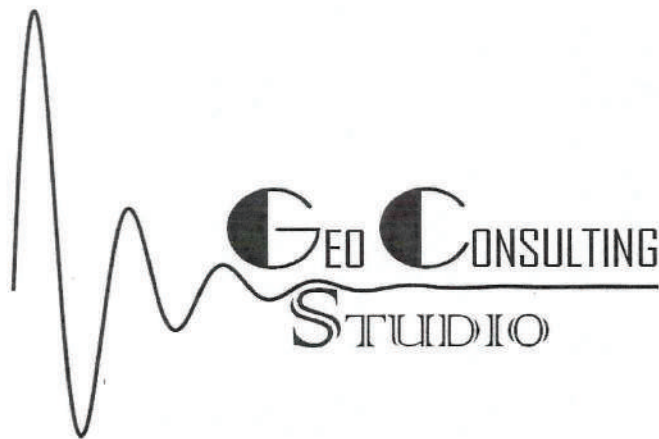


Studio di  
GEOLOGIA APPLICATA & AMBIENTALE

Dr. Alessandro Magliulo  
GEOLOGO



**COMUNE DI GIUGLIANO IN CAMPANIA**  
(Napoli)

## RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA E SISMICA

**“PROGETTO DI NUOVI LOCULI ED OSSARI NEL CIVICO CIMITERO”**

<b>COMMITTENTE</b>	Arch. Nicola D’Alterio per c/o dell’Amm. comunale
<b>LOCALITA’</b>	Cimitero comunale

**FRIGNANO**  
Gennaio 2018

<b>Allegati:</b>	<b>il Geologo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Corografia dell’area</li><li>- Carta Geologica con ubicazione indagini</li><li>- Carta Geomorfologica e della stabilità</li><li>- Carta Idrogeologica</li><li>- Carta di Microzonazione Sismica</li><li>- Sondaggio a carotaggio continuo</li><li>- Prova Penetrometrica DPSH</li><li>- Prova Sismica tipo MASW</li></ul>	<p>Dr. Alessandro Magliulo</p> <p>ALBO O.R.G. 2628</p>

<b>Il Progettista</b>	<b>La DD.LL</b>	<b>Il Collaudatore</b>

A termini di legge (Copyright) i risultati, disegni e testi della presente relazione, non potranno essere neanche parzialmente utilizzati, riprodotti o comunicati a terzi senza autorizzazione scritta

**INDICE**

1	Premessa	pag. 2
2	Piano delle indagini	pag. 2
3	Inquadramento geografico	pag. 4
4	Modello geologico	pag. 5
4.1	<i>Modello geotettonico di area vasta</i>	pag. 6
4.2	<i>Modello geomorfologico di sito</i>	pag. 7
4.2.1	<i>Cavità sotterranee</i>	pag. 7
4.3	<i>Modello geologico di sito</i>	pag. 8
5.	Idrografia ed idrogeologia	pag. 9
6.	Pericolosità sismica	pag. 11
6.1	<i>Caratterizzazione sismica di sito</i>	pag. 14
6.2	<i>Verifica alla liquefazione</i>	pag. 20
7	Caratterizzazione geomeccanica dei terreni	pag. 23
7.1	<i>Prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH</i>	pag. 23
7.2	<i>Caratterizzaz. e modellaz. geotecnica volume significativo</i>	pag. 24
8	Conclusioni	pag. 28

**ALLEGATI:**

I	Corografia dell'area comunale in scala 1:25.000
II	Carta geolitologica con ubicazione delle indagini 1:1000
III	Carta geomorfologica e della stabilità 1:1000
IV	Carta idrogeologica 1:1000
V	Carta di microzonazione sismica 1:1000
VI	Sondaggio a carotaggio continuo
VII	Grafici Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH
VIII	Prospezione sismica tipo MASW



## 1 PREMESSA

Facendo seguito ad incarico ricevuto dall'Arch. Nicola D'Alterio per c/o dell'amministrazione comunale del comune di Giugliano in Campania (NA), relativo ad un "Progetto di nuovi loculi ed ossari nel civico cimitero – Giugliano in Campania (NA)", il sottoscritto Dr. Geologo Alessandro Magliulo iscritto in data 24/Settembre/2013 all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con numero 2628 AP SEZ A, accettato l'incarico, ha eseguito uno studio di geologia tecnica finalizzato alla individuazione delle caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche e geotecniche della successione stratigrafica dell'area di studio e alla valutazione della fattibilità dell'opera in relazione alla stabilità d'insieme della zona. Tale studio è stato eseguito in ottemperanza a quanto prescritto dai seguenti dettami legislativi in materia:

- Legge Regionale 7 gennaio 1983 N° 9 recante "Norme per l'esercizio delle funzioni in materia di difesa del territorio dal Rischio Sismico" e s.m.i.;
- Decreto Min. LL.PP. 11 marzo 1988 e Circolare Min. LL.PP. 24 settembre 1988, N° 30483;
- Delibera di Giunta Regionale n°5447 del 7 novembre 2002 "Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania";
- Deliberazione n°248 del 24 gennaio 2003 della Giunta Regionale della Campania: "Circolare applicativa dell'Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania".
- DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». Gazzetta Ufficiale, SO n. 42 del 20 febbraio 2018

## 2. PIANO DELLE INDAGINI

Per la realizzazione di tale lavoro sono stati preliminarmente raccolti i dati bibliografici e quelli relativi a vari sondaggi geognostici già realizzati nell'area, integrati con un rilevamento geologico geomorfologico e idrogeologico dell'area.

E' stato quindi predisposto apposito piano delle indagini in sito consistite in:

- n°3 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti **DPSH**, realizzate in sito, effettuate con il penetrometro Pagani modello Statico/Dinamico tipo TG63/200KN, per la caratterizzazione dei parametri geomeccanici;
- n°1 sismica di superficie tipo **MASW**, realizzata in sito per la determinazione delle onde sismiche  $V_{s30}$
- n°1 Sondaggio a Carotaggio Continuo, realizzato per lo studio geologico inerente ad un lavoro privato, preso a riferimento per la modellazione lito-stratigrafica

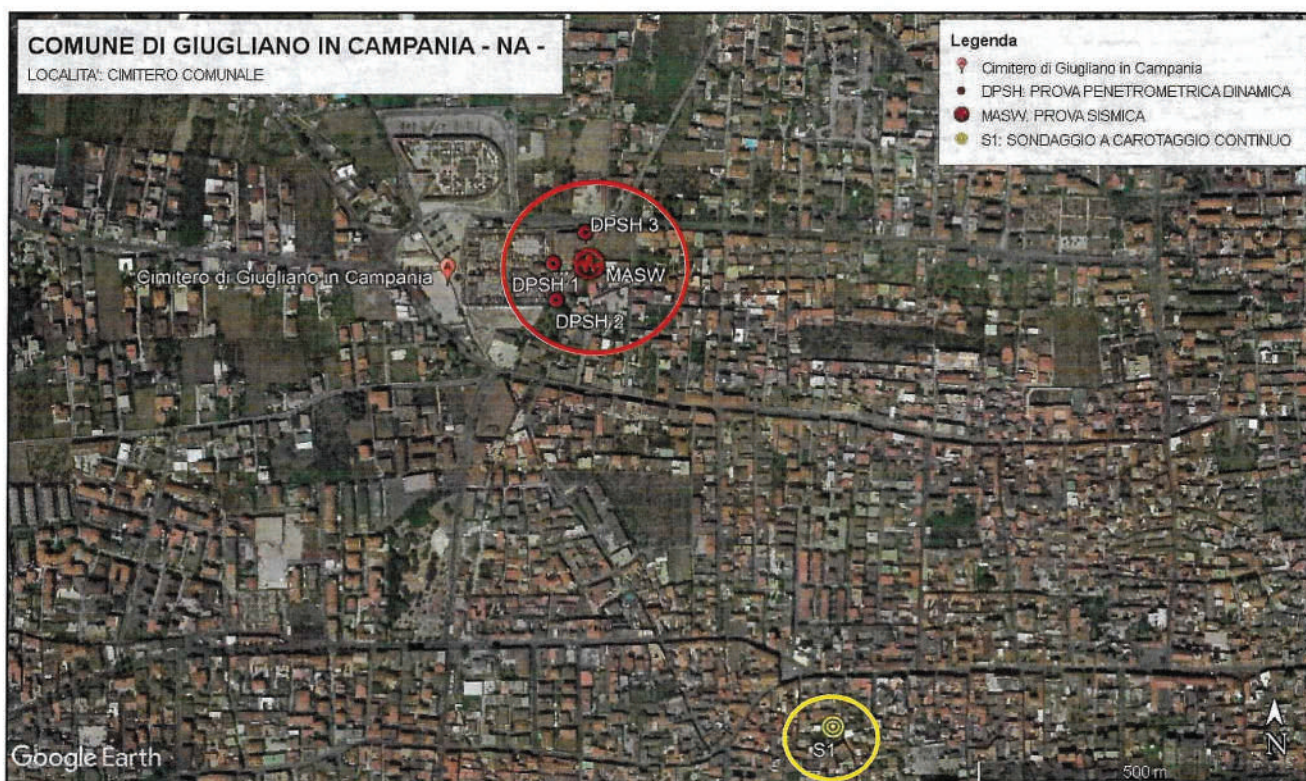


La prova penetrometrica è stata effettuata dalla **I. Geo. s.a.s.** con sede a Pastorano (CE), azienda specializzata in indagini geognostiche e prove in sito; titolare di categoria EN ISO 9001:2008 N.: 1071ITQS rilasciato da EUROCERT.

I dati relativi alla strumentazione utilizzata, i risultati e l'elaborazione delle indagini eseguite sono contenuti nella presente relazione. E' stato inoltre preso a riferimento il sondaggio **S1** a carotaggio continuo, effettuato in area limitrofa da ditta diversa, a corredo dello studio geologico relativo ad un lavoro privato nel comune di Giugliano in Campania (NA), la cui successione stratigrafica è analoga a quella del sito oggetto di studio (cfr. Allegato).

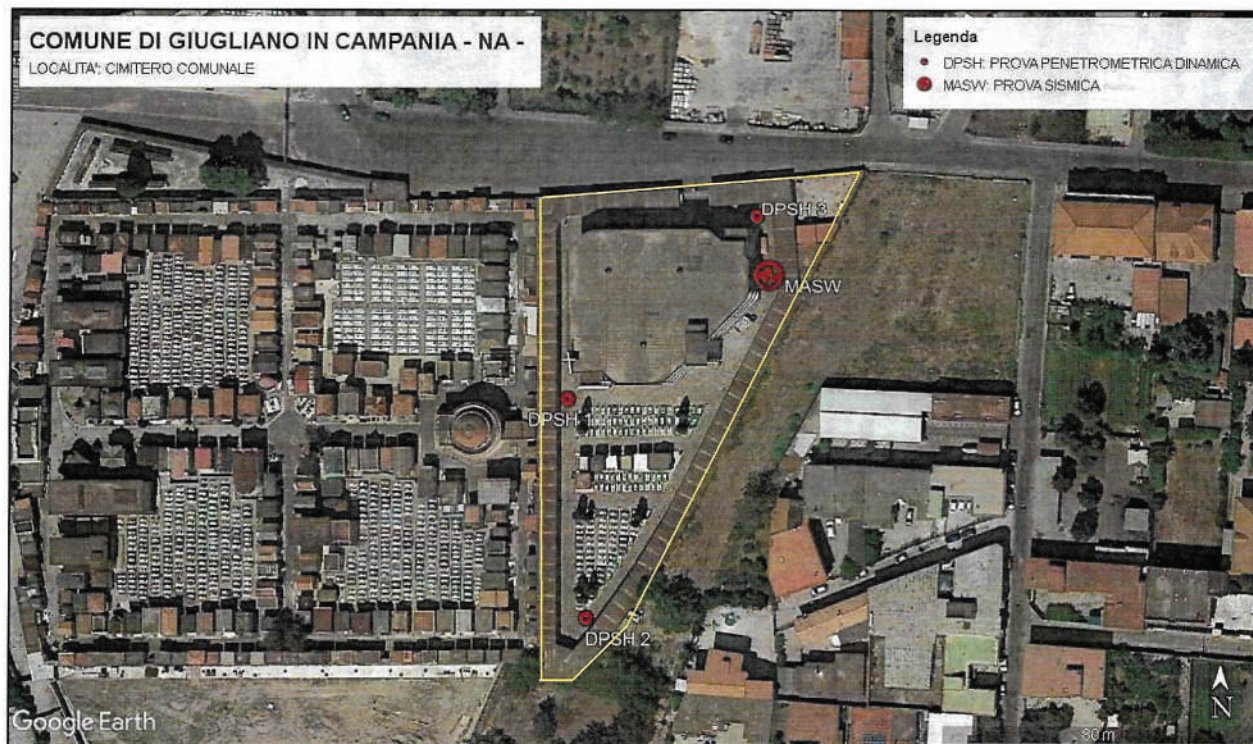
La tabella successiva sintetizza il piano delle indagini:

PIANO DELLE INDAGINI			
TIPO	COORDINATE		PROFONDITÀ (metri)
	LATITUDINE	LONGITUDINE	
DPSH 1	40.933941°	14.193076°	10.00
DPSH 2	40.933444°	14.193134°	10.00
DPSH 3	40.934356°	14.193642°	10.00
MASW	40.934180°	14.193675°	> 35
S1	40.927720°	14.198063°	20.00



Localizzazione dell'area da Google Earth con ubicazione piano delle indagini  
(cerchiato in rosso il sito in oggetto con ubicazione delle relative indagini geognostiche –  
in giallo il sondaggio S1 a carotaggio continuo preso a riferimento)





*Localizzazione da Google Earth del sito (delimitato in giallo)*

*con ubicazione piano delle indagini geognostiche effettuate (indicate in rosso)*

A corredo di questa relazione, vengono prodotte cartografie tematiche specifiche in scala di dettaglio estese al contesto geologico significativo relative a:

Carta Geolitologica con ubicazione indagini, Carta geomorfologica e della stabilità, Carta Idrogeologica, Carta di Microzonazione sismica (L. R. 7 gennaio 1983 n° 9).

### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame è situata nella porzione centro-settentrionale del tessuto urbano del comune di Giugliano in Campania (NA), in via Arco Sant'Antonio; il sito oggetto di studio e di intervento è ubicato all'interno del civico cimitero comunale.

Ricade nel foglio n°22 LAGO PATRIA della Carta Tecnica Programmatica Regionale (CTPR) alla scala 1:25.000 pubblicato nel 1998 (vedi Allegato), nel foglio n°446-447 NAPOLI dell'IGMI alla scala 1:50.000 (Fig. successiva), pubblicato nel 1993 e nel foglio n°183-184 ISOLA D'ISCHIA-NAPOLI della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (fig. successiva).

Posta ad una quota di circa 95.00 metri sul livello medio del mare, l'area di studio è localizzata nel settore centro occidentale dell'unità morfologico strutturale della Piana Campana a sud del corso dei Regi Lagni.

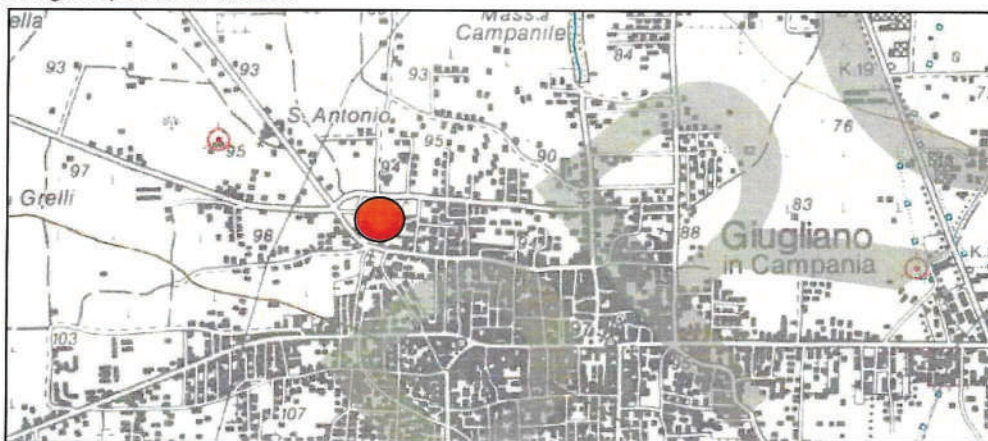
Questo settore della piana è delimitato a nord, nord-ovest dal Monte Massico, ad ovest dal mar Tirreno, a sud-ovest dal complesso vulcanico dei Campi Flegrei, a




sud dal complesso vulcanico del Somma Vesuvio a nord, nord-est dal settore della catena appenninica dei monti di Caserta e di Cancellò.

#### 4 MODELLO GEOLOGICO

Per la descrizione del modello geologico di riferimento relativo all'area in oggetto verrà di seguito effettuata una descrizione panoramica degli eventi geotettonici che hanno portato alla configurazione attuale della catena appenninica, per poi passare ad una descrizione a scala di dettaglio della geologia areale e della geolitologia specifica di sito.




Ritaglio foglio n°446-447 Napoli- della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000

 VEF <sub>12</sub>	<p>Successione di depositi prevalentemente cinerici: finemente stratificati con intercalati livelli di lapilli pomicei da caduta. I depositi poggiano su di uno spesso paleosuolo ocraceo ampiamente diffuso sia nei settori interni che esterni alla caldera flegrea, nelle aree di piana circostanti, fino ai contrafforti appenninici o, a luoghi, su depositi marini. Nell'area orientale del foglio tra la città di Napoli e Casoria-Afragola, la parte alta della sequenza comprende depositi piroclastici dell'eruzione vesuviana di Avelino. Tutte le sequenze delle unità litosomatiche o litostratigrafiche sono separate da superfici erosive o paleosuoli. Porzioni di duomi di lava sono riconoscibili nel settore centrale della caldera. Tra le sequenze piroclastiche sono talora visibili depositi epiclastici legati a sedimentazione marina o lacustre-palustre.</p> <p><i>OLOCENE p.p. (parte media) - ATTUALE</i></p>
--	--



Ritaglio foglio n° 183-184 Isola D'Ischia-Napoli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000

	<p>Prodotti piroclastici dei Flegrei e ceneri vesuviane d'età storica (av). Lapilli chiari non differenziati, depositi piroclastici e loro suoli nella pianura circumflegrea (af), ricoprenti generalmente la formazione (p).</p>
---	---



#### 4.1 MODELLO GEOTETTONICO DI AREA VASTA

Per ciò che riguarda l'aspetto tettonico areale va evidenziato che il territorio comunale è insediato in un graben delimitato da un imponente sistema di faglie a gradinata cui si aggiungono una serie di piccole faglie di minore entità.

L'area in esame appartiene al dominio geologico della Piana Campana. Detta piana si estende per circa 1500 kmq, rappresenta una delle più importanti depressioni strutturali (Graben) del bordo tirrenico dell'Appennino impostato su un originario piastrone carbonatico. E' delimitata a NW dal M.te Massico, a NE dai M.ti di Caserta ed a SE dai M.ti Lattari.

Tale Graben si è formato probabilmente tra il Pliocene sup. ed il Quaternario, ed è stato soggetto ad ulteriori sprofondamenti in seguito alle successive fasi tettoniche distensive.

Le linee tettoniche lungo le quali è avvenuto l'abbassamento sono ben riconoscibili ai bordi della pianura, dove si osservano faglie orientate NE-SW e NW-SE, che determinano il graduale sprofondamento delle rocce carbonatiche, appartenenti a due distinte unità tettoniche sovrapposte, affioranti tutto intorno al graben al di sotto di notevoli spessori di depositi alluvionali e vulcanici quaternari.

Lungo le fratture che hanno prodotto la depressione si è avuta, nel tempo, un intensa attività vulcanica e si sono sviluppati importanti distretti vulcanici (Roccamonfina, Somma – Vesuvio, Campi Flegrei), condizionando fortemente l'assetto morfologico ed stratigrafico della piana. Infatti i prodotti dell'intensa attività vulcanica, insieme a materiali sedimentari prevalentemente alluvionali, rappresentano i prodotti di riempimento di questa zona di sprofondamento (fossa tettonica). L'aspetto attuale della piana è dovuto a fattori tettonici (grandi e piccole faglie, includendo quest'area in una zona a rischio sismico).

Queste zone vulcaniche sono ubicate in corrispondenza dei graben delimitati da faglie orientate NE-SW e NW-SE, là dove si individuano le zone di massimo sprofondamento.

