

COMUNE di SALERNO



PROGETTO

COMPARTO EDIFICATORIO AT_PS_7

OGGETTO

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

SOGGETTO ATTUATORE
COMMITTENTE

IRGENRE GROUP S.R.L.
VIA CHIOSSETTO N°7 - 20122 MILANO - P.IVA 09629500969

ELABORATO
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
ELABORATI GRAFICI, REPORT INDAGINI E ANALISI

TAVOLA
R.GEO

REVISIONE **REV.02**

DATA **settembre 2024**

SCALA

GEOLOGO

TIMBRO E FIRMA ENTI

TIMBRO E FIRMA ENTI

dott.ssa Daniela Viappiani

TIMBRO E FIRMA

TIMBRO E FIRMA COMMITTENTE

COMUNE DI SALERNO

COMMITTENTE : IRGENRE GROUP SRL

Oggetto: INTERVENTO IN AREA P.U.A.- REALIZZAZIONE
COMPARTO CPS7-VIA GENERALE CLARK- SALERNO

RELAZIONE GEOLOGICA -

Geologo
Dott.ssa Daniela Viappiani



Geologo Daniela Viappiani
Via Fiume 68 - 84129 Salerno
cell. 3927612677
geoviappiani@pec.epap.it

Salerno 07/02/2024

Sommario

1. PREMESSA	4
2 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO E VINCOLI ESISTENTI	7
3. PIANO DI LAVORO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
4.INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
5. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA.....	13
5.1 Complessi idrogeologici.....	14
6.PIANI DI BACINO E COMPATIBILITA' GEOLOGICA	17
7 .SISMICITA' DEL TERRITORIO	19
7.1 pericolosità sismica di base	19
7.2 Pericolosità Sismica Locale	23
8.INDAGINI IN SITO	24
9. SONDAGGI GEOGNOSTICO	25
9.1 Stratigrafie da sondaggi geognostici.....	26
9.2 Prove SPT	29
10. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI	31
11.ESITI DELLA ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO	35
12. PROSPEZIONI GEOFISICHE.....	38
12.1 Prospezione Sismica Di Superficie MASW	38
12.2 Indagine Sismica HVSr	40
13. PROFILO DEL SOTTOSUOLO.....	41
13.1 Modello Stratigrafico	41
13.2 Caratterizzazione geotecnica.....	46
13.3 Caratteristiche idrogeologiche:.....	47
14 ASPETTI DI CARATTERE GEOFISICO	48
14.1 Definizione Della Categoria Di Suolo.....	48
14.2 Categoria Topografica	48
14.3 stabilità ai fenomeni sismoindotti	48
14.4 stabilità ai fenomeni di liquefazione.....	49
15. VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	50
15.1 modellazione preliminare	50
15.2 valori parametrici di sito e pericolosità sismica di base	52
15.3 valutazione preliminare degli effetti di sito	57
15.4 Risposta Sismica Locale (RSL)	61
15.5 Funzione Di Trasferimento e Coefficiente Di Amplificazione	62
15.6 Spettro Di Risposta	64
16. RIEPILOGO E CONCLUSIONI	65

ALLEGATI

- Tavola 1 CARTA DI INQUADRAMENTO TERRITORIALE
- Tavola 2 CARTA GEOLITOLOGICA
- Tavola 3 CARTA GEOMORFOLOGICA
- Tavola 4 CARTA DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI
- Tavola 5 CARTA DELLE INDAGINI IN SITO
- report indagini

1. PREMESSA

La società IRGENRE GROUP srl ha conferito incarico alla scrivente per la redazione dello studio geologico a corredo di un progetto edificatorio ad iniziativa privata in un'area di trasformazione urbanistica PUA designata come CPS7, inserita nell'ambito delle previsioni del Piano Urbanistico Comunale (PUC). Il lotto su cui è previsto l'intervento in argomento si ubica nel settore sud orientale della città ed è individuato nelle mappe catastali al Foglio 46.p.IIIa 420-463-466-302-444-446 e al Foglio 44 p.IIIa 568-646-652-715-713. Sul lato ovest confina con la proprietà su cui sorge la struttura alberghiera Novotel, a sud è delimitato dalla strada comunale Via Generale Clark, mentre a est dalla strada comunale Viale Maria De Marco .e a nord confina con proprietà aliena. L'area di trasformazione AT_PS7 si estende su una superficie pari a mq 38.054., si presenta pressoché pianeggiante con un'ampia superficie incolta , con canneti e arbusti diffusi. Attualmente versa in stato di abbandono e degrado come mostrano le foto a seguire.



FIGURA 1 Ortofoto con individuazione dell'area di intervento

VISTA DELL'AREA DI INTERVENTO



Il progetto, come si legge nella relazione tecnica fornita alla scrivente dal gruppo di progettazione Ghelostudio dell'Arch. Domenico Maria Manzione, prevede la realizzazione di un nuovo polo sociale, un luogo di riferimento non solo per il nuovo complesso ma per tutto l'ambito urbano ad est. Le sue molteplici funzioni, dal residenziale, al commerciale, al direzionale ed al ricettivo, daranno vita ad un sistema di relazioni economiche e sociali attualmente carente nell'estensione ad est della città. Nel progetto si prevede la distribuzione di due livelli commerciali: una piastra commerciale per grande distribuzione ed esercizi di somministrazione sul fronte strada, l'altro livello posto al di sopra, raccolto tra le cortine delle due torri ed in diretto collegamento con il parco urbano che dalla piazza si sviluppa verso nord.

Dalla piazza superiore si ergono i due edifici che in pianta si sviluppano seguendo un andamento speculare a boomerang. Un edificio prevalentemente residenziale si eleva per 24 livelli fuori terra e l'altro prevalentemente produttivo si eleva per 12 livelli fuori terra. Al di sotto del primo livello commerciale si svilupperanno due piani interrati destinati a box ed autorimessa. Pertanto i parcheggi a raso all'interno del lotto fondiario saranno pressoché assenti. Con la volontà di limitare la profondità degli scavi, data l'immediata vicinanza del mare, si è ritenuto di poter fissare la quota di imposta del comparto a + 1.20 m rispetto alla quota stradale esistente. Il raccordo fra le due diverse altimetrie avviene gradualmente nella porzione a verde prospiciente la strada su via Generale Clark e su viale Mario De Marco; questo crea una fascia di mitigazione con l'asse viario principale dando l'opportunità di arricchire il sistema a verde ed i suoi percorsi lavorando con un piano inclinato. I raccordi con i confini del lotto, con particolare cura lungo il confine sud ed est del comparto, saranno mitigati con la realizzazione di scarpate opportunamente raccordate con le sistemazioni esterne esistenti. Viali alberati, aree attrezzate con panchine ed aree gioco, spazi aperti per il commerciale e percorsi pedonali, creeranno la continuità degli spazi urbani. Per la sistemazione a verde si prevede l'utilizzo di specie mediterranee autoctone, resistenti alla siccità e con ridotte esigenze manutentive - associazioni vegetali tipiche della fascia costiera - utilizzo contenuto di superfici a tappeto erboso, per ridurre i consumi idrici e le manutenzioni.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica e agli elaborati di progetto redatti dai progettisti incaricati.

Il lavoro svolto, è finalizzato alla definizione del modello geologico del sito di intervento e del profilo geologico tecnico del sottosuolo da assumere come base per le successive valutazioni e verifiche progettuali. Inoltre sarà definito un modello geofisico di sottosuolo su cui è basata la valutazione della risposta sismica locale (RSL) in campo libero. A supporto dello studio geologico è stata pianificata di concerto con i progettisti una campagna di indagini geognostiche in sito e in laboratorio finalizzata all'acquisizione dei dati utili alle finalità del lavoro, commisurata all'entità delle opere previste e alle problematiche geotecniche ad esse connesse. La campagna di indagini è stata affidata alla ditta IGEO sas con sede a Pastorana (CE) che ha fornito i relativi report di indagine riportati in allegato, i cui esiti sono illustrati nei successivi paragrafi dedicati.

2 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO E VINCOLI ESISTENTI

Il lotto in argomento si localizza nel settore sud orientale del comprensorio salernitano i cui confini chiudono ad Est con il corso del F. Fuorni, il piede meridionale di Colle Vetrano e quindi il Fiume Picentino, fino alla foce. I restanti confini a sud sono disegnati dal seno della linea di costa.

L'area di intervento per l'attuazione del comparto CPS_7 ,prevalentemente produttivo, ricade in un ambito urbano in fase di trasformazione; è servito dalla viabilità urbana ed extra urbana ponendosi nell'immediate vicinanze della bretella di uscita della tangenziale di Salerno in località Mariconda/Arbostella.

Dal punto di vista cartografico il sito è individuato nel F.185 Salerno della Carta Geologica di Italia in scala 1:100000, mentre nelle cartografie di maggiore dettaglio si individua al Foglio n° 467 Salerno della cartografia IGM in scala 1:25000, e al Fogli n°467141 della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5000(cfr. Tavola 1 Inquadramento territoriale- e figure a seguire). Per quanto riguarda l'esistenza di vincoli di carattere idrogeologico rispetto ai PSAI dell'autorità di bacino distrettuale A.M. l'area non rientra in quelle perimetrate con vincolo da frana e idraulico e quindi non è soggetta a limitazioni o prescrizioni di intervento previste dalle Norme di attuazione della summenzionata Autorità. L'area non è sottoposta a vincolo paesaggistico di cui al Decreto Legislativo n° 42/2004 e s.m.i, né a vincolo idrogeologico RD3267/23.

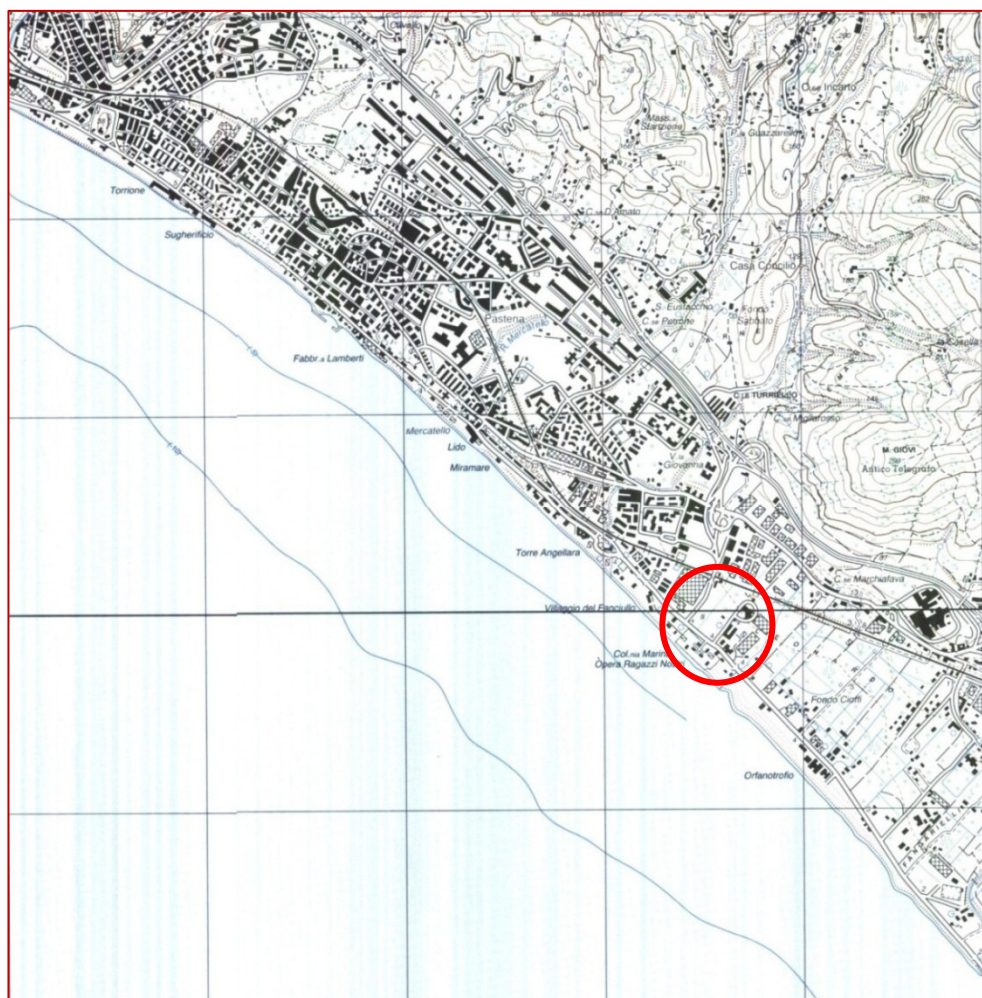


FIGURA 2 Stralcio cartografia IGM -scala 1:25000- F.467 Salerno

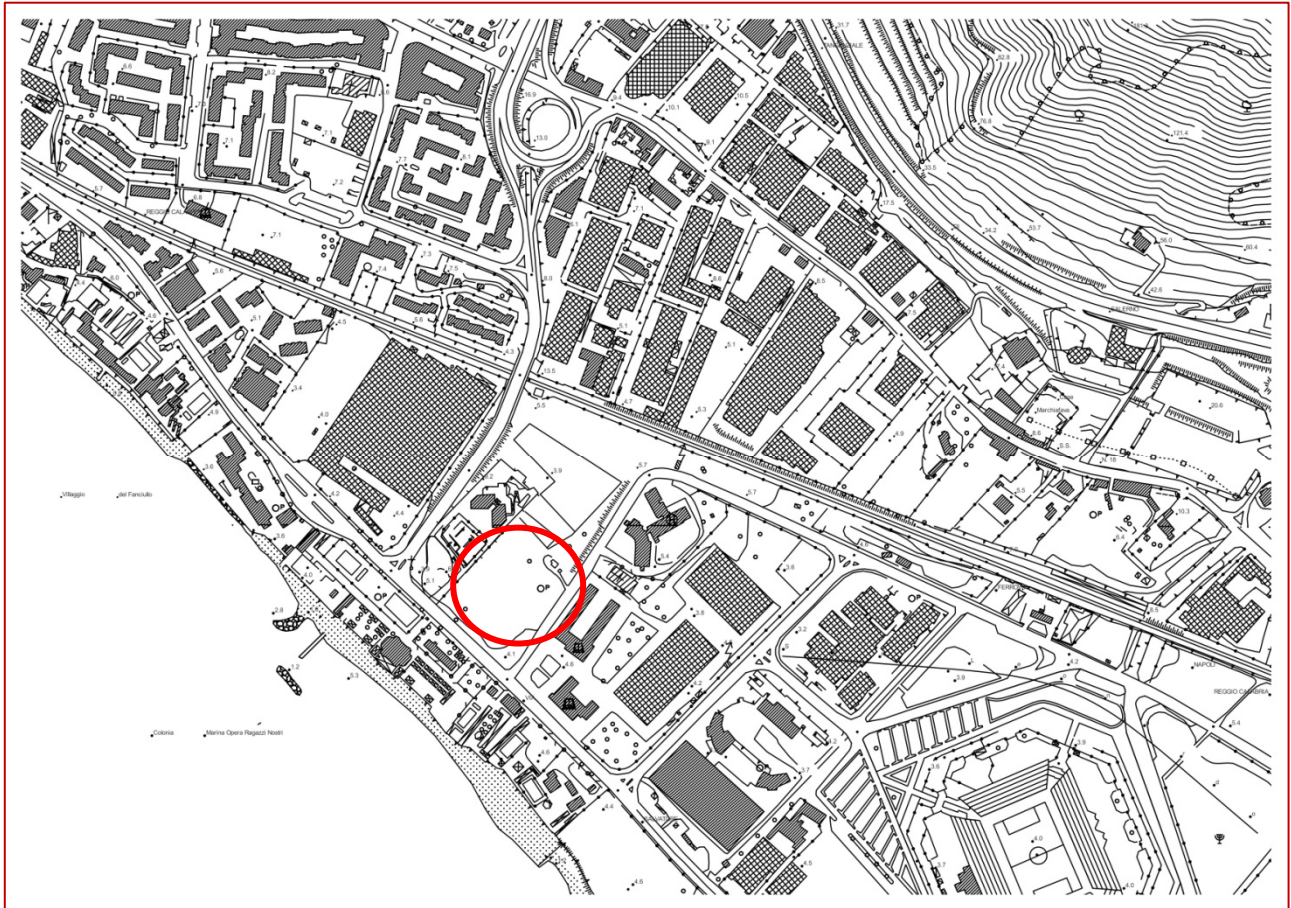


FIGURA 3 Stralcio cartografia CTR -scala 1:5000- F.467141

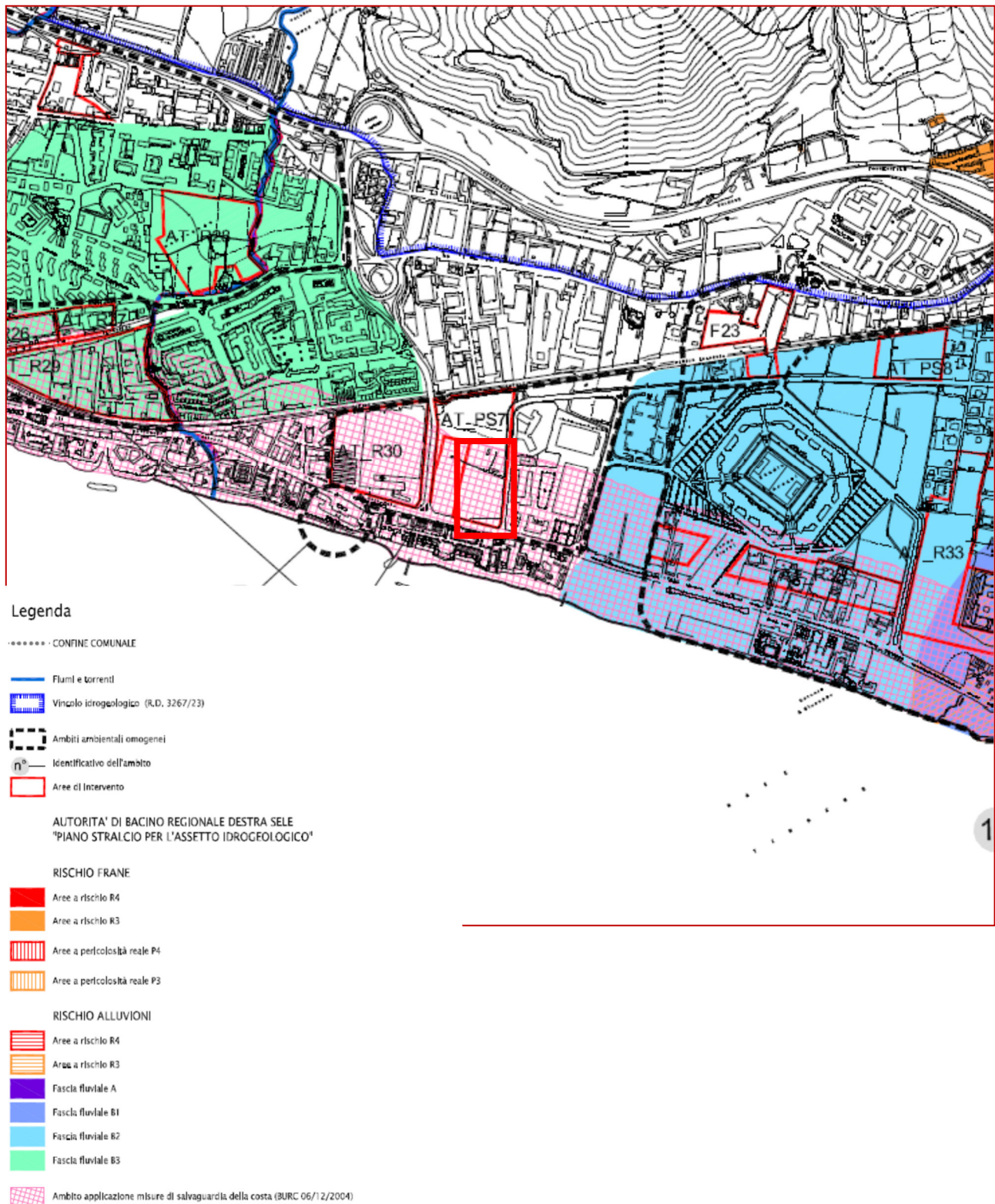


FIGURA 4 carta dei vincoli - PUC comune di Salerno

3. PIANO DI LAVORO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per il raggiungimento delle finalità esposte in premessa è stato sviluppato di concerto con il gruppo di progettazione un piano di lavoro articolato secondo le seguenti fasi:

1. incontri interlocutori con i progettisti per la presa visione del progetto
2. sopralluogo congiunto nelle aree di intervento
3. reperimento di documenti e dati disponibili su canali ufficiali e da archivio personale
4. condivisione ed esecuzione del programma di indagini geognostiche

I dati di cui al **punto 3** derivano dalla consultazione di documenti e cartografie su ampia scala che fanno riferimento alle seguenti fonti:

- Carta Geologica d' Italia scala 1:100.000 F.185 revisione della carta geologica di base in funzione dei recenti studi geologici derivanti dal Progetto C.A.R.G. in scala 1:50000, ricavati dal sito <http://www.isprambiente.gov.it/>;
- verifica degli elementi geomorfologici attraverso il rilevamento diretto, il progetto IFFI (banca dati inventario fenomeni franosi d'Italia) con i dati scaricati dal sito ufficiale riguardanti il territorio comunale
- consultazione online del Geoportale Nazionale
- consultazione online del Geoportale Provinciale
- consultazione cataloghi CPTI15 e database DBMI15 <http://ingv.it/> -
- consultazione catalogo ITHACA e DISS relativi alle FAC. <http://diss.rm.ingv.it/dissGM/>
- Consultazione di letteratura geologica e di settore
- consultazione di studi esistenti di carattere territoriale (PUC) e di archivio personale
- disamina della documentazione tecnica allegata al vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Meridionale per la Campania

La campagna di indagini geognostiche di cui al **punto 4** è stata concordata con il progettista strutturale e affidata alla Ditta IGEO sas con sede legale a Pastorano (CE) che ha eseguito le seguenti attività:

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo
- n.7 prove in foro del tipo Standard penetretion test (SPT)
- n.1 installazione di tubo piezometrico per monitoraggio del livello di falda
- n. 5 prelievi di campioni di terreno indisturbato e analisi di laboratorio geotecnico
- n. 5 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH
- n. 1 prospezione geofisica di superficie MASW; n. 1 misura geofisica HVSR

Lo studio è stato svolto nel rispetto dei seguenti riferimenti normativi:

- art. 2 Legge n 64/74 e s.m.i;
- Legge Regionale n. 9 del 7 gennaio 1983 "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico";
- D.lgs. 50/2016
- D.M. 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- D.M. 16/01/1996 Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.M. Infrastrutture del 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- EC 7 progettazione geotecnica - Parte I regole generali; Norme di Attuazione del vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Campania Sud).
- D.P.R. 328/01 art.41,
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale presenta una morfologia notevolmente articolata che rispecchia in parte la variabilità dei litotipi affioranti ed in parte la complessità delle vicende tettoniche e morfogenetiche che lo hanno interessato. Esso si sviluppa nell'ambito di un basso strutturale denominato "Graben di Salerno", delimitato da faglie bordiere ad andamento antiappenninico. Alle fasi tettoniche che hanno favorito la formazione del graben, sono succeduti eventi erosionali e deposizionali che hanno contribuito a delinearne l'attuale assetto morfostrutturale.

L'area in studio si localizza lungo la fascia costiera nel settore orientale del comprensorio salernitano in un'area che nel tempo ha subito notevoli trasformazioni antropiche. L'area si sviluppa in un ambito morfologico di piana alluvionale costiera, a quote di circa 5.00m s.l.m. (Tav. 1 Carta Inquadramento territoriale). L'assetto, con andamento topografico dolce e superfici subpianeggianti, è tipico di una fascia di raccordo tra i retrostanti rilievi collinari con la fascia costiera posta a sud. (Tav. 3 Stralcio Carta Geomorfologica). Ai bordi della piana, nelle aree più a nord sono da evidenziare degli alti morfologici legati all'affioramento di termini riferibili ai depositi conglomeratici. In queste zone gli agenti esogeni hanno modellato le formazioni conglomeratiche originando superfici lievemente ondulate e solcate da modesti corsi d'acqua. Le forme morfologiche che si rinvengono sono riferibili a deboli concavità morfologiche sede di processi eluvio colluviali che non interferiscono con il settore in studio, e ampie spianate di erosione legate ad antiche fasi di modellamento. I rilievi che bordano la depressione degradano verso la piana dove si raccordano a quote comprese tra 12 e 11m s.l.m.; procedendo da nord verso sud la morfologia si spiana con quote comprese tra 10 e 2m s.l.m., e medie intorno a 5.00m s.l.m. e acclività inferiori a 5°.

L'attuale piana è il risultato di una intensa attività tettonica individuata a partire dal Miocene superiore; ad essa seguono, nel Pliocene, intense fasi di ricolmamento, dapprima in seguito a fenomeni di ingressioni marine con apporto di sedimenti fini a cui poi seguirono successivi e continui apporti di sedimenti grossolani ghiaie e sabbie che rappresentavano i prodotti derivanti dall'azione erosiva esercitata sui calcari dei retrostanti rilievi montuosi. Ad essi seguirono poi spinte fasi di ulteriori accumuli di materiali alluvionali depositi in ambiente di foce fluviale e lacustre. Allo stato attuale l'area si presenta caratterizzata da deboli ondulazioni e leggere variazioni di acclività dovute alla presenza di lievi depressioni o quali effetti di operazioni di sbancamenti, ricolmamenti e bonifiche oltre che regimazione artificiale delle aste drenanti che hanno comportato una modifica morfologica e idraulica della piana e degli impluvi ivi presenti favorendone in parte l'urbanizzazione e le attività agricole locali. L'andamento pianeggiante e la naturale conformazione morfologica non fanno ravvisare elementi di instabilità morfologica rispetto ai quali risulta stabile.

Dal punto di vista litologico i depositi che caratterizzano i settori costieri, le aree di piana e le fasce di raccordo tra i versanti e la piana sono riferibili ai complessi di coperture quaternarie costituiti da sedimenti alluvionali con intercalazioni di materiale piroclastico, sedimenti fluvio palustri, sabbie di origine eolica e marina; coperture eluvio-colluviali; falde detritiche (v. Tav. 2 Stralcio Carta delle litologie).

Con riferimento allo stralcio cartografico di Figura .5 stralcio della carta tecnica regionale geolitologica in scala 1: 25.000 il settore di più stretto interesse ricade su depositi di età plesitocenica-olocenica ascritti al **Sintema di Campolongo** che rappresenta un prisma di sedimenti trasgressivi e progradazionali che si è accreionato sul fronte della piana del Sele nel corso dell'Olocene. La superficie-limite superiore del Sintema Campolongo è quasi ovunque esposta e coincide con la topografia attuale. Essa è dominata da forme deposizionali poco o niente rimodellate che ben riflettono i processi delle varie facies in cui si articola il Sintema. La sua parte più antica (Olocene inferiore) mostra il sollevarsi e l'ingredire di un sistema barriera laguna; la sua parte più recente (Olocene superiore) mostra, invece, crescita progradazionale dei cordoni costieri e, nel retrobarriera, passaggio da ambienti lagunari ad ambienti stagnali e palustri, finalmente colmati da apporti fluviali e, negli ultimi due secoli, da locali colmate di bonifica. I depositi alluvionali citati si presentano fortemente eterometrici, con elementi di varia pezzatura, variamente arrotondati o appiattiti e si presentano con distribuzione tipica lentiforme e discontinua proprio a causa del variare delle condizioni ambientali, dell'energia cinetica delle acque fluenti e della direzione delle correnti marine lungo la linea di costa.

A luoghi si nota la presenza di depositi lagunari, stagnali e palustri costituiti da argille azzurre e grigie di laguna, a luoghi fossilifere, talora includenti limi torbosi, passanti verso l'alto e verso l'interno ad alternanze di argille limo-sabbiose, limi torbosi, torbe e sabbie talora ghiaiose a matrice pelitica. Potenza massima di 15 metri circa. La parte inferiore contiene macro e microfossili di ambiente salmastro. Verso l'alto non mancano livelli piroclastici soprattutto nelle porzioni più superficiali, dovuti agli apporti notevolissimi di materiali provenienti dalle fasi parossistiche esplosive dell'apparato vulcanico del Somma-Vesuvio. Questa coltre di depositi alluvionali, arealmente diffusa, presenta sempre spessori potenti superiori a 50m-60m come riferisce la letteratura geologica, e poggia direttamente sul substrato delle argille grigio-azzurre del Miocene, il cui ambiente deposizionale è certamente di tipo costiero e mare poco profondo; gli spessori sono dell'ordine dei 100m o superiori.

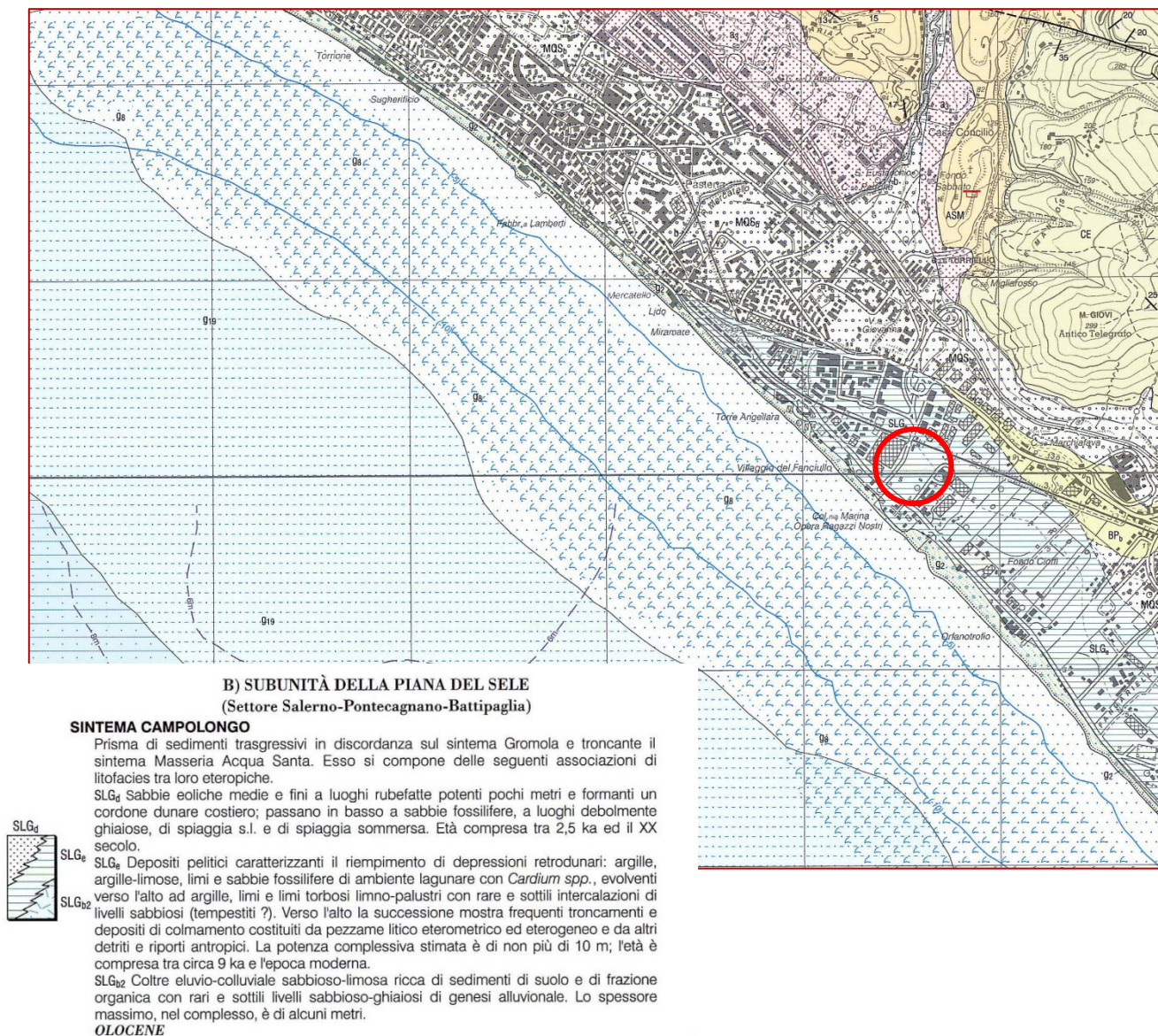


FIGURA 5 Stralcio Carta Geologica F.467 Salerno - scala 1:25000

5. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

L'idrografia dell'area Salernitana è caratterizzata dai fiumi Irno, Fuorni e, lungo il confine con il comune di Pontecagnano, dal fiume Picentino; tutti ad andamento Nord-Sud. Torrenti di dimensioni più ridotte e con direzione anch'essa grossomodo nord-sud sono i valloni Fusandola e Rafastia che sboccano presso il centro abitato. Tra l'Irno e il Fuorni, sono il Rumaccio, il Mercatello e il Mariconda. Dal punto di vista idrografico non si rinvencono elementi idrici superficiali prossimi e/o interferenti con l'area in argomento.

Dal punto di vista idrogeologico l'unità idrogeologica a cui appartiene il settore in studio coincide proprio con il profondo graben ricolmato da una potente pila di sedimenti plioquaternari, costituiti da una prevalenza di sedimenti sabbioso argillosi, fluviali e fluvio lacustri, distribuiti ampiamente lungo la fascia parallela alla costa. A tali litologie caratterizzate da un basso grado di permeabilità seguono e si rinvencono in affioramento a nord dell'area di interesse i litotipi a maggiore permeabilità relativa costituiti dalla formazione dei Conglomerati di Eboli.

La circolazione idrica sotterranea risulta pertanto fortemente condizionata dall'assetto stratigrafico strutturale della piana, ovvero dalla natura e dai rapporti giaciture dei litotipi del sottosuolo. Studi specifici (Celico 2003 - De Meo 2006) sull'individuazione e classificazione dei corpi idrici sotterranei, basati sull'assetto geologico stratigrafico, sulle caratteristiche di permeabilità e sui limiti tra i vari corpi idrici evidenziano come i settori di piana siano caratterizzati da corpi idrici significativi le cui tipologie sono le seguenti:

- corpi idrici sotterranei alluvionali costieri, costituiti da alternanze di depositi continentali, marini e vulcanici, con livelli ad elevata permeabilità per porosità intercalati a livelli a media permeabilità, ed un assetto stratigrafico con forti eteropie orizzontali e verticali, ubicati nelle piane costiere
- corpi idrici sotterranei alluvionali interni, con livelli ad elevata permeabilità per porosità intercalati a livelli a media permeabilità, con una o più falde idriche sovrapposte, ubicati nelle piane interne, in corrispondenza dei principali corsi d'acqua

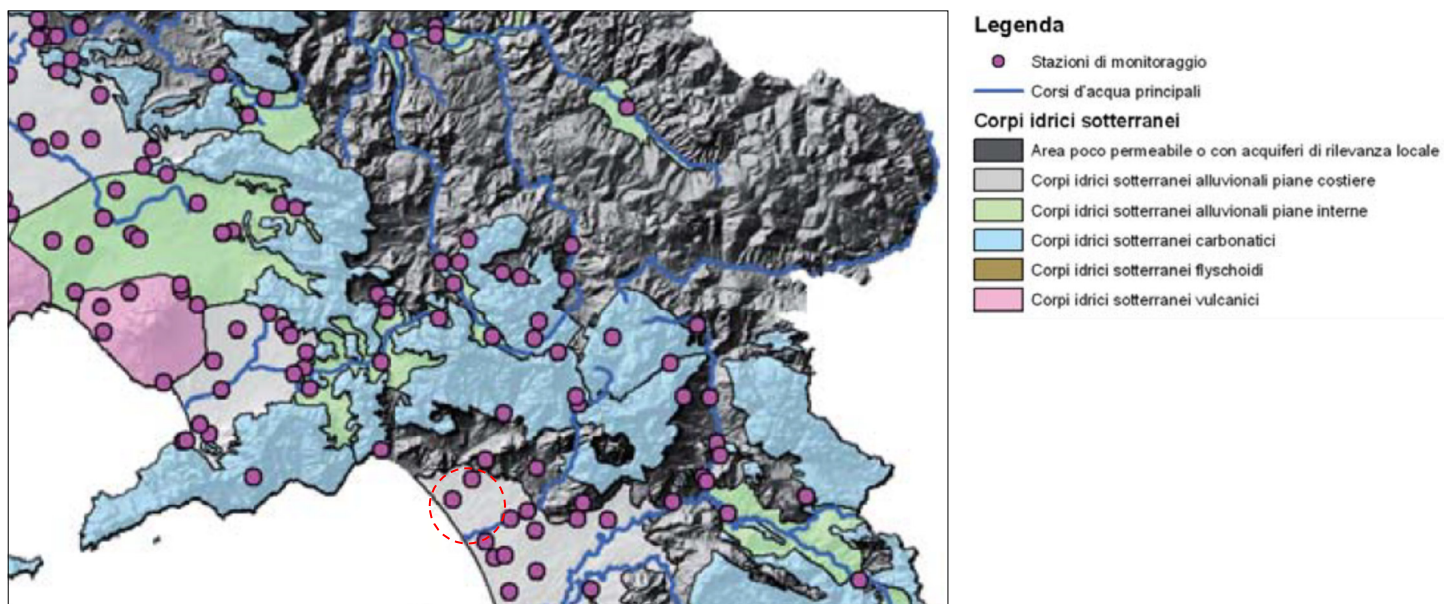


FIGURA 6 Stralcio Carta dei corpi idrici sotterranei - **ACQUE SOTTERRANEE T.** Di Meo, A. Mottola, G. Onorati

Nell'area di interesse, il corpo idrico sotterraneo prevalente è rappresentato dal complesso alluvionale caratterizzato da una disposizione caotica dei sedimenti alluvionali menzionati, con intercalazioni di spessori e lenti, talora interdigitati, di terreni a differente assortimento granulometrico e quindi con diverso grado di permeabilità. In generale, il fenomeno di infiltrazione è particolarmente facilitato dalla morfologia quasi piatta del territorio. La circolazione idrica sotterranea avviene nei depositi generalmente più grossolani ed è solo localmente condizionata dai rapporti litologici tra i depositi a diversa "permeabilità relativa" e granulometria. Sovente, per la presenza di orizzonti poco o niente permeabili, si realizza una circolazione idrica "falde sovrapposte" (es.: Piana del Sarno, Piana del Solofrana, Piana del Sele, etc.); falde che possono risultare tuttavia tra loro interconnesse, sia per l'esistenza di locali flussi di drenanza, sia per la presenza di soluzioni continuità negli orizzonti litologici meno permeabili della successione idro-stratigrafica. Gli spartiacque sotterranei e gli assi di drenaggio preferenziale, sono fortemente condizionati da fattori, sia naturali (ricarica), sia antropici (emungimento acque sotterranee sono rappresentati da corsi d'acqua, da laghi e, lungo la fascia costiera, dal mare).

Dal punto di vista idrogeologico infatti possono individuarsi due sistemi nettamente distinti:

a nord il complesso carbonatico dei Monti Picentini, intensamente fratturato e, quindi, ad elevata circolazione interna, che costituisce un acquifero importante.;

a sud le potenti sequenze alluvionali della Piana con diversa permeabilità dei litotipi condizionata dalle caratteristiche granulometriche degli stessi, diventa sede di acquiferi con caratteristiche di falde sovrapposte.

Tali sistemi, comunque separati dai depositi del complesso impermeabile delle argille scagliose variegate, vengono a contatto solo in alcuni settori della fascia pedemontana, tramite i depositi sabbiosi e fortemente permeabili del complesso detritico. tali complessi ghiaioso-sabbioso, sabbioso-limoso e dei travertini) sono tutti sede di falde acquifere alimentate sia dall'infiltrazione delle acque meteoriche che da apporti laterali provenienti dalle aree detritiche e carbonatiche, esterne. Le superfici della falda raggiungono la massima altezza in corrispondenza della fascia collinare, mentre risalgono sino al livello del mare in prossimità della linea di costa (Autorità di Bacino Campania Sud ex Destra Sele). Generalmente gli acquiferi di pianura sono ricaricati per infiltrazione diretta e da cospicui travasi dagli adiacenti massicci conglomeratici o carbonatici. l'andamento delle falde segue la direttrice N-S.

Arealmente informazioni sui livelli piezometrici riferiscono quote del pelo libero della falda comprese tra 2.00 e 4.60m ed una seconda falda più profonda e più interna a quota comprese tra 27 e 32m.

5.1 Complessi idrogeologici

I vari termini litologici che caratterizzano il sottosuolo sono stati su ampia scala suddivisi in differenti complessi idrogeologici aventi, nel loro insieme, un comportamento sostanzialmente omogeneo nei confronti dell'infiltrazione e della circolazione idrica sotterranea (**cfr. Carta dei complessi idrogeologici PTA**

Il complesso idrogeologico su cui insiste il sito in argomento si identifica con il **complesso idrogeologico alluvionale di piana costiera (figura 7) costituito** da sedimenti eterogenei, con forti eteropie di facies verticali e laterali che favoriscono la presenza di acquiferi multistrati; la permeabilità è estremamente variabile per porosità in ragione dell'assortimento granulometrico prevalente. I flussi idrici sotterranei nell'ambito dell'areale in studio presentano direzione prevalente verso sud; localmente la soggiacenza della falda si attesta a quote del livello marino. L'alternanza di fenomeni alluvionali e trasgressivi ha favorito una deposizione caotica dei sedimenti alluvionali menzionati, con intercalazioni di spessori e lenti, talora interdigitati, di terreni a differente assortimento granulometrico e quindi con diverso grado di permeabilità.

Su scala comunale in riferimento alle cartografie tematiche del PUC del comune di Salerno i depositi sedimentari alluvionali ampiamente diffusi nel sito in studio sono schematicamente raggruppati in due complessi idrogeologici (Figura 8 Stralcio carta dei Complessi Idrogeologici-).

Complesso alluvionale sabbioso limoso e limoso argilloso: caratterizzato da termini aventi un basso grado di permeabilità per porosità in ragione dell'assortimento granulometrico prevalentemente fine che non favorisce il deflusso idrico, tanto da risultare in grande scarsamente permeabili.

Complesso alluvionale sabbioso -ghiaioso e: ghiaioso caratterizzato da depositi a granulometria grossolana dotati di un elevato grado di permeabilità per porosità; leggere diminuzioni del coefficiente di permeabilità si registrano in corrispondenza dell'aumento della frazione fine, sabbioso limosa, negli spazi intergranulari

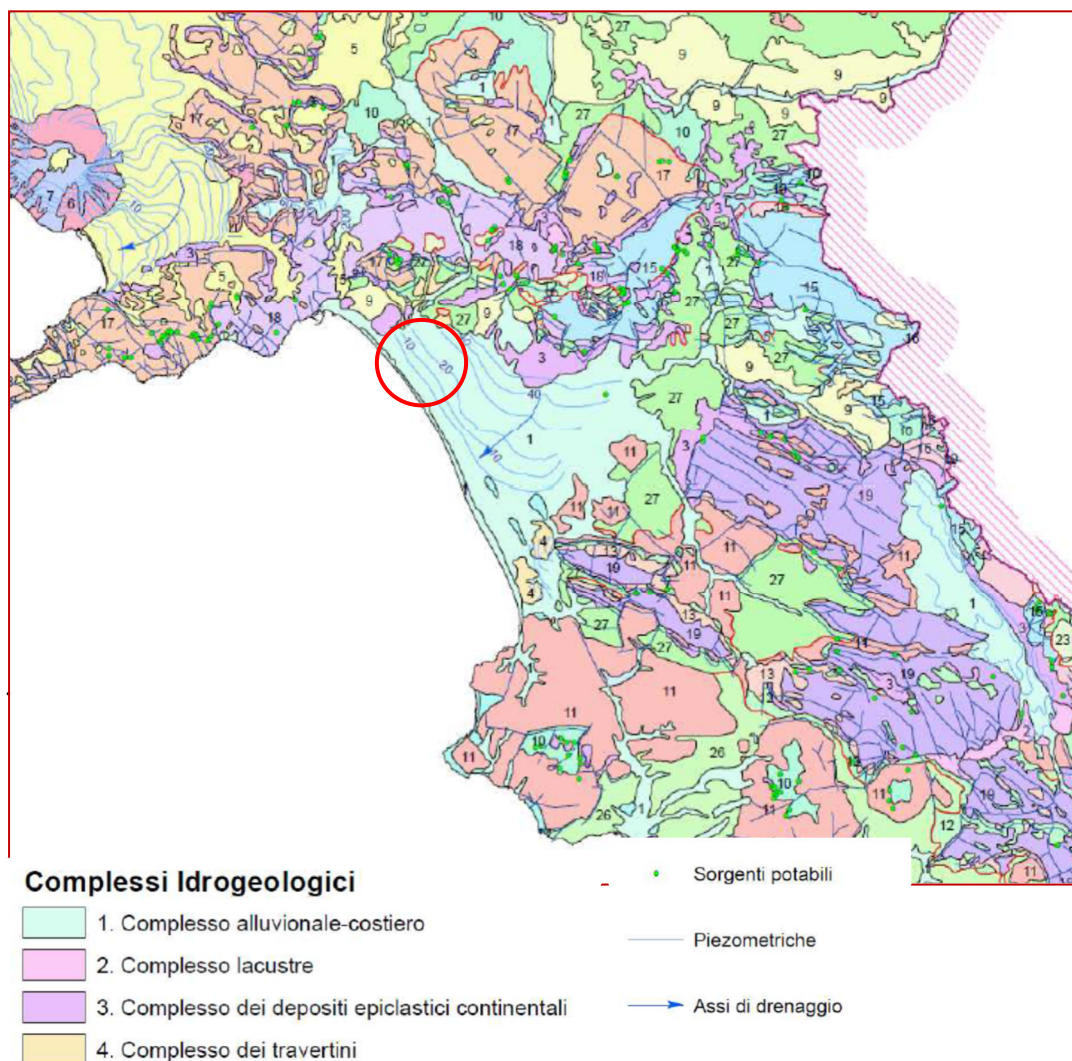
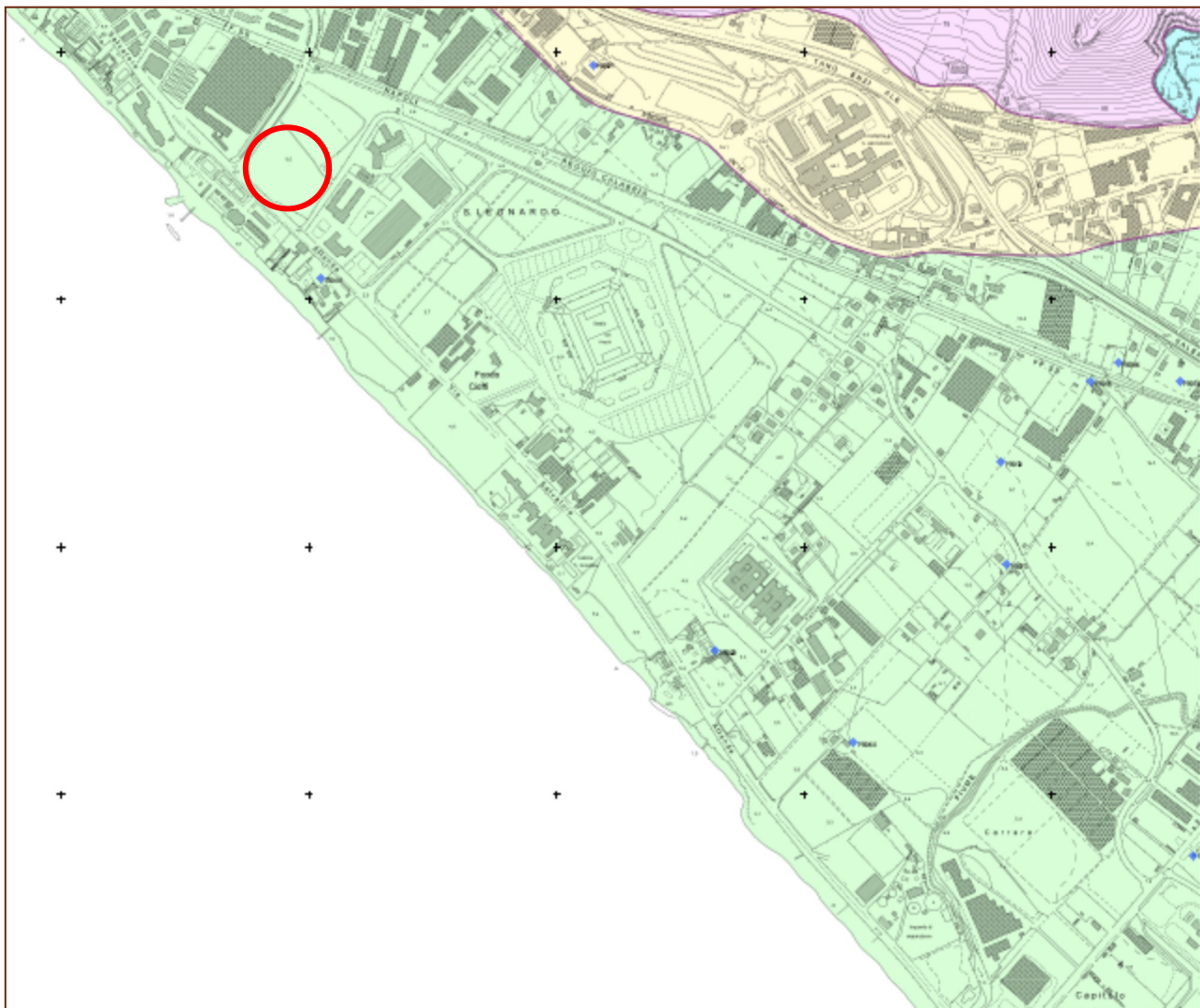


FIGURA 7. Stralcio carta dei complessi idrogeologici- PTR



Legenda

— LIMITE COMUNALE

★ Sorgenti

⊕ Pozzi

▲ Principali direzioni di deflusso della falda

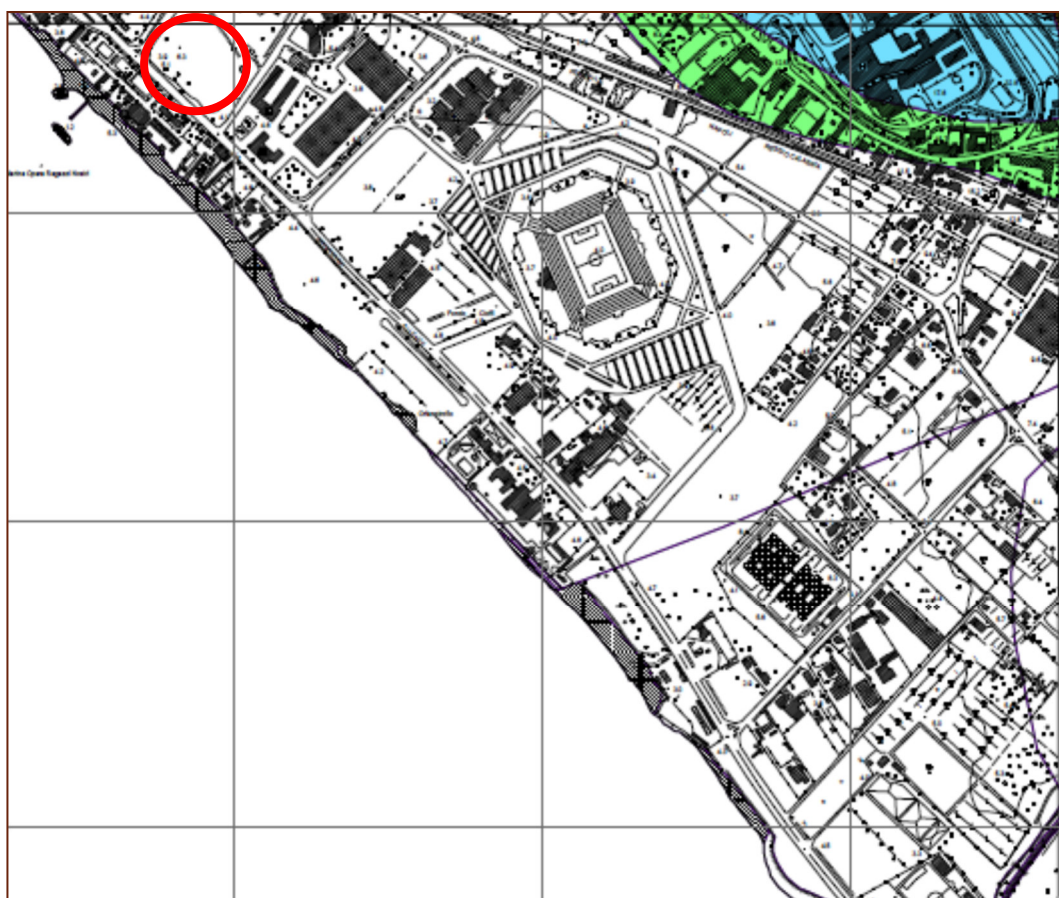
Complessi idrogeologici e grado di permeabilità*

PERMEABILITÀ: MOLTO ELEVATA	Complesso Calcarea
PERMEABILITÀ: ELEVATA	Complesso Dolomitico
PERMEABILITÀ: MEDIA	Complesso Alluvionale: comprende depositi alluvionali s.s., sabbie di delta e depositi lagunari
PERMEABILITÀ: MEDIO-BASSA	Complesso Arenaceo-Conglomeratico: comprende Arenarie, Conglomerati, Breccie e Tufi Litoidi
PERMEABILITÀ: BASSA	Complesso dei terreni a prevalente componente limo-argillosa: comprende Copertura Eluvio Colluviale, Tufi Inocerenti e Argille

FIGURA 8. Stralcio carta Idrogeologica F-011 -Salerno-fonte PUC

6.PIANI DI BACINO E COMPATIBILITA' GEOLOGICA

Il naturale assetto morfologico, l'assenza di elementi predisponenti a fenomeni gravitativi, assicurano le buone condizioni di stabilità per fattori morfologici dell'area. Tale situazione trova riscontro anche nelle cartografie tematiche del PSAI per il rischio idrogeologico da frana e idraulico, dell' Autorità di Bacino ex Campania Sud attualmente confluita nell'Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Meridionale, in base alle quali il sito in argomento non ricade in area interessata da classe di pericolosità e quindi di rischio da frana ; pertanto gli interventi progettuali non sono soggetti a vincoli e/o prescrizioni relative alle norme di attuazione dell'Autorità di bacino Distrettuale A.M. .D'altro canto l'intervento previsto non inciderà sui fattori che determinano la pericolosità dell'area che resta invariata, non alterando quindi le perimetrazioni vigenti. Analogamente per il rischio idraulico l'area non rientra nelle classi di rischio previste dalla summenzionata autorità (fig. 10)

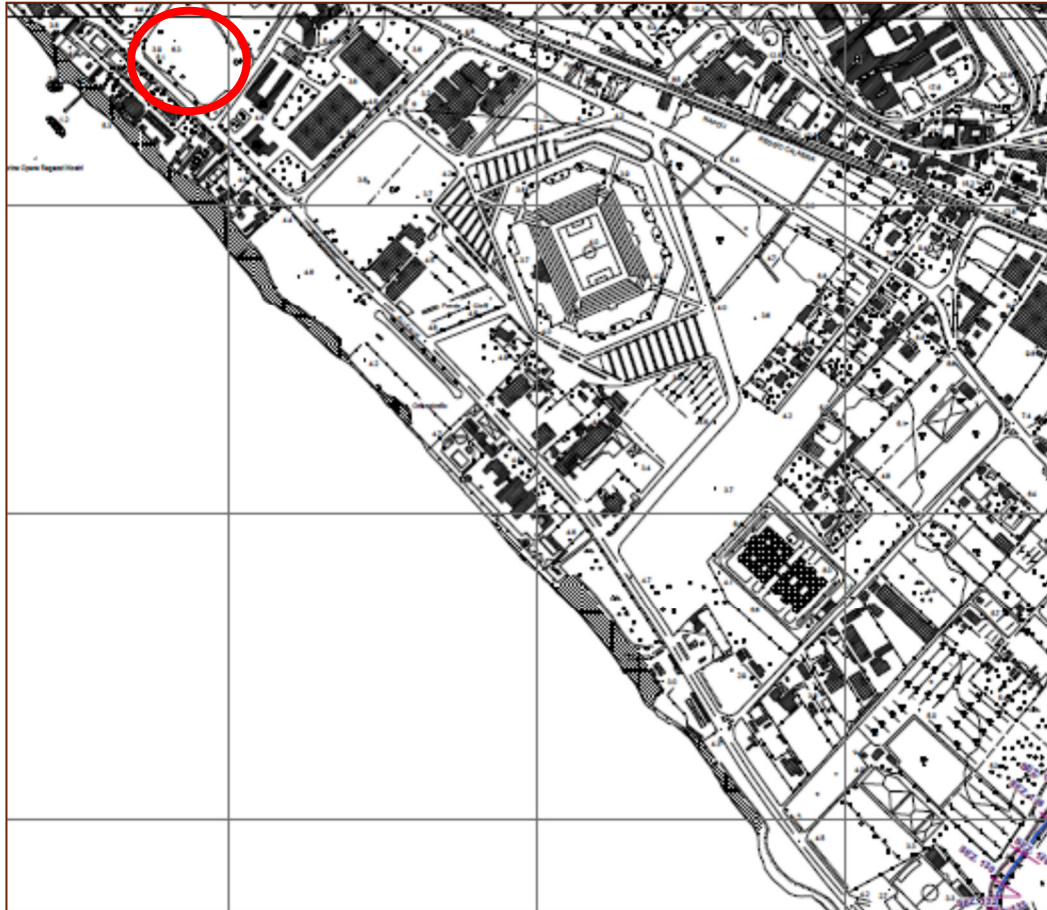


Legenda

AREE A RISCHIO DA FRANA

- R1 - RISCHIO MODERATO:** Aree nelle quali i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali
- R2 - RISCHIO MEDIO:** Aree nelle quali sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
- R3 - RISCHIO ELEVATO:** Aree nelle quali sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
- R4 - RISCHIO MOLTO ELEVATO:** Aree nelle quali sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche

FIGURA 9 - stralcio carta del rischio da frana -fonte Autorità di Bacino Distrettuale A.M.



