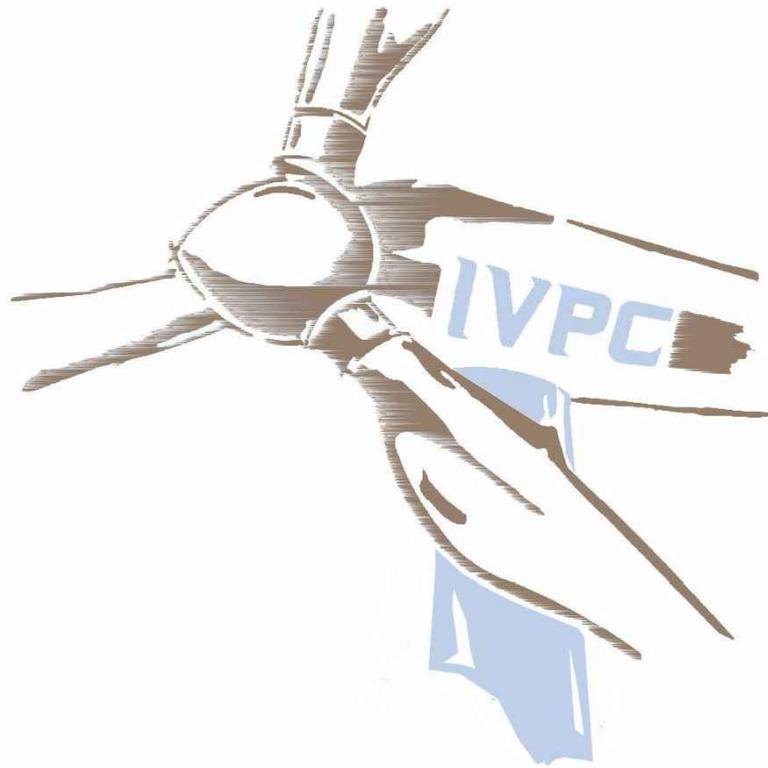


Regione Puglia

Provincia di Foggia

Comuni di San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale



OGGETTO :

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DI POTENZA PARI A 42 MW

COMMITTENTE :



TITOLO TAVOLA :

RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

SCALA :

N° TAVOLA :

REVISIONE :

00

DATA :

Luglio 2018

R04

PROGETTISTI:



Ettore Sorrentino

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	INQUADRAMENTO E LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI	4
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
4.	ASSETTO TETTONICO- STRUTTURALE	6
5.	IDROGEOLOGIA DELL'AREA	11
6.	INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI NEL PIANO DI BACINO STRALCIO – ASSETTO IDROGEOLOGICO –AUTORITA' DI BACINO DELLA PUGLIA	10
7.	STRUTTURA STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO	12
8.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	16
9.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA DI INTERVENTO	20
10.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	45

ALLEGATI

1. PREMESSA

La Società IVPC Power 6 S.r.l. con sede legale in Napoli Vico S.Maria a Cappella Vecchia n.11, ha conferito incarico al dottor Sorrentino Ettore, geologo, iscritto all'Ordine dei geologi della Regione Campania rispettivamente al n.ro 1832, di redigere uno studio di fattibilità geologica, idrogeologica e sismica relativo al progetto per la costruzione di una centrale elettrica, da fonte eolica, da ubicare nei comuni di Comune di Poggio Imperiale (FG) e San Paolo di Civitate (FG). Complessivamente sono previsti n.10 aerogeneratori, con relativi cavidotti e strade di servizio, di potenza nominale 4.2 MW, per un totale di potenza installata pari a 42 MW.

Per lo svolgimento dello studio sono state eseguite le seguenti attività che di seguito vengono elencate sinteticamente:

- ✓ revisione e studio della bibliografia esistente e di lavori già effettuati in zone limitrofe;
- ✓ rilevamento geologico di dettaglio restituito;
- ✓ analisi geomorfologica del sito e delle aree limitrofe, tendente ad evidenziare le eventuali criticità idrogeologiche naturali e/o antropiche (pericolosità da frana, pericolosità da alluvioni ecc.) in atto o potenziali ;
- ✓ analisi idrogeologica del territorio;
- ✓ analisi critica dei risultati di indagini e studi già realizzati nell'area d'interesse;
- ✓ valutazione della sismicità dell'area;
- ✓ valutazione della stabilità dell'area.

L'ampiezza delle indagini è stata, ovviamente, proporzionata alle dimensioni, al tipo, alle caratteristiche strutturali dell'opera da realizzare, alla complessità del sottosuolo ed allo stato delle conoscenze geologiche e geotecniche della area in esame.

L'indagine è stata condotta in ottemperanza della vigente legislazione:

- **Legge n.64/74:** *provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche..*
- **Decreto Ministeriale LL.PP. 11/03/88:** *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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*
- **Successivi Decreti Ministeriali LL.PP.:** *emanati ai sensi degli artt. 1 e 3 della Legge n.64/74.*

- **Ordinanza P.C.M n. 3274/03 e succ.:** *primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*
- **D.M. 14 – 01 – 2008 :** *Norme tecniche per le costruzioni*
- **Circolare n. 617 del 02/02/2009:** *recante istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008*
- **D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 art. 26**

Vengono allegati, fuori testo alla presente relazione le seguenti tavole:

- tavola I – stralcio planimetrico con l'ubicazione dell'area di interesse scala 1:50.000;
- tavola II – stralcio carta geologica scala 1:50.000;
- tavola III – stralcio carta della pericolosità geomorfologica Autorità di bacino della Puglia scala 1:50.000;

Si allegano inoltre:

- Relazione sulle indagini geognostiche, con relative stratigrafie e report fotografico; Certificati di laboratorio;
- Relazione geofisica con elaborazioni down-hole, report fotografico e spettri di risposta elastica.

2. INQUADRAMENTO E LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

L'area oggetto di studio è ubicata parte ad Est e parte ad Ovest del centro abitato di Poggio Imperiale (FG) e ricade per intero nel Foglio 155 della Carta Geologica d'Italia (scala 1: 100.000); ricade inoltre nel Foglio 395 "Torremaggiore" della Carta Topografica d'Italia (scala 1:50.000), nel Foglio 396 "San Severo" della Carta Topografica d'Italia (scala 1:50.000), nel Foglio 383 "Sannicandro Garganico", nel Foglio 382 "Serracapriola". Tale progetto ricade, inoltre, nel Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico – Autorità di Bacino della Puglia.

L'aspetto morfologico d'insieme è caratterizzato da superfici pressoché pianeggianti, con quote comprese tra 20 m e i 130 sul livello del mare, o da colline con versanti moderatamente acclivi. In tale contesto affiorano terreni prevalentemente argillosi con una copertura sabbiosa-ghiaiosa che diventa sempre più estesa man mano che ci si approssima alla linea di costa. La sovrapposizione tra i terreni di copertura e i terreni argillosi evidenzia caratteristiche di erodibilità contrastante; infatti nella parte alta si genera un gradino sub-verticale abbastanza pronunciato, corrispondente ai terreni sabbioso-ghiaiosi, seguito verso il basso da una scarpata meno ripida e franosa costituita dai terreni argillosi.

Un altro fenomeno che condiziona, in modo significativo, l'aspetto morfologico dell'area è il terrazzamento dei depositi alluvionali che risulta alquanto pronunciato per i ripiani più recenti, mentre quelli più antichi risultano meno differenziati e si sviluppano in maniera asimmetrica rispetto agli assi vallivi.

L'idrografia dell'area in studio risulta alquanto scarna, essa è caratterizzata, in particolare, da diversi canali che fungono da strutture drenanti in modo episodico. Nelle aree più depresse, in concomitanza di eventi piovosi eccezionali, si possono manifestare fenomeni di alluvionamento.

Nel complesso l'area interessata dalle opere, in progetto, non risulta interessata da fenomeni di instabilità tali da compromettere la loro realizzazione.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

In Italia Meridionale, nel settore che comprende Campania, Basilicata e Puglia, sono presenti tre domini di un sistema orogenico adriatico-vergente: la catena, rappresentata dall'Appennino Campano-Lucano, l'Avanfossa Adriatica Meridionale denominata Fossa Bradanica e l'Avanpaese rappresentato dalla Regione Apulo-Garganica. Questo attuale assetto strutturale è stato determinato essenzialmente dalle fasi tettoniche mioceniche e plio-quadernarie che hanno modificato il quadro paleogeografico mesozoiche dato da fasce deposizionali, piattaforme e bacini, distribuite parallelamente al margine continentali.

Il territorio oggetto di studio ricade prevalentemente nel dominio della "Pianura del Tavoliere" in adiacenza al margine occidentale dell'elemento strutturale carbonatico "Avampaese".

Le formazioni geologiche affioranti nella porzione di territorio interessate dal progetto, possono essere così sintetizzate (dalle più recenti alle più antiche):

ETA'	SIMBOLO	DESCRIZIONE
Pleistocene	ft ⁴	Alluvioni prevalentemente limoso-argillose del IV ordine di terrazzi.
Pleistocene	ft ¹	Coperture fluvio-lacustri de i pianalti e del I ordine di terrazzi: ghiaie più o meno cementate, livelli travertinosi con impronte di piante e gasteropodi, argille sabbiose, sabbie, calcari pulverulenti bianchi, ricoperte in generale da "terre nere" ad alto tenore humico (paleo suolo forestale).
Pleistocene	q ^Q	<u>Conglomerati di Campomarino</u> : ghiaie e conglomerati di origine marino o continentale; non sempre chiaramente delimitabili da (ft) - <i>Postcalabriano-Calbriano terminale</i> .
Pleistocene-Pliocene Sup.?	Q ^C	<u>Sabbie di Serracapriola</u> : sabbie giallastre, a grana più o meno grosse, più o meno cementate, a stratificazione spesso indistinta con intercalazioni lentiformi di conglomerati grossolani ed argille - <i>Calabiano-Pliocene s.?</i>
Miocene	M ³	<u>"Calcareniti di Apricena"</u> : Calcareniti biancastre e giallastre, a stratificazione non sempre netta

Tabella 1- Descrizione delle formazioni affioranti.

4. ASSETTO TETTONICO – STRUTTURALE

Ad oriente del Bacino Lagonegrese-Molisano si trovava una Piattaforma Carbonatica detta Piattaforma Apula interna. La parte inferiore di questa Piattaforma è del Triassico Sup., e la sovrastante successione Giurassico-Cretacica presenta tipiche facies di Piattaforma carbonatica soggetta a subsidenza compensata da sedimentazione di mare sottile.

La successione Giurassica era rappresentata da un intervallo stratigrafico di circa 3000 metri costituito prevalentemente da facies dolomitiche.

In affioramento è esposta la parte terminale del Giurassico nell'area garganica centro meridionale, qui le facies di Piattaforma interna vengono sostituite al passaggio Giurassico-Cretacico da facies di Piattaforma esterna, di transizione e Bacino. La situazione paleo ambientale non muta sostanzialmente nel corso del Cretacico, pur se condizionata da modificazioni paleo-ambientali collegate ad oscillazioni marine di ampiezza ed estensione variabili per tempi e per luoghi in relazione alle interazioni tettoniche.

Nel dominio di Piattaforma interna (Gargano centroccidentale, Murge, Salento) la successione cretacica estesa per uno spessore intorno ai 2000 metri sino al Cenomaniano terminale, è caratterizzata da facies carbonatiche micritiche intertidali con alghe e foraminiferi e da episodiche intercalazioni di calcari con Rudiste. Questi orizzonti, assunti come livelli guida, hanno permesso di eseguire precise correlazioni sia tra le successioni esposte in superficie che attraversate nel sottosuolo.

Il Bacino Apulo nella ricostruzione paleogeografica di Moscardini e Merlini era situato tra le due Piattaforme Carbonatiche, quella Apula interna e quella esterna, ed è stato riconosciuto in un settore compreso tra il fiume Biferno a Nord ed il Vulture a Sud. La serie profonda di questo Bacino non è conosciuta in affioramento e non è mai stata incontrata dai sondaggi. Sulla base di dati di sottosuolo si ritiene che il Bacino Apulo si sia impostato già nel Giurassico Medio, anche in considerazione della tettonica distensiva di quel periodo. Si tratterebbe di un Bacino formatosi in tempi successivi a quelli del Bacino Lagonegrese-Molisano che esisteva già nel Triassico superiore. La serie superficiale (Cretacico superiore-Miocene) è nota sia in affioramento che nel sottosuolo e risulta costituita da una successione molto simile a quella superiore del Bacino Lagonegrese-Molisano che le è tettonicamente giustapposto.

La Piattaforma Apula esterna rappresenta l'Avampaese nel quadro dell'orogenesi dell'Appennino Meridionale; si tratta di una successione Carbonatica mesozoica in parte coperta da poco potenti depositi terziari. Il margine occidentale di questa Piattaforma sprofonda rapidamente con maggiore evidenza dove è presente il Bacino Apulo, e lungo codesto alcuni hanno incontrato facies a globotruncane, talvolta con frammenti di Rudiste indicative di un'ambiente di transizione o slope e quindi il passaggio al Bacino Apulo.

La Piattaforma Apula Esterna è caratterizzata generalmente da una tettonica distensiva, anche se qualche sezione sismica mostra localmente fenomeni che possono essere ricondotti a tettonica di compressione.

Dopo il Mesozoico, durante il Paleogene, sembra essersi mantenuta una costante situazione di mare basso con locali estese emersioni e trasgressioni non sempre coeve, che danno origine a livelli di scarsa potenza e di età differente, testimoniando una relativa quiescenza tettonica prima della più generale ingressione miocenica.

Nell'Appennino Meridionale la deformazione dei domini paleogeografici strutturatisi durante il Giurassico, Cretacico e Paleogene, inizia con il Miocene inferiore (Aquitano, Burdigalliano).

Questa fase tettonica interessò tutte le unità paleogeografiche mesozoiche, iniziando dalle unità più interne per poi raggiungere in tempi successivi quelle più esterne tranne l'Avampese Apulo-Garganico, che rimase sostanzialmente stabile e soggetto solo a ribassamento progressivo verso Ovest, al di sotto della catena in avanzamento. S'individuano così nuovi domini sedimentari che conservarono caratteristiche pressoché simili fino alla fine del Miocene, quando un'importante fase tettonica determinò significative variazioni che diedero l'assetto attuale all'Italia Meridionale.

Nell'area di Avampese la sedimentazione marina in facies di Piattaforma Carbonatica continua dal Mesozoico al Miocene, e nelle parti più settentrionali, fino al Pliocene Medio.

Le fasi compressive mioceniche non sembrano aver raggiunto l'Avampese Apulo Garganico, che è rimasto sostanzialmente stabile e soggetto a ribassamento progressivo verso Ovest, al di sotto della catena in avanzamento.

Nel Plio-Pleistocene la fascia adiacente alla catena ribassandosi al di sotto delle coltri, si attiva come avanfossa con un graduale approfondimento longitudinale da Nord-Ovest a Sud-Est.

L'Avanfossa Plio-Pleistocenica è denominata Bradanica, la zona assiale ed i suoi margini migrano progressivamente verso l'esterno, parallelamente al fronte delle coltri che costituiscono il margine occidentale avanzante. Diverse Unità paleogeografiche con diversificata evoluzione tra il Pliocene ed il Pleistocene si distinguono nell'Avanfossa, esse sono: il Bacino Abruzzese, Molisano, Pugliese e Lucano. All'inizio del Pliocene quest'area è quasi del tutto emersa e solo nel Pliocene Superiore si ha una sommersione che interessa i Bacini Molisano, Pugliese e la parte meridionale del Bacino Lucano che era in collegamento a Sud con il Bacino Crotonese.

A partire dal Pliocene Medio si ha la sommersione di tutta l'area, ben caratterizzata come fossa subsidente che richiama apporti terrigeni torbiditici da Nord e frane gravitative da Sud-Ovest.

In tutta l'Avanfossa vi è un'evoluzione sedimentaria identica ed è possibile distinguere una fase Pre-Torbiditica, una Torbiditica ed una Post-Torbiditica; queste fasi si sono verificate in tempi sempre più recenti da NO verso SE. Le fasi di riempimento con torbiditi e con olistostromi si realizzano, infatti, in tempi successivi, a partire dal Pliocene inferiore nel Bacino Abruzzese, fino al Pliocene Superiore e Pleistocene in quello Lucano, seguendo progressivamente il trend NO-SE della subsidenza determinata da una attiva tettonica sinsedimentaria. Anche la riduzione e l'arresto del fenomeno della subsidenza avviene nel Pliocene medio nelle zone settentrionali ed alla fine del Pleistocene in quelle più meridionali, ne

consegue una evoluzione della sedimentazione verso ambienti di mare profondo, in facies di Piattaforma terrigena, con colmamento delle depressioni e regressione.

Al colmamento della Fossa Bradanica è seguita un'emersione generalizzata con ulteriore migrazione dell'asse della Fossa verso S-E nell'attuale posizione, situata nel Golfo di Taranto.

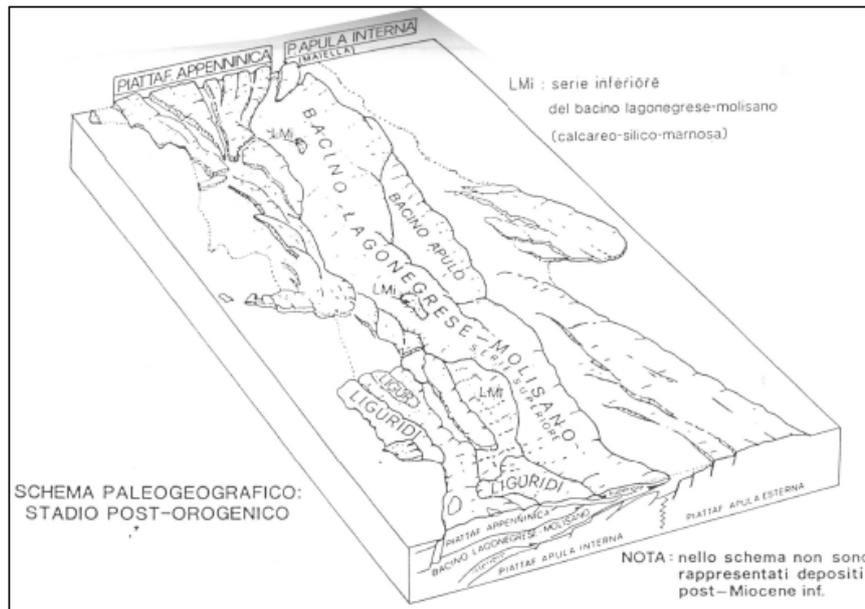


Figura 1- Schema paleogeografico.

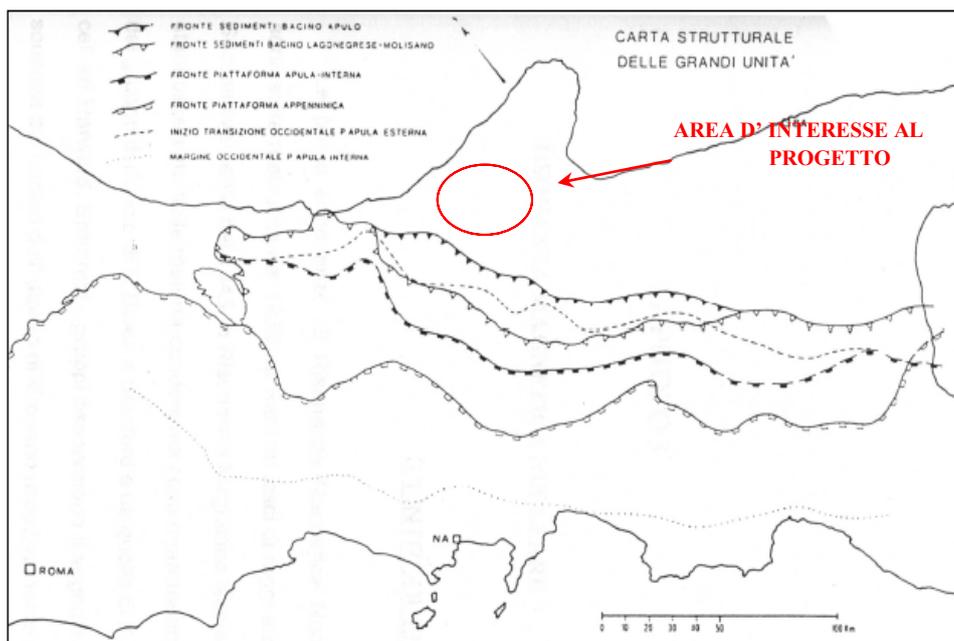


Figura 2- Carta strutturale delle unità

5. IDROGEOLOGIA DELL'AREA

L'area a Sud dell'abitato di Poggio Imperiale, e precisamente laddove il progetto prevede il cavidotto di collegamento tra la centrale elettrica (da fonte eolica) sita nel comune di Poggio Imperiale e la stazione di trasformazione sita nel comune di S. Paolo di Civitate, è solcata dal torrente Candelaro (con i suoi affluenti, tutti in destra idraulica, il Salsola, il Triolo, il Celone) con alveo ad andamento sinuoso e confinato, che scorre da NW verso SE costeggiando il Promontorio del Gargano e riversa le proprie acque nel Golfo di Manfredonia.

