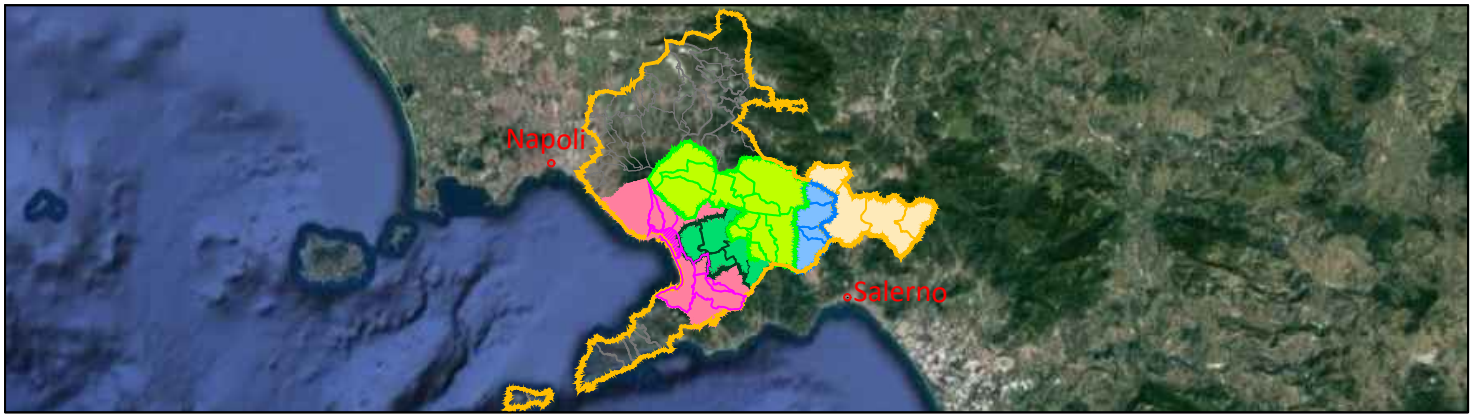
ENTE IDRICO CAMPANO

REGIONE CAMPANIA

GORI

Protocollo d'intesa del 05 Agosto 2020
Regione Campania - Ente idrico campano - Gori Spa
Completamento degli interventi fognario-depurativo del bacino idrografico del fiume Sarno ricadenti nell'Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano di cui alla L.R. n. 15/2015



Comprensorio Depurativo Foce Sarno

Rete interna Torre Annunziata - progetto di completamento

GORI

UNITA' INVESTMENT, PROGRAM & SERVICES

INGEGNERIA
Il Responsabile
Ing. Giuseppina Riccio

INT. 72I8

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:
C.1.1

Scala:
/

Titolo:

Relazione geologica

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Giugno 2023			

Esecuzione delle Opere	Prestazioni Specialistiche	Il Progettista	Il R.U.P.
		Prof. ing. Giovanni Perillo Dott. ing. GIOVANNI PERILLO ORDINE INGEGNERI CASERTA n.1504	Ing. Fabrizio Chiocchio

Il presente progetto è protetto a termini di legge.

INDICE

1. PREMESSA 2
2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA 6
3. IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA 13
4. VINCOLI PSAI (PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO) 18
5. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI 19
6. RISPOSTA SISMICA LOCALE 27
7. FENOMENI DI LIQUEFAZIONE 35
8. CONCLUSIONI 39

1. PREMESSA

La presente Relazione Geologica e Relazione sulla Modellazione Sismica del Sito è stata redatta in riferimento al Progetto esecutivo *"Comprensorio Depurativo Foce Sarno Rete interna Torre Annunziata - progetto di completamento - INT 72I8",* al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il sottosuolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

GORI S.p.A. ha indetto una procedura ad inviti ai sensi dell'art. 7 del "Regolamento per l'affidamento degli appalti di lavori, beni e servizi di importo inferiore alle soglie comunitarie ai sensi dell'art. 36, comma 8, del d.lgs. 50/2016" (*www.goriacqua.com/media.aspx/regolamento_appalti_sottosoglia*), per la stipula dell'*ACCORDO QUADRO* per l'affidamento dei «*Servizi di indagini geologiche (*distruttive *e non distruttive) e geotecniche finalizzate alla progettazione delle infrastrutture del Servizio Idrico Integrato di competenza della GORI S.p.A. ricadenti nel territorio dell'Ambito Distrettuale Sarnese-Vesuviano della Regione Campania*». ***Codice Identificativo Gara (C.I.G.): 8621539F0A***. L'aggiudicazione è avvenuta in favore dell'operatore economico "GEOGLOBO s.r.l." (con sede legale in Napoli, P.Le Gabriele D'Annunzio n. 16 - Codice fiscale e P.IVA 08497951213) in data 03/05/2021.

In virtù di tale aggiudicazione è stato redatto un piano di indagini geognostiche, denominato **ODL_12_Torre Annunziata** del 11/01/2022 che GORI S.p.A. ha fatto eseguire alla "GEOGLOBO s.r.l.". In particolare, tale piano di indagini ha previsto l'esecuzione di una serie prove così articolate:

1. N. 1 Sondaggio a carotaggio continuo (*40°44'27.9"N 14°28'28.1"E - 40.741089/14.474465, in corrispondenza del parcheggio interno della sede comunale di Torre Annunziata / "Palestra Comunale" in Via Provinciale Schiti civico 117, e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi fino ad una profondità di 15,00 ml da p.c., con annessi n. 1 prelievo di un campione indisturbato, prelevato ad una profondità di 3,50÷4,00 metri dal p.c. (variabile anche in funzione dei cambi stratigrafici) da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio (*Analisi granulometrica comprensiva dei limiti di Attemberg, Prova a taglio diretto*), N. 1 D.P.S.H. da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c., e N. 1 M.A.S.W. in corrispondenza del parcheggio interno della sede comunale di *Torre Annunziata / Palestra Comunale* (40°44'26.5"N 14°28'26.1"E - 40.740691/14.473905) lato ferrovia;
2. N. 1 Prova Penetrometrica Dinamica D.P.S.H. (*40°44'25.3"N 14°28'21.9"E - 40.740373/14.472745, in corrispondenza di Via Terragneta (**traversa**), e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c., con annesso n. 1 prelievo di campione indisturbato prelevato ad una profondità di 3,50÷4,00 metri dal p.c. (variabile anche in funzione dei cambi stratigrafici) da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio (Analisi granulometrica comprensiva dei limiti di Attemberg, Prova a taglio diretto);

3. N. 1 Prova Penetrometrica Dinamica D.P.S.H. (*40°44'16.8"N 14°28'06.4"E - 40.738001/14.468432, in corrispondenza di Via Mortelleto incrocio Via Solferino, e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c.
4. N. 1 Sondaggio a carotaggio continuo (*40°44'09.4"N 14°28'10.4"E - 40.735951/14.469555, in corrispondenza di Via Mortelleto, interno cortile scuola "I.C. ISTITUTO COMPRENSIVO PARINI – ROVIGLIANO", e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi fino ad una profondità di 15,00 ml da p.c., con annessi n. 1 prelievo di un campione indisturbato, prelevato ad una profondità di 3,50÷4,00 metri dal p.c. (variabile anche in funzione dei cambi stratigrafici) da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio (*Analisi granulometrica comprensiva dei limiti di Attemberg, Prova a taglio diretto*), N. 1 D.P.S.H. da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c., e N. 1 M.A.S.W. ;
5. N. 1 Prova Penetrometrica Dinamica D.P.S.H. (*40°43'56.0"N 14°28'16.8"E - 40.732224/14.471329, in corrispondenza di Via Postiglione, e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c.;

così come ubicati nella planimetria, denominata ***B.7.1-Planimetria con ubicazione delle Indagini geognostiche***. Il sottoscritto Geol. Domenico Renella, nella qualità di Direttore della Esecuzione del Contratto, specifica inoltre che per ognuno dei punti indicati, **dal punto 1 al punto 5,** considerato che nel corso di esecuzione dell'appalto è stato necessario concordare nuovi prezzi in aggiunta a quelli di contratto, determinati con le modalità di cui al CSDP, e riportati nel Verbale nuovi prezzi n. 1 del 10/09/2021, **si rende indispensabile anche l'esecuzione di analisi chimiche di laboratorio conformemente a quanto indicato nel DPR 13/06/2017 n. 120** (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164 - G.U. n. 183 del 7 agosto 2017), secondo il seguente set di analiti: *Arsenico, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Idrocarburi C>12, Cromo Totale, Cromo VI, Amianto, BTEX, IPA*. Tali analisi chimiche di laboratorio vanno eseguite su campioni indisturbati prelevati in loco (in fase di perforazione del singolo sondaggio e/o in fase di esecuzione della singola prova penetrometrica) per un numero pari a n. 1 (**dico uno**) campione per ogni prova penetrometrica/sondaggio, prelevato a profondità comprese tra 1 mt dal p.c. e 5 mt dal p.c., **esclusivamente in totale assenza di falda**.

Come riferimenti bibliografici sono stati consultati i seguenti elaborati afferenti al Preliminare del PUC (Piano Urbanistico Comunale - Deliberazione N. 42 - *OGGETTO*: "*Pianificazione Urbanistica del Territorio comunale: redazione del nuovo Piano Urbanistico Comunale in ottemperanza alla L.R. 16/2004 e s.m.i. ed al Regolamento regionale n. 5 - Presa d'atto ed Approvazione Preliminare Piano Urbanistico Comunale e del preliminare rapporto ambientale VAS*").

Nel dettaglio:

- QUADRO CONOSCITIVO – IL SISTEMA AMBIENTALE E I VINCOLI – "H – STUDIO GEOLOGICO";
- Elaborato H.1 – Relazione Illustrativa - MICROZONAZIONE SISMICA – PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 17/03/2020;
- Elaborato H.2 - Carta delle indagini - PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 04/03/2020;
- Elaborato H.3 - Carta Geologico Tecnica - PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 03/03/2020;
- Elaborato H.4 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 04/03/2020;
- Studio Geologico-Geomorfologico e di Fattibilità sull'area del Progetto di Completamento della rete fognaria del Comune di Torre Annunziata (NA) – *Dott. Geologo Leopoldo Ferraro* su incarico dell'Ing. Antonio Pollio - PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI. COMMISSARIO DELEGATO EMERGENZA SARNO (EX ORDINANZA N. 3270 DEL 12.03.2003).

Il progetto definisce le opere di completamento della rete fognaria al servizio del comune di Torre Annunziata, riprendendo la configurazione prevista e già parzialmente realizzata nel precedente progetto commissariale, finalizzata alla realizzazione di una rete di drenaggio urbana efficiente e che garantisca il superamento delle problematiche igienico-sanitarie che, ancora oggi si riscontrano attualmente nel comune di Torre Annunziata. Gli interventi fognari previsti interessano sostanzialmente tre zone del comune di Torre Annunziata.

In particolare

- *la zona Nord-Occidentale*: un territorio densamente popolato per la presenza di numerosi ed importanti attività produttive, quali attività balneari, termali, residenziali, di ristorazione, commerciali, etc. Gli interventi consistono nella realizzazione di quattro condotte di fognatura nera a servizio degli insediamenti presenti su Via Caccia/Via Stamperia, Via Stamperia, via Fuoco, vico Zingari. In affiancamento alla rete mista esistente che, a seguito dello spostamento allacci, verrà rifunzionalizzata in fognatura bianca, tali condotte di progetto saranno collegate alla fognatura esistente che confluirà le portate reflue all'impianto di sollevamento "*Salera*".

- *la zona Torre Centro* con la realizzazione di una condotta di fognatura mista a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Vittorio Veneto/ Via Pastore che confluirà nel tratto di fogna mista esistente di via Pastore. Le opere previste in tale zona hanno lo scopo di dotare il territorio di Torre Centro di un sistema di smaltimento delle acque, funzionale e funzionante, alleggerendo il carico idraulico in una zona nevralgica della città (Via Roma), ove i continui allagamenti determinano gravi condizioni igienico-sanitarie, sistematicamente segnalate dalla popolazione in occasione delle piogge;

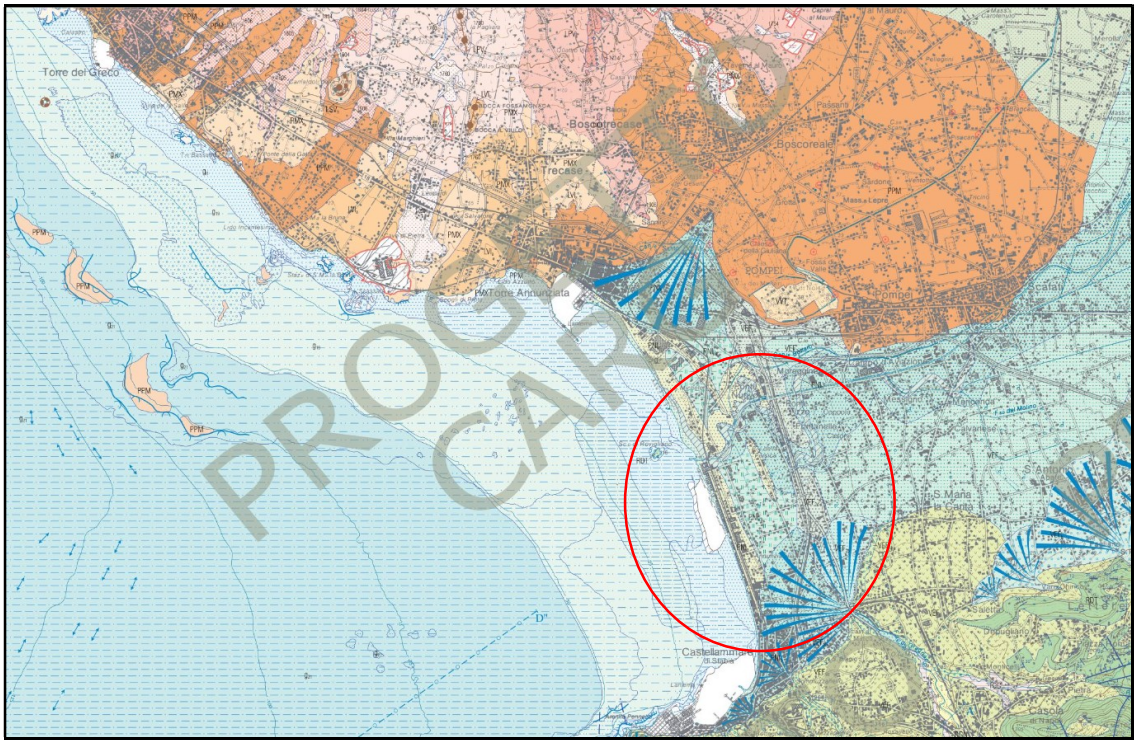
- *la zona Sud-Orientale*: un territorio che si estende a valle e ad EST del tracciato ferroviario delle FF.S., è quello che maggiormente risente dei disagi dovuti ad una pressoché totale assenza di un sistema fognario. Di contro, ha subito, negli ultimi decenni, un notevole incremento demografico per lo svilupparsi di una consistente urbanizzazione. Un importante progetto di riconversione delle ex aree industriali in aree a forte connotazione turistico-commerciale, già in avanzata fase attuativa, ha, altresì, caratterizzato, nell'ultimo periodo, lo sviluppo urbanistico di tale parte del territorio comunale. In questa zona verranno realizzate una condotta fognaria nera a servizio degli utenti di Traversa Bottaro; due condotte di fognatura nera a servizio degli utenti di via Magenta; due condotte di fognatura nera a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Mortelleto/Postiglione/Schiti ; una condotta di fognatura nera a servizio degli insediamenti previsti lungo via Terragneta; due condotte di fognatura nera a servizio degli insediamenti previsti lungo via Solferino

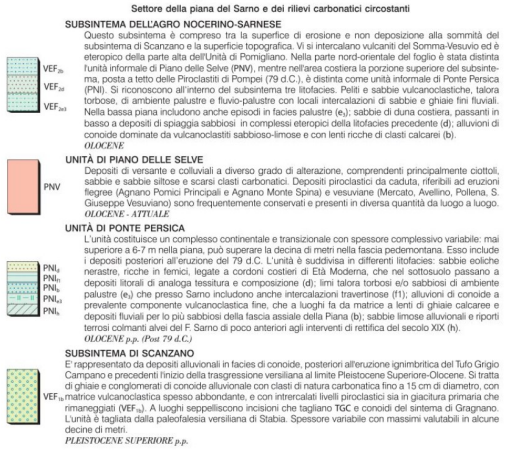
L'obiettivo del progetto è dunque il miglioramento dello scarso stato di conservazione della fognatura esistente, nonché l'estensione del servizio nelle aree meno urbanizzate del territorio comunale, ad oggi sprovviste di infrastrutture fognarie.

Il tutto come meglio evidenziato e dettagliato nell'elaborato progettuale "**A.1 – Relazione Generale"**.

2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Il territorio comunale di Torre Annunziata rientra nel foglio 466-485 (SORRENTO-TERMINI) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 – "*Progetto CARGO*".





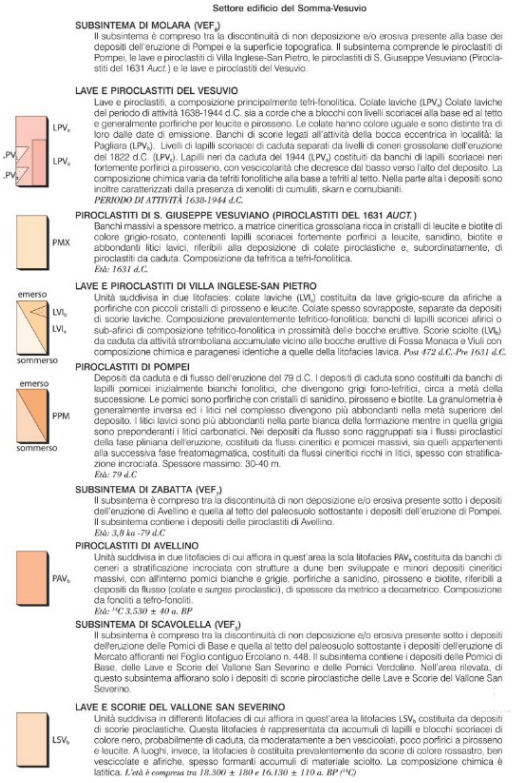

Settore edificio del Somma-Vesuvio
SUBSINTEMA DI MOLARA (VEF_3)
Il subsintema è compreso tra la discontinuità di non deposizione e/o erosiva presente alla base dei depositi dell'eruzione di Pompei e la superficie topografica. Il subsintema comprende le piroclastiti di Pompei, le lave e piroclastiti di Villa Inglese-San Pietro, le piroclastiti di S. Giuseppe Vesuviano (Piroclastiti del 1631 Auct.) e le lave e piroclastiti del Vesuvio.
LAVE E PIROCLASTITI DEL VESUVIO
Lave e piroclastiti, a composizione principalmente tefri-fonolitica. Colate laviche (LPV_c) Colate laviche del periodo di attività 1638-1944 d.C. sia a corde che a blocchi con livelli scoriacei alla base ed al tetto e generalmente porfiriche per leucite e pirosseno. Le colate hanno colore uguale e sono distinte tra di loro dalle date di emissione. Banchi di scorie legati all'attività della bocca eccentrica in località: la Pagliara (LPV_s). Livelli di lapilli scoriacei di caduta separati da livelli di ceneri grossolane dell'eruzione del 1822 d.C. (LPV_p). Lapilli neri da caduta del 1944 (LPV_p) costituiti da banchi di lapilli scoriacei neri fortemente porfirici e pirosseno, con vesicolarità che decresce dal basso verso l'alto del deposito. La composizione chimica varia da tefriti fonolitiche alla base a tefriti al tetto. Nella parte alta i depositi sono inoltre caratterizzati dalla presenza di xenoliti di cumuliti, skarn e cornubianiti.
PERIODO DI ATTIVITÀ 1638-1944 d.C.
PIROCLASTITI DI S. GIUSEPPE VESUVIANO (PIROCLASTITI DEL 1631 AUCT.)
Banchi massivi a spessore metrico, a matrice cineritica grossolana ricca in cristalli di leucite e biotite di colore grigio-rosato, contenenti lapilli scoriacei fortemente porfirici a leucite, sanidino, biotite e abbondanti litici lavici, riferibili alla deposizione di colate piroclastiche e, subordinatamente, di piroclastiti da caduta. Composizione da tefritica a tefri-fonolitica.
Età: 1631 d.C.
LAVE E PIROCLASTITI DI VILLA INGLESE-SAN PIETRO
Unità suddivisa in due litofacies: colate laviche (LVL_c) costituita da lave grigio-scure da afriche a porfiriche con piccoli cristalli di pirosseno e leucite. Colate spesso sovrapposte, separate da depositi di scorie laviche. Composizione prevalentemente tefritico-fonolitica; banchi di lapilli scoriacei afirici o sub-afirici di composizione tefritico-fonolitica in prossimità delle bocche eruttive. Scorie scisite (LVL_s) da caduta da attività stromboliana accumulate vicino alle bocche eruttive di Fossa Monaca e Viuli con composizione chimica e paragenesi identiche a quelle della litofacies lavica. Post 472 d.C.-Pre 1631 d.C.
PIROCLASTITI DI POMPEI
Depositi da caduta e di flusso dell'eruzione del 79 d.C. I depositi di caduta sono costituiti da banchi di lapilli pomicei inizialmente bianchi fonolitici, che divengono grigi fono-tefritici, circa a metà della successione. Le pomici sono porfiriche con cristalli di sanidino, pirosseno e biotite. La granulometria è generalmente inversa ed i litici nel complesso divengono più abbondanti nella metà superiore del fortemente porfirici a

Fig. 1 - Stralcio Carta geologica d'Italia scala 1:100.000 (Foglio 183/184 e Foglio 185)

Il Comune di Torre Annunziata (NA) si estende nell'insenatura più interna del golfo di Napoli in uno stretto lembo di terra cinta tra il Vesuvio e il mare: è un importante centro balneare, nonché membro del Parco Regionale del Fiume Sarno, che ne delimita il confine meridionale con la sua foce. Torre Annunziata sorge nel Golfo di Napoli, alle pendici meridionali del Vesuvio, estendendosi da NORD a SUD per una lunghezza di circa sette chilometri, in una piccola insenatura compresa tra *Capo Oncino* e la foce del *fiume Sarno*, posta innanzi allo *scoglio di Rovigliano*, un turrito faraglione, sotto cui si insediano colonie di corallo. Il territorio è pianeggiante ed è costituito principalmente da materiale vulcanico eruttato dal Vesuvio nel corso dei secoli, di cui è testimone l'arenile composto di sabbia nera. Ha circa 43.000 abitanti e si estende su un territorio di circa 7 Kmq. Presenta uno sviluppo praticamente pianeggiante (gran parte di esso è, infatti, compreso tra le quote di 0 e 75 m s.l.m.) .

Confina a NORD con Trecase (NA), a EST con Pompei (NA), a SUD con Castellammare di Stabia (NA), a OVEST con il mare Tirreno.

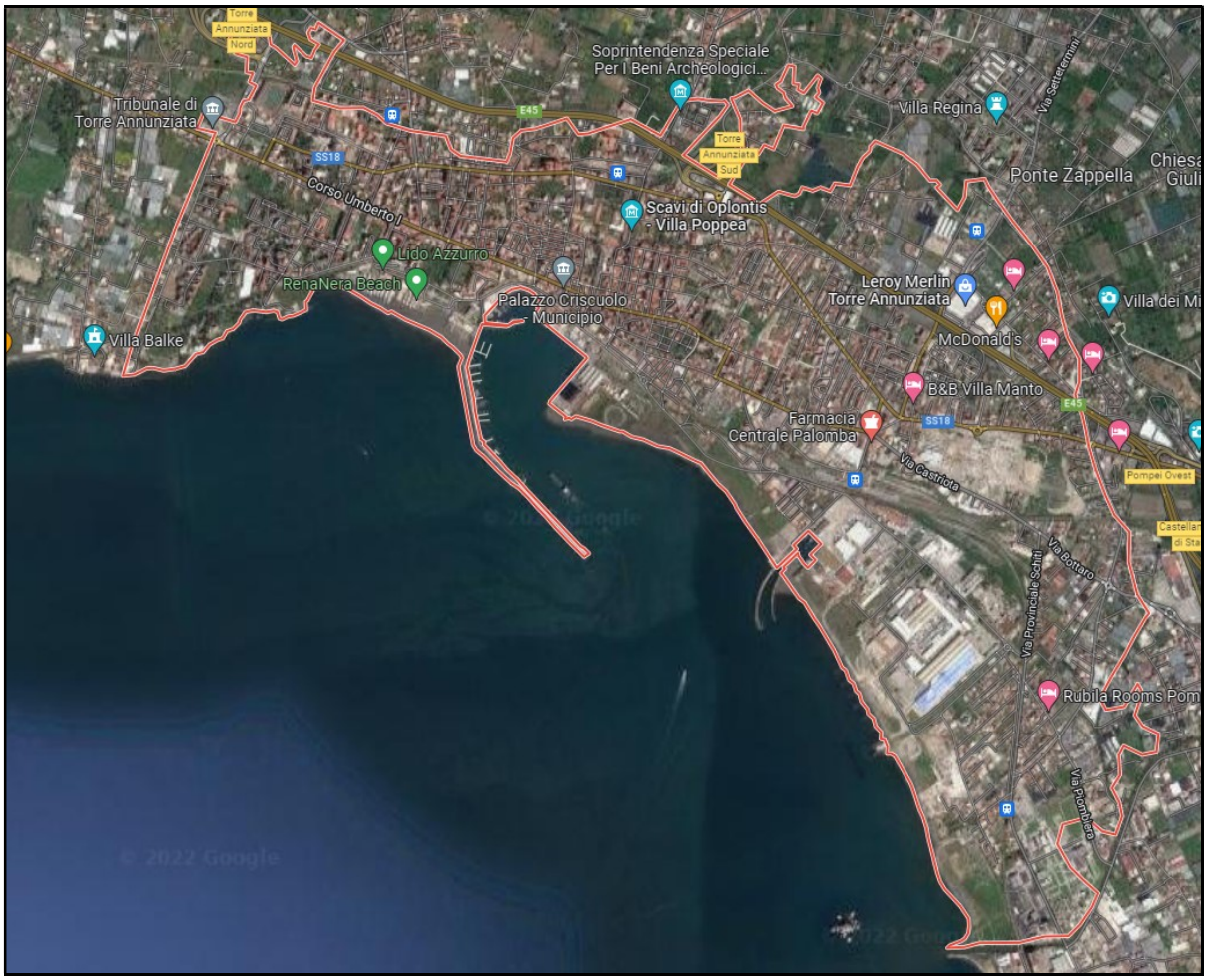


Fig. 2 - Stralcio Google Maps confini comunali Torre Annunziata (in rosso)

L'intero territorio comunale è parte integrante della *Piana Campana*, un settore del margine tirrenico delimitato a NORD dal *Monte Massico* (poco oltre il fiume Volturno), a SUD dai *Monti Lattari* (Penisola Sorrentina) e ad EST dai primi contrafforti dell'Appennino (*monti di Avella*, ecc.). Si tratta, dal punto di vista strutturale, di una zona di sprofondamento, ribassata cioè rispetto alle aree circostanti, e limitata da faglie i cui andamenti principali sono NORD-OVEST/SUD-EST (direzione appenninica) e NORD-EST/SUD-OVEST (direzione antiappenninica). Le rocce carbonatiche che formano i rilievi bordieri si ritrovano anche nella piana, ma a profondità elevate, fino a circa 4000 m. In questa situazione, in corrispondenza di sistemi di fratture orientate in senso appenninico ed antiappenninico, si inserisce il vulcanismo campano, sia quello flegreo che quello del *Somma-Vesuvio*. L'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio occupa la parte meridionale della Piana Campana, costituita da una depressione strutturale posta sul margine tirrenico dell'Appennino Meridionale. Il *graben* si estende, secondo la direzione NORD-OVEST/SUD-EST, dal *Monte Massico*, a NORD, fino ai *Monti Lattari*, a SUD; è aperto verso il Mar Tirreno, ad OVEST, ed è limitato, nella parte orientale, dai *Monti di Caserta*, *di Avella* e *di Sarno*. L'edificio vulcanico è posizionato all'intersezione di un sistema di faglie con andamento NORD-OVEST/SUD-EST e NORD-EST/SUD-OVEST (Fig. 3). I terreni più antichi della successine carbonatica risalgono almeno al *CARNICO* e sono il risultato di una sedimentazione carbonatica di mare sottile senza apporti terrigeni, e costituiscono le cosiddette "*Piattaforme Carbonatiche Intraoceaniche*", che gradatamente passano ad ambienti e terreni di mare più aperto (Fig. 3).

Di notevole importanza sono anche i terreni vulcanici del *Complesso Somma-Vesuvio*. Tali terreni vulcanici si presentano sciolti o semicoerenti, di spessore molto variabile, e sono caratterizzati da variazioni giaciturali e granulometriche, che implicano, a loro volta, variazioni di permeabilità sia orizzontale che verticale. Si tratta di un vulcano-strato, la cui camera magmatica è posta ad una profondità di circa 5000-6000 metri e la cui attività eruttiva è stata differenziata nel tempo, sia per chimismo, sia per tipi di prodotti eruttati. Infatti, alle pomici, scorie e lapilli, prodotti tipici delle fasi pliniane altamente esplosive, si sono alternate colate laviche che hanno caratterizzato le fasi principalmente effusive.

Tutti i prodotti del Somma- Vesuvio che affiorano in superficie si trovano al di sopra del *Tufo Grigio Campano*, il prodotto di una violenta eruzione dei Campi Flegrei verificatasi circa 35.000 anni fa. Questo deposito ricopre quasi tutta la Campania (ca. 10.000 Km^2) con spessori che talvolta superano il centinaio di metri e si ritrova sui primi versanti dell'Appennino fino a quote di 600-800 metri. Si tratta con molta probabilità della maggiore eruzione avvenuta in Italia nel Quaternario. Sembra quindi corretto indicare l'inizio dell'attività a circa 25.000 anni fa, ma una perforazione recentemente eseguita presso Trecase, sul fianco meridionale del vulcano, ha incontrato in profondità prodotti di un'attività ancora più antica, datata circa 400.000 anni fa.

Vanno anche annoverati i complessi montuosi dei *Monti di Sarno* e quelli *di Salerno*.

Per quanto riguarda i primi la loro struttura geo-litologica è assimilabile ai litotipi carbonatici di tipo "*piattaforma*" dell'unità stratigrafico-strutturale principale *Picentini-Taburno*. Tale unità è costituita da calcari dolomitici e detritici. Nella parte sommitale della successione è presente un livello marnoso, con spessore molto variabile nonché dislocato ad altezze diverse per lapresente di linee tettoniche (faglie ad orientamento NORD-NORD_OVEST/SUD-SUD_OVEST, EST-OVEST, NORD-EST/SUD-OVEST) che vanno ad interessare la serie carbonatica

principale. Alla base troviamo, invece, le dolomie, spesso anche stratificate. Il complesso dei *Monti di Sarno* è delimitato da una fascia più o meno ampia, di spessore molto variabile, di materiale detritico frammisto a piroclastiti.

Per quanto riguarda i secondi la loro struttura principale è essenzialmente dolomitica. I versanti più importanti sono quelli del *Monte Caruso* e di *Pizzo Coculo*, *Pizzo Arenella* e *Pizzo Cosulo*. In corrispondenza di *Pizzo Coculo* e *Pizzo Arenella* i litotipi affioranti sono rappresentati da dolomie grigie ben stratificate, talora zonate, con alternanza di livelli argillosi grigi e verdastri e scisti bituminosi. In corrispondenza di *Pizzo Coculo* troviamo invece la serie calcareo-silico-marnosa che comprende alternanze di calcari e marne silicifere, marne e marne argillosi varicolori, calcareniti grigiastre che sono in continuità su calcari e calcari dolomitici, dolomie e brecciole calcaree. La parte basale di tutta la struttura dei *Monti di Salerno* è caratterizzata da materiale detritico frammisto a materiale piroclastico.

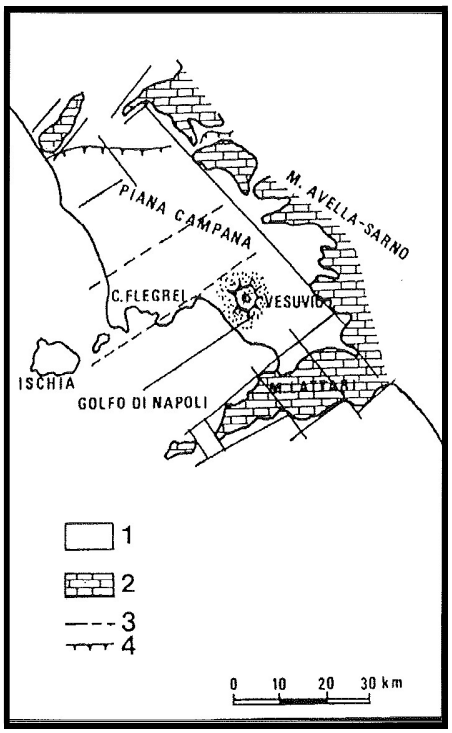


Fig. 3 – Inquadramento geologico della Piana Campana

Dalla consultazione della carta geologica del Vesuvio (2003) si evince che presumibilmente nel sottosuolo del territorio comunale di Torre Annunziata sono individuabili le piroclastiti e le pomici dell'eruzione di *Pompei del 79 d.C.*, tale formazione è costituita da depositi da caduta e da flusso a granulometria da fine a grossolana con litificazione variabile dallo sciolto al semi-litoide (Figg. 4 e 5). Questa formazione poggia su depositi alluvionali del fiume Sarno che caratterizzano buona parte del settore orientale del territorio comunale; sono costituiti da depositi prevalentemente di sabbie, limi ed argille con intercalazioni torbose. Nella zona litorale prevalgono i depositi di spiaggia da antica a recente costituiti in prevalenza da sabbie sciolte da medie a grossolane. Il settore occidentale è caratterizzato da flussi lavici di età medievale (*512 d.C. – 1631*) che si sovrappongono a depositi di

debris flow e flussi iperconcentrati originatisi dopo l'eruzione del 1631; quest'ultimi prodotti caratterizzano il sottosuolo del settore occidentale e si manifestano nella falesia tra *Capo Oncino* ed il litorale di *Via Marconi*. A largo della foce del fiume Sarno sono localizzati gli *scogli di Rovigliano* di natura calcareo, calcareo dolomitica; essi rappresentano una punta di una struttura sepolta su cui si sono depositate le unità vulcaniche del Somma – Vesuvio ed alluvionali del Sarno.

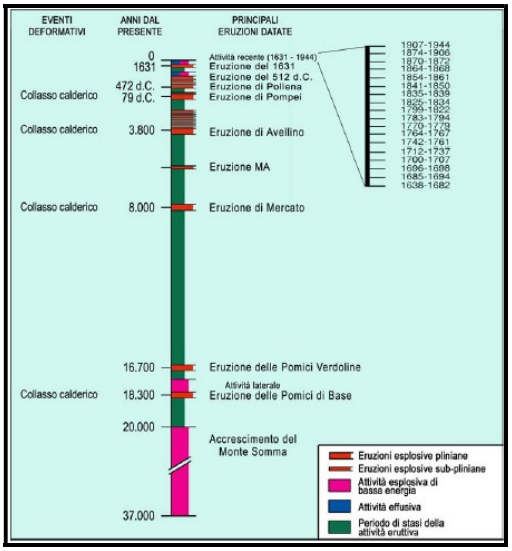


Fig. 5 - Cronologia complesso "Somma-Vesuvio"

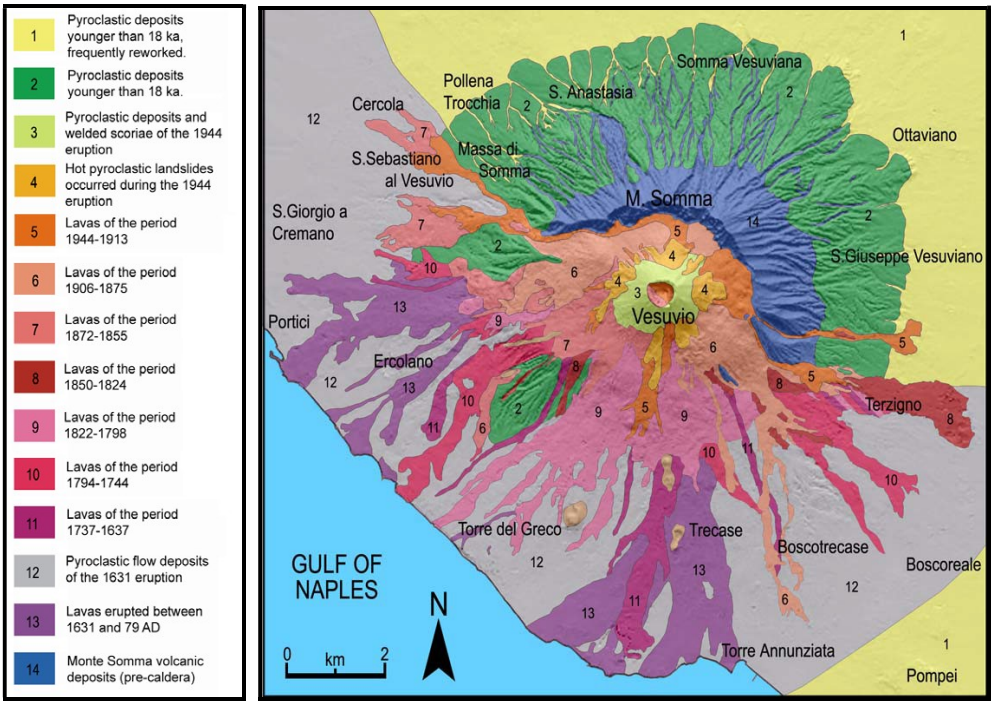


Fig. 6 - Carta geologica schematica del "Somma – Vesuvio"

Ovviamente anche la piana del Fiume Sarno riveste un ruolo fondamentale. Essa è ubicata tra il versante SUD-ORIENTALE dell'apparato vulcanico del Somma-Vesuvio e le ZONE PEDEMONTANE dei *Monti di Sarno* (ad EST) e dei *Monti Lattari* (a SUD), ed è parte integrante della *Depressione Morfo-Strutturale della Piana Campana*, impostatasi lungo la fascia tirrenica della catena sud appenninica in seguito alle fasi tettoniche del Pleistocene inferiore.

La maggior parte dei depositi che costituiscono il riempimento del graben campano è rappresentata da prodotti eruttivi legati ad apparati vulcanici ora sepolti nella Piana.

La *Piana* è costituita da una successione di prodotti piroclastici da riferire essenzialmente ai prodotti del *Somma-Vesuvio* sia in giacitura primaria che rimaneggiati, torbe, dune costiere, depositi di paleo spiaggia, sedimenti palustri. Più nel dettaglio l'assetto vulcano-stratigrafico della Piana può così essere riassunto:

- *TERRENI DI RIPORTO* (attività antropiche);
- *DEPOSITI LITTORALI* (Sabbie medie e grossolane costituite da granuli di origine e da frammenti di scorie vetrose e di lave leucitiche. I clasti sono generalmente ben arrotondati con alto indice di sfericità);
- *DEPOSITI ALLUVIONALI* (elementi a matrice prevalente con clasti di dimensioni variabili da alcuni millimetri fino a 5 centimetri. Essi sono talora poligenici (lave, pomici e frammenti di laterizi romani). A tratti si rinvengono sottili intercalazioni argilloso-sabbiose. Essi rappresentano sia le alluvioni del Fiume Sarno che, soprattutto, quelle dei suoi corsi d'acqua affluenti di destra e drenanti le pendici del Vesuvio (ad esempio Alveo Penniniello).
- *DEPOSITI LIMNO-PALUSTRI* (Questi depositi sono costituiti prevalentemente da argille verdastre o nerastre con intercalazioni di lenti torbose);
- *PALEOSUOLO DI EPOCA ROMANA* (Paleosuolo di spessore variabile non superiore ad un metro. Esso è prevalentemente argilloso-sabbioso);
- *DEPOSITI VULCANICI DELL'ERUZIONE DEL 79 d. C.* (Sono rappresentati sia dai depositi da flusso - Pyroclastic flows- che da caduta - Pyroclastic fall -. I primi sono ben rappresentati da terreni a tessitura caotica e massiva costituiti da clasti pomicei e litici di varia natura (lave, calcari metamorfosati, frammenti di rocce sedimentarie, frammenti di materiali di edilizia romana) inglobati in una matrice cineritica contenente numerose pisoliti. I secondi da orizzonti pomicei (talora bianche e grigie) nettamente separate da intercalazioni di livelli cineritici)
- *PIROCLASTITI RICONDUCIBILI ALL'ERUZIONE AVVENUTA TRA IL 1045 ED IL 935 d.C.* (scorie vetrose nerastre di dimensioni variabili da pochi millimetri a qualche centimetro con tessitura massiva e molto ben selezionate; a luoghi sono presenti anche clasti di lave sempre di minute dimensioni);
- *LAVA LEUCITICA* (Lava con grossi cristalli di leucite e pirosseno augitico inglobati in una massa di fondo vetrosa molto vacuolare di colore grigio plumbeo. Questa lava presenta caratteristiche tessiturali molto simili a quelle delle lave affiorante nella scarpata a valle di Pompei Scavi-Villa dei Misteri ed alle quali viene correlata - eruzione protostorica-).

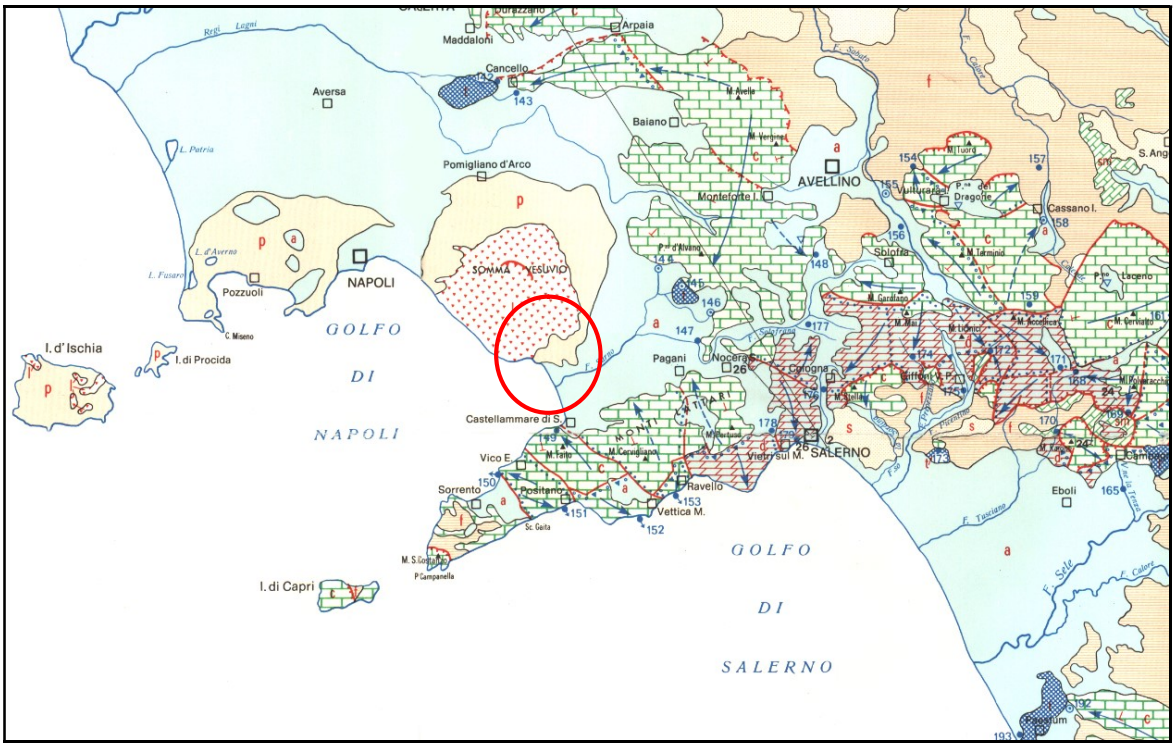
Da un punto di vista geomorfologico il territorio comunale di Torre Annunziata si inserisce nell'*apron* meridionale del Somma-Vesuvio, caratterizzato da lievi pendenze che degradano verso la costa (Fig.3.4). Mediamente nell'area urbana la pendenza è poco accentuata, con locali incrementi solo nel settore occidentale interessato dai flussi lavici medioevali.

L'intero territorio è morfologicamente suddividibile in due porzioni:

- la prima, che comprende anche il centro urbano, è collinare, con morfologie dovute al forte condizionamento geologico – strutturale imputabile al Vesuvio ed alle colate laviche delle eruzioni dello stesso vulcano. In queste aree le pendenze sono variabili, con valori massimi pari a circa 25° in strettissime fasce territoriali in prossimità delle colate laviche, ma in generale presentano valori medi compresi tra i 7° - 9°. Altra porzione collinare "anomala" del territorio comunale è quella della zona Settetermini/Civita Giuliana, al confine con il territorio del comune di Pompei. Nell'area, infatti, sono riconoscibili lembi residui di paleo-morfologie, quali l'arco collinare di Civita Giuliana, interpretato da vari autori quale relitto di un antico cratere centrato in corrispondenza dell'attuale Fossa di Valle, o il piccolo cono di deiezione di Villa Regina;
- la seconda costituita dalle località Passanti, Marra, Marchesa e Cangiani, e che funge da raccordo con la piana del fiume Sarno in senso stretto, presenta blande pendenze comprese tra 2° - 4° e risulta totalmente priva di particolari evidenze morfologiche.

3. IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico sul territorio comunale di Torre Annunziata, si evidenzia una circolazione idrica sotterranea che avviene anche per "*falde sovrapposte*" vista l'alternanza di litotipi di origine vulcanica con grado di permeabilità medio-alta (depositi di spiaggia, limi e sabbie con pomici, depositi piroclastici "da caduta" molto tassificati, lave) (Fig. 8).





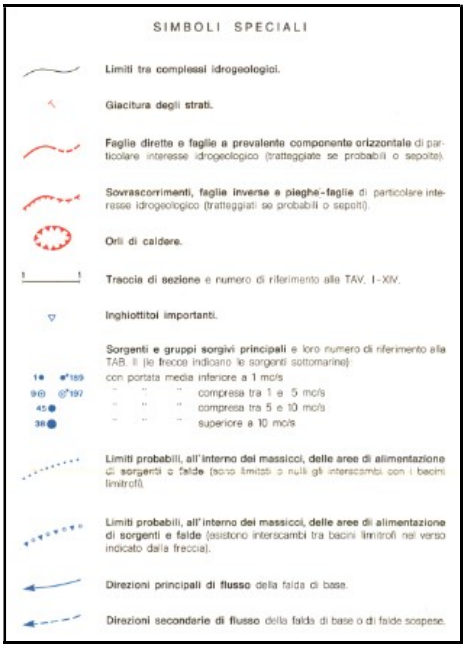


Fig. 8 – (Cassa per il Mezzogiorno – Schema Idrogeologico di Intervento dell'Area PS. 29 - Stralcio)

Nelle aree alluvionali delle piane interne e costiere, il fenomeno di infiltrazione è particolarmente facilitato dalla morfologia quasi piatta del territorio. Gli spartiacque sotterranei e gli assi di drenaggio preferenziale, sono fortemente condizionati da fattori, sia naturali (ricarica), sia antropici (emungimenti). *Il complesso idrogeologico del Somma - Vesuvio* è caratteristicamente un complesso idrogeologico vulcanico centrale misto. Questa tipologia di complessi idrogeologici, che è caratterizzata da permeabilità dovuta sia a "*porosità*" che a "*fessurazione*", presenta diversi livelli acquiferi sovrapposti intercomunicanti tra loro a causa della ridotta continuità dei livelli impermeabili. Gli acquiferi sono quindi eterogenei ed anisotropi. Il complesso idrogeologico vulcanico del Vesuvio presenta una falda radiale basale centrifuga, priva di sorgenti di importanza regionale, in quanto l'acquifero piroclastico alluvionale della piana campana drena tutte le acque vesuviane a NORD, EST ed OVEST, mentre sul versante meridionale il recapito delle acque è costituito dal Mar Tirreno. In particolare, i litotipi fondamentali che compongono il complesso idrogeologico vesuviano sono lave scoriacee da compatte a fratturate, con elevata permeabilità per fessurazione nelle zone a maggior presenza di giunti, e piroclastiti sciolte, tipiche di eruzioni pliniane e sub-pliniane, con modalità di messa in posto che vanno dai "*fall*" ai flussi, fino ai "*surge*". Le piroclastiti hanno una permeabilità variabile per porosità; la stessa variabilità è funzione della granulometria dei depositi.

Va considerato anche il corpo idrico sotterraneo della *Piana del Sarno* che idrogeologicamente influenza in quota parte l'area. Il corpo idrico sotterraneo della *Piana del Sarno* occupa la porzione meridionale della più ampia ed estesa unità idrogeologica della *Piana Campana*. In tale settore della piana, l'assetto lito-stratigrafico dei depositi risulta piuttosto complesso. Infatti, è presente una successione litologica, di spessore fino a qualche migliaio di metri, granulometricamente molto eterogenea, caratterizzata da depositi alluvionali e piroclastici, sciolti e litoidi ("*Tufo Grigio Campano*"), riferibili all'attività vulcanica del *Somma-Vesuvio* e dei *Campi Flegrei*. Ai suddetti litotipi si intercalano depositi di origine marina (prevalentemente sabbiosi), episodi di ambiente palustre (costituiti in prevalenza da limi), depositi torbosi e livelli di paleosuolo.

Lungo il margine NORD-ORIENTALE, nei pressi dell'abitato di Sarno, si rinvengono nel sottosuolo ampi affioramenti di travertini.

Lungo il margine SUD-ORIENTALE, alle pendici dei Monti Lattari, si rinviene invece un'ampia fascia detritica di natura prevalentemente carbonatica.

Lungo il margine NORD-OCCIDENTALE della piana sono presenti colate laviche riferibili al complesso vulcanico del Somma-Vesuvio.

Le caratteristiche idrogeologiche della *Piana del Sarno* sono legate alle peculiarità litostratigrafiche dei depositi vulcanici, alluvionali e, subordinatamente, marini che costituiscono l'acquifero. La presenza di un orizzonte tufaceo "semipermeabile" genera, nell'area centro-orientale, una scomposizione dell'idrodinamica sotterranea secondo uno schema che, localmente, avviene "*a falde sovrapposte*", caratterizzate da differenti livelli piezometrici. Ciò comporta l'esistenza di interscambi idrici sotterranei che, in condizioni indisturbate (ossia, in assenza di emungimenti dalla falda profonda), si esplicano mediante flussi di drenanza diretti dal basso verso

l'alto. Differenze sostanziali sussistono anche in merito alle modalità di ricarica delle suddette falde: quella relativamente "superficiale" viene alimentata essenzialmente dagli apporti idrici diretti e, in maniera subordinata, dai flussi di drenanza provenienti dall'orizzonte acquifero sottoposto al semipermeabile tufaceo; quella relativamente profonda risulta alimentata prevalentemente dai travasi idrici sotterranei provenienti dalle idro-strutture carbonatiche e vulcaniche limitrofe. Tuttavia, a grande scala, i diversi flussi idrici sotterranei sono fra loro intercomunicanti, oltre che per gli anzidetti fenomeni di drenanza, per la presenza di soluzioni di continuità negli orizzonti relativamente impermeabili (Figg. 8-9). In particolare, gli assi di drenaggio ubicati in sinistra del fiume Sarno intercettano principalmente le acque sotterranee provenienti dai massicci carbonatici, mentre quelli del settore di destra, incanalano le acque sotterranee provenienti dal Somma- Vesuvio. I rapporti di interscambio falda-fiume hanno evidenziato l'esistenza di una cospicua alimentazione dalla falda verso il fiume Sarno, nel tratto compreso tra le sorgenti pedemontane dell'area sarnese e l'abitato di San Marzano. Nella restante parte della piana, l'entità degli interscambi è nettamente inferiore; sono stati comunque riscontrati tratti del corso d'acqua principale (presso Scafati) e lungo alcuni canali tributari (Alveo Comune), dove è il fiume ad alimentare la falda.

Il territorio non presenta emergenze delle acque di falda, per cui la *Piana del Sarno* e la costa rappresentano le zone di recapito principale delle già menzionate acque di falda, e delle acque ruscellanti. La falda di base è presente nel comune di Torre Annunziata con una variazione del livello che è strettamente legato all'andamento topografico. La falda, durante l'esecuzione delle prove, è stata rinvenuta tra 2,10÷4,40 mt (circa) dal p.c. (vedi l'**Elaborato allegato – Prove Geognostiche**)

In data 12/04/2022 il sottoscritto ha esguito nuovamente la miurazione del livello di falda nei N. 2 Piezometri "*tipo Casagrande*": in S1 il livello di falda è stato rinvenuto a 1,85 mt dal p.c., mentre in S2 a 2,75 mt dal p.c. (che corrisponde circa a 3.10÷3,20 dal piano stradale).