LEGENDA

AREE A RISCHIO IDRAULICO

- R1- (RISCHIO MODERATO)
- R2 - (RISCHIO MEDIO)
- R3 - (RISCHIO ELEVATO)
- R4 - (RISCHIO MOLTO ELEVATO)

AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA

- FASCIA A (PERICOLO MOLTO ELEVATO)
- FASCIA B1 (PERICOLO ELEVATO)
- FASCIA B2 (PERICOLO MEDIO)
- FASCIA B3 (PERICOLO MODERATO)

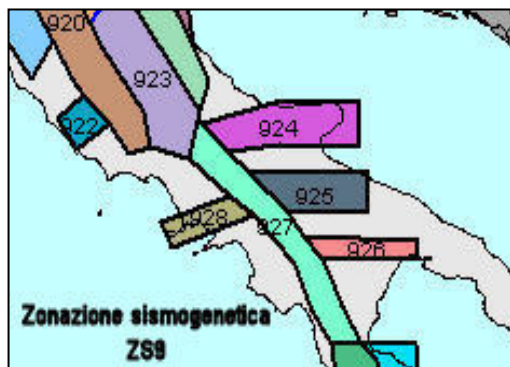
— RETICOLO IDROGRAFICO

FIGURA 10- stralcio carta del rischio idraulico - fonte Autorità di Bacino Distrettuale A.M.

7 .SISMICITA' DEL TERRITORIO

7.1 pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di un'area è intesa come la probabilità che un dato valore di scuotimento del terreno, espresso con parametri fisici (picco di accelerazione orizzontale, picco di velocità, picco di spostamento, accelerazione spettrale) possa essere superato in un certo lasso di tempo a seguito di un terremoto. Il punto di riferimento per la valutazione della pericolosità di base del territorio



italiano è rappresentato dalla zonazione sismogenetica ad opera del Gruppo di lavoro dell'INGV. Per quanto riguarda la Campania la zona sismogenetica che inquadra la geometria delle sorgenti dei terremoti che interessano maggiormente la Campania è rappresentata dalla zona 927 (Fig. 11 a lato- Sannio-Irpinia-Basilicata) che include l'area caratterizzata dal maggiore rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che ha interessato l'Appennino Meridionale. La pericolosità della zona viene stabilita sulla base di un valore relativo alla profondità efficace ossia la profondità alla quale si registra il maggior numero di terremoti che determinano la pericolosità della zona. L'intervallo di profondità entro cui

viene rilasciato il maggior numero di terremoti, ovvero l'intervallo entro cui presumibilmente si possono verificare prossimi eventi sismici, viene definito come strato sismogenetico. Nella fattispecie per la zona sismogenetica 927 la profondità efficace è compresa tra 8 e 12 Km (Gruppo lavoro INGV- zonazione sismogenetica ZS9), mentre il meccanismo di fagliazione responsabile dei terremoti verificatisi in zona 927 è di tipo faglia normale

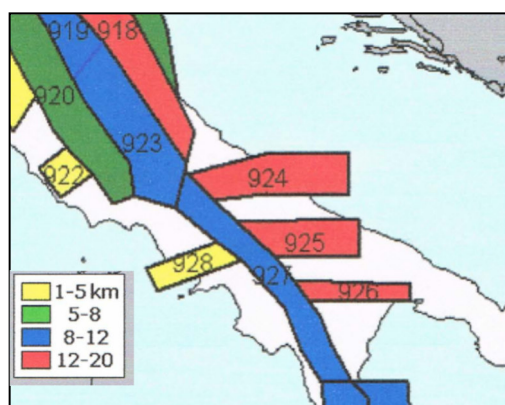


FIGURA.12 Classi di profondità efficace assegnate alle diverse zone della ZS9

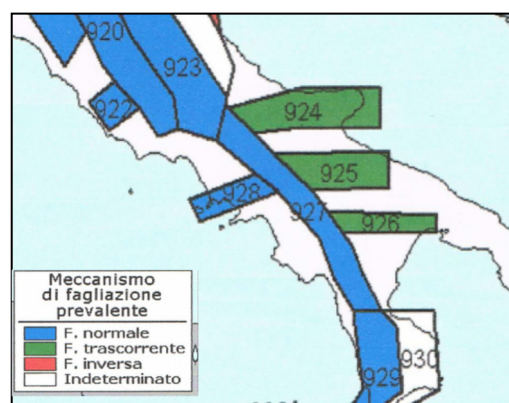


FIGURA 13 Meccanismo di fagliazione atteso per le diverse zone della ZS9

In tale zona sismogenetica è quindi inquadrata la geometria delle sorgenti dei terremoti che interessano maggiormente la Campania e la città di Salerno; Il comprensorio tuttavia risente solo di effetti indiretti dell'azione di eventi sismici poiché non è interessato da strutture tettoniche-sismogenetiche pur essendo situato ai margini del principale focolaio sismico della regione (alto Calore, alto Sele, alto Ofanto); gli eventi sismici che hanno avuto ampia distribuzione in tale settore rilevati nel corso della storia sismica dell'Appennino fanno registrare valori di Magnitudo compresi tra 5 e 7 . Da fonti storiche gli eventi che hanno avuto maggiori risentimenti in generale per le province salernitane sono riferibili al sisma di Calitri 1964, Basilicata 1857 e Irpinia-Lucano 1980. Nonostante la severità degli eventi e del loro risentimento non sembra si siano verificati effetti cosismici nel comprensorio .

Di seguito si riporta un elenco dei maggiori terremoti di cui ha risentito il comprensorio salernitano (estratto da CFTI) e la mappa relativa all'epicentro del terremoto Irpinia -Basilicata del 1980 da cui si evince la mancanza di effetti cosismici nell'area salernitana (eff. ambiente naturale).

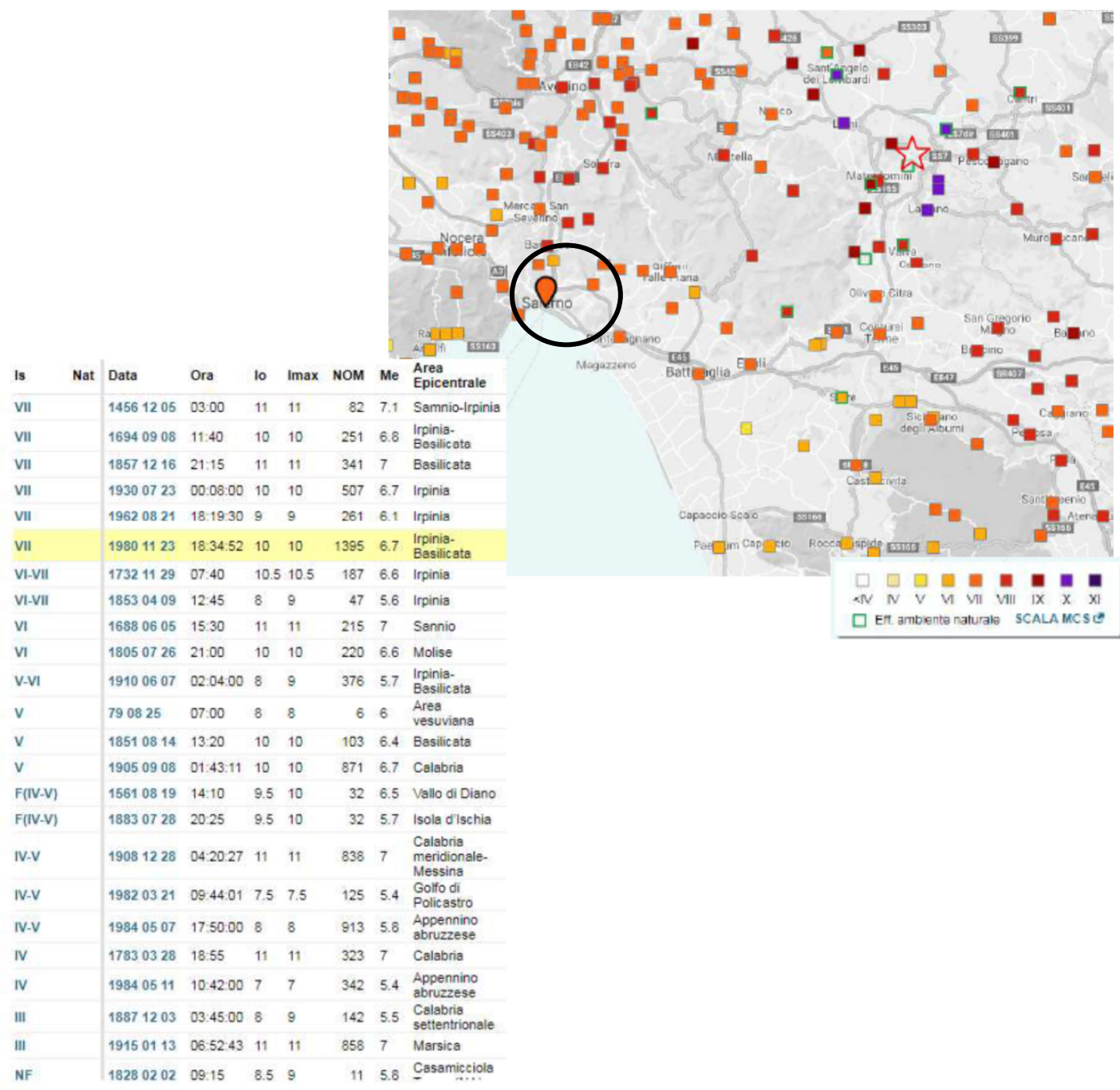


FIGURA 14 stralcio Catalogo dei forti terremoti -fonte INGV

La distribuzione e caratterizzazione delle zone sismogenetiche è stata tradotta in una mappa di pericolosità sismica valida per tutto il territorio nazionale nella quale sono riportati i valori di accelerazione orizzontale massima al suolo a_g con probabilità di eccedenza dal 10% in 50 anni, riferita a categoria di suolo A caratterizzati da valori di $V_s > 800 \text{ m/s}$. (Fig. 16).

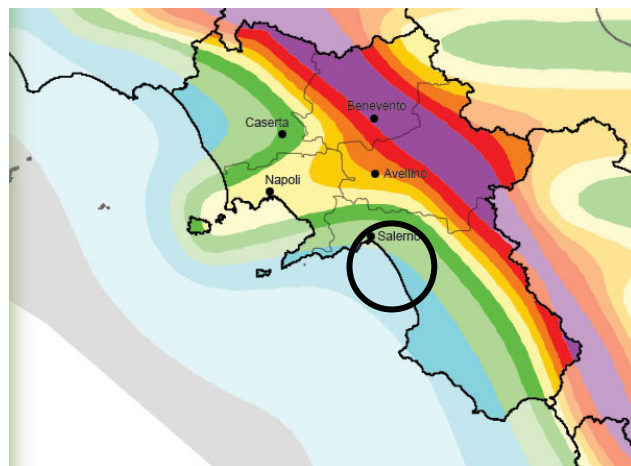
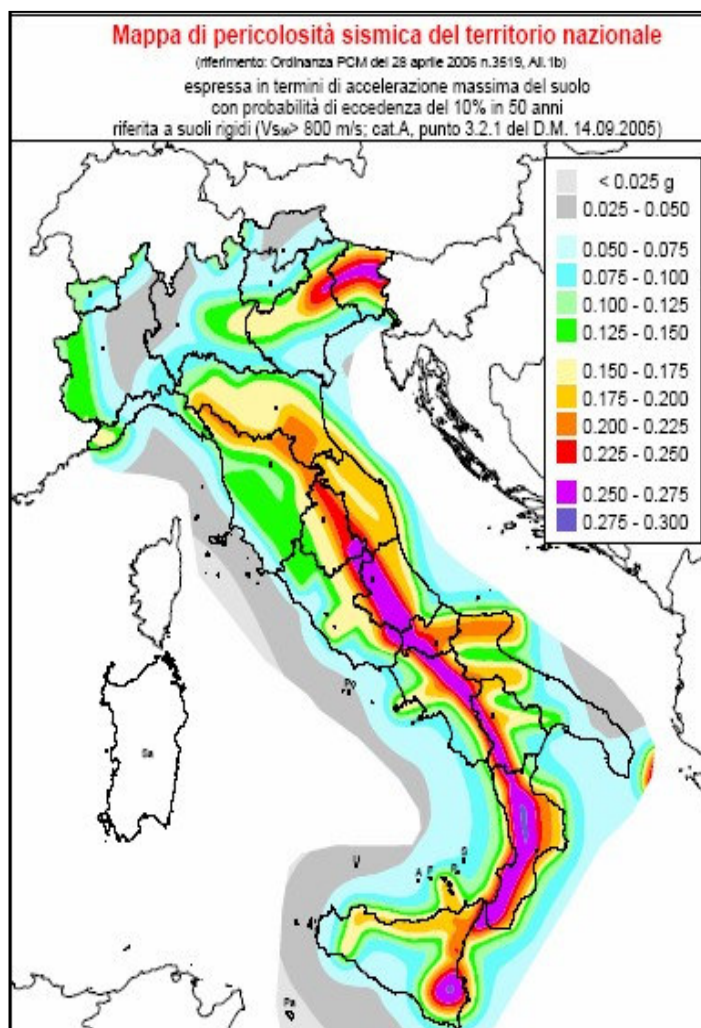


FIGURA 15. mappa pericolosità sismica del territorio nazionale

Per quanto riguarda la classificazione sismica del comprensorio, in seguito all'aggiornamento di tale classificazione approvata dalla regione con delibera n°5447 del 7 novembre 2002 della Giunta Regionale della Campania esso rientra tra i comuni classificati a **media sismicità II categoria** (Fig.16) che in termini di valore di accelerazione su categoria di suolo A, è compreso in un range di valori di **0.100-0.125g attesi su suolo rigido A** come mostra la mappa sottostante (Fig. 17) della distribuzione dell'accelerazione orizzontale calcolata su una griglia con passo 0.05°.

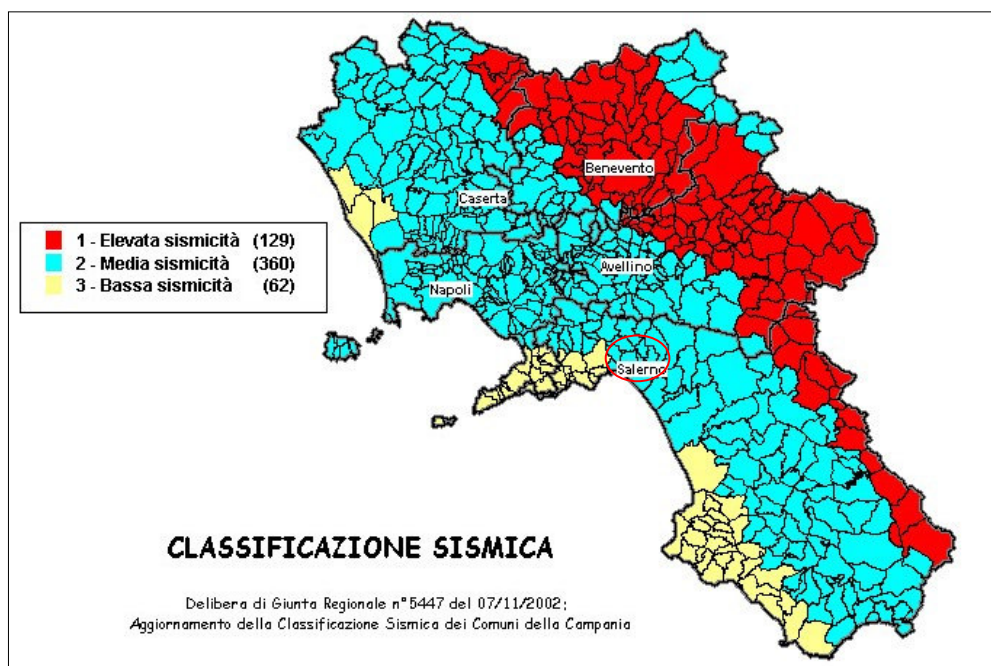


FIGURA 16 mappa della classificazione sismica dei comuni della regione

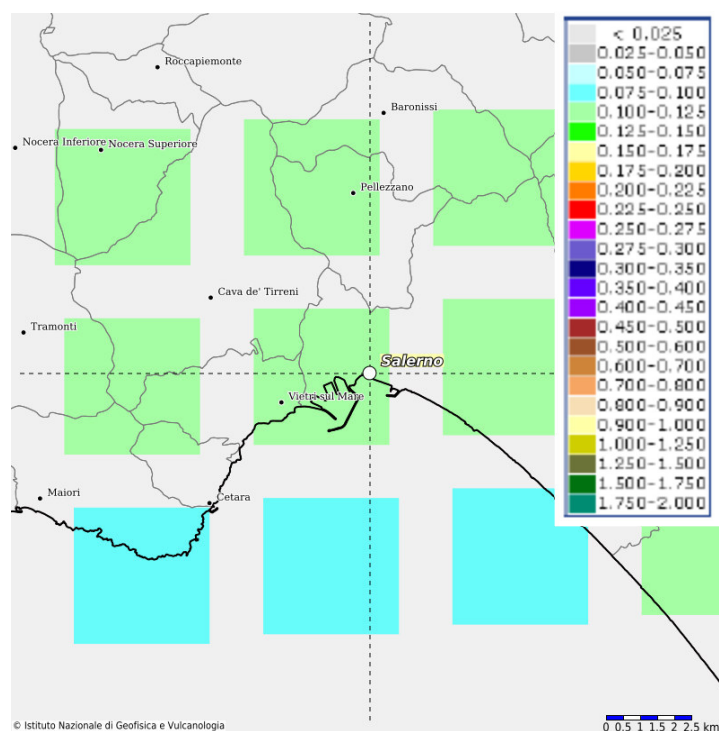
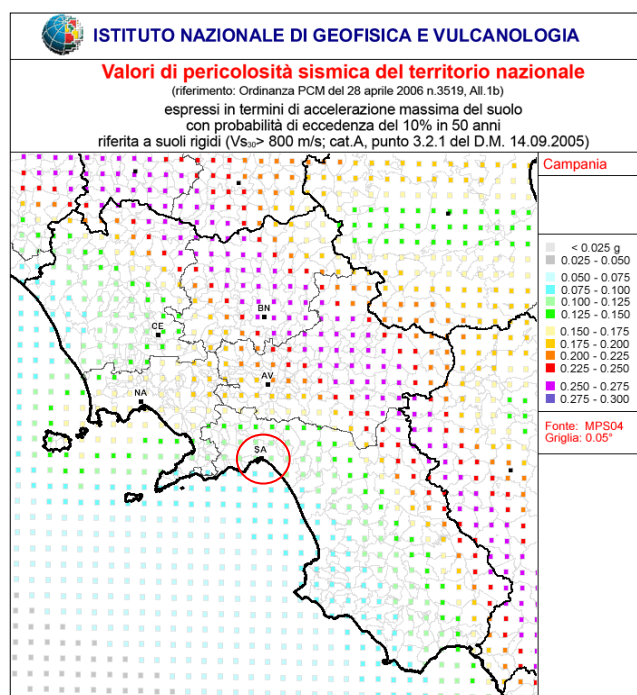


FIGURA 17 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) - Punti della griglia riferiti al parametro dello scuotimento ag; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.- Riquadro relativo alla regione Campania

7.2 Pericolosità Sismica Locale

La definizione della pericolosità sismica a scala locale si basa su studi territoriali che, attraverso la definizione di aspetti geologici, geotecnici e geofisici, suddividono il territorio in zone a risposta sismica omogenea rispetto all'evento sismico e agli effetti contemporanei o secondari all'accadimento del sisma. Per la valutazione di tali aspetti si è fatto riferimento agli studi di microzonazione sismica eseguiti a corredo del Piano urbanistico comunale per il comprensorio. Dall'esame delle cartografie tematiche (Fig. 19) esaminate si evince che il settore in cui si ubica l'area di intervento ricade nell'ambito di una microzona compatibile con suoli di classe C, caratterizzata da suscettibilità a fenomeni di liquefazione legati agli ambiti morfologici e all'assetto stratigrafico. Non sono riportati effetti di instabilità sismoindotta per fenomeni gravitativi rispetto ai quali l'area è stabile, si inserisce in un ambito morfologico di potenziale liquefazione (figura 19 seguente)

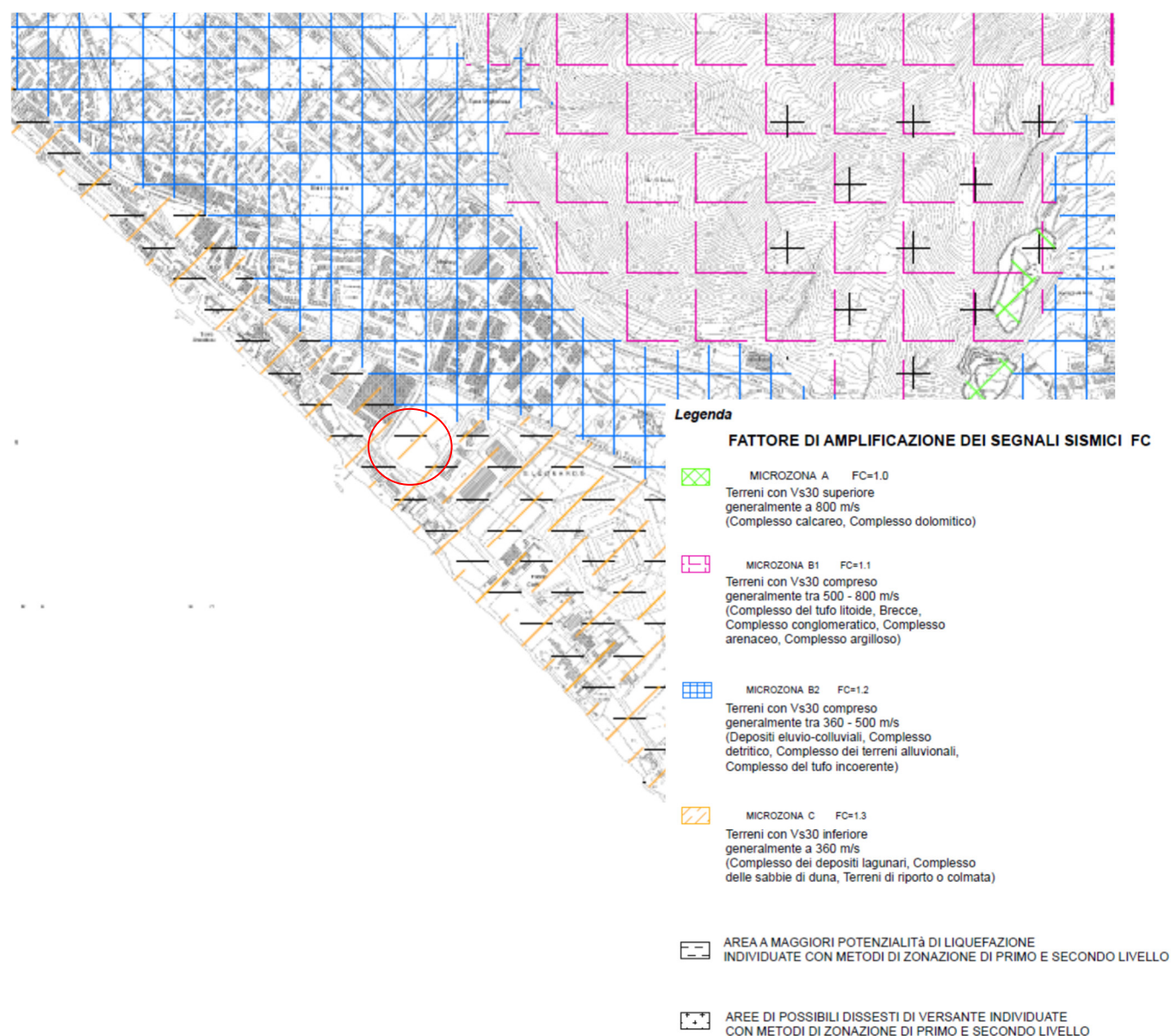


FIGURA 19 carta della microzonazione sismica -comune di Salerno (PUC)

8. CAMPAGNA DI INDAGINI

La campagna di indagini affidata alla Ditta IGEO sas , si è svolta nei giorni dal 03.08-al 07.08 2023 ed ha previsto le seguenti attività in sito e in laboratorio geotecnico finalizzate alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici geotecnici e geofisici dei terreni del sottosuolo dell'area di intervento:

Indagini in sito :

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti a profondità di 30.00m e 35.00m dal p.c.;
- n. 7 prove meccaniche in foro Standard penetretion test (SPT) eseguite durante le fasi di perforazione a quote concordate con lo strutturista;
- n. 5 prelievi di campioni di terreno indisturbato a quote concordate con lo strutturista;
- n. 1 installazione di tubo piezometrico aperto per la misura e monitoraggio della falda idrica attraverso misure freaticometriche periodiche.
- n. 5 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH
-

Prospezioni geofisiche

- n. 1 prospezione geofisica di superficie del tipo M.A.S.W. per la determinazione del profilo di velocità V_s e il parametro V_{seq} ;
- n. 1 Misura geofisica HVSR per la determinazione della frequenza di sito in campo libero.

Analisi di laboratorio geotecnico su n. 5 campioni indisturbati :

- n.5 determinazioni caratteristiche indici dei terreni
- n.5 determinazioni granulometriche complete
- n.5 prove di taglio semplice
- n. 2 determinazioni di limiti di Atterberg su campioni coesivi

CARATTERISTICHE	TIPOLOGIA DI INDAGINI	DATO RICAVATO
Stratigrafiche	sondaggi geognostici	sequenza stratigrafia diretta
	prove penetrometriche dpsh	stratigrafia per correlazione
Geotecniche	prove in foro spt	parametri geotecnici per correlazione
	prove DPSH	
	analisi di laboratorio	parametri geotecnici misurati
Geofisiche	indagine MASW	profilo di velocità' V_s - valore V_{seq} dal p.c.
	misura HVSR	valore di frequenza di sito in campo libero

TABELLA 1: sintesi delle indagini condotte

9. SONDAGGI GEOGNOSTICO

Come si legge nel report indagini per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una trivella di piccolo diametro, con attrezzatura idraulica montata su un mezzo cingolato con piedi stabilizzatori e pompa per acqua, con avanzamento a rotazione continua e diametro di perforazione f 101mm ; l'avanzamento, inizialmente condotto a secco ha successivamente richiesto l'impiego di acqua, data la natura dei terreni campionati, sia per raffreddamento che per pulizia del foro stesso, e il rivestimento delle pareti durante le terebrazioni. Le carote di terreno estratte sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in plastica, munite di scomparti divisori e coperchio apribile; sui bordi sono state indicate le profondità di prelievo delle carote, mentre dei setti divisorio separano le varie manovre dandone indicazioni circa la lunghezza. La documentazione fotografica è riportata nell'allegato report delle indagini in sito fornito dalla Ditta. A quote diverse e in differenti livelli di terreno sono state eseguite prove geotecniche in foro del tipo SPT condotte con l'impiego della punta aperta o chiusa in ragione del terreno da campionare. Inoltre a profondità concordate con il progettista, sono stati prelevati con carotiere semplice i campioni di terreno indisturbato da sottoporre ad analisi di laboratorio fisico-meccaniche e eseguite prove SPT in foro; l'avanzamento è proceduto a secco e con bassa velocità di rotazione in modo da disturbare quanto meno possibile i terreni.



Foto 1: esecuzione sondaggio geognostico; **Foto 2** esecuzione prova SPT in foro; **Foto 3** estrusione terreni carotati; **Foto 4** carote estratte riposte nella cassetta catalogatrice

Id.sond	Coordinate X,Y (WGS84)	Quota m s.l.m	Prof.m	n. spt	N .prelievo campione	Condizionamento foro
S1	40.6480254, 14.8167491	5.00	35.00	4	2	/
S2	40.6486769, 14.8163753	5.00	30.00	3	3	Tubo piezometrico

TABELLA 2: sintesi delle informazioni dei sondaggi geognostici eseguiti

9.1 Stratigrafie da sondaggi geognostici

L'esame visivo delle carote di terreno estratto ha consentito la ricostruzione della sequenza stratigrafica lungo le verticali di indagine , come di seguito riportato :

Sondaggio S1:

- 0.00-2.00m terreno vegetale e riportato , a base limoso sabbiosa di colore marrone bruno, con ciottolame eterogeneo ed eterometrico ; presenza di laterizi . Poco addensato .
- 2.00- 4.00 sabbia limosa di colore marrone chiaro, con diffuso detrito minuti , con clasti spigolosi e subangolari. Passante alla base a limo argilloso grigiastro. Il deposito si presenta mediamente addensato. Falda 4.80m
- 4.00- 8.00 limo argilloso a luoghi più sabbioso specie nella porzione basale dove passa a sabbia limosa debolmente argilla; presenta variazioni cromatiche dal grigio nerastro al grigio verdastro; poco consistente .
- 8.00-11.50m sabbia limosa a granulometria medio fine , grigio scuro, con ciottolame minuto e/o grossolano poligenico e clasti subarrotondati; il ciottolame e ghiaie subarrotondate e arrotondate abbondano nella parte basale dove la sabbia limosa mostra variazioni cromatiche dal marrone al grigiastro. Nella parte basale presenza di croste sabbiose ben addensate. Da mediamente a ben addensata.
- 11.50-15.30 limi argillosi e argille limose con passaggi sabbiosi , organici, con tracce torbose e di residui vegetali; da poco a mediamente consistenti, di colore nerastro , passante a sabbia limosa marrone nerastro verso la base.
- 15.30-16.20 sabbia limosa di colore marrone rossastro , con inclusi minuti piroclastici e detritici minuti , poco addensata
- 16.20-17.00 sabbia limosa medio fine di colore marrone grigiastro . mediamente addensata
- 17.00-21.30 limi argillosi a luoghi sabbiosi, di colore marrone tabacco, consistenti. la frazione sabbiosa aumenta verso la base dove passa a sabbia fine limosa ocrea.
- 21.30-24.70 sabbia fine limosa di colore variabile dal marrone ocreo scuro nella porzione sommitale al all'avana chiaro nella restante porzione. presenza diffusa di ghiaietto eterometrico. mediamente a ben addensata.
- 24.70-31.30 ciottolame calcareo grosso e grossolano in scarsa matrice sabbiosa , passante a sabbia limosa medio fine di colore marrone chiaro al grigio biancastro con abbondante e diffuso detrito e ghiaie con clasti subangolari e /o subarrotondati. Mediamente a ben addensato
- 31.00-35.00 sabbia fine limosa con croste addensate , di colore grigio biancastro. Da mediamente a ben addensata.

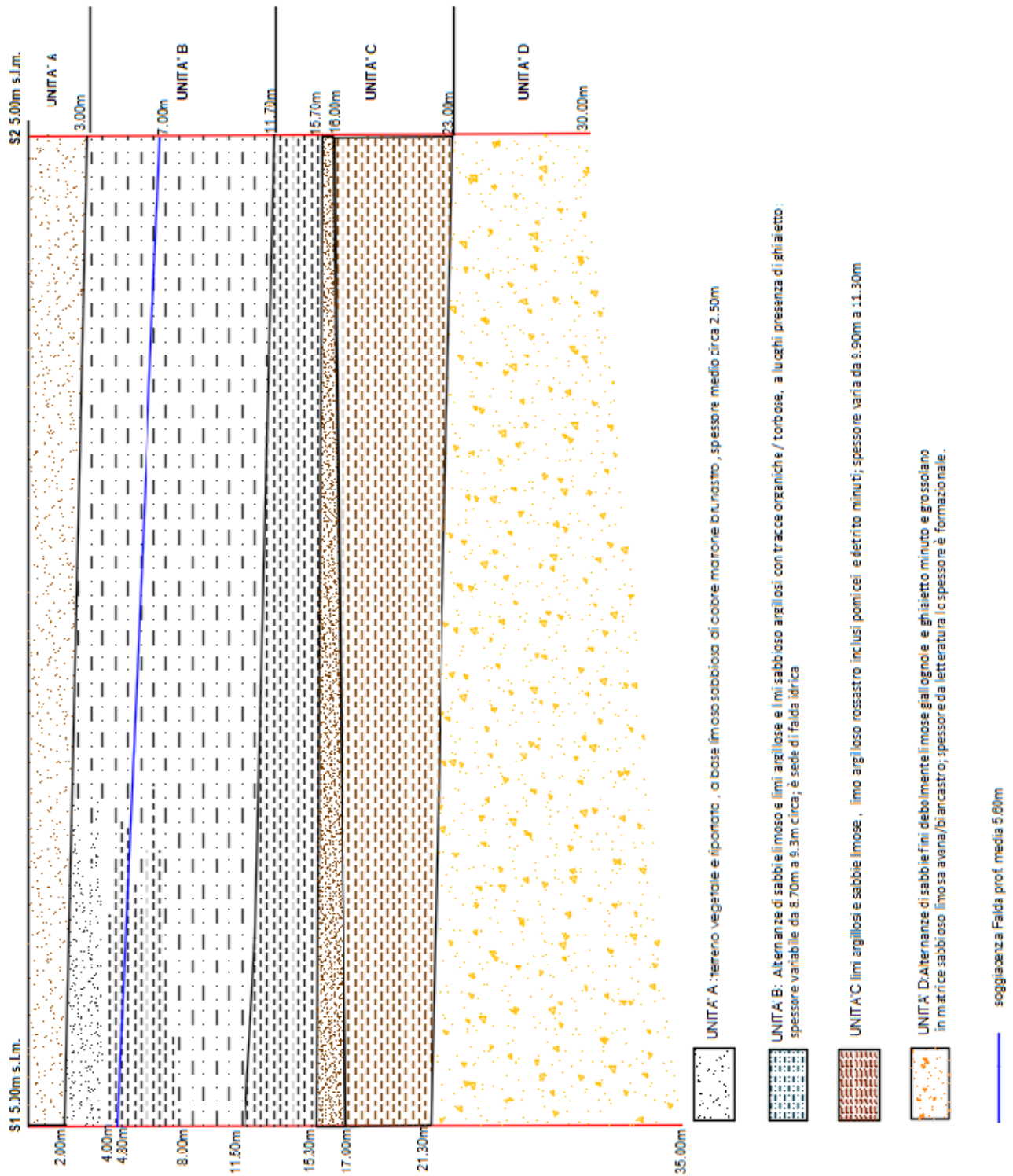
Sondaggio S2

- 0.00-3.00m terreno vegetale e riportato , a base limoso sabbiosa di colore marrone brunoastro, con ciottolame eterogeneo ed eterometrico ; presenza di laterizi . Poco addensato .
- 3.00-10.30 limo sabbioso debolmente argilloso passante a limo argilloso di colore variabile dal grigio scuro al grigio verdastro nella parte più argillosa verso la base; presenza di screziature e tracce torbose , nerastre e residui vegetali. poco consistente . falda 7.00m
- 10.30--11.70m sabbia limosa a granulometria medio fine , grigio scuro, con ciottolame e ghiaietto minuto e/o grossolano poligenico e clasti subarrotondati e superfici appiattite. nella parte basale dove la sabbia limosa mostra variazioni cromatiche dal marrone al grigiastro e passa ad un deposito limoso sabbioso nerastro. Da mediamente a ben addensata
- 11.70-15.70 limi argillosi e argille limose con passaggi sabbiosi , organici, con tracce torbose e di residui vegetali; da poco a mediamente consistenti, di colore nerastro , passante a sabbia limosa marrone nerastro verso la base .
- 15.70-16.70 sabbia limosa di colore marrone grigiastro , con inclusi minuti piroclastici e detritici. minuti; da poco a mediamente addensata
- 16.70-23.00 limi argillosi a luoghi più sabbiosi, di colore marrone tabacco , consistenti. la frazione sabbiosa aumenta verso la base dove passa a sabbia fine limosa marrone ocracea.
- 23.00-27.50 sabbia fine limosa di colore variabile dal marrone ocraceo scuro nella porzione sommitale al all'avana chiaro nella restante porzione. presenza diffusa di ghiaietto eterometrico. mediamente a ben addensata.
- 27.50-30.00 sabbia fine limosa con croste addensate , di colore grigio biancastro con raro detrito e ghiaie con clasti subangolari e /o subarrotondati da minuti a grossolani ,da mediamente a ben addensata..

Lungo le verticali di indagine è stato rilevato un livello di falda con soggiacenza a quota di -4.80m dal p.c nel sondaggio S1 e a quota -7.00m dal p.c. nel sondaggio S2, quest'ultimo è stato condizionato con tubo piezometrico aperto al fine di monitorare le eventuali oscillazioni della falda attraverso misure freaticometriche periodiche, attualmente in corso.

La rappresentazione grafica della sequenza stratigrafica è illustrata nelle colonne stratigrafiche in allegato al report indagine. Di seguito si riporta una sezione di correlazione stratigrafica tra i due sondaggi nella quale appare più evidente come nell'ambito della stessa unità possono essere presenti a luoghi livelli o lenti di terreni a diversa granulometria , oltre a variazioni , previste, di spessore di uno stesso litotipo.

CORRELAZIONE STRA TIGRAFICA SONDAGGI S1-S2



9.2 Prove SPT

A differenti quote lungo la verticale di indagine sono state condotte prove meccaniche in sito S.P.T. (Standard Penetration Test); la prova consiste nel far penetrare nel terreno, un campionatore a percussione montato all'estremità di una batteria di aste cave, per il tramite di una massa battente di peso ed altezza di caduta standardizzate. Durante la prova è misurato il numero di colpi necessario per far avanzare il campionatore o la punta chiusa conica per tre tratti successivi di 15 cm ciascuno per complessivi 45 cm. ; il risultato della prova è dato dalla resistenza penetrometrica caratterizzata dal numero di colpi N_{SPT} necessari per l'attraversamento degli ultimi due tratti, per complessivi 30 cm. La prova è conclusa quando si registra il rifiuto all'avanzamento strumentale ovvero quando il N per un qualsiasi tratto in avanzamento è >50 . In funzione del numero di colpi N è possibile risalire allo stato di addensamento del terreno e alla distinzione nei caratteri generali di terreni coesivi da quelli granulari; inoltre con l'impiego delle più comuni correlazioni geotecniche note in letteratura è possibile ricavare alcuni parametri geotecnici riferiti ai terreni campionati come indicato in tabella 2. Le prove SPT hanno interessato le diverse litologie di terreno richiedendo l'impiego sia della punta chiusa che della punta aperta. Nella tabella a seguire sono riportate le prove SPT eseguite a differenti quote lungo le verticali con il relativo numero di colpi e le litologie campionate:

TABELLA PROVE S.P.T.				
Sigla Sondaggio	Intervallo profondità m	Num di colpi	Nspt	Litologia campionata
S1	2.50-2.95	2-3-4	7	Sabbia limosa
	4.50-4.95	13-16-15	31	Limo argilloso
	10.00-10.45	9-10-12	22	Sabbia limosa
	18.50-18.95	19-27-30	57	Limo argilloso
S2	3.50-3.95	2-2-3	5	Limo sabbioso
	10.50-10.95	7-10-13	23	Limo sabbioso
	15.00-15.40	11-16-10	26	Limo argilloso
	18.00-18.45	10-16-24	40	Limo argilloso

TABELLA 3 : risultanze delle prove SPT eseguite nei fori S1 ed S2

I valori di N_{SPT} possono essere normalizzati secondo opportuni coefficienti in modo da legare le variazioni del numero di colpi unicamente all'ultimo fattore, per il quale sono disponibili in letteratura varie correlazioni. Una prima indicazione sullo stato di addensamento del deposito in funzione del numero di colpi N_{SPT} per i terreni granulari e per quelli coesivi viene fornita da Skempton et al. (1986) nelle seguenti tabelle (da AGI, 1977 "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche").

SABBIE		TERRENI COESIVI	
N_{SPT}	Valutazione stato di addensamento	N_{SPT}	Valutazione della consistenza
0 ÷ 4	sciolto	< 2	privo di consistenza
4 ÷ 10	poco addensato	2 ÷ 4	poco consistente (molle)
10 ÷ 30	moderatamente addensato	4 ÷ 8	moderatamente consistente
30 ÷ 50	addensato	8 ÷ 15	consistente
> 50	molto addensato	15 ÷ 30	molto consistente
		> 30	estremamente consistente (duro)

Figura 20: tabelle da letteratura di settore -correlazioni tra N_{spt} e stati di addensamento e consistenza

Il grado di addensamento è correlato alle grandezze quali la densità relativa e angolo di attrito per i depositi granulari (Gibbs e Holtz, 1957 Meyerhof, 1957 Skempton, 1986 Schmertmann), mentre per i terreni coesivi all'indice di consistenza e coesione non drenata (Hara et al., 1971 , Kulhawy e Mayne, 1980) come indicato nelle tabelle sottostanti e grafici sottostanti.

Definizione della consistenza	Numero dei colpi N ₁₀ DPL	Densità relativa (Dr)	Angolo di attrito (ϕ)
Molto sciolto	< 4	< 0,2	< 28°
Sciolto	4 ÷ 10	0,2 – 0,3	28° ÷ 31°
Medio	10 ÷ 30	0,3 – 0,5	31° ÷ 35°
Denso	30 ÷ 50	0,5 – 0,8	35° ÷ 40°
Molto denso	> 50	> 0,8	> 40°

Definizione della consistenza	Numero dei colpi N ₁₀ DPL	Indice di consistenza (Ic)	Coesione non drenata (c _u) bar
Molto soffice	< 2	< 0,2	< 0,1
Soffice	2 ÷ 4	0 ÷ 0,25	0,1 ÷ 0,25
Plastico	4 ÷ 8	0,25 ÷ 0,5	0,25 ÷ 0,5
Duro	8 ÷ 15	0,5 ÷ 0,75	0,5 ÷ 1,0
Molto duro	15 ÷ 30	0,75 ÷ 1,0	1,0 ÷ 2
Durissimo	> 30	> 1	> 2

Figura 21 : tabelle di letteratura di settore - correlazioni tra Nspt e stati di addensamento e consistenza

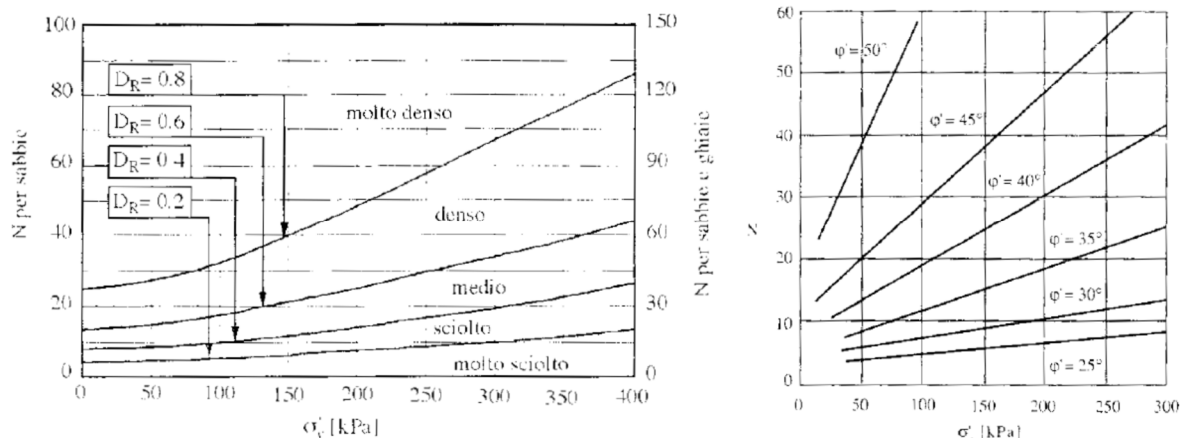


Figura 22 : grafici di correlazione Nspt ei valori della densità relativa e dell'angolo di attrito interno (Viggiani, 1993)

Pertanto discriminando i terreni più granulari da quelli più coesivi e adottando le più adeguate correlazioni sono stati stimati alcuni parametri geotecnici associati ai livelli di terreno campionati come illustrato nella tabella 4 a seguire :

TABELLA PROVA SPT				STIMA PARAMETRI GEOTECNICI						
Sigla Sondaggio	Intervallo profondità m	Nspt	Litologia campionata	γ t/mc	Dr%	Cu kg/cm ²	ϕ°	M.Ed.Kg/cm ²	Classificazione AGI	Id terreno
S1	2.50-2.95	7	Sabbia limosa	1.6	66	/	26	69	Poco addensato	granulare
	4.50-4.95	31	Limo argilloso	2.0	/	1.69	/	250	Molto consistente	coesivo
	10.00-10.45	22	Sabbia limosa	2.01	78	/	30	136	Moderatamente addensato	granulare
	18.50-18.95	57	Limo argilloso	2.9	/	3.85	/	370	Estremamente consistente	coesivo
S2	3.50-3.95	5	Limo sabbioso	1.8	/	0.44	/	32	Moderatamente consistente	coesivo
	10.50-10.95	23	Limo sabbioso	2.1	/	1.55	/	105	Molto consistente	coesivo
	15.00-15.40	26	Limo argilloso	2.1	/	1.76	/	119	Molto consistente	coesivo
	18.00-18.45	40	Limo argilloso	2.3	/	2.70	/	183	Molto consistente	coesivo

γ t/mc peso unità di volume; Dr% densità relativa; Cu kg/cm² coesione non drenata; ϕ° angolo di attrito; M.Ed.Kg/cm² modulo edometrico

TABELLA 4: stima dei parametri geotecnici da prove SPT in foro di sondaggio

10. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI

Nel sito di intervento sono state effettuate cinque prove penetrometriche dinamiche pesanti che hanno raggiunto la massima profondità di indagine definita dal rifiuto strumentale all'avanzamento determinato per convenzione da un numero di colpi N superiore a 50:

Id indagine	Coordinate X,Y	Profondità (m) raggiunta
DPSH1	40.6487444,14.8164505	18.00
DPSH2	40.6485180,14.8161623	10.00
DPSH3	40.6480661,14.8161584	23.00
DPSH4	40.6480949,14.8168140	23.00
DPSH5	40.6484955,14.8169586	23.00

TABELLA 5 : prove DPSH

Con questo tipo di prova si misura il numero di colpi necessario all'avanzamento continuo di tratti di terreno da 20cm. attraverso cui è possibile stimare la resistenza offerta all'avanzamento della punta conica dei livelli litologici campionati.