Nel complesso l'idrografia, mostra una fase di maturità assai avanzata. Le valli fluviali, infatti, assumono un profilo addolcito con inclinazioni molto blande.

E' stato eseguito un rilievo idrogeologico finalizzato all'individuazione dello schema di circolazione idrica sotterranea. L'inquadramento idrogeologico è stato sviluppato mediante raccolta degli elementi idrogeologici di base fondata sull'osservazione delle giaciture dei termini litologici, sul loro stato d'alterazione e sui reciproci rapporti stratigrafico-strutturali. La valutazione qualitativa delle caratteristiche di permeabilità dei singoli litotipi ha consentito di distinguere i seguenti complessi idrogeologici :

- depositi superficiali incoerenti a granulometria da media a fine, con permeabilità primaria da media a bassa: a questa classe appartengono i depositi Alluvioni prevalentemente limoso-argillose del IV ordine di terrazzi.

- depositi superficiali incoerenti a granulometria da grossolana a media, con permeabilità primaria da media ad elevata a: in tale gruppo sono compresi quasi tutti i depositi terrazzati dei principali corsi d'acqua che solcano il Tavoliere (I, ordine), i *Conglomerati di Campomarino* e le *Sabbie di Serracapriola*.

6. INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI NEL PIANO DI BACINO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO – AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA -

L'area interessata dal progetto del parco eolico, non ricade nelle aree considerate a rischio idraulico (A.P. – area ad alta pericolosità idraulica; M.P. - area a media pericolosità idraulica; B.P. - area a bassa pericolosità idraulica) dalle ADB della Puglia. Fanno eccezione il tratto di cavidotto che va dalla WTG 10 alla WTG 8, alcuni tratti di cavidotto che vanno dalla WTG 4 alla WTG 5 che intercettano le aree a rischio aree a rischio idraulico moderato. Questi tratti di cavidotto, previste dal progetto, insistono rispettivamente su strade già esistenti ovvero: sulla strada comunale S. Paolo /S.P. 35 e strada vicinale Serracapriola-Apricena.

L'intervento di messa in opera del cavidotto dovrà essere realizzato nel rispetto dell' Art. 4 Titolo II – Assetto Idraulico - delle Norme Tecniche di attuazione della AdB della Puglia:

3. Nelle aree a pericolosità idraulica, tutte le nuove attività e i nuovi interventi devono essere tali da:

- a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;
- b) non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;
- c) non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;
- d) non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
- e) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque;
- f) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;
- g) rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico le aree in cui ricadano gli aerogeneratori di progetto denominati: WTG1, WTG2 e WTG3 non ricade in nessuna delle aree delimitate a pericolosità geomorfologica. Le aree in cui ricadono gli aerogeneratori denominati: WTG4, WTG5, WTG6, WTG 7 WTG8, WTG9, WTG10 ricadono in aree perimetrate a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) Nelle aree a pericolosità media e moderata sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli

strumenti di governo purché i nuovi interventi devono essere tali da (art.11 comma 3 delle Norme tecniche di Attuazione):

- migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di sicurezza del territorio e di difesa del suolo;
- della pericolosità geomorfologica esistente;
- non pregiudicare la sistemazione geomorfologica definitiva né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
- garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di pericolosità;
- limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;
- rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

Allo scopo di considerare le condizioni di dettaglio, necessarie al proponimento previsto dal presente studio, sono state valutate le condizioni di stabilità generali e puntuali, definite le caratteristiche stratigrafiche, geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche. Per quanto riguarda la realizzazione del cavidotto esso sarà realizzato con la posa del cavo su un letto di sabbia ad una profondità di 1.20 m dal piano campagna e rinterrato con lo stesso materiale di scavo. Considerato, pertanto, che litologie presenti nell'area sono essenzialmente da ascrivere a terreni sabbiosi, non si avrà una variazione sostanziale della permeabilità per cui non ci saranno interferenze con il normale deflusso idrico delle acque superficiali. Per quanto riguarda la realizzazione degli aerogeneratori, essi saranno fondati su pali aventi interasse tale da non costituire una barriera al normale deflusso idrico sotterraneo.

7. STRUTTURA STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO

Per la ricostruzione del modello stratigrafico del sottosuolo relativo all'area in esame sono state utilizzate le stratigrafie dei sondaggi geognostici eseguiti durante la campagna di indagini realizzata a supporto del progetto di un parco eolico realizzato nelle aree limitrofe a quella in studio (vedi tav. 2 allegata). In particolare i terreni interessati dalle opere di fondazione, di progetto, appartengono ai terreni già investigati, nella summenzionata campagna geognostica, diretta dallo scrivente.

Dal confronto delle emergenze di tali sondaggi è stato possibile evidenziare una certa similitudine tale da rendere possibile relazionare i dati estrapolati. In particolare dai sondaggi S2, S3, S4 terreni ascrivibili alla Formazione delle Sabbie di Serracapriola: *sabbie giallastre, a grana più o meno grosse, più o meno cementate, a stratificazione spesso indistinta con intercalazioni lentiformi di conglomerati grossolani ed argille – Calabiano-Pliocene s.?.* In corrispondenza del sondaggio denominato S1 emergono terreni riconducibili alla Formazione dei Conglomerati di Campomarino: *ghiaie e conglomerati di origine marino o continentale; non sempre chiaramente delimitabili da (ft) - Postcalabriano-Calabriano terminale.*

Vediamo ora, dettagliatamente, le risultanze emerse da ogni singolo sondaggio.

Sondaggio (S1): realizzato in corrispondenza della ubicazione della stazione di trasformazione (SSE) in progetto, sita nel territorio comunale di S.Paolo di Civitate. Il sondaggio meccanico S1 ha raggiunto una profondità di terebrazione di 30 m dal p.c. ed ha intercettato, dopo un sottile strato di terreno vegetale, un strato di circa 1.5 m di sabbie limose di colore giallo, queste ultime poggiano su uno strato, di circa 6m, di limi sabbiosi argillosi, sciolti, di colore giallastro. Dalla profondità di 8.m fino al fondo foro, vengono intercettati terreni costituiti da alternanze di sabbie da grossolane a fini più o meno limose e limi sabbiosi argillosi.

Sondaggio (S2): eseguito in corrispondenza dell'aerogeneratore in progetto denominato PGI 04. Il sondaggio S2 è stato spinto fino alla profondità di 30 m dal p.c..

Dopo 1.5 m di terreno vegetale, si incontrano fino ad una profondità di circa 8 m dal p.c., alternanze di terreni costituiti da alternanze di limi argillosi sabbie più meno grossolane con ghiaia e ciottoli. Dagli 8 m fino al fondo foro incontriamo terreni costituiti da limi argillosi di colore variante dal grigio al beige.

Sondaggio (S3): eseguito in corrispondenza dell'aerogeneratore in progetto denominato PGI 14B. Il sondaggio S3 è stato spinto fino alla profondità di 30 m dal p.c. ed ha evidenziato per i primi 14m di profondità, un'alternanza di sabbie e con ghiaia e ciottolo sparsi, di colore variabile tra il bruno ed il beige. Dai successivi 14m fino al termine della terebrazione, i terreni sono costituiti da limi argillosi di colore beige.

Sondaggio (S4): eseguito in corrispondenza dell'aerogeneratore in progetto denominato PGI 16B. Anche quest'ultimo sondaggio è stato spinto alla profondità di 30 m dal p.c.. I terreni intercettati per i primi 5 m dal p.c. sono da ascrivere a limi sabbiosi argillosi con frequenti ciottoli dispersi e livelli più sabbiosi. Quest'ultimo strato poggia su di uno strato di sabbie limo argillose con granulometrie da medio a fine, intervallati da livelli più grossolani. Tale strato si rinviene fino alla profondità di fondo foro.

8. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

a. Prove di laboratorio

Dai dati acquisiti con la perforazione dei sondaggi eseguiti, dall'analisi critica delle determinazioni geotecniche di laboratorio effettuate su campioni di terreni prelevati in occasione dell'esecuzione dei citati sondaggi geognostici, dalle relative prove in sito (SPT) è stato possibile caratterizzare sufficientemente il sottosuolo dell'area anche dal punto di vista geotecnico. Sui campioni prelevati sono state effettuate le seguenti prove di laboratorio: descrizione del campione con misura della resistenza con Pocket Penetrometer, caratteristiche fisiche generali, granulometria per setacciatura e sedimentazione, limiti di Atterberg, prova di Taglio Diretto, prova Triassiale non consolidata non drenata.

Qui di seguito sono elencati i parametri geotecnici principali estrapolati dalle suddette prove:

Tabelle: Principali parametri geotecnici dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area:

SONDAGGIO S1 (STAZIONE DI TRASFORMAZIONE - SSE)

CAMPIONE	DESCRIZIONE	CARATTERISTICHE FISICHE							CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE				CARATTERISTICHE FISICHE		
		Campioni (prof.prelievo) - m dal p.c.-	Peso di volume γ (kN/m ³)	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IC	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	C' (kPa)	Φ' (°)	Cu (kPa)
S1C1	Limo sabbioso con argilla, con strati con frequenti lamine sabbiose, con rari noduli biancastri e polverulenti, molto compatto.	3.00-3.40	19.3	20.7	48.00	29.20	18.80	1.45	0.00	20.3	44.00	35.7	18.9	26.4	106
S1C2	Argilla debolmente limosa, molto compatto e a struttura omogenea.	7.00-7.50	17.7	34	102.3	42.6	59.7	1.14	0.00	1.70	7.00	91.30	11.3	14.7	57

SONDAGGIO S2 (AEROGENERATORE PGI 04)

CAMPIONE	DESCRIZIONE	CARATTERISTICHE FISICHE							CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE				CARATTERISTICHE FISICHE		
		Campioni (prof.prelievo) - m dal p.c.-	Peso di volume γ (kN/m ³)	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IC	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	C' (kPa)	Φ' (°)	Cu (kPa)
	AGI 1990; (C.N.R. B.U. n.64)														

S2C1	Sabbia (m/f) debolmente limosa.	4.50 (Q2)	18.00	12.40	21.20	14.30	7.20	0.68	0.40	91.20	7.40	1.00	----	----	----
S2C2	Limo con sabbia e argilla, molto compatto e a struttura omogenea.	9.50-10.00	19.00	17.50	37.30	21.80	15.50	0.85	0.00	33.70	41.10	25.20	12.6	27.5	70
S2C3	Limo sabbioso (f) con argilla, con rari noduli nerastri, consistenze a struttura omogenea.	14.50-14.95	19.50	20.00	37.70	21.50	16.20	1.09	0.7	17.4	49.60	32.30	14.4	27.2	87
S2C4	Limo con argilla e sabbia (f), estremamente compatta ed a struttura omogenea.	22.00-22.40	20.00	15.3	34.8	20.00	14.80	1.32	0.00	26.5	44.70	28.80	24.5	27.8	149

SONDAGGIO S3 (AEROGENERATORE PGI 14B)

CAMPIONE	DESCRIZIONE	CARATTERISTICHE FISICHE							CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE				CARATTERISTICHE FISICHE		
		Campioni (prof.prelievo) - m dal p.c.-	Peso di volume γ (kN/m ³)	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IC	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	C' (kPa)	Φ' (°)	Cu (kPa)
S3C1	Limo con argilla e sabbia (f), molto compatto e struttura omogenea.	15.50-15.85	19.10	22.50	32.60	22.30	10.3	0.98	0.80	27.30	42.40	29.50	22.80	27.3	134
S3C2	Limo con argilla e sabbia (f), con grossi noduli sabbiosi, molto compatto e a struttura laminata, per lamine sabbiose millimetriche	22.00-22.50	19.6	21.10	36.50	22.50	14.00	1.10	0.00	30.70	36.70	36.60	21.50	29.2	171

SONDAGGIO S4 (AEROGENERATORE PGI 16B)

CAMPIONE	DESCRIZIONE	CARATTERISTICHE FISICHE							CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE				CARATTERISTICHE FISICHE		
		Campioni (prof.prelievo) - m dal p.c.-	Peso di volume γ (kN/m ³)	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IC	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	C' (kPa)	Φ' (°)	Cu (kPa)
S4C1	Sabbia (f) argillosa e limosa debolmente ghiaiosa, ad elementi arrotondati a forma discoidale (Lmax=2cm), molto compatta e a struttura omogenea	4.00-4.55	18.6	18.6	29.10	20.10	9.00	1.17	7.00	57.10	13.70	22.20	20.4	28.7	125
S4C2	Limo sabbioso (f) con argilla, molto compatto ed a struttura omogenea.	10.00-10.50	19.6	21.5	35.50	20.90	14.60	0.96	0.00	23.70	48.20	28.10	16.7	27.0	107
S4C3	Limo sabbioso (f) con argilla, molto compatto ed a struttura laminata per fitte e millimetriche lamine sabbiose.	22.00-22.45	18.8	24.5	35.5	21.5	14.0	0.79	0.00	16.90	43.20	39.90	23.3	28.7	174

8.2 Prove dinamiche in foro del tipo SPT

La prova penetrometrica dinamica in foro, del tipo SPT (Standard Penetration Test) è sostanzialmente la prova che più frequentemente si esegue nel corso dei sondaggi in depositi sciolti; a favore di questa prova gioca un ruolo significativo l'imponente mole di studi che sono stati realizzati per la stima di vari

parametri geotecnici (Terzaghi,1948; Gibbs & Holtz, 1957; Bazaara & Peck,1967, 1969; Bieganousky & Mercuson ; Strod & Btler, 1975; 1976, Scertmann,1977; Seed 1985; Skemton , 1986, ecc).

Detta prova si realizza nel corso delle perforazioni ed a diverse profondità infiggendo a percussione un idoneo campionatore che, penetrando nel terreno, permette, contando il numero di colpi necessario per una penetrazione di 30 cm, di valutare la resistenza del terreno stesso. La punta di infissione può essere costituita da una punta aperta, del diametro interno di 35 mm e lungo 70 mm che può campionare, in modo indisturbato, il terreno testato per l'esecuzione di prove di laboratorio.

La prova assume, inoltre, una maggiore utilità nei terreni granulari (sabbie e ghiaie) che sono di difficile campionamento, sostituendo il campionatore con una punta conica di 51 mm di diametro e con un angolo di 60°. Affinché la prova SPT risulti valida deve realizzare i seguenti requisiti:

- peso massa battente: 63.5 kg
- altezza di caduta libera: 0.76 m
- diametro punta conica: 51.0 mm
- area base punta conica: 20.43 cm²
- angolo di apertura punta conica: 60°
- peso aste:7.00 kg/m.

In particolare la prova si esegue misurando il numero di colpi necessario ad infiggere per tre tratti di cm 15 cm ciascuno, per una lunghezza totale di 45 cm. Il valore NSPT della prova è la somma dei secondi due valori (NSPT= N2+N3). La prova viene interrotta, secondo le norme ASTM, se con un valore di 50 colpi l'avanzamento è inferiore a 15 cm, annotando la penetrazione ottenuta, invece le norme IAAMFE affermano che la sospensione della prova avviene se si ottengono 100 colpi per 30 cm di avanzamento.

In particolare per la nostra indagine si è provveduto all'utilizzo della scarpa aperta per i terreni coesivi sostituita con la punta conica in quelli granulari; inoltre si è cercato di realizzare le prove quanto più ravvicinate possibile e quasi per l'intera profondità del perforo, compatibilmente con la natura dei litotipi intercettati.

Le prove eseguite, da considerare ai fini dei calcoli geotecnici hanno prodotto valori NSPT elencati per ogni singolo sondaggio:

SONDAGGIO S1 (STAZIONE DI TRASFORMAZIONE- SSE)

DEFINIZIONE GRANULOMETRICA	PROFONDITA' (m) dal p.c.	S.P.T.	NSPT	INTERVALLO NSPT	Ic	Cu (kpa)	DENSITA' REL. (Dr)	Angolo di Attrito (φ)	CONSISTENZA
-------------------------------	--------------------------------	--------	------	--------------------	----	-------------	-----------------------	--------------------------------	-------------

ARGILLA LIMOSA	6.00-6.45	11-15-11	26	15-30	0.75-1.0	1.0-2.0	----	----	MOLTO DURA
----------------	-----------	----------	----	-------	----------	---------	------	------	------------

SONDAGGIO S2 (AEROGENERATORE PGI 04)

DEFINIZIONE GRANULOMETRICA	PROFONDITA' (m) dal p.c.	S.P.T.	NSPT	INTERVALLO NSPT	Ic	Cu (kpa)	DENSITA' REL. (Dr)	Angolo di Attrito (ϕ)	CONSISTENZA
SABBIA LIMOSA	4.00-4.45	10-13-17	30	10-30	----	----	0.4-0.6	35°-40'	MEDIA
LIMO CON SABBIA E ARGILLA	9.50-9.95	8-11-14	25	15-30	0.75-1.0	1.0-2.0	----	----	MOLTO DURA
LIMO SABBIOSO CON ARGILLA	14.00-14.45	11-14-15	29	10-30	0.75-1.0	1.0-2.0	----	----	MOLTO DURA

SONDAGGIO S3 (AEROGENERATORE PGI 14B)

DEFINIZIONE GRANULOMETRICA	PROFONDITA' (m) dal p.c.	S.P.T.	NSPT	INTERVALLO NSPT	Ic	Cu (kpa)	CONSISTENZA
LIMO CON ARGILLA E SABBIA	16.00-16.45	13-16-18	34	>30	>1	>2	DURISSIMA

SONDAGGIO S4 (AEROGENERATORE PGI 16B)

DEFINIZIONE GRANULOMETRICA	PROFONDITA' (m) dal p.c.	S.P.T.	NSPT	INTERVALLO NSPT	Ic	Cu (kpa)	DENSITA' REL. (Dr)	Angolo di Attrito (ϕ)	CONSISTENZA
SABBIA ARGILLOSA	4.50-4.95	8-9-10	19	10-30	----	----	0.4-0.6	35°-40'	MEDIA
LIMO SABBIOSO CON ARGILLA	10.50-10.95	10-12-14	26	10-30	0.75-1.0	1.0-2.0	----	----	MOLTO DURA

Per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle litologie sabbiose che si intercettano nelle aere in studio, possiamo attribuire i seguenti valori medi:

- Peso di volume naturale $\gamma = 2.04 \text{ g/cm}^3$;
- Contenuto di acqua naturale $W = 20-22 \%$;
- Angolo di attrito interno $\varphi = 18.3^\circ$;
- Coesione $c = 0.10 \text{ kg/cm}^2$

I parametri geotecnici: indice di consistenza (I_c) e coesione non drenata (C_u) sono stati estrapolati dalla tabella 4.1. del Cestelli Guidi (segue tabella).

TABELLA 4.1.
Valutazione dei parametri di resistenza dai dati dello S.P.T.

Definizione della consistenza	Numero dei colpi N (S.P.T.)	Indice di consistenza I_c	Coesione non drenata c_u (bar)
Terreno coerente			
Molto soffice	< 2	~ 0	$< 0,1$
Soffice	$2 \div 4$	$0 \div 0,25$	$0,1 \div 0,25$
Plastico	$4 \div 8$	$0,25 \div 0,5$	$0,25 \div 0,5$
Duro	$8 \div 15$	$0,5 \div 0,75$	$0,5 \div 1,0$
Molto duro	$15 \div 30$	$0,75 \div 1,0$	$1,0 \div 2,0$
Durissimo	> 30	$> 1,0$	$> 2,0$
Terreno incoerente (sabbie e ghiaie)			
		Densità relativa D_r	Angolo di attrito φ'
Molto sciolto	< 4	$< 0,2$	$< 30^\circ$
Sciolto	$4 \div 10$	$0,2 \div 0,4$	$30^\circ \div 35^\circ$
Medio	$10 \div 30$	$0,4 \div 0,6$	$35^\circ \div 40^\circ$
Denso	$30 \div 50$	$0,6 \div 0,8$	$40^\circ \div 45^\circ$
Molto denso	> 50	$> 0,8$	$> 45^\circ$

Dall'analisi dei valori NSPT si evince che, mediamente, la resistenza offerta dai terreni intercettati dalle perforazione cresce con la profondità e che il numero di colpi, escludendo i terreni superficiali, è sempre maggiore di 30. Si sottolinea, inoltre, che i dati elaborati sono soltanto dati proposti ma ciò non toglie che qualora il progettista intenda, in fase di progettazione, avvalersi di altri tipi di correlazioni possa adottare le elaborazione che crede più opportune fermo restando i valori oggettivamente riscontrati nella esecuzione delle indagini.