Infine, si ricorda che nel contesto normativo europeo sulla tutela delle acque, il rilievo dei *Monti di Avella* rappresenta per il *Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale* un importante corpo idrico sotterraneo su cui bisogna perseguire obiettivi ambiziosi di prevenzione del deterioramento qualitativo e quantitativo della risorsa, di miglioramento dello stato di salute delle acque e di un uso sostenibile sul lungo termine. Dal punto di vista strettamente geologico e idrogeologico, l'acquifero dei Monti di Avella è costituito prevalentemente da calcari e calcari dolomitici (*Cretaceo Sup - Lias*) e subordinatamente da dolomie triassiche (Fig. 9). Le principali sorgenti sono ubicate lungo margine sud-occidentale e nord-occidentale, dove sono presenti le quote più basse della cintura impermeabile che borda il rilievo carbonatico. Le due principali aree sorgive, entrambe poste a quota di circa 30 m s.l.m., sono la zona Cancello rappresentata dalle sorgenti di *Mefito* e *Calabricito*, captate ad uso potabile, e l'area Sarnese-Nocerina, dove sono presenti le sorgenti di *Santa Maria La Foce, Mercato-Palazzo, Cerola, Santa Marina di Lavorate* e *San Mauro.* Altre scaturigini basali, di minore portata e con un regime molto variabile, sono le sorgenti Lauro e Labso, affioranti nella valle del Solofrana ma in comunicazione idraulica con la conca tettono-carsica di *Forino*, tramite un articolato sistema carsico collegato con l'inghiottitoio di *Celzi*.

Ulteriori recapiti dell'acquifero dei Monti di Avella sono rappresentati dai travasi verso la piana ad EST di Napoli e del Sarno e da numerose sorgenti di alta quota (es. *Bocca dell'Acqua, Grotte*). All'interno del massiccio carbonatico, sebbene sia riconosciuta un'unica falda di base, il deflusso idrico è compartimentato in due sub-strutture o sottobacini, separati da un alto idrogeologico posto in corrispondenza del Monte Partenio: da qui si sviluppano due direttrici di flusso orientate, rispettivamente, verso il *gruppo sorgivo di Cancello*, a NORD-OVEST, e verso il *gruppo sorgivo di Sarno*, a SUD-OVEST.

Inoltre, per la *sorgente Santa Marina di Lavorate* e *San Mauro* è stata accertata, sulla base di indagini idrochimiche, un'alimentazione anche da parte della falda della piana del Solofrana.

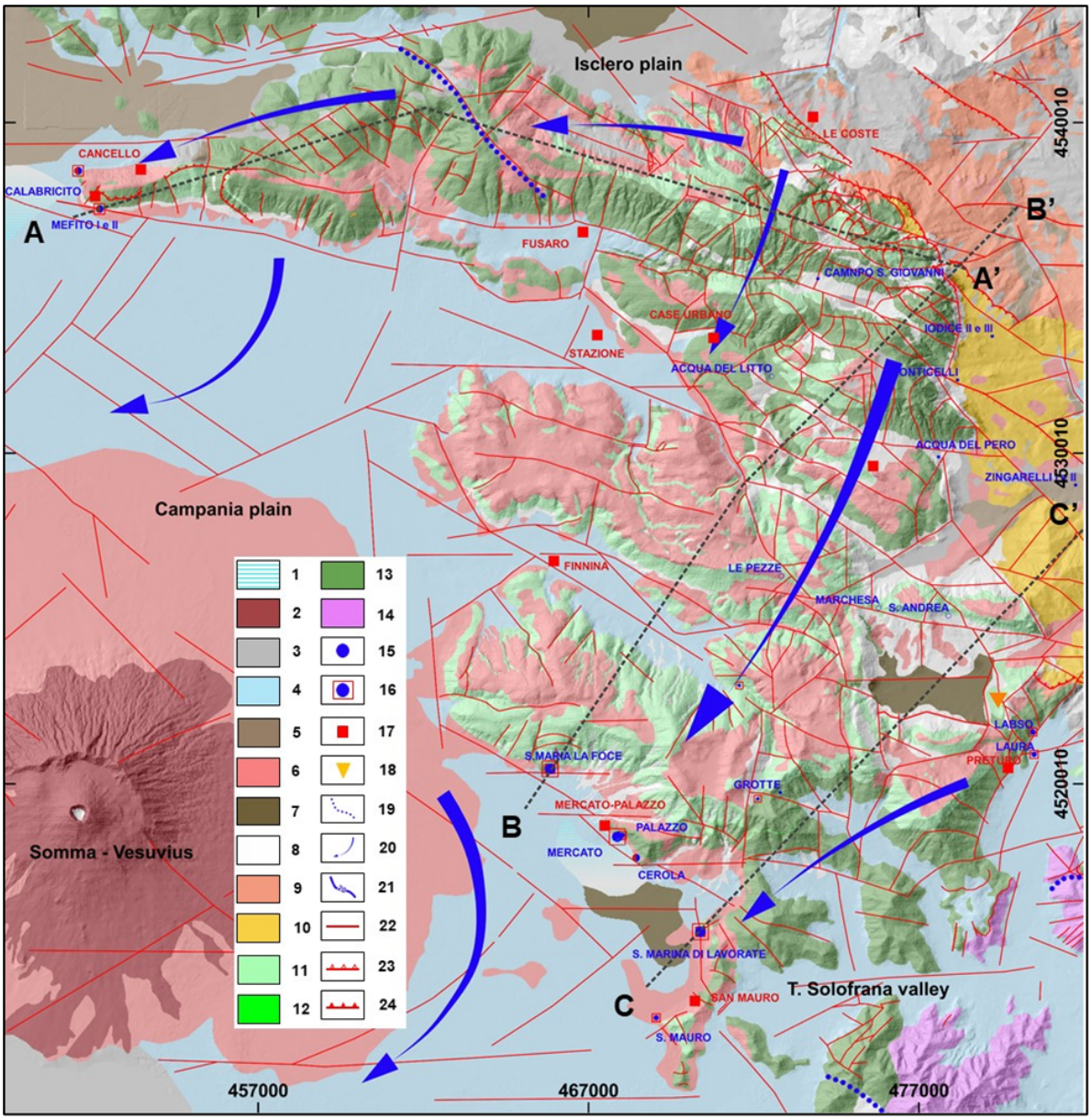


Fig. 9 - Carta idrogeologica dell'acquifero carbonatico dei Monti di Avella. Legenda: 1) Complesso travertinoso (Olocene); 2) Complesso lavico (Olocene); 3) Complesso eluvio-colluviale (Pleistocene medio-Olocene); 4) Complesso alluvionale (Pliocene-Olocene Sup); 5) Complesso tufaceo (Pleistocene Sup-Olocene); 6) Complesso piroclastico (Pleistocene Sup-Olocene); 7) Complesso lacustre e palustre (Pleistocene-Olocene); 8) Complesso detritico (Miocene Sup-Olocene); 9) Complesso arenaceo (Miocene Sup-Pliocene Sup); 10) Complesso calcareo-marnoso (Cretaceo-Olocene); 11) Complesso calcareo (Giurassico medio-Miocene medio); 12) Complesso di calcari e marne ad Orbitolina (Cretaceo Inf); 13) Complesso calcareo-dolomitico (Giurassico Inf-Cretaceo Sup); 14) Complesso dolomitico (Triassico-Giurassico Inf); 15) Sorgente non captata; 16) Sorgente captata; 17) Campo-pozzi; 18) Inghiottitoio; 19) Spartiacque sotterraneo; 20) Direttrici di flusso della falda di base; 21) Curve isopiezometriche; 22) Faglia normale; 23) Faglia inversa; 24) Thrust.

4. VINCOLI PSAI (PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO)

Si demanda la consultazione delle carte del PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, che sono "*lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d'uso del suolo e gli interventi riguardanti l'assetto idrogeologico del territorio di competenza dell'ex Autorità di bacino Regionale della Campania Centrale*". Attualmente con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le ***Autorità di Bacino Distrettuali***.

Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali quello dell'Appennino Meridionale, che comprendente i:

- *bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno*,
- *bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno*
- *bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.*

L'***Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale***, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali–quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.

Tutto il comune di Torre Annunziata è ripartito in quattro elementi CTR

COMUNE	ELEMENTO CTR	REGIONE	CODICE ISTAT	AREA (ha)
TORRE ANNUNZIATA	466064	Campania	15063083	7,469
TORRE ANNUNZIATA	466023	Campania	15063083	7,469
TORRE ANNUNZIATA	466061	Campania	15063083	7,469
TORRE ANNUNZIATA	466021	Campania	15063083	7,469

Si demanda la consultazione dei n. 6 elementi cartografici per le informazioni di dettaglio, nonché gli **elaborati progettuali B.5.1 ÷ B.5.6**.

5. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Le caratteristiche fisico-meccaniche delle aree oggetto di intervento sono state ricavate dal piano di indagini geognostiche, denominato **ODL_12_Torre Annunziata** del 11/01/2022 che GORI S.p.A. ha fatto eseguire alla "GEOGLOBO s.r.l.". In particolare, tale piano di indagini ha previsto l'esecuzione di una serie prove così articolate:

1. N. 1 Sondaggio a carotaggio continuo (*40°44'27.9"N 14°28'28.1"E - 40.741089/14.474465, in corrispondenza del parcheggio interno della sede comunale di Torre Annunziata / "Palestra Comunale" in Via Provinciale Schiti civico 117, e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi fino ad una profondità di 15,00 ml da p.c., con annessi n. 1 prelievo di un campione indisturbato, prelevato ad una profondità di 3,50÷4,00 metri dal p.c. (variabile anche in funzione dei cambi stratigrafici) da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio (*Analisi granulometrica comprensiva dei limiti di Attemberg, Prova a taglio diretto*), N. 1 D.P.S.H. da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c., e N. 1 M.A.S.W. in corrispondenza del parcheggio interno della sede comunale di *Torre Annunziata / Palestra Comunale* (40°44'26.5"N 14°28'26.1"E - 40.740691/14.473905) lato ferrovia;
2. N. 1 Prova Penetrometrica Dinamica D.P.S.H. (*40°44'25.3"N 14°28'21.9"E - 40.740373/14.472745, in corrispondenza di Via Terragneta (**traversa**), e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c., con annesso n. 1 prelievo di campione indisturbato prelevato ad una profondità di 3,50÷4,00 metri dal p.c. (variabile anche in funzione dei cambi stratigrafici) da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio (Analisi granulometrica comprensiva dei limiti di Attemberg, Prova a taglio diretto);
3. N. 1 Prova Penetrometrica Dinamica D.P.S.H. (*40°44'16.8"N 14°28'06.4"E - 40.738001/14.468432, in corrispondenza di Via Mortelleto incrocio Via Solferino, e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c.
4. N. 1 Sondaggio a carotaggio continuo (*40°44'09.4"N 14°28'10.4"E - 40.735951/14.469555, in corrispondenza di Via Mortelleto, interno cortile scuola "I.C. ISTITUTO COMPRENSIVO PARINI – ROVIGLIANO", e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi fino ad una profondità di 15,00 ml da p.c., con annessi n. 1 prelievo di un campione indisturbato, prelevato ad una profondità di 3,50÷4,00 metri dal p.c. (variabile anche in funzione dei cambi stratigrafici) da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio (*Analisi granulometrica comprensiva dei limiti di Attemberg, Prova a taglio diretto*), N. 1 D.P.S.H. da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c., e N. 1 M.A.S.W. ;

5. N. 1 Prova Penetrometrica Dinamica D.P.S.H. (*40°43'56.0"N 14°28'16.8"E - 40.732224/14.471329, in corrispondenza di Via Postiglione, e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c.;

così come ubicati nella planimetria ***B.7.1-Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche.*** Il sottoscritto Geol. Domenico Renella, nella qualità di Direttore della Esecuzione del Contratto, specifica inoltre che per ognuno dei punti indicati, **dal punto 1 al punto 5,** considerato che nel corso di esecuzione dell'appalto è stato necessario concordare nuovi prezzi in aggiunta a quelli di contratto, determinati con le modalità di cui al CSDP, e riportati nel Verbale nuovi prezzi n. 1 del 10/09/2021, **si rende indispensabile anche l'esecuzione di analisi chimiche di laboratorio conformemente a quanto indicato nel DPR 13/06/2017 n. 120** (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164 - G.U. n. 183 del 7 agosto 2017), secondo il seguente set di analiti: *Arsenico, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Idrocarburi C>12, Cromo Totale, Cromo VI, Amianto, BTEX, IPA.* Tali analisi chimiche di laboratorio vanno eseguite su campioni indisturbati prelevati in loco (in fase di perforazione del singolo sondaggio e/o in fase di esecuzione della singola prova penetrometrica) per un numero pari a n. 1 (**dico uno**) campione per ogni prova penetrometrica/sondaggio, prelevato a profondità comprese tra 1 mt dal p.c. e 5 mt dal p.c., **esclusivamente in totale assenza di falda** .

Come riferimenti bibliografici sono stati consultati i seguenti elaborati afferenti al Preliminare del PUC (Piano Urbanistico Comunale - Deliberazione N. 42 - *OGGETTO*: "Pianificazione Urbanistica del Territorio comunale: redazione del nuovo Piano Urbanistico Comunale in ottemperanza alla L.R. 16/2004 e s.m.i. ed al Regolamento regionale n. 5 - Presa d'atto ed Approvazione Preliminare Piano Urbanistico Comunale e del preliminare rapporto ambientale VAS"). Nel dettaglio:

- QUADRO CONOSCITIVO – IL SISTEMA AMBIENTALE E I VINCOLI – "H – STUDIO GEOLOGICO";
- Elaborato H.1 – Relazione Illustrativa - MICROZONAZIONE SISMICA – PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 17/03/2020;
- Elaborato H.2 - Carta delle indagini - PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 04/03/2020;
- Elaborato H.3 - Carta Geologico Tecnica - PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 03/03/2020;
- Elaborato H.4 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 04/03/2020;
- Studio Geologico-Geomorfologico e di Fattibilità sull'area del Progetto di Completamento della rete fognaria del Comune di Torre Annunziata (NA) – *Dott. Geologo Leopoldo Ferraro* su incarico dell'Ing.

Antonio Pollio - PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI. COMMISSARIO DELEGATO EMERGENZA SARNO (EX ORDINANZA N. 3270 DEL 12.03.2003).

Come di evince dall'**Elaborato progettuale B.9 – Planimetria Generale di Progetto**, il progetto prevede la posa di condotte fognarie e la realizzazione di manufatti (anche di grosse dimensioni) solo in alcune zone del territorio comunale. In particolare, l'area comunale interessata è quella posta nella zona meridionale, ai confini della foce del fiume Sarno. Nel caso di specie i N. 2 Sondaggi (Figg. 10-11) sono stati ubicati in corrispondenza degli impianti di sollevamento di *traversa Bottaro* (nei pressi del parcheggio dell'edificio comunale di Via Provinciale Schiti) e di *Via Mortelleto* (nei pressi dell'I.C. ISTITUTO COMPRENSIVO PARINI – ROVIGLIANO). Nel dettaglio l'ubicazione delle indagini è riportata nell'**Elaborato progettuale B.7.1 – Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche.**

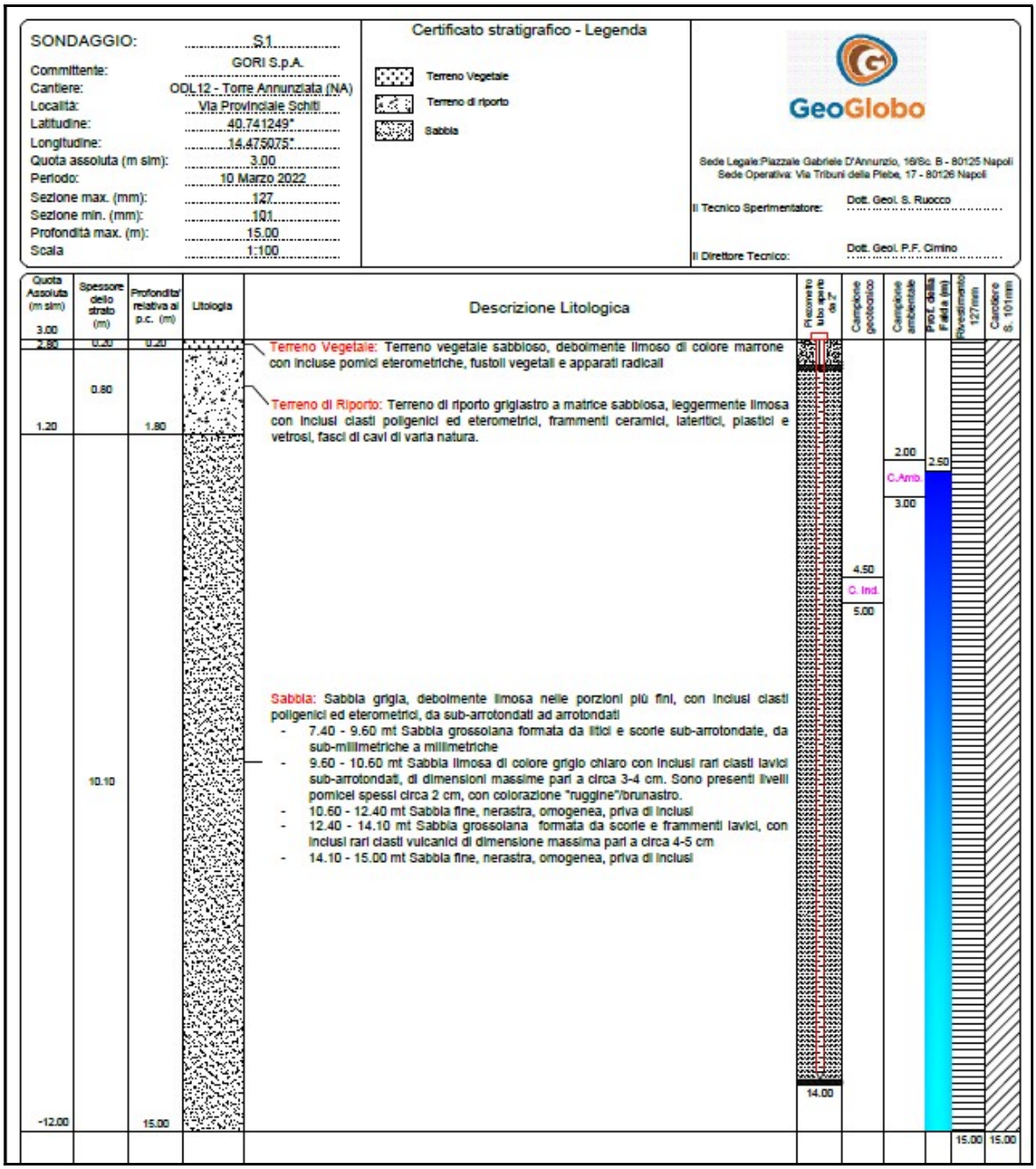


Fig. 10 – Sondaggio S1 - Via Provinciale Schiti – ODL_12 – GEOGLOBO S.r.l

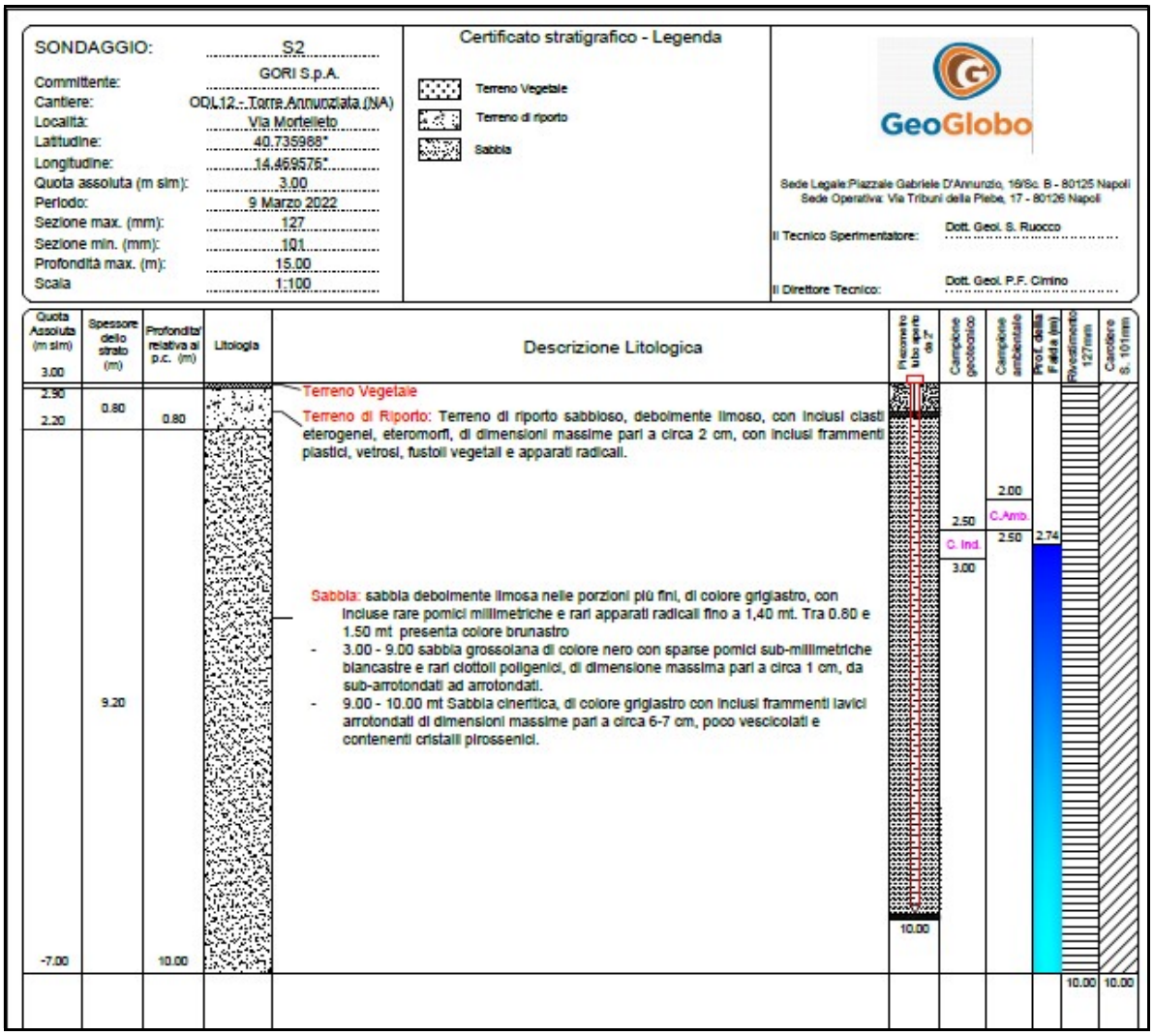


Fig. 11 – Sondaggio S2 - Via Mortelleto – ODL_12 – GEOGLOBO S.r.l

La litologia del materiale interessato dalla posa delle condotte fognarie e/o i manufatti, come si evince dai due sondaggi (Figg. 10-11), è riconducibile chiaramente a sabbia (nera) di natura vulcanica. Durante l'esecuzione delle prove non è stata riscontrata la presenza di roccia. Come si evince dalla Fig. 11 il Sondaggio S2 si è fermato alla profondità di 10,00 mt dal p.c. rispetto ai 15,00 mt preventivati. Ciò in ragione della presenza delle sabbie vulcaniche in falda, che hanno reso difficile l'avanzare del rivestimento del foro in profondità nonché l'estrazione dello stesso.

L'esecuzione delle prove penetrometriche D.P.S.H. ha confermato la presenza di materiale vulcanico molto compatto. In particolare, sono state eseguite N. 5 Prove Penetrometriche Dinamiche Pesanti Continue (D.P.S.H.), e durante l'esecuzione delle stesse sono stati prelevati N. 3 campioni ambientali e N. 3 campioni indisturbati da sottoporre ad analisi chimiche e prove geotecniche di laboratorio. Le prove D.P.S.H. sono state spinte fino alla profondità massima compresa tra 5,80 ÷7,00 mt utilizzando un "***Penetrometro Pagani TG 63-100***" (Figura 12), così da ottenere una valutazione qualitativa e quantitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni

attraversati. Le informazioni fornite sono di tipo continuo poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione. Tutte le prove D.P.S.H. eseguite sono terminate a causa del "*rifiuto strumentale*" (N. colpi >50). Ciò a conferma di quanto detto in precedenza sulla elevata compattezza delle sabbie vulcaniche.



Figura 12 – Il Penetrometro Pagani TG 63 100 montato su cingoli

L'ubicazione delle prove è riportata nella figura in calce (Fig. 13):



Fig. 13 – Ubicazioni indagini

I campioni indisturbati (vedi Tabella 1) sono stati sottoposti alle seguenti prove:

- CONTENUTO D'ACQUA - Norma ASTM D2216-98;
- PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE - Norma BS 1377-90;
- PESO SPECIFICO DEI GRANULI - Norma ASTM D854-92;
- LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO - Norma ASTM D4318-00;
- ANALISI GRANULOMETRICA - Norma ASTM D2217-85-R98;
- PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Norma ASTM D3080-03.

da parte del laboratorio ISOGEA S.r.l. - Certificazione Ufficiale - Settore ''A'' - Prove di Laboratorio sulle Terre - AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI - Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010, su richiesta di GEOGLOBO S.r.l.

Il risultato ha confermato la presenza di materiale piroclastico, in particolare di sabbia limosa e ghiaiosa, ed è riassunto nella tabella in calce (Tabella 1):

SIGLA CAMPIONE	S1/CI 1	S2/CI 1	DPSH2 CI1	DPSH3 CI1	DPSH5 CI1
Profondità prelievo (m)	*4.50/5.00*	*2.50/3.00*	*2.00/2.50*	*2.50/3.00*	*1.50/2.00*
Umidità naturale γ_n (%)	*19.2*	*8.7*	*9.7*	*21.4*	*13.2*
Peso volume naturale γ_n (KN/m^3)	*18.9*	*18.4*	*16.7*	*17.5*	*16.2*
Peso volume del secco γ_d (KN/m^3)	*15.9*	*16.9*	*15.3*	*14.4*	*14.3*
Peso volume saturo γsat (KN/m^3)	*19.8*	*20.6*	*19.3*	*18.8*	*18.9*
Peso Specifico granuli γ_S (KN/m^3)	*26.5*	*27.0*	*26.2*	*26.1*	*26.6*
Indice dei vuoti e (-)	*0.670*	*0.600*	*0.714*	*0.812*	*0.851*
Porosità n (%)	*40.1*	*37.5*	*41.7*	*44.8*	*46.0*
Grado saturazione Sr (%)	*77.5*	*40.1*	*36.4*	*70.1*	*42.1*
Classe granulometrica	*Sabbia ghiaiosa e limosa*	*Sabbia limosa*	*Sabbia ghiaiosa e limosa*	*Sabbia limosa*	*Sabbia limosa e ghiaiosa*
Prova di Taglio "TDCD"					
Angolo di attrito interno (gradi)	*30.5*	*30.9*	*31.0*	*30.1*	*30.4*
Coesione (KPa)	*1.3*	*1.7*	*0.6*	*2.8*	*1.5*
Limiti di Atterberg					
Limite di Liquidità *LL (%)*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*
Limite di Plasticità *LP (%)*	*non plastico*	*non plastico*	*non plastico*	*non plastico*	*non plastico*
Indice di Plasticità *IP (%)*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*

Tabella 1 – Riepilogo Prove DPSH e Sondaggi con annessi campioni geotecnici prelevati (Allegato 2 e 3 - Elaborato Indagini geognostiche)

(vidi **Elaborato allegato "– INDAGINI GEOGNOSTICHE" – *Allegati 2-3-5***)

Infine, tenendo conto di quanto indicato DPR 120/2017, sono stati prelevati N. 3 campioni, da sottoporre ad analisi ambientali. Il Set analitico minimale cui sottoporre i campioni prelevati (vedi Tabella 2), richiesto dalla struttura di supporto alla progettazione, è riassunto nella Fig. 14:

Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi C>12
Cromo totale
Cromo VI
Amianto
BTEX (*)
IPA (*)
(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Fig. 14 - Il Set analitico eseguito sui campioni ambientali – Laboratorio ISOGEA

I risultati hanno confermato che tutti i parametri sono conformi rispetto ai valori soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo di cui all'Allegato 5 - Tab. 1 col. A e B al Titolo V del D.L. 152/06.

Pertanto, ai sensi del DPR n. 120 del 13/06/2017 il terreno di cui il campione analizzato è rappresentativo, è da considerarsi un sottoprodotto e può essere riutilizzato in sito in siti con destinazione d'uso verde/residenziale e commerciale/industriale (**Elaborato allegato – INDAGINI GEOGNOSTICHE" -** *Allegato 6 - Certificati delle Prove Chimiche)*.

La falda, durante l'esecuzione delle prove, è stata rinvenuta tra 2,10÷4,40 mt (circa) dal p.c. Le misure sono state fatte in loco grazie anche all'istallazione di N. 2 Piezometri "*tipo Casagrande*" (Figg. 10-11).

In data 12/04/2022 il sottoscritto ha esguito nuovamente la miurazione del livello di falda nei N. 2 Piezometri "*tipo Casagrande*": in S1 il livello di falda è stato rinvenuto a 1,85 mt dal p.c., mentre in S2 a 2,75 mt dal p.c. (che corrisponde circa a 3.10÷3,20 dal piano stradale).

Pertanto, in fase di escuzione delle opere, se ne deve tener conto utilizzando tutti gli accorgimenti tecnico/pratici necessari.

Non è stata rinventuta roccia durante l'esecuizone delle prove, in accordo con quello riportato nei sondaggi eseguiti in campo (S1 e S2).

6. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Per consentire di caratterizzare sismicamente il sottosuolo dell'area interessata dal progetto definitivo "*Comprensorio Depurativo Foce Sarno Rete interna Torre Annunziata - progetto di completamento – INT. 72I8*", sono state effettuate n. 2 prove sismiche di superficie M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il sottosuolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018). È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del sottosuolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018). L'ubicazione delle INDAGINI SISMICHE è riportata nella Fig. 15:



Fig. 15 – Ubicazione degli stendimenti messi in opera su foto aerea di Google Eart

Le caratteristiche delle N. 2 prove M.A.S.W. eseguite sono riportate nella Tabella 2 :

Prospezione sismica	*Lunghezza complessiva dello stendimento (m)*	*Spacing (m)*	*Offset (m)*	*Direzione*	*Coordinate Geografiche WSG84*	
					N	*E*
MASW Sito n. 1	*39.0*	*3.0*	*3.0*	*N 44° E*	*40.740973°*	*14.474865°*
MASW Sito n. 4	*39.0*	*3.0*	*3.0*	*N 40° E*	*40.735902°*	*14.469617°*

Tab. 2 – Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative agli stendimenti geofonici messi in opera

Le indagini sono state condotte mediante l'utilizzo di sismografo *M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali*, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [*Re.Mi. (Refraction Microtremor); M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves); S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves*)]. L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise). La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo. L'ambiente operativo dello strumento è quello di *Microsoft Windows XP embedded*.

La sorgente sismica (Fig. 16) è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 6 kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra. Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta. La sorgente è stata posizionata all'inizio di ogni stendimento geofonico, con offset variabili, in modo da ottenere profili sismici diretti. Le oscillazioni del sottosuolo sono state rilevate da 12 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo i profili di indagine con spacing predefiniti (Fig. 15 - Tab. 3). La lunghezza complessiva di ogni stendimento geofonico è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità massima di 35.10 m dal p.c.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (*SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey)* per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.



Fig. 16 – Sorgente energizzante, costituita da massa battente su piastra di alluminio. Come starter/trigger è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale *T=2.048s*, sono state effettuate con passo di campionamento *dt=0.5ms*.

La frequenza di campionamento è data da: $f_{campionamento}=1/dt=2000Hz$.

La frequenza massima dei segnali, ovvero la *frequenza di Nyquist*, è data da: $f_{Nyquist}=1/2dt=1000Hz$.

La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{min}=1/T=0.488Hz$.

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma *SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey*.

I risultati e le elaborazioni delle prove M.A.S.W. effettuate sono riportati nell'**Elaborato allegato – INDAGINI GEOGNOSTICHE – Allegato 4" .**

Le indagini sismiche M.A.S.W. effettuate, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., hanno fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella "**Categoria di Sottosuolo C"** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 3 – 5). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il *bedrock sismico* o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

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

Tab. 3 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018)

Prospezione sismica	*$V_{S\,0\text{-}30}$ (m/s)*	*Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)*
MASW Sito n. 1	*[320]*	*C*
MASW Sito n. 4	*[317]*	*C*

Tab. 4 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalle prospezioni sismiche MASW effettuate

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

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T_2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Tab. 5 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018)

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°.

È noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni molto diverse in località tra loro vicine a causa di una differente risposta sismica locale; ad esempio, per lo stesso sisma registrato da strumenti identici e a breve distanza reciproca, uno posto su di una coltre alluvionale di 200m di spessore, l'altro su rocce cristalline, fu rilevato un rapporto di ampiezza pari a 5 corrispondente a circa 2 unità della scala sismica delle intensità (*Carrara et al., 1992*). D'altra parte, lo stesso concetto di magnitudo tiene conto di ciò, legando la sua valutazione all'ampiezza del moto del sottosuolo normalizzata sia mediante una funzione di attenuazione con la distanza, sia mediante un coefficiente di stazione e quest'ultimo è legato, appunto, alla diversa risposta dei siti di registrazione ad uno stesso evento sismico. Questo fenomeno fu notato per la prima volta un secolo fa quando, durante il tristemente noto terremoto di S. Francisco del 1906, edifici praticamente identici per forma, dimensioni e materiali impiegati, subirono danni sensibilmente diversi (alcuni edifici subirono crolli totali mentre altri subirono danni praticamente trascurabili). È ormai assodato che le caratteristiche con cui si presenta

un sisma in un dato sito sono fortemente dipendenti oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma. In sostanza la risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie. Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto. La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze delle prospezioni sismiche M.A.S.W. precedentemente descritte. Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita). In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta:

- Vita nominale della costruzione - VN ≥ 50 anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - CU = 2 ;
- Classe d'uso della costruzione II;

ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV). Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito ("***Categoria di Sottosuolo C" – "Categoria Topografica T1"***) individuata nell'area oggetto di indagine.

Gli spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per *lo stato limite SLD*, e i parametri e punti dello spettro di risposta verticale per *lo stato limite SLV* inerenti alla *Categoria di Sottosuolo C – Categoria Topografica T1* (Vita nominale della costruzione - VN ≥ 50 anni; Coefficiente d'uso della costruzione - CU = 2 – Classe d'uso della costruzione II - smorzamento 5% - fattore di struttura q = 1.5) sono riportati nell'**Elaborato allegato – INDAGINI GEOGNOSTICHE – *Allegato 4*" .**

Il territorio comunale di Torre Annunziata (NA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in **II categoria - S=9 - a_g=0.25$_g$** (Fig. 17).

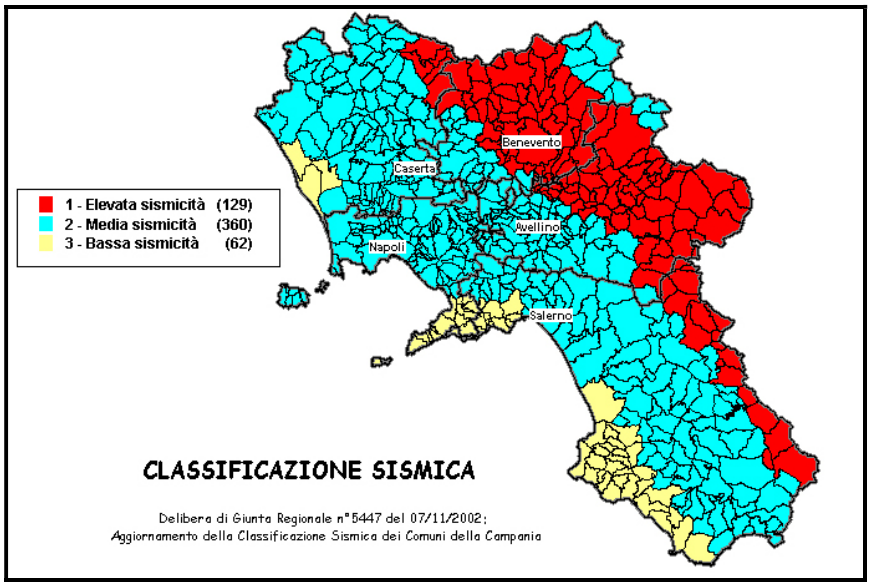


Fig. 17 – Classificazione sismica del 2002 dei Comuni della Regione Campania. Zona 1 - Valore di ag=0.35g - Zona 2 - Valore di ag=0.25g - Zona 3 - Valore di ag=0.15g

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 18), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Torre Annunziata (NA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.150 e 0.175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

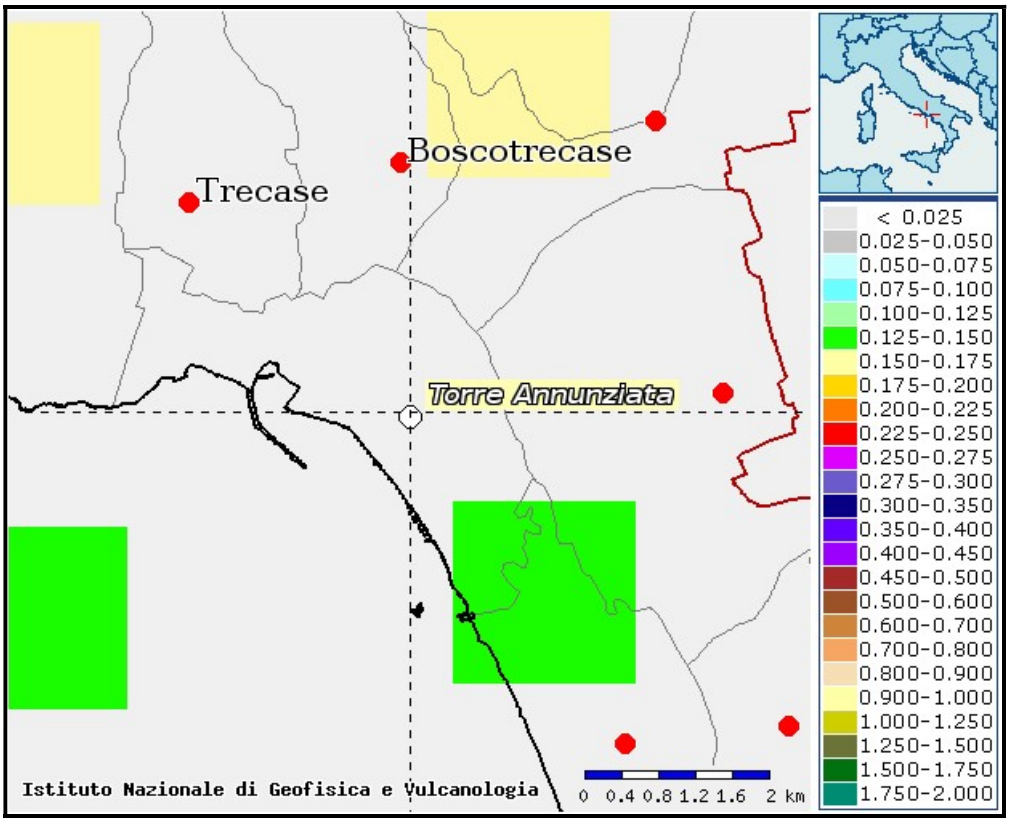


Fig. 18 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dalle indagini sismiche M.A.S.W. effettuate permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella ***Categoria di Sottosuolo C***, con valori di V_{Seq} calcolati pari a (Tab. 6):

Prospezione sismica	***$V_{S\,0\text{-}30}$ (m/s)***
MASW Sito n. 1	***[320]***
MASW Sito n. 4	***[317]***

Tab. 6 – Valori di V_{Seq} calcolati, relativi alle prospezioni sismiche M.A.S.W. effettuate

Proprio in funzione della ***Categoria di Sottosuolo C*** e della ***Categoria Topografica T1*** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (**Elaborato allegato – INDAGINI GEOGNOSTICHE" – *Allegato 4*).**

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - VN ≥ 50 anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - CU = 2;
- Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (*accelerazione orizzontale massima al sottosuolo*) e S_e **[g]** (*accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra TB e TC*) (Tab. 7), relativamente agli **stati limite SLD** (*Stato Limite di Danno*) e **SLV** (*Stato Limite di salvaguardia della Vita*) pari a:

PROSPEZIONE SISMICA	a_g *SLD*	a_g *SLV*	S_e [g] *SLD*	S_e [g] *SLV*
MASW sito 1	*[0.053]*	*[0.132]*	*[0.187]*	*[0.488]*
MASW sito 4	*[0.053]*	*[0.130]*	*[0.185]*	*[0.482]*

Tab. 7 – Valori massimi di ag e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici - Vita nominale della costruzione - VN ≥ 50 anni- Coefficiente d'uso della costruzione - CU = 2 – Classe d'uso della costruzione II - Smorzamento 5% - Fattore di struttura q = 1.5

I valori di V_S per i sismostrati riscontrati nelle n. 2 prospezioni sismiche M.A.S.W. sono riportati nell' **Elaborato allegato – INDAGINI GEOGNOSTICHE" -** ***Allegato 4.***

7. FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Si denomina genericamente liquefazione una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidezza causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo (sabbia, ghiaia, limo non plastico) durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno (OPCM 3274/2003 e successive modificazioni, Eurocodice 8-Parte 5).

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo *M* inferiore a 5;

2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g;

3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:

- frazione di fine *FC*, superiore al 20%, con indice di plasticità *PI* > 10;
- *FC* ≥ 35% e resistenza $(N_1)_{60}$ > 20;
- *FC* ≤ 5% e resistenza $(N_1)_{60}$ > 25

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 19 nel caso di materiale con coefficiente di uniformità U_c < 3.5 ed in Figura 20 per coefficienti di uniformità U_c > 3.5.

5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.

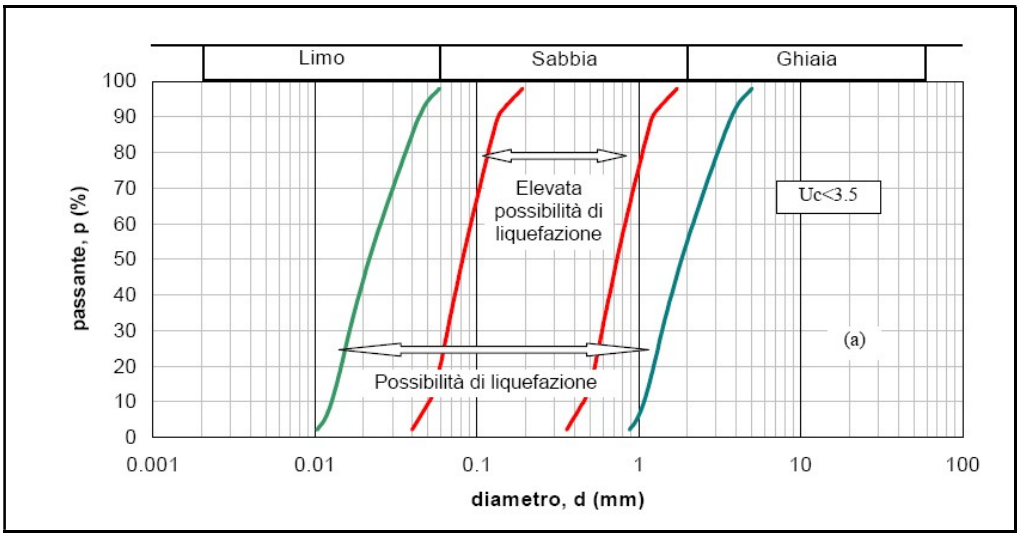


Figura 19 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (da AGI, 2005)

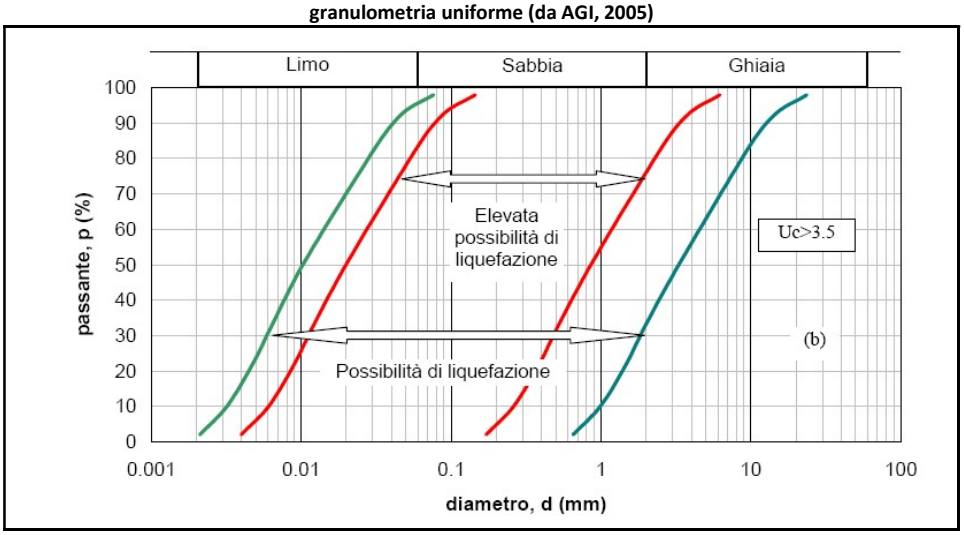


Figura 20 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria estesa (da AGI, 2005)

In questo caso per analizzare la liquefazione delle aree oggetto di intervento sono stati adottati dei "*criteri empirici*". I criteri empirici si basano per lo più su parametri desunti da prove di identificazione o da prove penetrometriche standard, o anche su alcune caratteristiche geologiche qualitative; generalmente si limitano a valutare la suscettibilità dei depositi indipendentemente dall'entità della scossa sismica al sito. I terremoti successivi a quelli a cui si sono riferiti molte di queste metodologie di calcolo, hanno puntualmente confermato questi criteri. Però bisogna tenere conto che, se applicati a contesti molto differenti da quelli di origine, sia per quanto riguarda i terreni, sia per quanto concerne le caratteristiche degli eventi sismici, si rilevano scarsamente affidabili. Pertanto, vengono ancora oggi frequentemente utilizzati soprattutto per fini di pianificazione. Tra i criteri empirici qualitativi o semiquantitativi, utilizzati a scala urbanistica per la microzonazione sismica, si può inserire il criterio di *Youd & Perkins*. Esso basa la valutazione della propensione alla liquefazione dei depositi su alcune caratteristiche geologiche e stratigrafiche dei terreni. Infatti, trae origine dall'osservazione della correlazione fra grado di danneggiamento subito dalle costruzioni durante forti terremoti e il tipo di deposito, la profondità della falda e l'età. Sulla base del tipo di deposito sedimentario, della profondità della falda e dell'età del deposito, viene fornito un punteggio, prodotto dei punteggi parziali, che fornisce un'indicazione qualitativa del grado di vulnerabilità del deposito. La probabilità di liquefazione si ricava dalla seguente tabella (Tab. 8):

Punteggio totale	Probabilità di liquefazione
< 10	Molto Bassa
10 – 20	Bassa
21 – 50	Moderata
51 – 80	Alta
> 80	Molto alta

Tab. 8 – Valori di riferimento della probabilità di liquefazione

Poiché è possibile che in un sito si verifichino fenomeni di liquefazione quando l'intensità della scossa sismica raggiunge una certa soglia*, Kuribayashi & Tatsuoka* (1975) sulla base di osservazioni effettuate in occasione di una moltitudine di terremoti, hanno fornito un'indicazione sul livello di intensità della scossa sismica da raggiungere, dimostrando che esiste una relazione lineare fra la magnitudo e il logaritmo della distanza entro la quale si possono avere significativi fenomeni di liquefazione. Da questi studi è emerso che, entro un certo ***raggio R*** dall'epicentro di un sisma, possono essere sede di fenomeni di liquefazione i depositi alluvionali recenti con falda superficiale. Il ***raggio R*** è dato dall'equazione:

$$Log_{10} R = 0{,}8\ M - 4{,}5$$

Nel 1988 *Berardi et al. (1988)* sviluppano un'analoga relazione elaborando i dati di alcuni terremoti storici italiani che hanno dato origine a fenomeni di liquefazione:

$$Log_{10} R = 0{,}77\ M - 3{,}6$$

Entrambe le relazioni sono valide per terremoti di magnitudo maggiore o uguale a 6.

Mediante le correlazioni geotecniche nei terreni incoerenti, utilizzando i dati N_{SPT}, si può calcolare il *potenziale di liquefazione dei suoli* (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se NSPT dello strato considerato risulta inferiore a N_{SPT} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{SPT\ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{SPT} - 15)$$

N_{SPT} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Il metodo di *Seed e Idriss (1982)* consente di valutare è il *Rapporto di Tensione Ciclica* dalla seguente relazione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{v0}} = CSR_{7.5} = 0.65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} r_d$$

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo r_d viene utilizzata la formula empirica proposta da *Iwasaki et al. (1978)*:

$$r_d = 1 - 0.015z$$

mentre per il fattore correttivo MSF si fa riferimento ai valori riportati in Tabella 9 ricavati da diversi ricercatori, tra cui *Seed H. B. e Idriss I. M (1982)*

Magnitudo	**Seed H.B. & Idriss I.M.** (1982)	**Ambraseys N.N** (1988)	**NCEER** *(Seed R. B. et alii)* (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Tabella 9 - Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori

La resistenza alla liquefazione CRR viene calcolata in funzione della magnitudo, del numero di colpi, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Nelle aree oggetto di studio, dai risultati delle prove eseguite e dalla loro elaborazione mediante il metodo empirico *SHI-MING e SEED & IDRISS*, mediante il software GEOSTRU (***Geostru Software*** - www.geostru.com), è emerso che ***la probabilità di liquefazione è risultata molto bassa*** (**Elaborato allegato – INDAGINI GEOGNOSTICHE"** - ***Allegato 3 – Risultati delle prove D.P.S.H. – Stima parametri geotecnici***) **.**

8. CONCLUSIONI

La presente Relazione Geologica e Relazione sulla Modellazione Sismica del Sito è stata redatta in riferimento al Progetto esecutivo *"Comprensorio Depurativo Foce Sarno Rete interna Torre Annunziata - progetto di completamento - INT 72I8",* al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il sottosuolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

GORI S.p.A. ha indetto una procedura ad inviti ai sensi dell'art. 7 del "Regolamento per l'affidamento degli appalti di lavori, beni e servizi di importo inferiore alle soglie comunitarie ai sensi dell'art. 36, comma 8, del d.lgs. 50/2016" (*www.goriacqua.com/media.aspx/regolamento_appalti_sottosoglia*), per la stipula dell'*ACCORDO QUADRO* per l'affidamento dei «*Servizi di indagini geologiche (*distruttive *e non distruttive) e geotecniche finalizzate alla progettazione delle infrastrutture del Servizio Idrico Integrato di competenza della GORI S.p.A. ricadenti nel territorio dell'Ambito Distrettuale Sarnese-Vesuviano della Regione Campania*». ***Codice Identificativo Gara (C.I.G.): 8621539F0A***. L'aggiudicazione è avvenuta in favore dell'operatore economico "GEOGLOBO s.r.l." (con sede legale in Napoli, P.Le Gabriele D'Annunzio n. 16 - Codice fiscale e P.IVA 08497951213) in data 03/05/2021.