La struttura profonda della Piana Campana è stata indagata sia con prospezioni geofisiche che con pozzi profondi. I pozzi (spinti fino ad alcune migliaia di metri) non hanno mai raggiunto, nella parte centrale del graben, il substrato carbonatico sottostante i potenti depositi alluvionali detritici e vulcanici quaternari. Le strutture profonde quindi risultano ancora oggi di difficile e controversa interpretazione.

Le rocce affioranti nella Piana, hanno litologia e genesi differenti; sono presenti sia rocce vulcaniche e piroclastiche, messe in posto dalle eruzioni dei complessi vulcanici dei Campi Flegrei e del Somma - Vesuvio, sia depositi epiclastici e alluvionali deposti dai corsi d'acqua che solcano la piana.



#### 4.2 MODELLO GEOMORFOLOGICO DI SITO

Il corso d'acqua principale dell'intera Piana Campana è rappresentato dal Fiume Volturno, il quale dista circa 18 Km nord dal sito oggetto del presente studio.

Un altro corso d'acqua, quello dei Regi Lagni, solca il settore della Piana Campana in studio e dista circa 12 Km verso est dall'area in oggetto; il canale si presenta totalmente cementato.

Nella porzione occidentale del territorio comunale, a ridosso del mare è presente il lago Patria, un lago costiero di origine vulcanica.

L'aspetto morfologico areale è direttamente controllato dalle caratteristiche litologiche dell'area nel suo insieme.

La morfologia dell'area si presenta pianeggiante e dai sopralluoghi effettuati non presenta segni di processi erosionali in atto o relitti (cfr. Allegato I). I gradienti morfologici praticamente nulli fanno escludere il verificarsi di fenomeni gravitativi tipo frane. Tale circostanza è chiaramente riscontrata nella cartografia del rischio da frana redatta per l'area di studio dalla competente Autorità Di Bacino (AdB) ex Campania Centrale oggi AdB Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Le tavole relative al sito in oggetto del territorio comunale per quanto riguarda il rischio frana risultano infatti non pubblicate sul sito <http://www.difesa.suolo.regione.campania.it> per la mancanza di aree geomorfologicamente instabili.

**Pertanto il sito in oggetto non risulta perimetrato nella cartografia del PAI per quanto riguarda il Rischio Frana.**

Anche per quanto riguarda il Rischio Idraulico, il territorio comunale in oggetto risulta non classificato a rischio.

**Pertanto il sito in oggetto non risulta perimetrato nella cartografia del PAI sia per quanto riguarda il Rischio Frana sia per quello Idraulico.**

##### 4.2.1 CAVITA' SOTTERRANEE

Un dato di rilevanza particolare è dato dalla presenza, nell' area comunale di Giugliano in Campania (NA) così come di tutto il comprensorio napoletano, di cavità sotterranee generalmente adibite a cantina che si attestano nei livelli tufacei piroclastici presenti nella successione stratigrafica del luogo in aree di centro storico.

Stabilire la presenza di cavità sotterranee risulta importante per la valutazione delle condizioni di pericolosità geologica di sito poiché possono generare fenomeni di instabilità associati al collasso delle volte e/o delle pareti perimetrali.

**Dai sopralluoghi e dalle indagini effettuate non è stata riscontrata la presenza di cavità nell'area di studio che possa interferire con l'opera in oggetto.**

Tale circostanza è suffragata anche dalla relativa distanza del sito in oggetto dal centro storico.



### 4.3 MODELLO GEOLOGICO DI SITO

I terreni più superficiali affioranti nell'area in esame comprendono essenzialmente depositi alluvionali, principalmente sabbie ed argille sabbiose e piroclastiti di età pleistocenica. I litotipi piroclastici sono in genere in giacitura primaria ed hanno una regolare stratificazione secondo un'alternanza di ceneri e pomici frutto di una attività esplosiva ritmica; essi sono riferibili alla fase ignimbratica del sistema vulcanico dei Campi flegrei il cui deposito maggiormente diffuso viene denominato "tufo grigio campano". L'età di questa formazione è compresa in un ampio intervallo cronologico (Scandone et alii 1991) con il limite inferiore a 42 000 anni fa e quello superiore attribuito all'eruzione di 27 000 anni fa.

In generale la successione al di sotto del suolo agrario, come da colonna litostratigrafica allegata, è rappresentata nella parte sommitale da strati poco competenti che rappresentano i lembi marginali dei prodotti del II e III periodo flegreo denominati "Tassi", succeduti dalla tipica facies ignimbratica del tufo grigio campano (I periodo flegreo), con prevalenza negli orizzonti superficiali di piroclastiti incoerenti in facies deposizionale, non manca tuttavia del materiale litificato; questi terreni sono costituiti da: pomici, ceneri e lapilli (facies incoerente del tufo grigio campano). Alla porzione litificata del Tufo grigio campano invece, appartengono i materiali piroclastici consolidati noti in letteratura come Facies coerente del tufo grigio campano.

Una tipica serie ignimbratica come quella in esame, presenta nella parte superiore materiale piroclastico incoerente, dove il contatto diretto con l'ambiente esterno, subito dopo la messa in posto, l'ha indotto al rapido raffreddamento; nella parte sottostante il calore e gli elementi gassosi che non si sono dispersi rapidamente hanno contribuito alla compattazione e alla saldatura dei frammenti piroclastici costituenti.

Dall'alto verso il basso la stratigrafia del tufo grigio campano quando è completa, è la seguente:

- *Cinerazzo*. E' la piroclastite ancora incoerente. Ha una potenza limitata: in parte la cenere è vetrosa in parte cristallina.
- *Semitufo*. Differisce dal cinerazzo perché è abbastanza coerente per sinterizzazione. E' di colore grigio con scorie e pomici nere; è il Tufo comune, la tipica pietra da costruzione largamente usata nel passato in terra di lavoro.
- *Tufo pipernoide*. La trasformazione dei prodotti vetrosi in cristalli di sanidino è notevole; le scorie e le pomici tendono ad appiattirsi e a disporsi in bande parallele.
- *Piperno*. La sanidizzazione è molto progredita. Le pomici sono state appiattite ed hanno disposizione eutassitica.

Nel tufo campano non sempre la serie è completa; giunge abbastanza spesso al tufo pipernoide, ma raramente al piperno.

Per quanto attiene alle caratteristiche fisiche, l'Ignimbrite Campana è definita come una piroclastite da flusso trachitico-fonolitico.



Dall'analisi dei dati stratigrafici relativi a vari sondaggi effettuati nell'area, e dal confronto dei dati relativi al sondaggio geognostico a carotaggio continuo e della prova penetrometrica realizzata, i terreni costituenti il sottosuolo dell'area in oggetto, riscontrati lungo tutta la verticale investigata, sono i seguenti:

- A. Suolo agrario: limi sabbiosi con cineriti (prodotti piroclastici del II periodo flegreo), di colore marrone scuro tendente al giallastro verso il basso, (spessore 180-220 cm) (recenti - Quaternario).
- B. Piroclastiti stratificate del II periodo flegreo (cm 500-600): costituiti da staterelli alternati di ceneri e pomici ad andamento regolare detti "Tassi" (Olocene).
- C. Ignimbrite Campana "tufo grigio campano": stratificato per autometamorfismo dall'alto verso il basso (spessore 20-40 metri) così come sopra descritto (pleistocene I periodo flegreo).
- D. Terreni pozzollanacei rimaneggiati intercalati con sabbie (spessore 20-70 metri) su sabbie più o meno limose probabilmente attribuibili alla serie sedimentaria basale.

## 5 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Nel settore della piana campana che comprende l'area di studio è presente il secondo corso d'acqua dell'intera piana dopo il fiume Volturno, oggi rappresentato dal canale di bonifica dei Regi Lagni (anticamente fiume Clanio che discendendo dai Monti di Avella sfociava nell'attuale Lago Patria), il quale dista circa 12 km est dal sito oggetto di studio.

Circa 5500 anni fa la Piana Campana è stata interessata da una lunga fase di impaludamento persistendo fino alla bonifica, alla quale si deve tra l'altro la realizzazione del canale artificiale dei Regi Lagni.

A questa fase di impaludamento si deve la presenza nell'area adiacente il corso del canale di depositi rappresentati da una alternanza di sedimenti limosi-argillosi, lenti di torba, sedimenti sabbiosi, piroclastiti rimaneggiate.

Il sottosuolo della piana è sede di un importante falda idrica.

L'acquifero principale è rappresentato dai depositi sedimentari o piroclastici sciolti con granulometria da media a media-grossolana sottostanti l'ignimbrite campana in genere in giacitura primaria ed hanno una regolare stratificazione.

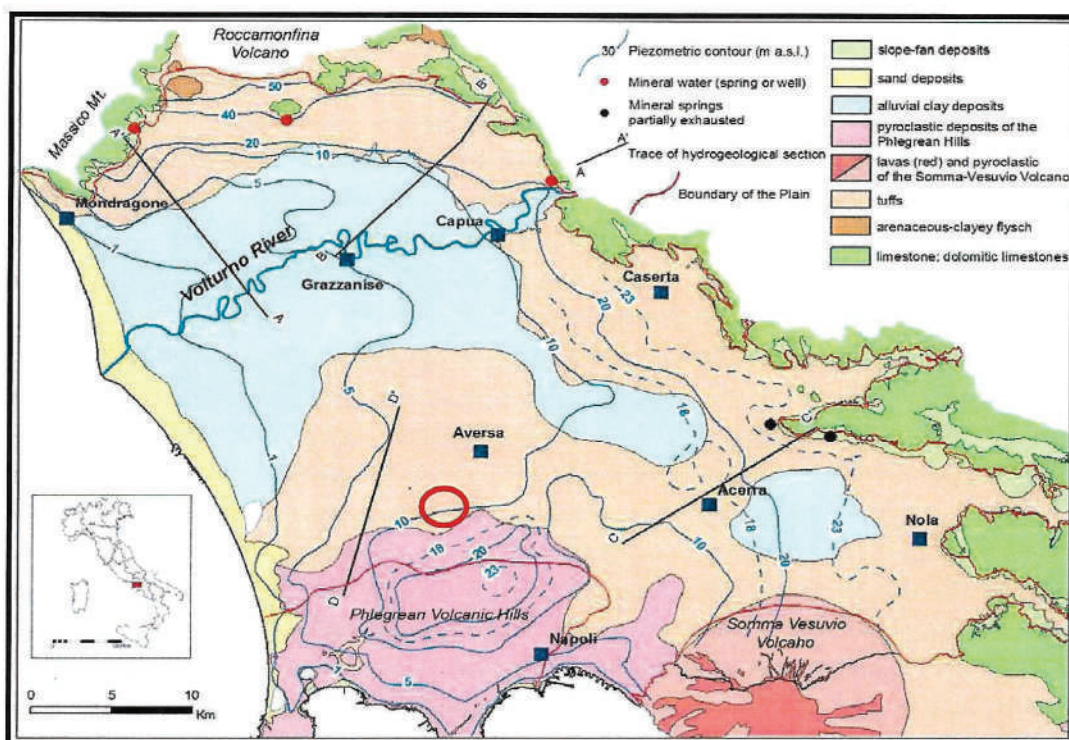
Quest'ultima, in funzione dello spessore e delle caratteristiche strutturali e tessiturali (grado di litificazione, granulometria, presenza e concentrazione di scorie



ecc.), svolge la funzione di corpo confinante o semiconfinante. La base dell'acquifero si trova a circa 100-150 metri al di sotto del piano campagna.

Al di sopra di questi livelli poco o punto permeabili, e fino al piano campagna, sono talora presenti spessori ridotti (dell'ordine delle decine di metri) di materiali sciolti, anch'essi sede di falde di tipo freatiche di importanza minore rispetto a quella profonda.

Per queste ultime l'alimentazione è quasi esclusivamente meteorica, per quella profonda e più importante la ricarica è legata agli apporti pluviometrici laddove non sussistono condizioni di confinamento, a travasi sotterranei con origine nei rilievi carbonatici o vulcanici che delimitano la piana, ed a fenomeni di filtrazione da acquiferi più superficiali.



-Carta idrogeologica della Piana Campana; cerchiata in rosso l'area di Giugliano in Campania (da Ducci, 2007).-

L'andamento della piezometrica decresce lentamente verso il mare, ovvero verso ovest / nord-ovest.

Gli apporti per travasi sotterranei nella piana campana sono stati stimati nell'ordine di 70 milioni di mc/anno. La trasmissività media dell'acquifero principale è di circa  $10^{-2}$ - $10^{-3}$  mq / sec. con valori minimi in prossimità della costa ( $10^{-4}$  -  $2 \cdot 10^{-5}$  mq/sec.).

La falda idrica nell'area oggetto del presente studio si attesta ad una profondità di circa 85.00 metri dal p.c.

Per quanto riguarda le acque superficiali, queste vengono intercettate prevalentemente dai collettori fognari comunali.



## 6 PERICOLOSITA' SISMICA

Il territorio di Giugliano in Campania (NA) non presenta, nei suoi confini amministrativi, strutture sismogenetiche note; esso risente dei fenomeni sismici che si originano nella catena appenninica e nelle aree vulcaniche dei Campi Flegrei e del Somma- Vesuvio.

Per quanto concerne la sismicità dell'area, con particolare riferimento alla macrosismologia, la ricerca su quanto avvenuto in passato si è avvalsa dei cataloghi predisposti dalla Comunità Scientifica ed in particolare della documentazione prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.).

Più in dettaglio sono stati esaminati:

- il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (ultima edizione CPTI15);
- il Database "DOM4.1" collegato al Catalogo NT4.1.1;

I dati di questa analisi sono riassunti nella Tab. successiva, dalla quale si evince che per il territorio comunale di Giugliano in Campania (NA) la massima intensità sismica risentita è relativa al terremoto del Gargano del 06/12/1875 ed è pari al VI-VII grado MCS.

**Tab. III: osservazioni macrosismiche per il comune di Giugliano in Campania - NA - ; Is rappresenta l'intensità di sito espressa nella scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg, 1930), mentre Ix l'intensità epicentrale (Mercalli-Cancani-Sieberg, 1930), Mw rappresenta la magnitudo momento dell'area epicentrale.**

Seismic history of Giugliano NA [40.928, 14.201]						
Total number of earthquakes: 6						
Effects	Earthquake occurred:					
Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Studio	nMDP	Ix	Mw
6-7	1875 12 06	Gargano	CPTI15 - DBMI15	97	8	5,86
5-6	1905 03 14 19 16	Avellinese	CPTI15 - DBMI15	94	6-7	4,9
5	1962 08 21 18 19	Irpinia	CPTI15 - DBMI15	562	9	6,15
5-6	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	CPTI15 - DBMI15	912	8	5,86
5	1984 05 11 10 41 49.27	Monti della Meta	CPTI15 - DBMI15	342	7	5,47
4-5	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	CPTI15 - DBMI15	1375		5,77

Le nuove norme tecniche in materia di rischio sismico (OPC 3274/2003), indicano **4** valori di accelerazioni orizzontali **ag/g** di ancoraggio dello spettro di risposta elastico; pertanto, il numero delle **zone** è fissato in **4**.

Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (**ag**), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, Ciascuna è contrassegnata da un valore del parametro **ag max.** secondo lo schema successivo:

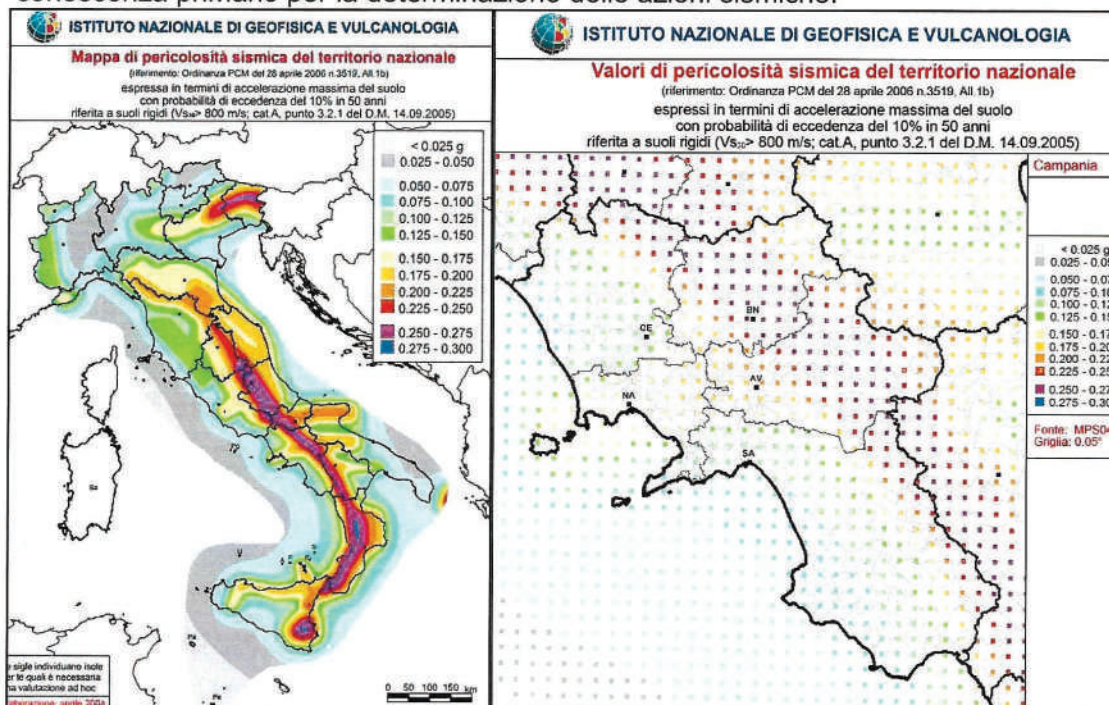


Zona Sismica	Descrizione	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni valore di ag / g	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico valore di ag / g
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	> 0.25 g	0.35 g
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti	0.15 < ag ≤ 0.25 g	0.25 g
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	0.05 < ag ≤ 0.15 g	0.15 g
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	ag ≤ 0.05 g	0.05 g

#### Livelli energetici delle Azioni sismiche previste dall'OPCM 3274/03 per le varie zone

Per quanto riguarda l'area in oggetto, dal novembre 2002, (D.G.R. n°5447 del 07/11/2002 e D.G.R. n°248 del 24/01/2003 "Circolare applicativa dell'Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania") il territorio Comunale di **Giugliano in Campania** rientra in zona sismica di II<sup>a</sup> Categoria. (in generale si fa riferimento anche all'OPCM 3274).

**Il DM 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» che sostituisce il DM 14 gennaio 2008** (Norme Tecniche per le Costruzioni in Zone Sismiche) stabilisce che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.



La pericolosità sismica (**PGA Peak ground acceleration**) è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa **ag** in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A**), nonché di



ordinate dello **spettro di risposta elastico** in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ . Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

**ag** -accelerazione orizzontale massima al sito;

**Fo** -valore max del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

**T\*C** -periodo di inizio del tratto a vel. costante dello spettro in acc. orizzontale.

In allegato alla norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di **ag**, **Fo** e **T\*C** necessari per la determinazione delle azioni sismiche, riferendosi ad una griglia di parametri spettrali di riferimento che copre tutto il territorio nazionale con passo di circa 15 Km per nodo.

Inoltre, la suddetta norma, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle cinque categorie definite nella Tab. successiva propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione, da eseguire con un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.



Trovandoci nel caso specifico nella condizione stratigrafica di substrato sismico posto a profondità superiore ai 30 metri la categoria di sottosuolo viene calcolata riferendoci ai valori di **velocità delle onde di taglio** mediate, sui primi 30 metri di terreno (**Vs30**):

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, n} \frac{h_i}{V_i}}$$

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, come sopra già specificato, la nuova normativa sismica, semplificando la molteplicità delle situazioni geologiche possibili su un generico sito, tende alla modellizzazione sintetica del sottosuolo dettando le seguenti definizioni per le varie categorie di profilo stratigrafico per il suolo di fondazione:

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

### 6.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SITO

Per addivenire ad informazioni circa l'entità e la distribuzione dei parametri sismici, necessari alla stesura di questa parte di studio, si sono utilizzati i dati scaturiti dall'indagini geognostiche effettuate in sito secondo quanto prescritto dalle norme legislative vigenti Nazionali e Regionali.

In particolare, è stato eseguito, a tale proposito, n° 1 profilo sismico multicanale di lunghezza 24 m mediante la tecnica MASW.

Il rilievo geofisico MASW (multichannel analysis of surface waves) è utilizzato per la determinazione dei profili verticali della velocità delle onde di taglio (VS) tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh effettuata con algoritmi genetici.

L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo a 24 canali della SARA Electronic Instruments S.r.l. di Perugia, modello DOREMI, con processore Pentium IV esterno, display VGA a colori in LCD-TFT 15". Sono stati utilizzati 24



geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 2m e, come sorgente energizzante, una massa battente (martello) da 5 Kg battuta su una piastra metallica.