9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA DI INTERVENTO

Pericolosità e rischio sismico

La pericolosità sismica di un territorio è funzione di un complesso insieme di parametri naturali ed è la probabilità che un evento sismico di data intensità si manifesti in una certa area.

Concettualmente il rischio sismico rappresenta il risultato catastrofico dell'evento naturale sul sistema antropico che lo subisce. Affinché si abbia rischio è necessario che uno o più degli elementi antropici esposti (vite umane, attività, beni) possieda un carattere di vulnerabilità tale da determinarne la perdita parziale o totale. La vulnerabilità, in tale accezione, è l'entità della perdita attesa derivante dal manifestarsi di un evento sismico di data intensità nell'area in esame.

In termini analitici la pericolosità (hazard) si esprime in termini percentuali così come la vulnerabilità (vulnerability); l'elemento a rischio (element at risk) si esprime in termini venali ed è valutato attraverso una stima economica del bene esposto all'evento naturale. Il rischio totale (total risk) rappresenta il prodotto tra la pericolosità, il valore economico del bene esposto e la vulnerabilità (ovvero la probabilità di perdita totale=1 oppure nulla=0 del bene a seguito di evento catastrofico).

Il rischio totale, pertanto, risulta pari a zero sia che la vulnerabilità dei beni esposti è nulla, sia che il loro valore è trascurabile, sia che la probabilità di accadimento è nulla.

Oltre alla conoscenza della probabilità di accadimento di un evento sismico, che è funzione dell'assetto strutturale dell'area e della distanza dalle principali zone sismogenetiche, è necessario conoscere quali possano essere gli effetti cosismici che accompagnano l'evento naturale e, tra questi, la reazione del terreno in termini di amplificazione/smorzamento dell'onda sismica e la perdita o la modificazione delle sue caratteristiche statiche di resistenza.

Attualmente si tende ad analizzare preventivamente un territorio al fine di discretizzarlo in areali in cui le condizioni strutturali e litostratigrafiche sono tali da far attendere un comportamento, nei confronti dell'ampiezza dell'onda sismica, omogeneo in termini di amplificazione o di smorzamento.

Tale analisi preliminare è nota con il nome di "microzonazione sismica" di un territorio e si contrappone al vecchio concetto di macrozone sismiche che coincidevano, impropriamente, con confini amministrativi piuttosto che con limiti geologici. La sismicità di un'area, nella vecchia accezione, era perciò definita come la probabilità che vi potesse accadere un sisma di intensità macrosismica (MCS) nota. Le verifiche sismiche venivano condotte, perciò, con metodi pseudostatici che garantivano alle strutture soltanto

l'inclinazione dei carichi di progetto rispetto alla verticale di un angolo funzione del coefficiente di spinta sismica orizzontale (K_h), la cui entità era funzione del grado sismico dell'area.

Oggi si tende ad analizzare con attenzione un territorio tentando di valutare le specifiche caratteristiche litostratigrafiche anche attraverso i metodi geofisici (soprattutto sismici in foro). Inoltre si introduce il concetto di frequenze critiche di oscillazione del terreno e di amplificazione sismica al suolo. In questa relazione verrà indagata un'area sufficientemente vasta da includere tutte le sorgenti sismiche potenzialmente pericolose per i territori di interesse.

La caratterizzazione sismica della zona in esame sarà trattata secondo lo schema seguente:

- *Distribuzione della sismicità storica e recente: saranno elencati i principali terremoti registrati nella regione in esame in tempi storici e recenti.*
- *Descrizione degli effetti macrosismici storici e recenti: saranno descritti gli effetti di danno registrati nei comuni suddetti e nelle località limitrofe in occasione dei terremoti storici e recenti.*
- *Definizione del modello sismotettonico locale: sarà descritto il modello sismotettonico più recente con cui si descrivono l'attività sismica e tettonica locale.*
- *Si fornirà un quadro esplicativo delle metodologie di calcolo e delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle opere geotecniche.*

Sismicità storica recente

La sismicità storica è la scienza che studia la probabilità sismica di un territorio sulla base della conoscenza dei terremoti occorsi nel passato secondo il principio che laddove sono avvenuti terremoti è probabile che ne accadano altri e che il tempo di ritorno di terremoti di data intensità è una funzione probabilistica.

La Tab. 1 mostra la distribuzione degli epicentri dei terremoti verificatisi nella regione in esame. La dimensione degli epicentri è proporzionale alla magnitudo degli eventi. Le intensità sono state valutate nella scala MCS (Mercalli-Cancani-Sielberg) sulla base dei danni riportati nella documentazione storica e sono sempre riferite alla zona epicentrale.

TERREMOTI STORICI REGIONE PUGLIA				
DATA	LUOGO	INTENSITA'	DESCRIZIONE	VITTIME
324	Massafra	-	Crollo di varie cripte e massi	-
Settembre 1087 (1088 secondo alcune fonti)	Puglia e Basilicata	-	-	-
20 marzo 1731	Foggia, Puglia	6,3 Richter IX Mercalli	Sciame sismico distrugge quasi totalmente la città, colpisce l'area del Foggiano e la parte settentrionale della provincia di Bari (Barletta, Canosa di Puglia e Molfetta).	oltre 2.000
20 febbraio 1743	Nardò, Salento	IX Mercalli	Terremoto che distrusse in buona parte la città di Nardò e di Franca Villa Fontana.	112 (solo a Nardò)
10 agosto 1893	Gargano e Irpinia	-	Danni e vittime.	-
30 settembre 1995	Gargano, Puglia	5,2 Richter VI-VII Mercalli	Il sisma avvenne alle ore 11:14. L'epicentro localizzato in mare, al largo di Peschici (FG). A Foggia e provincia numerose crepe e crollo dei tetti di due chiese. Qualche ferito lieve ed alcuni anziani colti da malore. Avvertito anche a Bari, in Campania e in Basilicata. Alcuni edifici pubblici evacuati.	-
31 ottobre 2002	Molise e Puglia	5,4 Richter VII-X Mercalli	San Giuliano di Puglia. Crollata una scuola, dove morirono 27 bambini ed una maestra. Morirono inoltre altre due donne per la caduta di calcinacci. Terremoti fino al 2 novembre. Danneggiati diversi comuni delle due regioni.	30
29 maggio 2006	Gargano	4,9 Richter	Il sisma si verificò alle ore 4:20 con epicentro localizzato sul Promontorio del Gargano. Venne avvertito in tutta la provincia di Foggia e in quelle limitrofe provocando il crollo della torre medievale di Castelvenere (BN), lievemente danneggiati alcuni edifici dei centri più vicini all'epicentro.	-
19 marzo 2008	Gargano	4,4 Richter	Il sisma si verificò alle ore 15:38 a 46 km da Foggia, con una profondità di circa 30 km. Epicentro tra i comuni di Cagnano Varano, Carpino, Ischitella, Rodi Garganico e Mico del Gargano. Molta paura ma scarsi i danni.	-

Tab.1 Elenco dei terremoti registrati nella regione

Modello sismotettonico locale

Secondo i più recenti modelli di zonazione sismotettonica della penisola italiana (vedere lavori di Scandone et al. dal 1992), la zona in esame si colloca all'interno di un'area sismogenetica legata al recente sollevamento della catena appenninica, successivo ad una lunga storia di migrazione spazio-temporale del sistema catena-avampese. Tale area si divide in una zona centrale (lungo la fascia centrale della catena appenninica), dove si manifestano i terremoti più forti sopra elencati, ed una zona di margine tirrenico con attività sismogenetica più debole (Fig. 1).

La differente attività sismogenetica tra queste due zone spiega l'assenza di forti terremoti nella zona in esame e la loro concentrazione più a nord, entro la catena appenninica.

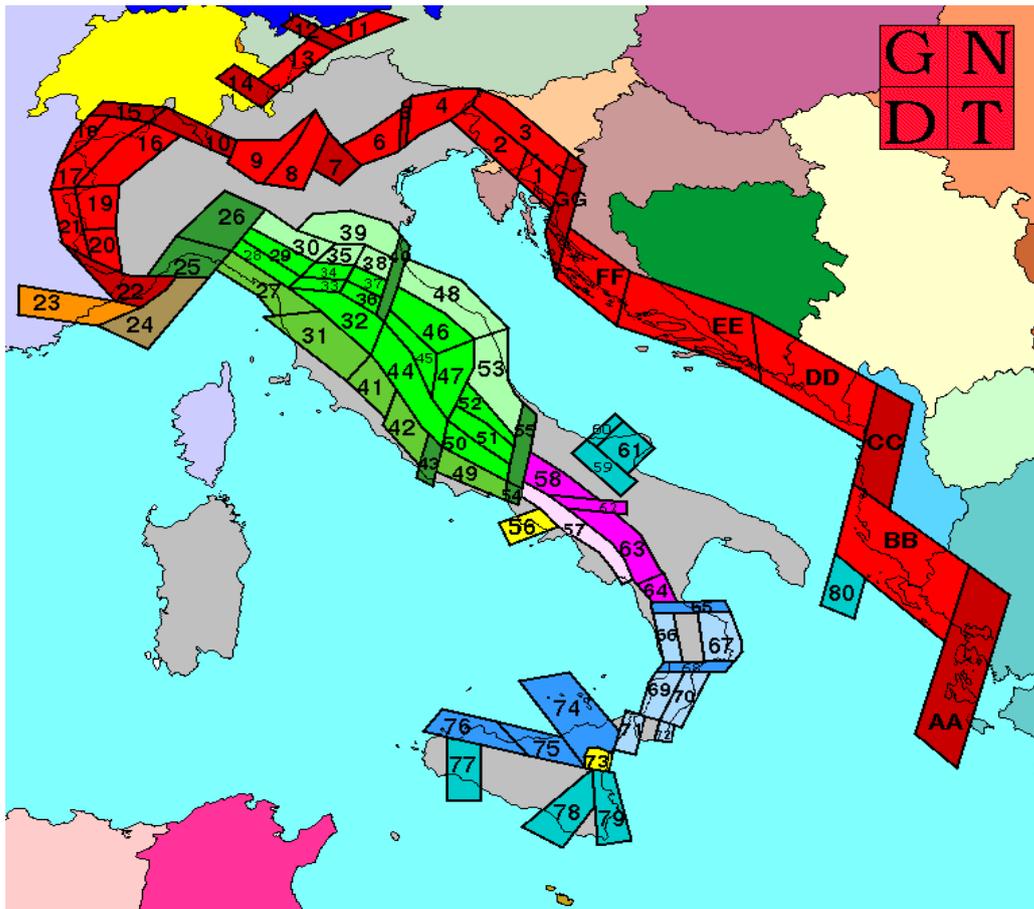


Fig. 3 Zonazione sismogenetica della penisola italiana, proposto da Scandone et al. dal 1992. Ogni poligono delimita una o più sorgenti sismiche (la cui posizione esatta è ancora quasi sempre incognita) ad attività differenziata dalle altre.

9.1. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E CALCOLO DELL' AZIONE SISMICA

Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A** quale definita al parag. 3.2.2 delle NTC - GU n.29 del 04.02.2008, di seguito indicato con la sigla NTC), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{V_R} , come definite nel parag. 3.2.1 delle NTC, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel parag. 2.4 delle NTC.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

– Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I delle NTC di seguito riportata.

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SL0	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Categorie di sottosuolo

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel “**volume significativo**”, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell’opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata. Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (*Standard Penetration Test*) $N_{SPT,30}$ (definito successivamente) nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente $c_{u,30}$ (definita successivamente) nei terreni prevalentemente a grana fina. Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono successivamente definite .

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate (Tab. 3.2.III), è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d’elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è definita dall'espressione

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{N'} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad \text{m/s}$$

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente $N_{SPT,30}$ è definita dall'espressione

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1}^M h_i}{\sum_{i=1}^M \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

La resistenza non drenata equivalente $c_{u,30}$ è definita dall'espressione

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1}^K h_i}{\sum_{i=1}^K \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

Nelle precedenti espressioni si indica con:

h_i spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

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

$N_{SPT,i}$ numero di colpi SPT N nell' i -esimo strato;

$c_{u,i}$ resistenza non drenata nell' i -esimo strato;

N numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità;

M numero di strati di terreni a grana grossa compresi nei primi 30 m di profondità;

K numero di strati di terreni a grana fina compresi nei primi 30 m di profondità.

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fina, distribuite con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità, ricadenti nelle categorie da **A** ad **E**, quando non si dispone di misure dirette della velocità delle onde di taglio si procedere come segue:

- si determina $N_{SPT,30}$ limitatamente agli strati di terreno a grana grossa compresi entro i primi 30 m di profondità;
- si determina $c_{u,30}$ limitatamente agli strati di terreno a grana fina compresi entro i primi 30 m di profondità;
- si individuano le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri $N_{SPT,30}$ e $c_{u,30}$;
- il sottosuolo viene attribuito alla categoria peggiore tra quelle individuate al punto precedente.

Condizioni topografiche

Per configurazioni superficiali semplici si adotta la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV):

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

9.2. AZIONE SISMICA PER OPERE E SISTEMI GEOTECNICI

Requisiti nei confronti degli stati limite

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio con gli opportuni requisiti di sicurezza indicati nel parag. 7.1 delle NTC.

Risposta sismica e stabilità del sito

Risposta sismica locale

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A).

Amplificazione stratigrafica

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata in prima approssimazione con riferimento alle categorie di sottosuolo. Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{\max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di a_{\max} può essere ricavato dalla relazione $a_{\max} = S_s \cdot a_g$ dove a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Amplificazione topografica

Per la progettazione o la verifica di opere e sistemi geotecnici realizzati su versanti e per l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata mediante analisi di risposta sismica locale o utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica ST . Il parametro ST deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m. Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15° , altrimenti si applicano i criteri indicati nel paragrafo precedente.

Stabilità dei pendii

La realizzazione di strutture o infrastrutture su versanti o in prossimità del piede o della sommità di pendii naturali richiede la preventiva verifica delle condizioni di stabilità, affinché prima, durante e dopo il sisma

la resistenza del sistema sia superiore alle azioni ovvero gli spostamenti permanenti indotti dal sisma siano di entità tale da non pregiudicare le condizioni di sicurezza o di funzionalità delle strutture o infrastrutture medesime.

Azione sismica

L'azione sismica di progetto da assumere nelle analisi di stabilità viene determinata in accordo ai criteri esposti nel parag. 2.3. Nel caso di pendii con inclinazione maggiore di 15° e altezza maggiore di 30 m, l'azione sismica di progetto deve essere opportunamente incrementata attraverso il coefficiente di amplificazione topografica (in generale l'amplificazione tende a decrescere sotto la superficie del pendio; pertanto, gli effetti topografici tendono a essere massimi lungo le creste di dorsali e rilievi, ma si riducono sensibilmente in frane con superfici di scorrimento profonde. In tali situazioni, nelle analisi pseudostatiche gli effetti di amplificazione topografica possono essere trascurati).

Metodi di analisi

L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \quad \text{ed} \quad F_v = k_v \times W$$

con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

dove

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può

essere valutata con la relazione

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al parag. 2.3;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di β_s sono riportati nella Tabella 3a che segue:

Tabella 3a– Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

In terreni saturi e in siti con accelerazione orizzontale massima attesa $a_{\max} > 0,15 \times g$, nell'analisi statica delle condizioni successive al sisma si deve tenere conto della possibile riduzione della resistenza al taglio per incremento delle pressioni interstiziali o per decadimento delle caratteristiche di resistenza indotti dalle azioni sismiche.

Nell'analisi di stabilità di frane quiescenti, che possono essere riattivate dall'azione del sisma, si deve fare riferimento ai valori dei parametri di resistenza attinti a grandi deformazioni. L'eventuale incremento di pressione interstiziale indotto dal sisma, da considerare in dipendenza della natura dei terreni, deve considerarsi uniformemente distribuito lungo la superficie di scorrimento critica.

Fronti di scavo e rilevati

Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli

stessi metodi impiegati per i pendii naturali. Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando opportuni coefficienti parziali. Si deve inoltre tener conto della presenza di manufatti interagenti con l'opera.

Fondazioni

La progettazione delle fondazioni deve essere condotta unitamente alla progettazione dell'opera alla quale appartengono e richiede preliminarmente:

1. la valutazione della sicurezza del sito nei confronti della liquefazione e della stabilità dei pendii;
2. la valutazione della risposta sismica locale del sito;

Le analisi di cui al punto (1) devono indicare esplicitamente gli interventi eventualmente necessari a garantire la stabilità del sito; le analisi di cui al punto (2) devono consentire di motivare la scelta dell'azione sismica adottata nella progettazione dell'intera opera.

Opere di sostegno

Requisiti generali

La sicurezza delle opere di sostegno deve essere garantita prima, durante e dopo il terremoto di progetto. Le indagini geotecniche devono avere estensione tale da consentire la caratterizzazione dei terreni che interagiscono direttamente con l'opera e di quelli che determinano la risposta sismica locale. L'analisi sismica delle opere di sostegno deve considerare quei fattori che ne influenzano significativamente il comportamento.

Nei calcoli delle opere è necessario portare in conto i seguenti aspetti:

- effetti inerziali nel terreno, nelle strutture di sostegno e negli eventuali carichi aggiuntivi presenti;
- comportamento anelastico e non lineare del terreno;
- effetto della distribuzione delle pressioni interstiziali, se presenti, sulle azioni scambiate fra il terreno e l'opera di sostegno;
- condizioni di drenaggio;
- influenza degli spostamenti dell'opera sulla mobilitazione delle condizioni di equilibrio limite.

È ammesso l'uso dei metodi pseudostatici.

Gli stati limite ultimi delle opere di sostegno si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso

determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono le opere stesse. Devono essere considerati almeno gli stessi stati limite ultimi di cui ai paragrafi 6.5.3.1.1, 6.5.3.1.2 e 6.6.2 delle NTC.

Muri di sostegno

I sistemi di drenaggio a tergo della struttura devono essere in grado di tollerare gli spostamenti transitori e permanenti indotti dal sisma, senza che sia pregiudicata la loro funzionalità.

Si deve verificare preliminarmente l'esistenza di un adeguato margine di sicurezza a liquefazione dei terreni interagenti con il muro.

L'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche può essere eseguita mediante i metodi pseudostatici e i metodi degli spostamenti.

L'analisi pseudostatica si effettua mediante i metodi dell'equilibrio limite. Il modello di calcolo deve comprendere l'opera di sostegno, il cuneo di terreno a tergo dell'opera, che si suppone in stato di equilibrio limite attivo (se la struttura può spostarsi), e gli eventuali sovraccarichi agenti sul Cuneo suddetto. Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

Dove:

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

$$a_{\max} = \bar{S} \cdot a_g = \bar{S}_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al parag. 2.3;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tabella 3b.

Tabella 3b - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m si assume di valore unitario. Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro. Per opere particolari con terrapieno in falda, quali le opere marittime, si devono distinguere due differenti condizioni:

- permeabilità del terreno bassa ($k < 5 \cdot 10^{-4}$ m/s), in cui l'acqua interstiziale si muove insieme allo scheletro solido;
- permeabilità del terreno elevata ($k > 5 \cdot 10^{-4}$ m/s), in cui l'acqua interstiziale si muove rispetto allo scheletro solido.

Nel primo caso, per la valutazione dell'azione inerziale il terreno può essere trattato come un mezzo monofase.

Nel secondo caso, gli effetti indotti dall'azione sismica sullo scheletro solido e sull'acqua devono essere valutati separatamente (analisi disaccoppiata).

In presenza di acqua libera contro la parete esterna del muro, si deve tenere conto dell'effetto idrodinamico indotto dal sisma, valutando le escursioni (positiva e negativa) della pressione dell'acqua rispetto a quella idrostatica.

Paratie

La verifica sismica delle paratie può essere condotta mediante metodi pseudostatici. Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è definita mediante un'accelerazione equivalente costante nello spazio e nel tempo. Le componenti orizzontale e verticale a_h e a_v dell'accelerazione equivalente devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto sismico atteso nel volume di terreno significativo per l'opera e della capacità dell'opera di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza. In mancanza di studi specifici, a_h può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel

volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

dove g è l'accelerazione di gravità, k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale, $\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera e $\beta \leq 1$ è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza.

Per le paratie si può porre $a_v = 0$.

L'accelerazione di picco a_{\max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al parag. 2.3;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Il valore del coefficiente α può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma di Figura 5a.