In virtù di tale aggiudicazione è stato redatto un piano di indagini geognostiche, denominato **ODL_12_Torre Annunziata** del 11/01/2022 che GORI S.p.A. ha fatto eseguire alla "GEOGLOBO s.r.l.". In particolare, tale piano di indagini ha previsto l'esecuzione di una serie prove così articolate:

1. N. 1 Sondaggio a carotaggio continuo (*40°44'27.9"N 14°28'28.1"E - 40.741089/14.474465, in corrispondenza del parcheggio interno della sede comunale di Torre Annunziata / "Palestra Comunale" in Via Provinciale Schiti civico 117, e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi fino ad una profondità di 15,00 ml da p.c., con annessi n. 1 prelievo di un campione indisturbato, prelevato ad una profondità di 3,50÷4,00 metri dal p.c. (variabile anche in funzione dei cambi stratigrafici) da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio (*Analisi granulometrica comprensiva dei limiti di Attemberg, Prova a taglio diretto*), N. 1 D.P.S.H. da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c., e N. 1 M.A.S.W. in corrispondenza del parcheggio interno della sede comunale di *Torre Annunziata / Palestra Comunale* (40°44'26.5"N 14°28'26.1"E - 40.740691/14.473905) lato ferrovia;
2. N. 1 Prova Penetrometrica Dinamica D.P.S.H. (*40°44'25.3"N 14°28'21.9"E - 40.740373/14.472745, in corrispondenza di Via Terragneta (traversa), e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c., con annesso n. 1 prelievo di campione indisturbato prelevato ad una profondità di 3,50÷4,00 metri dal p.c. (variabile anche in funzione dei cambi stratigrafici) da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio (Analisi granulometrica comprensiva dei limiti di Attemberg, Prova a taglio diretto);

3. N. 1 Prova Penetrometrica Dinamica D.P.S.H. (*40°44'16.8"N 14°28'06.4"E - 40.738001/14.468432, in corrispondenza di Via Mortelleto incrocio Via Solferino, e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c.
4. N. 1 Sondaggio a carotaggio continuo (*40°44'09.4"N 14°28'10.4"E - 40.735951/14.469555, in corrispondenza di Via Mortelleto, interno cortile scuola "I.C. ISTITUTO COMPRENSIVO PARINI – ROVIGLIANO", e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi fino ad una profondità di 15,00 ml da p.c., con annessi n. 1 prelievo di un campione indisturbato, prelevato ad una profondità di 3,50÷4,00 metri dal p.c. (variabile anche in funzione dei cambi stratigrafici) da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio (*Analisi granulometrica comprensiva dei limiti di Attemberg, Prova a taglio diretto*), N. 1 D.P.S.H. da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c., e N. 1 M.A.S.W. ;
5. N. 1 Prova Penetrometrica Dinamica D.P.S.H. (*40°43'56.0"N 14°28'16.8"E - 40.732224/14.471329, in corrispondenza di Via Postiglione, e/o nelle immediate vicinanze – Comune di Torre Annunziata (NA)* da eseguirsi "fino a rifiuto strumentale", e/o almeno fino alla profondità di 15.00 dal p.c.;

così come ubicati nella planimetria, denominata ***B.7.1– Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche***. Il sottoscritto Geol. Domenico Renella, nella qualità di Direttore della Esecuzione del Contratto, specifica inoltre che per ognuno dei punti indicati, **dal punto 1 al punto 5,** considerato che nel corso di esecuzione dell'appalto è stato necessario concordare nuovi prezzi in aggiunta a quelli di contratto, determinati con le modalità di cui al CSDP, e riportati nel Verbale nuovi prezzi n. 1 del 10/09/2021, **si rende indispensabile anche l'esecuzione di analisi chimiche di laboratorio conformemente a quanto indicato nel DPR 13/06/2017 n. 120** (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164 - G.U. n. 183 del 7 agosto 2017), secondo il seguente set di analiti: *Arsenico, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Idrocarburi C>12, Cromo Totale, Cromo VI, Amianto, BTEX, IPA*. Tali analisi chimiche di laboratorio vanno eseguite su campioni indisturbati prelevati in loco (in fase di perforazione del singolo sondaggio e/o in fase di esecuzione della singola prova penetrometrica) per un numero pari a n. 1 (**dico uno**) campione per ogni prova penetrometrica/sondaggio, prelevato a profondità comprese tra 1 mt dal p.c. e 5 mt dal p.c., **esclusivamente in totale assenza di falda**.

Come riferimenti bibliografici sono stati consultati i seguenti elaborati afferenti al Preliminare del PUC (Piano Urbanistico Comunale - Deliberazione N. 42 - *OGGETTO*: "*Pianificazione Urbanistica del Territorio comunale: redazione del nuovo Piano Urbanistico Comunale in ottemperanza alla L.R. 16/2004 e s.m.i. ed al Regolamento regionale n. 5 - Presa d'atto ed Approvazione Preliminare Piano Urbanistico Comunale e del preliminare rapporto ambientale VAS*"). Nel dettaglio:

- QUADRO CONOSCITIVO – IL SISTEMA AMBIENTALE E I VINCOLI – "H – STUDIO GEOLOGICO";

- Elaborato H.1 – Relazione Illustrativa - MICROZONAZIONE SISMICA – PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 17/03/2020;
- Elaborato H.2 - Carta delle indagini - PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 04/03/2020;
- Elaborato H.3 - Carta Geologico Tecnica - PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 03/03/2020;
- Elaborato H.4 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - PUC PRELIMINARE TORRE ANNUNZIATA – *Ph Dott. Geol. Gerardo De Nisco* – 04/03/2020;
- Studio Geologico-Geomorfologico e di Fattibilità sull'area del Progetto di Completamento della rete fognaria del Comune di Torre Annunziata (NA) – *Dott. Geologo Leopoldo Ferraro* su incarico dell'Ing. Antonio Pollio - PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI. COMMISSARIO DELEGATO EMERGENZA SARNO (EX ORDINANZA N. 3270 DEL 12.03.2003).

Il presente progetto definisce le opere di completamento della rete fognaria al servizio del comune di Torre Annunziata, riprendendo la configurazione prevista e già parzialmente realizzata nel precedente progetto commissariale, finalizzata alla realizzazione di una rete di drenaggio urbana efficiente e che garantisca il superamento delle problematiche igienico-sanitarie che, ancora oggi si riscontrano attualmente nel comune di Torre Annunziata. L'obiettivo del progetto è dunque il miglioramento dello scarso stato di conservazione della fognatura esistente, nonché l'estensione del servizio nelle aree meno urbanizzate del territorio comunale, ad oggi sprovviste di infrastrutture fognarie.

Il tutto come meglio evidenziato e dettagliato nell'elaborato progettuale "**A.1 – Relazione Generale"**.

Il territorio comunale di Torre Annunziata rientra nel foglio 466-485 (SORRENTO-TERMINI) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 – "*Progetto CARGO*". Il Comune di Torre Annunziata (NA) si estende nell'insenatura più interna del golfo di Napoli in uno stretto lembo di terra cinta tra il Vesuvio e il mare: è un importante centro balneare, nonché membro del Parco Regionale del Fiume Sarno, che ne delimita il confine meridionale con la sua foce. Torre Annunziata sorge nel Golfo di Napoli, alle pendici meridionali del Vesuvio, estendendosi da NORD a SUD per una lunghezza di circa sette chilometri, in una piccola insenatura compresa tra *Capo Oncino* e la foce del *fiume Sarno*, posta innanzi allo *scoglio di Rovigliano*, un turrito faraglione, sotto cui si insediano colonie di corallo. Il territorio è pianeggiante ed è costituito principalmente da materiale vulcanico eruttato dal Vesuvio nel corso dei secoli, di cui è testimone l'arenile composto di sabbia nera. Ha circa 43.000 abitanti e si estende su un territorio di circa 7 Kmq. Presenta uno sviluppo praticamente pianeggiante (gran parte di esso è, infatti, compreso tra le quote di 0 e 75 m s.l.m.) . L'intero territorio comunale è parte integrante della *Piana Campana*, un settore del margine tirrenico delimitato a NORD dal *Monte Massico* (poco oltre il fiume Volturno), a SUD dai *Monti Lattari* (Penisola Sorrentina) e ad EST dai primi contrafforti dell'Appennino (*monti di Avella*, ecc.). Si tratta, dal punto di vista strutturale, di una zona di sprofondamento, ribassata cioè rispetto alle aree circostanti, e limitata da faglie i cui

andamenti principali sono NORD-OVEST/SUD-EST (direzione appenninica) e NORD-EST/SUD-OVEST (direzione antiappenninica). Le rocce carbonatiche che formano i rilievi bordieri si ritrovano anche nella piana, ma a profondità elevate, fino a circa 4000 m. In questa situazione, in corrispondenza di sistemi di fratture orientate in senso appenninico ed antiappenninico, si inserisce il vulcanismo campano, sia quello flegreo che quello del Somma-Vesuvio. L'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio occupa la parte meridionale della Piana Campana, costituita da una depressione strutturale posta sul margine tirrenico dell'Appennino Meridionale. Il *graben* si estende, secondo la direzione NORD-OVEST/SUD-EST, dal *Monte Massico*, a NORD, fino ai *Monti Lattari*, a SUD; è aperto verso il Mar Tirreno, ad OVEST, ed è limitato, nella parte orientale, dai Monti di Caserta, di Avella e di Sarno. L'edificio vulcanico è posizionato all'intersezione di un sistema di faglie con andamento NORD-OVEST/SUD-EST e NORD-EST/SUD-OVEST (Fig. 3). I terreni più antichi della successine carbonatica risalgono almeno al *CARNICO* e sono il risultato di una sedimentazione carbonatica di mare sottile senza apporti terrigeni, e costituiscono le cosiddette "*Piattaforme Carbonatiche Intraoceaniche*", che gradatamente passano ad ambienti e terreni di mare più aperto (Fig. 3). Dalla consultazione della carta geologica del Vesuvio (2003) si evince che presumibilmente nel sottosuolo del territorio comunale di Torre Annunziata sono individuabili le piroclastiti e le pomici dell'eruzione di *Pompei del 79 d.C.*, tale formazione è costituita da depositi da caduta e da flusso a granulometria da fine a grossolana con litificazione variabile dallo sciolto al semi-litoide (Figg. 4 e 5). Questa formazione poggia su depositi alluvionali del fiume Sarno che caratterizzano buona parte del settore orientale del territorio comunale; sono costituiti da depositi prevalentemente di sabbie, limi ed argille con intercalazioni torbose. Nella zona litorale prevalgono i depositi di spiaggia da antica a recente costituiti in prevalenza da sabbie sciolte da medie a grossolane. Il settore occidentale è caratterizzato da flussi lavici di età medievale (*512 d.C. – 1631*) che si sovrappongono a depositi di debris flow e flussi iperconcentrati originatisi dopo l'eruzione del 1631; quest'ultimi prodotti caratterizzano il sottosuolo del settore occidentale e si manifestano nella falesia tra *Capo Oncino* ed il litorale di *Via Marconi*. A largo della foce del fiume Sarno sono localizzati gli *scogli di Rovigliano* di natura calcareo, calcareo dolomitica; essi rappresentano una punta di una struttura sepolta su cui si sono depositate le unità vulcaniche del Somma – Vesuvio ed alluvionali del Sarno.

Da un punto di vista geomorfologico il territorio comunale di Torre Annunziata si inserisce si inserisce nell'*apron* meridionale del Somma-Vesuvio, caratterizzato da lievi pendenze che degradano verso la costa (Fig.3.4). Mediamente nell'area urbana la pendenza è poco accentuata, con locali incrementi solo nel settore occidentale interessato dai flussi lavici medioevali.

Dal punto di vista idrogeologico sul territorio comunale di Torre Annunziata, si evidenzia una circolazione idrica sotterranea che avviene anche per "*falde sovrapposte*" vista l'alternanza di litotipi di origine vulcanica con grado di permeabilità medio-alta (depositi di spiaggia, limi e sabbie con pomici, depositi piroclastici "da caduta" molto tassificati, lave) (Fig. 8).

Nelle aree alluvionali delle piane interne e costiere, il fenomeno di infiltrazione è particolarmente facilitato dalla morfologia quasi piatta del territorio. Gli spartiacque sotterranei e gli assi di drenaggio preferenziale, sono

fortemente condizionati da fattori, sia naturali (ricarica), sia antropici (emungimenti). Va considerato anche il corpo idrico sotterraneo della Piana del Sarno che idrogeologicamente influenza in quota parte l'area.

Il corpo idrico sotterraneo della *Piana del Sarno* occupa la porzione meridionale della più ampia ed estesa unità idrogeologica della *Piana Campana*. In tale settore della piana, l'assetto lito-stratigrafico dei depositi risulta piuttosto complesso. Infatti, è presente una successione litologica, di spessore fino a qualche migliaio di metri, granulometricamente molto eterogenea, caratterizzata da depositi alluvionali e piroclastici, sciolti e litoidi ("*Tufo Grigio Campano*"), riferibili all'attività vulcanica del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei. Ai suddetti litotipi si intercalano depositi di origine marina (prevalentemente sabbiosi), episodi di ambiente palustre (costituiti in prevalenza da limi), depositi torbosi e livelli di paleosuolo. Lungo il margine nord-orientale, nei pressi dell'abitato di Sarno, si rinvengono nel sottosuolo ampi affioramenti di travertini. Lungo il margine sud-orientale, alle pendici dei Monti Lattari, si rinviene invece un'ampia fascia detritica di natura prevalentemente carbonatica; infine, al margine nord-occidentale della piana sono presenti colate laviche riferibili al complesso vulcanico del Somma-Vesuvio. Le caratteristiche idrogeologiche della piana del Sarno sono legate alle peculiarità litostratigrafiche dei depositi vulcanici, alluvionali e, subordinatamente, marini che costituiscono l'acquifero. La presenza di un orizzonte tufaceo "semipermeabile" genera, nell'area centro-orientale, una scomposizione dell'idrodinamica sotterranea secondo uno schema che, localmente, avviene "*a falde sovrapposte*", caratterizzate da differenti livelli piezometrici. Ciò comporta l'esistenza di interscambi idrici sotterranei che, in condizioni indisturbate (ossia, in assenza di emungimenti dalla falda profonda), si esplicano mediante flussi di drenanza diretti dal basso verso l'alto. Tuttavia, a grande scala, i diversi flussi idrici sotterranei sono fra loro intercomunicanti, oltre che per gli anzidetti fenomeni di drenanza, per la presenza di soluzioni di continuità negli orizzonti relativamente impermeabili (Figg. 8-9). La falda, durante l'esecuzione delle prove, è stata rinvenuta tra 2,10÷4,40 mt (circa) dal p.c.
Si demanda la consultazione delle carte del PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, che sono "*lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d'uso del suolo e gli interventi riguardanti l'assetto idrogeologico del territorio di competenza dell'ex Autorità di bacino Regionale della Campania Centrale*". Attualmente con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le ***Autorità di Bacino Distrettuali***. In particolare la consultazione dei n. 6 elementi cartografici per le informazioni di dettaglio, nonché gli **elaborati progettuali B.5.1 ÷ B.5.6**.

La litologia del materiale interessato dalla posa delle condotte fognarie e/o i manufatti, come si evince dai due sondaggi (Figg. 10-11), è riconducibile chiaramente a sabba di natura vulcanica. Non si riscontra la presenza di roccia. Come si evince dalla Fig. 11 il Sondaggio S2 si è fermato alla profondità di 10,00 nt dal p.c. rispetto ai 15,00 mt preventivati. L'ubicazione delle prove è riportata nella figura in calce (Fig. 13). I campioni indisturbati (vedi Tabella 1) sono stati sottoposti alle seguenti prove:

- CONTENUTO D'ACQUA - Norma ASTM D2216-98;
- PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE - Norma BS 1377-90;

- PESO SPECIFICO DEI GRANULI - Norma ASTM D854-92;
- LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO - Norma ASTM D4318-00;
- ANALISI GRANULOMETRICA - Norma ASTM D2217-85-R98;
- PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Norma ASTM D3080-03.

da parte del laboratorio ISOGEA S.r.l. - Certificazione Ufficiale - Settore ''A'' - Prove di Laboratorio sulle Terre - AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI - Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010, su richiesta di GEOGLOBO S.r.l.

Il risultato ha confermato la presenza di materiale piroclastico, in particolare di sabbia limosa e ghiaiosa debolmente argillosa, ed è riassunto nella Tabella 2. Tenendo conto di quanto indicato DPR 120/2017, sono stati prelevati n. 5 campioni, da sottoporre ad analisi ambientali. Il Set analitico minimale cui sottoporre i campioni prelevati (vedi Tabella 2), richiesto dalla struttura di supporto alla progettazione, è riassunto nella Fig. 14. I risultati hanno confermato che tutti i parametri sono conformi rispetto ai valori soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo di cui all'Allegato 5 - Tab. 1 col. A e B al Titolo V del D.L. 152/06. Pertanto, ai sensi del DPR n. 120 del 13/06/2017 il terreno di cui il campione analizzato è rappresentativo, è da considerarsi un sottoprodotto e può essere riutilizzato in sito in siti con destinazione d'uso verde/residenziale e commerciale/industriale.

Il dettaglio delle prove eseguite è riportato negli elaborati progettuali **"B.7.1 - PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE"** e nell'**Elaborato allegato –"INDAGINI GEOGNOSTICHE"**.

Per consentire di caratterizzare sismicamente il sottosuolo dell'area interessata dal progetto esecutivo "*Comprensorio Depurativo Foce Sarno Rete interna Torre Annunziata - progetto di completamento – INT. 72I8*", sono state effettuate N. 2 prove sismiche di superficie M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il sottosuolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018). È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del sottosuolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018). L'ubicazione delle INDAGINI SISMICHE è riportata nella Fig. 15. Le caratteristiche delle n. 2 prove M.A.S.W. eseguite sono riportate nella Tabella 3 .

Le indagini sismiche M.A.S.W. effettuate, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., hanno fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella "**Categoria di Sottosuolo C"** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 3 – 5).

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

Tab. 3 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018)

Prospezione sismica	*$V_{S\,0\text{-}30}$ (m/s)*	*Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)*
MASW Sito n. 1	***[320]***	***C***
MASW Sito n. 4	***[317]***	***C***

Tab. 4 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalle prospezioni sismiche MASW effettuate

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

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T_2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Tab. 5 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018)

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°.

I risultati forniti dalle indagini sismiche M.A.S.W. effettuate permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella ***Categoria di Sottosuolo C*** (vedi par. 4), con valori di V_{Seq} calcolati pari a (Tab. 6):

Prospezione sismica	$V_{S\ 0\text{-}30}$ *(m/s)*
MASW Sito n. 1	***[320]***
MASW Sito n. 4	***[317]***

Tab. 6 – Valori di V_{Seq} calcolati, relativi alle prospezioni sismiche M.A.S.W. effettuate

Proprio in funzione della ***Categoria di Sottosuolo C*** e della ***Categoria Topografica T1*** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (**Elaborato allegato – INDAGINI GEOGNOSTICHE" - *Allegato 4 - Relazione MASW*).**

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - VN ≥ 50 anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - CU = 2;
- Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (*accelerazione orizzontale massima al sottosuolo*) e S_e ***[g]*** (*accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra TB e TC*) (Tab. 7), relativamente agli **stati limite SLD** (*Stato Limite di Danno*) e **SLV** (*Stato Limite di salvaguardia della Vita*) pari a:

PROSPEZIONE SISMICA	a_g *SLD*	a_g *SLV*	S_e [g] *SLD*	S_e [g] *SLV*
MASW sito 1	***[0.053]***	***[0.132]***	***[0.187]***	***[0.488]***
MASW sito 4	***[0.053]***	***[0.130]***	***[0.185]***	***[0.482]***

Tab. 7 – Valori massimi di ag e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici - Vita nominale della costruzione - VN ≥ 50 anni- Coefficiente d'uso della costruzione - CU = 2 – Classe d'uso della costruzione II - Smorzamento 5% - Fattore di struttura q = 1.5

I valori di V_S per i sismostrati riscontrati nelle N. 2 prospezioni sismiche M.A.S.W. sono riportati nell' **Elaborato allegato – INDAGINI GEOGNOSTICHE - *Allegato 4 - Relazione MASW*".**

Nelle aree oggetto di studio, dai risultati delle prove eseguite e dalla loro elaborazione mediante il metodo empirico *SHI-MING e SEED & IDRISS*, mediante il software GEOSTRU (***Geostru Software*** - www.geostru.com), è emerso che ***la probabilità di liquefazione è risultata molto bassa.***

Il dettaglio di tutte le prove eseguite è riportato negli elaborati progettuali **"B.7.1 - PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE"** e nell'**Elaborato allegato – INDAGINI GEOGNOSTICHE"**. v
In particolare, negli allegati:

- *Allegato 1 - Planimetria dell'area e ubicazione delle indagini;*
- *Allegato 2 - Certificati Stratigrafici (Colonne Stratigrafiche);*
- *Allegato 3 - Certificati, Grafici, Interpretazione e foto delle Prove DPSH:*
- *Allegato 4 - Relazione MASW;*
- *Allegato 5 - Certificati delle Prove di Laboratorio Geotecnico;*
- *Allegato 6 - Certificati delle Prove Chimiche;*
- *Allegato 7 - Report fotografico.*

La falda, durante l'esecuzione delle prove, è stata rinvenuta tra 2,10÷4,40 mt (circa) dal p.c. Le misure sono state fatte in loco grazie anche all'istallazione di N. 2 Piezometri "*tipo Casagrande*" (Figg. 10-11).
In data 12/04/2022 il sottoscritto ha esguito nuovamente la miurazione del livello di falda nei N. 2 Piezometri "*tipo Casagrande*": in S1 il livello di falda è stato rinvenuto a 1,85 mt dal p.c., mentre in S2 a 2,75 mt dal p.c. (che corrisponde circa a 3.10÷3,20 dal piano stradale).
Pertanto, in fase di escuzione delle opere, se ne deve tener conto utilizzando tutti gli accorgimenti tecnico/pratici necessari. Non è stata rinventuta roccia durante l'esecuizone delle prove, in accordo con quello riportato nei sondaggi eseguiti in campo (S1 e S2).
In definitiva si può affermare che non sono emerse grosse difficoltà/impedimenti sull'area oggetto di intervento per l'esecuzione del Progetto.

IL GEOLOGO

Domenico Renella



(Ordine dei Geologi - Regione Campania - Albo n° 2296 del 29 aprile 2004)

GORI SpA - Ercolano
AXN02230782
Prot N.: 0026970\2022
Del: 12/04/2022 15:49:30
Orig.: Entrata
Da/A: GEOGLOBO S.R.L.

GeoGlobo
Società di Geologia

Napoli, 12 Aprile 2022
Prot.: TU 023/GeG-22

Spett.le
GORI S.p.A.
Via Ex Aeroporto Coop. Consorzio "Il Sole"
80038 NAPOLI
Alla c.a. del RUP, Dott. Ing. Fabrizio Chiocchio
Alla c.a. del DEC Dott. Geol. Domenico Renella

OGGETTO: *Accordo Quadro per Servizi di Indagini Geologiche (Distruttive e non Distruttive) e Geotecniche, finalizzate alla Progettazione delle Infrastrutture del Servizio Idrico Integrato di competenza della GORI S.p.A., ricadenti nel territorio dell'ambito distrettuale Sarnese-Vesuviano della Regione Campania – CIG 8621539F0*
Comprensorio Depurativo Foce Sarno - Rete Interna Torre Annunziata (NA) – Progetto di Completamento – INT 72I8
Consegna degli Elaborati definitivi concernenti le indagini realizzate nel comune di Torre Annunziata (NA), relativi all'ODL 12 Vs. Prot. 0002376\2022 del 11/01/2022

Il sottoscritto Dott. Geol. *Lamberto Lamberti*, nato a Catanzaro il 13/04/1962, *C.F. LMBLBR62D13C352R*, residente a Napoli – cap 80125, in Piazzale G. D'Annunzio, n. 16, Amministratore Unico della *GeoGlobo s.r.l. P.IVA e C.F. 08497951213*, con sede legale in Napoli – cap 80125, in Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16/Sc. B,

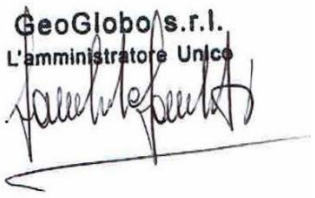
CONSEGNA

Come da allegato, gli elaborati definitivi concernenti le indagini realizzate nell'ambito dell'ODL 12, nel territorio comunale di Torre Annunziata (NA), relativi alla gara in oggetto, scaricabili per 7 giorni al Link di seguito riportato:

Link per il download

https://we.tl/t-beKrAsEAOQ

Rimanendo a disposizione per qualsiasi chiarimento al riguardo, l'occasione è gradita per porgere per porgere distinti saluti.



GeoGlobo s.r.l.
Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B – 80125 Napoli Tel. 081/18955404
Sede operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli
P.I. 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli al n. NA-962671 Cap. Soc. € 10.000,00 i.v.
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; info@geoglobosrl.it; **PEC**: geoglobosrl@legalmail.it
Fatturazione Elettronica - PEC: fattura.geoglobosrl@legalmail.it **Cod. Univoco:** KRRH6B9









GeoGlobo s.r.l.
Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B – 80125 Napoli Tel. 081/18955404
Sede operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli
P.I. 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli al n. NA-962671 Cap. Soc. € 10.000,00 i.v.
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; info@geoglobosrl.it; **PEC**: geoglobosrl@legalmail.it
Fatturazione Elettronica - PEC: fattura.geoglobosrl@legalmail.it **Cod. Univoco:** KRRH6B9

GeoGlobo

Società di Geologia

REPORT ALLE INDAGINI



COMMITTENTE:	*LOCALITA':*
GORI	*Torre Annunziata (NA)*

OGGETTO DELLE INDAGINI:

Accordo Quadro per l'Affidamento dei "Servizi di Indagini Geologiche (Distruttive e Non Distruttive) e Geotecniche, finalizzate alla Progettazione delle Infrastrutture del Servizio Idrico Integrato di Competenza di GORI SpA, ricadenti nel territorio dell'Ambito Distrettuale Sarnese-Vesuviano della Regione Campania" –

Codice Identificativo Gara (CIG): 8621539F0A – ODL12 Comune di Torre Annunziata (NA)

GeoGlobo s.r.l.
Sede Legale: P.le G. D'Annunzio, 16/Sc.B – 80125 Napoli
Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli
P.Iva 08497951213 # Tel. 0817281957
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it
(P.E.C.) geoglobosrl@legalmail.it

Rev.	*Data*	*Sigla Documento*	*Commessa N°*
0	*12/04/2022*	*Rep. Ind.*	*012/2021*

LOGO DELLA SOCIETA'

GeoGlobo

Società di Geologia

Il Tecnico Redattore:
Dott.ssa Geol. Antonia Capomazza

Il Direttore Tecnico:
Dott. Geol. Pier Federico Cimino

INDICE

1 PREMESSA 3
2 INDAGINI GEOGNOSTICHE 5
2.1 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO 5
2.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI CONTINUE (DPSH) 8
2.2.1 Metodologie utilizzate e classificazione dei penetrometri 10
2.2.2 Penetrometri in uso in Italia 11
2.2.3 Correlazione con Nspt 12
2.2.4 Metodologia di Elaborazione 13
2.2.5 Correlazioni geotecniche dei terreni incoerenti 14
2.2.6 Correlazioni geotecniche dei terreni coesivi 17
2.3 PRELIEVO DI CAMPIONI 19
3 INDAGINI GEOFISICHE 21
3.1. PREMESSA 21
3.2. INDAGINI ESEGUITE 22
3.3. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI 24
3.4. INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI 28
3.6. RISPOSTA SISMICA LOCALE 30
4 – RISULTATI DELLE INDAGINI 32
4.1 – ANALISI DEI RISULTATI DEI SONDAGGI 32
4.2 – ANALISI DEI RISULTATI DELLE PROVE DPSH 33
4.2 – ANALISI DEI RISULTATI DELLE PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO 39
4.4 – ANALISI DEI RISULTATI DELLE PROVE DI LABORATORIO CHIMICO 40
4.5 – ANALISI DEI RISULTATI DELLE PROVE SISMICHE DI SUPERFICIE MASW 41
1 – PREMESSA 84
2 - INDAGINE ESEGUITA 86
3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI 88
4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI 92
5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE 94
6 – CONCLUSIONI 111

ELABORATI ALLEGATI

Allegato 1 di 7 *Planimetria dell'area e ubicazione delle indagini;*
Allegato 2 di 7 *Certificati Stratigrafici (Colonne Stratigrafiche)*
Allegato 3 di 7 *Certificati, Grafici, Interpretazione e foto delle Prove DPSH*
Allegato 4 di 7 *Relazione MASW*
Allegato 5 di 7 *Certificati delle Prove di Laboratorio Geotecnico*
Allegato 6 di 7 *Certificati delle Prove Chimiche*
Allegato 7 di 7 *Report fotografico*

1 Premessa

Nell'ambito delle attività inerenti l'*Accordo Quadro per l'Affidamento dei "Servizi di Indagini Geologiche (Distruttive e Non Distruttive) e Geotecniche, finalizzate alla Progettazione delle Infrastrutture del Servizio Idrico Integrato di Competenza di GORI SpA, ricadenti nel territorio dell'Ambito Distrettuale Sarnese-Vesuviano della Regione Campania"* – "*Comprensorio Depurativo Foce Sarno – Rete Interna Torre Annunziata – Progetto di completamento INT 7218*", Gori SpA ha conferito alla società GeoGlobo srl l'incarico di eseguire una campagna di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche nel comune di Torre Annunziata (NA), al fine di fornire ai progettisti gli elementi utili di conoscenza del sottosuolo dal punto di vista geologico, geotecnico e sismico.

Il piano di indagini previsto è consistito nella esecuzione di:

- n°2 Sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità massima di 15 mt
- n°5 Prove Penetrometriche Dinamiche Pesanti DPSH spinte fino alla profondità massima di 6.80 mt dal p.c.;
- Prelievo di n°5 campioni indisturbati da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio (analisi granulometrica comprensiva dei limiti di Attemberg, prova a taglio diretto);
- Prelievo di n°5 campioni ambientali da sottoporre ad analisi chimiche di laboratorio secondo il seguente set di analiti: Arsenico, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Idrocarburi C>12, Cromo totale, Cromo VI, Amianto, BTEX, IPA
- n°2 indagini sismiche di superficie MASW.

Le indagini realizzate dalla *GeoGlobo srl*, sono state svolte nel mese di marzo 2022. Le presenti "Note" descrivono le risultanze delle indagini geognostiche, sismiche e di laboratorio realizzate. In *Figura 1A* sono ubicati i punti di progetto per l'esecuzione dei sondaggi e delle prove DPSH. In *Figura 1B* è ubicato lo stendimento messo in opera per la realizzazione delle indagini sismiche di superficie MASW.



Figura 1A: Ubicazione dei punti di indagine (sondaggi e prove DPSH) nel comune di Torre Annunziata (NA)



Figura 1B: Ubicazione degli stendimenti messi in opera per la realizzazione delle MASW (frecce rosse)

2 Indagini Geognostiche

2.1 Sondaggi a carotaggio continuo

Sono stati eseguiti n°2 sondaggi verticali a carotaggio continuo:

S1:

- Coordinate: 40.741249°N – 14.475075°E
- Ubicazione: Via provinciale Schiti, in corrispondenza del parcheggio interno della sede comunale
- Profondità 15.00 mt dal p.c.
- Falda: rilevata a 1.95 mt dal p.c.
- Prelievo campioni:
  - n°1 campione ambientale alla profondità di 2.00-3.00 mt dal p.c.
  - n°1 campione indisturbato alla profondità di 4.50-5.00 mt dal p.c.
- Installazione del piezometro alla profondità 14 mt dal p.c.

S2:

- Coordinate: 40.735988°N – 14.469576°E
- Ubicazione: Via Mortelleto, all'interno del cortile della scuola "IC Parini – Rovigliano" Profondità 10.00 mt dal p.c.
- Falda: rilevata a 2.74 mt dal p.c.
- Prelievo campioni:
  - n°1 campione ambientale alla profondità di 2.00-2.50 mt dal p.c.
  - n°1 campione indisturbato alla profondità di 2.50-3.00 mt dal p.c.
- Installazione del piezometro alla profondità 9 mt dal p.c.

La scelta del metodo di perforazione utilizzato (perforazione a rotazione a carotaggio continuo) è stata dettata dagli scopi preposti nonché dalle litologie presenti nell'area in studio; il sondaggio è stato realizzato a secco, con una minima immissione di fluidi, necessari al raffreddamento delle attrezzature di perforazione. Durante le perforazioni è stata intercettata la falda, sono stati prelevati campioni ambientali e indisturbati; si è inoltre provveduto ad installare i piezometri a fondo foro, ispezionabili attraverso la messa in posto di pozzetti carrabili in ghisa di dimensioni 35x35 cm.

Al termine delle operazioni di perforazione è stato ripristinato lo stato dei luoghi.

Durante l'esecuzione dei sondaggi un geologo presente in cantiere ha ricostruito l'andamento stratigrafico lungo la verticale investigata ed ha provveduto alla catalogazione delle carote estratte in apposite cassette.

Per l'esecuzione del sondaggio, è stata utilizzata una perforatrice idraulica cingolata "CMV MK 420*" (Figura 2),* con le caratteristiche e gli accessori di seguito descritti:

- testa di rotazione 420 kg di coppia;
- slitta di avanzamento 3.00 mt;
- centralina oleodinamica;
- cingoli;
- argano idraulico;
- freno blocca aste;
- pompa a pistone 200 l-30 bar;
- aste di manovra diametro 76 mm;
- carotiere semplice di diametro 101 mm;
- tubi di rivestimento diametro 127 mm;
- campionatore Shelby;
- corone e scarpe con prismetti in widia.



Figura 2: Sonda CMV MK 420

I campioni estratti dai fori di sondaggio sono stati conservati in apposite cassette catalogatrici in PVC ed analizzati da un geologo *(Figura 3)*.



Figura 3: Esempio di cassetta catalogatrice

2.2 Prove Penetrometriche Dinamiche Pesanti Continue (DPSH)

Sono state eseguite n°5 Prove Penetrometriche Dinamiche Pesanti Continue (DPSH) spinte fino alla profondità massima di 6.80 mt. Durante l'esecuzione delle prove sono stati prelevati n°3 campioni indisturbati da sottoporre ad analisi e prove geotecniche di laboratorio e n°3 campioni ambientali da sottoporre ad analisi chimiche di laboratorio. Le prove DPSH sono state eseguite utilizzando un Penetrometro Pagani TG 63-100, così da ottenere una valutazione qualitativa e quantitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati. Le informazioni fornite sono di tipo continuo poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.

La prova consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica (*Figura 2*), avvitata all'estremità inferiore di una batteria di aste metalliche *(Figura 3)*, mediante battitura con un maglio che cade liberamente da un'altezza costante; i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza prefissata vengono annotati e costituiscono la resistenza del terreno alla penetrazione della punta conica.

In *Figura 4* il Penetrometro Pagani da 100 kN (10 t) montato su cingoli.



Figura 2: La punta conica utilizzata per l'esecuzione delle prove DPSH



Figura 3: Il dispositivo di infissione della punta

Le caratteristiche tecniche del penetrometro Pagani utilizzato per l'indagine DPSH sono le seguenti:

- Peso Massa battente: 63,5 Kg
- Altezza di caduta libera: 0,75 mt
- Peso sistema di battuta: 8 Kg
- Diametro punta conica: 50,46 mm
- Area di base punta: 20 cm²
- Lunghezza delle aste: 1 mt
- Peso aste a metro: 8 Kg/m
- Profondità giunzione prima asta
- Avanzamento punta: 0.20 mt
- Numero colpi per punta: N(20)
- Coefficiente di Correlazione: 1.504
- Rivestimento/fanghi: No
- Angolo di apertura punta: 90°

Inoltre, il Penetrometro Pagani è dotato di una batteria di aste conforme alla Procedura di *Riferimento ISSMFE (1988),* con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Diametro 32 ± 0.3 mm
- Peso per metro lineare max. 8 kg/m – all'estremità inferiore è avvitata una punta conica di diametro 50.5 ± 0.5 mm ed angolo di apertura di 90°
- Altezza complessiva punta conica 126.3 mm; al di sopra della punta conica vi è una parte cilindrica di altezza pari al diametro della punta sormontata da una parte tronco-conica anch'essa di altezza pari al diametro della punta
- Il dispositivo di infissione della punta è costituito da un maglio peso 63.5 ± 0.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0.75 ± 0.02 m e da una testa di battuta, avvitata alla sommità della batteria di aste, del peso non superiore a 30 kg.



Figura 4 – Il Penetrometro Pagani TG 63 100 montato su cingoli

2.2.1 Metodologie utilizzate e classificazione dei penetrometri

La Prova Penetrometrica Dinamica è un tipo di indagine molto diffusa ed utilizzata nel territorio da geologi e geotecnici data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione e consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica per tratti consecutivi, misurando il numero di colpi necessari per attraversare ogni singolo tratto. L'elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura a)
- avanzamento (penetrazione) d
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici si rileva una prima suddivisione in quattro classi in base al peso M della massa battente *Tabella 1*.

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa M (kg)	Prof. max. indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M > 60$	25

Tabella 1: Classificazione dei penetrometri attualmente in uso

2.2.2 Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE): massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento d = 10 cm, punta conica (a=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento/fango bentonitico: talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE): massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento d = 10 cm, punta conica (a= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento/fango bentonitico: talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE) massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento d=30 cm, punta conica (a = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA): massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento d=20-30 cm, punta conica conica (a = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm², rivestimento/fango bentonitico: talora previsto.

2.2.3 Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi NSPT ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con NSPT. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \, N$$

dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{SPT} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;
M' = peso aste;
H = altezza di caduta;
A = area base punta conica;
δ = passo di avanzamento.

Una volta ottenuto tale dato, attraverso correlazioni note in letteratura, è possibile determinare i parametri geotecnici.

Nel caso durante la prova venga intercettata la falda, viene applicata la seguente correzione:

Nspt corretto = 15 + 0.5 × (Nspt – 15) in cui Nspt è il valore medio nello strato. Bisogna inoltre ricordare che la correzione è applicata solo se il numero di colpi è maggiore di 15 e tutto lo strato è in falda.

2.2.4 Metodologia di Elaborazione

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981. Esso permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare, tali elaborazioni consentono di ottenere informazioni sull'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici, la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche, i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Per il calcolo dei parametri geotecnici è fondamentale la "Valutazione resistenza dinamica alla punta *Rpd*". Questa viene fatta secondo la seguente Formula Olandesi:

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M+P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M+P)]}$$

dove:

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);
e = infissione media per colpo (d/ N);
M = peso massa battente (altezza caduta H);
P = peso totale aste e sistema battuta.

La Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza

standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immorsamento d = 1 mt.

L'Elaborazione Statistica permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato; i valori possibili in immissione sono:

- Media: Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- Media minima: Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- Massimo: Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- Minimo: Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- Scarto quadratico medio: Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- Media deviata: Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- Media + s: Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- Media – s: Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

2.2.5 Correlazioni geotecniche dei terreni incoerenti

Liquefazione: permette di calcolare, utilizzando dati Nspt, il potenziale di liquefazione dei suoli prevalentemente sabbiosi. Attraverso la relazione di SHI-MING (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se Nspt dello strato considerato risulta inferiore a Nspt critico calcolato con l'elaborazione di SHI-MING.

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; la correlazione è valida per sabbie e ghiaie e rappresenta valori medi. Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) s>5 t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°.
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.

- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) s>15 t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) s>15 t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (Ey)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza
- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma
- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo
- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa g = 2,65 t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

Modulo di Poisson
- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)
- Seed-Idriss 1978-1981. Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio t e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio Vs (m/sec)
- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)
- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (Ko)
- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)
- Robertson 1983 Qc

2.2.6 Correlazioni geotecniche dei terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt <8, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). Cu min-max.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con Nc=20 e Qc/Nspt=2.
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago). Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982, valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson 1983 Qc

Modulo Edometrico-Confinato (Mo)

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP< 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP< 20) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq) -, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt <30) medie e molli (Nspt <4) e argille sabbiose (Nspt=6-12).

Modulo Di Young (EY)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. >15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa G=2,70 (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 (Nspt=0) a 0,545 (Nspt=28).

2.3 Prelievo di Campioni

Durante l'esecuzione di tre delle cinque prove penetrometriche dinamiche DPSH e dei sondaggi S1 ed S2, sono stati prelevati, in totale, n°5 campioni indisturbati e n°5 campioni ambientali.

Il campionamento indisturbato consiste nel prelievo di un campione di terreno che conserva la struttura, il contenuto di acqua e la composizione chimica del terreno in sito e risulta perciò rappresentativo ai fini della determinazione dei parametri di resistenza al taglio, deformabilità e permeabilità.

Il prelievo dei campioni indisturbati avviene con l'ausilio di un campionatore tradizionale tipo Shelby *(Figura 5*), costituito da una fustella in acciaio inox a pareti sottili, che viene infissa nel terreno senza rotazione allo scopo di indurre il minor disturbo possibile alle caratteristiche del campione stesso. Immediatamente dopo il prelievo, le superfici esposte dei campioni indisturbati vengono sigillate con paraffina fusa (*Figura 6*) e chiusi con nastro adesivo per garantire la perfetta conservazione delle caratteristiche fisiche del campione.

Per quanto riguarda i campioni ambientali, non sono richieste particolari disposizioni per il prelievo e la conservazione di solito avviene in barattoli di vetro.

Su tutti i campioni vengono apposte etichette con le seguenti informazioni:

- Committente – Cantiere – Prova (DPSH, Sondaggio) durante la quale è stato prelevato il campione
- Profondità di prelievo
- Data di prelievo
- Altre osservazioni ritenute utili dall'operatore

I campioni, debitamente sigillati ed etichettati, sono stati inviati al laboratorio terre Isogea srl, sito in via Cristoforo Colombo, 22 - 84018 Scafati (SA), laboratorio certificato dal Ministero Delle Infrastrutture e dei Trasporti, per eseguire le prove richieste.



Figura 5: Il campionatore Shelby completo di fustella



Figura 6: Il campione indisturbato viene paraffinato

3 Indagini Geofisiche

3.1. Premessa

Sono state effettuate n°2 prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la redazione della relazione sulla modellazione sismica di sito, (*Figure 6A-6B*), al fine di definire le caratteristiche sismo-stratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il sottosuolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018). È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del sottosuolo, che ha fornenito il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018).



Figura 6A: Prospezione sismica MASW sito 1 - Via Provinciale Schiti (area comunale)



Figura 6B: Prospezione sismica MASW sito 4 – presso IC Parini – Rovigliano, Via Mortelleto

3.2. Indagini eseguite

Le prospezioni sismiche MASW (*Figura 6A-6B*) eseguite presentano le seguenti caratteristiche (*Tabella 2*):

Prospezione sismica	Lunghezza complessiva dello stendimento (m)	Spacing (m)	Offset (m)	Direzione	Coordinate
MASW sito1	39.0	3.0	3.0	N 44° E	40.740973°N 14.474865°E
MASW sito4	39.0	3.0	3.0	N 40° E	40.735902°N 14.469617°E

Tabella 2 – Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative agli stendimenti geofonici messi in opera.

Le indagini sono state condotte mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali e non convenzionali.

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise). La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo. L'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows XP embedded.

La sorgente sismica (*Figura 7*) è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 6kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra.

Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta.

La sorgente è stata posizionata all'inizio dello stendimento geofonico, con offset pari a 3.0m, in modo da ottenere profili sismici diretti. Le oscillazioni del sottosuolo sono state rilevate da 12 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con spacing predefinito (*Tabella 2*). La lunghezza complessiva dello stendimento geofonico è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità di 32.4 m dal p.c..

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.



Figura 7 – Sorgente energizzante, costituita da massa battente su piastra di alluminio. Come starter/trigger è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz.

3.3.Acquisizione ed elaborazione dei dati

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale T=2.048s, sono state effettuate con passo di campionamento dt=0.5ms. La frequenza di campionamento è data da: fcampionamento=1/dt=2000Hz. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: fNyquist =1/2dt=1000Hz. La frequenza minima dei segnali è data da: fmin=1/T=0.488Hz. L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey. Gli elaborati relativi alle prove effettuate sono di seguito riportati (*Figure 8 – 13*).

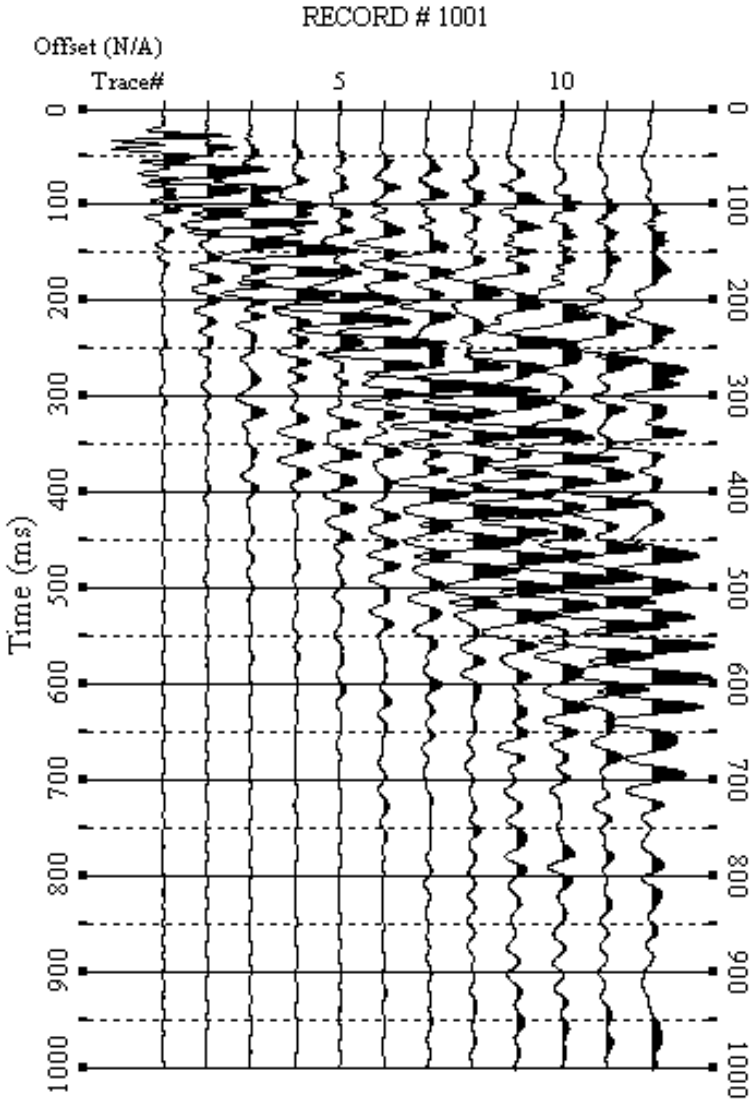


Figura 8 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1. Finestra temporale [0-1000]ms.

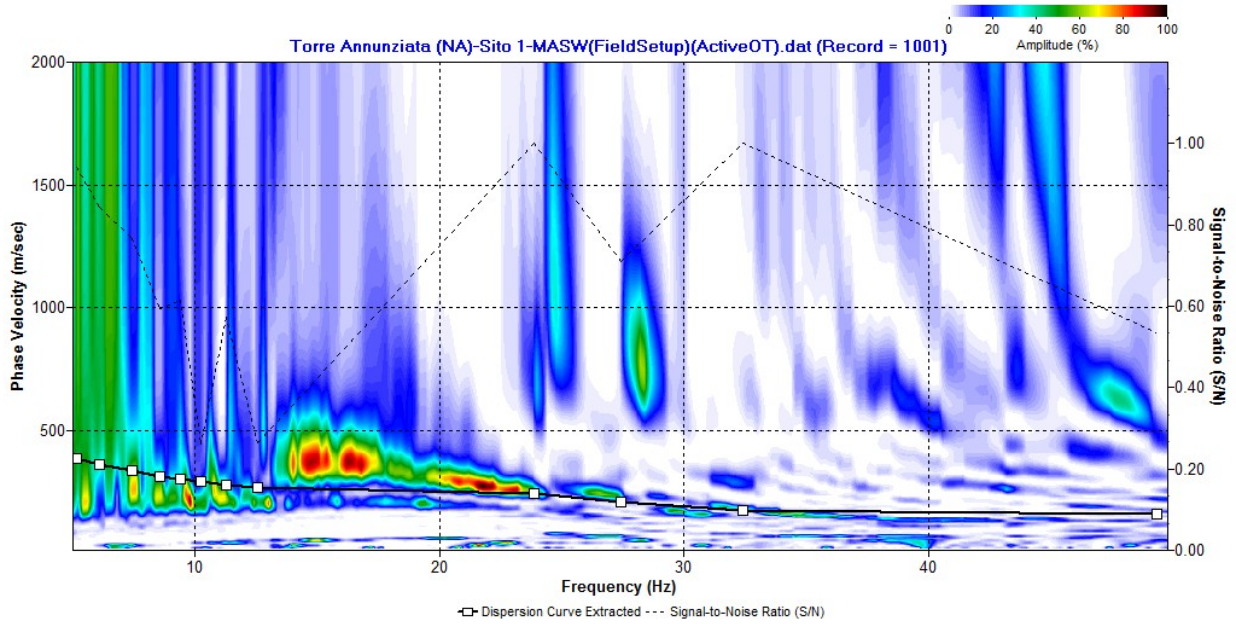


Figura 9 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW sito1

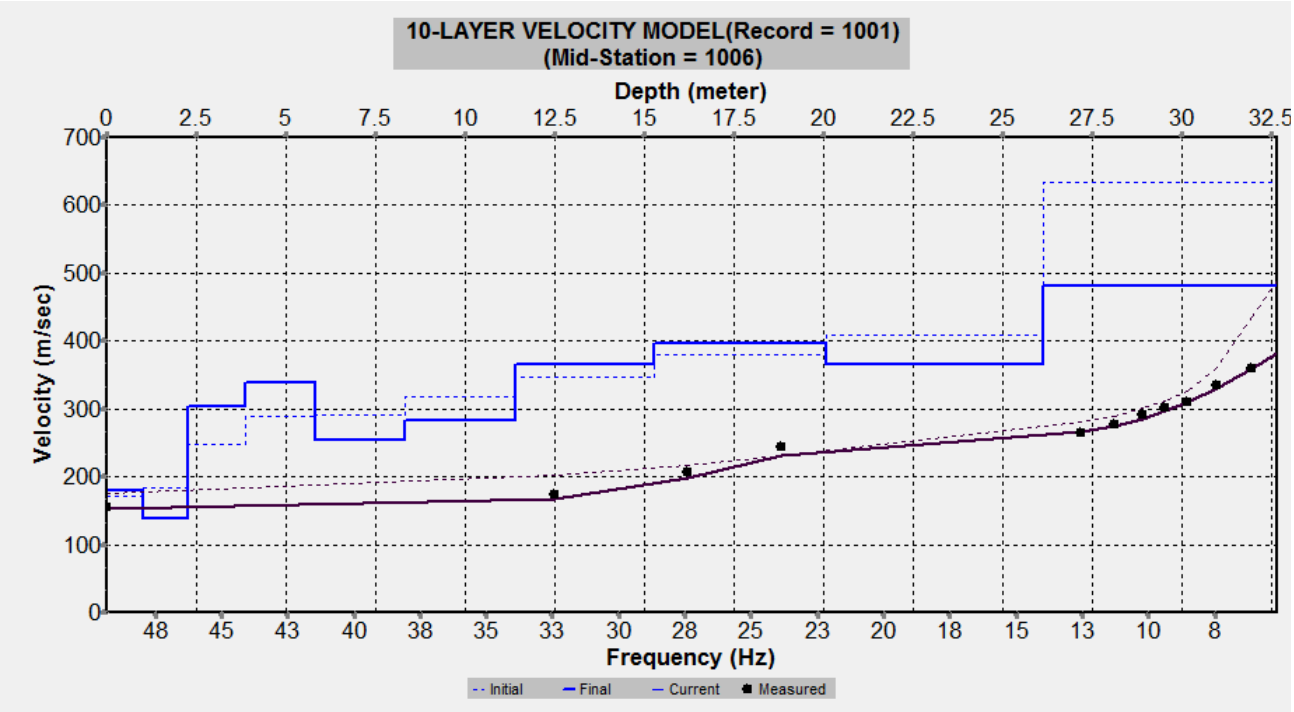


Figura 10 – Profilo verticale 1D delle VS ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW sito1

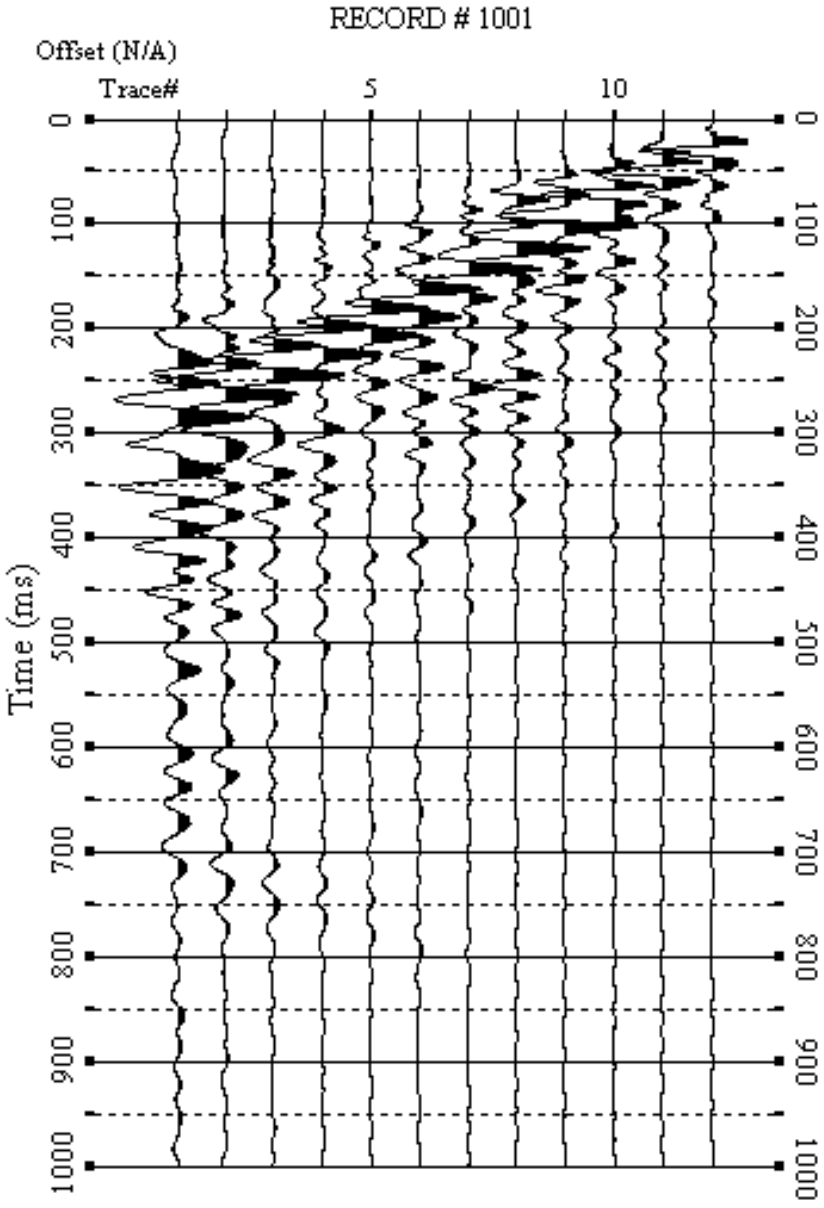


Figura 11 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW sito4. Finestra temporale [0-1000]ms

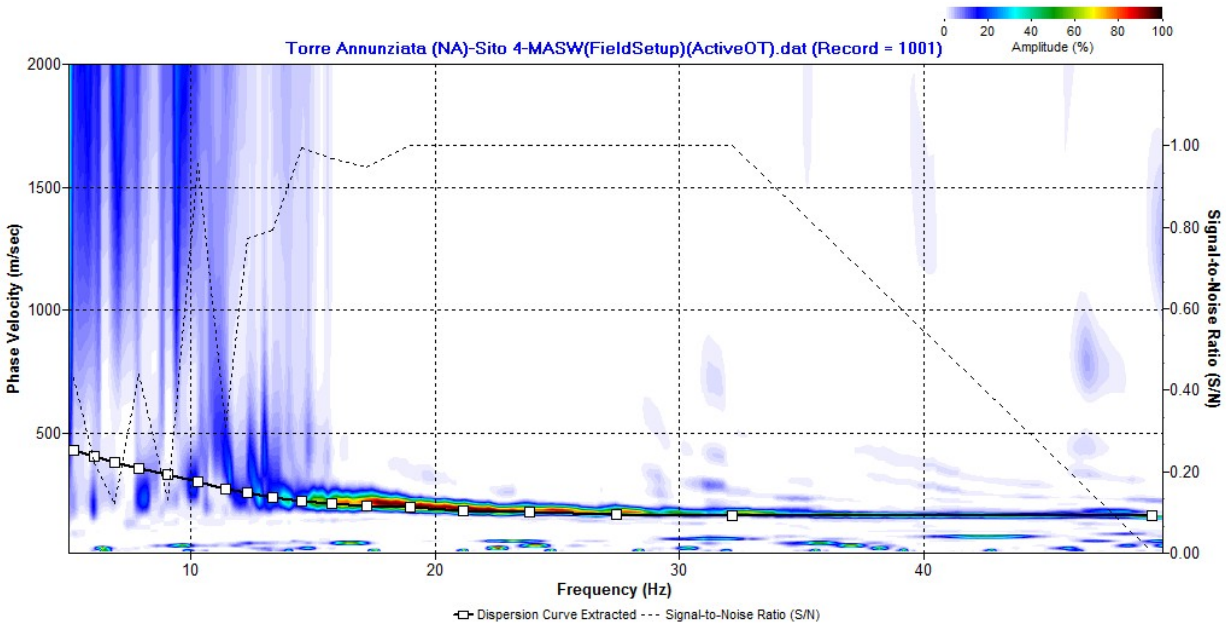


Figura 12 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW sito4

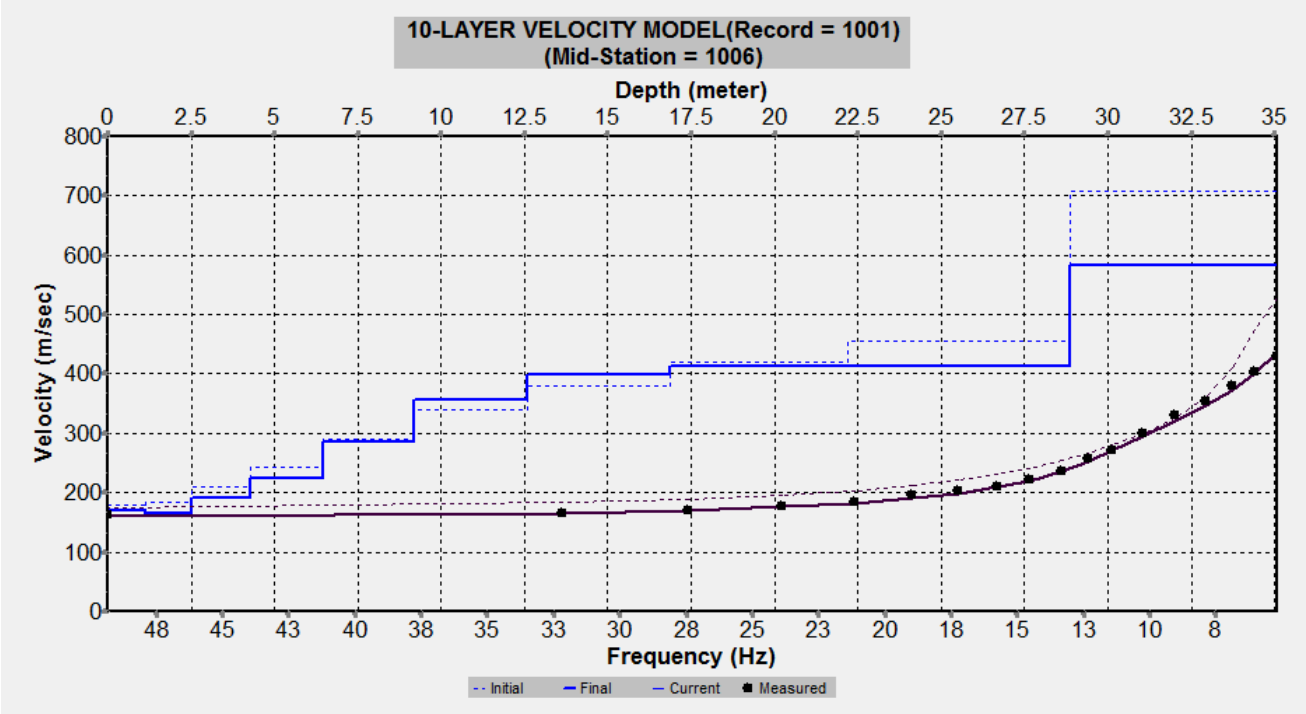


Figura 13 – Profilo verticale 1D delle VS ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW sito4

3.4. Interpretazione ed analisi dei dati

Le indagini sismiche MASW effettuate, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., hanno fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (*Tabelle 3 – 4 - 5*). Questa categoria è stata ricavata dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

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

Tabella 3 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	*$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)*	*Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)*
MASW sito1	***[320]***	***C***
MASW sito4	***[317]***	***C***

Tabella 4 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalle prospezioni sismiche MASW effettuate.