La punta conica infissa mediante battute successive incontra durante la penetrazione una resistenza che è direttamente proporzionale a quella del mezzo attraversato, strettamente dipendente dalle caratteristiche fisico meccaniche nel quale esso si trova allo stato naturale. Tale prova consente di riconoscere, dall'andamento del numero dei colpi N con la profondità, la litologia del sottosuolo almeno nelle sue linee essenziali, ben distinguendo i terreni granulari da quelli coesivi. La morfologia dell'istogramma è infatti ricollegabile alle differenti modalità di rottura che caratterizzano i litotipi resistenti per attrito interno tra i granuli da quelli resistenti per coesione prevalente. La distinzione tra terreni coesivi e quelli granulari consente di adottare poi opportune correlazioni, note in letteratura geotecnica, attraverso le quali stimare alcuni parametri geotecnici indicativi dei terreni attraversati. Le correlazioni adottate riguardano per la maggior parte i valori del numero di colpi N ottenuto con la suddetta prova rapportati al numero di colpi N_{spt} ; il passaggio viene dato dalla seguenti relazioni:

$$N_{spt} = \beta_t N \quad \beta_t = \frac{Q}{Q_{spt}}$$

Dove 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:
in cui

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

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento

Le prove condotte sono stante spinte fino a profondità ritenute significative ai fini di una caratterizzazione geotecnica in sito non sempre definita dal rifiuto strumentale all'avanzamento della punta conica. Le verticali di indagine hanno raggiunto profondità comprese tra 10.00 e 23.00m (v. tabella 5). Le prove hanno avuto massimo sviluppo nei terreni di origine fluvio palustre, costituiti da alternanze di sabbie limose e limi sabbiosi e argillosi, con a luoghi presenza di ghiaie e ciottolame di piccola pezzatura. Dalla sovrapposizione degli istogrammi penetrometrici (Fig.23 a seguire) emerge una sostanziale omogeneità nella riposta lungo le verticali; L'andamento lievemente frastagliato con picchi marcati a varie altezze denota il campionamento di terreni granulometria medio fini con presenza di frazioni più grossolane, pomici o detrito/ghiaietto. Picchi evidenti si registrano tra i 9.00m e 13.00m soprattutto nelle prove DPSH1 e DPSH 3 e tra 4.00m e 7.00m della prova DPSH5. (Fig. 23 a seguire).

Il numero di colpi tende ad aumentare con la profondità di indagine collocando i terreni in intervalli di addensamento /consistenza nel complesso medio alti con numeri di colpi medi che variano nell'intervallo N 5-10 nelle parti sommitali e fino a circa 8.00-9.00m dal p.c., e tra N 10-20 e superiori, verso il basso e fino alla massima profondità raggiunta , che come detto solo nella prova DPSH2 è definita dal rifiuto strumentale all'avanzamento.

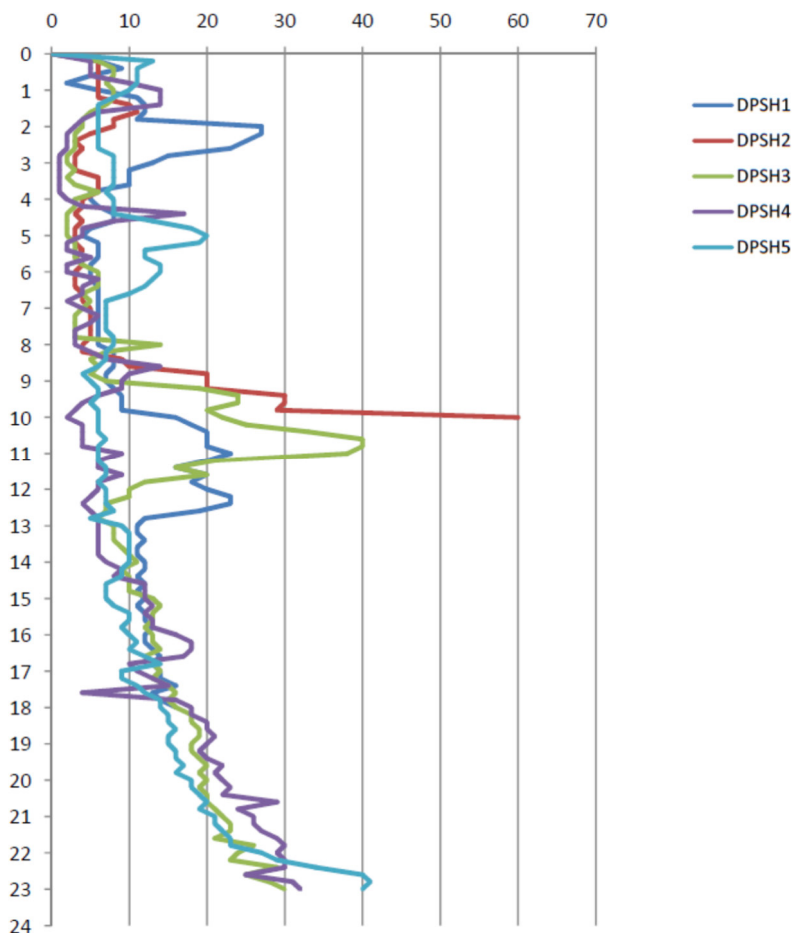


FIGURA 23- sovrapposizione grafica degli istogrammi penetrometrici

Calibrando gli esiti delle prove sulla base dei dati stratigrafici è possibile ricavare la sequenza stratigrafica lungo le verticali indagate, definire lo stato di addensamento dei terreni campionati , discriminare i terreni granulari da quelli coesivi e stimare alcuni parametri geotecnici utili, riassunti nelle tabelle a seguire :

INDAGINE DPSH1:				PARAMETRI GEOTECNICI				
Profondità (m)	Litologia corrispondente	N numero di colpi	Stato di addensamento	γ_n t/m ³	ϕ°	Cu(kg/cm ²)	Mod. Ed. kg/cm ²	Dr%
0.00-3.00	Terreno vegetale/ di riporto	13	poco/med. addensato	1.5	25	-	-	49
3.00-10.00	Limo sabbioso	7	Med. consistente	1.8	-	0.61	52-84	-
10.00-13.00	Sabbia limosa con ciottolame	29	Addensata	1.8	28	-	-	77
13.00-18.00	Limo argilloso	18	consistente	1.7	-	1.25	114-174	-

Tabella 6- verticale DPSH1 Nspt e correlazione con la stato di addensamento-i parametri geotecnici .

INDAGINE DPSH2:				PARAMETRI GEOTECNICI				
Profondità (m)	Litologia corrispondente	N numero di colpi	Stato di addensamento	γ_n t/m ³	ϕ°	Cu(kg/cm ²)	Mod. Ed. kg/cm ²	Dr%
0.00-2.00	Terreno vegetale/riporto	7	Poco addensato	1.6	26			34
2.00-8.00	Limo sabbioso	4	Poco consistente	1.8		0.90	31-73	
8.20-10.00	Sabbia limosa con ciottolame	25	Moderatamente addensato	1.9	29			65

Tabella 7 verticale DPSH2 Nspt e correlazione con la stato di addensamento-i parametri geotecnici .

INDAGINE DPSH3:				PARAMETRI GEOTECNICI				
Profondità (m)	Litologia corrispondente	N numero di colpi	Stato di addensamento	γ_n t/m ³	ϕ°	Cu(kg/cm ²)	Mod. Ed. kg/cm ²	Dr%
0.00-2.00	Terreno vegetale/riporto	6	Poco addensato	1.5	25			32
2.00-9.00	Limo sabbioso	3	Poco consistente	1.7		0.98	41-78	
8.00-13.00	Sabbia limosa limo sabbioso	25	Moderatamente addensato	1.8	30			77
13.00-24.0	Limo argilloso	17	consistente	1.8		1.6	110-180	

Tabella 8- Verticale DPSH3 Nspt e correlazione con la stato di addensamento-i parametri geotecnici .

INDAGINE DPSH4:				PARAMETRI GEOTECNICI				
Profondità (m)	Litologia corrispondente	N numero di colpi	Stato di addensamento	γ_n t/m ³	φ°	Cu(kg/cm ²)	Mod. Ed. kg/cm ²	Dr%
0.00-2.000	Terreno vegetale/ di riporto	8	Poco addensato	1.6	26			59
1.80-4.00	Limo argilloso	1	sciolto	1.8		0.62	10-40	
4.00-12.00	Sabbia limosa limo sabbioso	5	Poco addensato	1.9	32			85
12.0-23.0	Limo argilloso	20	consistente	1.8		0.67	100-140	

Tabella 9- verticale DPSH4 Nspt e correlazione con la stato di addensamento-i parametri geotecnici .

INDAGINE DPSH5:				PARAMETRI GEOTECNICI				
Profondità (m)	Litologia corrispondente	N numero di colpi	Stato di addensamento	γ_n t/m ³	φ°	Cu(kg/cm ²)	Mod. Ed. kg/cm ²	Dr%
0.00-1.00	Terreno vegetale/ di riporto	11	Poco addensato	1.52	24			45
1.00-13.00	Limo argilloso sabbia limosa	9	Poco addensato	1.9	30			66
13.00-23.00	Limo argilloso	14	consistente	1.8		0.89	125-146	

Tabella 10- verticale DPSH5 Nspt e correlazione con la stato di addensamento-i parametri geotecnici .

Come si evince dalle tabelle sopra riportate e come illustrato nel report indagini in allegato, il terreno vegetale trattato come terreno incoerente, poco addensato, presenta valori di peso specifico che ricadono in intervalli tra 1.5 e 1.6 t/mc, valori di angolo di attrito compresi tra 24-26° e densità relativa tra 32-58% denotando terreni da poco a mediamente addensati; i terreni sabbioso limosi con presenza di ghiaietto mostrano valori di peso specifico compreso tra 1.8 e 1.9 t/mc, valori di angolo di attrito tra 28-32° e densità relativa tra 60-80% indicativa di terreni da ben a molto addensati; i terreni più coesivi limoso sabbioso e limoso argillosi mostrano valori di peso specifico 1.7-1.8 t/mc coesione non drenata tra 0.6-1.05 kg/cm², i moduli edometrici variano tra 110-197 kg/cm² per i depositi coesivi più profondi, mentre i terreni coesivi campionati negli intervalli tra 2.00 e 8.00m circa mostrano valori di moduli edometrici più bassi compresi tra 30-70; nei livelli più sciolti variano tra 10-20Kg/cm². Gli ampi intervalli in cui ricadono alcuni dei parametri stimati riflettono l'eterogeneità e le possibili variazioni granulometriche all'interno di un medesimo deposito.

11. ESITI DELLA ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO

Le analisi di laboratorio sono state effettuate su n. 5 campioni prelevati a differenti quote lungo le verticali di indagine. I campioni sono stati prelevati con apposite fustelle e inviati al laboratorio geotecnico autorizzato e certificato SOIL TEST srl che ha provveduto ad eseguire le analisi richieste:

- determinazione delle caratteristiche fisiche: analisi che consentono di definire alcuni parametri fisici tipici dei terreni (peso specifico, grado di saturazione, porosità ecc)
- analisi granulometrica: consente di definire l'assortimento granulometrico l'uniformità e l'omogeneità dei campioni analizzati
- prova di taglio semplici definisce la resistenza al taglio attraverso la determinazione di parametri meccanici come angolo d'attrito e coesione
- determinazione dei limiti di Atterberg su campione coesivo

nella **tabella 11** seguente sono schematizzate le prove e analisi eseguite, mentre i risultati sono riassunti nella **tabella 12** successiva; per ulteriori dettagli si rimanda ai certificati di laboratorio in allegato.

				Prove in laboratorio geotecnico			
Sondaggio di riferimento	Sigla campione indisturbato	Profondità di prelievo m	Litologia da osservazione visiva dello strato di riferimento	Analisi fisico- meccaniche eseguite			
				Gran.	Car. fisiche	Prova di taglio	Limiti di Atterberg
S1	C1	4.00-4.50	Sabbialimosa/Limo argilloso sabbioso	X	X	X	-
	C2	18.00-18.50	Limo argilloso	X	X	X	-
S2	C1	3.00-3.50	Limo sabbioso argilloso	X	X	X	X
	C2	6.00-6.50	Limo sabbioso argilloso	X	X	X	X
	C3	20.50-21.00	Limo argilloso sabbioso	X	X	X	-

TABELLA 11 : sintesi delle prove e analisi condotte

ID_SONDAGGIO	S1		S2		
ID_CAMPIONE	C1	C2	C1	C2	C3
Profondità m	4.00-4.50	18.00-18.50	3.00-3.50	6.00-6.50	20.50-21.00
γ_n KN/m ³	18.76	19.40	19.40	18.27	19.26
γ_{sat} KN/m ³	19.10	19.83	20.00	18.93	19.45
W%	26.96	21.57	19.19	25.85	24.50
S%	91.99	88.77	83.84	84.94	95.29
n%	44.15	39.52	37.99	45.05	40.57
e	0.79	0.65	0.61	0.82	0.68
ϕ°	24.42	25.69	25.13	25.59	24.58
c kPa	16.17	17.27	14.30	6.91	2.86
LL	-	-	45.66	40.88	-
LP	-	-	28.63	26.36	-
IP	-	-	17.03	14.51	-
Ghiaia%	3.41	0.00	0.49	2.08	0.00
Sabbia%	41.33	26.71	43.36	47.75	83.27
Limo%	36.44	53.02	37.67	40.56	12.27
Argilla %	18.81	20.27	16.48	9.61	4.46
classificazione granulometrica	Sabbia con limo argilloso	Limo argilloso	Sabbia con limo argilloso	Sabbia con limo debolmente argilloso	Sabbia limosa

TABELLA 12 : sintesi degli esiti delle determinazioni di laboratorio

I campioni esaminati mostrano percentuali più o meno equivalenti di frazione sabbiosa e limosa ad eccezione del campione S2C3 con 83% di frazione sabbiosa e S1C2 dove prevale la frazione limosa. La componente coesiva è sempre presente con valori di argilla che oscillano tra il 4 % nel campione più profondo e tra 9 e 20% per quelli più superficiali. La frazione limosa è presente in percentuali variabili tra 36 e 40% nei depositi superficiali, tra il 12 e 53% in quelli più profondi (Fig. 24-25). I parametri fisici sono in linea con la natura dei terreni campionati con valori di peso di volume che oscilla tra 18 e 19 KN/mc indicativi di terreni limosi e/o sabbie ben addensate; i terreni mostrano elevati valori di saturazione tra 83-95%. Gli angoli di attrito ricadono in intervalli tra 24 e 25° con valori di coesione compresi tra 2 e 17 KPa, compatibili con la natura dei terreni limosi e sabbiosi quest'ultimi poco addensati o umidi. Per quanto riguarda i valori dei limiti di Atterberg determinati per i campioni S2C1 ed S2C2 il valore di IP variabile tra 17 e 14 li colloca nel campo "poco plastico/plastico", mentre ricadono nel campo semisolido con valori di indice di consistenza IC >1. (cfr tab. 13)

IP	TERRENO
0-5	non plastico
5-15	poco plastico
15-40	plastico
>40	molto plastico

IC	TERRENO
0-0.25	fluido -plastico
0.25-0.50	molle-plastico
0.50-0.75	plastico
0.75-1.00	solido-plastico
>1.00	semisolido

TABELLA 13 classificazione dei terreni in base al valore di IP e IC -fonte Letteratura Interpretazione dei parametri geotecnici di laboratorio Fabbri, Garbin, Scapazzi

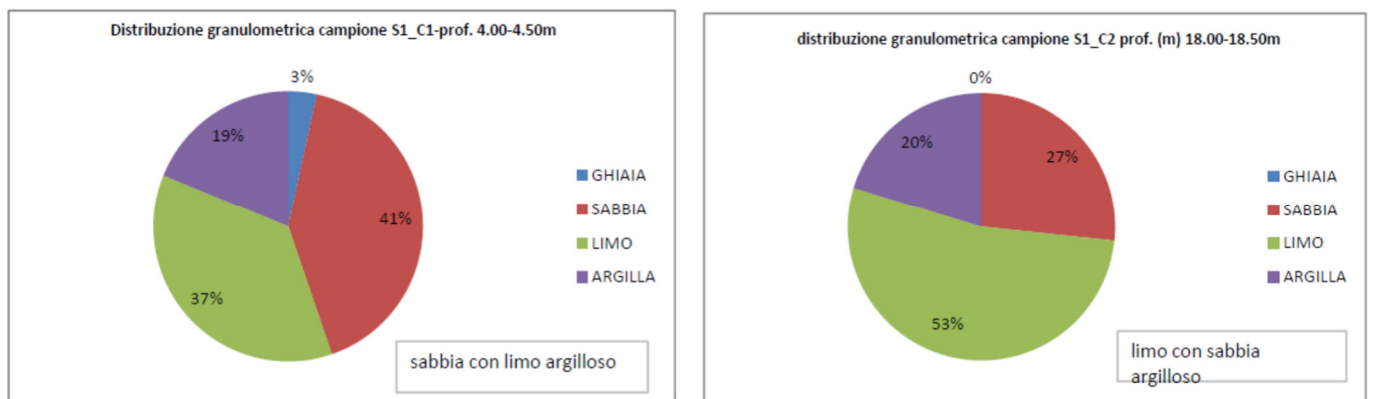


Figura 24 distribuzione delle percentuali granulometriche per i campioni prelevati nel sondaggio S1

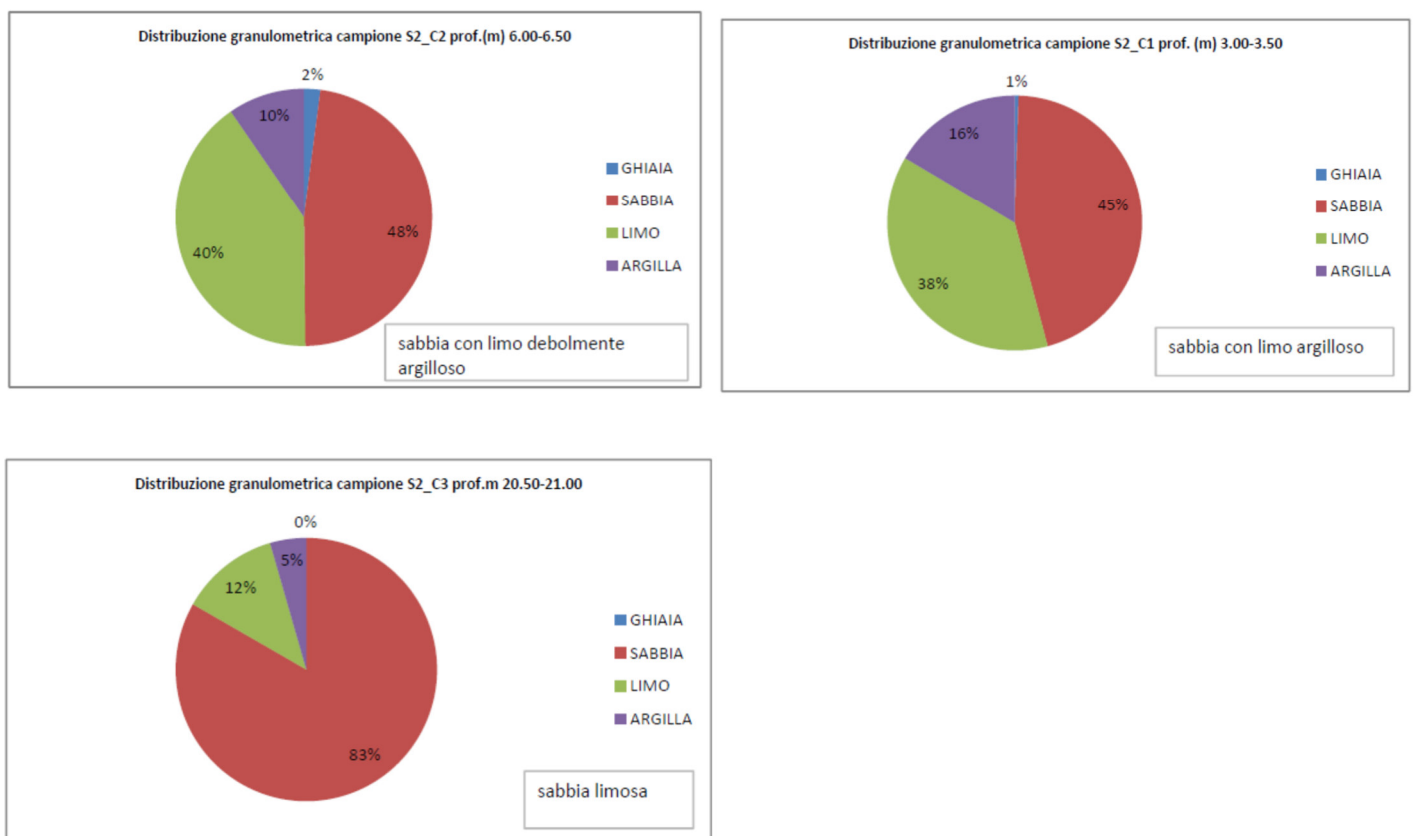


Figura 25 distribuzione delle percentuali granulometriche per i campioni prelevati sondaggio S2

12. PROSPEZIONI GEOFISICHE

12.1 Prospezione Sismica Di Superficie MASW

L'indagine sismica multicanale MASW è impiegata per poter definire lungo allineamenti preferenziali un modello di velocità delle onde di taglio V_s a partire dalla propagazione di onde superficiali tipo Rayleigh che si generano insieme con onde P ed SV quando la sorgente di energia è ad impatto verticale. Attraverso uno stendimento lineare di geofoni sono misurate le onde superficiali generate con una sorgente attiva in un punto sulla superficie del suolo. I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali; in tale situazione la velocità di propagazione delle onde di Rayleigh è funzione della frequenza con cui l'onda si propaga, e che a sua volta controlla la profondità di penetrazione dell'onda stessa. Tale caratteristica è definita "*dispersione*" delle onde di superficie e la velocità con cui esse si propagano è chiamata "*velocità di fase*". La dispersione delle onde superficiali consente di ottenere informazioni a differenti profondità di indagine in dipendenza delle diverse lunghezze d'onda e frequenze delle onde generate. In tal modo onde caratterizzate da grandi lunghezze d'onda e quindi basse frequenze forniscono informazioni sugli strati più profondi; al contrario le onde che viaggiano con alte frequenze e quindi con lunghezze d'onde più corte interessano essenzialmente gli strati più superficiale di un sito. Tuttavia i metodi che usano sorgenti artificiali per generare le onde di superficie tendono ad investigare intervalli limitati di profondità (poche decine di metri) ciò a causa del limitato range di frequenza che viene generato in ragione della sorgente energizzante utilizzata e delle litologie da investigare. In linea teorica la profondità investigabile è stimabile cautelativamente in circa $1/3-1/2$ della massima lunghezza d'onda campionata.

Rimandando all'allegato report di indagine fornito dalla Ditta incaricata il dettaglio sulla strumentazione impiegata, le modalità di acquisizione analisi dei dati, i risultati dell'indagine geofisica, vengono di seguito illustrati nelle immagini di fig. 23-24-25.

Le sequenze operative che portano alla definizione di un modello di velocità 1D del sottosuolo possono essere schematizzate come segue:

1. acquisizione in sito;
2. analisi dei segnali e calcolo della curva di dispersione;
3. processo di inversione attraverso l'interpretazione dei risultati e simulazioni numeriche.

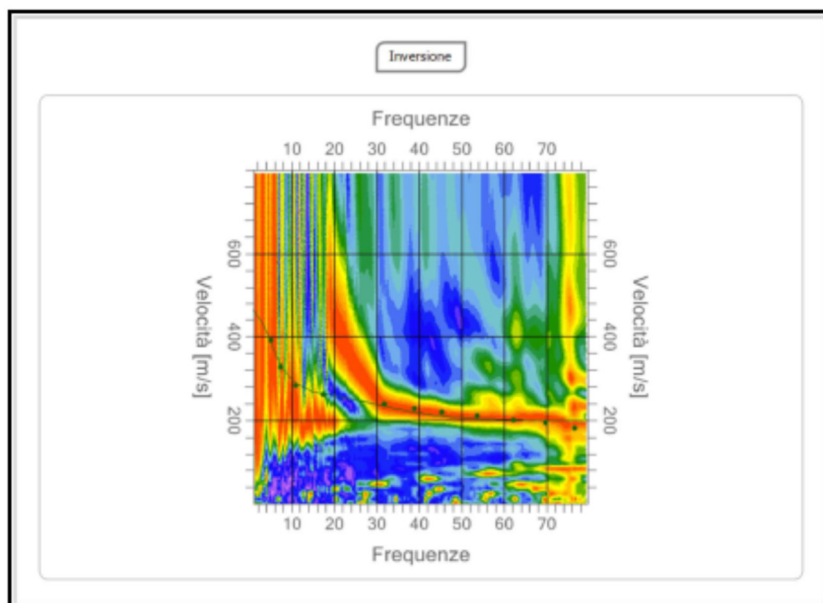


FIGURA 26 grafico curva di dispersione estratta da report indagine

GRAFICO VELOCITA' V_s

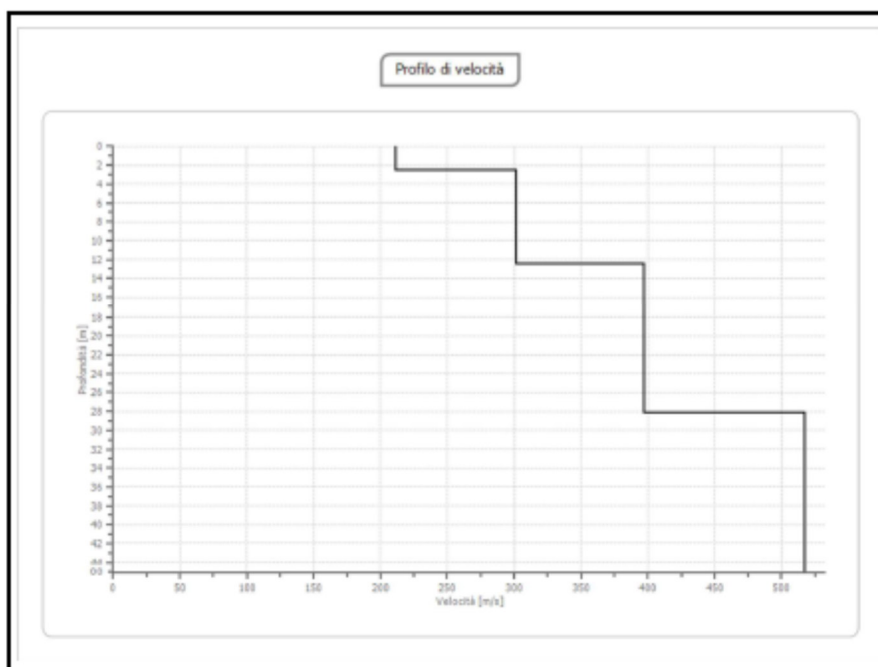


FIGURA 27 profilo di velocità con la profondità - estratta dal report indagine

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.50	2.50	1500.0	0.30	395	211
2	12.50	10.00	1550.0	0.30	564	302
3	28.00	15.50	1600.0	0.30	743	397
4	∞	∞	1650.0	0.30	968	517

FIGURA 28 profilo di velocità con la profondità - estratta dal report indagine

Calibrando il dato geofisico con quello stratigrafico ottenuto dalle indagini e impiegando le correlazioni esistenti in letteratura è possibile stimare il grado di rigidità dei terreni campionati nonché verificarne la corrispondenza litologica (Lew M. e Campbell K.W. 1985, *Relation ships between shear wave velocity and depth of overburden.*). Il profilo di velocità restituisce valori di V_s di 211 m/s per i terreni superficiali di spessore indice di terreni soffici, corrispondenti al pacco di terreni di riporto, e sabbie limose mediamente addensate, seguiti da terreni sabbioso ghiaiosi e/o ghiaie sabbiose a media rigidità con valori di V_s crescenti compresi tra 300 m/s fino a circa 520 m/s fino alle massime profondità di indagine. Il modello geofisico schematizzato può essere il seguente:

- 0.00-2.50m terreni di riporto e sabbie limose soffici V_s 211 m/s
- 2.50-12.50m sabbie limose in subordine limi argillosi poco rigidi V_s 302 m/s
- 12.50-30.00m limi argillosi e sabbie limose, con ghiaie e ciottolame mediamente rigidi V_s 397-517 m/s

Non è stato individuato il bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s).

12.2 Indagine Sismica HVSR

Il metodo HVSR (Nakamura 1989) con singola stazione consiste nel calcolo del rapporto (tipicamente indicato come H/V) della media delle componenti orizzontali rispetto alla componente verticale dello spettro di frequenza del rumore ambientale, registrato in un unico sito da un sensore tridimensionale (velocimetro 3D). Il massimo del rapporto spettrale H/V avviene, generalmente, a livello o vicino alla frequenza di risonanza fondamentale del sito, a condizione che vi sia un contrasto d'impedenza sufficientemente forte in profondità (Bonilla et al, 1997; Bour et al, 1998; Bard, 1999; Woolery e Street, 2002; Haghshenas et al., 2008). Poiché la frequenza fondamentale di un sito è legata alla velocità media delle onde di taglio del profilo del terreno e dal suo spessore, il metodo viene spesso utilizzato come strumento di esplorazione geofisica per stimare uno di questi due parametri, conoscendo l'altro. Le modalità di acquisizione, elaborazione e interpretazione dei dati segue le linee guida formulate nell'ambito del quadro del progetto SESAME (progetto europeo, Site Effects Assessment Using Ambient Excitations).

L'applicabilità del metodo richiede la presenza di uno strato di terreno soffice sufficientemente esteso in senso latero verticale e un forte contrasto di rigidità sismica con terreni più rigidi del sottostante substrato (bedrock). I rapporti spettrali tra le differenti componenti in frequenza del moto sismico del terreno soffice e del bedrock rigido consentono di valutare come una sollecitazione sismica si modifica in ampiezza e frequenza nel suo tragitto dal bedrock alla superficie del suolo. Tale metodo consente dunque di stimare la frequenza fondamentale di sito in campo libero, che nel caso specifico ha valore di F0 2.2 Hz (Figura 29) .

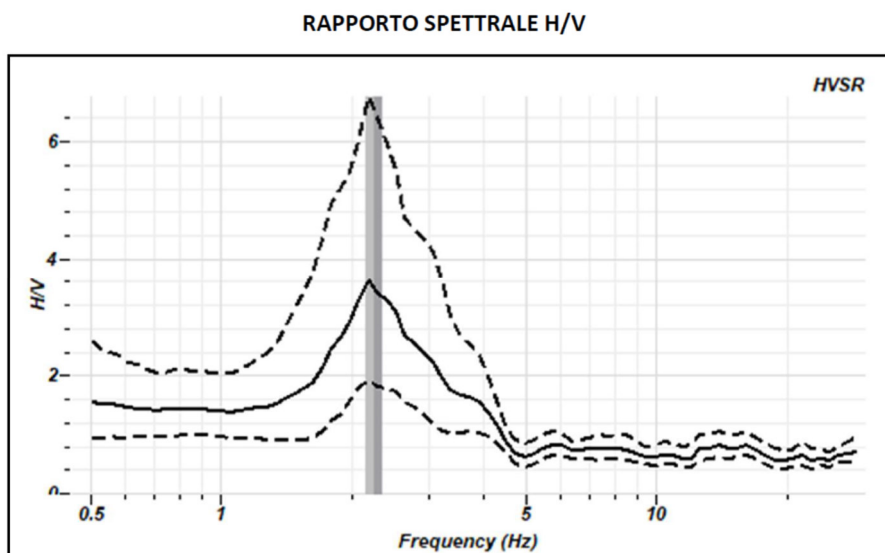


Figura. 29. grafico del rapporto spettrale H/V

Si rimanda al report di indagine in allegato ,fornito dalla Ditta incaricata, dove è illustrata la strumentazione impiegata, la modalità di acquisizione analisi e i risultati dell'indagine geofisica.

13. PROFILO DEL SOTTOSUOLO

13.1 Modello Stratigrafico

Gli esiti della campagna di indagini consentono quindi di definire un modello geologico tecnico del sottosuolo accorpando i terreni individuati, in unità più o meno omogenee per caratteristiche stratigrafiche geotecniche e geofisiche. I terreni individuati lungo le verticali tendono a ricoprire l'intero campo granulometrico, ciò in ragione della genesi degli stessi e delle modalità di deposizione che danno luogo anche a possibili variazioni lateroverticali dei depositi. Il modello stratigrafico scaturito dall'esame dei dati acquisiti è riconducibile a quattro unità litologiche distinte in deposito antropico e depositi di origine alluvionale con differenti assortimenti granulometrici:

Unità A (deposito antropico): terreno vegetale frammisto a terreno riportato costituito da depositi eterogenei a base sabbioso limosa di colore marrone brunoastro, con diffuso pezzame litoide



poligenico e a luoghi presenza di frammenti di laterizi; la consistenza è medio bassa, lo spessore medio è di circa 2.00m

Unità B deposito alluvionale di ambiente fluviale con episodi di sedimentazione palustre



caratterizzato da un'alternanza di sabbie limose a luoghi argillose e limi argillosi e limi sabbiosi, di colore grigio scuro talora con screziature nerastre, con tracce di residui organici e lievemente torbose. La porzione sommitale appare più sabbiosa, verso il basso tende a prevalere la frazione più limosa argillosa dove si registra il passaggio ai sottostanti limi argillosi. Da poco a mediamente consistente, con passaggi nei livelli più sabbioso torbosi

che mostrano consistenza compresa tra "sciolta" o "poco addensata"; tale pacco di terreni è sede di livelli di falda segnalati con soggiacenza compresa tra 3.75m e 4.80m. Dove la componente organica è presente si rileva un'elevata compressibilità. Le alternanze litologiche sabbioso limose e limoso argilloso sabbioso non sono nette ma tendono a sfumare nell'uno o nell'altro litotipo. Lo spessore medio di tale pacco è pari 8.8m circa.

Unità C deposito limoso argilloso e argilloso limoso consistente con intercalazioni e passaggi di livelli più limoso sabbiosi con screziature nerastre nella parte sommitale; mostra variazioni cromatiche dal



marrone rossastro al brunoastro che scompare nel sottostante limo argilloso di colore variabile dal marrone tabacco al rossastro, moderatamente consistente a consistente. Lo spessore medio è pari 10.5m circa.

Unità D Costituisce il livello più profondo della successione stratigrafica locale; esso rappresenta un tipico deposito sedimentario alluvionale di materiali provenienti dal disfacimento dei litotipi presenti



in affioramento sulle colline che fronteggiano la linea costiera. Trattasi di un potente imbasamento costituito da un'alternanza di sabbie fini uniformi nella parte sommitale, di colore variabile dall'avana al beige, debolmente limose al tatto, ben addensate

e con presenza diffusa di ghiaietto e ciottolame minuto, nella porzione superiore e passaggio a ghiaie e ciottolame grossolano poligenico, con dimensioni di clasti da centimetriche a decimetriche, in matrice sabbiosa di colore avana chiaro o giallognolo, a luoghi prevalente. Talvolta nella porzione basale sono evidenti livelli centimetrici di materiale litoide o pseudolitoide (croste). Questo orizzonte si rinviene nei sondaggi a partire dalla profondità di circa 21.00 e 23.00m dal p.c e raggiunge la massima profondità di indagine, nelle prove DPSH si intercetta il tetto a profondità comprese tra 18.00m e 23.00m.

La distribuzione lungo le verticali di indagine delle differenti unità con la descrizione delle litologie in esse raggruppate è rappresentata nella tabella sottostante .

Id_UNITA' LITOLOGICHE	Descrizione litologica	Indagini in sito attuali						
		Intervallo di profondità						
		S1	S2	DPSH1	DPSH2	DPSH3	DPSH4	DPSH5
A	Terreno vegetale/terreno di riporto sabbioso limoso	0.00-2.00	0.00-3.00	0.00-3.00	0.0-2.00	0.0-2.00	0.00-2.00	0.00-1.00
B	Alternanze di sabbie limose limi sabbiosi e limi argillosi con tracce organiche - torbose/ a luoghi presenza di ghiaietto	2.00-11.50	3.00-11.70	3.00-10.00	2.00-10.00	2.0-9.00	2.00-12.00	1.00-13.00
C	Limi argillosi argille limose e livelli di sabbie limose	11.50-21.30	11.70-23.00	10.00-18.00	/	9.0-23.00	12.00-23.00	13.00-22.00
D	Alternanze di sabbie fini debolmente limose giallognole e ghiaietto minuto e grossolano in matrice sabbioso limosa avana/biancastra	21.30-35.00	23.00-30.00	18.00-N.D	/	23.00-N.D	23.00-N.D	22.00-N.D

Tabella 14 distribuzione delle litologie lungo le verticali di indagine

mentre l'andamento delle unità sopra descritte tra i differenti punti di indagine è raffigurato nelle sezioni stratigrafiche a seguire e riportate in allegato, tracciate lungo profili ritenuti significativi; le tracce delle sezioni sono segnate nella planimetria di figura 30 sottostante



FIGURA 30 ubicazione dei punti di indagine delle tracce di sezione stratigrafica

La sezione AA' segue il profilo passante per i punti di indagini delle prove DPSH2-S2 DPSH1; il terreno vegetale/riportato (Unità A) mostra spessore continui compreso tra 2.00 e 3.00m circa dal p.c.; seguito da un pacco di depositi fluvio palustri (Unità B) costituiti da sabbie limose e limi sabbioso argillosi con tracce torbose di spessore medio di circa 8.00m ; seguono i terreni dell'unità C limi argillosi e argille limose più sabbiose verso la base con spessore medio di circa 9.00m. Tale unità si intercetta lungo le verticali DPSH1 ed S2 ipotizzando l'andamento grafico rappresentato. I terreni dell'unità D , costituiti da alternanze di sabbie fini limose e ghiaie sabbiose si rinvencono lungo la verticale S2 mentre si intercetta il tetto a circa 23.00m Il livello di falda è ospitato nei terreni dell'unità B a profondità media di circa 4.00m dal p.c. Lungo la verticale S2 è segnalato un livello di falda a quota 7.00m. dal p.c.

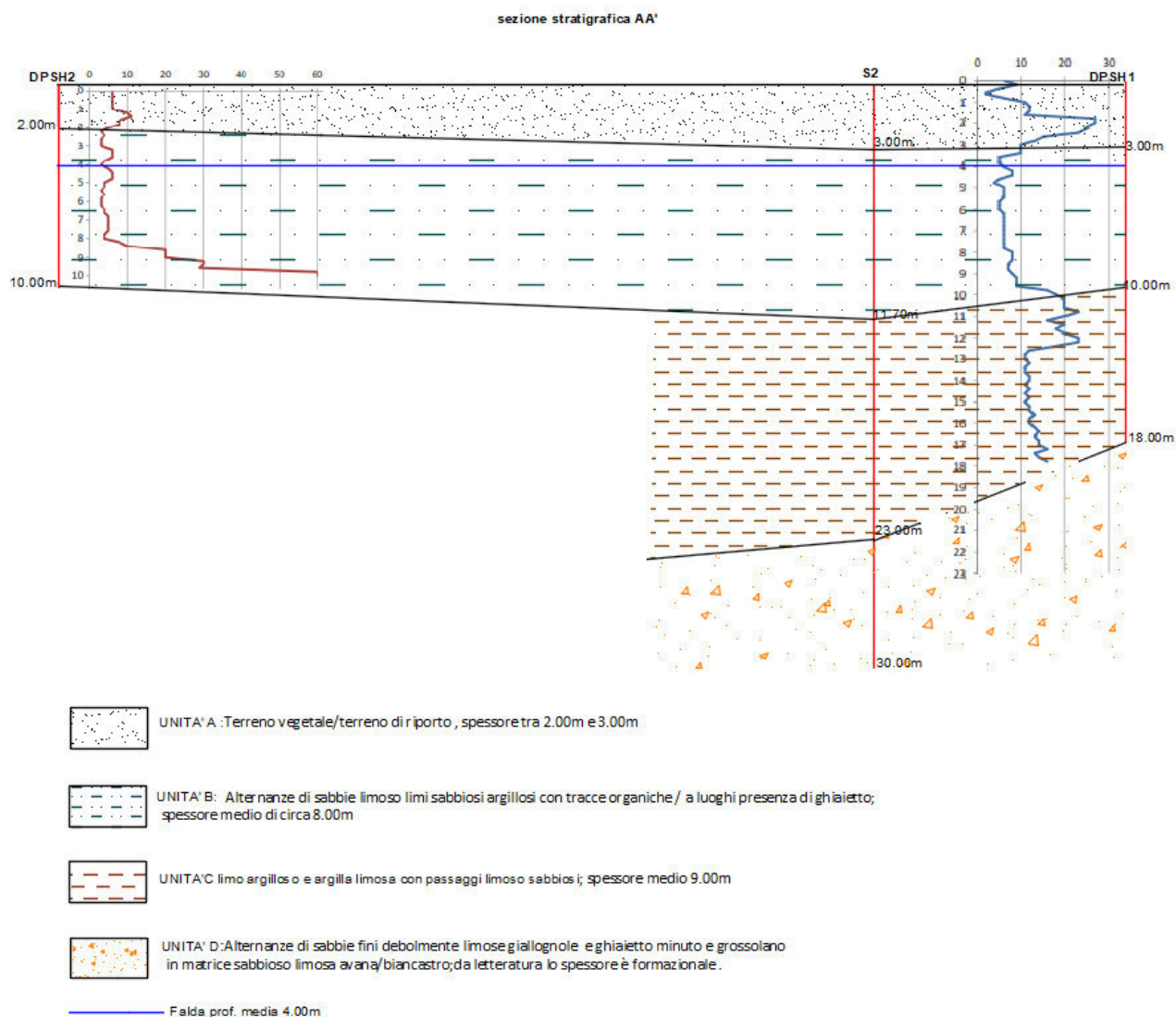


FIGURA 31 sezione stratigrafica AA'

La sezione BB'' segue il profilo passante per i punti di indagini delle prove DPSH3-S1 DPSH4; ' Sono intercettate tutte le litologie ; il terreno vegetale/riporto (Unità A) mostra spessore continui di circa 2.00m dal p.c; seguito da un pacco di depositi fluvio palustri (Unità B) di spessore medio di circa 8.80m ;seguono i terreni dell'unità C con spessore medio di circa 11,00m. I terreni dell'unità D , costituiti da alternanze di sabbie fini limose e ghiaie sabbiose si rinvencono lungo la verticale S1 mentre si intercetta probabilmente il tetto lungo le verticali delle prove penetrometriche alla profondità di arresto delle stesse. Il livello di falda è ospitato nei terreni dell'unità B a profondità media di circa 4.00m dal p.c.

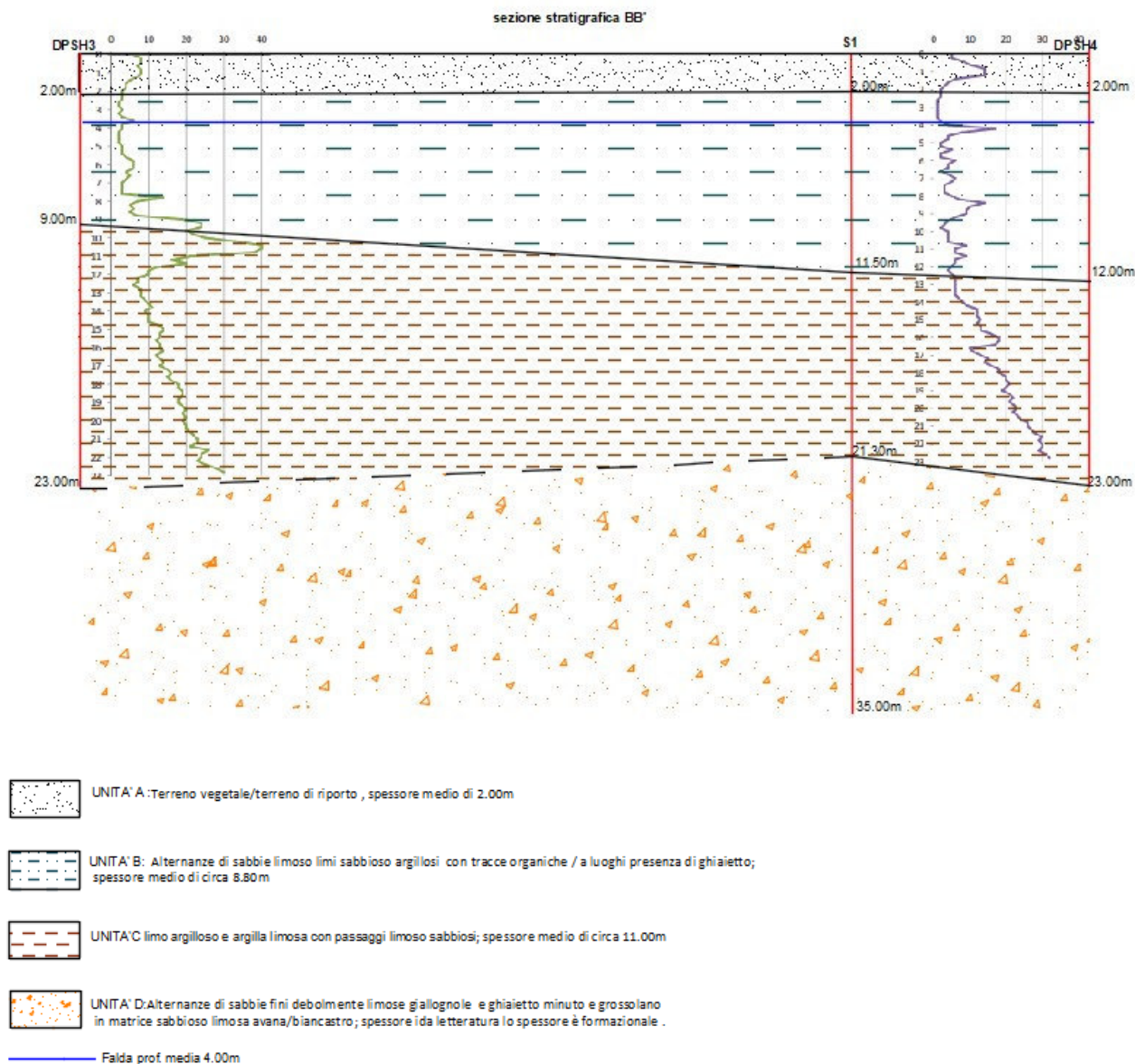


FIGURA 32 sezione illustrativa BB' -

La sezione CC' segue il profilo passante per i punti di indagini delle prove S1-DPSH4-DPSH5; ' Sono intercettate tutte le litologie ; il terreno vegetale/riportato (Unità A) mostra spessore medio di circa 1.50m; segue un pacco di depositi fluvio palustri (Unità B) di spessore medio di circa 7.00m circa seguiti da i terreni dell'unità C di spessore medio di circa 10.00m. I terreni dell'unità D , costituiti da alternanze di sabbie fini limose e ghiaie sabbiose. Il livello di falda è ospitato nei terreni dell'unità B a profondità media di circa 4.00m dal p.c.

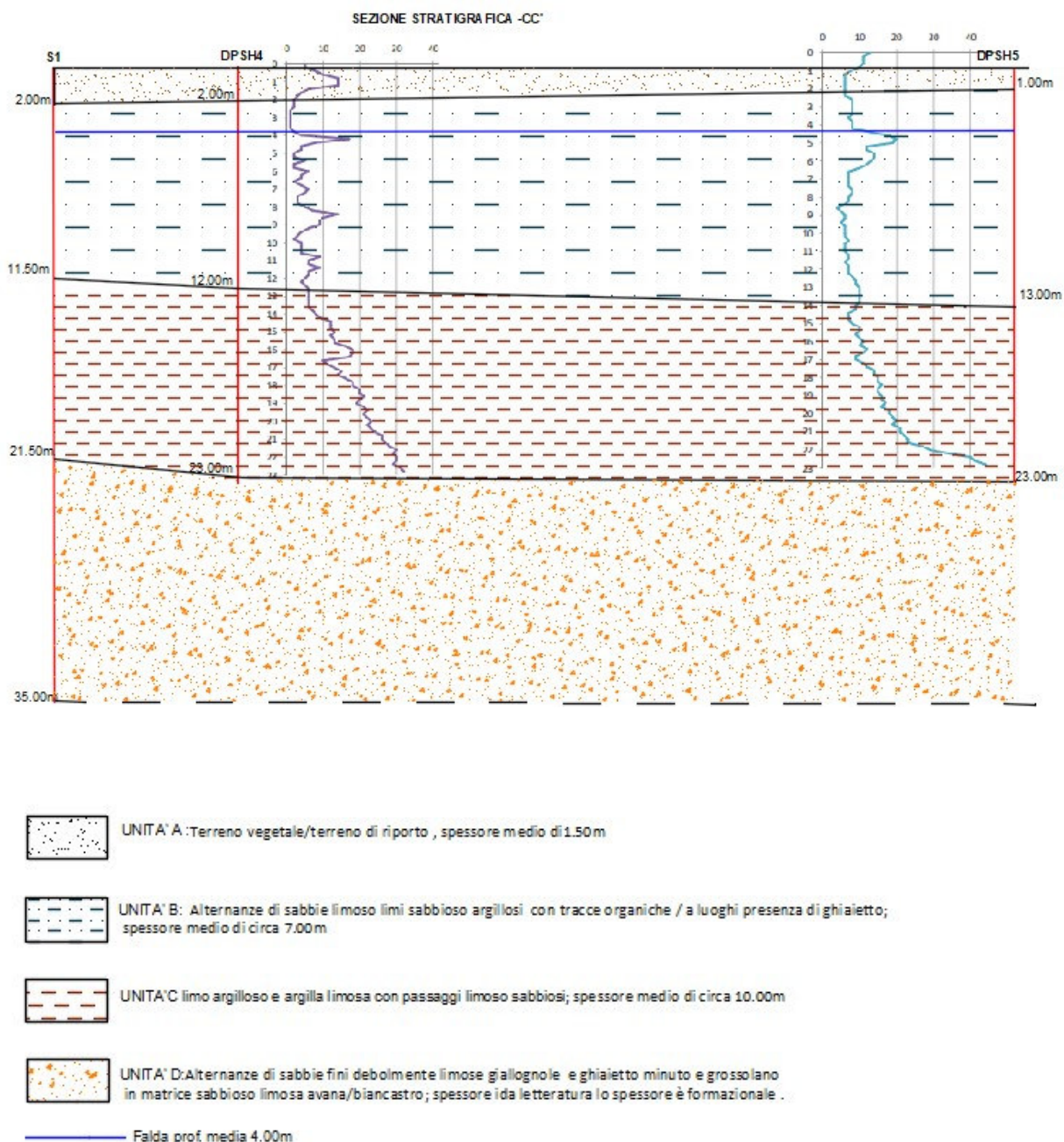


FIGURA 33 sezione illustrativa CC' -

13.2 Caratterizzazione geotecnica

Dal punto di vista geotecnico le unità individuate sono state campionate in diversi intervalli di profondità con prove in sito e analisi di laboratorio su campioni rappresentativi; l'insieme dei dati a confronto consente di attribuire i seguenti valori medi di alcuni parametri geotecnici:

Unità A : terreno di riporto campionato attraverso prove DPSH dalle quali sono stati ricavati i seguenti valori medi:

peso specifico : γ_n (gr/cm³) 1.54
 peso specifico saturo : γ_s (gr/cm³) 1.72
 angolo di attrito ϕ (°) 25.2
 coesione Kg/cmq 0.01
 Dr 43%
 sciolto o poco addensato

Unità B : costituita da sabbie limose e limi sabbioso argillosi; tale unità è stata oggetto dei seguenti campionamenti geotecnici in sito con prove S1_SPT1; S1_SPT2, S1_SPT3 e determinazioni di laboratorio su campioni S1C1, S2C1, S2C2: i parametri geotecnici medi sono i seguenti:

peso specifico : γ_n (KN/mc³) 18
 peso specifico saturo : γ_s (KN/mc³) 19
 angolo di attrito ϕ (°) 24.6
 coesione KPa 12
 coesione non drenata 0.9 kg/cm²
 modulo edometrico 73 kg/cm²
 definizione granulometria sabbia con limo argilloso
 poco addensato -estremamente variabile in ragione delle variazioni granulometriche; nei livelli più limoso torbosi è molto basso /sciolto.
 E' sede di falda idrica con soggiacenza a quota media di circa 4.36m dal p.c.