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

Il valore del coefficiente b può essere ricavato dal diagramma di Figura 5b, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ è $b = 1$. Deve comunque risultare:

$$u_s \leq 0,005 \times H$$

Se $\alpha \times \beta \leq 0,2$ deve assumersi $k_h = 0,2 \times a_{\max}/g$.

Possono inoltre essere trascurati gli effetti inerziali sulle masse che costituiscono la paratia. È necessario verificare che il sito, per effetto del terremoto di progetto, non sia suscettibile di liquefazione. In caso contrario occorre predisporre le misure necessarie perché non si verifichi tale fenomeno. Per valori dell'angolo d'attrito tra terreno e parete $\delta > \varphi'/2$, ai fini della valutazione della resistenza passiva è necessario tener conto della non planarità delle superfici di scorrimento.

Figura 5a – Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

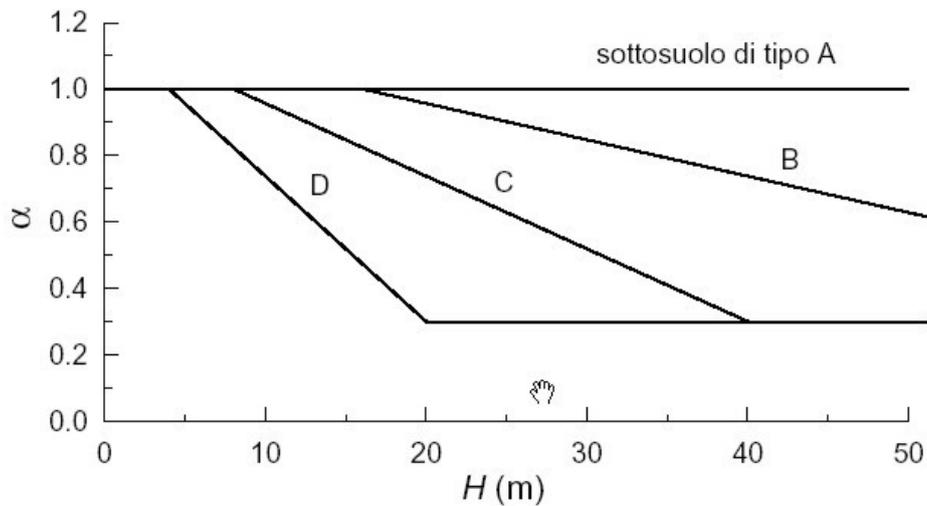
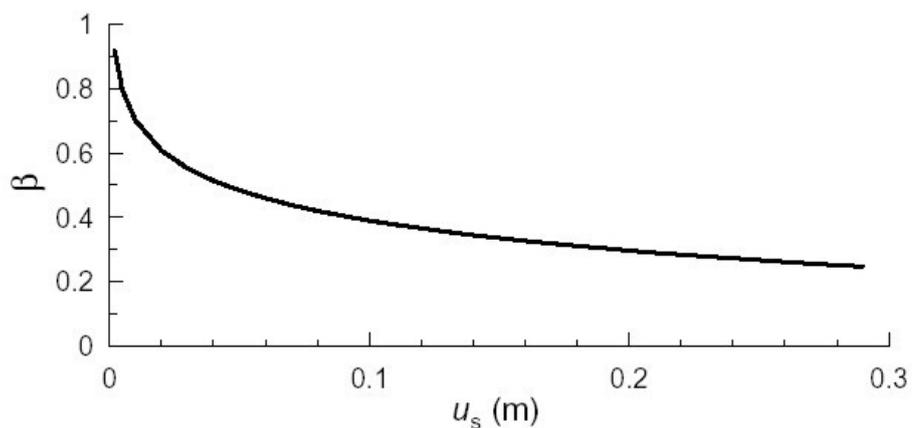


Figura 5b – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .



Gli elementi di contrasto sollecitati a compressione (puntoni) devono essere dimensionati in maniera che l'instabilità geometrica si produca per forze assiali maggiori di quelle che provocano il raggiungimento della resistenza a compressione del materiale di cui sono composti. In caso contrario si deve porre $\beta = 1$. Nel caso di strutture ancorate, ai fini del posizionamento della fondazione dell'ancoraggio si deve tenere presente che, per effetto del sisma, la potenziale superficie di scorrimento dei cunei di spinta presenta un'inclinazione sull'orizzontale minore di quella relativa al caso statico. Detta L_s la lunghezza libera dell'ancoraggio in condizioni statiche, la corrispondente lunghezza libera in condizioni sismiche L_e può essere ottenuta mediante la relazione:

$$L_e = L_s \left(1 + 1,5 \cdot \frac{a_{\max}}{g} \right)$$

dove a_{\max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito.

Gli elementi di ancoraggio devono avere resistenza e lunghezza tali da assicurare l'equilibrio dell'opera prima, durante e dopo l'evento sismico.

Si deve inoltre accertare che il terreno sia in grado di fornire la resistenza necessaria per il funzionamento dell'ancoraggio durante il terremoto di riferimento e che sia mantenuto un margine di sicurezza adeguato nei confronti della liquefazione.

9.3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Determinazione degli spettri di risposta

Di seguito si forniscono gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti orizzontali e verticali delle azioni sismiche di progetto per il sito in esame.

Le azioni sismiche verranno valutate ai sensi delle NTC 2008 avvalendosi del software SPETTRI DI RISPOSTA vers. 1.0.3 realizzato dal CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI

La determinazione degli spettri di risposta relativi ad uno stato limite si articolerà in tre fasi:

FASE 1: individuazione della pericolosità del sito sulla base del progetto S1 dell' Istituto Nazionale di geofisica e vulcanologia;

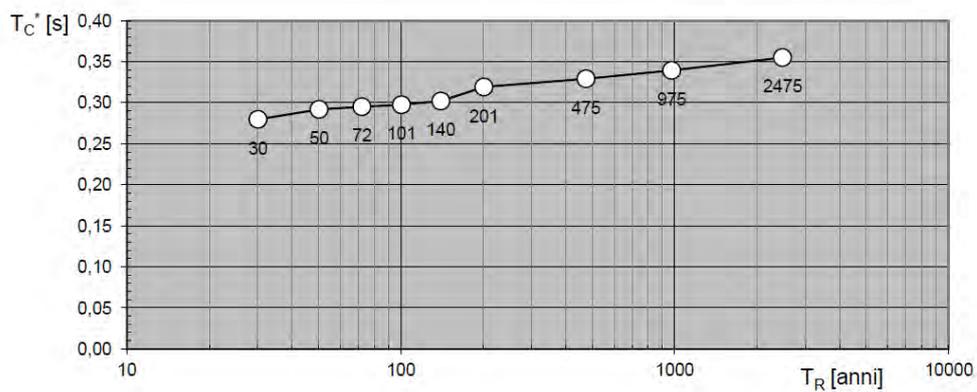
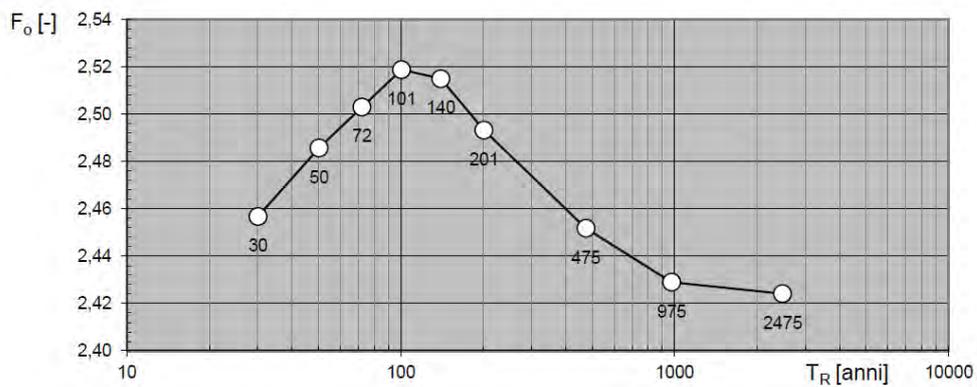
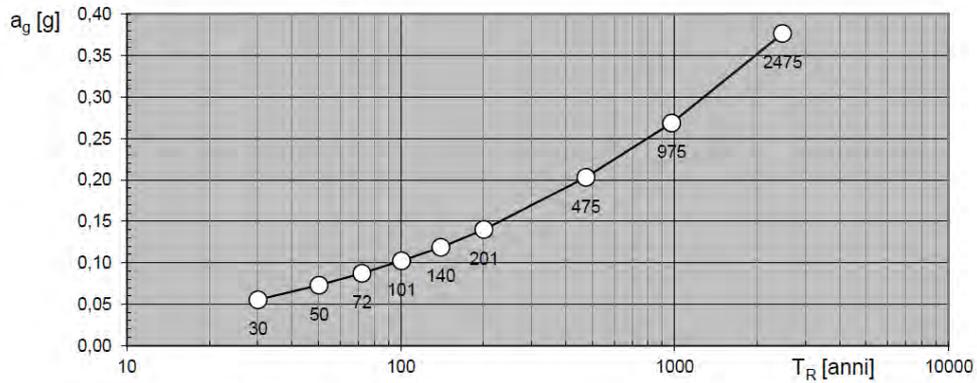
Comune di Poggio Imperiale (FG)



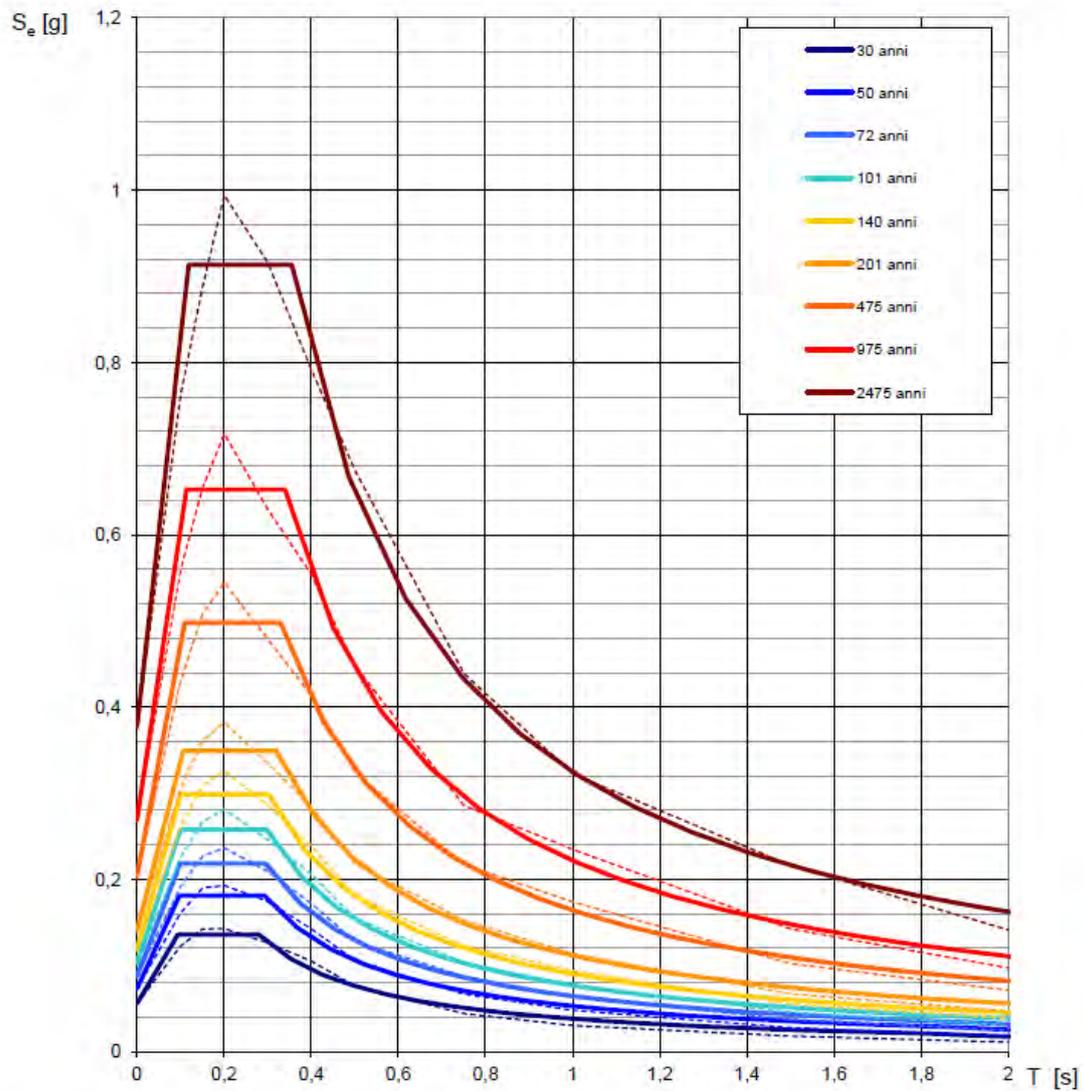
Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
30	0,055	2,457	0,280
50	0,073	2,486	0,292
72	0,087	2,503	0,295
101	0,102	2,519	0,298
140	0,119	2,515	0,302
201	0,140	2,493	0,319
475	0,203	2,452	0,329
975	0,269	2,429	0,339
2475	0,377	2,424	0,355

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



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.

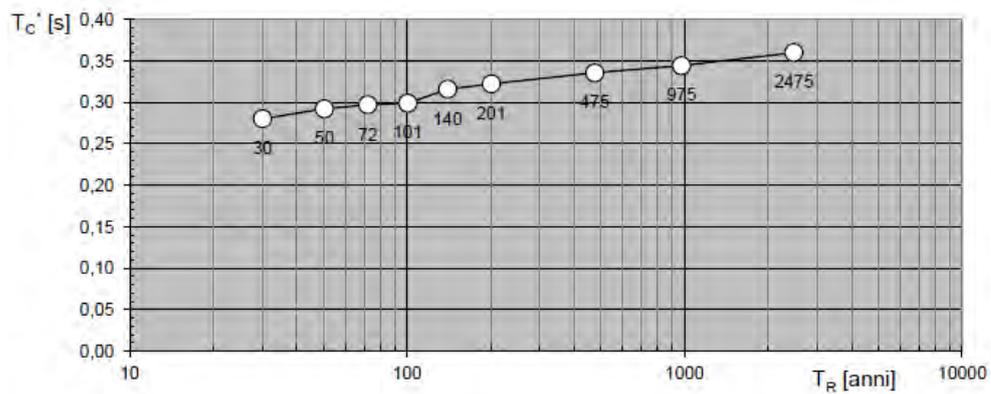
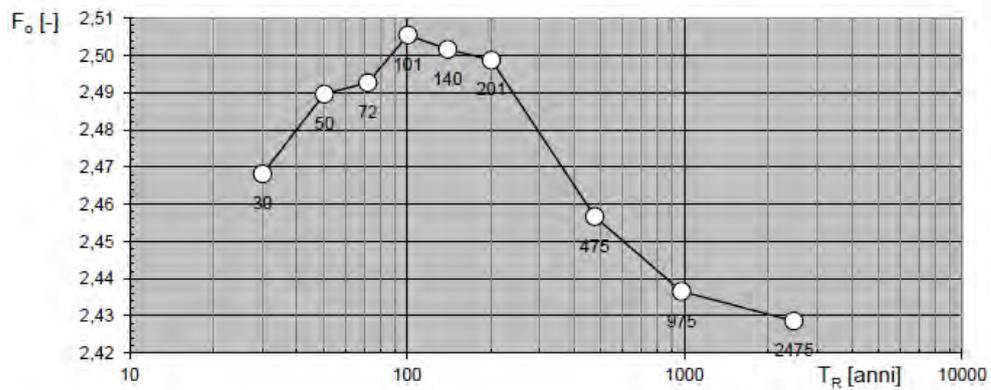
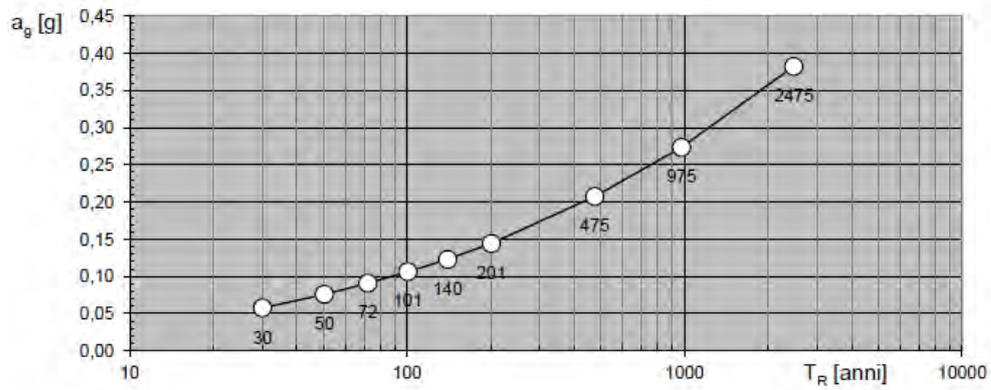
Comune di S.Paolo di Civitate (FG)



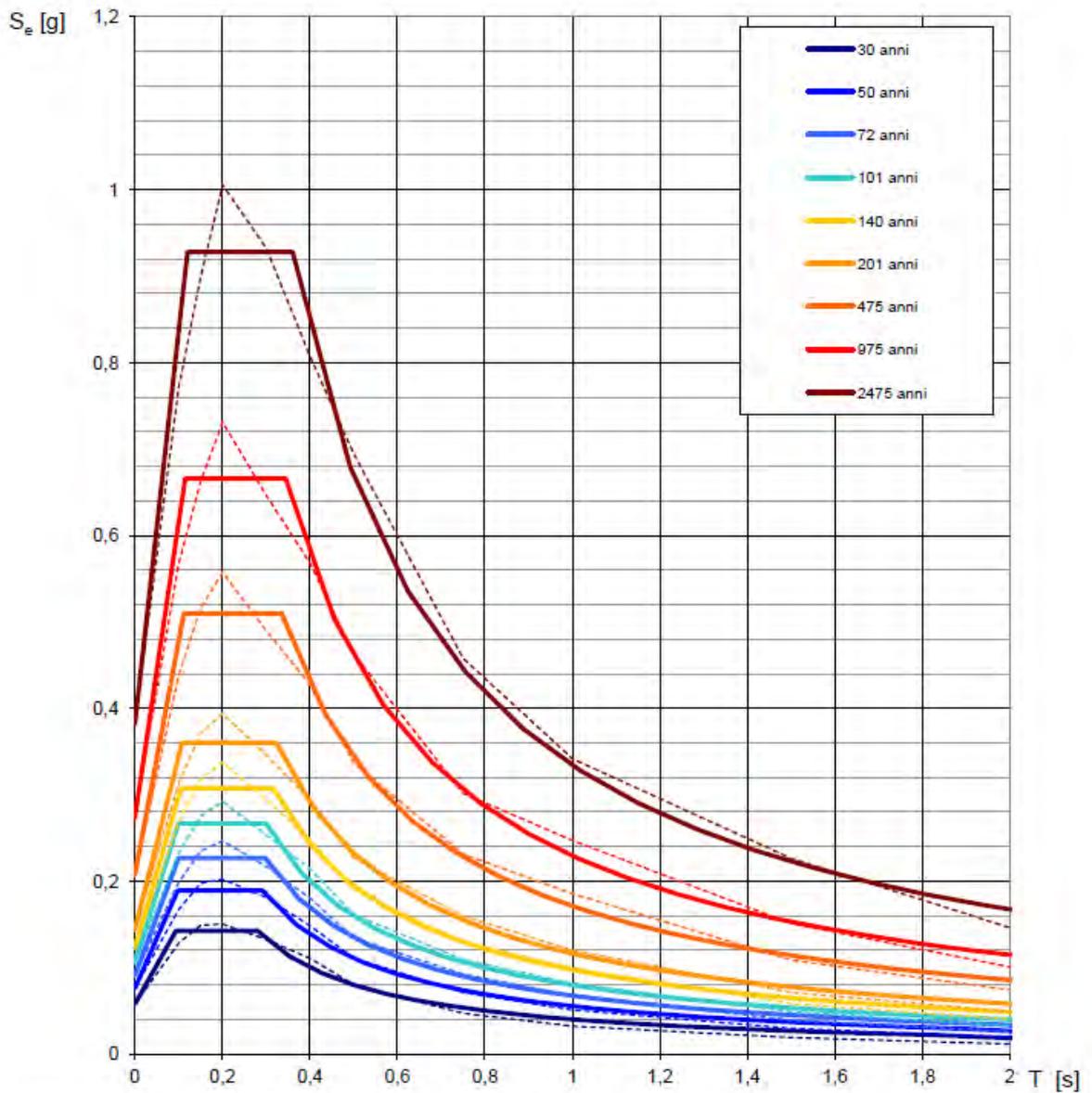
Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
30	0,058	2,468	0,280
50	0,076	2,490	0,292
72	0,091	2,493	0,297
101	0,106	2,505	0,299
140	0,123	2,502	0,318
201	0,144	2,499	0,322
475	0,207	2,457	0,335
975	0,273	2,437	0,344
2475	0,382	2,429	0,360

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C : variabilità col periodo di ritorno T_R



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.

