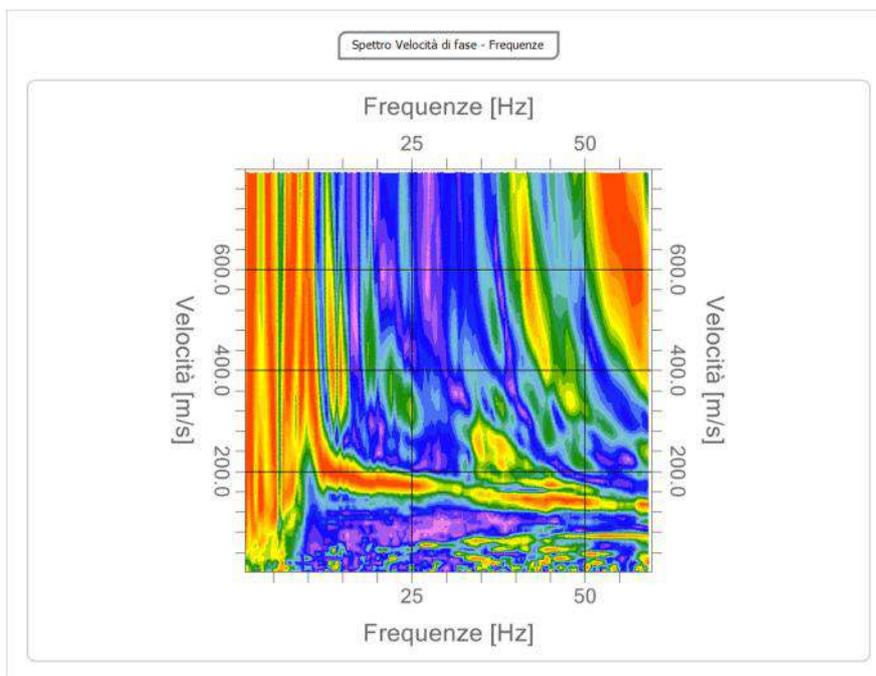


Figura 2 – Spettro - indagine Sismica MASW M1.

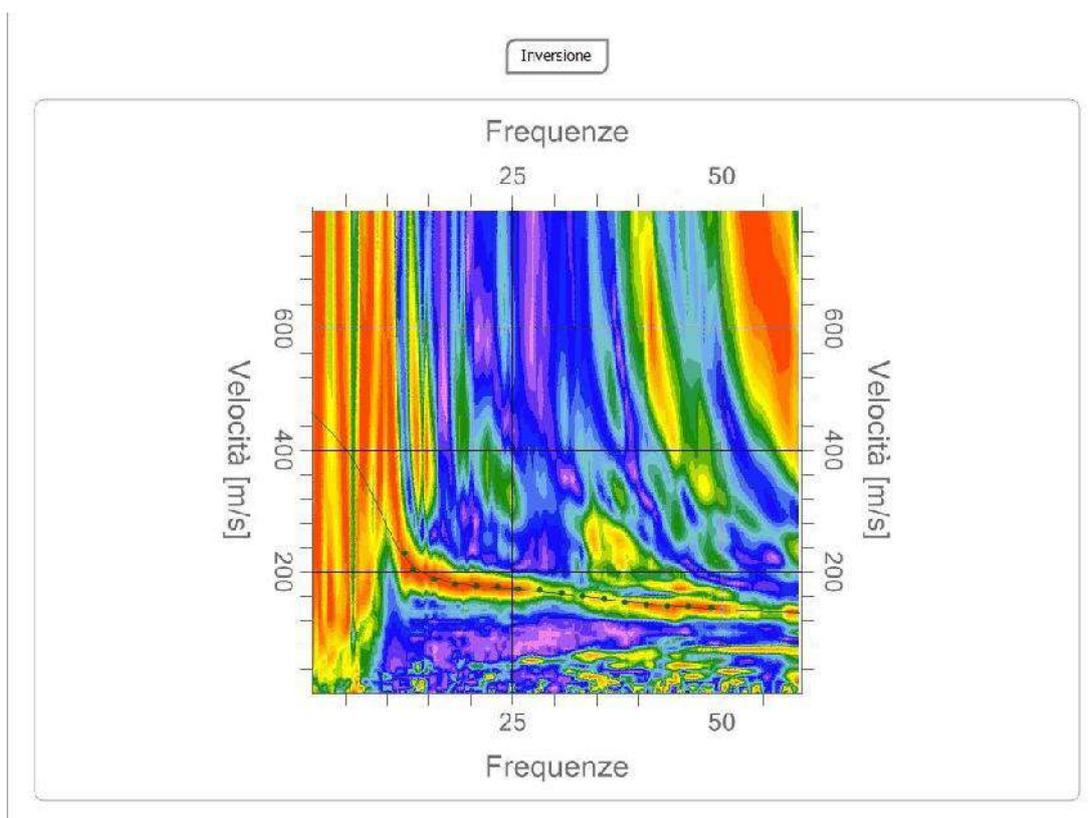


Figura 3 – Inversione - indagine Sismica MASW M1.

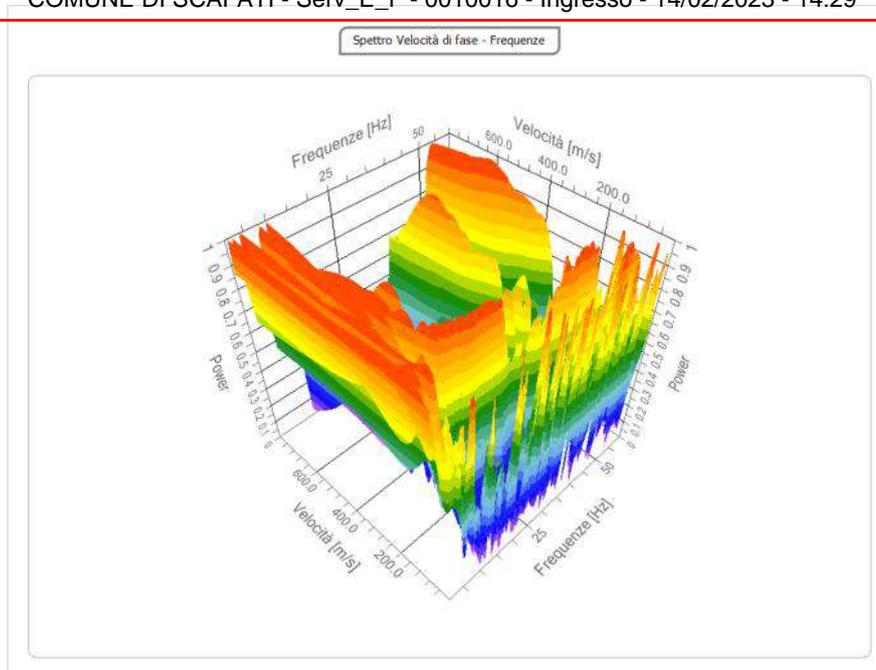


Figura 4 – Spettro Frequenza in 3D.