Unità C : costituita limi argillosi, argille limose consistenti con livelli di sabbie limose meno addensati ; sono stati campionati con prove DPSH e prove in foro S1_SPT4 ed S2 SPT4, e determinazioni di laboratorio sui seguenti campioni S1C2,S2C3; I parametri geotecnici di riferimento sono i seguenti:

peso specifico : γ_n (KN/mc³) 19
 peso specifico saturo : γ_s (KN/mc³) 19,3
 angolo di attrito ϕ (°) 24.5
 coesione KPa 9
 coesione non drenata 1.7 kg/cm²
 modulo edometrico 290 kg/cm²

Unità D : costituita da alternanze di granulometrie medio grandi, sabbie poco limose con ghiaie e ciottolame eterometrico; è stato oggetto di campionamento da prove in sito DPSH I parametri geotecnici medi rappresentativi della frazione medio fine di tale deposito sono i seguenti intervalli

peso specifico : γ_n (KN/mc³) 19
 peso specifico saturo : γ_s (KN/mc³) 20
 angolo di attrito ϕ (°) 30
 coesione KPa 1
 coesione non drenata 2.7 kg/cm²
 modulo edometrico >200 kg/cm²

13.3 caratterizzazione idrogeologica :

Sulla base dell'assetto stratigrafico è possibile ricostruire un profilo dei terreni del sottosuolo di intervento dal punto di vista idrogeologico. I terreni rinvenuti in sito, sono classificabili come depositi alluvionali da semi-permeabili a permeabili, caratterizzati da un grado di permeabilità da medio basso a medio alta in ragione dell'assortimento granulometrico. I terreni semipermeabili sono costituiti da riporti e coperture superficiali più sabbiose limose di spessore massimo di circa 5.80m dal p.c. seguito da un deposito scarsamente permeabile costituito da limi sabbiosi e limi argillosi terreni dell'Unità C e terreni permeabili costituiti da sabbie e ghiaie sabbiose dell'unità D ;. Di seguito si riportano i valori del coefficiente di permeabilità e del grado di permeabilità estratti dalla letteratura di settore, in riferimento ai quali è possibile assumere come valori indicativi del coefficiente di permeabilità K per i depositi in sito i seguenti intervalli di valori:

Unità A sabbie limose $K = 10^{-5} \div 10^{-6}$ m/s

Unità' B sabbie limoso-argillose e limi sabbiosi argillosi $K = 10^{-7} \div 10^{-9}$ m/s

Unità C limi argillosi argille limose $K = 10^{-8} \div 10^{-9}$ m/s

Unità D sabbie limose con ghiaie $K = 10^{-4} \div 10^{-5}$ m/s


$K(m/s)$												
GRANULOMETRIA	omogenea	Ghiaia		Sabbia		Sabbia molto fine		Silt		Argilla		
	varia	Ghiaia grossa e media		Ghiaia e sabbia		Sabbia e argilla — Limi						
GRADI DI PERMEABILITA		ELEVATA				BASSA				NULLA		
TIPI DI FORMAZIONI		PERMEABILI				SEMI-PERMEABILI				IMPER.		

FIGURA 34- tabella di riferimento -fonte idrogeologia principi e metodi G.Castany

Relativamente ai campioni di terreno esaminati in laboratorio il dato che definisce il valore del coefficiente di permeabilità è stato stimato a partire dalle curve granulometriche e le percentuali di passante al D_{10} . Per i campioni analizzati i valori di K stimati sono i seguenti:

Id_Campione	Valore stimato di k m/s
S1C1	$1,6 \cdot 10^{-6}$
S1C2	$1,8 \cdot 10^{-7}$
S2C2	$8,6 \cdot 10^{-6}$
S2C3	$6,5 \cdot 10^{-5}$

In sede di esecuzione dei sondaggi è stata rilevata la presenza della falda a quote di 4.80m nel sondaggio S1 e 7.00m nel sondaggio S2. Un livello di falda è stato segnalato anche lungo le verticali delle prove DPSH con quota media di circa 3.75m dal p.c. (**cf. tabella15** a seguire) .

Verticale di misura	data misura	Soggiacenza della falda(m)
S1	AGOSTO 2023	-4.80
S2		-7.00
DPSH1		-3.75
DPSH2		-3.75
DPSH3		-3.75
DPSH4		-3.75
DPSH5		-3.75

TABELLA 15 misure del livello di falda rilevate durante le indagini in sito

Il sondaggio S2 è stato condizionato con un piezometro a tubo aperto al fine di monitorare le eventuali oscillazioni della piezometrica. Le misure eseguite nei mesi di agosto e ottobre sono riportate nella **tabella 15**. Le misure sono state condotte in periodi di scarsa piovosità e il livello misurato può riferire ad un regime idrogeologico di stasi, non si può escludere una risalita legata alle precipitazioni meteoriche, favorita anche dalla presenza di livelli e strati limoso argillosi che facilitano fenomeni di risalita capillare dell'acqua, che pone i livelli di falda rinvenuti interferenti con le strutture superficiali e con eventuali operazioni di scavo.

ID_INDAGINE	data misura	Soggiacenza della falda (m)
S2	AGOSTO_2023	-4.50
	SETTEMBRE 2023	-4.50
	OTTOBRE 2023	-4.80

TABELLA 16 misure del livello di falda rilevate nel foro S2 attrezzato con tubo piezometrico

14 ASPETTI DI CARATTERE GEOFISICO

14.1 Definizione Della Categoria Di Suolo

La definizione della categoria di suolo in campo libero deriva dal profilo di velocità V_s ottenuto dalla prospezione geofisica MASW. Non avendo individuato un bedrock sismico ($V_s > 800 \text{ m/s}$) nei primi 30m di profondità il valore di V_{seq} che definisce la classe di suolo è calcolato sull'intera colonna di terreno fino alla profondità massima indicata dalla normativa di 30m; pertanto nel caso specifico $V_{seq} = V_{s30}$ è pari a **341 m/s che colloca i terreni nella categoria di sottosuolo C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti con la profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi 180 m/s e 360 m/s..*) (NTC2018 Tab. 3.2.II).

14.2 Categoria Topografica

Il naturale andamento morfologico porta ad escludere l'accadimento di fenomeni di amplificazione di tipo topografico assumendo configurazioni semplici, riferibili alla **categoria topografica T1** (NTC 2018 Tab. 3.2.III).

14.3 stabilità ai fenomeni sismoindotti

Uno degli effetti contemporanei o successivi all'accadimento di un sisma è rappresentata dalla possibile riattivazione di fenomeni franosi preesistenti o la formazione di nuove superfici e nuovi fenomeni gravitativi lungo versanti stabili. La probabilità che un'area possa essere interessata da tali fenomenologie dipende come sempre da fattori predisponenti e innescanti. I primi sono individuate negli assetti topografici e morfologici, nelle caratteristiche litostratigrafiche del sito e ai rapporti giaciture e strutturali dei litotipi, mentre i secondi sono legati alle caratteristiche del sisma ovvero quali la magnitudo, ipocentro, contenuto in frequenza, durata dello scuotimento.

Limitatamente al sito, l'ambito morfologico di inserimento di piana alluvionale costiera, l'assenza di elementi predisponenti a fenomeni gravitativi e sismoindotti portano ad escluderne l'accadimento. Pertanto il sito è stabile rispetto a tali effetti.

14.4 stabilità ai fenomeni di liquefazione

Per quanto riguarda la stabilità a fenomeni di liquefazione un criterio di valutazione semplificata per la verifica qualitativa della suscettibilità a liquefazione (ordinanza 3274/2023 punto 2.3) o come suggerisce la letteratura di settore un'analisi preliminare qualitativa può essere effettuata in linea di massima sulla base di criteri empirici di valutazione che tengono conto dei seguenti aspetti:

- livello della falda posto a meno di 15m dal p.c.
- depositi recenti -Olocene (sabbie fini, sabbie limose , sabbie grossolane...)
- evidenze storiche di fenomeni di liquefazione
- attività sismica dell'area;

le NTC 2018 stabiliscono che la valutazione del rischio a liquefazione può essere omessa se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 KPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 KPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure 34 seguenti (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$. (U_c rapporto D_{60}/D_{10} , dove D_{60} e D_{10} sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa)

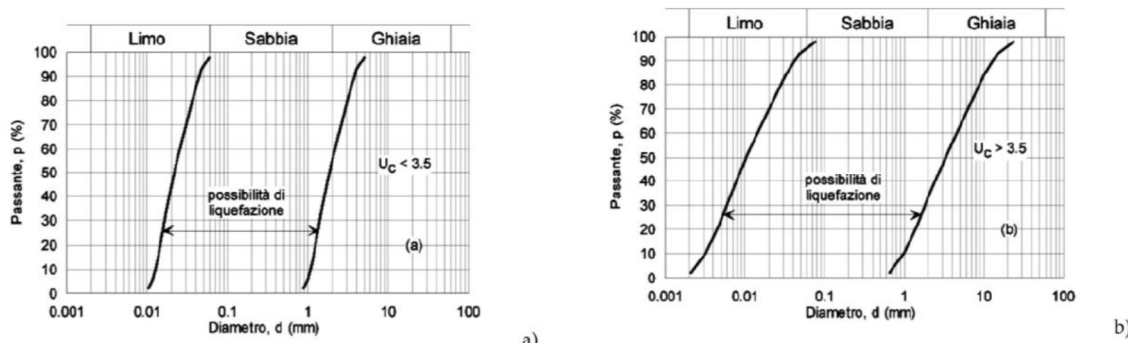


Figura. 35. fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazioni (rif. fig. D.M. 17.01.2018)

ed inoltre tale verifica può essere omessa quando la probabilità che si manifestino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se è verificata almeno una delle seguenti condizioni:

1. Magnitudo attesa inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di $0.15g$;
3. il terreno sabbioso saturo si trova sotto i 15m di profondità dal piano campagna;
4. Terreni sabbiosi con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - contenuto di argilla $> 20\%$ con indice di plasticità > 10 ;
 - contenuto di limo $> 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$
 - contenuto di fini trascurabile e $(N_1)_{60} > 25$

dove $N_1(60)$ è la resistenza penetrometrica N_{sp} normalizzata

Per il sito in argomento i terreni che caratterizzano il sottosuolo sono costituiti da sabbie limose con percentuali di limo superiori a 35% e argilla prossime al 20% con indice di plasticità superiore a 10 che già presuppongono ad un rischio di liquefazione basso. La falda è presente nell'ambito delle profondità di attenzione, mentre il terreno sabbioso con scarsa percentuale di elementi coesivi si trova al disotto dei 15m di profondità dal p.c. Infine non sono note evidenze storiche di fenomeni di liquefazione nell'area a seguito di terremoti importanti.

Alla luce di tali aspetti valutati sulla base dei criteri anzidetti sembrano esserci le condizioni per poter escludere la probabilità di accadimento di fenomeni di liquefazione rispetto ai quali il sito può considerarsi stabile.

15. VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

15.1 modellazione preliminare

Ai fini della valutazione della risposta sismica locale è importante definire un modello di stratificazione geologica entro i primi 30m di profondità, così come previsto dalle **Nuove Norme Tecniche D.M. 17 gennaio 2018**. Le indagini geognostiche hanno consentito di verificare la presenza di una potente colmata di sedimenti alluvionali depositi in un ambiente di foce fluviale e di litorale marino (*appartenenti alle subunità della Piana del Sele*); le prospezioni geofisiche hanno a loro volta consentito di definire la categoria di suolo per la colonna di terreno indicata ponendola nella categoria di **sottosuolo C**. ($V_{seq}=341\text{m/s}$ cfr §14.1). Tuttavia, dato il grande spessore dei sedimenti citati (da letteratura tra 50m-60m), non è stato individuato con certezza un basamento rigido litoide con velocità $V_s > 800\text{ m/s}$ (secondo la classificazione NTC18 e EC8) nei primi 30m di profondità sebbene un comportamento più compatto dei sedimenti compare già intorno ai -30m/-35m di profondità. Presumendo quindi un aumento medio dei valori di velocità V_s con la profondità, la risposta sismica locale è calcolata supponendo la presenza di un substrato locale pseudo litoide posto a -70m dal p.c. attuale. Di seguito si riporta in tabella il valore di velocità desunto dalla prospezione geofisica. Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale (RSL) mediante specifiche analisi quali il calcolo del valore massimo dell'accelerazione al suolo p_{ga} , quello della velocità p_{gv} , quello dello spostamento p_{gd} ecc. attraverso l'uso di accelerogrammi reali opportunamente scalati, in relazione alla zona sismica di appartenenza, utilizzando adeguate simulazioni in modelli di calcolo numerico (ad esempio Shake, EERA, STRATA, DEEPSOIL ecc.).

Dai dati elaborati e dalla distribuzione delle velocità V_s , come già detto, non è stato raggiunto ciò che normalmente è definito come basamento rigido litoide (bedrock) avendo misurato velocità delle onde S inferiori a 800 m/s nell'ambito dei 30m di profondità dall'attuale p.c.

La distribuzione media delle velocità, unitamente alle informazioni di letteratura geologica permetterebbe tuttavia di ipotizzare la presenza di un livello rigido a comportamento pseudo litoide (bedrock like) con **$V_s > 750\text{ m/s}$** da -35m a -70m dal p.c. attuale; infatti, supponendo un aumento graduale delle velocità V_s con la profondità ed applicando a tale aumento una relazione di tipo esponenziale:

$$V_s(h) = V_o(1 + h)^x$$

con V_o velocità iniziale,
h incremento di profondità
x un coefficiente $1 < x < 0.1$,

il valore di 800m/s sarebbe raggiunto già a quota -70m.; tale livello viene assunto come riferimento per il calcolo della risposta locale. Al **basamento locale di tipo rigido pseudo litoide**, su cui poggiano i sedimenti di copertura eluviali-colluviali, è stata attribuita una velocità delle onde di taglio pari a **800 m/s** con un valore di peso specifico pari 20.00KN/m^3

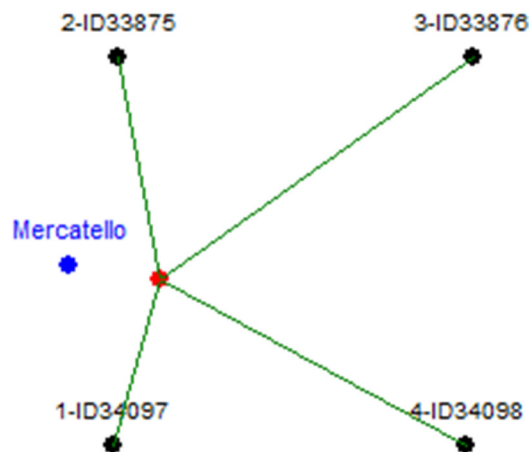
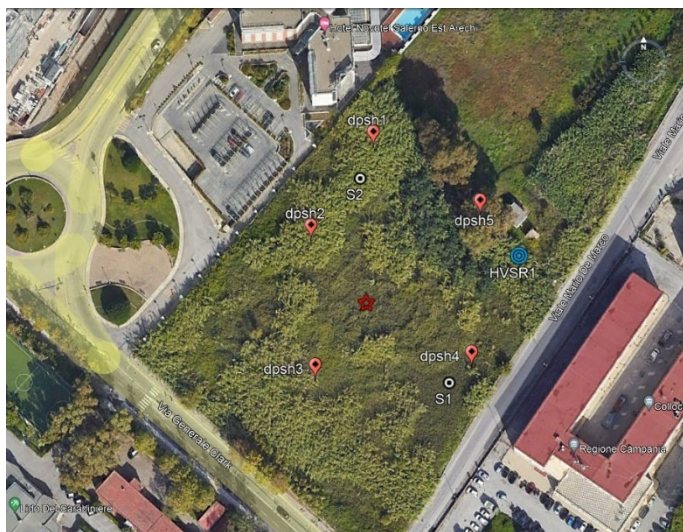
Quanto illustrato è schematizzato nella tabella 18 a seguire dove si indica la denominazione stratigrafica dei litotipi e le indicazioni delle curve di decadimento del modulo di taglio utilizzate (i relativi valori tabulati sono riportati in appendice)

Layer	Prof. M	Spessore m	Vs m/s	Peso specifico KN/m ³	Sedimento	Riferimento curve G/Gmax - D%
1	0.00	3.00	211.00	15.00	Copertura vegetale che sfuma in materiali di riporto, eterogeneo a base sabbioso limosi con diffuso pezzame litoide poligenico	TERRENI DI COPERTURA Da poco a moderatamente addensati (DICEA-UNINA)
2	3.00	10.00	250.00	15.50	Limo sabbioso debolmente argilloso passante a limo argilloso di colore variabile dal grigio scuro al grigio verdastro passante a limi argillosi e argille limose con passaggi sabbiosi talora con screziature nerastre, con tracce di residui organici e lievemente torbose	Vucetic & Dobry PI=100
3	13.00	10.00	300.00	16.50	Limi argillosi a luoghi più sabbiosi, di colore marrone tabacco, consistenti; limo argilloso mediamente consistente	Curve Vucetic & Dobry (1991), IP=15, modificate SILVESTRI
4	23.00	13.00	450.00	17.50	Sabbie fini debolmente limose ben addensate con presenza di ghiaietto e ciottolame minuto con passaggio a ghiaie e ciottolame grossolano poligenico in matrice sabbiosa	SEED & IDRIS 1970 sabbia limosa - sabbia argillosa - sabbia fine
5	35.00	35.00	630.00	18.00*	Sedimenti sabbioso-ghiaiosi in alternanza con sabbie pelitiche di laguna in alternanza con livelli di sabbia ghiaiosa *	DEPOSITI LACUSTRI (YOKOTA MOD. IPERBLICO)
6	70.00	Half-space	800.00	20.00*	Argille grigio azzurre sovraconsolidate mioceniche*	ARGILLE LIMOSE

TABELLA 18 modello stratigrafico di sottosuolo ai fini della RSL: denominazione stratigrafica dei litotipi, indicazioni delle curve di decadimento del modulo di taglio utilizzate.

15.2 valori parametrici di sito e pericolosità sismica di base

Il sito posto in via Generale Clark risulta essere compreso nei nodi del reticolo probabilistico dei valori di accelerazione che presentano ID come di seguito indicato



Le coordinate geografiche dei nodi ed i valori dei pesi delle distanze risultano essere i seguenti:

punto ID	Latitudine°	Longitudine	Distanza (Km)
34097	40.672	14.808	2.471878
33875	40.677	14.809	3.250982
33876	40.677	14.874	5.814605
34098	40.627	14.873	5.333176

TABELLA19 coordinate dei nodi (relative al datum ED50)
ei pesi delle distanze nel reticolo probabilistico rispetto
al sito (punto rosso) dell'area in studio.

L'area in studio è sede di **costruzioni ordinarie di tipo 2** la cui vita nominale V_N dovrà essere ≥ 50 anni e la **classe d'uso** è la **II** (*Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente.*) a cui corrisponde un coefficiente d'uso **$CU=1.0$** ; l'azione sismica conseguente è valutata in relazione ad un periodo di riferimento in anni **$V_R = 50$** anni ottenuto come prodotto $V_N \times CU$ (§2.4 NTC 2018). I valori di accelerazione orizzontale massima attesa sul sito in oggetto (indicato dall'incontro degli assi) calcolati dall'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) su griglia di 0.05° (OPCM 3519/2006) per i valori di eccedenza con probabilità pari al 10% con distribuzione del 50mo percentile (mappa mediana, che è la mappa di riferimento per ogni probabilità di superamento) per una vita nominale V_N di 50 anni, riferiti a suolo rigido di tipo A (pericolosità sismica di base) sono indicati in figura a seguire.



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

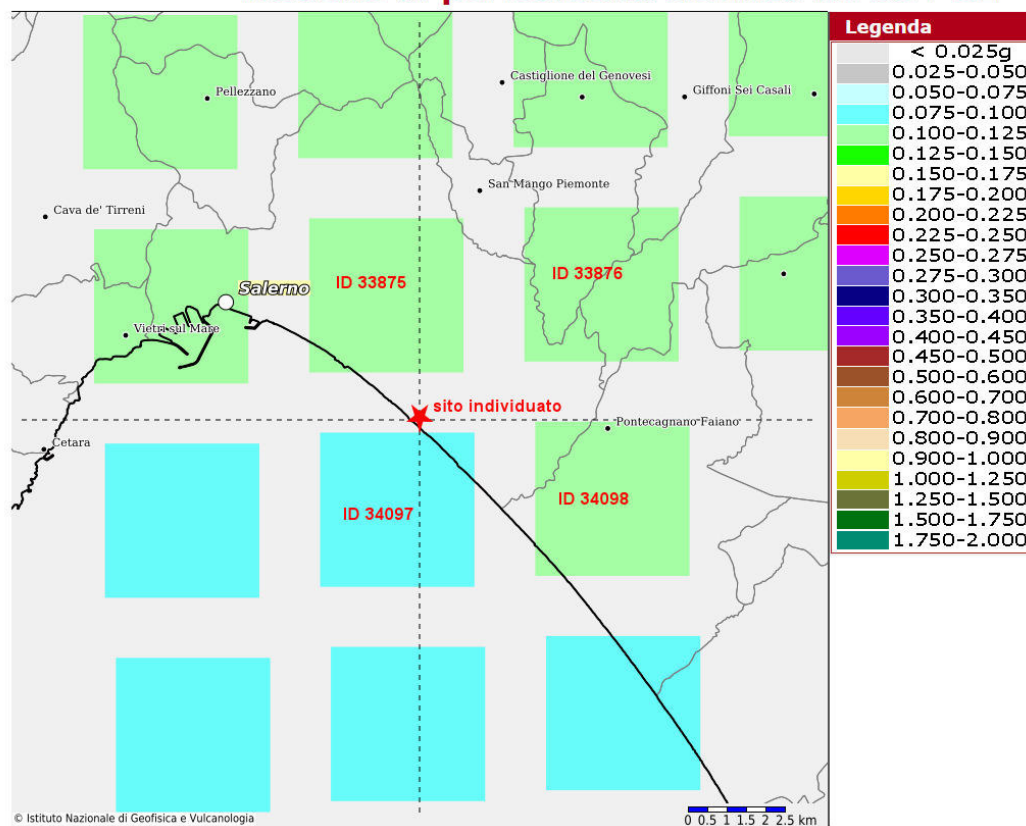


FIGURA 36 coordinate dei nodi (relative al datum ED50) e i pesi delle distanze nel reticolo probabilistico rispetto al sito (punto rosso) dell'area in studio.

Dall'analisi di disaggregazione del valore di a_g corrispondente al nodo evidenziato (ID 33875), meno vicino al sito in studio ma più cautelativo, è possibile desumere il valore medio di **magnitudo M** (media pesata delle magnitudo, dove il peso di ciascuna è dato dal contributo che la stessa fornisce alla pericolosità) accoppiato al valore di **distanza epicentrale RE** e al valore ϵ (numero di deviazioni standard da cui il logaritmo dell'intensità sismica registrata si discosta dal valore medio); essi risultano quindi pari a $M=6.5$ $RE=49.5$ km $\epsilon=1.47$

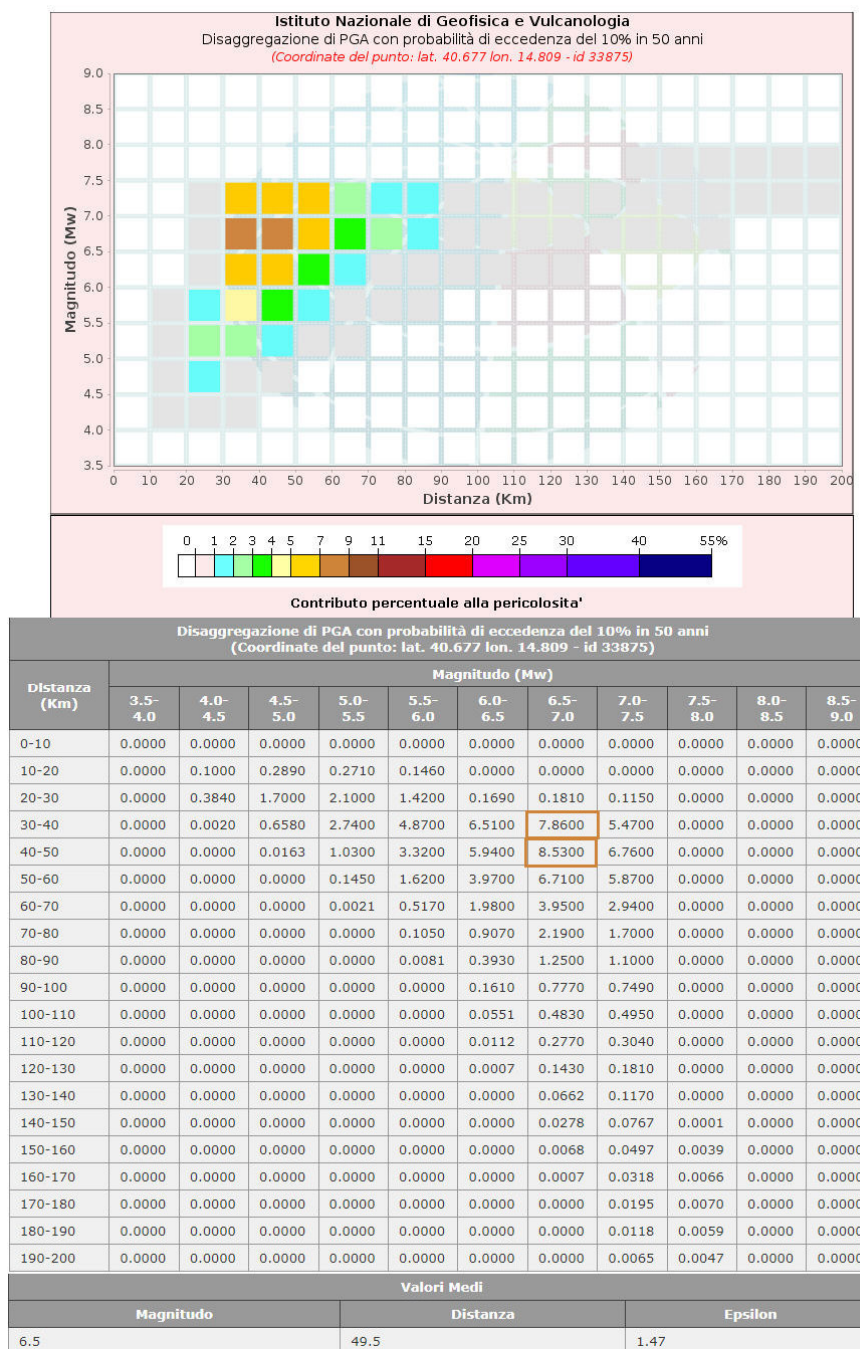


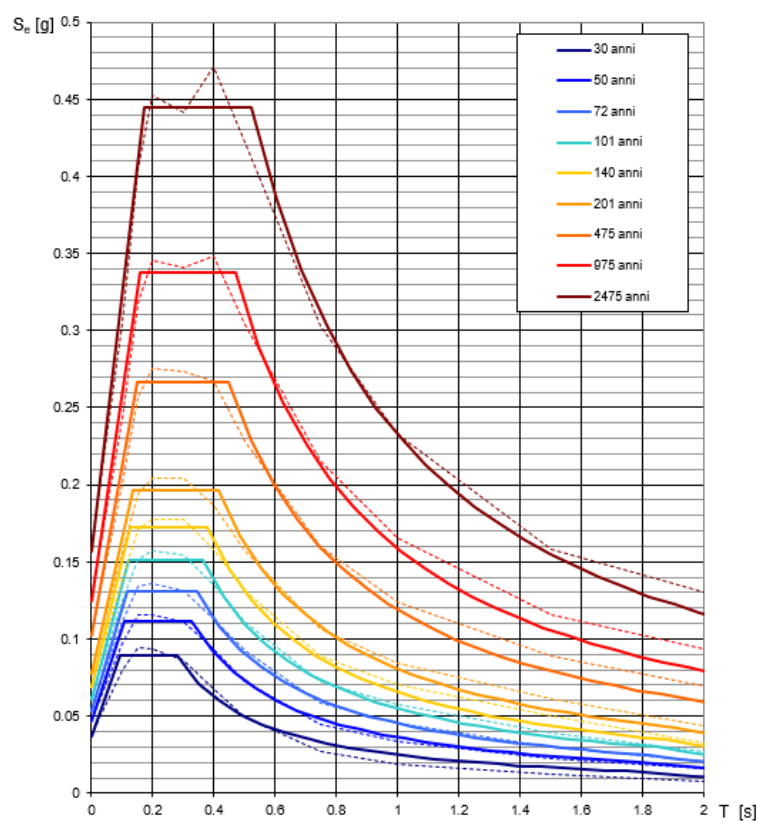
FIGURA 37.: coordinate dei nodi (relative al datum ED50) e i pesi delle distanze nel reticolo probabilistico rispetto al sito (punto rosso) dell'area in studio.

Determinati i valori delle distanze dei punti del reticolo dal sito, si procede con la determinazione parametri di azione a_g , F_0 , T_c^* relativi ai diversi periodi di ritorno T_r di un sisma atteso su categoria di sottosuolo A che per il sito in oggetto in particolare $T_r = 475$ anni e i limiti temporali minimo e massimo sono 475 anni e 975anni. I valori dei parametri di **pericolosità di base** e relativi **spettri di risposta** calcolati per il sito risultano essere i seguenti:

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.037	2.393	0.281
50	0.047	2.390	0.325
72	0.054	2.438	0.346
101	0.061	2.490	0.363
140	0.069	2.506	0.380
201	0.078	2.524	0.413
475	0.102	2.615	0.447
975	0.125	2.709	0.470
2475	0.157	2.829	0.523

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



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

FIGURA 38 : spettri elastici orizzontali normalizzati per i diversi periodi di ritorno

il valore di T_R scelto per la valutazione della pericolosità sismica e quindi della risposta locale è quello corrispondente a 475 anni che indica una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La strategia di progettazione scelta riguarda opere di classe d'uso II con coefficiente d'uso $c_U=1.0$, $V_r \geq 50$ anni, ed i conseguenti parametri di azione risultano essere i seguenti:

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

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.037	2.393	0.281
SLD	50	0.047	2.391	0.326
SLV	475	0.102	2.615	0.447
SLC	975	0.125	2.709	0.470

Allo stato limite scelto SLV è associata l'accelerazione di ancoraggio spettrale per $T=0$ di 0.102g su sottosuolo rigido di categoria A. Con tali parametri è possibile calcolare l'andamento degli spettri elastici normalizzati per azioni di sollecitazione orizzontale secondo i diversi stati limite e di fianco riportati:

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

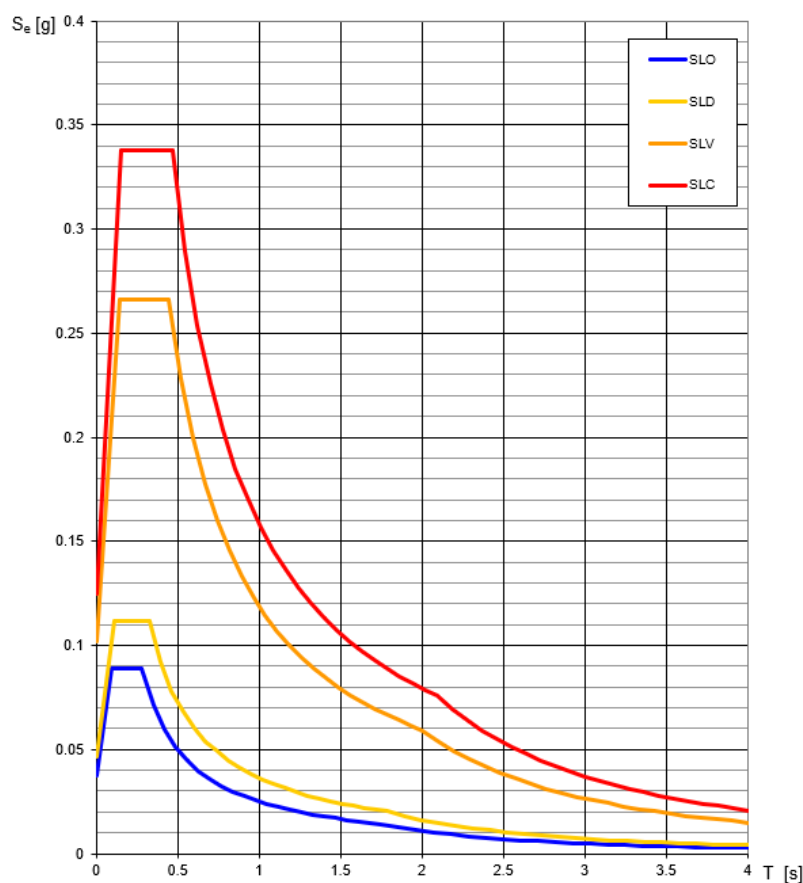


FIGURA 39: spettri elastici orizzontali normalizzati per i diversi stati limite riferiti a sottosuolo rigido di tipo A

15.3 valutazione preliminare degli effetti di sito

Durante un terremoto, il moto sismico che si genera in superficie in condizioni *free-field* (cioè in assenza di strutture) in genere è dipendente da un insieme di fenomeni fisici che si possono raggruppare in tre categorie fondamentali: meccanismo di sorgente, propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito e effetti di sito. I primi due contribuiscono a definire il moto sismico di ingresso al sito, mentre il terzo tiene conto delle importanti modifiche che esso può subire a causa delle particolari *condizioni locali* del sito in esame. L'insieme di queste modifiche che il moto sismico di ingresso al sito subisce, in termini di ampiezza, contenuto in frequenza e durata è indicato globalmente con il termine di *effetti di sito* o *risposta sismica locale*.

A seconda dei principali fenomeni fisici (riflessioni multiple, diffrazione, focalizzazione, risonanza etc.) che la perturbazione in ingresso subisce e che sono responsabili dell'effetto di sito si possono distinguere:

- effetti stratigrafici (o 1D)
- effetti di bordo (o divalle)
- effetti topografici

escludendo l'effetto topografico e di bordo in quanto il sito in studio è localizzato in area di piana alluvionale e lontano da margini vallivi, si considera il solo effetto stratigrafico.

Gli effetti di sito di tipo stratigrafico sono essenzialmente attribuibili a fenomeni di "intrappolamento" delle onde sismiche nel deposito per effetto di riflessioni multiple a seguito del contrasto di impedenza tra i terreni costituenti il deposito e il basamento roccioso sottostante, ovvero a fenomeni di risonanza tra onde sismiche riflesse e incidenti, in relazione alle condizioni stratigrafiche del sottosuolo, alle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e al contenuto in frequenza predominante del moto sismico.

Moto sismico di ingresso

Per la stima della risposta locale si fa uso del metodo numerico previsto dalle NTC 2018 al §3.2.3.6 mediante l'impiego di un accelerogramma spettro compatibile appositamente selezionato e scalato.

Le condizioni generali di sviluppo dell'analisi numerica si basano sulla definizione di:

- un modello geometrico e geotecnico del sottosuolo
- un input sismico (moto di ingresso)
- un codice di calcolo ed elaborazione dei risultati

Per ciò che concerne il modello geotecnico generale del sottosuolo si fa riferimento a quanto indicato precedentemente in tabella 18

Il moto di input sismico è stato scelto utilizzando il programma REXEL (Iervolino, I., Galasso, C., Cosenza, E. 2009) il programma SeismoSelect (Seismosoft Ltd) e il codice SeismoMatch, che utilizza la procedura descritta in Abrahamson [1992] e Hancock et al. [2006] (rappresentazione di un segnale mediante l'uso di una forma d'onda oscillante di lunghezza finita o a decadimento rapido). Tale codice è stato impiegato per la generazione di un accelerogramma, che sia spettro compatibile con lo spettro di categoria assegnato, attraverso cui è stato determinato un evento sismico possibile, spettro compatibile, nel luogo in esame scegliendolo tra una serie di time histories (35 +1621 nella fattispecie) conservate nel database *ESM-Engineering Strong-Motion Database 2.0* (<https://esm-db.eu/#/home>) che per magnitudo, distanza e tipo sottosuolo di riferimento meglio si adattavano alla situazione in studio, dopo averne definito i limiti percentuali di variazione (10% limite inferiore e 20% limite superiore), l'intervallo di magnitudo (5.5-7.0 Mw) e l'intervallo di distanza epicentrale (0-50 km), così come determinato dalla disaggregazione dell'accelerazione a_g ; tali eventi sono stati mediati in modo da ottenere uno spettro di input da cui derivare, per inversione, un accelerogramma di input.

La procedura, tuttavia, è stata ripetuta più volte consultando diverse storie temporali conservate in differenti archivi (ITACA: <http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet/>; PEER Strong Motion Database: <http://peer.berkeley.edu/smcat/>; COSMOS Virtual Data Center: <http://db.cosmos-eq.org/>; Center for Engineering Strong-Motion Data: <http://www.strongmotioncenter.org/>; SEISM-HOME WEB – Fondazione EUCENTRE accelerogrammi spettro compatibili: www.eucentre.it) I diversi accelerogrammi mediati sono stati ulteriormente confrontati con l'uso del programma SeismoMatch (SeismoSoft Ltd) pervenendo alla fine allo spettro di input per sottosuolo di tipo A e al relativo evento di input. Si riporta una delle iterazioni ottenute con l'uso del programma REXEL (utilizzando 4 settuple di accelerogrammi) con parametri di ingresso (standardizzati per tutte le iterazioni) e una iterazione del codice SeismoSelectrelative al sito in studio:

CODICE REXEL	CODICE SEISMOSELECT
tipo di sottosuolo A	tipo di sottosuolo A
Topografia piana T1	Topografia piana T1
vita nominale 50anni	vita nominale 50 anni
Classe d'uso II	Classe d'uso II
coefficiented'uso 1.0	Coefficiente d'uso 1.0
Spettro normalizzato come NTC2018	Spettro normalizzato come NTC2018
Stato limite SLV	Stato limite SLV
Magnitudo tra 5.0-7.0	magnitudotra5.0-7.0
Distanza epicentrale tra 0-60km	Distanzae picentraletra 0-60km

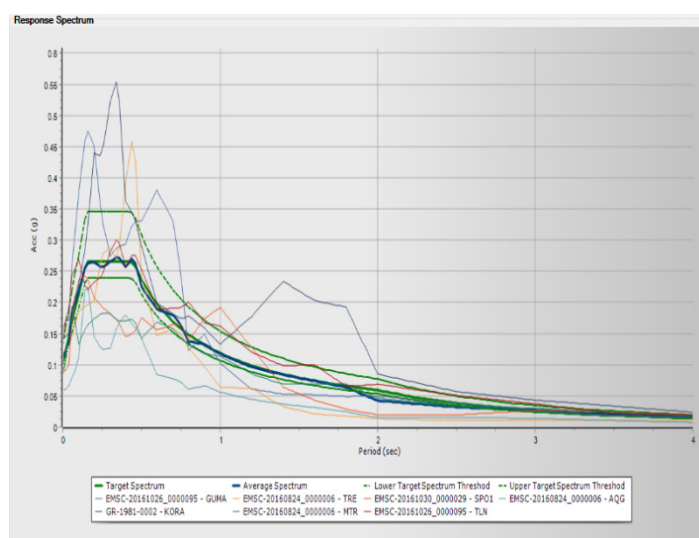
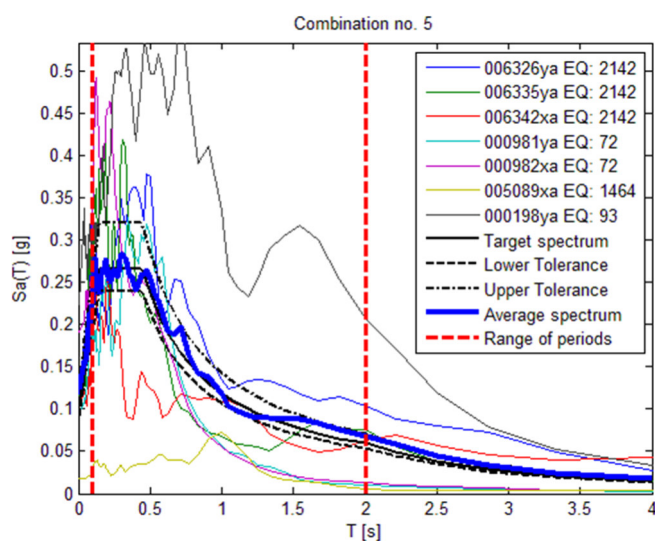


FIGURA 40spettri ottenuti da time histories di eventi reali scelti dal catalogo ESM. Gli eventi compaiono con il loro numero di codice. Lo spettro medio è stato ottenuto con l'uso del programma REXEL (I. Iervolino C. Galasso, E. Cosenza, Selezione assistita di input sismico e nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, Atti del Convegno Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in c.a., Roma, 29-30 maggio 2008.) Il secondo pannello mostra 7 dei 1621 eventi singoli eventi rielaborati e scalati via Seismomatch(SeismoSoft Ltd) in adattamento sullo spettro NTC2018 per sottosuolo

Waveforms ID	Earthquake ID	Station ID	date	Earthquake Name	Mw	Fault mechanism	EC8 site classification	Epicentral distance [km]
6326	2142	ST2496	21/06/2000	South Iceland (aftershock)	6.4	strike slip	A	14
6335	2142	ST2557	21/06/2000	South Iceland (aftershock)	6.4	strike slip	A	15
6342	2142	ST2556	21/06/2000	South Iceland (aftershock)	6.4	strike slip	A	20
981	72	ST1043	16/09/1977	Friuli (aftershock)	5.4	thrust	A	11
982	72	ST309	16/09/1977	Friuli (aftershock)	5.4	thrust	A	9
5089	1464	ST2493	04/06/1998	Mt. Hengill Area	5.4	strike slip	A	23
198	93	ST64	15/04/1979	Montenegro	6.9	thrust	A	21

TABELLA 20 eventi sismici utilizzati nel programma REXEL per definire l'input sismico per similarità di disaggregazione distanza-magnitudo

Waveforms ID	Station ID	Nation	Event date/time	Distanza Epicentrale (km)	magnitudo	Durata max (s)	EC8 site classification
EMSC-20161026_0000095	GUMA	IT	26/10/2016 19:18	24	5.90/Mw	Normal Fault	A
EMSC-20160824_0000006	TRE	IT	24/08/2016 01:36	45.3	6.00/Mw	Normal Fault	A
EMSC-20161030_0000029	SPO1	IT	30/10/2016 06:40	32.5	6.50/Mw	Normal Fault	A
EMSC-20160824_0000006	AQG	IT	24/08/2016 01:36	37.1	6.00/Mw	Normal Fault	A
GR-1981-0002	KORA	GR	25/02/1981 02:35	30.4	6.30/Mw	Normal Fault	A
EMSC-20160824_0000006	MTR	IT	24/08/2016 01:36	19.4	6.00/Mw	Normal Fault	A
EMSC-20161026_0000095	TLN	IT	26/10/2016 19:18	35.7	5.90/Mw	Normal Fault	A

TABELLA 21 parametri sismici utilizzati nel programma SeismoSelect per definire l'input sismico per similarità di disaggregazione distanza-magnitudo

Il **moto di input** rappresenta il segnale sismico al *bedrock*, la cui ampiezza e il contenuto in frequenza dipendono dalle caratteristiche del meccanismo della sorgente sismica, dalla magnitudo e dalla traiettoria sorgente-sito compiuta dalle onde sismiche, mentre il **moto di riferimento** rappresenta il moto atteso in superficie eventualmente addizionato di effetti locali dovuti alla successione stratigrafica e addizionali topografiche. Essendo il sito in area di pendenza trascurabile l'effetto topografico non risulta essere rilevante. Il moto di input utilizzato ed ottenuto tramite le simulazioni prima dette è rappresentato dalle storie temporali riportate di seguito.

Nella figura seguente sono rappresentati gli andamenti dell'accelerogramma, dello spettro di Fourier, dello spettro di Potenza e dello spettro elastico dell'accelerogramma medio usato come input nonché il grafico di velocità e spostamento con i relativi spettri. A lato sono riportati i parametri caratteristici dell'input utilizzato per il sito.

MOTO DI INPUT SU BEDROCKLIKE SUPPOSTO Punto indicato latitudine:40.648303°N longitudine: 14.816372°E

Salerno - via Generale Clark - Evento di Input su bedrock-like supposto a -70m

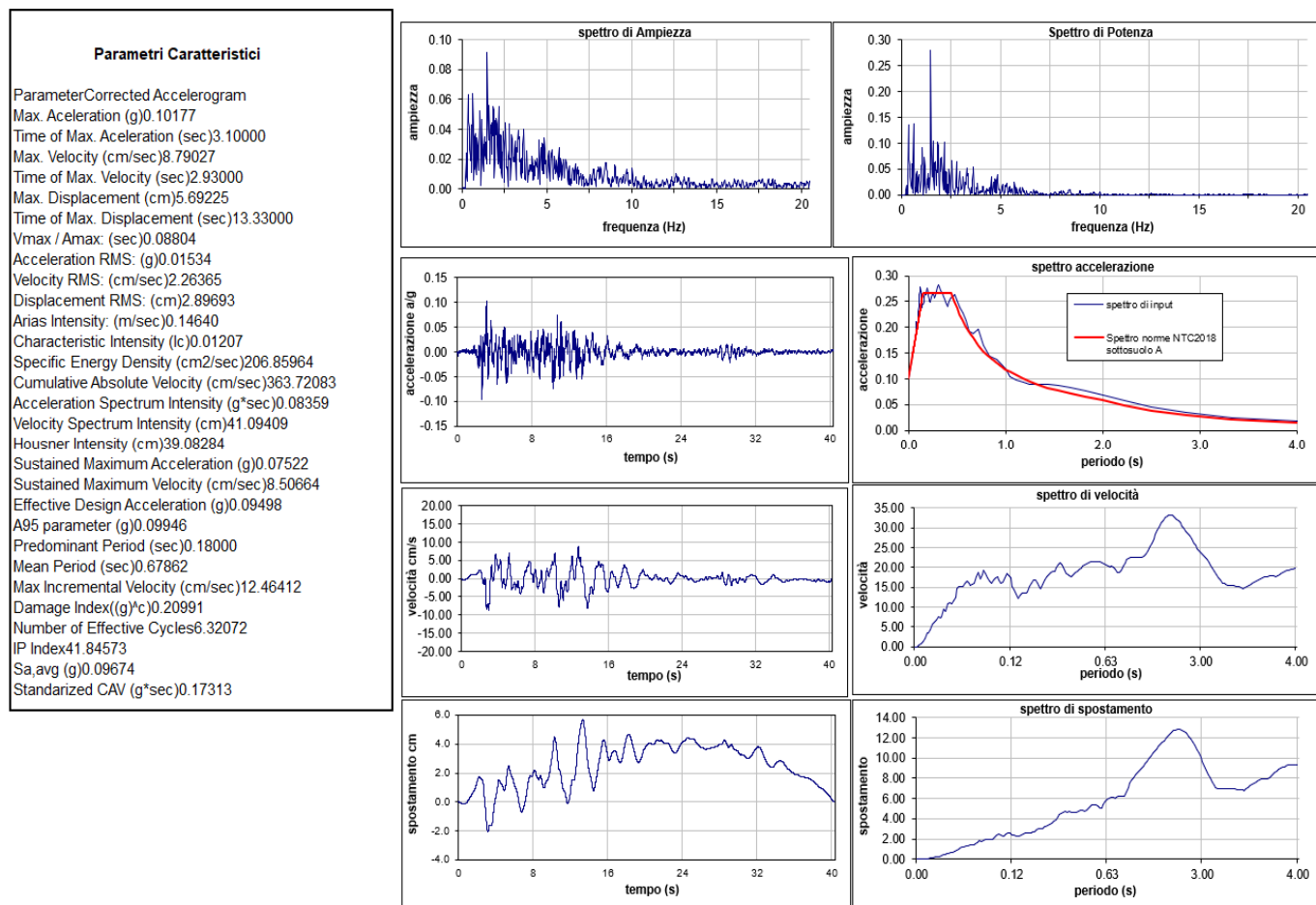


FIGURA 41 sono rappresentati gli andamenti dell'accelerogramma, dello spettro di Fourier delle ampiezze, dello spettro di Potenza e dello spettro elastico nonché il grafico di velocità e spostamento con i relativi spettri. A lato sono riportati i parametri caratteristici dell'input utilizzato scalato al valore di a_g atteso su suolo rigido di tipo A (0,102g), così come definito attraverso il reticolo probabilistico dei valori di a_g/g forniti dall'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Utilizzando un modello monodimensionale con codice di calcolo basato sul codice SHAKE (STRATA nella fattispecie (Kottke, Albert R., and Ellen M. Rathje. 2009), è stata stimata la risposta sismica locale procedendo al calcolo dello spettro di accelerazione, velocità e spostamento, della distribuzione dei valori di accelerazione orizzontale a_{max} in funzione della profondità, della distribuzione dell'ampiezza massima di amplificazione in funzione della frequenza, della funzione di trasferimento su rapporti definiti di pseudo velocità spettrale e pseudo accelerazione spettrale (intensità di Housner) per periodi compresi tra 0,1 e 1,5 s in riferimento allo stato limite SLV secondo i dettami delle Norme Tecniche di Costruzione (NTC2018) del DM del 17 gennaio 2018

Il modello adottato per il calcolo delle risposte si basa sulle considerazioni generali sull'analisi lineare equivalente (Kramer 1996) utilizzando le routine di calcolo contenute nel programma di elaborazione STRATA (Albert R. Kottke; Ellen M. Rathje 2013) che è un codice di calcolo monodimensionale per calcolare il moto di riferimento nel sito in RSL. In prima approssimazione, l'analisi lineare equivalente fornisce risultati soddisfacenti per deformazioni di taglio inferiori a circa 0.5 % (Yoshida e Iai, 1998) e per accelerazioni di picco su roccia a_{max} inferiori a 0,3-0,4g. Infatti i programmi di calcolo 1D sono validi per modellizzare situazioni piano-parallele ad uno o più strati, considerando una colonna verticale monodimensionale ed ipotizzando lateralmente omogenea la stratigrafia presente ai lati della verticale di analisi; inoltre, pur tenendo in considerazione la possibilità di generazione di onde di superficie come precedentemente specificato, la geometria del luogo in studio può essere assimilabile ad un modello monodimensionale.

15.4 Risposta Sismica Locale (RSL)

Come precedentemente specificato, non è stato individuato indirettamente un tipo di sedimento che può essere assunto quale substrato locale di riferimento. Per tale motivo si è proceduto al calcolo della risposta sismica del sito in studio ipotizzando la presenza di un substrato rigido pseudo litoide a -70m. Di seguito si riporta il **moto di riferimento** in superficie in condizioni *free-field* ottenuto in base al modello stratigrafico adottato con substrato (bedrock like) a **-70m**.