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

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T_2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Tabella 5 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°.

3.6. Risposta sismica locale

È noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni molto diverse in località tra loro vicine a causa di una differente risposta sismica locale; ad esempio, per lo stesso sisma registrato da strumenti identici e a breve distanza reciproca, uno posto su di una coltre alluvionale di 200*m* di spessore, l'altro su rocce cristalline, fu rilevato un rapporto di ampiezza pari a 5 corrispondente a circa 2 unità della scala sismica delle intensità (Carrara et al., 1992). D'altra parte, lo stesso concetto di magnitudo tiene conto di ciò, legando la sua valutazione all'ampiezza del moto del sottosuolo normalizzata sia mediante una funzione di attenuazione con la distanza, sia mediante un coefficiente di stazione e quest'ultimo è legato, appunto, alla diversa risposta dei siti di registrazione ad uno stesso evento sismico.

Questo fenomeno fu notato per la prima volta un secolo fa quando, durante il tristemente noto terremoto di S. Francisco del 1906, edifici praticamente identici per forma, dimensioni e materiali impiegati, subirono danni sensibilmente diversi (alcuni edifici subirono crolli totali mentre altri subirono danni praticamente trascurabili).

È ormai assodato che le caratteristiche con cui si presenta un sisma in un dato sito sono fortemente dipendenti oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma.

In sostanza, la risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di sottosuolo **C** – categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

4 – Risultati delle Indagini

4.1 – Analisi dei risultati dei sondaggi

Sondaggio S1:

- Coordinate: 40.741249°N – 14.475075°E
- Ubicazione: Via provinciale Schiti, in corrispondenza del parcheggio interno sede comunale
- Profondità 15.00 mt dal p.c.
- Falda: rilevata a 1.95 mt dal p.c.
- Prelievo campioni:
  - n°1 campione ambientale alla profondità di 2.00-3.00 mt dal p.c.
  - n°1 campione indisturbato alla profondità di 4.50-5.00 mt dal p.c.
- Installazione del piezometro alla profondità 14 mt dal p.c.

Al di sotto del terreno vegetale e di uno strato di terreno di riporto a matrice sabbiosa dello spessore di 1.60 mt, si rileva un unico strato di sabbia fino alla profondità di 15 mt. Si tratta di una sabbia grigia, debolmente limosa nelle porzioni più fini con inclusi clasti poligenici ed eterometrici, da sub-arrotondati ad arrotondati. All'interno dello strato varia la granulometria e la dimensione degli inclusi (*Allegato 2*)

Sondaggio S2:

- Coordinate: 40.735988°N – 14.469576°E
- Ubicazione: Via Mortelleto, all'interno del cortile della scuola "IC Parini – Rovigliano"
- Profondità 15.00 mt dal p.c.
- Falda: rilevata a 2.74 mt dal p.c.
- Prelievo campioni:
- n°1 campione ambientale alla profondità di 2.00-2.50 mt dal p.c.
- n°1 campione indisturbato alla profondità di 2.50-3.00 mt dal p.c.
- Installazione del piezometro alla profondità 9 mt dal p.c.

Al di sotto di un sottile strato di terreno vegetale e di uno strato di 0.70 tm di terreno di riporto, si rileva uno strato sabbioso fino alla profondità di 10 mt dal p.c. Si tratta di una sabbia debolmente limosa nelle porzioni più fini, di colore grigiastro, con incluse pomici. Lungo lo strato si registrano variazioni granulometriche descritte nel certificato stratigrafico inserito in *Allegato 2*.

4.2 – Analisi dei risultati delle Prove DPSH

Sono state eseguite n°5 Prove Penetrometriche Dinamiche Pesanti Continue (DPSH) con l'ausilio di un Penetrometro Pagani TG 63-100 e durante l'esecuzione delle prove sono stati prelevati in totale tre campioni indisturbati e tre campioni ambientali da sottoporre ad analisi chimiche e prove geotecniche di laboratorio. L'ubicazione dei punti di indagine è riportata nell'immagine ricavata da Google Earth in *Allegato 1.*

Le prove DPSH complete sono visibili in *Allegato 3,* in cui si riporta:

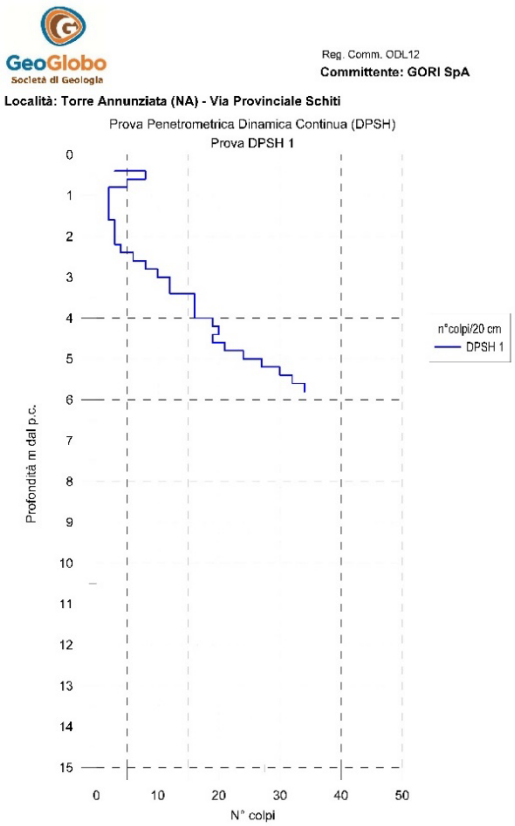
- Foto del penetrometro sul sito di indagine
- Certificato della prova effettuata
- Grafico indicante l'andamento della prova (profondità su numero colpi per 20 cm)
- Grafico con l'interpretazione stratigrafica dei diversi orizzonti in base al numero di colpi
- Stima dei parametri geotecnici ricavati - Elaborazione completa effettuata con programma Dynamic Probing

Nelle pagine seguenti si riporta, per ogni DPSH, la foto del penetrometro sul punto di indagine e il grafico che rappresenta l'andamento della prova

DPSH1
Comune di Torre Annunziata (NA) - Via Provinciale Schiti (parcheggio interno sede Comunale Torre Annunziata)
Coordinate: 40.741182° N – 14.475054°E



Postazione

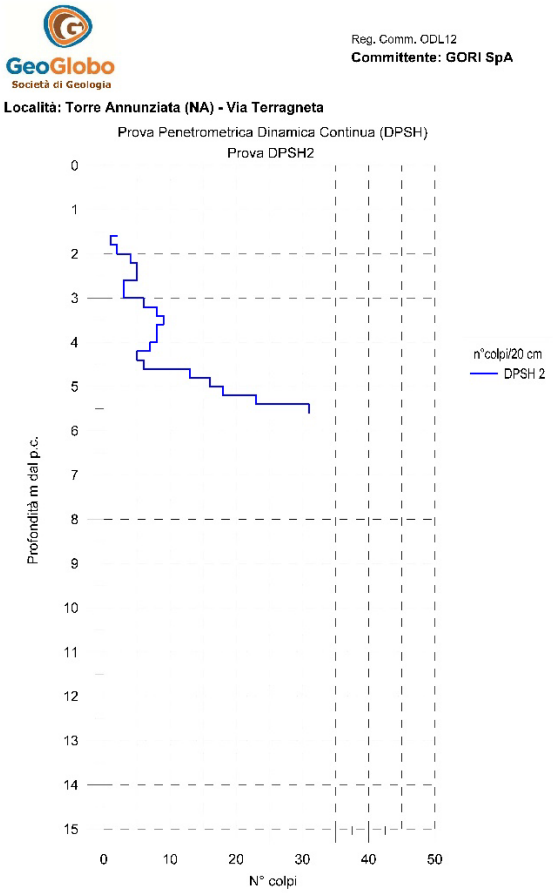


Andamento della prova

DPSH2
Comune di Torre Annunziata (NA) - Via Terragneta
Coordinate: 40.740463° N – 14.472586°E



Postazione

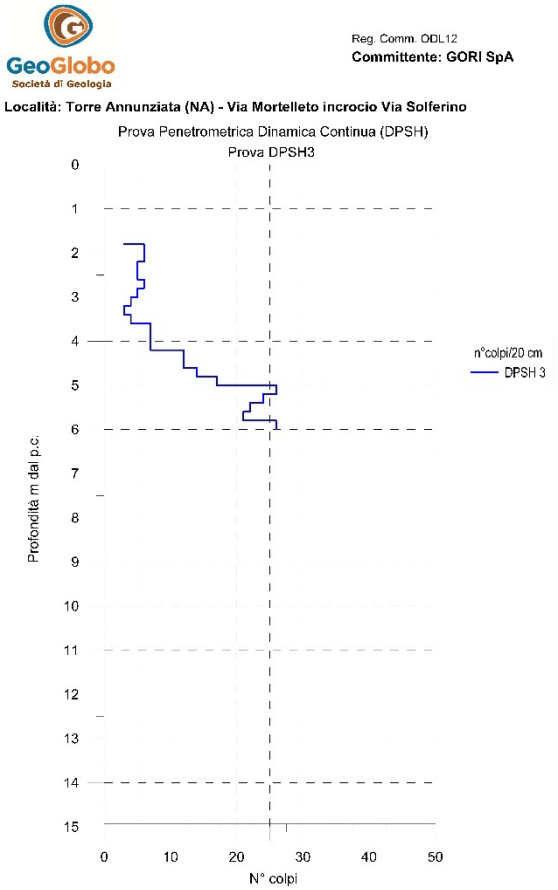


Andamento della prova

DPSH3
Comune di Torre Annunziata (NA) - Via Mortelleto – incrocio Via Solferino
Coordinate: 40.737626° N – 14.468266°E



Postazione

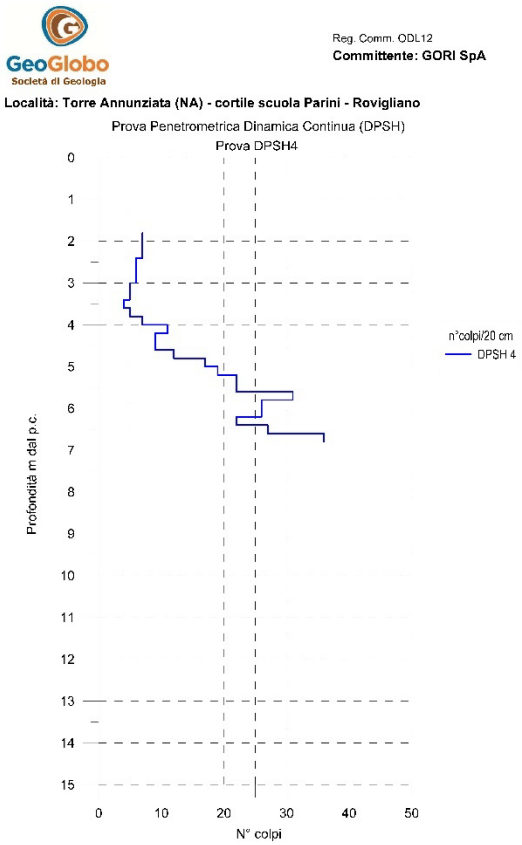


Andamento della prova

DPSH4
Comune di Torre Annunziata (NA) - Via Mortelleto – cortile scuola "I.C. Parini – Rovigliano"
Coordinate: 40.735934° N – 14.469553°E



Postazione



Andamento della prova

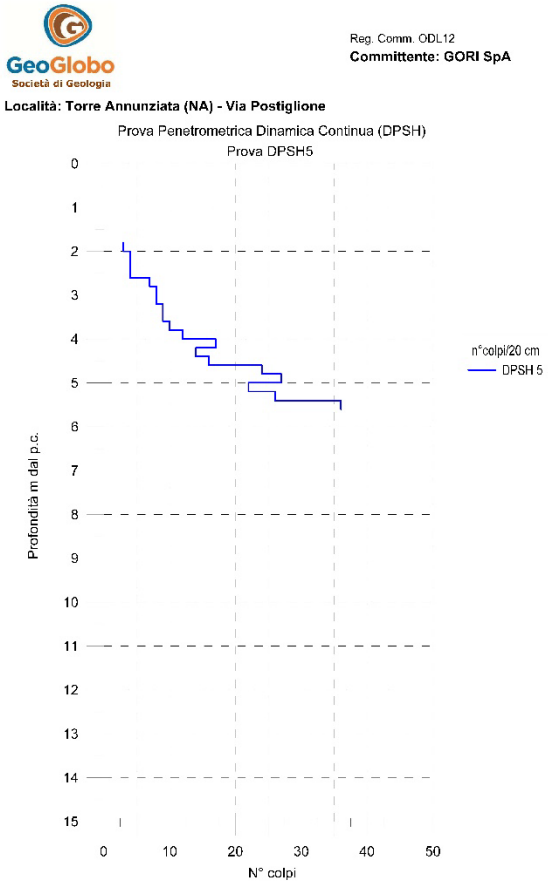
DPSH5

Comune di Torre Annunziata (NA) - Via Postiglione

Coordinate: 40°44'0.56"N – 14°28'12.74"E



Postazione



Andamento della prova

4.2 – Analisi dei risultati delle Prove di Laboratorio Geotecnico

Durante l'esecuzione dei Sondaggi S1 ed S2 e delle prove DPSH 2-3-4, sono stati prelevati in totale n°5 campioni indisturbati e n°5 campioni ambientali. I campioni prelevati, debitamente conservati ed etichettati, sono stati trasportati presso il Laboratorio Terre di Isogea srl, con sede in Scafati (SA), Via C. Colombo, 22. Le caratteristiche litologiche dei campioni indisturbati geotecnici hanno permesso di procedere alla determinazione delle caratteristiche fisiche generali: Granulometria, Limiti di Atterberg e Prova di Taglio Diretto (TDCD).

Per rendere più rapida la visione delle risultanze relative alle prove di laboratorio geotecnico, i valori scaturiti sono stati inseriti nella *Tabella 6*, di seguito esposta, mentre in *Allegato* 5 sono inclusi i certificati completi di tabulati e grafici.

SIGLA CAMPIONE	S1/CI 1	S2/CI 1	DPSH2 CI1	DPSH3 CI1	DPSH5 CI1
Profondità prelievo (m)	*4.50/5.00*	*2.50/3.00*	*2.00/2.50*	*2.50/3.00*	*1.50/2.00*
Umidità naturale γ_n (%)	*19.2*	*8.7*	*9.7*	*21.4*	*13.2*
Peso volume naturale γ_n (KN/m^3)	*18.9*	*18.4*	*16.7*	*17.5*	*16.2*
Peso volume del secco γ_d (KN/m^3)	*15.9*	*16.9*	*15.3*	*14.4*	*14.3*
Peso volume saturo γsat (KN/m^3)	*19.8*	*20.6*	*19.3*	*18.8*	*18.9*
Peso Specifico granuli γ_S (KN/m^3)	*26.5*	*27.0*	*26.2*	*26.1*	*26.6*
Indice dei vuoti e (-)	*0.670*	*0.600*	*0.714*	*0.812*	*0.851*
Porosità n (%)	*40.1*	*37.5*	*41.7*	*44.8*	*46.0*
Grado saturazione Sr (%)	*77.5*	*40.1*	*36.4*	*70.1*	*42.1*
Classe granulometrica	*Sabbia ghiaiosa e limosa*	*Sabbia limosa*	*Sabbia ghiaiosa e limosa*	*Sabbia limosa*	*Sabbia limosa e ghiaiosa*
Prova di Taglio "TDCD"					
Angolo di attrito interno (gradi)	*30.5*	*30.9*	*31.0*	*30.1*	*30.4*
Coesione (KPa)	*1.3*	*1.7*	*0.6*	*2.8*	*1.5*
Limiti di Atterberg					
Limite di Liquidità *LL (%)*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*
Limite di Plasticità *LP (%)*	*non plastico*	*non plastico*	*non plastico*	*non plastico*	*non plastico*
Indice di Plasticità *IP (%)*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*	*n.d.*

Tabella 6: Riepilogo delle prove di laboratorio sui campioni prelevati durante i sondaggi e le prove DPSH

4.4 – Analisi dei risultati delle Prove di Laboratorio Chimico

Durante l'esecuzione dei sondaggi S1 ed S2 e delle DPSH 2-3-5, sulle terre e rocce da scavo, tenendo conto di quanto indicato nel DPR 120/2017 sono stati prelevati in totale n°5 campioni ambientali da sottoporre a prove chimiche di laboratorio. In Tabella 7 è riassunto il Set analitico minimale cui sono stati sottoposti i campioni prelevati. In *Allegato 6* si riportano i certificati completi del laboratorio chimico.

Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi C>12
Cromo Totale
Cromo VI
Amianto
BTEX (*)
IPA (*)
(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 mt di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n°152

Tabella 7: Set analitico cui è stato sottoposto il campione ambientale prelevato

4.5 – Analisi dei risultati delle Prove Sismiche di Superficie MASW

Il territorio comunale di Torre Annunziata (NA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in II categoria S=9; a_g=*0.25g* (*Figura 14*).

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (*Figura 15*), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Torre Annunziata (NA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di ag di riferimento compresi tra ***0.125 e 0.150***.

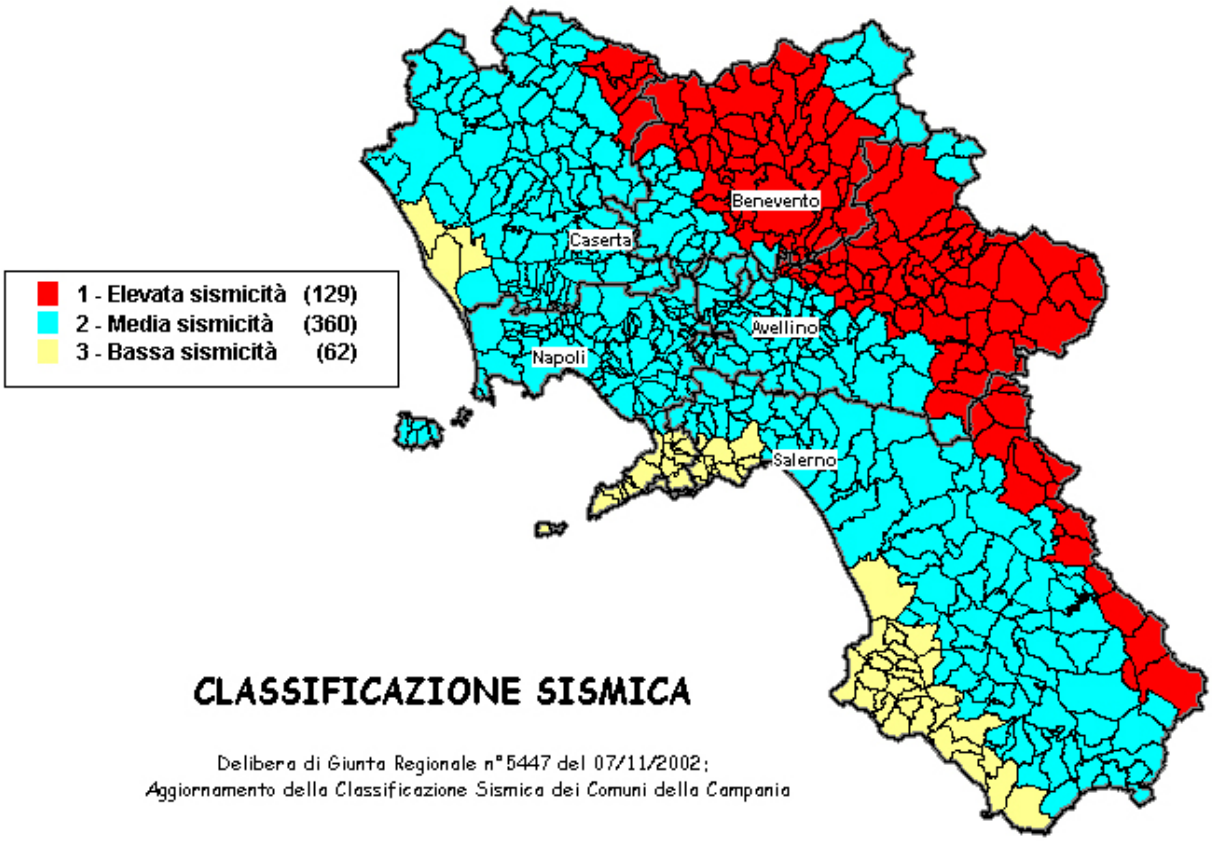


Figura 14 – Classificazione sismica del 2002 dei Comuni della Regione Campania. Zona 1, valore di a_g=0.35g; Zona 2, valore di a_g=0.25g; Zona 3, valore di a_g=0.15g.

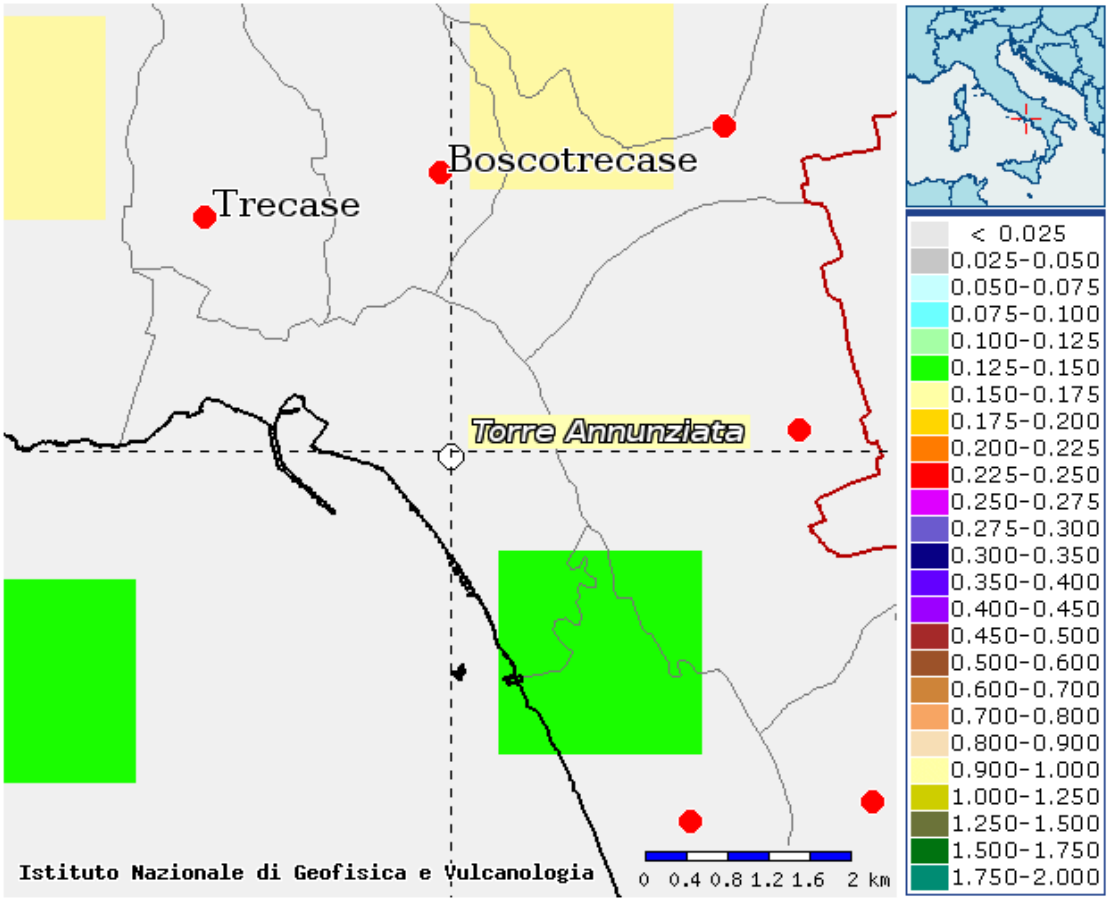


Figura 15: Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento ag; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50

I risultati forniti dalle indagini sismiche MASW effettuate permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **C** e categoria topografica **T1**. La relazione completa delle indagini MASW effettuate è inclusa in *Allegato 4*.

Napoli, 12 Aprile 2022 *Dott.ssa Antonia Capomazza*

Allegato 1

UBICAZIONE DELLE INDAGINI
(FOTO AEREE TRATTE DA GOOGLE EARTH)


Sond. 1 DPSH. 1
DPSH. 2
DPSH. 3
Sond. 2 DPSH. 4
DPSH. 5
SS145
Google Earth


Masw sito 1
Masw sito 4
Google Earth
300 m

Allegato 2

- **CERTIFICATI STRATIGRAFICI DEI SONDAGGI S1 – S2**
- **CONFRONTO TRA LA STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI E LE PROVE DPSH**

SONDAGGIO:	S1
Committente:	GORI S.p.A.
Cantiere:	ODL12 - Torre Annunziata (NA)
Località:	Via Provinciale Schiti
Latitudine:	40.741249°
Longitudine:	14.475075°
Quota assoluta (m slm):	3.00
Periodo:	10 Marzo 2022
Sezione max. (mm):	127
Sezione min. (mm):	101
Profondità max. (m):	15.00
Scala	1:100

Certificato stratigrafico - Legenda

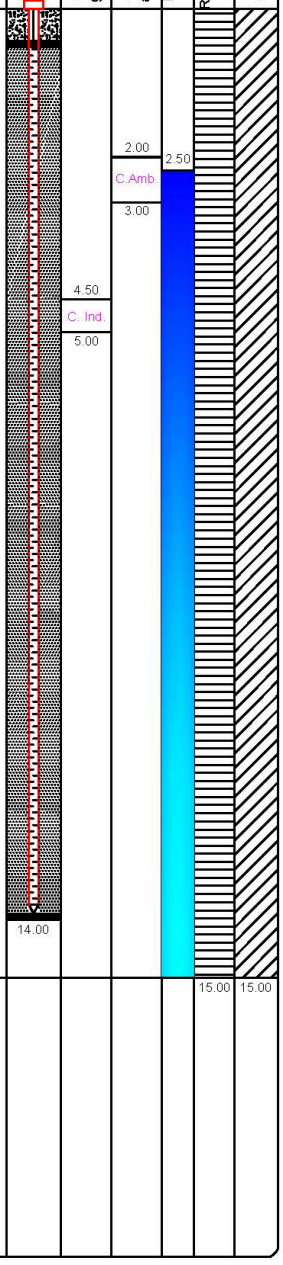
- Terreno Vegetale
- Terreno di riporto
- Sabbia

GeoGlobo
Sede Legale:Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16/Sc. B - 80125 Napoli
Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 - 80126 Napoli

Il Tecnico Sperimentatore: Dott. Geol. S. Ruocco

Il Direttore Tecnico: Dott. Geol. P.F. Cimino

Quota Assoluta (m slm)	Spessore dello strato (m)	Profondita' relativa al p.c. (m)	Litologia	Descrizione Litologica
3.00				
2.80	0.20	0.20		
1.20	0.80	1.80		**Terreno Vegetale:** Terreno vegetale sabbioso, debolmente limoso di colore marrone con incluse pomici eterometriche, fustoli vegetali e apparati radicali **Terreno di Riporto:** Terreno di riporto grigiastro a matrice sabbiosa, leggermente limosa con inclusi clasti poligenici ed eterometrici, frammenti ceramici, laterizi, plastici e vetrosi, fasci di cavi di varia natura.
-12.00	10.10	15.00		**Sabbia:** Sabbia grigia, debolmente limosa nelle porzioni più fini, con inclusi clasti poligenici ed eterometrici, da sub-arrotondati ad arrotondati - 7.40 - 9.60 mt Sabbia grossolana formata da litici e scorie sub-arrotondate, da sub-millimetriche a millimetriche - 9.60 - 10.60 mt Sabbia limosa di colore grigio chiaro con inclusi rari clasti lavici sub-arrotondati, di dimensioni massime pari a circa 3-4 cm. Sono presenti livelli pomicei spessi circa 2 cm, con colorazione "ruggine"/brunastro. - 10.60 - 12.40 mt Sabbia fine, nerastra, omogenea, priva di inclusi - 12.40 - 14.10 mt Sabbia grossolana formata da scorie e frammenti lavici, con inclusi rari clasti vulcanici di dimensione massima pari a circa 4-5 cm - 14.10 - 15.00 mt Sabbia fine, nerastra, omogenea, priva di inclusi

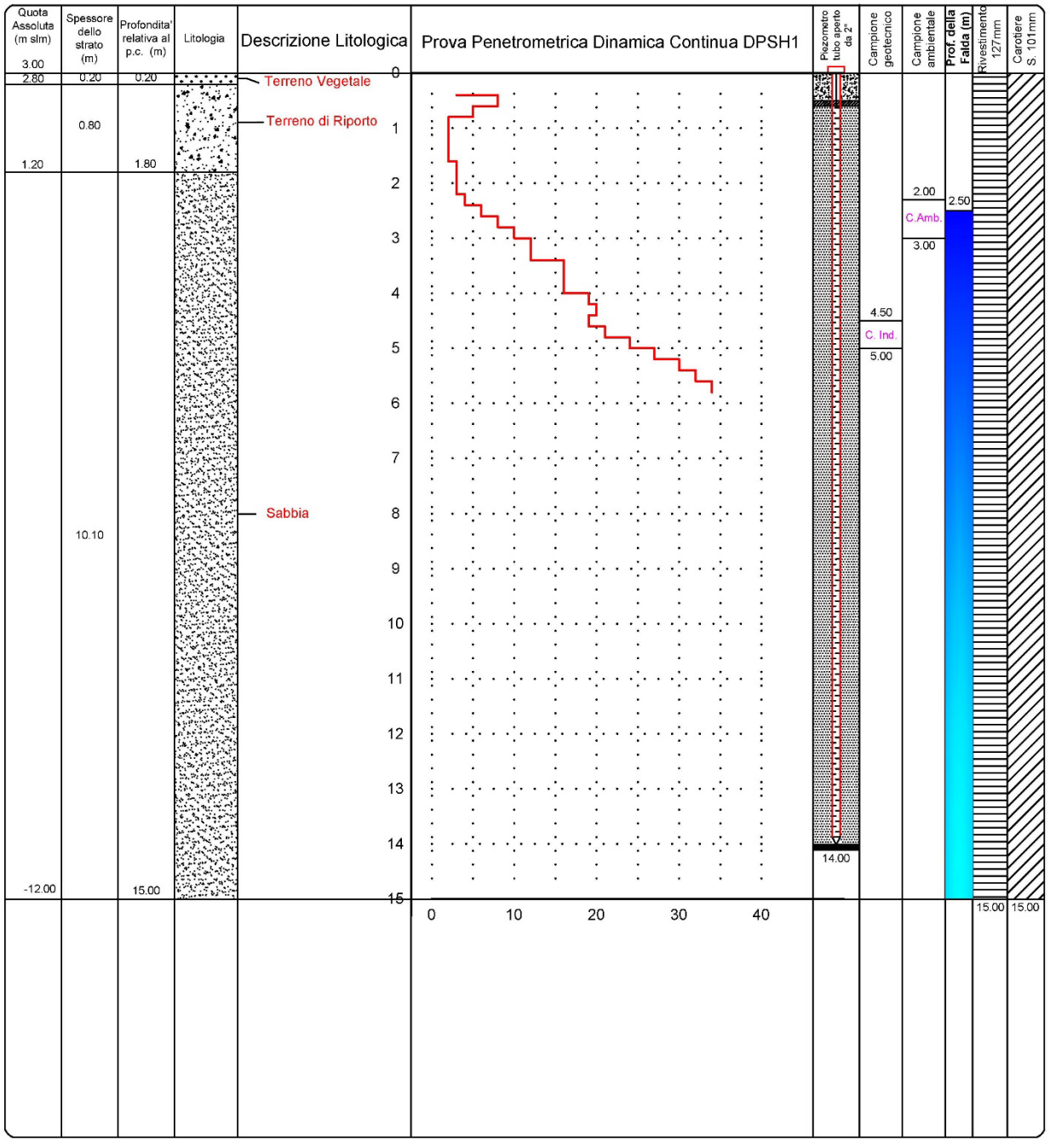


SONDAGGIO:	S1
Committente:	GORI S.p.A.
Cantiere:	ODL12 - Torre Annunziata (NA)
Località:	Via Provinciale Schiti
Latitudine:	40.741249°
Longitudine:	14.475075°
Quota assoluta (m slm):	3.00
Periodo:	10 Marzo 2022
Sezione max. (mm):	127
Sezione min. (mm):	101
Profondità max. (m):	15.00
Scala	1:100

Certificato stratigrafico - Legenda

- Terreno Vegetale
- Terreno di riporto
- Sabbia

GeoGlobo
Sede Legale:Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16/Sc. B - 80125 Napoli
Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 - 80126 Napoli
Il Tecnico Sperimentatore: Dott. Geol. S. Ruocco
Il Direttore Tecnico: Dott. Geol. P.F. Cimino



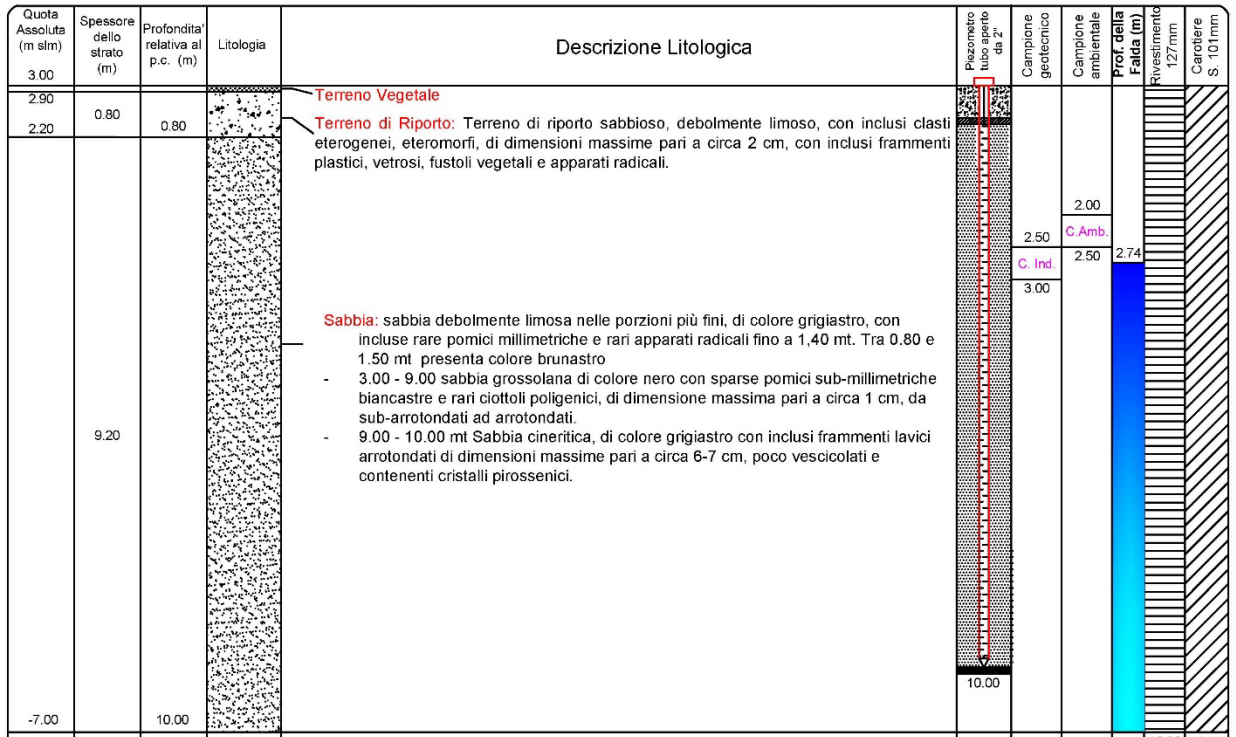
SONDAGGIO:	S2
Committente:	GORI S.p.A.
Cantiere:	ODL12 - Torre Annunziata (NA)
Località:	Via Mortelleto
Latitudine:	40.735988°
Longitudine:	14.469576°
Quota assoluta (m slm):	3.00
Periodo:	9 Marzo 2022
Sezione max. (mm):	127
Sezione min. (mm):	101
Profondità max. (m):	15.00
Scala	1:100

Certificato stratigrafico - Legenda

- Terreno Vegetale
- Terreno di riporto
- Sabbia

GeoGlobo
Sede Legale:Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16/Sc. B - 80125 Napoli
Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 - 80126 Napoli
Il Tecnico Sperimentatore: Dott. Geol. S. Ruocco
Il Direttore Tecnico: Dott. Geol. P.F. Cimino

Quota Assoluta (m slm)	Spessore dello strato (m)	Profondita' relativa al p.c. (m)	Litologia	Descrizione Litologica
3.00				
2.90	0.80	0.80		Terreno Vegetale
2.20				Terreno di Riporto: Terreno di riporto sabbioso, debolmente limoso, con inclusi clasti eterogenei, eteromorfi, di dimensioni massime pari a circa 2 cm, con inclusi frammenti plastici, vetrosi, fustoli vegetali e apparati radicali.
	9.20			Sabbia: sabbia debolmente limosa nelle porzioni più fini, di colore grigiastro, con incluse rare pomici millimetriche e rari apparati radicali fino a 1,40 mt. Tra 0.80 e 1.50 mt presenta colore brunastro - 3.00 - 9.00 sabbia grossolana di colore nero con sparse pomici sub-millimetriche biancastre e rari ciottoli poligenici, di dimensione massima pari a circa 1 cm, da sub-arrotondati ad arrotondati. - 9.00 - 10.00 mt Sabbia cineritica, di colore grigiastro con inclusi frammenti lavici arrotondati di dimensioni massime pari a circa 6-7 cm, poco vescicolati e contenenti cristalli pirossenici.
-7.00		10.00		



SONDAGGIO: S2

Committente:	GORI S.p.A.
Cantiere:	ODL12 - Torre Annunziata (NA)
Località:	Via Mortelleto
Latitudine:	40.735988°
Longitudine:	14.469576°
Quota assoluta (m slm):	3.00
Periodo:	9 Marzo 2022
Sezione max. (mm):	127
Sezione min. (mm):	101
Profondità max. (m):	15.00
Scala	1:100

Certificato stratigrafico - Legenda

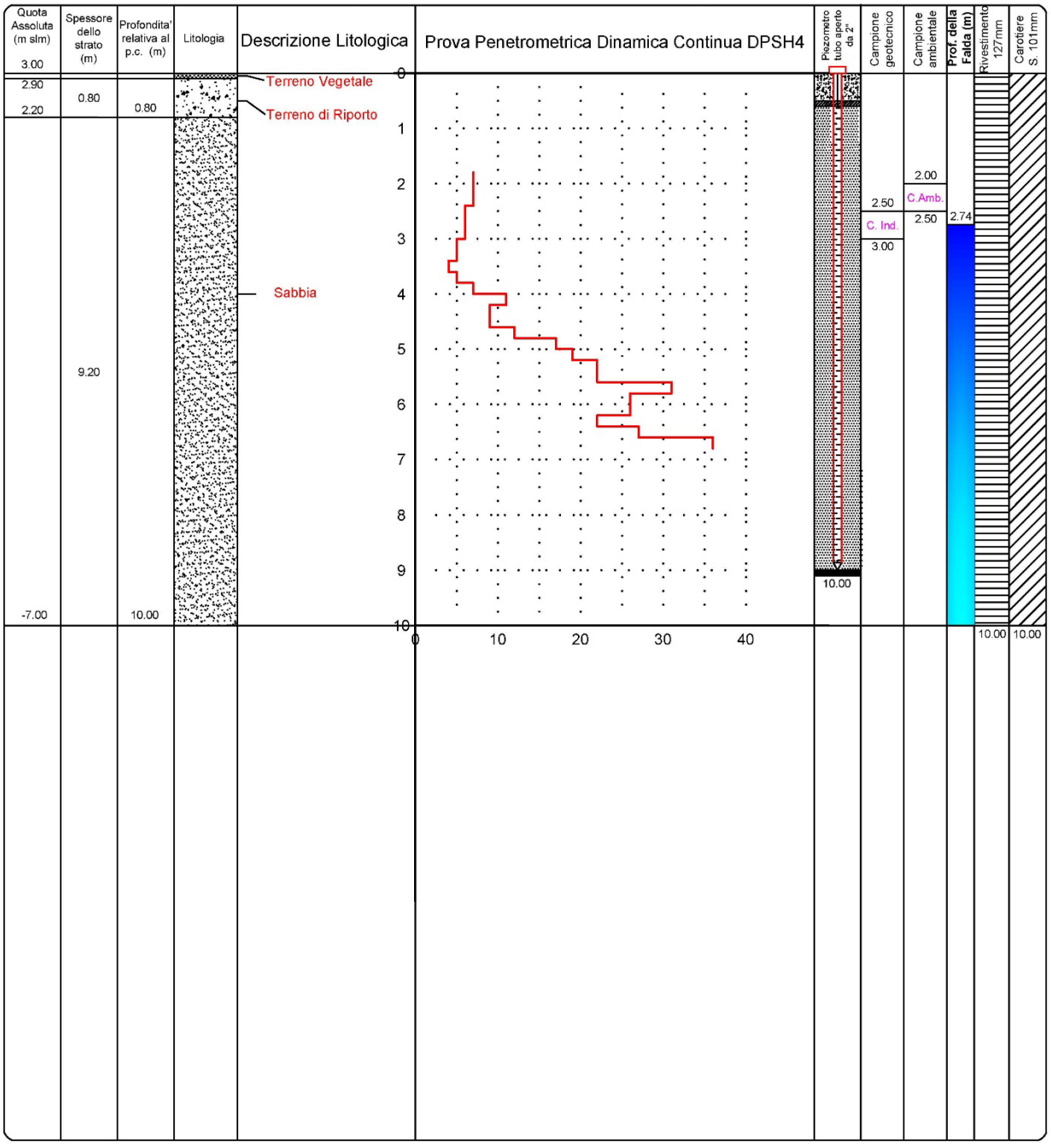
- Terreno Vegetale
- Terreno di riporto
- Sabbia

GeoGlobo

Sede Legale:Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16/Sc. B - 80125 Napoli
Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 - 80126 Napoli

Il Tecnico Sperimentatore: Dott. Geol. S. Ruocco

Il Direttore Tecnico: Dott. Geol. P.F. Cimino



Allegato 3

RISULTATI DELLE PROVE DPSH:

- ***FOTO DELLA POSTAZIONE***
- ***CERTIFICATO***
- ***GRAFICO ANDAMENTO DELLA PROVA***
- ***DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd***
- ***STIMA PARAMETRI GEOTECNICI***

DPSH1

Comune di Torre Annunziata (NA)

Via Provinciale Schiti (parcheggio interno sede Comunale Torre Annunziata)

Coordinate: 40.741182°N – 14.475054°E



GeoGlobo s.r.l.
Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B – 80125 Napoli Tel. 081/18955404
Sede operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli
P.I. 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli al n. NA-962671 Cap. Soc. € 10.000,00 i.v.
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; info@geoglobosrl.it; **PEC**: geoglobosrl@legalmail.it
Fatturazione Elettronica - PEC: fattura.geoglobosrl@legalmail.it **Cod. Univoco:** KRRH6B9

GeoGlobo
Società di geologia

GeoGlobo s.r.l.
Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B – 80125 Napoli Tel. 081728195
Sede operativa: Via Tribuni della plebe, 17 – 80126 Napoli
P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,0
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@geoglobosrl.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA D. P. S. H.