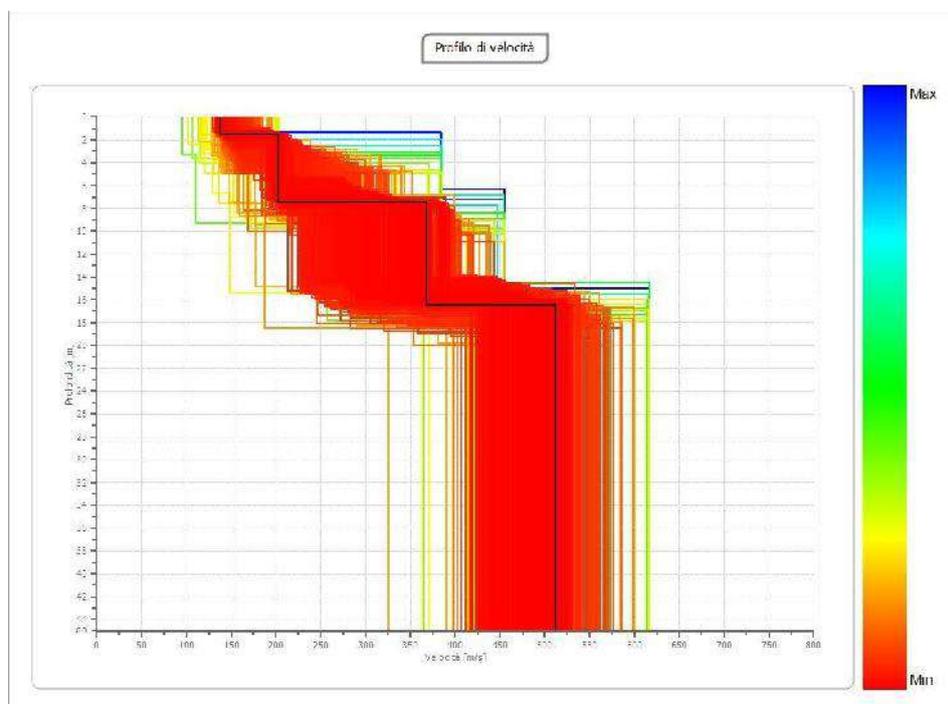


Figura 5 – Modello sismostratigrafico 2D delle VS ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

n.	Prof. [m]	Spess [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coeff. Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	1.61	1.61	141.51	264.74	1450.00	0.30	29.04	101.63	62.91	75.50
2	7.89	6.28	202.45	378.74	1650.00	0.30	67.62	236.68	146.52	175.82
3	15.86	7.97	443.57	829.84	1800.00	0.30	354.15	1239.54	767.34	920.80
4	30.00	14.14	817.31	1529.06	1800.00	0.30	1202.41	4208.42	2605.21	3126.25

Tabella 1 – Moduli elastici Masw1

Dove:

G0 = Modulo di deformazione al taglio; Ed = Modulo edometrico;  
 M0 = Modulo di compressibilità volumetrica; Ey = Modulo di Young.

## PROVA HVSR - Acquisizione ed elaborazione dati

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale  $T=1800s$ , sono state effettuate con passo di campionamento  $dt=2.048ms$ .

Di seguito si riportano i grafici delle registrazioni dei microtremori nelle tre componenti ortogonali tra loro (verticale ed orizzontali) (Figg. 1 - 2).

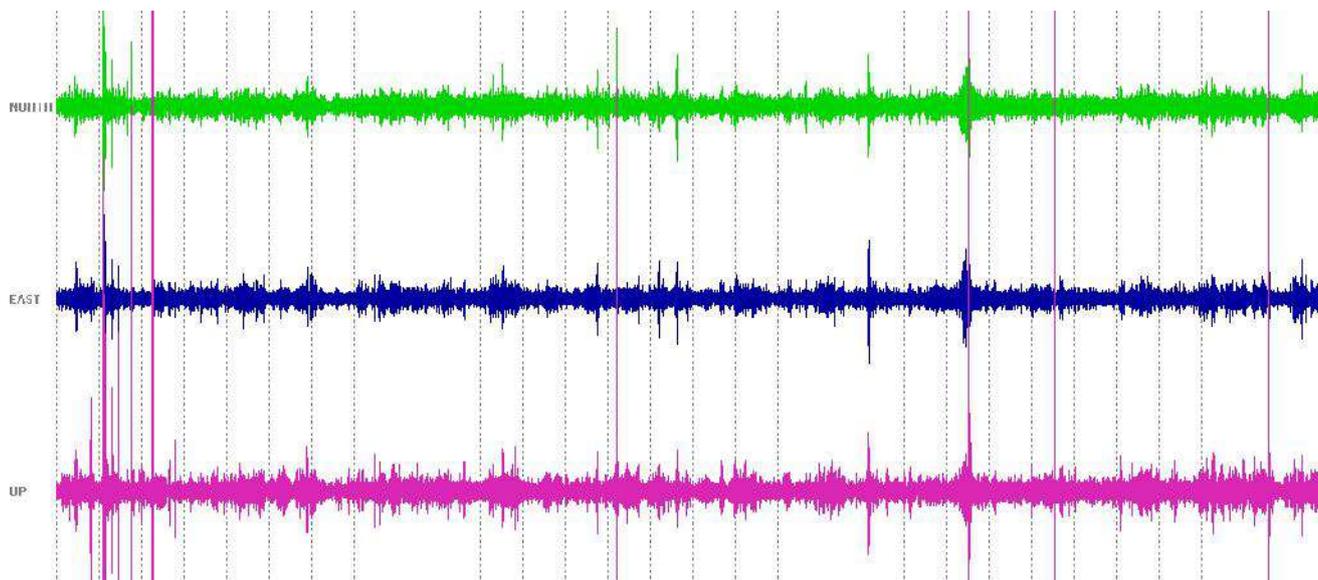


Fig. 1 – Segnali sismici del microtremore acquisito nelle tre componenti ortogonali tra loro (verticale ed orizzontali) – HVSR n. 1.