Confrontando i dati scaturiti dalle indagini sismiche Masw con i dati stratigrafici quali risultano dal relativo sondaggio a carotaggio continuo preso a riferimento e con quelli relativi alla prova penetrometrica, è stato possibile effettuare una caratterizzazione geosismica degli strati litologici significativi costituenti il sottosuolo:

L'elaborazione dei dati sopra menzionati, confrontati con la stratigrafia scaturita dalle analisi dirette effettuate nel sito in oggetto, ha permesso quindi di effettuare una caratterizzazione del sito in oggetto dal punto di vista della risposta sismica.

### MASW

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ...]	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...]	Vs max [...]	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		3	-3	1400	NO	0.40	182	NO	91	273	446	NO	182
2		1	-4	1400	NO	0.40	228	NO	114	342	558	NO	228
3		4	-8	1400	NO	0.40	264	NO	132	396	647	NO	264
4		9	-17	1500	NO	0.35	358	NO	179	537	745	NO	358
5		8	-25	1600	NO	0.35	560	NO	280	840	1166	NO	560
6		∞	-∞	1600	NO	0.35	560	NO	280	840	1166	NO	560

Gli spessori rilevati e le relative velocità delle onde S hanno portato alla seguente determinazione della Vs<sub>30</sub>

Spessore (metri)	Velocità onde S (metri/secondo)	Vs 30 m/s
3	182	355
1	228	
4	264	
9	358	
13	560	

**Tale valore è stato calcolato partendo dai terreni posti a partire dal piano campagna.**

Effettuando il calcolo partendo dalla profondità del piano di posa della fondazione, nel caso specifico a circa 1.00m di profondità dal piano campagna, si ricava il seguente valore Vs<sub>30</sub>

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum h_i/V_i} = 371 \text{ m/s}$$

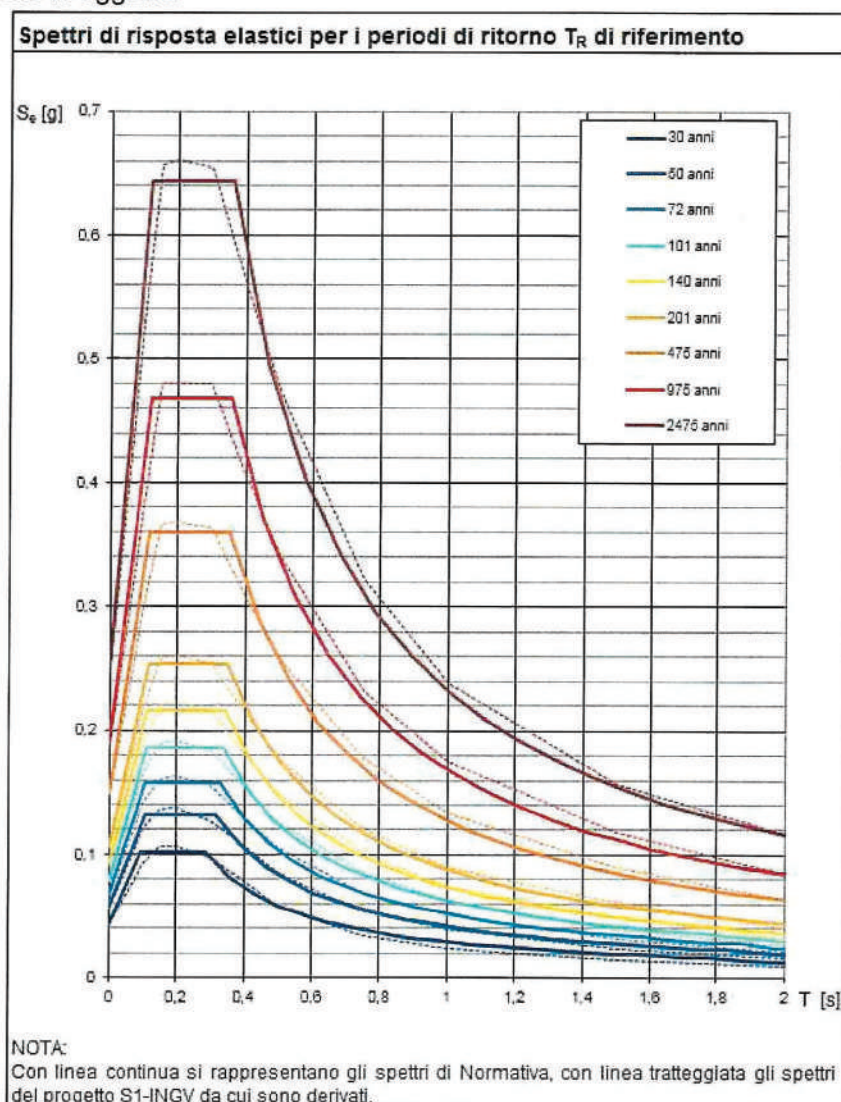
Il "range" dei valori calcolati mette in evidenza che il sottosuolo del sito in oggetto risulta caratterizzato da un valore della Vs<sub>30</sub> di 371 m/sec calcolata a partire dai terreni posti a base fondale della struttura in oggetto.



Tale valore di  $V_{s30}$ , calcolato dai terreni posti a partire dalla profondità del piano di posa della fondazione, rientra secondo normativa (DM 01/2018) nella **categoria di suolo di tipo B**. Tale valore è prossimo al limite tra la categoria di suolo B e C, in accordo con quelle che sono le caratteristiche sismiche tipiche dei terreni dell'area. A vantaggio della sicurezza e in relazione alle specifiche caratteristiche sismiche locali dovrà essere considerata, per la modellazione sismica di sito, la **categoria di sottosuolo di tipo C**.

Come anzi detto, il livello di sismicità di una specifica area viene caratterizzato attraverso lo spettro di risposta elastico. Per il calcolo dei parametri spettrali si è fatto uso del programma edito sul sito web del Ministero Delle Infrastrutture **Spettri-NTC ver.1.0.3. e di quello consultabile sul sito della GEOSTRU**.

Partendo dalle coordinate del sito in oggetto **LAT 40.933941°** e **LON 14.193076°** si ricavano i valori di  $A_g$ ,  $F_0$  e  $T^*C$  riferiti al punto indicativo del sito in oggetto, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale, ossia in assenza di effetti locali. Nel grafico e nella tabella successiva vengono riportati in forma grafica e in forma tabellare gli spettri di risposta e i parametri spettrali relativi al sito in oggetto:





$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T^*_c$ (s)
30	0,043	2,373	0,285
50	0,056	2,345	0,316
72	0,067	2,363	0,327
101	0,078	2,374	0,337
140	0,091	2,370	0,341
201	0,106	2,375	0,347
475	0,149	2,406	0,355
975	0,190	2,469	0,358
2475	0,251	2,564	0,361

Valori dei parametri  $A_g$   $F_0$   $T^*_c$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento per il sito in oggetto

Questi parametri degli spettri di risposta come detto in precedenza sono relativi ad un sito privo di effetti al suolo, ossia senza effetti locali stratigrafici e topografici.

Considerando le caratteristiche strutturali e d'uso del fabbricato in oggetto, questo per norma è classificabile come opera ordinaria, con vita nominale  $V_N \geq 50$  anni e Classe d'uso di II categoria.

**Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

**Vita di riferimento** (§ 2.4.3 NTC)

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (\text{NTC Eq. 2.4.1})$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella **Tab. 2.4.II** delle NTC

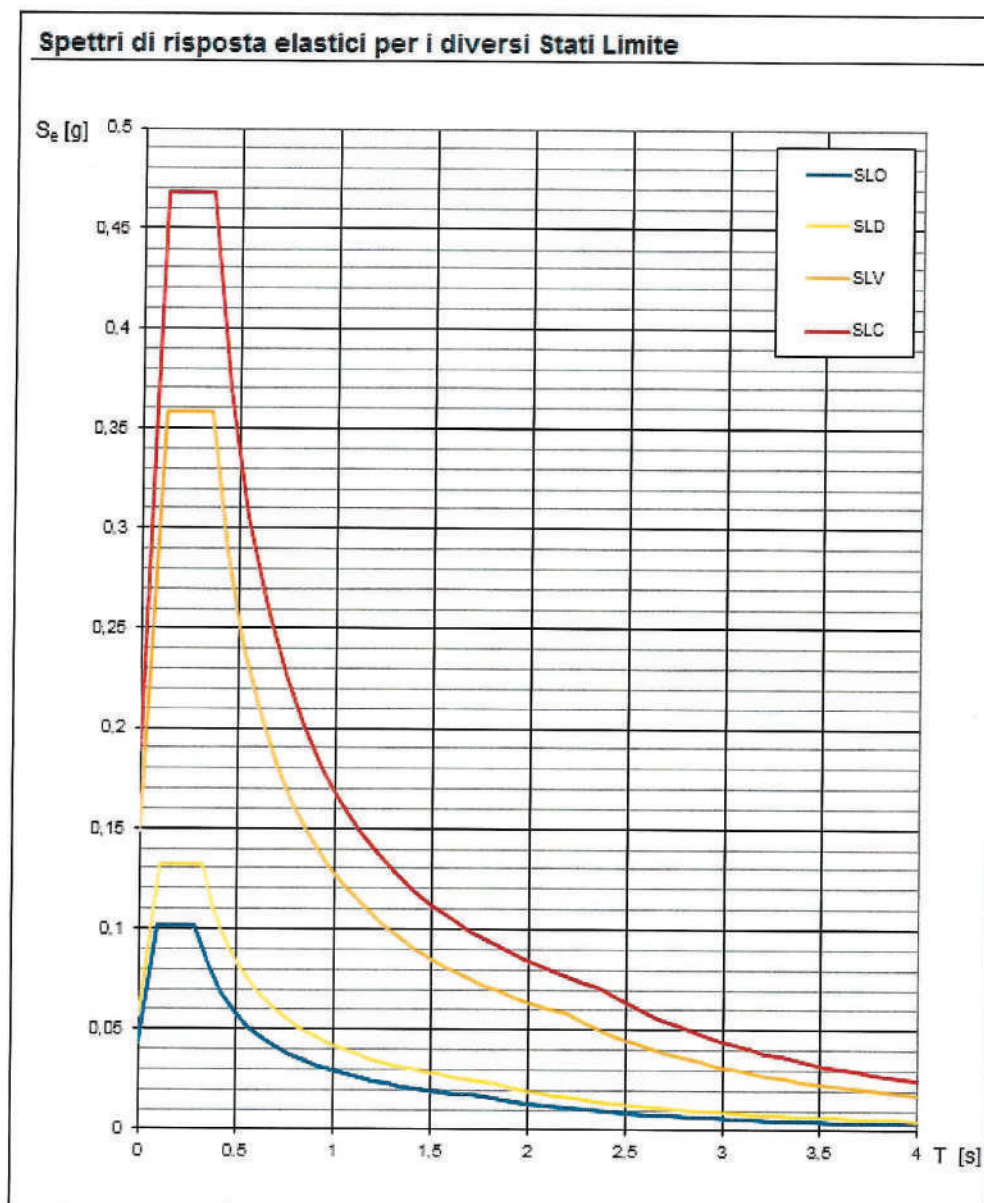
**Tabella 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$**

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1	1,5	2

Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidente rilevante si adotteranno valori di  $C_U$  anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità determinate dal raggiungimento degli stati limite.

Come riportato in tabella 2.4.II (NTC 2018) ad ogni classe d'uso corrisponde un Coefficiente d'uso  $C_U$  che, moltiplicato per la vita nominale della costruzione, consente di ricavare la vita di riferimento  $V_R$  per il fabbricato in oggetto, nel caso specifico uguale a 50 anni. Di seguito vengono riportati gli spettri agli stati limiti relativi alle specifiche caratteristiche del fabbricato in oggetto.





STATO LIMITE	$T_R$ (anni)	$A_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c'$ (s)
SLO	30	0,043	2,373	0,285
SLD	50	0,056	2,346	0,316
SLV	475	0,149	2,406	0,355
SLC	975	0,189	2,469	0,358

Valori dei parametri  $A_g$   $F_0$   $T_c'$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento associati a ciascun SL



Per quanto riguarda l'amplificazione stratigrafica la norma individua due fattori di incremento  $S_s$  e  $C_c$  in funzione della categoria di suolo di fondazione calcolata nel sito di realizzazione, mentre per quanto riguarda l'amplificazione topografica la norma individua quattro classi di variabilità assegnando a ciascuna un valore del coefficiente stratigrafico  $T_s$ . Nelle tabelle successive vengono riportati i range di variabilità dei coefficienti di amplificazione:

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Espressioni di calcolo dei coeff. di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e  $C_c$  per le diverse categorie di suolo

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

Categorie di amplificazione topografica

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

Valori del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  per le diverse categorie topografiche

Dalle analisi geologico geomorfologico e geognostiche effettuate in sito si evince che per il sito in oggetto può essere ragionevolmente assegnare una categoria di amplificazione topografica di tipo T1 ossia assimilabile a zona con pendenza minore di  $15^\circ$ , a cui corrisponde un valore del Coefficiente di amplificazione topografica pari a 1.0 ( $S_T = 1.0$  - § 3.2.3.2.1). Inoltre per il sito in oggetto risulta un rapporto  $h/H$  uguale a 1 con  $h$  quota punto di indagine e  $H$  quota del rilievo. Mentre confrontando i risultati



emersi dalle indagini sismiche effettuate, **emerge una categoria di suolo di tipo C calcolata a partire dai terreni posti al piano campagna e di tipo B se calcolata a partire dai terreni posti alla base della fondazione, pertanto, a vantaggio della sicurezza per il calcolo dei coefficienti sismici verrà considerata la categoria di sottosuolo di tipo C.**

In definitiva l'analisi degli spettri di risposta agli Stati Limiti (SLE e SLU) fornisce per il sito in oggetto i seguenti **Coefficienti Sismici**:

Coefficienti sismici	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>Ss</b>	1,500	1,500	1,490	1,430
<b>Cc</b>	1,590	1,530	1,470	1,460
<b>St:</b>	1,000	1,000	1,000	1,000
<b>Kh:</b>	0,013	0,017	0,051	0,062
<b>Kv:</b>	0,006	0,008	0,026	0,031
<b>Amax:</b>	0,626	0,815	2,094	2,551
<b>Beta:</b>	0,200	0,200	0,240	0,240

## 6.2 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Con il termine di liquefazione si intende riferirsi alla perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche o dinamiche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella delle masse viscoso. Ciò avviene solitamente nei depositi di sabbie sciolte fini quando sotto l'azione di carichi applicati o di forze idrodinamiche, la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad uguagliare la pressione totale di confinamento, cioè quando gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

L'occorrenza della liquefazione ha effetti in superficie solamente in particolari condizioni. Nel caso di terreno pianeggiante, gli effetti in superficie sono trascurabili se lo spessore dello strato più superficiale non liquefacibile è maggiore dello spessore dello strato sottostante liquefacibile.

Il Potenziale di liquefazione di un determinato terreno sabbioso si esprime attraverso un coefficiente di sicurezza dato dal rapporto tra la resistenza al taglio mobilizzabile nello strato (R) e lo sforzo tagliente indotto dal sisma di progetto (T):

$$F_s = R/T$$

I terreni suscettibili alla liquefazioni sono quelli la cui resistenza alla deformazione è mobilizzata per attrito tra le particelle, quindi i terreni incoerenti.

la grandezza T dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto). R è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche dinamiche,



statiche o con i valori delle velocità delle onde S ricavati da stendimenti di sismica. La grandezza T viene ricavata attraverso la relazione:

$$T (CSR) = 0.65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) r_d \left( \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \right)$$

Che rappresenta in altre parole la tensione indotta dal terremoto; dove:

T o csr = resistenza ciclica alla liquefazione

a max = accelerazione sismica massima;

g = accelerazione di gravità = 980.7 cm/s<sup>2</sup>;

$\sigma_v$  = pressione verticale totale alla profondità z dal p.c.;

$\sigma'_v$  = pressione verticale efficace alla profondità z dal p.c.;

rd (coefficiente funzione della profondità dal p.c.) = (1-0.015z)

La resistenza alla liquefazione **R (crr)**, nel caso specifico, viene valutata in funzione della magnitudo del sisma di progetto (terremoto atteso per l'area in oggetto), numero di colpi penetrometrici  $N_{(60)}$ , pressione verticale effettiva, densità relativa. Il numero di colpi penetrometrici  $N_{(60)}$  rappresenta il numero di colpi  $N_{spt}$  normalizzato ad una pressione effettiva di confinamento di 100 KPa e un fattore di rendimento energetico di 0.6 nell'esecuzione della prova.

$$R (CRR) = \frac{\tau_{ult}}{\sigma'_{vo}}$$

In altre parole R è la resistenza normalizzata rispetto alla tensione efficace verticale iniziale  $\sigma'_{vo}$ .

Per quanto riguarda il valore di Magnitudo locale di progetto, sono state seguite le procedure contenute in *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica* edito da Dip. Prot. Civile (2009). La ragione per la quale la magnitudo entra in gioco è che, tanto più è elevata, tanto maggiore è l'energia rilasciata e, quindi, la capacità di generare cicli di deformazione del terreno di numero ed ampiezza tali da produrre sovrapressioni neutre e fenomeni di liquefazione. Per le stesse ragioni, eventi di M elevata possono produrre impulsi in grado di conferire elevate energie cinetiche a parti di terreno o di rocce e quindi fenomeni di instabilità.

Tabella 2.8-1 – Valori di  $M_{max}$  per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)

Nome ZS	Numero ZS	$M_{max}$
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza-Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29



In particolare per l'area in oggetto sono state individuate due zone sismogenetiche rappresentate dalla Zona 928 (Ischia Vesuvio) e la zona 927 (Appennino Abruzzese Sannio Irpina Basilicata) che presentano distanza minima dalla zona in oggetto rispettivamente di circa 20 e 70 Km (Cfr fig successiva).

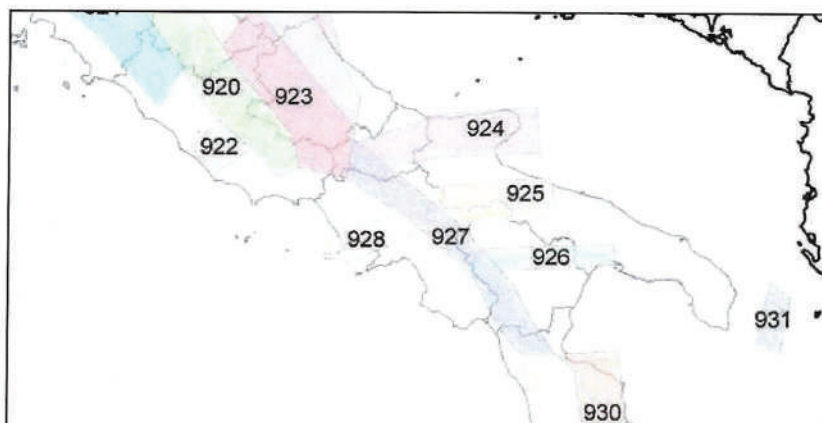


Figura 7.1: Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento (G.d I., 2004).

Il calcolo del potenziale di liquefazione (Cfr. OPCM 3274/2003 e D.M. 17/01/2018 NTC) è stato omesso essendo la soggiacenza della falda a profondità superiore ai 15 metri.

Pertanto, i litotipi caratterizzanti il sottosuolo sono da ritenersi non suscettibili a fenomeni di liquefazione.



## 7. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI

La caratterizzazione dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione dell'opera in oggetto è stata realizzata sulla scorta dei risultati di vari sondaggi effettuati sul territorio comunale di Giugliano in Campania (NA), oltre a quelli relativi alle indagini geognostiche in sito realizzate e consistite in n° 3 prove penetrometriche dinamiche superpesanti **DPSH**. I certificati e l'elaborazione dei dati relativi alle indagini eseguite, utilizzate per il calcolo delle caratteristiche di carico dei terreni, sono riportati in allegato alla presente relazione.

Per quanto riguarda la stratigrafia questa è stata elaborata dai dati relativi al sondaggio geognostico a carotaggio continuo – S1 (Crf. Allegato) – effettuato in area limitrofa, a corredo dello studio geologico relativo alla stesura di un progetto per un lavoro ad iniziativa privata nel comune di Giugliano in Campania, la cui successione stratigrafica è indicativa di quella relativa all'area di studio.