9.4. DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO E DEL COEFFICIENTE TOPOGRAFICO

Per la determinazione della categoria del sottosuolo ci si è avvalsi della prova geofisica denominata *down-hole*, realizzata in corrispondenza dei perfori dei sondaggi geognostici summenzionati. Dalla elaborazione di detta prova si definiscono i valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 14 gennaio 2008). È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del suolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto [(D.M. 14 gennaio 2008) - vedi allegato].

Le indagini sismiche DH-S1, DH-S2, DH-S3 e DH-S4 considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c., hanno fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria C [D.M. 14gennaio 2008 (Tab. 1; Tab. 2)] ovvero:

“Dalle risultanze su esposte è possibile collocare i terreni investigati nella categoria sismica **C** ovvero:

“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)”

Il coefficiente topografico dell'area in esame è T1 in quanto trattasi di superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

Nella relazione sismica allegata, al paragrafo 7 – Risposta sismica locale – è possibile visionare gli spettri di risposta elastica, in funzione della categoria del suolo **C** del coefficiente topografico **T1**. Il calcolo degli spettri di risposta elastica è stato realizzato considerando: la vita nominale della costruzione **Vn \geq 100 anni**, la classe d'uso della costruzione **IV** ed il coefficiente d'uso **Cu= 2**. L'elaborazione ha fornito valori massimi di a (accelerazione orizzontale al suolo) e $Se[g]$ (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra TB e TC), relativamente agli stati limite SLD e SLV:

PROSPEZIONE SISMICA	V_{s0-30} (m/s)
DH-S1 (SSE)	330-331
DH-S2 (PGI 04)	328-329
DH-S3 (PGI 14B)	330
DH-S4 (PGI 16B)	304

PROSPEZIONE SISMICA	ag SLD	ag SLV	S _e [g]SLD	S _e [g]SLV
DH-S1 (SSE)	0.144	0.347	0.533	1.006
DH-S2 (PGI 04)	0.140	0.341	0.519	0.995
DH-S3 (PGI 14B)	0.141	0.343	0.524	1.000
DH-S4 (PGI 16B)	0.141	0.343	0.524	1.000

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Come meglio specificato nella premessa, lo scopo del presente studio geologico è stato quello di definire un quadro delle caratteristiche della porzione del territorio comunale, di Poggio Imperiale (FG) e di S.Paolo di Civitate (FG), interessati dal progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica e di una stazione di trasformazione, sia sotto l'aspetto fisico (litologia, idrogeologia, morfologia) che quello applicativo (sismicità dell'area). Sono altresì interessati dal progetto il territorio comunale di Lesina (FG) in quanto attraversato da cavidotti di collegamento.

Dal punto di vista geolitologico i terreni intercettati dalle opere in progetto sono costituiti essenzialmente da: terreni sabbiosi e ghioiaiosi (*Sabbie di Serracapriola Conglomerati di Campomarino*) da terreni di copertura fluvio – lacustri e da terreni alluvionali.

L'aspetto morfologico d'insieme è caratterizzato da superfici pressoché pianeggianti, con quote comprese tra i m 20 ed i 130 sul livello del mare, o da colline con versanti moderatamente acclivi. In tale contesto affiorano terreni prevalentemente argillosi con una copertura sabbiosa-ghiaiosa che diventa sempre più estesa man mano che ci si approssima alla linea di costa.

Dal punto di vista idrogeologico è stato possibile individuare due complessi idrogeologici:

1. *depositi superficiali incoerenti a granulometria da media a fine, con permeabilità primaria da media a bassa*, a questa classe appartengono i depositi Alluvioni prevalentemente limoso-argillose del IV ordine di terrazzi;

2. *depositi superficiali incoerenti a granulometria da grossolana a media, con permeabilità primaria da media ad elevata* a in tale gruppo sono compresi quasi tutti i depositi terrazzati dei principali corsi d'acqua che solcano il Tavoliere (I, ordine), i *Conglomerati di Campomarino* e le *Sabbie di Serracapriola*.

Le indagini sismiche, realizzate in corrispondenza dei sondaggi meccanici eseguiti con trivellazione a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30 m dal p.c., DH-S1, DH-S2, e DH-S3, hanno fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria C [D.M. 14gennaio 2008 (Tab. 1; Tab. 2)] ovvero:

“Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT,30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)”

Il coefficiente topografico dei siti è **T1** = superfici pianeggianti pendii e versanti isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

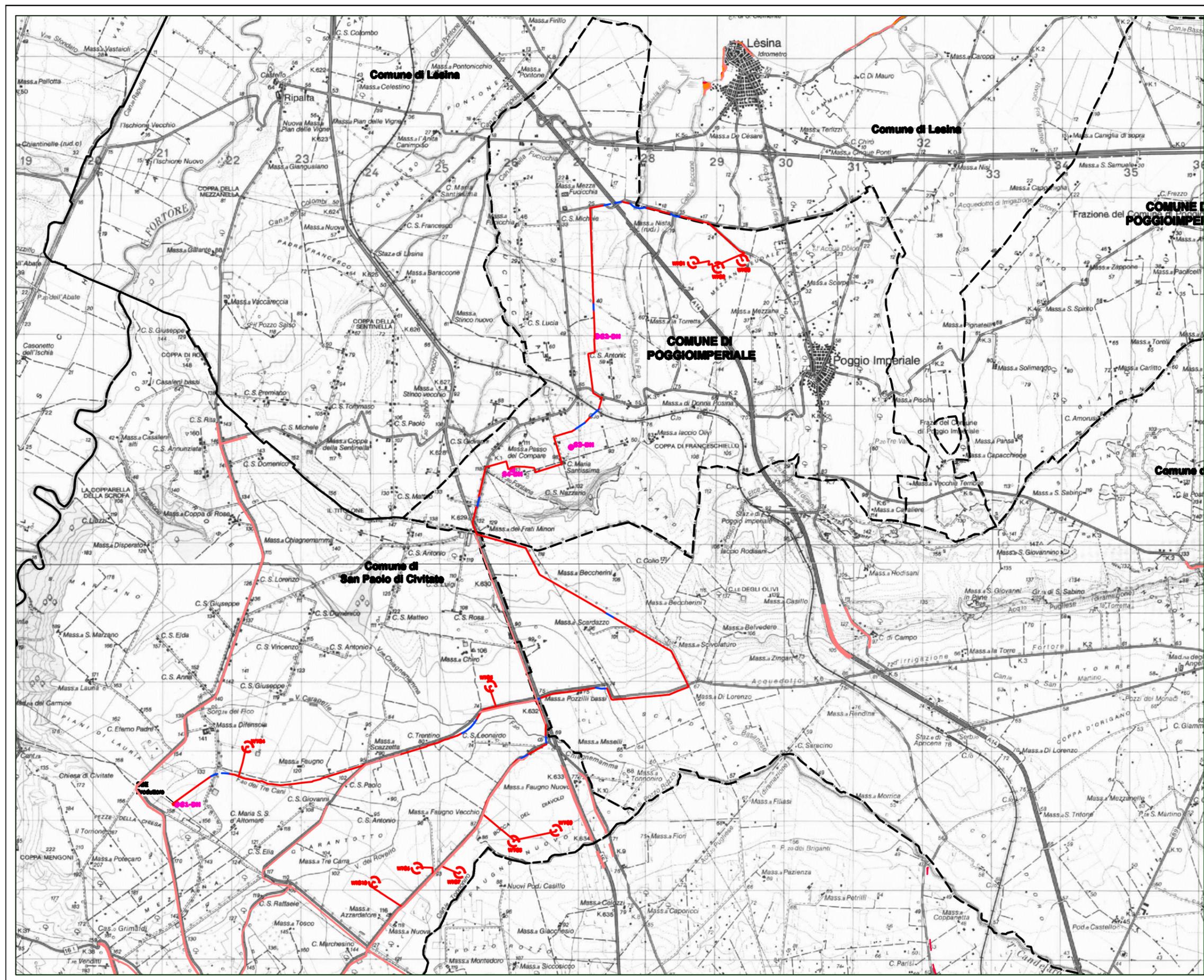
In definitiva dallo studio geologico non emergono condizioni di incompatibilità con la realizzazione del progetto.

dott. Ettore Sorrentino

ALLEGATI:

- tavola I – stralcio planimetrico con l'ubicazione dell'area di interesse scala 1:50.000;
- tavola II – stralcio carta geologica scala 1:50.000;
- tavola III – stralcio carta della pericolosità geomorfologica Autorità di bacino della Puglia scala 1:50.000;
- Si allegano inoltre:
- Relazione sulle indagini geognostiche, con relative stratigrafie e report fotografico; Certificati di laboratorio;
- Relazione geofisica con elaborazioni down-hole, report fotografico e spettri di risposta elastica.

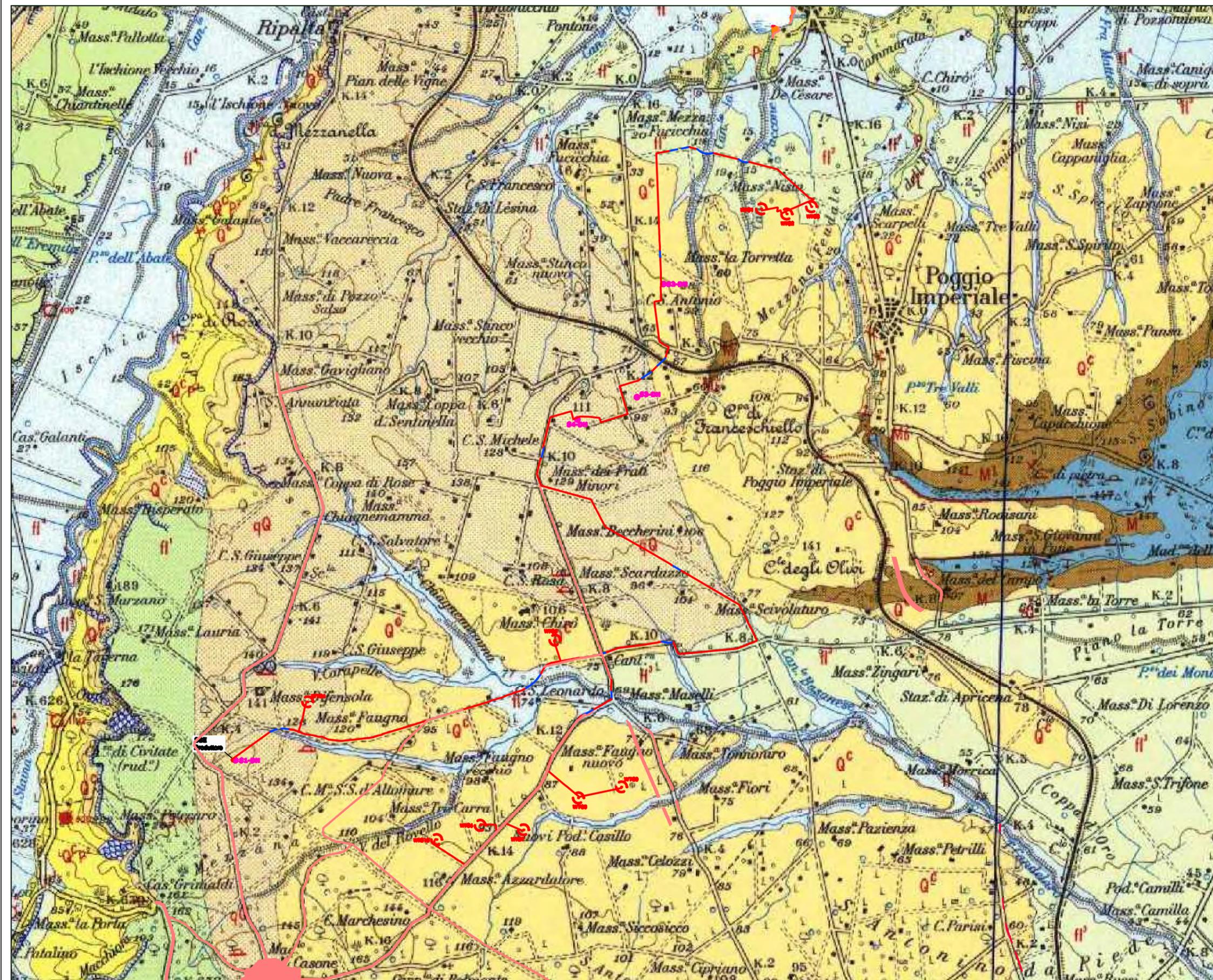
Tav.1
Stralcio planimetrico con
pubblicazione dell'area di interesse
scala 1:50000



LEGENDA

-  Aerogeneratore
-  Confini
-  TOC
-  Limiti amministrativi
-  Sedi degli organismi e punti H2O

Tav.2
Stralcio Carta Geologica
scala 1:50000

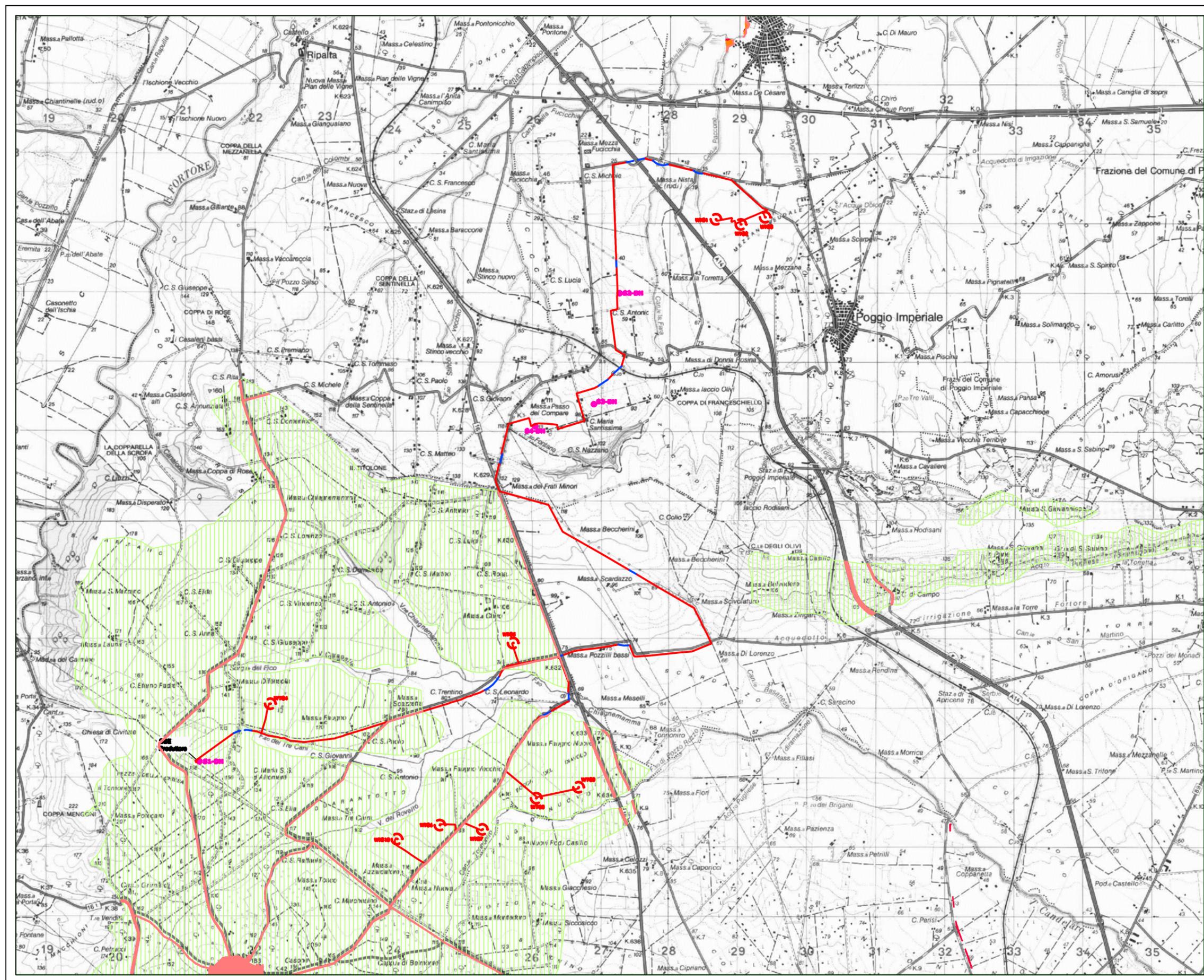


Simbolo	DESCRIZIONE
	Aerogeneratore
	Condotti
	TOC
	Limiti amministrativi
	Sonaggio geognostico e Sism. H&S

LEGENDA

- Aerogeneratore
- Condotti
- TOC
- Limiti amministrativi
- Sonaggio geognostico e Sism. H&S

Tav.3
Stralcio carta della pericolosità
geomorfologica Autorità di bacino
della Puglia
Scala 1:50000



-  PG1
-  PG2
-  PG3
-  R2
-  R3
-  R4

LEGENDA

-  Aerogeneratore
-  Cantieri
-  TOC
-  Limiti amministrativi
-  Sentinelle geotecniche e Semafori

Impresa SICES S.r.l.u.

Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia. Tel. 0881-745414/771533 - P.I. 03924700713

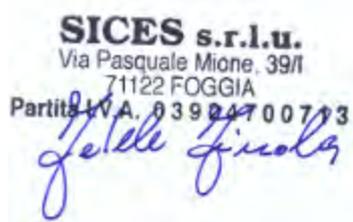
||||||| RELAZIONE ACCOMPAGNAMENTO INDAGINI Poggio Imperiale – San Paolo di Civitate – APRILE, 2018

IVPC Group

Indagini geognostiche Parco Eolico Poggio Imperiale – San Paolo di Civitate
Sottostazione elettrica & Aerogeneratori
SSE & T4 – T14 – T16

RELAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO ALLE INDAGINI SVOLTE

L'impresa



Il Consulente Tecnico
Dott. Geol. Donato Antonio Fatigato



Foggia, Maggio 2018

1. PREMESSA

Nella presente nota si illustrano le modalità tecnico-esecutive con le quali si sono realizzate le indagini geognostiche dirette (carotaggi) e gli esiti stratigrafici delle stesse, relativamente alle perforazioni effettuate su commessa dell' IVPC Group a supporto del Parco eolico di Poggio Imperiale (FG).

Le indagini sono state realizzate dall'Impresa SICES S.r.l.u., con sede legale in Via Pasquale Mione n. 39/i a Foggia, secondo quanto previsto dagli accordi e dalle specifiche tecniche fornite dalla committenza.

I lavori geognostici sono stati diretti dallo scrivente, Dott. Donato Antonio Fatigato, geologo, iscritto all'O.R.G. PUGLIA con il n. 104, in qualità di Consulente Tecnico della stessa Impresa SICES S.r.l.u.

2. INDAGINI EFFETTUATE

Il piano di lavoro realizzato ha visto l'esecuzione di n° 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT e prelievo di campioni indisturbati. Le terebrazioni sono state quindi tecnicamente allestite per l'esecuzione di prove Down Hole.

I campioni prelevati sono stati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio presso il **Laboratorio di Geotecnica "Geotest del dott. Carbone Andrea & C. S.a.s."** con sede a Melfi (PZ) in via Lucca 55.

Le fasi lavorative si sono svolte secondo il seguente iter:

- trasporto e approntamento del gruppo sonda e delle attrezzature per la perforazione, allestimento delle postazioni e degli impianti di cantiere sui punti d'indagine;
- terebrazione di n° 4 sondaggi meccanici verticali, a rotazione e a carotaggio continuo, spinti fino ad una profondità di 30 m , per complessivi 115 m di perforazione;
- prelievo a diverse profondità di campioni indisturbati per l'esecuzione di prove geotecniche di laboratorio;
- Esecuzione di n° 7 prove SPT a diverse profondità;
- Allestimento dei perfori con installazioni per esecuzione di prove down hole.

Tali attività hanno visto la contestuale caratterizzazione stratigrafica dei terreni di fondazione e la conservazione delle carote estratte in cassette catalogatrici.