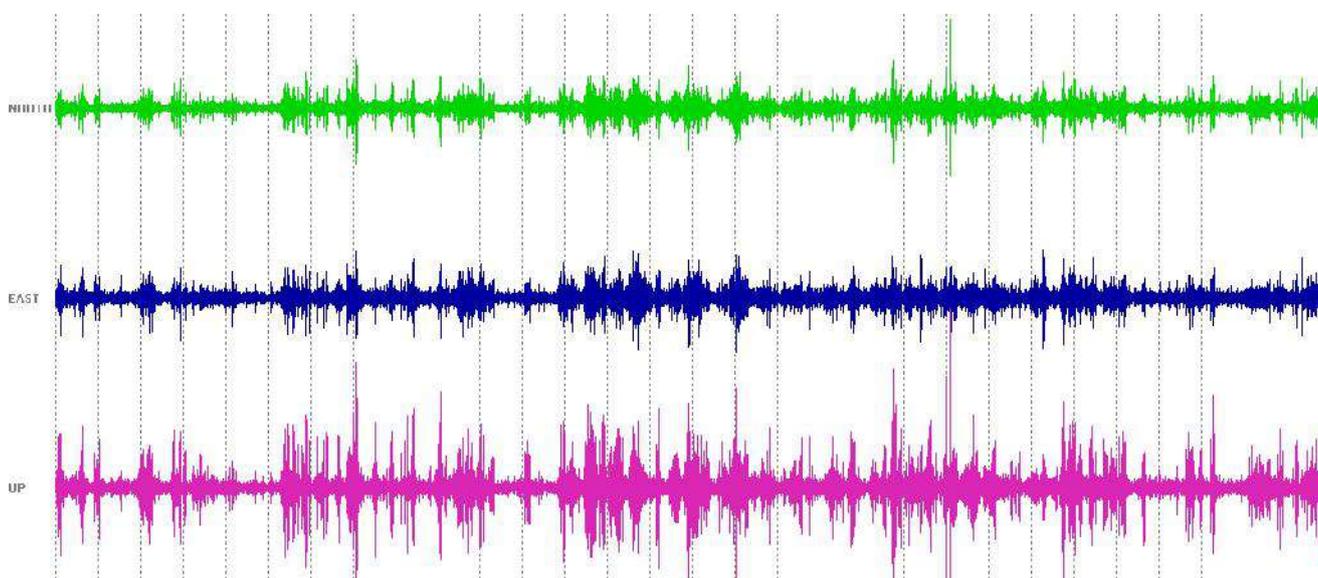
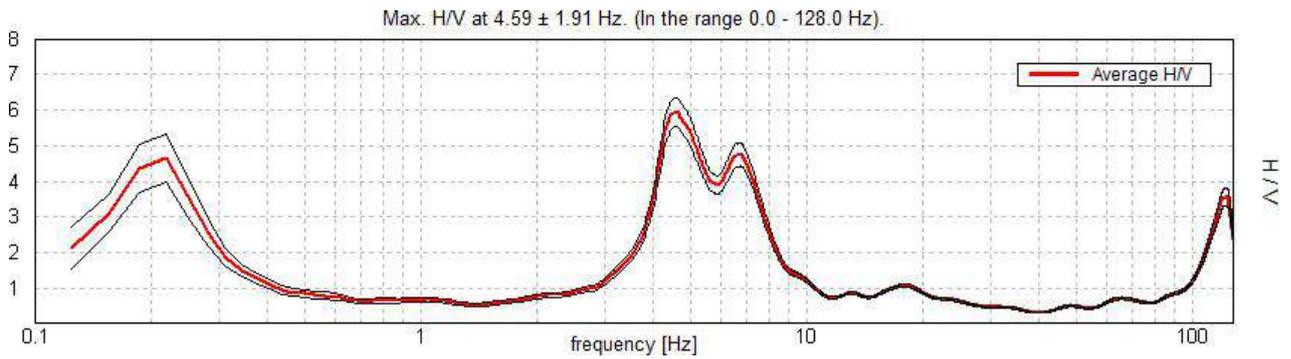


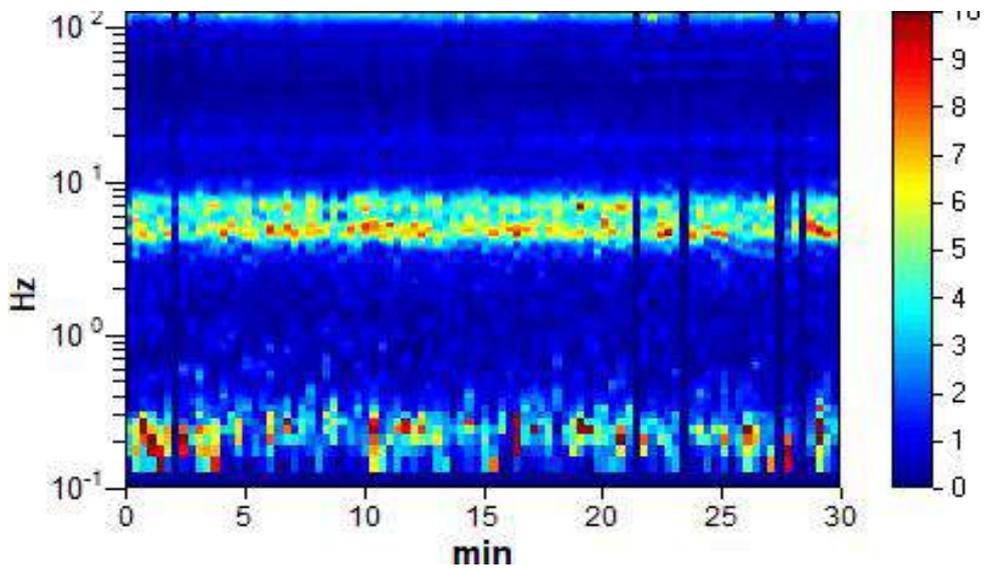
Fig. 2 – Segnali sismici del microtremore acquisito nelle tre componenti ortogonali tra loro (verticale ed orizzontali) – HVSR n. 2.