Committente:	GORI SpA				
Località:	Torre Annunziata (NA)	N° certificato	29/22	Pagina	1 di 1
Data Prova	10/03/2022				
Prova n.:	**DPSH1**	Data certificato	15/03/2022	Reg.Com.	ODL12
Profondità (m):	6,00				
Tipo di penetrometro:	Pagani TG63/100	N° accettazione	029/2022	Sigla Prova	SCPT 29/22

Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi
0,2	1	6,2		12,2		18,2		24,2	
0,4	3	6,4		12,4		18,4		24,4	
0,6	8	6,6		12,6		18,6		24,6	
0,8	5	6,8		12,8		18,8		24,8	
1	2	7		13		19		25	
1,2	2	7,2		13,2		19,2		25,2	
1,4	2	7,4		13,4		19,4		25,4	
1,6	2	7,6		13,6		19,6		25,6	
1,8	3	7,8		13,8		19,8		25,8	
2	3	8		14		20		26	
2,2	3	8,2		14,2		20,2		26,2	
2,4	4	8,4		14,4		20,4		26,4	
2,6	6	8,6		14,6		20,6		26,6	
2,8	8	8,8		14,8		20,8		26,8	
3	10	9		15		21		27	
3,2	12	9,2		15,2		21,2		27,2	
3,4	12	9,4		15,4		21,4		27,4	
3,6	16	9,6		15,6		21,6		27,6	
3,8	16	9,8		15,8		21,8		27,8	
4	16	10		16		22		28	
4,2	19	10,2		16,2		22,2		28,2	
4,4	20	10,4		16,4		22,4		28,4	
4,6	19	10,6		16,6		22,6		28,6	
4,8	21	10,8		16,8		22,8		28,8	
5	24	11		17		23		29	
5,2	27	11,2		17,2		23,2		29,2	
5,4	30	11,4		17,4		23,4		29,4	
5,6	32	11,6		17,6		23,6		29,6	
5,8	34	11,8		17,8		23,8		29,8	
6	RIF.	12		18		24		30	

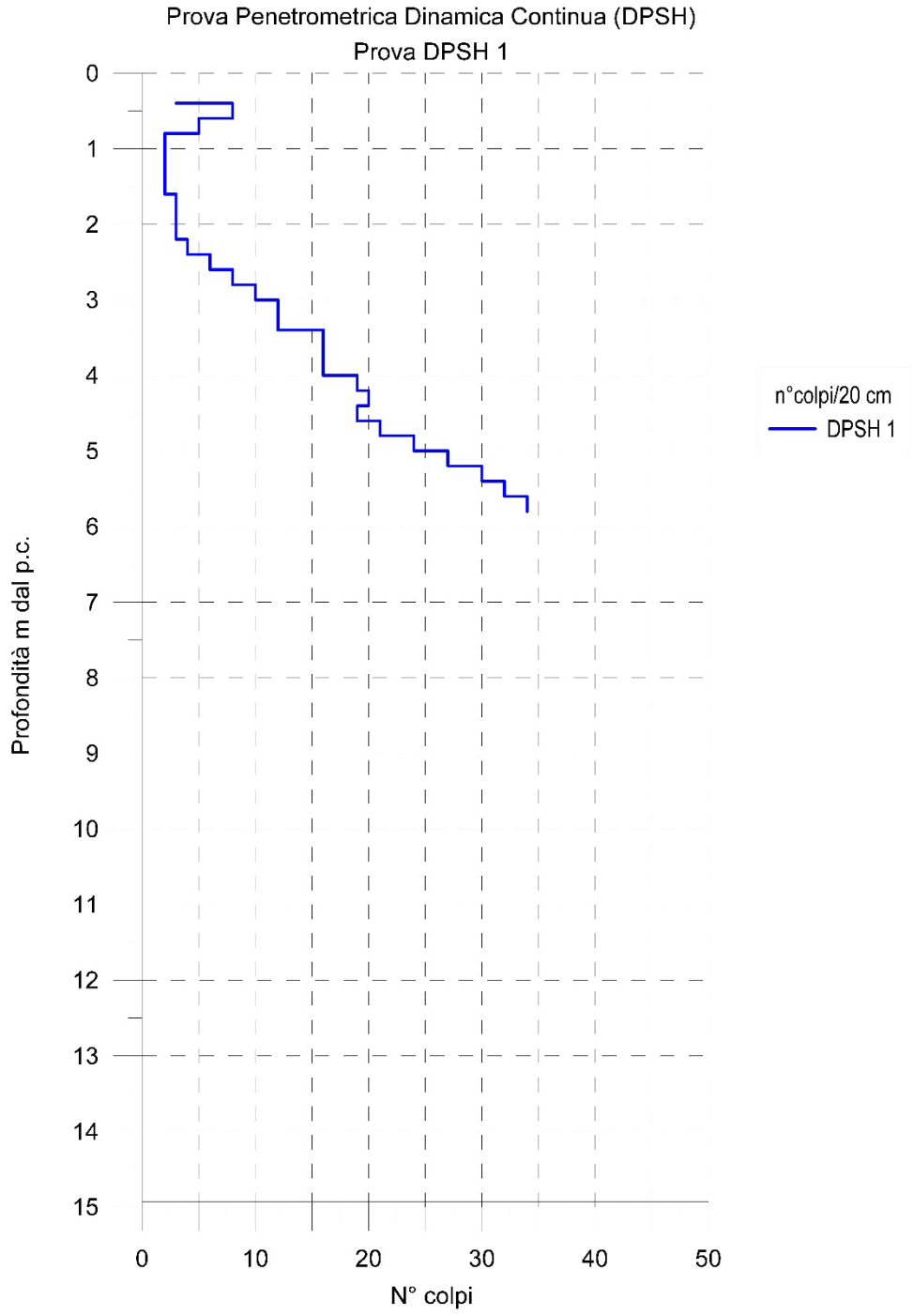
NOTE: Falda: 1,95 mt sul p.c.
coordinate: 40,741182°N 14,475054°E

Operatore: Manuel Scocco - Giuseppe Buono

GeoGlobo
Società di Geologia

Reg. Comm. ODL12
Committente: GORI SpA

Località: Torre Annunziata (NA) - Via Provinciale Schiti

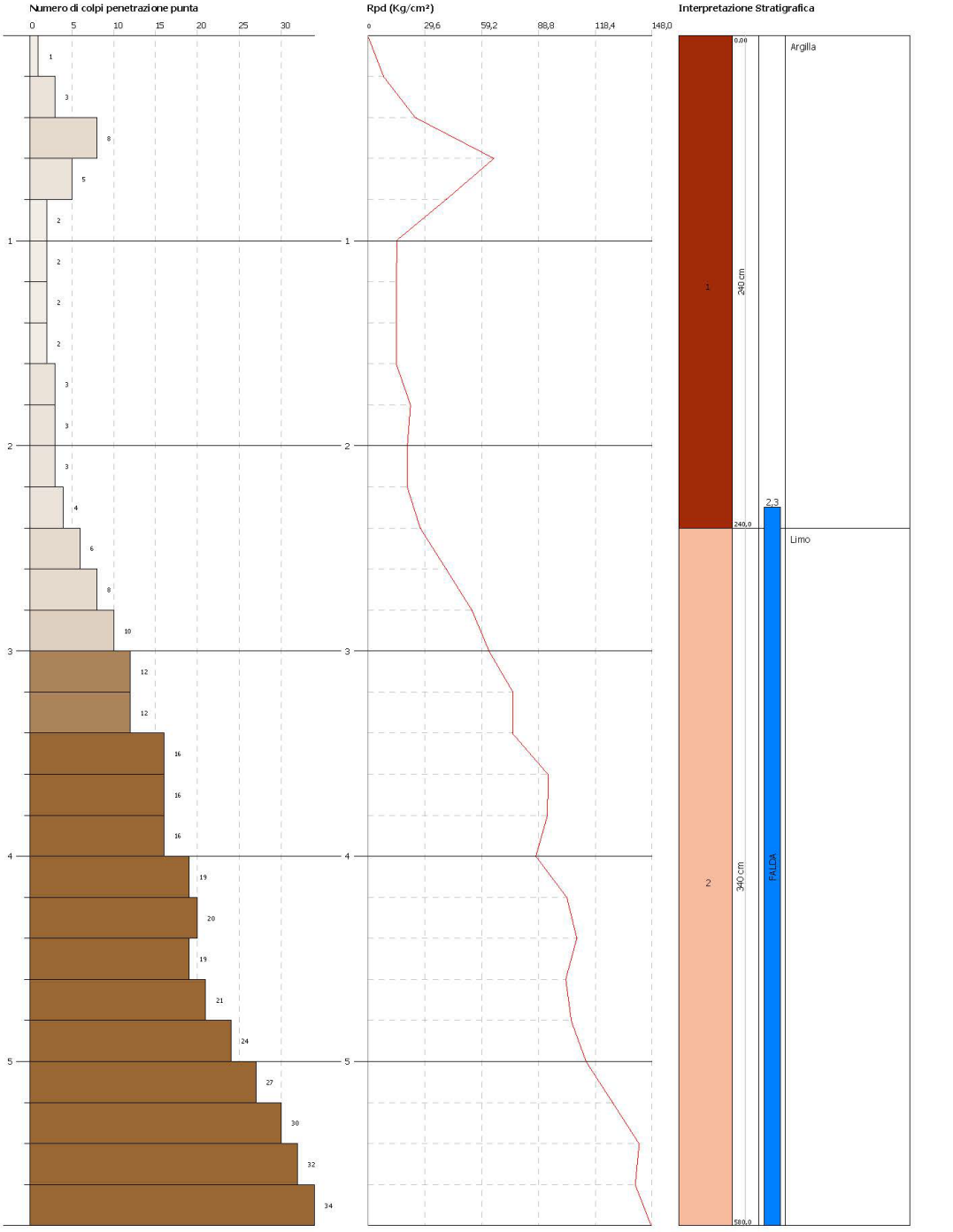


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :
Cantiere :
Località :

Data :15/03/2022

Scala 1



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	4,77	2,40	4,77	Skempton 1986	20,22
Strato 2	28,49	5,80	21,745	Skempton 1986	53,73

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	4,77	2,40	4,77	De Mello	24,92
Strato 2	28,49	5,80	21,745	De Mello	30,68

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	4,77	2,40	4,77	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 2	28,49	5,80	21,745	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	343,09

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	4,77	2,40	4,77	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,26
Strato 2	28,49	5,80	21,745	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	72,13

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	4,77	2,40	4,77	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	28,49	5,80	21,745	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	4,77	2,40	4,77	Meyerhof ed altri	1,53
Strato 2	28,49	5,80	21,745	Meyerhof ed altri	2,03

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	4,77	2,40	4,77	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	28,49	5,80	21,745	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	4,77	2,40	4,77	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	28,49	5,80	21,745	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	4,77	2,40	4,77	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	324,70
Strato 2	28,49	5,80	21,745	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	820,42

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	4,77	2,40	4,77		120,12
Strato 2	28,49	5,80	21,745		256,47

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	4,77	2,40	4,77	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	28,49	5,80	21,745	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	4,77	2,40	4,77	Navfac 1971-1982	0,93
Strato 2	28,49	5,80	21,745	Navfac 1971-1982	4,35

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	4,77	2,40	4,77	Robertson 1983	9,54
Strato 2	28,49	5,80	21,745	Robertson 1983	43,49

DPSH2

Comune di Torre Annunziata (NA)

Via Terragneta

Coordinate: 40.740463°N – 14.472586°E



GeoGlobo
Società di geologia

GeoGlobo s.r.l.
Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B – 80125 Napoli Tel. 081728195
Sede operativa: Via Tribuni della plebe, 17 – 80126 Napoli
P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,0
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@geoglobosrl.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA D. P. S. H.

Committente:	GORI SpA				
Località:	Torre Annunziata (NA)	N° certificato	C.30/2022	Pagina	1 di 1
Data Prova	10/03/2022				
Prova n.:	**DPSH2**	Data certificato	14/03/2022	Reg.Com.	ODL12
Profondità (m):	5,80				
Tipo di penetrometro:	Pagani TG63/100	N° accettazione	30/22	Sigla Prova	SCPT 30/22

Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi
0,2	PREFORO	6,2		12,2		18,2		24,2	
0,4		6,4		12,4		18,4		24,4	
0,6		6,6		12,6		18,6		24,6	
0,8		6,8		12,8		18,8		24,8	
1		7		13		19		25	
1,2		7,2		13,2		19,2		25,2	
1,4		7,4		13,4		19,4		25,4	
1,6	2	7,6		13,6		19,6		25,6	
1,8	1	7,8		13,8		19,8		25,8	
2	2	8		14		20		26	
2,2	4	8,2		14,2		20,2		26,2	
2,4	5	8,4		14,4		20,4		26,4	
2,6	5	8,6		14,6		20,6		26,6	
2,8	3	8,8		14,8		20,8		26,8	
3	3	9		15		21		27	
3,2	6	9,2		15,2		21,2		27,2	
3,4	8	9,4		15,4		21,4		27,4	
3,6	9	9,6		15,6		21,6		27,6	
3,8	8	9,8		15,8		21,8		27,8	
4	8	10		16		22		28	
4,2	7	10,2		16,2		22,2		28,2	
4,4	5	10,4		16,4		22,4		28,4	
4,6	6	10,6		16,6		22,6		28,6	
4,8	13	10,8		16,8		22,8		28,8	
5	16	11		17		23		29	
5,2	18	11,2		17,2		23,2		29,2	
5,4	23	11,4		17,4		23,4		29,4	
5,6	31	11,6		17,6		23,6		29,6	
5,8		11,8		17,8		23,8		29,8	
6		12		18		24		30	

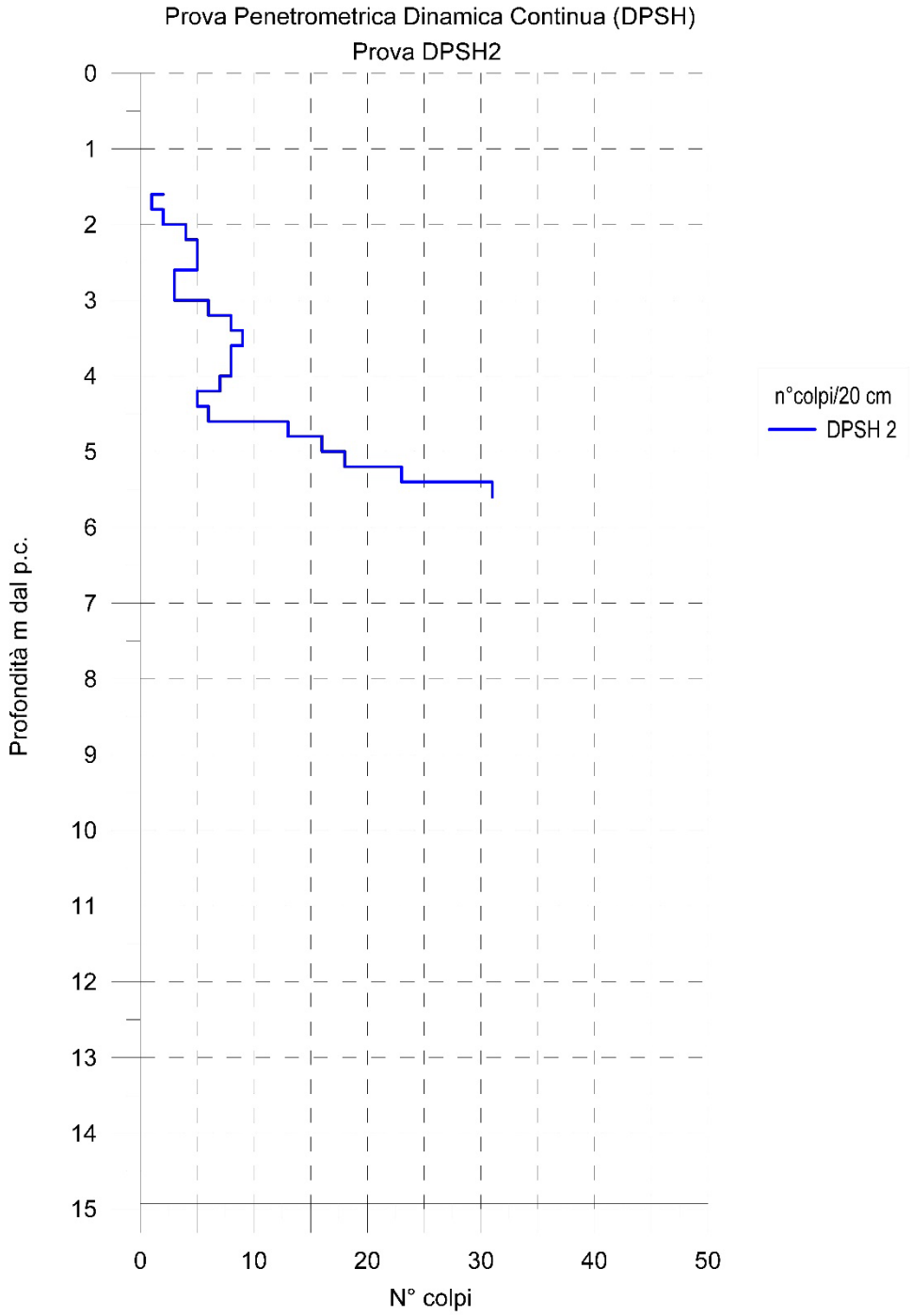
NOTE Falda (m): intercettata a 2,80 mt
coordinate: 40,740463° 14,472586°

Operatori: Manuel Scocco - Salvatore Ruocco

GeoGlobo
Società di Geologia

Reg. Comm. ODL12
Committente: GORI SpA

Località: Torre Annunziata (NA) - Via Terragneta

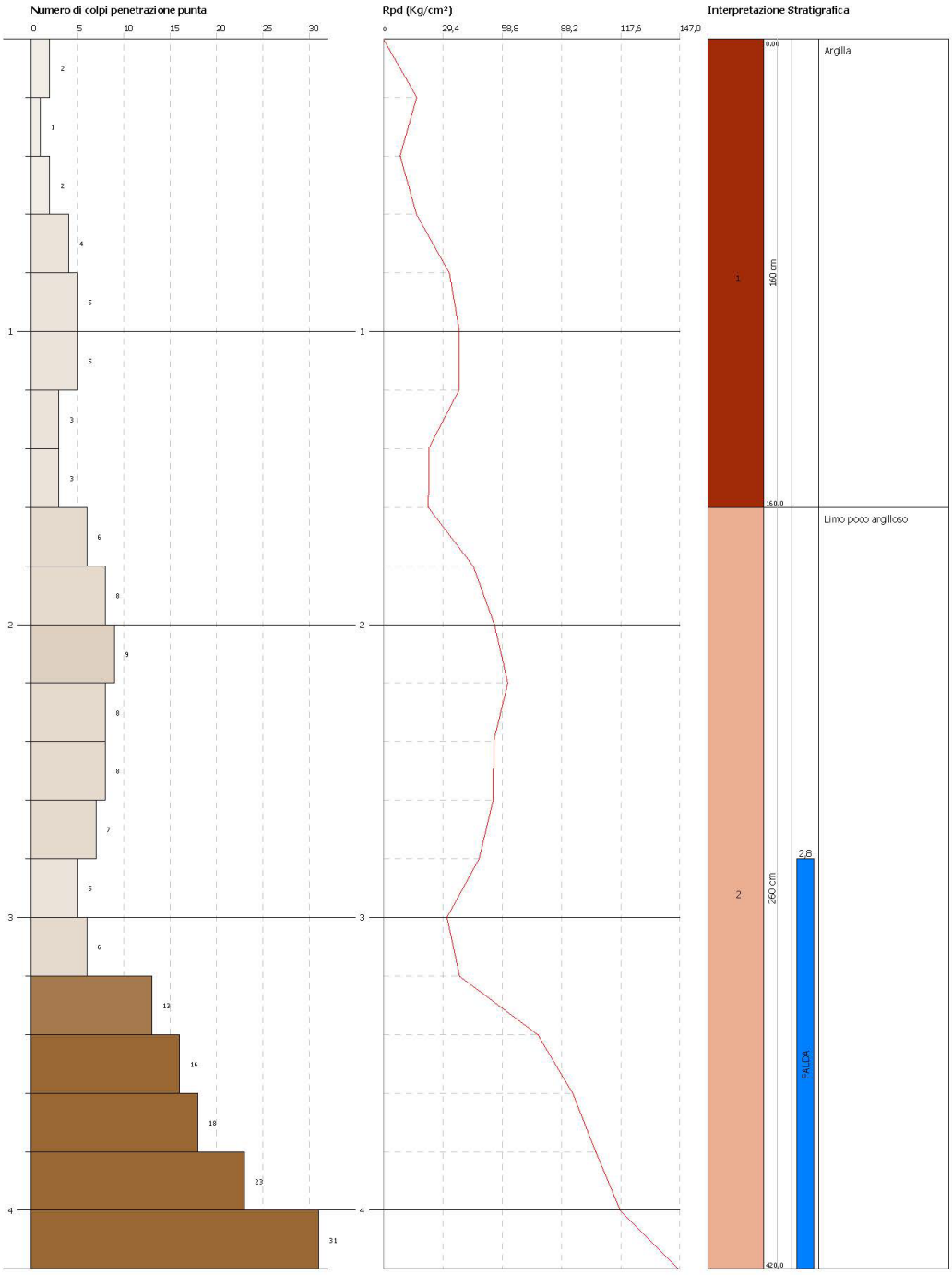


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :
Cantiere :
Località :

Data :15/03/2022

Scala 1:19



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	4,69	1,60	4,69	Skempton 1986	20
Strato 2	18,27	4,20	18,27	Skempton 1986	48,57

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	4,69	1,60	4,69	De Mello	24,86
Strato 2	18,27	4,20	18,27	De Mello	30,01

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	4,69	1,60	4,69	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 2	18,27	4,20	18,27	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	317,02

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	4,69	1,60	4,69	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,10
Strato 2	18,27	4,20	18,27	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	64,99

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	4,69	1,60	4,69	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	18,27	4,20	18,27	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	4,69	1,60	4,69	Meyerhof ed altri	1,53
Strato 2	18,27	4,20	18,27	Meyerhof ed altri	1,96

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	4,69	1,60	4,69	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	18,27	4,20	18,27	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	4,69	1,60	4,69	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	18,27	4,20	18,27	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	4,69	1,60	4,69	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	321,36
Strato 2	18,27	4,20	18,27	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	737,62

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	4,69	1,60	4,69		119,11
Strato 2	18,27	4,20	18,27		235,09

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	4,69	1,60	4,69	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	18,27	4,20	18,27	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	4,69	1,60	4,69	Navfac 1971-1982	0,91
Strato 2	18,27	4,20	18,27	Navfac 1971-1982	3,74

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	4,69	1,60	4,69	Robertson 1983	9,38
Strato 2	18,27	4,20	18,27	Robertson 1983	36,54

DPSH3

Comune di Torre Annunziata (NA)

Via Mortelleto – incrocio Via Solferino

Coordinate: 40.737626°N – 14.468266°E



GeoGlobo
Società di geologia
GeoGlobo s.r.l.
Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B – 80125 Napoli Tel. 081728195
Sede operativa: Via Tribuni della plebe, 17 – 80126 Napoli
P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,0
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@geoglobosrl.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA D. P. S. H.

Committente:	GORI SpA				
Località:	Torre Annunziata (NA)	N° certificato	C.31/2022	Pagina	1 di 1
Data Prova	10/03/2022				
Prova n.:	**DPSH3**	Data certificato	14/03/2022	Reg.Com.	ODL12
Profondità (m):	6,00				
Tipo di penetrometro:	Pagani TG63/100	N° accettazione	31/22	Sigla Prova	SCPT 31/22

Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi
0,2	PREFORO	6,2	RIF.	12,2		18,2		24,2	
0,4		6,4		12,4		18,4		24,4	
0,6		6,6		12,6		18,6		24,6	
0,8		6,8		12,8		18,8		24,8	
1		7		13		19		25	
1,2		7,2		13,2		19,2		25,2	
1,4		7,4		13,4		19,4		25,4	
1,6		7,6		13,6		19,6		25,6	
1,8	3	7,8		13,8		19,8		25,8	
2	6	8		14		20		26	
2,2	6	8,2		14,2		20,2		26,2	
2,4	5	8,4		14,4		20,4		26,4	
2,6	5	8,6		14,6		20,6		26,6	
2,8	6	8,8		14,8		20,8		26,8	
3	5	9		15		21		27	
3,2	4	9,2		15,2		21,2		27,2	
3,4	3	9,4		15,4		21,4		27,4	
3,6	4	9,6		15,6		21,6		27,6	
3,8	7	9,8		15,8		21,8		27,8	
4	7	10		16		22		28	
4,2	7	10,2		16,2		22,2		28,2	
4,4	12	10,4		16,4		22,4		28,4	
4,6	12	10,6		16,6		22,6		28,6	
4,8	14	10,8		16,8		22,8		28,8	
5	17	11		17		23		29	
5,2	26	11,2		17,2		23,2		29,2	
5,4	24	11,4		17,4		23,4		29,4	
5,6	22	11,6		17,6		23,6		29,6	
5,8	21	11,8		17,8		23,8		29,8	
6	26	12		18		24		30	

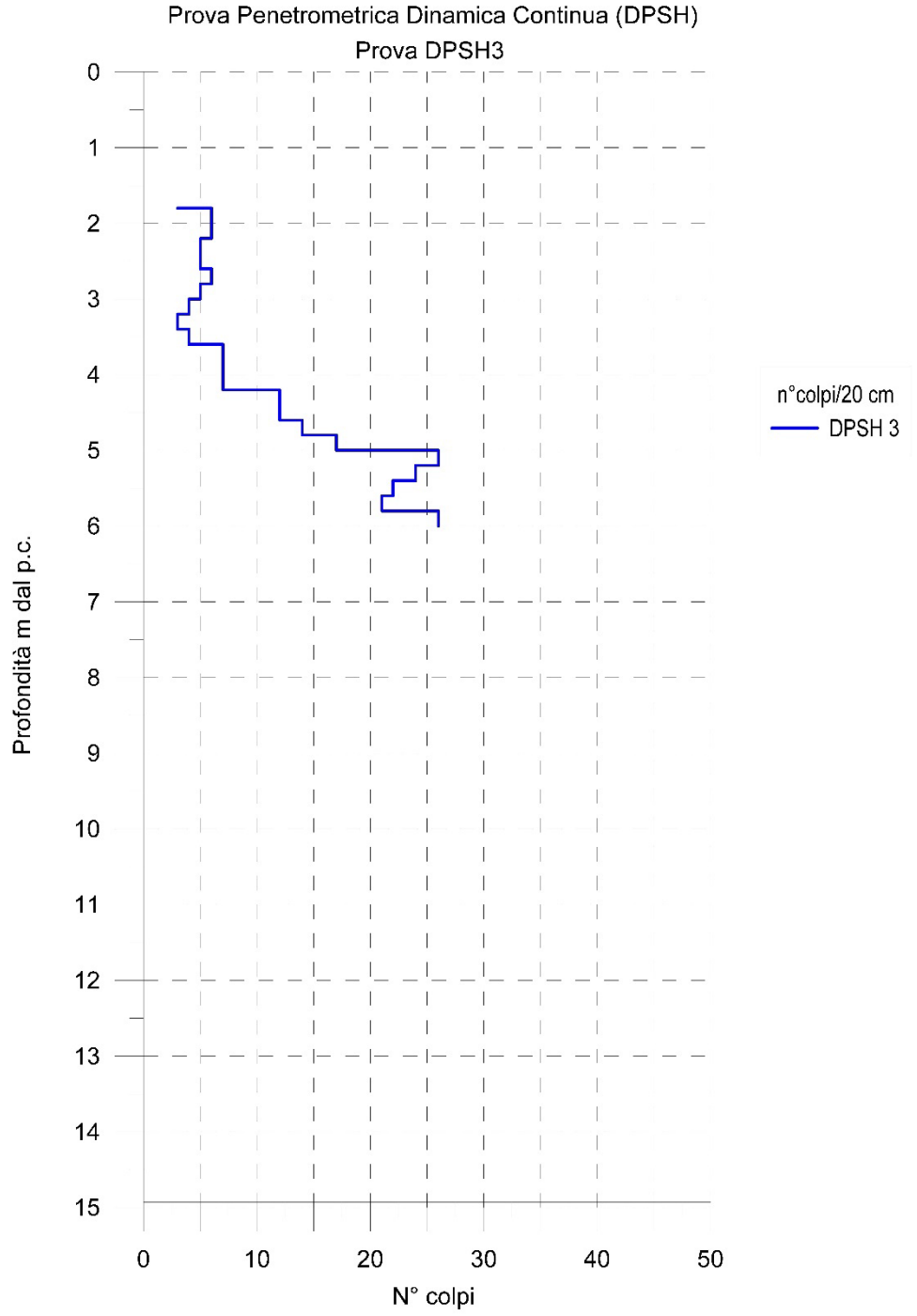
NOTE Falda (m): intercettata a 2,50 mt
coordinate: 40,737626° 14,468266°

Operatori: Manuel Scocco - Salvatore Ruocco

GeoGlobo
Società di Geologia

Reg. Comm. ODL12
Committente: GORI SpA

Località: Torre Annunziata (NA) - Via Mortelleto incrocio Via Solferino

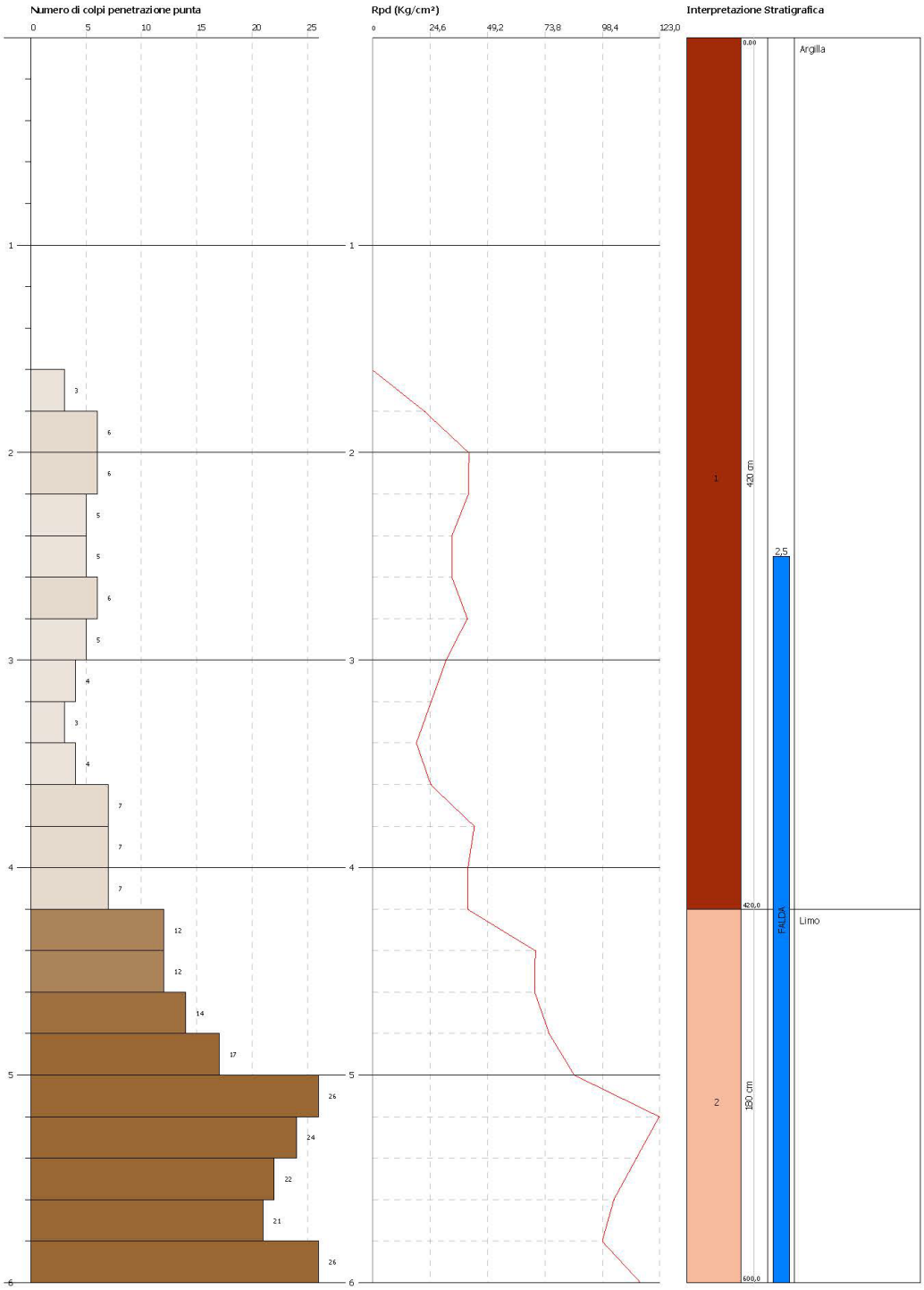


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH3
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :
Cantiere :
Località :

Data :15/03/2022

Scala 1



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	4,87	4,20	4,87	Skempton 1986	20,49
Strato 2	29,07	6,00	22,035	Skempton 1986	54,13

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	4,87	4,20	4,87	De Mello	25
Strato 2	29,07	6,00	22,035	De Mello	30,73

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	4,87	4,20	4,87	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 2	29,07	6,00	22,035	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	345,26

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	4,87	4,20	4,87	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,47
Strato 2	29,07	6,00	22,035	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	72,73

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	4,87	4,20	4,87	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	29,07	6,00	22,035	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	4,87	4,20	4,87	Meyerhof ed altri	1,53
Strato 2	29,07	6,00	22,035	Meyerhof ed altri	2,03

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	4,87	4,20	4,87	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	29,07	6,00	22,035	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	4,87	4,20	4,87	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	29,07	6,00	22,035	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	4,87	4,20	4,87	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	328,84
Strato 2	29,07	6,00	22,035	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	827,09

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	4,87	4,20	4,87		121,37
Strato 2	29,07	6,00	22,035		258,18

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	4,87	4,20	4,87	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	29,07	6,00	22,035	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	4,87	4,20	4,87	Navfac 1971-1982	0,96
Strato 2	29,07	6,00	22,035	Navfac 1971-1982	4,40

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	4,87	4,20	4,87	Robertson 1983	9,74
Strato 2	29,07	6,00	22,035	Robertson 1983	44,07

DPSH4

Comune di Torre Annunziata (NA)

Via Mortelleto – cortile scuola "I.C. Parini – Rovigliano"

Coordinate: 40.735934°N – 14.469553°E



GeoGlobo
Società di geologia

GeoGlobo s.r.l.
Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B – 80125 Napoli Tel. 081728195
Sede operativa: Via Tribuni della plebe, 17 – 80126 Napoli
P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,0
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@geoglobosrl.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA D. P. S. H.

Committente:	GORI SpA				
Località:	Torre Annunziata (NA)	N° certificato	C.32/2022	Pagina	1 di 1
Data Prova	10/03/2022				
Prova n.:	**DPSH4**	Data certificato	14/03/2022	Reg.Com.	ODL12
Profondità (m):	6,80				
Tipo di penetrometro:	Pagani TG63/100	N° accettazione	32/22	Sigla Prova	SCPT 32/22

Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi
0,2	1	6,2	26	12,2		18,2		24,2	
0,4	1	6,4	22	12,4		18,4		24,4	
0,6	1	6,6	27	12,6		18,6		24,6	
0,8	1	6,8	36	12,8		18,8		24,8	
1	3	7	RIF.	13		19		25	
1,2	3	7,2		13,2		19,2		25,2	
1,4	2	7,4		13,4		19,4		25,4	
1,6	2	7,6		13,6		19,6		25,6	
1,8	7	7,8		13,8		19,8		25,8	
2	7	8		14		20		26	
2,2	7	8,2		14,2		20,2		26,2	
2,4	7	8,4		14,4		20,4		26,4	
2,6	6	8,6		14,6		20,6		26,6	
2,8	6	8,8		14,8		20,8		26,8	
3	6	9		15		21		27	
3,2	5	9,2		15,2		21,2		27,2	
3,4	5	9,4		15,4		21,4		27,4	
3,6	4	9,6		15,6		21,6		27,6	
3,8	5	9,8		15,8		21,8		27,8	
4	7	10		16		22		28	
4,2	11	10,2		16,2		22,2		28,2	
4,4	9	10,4		16,4		22,4		28,4	
4,6	9	10,6		16,6		22,6		28,6	
4,8	12	10,8		16,8		22,8		28,8	
5	17	11		17		23		29	
5,2	19	11,2		17,2		23,2		29,2	
5,4	22	11,4		17,4		23,4		29,4	
5,6	22	11,6		17,6		23,6		29,6	
5,8	31	11,8		17,8		23,8		29,8	
6	26	12		18		24		30	

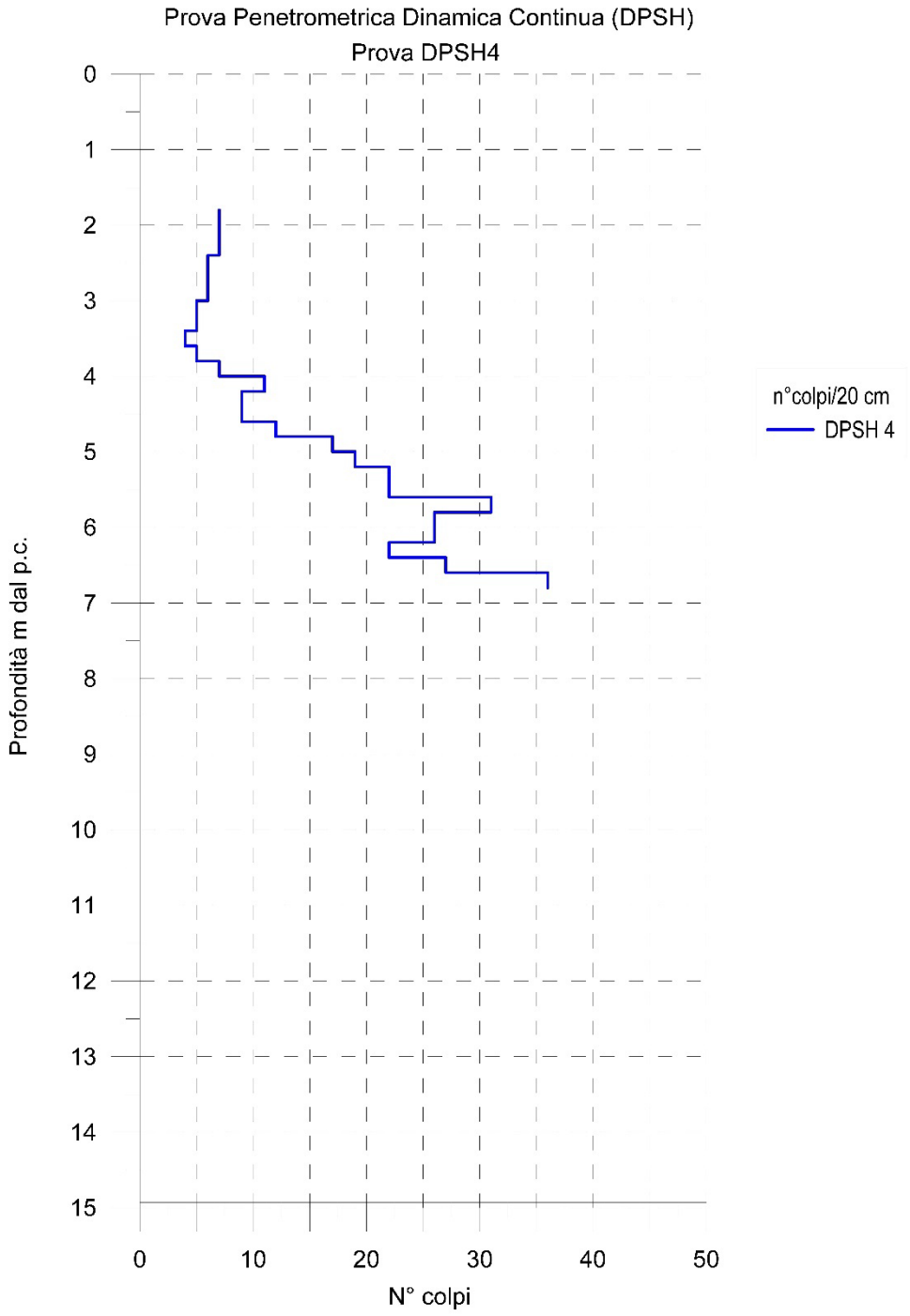
NOTE Falda (m): intercettata a 2,10 mt
coordinate: 40,735934° 14,469553°

Operatori: Manuel Scocco - Salvatore Ruocco

GeoGlobo
Società di Geologia

Reg. Comm. ODL12
Committente: GORI SpA

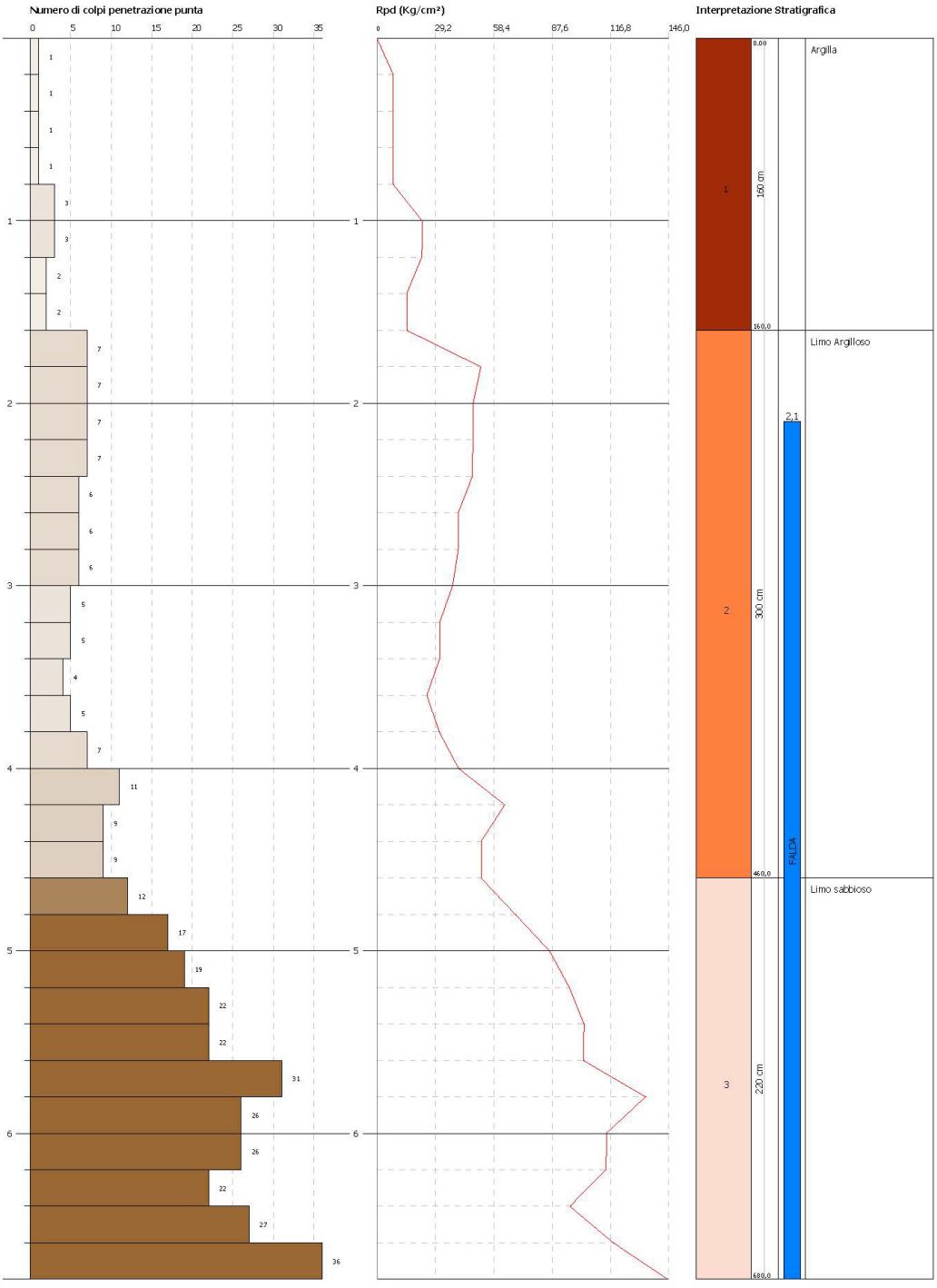
Località: Torre Annunziata (NA) - cortile scuola Parini - Rovigliano



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH4
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :
Cantiere :
Località :

Data :15/03/2022



GeoGlobo s.r.l.
Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B – 80125 Napoli Tel. 081/18955404
Sede operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli
P.I. 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli al n. NA-962671 Cap. Soc. € 10.000,00 i.v.
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; info@geoglobosrl.it; **PEC**: geoglobosrl@legalmail.it
Fatturazione Elettronica - PEC: fattura.geoglobosrl@legalmail.it **Cod. Univoco:** KRRH6B9

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH4

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2,63	1,60	2,63	Skempton 1986	14,24
Strato 2	10,12	4,60	10,12	Skempton 1986	33,25
Strato 3	35,55	6,80	25,275	Skempton 1986	58,29

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2,63	1,60	2,63	De Mello	22,67
Strato 2	10,12	4,60	10,12	De Mello	27,78
Strato 3	35,55	6,80	25,275	De Mello	31,25

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	2,63	1,60	2,63	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 2	10,12	4,60	10,12	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	255,90
Strato 3	35,55	6,80	25,275	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	369,56

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	2,63	1,60	2,63	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	32,87
Strato 2	10,12	4,60	10,12	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	48,25
Strato 3	35,55	6,80	25,275	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	79,38

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2,63	1,60	2,63	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	10,12	4,60	10,12	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	35,55	6,80	25,275	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	2,63	1,60	2,63	Meyerhof ed altri	1,43
Strato 2	10,12	4,60	10,12	Meyerhof ed altri	1,73
Strato 3	35,55	6,80	25,275	Meyerhof ed altri	2,08

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	2,63	1,60	2,63	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 2	10,12	4,60	10,12	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 3	35,55	6,80	25,275	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2,63	1,60	2,63	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	10,12	4,60	10,12	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	35,55	6,80	25,275	(A.G.I.)	0,3

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	2,63	1,60	2,63	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	225,69
Strato 2	10,12	4,60	10,12	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	514,13
Strato 3	35,55	6,80	25,275	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	899,40

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	2,63	1,60	2,63		89,2
Strato 2	10,12	4,60	10,12		174,97
Strato 3	35,55	6,80	25,275		276,51

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	2,63	1,60	2,63	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	10,12	4,60	10,12	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	35,55	6,80	25,275	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	2,63	1,60	2,63	Navfac 1971-1982	0,42
Strato 2	10,12	4,60	10,12	Navfac 1971-1982	2,13
Strato 3	35,55	6,80	25,275	Navfac 1971-1982	4,92

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm^2)
Strato 1	2,63	1,60	2,63	Robertson 1983	5,26
Strato 2	10,12	4,60	10,12	Robertson 1983	20,24
Strato 3	35,55	6,80	25,275	Robertson 1983	50,55

DPSH5

Comune di Torre Annunziata (NA)

Via Postiglione

Coordinate: 40°44’0.56”N – 14°28’12.74”E



GeoGlobo
Società di geologia
GeoGlobo s.r.l.
Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B – 80125 Napoli Tel. 081728195
Sede operativa: Via Tribuni della plebe, 17 – 80126 Napoli
P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,0
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@geoglobosrl.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA D. P. S. H.

Committente:	GORI SpA				
Località:	Torre Annunziata (NA)	N° certificato	C.33/2022	Pagina	1 di 1
Data Prova	10/03/2022				
Prova n.:	**DPSH5**	Data certificato	14/03/2022	Reg.Com.	ODL12
Profondità (m):	5,60				
Tipo di penetrometro:	Pagani TG63/100	N° accettazione	33/22	Sigla Prova	SCPT 33/22

Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi
0,2	2	6,2		12,2		18,2		24,2	
0,4	9	6,4		12,4		18,4		24,4	
0,6	5	6,6		12,6		18,6		24,6	
0,8	3	6,8		12,8		18,8		24,8	
1	2	7		13		19		25	
1,2	2	7,2		13,2		19,2		25,2	
1,4	3	7,4		13,4		19,4		25,4	
1,6	2	7,6		13,6		19,6		25,6	
1,8	3	7,8		13,8		19,8		25,8	
2	3	8		14		20		26	
2,2	4	8,2		14,2		20,2		26,2	
2,4	4	8,4		14,4		20,4		26,4	
2,6	4	8,6		14,6		20,6		26,6	
2,8	7	8,8		14,8		20,8		26,8	
3	8	9		15		21		27	
3,2	8	9,2		15,2		21,2		27,2	
3,4	9	9,4		15,4		21,4		27,4	
3,6	9	9,6		15,6		21,6		27,6	
3,8	10	9,8		15,8		21,8		27,8	
4	12	10		16		22		28	
4,2	17	10,2		16,2		22,2		28,2	
4,4	14	10,4		16,4		22,4		28,4	
4,6	16	10,6		16,6		22,6		28,6	
4,8	24	10,8		16,8		22,8		28,8	
5	27	11		17		23		29	
5,2	22	11,2		17,2		23,2		29,2	
5,4	26	11,4		17,4		23,4		29,4	
5,6	36	11,6		17,6		23,6		29,6	
5,8	RIF.	11,8		17,8		23,8		29,8	
6		12		18		24		30	

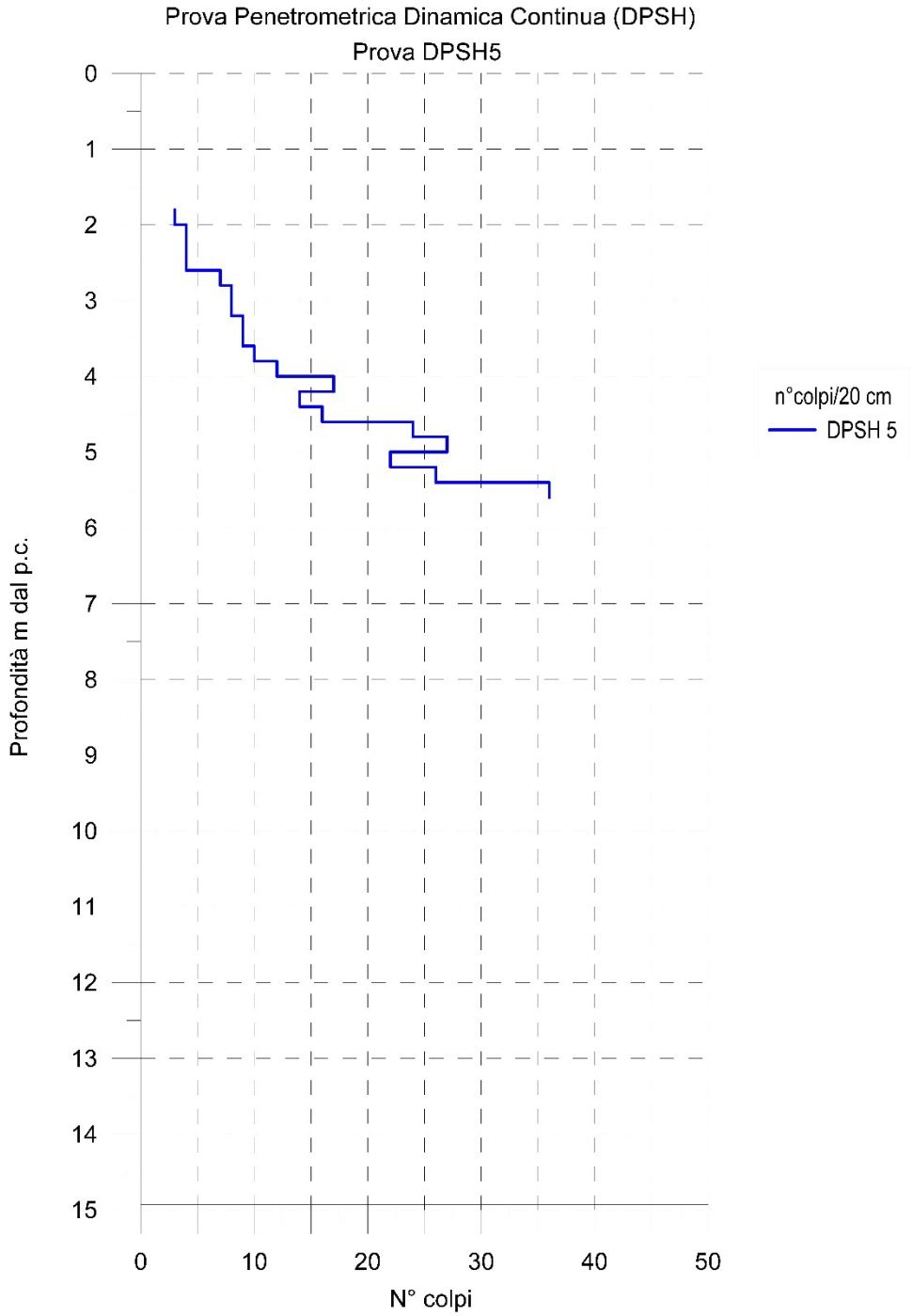
NOTE Falda (m): 4,40
coordinate: 40°44'0,56"N 14°28'12,75"E

Operatori: Manuel Scocco - Salvatore Ruocco

GeoGlobo
Società di Geologia

Reg. Comm. ODL12
Committente: GORI SpA

Località: Torre Annunziata (NA) - Via Postiglione

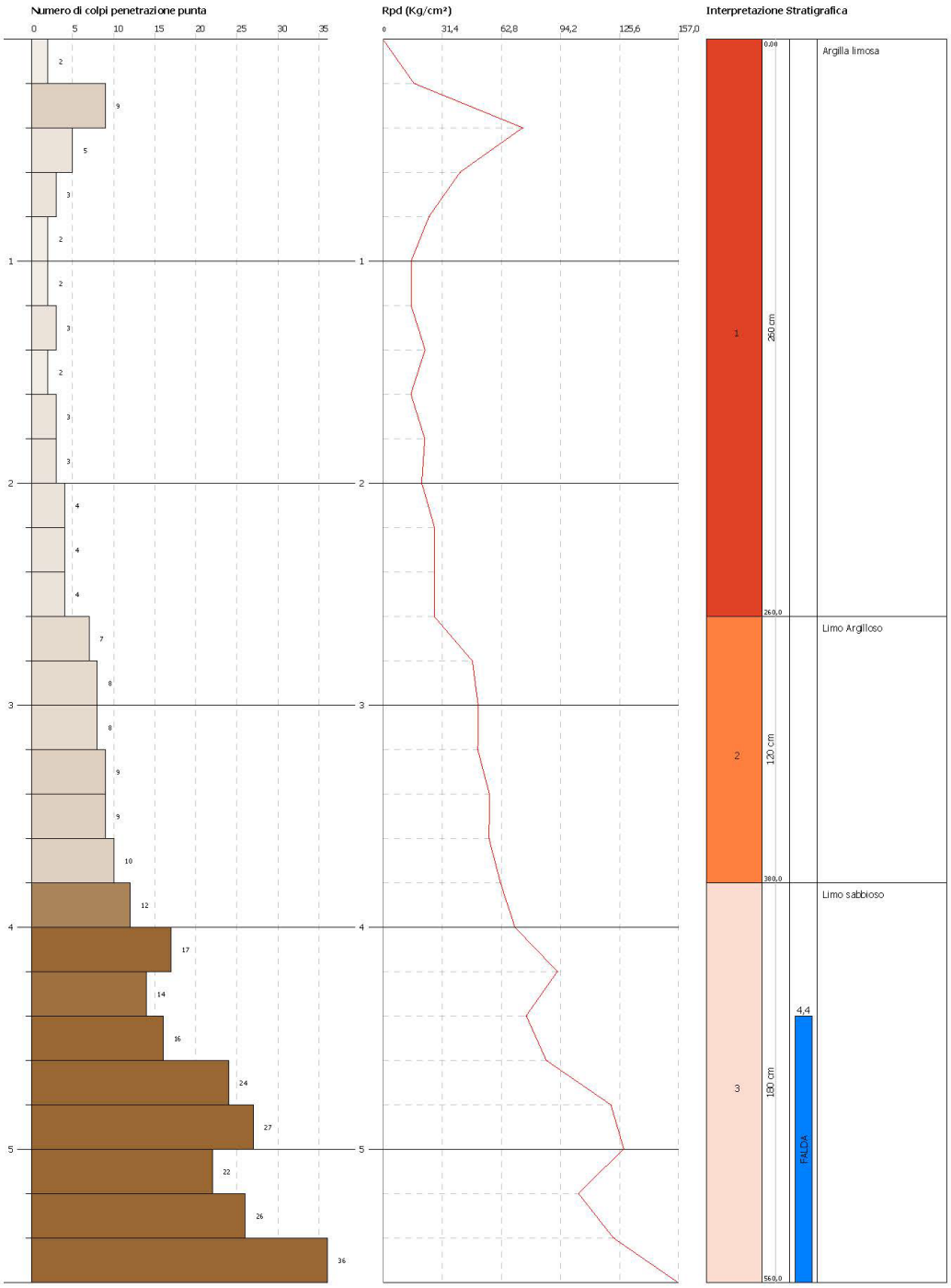


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH5
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :
Cantiere :
Località :

Data :15/03/2022

Scala 1:25



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH5

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	5,32	2,60	5,32	Skempton 1986	21,68
Strato 2	12,78	3,80	12,78	Skempton 1986	38,81
Strato 3	32,43	5,60	32,43	Skempton 1986	65,88

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	5,32	2,60	5,32	De Mello	25,34
Strato 2	12,78	3,80	12,78	De Mello	28,66
Strato 3	32,43	5,60	32,43	De Mello	32,19

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	5,32	2,60	5,32	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 2	12,78	3,80	12,78	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	275,85
Strato 3	32,43	5,60	32,43	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	423,23

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	5,32	2,60	5,32	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38,39
Strato 2	12,78	3,80	12,78	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	53,72
Strato 3	32,43	5,60	32,43	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	94,08

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	5,32	2,60	5,32	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	12,78	3,80	12,78	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	32,43	5,60	32,43	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	5,32	2,60	5,32	Meyerhof ed altri	1,55
Strato 2	12,78	3,80	12,78	Meyerhof ed altri	1,82
Strato 3	32,43	5,60	32,43	Meyerhof ed altri	2,16

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	5,32	2,60	5,32	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	12,78	3,80	12,78	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 3	32,43	5,60	32,43	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	5,32	2,60	5,32	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	12,78	3,80	12,78	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	32,43	5,60	32,43	(A.G.I.)	0,29

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	5,32	2,60	5,32	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	347,09
Strato 2	12,78	3,80	12,78	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	592,93
Strato 3	32,43	5,60	32,43	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	1047,37

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	5,32	2,60	5,32		126,86
Strato 2	12,78	3,80	12,78		196,62
Strato 3	32,43	5,60	32,43		313,21

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	5,32	2,60	5,32	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	12,78	3,80	12,78	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	32,43	5,60	32,43	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	5,32	2,60	5,32	Navfac 1971-1982	1,06
Strato 2	12,78	3,80	12,78	Navfac 1971-1982	2,68
Strato 3	32,43	5,60	32,43	Navfac 1971-1982	5,94

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	5,32	2,60	5,32	Robertson 1983	10,64
Strato 2	12,78	3,80	12,78	Robertson 1983	25,56
Strato 3	32,43	5,60	32,43	Robertson 1983	64,86

Allegato 4
RELAZIONE MASW

1 – PREMESSA

Su incarico della GORI S.p.A., sono state effettuate n°2 prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) per la redazione della relazione sulla modellazione sismica di sito inerente a lavori di ……., nel territorio comunale di Torre Annunziata (NA) (Figg. 1 – 3), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il sottosuolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del sottosuolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018).