### 7.1 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER PESANTE DPSH

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard (angolo di apertura 60°) che viene infissa nel terreno mediante una massa battente di 63,50 Kg (e altezza di caduta di 75 cm) da un apposito dispositivo a percussione. La resistenza viene ricavata mediante il numero di colpi N, necessari per far avanzare di 20 cm la penetrazione della serie di aste lunghe ciascuna 1 metro che portano alla estremità la punta conica; vengono ricavati inoltre, mediante la prova, una serie di parametri indici dei terreni quale la densità relativa ( $D_r$ ) e meccanici, quale l'angolo di attrito ( $\phi$ ). Le informazioni che la prova fornisce sono di tipo continuo poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta la durata dell'infissione. La prova fornisce una valutazione qualitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati.

In allegato alla presente relazione viene riportata l'elaborazione delle prove sia sotto forma di diagrammi che di tabulato dei valori rilevati alla centralina nonché quelli derivanti dall'elaborazione.

La campagna di indagini è consistita in una prova penetrometrica dinamica effettuata con il Penetrometro della Pagani Geotechnical Equipment mod. TG 63-200 cingolato da 200 KN (20 t) da ditta specializzata in indagini geognostiche e prove in sito.

Le caratteristiche dell'apparecchio sono riportate in seguito e corrispondono a quelle relative agli standard europei relativi alle norme UNI:

◇	MAGLIO	63.50 kg
◇	CORSA DEL MAGLIO	75 cm
◇	ASTE	6.3 kg / ml
◇	PUNTA CONICA ANGOLO APERTURA	90°



## 7.2 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL VOLUME SIGNIFICATIVO

I dati acquisiti in sito durante l'esecuzione delle indagini geognostiche sono stati sottoposti ad elaborazione con l'ausilio di software di tipo geologico-geotecnico della *GeoStru Software* in licenza allo studio, allo scopo di determinare il valore dei principali parametri geotecnici relativi ai diversi litotipi attraversati.

I risultati di tali elaborazioni sono stati poi messi a confronto tra loro in modo da avere un quadro geologico e geotecnico conoscitivo chiaro e di sufficiente dettaglio. Dall'analisi delle caratteristiche geomeccaniche che scaturiscono dalle succitate indagini è stato possibile schematizzare un modello geotecnico del sottosuolo che presenta le seguenti caratteristiche:

La stratigrafia litotecnica scaturita dall'analisi dei dati relativi ai sondaggi geognostici è la seguente:

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1**

Numero di strato LITOLOGIA	Prof. (m)	Nspt	Peso di volume $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito $\Phi$ (°)	Coesione non drenata $c_u$ (KPa)	Modulo Edometrico <b>Eed</b> (MPa)	Modulo Elastico <b>Y</b> (MPa)	Modulo Poisson <b>v</b>	Densità Relativa <b>Dr</b> %
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	0,00-0,80	14	15	29	--	20	14	0,33	90
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	0,80-2,40	6	14	25	40	14	9	0,34	54
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,40-3,60	2	13	21	13	12	8	0,35	28
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	3,60-5,40	5	14	24	--	15	9	0,34	39
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	5,40-10,00	13	15	29	--	34	23	0,33	51

La prova è stata spinta fino alla profondità di 10.00 metri.

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 2**

Numero di strato LITOLOGIA	Prof. (m)	Nspt	Peso di volume $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito $\Phi$ (°)	Coesione non drenata $c_u$ (KPa)	Modulo Edometrico <b>Eed</b> (MPa)	Modulo Elastico <b>Y</b> (MPa)	Modulo Poisson <b>v</b>	Densità Relativa <b>Dr</b> %
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	0,00-0,80	11	15	28	19	18	1	0,33	80
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	0,80-2,40	3	14	22	19	13	8	0,35	37
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,40-3,60	3	13	22	--	13	8	0,35	34
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	3,60-5,40	6	14	25	--	16	10	0,34	44
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	5,40-10,00	13	15	29	--	35	23	0,33	52

La prova è stata spinta fino alla profondità di 10.00 metri.



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 3

Numero di strato LITOLOGIA	Prof. (m)	Nspt	Peso di volume $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito $\Phi$ (°)	Coesione non drenata $c_u$ (KPa)	Modulo Edometrico $E_{ed}$ (MPa)	Modulo Elastico $Y$ (MPa)	Modulo Poisson $\nu$	Densità Relativa $D_r$ %
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	0,00-0,80	16	15	30	28	18	12	0,32	97
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	0,80-2,40	5	14	23	11	13	8	0,34	44
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,40-3,60	2	13	20	--	12	7	0,35	25
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	3,60-5,40	9	14	27	--	18	12	0,34	53
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	5,40-10,00	10	15	27	--	29	20	0,33	45

La prova è stata spinta fino alla profondità di 10.00 metri.

Come si evince dal sondaggio a Carotaggio continuo allegato (S1), dalla profondità di circa 5 metri fino alla profondità di circa 20 metri dal piano campagna, è presente materiale piroclastico a granulometria sabbiosa mediamente addensato (strato n° 5).

Al di sopra è presente un'alternanza di prodotti piroclastici, a granulometria prevalentemente limo-sabbiosa/sabbiosa-limosa, che differiscono tra loro per granulometria e caratteristiche geomeccaniche.

In conclusione, eliminando il primo strato costituito da pavimentazione, massetto e materiale di riporto, il modello geotecnico di riferimento può essere così schematizzato,

(Cfr. schema sezione fig. successiva):



## Strato 2

- profondità 0.80 – 2.40 metri (Spessore 1.60 metri)
- Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso (A.G.I. 1977 Poco addensato)
- I parametri geotecnici assumono valori medi:  
Nspt 4  
 $\gamma = 13 \text{ kN/ m}^3$ ;  $\phi = 23^\circ$ ;  $\nu = 0,34$ ;  $Y = 8 \text{ MPa}$ ;  $Ed = 13 \text{ MPa}$ ;  $Dr = 40\%$

## Strato 3

- profondità 2.40 – 3.60 metri (Spessore 1.20 metri)
- Piroclastite limosa deb. sabbiosa (A.G.I. 1977 Sciolto)
- I parametri geotecnici assumono valori medi:  
Nspt 2  
 $\gamma = 13 \text{ kN/ m}^3$ ;  $\phi = 21^\circ$ ;  $\nu = 0,35$ ;  $Y = 8 \text{ MPa}$ ;  $Ed = 12 \text{ MPa}$ ;  $Dr = 30\%$

## Strato 4

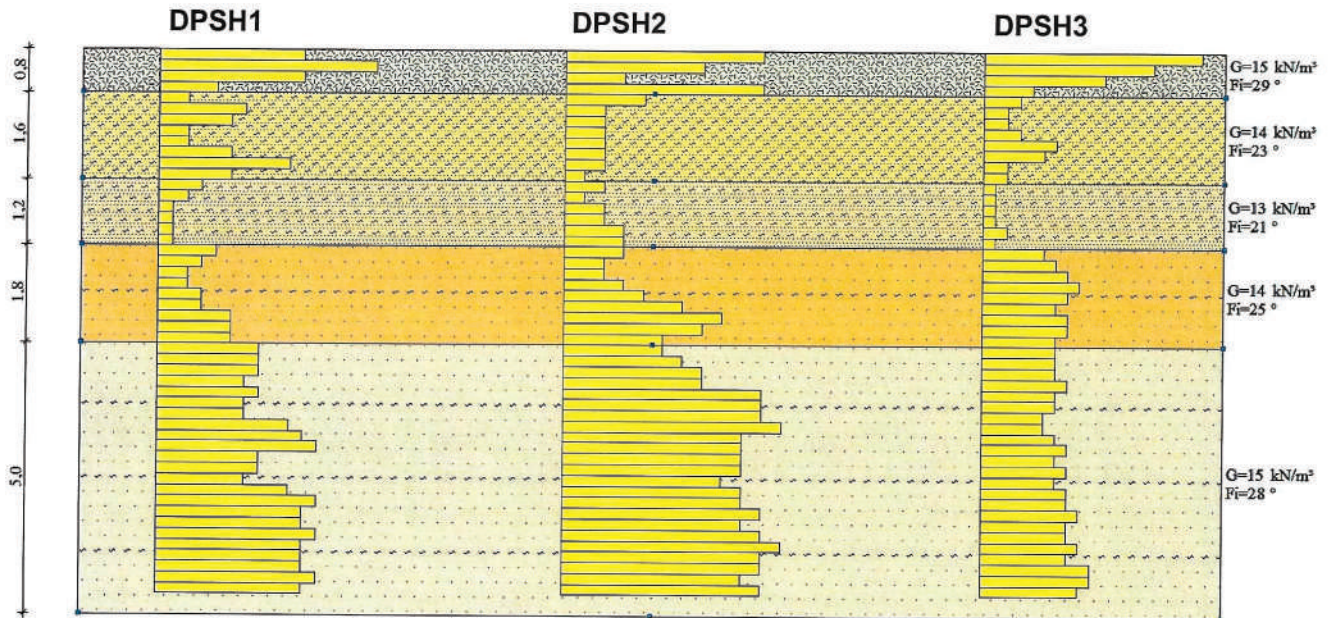
- profondità 3.60 – 5.40 metri (Spessore 1.80 metri)
- Piroclastite sabbioso limosa (A.G.I. 1977 Poco Addensato)
- I parametri geotecnici assumono valori medi:  
Nspt 7  
 $\gamma = 14 \text{ kN/ m}^3$ ;  $\phi = 25^\circ$ ;  $\nu = 0,34$ ;  $Y = 11 \text{ MPa}$ ;  $Ed = 17 \text{ MPa}$ ;  $Dr = 45\%$

## Strato 5

- profondità 5.40 – 11.00 metri (Spessore 5.60 metri)
- Piroclastite sabbiosa deb. limosa (A.G.I. 1977 Moderatamente Addensato)
- I parametri geotecnici assumono valori medi:  
Nspt 12  
 $\gamma = 15 \text{ kN/ m}^3$ ;  $\phi = 28^\circ$ ;  $\nu = 0,33$ ;  $Y = 22 \text{ MPa}$ ;  $Ed = 33 \text{ MPa}$ ;  $Dr = 52\%$



Di seguito si riporta la sezione stratigrafica dei terreni interessati con gli spessori, i principali parametri fisico-meccanici (Peso di volume e angolo d'attrito), e al margine, il log penetrometrico derivato dall'elaborazione della prova penetrometrica dinamica realizzata in sito:



G: Peso di Volume; Fi: angolo di attrito di picco

## 8. CONCLUSIONI

L'area studiata, interessata da un "Progetto di nuovi loculi ed ossari nel civico cimitero – Cimitero Comunale – Giugliano in Campania (NA)", non presenta particolari complicazioni di carattere idrogeologico che possano inficiare la buona riuscita dell'opera, né tanto meno l'opera da eseguire determina l'alterazione degli equilibri idrogeologici dell'area.

La morfologia dell'area infatti, praticamente pianeggiante, fa escludere l'ipotesi di eventuali processi gravitativi.

A conferma di ciò, **il sito in oggetto non risulta perimetrato nella cartografia del PAI sia per quanto riguarda il Rischio Frana sia per quello Idraulico (ex AdB della Campania Centrale oggi AdB distrettuale dell'Appennino Meridionale) (Crf. 4.2).**

**Dai sopralluoghi, dai rilievi e dalle indagini geognostiche effettuate in sito non si riscontra la presenza di cavità sotterranee nel sito di studio che possano interferire con l'opera in oggetto (Crf. Cap. 4.2.1).**

Confrontando i dati scaturiti dalle indagini sismiche, delle prove penetrometriche effettuate e da quelli stratigrafici reperiti è stato possibile definire quanto più precisamente l'assetto stratigrafico e lo stato fisico del sottosuolo.

**Il sottosuolo, risulta caratterizzato** dalla presenza, al di sotto di uno strato costituito da pavimentazione e materiale di riporto di circa 0.80 metri di spessore, di **litotipi ascrivibili ad una successione piroclastica a granulometria mediamente cineritica incoerente, limo-sabbiosa/sabbioso-limosa con pomici e scorie poco-mediamente addensata, sovrapposta in profondità a terreni tufacei semilitoidi e litoidi (Crf. Cap. 4.3). Le caratteristiche geomeccaniche di questi litotipi risultano mediamente buone con aumento generale della loro bontà con la profondità (specificato nel capitolo 7).**

**Relativamente alle caratteristiche di risposta sismica locale, dall'analisi della stratigrafia litomeccanica e della sismicità dell'area, con il livello di falda medio ad una profondità di circa 85.00 metri dal p.c., dalle verifiche effettuate possono essere esclusi fenomeni di liquefazione (Cfr OPCM 3274 e DM 17/01/2018) (Crf. Cap. 6.2).**

**Ai fini della risposta sismica di sito, il parametro caratterizzante la risposta sismica locale, individuato nella  $V_{s30}$  ha fornito per il sito in oggetto una Categoria di Suolo C (calcolata a partire dai terreni posti alla base della fondazione) (Cfr. Cap. 6.1). Per quanto riguarda invece gli spettri di risposta elastici e i relativi fattori di incremento stratigrafici e topografici, individuati per il sito in oggetto (ai sensi del DM 17 gennaio 2018), si rimanda a quanto specificato nel capitolo 6.**



Tanto è in relazione all'incarico ricevuto per uno studio geologico tecnico dell'area. Il professionista incaricato si rende disponibile per eventuali chiarimenti circa il lavoro svolto.

Frignano, Gennaio 2019



DR. ALESSANDRO MAGLIULO

# ALLEGATI CARTOGRAFICI



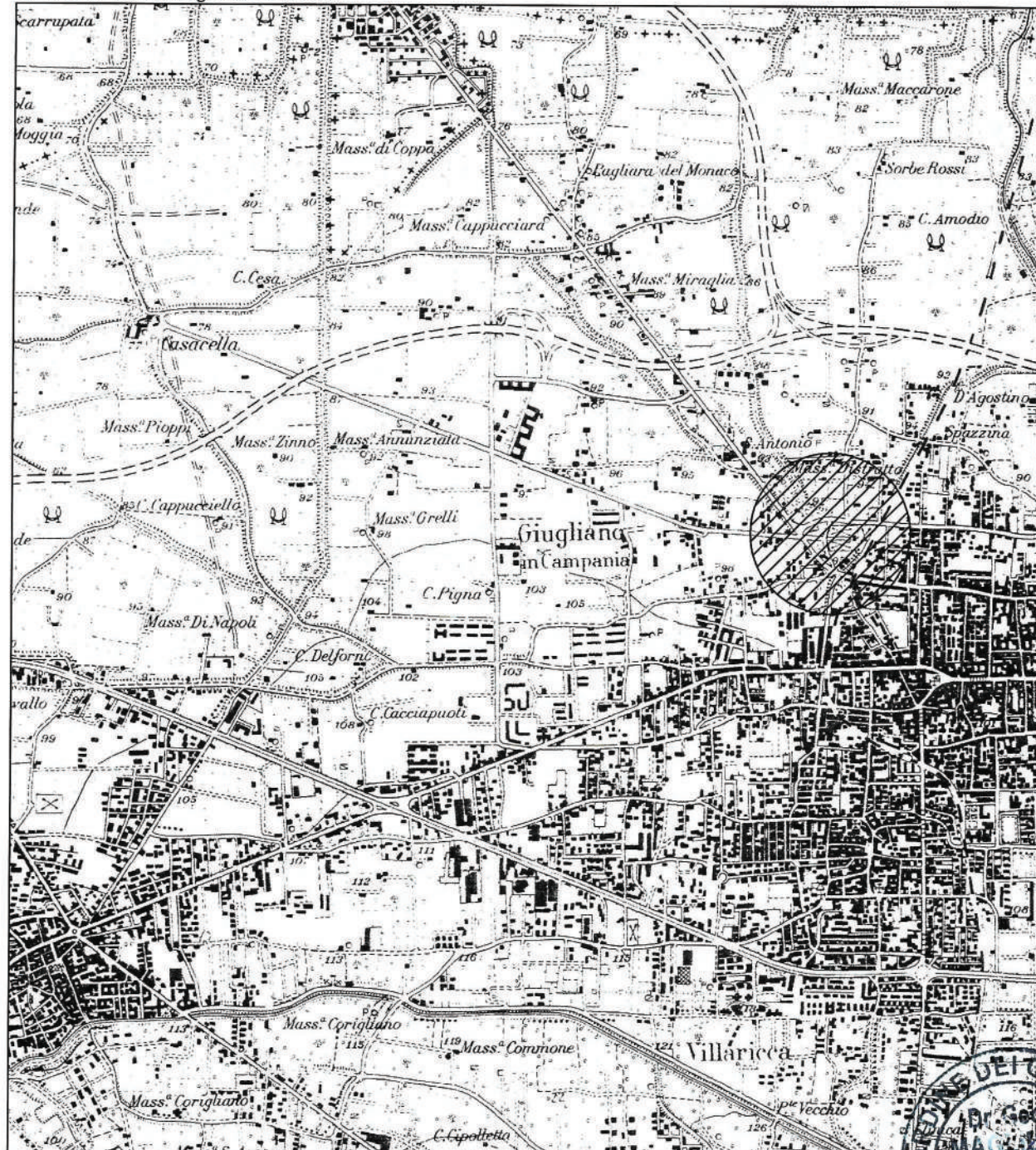
# COMUNE DI GIUGLIANO IN CAMPANIA ( Napoli )

## "PROGETTO DI NUOVI LOCULI ED OSSARI NEL CIVICO CIMITERO"

Committente: Arch. Nicola D'Alterio per c/o del comune di Giugliano in Campania

Loc.: Cimitero Comunale

### ALLEGATO I -Corografia dell'area-



Scala 1: 25.000



Area in oggetto

Geologia Applicata & Ambientale  
via G. Matteotti, 1 - 81030 - Frignano (CE)  
Tel: 0818122335 - 3661581726  
e-mail: [alessandromagliulo@gmail.com](mailto:alessandromagliulo@gmail.com)  
PEC: [alessandromagliulo@epap.sicurezza postale.it](mailto:alessandromagliulo@epap.sicurezza postale.it)  
Dr. Geol. Alessandro MAGLIULO





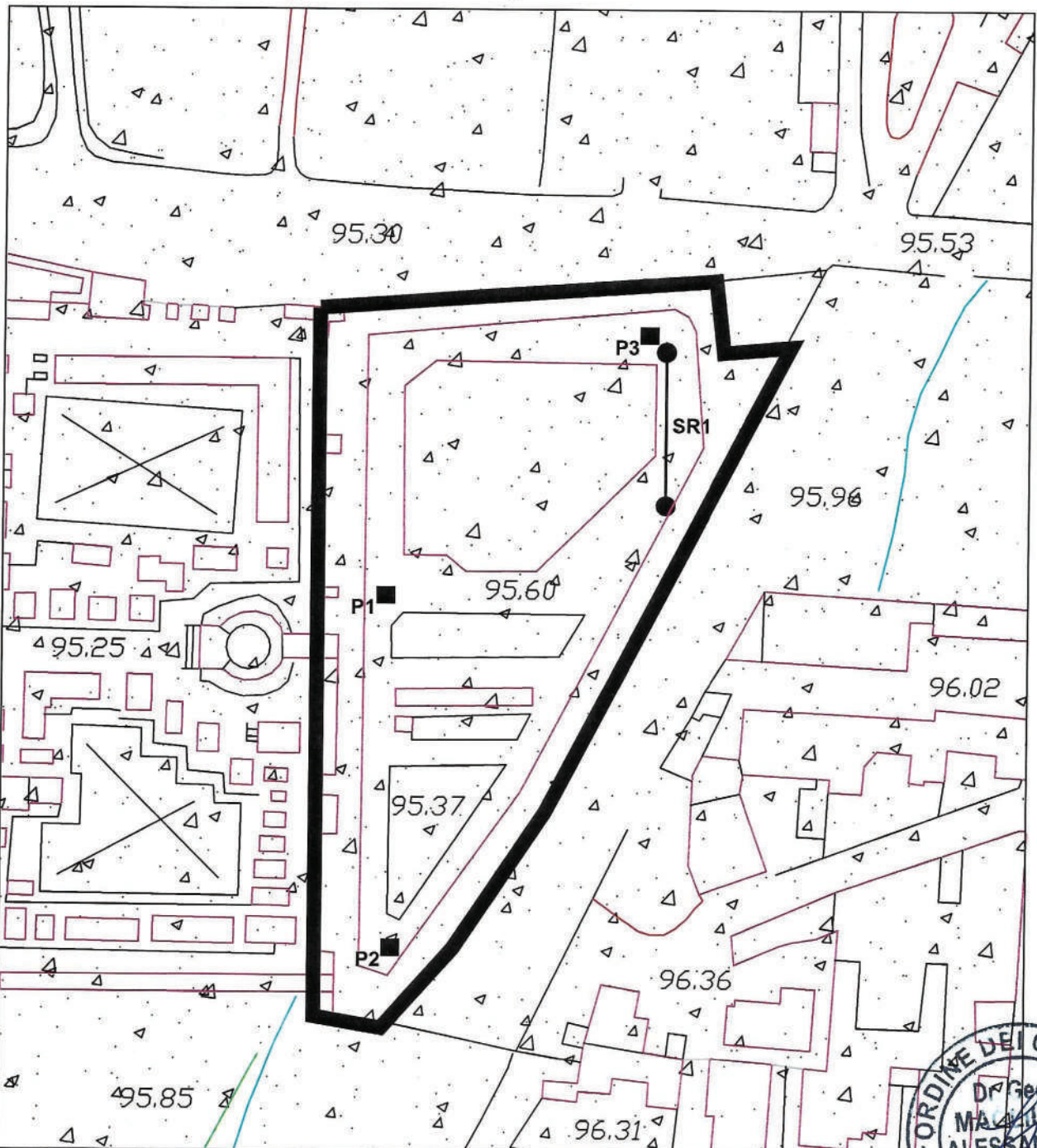
# COMUNE DI GIUGLIANO IN CAMPANIA (Napoli)