2. MODALITA' TECNICO-ESECUTIVE PERFORAZIONI DI SONDAGGIO

2.1 Sondaggi meccanici (modalità tecnico esecutive)

I sondaggi meccanici, ubicati nei punti indicati della Committenza, sono stati effettuati tramite *perforatrice idraulica* di fabbricazione EGTechnology – Parma, modello MD 710, raggiungendo le profondità stabilite come da tabella:

SONDAGGIO (n°)	Data inizio	Data fine	Profondità raggiunta
S1 SSE	14/03/2018	15/03/2018	25 m
S2 T4	16/03/2018	19/03/2018	30 m
S3 T14	20/03/2018	29/03/2018	30 m
S4 T16	30/03/2018	03/04/2018	30 m

Gli utensili e le attrezzature adoperate per la perforazione, di fabbricazione Boart-Nenzi (Segrate-MI), Geomarc S.r.l. (Monza-MI), Drill Sevice S.n.c. (Mosciano S. Angelo-TE), con *aste di perforazione* dotate di filettature tronco-coniche (ϕ_{est} 76 mm, lunghezza 3000 mm), *carotiere semplice* (ϕ_{est} 101 mm, ϕ_{int} 83 mm, lunghezza 3000 mm), *rivestimenti provvisori* (ϕ_{est} 127, lunghezza 2000 mm), corone e portacorone (ϕ_{est} 101-127 mm), sono risultate adeguate alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La percentuale di recupero del carotaggio è stata del 100% per i terreni terrosi - argillosi, del 80%-90% per i materiali più specificatamente sabbiosi.

Il carotaggio è stato eseguito con l'ausilio di fluido refrigerante (acqua). La pressione del fluido a bocca foro è stata controllata con manometro, a fondo scala, di 10 bar.

E' stata adottata, sempre, la pressione minima, adeguata all'escavazione del tipo di materiale, controllata dal manometro in dotazione alle macchine.

Prima d'ogni prelievo di campioni indisturbati è stata misurata, con scandaglio a filo graduato, la quota del fondo foro, effettuando la pulizia dello stesso.

Nel corso delle operazioni di sondaggio sono state compilate, dallo scrivente, le **schede della stratigrafia** riscontrata completa della descrizione della natura e delle caratteristiche del terreno, data, metodo di perforazione, attrezzatura impiegata, diametro di perforazione,

diametro di rivestimento, fluido di circolazione, quote di prelievo campioni (**vedi allegate stratigrafie**).

Durante le fasi di perforazione non sono emerse problematiche particolari. Non si sono verificati particolari rifluimenti di colonna, la velocità d'avanzamento è stata adeguata ai materiali riscontrati.

Le carote, man mano estratte dal carotiere, sono state conservate in cassette catalogatrici di plastica dura, munite di separatori (ogni cassetta consente di conservare cinque spezzoni della lunghezza di un metro di carota) e sui bordi delle cassette sono stati indicate le quote del recupero (rispetto al piano campagna) e sono stati segnati l'inizio e la fine dei prelievi di campioni.

Le cassette sono state fotografate con macchina digitale a colori, (**vedi foto allegate**) e depositate l'una sull'altra, per ogni sondaggio.

Tutti i campioni, opportunamente etichettati (Committente, cantiere, n° sondaggio, n° campione, data, profondità,) sono stati identificati come segue:

SONDAGGIO (n°)	DENOMINAZIONE CAMPIONE	PROFONDITA' DI PRELIEVO (m. dal p.c.)
S1 SSE	S1C1	(3,00÷3,50)
	S1C2	(7,00÷7,50)
S2 T4	T4C1	(4,50÷5,00)
	T4C2	(9,50÷10,00)
	T4C3	(14,5÷15,00)
	T4C4	(22,00÷22,50)
S3 T14	T14C1	(15,50÷16,00)
	T14C2	(22,00÷22,50)
S4 T16	T16C1	(4,00÷4,50)
	T16C2	(10,00÷10,50)
	T16C3	(22,00÷22,50)

Nei fori di sondaggio sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche (S.P.T.), a punta aperta, i cui risultati sono riportati in tabella. Si è utilizzata attrezzatura standard della NENZI (MI), dispositivo di guida e di sganciamento automatico del maglio (massa battente), di peso 63.4 kg (+0.5 kg), con corsa a caduta libera di 0.75 m (+0.02 m), aste collegate al campionatore aventi peso per metro lineare 6.50 kg (\pm 0.5 kg/ml). La percussione è stata

effettuata secondo le modalità delle norme ASTM n° D 1586/68 “Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soil”.

I risultati delle prove, riportati nelle stratigrafie dei sondaggi e sintetizzati in tabella, hanno fornito i dati della resistenza alla penetrazione (NSPT=numero colpi/305 mm), necessari alla penetrazione utile di 30.48 cm, misurati separatamente per tratti 15.24 cm, ciascuno d’approfondimento.

In tabella sono indicati i valori numerici delle prove.

SONDAGGIO (n°)	Profondità (m)	N° Colpi
S1 SSE	6,00	11 (15 – 11)
S2 T4	4,00	10 (13 – 17)
	9,00	8 (11 – 14)
	14,00	11 (14 – 15)
S3 T14	16,00	13 (16 – 18)
S4 T16	4,50	8 (9 – 10)
	10,50	10 (12 – 14)

Valori numerici prove SPT .

2.2 Allestimento installazioni per downhole

Tutti i sondaggi sono stati attrezzati per consentire l’esecuzione di successive down hole.

3. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

In relazione a quanto disciplinato dalla committenza, sui campioni indisturbati prelevati con campionatore a pareti sottili tipo Shelby, si sono eseguite prove geotecniche di laboratorio su un totale di n° 11 Campioni.

I risultati puntuali e le tipologie di analisi delle prove geotecniche effettuate sono contenuti nei certificati di laboratorio emessi dal **Laboratorio di Geotecnica “Geotest del dott. Carbone Andrea & C. S.a.s.”** con sede a Melfi (PZ) in via Lucca 55, autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, presso il quale sono state effettuate tali indagini.

Ad esso si rimanda per ogni opportuna valutazione.

Vedi:

- **REPORT PROVE DI LABORATORIO (ALLEGATO A)**

4. CONCLUSIONI

In coerenza con quanto commissionato si restituiscono gli elaborati specialistici delle indagini geognostiche condotte, con le modalità già illustrate e secondo requisiti tecnici conformi alle norme vigenti, utili alla caratterizzazione ed alla definizione del modello geologico-tecnico dei terreni che costituiscono il substrato dei siti oggetto di studio.

In particolare in appendice alla presente si restituiscono gli ELABORATI GRAFICI dati da:

- Stratigrafie;
- Documentazione fotografica.

Sempre in appendice i certificati delle prove geotecniche effettuate in Laboratorio.

- Certificati Prove di Laboratorio (Allegato A)

Tanto dovevasi per quanto di competenza.

Foggia, maggio 2018



Il Consulente tecnico

Dott. Donato Antonio FATIGATO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Donato Antonio Fatigato", written over the printed name.

ALLEGATI GRAFICI

Costituiscono parte integrante della relazione i seguenti elaborati :

- Stratigrafie;
- Documentazione fotografica.

SONDAGGIO S1



Sondaggio S1 – Postazione

IMPRESA S.I.C.E.S.

VIA PASQUALE MIONE, 39/I - FOGGIA TEL/FAX 0881/745414- 771533

SONDAGGIO N° 1 - Den. Sond.: S₁ - Località: Poggio Imperiale – San Paolo di Civitate - Committente: IVPC Group
 Data di inizio perforazione: 14/03/2018 - Data di fine perforazione: 15/03/2018
 Inclinazione (deg.): 0° - Scala Grafica: 1:160 - Macchina Perforatrice: EGT MD710 – Egtechnology Parma
 Perforatore Responsabile: AMATORE MAURO - Geologo resp. di cantiere: Dott. Donato Antonio Fatigato
 Note: SONDAGGIO VERTICALE, a rotazione e a carotaggio continuo Ø 101 mm in n° 5 cassette catalogatrici
 Foro attrezzato per down Hole

PROF. DAL P.C. (m)	POTENZA (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI			FALDA		% DI CAROTTAGGIO	CONSISTENZA	S.P.T. PROF. m n.colpi	POCKET PENETROMETER (kg/cm²)	VANE TEST PROF. m c _v (Kg/cm²)
		SIMBOLOGIA A.G.I.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROF. DI PRELIEVO (m)	CAMPIONATORE	TIPO PRELIEVO	PROF. DI RINV. (m)	PROF. DI STAB. (m)					
0.0	0.80		Terreno vegetale organico di colore scuro con ciottolotti dispersi										
	1.5		Sabbie limose di colore giallastro sciolte	S1				80					
	2.30			C1									
	1.9		Limi sabbiosi argillosi con ciottolotti in dispersione e fustoli....	3.00/									
	4.20			3.50									
	0.1		Sabbie limose sciolte					100					
5.0	3.7		Limi sabbiosi argillosi	S1									
	8.00			C2							SPT		
				7.00/							6.0- 6.5		
				7.50							11(15-11)		
10.0	5.5		Sabbie grossolane di colore bruno beige con abbondanti ciottoli. I ciottoli sono arrotondati (dim min 1 cm medie 2-3 max 4 cm) Struttura matrice supported.					70					
	13.50												
	1.2		Sabbie grossolane di colore bruno beige sciolte					70					
15.0	2.0		Sabbie fini limose di colore beige sciolte					100					
	16.70												
	3.3		Sabbie limose di colore bruno beige					90					
20.0	20.00												
	2.0		Limi sabbioso argillosi					100					
	22.00												
	2.3		Sabbie limose bruno beige					90					
25.0	24.30												
	0.7		Limi sabbioso argillosi					100					
	25.00												
			FINE SONDAGGIO 25.00 m										

Rif. S1 Poggio Imperiale

CASSETTE CATALOGATRICI SONDAGGIO S1 SSE



S1 0 - 5 m



S1 5 - 10 m



S1 10 - 15 m



S1 15 - 20 m



S1 20 – 25 m

SONDAGGIO T4



Sondaggio T4 – Postazione e cassette generali

IMPRESA S.I.C.E.S.

VIA PASQUALE MIONE, 39/I - FOGGIA TEL/FAX 0881/745414- 771533

SONDAGGIO N° T4 - Den. Sond.: T₄ - Località: Poggio Imperiale - San Paolo di Civitate - Committente: IVPC Group
 Data di inizio perforazione: 16/03/2018 - Data di fine perforazione: 19/03/2018
 Inclinazione (deg.): 0° - Scala Grafica: 1:160 - Macchina Perforatrice: EGT MD710 - Egtechnology Parma
 Perforatore Responsabile: AMATORE MAURO - Geologo resp. di cantiere: Dott. Donato Antonio Fatigato
 Note: SONDAGGIO VERTICALE, a rotazione e a carotaggio continuo Ø 101 mm in n° 6 cassette catalogatrici

PROF. DAL P.C. (m)	POTENZA (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI			FALDA		% DI CAROTAGGIO	CONSISTENZA	S.P.T. PROF. m n.colpi	POCKET PENETROMETER (Kg/cm²)	VANE TEST PROF. m Cu (Kg/cm²)
		SIMBOLOGIA A.G.I.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROF. DI PRELIEVO (m)	CAMPIONATORE	TIPO PRELIEVO	PROF. DI RINV. (m)	PROF. DI STAB. (m)					
0.0	1.40		Terreno vegetale grigio nerastro						100				
1.40	1.6		Limi argillosi di colore bruno rossiccio						100				
3.00	2.0		Sabbie di colore bruno beige con piccoli ciottolotti dispersi	T4 C1 4.50/ 5.00					90	SPT 4.0-4.5 10(13-17)			
5.00	2.8		Sabbie grossolane sciolte con ghiaietto in dispersione						100				
7.80			Limi argillosi di colore grigio beige	T4 C2 7.50/ 10.00						SPT 9.0-9.5 8(11-14)			
10.0			Limi argillosi di colore grigio beige	T4 C3 14.50/ 15.00						SPT 14.0-14.5 11(14-15)			
15.0	22.2		Limi argillosi di colore grigio beige	T4 C4 22.00/ 22.50					100				
20.0			Limi argillosi di colore grigio beige										
25.0			Limi argillosi di colore grigio beige										
30.0	30.00		Limi argillosi di colore grigio beige										

FINE SONDAGGIO 30.00 m

Rif. T4 Poggio Imperiale

CASSETTE CATALOGATRICI SONDAGGIO T4



T4 0 - 5 m



T4 5 - 10 m



T4 10 - 15 m



S2 15 - 20 m



S2 20 - 25 m



S2 25 - 30 m

SONDAGGIO T14



Sondaggio T14 – Postazione e cassette generali

IMPRESA S.I.C.E.S.

VIA PASQUALE MIONE, 39/I - FOGGIA TEL/FAX 0881/745414- 771533

SONDAGGIO N° T14 - Den. Sond.: T₁₄ - Località: Poggio Imperiale - San Paolo di Civitate - Committente: IVPC Group
 Data di inizio perforazione: 20/03/2018 - Data di fine perforazione: 29/03/2018
 Inclinazione (deg.): 0° - Scala Grafica: 1:160 - Macchina Perforatrice: EGT MD710 - Egtechnology Parma
 Perforatore Responsabile: AMATORE MAURO - Geologo resp. di cantiere: Dott. Donato Antonio Fatigato
 Note: SONDAGGIO VERTICALE, a rotazione e a carotaggio continuo Ø 101 mm in n° 6 cassette catalogatrici

PROF. DAL P.C. (m)	POTENZA (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI			FALDA		% DI CAROTAGGIO	CONSISTENZA	S.P.T. PROF. m n.colpi	POCKET PENETROMETER (Kg/cm²)	VANE TEST PROF. m Cu (Kg/cm²)
		SIMBOLOGIA A.G.I.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROF.DI PRELIEVO (m)	CAMPIONATORE	TIPO PRELIEVO	PROF. DI RINV. (m)	PROF.DI STAB. (m)					
0.0	1.00		Terreno vegetale di grigio nerastro						100				
	2.0		Sabbie brunastre con piccoli ciottoli dispersi						90				
3.00	11.0		Sabbie di colore beige con ghiaia dispersa (dim. Min. 1 cm. Media 2 cm.) Struttura matrice supported						80				
14.00	16.0		Limi argillosi di colore beige	T14 C1 15.50/ 16.00					100		SPT 16.0-16.5 13(16-18)		
15.0	22.00			T14 C2 22.00/ 22.50									
20.0													
25.0													
30.0	30.00												

FINE SONDAGGIO 30.00 m

Rif. T14 Poggio Imperiale

CASSETTE CATALOGATRICI SONDAGGIO T14



T14 0 - 5 m



T14 5 - 10 m



T14 10 - 15 m



T14 15 - 20 m



T14 20 - 25 m



T14 25 - 30 m

SONDAGGIO T16



Sondaggio T16 – Postazione e cassette generali

IMPRESA S.I.C.E.S.

VIA PASQUALE MIONE, 39/I - FOGGIA TEL/FAX 0881/745414- 771533

SONDAGGIO N° **T16** - Den. Sond.: **T₁₆** - Località: **Poggio Imperiale - San Paolo di Civitate** - Committente: **IVPC Group**
 Data di inizio perforazione: **30/03/2018** - Data di fine perforazione: **03/04/2018**
 Inclinazione (deg.): **0°** - Scala Grafica: **1:160** - Macchina Perforatrice: **EGT MD710 - Egtechnology Parma**
 Perforatore Responsabile: **AMATORE MAURO** - Geologo resp. di cantiere: **Dott. Donato Antonio Fatigato**
 Note: **SONDAGGIO VERTICALE, a rotazione e a carotaggio continuo Ø 101 mm in n° 6 cassette catalogatrici**

PROF. DAL P.C. (m)	POTENZA (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI			FALDA		% DI CAROTAGGIO	CONSISTENZA	S.P.T. PROF. m n.colpi	POCKET PENETROMETER (Kg/cm ²)	VANE TEST PROF. m Cu (Kg/cm ²)
		SIMBOLOGIA A.G.I.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROF. DI PRELIEVO (m)	CAMPIONATORE	TIPO PRELIEVO	PROF. DI RINV. (m)	PROF. DI STAB. (m)					
0.0	1.60		Terreno vegetale grigio scuro						100				
1.60	3.4		Limi sabbioso argillosi con frequenti piccoli ciottolotti dispersi e livelli più sabbiosi	T16 C1 4.00/ 4.50					100		SPT 4.50-5.00 8(9-10)		
5.00													
10.0				T16 C2 10.00/ 10.50							SPT 10.50- 11.00 10(12-14)		
15.0	25.0		Sabbie limo argillosi medio fine di colore beige con locali livelli più grossolani						100				
20.0													
25.0				T16 C3 22.00/ 22.50									
30.0	30.00												

FINE SONDAGGIO 30.00 m

Rif. T16 Poggio Imperiale

CASSETTE CATALOGATRICI SONDAGGIO T16



T16 0 - 5 m



T16 5 - 10 m



T16 10 - 15 m



T16 15 - 20 m



T16 20 - 25 m



T16 25 - 30 m

CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO

(Allegato A)

seguono 208 pagine



QUADRO RIASSUNTIVO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente: **SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia**

Cantiere: **IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)**

Verbale n.: **034 - 044** del **02/02/2018 - 13/02/2018**

Data emissione certificati: **16/02/2018 - 02/03/2018**

N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Classe campione (AGI)	Profondità		γ_n	W_n	γ_s	LL	LP	I.P.	I.C.	Sr	Granulometria				Prova Edometrica				Parametri meccanici					
					da metri	a metri									G	S	L	A	Pc	Moduli Edometrici (kPa)				c'	ϕ'	C_u		
															(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)	O.C.R.	49,0 - 98,1	98,1 - 196,1	196,1 - 392,3				392,3 - 784,5	(kPa)
1	156-18	S1	C1	Q5	3,00	3,40	19,3	20,7	2,57	48,0	29,2	18,8	1,45	92	0,0	20,3	44,0	35,7	300	4,7	8764	6138	7512	13014	18,9	26,4	106	
2	157-18	S1	C2	Q5	7,00	7,50	17,7	34,0	2,49	102,3	42,6	59,7	1,14	100	0,0	1,7	7,0	91,3	661	5,1	•	•	7998	9613	11,3	14,7	57	
3	220-18	T4	C1	Q2	4,50		18,0	12,4	2,65	21,5	14,3	7,2	1,26	53	0,4	91,2	7,4	1,0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
4	158-18	T4	C2	Q5	9,50	10,00	19,0	17,5	2,58	37,3	21,8	15,5	1,28	80	0,0	33,7	41,1	25,2	221	1,2	4440	4798	7802	13843	12,6	27,5	70	
5	159-18	T4	C3	Q5	14,50	14,95	19,5	20,0	2,58	37,7	21,5	16,2	1,09	93	0,7	17,4	49,6	32,3	476	1,7	3834	5264	8505	14453	14,4	27,2	87	
6	160-18	T4	C4	Q5	22,00	22,40	20,0	15,3	2,59	34,8	20,0	14,8	1,32	85	0,0	26,5	44,7	28,8	551	1,3	12736	11207	17590	26594	24,5	27,8	149	
7	161-18	T14	C1	Q5	15,50	15,85	19,1	22,5	2,60	32,6	22,3	10,3	0,98	92	0,8	27,3	42,4	29,5	427	1,4	3443	4628	7802	12721	22,8	27,3	134	
8	221-18	T14	C2	Q5	22,00	22,50	19,6	21,1	2,60	36,5	22,5	14,0	1,10	95	0,0	30,7	36,7	32,6	496	1,2	2480	6017	8852	14204	21,5	29,2	171	
9	162-18	T16	C1	Q5	4,00	4,55	18,6	18,6	2,55	29,1	20,1	9,0	1,17	80	7,0	57,1	13,7	22,2	139	1,7	3663	5724	9671	18653	20,4	28,7	125	
10	163-18	T16	C2	Q5	10,00	10,50	19,6	21,5	2,58	35,5	20,9	14,6	0,96	98	0,0	23,7	48,2	28,1	402	2,0	4953	5907	8756	14972	16,7	27,0	107	
11	222-18	T16	C3	Q5	22,00	22,45	18,8	24,5	2,60	35,5	21,5	14,0	0,79	92	0,0	16,9	43,2	39,9	519	1,3	5372	4040	5943	10132	23,3	28,7	174	

γ_n = Densità naturale - W_n = Umidità naturale - γ_s = Peso specifico - LL = Limite Liquido - LP = Limite Plastico - IP = Indice di Plasticità - I.C. = Indice di Consistenza - Sr = Grado di saturazione - G = Ghiaia - S = Sabbia - L = Limo - A = Argilla - Pc = Pressione di Preconsolidazione - O.C.R. = Over Consolidation Ratio - c' , ϕ' = Coesione e angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci da Taglio Diretto) - C_u = Coesione non drenata (da Triassiale UU)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 dott. Carbone Raffaele