### Risultati - HVSR

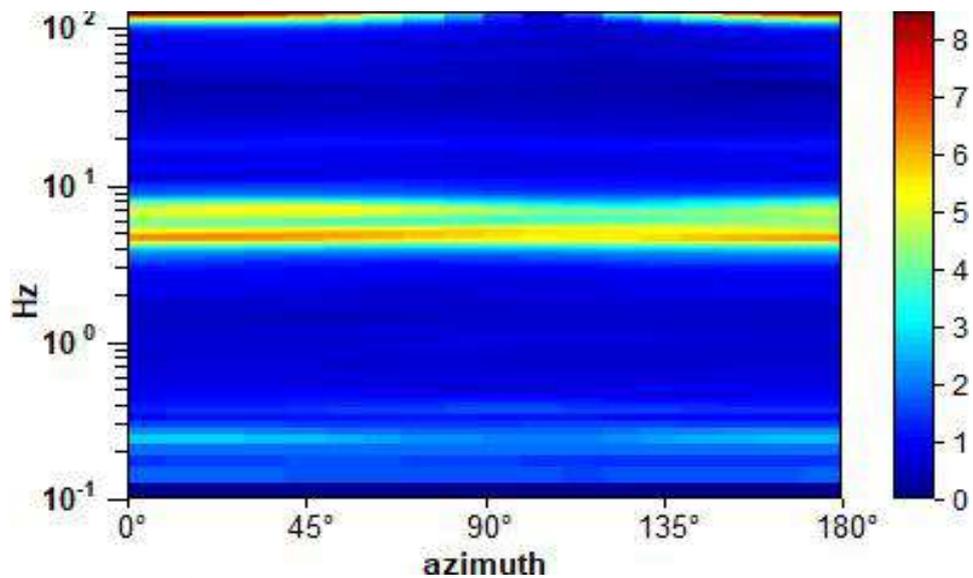
L'elaborazione del segnale della prospezione sismica a stazione singola n.1 effettuata permette di evidenziare un picco  $f_0$  pari a 4.59 Hz, con un'ampiezza pari a 5.94. Di seguito si riportano le curve H/V Spectral Ratio dell'analisi effettuata ed i relativi grafici (Figg. 3 - 10) e la valutazione dei criteri del progetto Sesame (Tab. 1 - 2).



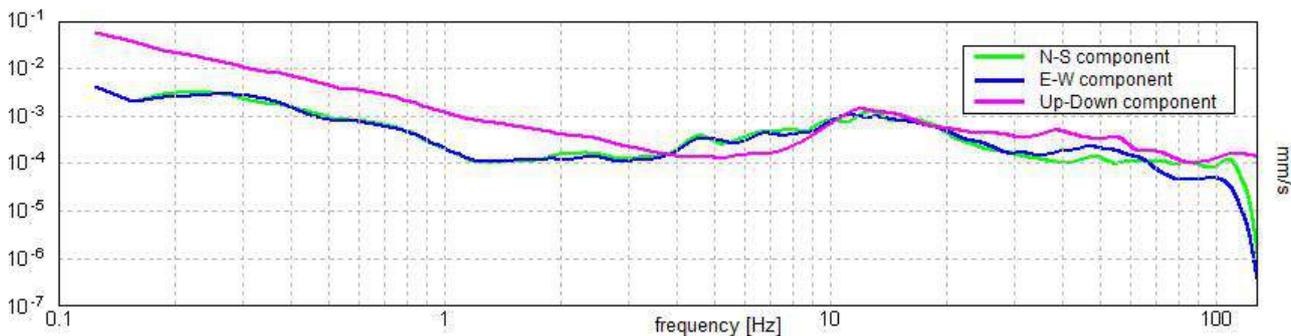
**Fig. 3 – Andamento del rapporto H/V per il gruppo di registrazioni effettuate – HVSR n. 1. Nel grafico la curva rossa rappresenta il rapporto H/V medio, mentre le curve nere, dette “curve di confidenza”, sono il risultato della moltiplicazione (curva superiore) e della divisione (curva inferiore) dei valori del rapporto H/V medio per la deviazione standard.**



**Fig. 4 – Grafico del segnale nella serie temporale H/V – HVSR n. 1.**



**Fig. 5 – Grafico di direzionalità della curva HV – Il grafico mostra l’ampiezza del rapporto H/V per ogni 10° di rotazione – HVSR n. 1.**



**Fig. 6 - Diagramma del Rapporto degli Spettri orizzontali (colori verde e blu) su verticale (colore viola) – HVSR n. 1.**

**Max. H/V at 4.59 ± 1.91 Hz (in the range 0.0 - 128.0 Hz).**

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	4.59 > 0.50	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	8268.8 > 200	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 221 times	<b>OK</b>	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.875 Hz	<b>OK</b>	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.813 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	5.94 > 2	<b>OK</b>	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.41603  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.91112 < 0.22969$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.408 < 1.58$	<b>OK</b>	

**Tab. 1 - Criteri Sesame, 2004 per la valutazione dell'affidabilità statistica della curva HV e della chiarezza dei picchi di risonanza individuati – HVSR n. 1.**

L'elaborazione dei segnali della prospezione sismica a stazione singola n.2 effettuata permette di evidenziare un picco  $f_0$  pari a 4.69 Hz, con un'ampiezza pari a 4.31.

Di seguito si riportano le curve H/V Spectral Ratio dell'analisi effettuata ed i relativi grafici (Figg. 12 – 15) e la valutazione dei criteri del progetto Sesame (Tab. 8).

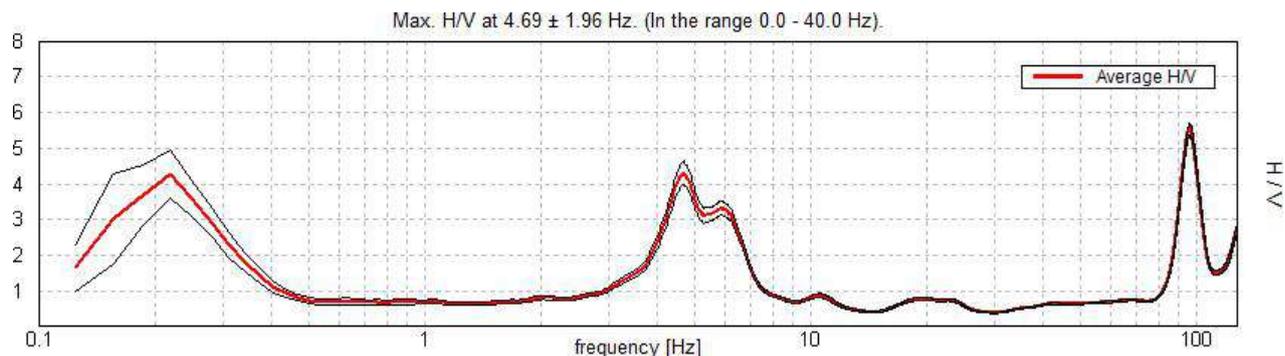


Fig. 7 – Andamento del rapporto H/V per il gruppo di registrazioni effettuate – HVSR n. 2. Nel grafico la curva rossa rappresenta il rapporto H/V medio, mentre le curve nere, dette “curve di confidenza”, sono il risultato della moltiplicazione (curva superiore) e della divisione (curva inferiore) dei valori del rapporto H/V medio per la deviazione standard.