## "PROGETTO DI NUOVI LOCULI ED OSSARI NEL CIVICO CIMITERO"

Committente: Arch. Nicola D'Alterio per c/o del comune di Giugliano in Campania

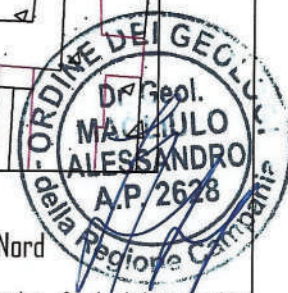
Loc.: Cimitero Comunale

ALLEGATO II -Carta geolitologica con ubicazione indagini-



	Area in oggetto
	Piroclastiti sabbioso limose-limoso sabbiose
<b>P</b> ■	Prova penetrometrica dinamica
●—● SR	Indagine sismica tipo MASW

Scala 1:1.000



Geologia Applicata & Ambientale  
 via G. Matteotti, 1 - 81030 - Frignano (CE)  
 Tel: 0818122335 - 3661581726  
 e-mail: [alessandromagliulo@gmail.com](mailto:alessandromagliulo@gmail.com)  
 PEC: [alessandromagliulo@epap.sicurezza postale.it](mailto:alessandromagliulo@epap.sicurezza postale.it)  
 Dr. Geol. ALESSANDRO MAGLIULO



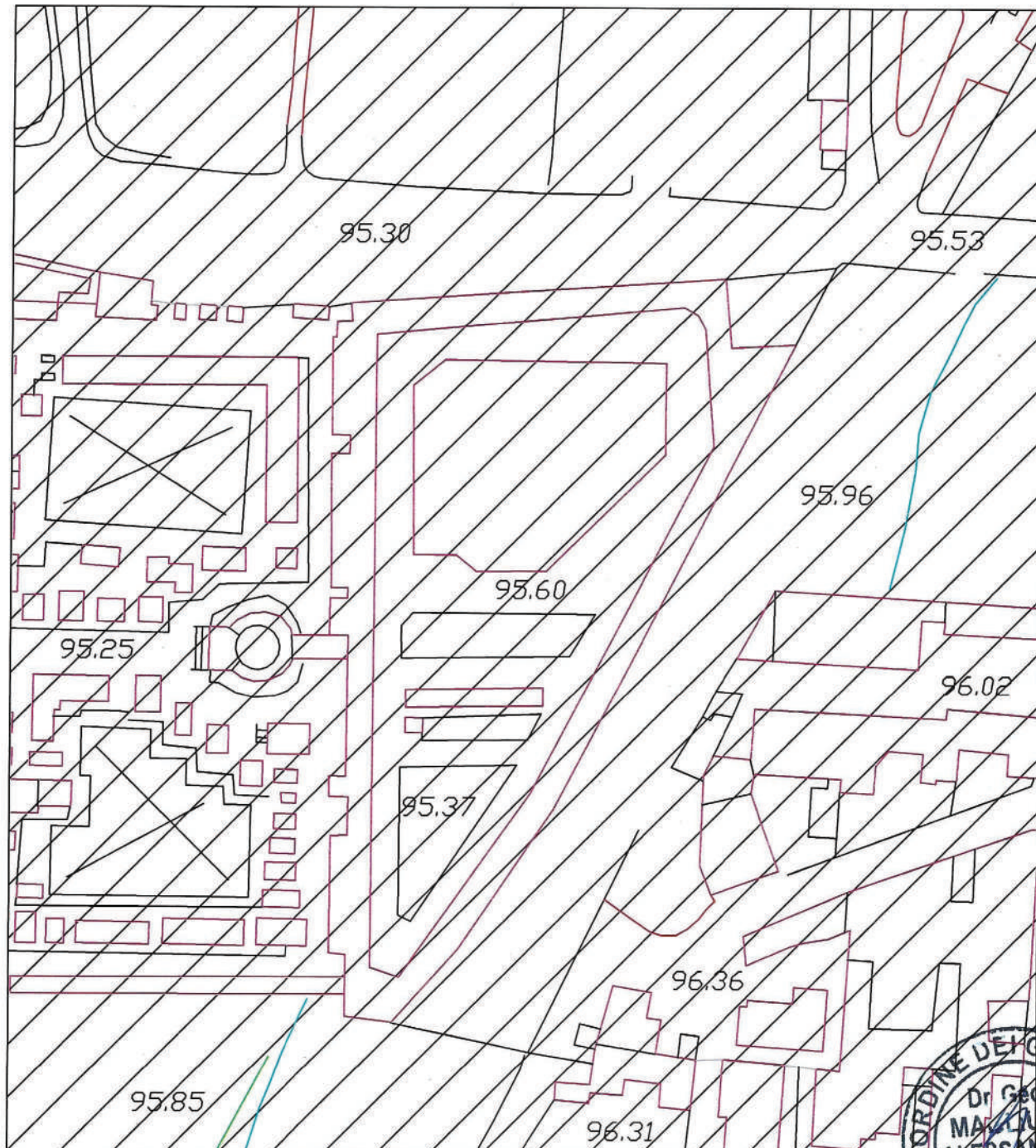
# COMUNE DI GIUGLIANO IN CAMPANIA ( Napoli )

## "PROGETTO DI NUOVI LOCULI ED OSSARI NEL CIVICO CIMITERO"

Committente: Arch. Nicola D'Alterio per c/o del comune di Giugliano in Campania

Loc.: Cimitero Comunale

ALLEGATO III -Carta geomorfologica e della stabilità-



Scala 1:1.000

 Area di piana piroclastica mediamente stabile



Geologia Applicata & Ambientale  
via G. Matteotti, 1 - 81030 - Frignano (CE)  
Tel: 0818122335 - 3661581726  
e-mail: alessandromagliulo@gmail.com  
PEC: alessandromagliulo@epap.sicurezza postale.it  
Dr. Geol. ALESSANDRO MAGLIULO



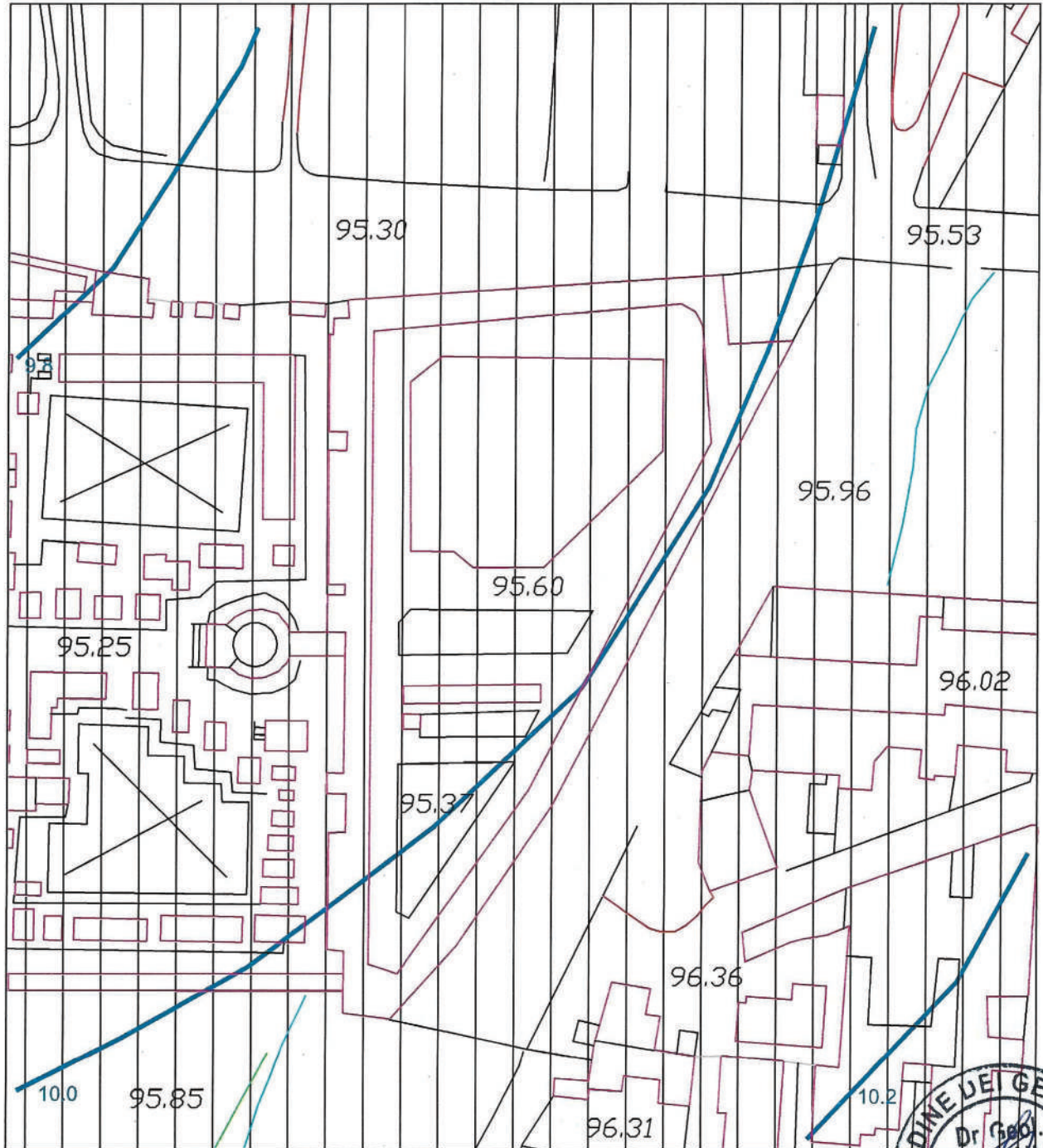
# COMUNE DI GIUGLIANO IN CAMPANIA ( Napoli )

## "PROGETTO DI NUOVI LOCULI ED OSSARI NEL CIVICO CIMITERO"

Committente: Arch. Nicola D'Alterio per c/o del comune di Giugliano in Campania

Loc.: Cimitero Comunale

### ALLEGATO IV -Carta Idrogeologica-



Scala 1:1.000



	Complesso idrogeologico di piana piroclastica a media permeabilità
	Curva isopiezometrica con relativa quota sul livello del mare (in metri)



Geologia Applicata - Amb. Comunale  
via G. Matteotti, 1 - 81030 - Giugliano in Campania (CE)  
Tel: 0818122335 - 3661581726  
e-mail: alessandromagliulo@gmail.com  
PEC: alessandromagliulo@epap.sicurezza postale.it  
Dr. Geol. ALESSANDRO MAGLIULO



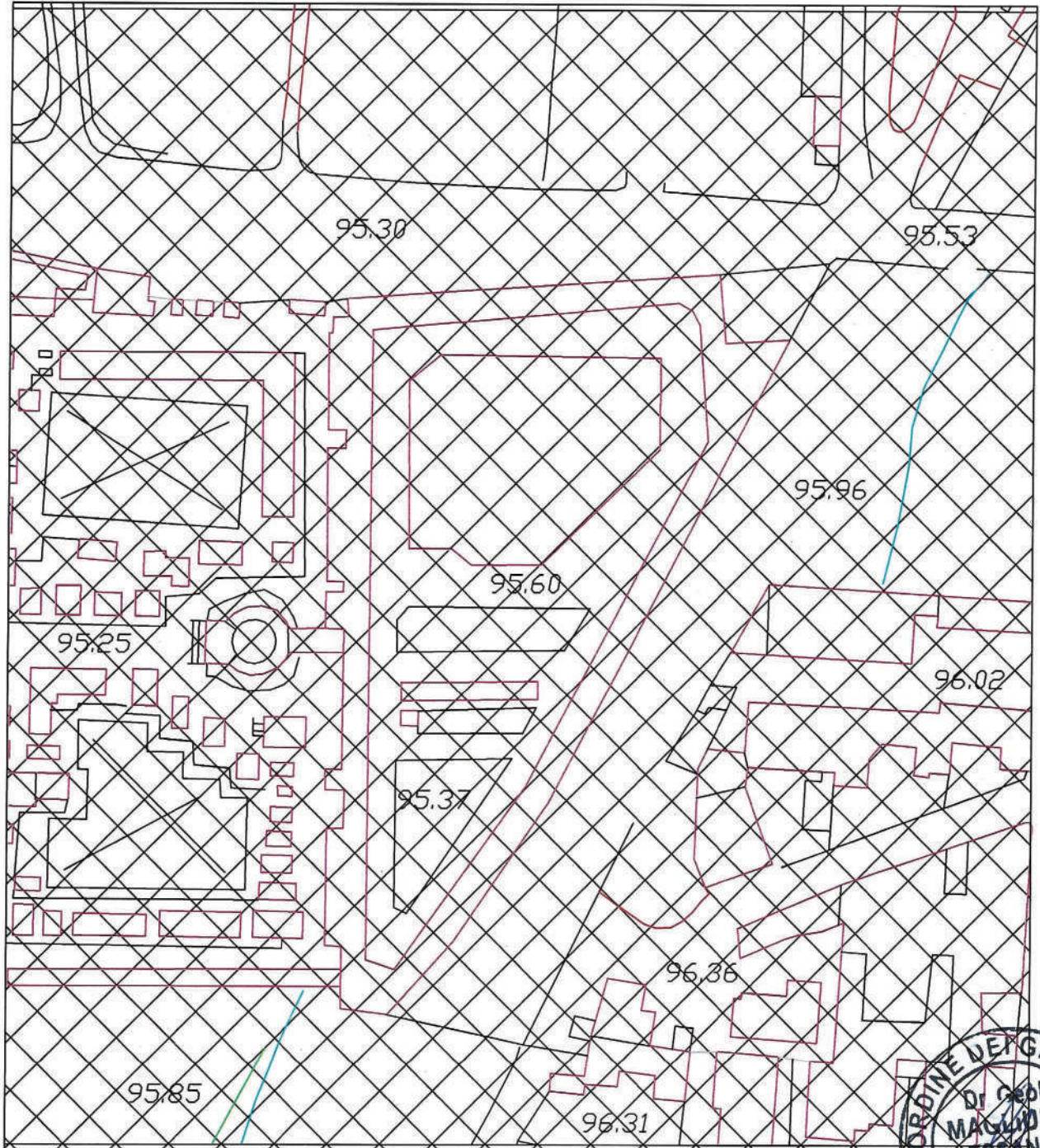
COMUNE DI GIUGLIANO IN CAMPANIA  
( Napoli )

"PROGETTO DI NUOVI LOCULI ED OSSARI NEL CIVICO CIMITERO"

Committente: Arch. Nicola D'Alterio per c/o del comune di Giugliano in Campania

Loc.: Cimitero Comunale

ALLEGATO V -Carta di microzonazione sismica-



Scala 1: 1.000



 **Categoria di suolo di tipo C**  
(parametro calcolato partendo dai terreni posti al piano campagna)



Geologia Applicata & Ambientale  
via G. Matteotti, 1 - 81030 - Frignano (CE)  
Tel: 0818122335 - 3661581726  
e-mail: alessandromagliulo@gmail.com  
PEC: alessandromagliulo@epap.sicurezza postale.it  
Dr. Geol. Alessandro MAGLIULO

## **SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO**

**S1**

**A CORREDO DI UNO STUDIO GEOLOGICO EFFETTUATO IN VIA MATTIA COPPOLA  
NEL COMUNE DI GIUGLIANO IN CAMPANIA (NA)  
PRESO A RIFERIMENTO PER LA RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SITO IN  
OGGETTO**



Committente	Dr. Geol. Francesco Fabozzi per conto della Soc. Coop. Electra Impianti	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Giugliano in Campania (NA)	S1	1
Località	Via Mattia Coppola antistante i civici n. 20 e n. 26		
Data inizio	04/04/2014	Data Fine	04/04/2014
<b>IMPRESONDA</b>			

Profondità	Potenza	Straligratia	Descrizione	Falda	Campioni	N° colpi SPT
1.20	1.20	x x x x	Materiale di riporto sabbioso di natura vulcanica con inclusi di breccie con dimensioni da millimetriche a centimetriche.			
2.10	0.90	x x x x	Materiale di riporto sabbioso di natura vulcanica con inclusi tufacei giallastri centimetrici, pomici e scorie con dimensioni da millimetriche a centimetriche.		1.50	
2.50	0.40	x x x x	Piroclastite sabbiosa di colore marrone bruciato con inclusi pomici millimetrici.		2.00	
2.80	0.30	x x x x	Piroclastite sabbiosa di colore marrone con abbondanti pomici e scorie con dimensioni da millimetriche a centimetriche.			
3.00	0.20	x x x x	Piroclastite sabbiosa di colore giallastro con abbondanti pomici con dimensioni da millimetriche a centimetriche.			
4.50	1.50	x x x x	Piroclastite sabbiosa debolmente limosa di colore grigio-marrone con piccole pomici di dimensioni millimetriche.			
		x x x x	Piroclastite sabbiosa di colore grigio-marrone con inclusi pomici millimetrici.			
	15.90	x x x x			9.00	11
20.00		x x x x			9.00	11

MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 SERVIZIO TECNICO CENTRALE  
 IMPRESONDA Via Laviano, 26 - 81100 CASERTA  
 Direttore Laboratorio: Dr. Geologo Gagliardi Nicola  
 Autorizzazione N° 8905 del 16/06/2011

*G. Fabozzi*

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

**DPSH**

**1 – 2 – 3**

**REALIZZATE PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO IN OGGETTO**





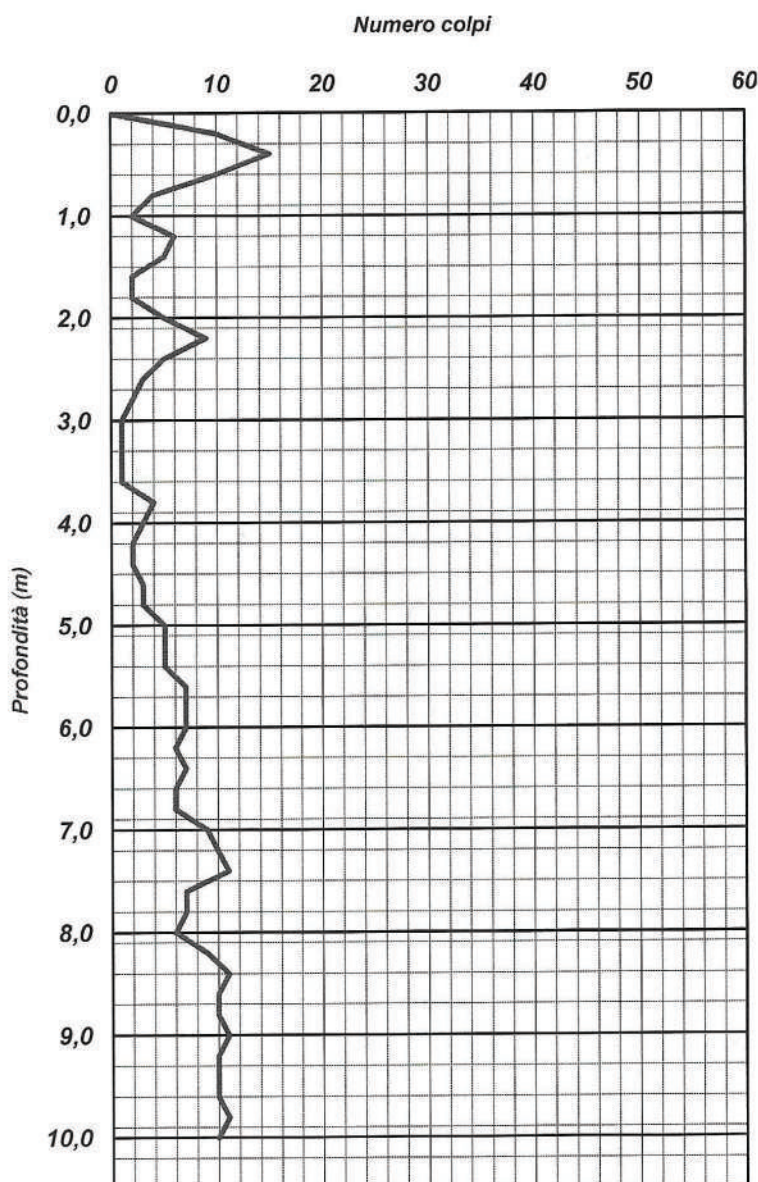
# I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali  
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202  
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618  
 EN ISO 9001:2008 N.: 1071ITQS rilasciato da EUROCERT