Fig. 1 – Prospezione sismica MASW Sito n.1 effettuata presso il Comune.

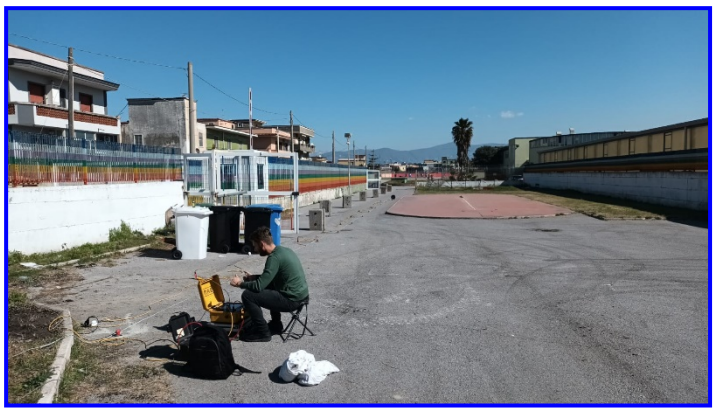


Fig. 2 – Prospezione sismica MASW Sito n.4 effettuata presso l'I.C. Parini Rovigliano.



Fig. 3 – Ubicazione degli stendimenti messi in opera su foto aerea di Google Earth.

2 - INDAGINE ESEGUITA

Al fine di caratterizzare sismicamente il sottosuolo nell'area oggetto di indagine, sono state eseguite n.2 prospezioni sismiche MASW (Figg. 1 – 2), con le seguenti caratteristiche (Tab. 1):

Prospezione sismica	*Lunghezza complessiva dello stendimento (m)*	*Spacing (m)*	*Offset (m)*	*Direzione*	*Coordinate Geografiche WSG84*	
					N	*E*
MASW Sito n. 1	*39.0*	*3.0*	*3.0*	*N 44° E*	*40.740973°*	*14.474865°*
MASW Sito n. 4	*39.0*	*3.0*	*3.0*	*N 40° E*	*40.735902°*	*14.469617°*

Tab. 1 – Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative agli stendimenti geofonici messi in opera.

Le indagini sono state condotte mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor); M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves); S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise).

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo.

L'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows XP embedded.

La sorgente sismica (Fig. 4) è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 6*kg* che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14*Hz*, posto in prossimità della piastra.

Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta.

La sorgente è stata posizionata all'inizio ed alla fine di ogni stendimento geofonico, con offset pari a 3.0*m*, in modo da ottenere profili sismici diretti ed inversi. Le oscillazioni del sottosuolo sono state rilevate da 12 geofoni verticali (Geospace – 4.5*Hz*) posizionati lungo i profili di indagine con spacing predefiniti (Figg. 1 – 2; Tab. 1). La lunghezza complessiva di ogni stendimento geofonico è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità massima di 35.1*m* dal p.c..

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.



Fig. 4 – Sorgente energizzante, costituita da massa battente su piastra di alluminio. Come starter/trigger è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz.

3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale T=2.048s, sono state effettuate con passo di campionamento dt=0.5ms. La frequenza di campionamento è data da: $f_{campionamento}$=1/dt=2000Hz. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{Nyquist}$ =1/2dt=1000Hz. La frequenza minima dei segnali è data da: f_{min}=1/T=0.488Hz.

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey.

Gli elaborati relativi alle prove effettuate sono di seguito riportati (Figg. 5 – 10).

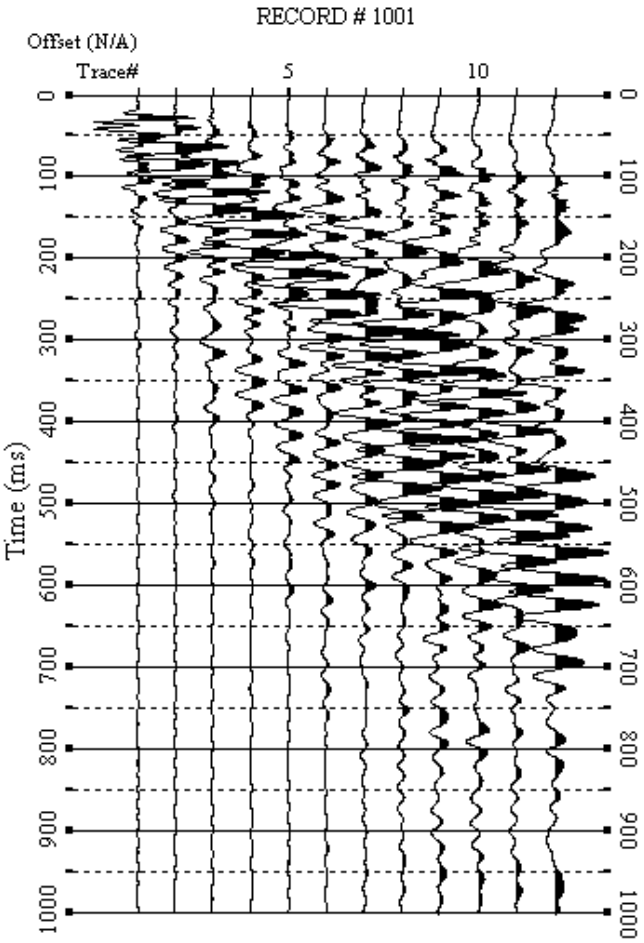


Fig. 5 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW Sito n. 1. Finestra temporale [0-1000]ms.

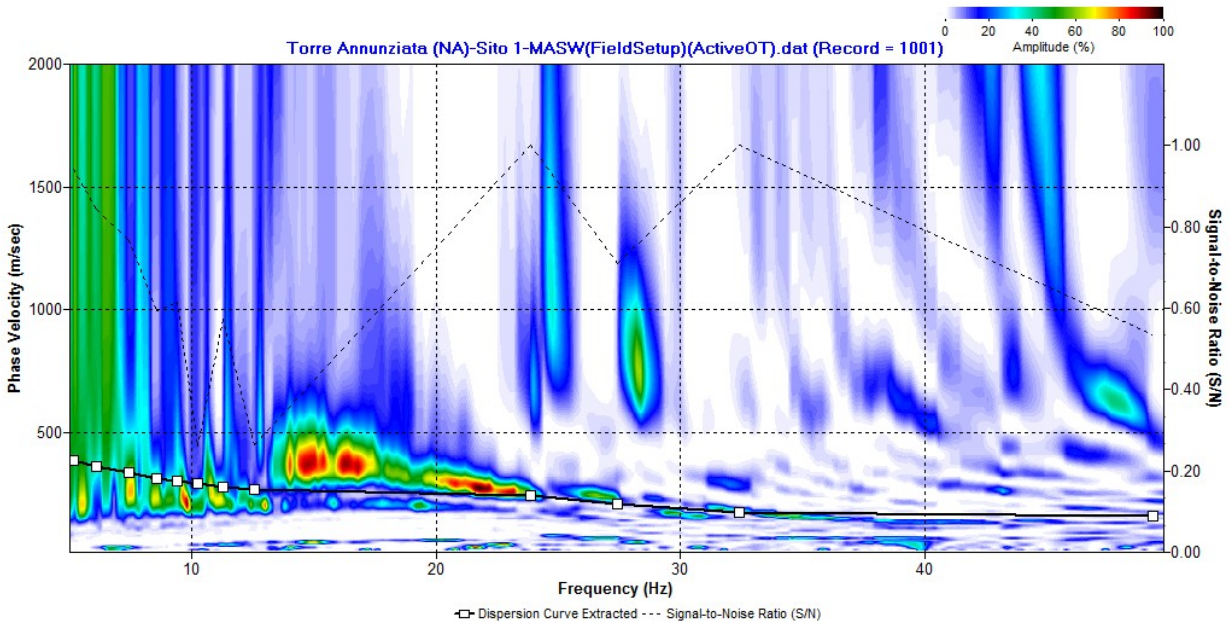


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW Sito Sito n. 1.

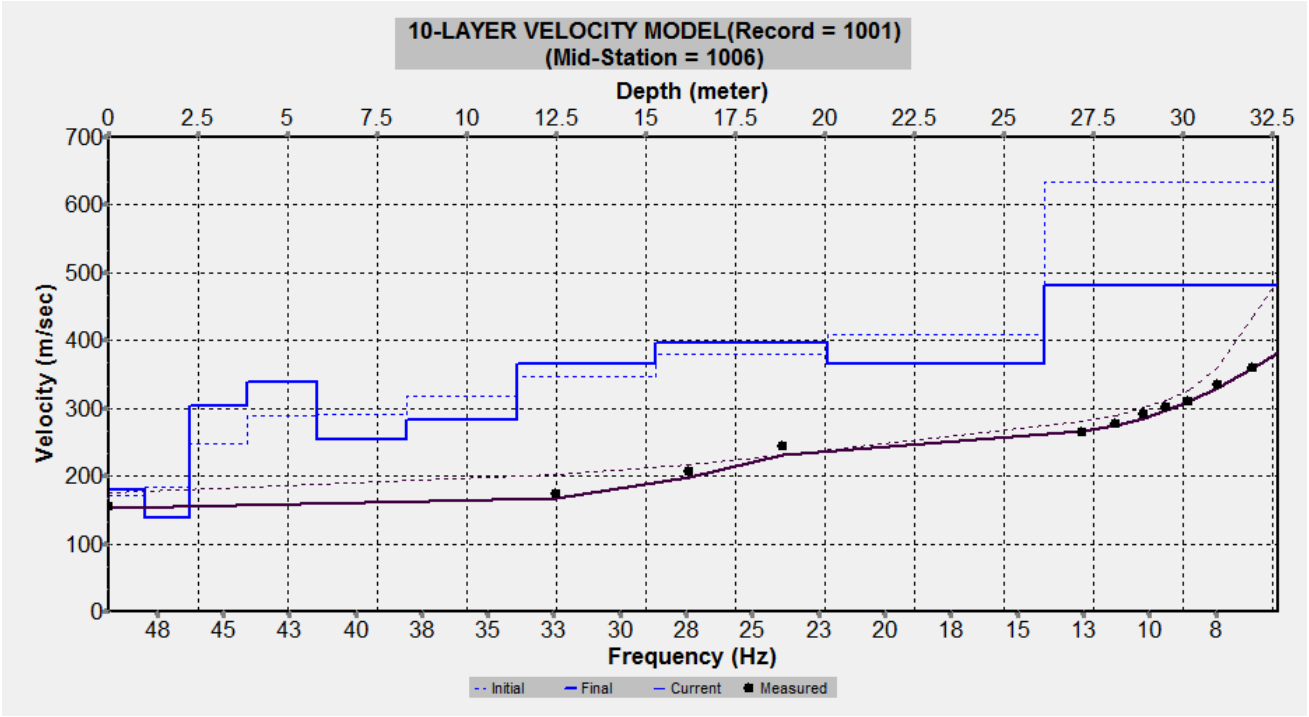


Fig. 7 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW Sito n. 1.

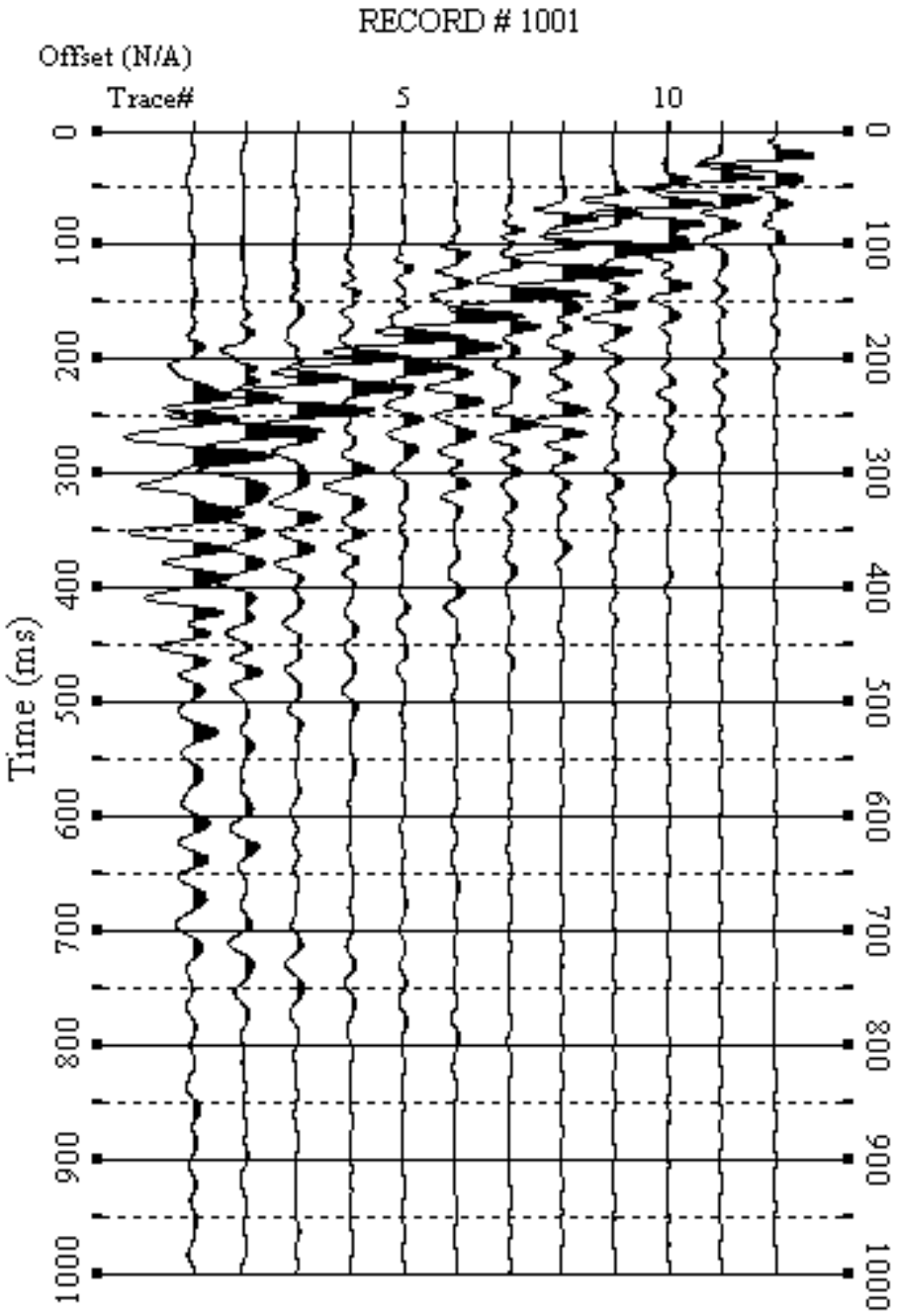


Fig. 8 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW Sito n. 4. Finestra temporale [0-1000]ms.

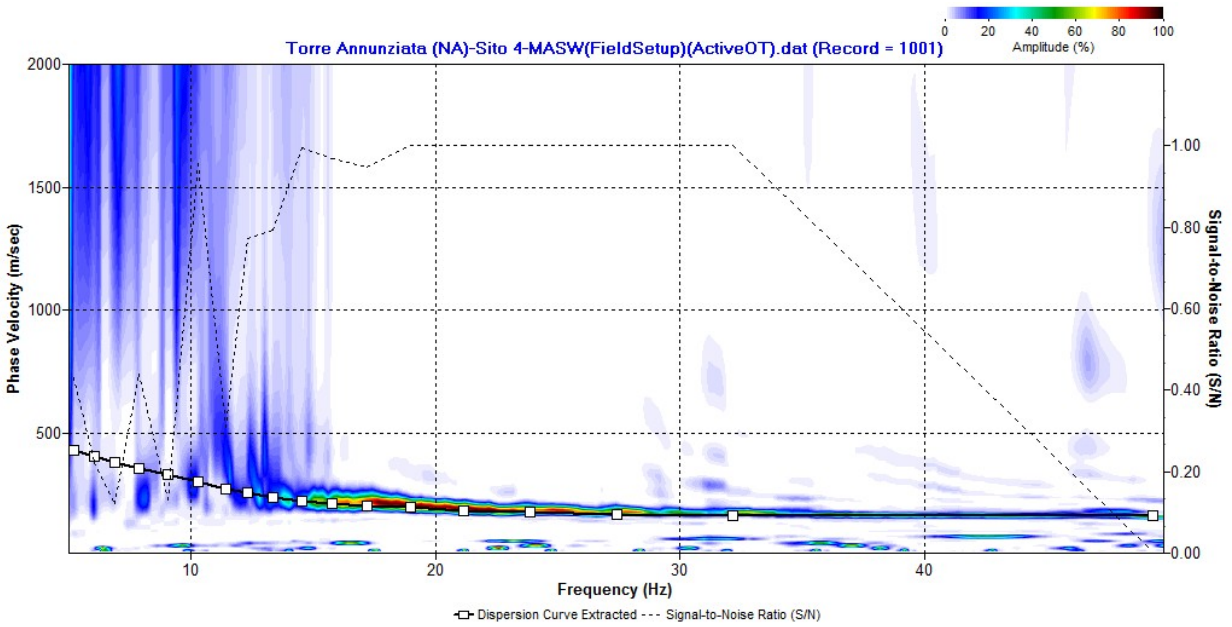


Fig. 9 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW Sito n. 4.

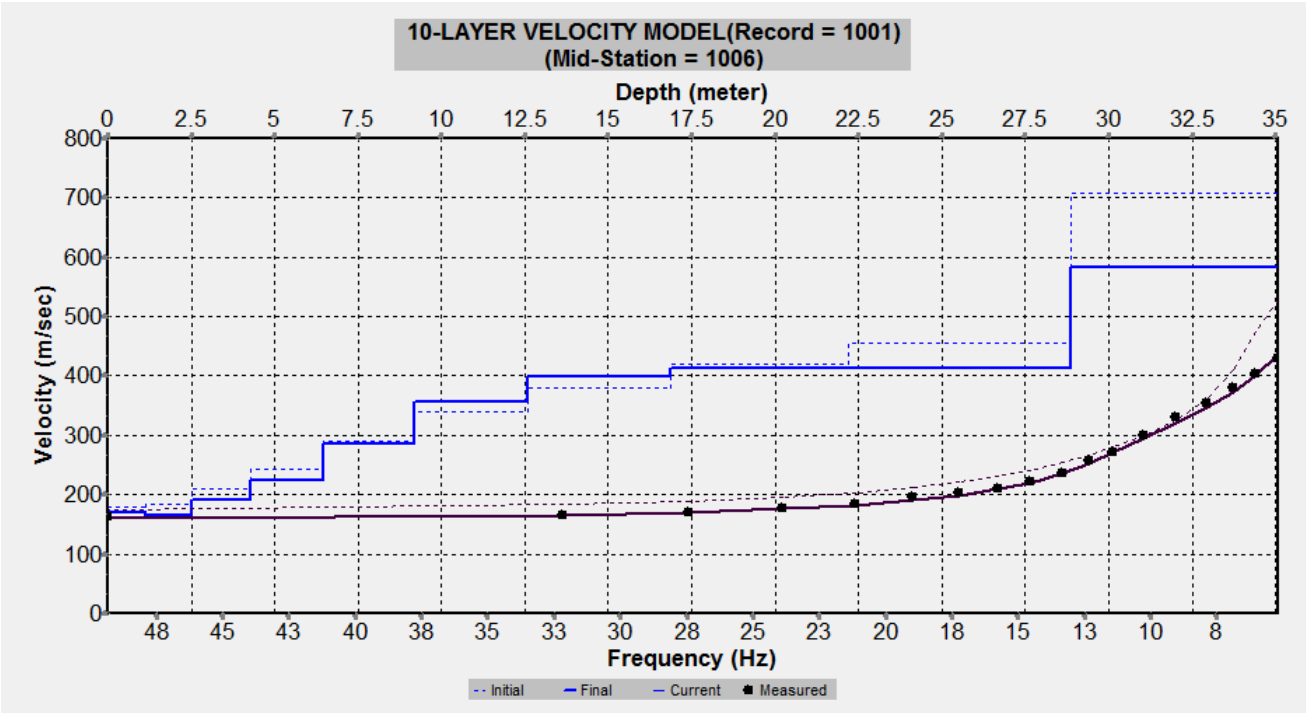


Fig. 10 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW Sito n. 4.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

Le indagini sismiche MASW effettuate, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., hanno fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

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

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	*$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)*	*Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)*
MASW Sito n. 1	*[320]*	*C*
MASW Sito n. 4	*[317]*	*C*

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalle prospezioni sismiche MASW effettuate.

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

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$
T_2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$.

5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE

È noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni molto diverse in località tra loro vicine a causa di una differente risposta sismica locale; ad esempio, per lo stesso sisma registrato da strumenti identici e a breve distanza reciproca, uno posto su di una coltre alluvionale di 200*m* di spessore, l'altro su rocce cristalline, fu rilevato un rapporto di ampiezza pari a 5 corrispondente a circa 2 unità della scala sismica delle intensità (Carrara et al., 1992). D'altra parte, lo stesso concetto di magnitudo tiene conto di ciò, legando la sua valutazione all'ampiezza del moto del sottosuolo normalizzata sia mediante una funzione di attenuazione con la distanza, sia mediante un coefficiente di stazione e quest'ultimo è legato, appunto, alla diversa risposta dei siti di registrazione ad uno stesso evento sismico.

Questo fenomeno fu notato per la prima volta un secolo fa quando, durante il tristemente noto terremoto di S. Francisco del 1906, edifici praticamente identici per forma, dimensioni e materiali impiegati, subirono danni sensibilmente diversi (alcuni edifici subirono crolli totali mentre altri subirono danni praticamente trascurabili).

È ormai assodato che le caratteristiche con cui si presenta un sisma in un dato sito sono fortemente dipendenti oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma.

In sostanza la risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3

sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze delle prospezioni sismiche MASW precedentemente descritte.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV).

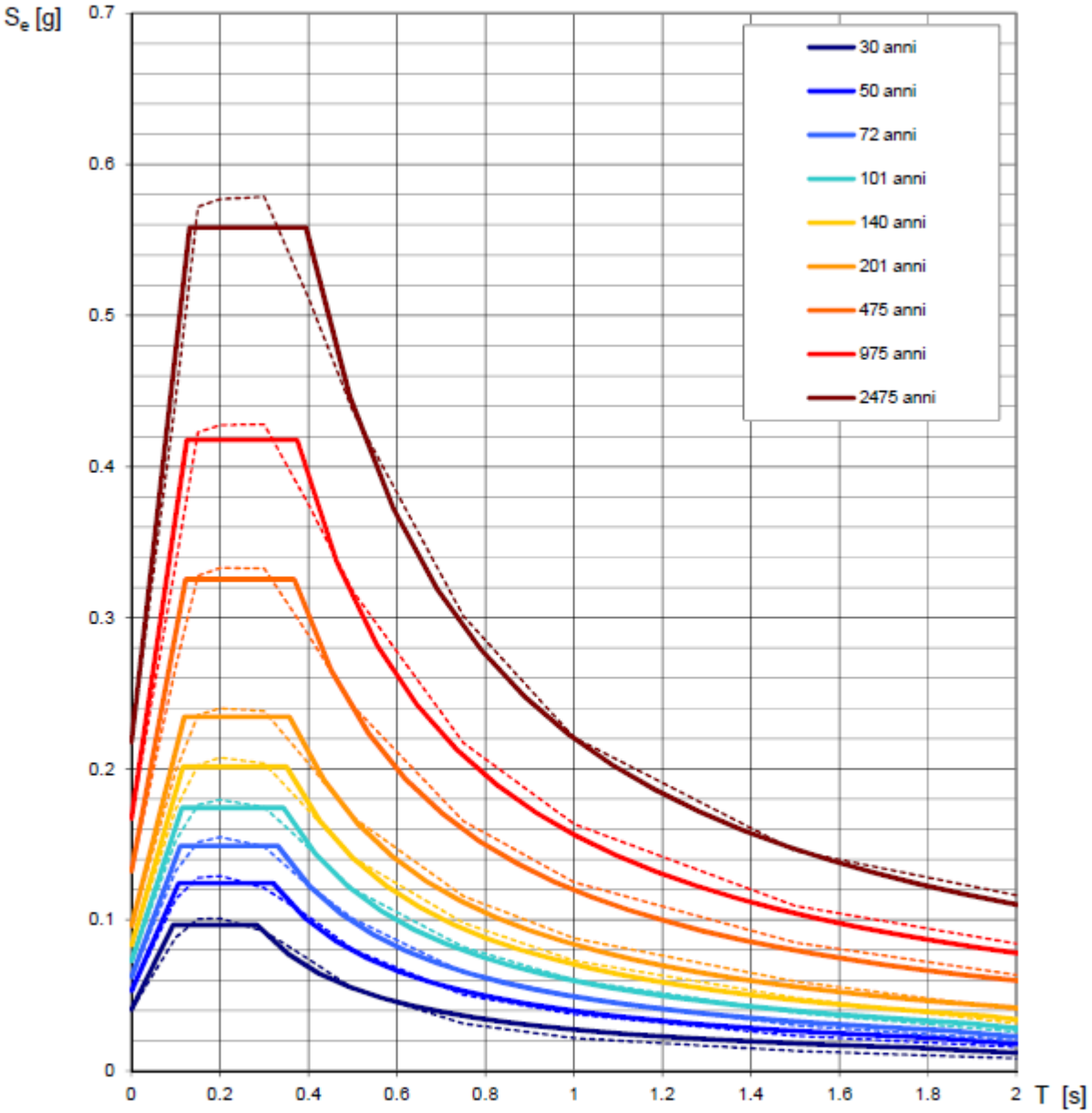
Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di sottosuolo **C** – categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

Sito n. 1

SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.474865 – LAT. 40.740973 (IN GRADI DECIMALI)

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.041	2.383	0.283
50	0.053	2.345	0.320
72	0.062	2.393	0.331
101	0.073	2.397	0.343
140	0.083	2.426	0.350
201	0.096	2.439	0.357
475	0.132	2.462	0.368
975	0.167	2.501	0.374
2475	0.218	2.565	0.394

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g, F_0, T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Fig. 11 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno Tr di riferimento per categoria di sottosuolo A.

SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.474865 – LAT. 40.740973 (IN GRADI DECIMALI)

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.053 g
F_o	2.346
T_C^*	0.320 s
S_S	1.500
C_C	1.529
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.163 s
T_C	0.490 s
T_D	1.812 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

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

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura.

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.080
T_B ←	0.163	0.187
T_C ←	0.490	0.187
	0.553	0.166
	0.616	0.149
	0.679	0.135
	0.742	0.123
	0.805	0.114
	0.868	0.105
	0.931	0.098
	0.994	0.092
	1.056	0.087
	1.119	0.082
	1.182	0.077
	1.245	0.073
	1.308	0.070
	1.371	0.067
	1.434	0.064
	1.497	0.061
	1.560	0.059
	1.623	0.056
	1.686	0.054
	1.749	0.052
T_D ←	1.812	0.050
	1.917	0.045
	2.021	0.041
	2.125	0.037
	2.229	0.033
	2.333	0.030
	2.437	0.028
	2.542	0.026
	2.646	0.024
	2.750	0.022
	2.854	0.020
	2.958	0.019
	3.062	0.018
	3.167	0.017
	3.271	0.015
	3.375	0.015
	3.479	0.014
	3.583	0.013
	3.687	0.012
	3.792	0.012
	3.896	0.011
	4.000	0.010

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.017 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.730
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.017
T_B ◄	0.050	0.026
T_C ◄	0.150	0.026
	0.235	0.016
	0.320	0.012
	0.405	0.010
	0.490	0.008
	0.575	0.007
	0.660	0.006
	0.745	0.005
	0.830	0.005
	0.915	0.004
T_D ◄	1.000	0.004
	1.094	0.003
	1.188	0.003
	1.281	0.002
	1.375	0.002
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.656	0.001
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.000
	2.969	0.000
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

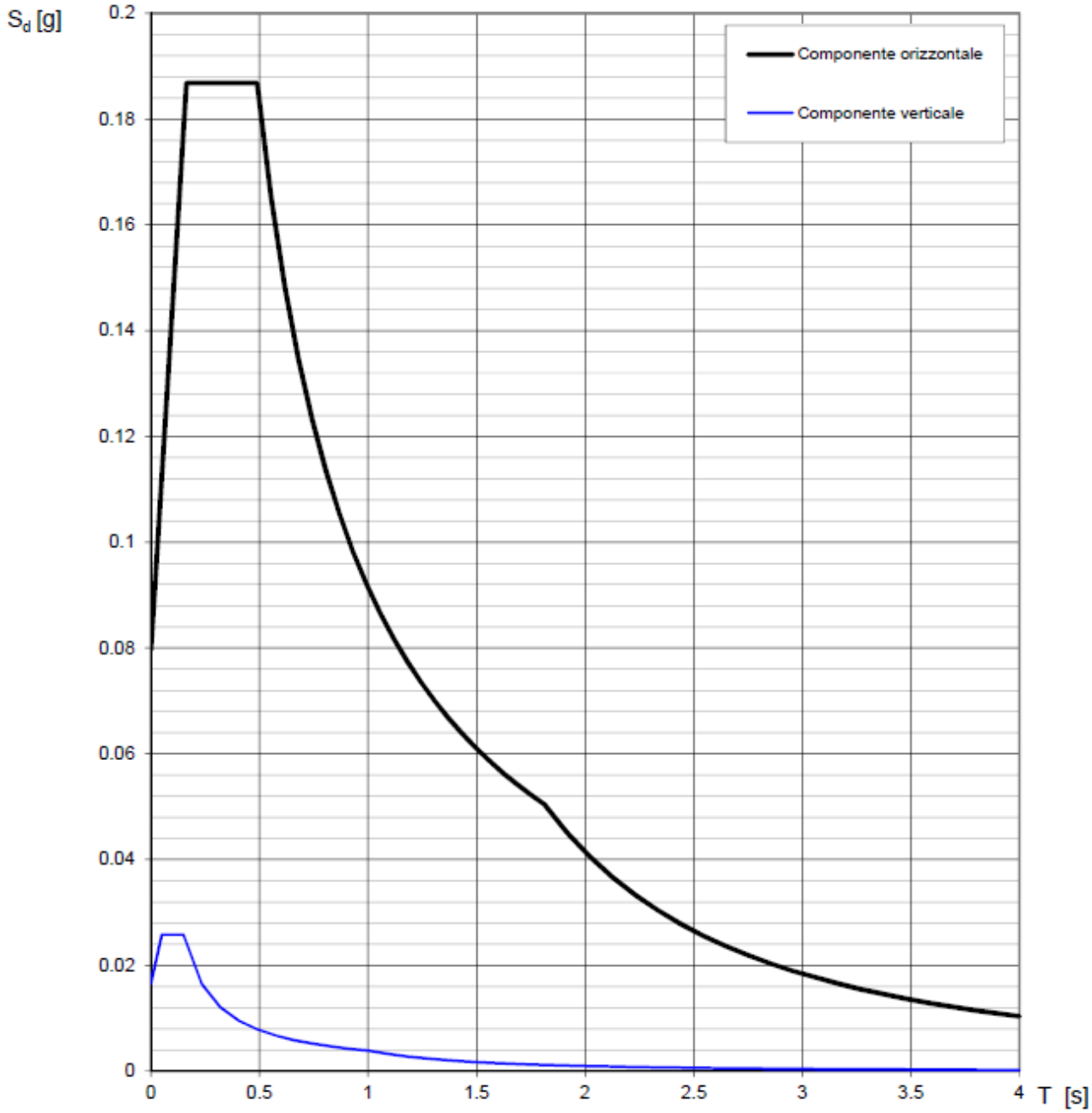


Fig. 12 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.132 g
F_o	2.462
T_C^*	0.368 s
S_S	1.500
C_C	1.461
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.179 s
T_C	0.537 s
T_D	2.129 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

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

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura.

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.198
T_B ←	0.179	0.488
T_C ←	0.537	0.488
	0.613	0.428
	0.689	0.381
	0.764	0.343
	0.840	0.312
	0.916	0.286
	0.992	0.264
	1.068	0.245
	1.143	0.229
	1.219	0.215
	1.295	0.202
	1.371	0.191
	1.447	0.181
	1.522	0.172
	1.598	0.164
	1.674	0.157
	1.750	0.150
	1.825	0.144
	1.901	0.138
	1.977	0.133
	2.053	0.128
T_D ←	2.129	0.123
	2.218	0.113
	2.307	0.105
	2.396	0.097
	2.485	0.090
	2.574	0.084
	2.663	0.079
	2.752	0.074
	2.841	0.069
	2.931	0.065
	3.020	0.061
	3.109	0.058
	3.198	0.055
	3.287	0.052
	3.376	0.049
	3.465	0.046
	3.554	0.044
	3.644	0.042
	3.733	0.040
	3.822	0.038
	3.911	0.036
	4.000	0.035

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.065 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.208
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.065
T_B ←	0.050	0.106
T_C ←	0.150	0.106
	0.235	0.068
	0.320	0.050
	0.405	0.039
	0.490	0.033
	0.575	0.028
	0.660	0.024
	0.745	0.021
	0.830	0.019
	0.915	0.017
T_D ←	1.000	0.016
	1.094	0.013
	1.188	0.011
	1.281	0.010
	1.375	0.008
	1.469	0.007
	1.563	0.007
	1.656	0.006
	1.750	0.005
	1.844	0.005
	1.938	0.004
	2.031	0.004
	2.125	0.004
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \ge 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

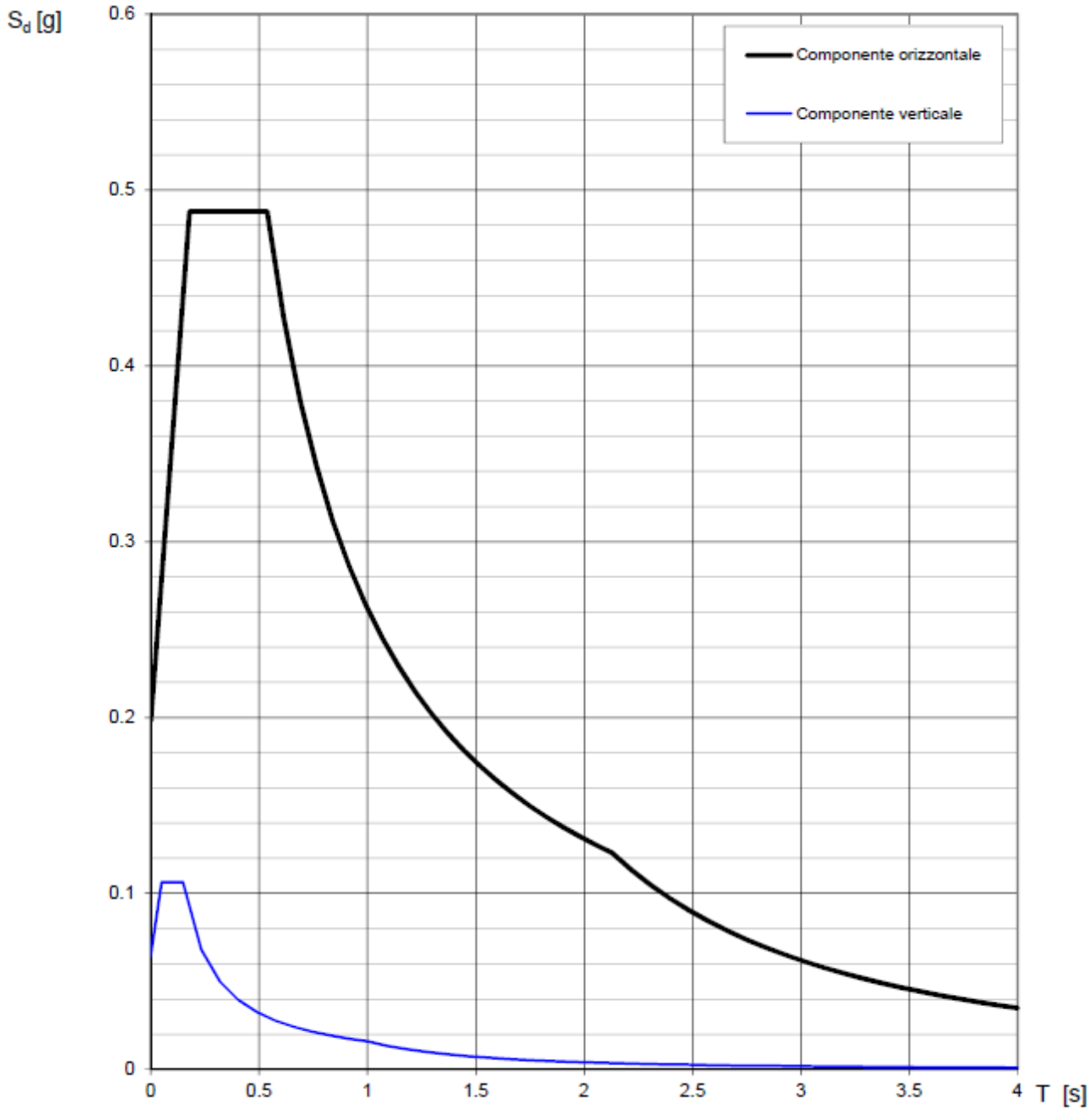


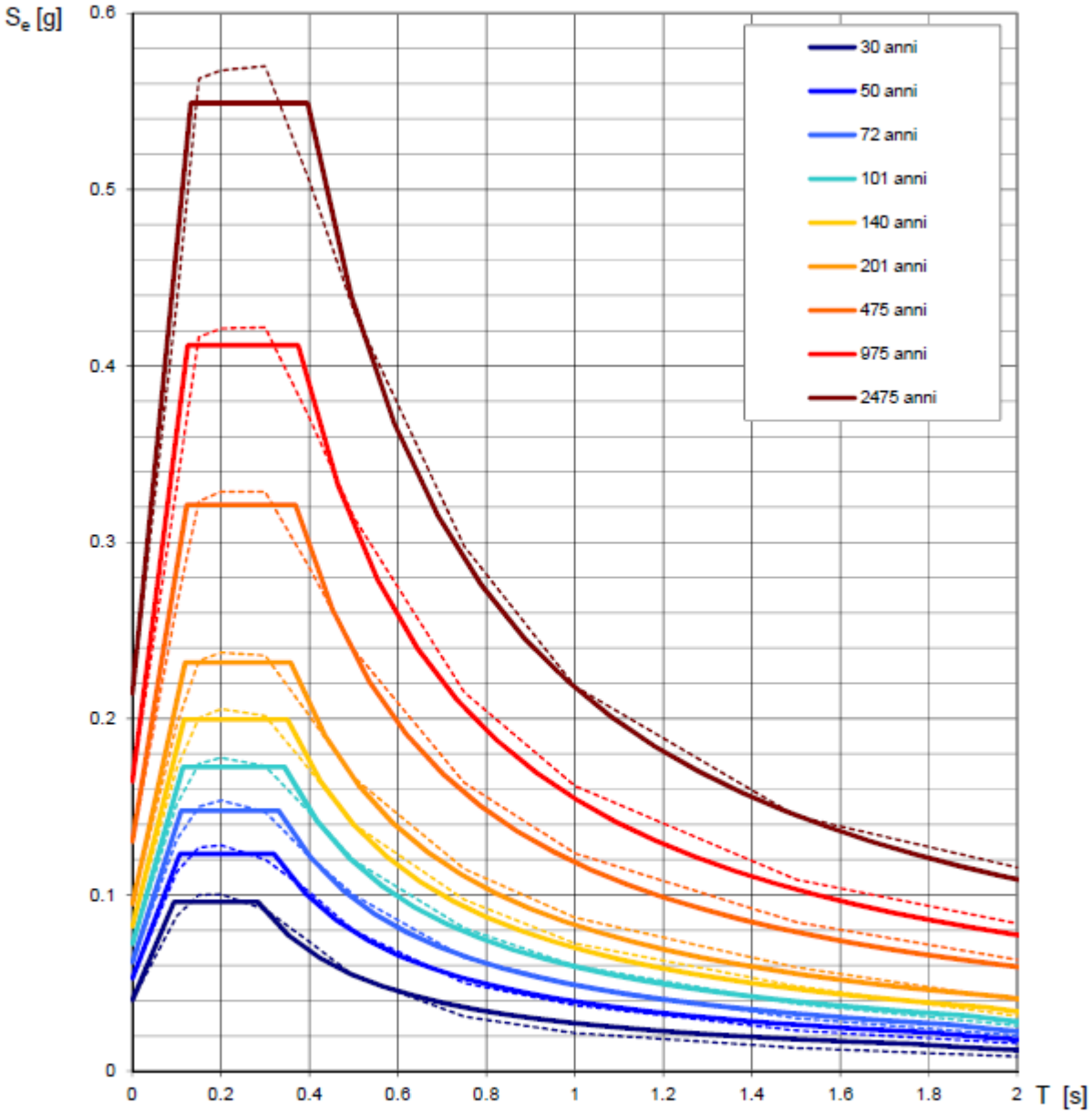
Fig. 13 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Sito n. 4

SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.469617 – LAT. 40.735902 (IN GRADI DECIMALI)

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.040	2.386	0.283
50	0.053	2.344	0.320
72	0.062	2.395	0.331
101	0.072	2.397	0.343
140	0.082	2.429	0.350
201	0.095	2.444	0.358
475	0.130	2.467	0.368
975	0.164	2.505	0.375
2475	0.214	2.565	0.396

Tab. 10 - Prospetto dei valori dei parametri a_g, F_0, T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Fig. 14 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno Tr di riferimento per categoria di sottosuolo A.

SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.469617 – LAT. 40.735902 (IN GRADI DECIMALI)

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.053 g
F_o	2.345
T_C^*	0.320 s
S_S	1.500
C_C	1.529
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.163 s
T_C	0.490 s
T_D	1.811 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

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

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura.

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.079
T_B ←	0.163	0.185
T_C ←	0.490	0.185
	0.553	0.164
	0.616	0.147
	0.679	0.134
	0.741	0.122
	0.804	0.113
	0.867	0.105
	0.930	0.098
	0.993	0.091
	1.056	0.086
	1.119	0.081
	1.182	0.077
	1.245	0.073
	1.307	0.069
	1.370	0.066
	1.433	0.063
	1.496	0.061
	1.559	0.058
	1.622	0.056
	1.685	0.054
	1.748	0.052
T_D ←	1.811	0.050
	1.915	0.045
	2.019	0.040
	2.123	0.036
	2.228	0.033
	2.332	0.030
	2.436	0.028
	2.540	0.025
	2.645	0.023
	2.749	0.022
	2.853	0.020
	2.957	0.019
	3.062	0.018
	3.166	0.016
	3.270	0.015
	3.374	0.014
	3.479	0.014
	3.583	0.013
	3.687	0.012
	3.791	0.011
	3.896	0.011
	4.000	0.010

Tab. 11 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.016 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.726
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.016
T_B ◄	0.050	0.026
T_C ◄	0.150	0.026
	0.235	0.016
	0.320	0.012
	0.405	0.009
	0.490	0.008
	0.575	0.007
	0.660	0.006
	0.745	0.005
	0.830	0.005
	0.915	0.004
T_D ◄	1.000	0.004
	1.094	0.003
	1.188	0.003
	1.281	0.002
	1.375	0.002
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.656	0.001
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.000
	2.875	0.000
	2.969	0.000
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

Tab. 12 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \ge 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

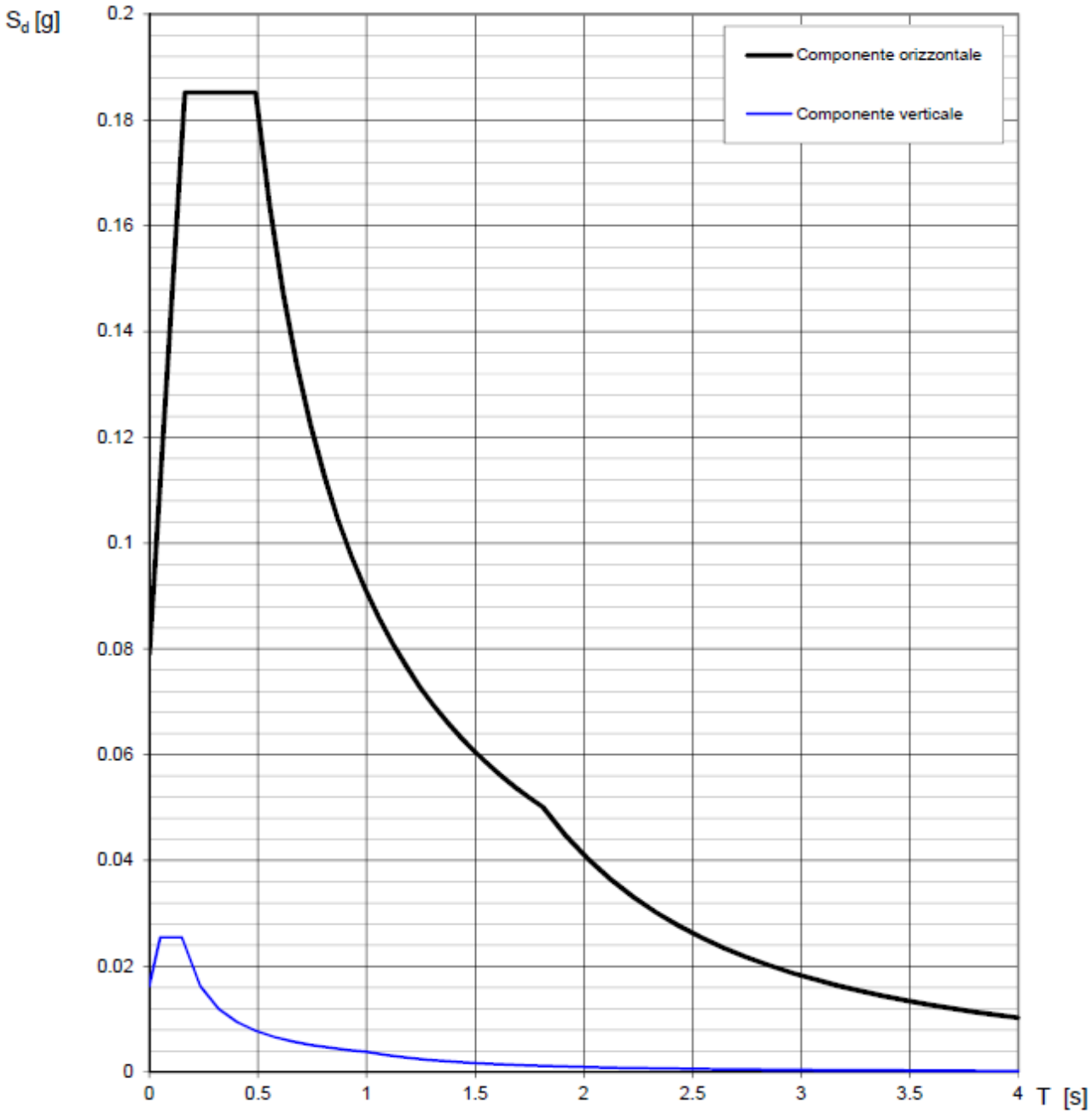


Fig. 15 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.130 g
F_o	2.467
T_C^*	0.368 s
S_S	1.500
C_C	1.460
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.179 s
T_C	0.538 s
T_D	2.121 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

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

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura.