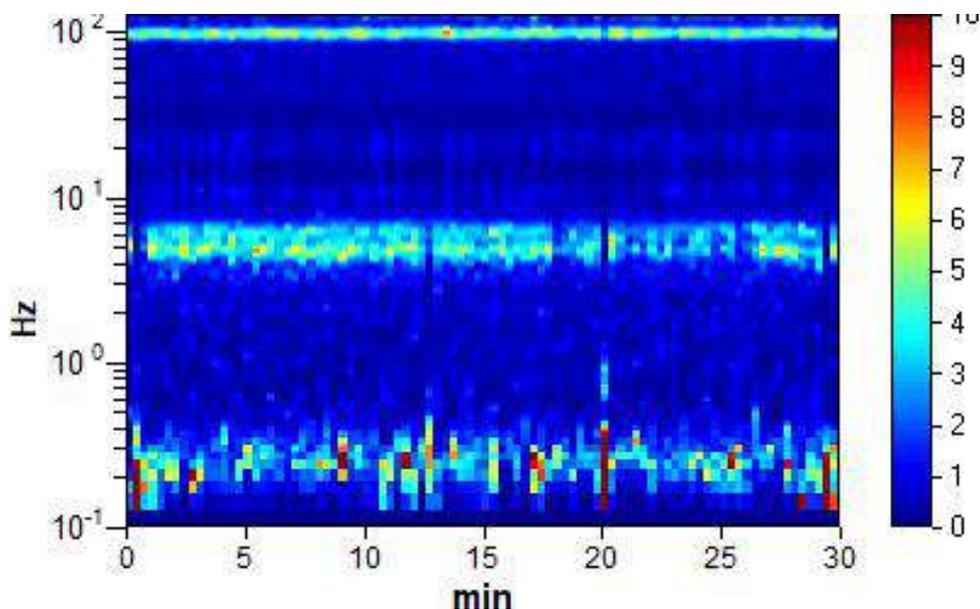


Fig. 8 – Grafico del segnale nella serie temporale H/V – HVSR n. 2

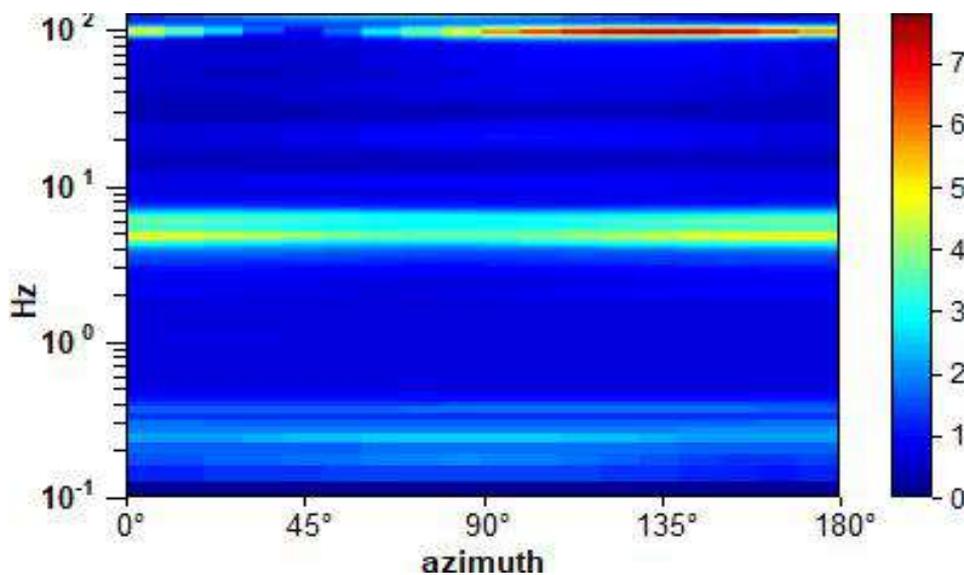


Fig. 9 – Grafico di direzionalità della curva HV – Il grafico mostra l’ampiezza del rapporto H/V per ogni 10° di rotazione – HVSR n. 2.

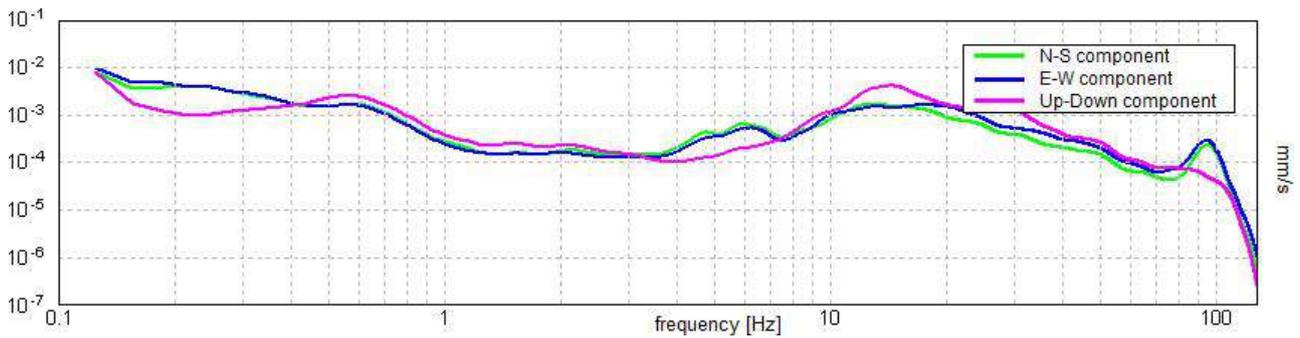


Fig. 10 - Diagramma del Rapporto degli Spettri orizzontali (colori verde e blu) su verticale (colore viola) – HVSR n. 2.

Max. H/V at  $4.69 \pm 1.96$  Hz (in the range 0.0 - 40.0 Hz).

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.69 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$8437.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 226 times	OK	