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

COMMITTENTE:	Arch. Nicola D'Alterio per c/o del Comune di Giugliano in Campania (NA)			N° Certificato	1806/18
OGGETTO:	Realizzazione di nuovi loculi ed ossari nel civico cimitero			Sigla Prova	DPSH 1
LOCALITA':	Cimitero comunale - Comune di Giugliano in Campania (NA)			Data emissione	19/12/2018
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,5 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Pagina	1/1
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat.: 40.933941°		Long.: 14.193134°		
DATA ESECUZIONE PROVA:	19/12/2018	campione indisturbato (m)			

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0	8,20	9				
0,20	10	8,40	11				
0,40	15	8,60	10				
0,60	10	8,80	10				
0,80	4	9,00	11				
1,00	2	9,20	10				
1,20	6	9,40	10				
1,40	5	9,60	10				
1,60	2	9,80	11				
1,80	2	10,00	10				
2,00	5						
2,20	9						
2,40	5						
2,60	3						
2,80	2						
3,00	1						
3,20	1						
3,40	1						
3,60	1						
3,80	4						
4,00	3						
4,20	2						
4,40	2						
4,60	3						
4,80	3						
5,00	5						
5,20	5						
5,40	5						
5,60	7						
5,80	7						
6,00	7						
6,20	6						
6,40	7						
6,60	6						
6,80	6						
7,00	9						
7,20	10						
7,40	11						
7,60	7						
7,80	7						
8,00	6						



### LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)  
 num. colpi. = numero di colpi

**Il direttore tecnico**  
 Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio  
 Via Aldo Moro, 2 - Pastorano (CE)  
 P.Iva: 01956710618  
 Tel. 0823/879416 - Fax 0823/1560121





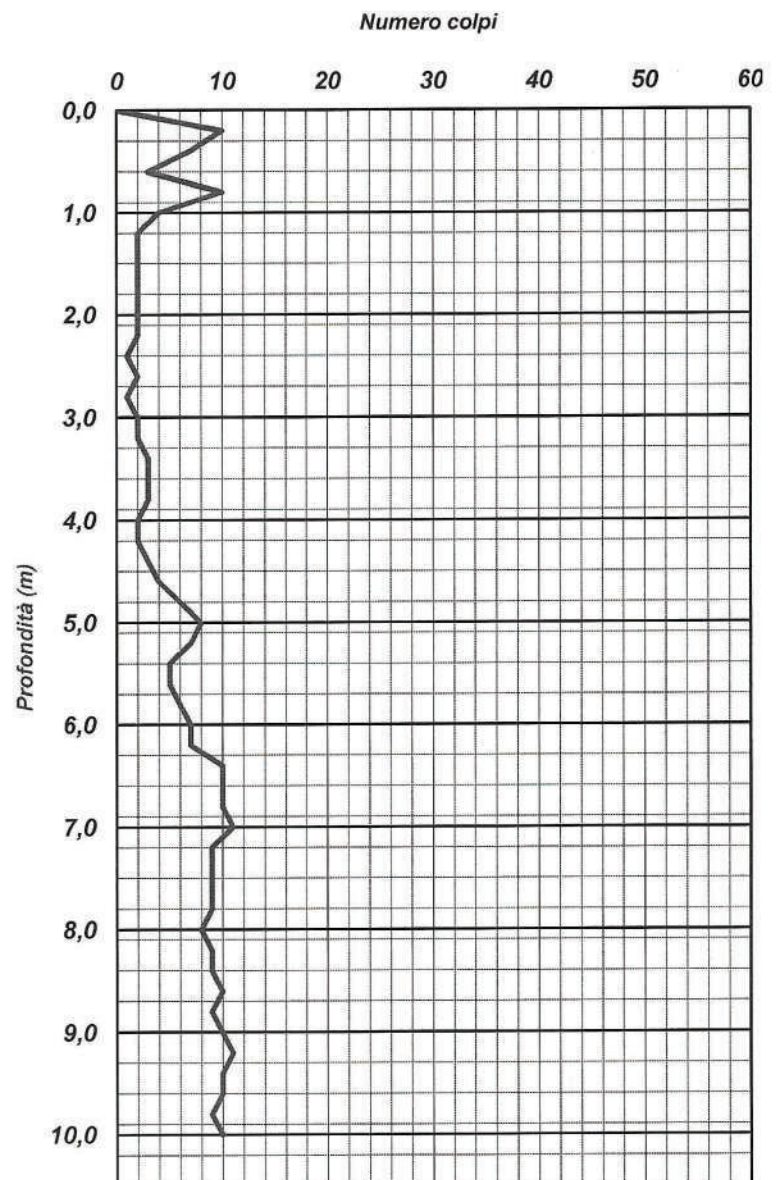
# I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali  
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202  
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618  
 EN ISO 9001:2008 N.: 1071ITQS rilasciato da EUROCERT

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

COMMITTENTE:	Arch. Nicola D'Alterio per c/o del Comune di Giugliano in Campania (NA)			N° Certificato	1807/18
OGGETTO:	Realizzazione di nuovi loculi ed ossari nel civico cimitero			Sigla Prova	DPSH 2
LOCALITA':	Cimitero comunale - Comune di Giugliano in Campania (NA)			Data emissione	19/12/2018
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,5 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Pagina	1/1
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat.: 40.933444°		Long.: 14.193134°		
DATA ESECUZIONE PROVA:	19/12/2018	campione indisturbato (m)			

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0	8,20	9				
0,20	10	8,40	9				
0,40	7	8,60	10				
0,60	3	8,80	9				
0,80	10	9,00	10				
1,00	4	9,20	11				
1,20	2	9,40	10				
1,40	2	9,60	10				
1,60	2	9,80	9				
1,80	2	10,00	10				
2,00	2						
2,20	2						
2,40	1						
2,60	2						
2,80	1						
3,00	2						
3,20	2						
3,40	3						
3,60	3						
3,80	3						
4,00	2						
4,20	2						
4,40	3						
4,60	4						
4,80	6						
5,00	8						
5,20	7						
5,40	5						
5,60	5						
5,80	6						
6,00	7						
6,20	7						
6,40	10						
6,60	10						
6,80	10						
7,00	11						
7,20	9						
7,40	9						
7,60	9						
7,80	9						
8,00	8						



### LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)  
 num. colpi. = numero di colpi

**Il direttore tecnico** s.s.  
 Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio & C.  
 Via Aldo Moro, 2 - Pastorano (CE)  
 P.Iva: 01956710618  
 Tel. 0823/879116 - Fax 0823/560121





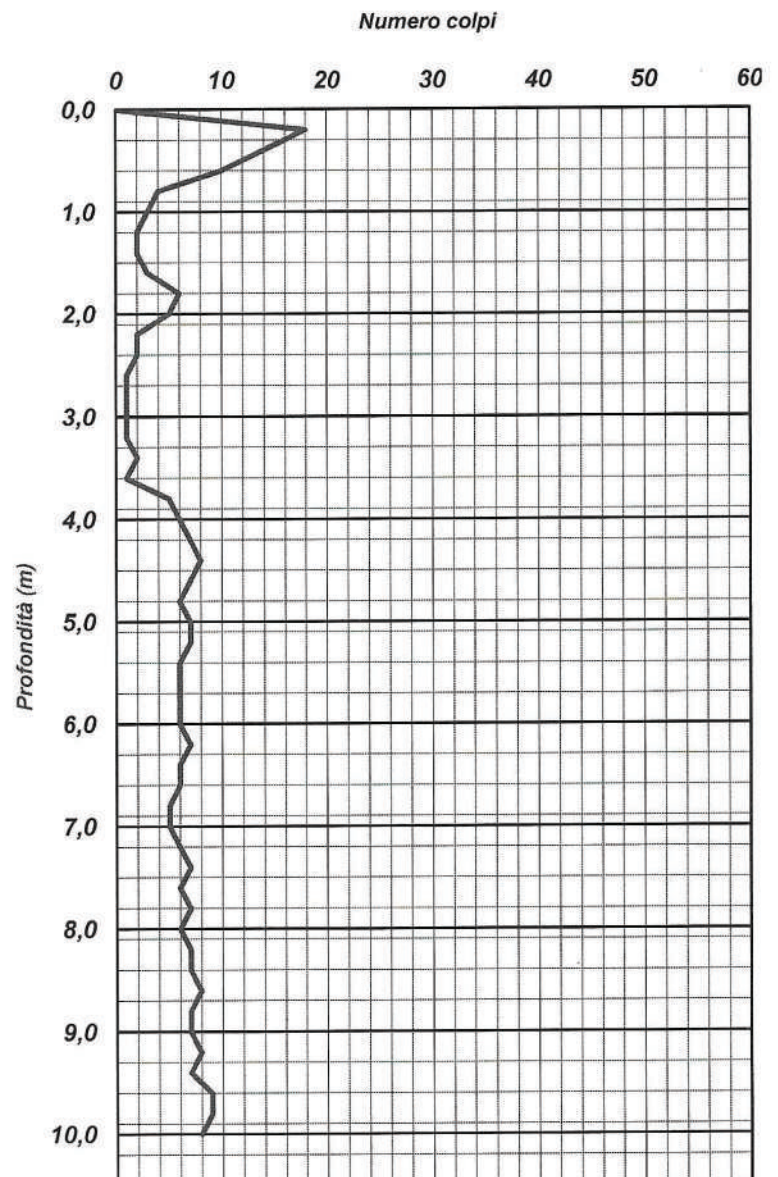
# I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali  
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202  
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618  
 EN ISO 9001:2008 N.: 1071ITQS rilasciato da EUROCERT

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

COMMITTENTE:	Arch. Nicola D'Alterio per c/o del Comune di Giugliano in Campania (NA)				
OGGETTO:	Realizzazione di nuovi loculi ed ossari nel civico cimitero			N° Certificato	1808/18
LOCALITA':	Cimitero comunale - Comune di Giugliano in Campania (NA)			Sigla Prova	DPSH 3
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,5 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Data emissione	19/12/2018
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat.: 40.934356°		Long.: 14.193642°		
DATA ESECUZIONE PROVA:	19/12/2018	campione indisturbato (m)		Pagina	1/1

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0	8,20	7				
0,20	18	8,40	7				
0,40	14	8,60	8				
0,60	10	8,80	7				
0,80	4	9,00	7				
1,00	3	9,20	8				
1,20	2	9,40	7				
1,40	2	9,60	9				
1,60	3	9,80	9				
1,80	6	10,00	8				
2,00	5						
2,20	2						
2,40	2						
2,60	1						
2,80	1						
3,00	1						
3,20	1						
3,40	2						
3,60	1						
3,80	5						
4,00	6						
4,20	7						
4,40	8						
4,60	7						
4,80	6						
5,00	7						
5,20	7						
5,40	6						
5,60	6						
5,80	6						
6,00	6						
6,20	7						
6,40	6						
6,60	6						
6,80	5						
7,00	5						
7,20	6						
7,40	7						
7,60	6						
7,80	7						
8,00	6						



### LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)  
 num. colpi. = numero di colpi

**Il direttore tecnico** S.  
 Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio  
 Via Aldo Moro, 2 - Pastorano (CE)  
 P.Iva: 01956710618  
 Tel. 0823/879116 - Fax 0823/560121

# PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

## DPSH

### 1 - 2 - 3

Committente:	Arch. Nicola D'Alterio per c/o del comune di Giugliano in Campania (NA)
Cantiere:	Progetto di nuovi loculi ed ossari nel civico cimitero
Località:	Giugliano in Campania (NA) - Cimitero Comunale

#### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Dr. Geol.





PROVA DPSH 1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 21/01/2019  
 Profondità prova 10,00 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	10	0,855	8,81	10,30	440,31	515,21
0,40	15	0,801	12,38	15,46	618,84	772,81
0,60	10	0,847	8,01	9,46	400,51	472,85
0,80	4	0,843	3,19	3,78	159,51	189,14
1,00	2	0,840	1,59	1,89	79,42	94,57
1,20	6	0,836	4,75	5,67	237,26	283,71
1,40	5	0,833	3,94	4,73	196,91	236,42
1,60	2	0,830	1,45	1,75	72,49	87,39
1,80	2	0,826	1,44	1,75	72,21	87,39
2,00	5	0,823	3,60	4,37	179,84	218,46
2,20	9	0,820	6,45	7,86	322,50	393,23
2,40	5	0,817	3,57	4,37	178,52	218,46
2,60	3	0,814	1,98	2,44	99,19	121,82
2,80	2	0,811	1,32	1,62	65,90	81,22
3,00	1	0,809	0,66	0,81	32,84	40,61
3,20	1	0,806	0,65	0,81	32,73	40,61
3,40	1	0,803	0,65	0,81	32,62	40,61
3,60	1	0,801	0,61	0,76	30,38	37,93
3,80	4	0,798	2,42	3,03	121,13	151,72
4,00	3	0,796	1,81	2,28	90,58	113,79
4,20	2	0,794	1,20	1,52	60,21	75,86
4,40	2	0,791	1,20	1,52	60,04	75,86
4,60	3	0,789	1,69	2,13	84,25	106,75
4,80	3	0,787	1,68	2,13	84,02	106,75
5,00	5	0,785	2,79	3,56	139,67	177,92
5,20	5	0,783	2,79	3,56	139,31	177,92
5,40	5	0,781	2,78	3,56	138,96	177,92
5,60	7	0,779	3,66	4,69	182,76	234,57
5,80	7	0,777	3,65	4,69	182,33	234,57
6,00	7	0,775	3,64	4,69	181,90	234,57
6,20	6	0,774	3,11	4,02	155,56	201,06
6,40	7	0,772	3,62	4,69	181,09	234,57
6,60	6	0,770	2,93	3,80	146,36	189,99
6,80	6	0,769	2,92	3,80	146,05	189,99
7,00	9	0,767	4,37	5,70	218,63	284,98
7,20	10	0,766	4,85	6,33	242,44	316,65
7,40	11	0,764	5,32	6,97	266,17	348,31
7,60	7	0,763	3,20	4,20	160,23	210,09
7,80	7	0,761	3,20	4,20	159,94	210,09
8,00	6	0,760	2,74	3,60	136,84	180,08
8,20	9	0,759	4,10	5,40	204,90	270,11



8,40	11	0,757	5,00	6,60	250,00	330,14
8,60	10	0,756	4,31	5,70	215,63	285,24
8,80	10	0,755	4,31	5,70	215,28	285,24
9,00	11	0,753	4,73	6,28	236,42	313,76
9,20	10	0,752	4,29	5,70	214,58	285,24
9,40	10	0,751	4,28	5,70	214,25	285,24
9,60	10	0,750	4,08	5,44	203,81	271,76
9,80	11	0,749	4,48	5,98	223,85	298,94
10,00	10	0,748	4,06	5,44	203,20	271,76

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	Terzaghi-Peck	94,83
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	Terzaghi-Peck	40,60
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	Terzaghi-Peck	13,53
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	Terzaghi-Peck	32,07
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	Terzaghi-Peck	83,85

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	Robertson (1983)	2,81
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	Robertson (1983)	1,30
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	Robertson (1983)	0,43
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	Robertson (1983)	1,03
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	Robertson (1983)	2,48

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	14,51



Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	6,80
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	2,38
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	5,41
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	12,84

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0.00-0,80	Apollonia	14,05
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	Apollonia	6,49
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	Apollonia	2,16
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	Apollonia	5,13
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	Apollonia	12,42

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0.00-0,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0.00-0,80	Meyerhof	20,20

Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	Meyerhof	18,04
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	Meyerhof	15,49
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	Meyerhof	17,36
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	Meyerhof	19,91

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0.00-0,80	Meyerhof	22,26
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	Meyerhof	18,53
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	Meyerhof	18,14
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	Meyerhof	18,44
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	Meyerhof	21,87

## TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0.00-0,80	14,33	Meyerhof 1957	89,87
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	6,62	Meyerhof 1957	53,71
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	2,2	Meyerhof 1957	27,82
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	5,23	Meyerhof 1957	39,11
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	12,66	Meyerhof 1957	51,15

Angolo di resistenza al taglio



Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	14,33	Shioi-Fukuni (1982)	29,66
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	6,62	Shioi-Fukuni (1982)	24,96
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	2,2	Shioi-Fukuni (1982)	20,74
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	5,23	Shioi-Fukuni (1982)	23,86
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	12,66	Shioi-Fukuni (1982)	28,78

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	14,33	Schultze-Menzenbach	13,72
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	6,62	Schultze-Menzenbach	9,13
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	2,2	Schultze-Menzenbach	7,70
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	5,23	Schultze-Menzenbach	9,70
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	12,66	Schultze-Menzenbach	23,02

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	14,33		23,32
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	6,62		14,02
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	2,2		12,36
Strato (4) Piroclastite	5,23	3,60-5,40	5,23		14,93

sabbioso limosa					
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	12,66		34,10

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	14,33	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	6,62	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	2,2	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	5,23	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	12,66	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	14,33	Meyerhof ed altri	15,01
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	6,62	Meyerhof ed altri	14,06
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	2,2	Meyerhof ed altri	13,47
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	5,23	Meyerhof ed altri	13,88
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	12,66	Meyerhof ed altri	14,81

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	14,33	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,15
Strato (2) Materiale di	6,62	0,80-2,40	6,62	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,56



origine piroclastica limoso sabbioso					
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	2,2	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,20
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	5,23	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,45
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	12,66	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,03

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	14,33	(A.G.I.)	0,33
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	6,62	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	2,2	(A.G.I.)	0,35
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	5,23	(A.G.I.)	0,34
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	12,66	(A.G.I.)	0,33

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	14,33	Navfac 1971-1982	2,99
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	6,62	Navfac 1971-1982	1,36
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	2,2	Navfac 1971-1982	0,32
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	5,23	Navfac 1971-1982	1,04
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	12,66	Navfac 1971-1982	2,66

#### $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
-------------	------	------------------	------------	--------------	-------------

Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	14,33	0,00-0,80	14,33	Robertson 1983	2,81
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	6,62	0,80-2,40	6,62	Robertson 1983	1,30
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	2,2	2,40-3,60	2,2	Robertson 1983	0,43
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	5,23	3,60-5,40	5,23	Robertson 1983	1,03
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	12,66	5,40-10,00	12,66	Robertson 1983	2,48



PROVA DPSH 2

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 21/01/2019  
 10,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	10	0,855	8,81	10,30	440,31	515,21
0,40	7	0,851	6,14	7,21	306,83	360,64
0,60	3	0,847	2,40	2,84	120,15	141,85
0,80	10	0,843	7,98	9,46	398,77	472,85
1,00	4	0,840	3,18	3,78	158,83	189,14
1,20	2	0,836	1,58	1,89	79,09	94,57
1,40	2	0,833	1,58	1,89	78,76	94,57
1,60	2	0,830	1,45	1,75	72,49	87,39
1,80	2	0,826	1,44	1,75	72,21	87,39
2,00	2	0,823	1,44	1,75	71,93	87,39
2,20	2	0,820	1,43	1,75	71,67	87,39
2,40	1	0,817	0,71	0,87	35,70	43,69
2,60	2	0,814	1,32	1,62	66,13	81,22
2,80	1	0,811	0,66	0,81	32,95	40,61
3,00	2	0,809	1,31	1,62	65,68	81,22
3,20	2	0,806	1,31	1,62	65,46	81,22
3,40	3	0,803	1,96	2,44	97,87	121,82
3,60	3	0,801	1,82	2,28	91,13	113,79
3,80	3	0,798	1,82	2,28	90,85	113,79
4,00	2	0,796	1,21	1,52	60,39	75,86
4,20	2	0,794	1,20	1,52	60,21	75,86
4,40	3	0,791	1,80	2,28	90,06	113,79
4,60	4	0,789	2,25	2,85	112,33	142,33
4,80	6	0,787	3,36	4,27	168,04	213,50
5,00	8	0,785	4,47	5,69	223,47	284,66
5,20	7	0,783	3,90	4,98	195,03	249,08
5,40	5	0,781	2,78	3,56	138,96	177,92
5,60	5	0,779	2,61	3,35	130,54	167,55
5,80	6	0,777	3,13	4,02	156,28	201,06
6,00	7	0,775	3,64	4,69	181,90	234,57
6,20	7	0,774	3,63	4,69	181,49	234,57
6,40	10	0,772	5,17	6,70	258,70	335,10
6,60	10	0,770	4,88	6,33	243,93	316,65
6,80	10	0,769	4,87	6,33	243,42	316,65
7,00	11	0,767	5,34	6,97	267,22	348,31
7,20	9	0,766	4,36	5,70	218,20	284,98
7,40	9	0,764	4,36	5,70	217,77	284,98
7,60	9	0,763	4,12	5,40	206,02	270,11
7,80	9	0,761	4,11	5,40	205,63	270,11
8,00	8	0,760	3,65	4,80	182,46	240,10
8,20	9	0,759	4,10	5,40	204,90	270,11
8,40	9	0,757	4,09	5,40	204,54	270,11
8,60	10	0,756	4,31	5,70	215,63	285,24
8,80	9	0,755	3,87	5,13	193,75	256,72
9,00	10	0,753	4,30	5,70	214,93	285,24