Risposta e moto di riferimento con bedrocklike supposto a -70m dal piano campagna
Punto indicato latitudine: 40.648303°N longitudine

Salerno via Generale Clark - Risposta a Input su bedrock-like supposto a -70m

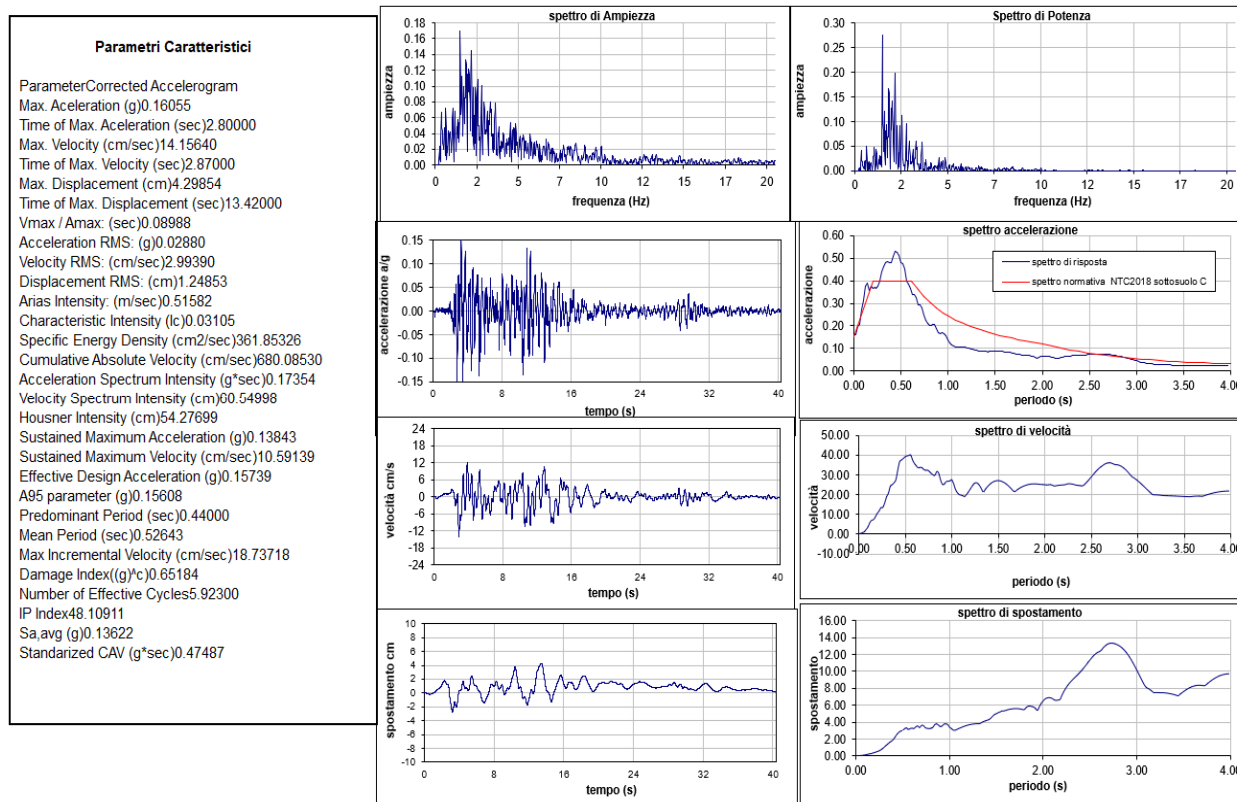


FIGURA 42 Moto di Riferimento sito via Generale Clark: sono rappresentati gli andamenti delle storie temporali di accelerazione, velocità e spostamento e relativi spettri, dello spettro di Fourier, dello spettro di Potenza relativi alla risposta locale della colonna di sedimenti di spessore 70m sovrastanti un substrato rigido pseudo litoide con V_s 800 m/s e $\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$. A lato sono riportati i parametri caratteristici del moto di riferimento

15.5 Funzione Di Trasferimento e Coefficiente Di Amplificazione

Per valutare l'azione di "filtro" amplificante o smorzante che il deposito di sedimenti esercita sull'evento di input, si è proceduto al calcolo della **funzione di trasferimento** (funzione matematica complessa) che tiene conto di quanto e quali componenti del moto sismico applicato alla base del deposito siano maggiormente esaltate (amplificate con valori maggiori di 1) o attenuate (smorzate con valori minori di 1) allorché la perturbazione attraversa il deposito stesso. Tali azioni si esplicano in un determinato campo di frequenze il cui valore massimo corrisponde alla frequenza caratteristica del deposito. La funzione è calcolata come rapporto tra le ampiezze degli spettri di Fourier del moto sismico in superficie e alla base del deposito:

$$F(\omega) = \frac{F_S(\omega) * e^{j\phi_S(\omega)}}{F_B(\omega) * e^{j\phi_B(\omega)}}$$

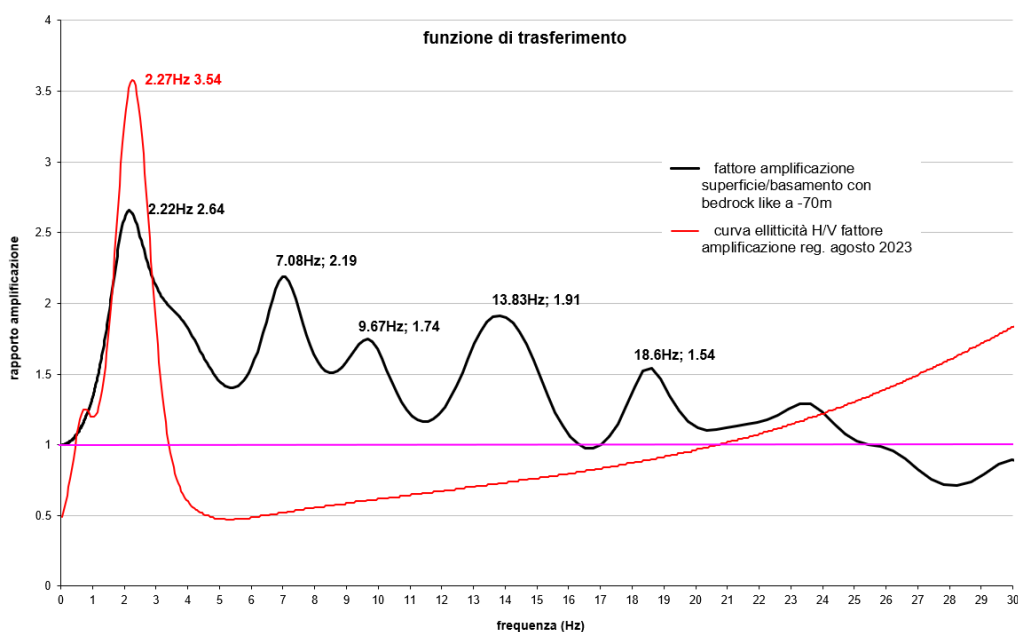


FIGURA 43 amplificazione sito via Generale Clark: curva di amplificazione ottenuta con simulazione del bedrock a – 70m . Effetti di risonanza maggiori si hanno nell'intervallo 2-14Hz

L'intervallo di frequenza 2-14 Hz è da ritenersi particolarmente significativo ai fini della RSL per cause stratigrafiche. Il **coefficiente di amplificazione** di sito **Fa**, inteso come rapporto tra l'intensità spettrale calcolata in un determinato intervallo del periodo sullo spettro di pseudo velocità (S_v) del moto di riferimento e l'intensità spettrale del moto di input ovvero inteso come rapporto tra l'intensità spettrale calcolata in un determinato intervallo del periodo sullo spettro di pseudo accelerazione (S_a) del moto di riferimento e l'intensità spettrale del moto di input, per lo stesso intervallo di periodo, per un valore dello smorzamento critico del 5% (intensità di Housner), rappresenta una stima quantitativa della risposta locale nel dominio del tempo:

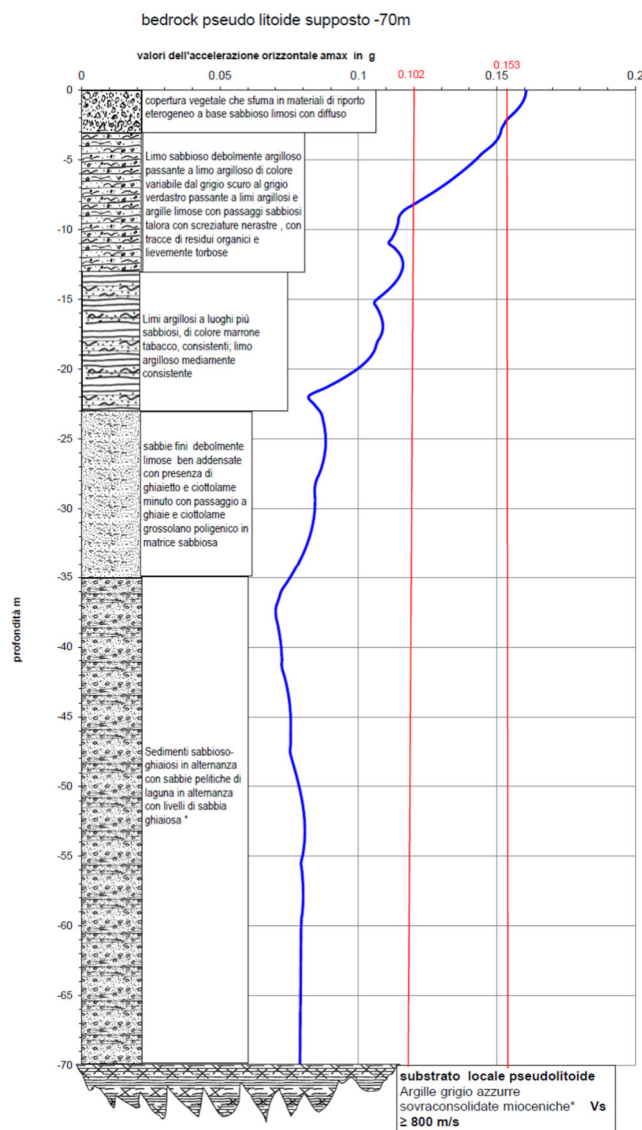
$$Fa = \frac{\int_a^b S_{v_{sup}}(\xi, T) dT}{\int_a^b S_{v_{inp}}(\xi, T) dT} \quad Fa = \frac{\int_a^b S_{a_{sup}}(\xi, T) dT}{\int_a^b S_{a_{inp}}(\xi, T) dT}$$

per il sito in oggetto è stato calcolato il valore di **Fa** per diversi periodi per la stessa ipotesi di basamento posto a -70m dal p.c., come di seguito riportato in tabella :

Sito via Generale Clark		
periodo	Fa _(vel)	Fa _(acc)
0,1-0,2	1.40	1.54
0,1-0,5	1.74	1.68
0,1-1,0	1.53	1.41
0,1 – 1,5	1.34	1.43
0,1 – 2	1.20	1.34

TABELLA 22 variazione del coefficiente di amplificazione di sito Fa per diversi intervalli temporali

E' stato calcolato l'andamento dell'accelerazione a_g lungo tutta la verticale del banco sedimentario secondo il modello stratigrafico a 5 strati significativi riportato in precedenza. Lo sviluppo di a_g per il sito in esame mostra aumento di accelerazione nei depositi limosi a partire da ~ -8m dal p.c. attuale



15.6 Spettro Di Risposta

Lo spettro di risposta elastico è definito come la legge di variazione della massima ampiezza (in accelerazione, velocità o spostamento) del moto prodotto da un segnale sismico applicato alla base di un oscillatore semplice di fissato smorzamento al variare del suo periodo naturale. L'ordinata spettrale per $T=0$ coincide con il valore di picco del moto in superficie. Le figure riportate successivamente mostrano gli spettri elastici di riferimento calcolati e confrontati con gli spettri elastici normalizzati derivati dalle NTC 2018. Gli spettri sono calcolati con uno smorzamento pari al 5% dello smorzamento critico. Lo **spettro di input** (colore rosso) si riferisce all'evento utilizzato, calcolato mediando accelerogrammi di eventi reali e sintetici come precedentemente spiegato, simulando che sia stato registrato su roccia; la sua ordinata di ancoraggio è stata scalata al valore atteso al sito come precedentemente specificato; lo **spettro elastico normalizzato $S_e(T)$** è indicato dal colore verde ed è calcolato per un evento su sito rigido di categoria A come in precedenza mostrato. Lo **spettro normalizzato per un sottosuolo di tipo C**, corrispondente al sito in studio, è riportato in colore nero ed è stato calcolato dal reticolo di riferimento INGV. Infine si riporta lo **spettro elastico di riferimento** che si è ottenuto simulando la presenza di un bedrocklike pseudo litoide a -70m di profondità (colore blu); gli spettri di riferimento calcolati presentano variazioni di ampiezza notevoli rispetto a quello di input da 0.14s (7.14Hz) a 0.61s (1.63Hz). Questo porterebbe a considerare che i periodi compresi nel suddetto intervallo, siano suscettibili di incrementi significativi nell'ambito dell'amplificazione locale. La distribuzione dei picchi è legata alla funzione filtro che la stratigrafia esercita sulle armoniche costituenti il segnale di input

spettri di accelerazione

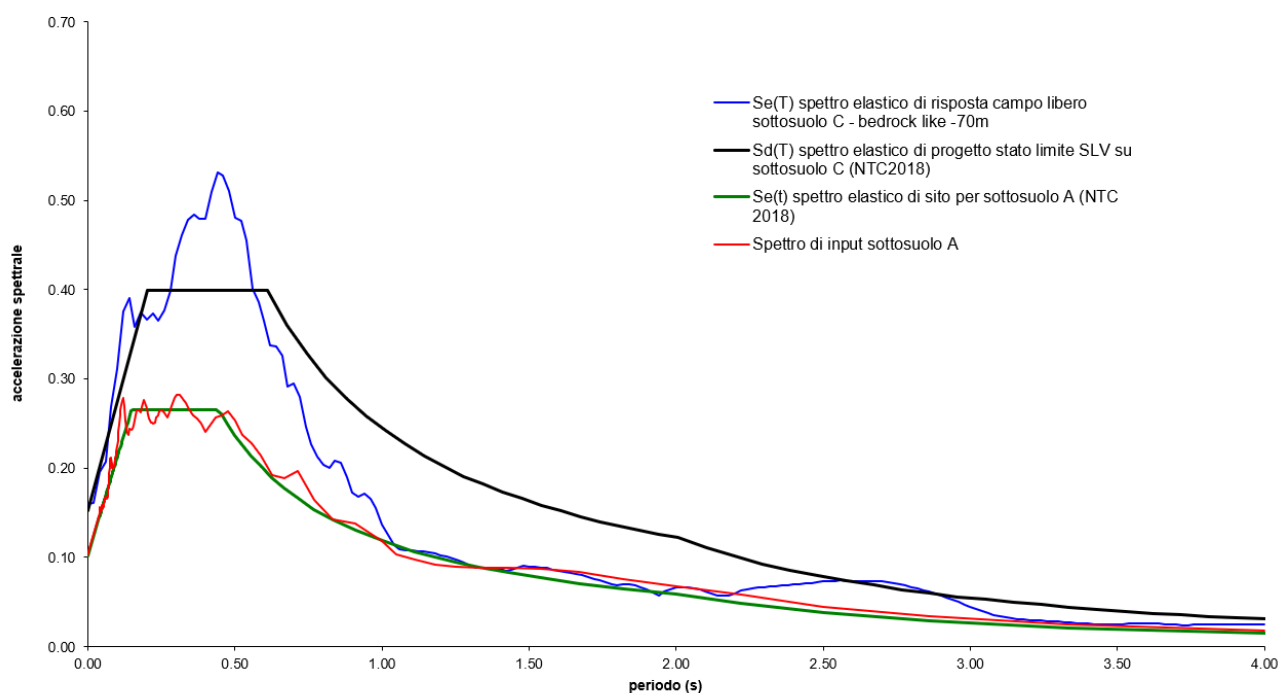


FIGURA 44 confronto tra gli spettri elastici normalizzati, lo spettro di input e gli spettri elastici di risposta calcolati sul sito di riferimento

16. RIEPILOGO E CONCLUSIONI

Lo studio geologico condotto a corredo dell'intervento edificatorio comparto CPS7 in progetto, è stato sviluppato secondo un adeguato piano di lavoro che ha consentito di definire un modello geologico del sito di intervento e un profilo geologico tecnico e geofisico dei terreni del sottosuolo che interagiranno con le nuove opere e strutture. Le risultanze emerse consentono di rappresentare quanto segue:

aspetti morfologici

l'area di intervento si colloca nell'ambito della fascia alluvionale -costiera sviluppandosi interamente in una zona subpianeggiante con deboli pendenze che conferiscono buone condizioni di stabilità, rilevate anche dalle osservazioni in sito. L'area è posta lontana da settori di versante e non risulta quindi interessata da fenomeni gravitativi. Tale assetto trova riscontro nelle cartografie del PSAI rispetto alle quali la zona non risulta perimetrata con classe di rischio e pericolosità idrogeologica da frana e pertanto l'intervento non è soggetto a vincoli o prescrizioni. D'altro canto la realizzazione del comparto edilizio non avrà alcuna influenza negativa sui fattori che determinano la pericolosità di un'area che resta invariata così come la classe di rischio. Pertanto l'intervento risulta del tutto compatibile con gli assetti morfologici riscontrati in sito e non altera gli interessi tutelati dal vigente piano stralcio.

Aspetti stratigrafici-geotecnici

Il modello stratigrafico evidenzia un sottosuolo costituito da quattro unità litologiche ubiquitariamente presenti lungo le verticali di indagine ma che all'interno di una medesima unità possono presentare variazioni lateroverticali nell'assortimento granulometrico anche su brevi distanze. La sequenza è costituita da una successione superficiale di depositi continentali di origine piroclastica e alluvionale contraddistinta, al disotto di terreni riportati (unità A) a matrice sabbioso limosa con spessore variabile da 1.00m a 3.00m, da terreni di ambiente fluvio palustre costituiti da una eterogeneità granulometrica con alternanze e intercalazioni e variazioni di sabbie limose limi sabbiosi e limi argillosi che presentano passaggi di livelli o tracce organiche e torbose. Tali terreni sono stati raggruppati nell'unità B e raggiungono profondità dal p.c. comprese tra 9.00m e 17.00m circa; ad essi segue un deposito limoso argilloso e argilloso limoso con intercalazione di un livello più sabbioso limoso che nella parte sommitale mostra a luoghi presenza di tracce torbose mentre verso il basso, dove aumenta la componente argillosa limosa, diventa più consistente. Tali terreni indicati come unità C raggiungono profondità variabile tra 18.00-23.00m. Le unità descritte si riferiscono a depositi tipici di un ambiente deposizionale di bassa energia, da poco a moderatamente consistenti a comportamento geotecnico misto, fortemente condizionato dalle frazioni che tendono a prevalere nell'ambito del deposito stesso. Tale aspetto si riflette anche sul comportamento geotecnico dei terreni con risposte differenti come testimoniano gli ampi intervalli di variazione di alcuni parametri geotecnici stimati (v § 10-11). Potrebbero mostrare elevata compressibilità laddove la componente torbosa risulta più rilevante. Al disotto dei terreni dell'unità C a quote variabili comprese tra 18.00m e 23.00m circa segue un pacco di sabbie limose con ciottolame e ghiaie eterometriche (unità D) ben addensate e che hanno mostrato le migliori caratteristiche geotecniche. Nell'ipotesi di fondazioni di tipo superficiali i terreni maggiormente influenzati sono rappresentati dalle unità geotecniche B; essi, generalmente, presentano caratteristiche meccaniche tali da affrontare normali problematiche fondazionali, tuttavia, la presenza nei primi metri di profondità di terreni coesivi, caratterizzati da permeabilità molto bassa e compressibilità medio alta, potrebbe determinare la possibilità di sviluppo di cedimenti, significativi per la struttura in edificazione, la cui entità è direttamente correlata alla granulometria, permeabilità e compressibilità del deposito stesso insieme alla velocità con la quale saranno applicati i sovraccarichi esterni. Infine i terreni dell'unità B sono sede di livello di falda che può interferire con le strutture superficiali. Nell'ipotesi di adozione di fondazioni profonde i terreni che mostrano le migliori risposte tecniche sono individuati nell'Unità D; da tener conto, anche nel caso delle perforazioni profonde, della presenza a luoghi e a diverse altezze di lenti o livelli di terreni con tracce torbose che potrebbero mostrare elevata compressibilità e basse resistenze.

Aspetti idrogeologici

Per quanto riguarda la circolazione idrica nel sottosuolo, l'ambito di inserimento è caratterizzato da una sedimentazione di depositi alluvionali e di transizione in giacitura caotica, talvolta con lenti e intercalazioni a varie altezze di depositi con differenti spessori, granulometrie e permeabilità. Tali sedimenti raggruppati nel complesso idrogeologico dei depositi alluvionali favoriscono una circolazione idrica per falde sovrapposte. Nell'ambito del sito di intervento inoltre, data la vicinanza alla linea di costa generalmente i livelli di falda tendono ad allinearsi alla quota del livello del mare. Infine la presenza di terreni argilloso limosi può favorire fenomeni di risalita capillare. Nel caso specifico il livello piezometrico misurato sembra stabilizzato con soggiacenza (profondità al di sotto del p.c.) a quota di -4.30m. Tutti gli elementi acquisiti portano a ritenere una possibile interferenza del livello di falda con le strutture superficiali e con le operazioni di scavo. Pertanto sarà buona norma prevedere nelle fasi esecutive adeguati interventi di allontanamento o abbassamento del livello di falda, il monitoraggio sia durante le operazioni di emungimento sia durante le operazioni di costruzione verificando il raggiungimento del nuovo equilibrio idrostatico, oltre ad idonei interventi di impermeabilizzazione delle strutture fondali.

Per quanto riguarda le acque di precipitazione meteorica allo stato attuale tendono a defluire e infiltrarsi su terreno vergine, caratterizzato da depositi superficiali con frazioni più coesive che notoriamente presentano scarse caratteristiche di permeabilità che possono favorire accumuli idrici nel sottosuolo, che se anche di modesta entità, potrebbero contribuire allo scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni in sito con incidenze negative sulle opere realizzate. In linea di massima la realizzazione di nuovi fabbricati e le urbanizzazioni annesse comportano un aumento delle superfici scolanti e poco permeabili. Sarà pertanto buona norma prevedere interventi volti a favorire il drenaggio nonché idonei convogliamenti e smaltimenti o eventuali sistemi di riutilizzo delle acque superficiali che potrebbero provenire da piazzali asfaltati, strade di accesso alle proprietà e quelle provenienti dai nuovi fabbricati, al fine di evitare accumuli e ristagni anomali e/o impaludamenti dei terreni più superficiali e più sensibili alle variazioni idriche nel sottosuolo.

Aspetti geofisici e di sismicità

In considerazione degli aspetti legati alla sismicità, nell'area dell'Appennino meridionale, nella quale è compreso il territorio in esame, le zone maggiormente interessate da eventi sismici storici con magnitudo superiore a 5 risultano quelle ubicate prevalentemente in corrispondenza della catena appenninica. All'area di progetto è associata una sismicità media.

Per quanto attiene le caratteristiche geofisiche del sottosuolo indagato dai dati esaminati non emerge la presenza di un substrato sismico ($V_s > 800\text{m/s}$) né forti contrasti di impedenze fino alla profondità investigata. La categoria di suolo di fondazione in campo libero secondo le NTC2018 è riferibile a **suoli di tipo C**, mentre la **categoria topografica è assunta T1**. Di tali parametri si terrà conto per la corretta attribuzione dei coefficienti di amplificazione al fine di valutare nelle fasi di studio successive l'influenza degli effetti di sito nella definizione dell'azione sismica di progetto (NTC2018 cap.3).

La valutazione della risposta sismica locale (RSL), in scenario far-field, è stata eseguita partendo dalla modellazione geotecnica del sottosuolo, e distinguendo una serie di litotipi di diverso spessore e velocità V_s poggianti su substrato locale rigido pseudo litoide supposto a profondità di -70m, i valori ottenuti risultano in buon accordo con quanto emerso dalle prove geofisiche in situ (prova H/V). Dalle analisi spettrali risulta che gli intervalli di frequenza maggiormente amplificanti in risonanza hanno valori da 7.14Hz a 1.63Hz (da 0.14s a 0.61s). I terreni che hanno evidenziato le maggiori amplificazioni si individuano a partire da circa 8.00m di profondità corrispondenti a depositi limosi fluvio palustri. Il valore determinato dell'accelerazione al suolo **PGA pari a 0.160g** è eccedente di circa il 4.4% rispetto a quanto atteso per un sottosuolo di categoria C nel sito in studio (0.153g).

Per quanto riguarda l'accadimento di fenomeni franosi sismoindotti per assetto topografico e morfologico l'area non è interessata da tali effetti rispetto ai quali risulta stabile.

Per quanto attiene la valutazione della stabilità ai fenomeni di liquefazione, la sismicità di carattere medio e l'assenza di eventi storici sull'accadimento di tali effetti nella zona di intervento, unitamente a dati di carattere stratigrafico e geotecnico portano ad escluderne la probabilità di accadimento. Il sito risulta stabile.

Pertanto, alla luce di quanto illustrato, non si ravvisano impedimenti di carattere geologico alla realizzazione dell'intervento, risultando compatibile con le condizioni morfologiche e gli aspetti di carattere geotecnico e geofisico dei terreni coinvolti nelle operazioni a farsi, fermo restando che sarà prerogativa dei progettisti sulla scorta dei dati forniti la successiva valutazione e verifica delle interazioni terreno-strutture di carattere geotecnico e geofisico, nonché la scelta e dimensionamento della tipologia fondale da adottare in funzione del profilo geologico assunto a base delle verifiche progettuali.

Salerno 07/02/2024

Dott.ssa Geologo Daniela Viappiani



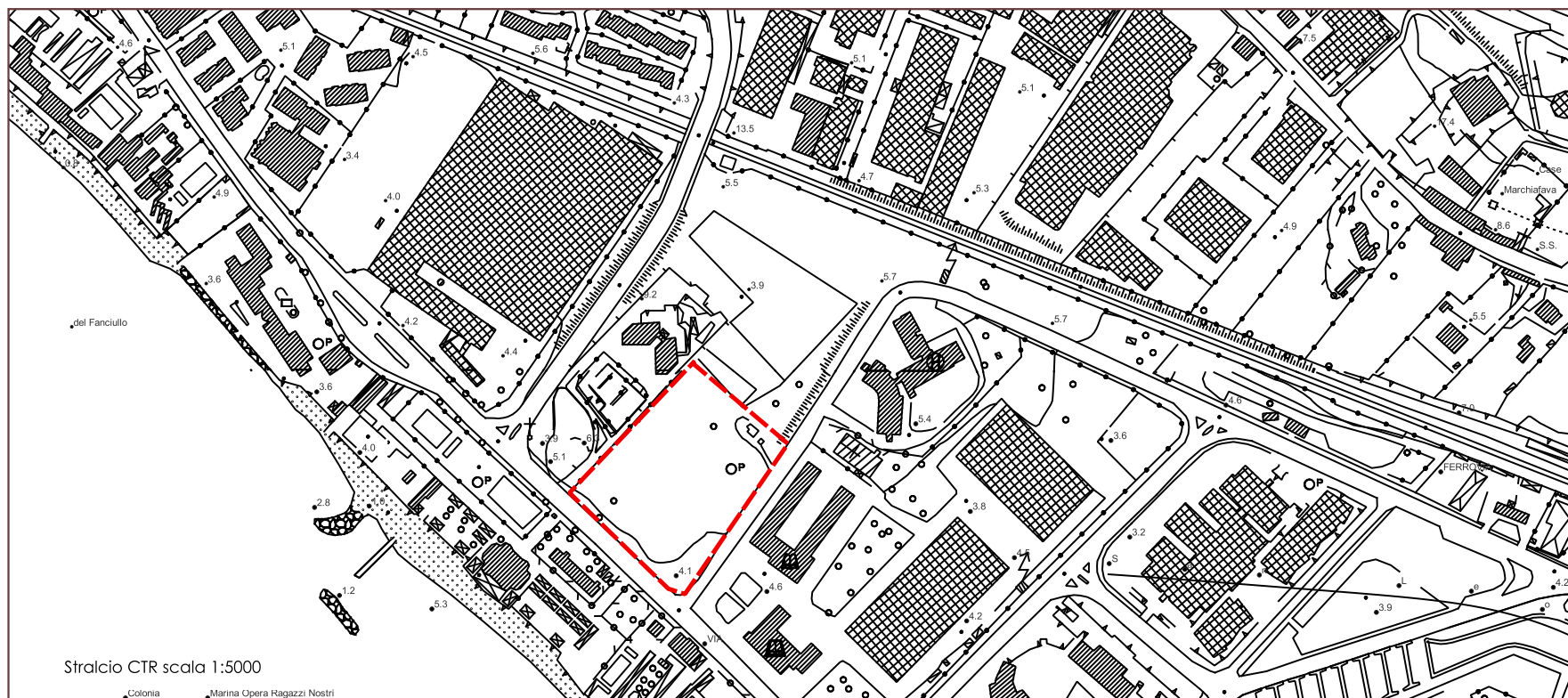
ALLEGATI

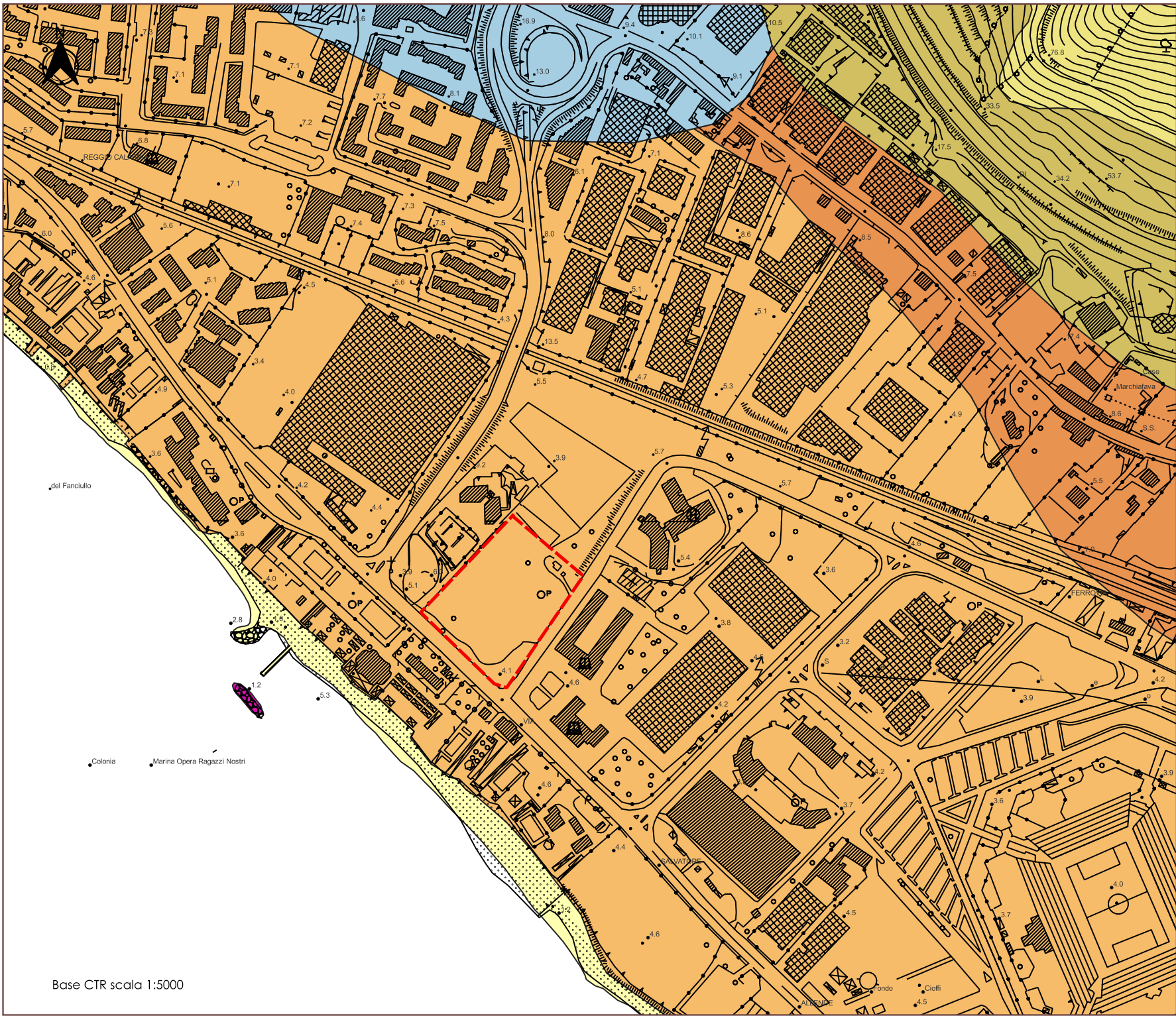
- Tavola 1 CARTA DI INQUADRAMENTO TERRITORIALE
- Tavola 2 CARTA GEOLITOLOGICA
- Tavola 3 CARTA GEOMORFOLOGICA
- Tavola 4 CARTA DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI
- Tavola 5 CARTA DELLE INDAGINI IN SITO
- Report indagini in sito e analisi di laboratorio geotecnico

COMMITTENTE:
IRGENRE GROUP SRL

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

 area di intervento






COMMITTENTE:
IRGENRE GROUP SRL

INTERVENTO EDILIZIO
-COMPARTO CPS7
VIA GENERALE CLARK
-SALERNO


CARTA
GEOLITOLOGICA


TAV. 2


Legenda


 sito di intervento


descrizioni litologiche


 Argille passanti verso l'alto
a limi, argille e sabbie torbosi;
a luoghi depositi da colmata
di bonifica

 Conglomerati e ghiaie
a matrice sabbioso limosa
in banchi e strati

 Depositi clastici eterometrici
addensati o parzialmente
cementati, talora in corpi
stratoidi, a elementi grossolani
, angolari o subangolari,
calcarei o arenacei, a
matrice sabbioso limosa

 Ghiaie e sabbie con
intercalazioni pelitiche

 Sabbie sciolte da medie
a grossolane, localmente
ghiaiose

 Sabbie, sabbie ghiaiose,
limi e argille limose



COMUNE DI SALERNO

COMMITTENTE:
IRGENRE GROUP SRL

INTERVENTO EDILIZIO
-COMPARTO CPS7
VIA GENERALE CLARK
-SALERNO

CARTA DELLE
INDAGINI

TAV.5

Legenda

sito di intervento

INDAGINI IN SITO

- Sondaggio geognostico c.c.
- prova penetrometrica dinamica pesante DPSH
- misura HVSR
- indagine sismica MASW

Base cartografica scala 1:1000



Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – Pali – Micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202. E-Mail:
igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
ISO 9001:2015 QMS-05065959-19 - Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini
Geognostiche valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

REPORT SULLE INDAGINI ESEGUITE

- **Committente:** Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
- **Oggetto:** Intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl
- **Località:** Via Generale Clark Salerno
- **Data:** Agosto 2023

Indagini eseguite:

- ✓ Sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- ✓ Prove penetrometriche DPSH;
- ✓ Analisi geotecniche di laboratorio;
- ✓ Indagine geofisica HVSr;
- ✓ Indagine geofisica MASW;



Per incarico ricevuto dalla Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani, è stata eseguita dalla ditta I.Geo. s.a.s., una campagna di indagini geognostiche relativamente al seguente lavoro: **Intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl**. Gli interventi realizzati hanno previsto l'esecuzione delle attività di seguito indicate:

- **N.2** Sondaggi a carotaggio continuo, di cui S1 spinto alla profondità di 35.00 m dal p.c. ed S2 spinto alla profondità di 30 m dal p.c.;
- **N.5** Prelievo di campioni indisturbati di terreno;
- Analisi geotecniche di laboratorio;
- Prove geotecniche in foro SPT;
- **N.1** Indagine geofisica HVSR;
- **N.1** Indagine geofisica Masw;

La campagna di indagini geognostiche ha avuto luogo tra i mesi di Luglio e Agosto 2023, ed è stata eseguita dalla ditta specializzata **I.GEO. s.a.s.**, con sede in Pastorano (CE). Le indagini geotecniche di laboratorio sono state eseguite dal laboratorio **Soil Test**, con sede in Falciano (CE).

Nelle pagine successive vengono riportate le stratigrafie, le risultanze delle prove geofisiche, e le risultanze delle analisi di laboratorio.

Pastorano (CE) lì Settembre 2023

I.GEO. s.a.s.

Il Direttore Tecnico

I.GEO S.a.s.
di DONOFRIO GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro 2 PASTORANO (CE)
Part.Iva E Coo. Fisc:01959710618



Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – Pali – Micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202. E-Mail:
igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
ISO 9001:2015 QMS-05065959-19 - Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini
Geognostiche valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

STRATIGRAFIE SONDAGGI

- **Committente:** Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
- **Oggetto:** Intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl
- **Località:** Via Generale Clark Salerno
- **Data:** Agosto 2023

SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

La campagna di indagini ha previsto l'esecuzione di N.2 Sondaggi a carotaggio continuo, di cui S1 spinto alla profondità di 35.00 m dal p.c. ed S2 spinto alla profondità di 30 m dal p.c. I sondaggi sono stati eseguiti in accordo alle normative tecniche di riferimento, di seguito indicate:

- AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977) - Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche.
- UNI EN 1997-2 (2007) - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica. Parte 2. Indagini e prove nel sottosuolo [EN 1997-2 - Eurocode 7 - Geotechnical Design - Part 2: Ground investigation and Testing]
- EN ISO 22475-1 - Geotechnical Investigation and Testing - Sampling Methods and Groundwater measurements - Part 1: Technical Principles for Execution.

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una perforatrice TEREDO MN 900 munita di cingoli ed alimentata da un motore DEUTZ BF4M 2011 con potenza 65(89)kW (CV)–2800 rpm. L'antenna presenta un'altezza di 4000 mm con corsa della testa di rotazione pari a 2000 mm e forza di estrazione pari a 45 Kn.

La perforatrice, dotata di stabilizzatori, è stata completamente sollevata da terra e la base della stessa, è stata posizionata assicurandone la perfettamente orizzontalità, tale che l'inclinazione e la direzione dei fori non potessero cambiare durante le lavorazioni.

Il metodo di perforazione utilizzato, è stato quello del carotaggio continuo.

Il metodo di perforazione a carotaggio continuo consiste nell'esercitare un'azione di taglio nel terreno da parte dell'utensile di sondaggio che è rappresentato da un

carotiere del diametro di 101 mm e lunghezza 1.5 m, munito di una corona dentata in WIDIA.

Il metodo di avanzamento utilizzato è stato di tipo idraulico ed il carotiere di cui sopra di tipo semplice, cioè ad una sola parete. Ogni volta che il carotiere si riempiva, è stato portato in superficie e, mediante apposita pompa scarotatrice idraulica, si è provveduto alla estrusione delle carote e alla sistemazione delle stesse in apposite cassette catalogatrici in PVC.

L'estrusione è avvenuta posizionando il carotiere a terra, in posizione orizzontale, utilizzando una canaletta di lunghezza idonea per la raccolta della carota estrusa.

All'estremità superiore del carotiere è stata posizionata una valvola di non ritorno a sfera, per impedire il rifluimento dall'alto di fluido all'interno del carotiere.

Le perforazioni sono state seguite costantemente dal rivestimento provvisorio, i cui tubi sono stati infissi in alternanza alle manovre di carotaggio, fino alla quota di fondo foro precedentemente raggiunta. Durante la perforazione è stata prestata particolare attenzione alla stabilità del fondo foro, mantenendo il battente di fluido in colonna prossimo a bocca foro, mediante rabbocchi progressivi, specialmente durante l'estrazione del carotiere e delle aste.

Nel corso del sondaggio è avvenuta, a varie altezze, l'esecuzione delle prove penetrometriche SPT. Tali prove consistono nell'infiggere nel terreno, a fondo foro di sondaggio, una punta, per tre tratti consecutivi di 15 cm., annotando e riportando in stratigrafia, il numero dei colpi occorrenti per l'infissione della punta per ogni tratto. L'energia utile all'infissione della punta viene fornita da un maglio a caduta libera, mediante apposito dispositivo di aggancio-sgancio del peso di 63.5 Kg con corsa di 76 cm. Tale maglio batte direttamente su di una testa di raccordo del peso di 15 Kg, direttamente avvitata sulle aste di manovra del diametro di 51 mm.

Durante le perforazioni sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno. Il campionamento è avvenuto infiggendo a fondo foro una fustella a pareti sottili del diametro di 80 mm, in acciaio per una profondità di 50 cm o comunque fino allo sforzo

massimo consentito dalla perforatrice. La fustella contenente in questo modo il terreno indisturbato è stata portata in superficie ed immediatamente si è provveduto alla sigillatura con l'uso della cera lacca e, quindi, etichettata.

Si riportano in allegato le stratigrafie dei sondaggi eseguiti, con indicazione delle quote di prelievo dei campioni.

I. GEO. s.a.s.

Indagini geognostiche-geofisiche-idrogeologiche

Via Aldo Moro n. 2 - 81050 Pastorano (CE) - Tel-fax: 0823/879116

Certificazione Qualità: ISO 9001:2015 N.: QMS-05065959-19

Attestazione SOA OS 20-B n. 4685/66/02 Cat. I - Valida fino al 21/01/2024 - Ente certificatore IMPRESOA S.p.a.

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Attrezzatura: Sonda TEREDO MN 900

Oggetto lavori: Intervento edificatorio CPS67

Coordinate (WGS84): 40.6480254 14.8167491

Quota: 4.00 m s.l.m.

Data Esecuzione: 02-08-2023/04-08-2023

Località': Via Genrale Clark -Salerno (SA)

Sigla Sondaggio: S1

p.c.	Profondità		Colonna Stratigraf.	Stratigrafia e descrizione dei terreni	D	Falda (m)	Campione	S.P.T. (m)
	Q.rel. (m)	Spess. (m)					R I	
		2.00		Terreno vegetale e riportato, a base limoso sabbiosa di colore marrone brunastro, con ciottolame eterogeneo ed eterometrico; presenza di laterizi. Poco addensato;				
	2.00	2.00		Sabbia limosa di colore marrone chiaro, con diffuso detrito minuti, con clasti spigolosi e subangolari. Passante alla base a limo argilloso grigiastro. Il deposito si presenta mediamente addensato;		4.80	4.00 4.50	2.50 - 2.95 2 - 3 - 4
	4.00	4.00		Limo argilloso a luoghi più sabbioso specie nella porzione basale dove passa a sabbia limosa debolmente argilla; presenta variazioni cromatiche dal grigio nerastro al grigio verdastro; poco consistente .;				4.50 - 4.95 13 - 10 - 15
	5.00							
	8.00							
	10.00	3.50		Sabbia limosa a granulometria medio fine, grigio scuro, con ciottolame minuto e/o grossolano poligenico e clasti subarrotondati; il ciottolame e ghiaie subarrotondate e arrotondate abbondano nella parte basale dove la sabbia limosa mostra variazioni cromatiche dal marrone al grigiastro. Nella parte basale presenza di croste sabbiose ben addensate. Da mediamente a ben addensata;				10.0 - 10.45 9 - 10 - 12
	11.50							
	15.00	3.80		Limi argillosi e argille limose con passaggi sabbiosi, organici, con tracce torbose e di residui vegetali; da poco a mediamente consistenti, di colore nerastro, passante a sabbia limosa marrone nerastro verso la base;				
	15.30	0.90		Sabbia limosa di colore marrone rossastro, con inclusi minuti piroclastici e detritici minuti, poco addensata;			18.00	
	16.20	0.80		Sabbia debolmente limosa con ghiaietto poligenico eterometrico da minuto a grossolano con clasti arrotondati e subarrotondati. di colore marrone tabacco;			18.50	18.50 - 18.95
	17.00							19 - 27 - 30
	20.00	4.30		Limi argillosi a luoghi sabbiosi, di colore marrone tabacco, consistenti. La frazione sabbiosa aumenta verso la base dove passa a sabbia fine limosa ocrea;				
	21.30							
	24.70	3.40		Sabbia fine limosa di colore variabile dal marrone ocreo scuro nella porzione sommitale al all'avana chiaro nella restante porzione. presenza diffusa di ghiaietto eterometrico. Mediamente a ben addensata;				
	25.00							
	30.00	6.60		Ciottolame calcareo grosso e grossolano in scarsa matrice sabbiosa, passante a sabbia limosa medio fine di colore marrone chiaro al grigio biancastro con abbondante e diffuso detrito e ghiaie con clasti subangolari e /o subarrotondati. Mediamente a ben addensato;				
	31.30							
	35.00	3.70		Sabbia fine limosa con croste addensate, di colore grigio biancastro. Da mediamente a ben addensata.;				
				Fine sondaggio				

D = Condizionamento con tubi in pvc per Down Hole

R = Campione rimaneggiato

I = Campione indisturbato

IL Direttore Tecnico

Dr. Geol. Giuseppe D'Onofrio

I. GEO. s.a.s.

Indagini geognostiche-geofisiche-idrogeologiche

Via Aldo Moro n. 2 - 81050 Pastorano (CE) - Tel-fax: 0823/879116

Certificazione Qualità: ISO 9001:2015 N.: QMS-05065959-19

Attestazione SOA OS 20-B n. 4685/66/02 Cat. I - Valida fino al 21/01/2024 - Ente certificatore IMPRESOA S.p.a.

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Attrezzatura: Sonda TEREDO MN 900

Oggetto lavori: Intervento edificatorio CPS67




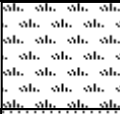
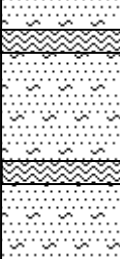


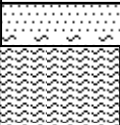
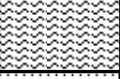




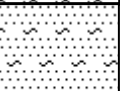
Coordinate (WGS84): 40.6486769 14.8163753


Quota: 4.00 m s.l.m.


Data Esecuzione: 07-08-2023


Località: Via Generale Clark – Salerno (SA)

Sigla Sondaggio: S2

p.c.	Profondità		Colonna Stratigraf.	Stratigrafia e descrizione dei terreni		Falda (m)	Campione	S.P.T. (m)
	Q.rel. (m)	Spess. (m)					 	
	3.00	3.00		Terreno vegetale e riportato, a base limoso sabbiosa di colore marrone brunastro, con ciottolame eterogeneo ed eterometrico; presenza di laterizi. Poco addensato;				
5.00		7.30		Limo sabbioso debolmente argilloso passante a limo argilloso di colore variabile dal grigio scuro al grigio verdastro nella parte più argillosa verso la base; presenza di screziature e tracce torbose, nerastre e residui vegetali. poco consistente;		7.00	3.00  3.50 6.00  6.50	3.50 – 3.95 2 – 2 – 3
10.00	10.30	1.40		Sabbia limosa a granulometria medio fine, grigio scuro, con ciottolame e ghiaietto minuto e/o grossolano poligenico e clasti subarrotondati e superfici appiattite. nella parte basale dove la sabbia limosa mostra variazioni cromatiche dal marrone al grigiastro e passa ad un deposito limoso sabbioso nerastro. Da mediamente a ben addensata;				10.50 – 10.95 7 – 10 – 13
15.00	15.70	4.00		Limi argillosi e argille limose con passaggi sabbiosi, organici, con tracce torbose e di residui vegetali; da poco a mediamente consistenti, di colore nerastro, passante a sabbia limosa marrone nerastro verso la base;				15.00 – 15.45 11 – 16 – 10
	16.70	1.00		Sabbia limosa di colore marrone grigiastro, con inclusi minuti piroclastici e detritici. minuti; da poco a mediamente addensata;				18.00 – 18.45 10 – 16 – 24
20.00		6.30		Limi argillosi a luoghi più sabbiosi, di colore marrone tabacco, consistenti. la frazione sabbiosa aumenta verso la base dove passa a sabbia fine limosa marrone ocreacea;			20.50  21.00	
25.00	23.00	4.50		Sabbia fine limosa di colore variabile dal marrone ocreaceo scuro nella porzione sommitale al all'avana chiaro nella restante porzione. presenza diffusa di ghiaietto eterometrico. mediamente a ben addensata;				
	27.50	2.50		Sabbia fine limosa con croste addensate, di colore grigio biancastro con raro detrito e ghiaie con clasti subangolari e /o subarrotondati da minuti a grossolani, da mediamente a ben addensata;				
30.00	30.00			Fine sondaggio				
35.00								

 = Condizionamento con Piezometro a tubo aperto

 = Campione rimaneggiato

 = Campione indisturbato

IL DIRETTORE TECNICO

ING. GIUSEPPE D'ONOFRIO & C.

Dr. Geol. Giuseppe D'Onofrio



Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – Pali – Micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202. E-Mail:
igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
ISO 9001:2015 QMS-05065959-19 - Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini
Geognostiche valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

PROVE PEBETROMETRICHE DPSH

- **Committente:** Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
- **Oggetto:** Intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl
- **Località:** Via Generale Clark Salerno
- **Data:** Agosto 2023

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI DPSH

La campagna di indagine ha previsto l'esecuzione di n. 5 prove penetrometriche DPSH.

Le penetrometrie sono state spinte alle seguenti profondità dal p.c.:

P1 = 18.00 m

P2 = 10.00 m

P3 = 23.00 m

P4 = 23.00 m

P5 = 23.00 m

Esse sono state effettuate mediante l'utilizzo di un penetrometro dinamico PAGANI

TG 63-200 KN avente le seguenti caratteristiche :

- maglio di battuta da 63.5 Kg;
- altezza di caduta = 0.75 m;
- lunghezza aste = 1.00 m;
- peso aste = 5.1 Kg;
- diametro interno aste = 16 mm;
- diametro esterno aste = 32 mm;
- diametro punta conica = 50.5 mm;
- angolo di apertura punta = 60°;

Nel corso delle prove sono stati rilevati, per ogni 20 cm di avanzamento delle aste, il numero dei colpi necessari per l'infissione della punta conica. I valori registrati sono stati riportati in un diagramma profondità/numero di colpi: sulle ordinate sono state poste le profondità dal piano campagna, mentre sulle ascisse il numero di colpi registrati. L'analisi delle resistenze penetrometriche dinamiche associata alla conoscenza dei litotipi presenti a seguito di carotaggi eseguiti in aree limitrofe permettono di suddividere ogni prova in strati omogenei per caratteristiche fisico-meccaniche.