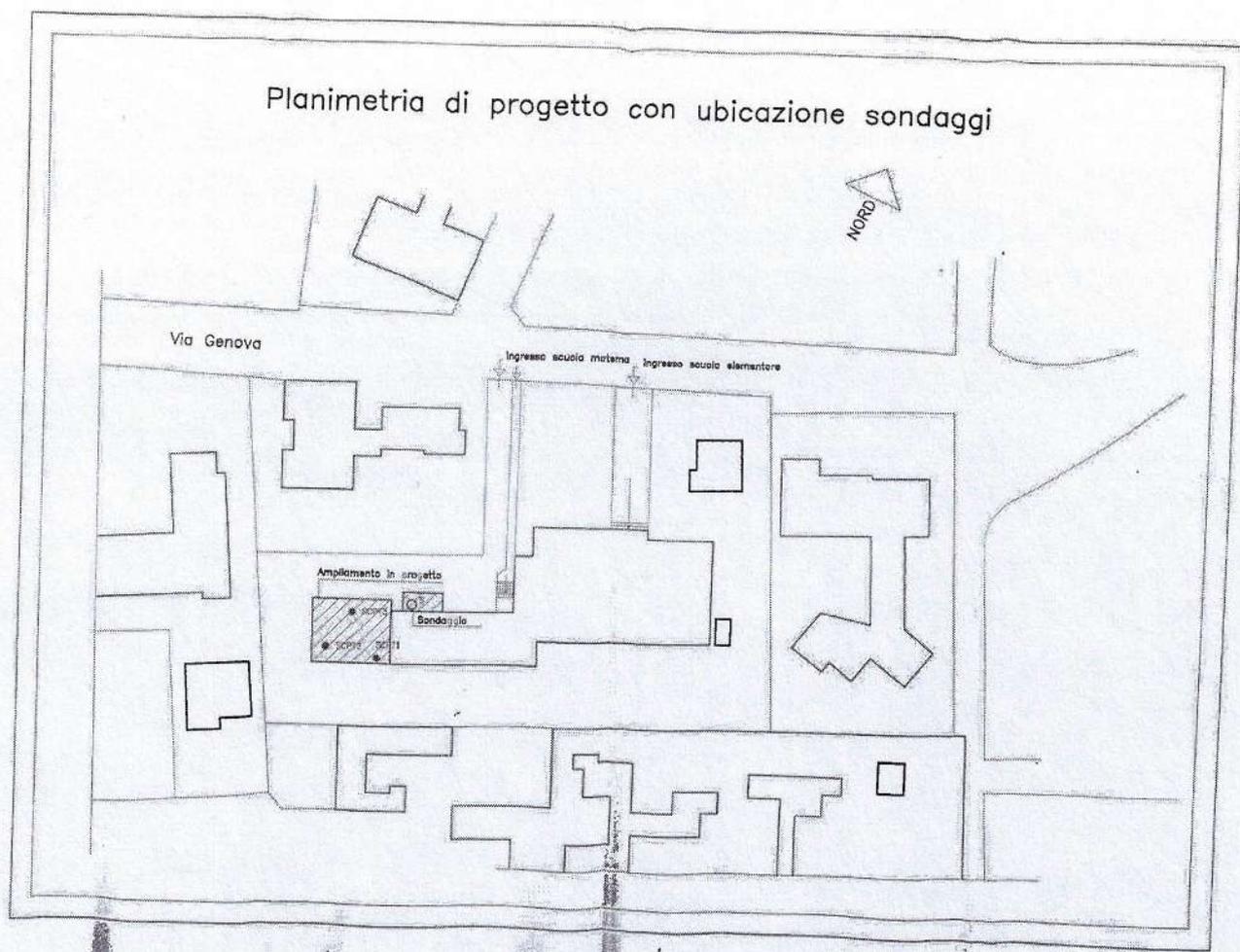
**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.906 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.31 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.41898  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.96399 < 0.23438$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.324 < 1.58$	OK	

Tab. 2 - Criteri Sesame, 2004 per la valutazione dell'affidabilità statistica della curva HV e della chiarezza dei picchi di risonanza individuati – HVSR n. 2

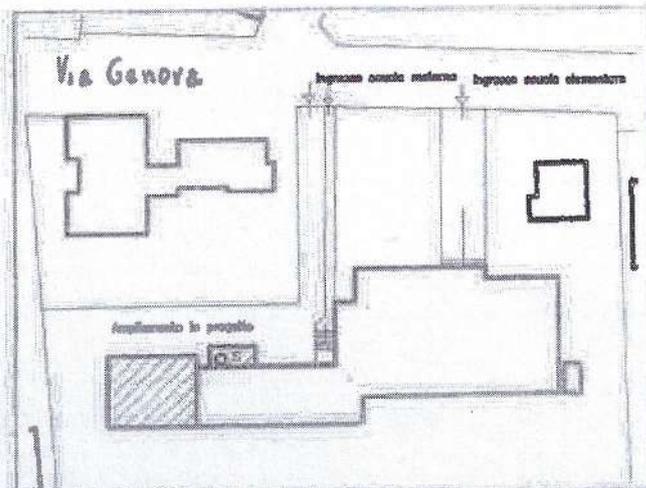
## **PROVE DISPONIBILI**



SCHEDA STRATIGRAFICA N. 314

comune SCAFATI  
via GENOVA - SCUOLA ELEMENTARE

data 19-10-97  
sondaggio S1



firma

PALEOSUD S.R.L.

	FACIES	C	TERRENI ATTRAVERSATI
0.00			MASSETTO CON MANTO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO
0.50			RIPORTO VARIO - SABBIOSO GHIAIOSO
1.00			SABBIA A GRANA GROSSA CON LIMO GRIGIO-SCURA
1.50			LAPILLO CON SABBIA E LIMO GRIGIO-GENERE - DRUMO
2.00			SABBIA CON LIMO E LAPILLO
2.50			LIMO CON SABBIA FINE GIALLO-GRIGIO
3.00			LAPILLO SABBIOSO-LIMOSO
3.50			
4.00			
5.40			SABBIA FINE CON LIMO ED INCLUSIONI SCORIEE
11.70			SABBIA LIMOSA FINE COMPATTA

12.30

*Paleosud*

12.30

14.40			GHIAIA - FERRUGINE CON SABBIA A GRANA GROSSA ROSSO-BRUNA
15.00			SPUMA LAVICA
15.50			FINE STRATIGRAFIA

*Palomares*

\*\*\* PALEOSUD S.N.C. \*\*\*

80058 TORRE ANNUNZIATA - VIA TAGLIAPIETRA, 15 - TEL. 081-8623777

Certificato N : 301-AA

Data : 04-11-97

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

COMMITTENTE : DR. CAVALLARO GIOVANNA SCAFATI

CANTIERE : SCUOLA ELEMENTARE VIA GENOVA

PENETROMETRO : SCPT

COMUNE : SCAFATI

LOCALITA' : VIA. GENOVA

PICCHETTO : 1 /

PROVA N. RO : 1 DEL : 04-11-97

INIZIO A ML : 0.50

Q.TA FALLA : 4.50

Q.TA PIANO CAMPAGNA : 0.00

COMMENTI :

IL TECNICO : DR. CIRILLO M.