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.195
T_B ←	0.179	0.482
T_C ←	0.538	0.482
	0.613	0.422
	0.689	0.376
	0.764	0.339
	0.839	0.309
	0.915	0.283
	0.990	0.262
	1.065	0.243
	1.141	0.227
	1.216	0.213
	1.292	0.201
	1.367	0.189
	1.442	0.180
	1.518	0.171
	1.593	0.163
	1.668	0.155
	1.744	0.149
	1.819	0.142
	1.894	0.137
	1.970	0.131
	2.045	0.127
T_D ←	2.121	0.122
	2.210	0.112
	2.300	0.104
	2.389	0.096
	2.479	0.089
	2.568	0.083
	2.658	0.078
	2.747	0.073
	2.837	0.068
	2.926	0.064
	3.016	0.060
	3.105	0.057
	3.195	0.054
	3.284	0.051
	3.374	0.048
	3.463	0.046
	3.553	0.044
	3.642	0.041
	3.732	0.039
	3.821	0.038
	3.911	0.036
	4.000	0.034

Tab. 13 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.063 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.201
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.063
T_B ◄	0.050	0.104
T_C ◄	0.150	0.104
	0.235	0.067
	0.320	0.049
	0.405	0.039
	0.490	0.032
	0.575	0.027
	0.660	0.024
	0.745	0.021
	0.830	0.019
	0.915	0.017
T_D ◄	1.000	0.016
	1.094	0.013
	1.188	0.011
	1.281	0.010
	1.375	0.008
	1.469	0.007
	1.563	0.006
	1.656	0.006
	1.750	0.005
	1.844	0.005
	1.938	0.004
	2.031	0.004
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 14 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

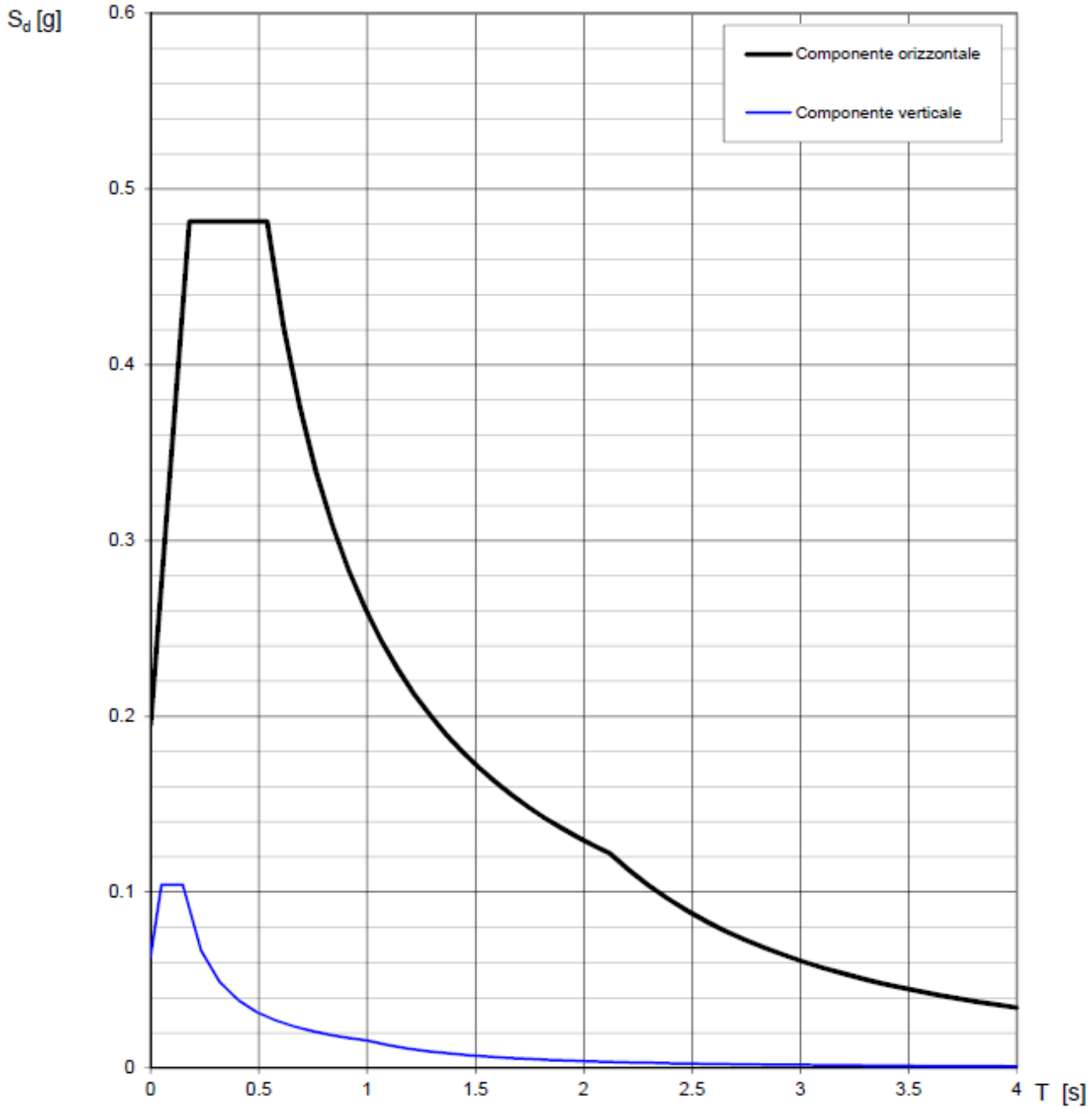


Fig. 16 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

6 – CONCLUSIONI

Il territorio comunale di Torre Annunziata (NA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in II categoria - S=9 - a_g=*0.25g* (Fig. 17).

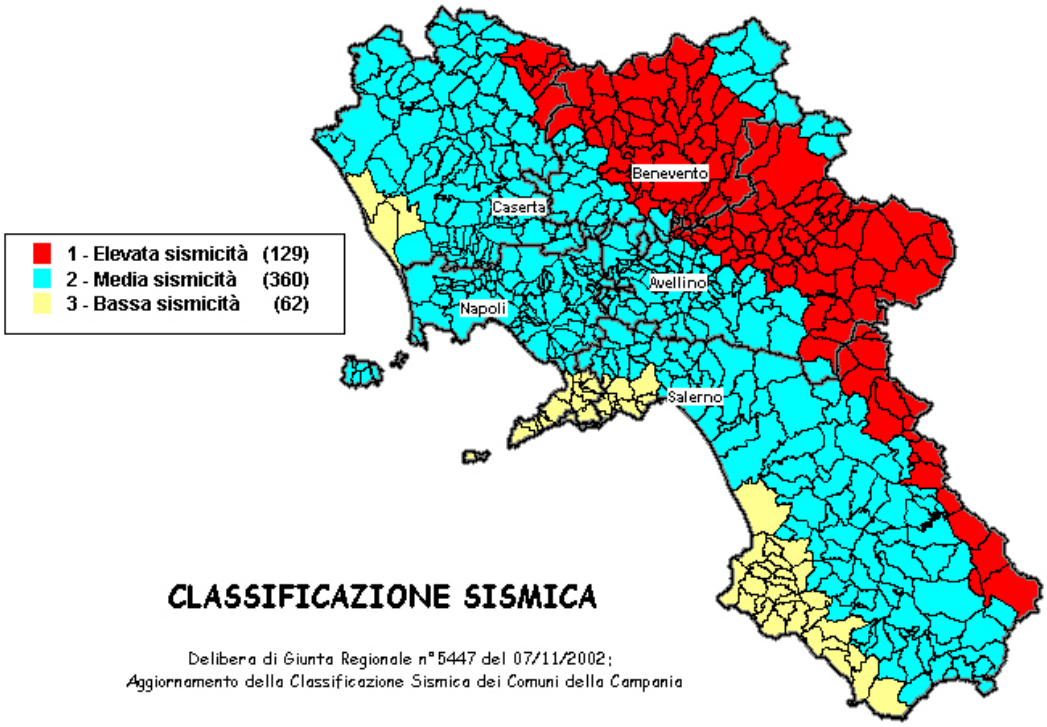


Fig. 17 – Classificazione sismica del 2002 dei Comuni della Regione Campania. Zona 1, valore di a_g=0.35g; Zona 2, valore di a_g=0.25g; Zona 3, valore di a_g=0.15g.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 18), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Torre Annunziata (NA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.125 e 0.150 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

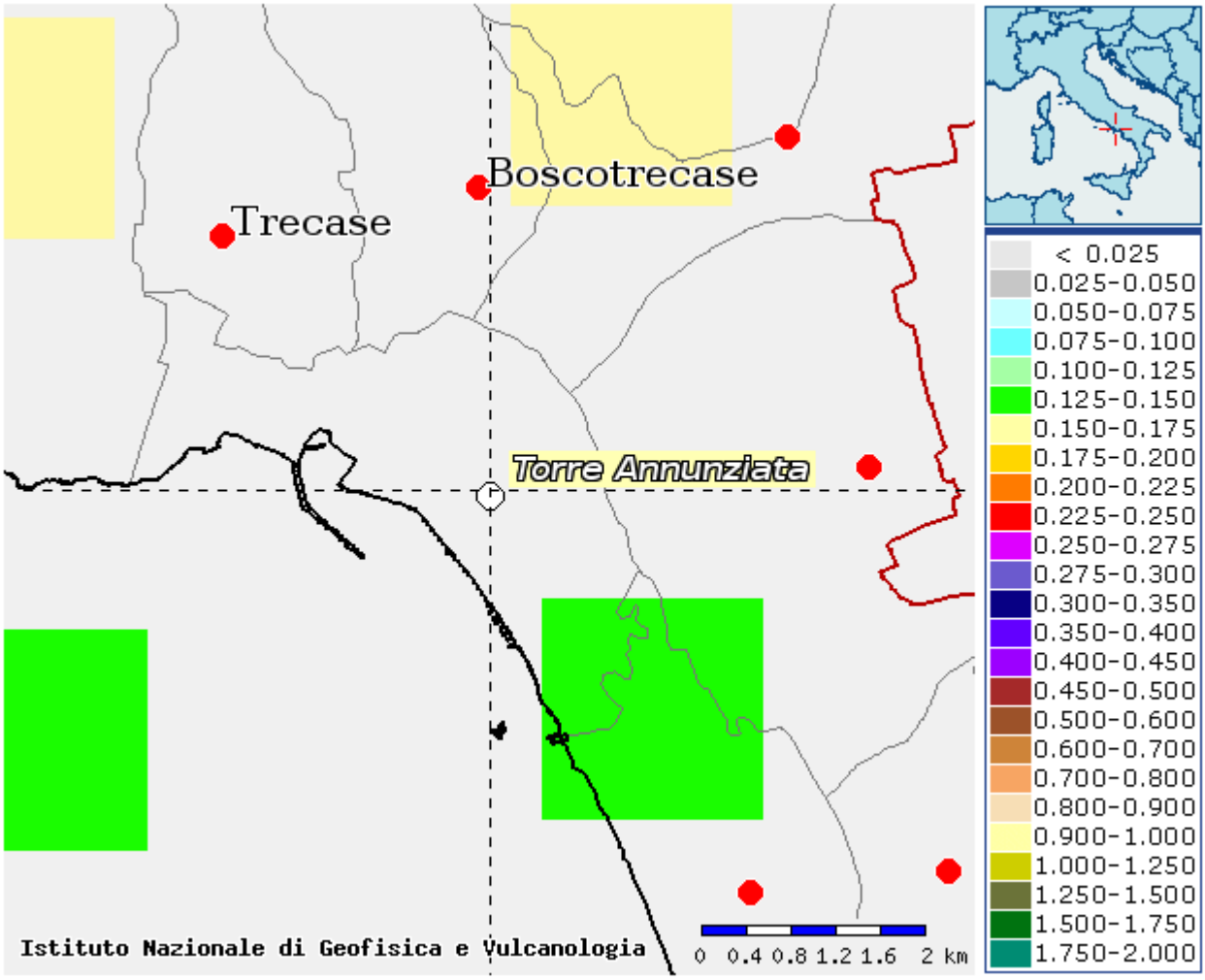


Fig. 18 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dalle indagini sismiche MASW effettuate permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **C** (vedi par. 4), con valori di V_{Seq} calcolati pari a (Tab. 15):

Prospezione sismica	*$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)*
MASW Sito n. 1	*[320]*
MASW Sito n. 4	*[317]*

Tab. 15 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alle prospezioni sismiche MASW effettuate.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **C** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tab. 16), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

Prospezione sismica	*a_g SLD*	*a_g SLV*	*S_e [g] SLD*	*S_e [g] SLV*
MASW Sito n. 1	***[0.053]***	***[0.132]***	***[0.187]***	***[0.488]***
MASW Sito n. 4	***[0.053]***	***[0.130]***	***[0.185]***	***[0.482]***

Tab. 16 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nelle prospezioni sismiche MASW (Tabb. 17 – 18).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s)*
S1	0.0 – 2.3	159
S2	2.3 – 5.8	321
S3	5.8 – 11.4	268
S4	11.4 – 26.1	376
S5	26.1 – 32.7	481

Tab. 17 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW. Sito n.1.

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s)*
S1	0.0 – 4.3	176
S2	4.3 – 6.5	224
S3	6.5 – 9.2	285
S4	9.2 – 12.6	356
S5	12.6 – 28.9	408
S6	28.9 – 35.1	584

Tab. 18 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW Sito n.4.

Allegato 5
CERTIFICATI DELLE PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

COMMITTENTE:	Gori S.p.A.		
RIFERIMENTO:	Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)		
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19,2	%
Peso di volume	18,9	kN/m³
Peso di volume secco	15,9	kN/m³
Peso di volume saturo	19,8	kN/m³
Peso specifico	26,5	kN/m³
Indice dei vuoti	0,670	
Porosità	40,1	%
Grado di saturazione	77,5	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	24,0	%
Sabbia	53,0	%
Limo	18,5	%
Argilla	4,5	%
D 10	0,007067	mm
D 50	0,635863	mm
D 60	1,040946	mm
D 90	4,056846	mm
Passante set. 10	76,0	%
Passante set. 42	42,9	%
Passante set. 200	24,9	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c'	1,3	kPa	ϕ'	30,5	°
c' Res		kPa	ϕ'Res		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm) e litici lavici centimetrici, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

ISOGEA S.r.l.
Laboratorio Geotecnico

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6400 Pagina 1/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 30/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 31/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19,2 %

Struttura del materiale:
- [x] Omogeneo
- [ ] Stratificato
- [ ] Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm) e litici lavici centimetrici, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6400 Pagina 2/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 30/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 30/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377-90

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,9 kN/m³

Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm) e litici lavici centimetrici, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6400 Pagina 3/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 04/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-92

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,5 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,5 kN/m³

Metodo: ◉ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18,5 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm) e litici lavici centimetrici, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6400 Pagina 4/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 01/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

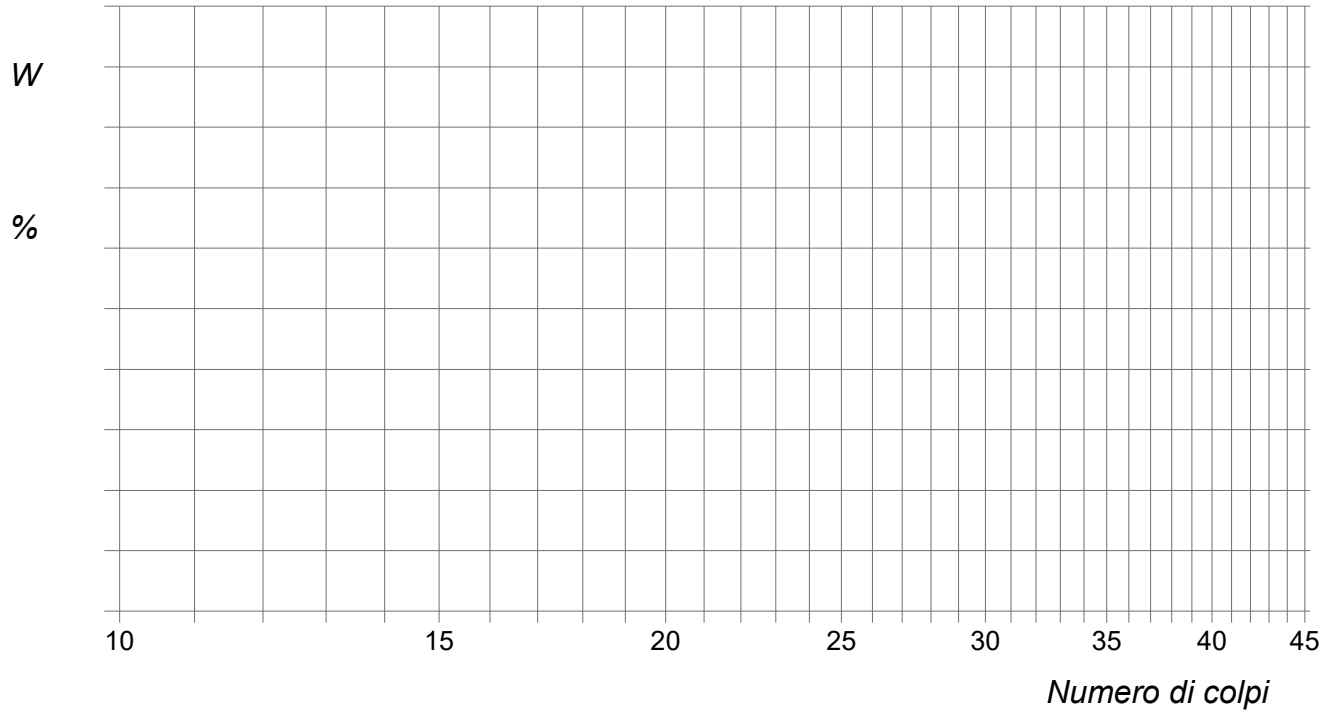
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	- - -

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi						Umidità (%)		
Umidità (%)						Umidità media		

Determinazione del Limite di liquidità



Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm) e litici lavici centimetrici, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6400	Pagina 5/7	DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 31/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 05/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

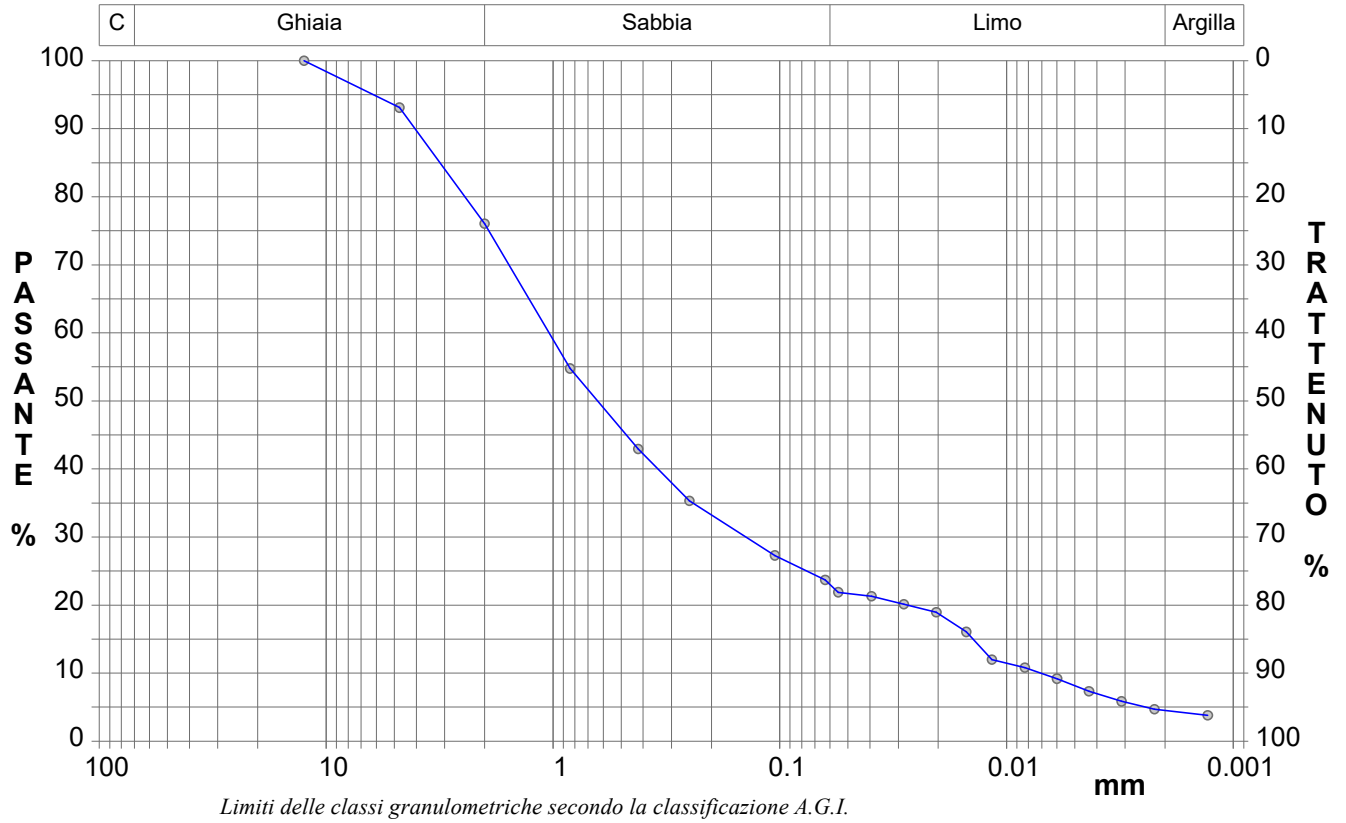
RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2217-85-R98

Ghiaia	24,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	76,0 %	D_{10}	0,00707 mm
Sabbia	53,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	42,9 %	D_{30}	0,14088 mm
Limo	18,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	24,9 %	D_{50}	0,63586 mm
Argilla	4,5 %			D_{60}	1,04095 mm
Coefficiente di uniformità	147,30	Coefficiente di curvatura	2,70	D_{90}	4,05685 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione A.G.I.

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
12,5000	100,00	0,2500	35,30	0,0283	20,13	0,0060	9,18		
4,7500	93,11	0,1050	27,28	0,0204	18,97	0,0043	7,31		
2,0000	76,05	0,0630	23,70	0,0150	16,05	0,0031	5,86		
0,8410	54,76	0,0551	21,88	0,0116	11,97	0,0022	4,69		
0,4200	42,94	0,0393	21,30	0,0083	10,81	0,0013	3,82		

Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm) e litici lavici centimetrici, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6400	Pagina 6/7	DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 31/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 31/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

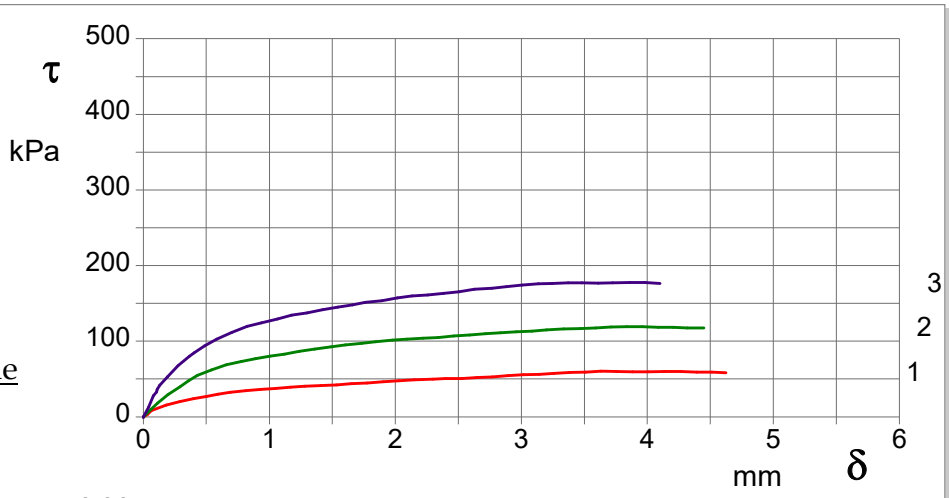
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	19,2 18,2	19,2 19,1	19,2 18,8
Peso di volume (kN/m³):	18,8	18,7	18,6

Tipo di prova: Consolidata - lenta Velocità di deformazione: 0,020 mm / min

DIAGRAMMA

Tensione

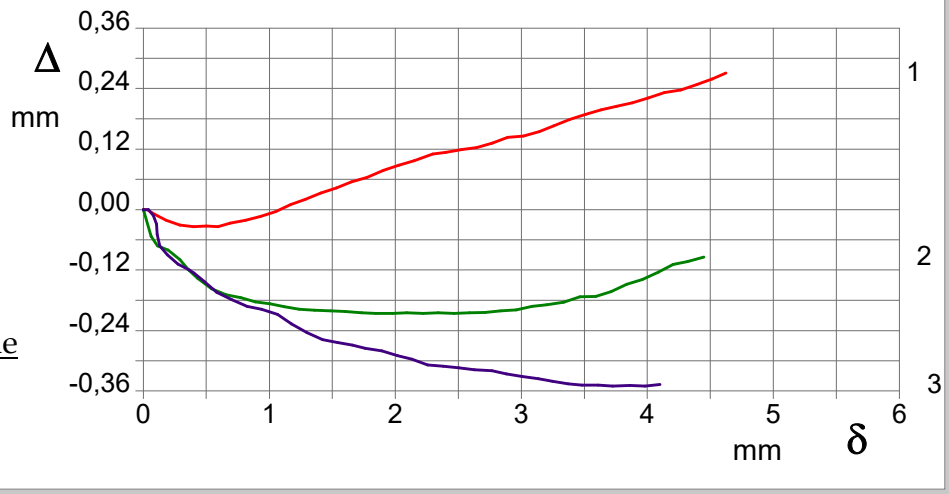
Deformazione orizzontale



DIAGRAMMA

Deformazione verticale

Deformazione orizzontale



Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm) e litici lavici centimetrici, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6400 Pagina 7/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 31/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 31/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,033	3,2	0,00	0,063	10,1	-0,05	0,040	12,4	0,00
0,065	8,0	-0,01	0,112	18,1	-0,07	0,080	27,7	-0,01
0,180	15,3	-0,02	0,196	29,7	-0,08	0,104	32,8	-0,03
0,289	20,2	-0,03	0,290	39,8	-0,10	0,109	36,2	-0,05
0,398	23,8	-0,03	0,360	47,5	-0,12	0,131	41,7	-0,07
0,501	27,1	-0,03	0,429	55,1	-0,14	0,192	52,5	-0,09
0,592	29,8	-0,03	0,542	61,9	-0,16	0,275	67,8	-0,11
0,690	32,4	-0,03	0,659	68,6	-0,17	0,363	79,7	-0,12
0,811	34,4	-0,02	0,775	72,8	-0,18	0,402	84,7	-0,13
0,929	36,1	-0,01	0,889	76,9	-0,18	0,486	93,9	-0,14
1,050	37,4	0,00	1,006	80,4	-0,19	0,582	102,7	-0,16
1,169	39,1	0,01	1,118	82,7	-0,19	0,701	111,6	-0,18
1,284	40,4	0,02	1,237	86,4	-0,20	0,824	119,6	-0,19
1,407	41,5	0,03	1,360	89,4	-0,20	0,938	124,2	-0,20
1,533	41,9	0,04	1,490	92,5	-0,20	1,065	129,2	-0,21
1,652	43,8	0,06	1,604	95,0	-0,20	1,177	134,2	-0,23
1,776	44,8	0,06	1,733	97,4	-0,21	1,299	137,3	-0,24
1,905	46,4	0,08	1,845	99,5	-0,21	1,422	141,5	-0,26
2,027	47,7	0,09	1,976	101,2	-0,21	1,542	144,7	-0,26
2,150	49,0	0,10	2,090	102,7	-0,21	1,659	147,8	-0,27
2,297	50,0	0,11	2,220	104,1	-0,21	1,760	151,3	-0,28
2,398	50,5	0,11	2,340	104,6	-0,21	1,893	153,7	-0,28
2,528	50,7	0,12	2,464	107,0	-0,21	2,018	157,3	-0,29
2,645	51,8	0,12	2,589	108,2	-0,21	2,132	159,6	-0,30
2,770	53,0	0,13	2,713	109,8	-0,20	2,255	161,0	-0,31
2,891	54,5	0,14	2,834	111,1	-0,20	2,381	163,4	-0,31
3,016	55,6	0,15	2,959	112,3	-0,20	2,504	165,3	-0,31
3,142	56,1	0,16	3,083	113,3	-0,19	2,626	168,5	-0,32
3,258	57,6	0,17	3,201	115,1	-0,19	2,768	170,1	-0,32
3,384	58,7	0,18	3,335	116,2	-0,18	2,882	172,2	-0,33
3,511	59,0	0,19	3,465	116,5	-0,17	3,005	174,1	-0,33
3,633	60,1	0,20	3,589	117,5	-0,17	3,135	175,8	-0,34
3,755	60,0	0,21	3,711	118,8	-0,16	3,246	176,3	-0,34
3,882	59,7	0,21	3,837	119,0	-0,15	3,371	177,2	-0,35
4,007	59,7	0,22	3,960	119,0	-0,14	3,480	177,1	-0,35
4,136	59,8	0,23	4,086	118,3	-0,12	3,610	176,9	-0,35
4,265	59,8	0,24	4,204	118,1	-0,11	3,725	177,2	-0,35
4,393	59,2	0,25	4,319	117,7	-0,10	3,861	177,5	-0,35
4,512	58,9	0,26	4,447	117,5	-0,09	3,980	177,9	-0,35
4,623	58,2	0,27				4,100	176,4	-0,35

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

COMMITTENTE:	Gori S.p.A.		
RIFERIMENTO:	Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)		
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	2,50 - 3,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	8,7	%
Peso di volume	18,4	kN/m³
Peso di volume secco	16,9	kN/m³
Peso di volume saturo	20,6	kN/m³
Peso specifico	27,0	kN/m³
Indice dei vuoti	0,600	
Porosità	37,5	%
Grado di saturazione	40,1	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	1,7	%
Sabbia	84,8	%
Limo	11,4	%
Argilla	2,1	%
D 10	0,034815	mm
D 50	0,449817	mm
D 60	0,524748	mm
D 90	0,833093	mm
Passante set. 10	98,3	%
Passante set. 42	45,5	%
Passante set. 200	14,7	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta					
c'	1,7	kPa	ϕ'	30,9	°
c' Res		kPa	ϕ'Res		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e mediamente addensato, in cui si rinvengono rarissime pomici centimetriche, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

ISOGEA S.r.l.
Laboratorio Geotecnico

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6401	Pagina 1/7	DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 30/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 31/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 8,7 %

Struttura del materiale:
- [x] Omogeneo
- [ ] Stratificato
- [ ] Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e mediamente addensato, in cui si rinvengono rarissime pomici centimetriche, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6401 Pagina 2/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 30/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 30/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377-90

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,4 kN/m³

Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e mediamente addensato, in cui si rinvengono rarissime pomici centimetriche, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6401 Pagina 3/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 04/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-92

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 27,0 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 27,0 kN/m³

Metodo: ◉ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 23,6 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e mediamente addensato, in cui si rinvengono rarissime pomici centimetriche, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6401 Pagina 4/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 01/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

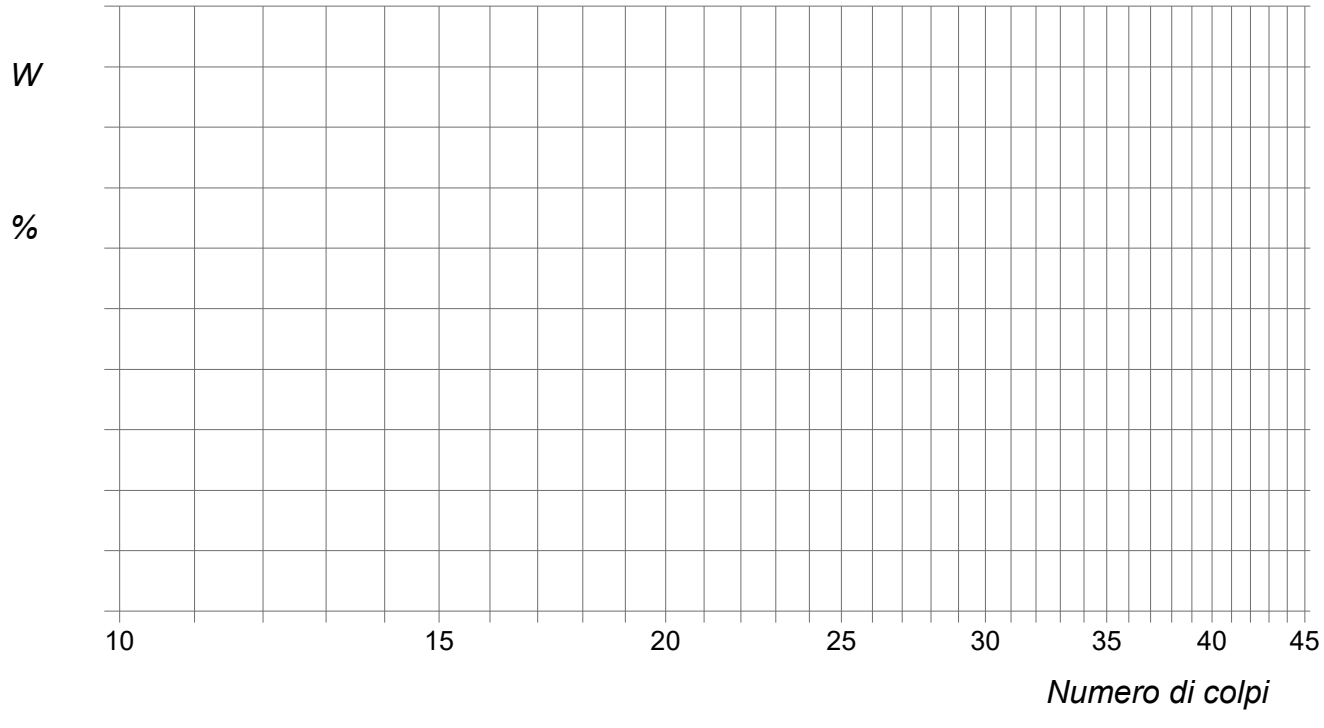
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	- - -

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi						Umidità (%)		
Umidità (%)						Umidità media		

Determinazione del Limite di liquidità



Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e mediamente addensato, in cui si rinvengono rarissime pomici centimetriche, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6401	Pagina 5/7	DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 31/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 05/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

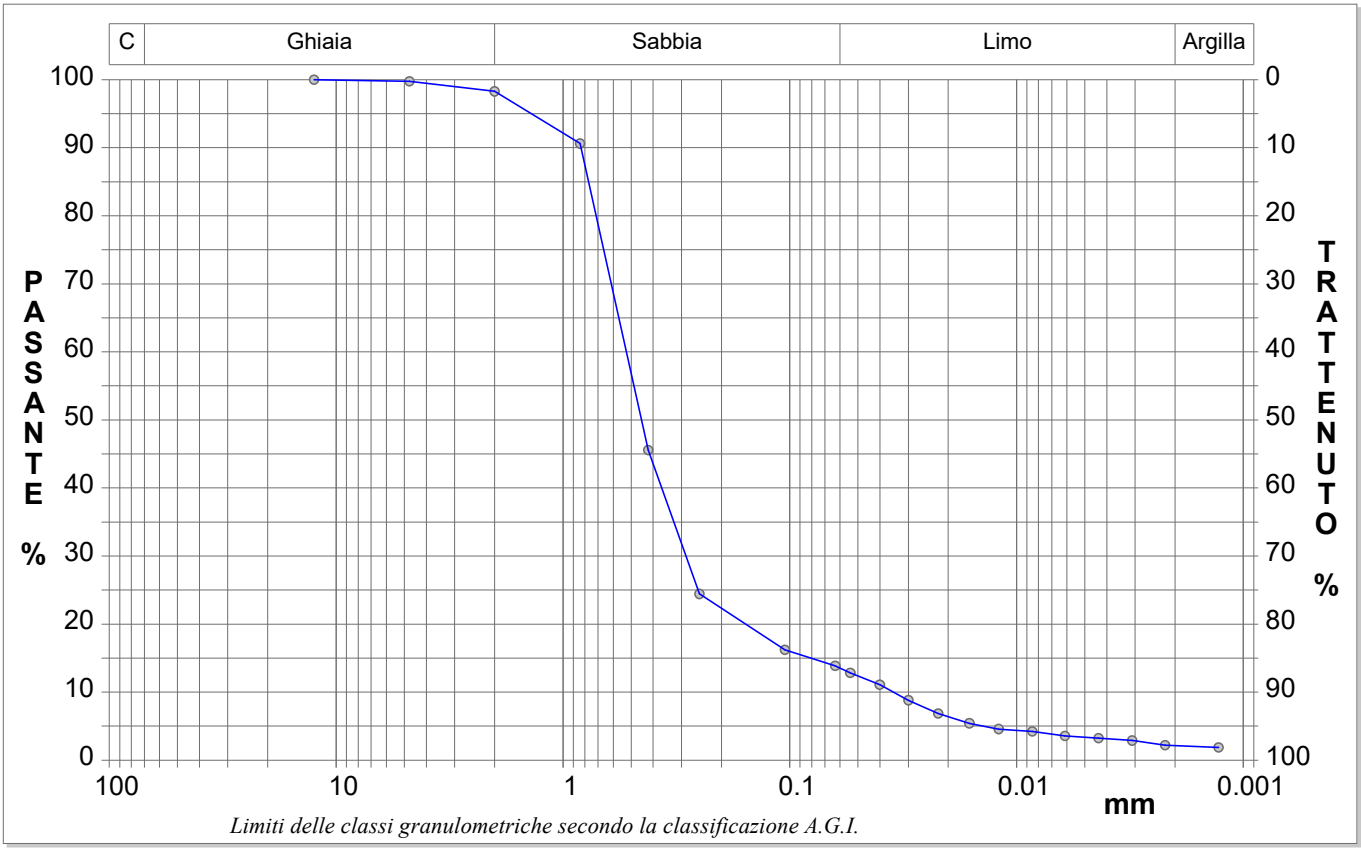
RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2217-85-R98

Ghiaia	1,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,3 %	D_{10}	0,03481 mm
Sabbia	84,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	45,5 %	D_{30}	0,28666 mm
Limo	11,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	14,7 %	D_{50}	0,44982 mm
Argilla	2,1 %			D_{60}	0,52475 mm
Coefficiente di uniformità	15,07	Coefficiente di curvatura	4,50	D_{90}	0,83309 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione A.G.I.

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
12,5000	100,00	0,2500	24,43	0,0300	8,82	0,0061	3,56		
4,7500	99,74	0,1050	16,22	0,0221	6,86	0,0043	3,22		
2,0000	98,29	0,0630	13,86	0,0161	5,41	0,0031	2,88		
0,8410	90,61	0,0541	12,83	0,0120	4,57	0,0022	2,21		
0,4200	45,55	0,0401	11,11	0,0085	4,23	0,0013	1,87		

Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e mediamente addensato, in cui si rinvengono rarissime pomici centimetriche, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6401 Pagina 6/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 01/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

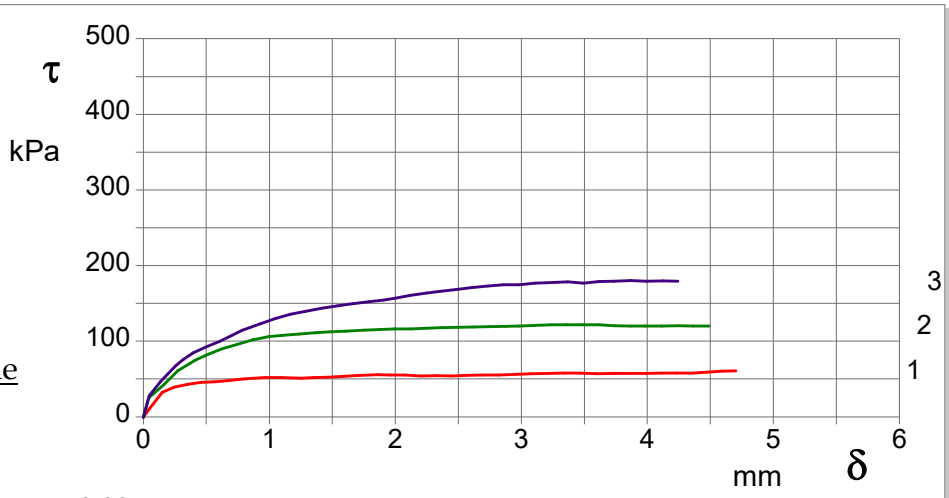
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	8,7 19,3	8,7 18,8	8,7 20,1
Peso di volume (kN/m³):	18,7	18,4	18,6

Tipo di prova: Consolidata - lenta Velocità di deformazione: 0,020 mm / min

DIAGRAMMA

Tensione

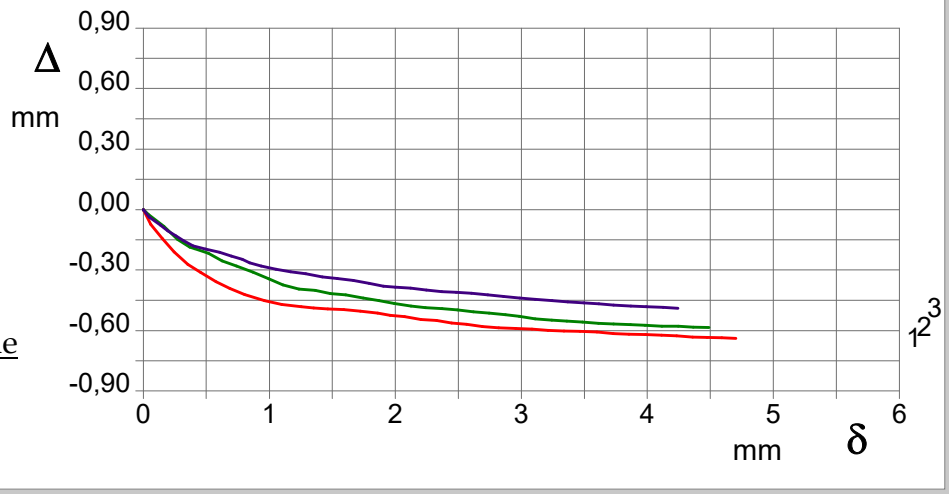
Deformazione orizzontale



DIAGRAMMA

Deformazione verticale

Deformazione orizzontale



Deposito piroclastico di colore grigio scuro, debolmente umido e mediamente addensato, in cui si rinvengono rarissime pomici centimetriche, in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6401 Pagina 7/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 01/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,059	12,9	-0,07	0,044	25,4	-0,03	0,046	27,6	-0,04
0,149	32,4	-0,14	0,164	42,6	-0,08	0,135	46,4	-0,08
0,245	39,3	-0,21	0,273	60,7	-0,15	0,193	56,5	-0,11
0,353	42,8	-0,27	0,369	70,3	-0,19	0,259	68,0	-0,13
0,456	45,6	-0,31	0,410	74,8	-0,19	0,314	75,6	-0,15
0,577	46,2	-0,36	0,515	82,6	-0,22	0,395	84,4	-0,18
0,687	48,1	-0,39	0,625	90,0	-0,26	0,493	92,3	-0,20
0,803	50,0	-0,42	0,739	95,3	-0,28	0,604	99,7	-0,21
0,961	51,7	-0,45	0,869	102,0	-0,31	0,700	107,4	-0,23
1,097	51,7	-0,47	0,996	106,1	-0,34	0,784	114,5	-0,25
1,253	51,0	-0,48	1,108	107,6	-0,37	0,843	117,8	-0,26
1,351	51,9	-0,49	1,235	109,3	-0,39	0,935	123,5	-0,28
1,464	52,2	-0,49	1,364	110,9	-0,40	1,053	130,1	-0,30
1,590	53,5	-0,50	1,485	112,4	-0,42	1,169	135,6	-0,31
1,723	55,1	-0,50	1,605	113,4	-0,42	1,289	139,4	-0,32
1,861	55,7	-0,51	1,746	114,6	-0,44	1,419	143,8	-0,33
1,958	55,4	-0,52	1,870	115,1	-0,45	1,541	146,8	-0,34
2,073	55,4	-0,53	1,991	116,1	-0,47	1,667	149,5	-0,35
2,203	54,1	-0,54	2,123	116,1	-0,48	1,791	152,0	-0,37
2,328	54,4	-0,55	2,238	116,9	-0,49	1,906	154,2	-0,38
2,447	54,1	-0,56	2,370	117,9	-0,49	1,999	156,9	-0,38
2,566	54,7	-0,57	2,492	118,4	-0,50	2,122	160,5	-0,39
2,689	55,4	-0,58	2,618	118,9	-0,51	2,245	163,5	-0,40
2,819	55,4	-0,59	2,744	119,2	-0,51	2,368	165,9	-0,41
2,954	56,0	-0,59	2,872	119,4	-0,52	2,483	168,4	-0,41
3,083	56,9	-0,59	2,981	120,2	-0,53	2,604	170,9	-0,42
3,211	57,6	-0,60	3,110	120,9	-0,54	2,734	172,8	-0,42
3,337	57,9	-0,60	3,242	121,7	-0,55	2,859	174,5	-0,43
3,464	57,9	-0,60	3,360	121,9	-0,55	2,987	174,7	-0,44
3,601	56,9	-0,61	3,485	121,9	-0,56	3,110	176,7	-0,45
3,729	57,6	-0,61	3,613	121,7	-0,56	3,244	177,5	-0,45
3,855	57,6	-0,62	3,733	120,7	-0,57	3,370	178,3	-0,46
3,985	57,6	-0,62	3,867	120,2	-0,57	3,494	176,9	-0,46
4,113	57,9	-0,62	3,980	120,2	-0,57	3,615	178,9	-0,47
4,233	57,9	-0,63	4,115	120,2	-0,58	3,733	179,4	-0,47
4,358	57,9	-0,63	4,246	120,4	-0,58	3,868	180,2	-0,48
4,474	58,8	-0,63	4,365	119,9	-0,58	3,991	179,4	-0,48
4,590	60,1	-0,64	4,489	120,2	-0,59	4,127	179,9	-0,49
4,701	60,7	-0,64				4,243	179,3	-0,49

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

COMMITTENTE:	Gori S.p.A.		
RIFERIMENTO:	Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)		
SONDAGGIO:	DPSH2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	9,7	%
Peso di volume	16,7	kN/m³
Peso di volume secco	15,3	kN/m³
Peso di volume saturo	19,3	kN/m³
Peso specifico	26,2	kN/m³
Indice dei vuoti	0,714	
Porosità	41,7	%
Grado di saturazione	36,4	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	13,9	%
Sabbia	73,3	%
Limo	10,4	%
Argilla	2,4	%
D 10	0,025269	mm
D 50	0,587980	mm
D 60	0,771658	mm
D 90	3,084913	mm
Passante set. 10	86,1	%
Passante set. 42	37,6	%
Passante set. 200	16,0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta					
c'	0,6	kPa	ϕ'	31,0	°
c' Res		kPa	ϕ'Res		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6402	Pagina 1/7	DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 30/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 31/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 9,7 %

Struttura del materiale:
- [x] Omogeneo
- [ ] Stratificato
- [ ] Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6402 Pagina 2/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 30/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 30/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377-90

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 16,7 kN/m³

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6402 Pagina 3/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 04/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-92

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,2 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,1 kN/m³

Metodo: ◉ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24,9 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6402 Pagina 4/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 01/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

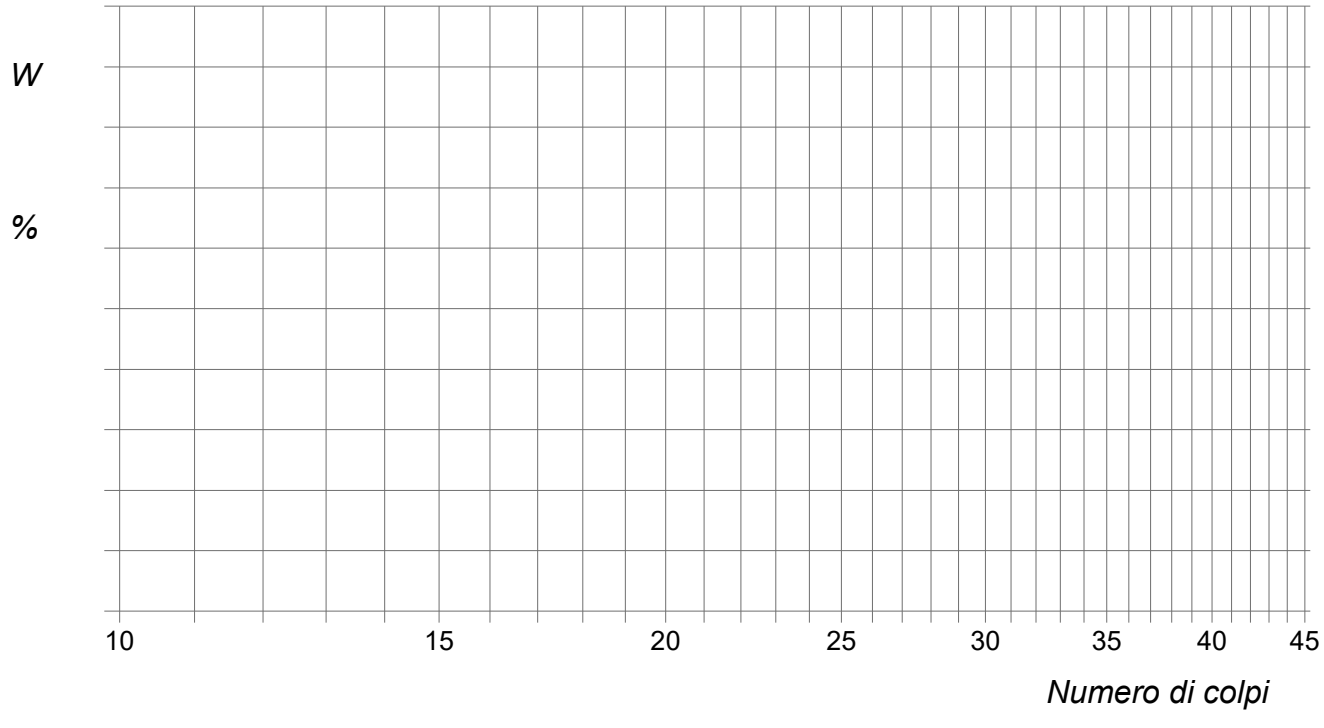
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	- - -

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi						Umidità (%)		
Umidità (%)						Umidità media		

Determinazione del Limite di liquidità



Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6402	Pagina 5/7	DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 31/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 05/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

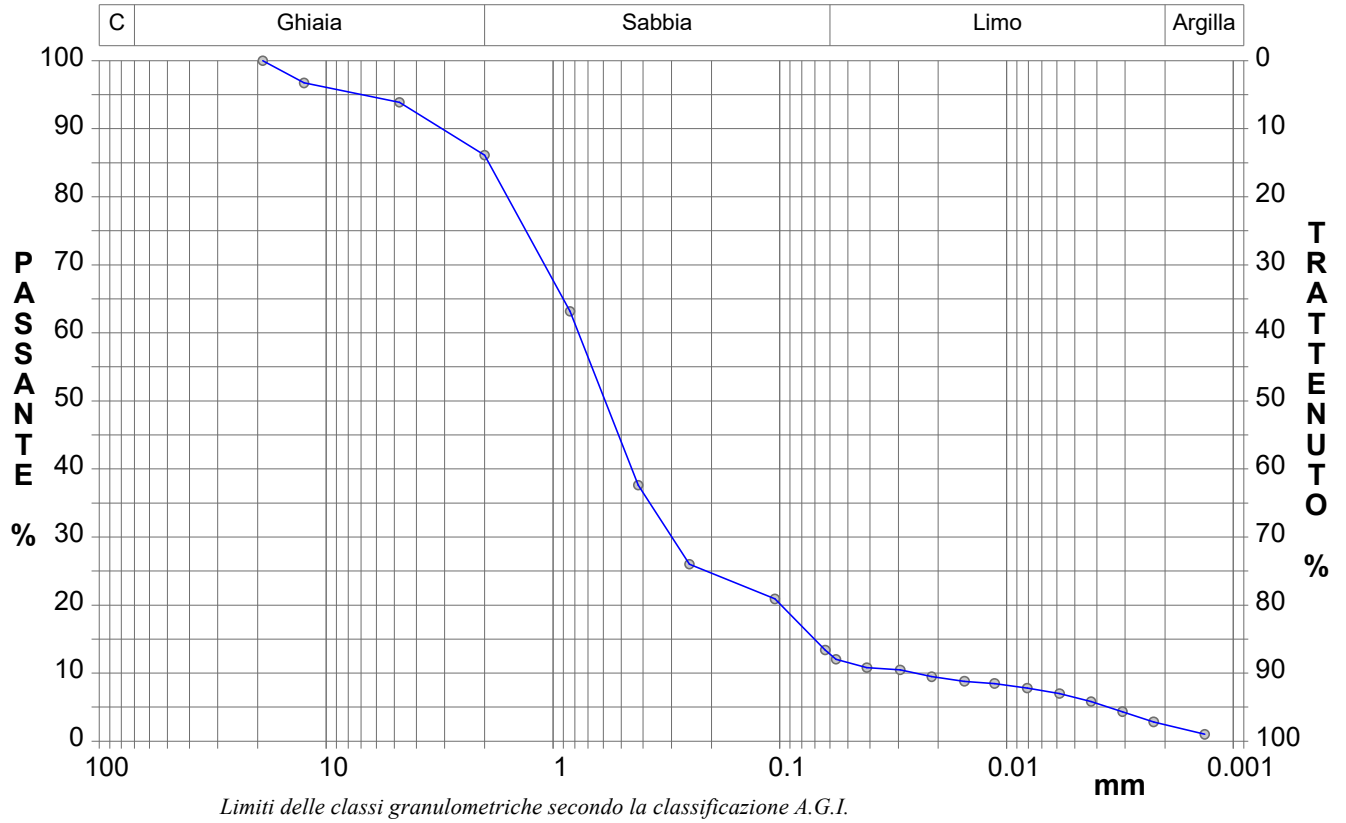
RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2217-85-R98

Ghiaia	13,9 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	86,1 %	D_{10}	0,02527 mm
Sabbia	73,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	37,6 %	D_{30}	0,29869 mm
Limo	10,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	16,0 %	D_{50}	0,58798 mm
Argilla	2,4 %			D_{60}	0,77166 mm
Coefficiente di uniformità	30,54	Coefficiente di curvatura	4,58	D_{90}	3,08491 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione A.G.I.