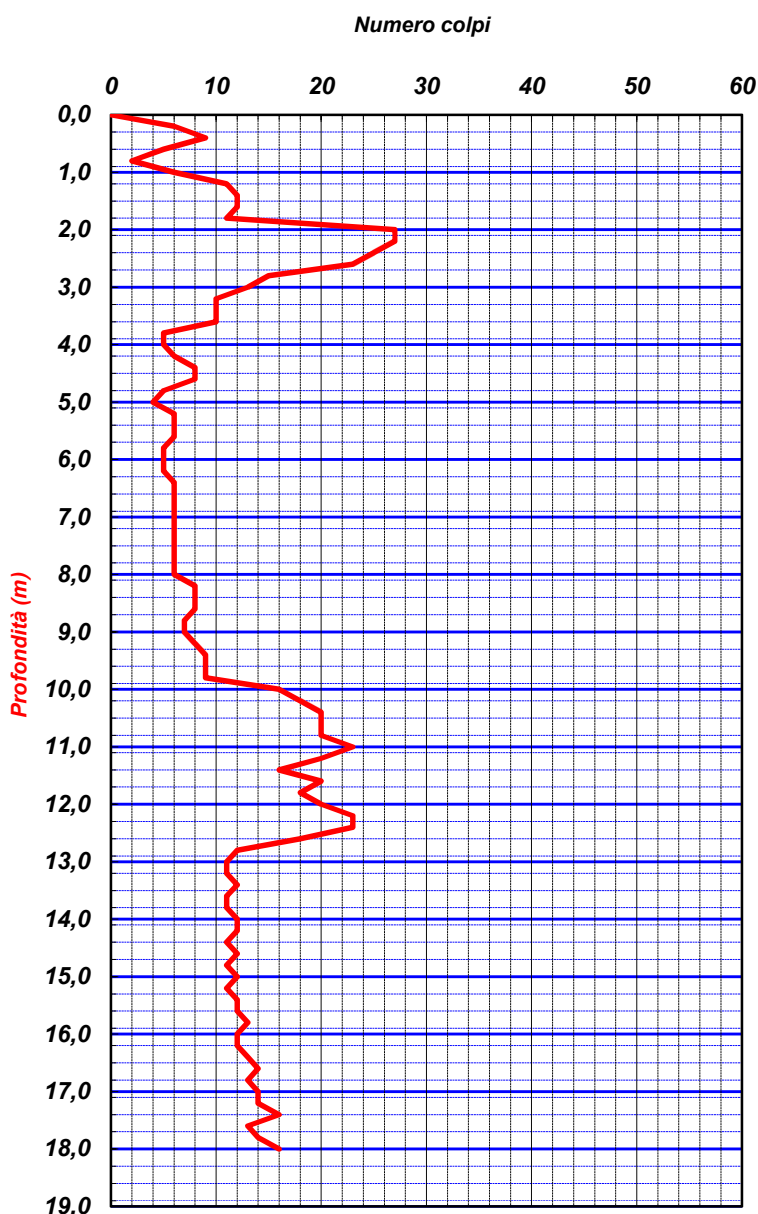


Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
ISO 9001:2015 QMS-05065959-19
Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini Geognostiche
valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

COMMITTENTE:	Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani				
OGGETTO:	intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl			N° Certificato	0960/23
LOCALITA':	Via Generale Clark - Salerno (SA)			Sigla Prova	DPSH 1
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,5 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Data emissione	02/08/2023
Coordinate (WGS84):	40,6487444	14,8164505		falda: - 7,50 mt	
DATA ESECUZIONE PROVA:	02/08/2023	campione indisturbato (m)		Pagina	1/1

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0	8,20	8	16,40	13		
0,20	6	8,40	8	16,60	14		
0,40	9	8,60	8	16,80	13		
0,60	5	8,80	7	17,00	14		
0,80	2	9,00	7	17,20	14		
1,00	6	9,20	8	17,40	16		
1,20	11	9,40	9	17,60	13		
1,40	12	9,60	9	17,80	14		
1,60	12	9,80	9	18,00	16		
1,80	11	10,00	16				
2,00	27	10,20	18				
2,20	27	10,40	20				
2,40	25	10,60	20				
2,60	23	10,80	20				
2,80	15	11,00	23				
3,00	13	11,20	20				
3,20	10	11,40	16				
3,40	10	11,60	20				
3,60	10	11,80	18				
3,80	5	12,00	20				
4,00	5	12,20	23				
4,20	6	12,40	23				
4,40	8	12,60	18				
4,60	8	12,80	12				
4,80	5	13,00	11				
5,00	4	13,20	11				
5,20	6	13,40	12				
5,40	6	13,60	11				
5,60	6	13,80	11				
5,80	5	14,00	12				
6,00	5	14,20	12				
6,20	5	14,40	11				
6,40	6	14,60	12				
6,60	6	14,80	11				
6,80	6	15,00	12				
7,00	6	15,20	11				
7,20	6	15,40	12				
7,40	6	15,60	12				
7,60	6	15,80	13				
7,80	6	16,00	12				
8,00	6	16,20	12				



LEGENDA

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

Il direttore tecnico
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio

I.GEO S.p.A.
di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)
Part.Iva e Codi. Fisc. 01956710618

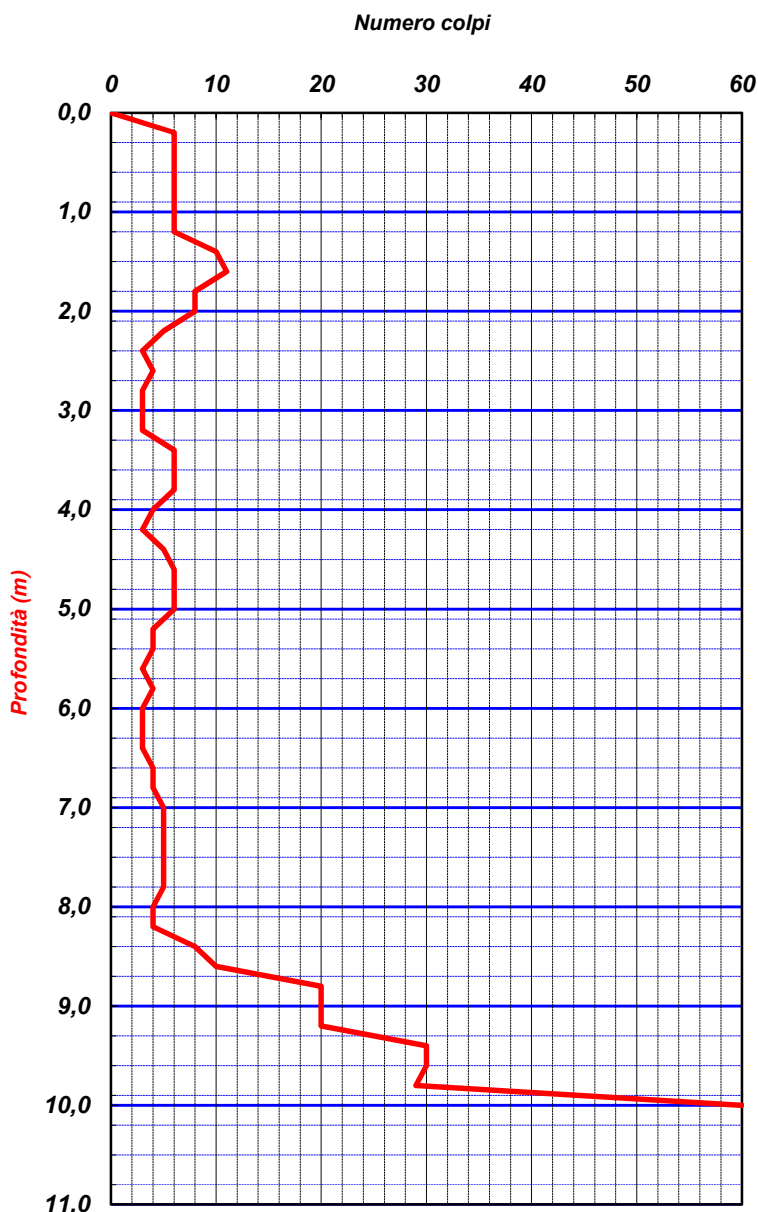


Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
ISO 9001:2015 QMS-05065959-19
Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini Geognostiche
valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

COMMITTENTE:	Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani				
OGGETTO:	intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl			N° Certificato	0961/23
LOCALITA':	Via Generale Clark - Salerno (SA)			Sigla Prova	DPSH 2
MODELLO Sonda: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,5 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Data emissione	02/08/2023
Coordinate (WGS84):	40,648518	14,8161623		falda: - 7,50 mt	
DATA ESECUZIONE PROVA:	02/08/2023	campione indisturbato (m)		Pagina	1/1

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0	8,20	4				
0,20	6	8,40	8				
0,40	6	8,60	10				
0,60	6	8,80	20				
0,80	6	9,00	20				
1,00	6	9,20	20				
1,20	6	9,40	30				
1,40	10	9,60	30				
1,60	11	9,80	29				
1,80	8	10,00	60				
2,00	8						
2,20	5						
2,40	3						
2,60	4						
2,80	3						
3,00	3						
3,20	3						
3,40	6						
3,60	6						
3,80	6						
4,00	4						
4,20	3						
4,40	5						
4,60	6						
4,80	6						
5,00	6						
5,20	4						
5,40	4						
5,60	3						
5,80	4						
6,00	3						
6,20	3						
6,40	3						
6,60	4						
6,80	4						
7,00	5						
7,20	5						
7,40	5						
7,60	5						
7,80	5						
8,00	4						



LEGENDA

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

Il direttore tecnico
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio

di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)
Part.Iva e Codi. Fisc. 01956710618

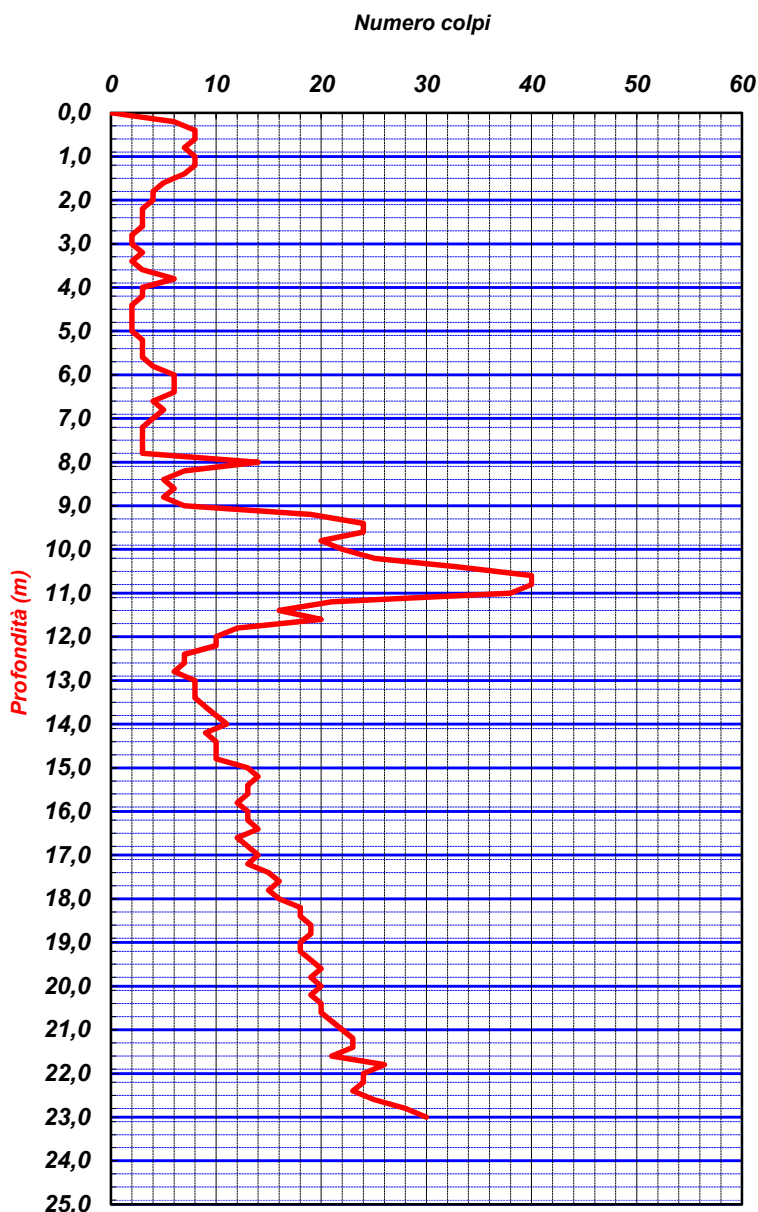


Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
ISO 9001:2015 QMS-05065959-19
Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini Geognostiche
valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

COMMITTENTE:	Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani				
OGGETTO:	intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl			N° Certificato	0962/23
LOCALITA':	Via Generale Clark - Salerno (SA)			Sigla Prova	DPSH 3
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,5 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Data emissione	02/08/2023
Coordinate (WGS84):	40,6480661	14,8161584		falda: - 3,50/4,00 mt	
DATA ESECUZIONE PROVA:	02/08/2023	campione indisturbato (m)		Pagina	1/1

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0	8,20	7	16,40	14		
0,20	6	8,40	5	16,60	12		
0,40	8	8,60	6	16,80	13		
0,60	8	8,80	5	17,00	14		
0,80	7	9,00	7	17,20	13		
1,00	8	9,20	19	17,40	15		
1,20	8	9,40	24	17,60	16		
1,40	7	9,60	24	17,80	15		
1,60	5	9,80	20	18,00	16		
1,80	4	10,00	22	18,20	18		
2,00	4	10,20	25	18,40	18		
2,20	3	10,40	33	18,60	19		
2,40	3	10,60	40	18,80	19		
2,60	3	10,80	40	19,00	18		
2,80	2	11,00	38	19,20	18		
3,00	2	11,20	21	19,40	19		
3,20	3	11,40	16	19,60	20		
3,40	2	11,60	20	19,80	19		
3,60	3	11,80	12	20,00	20		
3,80	6	12,00	10	20,20	19		
4,00	3	12,20	10	20,40	20		
4,20	3	12,40	7	20,60	20		
4,40	2	12,60	7	20,80	21		
4,60	2	12,80	6	21,00	22		
4,80	2	13,00	8	21,20	23		
5,00	2	13,20	8	21,40	23		
5,20	3	13,40	8	21,60	21		
5,40	3	13,60	9	21,80	26		
5,60	3	13,80	10	22,00	24		
5,80	4	14,00	11	22,20	24		
6,00	6	14,20	9	22,40	23		
6,20	6	14,40	10	22,60	25		
6,40	6	14,60	10	22,80	28		
6,60	4	14,80	10	23,00	30		
6,80	5	15,00	13				
7,00	4	15,20	14				
7,20	3	15,40	13				
7,40	3	15,60	13				
7,60	3	15,80	12				
7,80	3	16,00	13				
8,00	14	16,20	13				



LEGENDA

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

IGEOT S.p.A.
Il direttore tecnico
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio
Via Aldo Moro, 2 - 81050 PASTORANO (CE)
P.Iva 01956710618

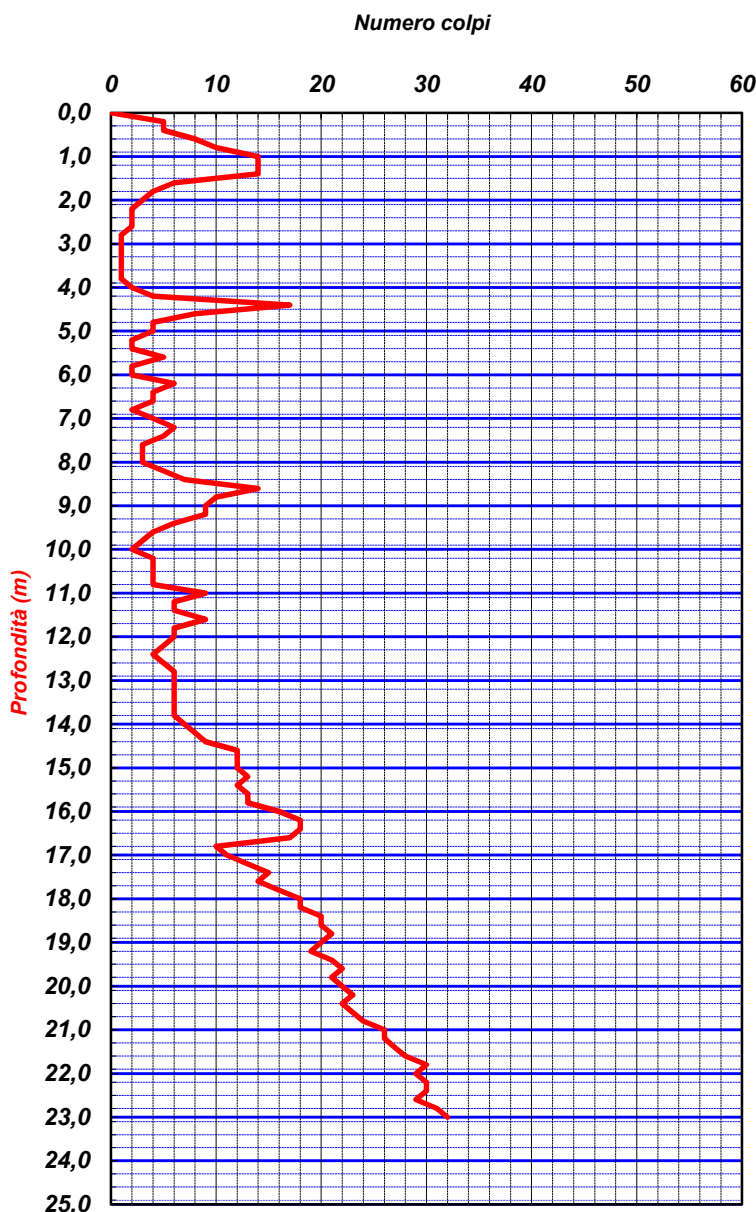


Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
ISO 9001:2015 QMS-05065959-19
Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini Geognostiche
valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

COMMITTENTE:	Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani			N° Certificato		0963/23
OGGETTO:	intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl			Sigla Prova		DPSH 4
LOCALITA':	Via Generale Clark - Salerno (SA)			Data emissione		02/08/2023
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,5 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		falda: - 3,50/4,00 mt		
Coordinate (WGS84):	40,6480949	14,816814		Pagina		1/1
DATA ESECUZIONE PROVA:	02/08/2023	campione indisturbato (m)				

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0	8,20	5	16,40	18		
0,20	5	8,40	7	16,60	17		
0,40	5	8,60	14	16,80	10		
0,60	8	8,80	10	17,00	11		
0,80	10	9,00	9	17,20	13		
1,00	14	9,20	9	17,40	15		
1,20	14	9,40	6	17,60	14		
1,40	14	9,60	4	17,80	16		
1,60	6	9,80	3	18,00	18		
1,80	4	10,00	2	18,20	18		
2,00	3	10,20	4	18,40	20		
2,20	2	10,40	4	18,60	20		
2,40	2	10,60	4	18,80	21		
2,60	2	10,80	4	19,00	20		
2,80	1	11,00	9	19,20	19		
3,00	1	11,20	6	19,40	21		
3,20	1	11,40	6	19,60	22		
3,40	1	11,60	9	19,80	21		
3,60	1	11,80	6	20,00	22		
3,80	1	12,00	6	20,20	23		
4,00	2	12,20	5	20,40	22		
4,20	4	12,40	4	20,60	23		
4,40	17	12,60	5	20,80	24		
4,60	8	12,80	6	21,00	26		
4,80	4	13,00	6	21,20	26		
5,00	4	13,20	6	21,40	27		
5,20	2	13,40	6	21,60	28		
5,40	2	13,60	6	21,80	30		
5,60	5	13,80	6	22,00	29		
5,80	2	14,00	7	22,20	30		
6,00	2	14,20	8	22,40	30		
6,20	6	14,40	9	22,60	29		
6,40	4	14,60	12	22,80	31		
6,60	4	14,80	12	23,00	32		
6,80	2	15,00	12				
7,00	4	15,20	13				
7,20	6	15,40	12				
7,40	5	15,60	13				
7,60	3	15,80	13				
7,80	3	16,00	16				
8,00	3	16,20	18				



LEGENDA

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

Il direttore tecnico
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio
Via Aldo Moro, 2 - PASTORANO (CE)
Part. Iva e Cod. Fisc. 01956710618

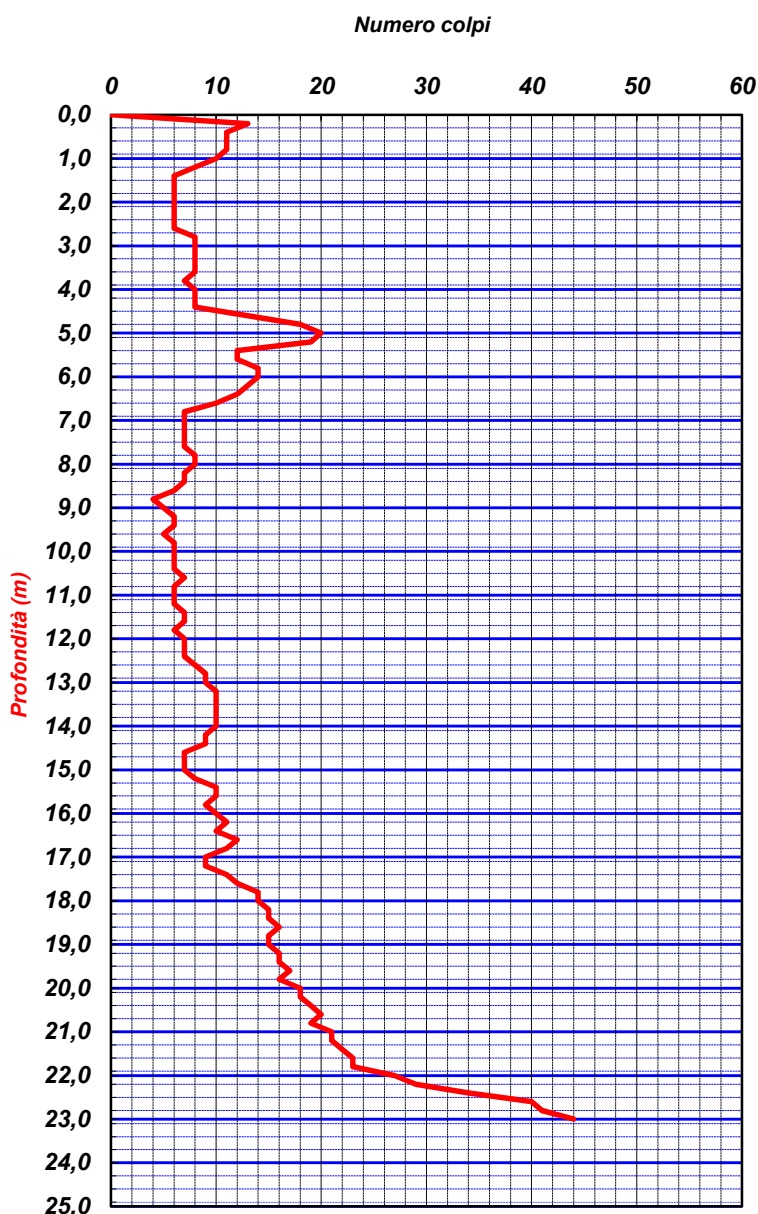


Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
ISO 9001:2015 QMS-05065959-19
Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini Geognostiche
valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

COMMITTENTE:	Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani				
OGGETTO:	intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl			N° Certificato	0964/23
LOCALITA':	Via Generale Clark - Salerno (SA)			Sigla Prova	DPSH 5
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,5 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Data emissione	02/08/2023
Coordinate (WGS84):	40,6484955	14,816814		falda: - 3,50/4,00 mt	
DATA ESECUZIONE PROVA:	02/08/2023	campione indisturbato (m)		Pagina	1/1

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0	8,20	7	16,40	10		
0,20	13	8,40	7	16,60	12		
0,40	11	8,60	6	16,80	11		
0,60	11	8,80	4	17,00	9		
0,80	11	9,00	5	17,20	9		
1,00	10	9,20	6	17,40	11		
1,20	8	9,40	6	17,60	12		
1,40	6	9,60	5	17,80	14		
1,60	6	9,80	6	18,00	14		
1,80	6	10,00	6	18,20	15		
2,00	6	10,20	6	18,40	15		
2,20	6	10,40	6	18,60	16		
2,40	6	10,60	7	18,80	15		
2,60	6	10,80	6	19,00	15		
2,80	8	11,00	6	19,20	16		
3,00	8	11,20	6	19,40	16		
3,20	8	11,40	7	19,60	17		
3,40	8	11,60	7	19,80	16		
3,60	8	11,80	6	20,00	18		
3,80	7	12,00	7	20,20	18		
4,00	8	12,20	7	20,40	19		
4,20	8	12,40	7	20,60	20		
4,40	8	12,60	8	20,80	19		
4,60	13	12,80	9	21,00	21		
4,80	18	13,00	9	21,20	21		
5,00	20	13,20	10	21,40	22		
5,20	19	13,40	10	21,60	23		
5,40	12	13,60	10	21,80	23		
5,60	12	13,80	10	22,00	27		
5,80	14	14,00	10	22,20	29		
6,00	14	14,20	9	22,40	34		
6,20	13	14,40	9	22,60	40		
6,40	12	14,60	7	22,80	41		
6,60	10	14,80	7	23,00	44		
6,80	7	15,00	7				
7,00	7	15,20	8				
7,20	7	15,40	10				
7,40	7	15,60	10				
7,60	7	15,80	9				
7,80	8	16,00	10				
8,00	8	16,20	11				



LEGENDA

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

di C
Vig.
Pai
I.GEO S.p.A.
di DONOFRIO GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)
Part.Iva e Cod. Fisc. 01956710618

Committente	Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani		
Località	Via Generale Clark - Salerno (SA)		
Data esecuzione Prova	02/08/2023		

Prof.	num. Colpi	n.colpi corretto	Φ	Eed	D.R.
0,20	6	9	27,2	62,6	73,1
0,40	9	13	28,8	93,9	87,8
0,60	5	7	26,5	52,1	64,3
0,80	2	3	23,0	20,9	39,9
1,00	6	9	27,2	62,6	68,0
1,20	11	16	29,5	114,7	90,6
1,40	12	18	29,8	125,2	93,1
1,60	12	18	29,8	125,2	91,7
1,80	11	16	29,5	114,7	86,5
2,00	27	40	32,8	281,6	>95
2,20	27	40	32,8	281,6	>95
2,40	25	37	32,5	260,7	>95
2,60	23	34	32,2	239,9	>95
2,80	15	22	30,6	156,4	94,3
3,00	13	19	30,0	135,6	86,7
3,20	10	15	29,0	104,3	75,1
3,40	10	15	29,0	104,3	74,2
3,60	10	15	29,0	104,3	73,4
3,80	5	7	26,4	52,1	51,3
4,00	5	7	26,3	52,1	50,7
4,20	6	9	27,0	62,6	54,9
4,40	8	12	28,1	83,4	62,8
4,60	8	12	28,1	83,4	62,1
4,80	5	7	26,3	52,1	48,6
5,00	4	6	25,4	41,7	43,0
5,20	6	9	27,0	62,6	52,2
5,40	6	9	27,0	62,6	51,7
5,60	6	9	26,9	62,6	50,2
5,80	5	7	26,2	52,1	45,4
6,00	5	7	26,2	52,1	45,0
6,20	5	7	26,2	52,1	44,6
6,40	6	9	26,9	62,6	48,4
6,60	6	9	26,9	62,6	48,0
6,80	6	9	26,9	62,6	47,5
7,00	6	9	26,9	62,6	47,1
7,20	6	9	26,8	62,6	46,7
7,40	6	9	26,8	62,6	46,3
7,60	6	9	26,8	62,6	46,0
7,80	6	9	26,8	62,6	45,6
8,00	6	9	26,8	62,6	45,2
8,20	8	12	27,9	83,4	51,8
8,40	8	12	27,9	83,4	51,4
8,60	8	12	27,9	83,4	51,0
8,80	7	10	27,3	73,0	47,0

Prof.	num. Colpi	n.colpi corretto	Φ	Eed	D.R.
9,00	7	10	27,3	73,0	47,0
9,20	8	12	27,8	83,4	49,9
9,40	9	13	28,3	93,9	52,6
9,60	9	13	28,2	93,9	52,2
9,80	9	13	28,2	93,9	51,8
10,00	16	24	30,4	166,9	68,6
10,20	18	26	30,8	187,7	72,3
10,40	20	29	31,2	208,6	75,7
10,60	20	29	31,2	208,6	75,2
10,80	20	29	31,2	208,6	74,7
11,00	23	34	31,7	239,9	79,6
11,20	20	29	31,2	208,6	73,8
11,40	16	24	30,3	166,9	65,6
11,60	20	29	31,2	208,6	72,9
11,80	18	26	30,7	187,7	68,7
12,00	20	29	31,1	208,6	72,0
12,20	23	34	31,7	239,9	76,7
12,40	23	34	31,6	239,9	76,3
12,60	18	26	30,7	187,7	67,1
12,80	12	18	29,1	125,2	54,5
13,00	11	16	28,8	114,7	51,9
13,20	11	16	28,8	114,7	51,6
13,40	12	18	29,1	125,2	53,6
13,60	11	16	28,8	114,7	51,0
13,80	11	16	28,8	114,7	50,7
14,00	12	18	29,1	125,2	52,7
14,20	12	18	29,1	125,2	52,4
14,40	11	16	28,7	114,7	49,9
14,60	12	18	29,0	125,2	51,9
14,80	11	16	28,7	114,7	49,4
15,00	12	18	29,0	125,2	51,3
15,20	11	16	28,7	114,7	48,9
15,40	12	18	29,0	125,2	50,8
15,60	12	18	29,0	125,2	50,6
15,80	13	19	29,3	135,6	52,4
16,00	12	18	29,0	125,2	50,1
16,20	12	18	29,0	125,2	49,8
16,40	13	19	29,2	135,6	51,6
16,60	14	21	29,5	146,0	53,3
16,80	13	19	29,2	135,6	51,1
17,00	14	21	29,5	146,0	52,8
17,20	14	21	29,5	146,0	52,6
17,40	16	24	30,0	166,9	56,0
17,60	13	19	29,2	135,6	50,2

[illegible]

LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)

num. colpi. = numero di colpi

 $\Phi =$ angolo di attrito (gradi)

Eed = modulo di compressibilità edometrica (Kg/cm²)

Dr = densità relativa (%)

0962/23

Data esecuzione Prova	02/08/2023
------------------------------	-------------------

[illegible]

Eed = modulo di compressibilità edometrica (Kg/cm²)
Dr = densità relativa (%)

0964/23

Data esecuzione Prova	02/08/2023
------------------------------	-------------------

[illegible]

Eed = modulo di compressibilità edometrica (Kg/cm²)
Dr = densità relativa (%)

Committente	Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani		
Località	Via Generale Clark - Salerno (SA)		
Data esecuzione Prova	02/08/2023		

Prof.	num. Colpi	n.colpi corretto	Cu	Eed
0,20	6	9	0,59	62,6
0,40	9	13	0,89	93,9
0,60	5	7	0,49	52,1
0,80	2	3	0,20	20,9
1,00	6	9	0,59	62,6
1,20	11	16	1,08	114,7
1,40	12	18	1,18	125,2
1,60	12	18	1,18	125,2
1,80	11	16	1,08	114,7
2,00	27	40	2,66	281,6
2,20	27	40	2,66	281,6
2,40	25	37	2,46	260,7
2,60	23	34	2,26	239,9
2,80	15	22	1,48	156,4
3,00	13	19	1,28	135,6
3,20	10	15	0,98	104,3
3,40	10	15	0,98	104,3
3,60	10	15	0,98	104,3
3,80	5	7	0,49	52,1
4,00	5	7	0,49	52,1
4,20	6	9	0,59	62,6
4,40	8	12	0,79	83,4
4,60	8	12	0,79	83,4
4,80	5	7	0,49	52,1
5,00	4	6	0,39	41,7
5,20	6	9	0,59	62,6
5,40	6	9	0,59	62,6
5,60	6	9	0,59	62,6
5,80	5	7	0,49	52,1
6,00	5	7	0,49	52,1
6,20	5	7	0,49	52,1
6,40	6	9	0,59	62,6
6,60	6	9	0,59	62,6
6,80	6	9	0,59	62,6
7,00	6	9	0,59	62,6
7,20	6	9	0,59	62,6
7,40	6	9	0,59	62,6
7,60	6	9	0,59	62,6
7,80	6	9	0,59	62,6
8,00	6	9	0,59	62,6
8,20	8	12	0,79	83,4
8,40	8	12	0,79	83,4
8,60	8	12	0,79	83,4
8,80	7	10	0,69	73,0

Prof.	num. Colpi	n.colpi corretto	Cu	Eed
9,00	7	10	0,69	73,0
9,20	8	12	0,79	83,4
9,40	9	13	0,89	93,9
9,60	9	13	0,89	93,9
9,80	9	13	0,89	93,9
10,00	16	24	1,57	166,9
10,20	18	26	1,77	187,7
10,40	20	29	1,97	208,6
10,60	20	29	1,97	208,6
10,80	20	29	1,97	208,6
11,00	23	34	2,26	239,9
11,20	20	29	1,97	208,6
11,40	16	24	1,57	166,9
11,60	20	29	1,97	208,6
11,80	18	26	1,77	187,7
12,00	20	29	1,97	208,6
12,20	23	34	2,26	239,9
12,40	23	34	2,26	239,9
12,60	18	26	1,77	187,7
12,80	12	18	1,18	125,2
13,00	11	16	1,08	114,7
13,20	11	16	1,08	114,7
13,40	12	18	1,18	125,2
13,60	11	16	1,08	114,7
13,80	11	16	1,08	114,7
14,00	12	18	1,18	125,2
14,20	12	18	1,18	125,2
14,40	11	16	1,08	114,7
14,60	12	18	1,18	125,2
14,80	11	16	1,08	114,7
15,00	12	18	1,18	125,2
15,20	11	16	1,08	114,7
15,40	12	18	1,18	125,2
15,60	12	18	1,18	125,2
15,80	13	19	1,28	135,6
16,00	12	18	1,18	125,2
16,20	12	18	1,18	125,2
16,40	13	19	1,28	135,6
16,60	14	21	1,38	146,0
16,80	13	19	1,28	135,6
17,00	14	21	1,38	146,0
17,20	14	21	1,38	146,0
17,40	16	24	1,57	166,9
17,60	13	19	1,28	135,6

[illegible]

LEGENDA

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

Eed = modulo di compressibilità edometrica (Kg/cm²)
Cu = coesione non drenata (Kg/cm²)

Committente	Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani		
Località	Via Generale Clark - Salerno (SA)		
Data esecuzione Prova	02/08/2023		

Prof.	num. Colpi	n.colpi corretto	Cu	Eed
0,20	6	9	0,59	62,6
0,40	6	9	0,59	62,6
0,60	6	9	0,59	62,6
0,80	6	9	0,59	62,6
1,00	6	9	0,59	62,6
1,20	6	9	0,59	62,6
1,40	10	15	0,98	104,3
1,60	11	16	1,08	114,7
1,80	8	12	0,79	83,4
2,00	8	12	0,79	83,4
2,20	5	7	0,49	52,1
2,40	3	4	0,30	31,3
2,60	4	6	0,39	41,7
2,80	3	4	0,30	31,3
3,00	3	4	0,30	31,3
3,20	3	4	0,30	31,3
3,40	6	9	0,59	62,6
3,60	6	9	0,59	62,6
3,80	6	9	0,59	62,6
4,00	4	6	0,39	41,7
4,20	3	4	0,30	31,3
4,40	5	7	0,49	52,1
4,60	6	9	0,59	62,6
4,80	6	9	0,59	62,6
5,00	6	9	0,59	62,6
5,20	4	6	0,39	41,7
5,40	4	6	0,39	41,7
5,60	3	4	0,30	31,3
5,80	4	6	0,39	41,7
6,00	3	4	0,30	31,3
6,20	3	4	0,30	31,3
6,40	3	4	0,30	31,3
6,60	4	6	0,39	41,7
6,80	4	6	0,39	41,7
7,00	5	7	0,49	52,1
7,20	5	7	0,49	52,1
7,40	5	7	0,49	52,1
7,60	5	7	0,49	52,1
7,80	5	7	0,49	52,1
8,00	4	6	0,39	41,7
8,20	4	6	0,39	41,7
8,40	8	12	0,79	83,4
8,60	10	15	0,98	104,3
8,80	20	29	1,97	208,6

[illegible][illegible]

LEGENDA

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

Eed = modulo di compressibilità edometrica (Kg/cm²)
Cu = coesione non drenata (Kg/cm²)

Committente	Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani		
Località	Via Generale Clark - Salerno (SA)		
Data esecuzione Prova	02/08/2023		

Prof.	num. Colpi	n.colpi corretto	Cu	Eed
0,20	6	9	0,59	62,6
0,40	8	12	0,79	83,4
0,60	8	12	0,79	83,4
0,80	7	10	0,69	73,0
1,00	8	12	0,79	83,4
1,20	8	12	0,79	83,4
1,40	7	10	0,69	73,0
1,60	5	7	0,49	52,1
1,80	4	6	0,39	41,7
2,00	4	6	0,39	41,7
2,20	3	4	0,30	31,3
2,40	3	4	0,30	31,3
2,60	3	4	0,30	31,3
2,80	2	3	0,20	20,9
3,00	2	3	0,20	20,9
3,20	3	4	0,30	31,3
3,40	2	3	0,20	20,9
3,60	3	4	0,30	31,3
3,80	6	9	0,59	62,6
4,00	3	4	0,30	31,3
4,20	3	4	0,30	31,3
4,40	2	3	0,20	20,9
4,60	2	3	0,20	20,9
4,80	2	3	0,20	20,9
5,00	2	3	0,20	20,9
5,20	3	4	0,30	31,3
5,40	3	4	0,30	31,3
5,60	3	4	0,30	31,3
5,80	4	6	0,39	41,7
6,00	6	9	0,59	62,6
6,20	6	9	0,59	62,6
6,40	6	9	0,59	62,6
6,60	4	6	0,39	41,7
6,80	5	7	0,49	52,1
7,00	4	6	0,39	41,7
7,20	3	4	0,30	31,3
7,40	3	4	0,30	31,3
7,60	3	4	0,30	31,3
7,80	3	4	0,30	31,3
8,00	14	21	1,38	146,0
8,20	7	10	0,69	73,0
8,40	5	7	0,49	52,1
8,60	6	9	0,59	62,6
8,80	5	7	0,49	52,1

Prof.	num. Colpi	n.colpi corretto	Cu	Eed
9,00	7	10	0,69	73,0
9,20	19	28	1,87	198,2
9,40	24	35	2,36	250,3
9,60	24	35	2,36	250,3
9,80	20	29	1,97	208,6
10,00	22	32	2,17	229,5
10,20	25	37	2,46	260,7
10,40	33	48	3,25	344,2
10,60	40	59	3,94	417,2
10,80	40	59	3,94	417,2
11,00	38	56	3,74	396,3
11,20	21	31	2,07	219,0
11,40	16	24	1,57	166,9
11,60	20	29	1,97	208,6
11,80	12	18	1,18	125,2
12,00	10	15	0,98	104,3
12,20	10	15	0,98	104,3
12,40	7	10	0,69	73,0
12,60	7	10	0,69	73,0
12,80	6	9	0,59	62,6
13,00	8	12	0,79	83,4
13,20	8	12	0,79	83,4
13,40	8	12	0,79	83,4
13,60	9	13	0,89	93,9
13,80	10	15	0,98	104,3
14,00	11	16	1,08	114,7
14,20	9	13	0,89	93,9
14,40	10	15	0,98	104,3
14,60	10	15	0,98	104,3
14,80	10	15	0,98	104,3
15,00	13	19	1,28	135,6
15,20	14	21	1,38	146,0
15,40	13	19	1,28	135,6
15,60	13	19	1,28	135,6
15,80	12	18	1,18	125,2
16,00	13	19	1,28	135,6
16,20	13	19	1,28	135,6
16,40	14	21	1,38	146,0
16,60	12	18	1,18	125,2
16,80	13	19	1,28	135,6
17,00	14	21	1,38	146,0
17,20	13	19	1,28	135,6
17,40	15	22	1,48	156,4
17,60	16	24	1,57	166,9

[illegible]

LEGENDA

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

Eed = modulo di compressibilità edometrica (Kg/cm²)
Cu = coesione non drenata (Kg/cm²)

Committente	Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani		
Località	Via Generale Clark - Salerno (SA)		
Data esecuzione Prova	02/08/2023		

Prof.	num. Colpi	n.colpi corretto	Cu	Eed
0,20	5	7	0,49	52,1
0,40	5	7	0,49	52,1
0,60	8	12	0,79	83,4
0,80	10	15	0,98	104,3
1,00	14	21	1,38	146,0
1,20	14	21	1,38	146,0
1,40	14	21	1,38	146,0
1,60	6	9	0,59	62,6
1,80	4	6	0,39	41,7
2,00	3	4	0,30	31,3
2,20	2	3	0,20	20,9
2,40	2	3	0,20	20,9
2,60	2	3	0,20	20,9
2,80	1	1	0,10	10,4
3,00	1	1	0,10	10,4
3,20	1	1	0,10	10,4
3,40	1	1	0,10	10,4
3,60	1	1	0,10	10,4
3,80	1	1	0,10	10,4
4,00	2	3	0,20	20,9
4,20	4	6	0,39	41,7
4,40	17	25	1,67	177,3
4,60	8	12	0,79	83,4
4,80	4	6	0,39	41,7
5,00	4	6	0,39	41,7
5,20	2	3	0,20	20,9
5,40	2	3	0,20	20,9
5,60	5	7	0,49	52,1
5,80	2	3	0,20	20,9
6,00	2	3	0,20	20,9
6,20	6	9	0,59	62,6
6,40	4	6	0,39	41,7
6,60	4	6	0,39	41,7
6,80	2	3	0,20	20,9
7,00	4	6	0,39	41,7
7,20	6	9	0,59	62,6
7,40	5	7	0,49	52,1
7,60	3	4	0,30	31,3
7,80	3	4	0,30	31,3
8,00	3	4	0,30	31,3
8,20	5	7	0,49	52,1
8,40	7	10	0,69	73,0
8,60	14	21	1,38	146,0
8,80	10	15	0,98	104,3

Prof.	num. Colpi	n.colpi corretto	Cu	Eed
9,00	9	13	0,89	93,9
9,20	9	13	0,89	93,9
9,40	6	9	0,59	62,6
9,60	4	6	0,39	41,7
9,80	3	4	0,30	31,3
10,00	2	3	0,20	20,9
10,20	4	6	0,39	41,7
10,40	4	6	0,39	41,7
10,60	4	6	0,39	41,7
10,80	4	6	0,39	41,7
11,00	9	13	0,89	93,9
11,20	6	9	0,59	62,6
11,40	6	9	0,59	62,6
11,60	9	13	0,89	93,9
11,80	6	9	0,59	62,6
12,00	6	9	0,59	62,6
12,20	5	7	0,49	52,1
12,40	4	6	0,39	41,7
12,60	5	7	0,49	52,1
12,80	6	9	0,59	62,6
13,00	6	9	0,59	62,6
13,20	6	9	0,59	62,6
13,40	6	9	0,59	62,6
13,60	6	9	0,59	62,6
13,80	6	9	0,59	62,6
14,00	7	10	0,69	73,0
14,20	8	12	0,79	83,4
14,40	9	13	0,89	93,9
14,60	12	18	1,18	125,2
14,80	12	18	1,18	125,2
15,00	12	18	1,18	125,2
15,20	13	19	1,28	135,6
15,40	12	18	1,18	125,2
15,60	13	19	1,28	135,6
15,80	13	19	1,28	135,6
16,00	16	24	1,57	166,9
16,20	18	26	1,77	187,7
16,40	18	26	1,77	187,7
16,60	17	25	1,67	177,3
16,80	10	15	0,98	104,3
17,00	11	16	1,08	114,7
17,20	13	19	1,28	135,6
17,40	15	22	1,48	156,4
17,60	14	21	1,38	146,0

[illegible]

LEGENDA

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

Eed = modulo di compressibilità edometrica (Kg/cm²)
Cu = coesione non drenata (Kg/cm²)

Committente	Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani		
Località	Via Generale Clark - Salerno (SA)		
Data esecuzione Prova	02/08/2023		

[illegible]

Eed = modulo di compressibilità edometrica (Kg/cm²)
Cu = coesione non drenata (Kg/cm²)

Formule empiriche utilizzate per la correlazione delle dpsh

Angolo di Attrito

$$\phi = 19 - 0.38\sigma + 8.73 \text{ Log } N \quad [\text{De Mello}]$$

σ = pressione litostatica efficace

N = numero di colpi SPT*

Densità Relativa

$$D_r = 21 \sqrt{\frac{N}{\sigma + 0.7}} \quad [\text{Gibbs e Holtz}]$$

σ = pressione litostatica efficace

N = numero di colpi SPT*

Modulo Edometrico

$$E = 7.1 N \quad [\text{Farrent}]$$

N = numero di colpi SPT*

Coesione non drenata

$$C_u = 0.067 N \quad [\text{Terzaghi \& Peck}]$$

N = numero di colpi

* Per le prove dpsh il valore N si ottiene moltiplicando il numero dei colpi necessario all'avanzamento, per una costante pari a 1,469



Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – Pali – Micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202. E-Mail:
igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
ISO 9001:2015 QMS-05065959-19 - Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini
Geognostiche valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

ANALISI DI LABORATORIO

- **Committente:** Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
- **Oggetto:** Intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl
- **Località:** Via Generale Clark Salerno
- **Data:** Agosto 2023

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 297 23
del: 02.08.2023

Certificato n°: 2703-2023
Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 04.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C1	4,00-4,50	indisturbato	02.08.2023

DATI GENERALI

Contenitore:	Fustella
Diametro (cm):	9,5
Lunghezza (cm):	48,0
Peso netto campione estratto (N)	61,4

PROVE SPEDITIVE

Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Pocket vane Test (MPa)	***
Classe di Qualità (AGI)	Q5
Colore (Tabella colori Munsell)	2,5 Y Very Dark Grayish Brown 3/2

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo argilloso con livelli sabbiosi di colore marrone/grigiastro, moderatamente consistente.

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALINorma di riferimento: **UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216**MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 297 23**
del: **02.08.2023**Certificato n°: **2704-2023**
Data certificato: **09.08.2023**Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 04.08.2023**DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE**

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C1	4,00-4,50	indisturbato	02.08.2023

RISULTATI DELLE PROVE**Grandezze indici rilevate in laboratorio**

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	18,76
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	26,45
w	Contenuto di acqua naturale	%	26,96

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	14,77
n	Porosità	%	44,15
e	Indice dei vuoti	---	0,79
s_r	Grado di saturazione	%	91,99
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	19,10
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	9,30

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIODirettore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 297 23**
del: **02.08.2023**

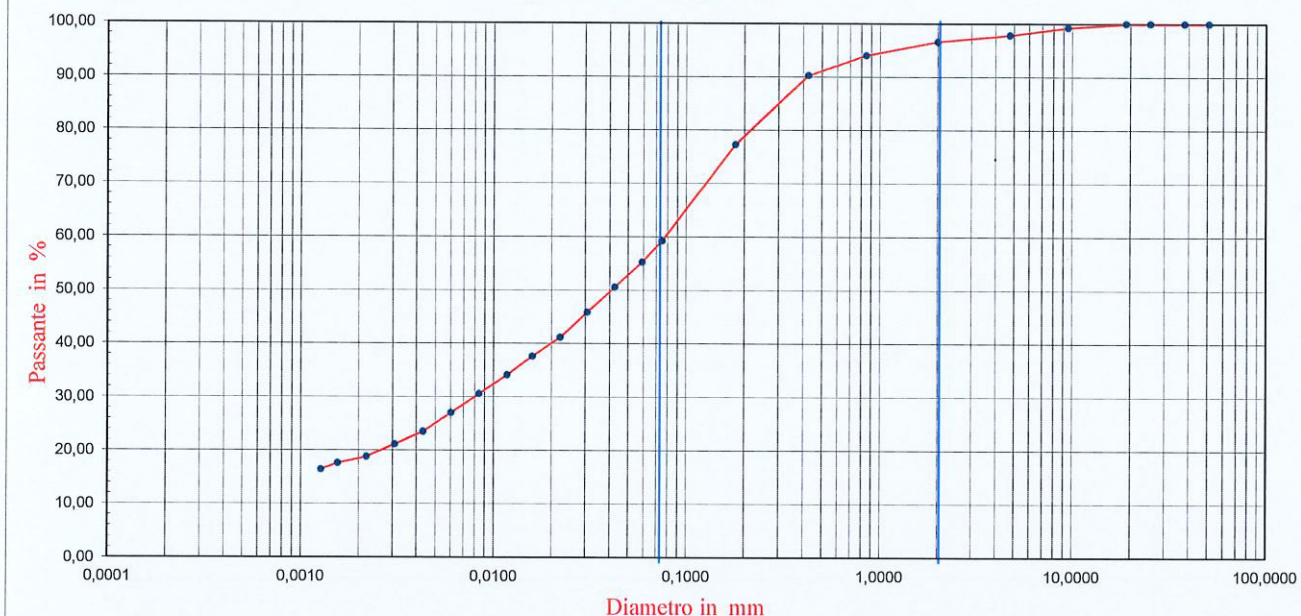
Certificato n°: **2705-2023**
Data certificato: **09.08.2023**

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 04.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C1	4,00-4,50	indisturbato	02.08.2023

Rappresentazione grafica



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	99,28	97,84	96,59	94,01	90,28	77,29	59,18

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0590	0,0426	0,0307	0,0222	0,0159	0,0118	0,0084	0,0060	0,0043	0,0031	0,0022	0,0016	0,0013
P. (%)	55,25	50,55	45,85	41,15	37,62	34,09	30,57	27,04	23,51	21,16	18,81	17,63	16,46

Composizione granulometrica

Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
3,41	41,33	36,44	18,81

Definizione granulometrica:

Sabbia con limo argillosa

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 297 23

Certificato n°: 2706-2023

del: 02.08.2023

Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 04.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	4,00-4,50	indisturbato	02.08.2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0086	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	18,89	26,94	27,68
Provino 2	36,00	23,00	18,74	26,98	27,21
Provino 3	36,00	23,00	18,63	27,48	26,72

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,39
Provino 2	24	100	0,73
Provino 3	24	150	1,10

ATTREZZATURA UTILIZZATA: Matest S/N S277-01/ZI/0011

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIODirettore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

Sede Legale ed Operativa: Via Assunta n°47 fraz. Falciano - CASERTA
C.F./P.IVA e numero di iscrizione R.I. CE: 03794560619 R.E.A. CE 273059
Tel/Fax 0823.341739 – e-mail info@soiltestsrli.it – p.e.c. info@pec.soiltestsrli.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 297 23

Certificato n°: 2706-2023

del: 02.08.2023

Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

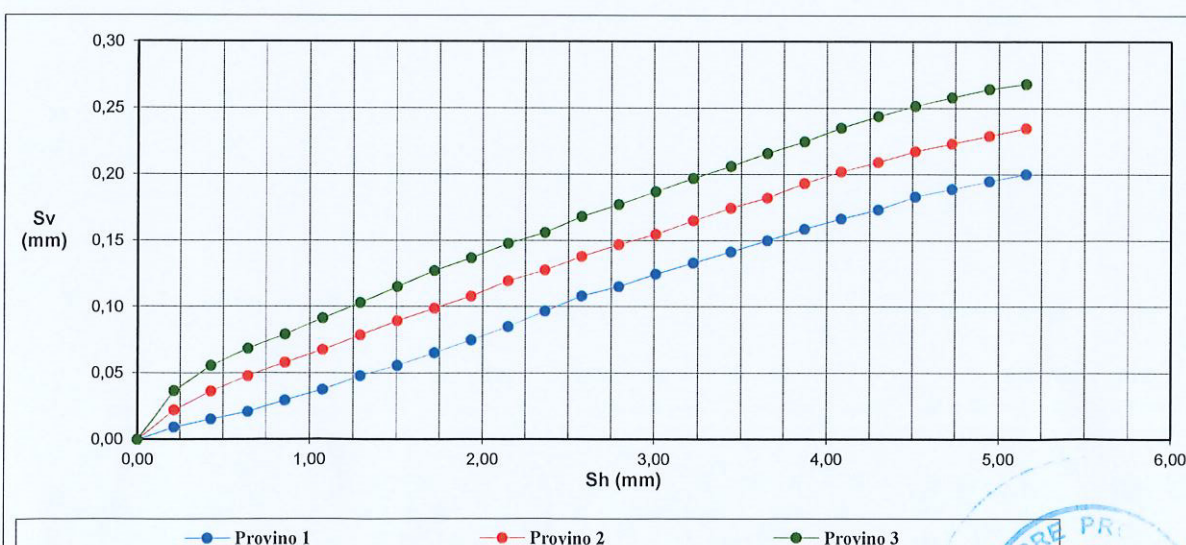
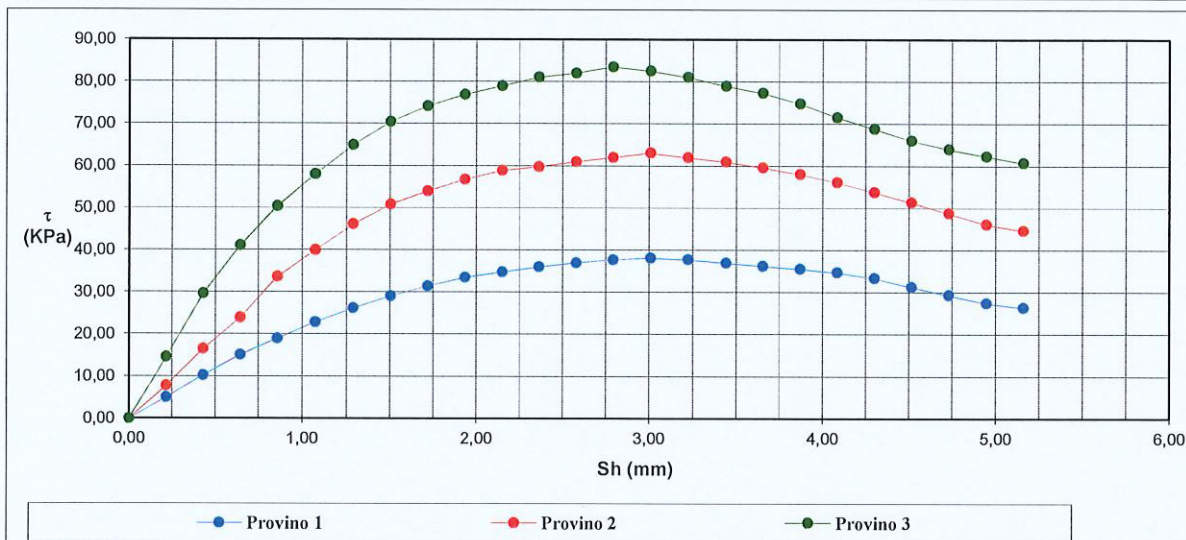
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 04.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	4,00-4,50	indisturbato	02.08.2023



Tecnico sperimentatore

Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio

Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 297 23

Certificato n°: 2706-2023

del: 02.08.2023

Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

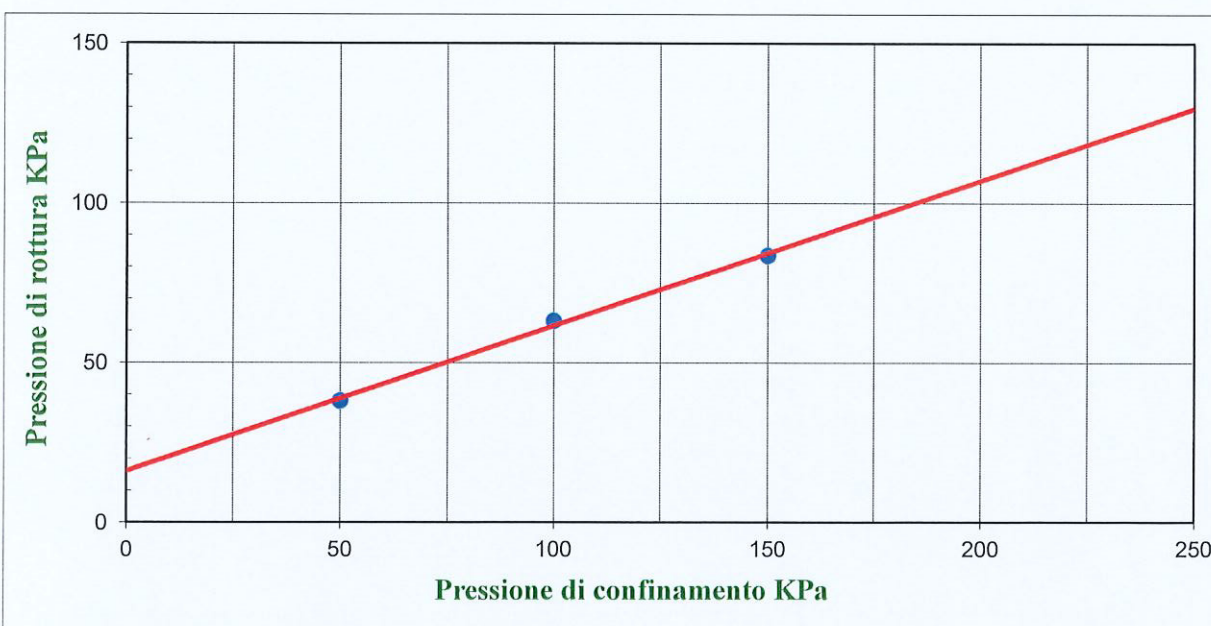
Data di prova: 04.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	4,00-4,50	indisturbato	02.08.2023

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	38,10	3,01
Provino 2	100,00	63,10	3,01
Provino 3	150,00	83,50	2,73



Risultati sperimentali

Angolo di attrito **24,42** Gradi
Coesione **16,17** KPa

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MACLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 297/23
del: 02.08.2023

Certificato n°: 2707-2023
Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 04.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C2	18,00-18,50	indisturbato	02.08.2023

DATI GENERALI

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	46,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	48,6	Colore (Tabella colori Munsell)	10 YR Dark Yellowish Brown 4/4

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo argilloso di colore marrone, consistente.