Certitalia
 Sistema di Gestione certificato
 UNI EN ISO 9001:2008

Geotest S.a.s. - Melfi (PZ) - Italy has been resulted in compliance with the standard
UNI EN ISO 9001:2008 for the following field of activities: Provision of geotechnical tests -
 Classification EA (European co-operation for Accreditation): 35

CONFRONTO TRA CLASSI GRANULOMETRICHE

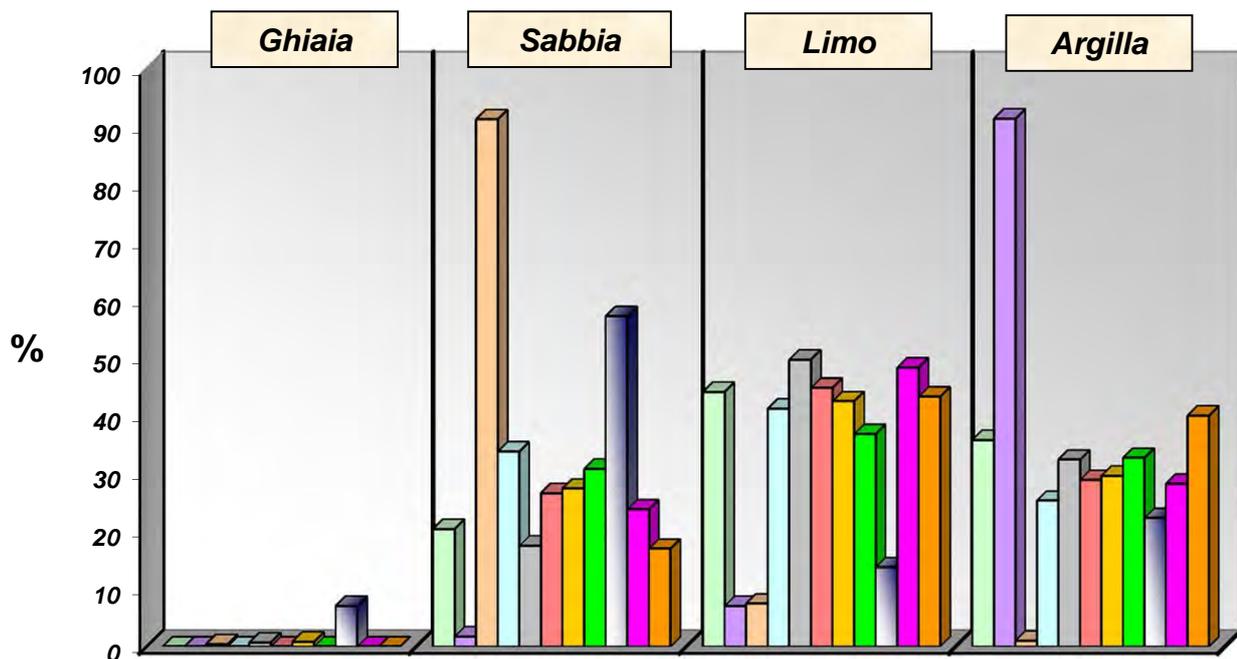
Committente:

SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

Cantiere:

IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Profondità		Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
1	156-18	S1	C1	3,00	3,40	0,0	20,3	44,0	35,7
2	157-18	S1	C2	7,00	7,50	0,0	1,7	7,0	91,3
3	220-18	T4	C1	4,50	0,00	0,4	91,2	7,4	1,0
4	158-18	T4	C2	9,50	10,00	0,0	33,7	41,1	25,2
5	159-18	T4	C3	14,50	14,95	0,7	17,4	49,6	32,3
6	160-18	T4	C4	22,00	22,40	0,0	26,5	44,7	28,8
7	161-18	T14	C1	15,50	15,85	0,8	27,3	42,4	29,5
8	221-18	T14	C2	22,00	22,50	0,0	30,7	36,7	32,6
9	162-18	T16	C1	4,00	4,55	7,0	57,1	13,7	22,2
10	163-18	T16	C2	10,00	10,50	0,0	23,7	48,2	28,1
11	222-18	T16	C3	22,00	22,45	0,0	16,9	43,2	39,9



■ Serie1 ■ Serie2 ■ Serie3 ■ Serie4 ■ Serie5 ■ Serie6 ■ Serie7 ■ Serie8 ■ Serie9 ■ Serie10 ■ Serie11



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

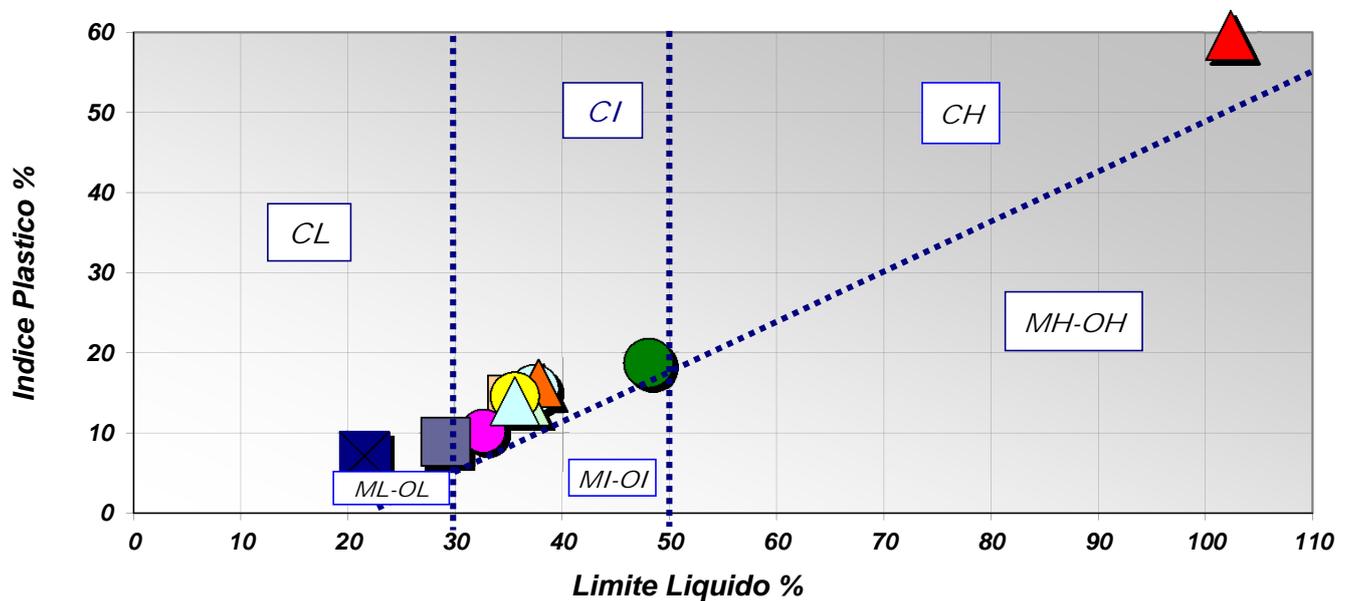
Committente:

SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

Cantiere:

IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Profondità		Limite liquido	Indice plastico	Simbolo
1	156-18	S1	C1	3,00	3,40	48,0	18,8	●
2	157-18	S1	C2	7,00	7,50	102,3	59,7	▲
3	220-18	T4	C1	4,50	0,00	21,5	7,2	■
4	158-18	T4	C2	9,50	10,00	37,3	15,5	○
5	159-18	T4	C3	14,50	14,95	37,7	16,2	▲
6	160-18	T4	C4	22,00	22,40	34,8	14,8	■
7	161-18	T14	C1	15,50	15,85	32,6	10,3	●
8	221-18	T14	C2	22,00	22,50	36,5	14,0	▲
9	162-18	T16	C1	4,00	4,55	29,1	9,0	■
10	163-18	T16	C2	10,00	10,50	35,5	14,6	●
11	222-18	T16	C3	22,00	22,45	35,5	14,0	▲



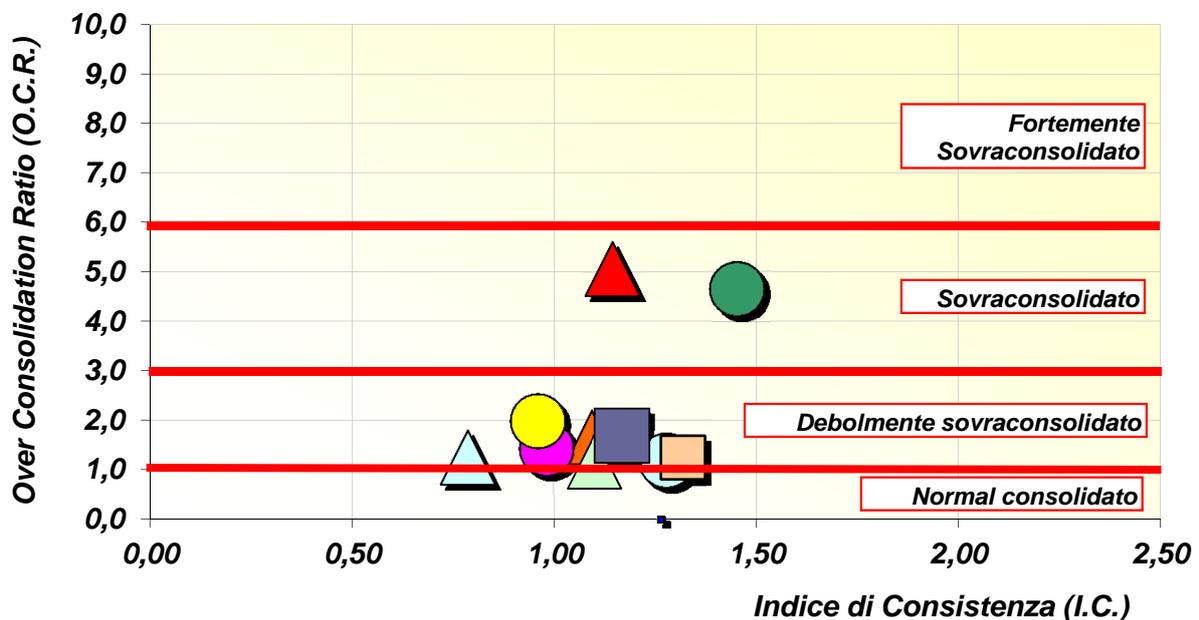
C = Argille inorganiche - M = Limi inorganici - O = Argille e limi organici
 L = Bassa compressibilità - I = Media compressibilità - H = Alta compressibilità

**CONFRONTO TRA INDICE DI CONSISTENZA (I.C.) E
 OVER CONSOLIDATION RATIO (O.C.R.)**

Committente: **SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia**

Cantiere: **IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)**

N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Profondità		Indice di Consistenza	O.C.R. (Over Consolidation Ratio)	Simbolo
1	156-18	S1	C1	3,00	3,40	1,45	4,7	●
2	157-18	S1	C2	7,00	7,50	1,14	5,1	▲
3	220-18	T4	C1	4,50	0,00	1,26	•	■
4	158-18	T4	C2	9,50	10,00	1,28	1,2	○
5	159-18	T4	C3	14,50	14,95	1,09	1,7	▲
6	160-18	T4	C4	22,00	22,40	1,32	1,3	■
7	161-18	T14	C1	15,50	15,85	0,98	1,4	●
8	221-18	T14	C2	22,00	22,50	1,10	1,2	▲
9	162-18	T16	C1	4,00	4,55	1,17	1,7	■
10	163-18	T16	C2	10,00	10,50	0,96	2,0	●
11	222-18	T16	C3	22,00	22,45	0,79	1,3	▲





CONFRONTO TRA PARAMETRI MECCANICI IN CONDIZIONI DRENATE

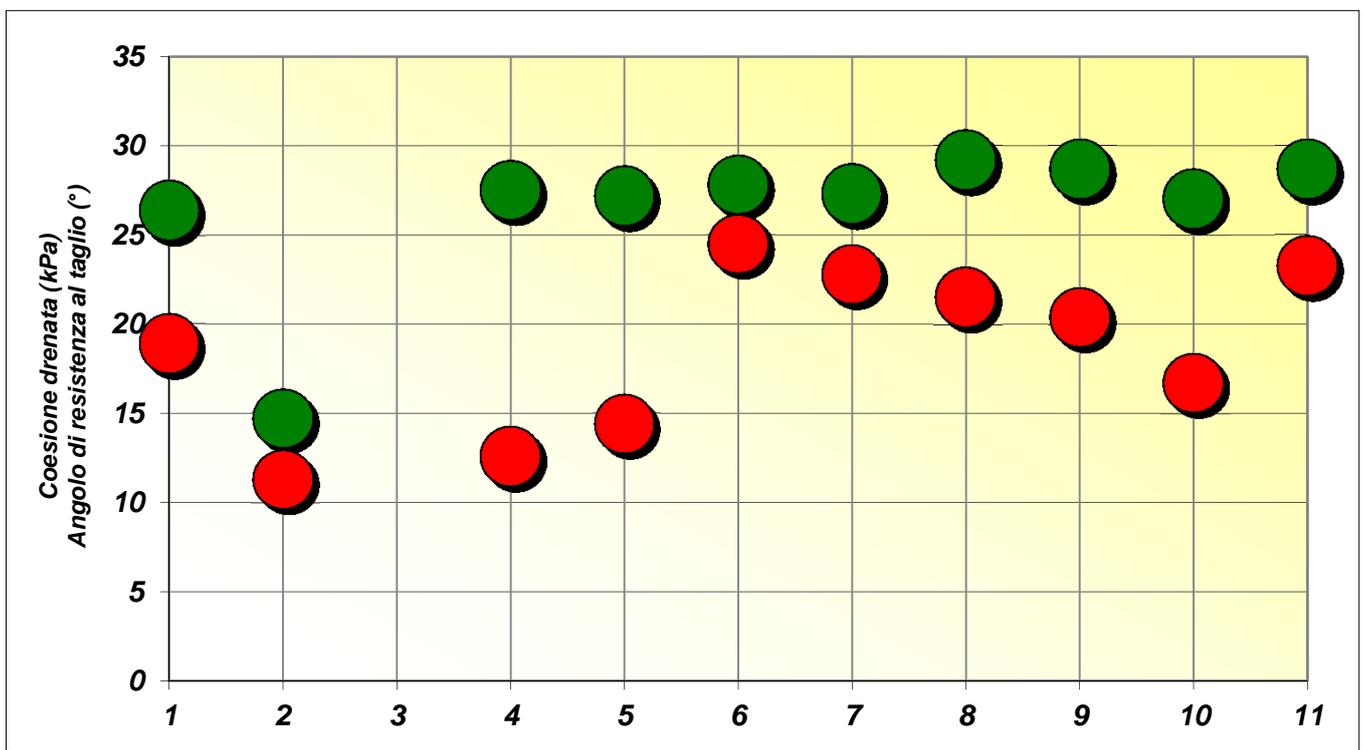
Committente:

SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

Cantiere:

IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Profondità		c' (kPa) (Condizioni drenate)	ϕ (°) (Condizioni drenate)
1	156-18	S1	C1	3,00	3,40	18,9	26,4
2	157-18	S1	C2	7,00	7,50	11,3	14,7
3	220-18	T4	C1	4,50	0,00	•	•
4	158-18	T4	C2	9,50	10,00	12,6	27,5
5	159-18	T4	C3	14,50	14,95	14,4	27,2
6	160-18	T4	C4	22,00	22,40	24,5	27,8
7	161-18	T14	C1	15,50	15,85	22,8	27,3
8	221-18	T14	C2	22,00	22,50	21,5	29,2
9	162-18	T16	C1	4,00	4,55	20,4	28,7
10	163-18	T16	C2	10,00	10,50	16,7	27,0
11	222-18	T16	C3	22,00	22,45	23,3	28,7



ANALISI STATISTICA DEI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI

Committente:

SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

Cantiere:

IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

PARAMETRI FISICI

N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Profondità		Analisi Granulometrica											
						γ_n (kN/m ³)	Wn (%)	γ_s	LL (%)	LP (%)	I.P. (%)	I.C.	Sr (%)	G	S	L	A
1	156-18	S1	C1	3,00	3,40	19,3	20,7	2,57	48,0	29,2	18,8	1,45	92	0,0	20,3	44,0	35,7
2	157-18	S1	C2	7,00	7,50	17,7	34,0	2,49	102,3	42,6	59,7	1,14	100	0,0	1,7	7,0	91,3
3	220-18	T4	C1	4,50	0,00	18,0	12,4	2,65	21,5	14,3	7,2	1,26	53	0,4	91,2	7,4	1,0
4	158-18	T4	C2	9,50	10,00	19,0	17,5	2,58	37,3	21,8	15,5	1,28	80	0,0	33,7	41,1	25,2
5	159-18	T4	C3	14,50	14,95	19,5	20,0	2,58	37,7	21,5	16,2	1,09	93	0,7	17,4	49,6	32,3
6	160-18	T4	C4	22,00	22,40	20,0	15,3	2,59	34,8	20,0	14,8	1,32	85	0,0	26,5	44,7	28,8
7	161-18	T14	C1	15,50	15,85	19,1	22,5	2,60	32,6	22,3	10,3	0,98	92	0,8	27,3	42,4	29,5
8	221-18	T14	C2	22,00	22,50	19,6	21,1	2,60	36,5	22,5	14,0	1,10	95	0,0	30,7	36,7	32,6
9	162-18	T16	C1	4,00	4,55	18,6	18,6	2,55	29,1	20,1	9,0	1,17	80	7,0	57,1	13,7	22,2
10	163-18	T16	C2	10,00	10,50	19,6	21,5	2,58	35,5	20,9	14,6	0,96	98	0,0	23,7	48,2	28,1
11	222-18	T16	C3	22,00	22,45	18,8	24,5	2,60	35,5	21,5	14,0	0,79	92	0,0	16,9	43,2	39,9
VALORE MASSIMO						20,0	34,0	2,65	102,3	42,6	59,7	1,5	100,0	7,0	91,2	49,6	91,3
VALORE MINIMO						17,7	12,4	2,49	21,5	14,3	7,2	0,8	52,8	0,0	1,7	7,0	1,0
MEDIA						19,0	20,7	2,58	41,0	23,3	17,6	1,1	87,3	0,8	31,5	34,4	33,3
MEDIANA						19,1	20,7	2,58	35,5	21,5	14,6	1,1	92,3	0,0	26,5	42,4	29,5
DEVIAZIONE STANDARD						0,7	5,6	0,04	21,3	7,2	14,3	0,2	13,2	2,1	24,0	16,5	21,7
COEFFICIENTE DI VARIAZIONE %						3,7	26,8	1,5	52,0	31,1	81,3	16,4	15,1	256,6	76,1	48,0	65,1

PARAMETRI GEOMECCANICI

N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Profondità		C'	ϕ'	tg ϕ'	Cu
						(kPa)	(°)		(kPa)
1	156-18	S1	C1	3,00	3,40	18,9	26,4	0,50	106
2	157-18	S1	C2	7,00	7,50	11,3	14,7	0,26	57
3	220-18	T4	C1	4,50	0,00	•	•	•	•
4	158-18	T4	C2	9,50	10,00	12,6	27,5	0,52	70
5	159-18	T4	C3	14,50	14,95	14,4	27,2	0,51	87
6	160-18	T4	C4	22,00	22,40	24,5	27,8	0,53	149
7	161-18	T14	C1	15,50	15,85	22,8	27,3	0,52	134
8	221-18	T14	C2	22,00	22,50	21,5	29,2	0,56	171
9	162-18	T16	C1	4,00	4,55	20,4	28,7	0,55	125
10	163-18	T16	C2	10,00	10,50	16,7	27,0	0,51	107
11	222-18	T16	C3	22,00	22,45	23,3	28,7	0,55	174
VALORE MASSIMO						24,5	29,2	0,6	174,4
VALORE MINIMO						11,3	14,7	0,3	57,1
MEDIA						18,6	26,5	0,5	118,0
MEDIANA						19,7	27,4	0,5	115,6
DEVIAZIONE STANDARD						4,7	4,2	0,1	40,3
COEFFICIENTE DI VARIAZIONE %						25,1	16,0	17,2	34,1

γ_n = Densità naturale - Wn = Umidità naturale - γ_s = Peso specifico - LL = Limite Liquido - LP = Limite Plastico - IP = Indice di Plasticità - I.C. = Indice di Consistenza - Sr = Grado di saturazione - G = Ghiaia - S = Sabbia - L = Limo - A = Argilla - C', ϕ' = Coesione e angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci da Taglio Diretto) - C_u = Coesione non drenata (da Triassiale UU)



DEFINIZIONI ADOTTATE PER LA DESCRIZIONE DEI CAMPIONI

CONSERVAZIONE ED APERTURA DEI CAMPIONI

Dopo il controllo dei dati identificativi, i campioni ricevuti sono stati ricoverati in camera climatica in cui temperatura e umidità relativa vengono mantenute costanti rispettivamente a 20°C e oltre 85 %.