9,20	11	0,752	4,72	6,28	236,04	313,76
9,40	10	0,751	4,28	5,70	214,25	285,24
9,60	10	0,750	4,08	5,44	203,81	271,76
9,80	9	0,749	3,66	4,89	183,15	244,59
10,00	10	0,748	4,06	5,44	203,20	271,76

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 2

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	Terzaghi-Peck	73,06
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	Terzaghi-Peck	19,12
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	Terzaghi-Peck	19,52
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	Terzaghi-Peck	40,01
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	Terzaghi-Peck	87,57

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	Robertson (1983)	2,16
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	Robertson (1983)	0,61
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	Robertson (1983)	0,63
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	Robertson (1983)	1,28
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	Robertson (1983)	2,59

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	11,21
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	3,30



Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	3,37
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	6,71
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	13,41

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	Apollonia	10,82
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	Apollonia	3,06
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	Apollonia	3,13
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	Apollonia	6,40
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	Apollonia	12,97

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	Meyerhof	19,61
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	Meyerhof	16,08

Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	Meyerhof	16,18
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	Meyerhof	18,04
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	Meyerhof	20,01

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	Meyerhof	21,57
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	Meyerhof	18,24
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	Meyerhof	18,24
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	Meyerhof	18,53
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	Meyerhof	21,97

**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	11,03	Meyerhof 1957	78,97
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	3,12	Meyerhof 1957	37,26
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	3,19	Meyerhof 1957	33,94
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	6,53	Meyerhof 1957	44,02
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	13,23	Meyerhof 1957	52,45

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Pavimentazione, a	11,03	0,00-0,80	11,03	Shioi-Fukuni (1982)	27,86



seguire materiale di riporto					
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	3,12	Shioi-Fukuni (1982)	21,84
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	3,19	Shioi-Fukuni (1982)	21,92
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	6,53	Shioi-Fukuni (1982)	24,9
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	13,23	Shioi-Fukuni (1982)	29,09

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0.00-0,80	11,03	Schultze-Menzenbach	12,26
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	3,12	Schultze-Menzenbach	8,00
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	3,19	Schultze-Menzenbach	8,02
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	6,53	Schultze-Menzenbach	10,28
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	13,23	Schultze-Menzenbach	23,67

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0.00-0,80	11,03		18,16
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	3,12		12,83
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	3,19		12,87
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	6,53		15,82
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb.	13,23	5,40-10,00	13,23		35,07

limosa					
--------	--	--	--	--	--

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	11,03	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	3,12	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	3,19	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	6,53	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	13,23	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	11,03	Meyerhof ed altri	14,62
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	3,12	Meyerhof ed altri	13,60
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	3,19	Meyerhof ed altri	13,61
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	6,53	Meyerhof ed altri	14,05
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	13,23	Meyerhof ed altri	14,88

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	11,03	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,91
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	3,12	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,28
Strato (3)	3,19	2,40-3,60	3,19	Terzaghi-Peck	18,28



Piroclastite limosa deb. sabbiosa				1948-1967	
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	6,53	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,56
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	13,23	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,07

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	11,03	(A.G.I.)	0,33
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	3,12	(A.G.I.)	0,35
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	3,19	(A.G.I.)	0,35
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	6,53	(A.G.I.)	0,34
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	13,23	(A.G.I.)	0,33

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	11,03	Navfac 1971-1982	2,32
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	3,12	Navfac 1971-1982	0,54
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	3,19	Navfac 1971-1982	0,56
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	6,53	Navfac 1971-1982	1,34
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	13,23	Navfac 1971-1982	2,77

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	11,03	0,00-0,80	11,03	Robertson 1983	2,16

Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	3,12	0,80-2,40	3,12	Robertson 1983	0,61
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	3,19	2,40-3,60	3,19	Robertson 1983	0,63
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	6,53	3,60-5,40	6,53	Robertson 1983	1,28
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	13,23	5,40-10,00	13,23	Robertson 1983	2,59



PROVA DPSH 3

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 21/01/2019  
 10,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	18	0,805	14,92	18,55	746,19	927,37
0,40	14	0,801	11,55	14,43	577,59	721,29
0,60	10	0,847	8,01	9,46	400,51	472,85
0,80	4	0,843	3,19	3,78	159,51	189,14
1,00	3	0,840	2,38	2,84	119,12	141,85
1,20	2	0,836	1,58	1,89	79,09	94,57
1,40	2	0,833	1,58	1,89	78,76	94,57
1,60	3	0,830	2,17	2,62	108,74	131,08
1,80	6	0,826	4,33	5,24	216,63	262,16
2,00	5	0,823	3,60	4,37	179,84	218,46
2,20	2	0,820	1,43	1,75	71,67	87,39
2,40	2	0,817	1,43	1,75	71,41	87,39
2,60	1	0,814	0,66	0,81	33,06	40,61
2,80	1	0,811	0,66	0,81	32,95	40,61
3,00	1	0,809	0,66	0,81	32,84	40,61
3,20	1	0,806	0,65	0,81	32,73	40,61
3,40	2	0,803	1,30	1,62	65,25	81,22
3,60	1	0,801	0,61	0,76	30,38	37,93
3,80	5	0,798	3,03	3,79	151,42	189,65
4,00	6	0,796	3,62	4,55	181,16	227,58
4,20	7	0,794	4,21	5,31	210,73	265,51
4,40	8	0,791	4,80	6,07	240,15	303,44
4,60	7	0,789	3,93	4,98	196,58	249,08
4,80	6	0,787	3,36	4,27	168,04	213,50
5,00	7	0,785	3,91	4,98	195,53	249,08
5,20	7	0,783	3,90	4,98	195,03	249,08
5,40	6	0,781	3,34	4,27	166,75	213,50
5,60	6	0,779	3,13	4,02	156,65	201,06
5,80	6	0,777	3,13	4,02	156,28	201,06
6,00	6	0,775	3,12	4,02	155,92	201,06
6,20	7	0,774	3,63	4,69	181,49	234,57
6,40	6	0,772	3,10	4,02	155,22	201,06
6,60	6	0,770	2,93	3,80	146,36	189,99
6,80	5	0,769	2,43	3,17	121,71	158,32
7,00	5	0,767	2,43	3,17	121,46	158,32
7,20	6	0,766	2,91	3,80	145,46	189,99
7,40	7	0,764	3,39	4,43	169,38	221,65
7,60	6	0,763	2,75	3,60	137,34	180,08
7,80	7	0,761	3,20	4,20	159,94	210,09
8,00	6	0,760	2,74	3,60	136,84	180,08
8,20	7	0,759	3,19	4,20	159,37	210,09
8,40	7	0,757	3,18	4,20	159,09	210,09
8,60	8	0,756	3,45	4,56	172,51	228,19
8,80	7	0,755	3,01	3,99	150,69	199,67
9,00	7	0,753	3,01	3,99	150,45	199,67

9,20	8	0,752	3,43	4,56	171,67	228,19
9,40	7	0,751	3,00	3,99	149,97	199,67
9,60	9	0,750	3,67	4,89	183,43	244,59
9,80	9	0,749	3,66	4,89	183,15	244,59
10,00	8	0,748	3,25	4,35	162,56	217,41

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 3

#### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	Terzaghi-Peck	111,89
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	Terzaghi-Peck	28,15
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	Terzaghi-Peck	10,59
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	Terzaghi-Peck	63,84
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	Terzaghi-Peck	66,00

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	Robertson (1983)	3,32
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	Robertson (1983)	0,90
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	Robertson (1983)	0,34
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	Robertson (1983)	1,89
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	Robertson (1983)	1,96

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	17,09
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	4,77



Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	1,90
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	9,82
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	10,15

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	Apollonia	16,58
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	Apollonia	4,50
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	Apollonia	1,69
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	Apollonia	9,45
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	Apollonia	9,78

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	Meyerhof	20,40
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	Meyerhof	17,06

Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	Meyerhof	15,10
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	Meyerhof	19,22
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	Meyerhof	19,32

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	Meyerhof	22,46
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	Meyerhof	18,34
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	Meyerhof	18,14
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	Meyerhof	21,18
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	Meyerhof	21,28

## TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	16,91	Meyerhof 1957	97,58
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	4,59	Meyerhof 1957	44,87
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	1,72	Meyerhof 1957	24,76
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	9,64	Meyerhof 1957	53,13
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	9,97	Meyerhof 1957	45,38

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1)	16,91	0,00-0,80	16,91	Shioi-Fukuni	30,93



Pavimentazione, a seguire materiale di riporto				(1982)	
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	4,59	Shioi-Fukuni (1982)	23,3
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	1,72	Shioi-Fukuni (1982)	20,08
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	9,64	Shioi-Fukuni (1982)	27,02
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	9,97	Shioi-Fukuni (1982)	27,23

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	16,91	Schultze-Menzenbach	12,46
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	4,59	Schultze-Menzenbach	8,48
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	1,72	Schultze-Menzenbach	7,55
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	9,64	Schultze-Menzenbach	11,65
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	9,97	Schultze-Menzenbach	19,90

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	16,91		17,83
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	4,59		13,05
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	1,72		12,11
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	9,64		17,93
Strato (5) Piroclastite	9,97	5,40-10,00	9,97		29,63

sabbiosa deb. limosa					
-------------------------	--	--	--	--	--

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	16,91	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	4,59	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	1,72	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	9,64	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	9,97	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	16,91	Meyerhof ed altri	15,31
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	4,59	Meyerhof ed altri	13,80
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	1,72	Meyerhof ed altri	13,41
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	9,64	Meyerhof ed altri	14,45
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	9,97	Meyerhof ed altri	14,49

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	16,91	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,33
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	4,59	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,40



Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	1,72	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,16
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	9,64	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,80
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	9,97	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	16,91	(A.G.I.)	0,32
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	4,59	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	1,72	(A.G.I.)	0,35
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	9,64	(A.G.I.)	0,34
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	9,97	(A.G.I.)	0,33

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale di riporto	16,91	0,00-0,80	16,91	Navfac 1971-1982	3,49
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	4,59	Navfac 1971-1982	0,89
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	1,72	Navfac 1971-1982	0,20
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	9,64	Navfac 1971-1982	2,03
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	9,97	Navfac 1971-1982	2,10

#### $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (1) Pavimentazione, a seguire materiale	16,91	0,00-0,80	16,91	Robertson 1983	3,32

di riporto					
Strato (2) Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso	4,59	0,80-2,40	4,59	Robertson 1983	0,90
Strato (3) Piroclastite limosa deb. sabbiosa	1,72	2,40-3,60	1,72	Robertson 1983	0,34
Strato (4) Piroclastite sabbioso limosa	9,64	3,60-5,40	9,64	Robertson 1983	1,89
Strato (5) Piroclastite sabbiosa deb. limosa	9,97	5,40-10,00	9,97	Robertson 1983	1,96

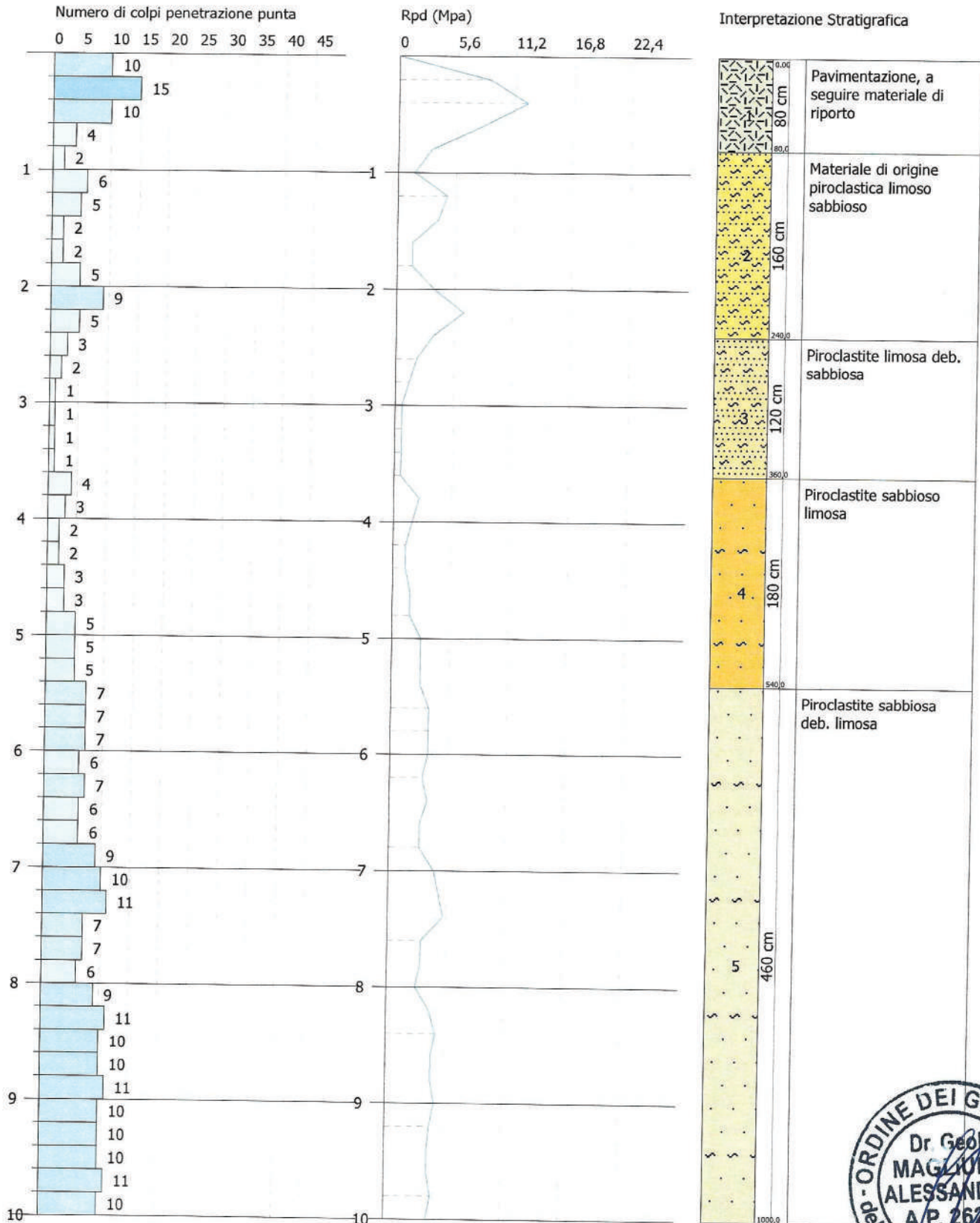


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 1**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Arch. Nicola D'Alterio per c/o del comune di Giugliano in Campania (NA)  
 Cantiere: Progetto di nuovi loculi ed ossari nel civico cimitero  
 Località: Giugliano in Campania (NA) - Cimitero Comunale

Data: 21/01/2019

Scala 1:47

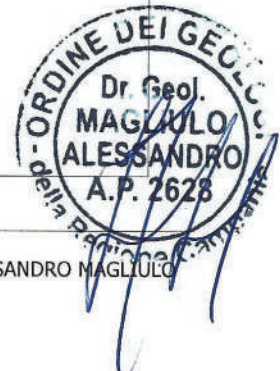
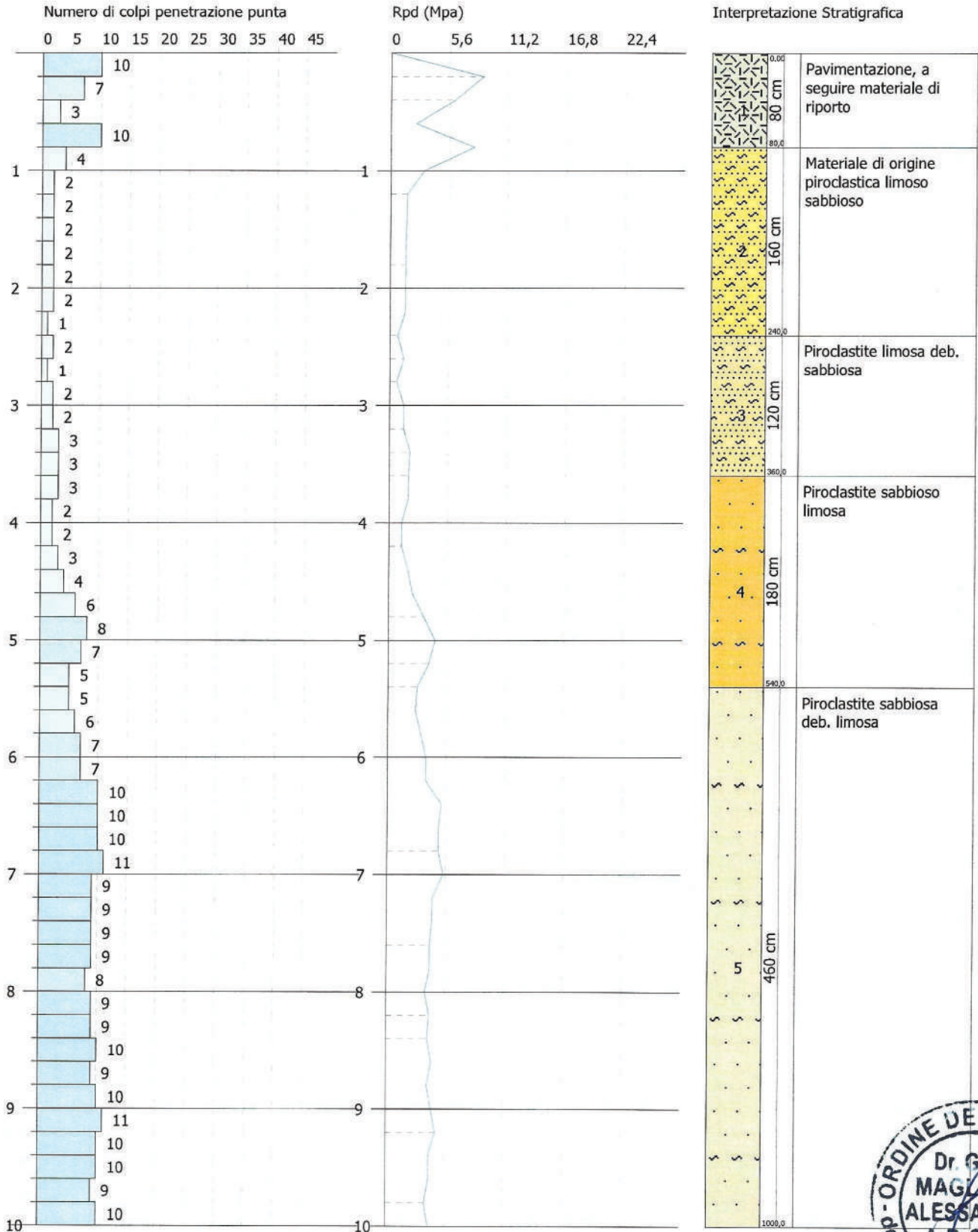


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 2**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Arch. Nicola D'Alterio per c/o del comune di Giugliano in Campania (NA)  
 Cantiere: Progetto di nuovi loculi ed ossari nel civico cimitero  
 Località: Giugliano in Campania (NA) - Cimitero Comunale