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 297/23
del: 02.08.2023

Certificato n°: 2708-2023
Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 04.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C2	18,00-18,50	indisturbato	02.08.2023

RISULTATI DELLE PROVE

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	19,40
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	26,38
w	Contenuto di acqua naturale	%	21,57

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	15,95
n	Porosità	%	39,52
e	Indice dei vuoti	---	0,65
s_r	Grado di saturazione	%	88,77
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	19,83
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	10,02

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 297/23**
del: **02.08.2023**

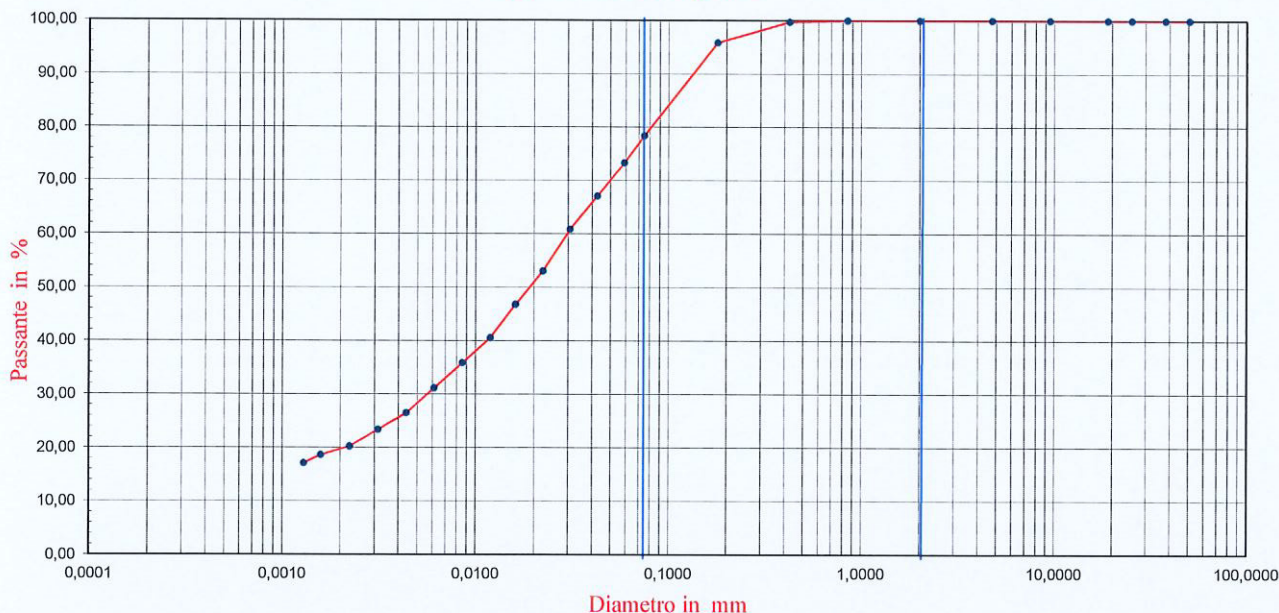
Certificato n°: **2709-2023**
Data certificato: **09.08.2023**

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 04.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C2	18,00-18,50	indisturbato	02.08.2023

Rappresentazione grafica



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,98	99,71	95,83	78,38

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0591	0,0427	0,0308	0,0223	0,0161	0,0119	0,0086	0,0061	0,0044	0,0031	0,0022	0,0016	0,0013
P. (%)	73,29	67,05	60,82	53,02	46,78	40,54	35,87	31,19	26,51	23,39	20,27	18,71	17,15

Composizione granulometrica

Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
0,00	26,71	53,02	20,27

Definizione granulometrica:

Limo con sabbia argilloso

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 297/23

Certificato n°: 2710-2023

del: 02.08.2023

Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 04.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C2	18,00-18,50	indisturbato	02.08.2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0072	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	19,35	21,72	23,11
Provino 2	36,00	23,00	19,41	21,41	21,58
Provino 3	36,00	23,00	19,43	21,01	20,13

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	200	0,51
Provino 2	24	300	0,94
Provino 3	24	400	1,42

ATTREZZATURA UTILIZZATA: MATEST S/N S277-01/AD/0005

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIODirettore Laboratorio
Dr Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 2 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 297/23

Certificato n°: 2710-2023

del: 02.08.2023

Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 04.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C2	18,00-18,50	indisturbato	02.08.2023

Dati relativi al provino 1

σ_v 200 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
25	0,18	0,009	0,050	14,0										
50	0,36	0,022	0,085	23,7										
75	0,54	0,034	0,123	34,2										
100	0,72	0,043	0,167	46,3										
125	0,90	0,054	0,211	58,7										
150	1,08	0,066	0,253	70,2										
175	1,26	0,076	0,291	80,7										
200	1,44	0,085	0,324	89,9										
225	1,62	0,094	0,354	98,2										
250	1,80	0,102	0,373	103,7										
275	1,98	0,113	0,387	107,6										
300	2,16	0,123	0,392	109,0										
325	2,34	0,132	0,401	111,3										
350	2,52	0,140	0,403	111,9										
375	2,70	0,147	0,396	110,0										
400	2,88	0,155	0,378	105,1										
425	3,06	0,163	0,354	98,2										
450	3,24	0,172	0,325	90,4										
475	3,42	0,180	0,292	81,0										
500	3,60	0,187	0,261	72,4										
525	3,78	0,193	0,238	66,2										
550	3,96	0,198	0,222	61,6										
575	4,14	0,204	0,207	57,6										
600	4,32	0,209	0,193	53,5										
625	4,50	0,214	0,183	50,9										
650	4,68	0,222	0,175	48,7										
675	4,86	0,226	0,168	46,8										

Pressione a rottura 111,9 (KPa)

Deformazione a rottura 2,52 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 3 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 297/23

Certificato n°: 2710-2023

del: 02.08.2023

Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 04.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C2	18,00-18,50	indisturbato	02.08.2023

Dati relativi al provino 2

σ_v 300 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
25	0,18	0,022	0,076	21,0										
50	0,36	0,041	0,131	36,3										
75	0,54	0,057	0,195	54,1										
100	0,72	0,071	0,265	73,5										
125	0,90	0,085	0,318	88,4										
150	1,08	0,099	0,361	100,3										
175	1,26	0,110	0,397	110,4										
200	1,44	0,119	0,436	121,1										
225	1,62	0,131	0,470	130,6										
250	1,80	0,140	0,499	138,5										
275	1,98	0,151	0,525	145,7										
300	2,16	0,159	0,547	151,9										
325	2,34	0,168	0,567	157,5										
350	2,52	0,176	0,577	160,3										
375	2,70	0,184	0,589	163,7										
400	2,88	0,189	0,593	164,7										
425	3,06	0,197	0,567	157,5										
450	3,24	0,205	0,527	146,3										
475	3,42	0,213	0,489	135,7										
500	3,60	0,220	0,454	126,1										
525	3,78	0,225	0,420	116,6										
550	3,96	0,231	0,386	107,1										
575	4,14	0,236	0,360	100,0										
600	4,32	0,243	0,329	91,4										
625	4,50	0,249	0,313	86,9										
650	4,68	0,253	0,293	81,3										
675	4,86	0,259	0,276	76,8										

Pressione a rottura 164,7 (KPa)

Deformazione a rottura 2,88 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 4 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 297/23

Certificato n°: 2710-2023

del: 02.08.2023

Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 04.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C2	18,00-18,50	indisturbato	02.08.2023

Dati relativi al provino 3

σ_v 400 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
25	0,18	0,037	0,145	40,4										
50	0,36	0,065	0,260	72,3										
75	0,54	0,080	0,347	96,4										
100	0,72	0,097	0,420	116,6										
125	0,90	0,113	0,474	131,7										
150	1,08	0,128	0,521	144,6										
175	1,26	0,139	0,557	154,7										
200	1,44	0,149	0,599	166,5										
225	1,62	0,163	0,624	173,2										
250	1,80	0,174	0,654	181,6										
275	1,98	0,185	0,680	188,9										
300	2,16	0,195	0,706	196,2										
325	2,34	0,203	0,730	202,9										
350	2,52	0,210	0,742	206,0										
375	2,70	0,218	0,749	208,1										
400	2,88	0,225	0,730	202,9										
425	3,06	0,233	0,712	197,9										
450	3,24	0,241	0,682	189,5										
475	3,42	0,250	0,656	182,2										
500	3,60	0,256	0,621	172,6										
525	3,78	0,262	0,585	162,6										
550	3,96	0,268	0,547	151,9										
575	4,14	0,275	0,510	141,8										
600	4,32	0,280	0,476	132,3										
625	4,50	0,285	0,454	126,1										
650	4,68	0,289	0,436	121,1										
675	4,86	0,292	0,426	118,3										

Pressione a rottura 208,1 (KPa)
Deformazione a rottura 2,70 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 297/23

Certificato n°: 2710-2023

del: 02.08.2023

Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

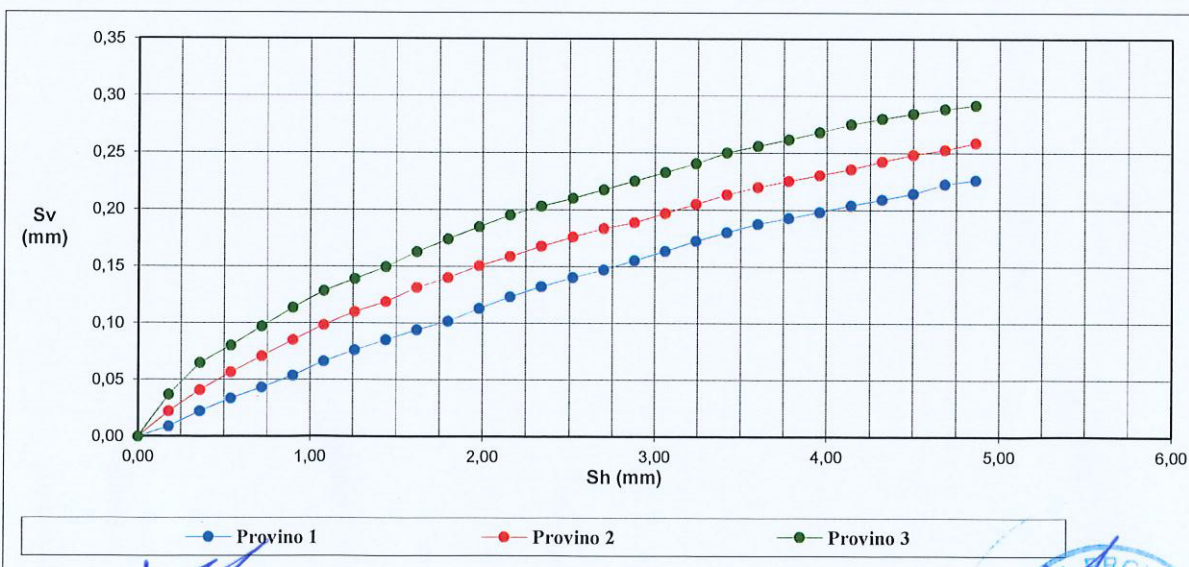
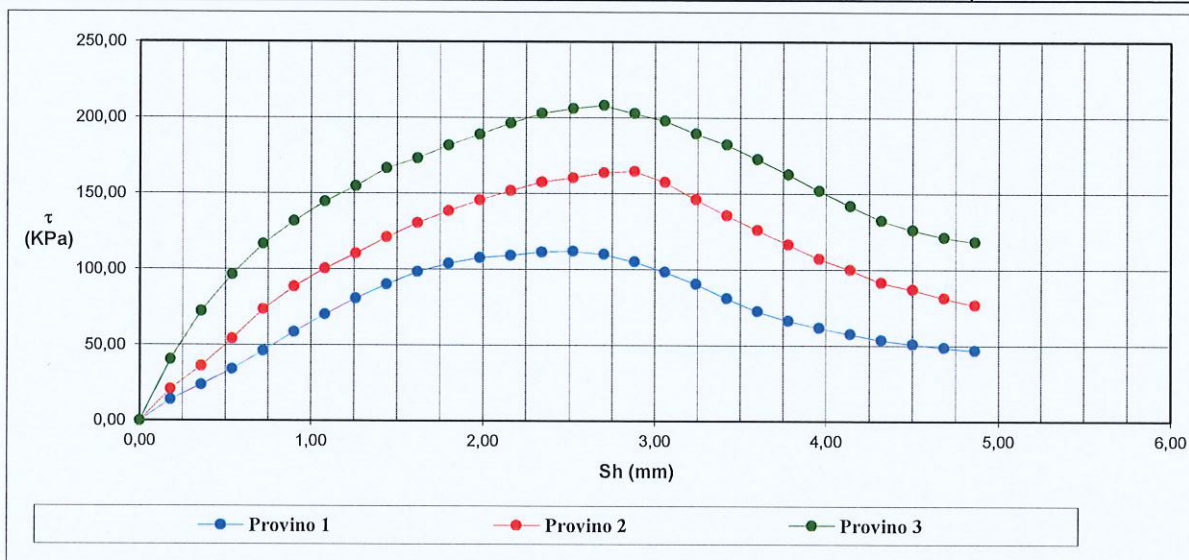
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 04.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C2	18,00-18,50	indisturbato	02.08.2023



Tecnico sperimentatore

Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio

Dr Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 297/23

Certificato n°: 2710-2023

del: 02.08.2023

Data certificato: 09.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

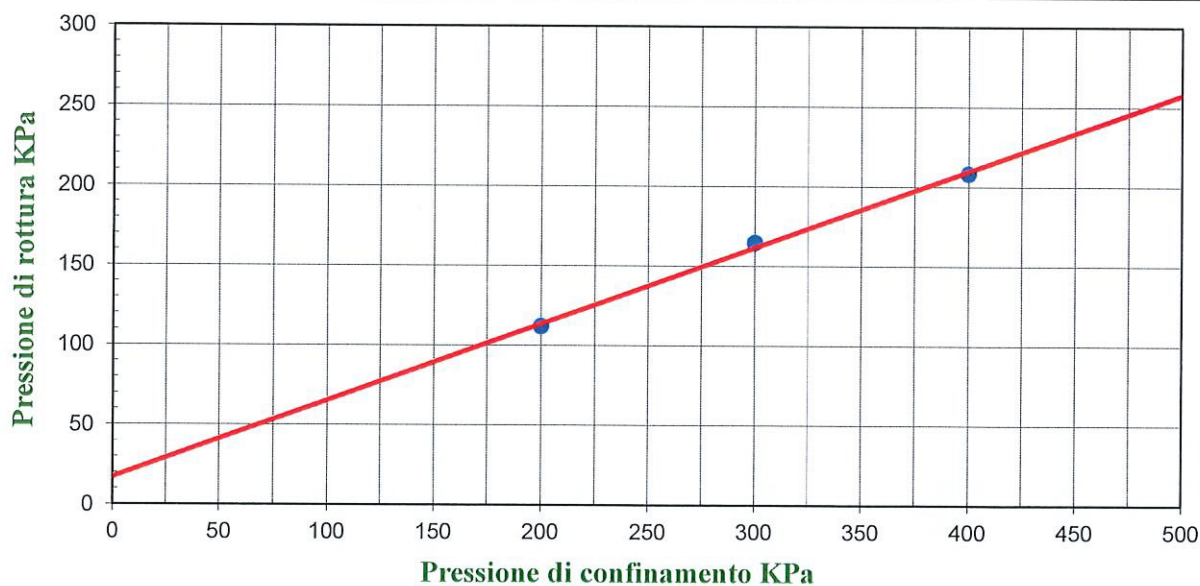
Data di prova: 04.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C2	18,00-18,50	indisturbato	02.08.2023

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	200,00	111,90	2,52
Provino 2	300,00	164,70	2,88
Provino 3	400,00	208,10	2,70



Risultati sperimentali

Angolo di attrito 25,69 Gradi
Coesione 17,27 KPa

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr Geol. F. MARTONE

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 304/23
del: 07.08.2023

Certificato n°: 2757-2023
Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 07.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	3,00-3,50	indisturbato	07/08/2023

DATI GENERALI

Contenitore:	Fustella
Diametro (cm):	9,5
Lunghezza (cm):	48,0
Peso netto campione estratto (N)	66,0

PROVE SPEDITIVE

Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Pocket vane Test (MPa)	***
Classe di Qualità (AGI)	Q5
Colore (Tabella colori Munsell)	10 YR Dark Brown 3/3

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo argilloso sabbioso di colore marrone scuro con noduli organici. Il materiale è poco consistente.

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 304/23
del: 07.08.2023Certificato n°: 2758-2023
Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 07.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	3,00-3,50	indisturbato	07/08/2023

RISULTATI DELLE PROVE**Grandezze indici rilevate in laboratorio**

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	19,40
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	26,24
w	Contenuto di acqua naturale	%	19,19

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	16,27
n	Porosità	%	37,99
e	Indice dei vuoti	---	0,61
s_r	Grado di saturazione	%	83,84
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	20,00
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	10,19

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIODirettore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 304/23
del: 07.08.2023

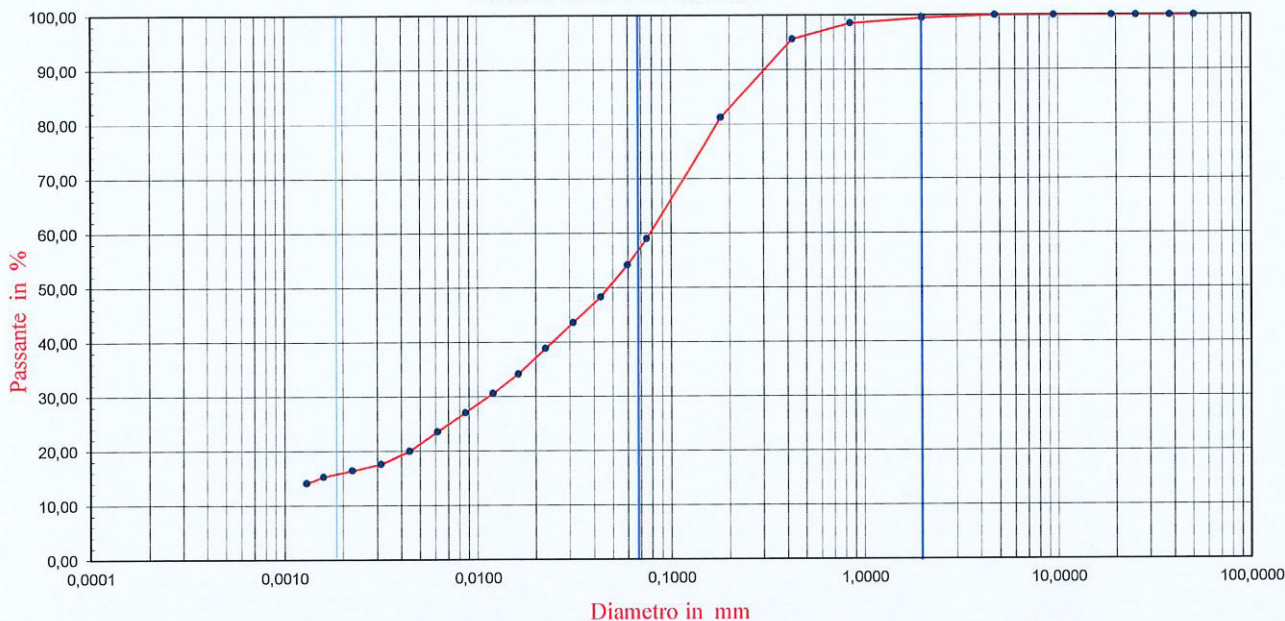
Certificato n°: 2759-2023
Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 07.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	3,00-3,50	indisturbato	07/08/2023

Rappresentazione grafica



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,51	98,54	95,63	81,23	58,98

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0750	0,0597	0,0433	0,0312	0,0225	0,0162	0,0120	0,0086	0,0062	0,0044	0,0031	0,0022	0,0016
P. (%)	58,98	54,15	48,26	43,56	38,85	34,14	30,61	27,08	23,54	20,01	17,66	16,48	15,30

Composizione granulometrica				Definizione granulometrica:
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Sabbia argillosa con limo
0,49	45,36	37,67	16,48	

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

LIMITI DI ATTERBERG

Norma di riferimento: CNR UNI 10014 - UNI CEN ISO/TS 17892-12

MC - 04 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°:
del:

TR 304/23
07.08.2023

Certificato n°: 2760-2023
Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

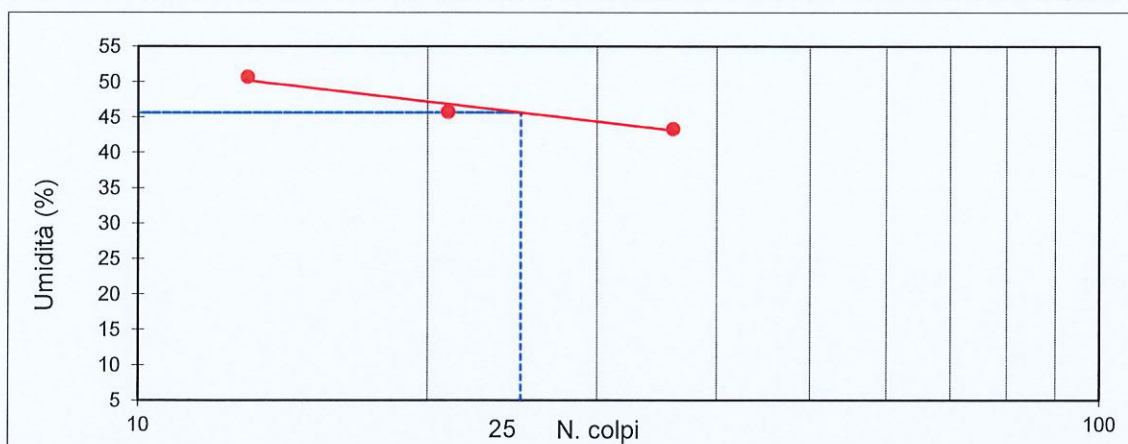
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 07.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	3,00-3,50	indisturbato	07/08/2023

Limite Liquido (LL)

Determinazione		P1	P2	P3	P4
Umidità	%	50,75	45,81	43,38	
N. colpi	n	13	21	36	
LL		45,66			



Limite Plastico (LP)

Determinazione		P1	P2
Umidità	%		
LP	media	28,63	

Indice di Plasticità (IP) - (LL-LP)

IP	17,03
----	-------

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23

Certificato n°: 2761-2023

del: 07.08.2023

Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 07.08.2023

Dati identificativi del campione				
Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	3,00-3,50	indisturbato	07/08/2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0085	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	19,36	19,27	22,20
Provino 2	36,00	23,00	19,39	19,11	21,38
Provino 3	36,00	23,00	19,43	19,15	20,51

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,31
Provino 2	24	100	0,55
Provino 3	24	150	0,84

ATTREZZATURA UTILIZZATA: (LBG Srl) cella di carico AEP n°13436

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIODirettore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

Sede Legale ed Operativa: Via Assunta n°47 fraz. Falciano - CASERTA
C.F./P.IVA e numero di iscrizione R.I. CE: 03794560619 R.E.A. CE 273059
Tel/Fax 0823.341739 – e-mail info@soiltestsrli.it – p.e.c. info@pec.soiltestsrli.it

Sede Legale ed Operativa: Via Assunta n°47 fraz. Falciano - CASERTA
C.F./P.IVA e numero di iscrizione R.I. CE: 03794560619 R.E.A. CE 273059
Tel/Fax 0823.341739 – e-mail info@soiltestsrli.it – p.e.c. info@pec.soiltestsrli.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23

Certificato n°: 2761-2023

del: 07.08.2023

Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

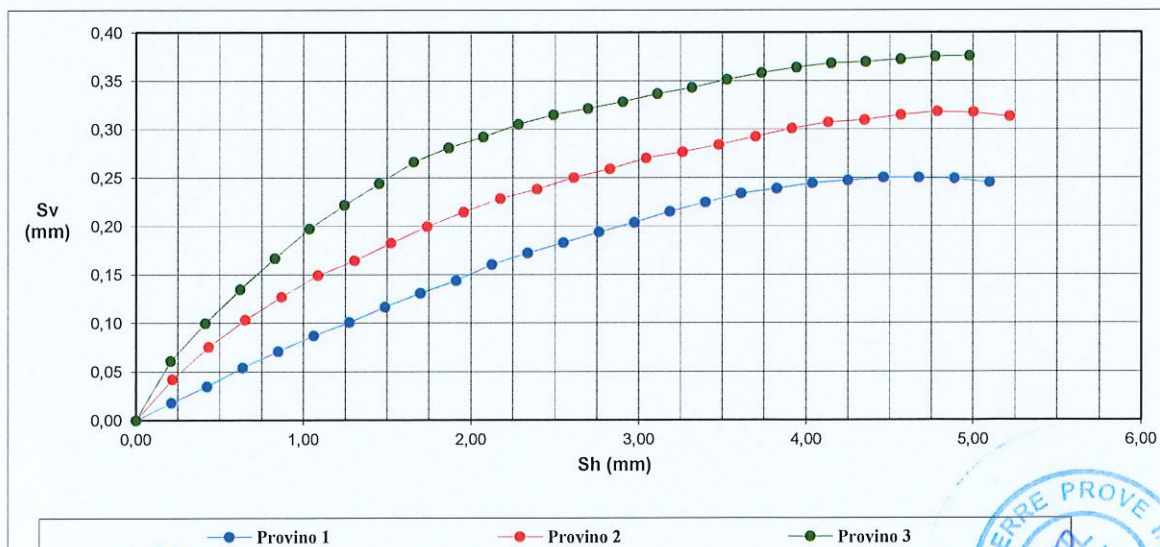
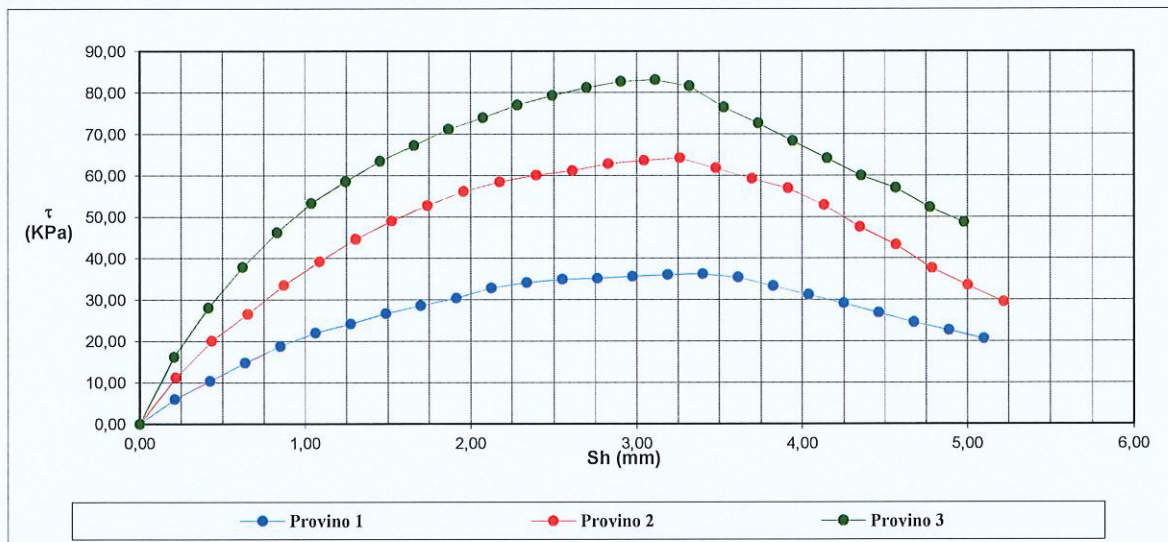
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 07.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	3,00-3,50	indisturbato	07/08/2023



Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23

Certificato n°: 2761-2023

del: 07.08.2023

Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

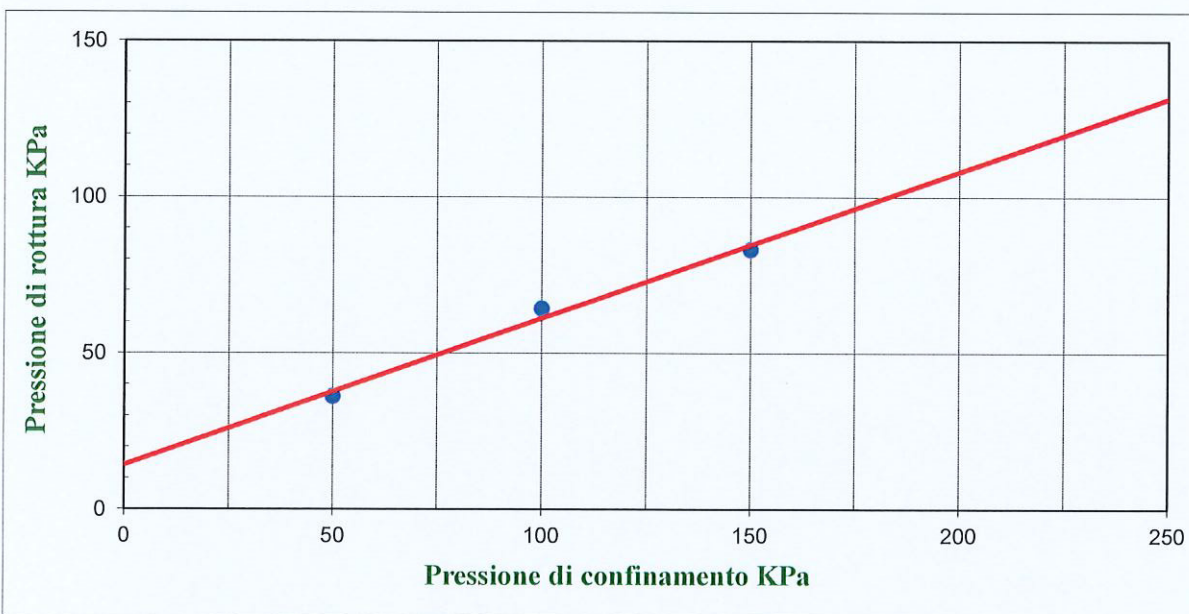
Data di prova: 07.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	3,00-3,50	indisturbato	07/08/2023

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	36,20	3,40
Provino 2	100,00	64,30	3,26
Provino 3	150,00	83,10	3,11



Risultati sperimentali

Angolo di attrito **25,13** Gradi
Coesione **14,30** KPa

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr Geol. F. MARTONE

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 304/23
del: 07.08.2023

Certificato n°: 2762-2023
Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 07.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C2	6,00-6,50	indisturbato	07/08/2023

DATI GENERALI

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	49,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	63,3	Colore (Tabella colori Munsell)	2,5 Y Olive Brown 4/3

PROVE SPEDITIVE

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo sabbioso argilloso di colore verdastro allo stato sciolto.

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr Geol. F. MARTONE

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALINorma di riferimento: **UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216**MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 304/23**
del: **07.08.2023**Certificato n°: **2763-2023**
Data certificato: **11.08.2023**Richiedente: **I.GEO. Sas**
Committente: **Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani**
Cantiere: **Intervento edificatorio CPS7**
Località: **Via Generale Clark - Salerno (SA)**
Data di prova: **07.08.2023****DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE**

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C2	6,00-6,50	indisturbato	07/08/2023

RISULTATI DELLE PROVE**Grandezze indici rilevate in laboratorio**

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m³	18,27
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m³	26,41
w	Contenuto di acqua naturale	%	25,85

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m³	14,51
n	Porosità	%	45,05
e	Indice dei vuoti	---	0,82
s_r	Grado di saturazione	%	84,94
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m³	18,93
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m³	9,13

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. **M. MAGLIO**Direttore Laboratorio
Dr Geol. **F. MARTONE**

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 304/23
del: 07.08.2023

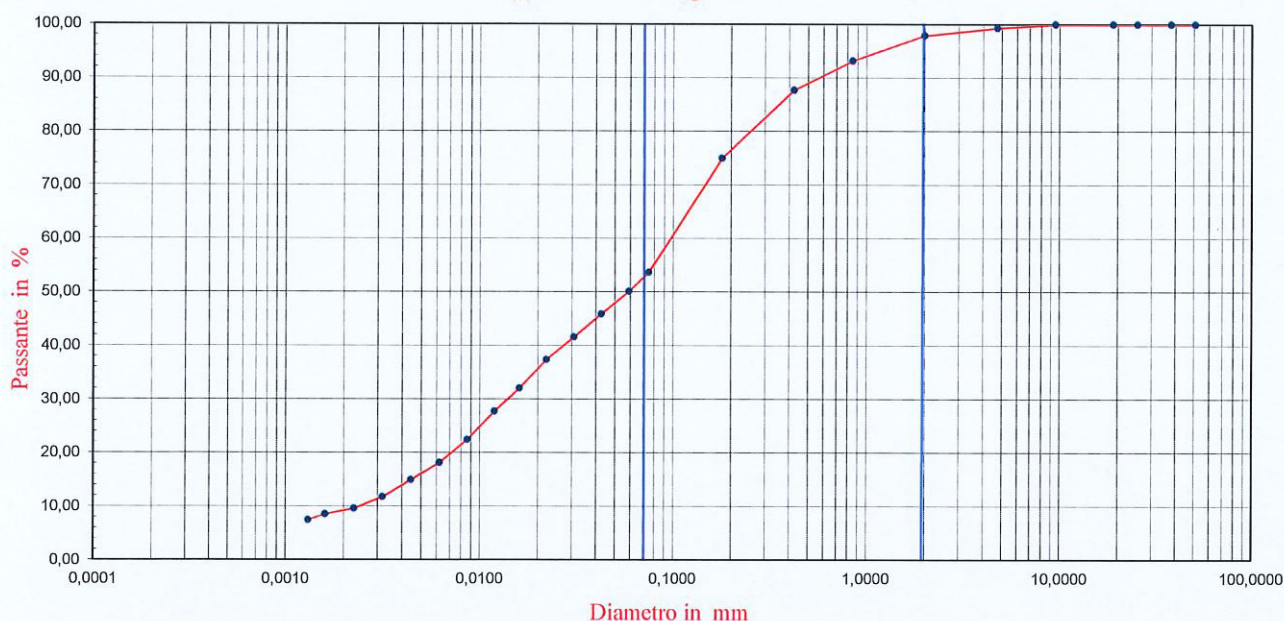
Certificato n°: 2764-2023
Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 07.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C2	6,00-6,50	indisturbato	07/08/2023

Rappresentazione grafica



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,33	97,92	93,20	87,71	74,99	53,69

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0590	0,0426	0,0308	0,0222	0,0161	0,0119	0,0086	0,0062	0,0044	0,0032	0,0023	0,0016	0,0013
P. (%)	50,17	45,90	41,63	37,36	32,02	27,75	22,41	18,14	14,94	11,74	9,61	8,54	7,47

Composizione granulometrica

Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
2,08	47,75	40,56	9,61

Definizione granulometrica:

Sabbia con limo debolmente argillosa

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. M. MAGLIO

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. F. MARTONE

LIMITI DI ATTERBERG

Norma di riferimento: CNR UNI 10014 - UNI CEN ISO/TS 17892-12

MC - 04 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°:
del:

TR 304/23
07.08.2023

Certificato n°: 2765-2023
Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

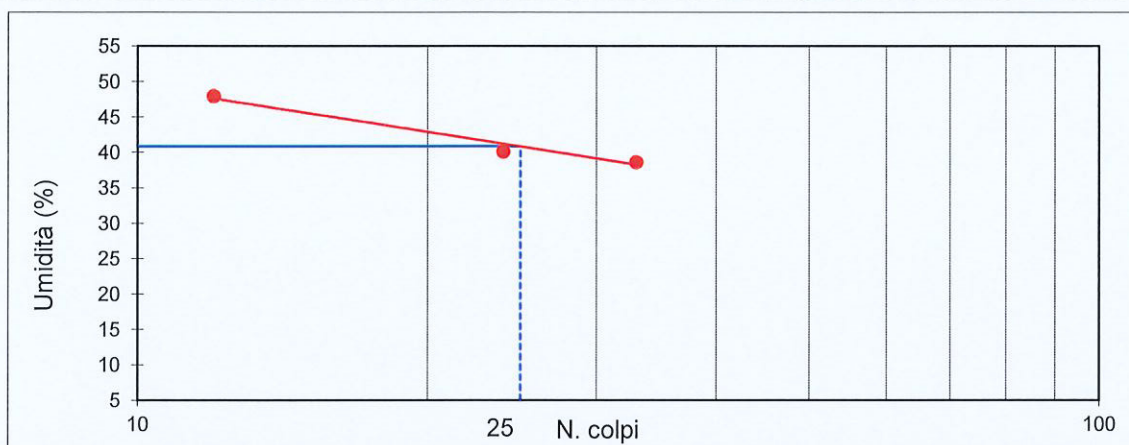
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 07.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C2	6,00-6,50	indisturbato	07/08/2023

Limite Liquido (LL)

Determinazione		P1	P2	P3	P4
Umidità	%	48,03	40,19	38,67	
N. colpi	n	12	24	33	
LL		40,88			



Limite Plastico (LP)

Determinazione		P1	P2
Umidità	%	26,63	26,10
LP	media	26,37	

Indice di Plasticità (IP) - (LL-LP)

IP	14,51
-----------	--------------

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. M. MAGLIO

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23

Certificato n°: 2766-2023

del: 07.08.2023

Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 07.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	6,00-6,50	indisturbato	07/08/2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0085	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	18,23	26,56	30,21
Provino 2	36,00	23,00	18,26	25,15	28,84
Provino 3	36,00	23,00	18,32	26,88	28,90

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	100	0,24
Provino 2	24	150	0,41
Provino 3	24	200	0,61

ATTREZZATURA UTILIZZATA: SANVITO - Anello dinamometrico Controls Matr. n. 1913

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. M. MAGLIODirettore Laboratorio
Dr Geol. F. MARTONE

Sede Legale ed Operativa: Via Assunta n°47 fraz. Falciano - CASERTA
C.F./P.IVA e numero di iscrizione R.I. CE: 03794560619 R.E.A. CE 273059
Tel/Fax 0823.341739 – e-mail info@soiltestsrli.it – p.e.c. info@pec.soiltestsrli.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23

Certificato n°: 2766-2023

del: 07.08.2023

Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

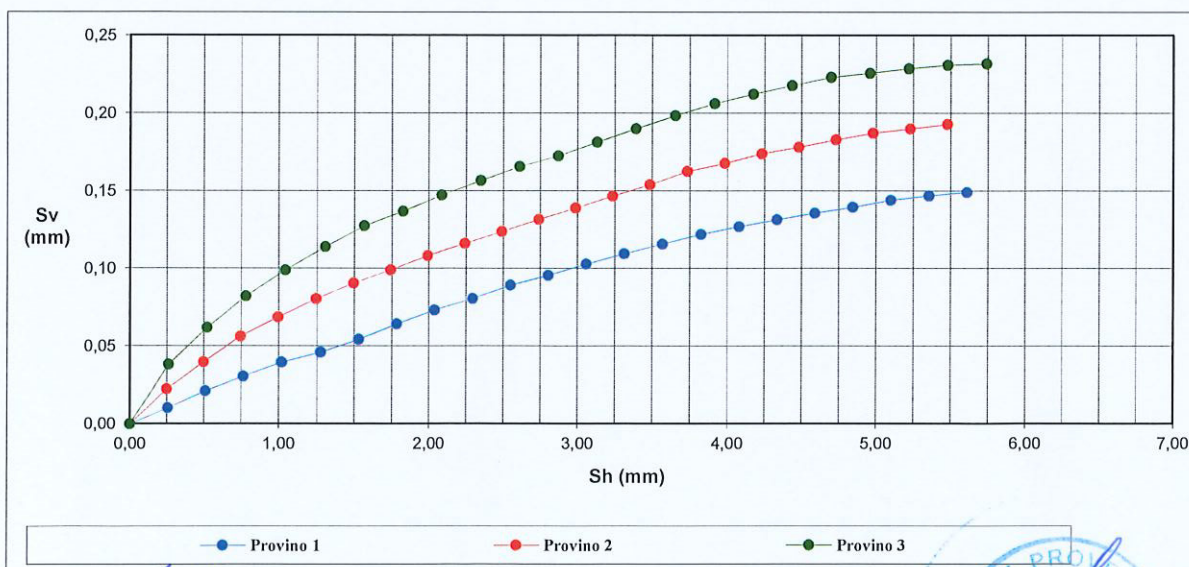
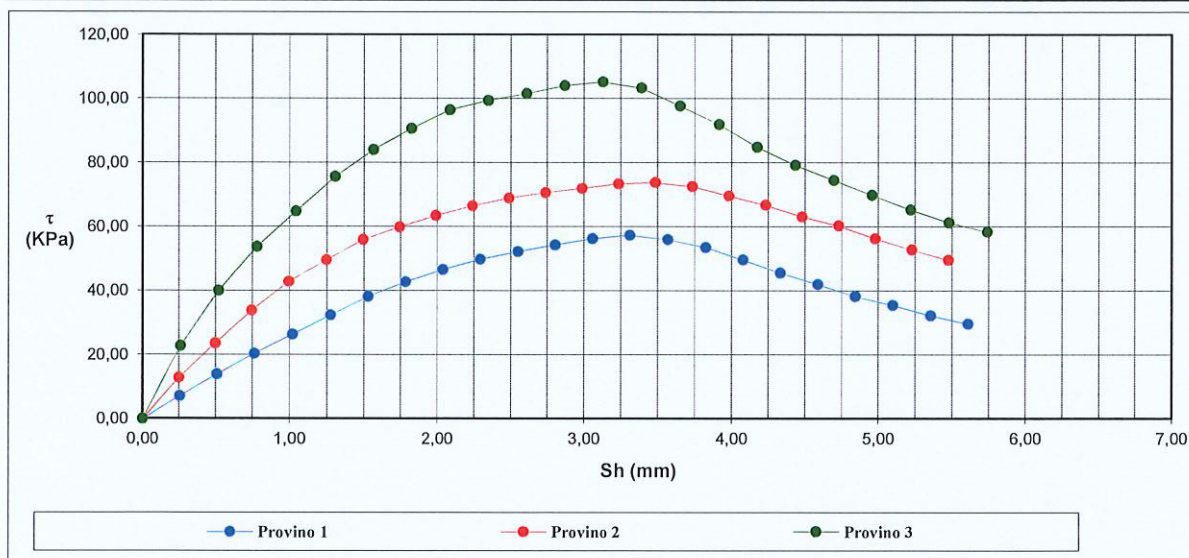
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 07.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	6,00-6,50	indisturbato	07/08/2023



Tecnico sperimentatore
Dr Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23
del: 07.08.2023

Certificato n°: 2766-2023
Data certificato: 11.08.2023

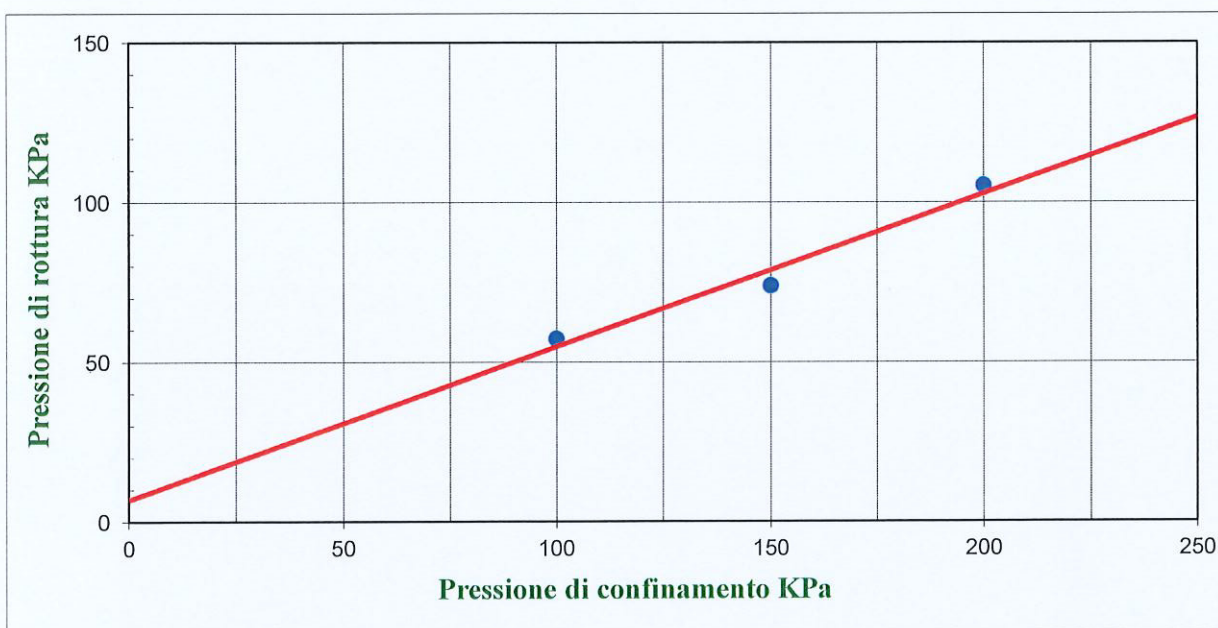
Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 07.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	6,00-6,50	indisturbato	07/08/2023

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	100,00	57,30	3,32
Provino 2	150,00	73,80	3,49
Provino 3	200,00	105,20	3,13



Risultati sperimentali

Angolo di attrito 25,59 Gradi
Coesione 6,91 KPa

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr Geol. F. MARTONE

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 304/23
del: 07.08.2023

Certificato n°: 2767-2023
Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 07.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C3	20,50-21,00	indisturbato	07/08/2023

DATI GENERALI

Contenitore:	Fustella
Diametro (cm):	9,5
Lunghezza (cm):	48,0
Peso netto campione estratto (N)	61,0

PROVE SPEDITIVE

Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Pocket vane Test (MPa)	***
Classe di Qualità (AGI)	Q5
Colore (Tabella colori Munsell)	10 YR Brown 4/3

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo sabbioso di colore marrone allo stato sciolto.