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
19,0000	100,00	0,4200	37,62	0,0413	10,80	0,0081	7,82	0,0013	1,01
12,5000	96,72	0,2500	26,02	0,0294	10,47	0,0058	6,99		
4,7500	93,88	0,1050	20,91	0,0213	9,48	0,0042	5,82		
2,0000	86,10	0,0630	13,39	0,0153	8,81	0,0031	4,33		
0,8410	63,17	0,0564	12,03	0,0113	8,48	0,0022	2,84		

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6402 Pagina 6/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 04/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 04/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

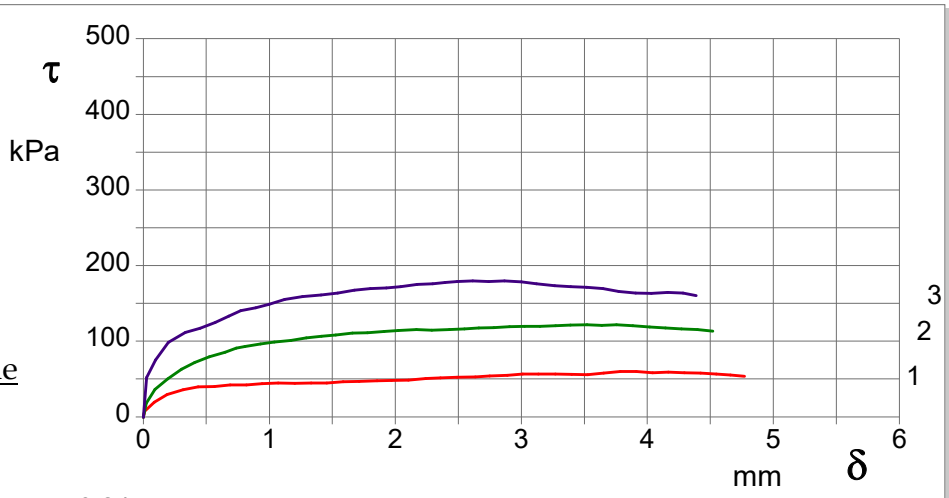
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	9,7 21,2	9,7 21,4	9,7 22,9
Peso di volume (kN/m³):	16,6	16,8	16,9

Tipo di prova: Consolidata - lenta Velocità di deformazione: 0,020 mm / min

DIAGRAMMA

Tensione

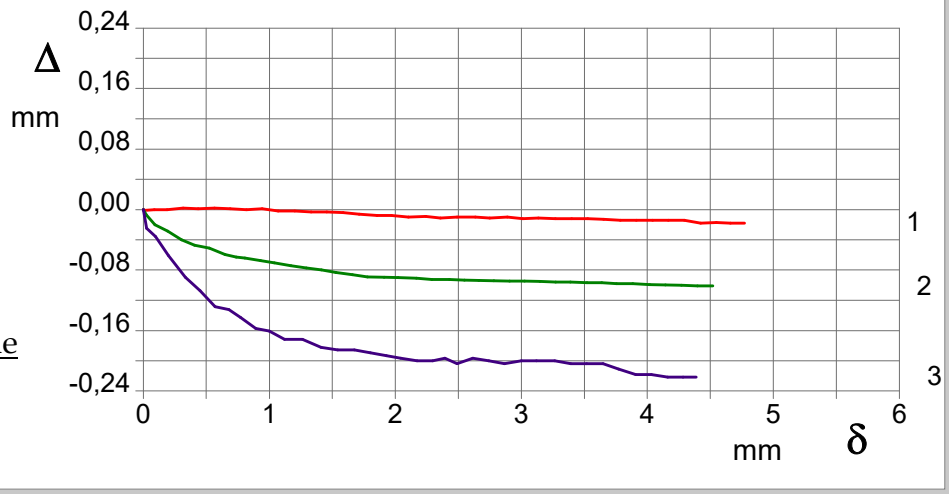
Deformazione orizzontale



DIAGRAMMA

Deformazione verticale

Deformazione orizzontale



Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia ghiaiosa e limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6402 Pagina 7/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 04/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 04/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,011	7,5	0,00	0,024	18,1	-0,01	0,026	51,6	-0,03
0,086	19,4	0,00	0,092	36,1	-0,02	0,096	75,2	-0,04
0,189	29,7	0,00	0,193	50,3	-0,03	0,199	98,4	-0,06
0,314	35,8	0,00	0,304	62,7	-0,04	0,332	111,6	-0,09
0,436	39,5	0,00	0,407	71,7	-0,05	0,451	117,0	-0,11
0,565	40,2	0,00	0,525	79,3	-0,05	0,570	124,8	-0,13
0,690	42,2	0,00	0,649	85,4	-0,06	0,680	133,3	-0,13
0,819	42,2	0,00	0,738	90,8	-0,06	0,772	140,3	-0,14
0,944	43,8	0,00	0,807	92,9	-0,06	0,891	144,2	-0,16
1,070	44,9	0,00	0,930	96,1	-0,07	0,999	148,8	-0,16
1,202	44,3	0,00	1,040	98,8	-0,07	1,120	155,0	-0,17
1,332	44,9	0,00	1,173	101,0	-0,07	1,263	158,9	-0,17
1,456	44,9	0,00	1,293	104,4	-0,08	1,411	161,2	-0,18
1,585	46,5	0,00	1,413	106,4	-0,08	1,542	163,6	-0,19
1,712	47,0	-0,01	1,526	108,3	-0,08	1,674	167,4	-0,19
1,854	47,5	-0,01	1,658	110,8	-0,09	1,802	169,8	-0,19
1,970	48,1	-0,01	1,779	111,0	-0,09	1,927	170,5	-0,19
2,104	48,6	-0,01	1,910	112,7	-0,09	2,042	172,1	-0,20
2,240	50,7	-0,01	2,023	114,2	-0,09	2,173	175,2	-0,20
2,358	51,3	-0,01	2,168	115,1	-0,09	2,298	176,0	-0,20
2,490	52,3	-0,01	2,288	114,4	-0,09	2,393	177,5	-0,20
2,635	52,9	-0,01	2,428	115,1	-0,09	2,490	179,1	-0,20
2,749	53,9	-0,01	2,547	116,1	-0,09	2,614	179,8	-0,20
2,888	55,0	-0,01	2,662	117,6	-0,09	2,740	179,0	-0,20
3,011	56,6	-0,01	2,782	118,1	-0,09	2,866	179,8	-0,20
3,134	56,6	-0,01	2,907	119,1	-0,09	2,999	178,3	-0,20
3,270	56,6	-0,01	3,025	119,8	-0,09	3,120	176,0	-0,20
3,399	56,1	-0,01	3,147	119,8	-0,10	3,265	173,6	-0,20
3,525	55,5	-0,01	3,272	120,5	-0,10	3,392	172,1	-0,20
3,653	57,7	-0,01	3,389	121,2	-0,10	3,519	171,5	-0,20
3,785	59,8	-0,01	3,520	121,5	-0,10	3,649	169,6	-0,20
3,912	59,8	-0,01	3,639	121,0	-0,10	3,772	165,7	-0,21
4,041	58,2	-0,01	3,755	121,5	-0,10	3,907	163,7	-0,22
4,167	58,9	-0,01	3,885	120,4	-0,10	4,032	163,3	-0,22
4,294	57,9	-0,01	4,018	118,9	-0,10	4,161	164,5	-0,22
4,423	57,6	-0,02	4,143	117,5	-0,10	4,282	163,6	-0,22
4,548	56,4	-0,02	4,269	116,4	-0,10	4,388	160,3	-0,22
4,660	55,5	-0,02	4,398	115,4	-0,10			
4,771	53,5	-0,02	4,520	113,2	-0,10			

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

COMMITTENTE:	Gori S.p.A.		
RIFERIMENTO:	Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)		
SONDAGGIO:	DPSH3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21,4	%
Peso di volume	17,5	kN/m³
Peso di volume secco	14,4	kN/m³
Peso di volume saturo	18,8	kN/m³
Peso specifico	26,1	kN/m³
Indice dei vuoti	0,812	
Porosità	44,8	%
Grado di saturazione	70,1	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	1,5	%
Sabbia	69,7	%
Limo	24,9	%
Argilla	3,9	%
D 10	0,007639	mm
D 50	0,224852	mm
D 60	0,327143	mm
D 90	0,836691	mm
Passante set. 10	98,5	%
Passante set. 42	67,5	%
Passante set. 200	32,0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c'	2,8	kPa	ϕ'	30,1	°
c' Res		kPa	ϕ'Res		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente addensato,con presenza di frustoli vegetali, in cui si rinvengono rarissime pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6403	Pagina 1/7	DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 30/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 31/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,4 %

Struttura del materiale:
- [x] Omogeneo
- [ ] Stratificato
- [ ] Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente addensato,con presenza di frustoli vegetali, in cui si rinvengono rarissime pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6403 Pagina 2/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 30/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 30/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377-90

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 17,5 kN/m³

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente addensato,con presenza di frustoli vegetali, in cui si rinvengono rarissime pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6403 Pagina 3/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 04/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-92

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,1 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,1 kN/m³

Metodo: ◉ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24,2 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente addensato,con presenza di frustoli vegetali, in cui si rinvengono rarissime pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6403 Pagina 4/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 01/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

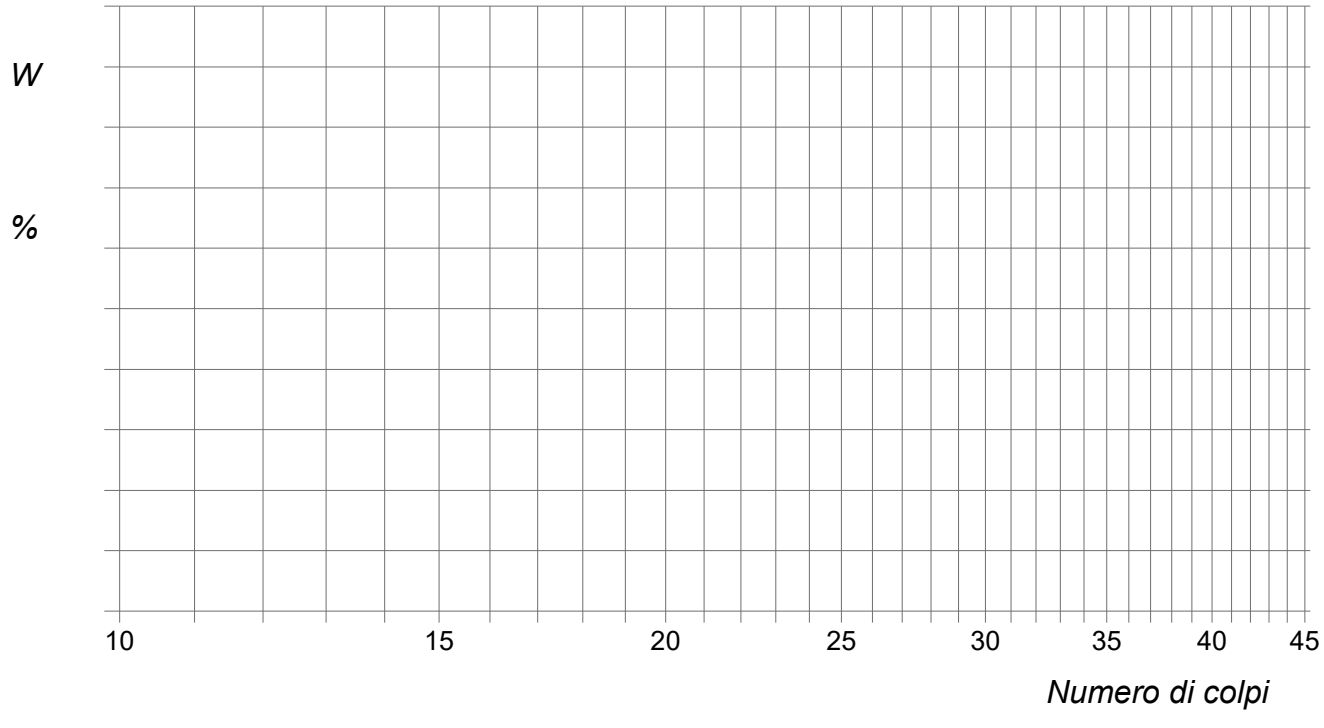
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	- - -

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi						Umidità (%)		
Umidità (%)						Umidità media		

Determinazione del Limite di liquidità



Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente addensato,con presenza di frustoli vegetali, in cui si rinvengono rarissime pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6403	Pagina 5/7	DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 31/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 05/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

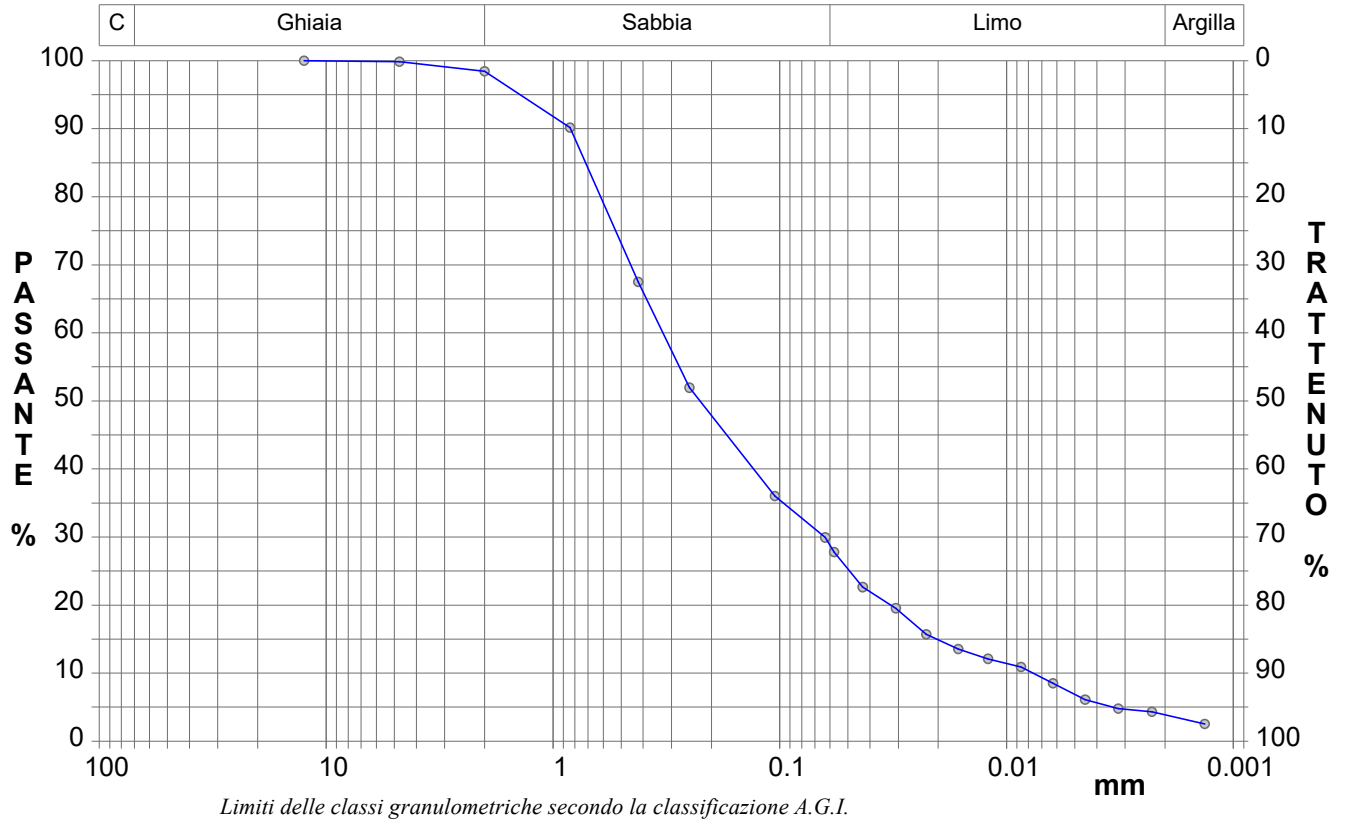
RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2217-85-R98

Ghiaia	1,5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,5 %	D_{10}	0,00764 mm
Sabbia	69,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	67,5 %	D_{30}	0,06333 mm
Limo	24,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	32,0 %	D_{50}	0,22485 mm
Argilla	3,9 %			D_{60}	0,32714 mm
Coefficiente di uniformità	42,83	Coefficiente di curvatura	1,61	D_{90}	0,83669 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione A.G.I.

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
12,5000	100,00	0,2500	51,95	0,0307	19,53	0,0062	8,50		
4,7500	99,85	0,1050	36,01	0,0226	15,69	0,0045	6,11		
2,0000	98,46	0,0630	29,94	0,0163	13,54	0,0032	4,79		
0,8410	90,17	0,0576	27,79	0,0121	12,10	0,0023	4,31		
0,4200	67,48	0,0430	22,64	0,0086	10,90	0,0013	2,52		

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente addensato,con presenza di frustoli vegetali, in cui si rinvengono rarissime pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6403 Pagina 6/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 05/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 05/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

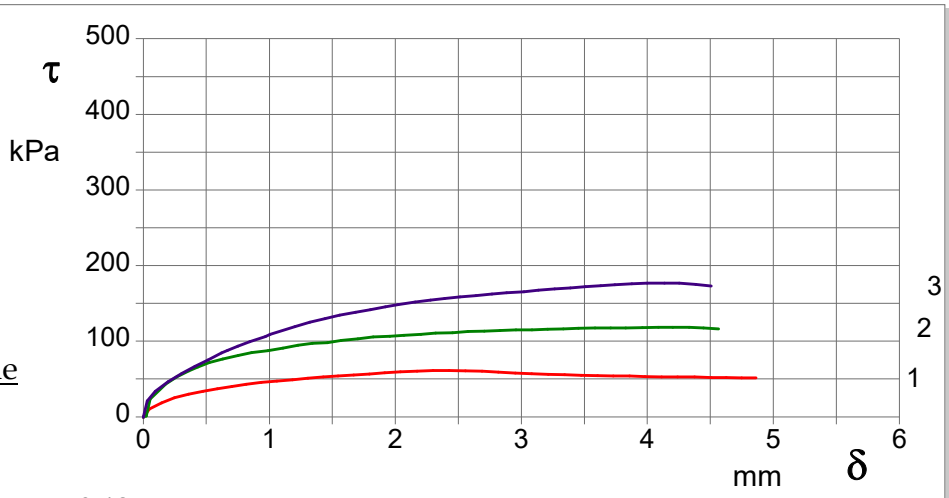
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	21,4 23,8	21,4 23,1	21,4 23,8
Peso di volume (kN/m³):	17,3	17,5	17,7

Tipo di prova: Consolidata - lenta Velocità di deformazione: 0,010 mm / min

DIAGRAMMA

Tensione

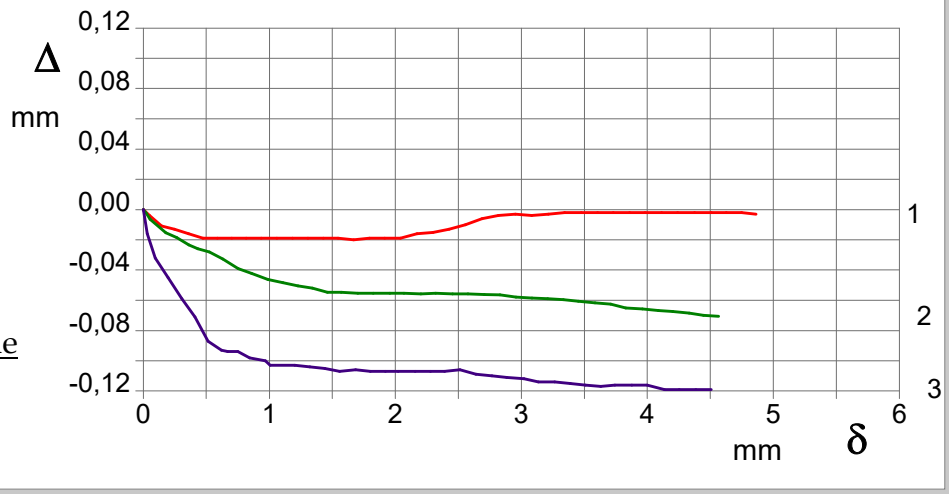
Deformazione orizzontale



DIAGRAMMA

Deformazione verticale

Deformazione orizzontale



Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente addensato,con presenza di frustoli vegetali, in cui si rinvengono rarissime pomici eterometriche (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6403 Pagina 7/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 05/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 05/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,050	10,4	0,00	0,023	1,2	0,00	0,032	20,8	-0,02
0,146	18,5	-0,01	0,054	23,4	-0,01	0,095	33,5	-0,03
0,247	25,3	-0,01	0,178	43,5	-0,02	0,196	46,2	-0,05
0,358	30,0	-0,02	0,264	52,9	-0,02	0,305	57,3	-0,06
0,472	33,6	-0,02	0,361	60,9	-0,02	0,410	66,5	-0,07
0,587	37,0	-0,02	0,432	66,0	-0,03	0,514	75,3	-0,09
0,702	40,2	-0,02	0,525	72,0	-0,03	0,620	84,3	-0,09
0,816	42,8	-0,02	0,630	76,5	-0,03	0,669	87,7	-0,09
0,936	45,4	-0,02	0,751	81,0	-0,04	0,749	93,4	-0,09
1,060	47,2	-0,02	0,859	85,1	-0,04	0,844	99,2	-0,10
1,183	48,8	-0,02	0,990	87,6	-0,05	0,967	106,1	-0,10
1,307	51,1	-0,02	1,108	91,0	-0,05	1,006	108,8	-0,10
1,428	52,7	-0,02	1,228	94,5	-0,05	1,201	119,3	-0,10
1,544	54,0	-0,02	1,341	97,4	-0,05	1,321	125,1	-0,10
1,669	55,3	-0,02	1,461	97,8	-0,05	1,441	129,7	-0,11
1,793	56,6	-0,02	1,570	101,1	-0,05	1,558	134,3	-0,11
1,917	58,2	-0,02	1,702	102,9	-0,06	1,684	138,2	-0,11
2,041	59,5	-0,02	1,825	105,4	-0,06	1,802	141,7	-0,11
2,172	60,2	-0,02	1,956	106,4	-0,06	1,920	145,4	-0,11
2,300	61,0	-0,02	2,068	107,6	-0,06	2,023	148,6	-0,11
2,427	61,0	-0,01	2,204	109,1	-0,06	2,156	151,8	-0,11
2,557	60,8	-0,01	2,319	110,7	-0,06	2,279	154,1	-0,11
2,688	60,2	-0,01	2,453	111,3	-0,06	2,390	156,7	-0,11
2,817	59,2	0,00	2,577	112,8	-0,06	2,512	158,5	-0,11
2,953	57,9	0,00	2,705	113,2	-0,06	2,638	160,4	-0,11
3,081	56,9	0,00	2,831	114,2	-0,06	2,765	162,4	-0,11
3,214	56,1	0,00	2,956	115,0	-0,06	2,884	164,1	-0,11
3,342	55,5	0,00	3,084	115,0	-0,06	3,019	165,2	-0,11
3,476	54,8	0,00	3,208	115,6	-0,06	3,134	167,5	-0,11
3,604	54,5	0,00	3,334	116,5	-0,06	3,265	168,9	-0,11
3,730	54,0	0,00	3,453	117,1	-0,06	3,389	170,5	-0,12
3,859	53,7	0,00	3,586	117,7	-0,06	3,508	172,1	-0,12
3,982	53,2	0,00	3,708	117,3	-0,06	3,630	173,3	-0,12
4,114	52,9	0,00	3,829	117,7	-0,06	3,742	174,7	-0,12
4,241	52,9	0,00	3,960	117,9	-0,07	3,876	175,8	-0,12
4,375	52,7	0,00	4,087	118,5	-0,07	3,997	176,5	-0,12
4,507	51,9	0,00	4,202	118,1	-0,07	4,136	177,0	-0,12
4,627	51,6	0,00	4,332	118,3	-0,07	4,253	176,5	-0,12
4,747	51,4	0,00	4,445	117,5	-0,07	4,384	174,9	-0,12
4,862	51,4	0,00	4,565	116,3	-0,07	4,508	172,8	-0,12

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

COMMITTENTE:	Gori S.p.A.		
RIFERIMENTO:	Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)		
SONDAGGIO:	DPSH5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	13,2	%
Peso di volume	16,2	kN/m³
Peso di volume secco	14,3	kN/m³
Peso di volume saturo	18,9	kN/m³
Peso specifico	26,6	kN/m³
Indice dei vuoti	0,851	
Porosità	46,0	%
Grado di saturazione	42,1	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	13,2	%
Sabbia	67,9	%
Limo	14,9	%
Argilla	4,0	%
D 10	0,013507	mm
D 50	0,456337	mm
D 60	0,646521	mm
D 90	2,621554	mm
Passante set. 10	86,8	%
Passante set. 42	47,6	%
Passante set. 200	21,6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c'	1,5	kPa	ϕ'	30,4	°
c' Res		kPa	ϕ'Res		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e poco addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa e ghiaiosa

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6404	Pagina 1/7	DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 30/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 31/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH5 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 13,2 %

Struttura del materiale:
- [x] Omogeneo
- [ ] Stratificato
- [ ] Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e poco addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa e ghiaiosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6404 Pagina 2/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 30/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 30/03/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH5 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377-90

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 16,2 kN/m³

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e poco addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa e ghiaiosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6404 Pagina 3/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 04/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH5 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-92

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,6 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,6 kN/m³

Metodo: ◉ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19,6 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e poco addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa e ghiaiosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Salvatore Ricci

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6404 Pagina 4/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 01/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 01/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH5 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

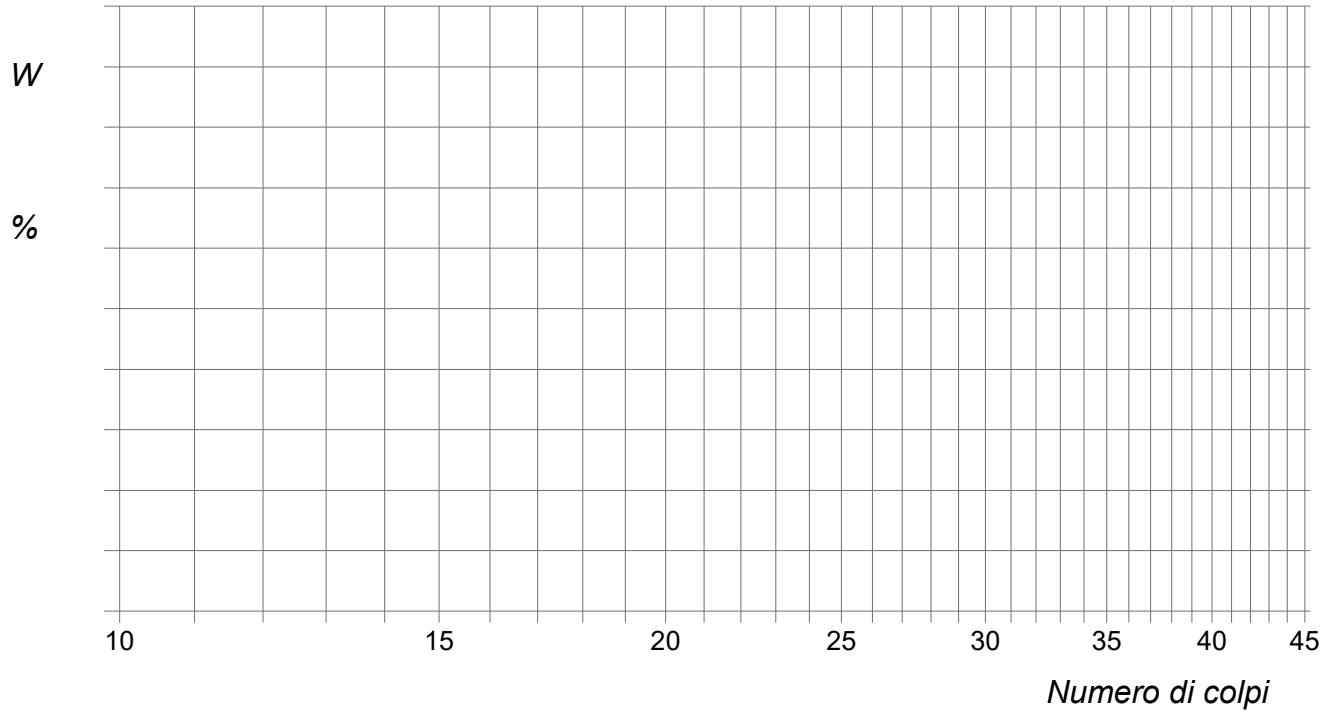
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	- - -

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi						Umidità (%)		
Umidità (%)						Umidità media		

Determinazione del Limite di liquidità



Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e poco addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa e ghiaiosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6404	Pagina 5/7	DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 31/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 05/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

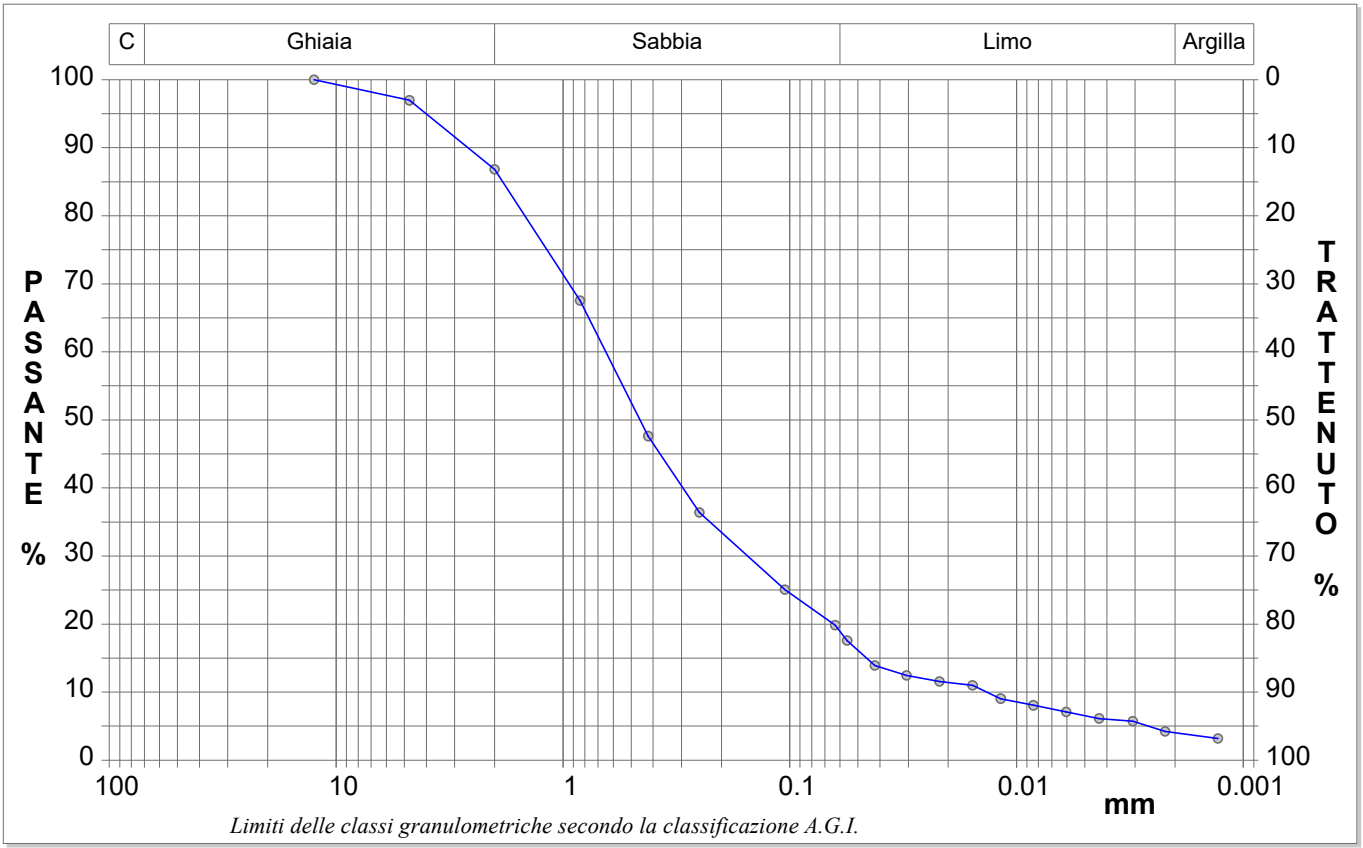
RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH5 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2217-85-R98

Ghiaia	13,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	86,8 %	D_{10}	0,01351 mm
Sabbia	67,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	47,6 %	D_{30}	0,15326 mm
Limo	14,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	21,6 %	D_{50}	0,45634 mm
Argilla	4,0 %			D_{60}	0,64652 mm
Coefficiente di uniformità	47,86	Coefficiente di curvatura	2,69	D_{90}	2,62155 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione A.G.I.

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
12,5000	100,00	0,2500	36,40	0,0305	12,46	0,0060	7,09		
4,7500	96,96	0,1050	25,05	0,0219	11,58	0,0043	6,12		
2,0000	86,83	0,0630	19,85	0,0156	10,99	0,0031	5,73		
0,8410	67,55	0,0558	17,57	0,0117	9,04	0,0022	4,22		
0,4200	47,62	0,0422	13,92	0,0084	8,07	0,0013	3,19		

Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e poco addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa e ghiaiosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6404	Pagina 6/7	DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 06/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 06/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH5 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

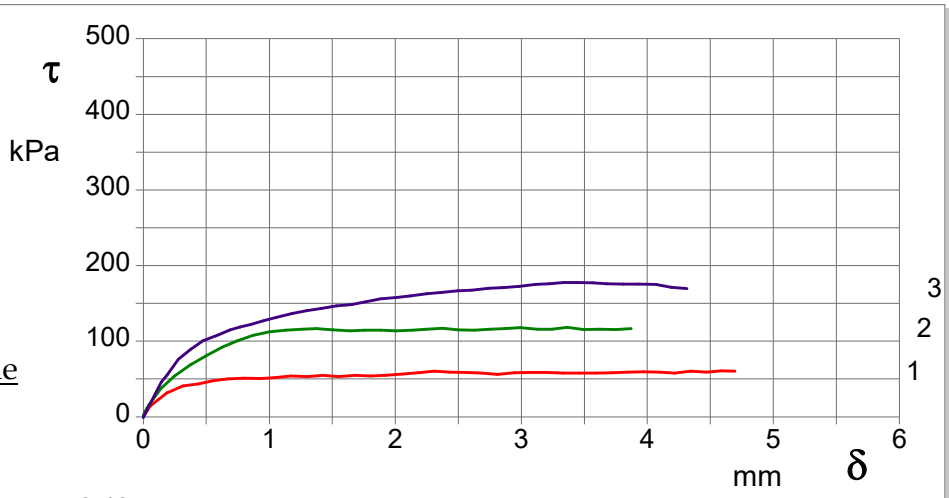
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	13,2 25,2	13,2 26,2	13,2 22,4
Peso di volume (kN/m³):	16,5	16,4	16,3

Tipo di prova: Consolidata - lenta Velocità di deformazione: 0,020 mm / min

DIAGRAMMA

Tensione

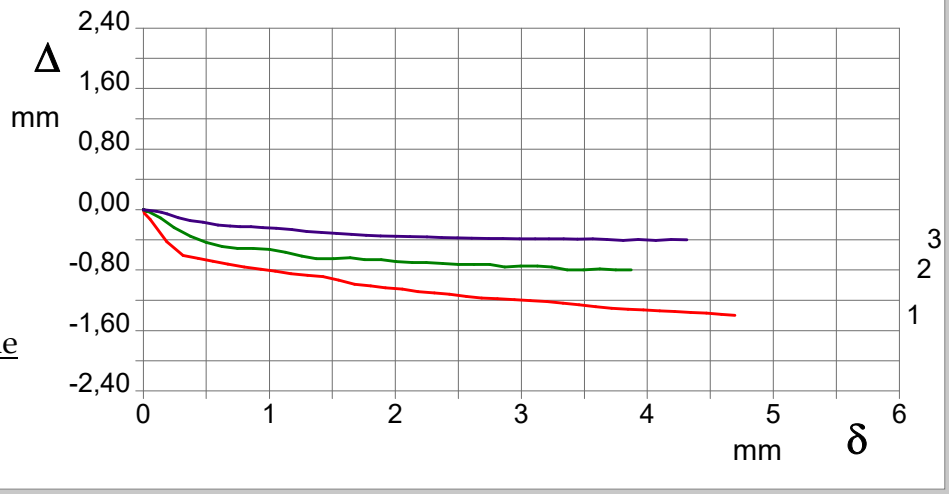
Deformazione orizzontale



DIAGRAMMA

Deformazione verticale

Deformazione orizzontale



Deposito piroclastico di colore marrone scuro, debolmente umido e poco addensato, in cui si rinvengono sparse pomici eterometriche (dmax = 1,50 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia limosa e ghiaiosa

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 6404 Pagina 7/7		DATA DI EMISSIONE: 06/04/2022	Inizio analisi: 06/04/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/22 del 25/03/22		Apertura campione: 30/03/2022	Fine analisi: 06/04/22

COMMITTENTE: Gori S.p.A.

RIFERIMENTO: Prog. infrastr. servizio idrico - Ambito distrettuale Sarnese - Vesuviano - Odl 12, Torre Annunziata (Na)

SONDAGGIO: DPSH5 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,007	1,9	-0,05	0,001	1,1	0,00	0,104	33,8	-0,02
0,055	14,3	-0,13	0,005	3,8	0,00	0,144	45,9	-0,03
0,185	31,4	-0,43	0,010	6,2	-0,01	0,188	55,3	-0,06
0,315	40,9	-0,61	0,030	11,4	-0,03	0,277	76,1	-0,11
0,436	43,3	-0,65	0,035	13,1	-0,03	0,371	88,9	-0,15
0,553	47,8	-0,68	0,041	14,9	-0,02	0,474	100,6	-0,17
0,672	50,2	-0,72	0,139	36,8	-0,11	0,592	108,3	-0,21
0,801	51,2	-0,76	0,246	53,4	-0,24	0,688	114,9	-0,22
0,934	50,7	-0,79	0,374	68,9	-0,36	0,768	118,8	-0,23
1,048	51,9	-0,82	0,498	80,6	-0,43	0,853	122,3	-0,23
1,173	54,2	-0,85	0,626	91,9	-0,49	0,947	127,0	-0,24
1,303	53,0	-0,87	0,747	100,3	-0,52	1,054	131,5	-0,25
1,426	54,7	-0,89	0,871	107,5	-0,52	1,178	136,6	-0,27
1,550	53,3	-0,93	1,000	112,3	-0,53	1,296	140,3	-0,29
1,678	54,8	-0,99	1,129	114,6	-0,56	1,412	143,2	-0,30
1,803	53,8	-1,01	1,258	115,7	-0,61	1,531	146,6	-0,32
1,922	54,7	-1,04	1,372	116,5	-0,65	1,652	148,5	-0,33
2,054	56,6	-1,05	1,506	114,9	-0,65	1,768	152,5	-0,34
2,180	58,2	-1,09	1,641	113,8	-0,64	1,884	155,9	-0,35
2,310	60,1	-1,10	1,757	114,5	-0,66	2,006	157,5	-0,35
2,429	59,1	-1,12	1,887	114,6	-0,66	2,116	159,6	-0,36
2,563	58,6	-1,15	2,003	113,8	-0,69	2,250	162,8	-0,36
2,686	57,6	-1,17	2,135	114,5	-0,70	2,367	164,4	-0,37
2,810	56,2	-1,18	2,246	115,9	-0,70	2,493	166,7	-0,37
2,945	58,1	-1,19	2,376	116,9	-0,71	2,607	167,5	-0,38
3,072	58,6	-1,20	2,501	115,0	-0,72	2,742	169,9	-0,38
3,206	58,6	-1,22	2,624	114,6	-0,72	2,853	170,7	-0,38
3,331	57,6	-1,24	2,750	115,7	-0,72	2,986	172,3	-0,39
3,459	57,6	-1,26	2,869	116,5	-0,76	3,109	175,2	-0,39
3,590	57,6	-1,29	2,993	118,0	-0,75	3,218	176,0	-0,39
3,716	58,1	-1,30	3,126	115,7	-0,75	3,335	177,9	-0,39
3,845	59,1	-1,32	3,242	115,9	-0,76	3,445	177,8	-0,39
3,969	59,6	-1,33	3,365	118,3	-0,80	3,568	177,2	-0,39
4,098	59,1	-1,34	3,493	115,1	-0,80	3,679	175,9	-0,39
4,218	57,6	-1,35	3,623	115,7	-0,79	3,809	175,6	-0,41
4,343	60,1	-1,36	3,751	115,5	-0,80	3,927	175,5	-0,40
4,468	59,1	-1,37	3,870	116,5	-0,80	4,066	175,0	-0,41
4,587	60,6	-1,39				4,188	171,5	-0,40
4,694	60,1	-1,40				4,314	169,5	-0,40

Il Responsabile della Sperimentazione
Dott.ssa Geol. Lucia Occorsio

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Roberto Lubrano

Allegato 6
CERTIFICATI DELLE PROVE DI LABORATORIO CHIMICO

GeoGlobo s.r.l.
Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B – 80125 Napoli Tel. 081/18955404
Sede operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli
P.I. 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli al n. NA-962671 Cap. Soc. € 10.000,00 i.v.
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; info@geoglobosrl.it; **PEC**: geoglobosrl@legalmail.it
Fatturazione Elettronica - PEC: fattura.geoglobosrl@legalmail.it **Cod. Univoco:** KRRH6B9

RAPPORTO DI PROVA N. **18790012**/22 DEL **11/04/2022** **PAG.** 1 di 2

COMMITTENTE: GEOGLOBO S.R.L. PIAZZALE GABRIELE D'ANNUNZIO, 16 SC. B NAPOLI.

RICHIEDENTE: GORI SPA.

CAMPIONAMENTO: EFFETTUATO DA TECNICO INCARICATO.

PROVENIENZA CAMPIONE: CANTIERE PER "PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURE DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO CON GORI NELL'AREA SARNESE-VESUVIANA – TORRE ANNUNZIATA (NA)".

STATO DEL CAMPIONE: SOLIDO COSTITUITO DA TERRE E ROCCE DA SCAVO DI COLORE MARRONE E INODORE.

DATI IN ETICHETTA: S1C1 2,00-3,00 m

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	METODO	RISULTATI	VALORI DI CONCENTRAZIONE LIMITE[1]	
				Col. A	Col. B
Umidità	%	DM 13.09.99 MET. II.2	18,4±1,8	--	--
Frazione granulometrica <2 mm	%	DM 13.09.99 MET. II.1	55,3±5,5	--	--
Frazione granulometrica ≥ 2 mm	%	DM 13.09.99 MET. II.1	44,7±4,7	--	--
METALLI					
Arsenico	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	11,2±3,0	20	50
Cadmio	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	< 0.1	2	15
Cobalto	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	3,9±0,7	20	250
Cromo VI	mg/kg s.s.	CNR IRSA 16 Q 64	< 0.1	2	15
Cromo totale	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	9,5±1,8	150	800
Mercurio	mg/kg s.s.	CNR IRSA 10 Q 64 APAT CNR IRSA 3200 A1	< 0.1	1	5
Nichel	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	15,6±3,7	120	500
Piombo	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	14,0±3,0	100	1000
Rame	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	66,2±19,8	120	600
Zinco	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	48,2±12,0	150	1500
COMPOSTI AROMATICI					
Benzene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.1	2
Etilbenzene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Stirene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Toluene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Xilene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Sommatoria Aromatici	mg/kg s.s.	CALCOLO	< 0.1	1	100
COMPOSTI POLICICLICI AROMATICI					
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.5	10
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B	< 0.01	0.1	10

[1] [ALL.5 TAB. 1 DL 152/06]

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	METODO	RISULTATI	VALORI DI CONCENTRAZIONE LIMITE[1]	
				Col. A	Col. B
		EPA 8270 D			
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.5	10
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.5	10
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Crisene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	5	50
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Indeno(1,2,3-cd)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	5
Sommatoria IPA	mg/kg s.s.	CALCOLO	< 0.1	10	100
ALTRI COMPOSTI					
Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8015 C	< 5	50	750
Amianto (polveri e fibre libere)	mg/kg s.s.	CNR IRSA 10 Q 64	< 1000	1000	1000

Tutti i parametri sono conformi rispetto ai valori soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo di cui all'Allegato 5 tab. 1 col. A e B al Titolo V del D.L. 152/06. Pertanto, ai sensi del DPR n. 120 del 13/06/2017 il terreno di cui il campione analizzato è rappresentativo, è da considerarsi un sottoprodotto e può essere riutilizzato in sito in siti con destinazione d'uso verde/residenziale e commerciale/industriale.

IL CHIMICO
dott. Antonio Salvione

RAPPORTO DI PROVA N. **18800013**/22 DEL **11/04/2022** **PAG.** 1 di 2

COMMITTENTE: GEOGLOBO S.R.L. PIAZZALE GABRIELE D'ANNUNZIO, 16 SC. B NAPOLI.

RICHIEDENTE: GORI SPA.

CAMPIONAMENTO: EFFETTUATO DA TECNICO INCARICATO.

PROVENIENZA CAMPIONE: CANTIERE PER "PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURE DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO CON GORI NELL'AREA SARNESE-VESUVIANA – TORRE ANNUNZIATA (NA)".

STATO DEL CAMPIONE: SOLIDO COSTITUITO DA TERRE E ROCCE DA SCAVO DI COLORE MARRONE E INODORE.

DATI IN ETICHETTA: S2C1 2,00-3,00 m

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	METODO	RISULTATI	VALORI DI CONCENTRAZIONE LIMITE[2]	
				Col. A	Col. B
Umidità	%	DM 13.09.99 MET. II.2	8,4±0,8	--	--
Frazione granulometrica <2 mm	%	DM 13.09.99 MET. II.1	51,2±5,1	--	--
Frazione granulometrica ≥ 2 mm	%	DM 13.09.99 MET. II.1	48,8±4,8	--	--
METALLI					
Arsenico	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	10,3±2,7	20	50
Cadmio	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	< 0.1	2	15
Cobalto	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	7,3±0,5	20	250
Cromo VI	mg/kg s.s.	CNR IRSA 16 Q 64	< 0.1	2	15
Cromo totale	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	9,0±2,0	150	800
Mercurio	mg/kg s.s.	CNR IRSA 10 Q 64 APAT CNR IRSA 3200 A1	< 0.1	1	5
Nichel	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	7,4±1,5	120	500
Piombo	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	12,4±2,8	100	1000
Rame	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	68,0±19,7	120	600
Zinco	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	66,2±15,3	150	1500
COMPOSTI AROMATICI					
Benzene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.1	2
Etilbenzene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Stirene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Toluene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Xilene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Sommatoria Aromatici	mg/kg s.s.	CALCOLO	< 0.1	1	100
COMPOSTI POLICICLICI AROMATICI					
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.5	10
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B	< 0.01	0.1	10

[2] [ALL.5 TAB. 1 DL 152/06]

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	METODO	RISULTATI	VALORI DI CONCENTRAZIONE LIMITE[2]	
				Col. A	Col. B
		EPA 8270 D			
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.5	10
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.5	10
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Crisene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	5	50
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Indeno(1,2,3-cd)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	5
Sommatoria IPA	mg/kg s.s.	CALCOLO	< 0.1	10	100
ALTRI COMPOSTI					
Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8015 C	< 5	50	750
Amianto (polveri e fibre libere)	mg/kg s.s.	CNR IRSA 10 Q 64	< 1000	1000	1000

Tutti i parametri sono conformi rispetto ai valori soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo di cui all'Allegato 5 tab. 1 col. A e B al Titolo V del D.L. 152/06. Pertanto, ai sensi del DPR n. 120 del 13/06/2017 il terreno di cui il campione analizzato è rappresentativo, è da considerarsi un sottoprodotto e può essere riutilizzato in sito in siti con destinazione d'uso verde/residenziale e commerciale/industriale.

IL CHIMICO
dott. Antonio Salvione

RAPPORTO DI PROVA N. **18810014**/22 DEL **11/04/2022** **PAG.** 1 di 2

COMMITTENTE: GEOGLOBO S.R.L. PIAZZALE GABRIELE D'ANNUNZIO, 16 SC. B NAPOLI.

RICHIEDENTE: GORI SPA.

CAMPIONAMENTO: EFFETTUATO DA TECNICO INCARICATO.

PROVENIENZA CAMPIONE: CANTIERE PER "PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURE DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO CON GORI NELL'AREA SARNESE-VESUVIANA – TORRE ANNUNZIATA (NA)".

STATO DEL CAMPIONE: SOLIDO COSTITUITO DA TERRE E ROCCE DA SCAVO DI COLORE MARRONE E INODORE.

DATI IN ETICHETTA: S3C1 2,00-3,00 m

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	METODO	RISULTATI	VALORI DI CONCENTRAZIONE LIMITE[3]	
				Col. A	Col. B
Umidità	%	DM 13.09.99 MET. II.2	12,4±1,2	--	--
Frazione granulometrica <2 mm	%	DM 13.09.99 MET. II.1	65,0±6,5	--	--
Frazione granulometrica ≥ 2 mm	%	DM 13.09.99 MET. II.1	35,0±3,5	--	--
METALLI					
Arsenico	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	11,8±2,9	20	50
Cadmio	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	< 0.1	2	15
Cobalto	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	5,1±1,2	20	250
Cromo VI	mg/kg s.s.	CNR IRSA 16 Q 64	< 0.1	2	15
Cromo totale	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	7,4±1,9	150	800
Mercurio	mg/kg s.s.	CNR IRSA 10 Q 64 APAT CNR IRSA 3200 A1	< 0.1	1	5
Nichel	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	12,2±3,0	120	500
Piombo	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	15,7±3,5	100	1000
Rame	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	46,2±11,4	120	600
Zinco	mg/kg s.s.	EPA 3050B 1996 EPA 6010 C 2000	95,2±27,0	150	1500
COMPOSTI AROMATICI					
Benzene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.1	2
Etilbenzene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Stirene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Toluene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Xilene	mg/kg s.s.	EPA 5021 A EPA 8260 C	< 0.01	0.5	50
Sommatoria Aromatici	mg/kg s.s.	CALCOLO	< 0.1	1	100
COMPOSTI POLICICLICI AROMATICI					
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.5	10
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B	< 0.01	0.1	10

[3] [ALL.5 TAB. 1 DL 152/06]

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	METODO	RISULTATI	VALORI DI CONCENTRAZIONE LIMITE[3]	
				Col. A	Col. B
		EPA 8270 D			
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.5	10
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.5	10
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Crisene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	5	50
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	10
Indeno(1,2,3-cd)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8270 D	< 0.01	0.1	5
Sommatoria IPA	mg/kg s.s.	CALCOLO	< 0.1	10	100
ALTRI COMPOSTI					
Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	EPA 3550 B EPA 8015 C	10,0±2,5	50	750
Amianto (polveri e fibre libere)	mg/kg s.s.	CNR IRSA 10 Q 64	< 1000	1000	1000

Tutti i parametri sono conformi rispetto ai valori soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo di cui all'Allegato 5 tab. 1 col. A e B al Titolo V del D.L. 152/06. Pertanto, ai sensi del DPR n. 120 del 13/06/2017 il terreno di cui il campione analizzato è rappresentativo, è da considerarsi un sottoprodotto e può essere riutilizzato in sito in siti con destinazione d'uso verde/residenziale e commerciale/industriale.

IL CHIMICO
dott. Antonio Salvione

Allegato 7
REPORT FOTOGRAFICO

GeoGlobo s.r.l.
Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B – 80125 Napoli Tel. 081/18955404
Sede operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli
P.I. 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli al n. NA-962671 Cap. Soc. € 10.000,00 i.v.
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; info@geoglobosrl.it; **PEC**: geoglobosrl@legalmail.it
Fatturazione Elettronica - PEC: fattura.geoglobosrl@legalmail.it **Cod. Univoco:** KRRH6B9

SONDAGGIO S1



S1 – Postazione



S1 – Cassetta 1 da 0.00 a 5.00 mt
Il campione indisturbato CI 1 è stato prelevato alla profondità di 4.50/5.00 mt



S1 – Cassetta 2 da 5.00 a 10.00 mt



S1 – Cassetta 3 da 10.00 a 15.00 mt



S1 – Chiusino carrabile di protezione del piezometro a tubo aperto da 2”

SONDAGGIO S2



S2 – Postazione



S2 – Cassetta 1 da 0.00 a 5.00 mt
Il campione indisturbato è stato prelevato alla profondità di 2.50/3.00 mt



S2 – Cassetta 2 da 5.00 a 10.00 mt



S2 – Chiusino carrabile di protezione del piezometro a tubo aperto da 2”