Data: 21/01/2019

Scala 1:47



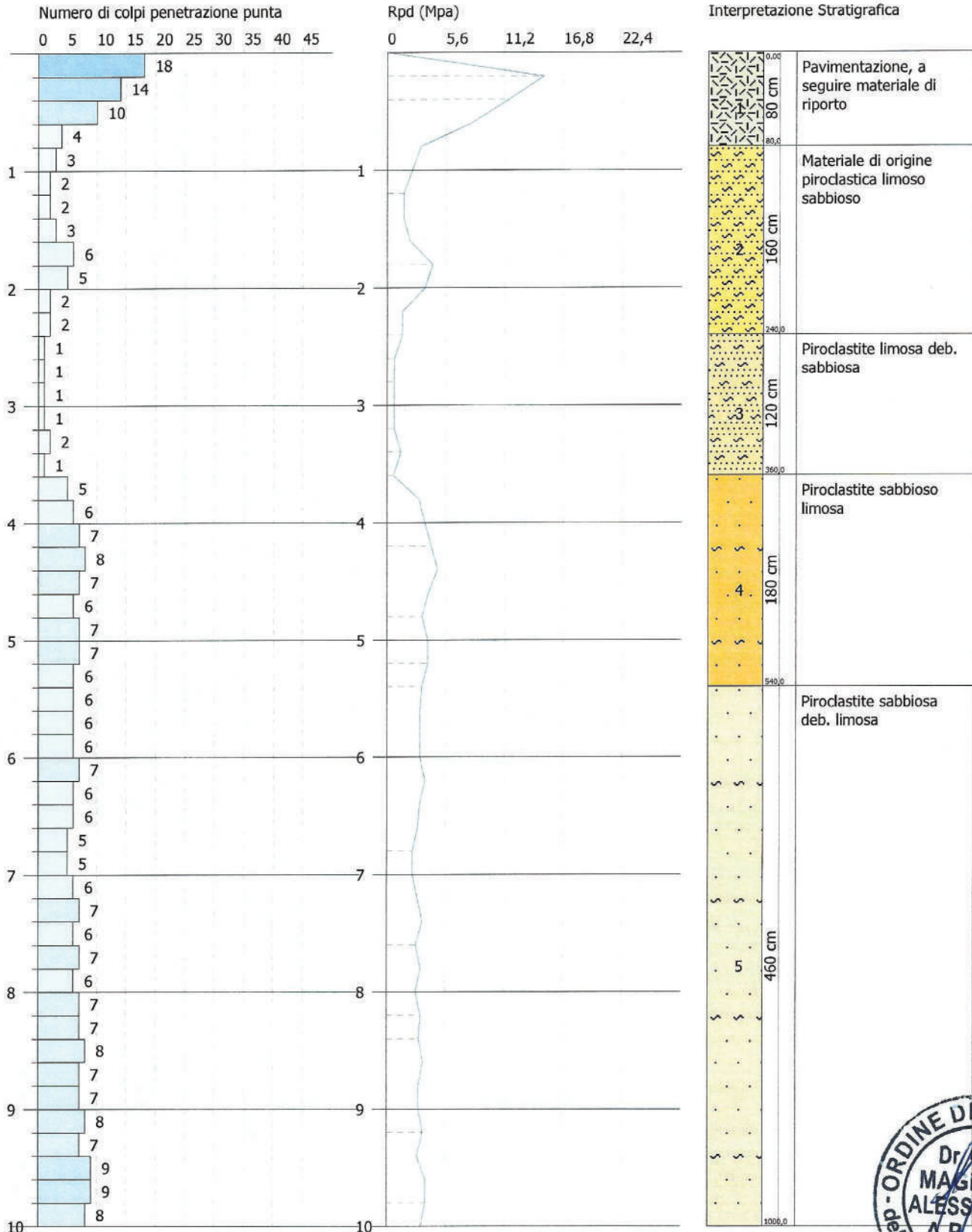


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 3**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Arch. Nicola D'Alterio per c/o del comune di Giugliano in Campania (NA)  
 Cantiere: Progetto di nuovi loculi ed ossari nel civico cimitero  
 Località: Giugliano in Campania (NA) - Cimitero Comunale

Data: 21/01/2019

Scala 1:47



**INDAGINE GEOFISICA TIPO MASW  
MASW  
REALIZZATA PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO IN OGGETTO**



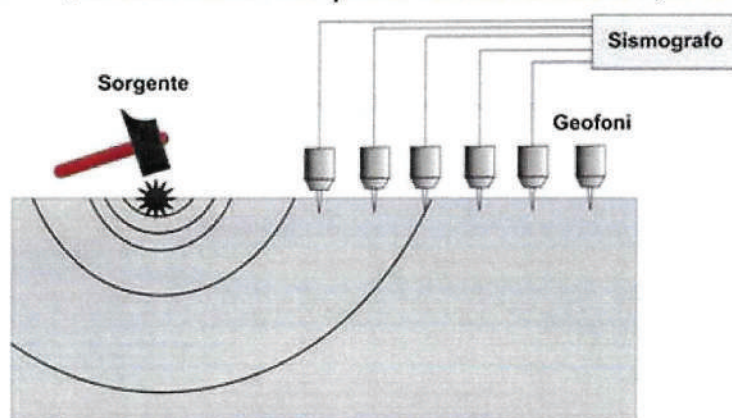
Dr. Alessandro Magliulo  
GEOLOGO

GEOLOGIA APPLICATA &  
AMBIENTALE

Caratterizzazione sismica dei suoli con metodo

## Masw

(Multichannel Analysis of Surface Waves)



Committente	Arch. Nicola D'alterio per c/o del comune di Giugliano in Campania – NA –
Cantiere	Cimitero Comunale
Comune	Giugliano in Campania (NA)

Dr. Geol. Alessandro MAGLIULO

**INDICE**

-PREMESSA	2
-INDAGINE SISMICA M.A.S.W.	2
-STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	3
-METODOLOGIA OPERATIVA	4
-METODOLOGIA INTERPRETATIVA	4
-ELABORATI MASW	6
-PROFILO DI IN SITO	7



## PREMESSA

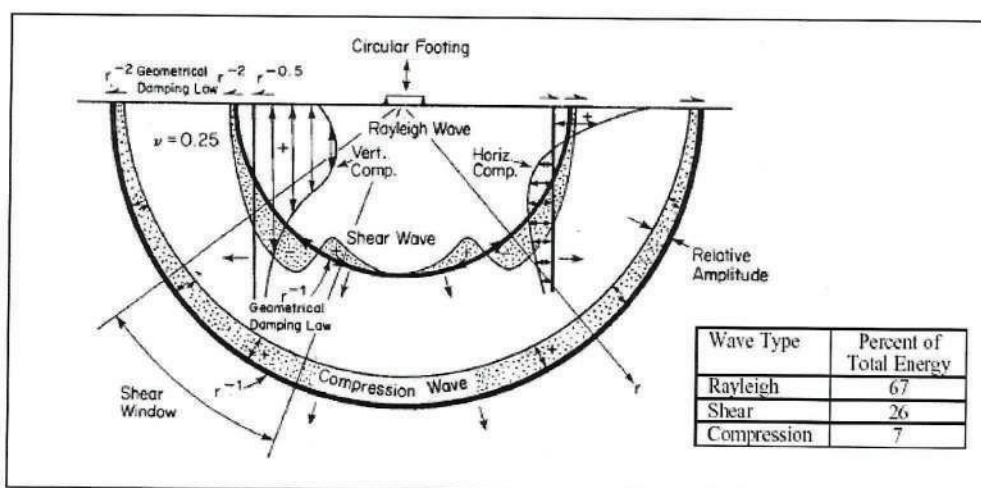
A seguito dell'incarico ricevuto dall'arch. Nicola D'Aterio per c/o del comune di Giugliano in Campania (NA), sono state eseguite indagini geofisiche per determinare il valore del  $V_{S30}$ , ai sensi dell'D.M. 17 gennaio 2018 e succ. mod. ed integr., per il progetto di caratterizzazione sismica del sito in GIUGLIANO IN CAMPANIA (NA) – Cimitero comunale.

A tale scopo sono state effettuate le seguenti indagini:

- n° 1 profilo sismico tipo *M.A.S.W.* (multichannel analysis of surface waves).

## INDAGINE SISMICA M.A.S.W.

Il rilievo geofisico MASW (multichannel analysis of surface waves) è utilizzato per la determinazione dei profili verticali della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh effettuata con *algoritmi genetici*



Evidenziamo quindi come il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.



Figura 1: Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh.



In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki K. And Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) ,apparente, delle onde Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che le onde, ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta , si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, mentre le onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Con il metodo Masw, quindi, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori che consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz , quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo e fino a spingersi ai -30m-50m, in funzione della rigidità del suolo.

Alla fine della nostra indagine Masw e alla sua successiva elaborazione, saremmo quindi in grado di fornire il profilo di velocità delle onde di taglio Vs oltre i 30m. di profondità e di individuare il tipo di suolo sismico in base alla normativa DM 17 Gennaio 2018.

### **STRUMENTAZIONE IMPIEGATA**

L'indagine è stata eseguita utilizzando un acquisitore digitale multicanale della SARA Electronic Instruments S.r.l. di Perugia, modello DOREMI, con processore Pentium IV esterno, display VGA a colori in LCD-TFT 15". Computer portatile a supporto , trattamento del segnale a 16 bit, trattamento di dati Floating Point 32 bit, supporto di memorizzazione mediante Hard-Disk da 40 Gb, con funzione di incremento multiplo del segnale ed opzione per l'inversione di polarità, attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e "notch" in acquisizione o post-acquisizione; inoltre, i guadagni sono selezionabili da software manualmente per ogni canale o in modo automatico e le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento. Il trigger è dato da un geofono starter esterno, con possibilità di pre-trigger (0-10 ms).

Sono stati utilizzati 24 ricevitori (geofoni) da 4,5 Hz capaci di misurare il campo di moto della direzione verticale , e come sorgente energizzante, una massa battente (martello) da 5 Kg battuta su una piastra metallica.





Figura 2: ESEMPIO DI STENDIMENTO SISMICO

### METODOLOGIA OPERATIVA

Acquisire un set di dati per l'indagine MASW non è troppo diverso da una comune acquisizione per un'indagine a rifrazione (o riflessione). E' sufficiente effettuare uno stendimento di geofoni allineati con la sorgente ed utilizzare una sorgente ad impatto verticale (martello).

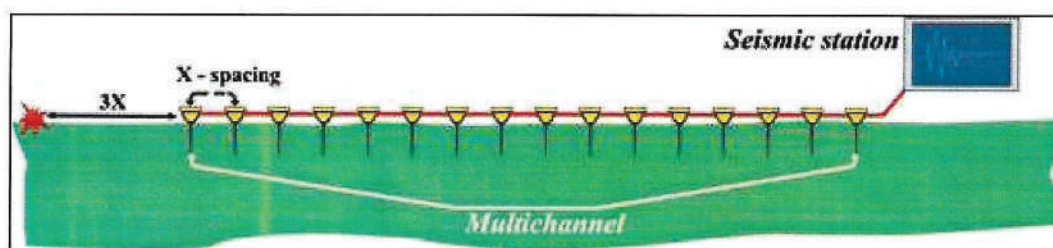


Figura 3: Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo Masw

Il profilo MASW è stato eseguito utilizzando n° 24 geofoni allineati sul terreno con un'interdistanza di 1,00 metro; i punti di scoppio sono stati posizionati ad una delle estremità del profilo a distanze di 2,00 m, 5,00 m e 8,00 m dal geofono n° 1. La scelta dei tre scoppi è stata effettuata per avere la certezza di generare la dispersione delle onde superficiali a prescindere dai differenti litotipi presenti nel sottosuolo dell'area investigata.

### METODOLOGIA INTERPRETATIVA

Il software *MASW 2007 dell'Ing. Vitantonio Roma* consente di analizzare dati sismici (*common-shot gathers* acquisiti in campagna) in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio).

Tale risultato è ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

La procedura si sviluppa in quattro operazioni svolte in successione::

- Fase 1: inserimento della curva apparente di dispersione sperimentale del terreno o determinazione della stessa a partire dalle tracce misurate in sito
- Fase 2: simulazione numerica della curva apparente di dispersione del terreno a partire da un profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  di primo tentativo (profilo iniziale)
- Fase 3: determinazione del profilo di velocità finale delle onde di taglio  $V_s$ , che rende ottimale la sovrapposizione della curva apparente di dispersione sperimentale e della curva apparente di dispersione simulata numericamente
- Fase 4: caratterizzazione geotecnica sismica e determinazione del tipo di suolo sulla base del profilo di velocità finale delle onde di taglio  $V_s$

Il software MASW è caratterizzato dai seguenti aspetti:

- ✚ Consente di considerare i modi superiori (fino a 50 modi) delle onde di Rayleigh
- ✚ Consente di eseguire sia una ricerca manuale sia una ricerca automatica del profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$
- ✚ Consente di elaborare le tracce misurate per determinare la curva di dispersione sperimentale
- ✚ Consente di calcolare la  $V_{s30}$  del sito esaminato
- ✚ Consente di stimare un errore del profilo di velocità  $V_s$  sulla base del grado di incertezza dei dati misurati in sito
- ✚ Consente di analizzare siti inversamente dispersivi con forti contrasti di rigidità tra i diversi strati di terreno e/o roccia
- ✚ Consente di considerare l'influenza della falda
- ✚ Consente di mantenere costanti le velocità  $V_s$  di alcuni strati e di variare le  $V_s$  degli altri strati del profilo stratigrafico

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



**ELABORATI M.A.S.W.**  
**Calcoli e grafici software Masw2007 Ing. Roma Vitantonio**

**VISUALIZZAZIONE FORMA D'ONDA**

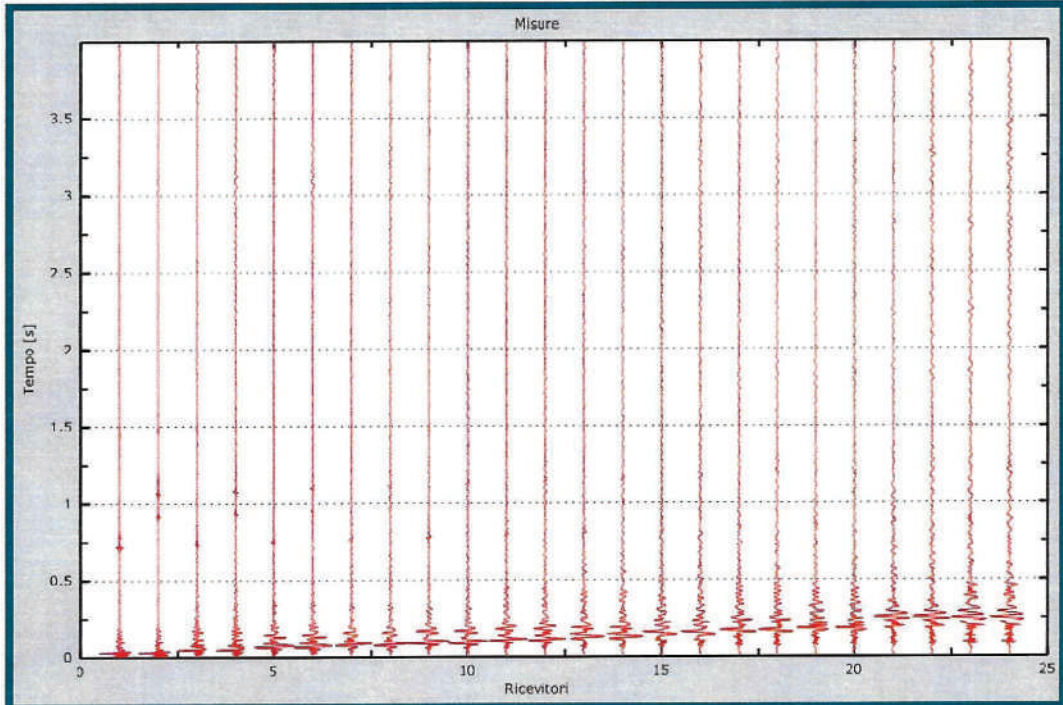


Figura 4: Tracce acquisite in sito – tempo di campionamento 3.5 ms – cons. fino a 24 ricevitori

**CURVA DI DISPERSIONE**

**(CURVA MULTIMODALE: MODI DI RAYLEIGH-APPARENTE EFFETTIVA)**

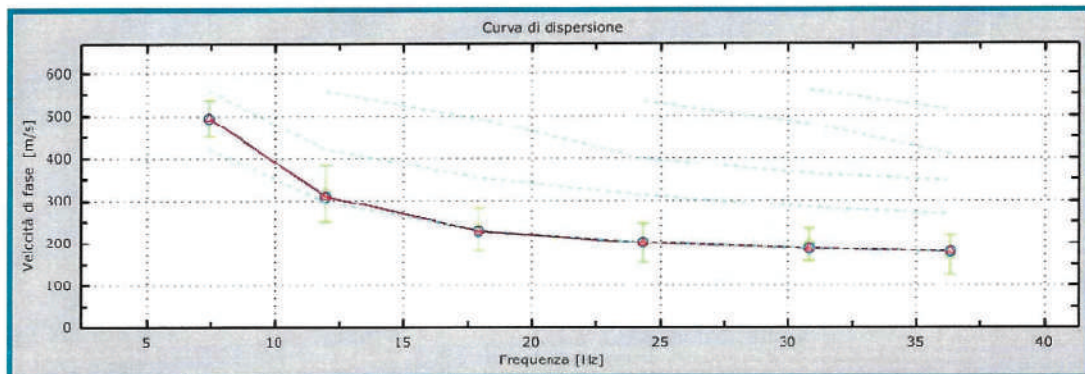


Figura 5: Velocità numeriche: modi di rayleigh (ciano)- curva apparente (blu)- curva numerica (rossa)  
 Errore tra curva apparente e curva sperimentale: 2%; Errore tra curva effettiva e sperimentale: 2%

**GRAFICO VELOCITA' ONDE S**

Profilo di velocità dell'onda S con la profondità

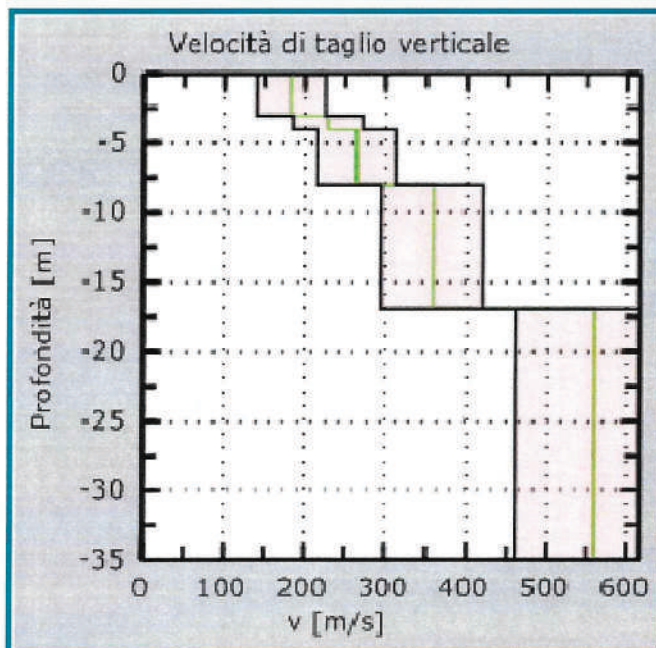


Figura 6: Profilo di velocità Vs iniziale e finale  
Calcolo profilo di incertezza : 0.5 sigma

**PROFILO IN SITO**

Sono stati individuati n. 5 sismostrati principali alle seguenti profondità e alle rispettive velocità delle onde S. :

PROFONDITA' z(m)	SPESSORE h(m)	Vs (m/s)
- 3	3	182
da - 3 a - 4	1	228
da - 4 a - 8	4	264
da - 8 a - 17	9	358
da - 17 a - 35	18	560

Per la classificazione del sottosuolo si è tenuto conto delle condizioni stratigrafiche e dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$ , definita dall'espressione::

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

con:

 $h_i$  spessore dell'i-esimo strato; $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

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



E' stata, quindi, calcolata la  $V_s$  equivalente come da normativa (eq. 3.2.1 NTC 2018), ponendo  $H=30$ , dato che il substrato sismico di riferimento per il sito in questione, è posto ad una profondità superiore a 30 m.

Gli spessori rilevati e le relative velocità delle onde S hanno portato alla seguente determinazione della  $V_{s30}$  a partire dai terreni posti al piano campagna:

$V_{s30} =$	30	355	m/s
	$\Sigma h_i/V_i$		

La normativa applicata è il DM 17 gennaio 2018

**Categoria di suolo tipo : C**

- ✚ **Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti con la profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi 180 m/s e 360 m/s.**