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 304/23
del: 07.08.2023

Certificato n°: 2768-2023
Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 07.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C3	20,50-21,00	indisturbato	07/08/2023

RISULTATI DELLE PROVE

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	19,26
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	26,04
w	Contenuto di acqua naturale	%	24,50

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	15,47
n	Porosità	%	40,57
e	Indice dei vuoti	---	0,68
s_r	Grado di saturazione	%	95,29
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	19,45
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	9,65

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 304/23**
del: **07.08.2023**

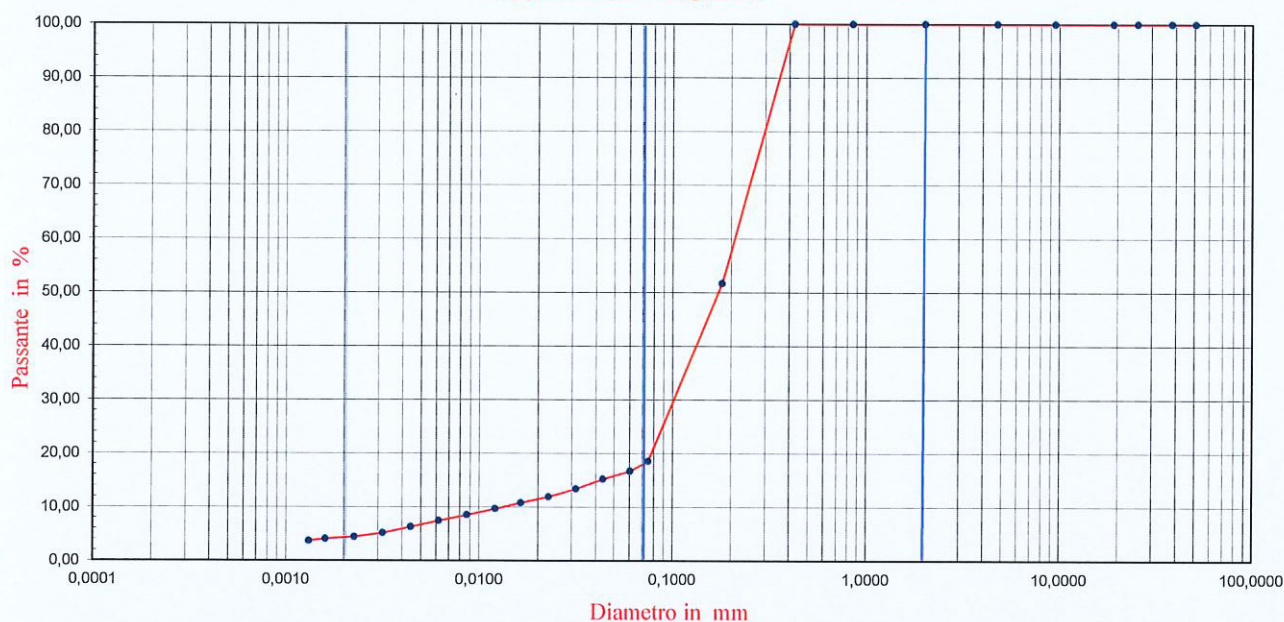
Certificato n°: **2769-2023**
Data certificato: **11.08.2023**

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7
Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)
Data di prova: 07.08.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C3	20,50-21,00	indisturbato	07/08/2023

Rappresentazione grafica



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23

Certificato n°: 2770-2023

del: 07.08.2023

Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 07.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C3	20,50-21,00	indisturbato	07/08/2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0115	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	19,26	24,82	24,57
Provino 2	36,00	23,00	19,20	24,18	23,29
Provino 3	36,00	23,00	19,33	25,75	22,34

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	100	0,47
Provino 2	24	200	0,88
Provino 3	24	300	1,35

ATTREZZATURA UTILIZZATA: Matest - S277-01N/AE/0009

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 2 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23

Certificato n°: 2770-2023

del: 07.08.2023

Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 07.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C3	20,50-21,00	indisturbato	07/08/2023

Dati relativi al provino 1

σ_v 100 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
15	0,17	0,010	0,029	8,0										
30	0,35	0,020	0,054	14,9										
45	0,52	0,029	0,080	22,3										
60	0,69	0,039	0,100	27,8										
75	0,86	0,047	0,117	32,6										
90	1,04	0,054	0,128	35,5										
105	1,21	0,064	0,140	38,8										
120	1,38	0,070	0,148	41,0										
135	1,55	0,078	0,155	43,0										
150	1,73	0,087	0,159	44,3										
165	1,90	0,092	0,163	45,2										
180	2,07	0,099	0,166	46,2										
195	2,24	0,107	0,170	47,2										
210	2,42	0,114	0,172	47,8										
225	2,59	0,119	0,175	48,5										
240	2,76	0,125	0,177	49,1										
255	2,93	0,132	0,178	49,4										
270	3,11	0,139	0,180	50,1										
285	3,28	0,145	0,180	50,1										
300	3,45	0,149	0,176	48,8										
315	3,62	0,154	0,173	48,0										
330	3,80	0,158	0,167	46,5										
345	3,97	0,161	0,163	45,2										
360	4,14	0,167	0,156	43,3										
375	4,31	0,171	0,154	42,7										
390	4,49	0,174	0,148	41,0										
405	4,66	0,176	0,144	40,0										
420	4,83	0,179	0,142	39,4										

Pressione a rottura 50,1 (KPa)

Deformazione a rottura 3,28 (mm)

Tecnico sperimentatore

Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio

Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 3 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23

del: 07.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 07.08.2023

Certificato n°: 2770-2023

Data certificato: 11.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C3	20,50-21,00	indisturbato	07/08/2023

Dati relativi al provino 2

σ_v 200 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
15	0,17	0,020	0,052	14,4										
30	0,34	0,035	0,089	24,7										
45	0,51	0,048	0,123	34,2										
60	0,68	0,061	0,156	43,4										
75	0,86	0,072	0,182	50,6										
90	1,03	0,086	0,199	55,4										
105	1,20	0,100	0,220	61,2										
120	1,37	0,109	0,239	66,4										
135	1,54	0,119	0,256	71,2										
150	1,71	0,127	0,267	74,1										
165	1,88	0,134	0,278	77,3										
180	2,05	0,142	0,291	80,7										
195	2,22	0,151	0,297	82,4										
210	2,39	0,159	0,302	84,0										
225	2,57	0,167	0,305	84,7										
240	2,74	0,175	0,312	86,8										
255	2,91	0,182	0,315	87,6										
270	3,08	0,190	0,320	89,0										
285	3,25	0,196	0,326	90,5										
300	3,42	0,200	0,327	90,8										
315	3,59	0,205	0,329	91,4										
330	3,76	0,209	0,326	90,5										
345	3,93	0,212	0,321	89,3										
360	4,10	0,216	0,312	86,8										
375	4,28	0,220	0,298	82,7										
390	4,45	0,222	0,292	81,0										
405	4,62	0,223	0,282	78,4										
420	4,79	0,225	0,272	75,5										

Pressione a rottura 91,4 (KPa)

Deformazione a rottura 3,59 (mm)

Tecnico sperimentatore

Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio

Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 4 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23

del: 07.08.2023

Certificato n°:

2770-2023

Data certificato:

11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 07.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C3	20,50-21,00	indisturbato	07/08/2023

Dati relativi al provino 3

σ_v 300 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
15	0,18	0,028	0,094	26,2										
30	0,35	0,048	0,171	47,5										
45	0,53	0,063	0,227	63,0										
60	0,70	0,078	0,278	77,2										
75	0,88	0,096	0,314	87,3										
90	1,05	0,107	0,352	97,9										
105	1,23	0,123	0,379	105,4										
120	1,40	0,133	0,399	110,8										
135	1,58	0,143	0,421	117,0										
150	1,76	0,152	0,435	120,9										
165	1,93	0,164	0,446	123,8										
180	2,11	0,175	0,453	125,7										
195	2,28	0,183	0,465	129,3										
210	2,46	0,193	0,473	131,3										
225	2,63	0,203	0,475	132,0										
240	2,81	0,213	0,483	134,1										
255	2,98	0,222	0,490	136,0										
270	3,16	0,228	0,494	137,3										
285	3,33	0,233	0,495	137,6										
300	3,51	0,237	0,496	137,9										
315	3,69	0,243	0,499	138,7										
330	3,86	0,248	0,504	140,0										
345	4,04	0,252	0,510	141,6										
360	4,21	0,258	0,509	141,3										
375	4,39	0,262	0,504	140,0										
390	4,56	0,268	0,492	136,7										
405	4,74	0,272	0,482	133,9										
420	4,91	0,277	0,467	129,8										

Pressione a rottura 141,6 (KPa)

Deformazione a rottura 4,04 (mm)

Tecnico sperimentatore

Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio

Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23

Certificato n°: 2770-2023

del: 07.08.2023

Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

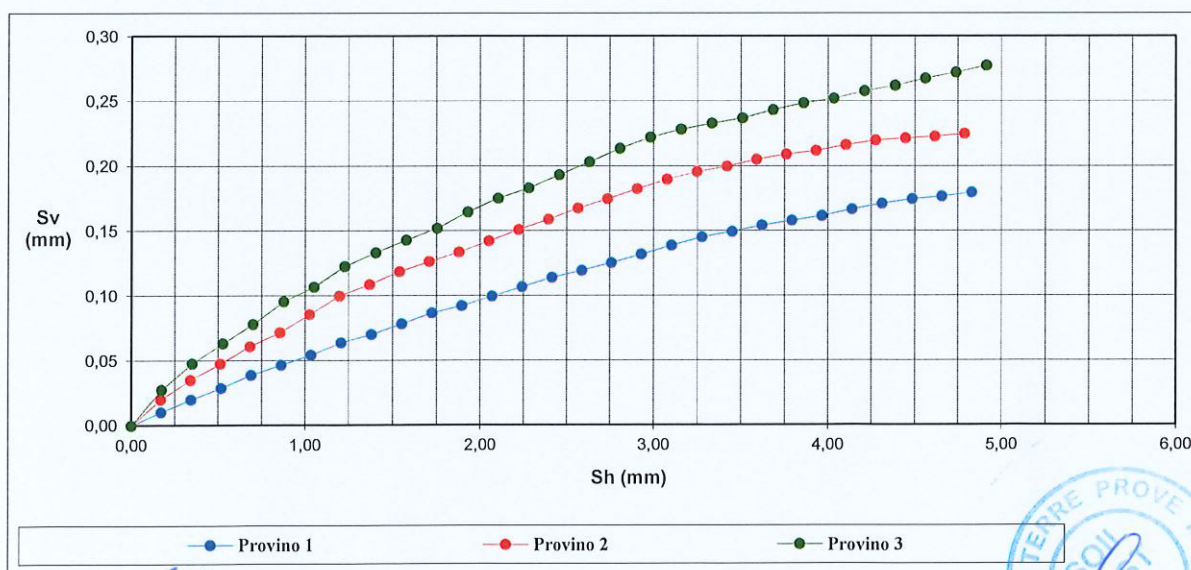
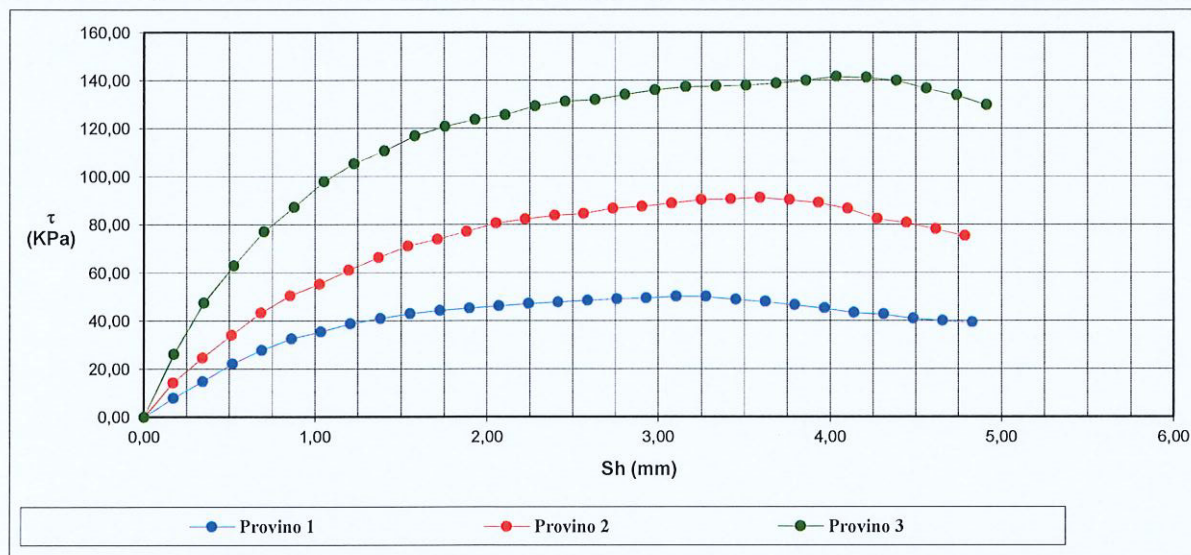
Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

Data di prova: 07.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C3	20,50-21,00	indisturbato	07/08/2023



Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 304/23

Certificato n°: 2770-2023

del: 07.08.2023

Data certificato: 11.08.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani

Cantiere: Intervento edificatorio CPS7

Località: Via Generale Clark - Salerno (SA)

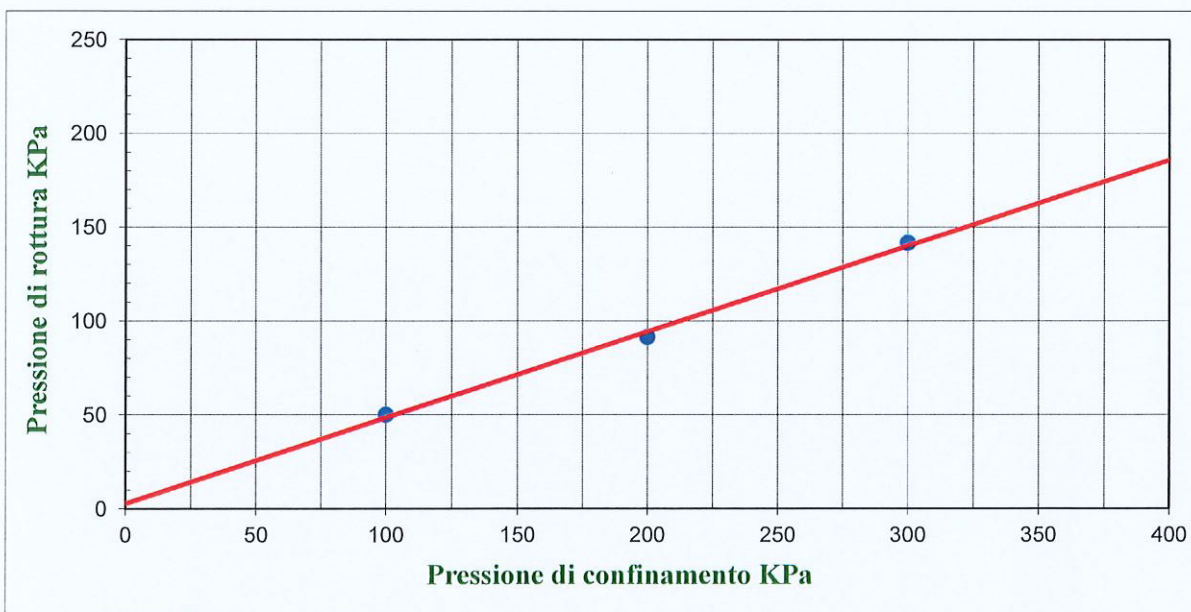
Data di prova: 07.08.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C3	20,50-21,00	indisturbato	07/08/2023

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	100,00	50,10	3,28
Provino 2	200,00	91,40	3,59
Provino 3	300,00	141,60	4,04

**Risultati sperimentali**

Angolo di attrito	24,58	Gradi
Coesione	2,86	KPa

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIODirettore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE



Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – Pali – Micropali

Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202

E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618

ISO 9001:2015 QMS-05065959-19

*Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini Geognostiche
valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA*

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO

METODO MASW

(Multi-channel Analysis of Surface Waves)

Committente: *Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani per conto della Soc. IRGEN srl*

Oggetto: *Intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno*

Località: *Via Generale Clark - Salerno (SA)*

Data: *Agosto 2023*

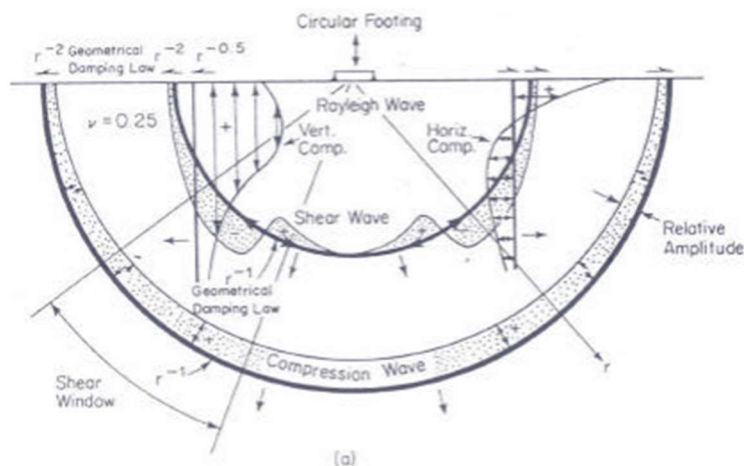
Il consulente

I.GEO S.a.s.
di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)
Part.Iva E Cda. Fisc. 01956710618

FONDAMENTI TEORICI DEL METODO MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, ossia onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980). La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. Quando si energizza il sito in un punto della sua superficie libera si generano i diversi tipi di onde. Se la sorgente è perpendicolare alla superficie libera si generano onde appartenenti al piano verticale: onde P, onde SV, onde Rayleigh, onde rifratte. Se la sorgente è parallela alla superficie libera si generano onde appartenenti al piano orizzontale: onde SH, onde di Love. Nel metodo MASW si usano le sole onde di Rayleigh e si trascurano gli effetti dovuti alle onde P e SV. Sebbene una sorgente puntiforme verticale generi anche le onde P e le onde S oltre alle onde Rayleigh, intervengono due aspetti che rendono il contributo delle onde di Rayleigh prevalente sul contributo delle onde P e SV. Il primo aspetto è che le onde Rayleigh trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente. Il secondo aspetto è che allontanandosi dalla sorgente le onde di Rayleigh subiscono un'attenuazione geometrica inferiore rispetto alle onde P e SV, perchè le onde Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, invece le onde P e SV si propagano secondo fronti d'onda sferici.

Fig. 1: Onde generate da una sorgente armonica verticale sulla superficie libera di un semispazio omogeneo e ripartizione dell'energia tra onde P, S e Rayleigh per coefficiente di Poisson $\nu=0,25$. (Richart et al., 1970).



Quando si misurano le onde superficiali lungo uno stendimento di ricevitori sulla superficie di un sito energizzato in un punto, si dispone del campo di moto, spostamenti o velocità o accelerazioni, nel dominio spazio-tempo. La perturbazione generata dalla energizzazione contiene al suo interno tutti i diversi modi o onde di Rayleigh, che formano un unico treno d'onda e non si sono ancora separati o dispersi. Affinché il fenomeno di dispersione dei diversi modi di Rayleigh abbia luogo occorre porsi ad una distanza sufficiente dalla sorgente. Quando si trasforma il campo di moto dal dominio spazio-tempo al dominio frequenza-numero d'onda oppure in maniera equivalente al dominio velocità di fase-frequenza per rappresentare la relazione di dispersione, allora si scopre che non è in genere possibile misurare separatamente le curve modali previste dalla teoria. Anziché ottenere le curve modali separate si ottiene un'unica curva denominata curva apparente o effettiva. La curva apparente o effettiva che si ottiene dalle tracce misurate in sito è il risultato dell'interazione tra tutti i modi di Rayleigh e lo stesso sistema di misura costituito dai ricevitori. La configurazione dei ricevitori nello stendimento può influenzare il valore che la curva di dispersione apparente assume a certe frequenze. Indipendentemente dal disturbo apportato dal sistema di misura, la curva apparente è comunque data dall'interazione dei diversi modi di Rayleigh. In funzione delle caratteristiche geometriche (spessori) e meccaniche (V_s , V_p , densità di massa) degli strati di terreno alcuni modi di Rayleigh possono risultare predominanti rispetto agli altri modi in certi intervalli di frequenza. Generalmente quando la rigidità degli strati aumenta gradualmente con la profondità il modo fondamentale di Rayleigh risulta predominante a tutte le frequenze.

Il metodo MASW consiste in tre fasi (Roma, 2002):

- (1) la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale,
- (2) la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica,
- (3) la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore H , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p (o in maniera alternativa alle velocità V_p è possibile assegnare il coefficiente di Poisson ν), la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

INDAGINI ESEGUITE

Su incarico della Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani e per conto della Soc. IRGEN srl, in merito all' intervento edilizio CPS7, è stata eseguita una campagna di indagine geofisica che ha previsto l'esecuzione di n° 1 MASW, in Via generale Clark, nel territorio comunale di Salerno (NA), al fine di comprendere i rapporti sismo-stratigrafici dei principali litotipi costituenti il sottosuolo dell'area di studio ottemperando a quanto previsto dal D. M. del 17 gennaio 2018.

L' indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo multicanale M.A.E. X820S, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00005 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break)
- filtri High Pass e Band Reject
- "Automatic Gain Control"
- convertitore A/D a 24 bit
- 24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz
- Power 12 V

Il trigger è dato da un geofono starter esterno, con possibilità di pre-trigger (0-10 ms). Sono stati utilizzati 12 ricevitori (geofoni) da 4,5 Hz capaci di misurare il campo di moto della direzione verticale, e come sorgente energizzante, una massa battente (martello) da 8 Kg battuta su una piastra metallica.



Fig.2 – Esempio di stendimento sismico MASW

METODOLOGIA OPERATIVA ED INTERPRETATIVA

Per quanto riguarda la metodologia operativa, il profilo MASW è stato eseguito utilizzando n° 12 geofoni allineati sul terreno con un'inter-distanza di 2 metri; i punti di scoppio sono stati posizionati ad una delle estremità del profilo a distanze di 2,00 m, 4,00 m e 6,00 m dal geofono n° 1. La scelta dei tre scoppi è stata effettuata per avere la certezza di generare la dispersione delle onde superficiali a prescindere dai differenti litotipi presenti nel sottosuolo dell'area investigata.

Per quanto riguarda, invece, la metodologia interpretativa, il software EASY MASW consente di analizzare dati sismici (common-shot gathers acquisiti in campagna) in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio). Tale risultato è ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

La procedura si sviluppa in quattro operazioni svolte in successione:

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

Il software EASY MASW è caratterizzato dai seguenti aspetti:

- Consente di considerare i modi superiori (fino a 50 modi) delle onde di Rayleigh.
- Consente di eseguire sia una ricerca manuale sia una ricerca automatica del profilo di velocità delle onde di taglio Vs.
- Consente di elaborare le tracce misurate per determinare la curva di dispersione sperimentale.
- Consente di calcolare la V_{seq} del sito esaminato.
- Consente di stimare un errore del profilo di velocità Vs sulla base del grado di incertezza dei dati misurati in sito.

- Consente di analizzare siti inversamente dispersivi con forti contrasti di rigidezza tra i diversi strati di terreno e/o roccia.
- Consente di considerare l'influenza della falda.
- Consente di mantenere costanti le velocità V_s di alcuni strati e di variare le V_s degli altri strati del profilo stratigrafico.

Di seguito vengono riportate le risultanze dell'indagine eseguita.

VISUALIZZAZIONE FORMA D'ONDA

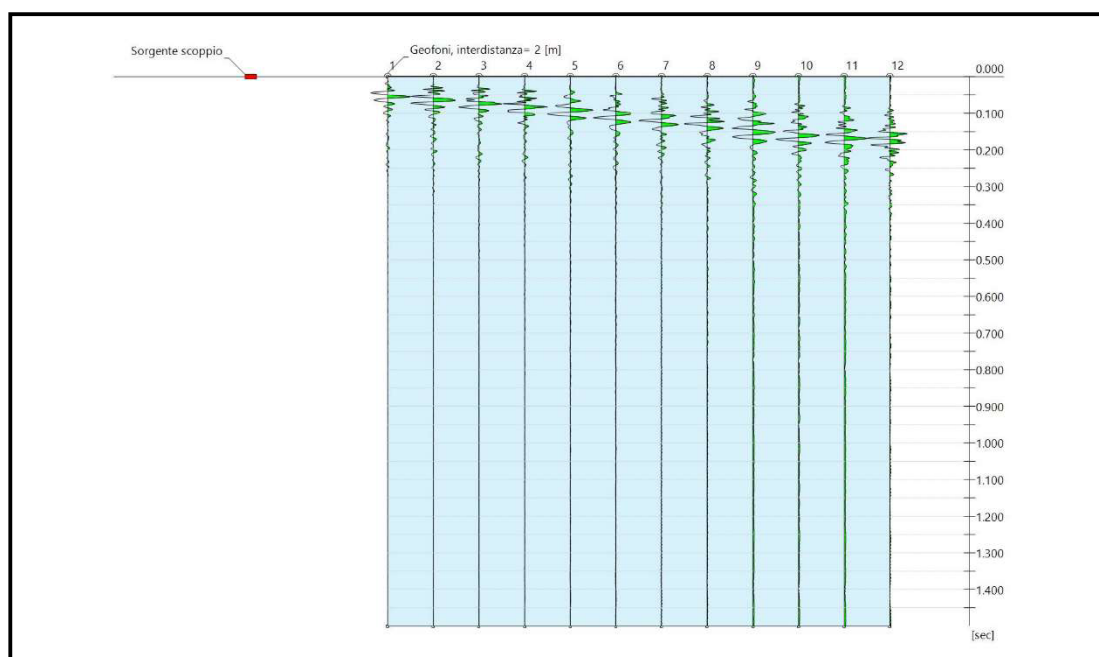


Fig.4 – Tracce acquisite in sito

VISUALIZZAZIONE SPETTRO F-K

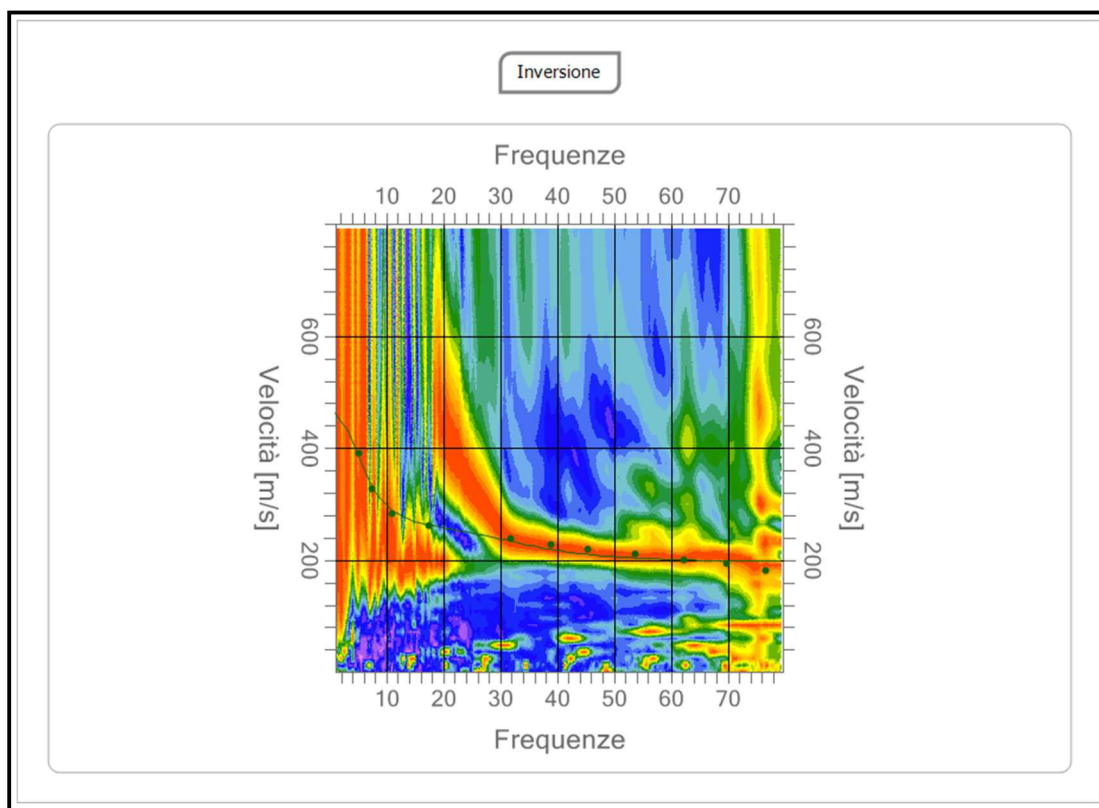


Fig.5 – Spettro f-k del segnale sismico acquisito

GRAFICO VELOCITA' V_s

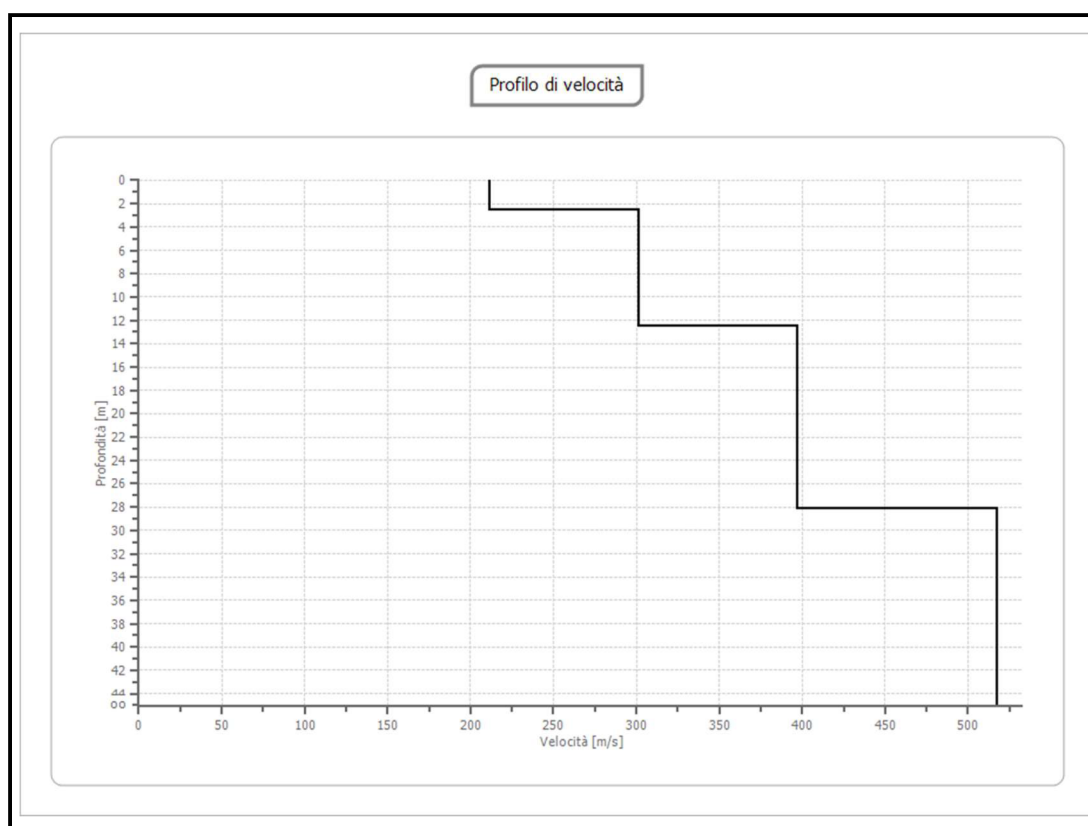


Fig.6 - Profilo di velocità V_s iniziale e finale rappresentati graficamente e riportate numericamente nella pagina successiva.

RISULTATI

Sono stati individuati *n. 4* sismo-strati principali alle seguenti profondità e alle rispettive velocità delle onde S:

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	V_p [m/sec]	V_s [m/sec]
1	2.50	2.50	1500.0	0.30	395	211
2	12.50	10.00	1550.0	0.30	564	302
3	28.00	15.50	1600.0	0.30	743	397
4	oo	oo	1650.0	0.30	968	517

Percentuale di errore

0.086 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.036

Gli spessori rilevati e le relative velocità delle onde S hanno portato alla seguente determinazione della V_{sEQ} a partire dal piano di riferimento: $z = 0$

$V_{sEQ} =$	30	341	m/s
	$\Sigma h_i/V_i$		

Categoria di suolo tipo: **C**

APPENDICE

Tipo di suolo

Tipo 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.

Tipo 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 di valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

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

Tipo 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 m/s e 180 m/s.

Tipo 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.

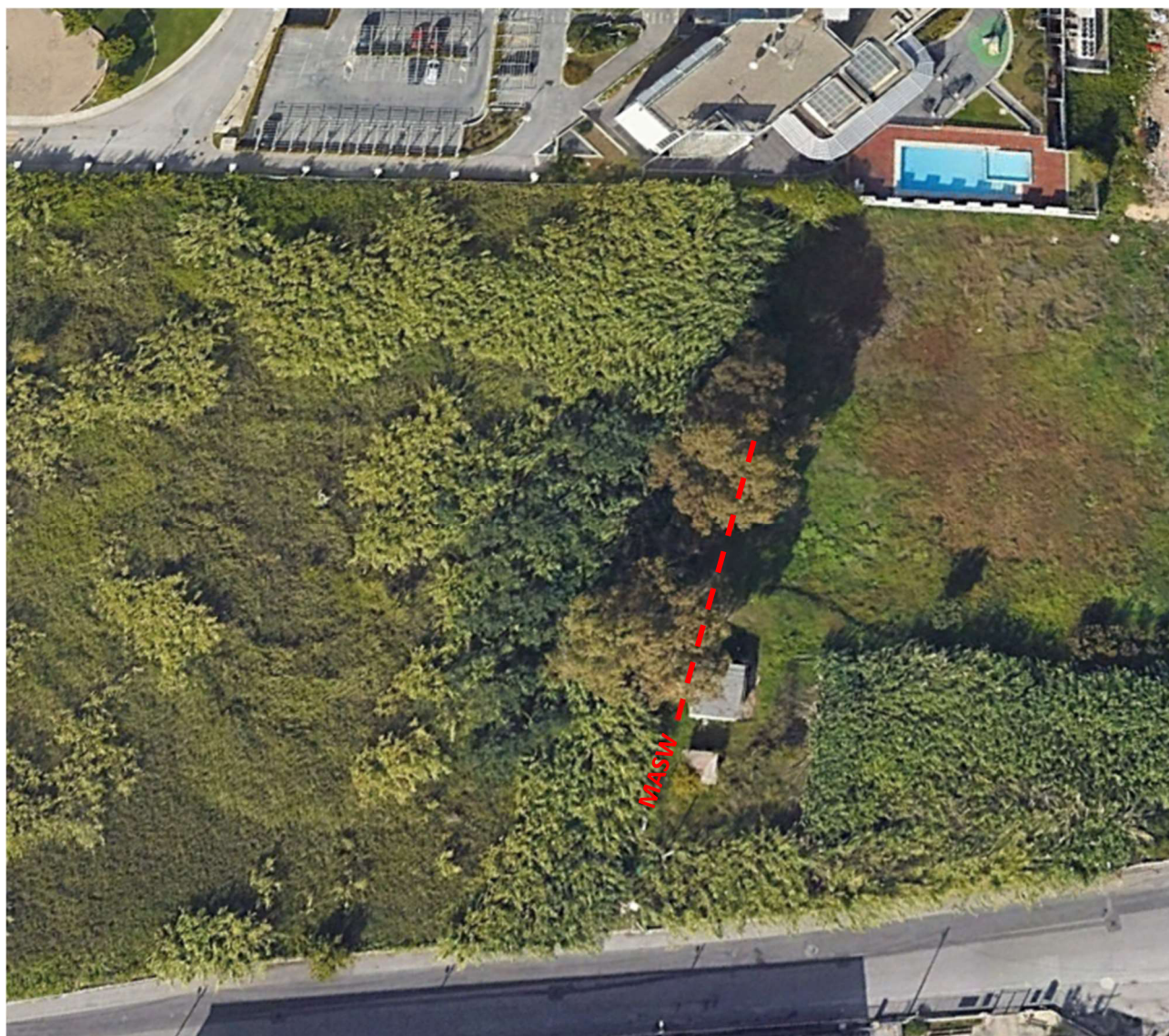
Pastorano, Agosto 2023

I.GEO S.a.s.
di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro 2 PASTORANO (CE)
Part.Iva E Codi. Fisc. 01958710618

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



UBICAZIONE DELL'INDAGINE ESEGUITA





Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – Pali – Micropali

Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202

E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618

ISO 9001:2015 QMS-05065959-19

*Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini Geognostiche
valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA*

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO

METODO HVSR

(Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

Committente: *Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani per conto della Soc. IRGEN srl*

Oggetto: *Intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno*

Località: *Via Generale Clark - Salerno (SA)*

Data: *Agosto 2023*

Il consulente

S. Di Stefano
I.GEO S.a.s.
di DIONOFIO GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)
Part.Iva e Cod. Fisc. 01956710618

FONDAMENTI TEORICI DEL METODO HVSR

La tecnica dei rapporti spettrali *HVSR* consente di stimare l'effetto di sito, legato ad una copertura sedimentaria, a partire da registrazioni di rumore sismico a singola stazione secondo tre componenti ortogonali. Il rapporto spettrale HVSR esibisce un picco in corrispondenza della frequenza fondamentale di sito, stimabile secondo la relazione:

$$f_0 = V_s/4H.$$

Nella sua formulazione originaria, proposta da Nakamura (1989) tale metodologia assume che i microtremori consistano di onde di volume e di superficie che si propagano in un singolo strato soffici su semispazio e che la presenza di questo strato sia la causa dell'amplificazione di sito. Nel caso in cui nel campo d'onda predominano onde del tipo S_H , tale metodologia fornisce una buona stima della funzione di amplificazione della copertura sedimentaria, consentendo di separare i termini di sorgente-percorso e di sito tramite i rapporti tra le componenti del moto, senza utilizzare alcun sito di riferimento. Nel dominio delle frequenze, quattro sono gli spettri coinvolti: le componenti orizzontali e verticali del moto in superficie (H_S e V_S) e alla base dello strato (H_B e V_B).

Le ipotesi su cui si basa la tecnica di Nakamura sono le seguenti:

- i microtremori sono generati da sorgenti locali, e non da sorgenti profonde il cui contributo viene trascurato;
- le sorgenti dei microtremori in superficie non influenzano i microtremori alla base;
- la componente verticale del moto non risente di effetti di amplificazione locale.

Sotto queste ipotesi, il rapporto fra le componenti verticali del moto in superficie ed alla base contiene solo termini delle sorgenti locali $A_S(\omega)$ e delle sorgenti alla base $A_B(\omega)$, ed è pari a:

$$R_v(\omega) = \frac{V_S(\omega)}{V_B(\omega)} = \frac{A_S(\omega)}{A_B(\omega)}$$

mentre il rapporto fra l'ampiezza dello spettro della componente orizzontale del moto in superficie (H_S) e alla base dello strato (H_B), contiene oltre che il termine di sorgente anche

il termine di amplificazione di sito in superficie $S(\omega)$ e può essere espresso nel seguente modo:

$$R_h(\omega) = \frac{H_S(\omega)}{H_B(\omega)} = \frac{A_S(\omega)S_S(\omega)}{A_B(\omega)}$$

Per rimuovere l'effetto di sorgente dai segnali, Nakamura divide i due rapporti R fra loro ottenendo così la seguente espressione per la funzione di trasferimento di sito:

$$\frac{R_h(\omega)}{R_v(\omega)} = S_S(\omega) = \frac{H_S(\omega)}{H_B(\omega)} \cdot \frac{V_B(\omega)}{V_S(\omega)}$$

Ipotizzando infine che alla base dei sedimenti l'ampiezza spettrale della componente verticale e di quella orizzontale siano uguali e cioè:

$$\frac{V_B(\omega)}{H_B(\omega)} = 1$$

il fattore di amplificazione del moto orizzontale in superficie potrà essere valutato direttamente nel seguente modo:

$$S(\omega) = \frac{H_S(\omega)}{V_S(\omega)}$$

Le varie ipotesi sono state verificate sperimentalmente dallo stesso Nakamura con misure di microtremori in superficie e in pozzo. Le stesse assunzioni sono state verificate anche numericamente da altri autori, confrontando i risultati ottenuti con modelli di propagazione di onde di Rayleigh, modelli di propagazione 1D di onde S e con modelli di generazione sintetica di rumore. Le conclusioni a cui sono giunti gli studi suddetti sono che il picco visibile nei rapporti HVSR, ottenuti con il rumore simulato, è indipendente dalle caratteristiche della sorgente del rumore ed è invece fortemente dipendente dalla stratigrafia del terreno. Nel caso in cui il campo d'onda sia prevalentemente costituito da onde superficiali di Rayleigh, la funzione HVSR calcolata fornisce una buona stima della funzione di ellitticità del modo fondamentale di oscillazione dell'onda di Rayleigh (Nogoshi and Igarashi 1970, Fah et al., 2001, Fah et al., 2003, Nunziata 2007). Essa viene utilizzata per stimare il picco di ellitticità che si verifica in corrispondenza della frequenza fondamentale di sito F_0 . La funzione HVSR è pertanto strettamente dipendente dalle caratteristiche dinamiche e dallo spessore della copertura sedimentaria.

In genere non essendo nota *a priori* la natura del campo d'onda del rumore sismico, la correlazione tra la funzione HVSR e la funzione di trasferimento S_H può non essere verificata in termini di ampiezza assoluta, evidenziando al contrario una certa stabilità nella frequenza di picco, coincidente con la frequenza di risonanza della struttura sedimentaria.

Operativamente la funzione *HVSR* viene definita a partire da serie temporali superiori a 15 min., acquisite secondo le tre componenti del moto. Le registrazioni di rumore sismico vengono sottoposte ad operazioni di rimozione della media, di *detrending*, e di filtraggio in un'opportuna banda di frequenza di interesse. Successivamente vengono suddivise in finestre temporale regolari (20 – 40 s) (Fig. 2), applicando ad esse una funzione di *tapering* per minimizzare gli effetti di troncamento della serie temporale. Per ogni singola finestra vengono calcolate le trasformate di Fourier, in un'opportuna banda di frequenze, applicando agli spettri di ampiezza definiti una funzione di *smoothing* (lisciamento). Per ogni singola finestra temporale viene calcolato un funzione spettrale HVSR come rapporto tra la media aritmetica o del modulo degli spettri delle componenti orizzontali e quello della componente verticale. Successivamente i singoli rapporti spettrali sono mediati sull'intero intervallo temporale, definendo una funzione media HVSR, caratteristica del sito d'indagine (Fig. 3).

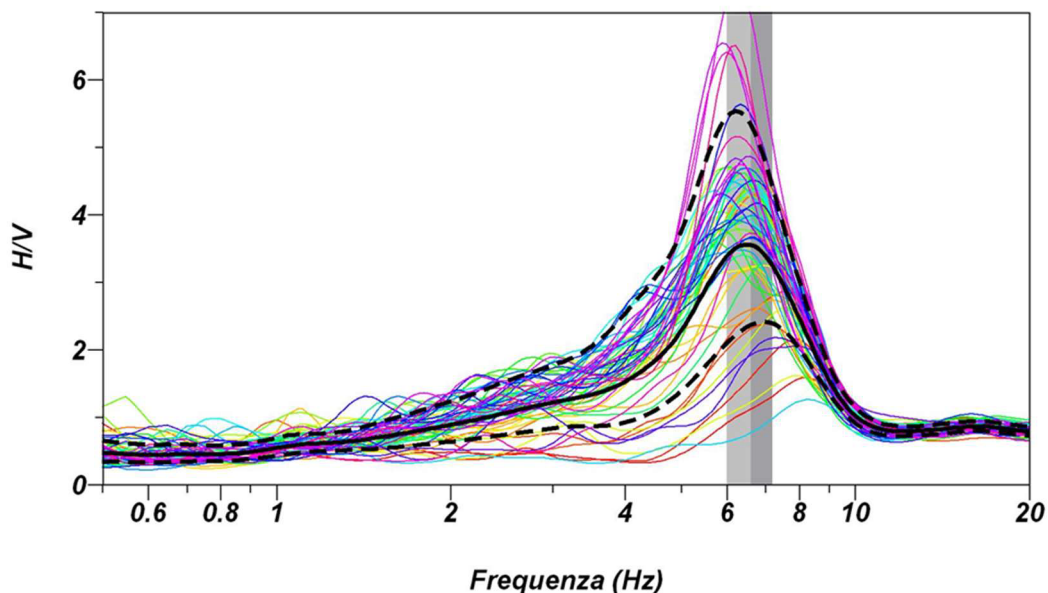


Fig. 1 – Funzione media HVSR (curva nera) e relativa deviazione standard (curve nere tratteggiate) ottenuta dalle 120 finestre di 30 s in cui sono suddivisi i segnali di figura 4. Le bande opache indicano la frequenza di picco (6.6 Hz) con relativa deviazione standard della funzione HVSR.

INDAGINI ESEGUITE

Su incarico della Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani e per conto della Soc. IRGEN srl, in merito all'intervento edilizio CPS7, è stata eseguita una campagna di indagine geofisica che ha previsto l'esecuzione di n° 1 HVSR eseguita in Via Generale Clark, nel territorio comunale di Salerno (SA), al fine di stimare la frequenza di risonanza riguardante il sottosuolo dell'area di studio ottemperando a quanto previsto dal D. M. del 17 gennaio 2018.

METODOLOGIA OPERATIVA ED INTERPRETATIVA

La misura di micro-tremori è stata acquisita con una frequenza di campionamento di 251 Hz e protratta per un intervallo temporale di 30 minuti.

L'acquisizione dei micro-tremori è stata effettuata con l'ausilio di un tromografo S3S2 della M.A.E a tre componenti con risoluzione a 24 bit del peso di circa 4 kg (Fig. 9). Esso consente la registrazione del moto del suolo in un *range* di frequenze compreso tra 0.1 – 1024 Hz. Il tromografo è alimentato da due batterie stilo (1.5 V) che garantiscono oltre 100 ore di registrazione in continuo. Lo strumento è dotato di tre piedini intercambiabili che lo rendono utilizzabile sia sul terreno che su asfalto. Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche dello strumento.

Geofoni con frequenza 2Hz

- Componente verticale n.1**
- Componenti orizzontali n.2**
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi**
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiera di regolazione e bolla di livello**
- Contenitore: alluminio**
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm**
- Peso: 4 Kg**
- Grado di protezione: IP65**
- Codice HS: 90158011**

- Frequenza naturale: $2 \pm 0,75$ Hz
- Resistenza della bobina a $25^{\circ} \text{C} \pm 5\%$: 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a $3810 \text{ Ohm} \pm 10\%$: 2 V / in / sec



Fig.2 – Tromografo mod. S3S2 della MAE.

Per quanto riguarda la fase di elaborazione ed interpretazione dei dati, l'algoritmo di inversione utilizzato nel presente lavoro è quello proposto da Wathelet (2008). Esso si basa sull'approccio non lineare degli "intorni" (*neighbourhood algorithm*) proposto da Sambridge (1999) ed adattato dal precedente autore nella formulazione di problemi inversi relativi alle proprietà delle onde superficiali di Rayleigh (dispersione, autocorrelazione, ellitticità). Tale algoritmo rappresenta un'ottimizzazione del metodo di inversione di tipo Monte Carlo che prevede il campionamento random di un predefinito spazio dei parametri al fine di determinare il migliore *best fit* tra i dati sperimentali ed i valori teorici calcolati. Quando la dimensione dello spazio dei parametri cresce, la generazione di modelli random può non essere efficace per un'adeguata esplorazione dello spazio stesso. L'algoritmo di Sambridge (1999) propone pertanto una partizione dello spazio dei parametri in celle nelle quali ricadono solo i modelli con una discrepanza accettabile tra valori teorici e dati sperimentali. L'algoritmo di calcolo prevede la generazione random di n modelli, uniformemente distribuiti nelle celle, per i quali una funzione di *misfit* viene calcolata. La cella in cui ricade il modello

con minore *misfit* viene successivamente suddivisa in m nuove celle per le quali n nuovi modelli vengono generati. Il processo di calcolo ha termine nel momento in cui viene raggiunta la condizione di *misfit* definita *a priori* e per la quale saranno soluzione del problema inverso n modelli di velocità delle onde di taglio. La funzione di misfit è definita come:

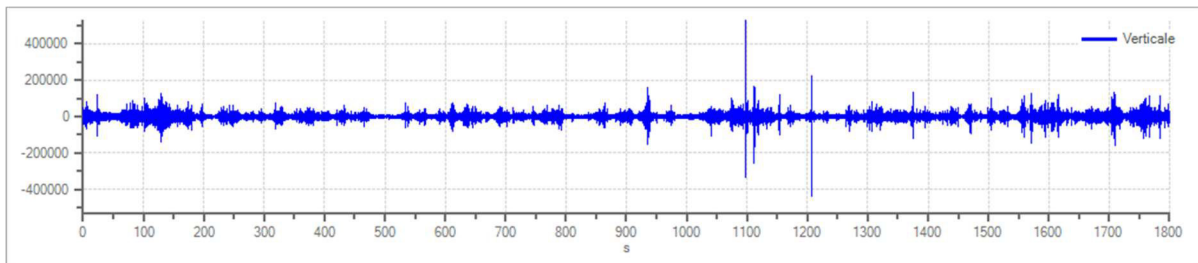
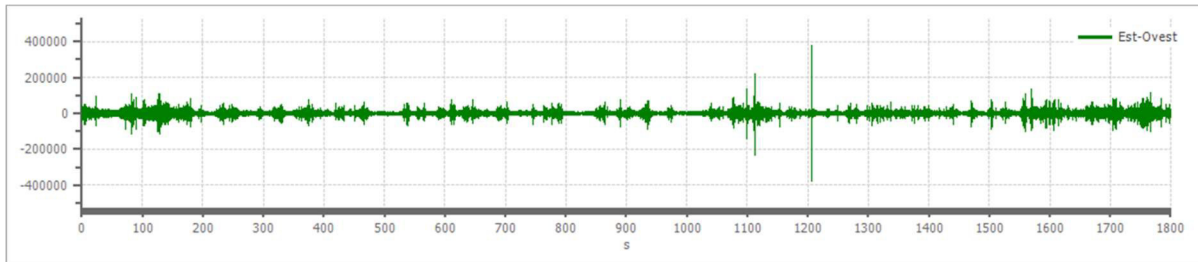
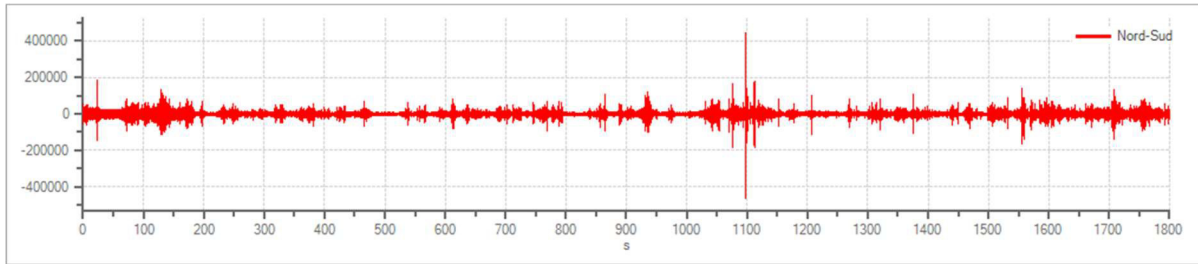
$$\sqrt{\sum_{i=1}^{n_f} \frac{(x_{si} - x_{ti})^2}{\sigma_i^2 n_F}}$$

dove x_{si} e x_{ti} rappresentano rispettivamente i valori sperimentali e teorici per le *iesime* frequenze; σ_i rappresenta l'errore sulla misura e n_F indica il numero di frequenze campionate.

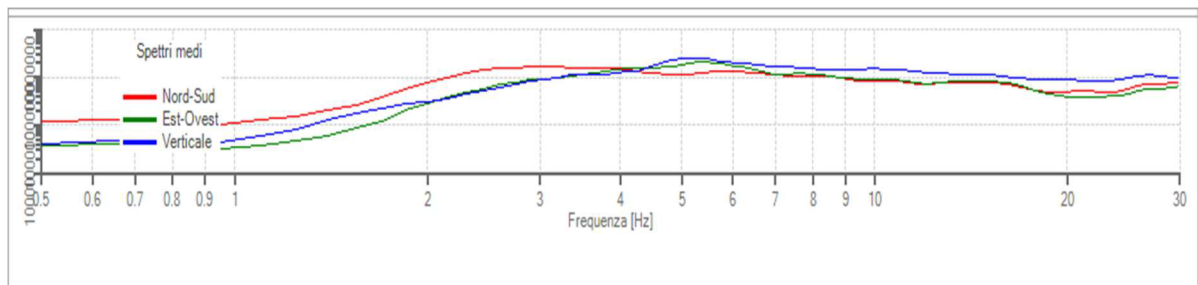
La registrazione dei micro-tremori è stata suddivisa in finestre temporali di 20 s per le quali sono stati calcolati gli spettri di ampiezza delle tre componenti, in un' intervallo di frequenze compreso tra 1 – 20 Hz; essi sono stati lisciati utilizzando la funzione proposta da Konno e Ohmachi (1998). Per ogni finestra temporale è stata definita una funzione HVSR successivamente mediata nell'intero intervallo temporale (Fig. 14).

Di seguito vengono riportate le risultanze dell'indagine eseguita.

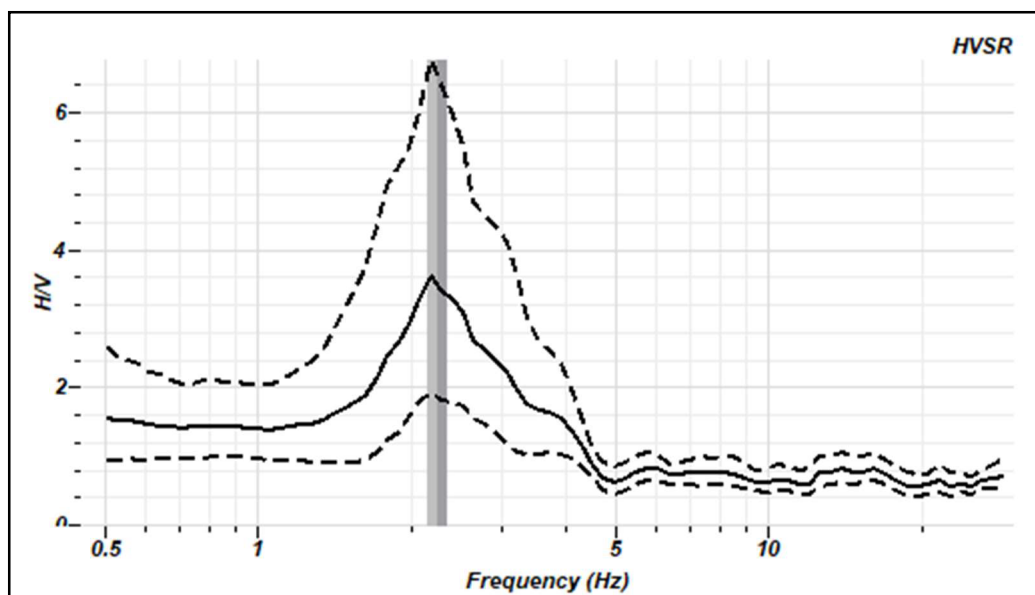
GRAFICI TRACCE



GRAFICI DEGLI SPETTRI



RAPPORTO SPETTRALE H/V



$$F_0 = 2,2 \text{ Hz}$$

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
 Durata registrazione: 1800 s
 Frequenza di campionamento: 251.00 Hz
 Numero campioni: 451800
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.
 Numero totale finestre selezionate: 71
 Numero finestre incluse nel calcolo: 71
 Dimensione temporale finestre: 25.000 s
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 40.00 %

I.GEO S.a.s.
 di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
 Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)
 Part. Iva e Coo. Fisc. 01959710618

Verifiche SESAME:

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

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



UBICAZIONE DELL'INDAGINE ESEGUITA





Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – Pali – Micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202. E-Mail:
igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
ISO 9001:2015 QMS-05065959-19 - Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini
Geognostiche valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

DOCUMETAZIONE FOTOGRAFICA

Sondaggi geognostici
Prove Penetrometriche

- **Committente:** *Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani*
- **Oggetto:** *Intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl*
- **Località:** *Via Generale Clark Salerno*
- **Data:** *Agosto 2023*



POSTAZIONE SONDAGGIO S1



S1 CASSETTA 1
0.00 – 5.00



S1 CASSETTA 2
5.00 – 10.00



S1 CASSETTA 3
10.00 – 15.00



S1 CASSETTA 4
15.00 – 20.00



S1 CASSETTA 5
20.00 – 25.00



S1 CASSETTA 6
25.00 – 30.00



S1 CASSETTA 7
30.00 – 35.00



POSTAZIONE SONDAGGIO S2



S2 CASSETTA 1
0.00 – 5.00



S2 CASSETTA 2
5.00 – 10.00



S2 CASSETTA 3
10.00 – 15.00



S2 CASSETTA 4
15.00 – 20.00



S2 CASSETTA 5
20.00 – 25.00



S2 CASSETTA 6
25.00 – 30.00



POSTAZIONE DPSH 1



POSTAZIONE DPSH 2



POSTAZIONE DPSH 3



POSTAZIONE DPSH 4



POSTAZIONE DPSH 5



Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – Pali – Micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202. E-Mail:
igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
ISO 9001:2015 QMS-05065959-19 - Attestazione SOA n. 5797/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini
Geognostiche valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

PLANIMETRIA INDAGINI

- **Committente:** Dott.ssa Geol. Daniela Viappiani
- **Oggetto:** Intervento edilizio CPS7, Via Generale Clark Salerno - Prop. IRGEN srl
- **Località:** Via Generale Clark Salerno
- **Data:** Agosto 2023