LABORATORIO : PALEOSUD

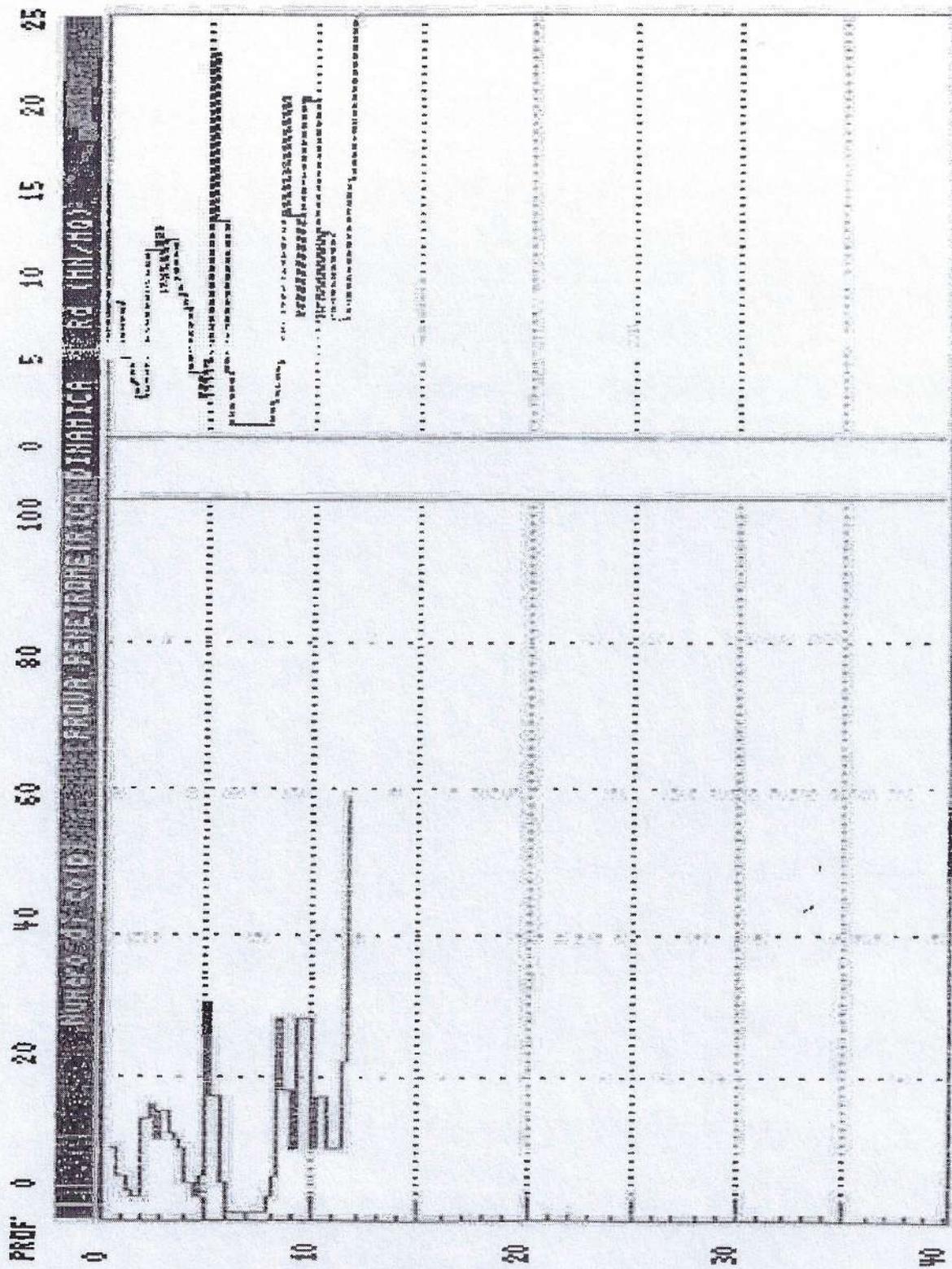
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

CERTIFICATO N.RO 1 301-AA

CANTIERE 1 SCUOLA ELEMENTARE VIA BENOVA

PROF.	NC	RD.	PROF.	NC	RD.	PROF.	NC	RD	PROF.	NC	RD
0.60	10	87.74									
0.90	6	52.64									
1.20	4	35.10									
1.50	3	25.99									
1.80	3	25.99									
2.10	14	121.28									
2.40	16	136.87									
2.70	11	94.10									
3.00	15	128.32									
3.30	12	102.66									
3.60	11	92.94									
3.90	10	84.49									
4.20	5	42.25									
4.50	3	25.04									
4.80	6	50.08									
5.10	30	250.38									
5.40	17	140.17									
5.70	5	41.23									
6.00	1	8.25									
6.30	1	8.25									
6.60	1	8.15									
6.90	1	8.15									
7.20	1	8.15									
7.50	1	8.05									
7.80	3	24.15									
8.10	6	48.31									
8.40	28	222.82									
8.70	18	143.24									
9.00	10	79.58									
9.30	28	222.82									
9.60	28	220.26									
9.90	10	78.66									
10.20	17	133.73									
10.50	17	132.21									
10.80	10	77.77									
11.10	10	77.77									
11.40	22	169.17									
11.70	59	453.69									

LEGENDA : PROF. = PROFONDITA' DI INFISSIONE m.  
 NC = NUMERO COLPI N.RO  
 RD = RESISTENZA DINAMICA daN/cm<sup>2</sup>



PALEOSUD S. N. C.

80058 TORRE ANNUNZIATA - VIA TAGLIAPIETRA, 15 - TEL 081-8623777

Certificato N : 302-AA

Data : 04-11-97

---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

COMMITTENTE : DR. CAVALLARO GIOVANNA SCAFATI

CANTIERE : SCUOLA ELEMNTARE VIA GENOVA SCAFATI

---

PENETROMETRO : SCPT

COMUNE : SCAFATI

LOCALITA' : VIA GENOVA

PICCHETTO : 2 /

PROVA N. RO : 2 DEL : 01-11-97

INIZIO A. KL : 0.60

Q. TA FALDA : 2.01

Q. TA PIANO CAMPASNA : 0.00

---

COMMENTI :

---

IL TECNICO : DR. CIRILLO M.

LABORATORIO : PALEOSUD

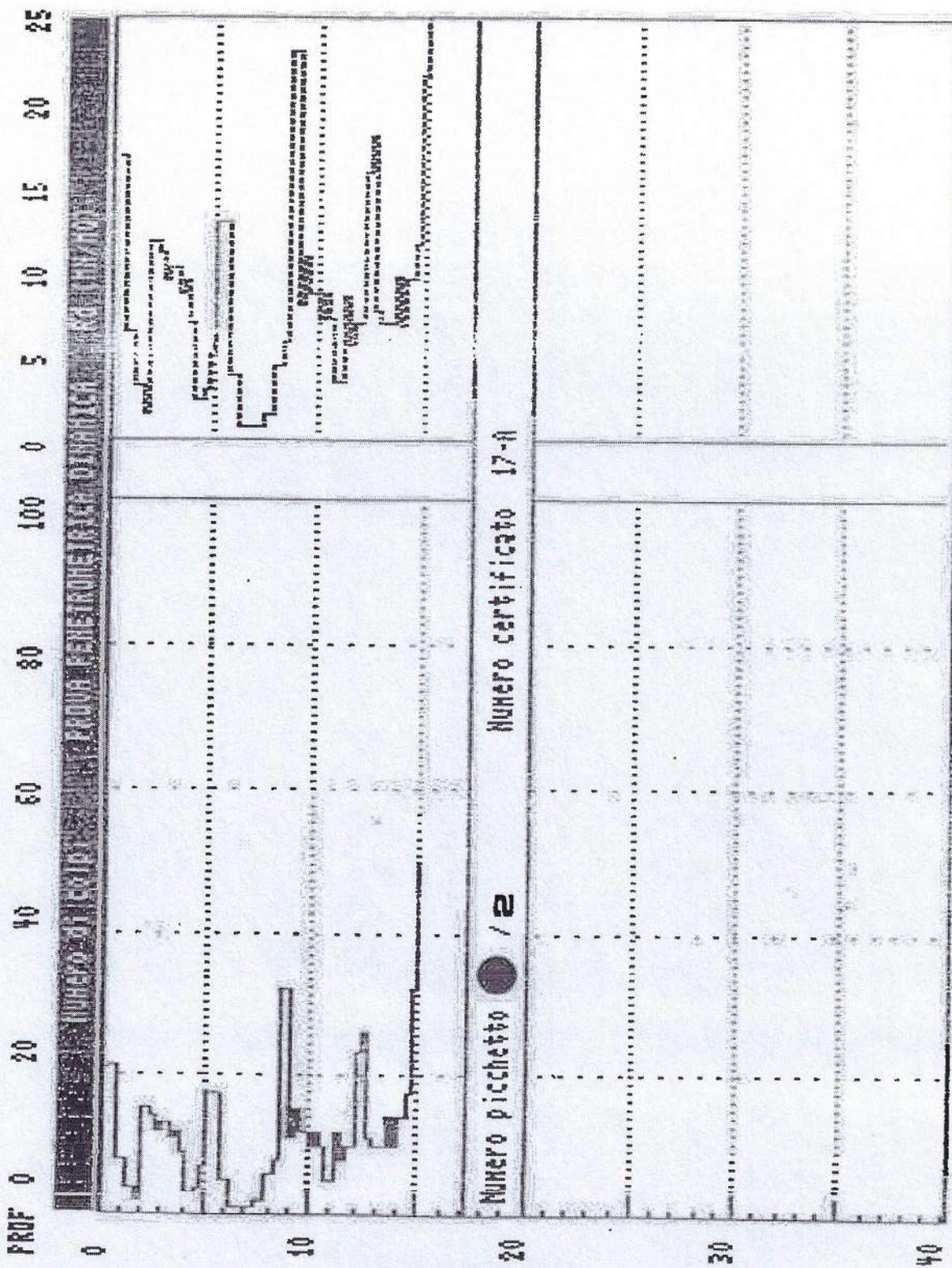
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**

CERTIFICATO N.RO : 302-AA

CANTIERE : SCUOLA ELEMENTARE VIA GENOVA SCAFATI

PROF.	NC	RD.	PROF.	NC	RD.	PROF.	NC	RD	PROF.	NC	RD
0.60	21	186.65									
0.90	8	70.19									
1.20	4	35.10									
1.50	4	35.10									
1.80	2	17.33									
2.10	15	129.94									
2.40	14	121.28									
2.70	12	102.66									
3.00	13	111.21									
3.30	11	94.10									
3.60	12	102.66									
3.90	9	76.04									
4.20	3	25.35									
4.50	4	33.80									
4.80	7	58.42									
5.10	17	141.88									
5.40	17	141.88									
5.70	5	41.23									
6.00	5	41.23									
6.30	1	8.25									
6.60	1	8.25									
6.90	1	8.15									
7.20	1	8.15									
7.50	2	16.29									
7.80	6	48.31									
8.10	6	48.31									
8.40	8	64.41									
8.70	32	254.65									
9.00	11	87.54									
9.30	15	119.37									
9.60	12	95.49									
9.90	10	78.66									
10.20	12	94.40									
10.50	10	73.66									
10.80	5	38.88									
11.10	12	93.32									
11.40	8	62.22									
11.70	10	76.90									
12.00	23	176.86									
12.30	26	199.93									
12.60	11	84.59									
12.90	10	76.04									
13.20	10	76.04									
13.50	14	106.46									
13.80	10	75.21									
14.10	14	105.29									
14.40	17	127.85									
14.70	32	238.64									
15.00	50	371.94									

**LEGENDA :** PROF. = PROFONDITA' DI INFISSIONE m.  
 NC = NUMERO COLPI N.RO  
 RD = RESISTENZA DINAMICA daN/caq



\*\*\* PALEOSUD S. N. C. \*\*\*

80058 TORRE ANNUNZIATA - VIA TAGLIAPIETRA,15- TEL.081-8623777

Certificato N : 303-AA

Data : 04-11-97

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**

COMMITTENTE : DR. CAVALLARO GIOVANNA SCAFATI

CANTIERE : SCUOLA ELEMENTARE VIA GENOVA SCAFATI

PENETROMETRO : SCPT

COMUNE : SCAFATI

LOCALITA' : VIA GENOVA

PICCHETTO : 3 /

PROVA N. RO : 3 DEL : -

FINE A ML : 13.50

Q.TA PIANO CAMPAGNA : 6.50

COMMENTI :

IL TECNICO : DR. CIRILLO M.

LABORATORIO : PALEOSUD

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

CERTIFICATO N.RO : 303-AA

CANTIERE : SCUOLA ELEMENTARE VIA BENOVA SCAFATI

PROF.	NC	RD.	PROF.	NC	RD.	PROF.	NC	RD	PROF.	NC	RD
0.60	17	151.10									
0.90	8	70.19									
1.20	4	35.10									
1.50	5	43.87									
1.80	5	43.31									
2.10	19	164.60									
2.40	12	103.96									
2.70	11	94.10									
3.00	12	102.66									
3.30	10	85.53									
3.60	10	85.53									
3.90	8	67.59									
4.20	2	16.90									
4.50	5	42.25									
4.80	11	91.81									
5.10	6	50.08									
5.40	2	16.69									
5.70	2	16.49									
6.00	1	8.25									
6.30	1	8.25									
6.60	1	8.25									
6.90	1	8.15									
7.20	1	8.15									
7.50	1	8.15									
7.80	6	48.31									
8.10	31	249.60									
8.40	21	169.08									
8.70	4	31.83									
9.00	11	87.54									
9.30	16	127.33									
9.60	6	47.75									
9.90	6	47.20									
10.20	6	47.20									
10.50	12	94.40									
10.80	12	93.32									
11.10	6	46.66									
11.40	5	38.88									
11.70	2	15.38									
12.00	6	46.14									
12.30	5	38.45									
12.60	9	69.21									
12.90	4	30.42									
13.20	15	114.06									
13.50	15	114.06									

LEGENDA : PROF. = PROFONDITA' DI INFISSIONE m.  
 NC = NUMERO COLPI N.RO  
 RD = RESISTENZA DINAMICA daN/cm<sup>2</sup>