Per ogni campione aperto sono stati rilevati i dati identificativi (sondaggio e numero d'ordine progressivo). Il modulo di prova è stato quindi compilato con data di consegna, data di apertura e con ogni altra informazione disponibile riguardo le modalità di campionamento. Per tutti i campioni in fustella esaminati è stata adottata l'estrusione orizzontale: con un estrusore pneumatico, provvisto di variatore di pressione e di teste intercambiabili in funzione del diametro interno del carotiere, il campione è stato estratto in una singola corsa e depositato su un banco posto allo stesso livello del bordo della fustella; dopo una cauta scorticazione del terreno per liberarlo dal velo costituito dal fango di perforazione è stata ottenuta una ripresa fotografica.

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

La descrizione del campione, riportata sul "Modulo Riassuntivo", raccoglie tutte le indicazioni desunte dall'osservazione delle caratteristiche del campione immediatamente dopo la sua estrusione e scorticazione. Sono state in primo luogo descritte le caratteristiche generali del campione, evidenziando ad esempio la eventuale presenza di discontinuità, fratture o rammollimenti di alcune parti del campione stesso. Il campione è stato quindi descritto evidenziando le parti aventi caratteristiche omogenee, nel seguito chiamate "settori". Ogni singolo settore è stato analizzato a partire dalla testa del campione, secondo il seguente ordine: delimitazione del settore, natura del materiale, colore, struttura (se riconoscibile), consistenza (se misurabile) e nell'eventualità, presenza di materiale organico vegetale, reattività con acido cloridrico, strutture subordinate, discontinuità, torba e/o fossili. Per i campioni rimaneggiati la descrizione è stata di norma adeguata alle caratteristiche del campione e limitata alle informazioni relative a natura del terreno, colore, reattività con acido cloridrico ed eventuali presenze di strutture subordinate e/o torba o fossili.

I **limiti spaziali** del settore sono stati espressi in metri, attribuendo alla testa del campione la profondità reale di campionamento.

La **natura del terreno** è stata descritta con riferimento alle dimensioni dei grani ed alle percentuali dei diversi tipi di materiali presenti, così come determinati visivamente dall'Operatore e successivamente tramite verifica con le analisi granulometriche secondo lo schema e le definizioni delle Raccomandazioni AGI (AGI, 1977). Al materiale è stato attribuito il nome della percentuale più rilevante seguita da specificazioni per indicare le frazioni minoritarie. **Per la ghiaia è stato descritto l'assortimento, il grado di arrotondamento, la forma e la dimensione maggiore (Lmax) espressa in millimetri; mentre per la sabbia è stato descritto l'assortimento e, per la frazione avente grani ben osservabili ad occhio nudo, è stato anche riportato il grado di arrotondamento.**

Per descrivere l'**assortimento** sono stati utilizzati i termini fine (f), media (m), grossolana (g), medio fine (m/f), medio grossolana (m/g) ed eterogenea.

Per il **grado di arrotondamento** sono stati usati i termini arrotondata, subarrotondata, subangolare, angolare con riferimento alle fig. 1 (Rittenhouse, 1943) per la sabbia e alla fig. 1 per la ghiaia e i ciottoli (Pettijohn, 1949).

Per la **forma** sono stati usati i termini discoidale, sferoidale, lamellare, allungata con riferimento allo schema di fig. 1 (Gnaccolini, 1978), in cui la dimensione dell'elemento di dimensione maggiore (Lmax) è espressa in centimetri.

Il **colore fondamentale** o i colori fondamentali (se più di uno, ma distribuiti senza una struttura particolare)



sono stati descritti con l'ausilio della Tavola dei colori Munsell (Munsell, 1975) fornendo il nome e la sigla.

La **struttura** del settore, cioè l'organizzazione macroscopica delle particelle costituenti il materiale, è stata individuata, quando evidente, con riferimento ai seguenti tipi:

Struttura omogenea: consiste in materiale con organizzazione indifferenziata delle particelle.

Struttura a livelli: consiste nella presenza di livelli (spessore di materiale maggiore di 6 mm) che si alternano nel settore. I livelli possono essere descritti come da schema di fig. 1.

Struttura laminata: consiste nella presenza di laminazioni e livelli (rispettivamente con spessore di materiale inferiore o superiore a 6 mm) che si alternano nel settore. Queste possono essere descritte come da schema di fig. 1 con il termine "in alternanza".

Struttura caotica: è individuata da segni evidenti di rimescolamento legato a fenomeni naturali.

Struttura scagliosa: è individuata dall'attitudine del materiale a sfaldarsi secondo "scaglie".

L'assenza di indicazioni segnala una struttura omogenea del materiale.

La **consistenza** è stata descritta per i soli terreni fini sulla base dei risultati del Penetrometro Tascabile condotti sulle teste del campione o sui fianchi previamente scorticati.

Il **materiale organico** è stato descritto mediante i termini resti vegetali e torba cioè materiale vegetale in variabile stato di decomposizione. Di quest'ultimo sono stati indicati: tessitura: fibrosa o amorfa a seconda che sia stato riconosciuto o meno il tessuto vegetale originario; consistenza: compatta o spugnosa a seconda che possa essere stata o meno manipolata; colore: ricavato dal confronto con le tavole "Munsell Soil Color Chart".

Per qualificare un terreno contenente percentuali variabili di torba è stato utilizzato il termine "torboso". Si è, infine, fatto uso del termine "frustolo" per indicare l'eventuale struttura irregolare della torba.

I **fossili** sono stati descritti con riferimento al colore ed alla loro integrità o fratturazione.

La **reazione all'acido cloridrico** è stata descritta con i termini "debolmente reagente con HCl", "reagente con HCl", "fortemente reagente con HCl". Le classi corrispondono rispettivamente ad una debole reazione, ad una reazione evidente e ad una reazione molto intensa. L'assenza di indicazioni segnala la mancata reazione del materiale con HCl.

Le **strutture subordinate** sono state classificate come livelli, laminazioni, lenti, noduli, granuli, identificabili all'interno del settore per diversa granulometria, reazione con HCl o colore. I termini "livelli" e "laminazioni" sono stati utilizzati per indicare rispettivamente spessori di materiale superiori e inferiori a 6 mm relativi all'intera sezione del campione. La geometria della loro disposizione è stata descritta con riferimento allo schema di fig. 1. Il termine "lenti" è stato utilizzato per descrivere materiali con geometria lentiforme; il termine "noduli" per materiali subsferoidali di diametro superiore a 2 mm; il termine "granuli" per materiali subsferoidali di diametro inferiore a 2 mm. La descrizione dei materiali subordinati, quando significativa, è stata eseguita con le stesse modalità previste per il settore.

Le **discontinuità** sono state segnalate con il termine "frattura", con indicazione dell'eventuale assenza di scabrezza.

Di ogni materiale subordinato è stato indicato l'intervallo di profondità all'interno del quale è stato osservato. Nel caso fosse presente in tutto lo strato considerato, è stato utilizzato il termine "sparso". Del materiale subordinato è stata indicata anche la frequenza con gli aggettivi "raro", "qualche" e "frequente". Di ogni campione è stata ottenuta documentazione fotografica per meglio evidenziare i tipi di materiali esaminati e le eventuali anomalie strutturali. Le fotografie sono completate con i dati identificativi, una scala cromatica e un riferimento dimensionale.

laboratorio

GeoTecnico terre - rocce - aggregati - prove cicliche e dinamiche -
GeSt prove geotecniche in sito - geochimica ambientale -
 proiezioni geofisiche - prove non distruttive - misura del Radon



LABORATORIO UFFICIALE
 Art. 59 D.P.R. 380/2001
 Circolare 7618/STC
 Settori "A" e "B"
 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Via Lucca 55 A-B MELFI (PZ) - tel/fax 0972.238231 -
 E-MAIL: geotest@tiscali.it - http://www.geotest.it - C.Fisc. e P.IVA 01073440768 - C.C.I.A.A. 77714
 s.r.l. di Carbone Andrea & C.



Certitalia
 Sistema di Gestione certificato
 UNI EN ISO 9001:2008

Geotest S.a.s. - Melfi (PZ) - Italy has been resulted in compliance with the standard
UNI EN ISO 9001:2008 for the following field of activities: Provision of geotechnical tests -
 Classification EA (European co-operation for Accreditation): 35

.97	○○○○○	SABBIA ARROTONDATA	.63	○○○○○	SABBIA ANGOLARE
.95	○○○○○		.61	○○○○○	
.93	○○○○○		.59	○○○○○	
.91	○○○○○		.57	○○○○○	
.89	○○○○○		.55	○○○○○	
.87	○○○○○	SABBIA SUBARROTONDATA	.53	○○○○○	
.85	○○○○○		.51	○○○○○	
.83	○○○○○		.49	○○○○○	
.81	○○○○○	SABBIA SUBANGOLARE	.47	○○○○○	
.79	○○○○○		.45	○○○○○	
.77	○○○○○				
.75	○○○○○	SABBIA ANGOLARE			
.73	○○○○○				
.71	○○○○○				
.69	○○○○○				
.67	○○○○○				
.65	○○○○○				

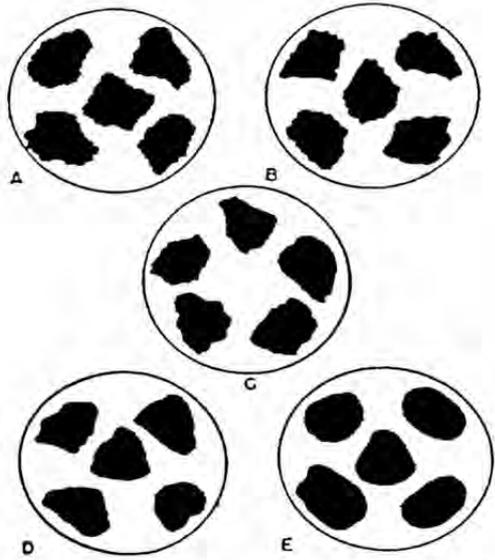


Fig. 1/2 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in relazione al grado di arrotondamento:
 A = Angolare B = Subangolare,
 C = Subarrotondata D E = Arrotondata

Fig. 1/1 - Classificazione delle sabbie in relazione al grado di arrotondamento (Rittenhouse, 1943)

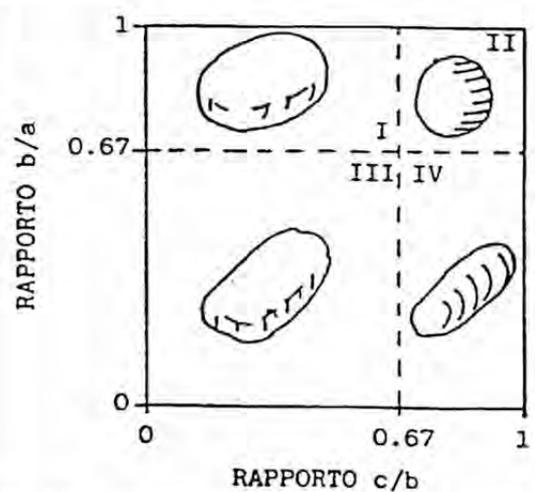


Fig. 1/3 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in funzione della forma (Gnaccolini, 1978): a, b, c d sono le dimensioni caratteristiche dei grani.
 I = discoidali II = sferoidali
 III = lamellari IV = allungati

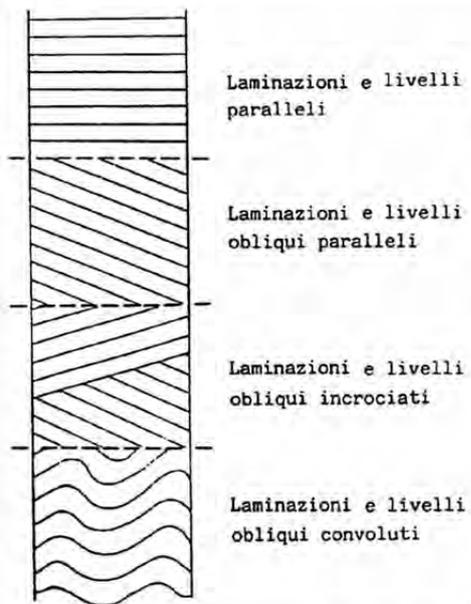


Fig. 1/4 - Schema per la descrizione dei livelli e delle laminazioni.

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3,00-3,40

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,7	%
Peso di volume	19,3	kN/m ³
Peso di volume secco	16,0	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,6	kN/m ³
Peso specifico	2,57	
Indice dei vuoti	0,577	
Porosità	36,6	%
Grado di saturazione	92,3	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	48,0	%
Limite di plasticità	29,2	%
Indice di plasticità	18,8	%
Indice di consistenza	1,45	
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	20,3	%
Limo	44,0	%
Argilla	35,7	%

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A7-6	I.G. = 13
------------------	------	-----------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	18,9	kPa
Angolo di attrito interno:	26,4	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c _u)	106,3	kPa
-----------------------------	-------	-----

PROVA EDOMETRICA

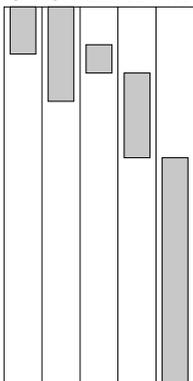
σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0 ÷ 98,1	8764	0,005045	5,65E-08
98,1 ÷ 196,1	6138	0,001393	2,23E-08
196,1 ÷ 392,3	7512	0,000976	1,27E-08
392,3 ÷ 784,5	13014	---	---
784,5 ÷ 1569,0	24943	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	45914	---	---
3138,0 ÷ 6276,1	81384	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

GR CF ED TD TX



cm	Rp kPa	VT kPa	cm
0	350		
10	360		
20			
30	360		
40			40

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Limo sabbioso (f) con argilla, di colore marrone-verde oliva chiaro, con a tratti porzioni di colore grigio, con frequenti lamine sabbiose, con rari noduli biancastri e polverulenti, molto compatto. Reagente all'HCl

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 5Y Pale Olive 6/4

Qualità del campione: Q5

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3,00-3,40

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

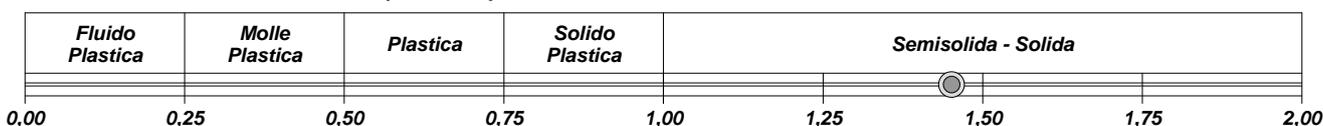
Limo sabbioso con argilla

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

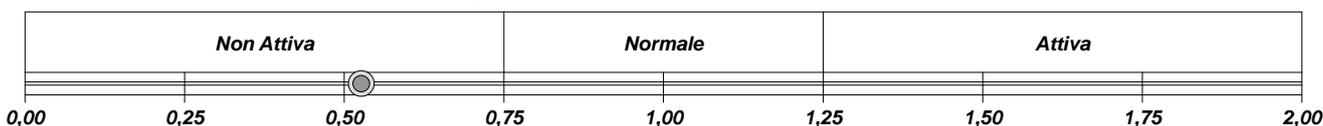
Abaco di plasticità di Casagrande

MI o OI - Limi inorganici o argille e limi organici a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,45$

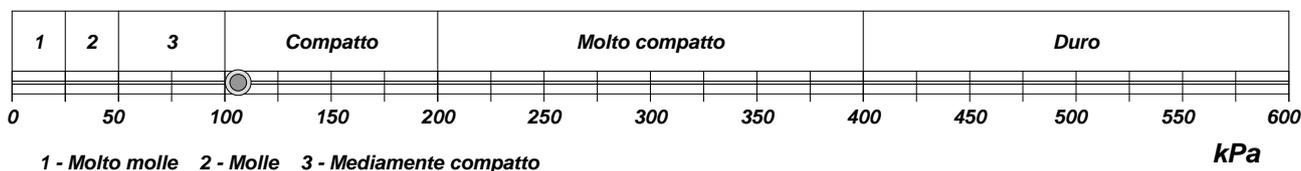


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,53



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 106 kPa

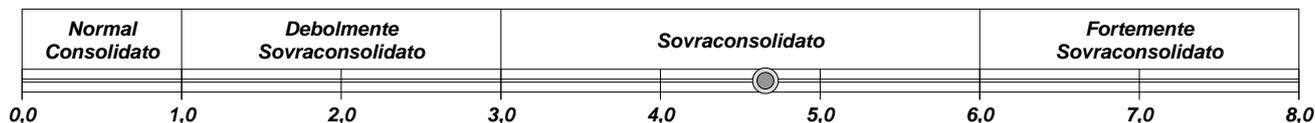


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 64,4kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 299,8kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 4,66



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00899 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 12/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

Apertura campione: 12/04/18

Fine analisi: 13/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3,00-3,40

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 20,7 %

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00900	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 12/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3,00-3,40

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,3 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00901	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 16/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00-3,40	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,57

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,57

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00902	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 19/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00-3,40

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

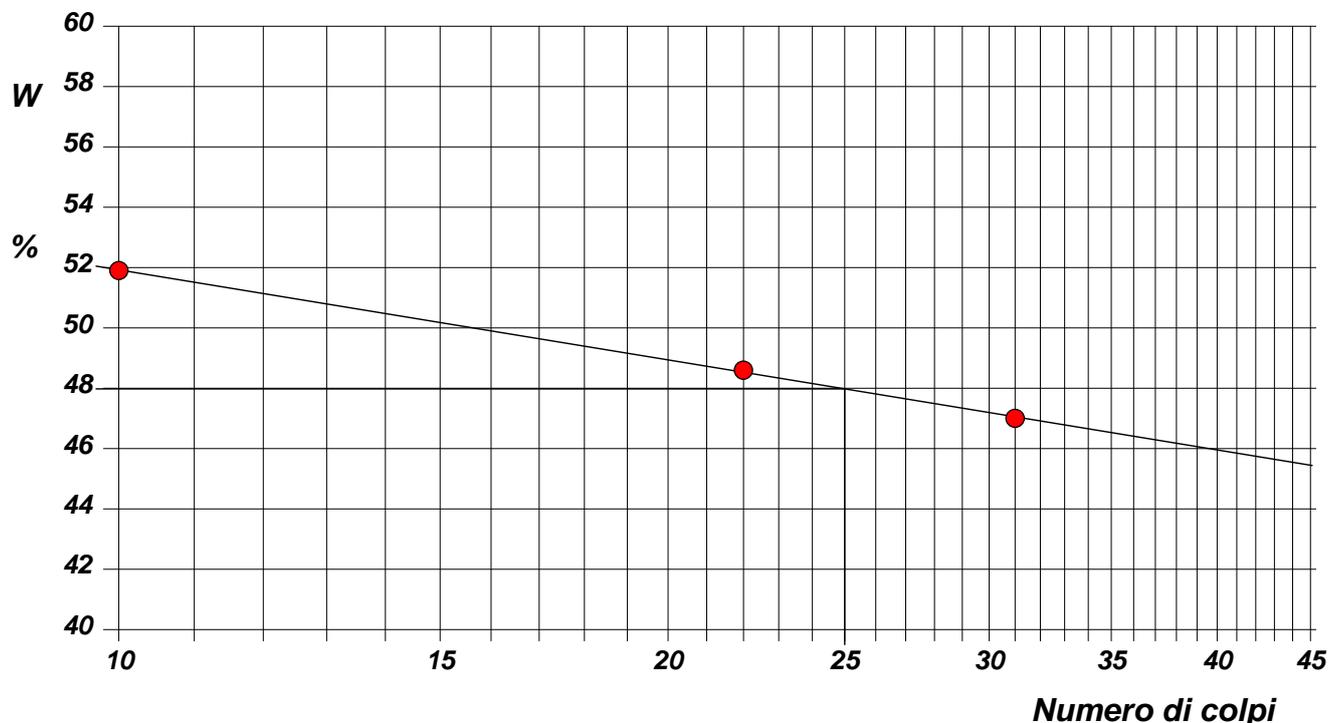
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	48,0 %
Limite di plasticità	29,2 %
Indice di plasticità	18,8 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	10	22	31		Umidità (%)	29,0	29,3
Umidità (%)	51,9	48,6	47,0		Umidità media	29,2	

Determinazione del Limite di liquidità



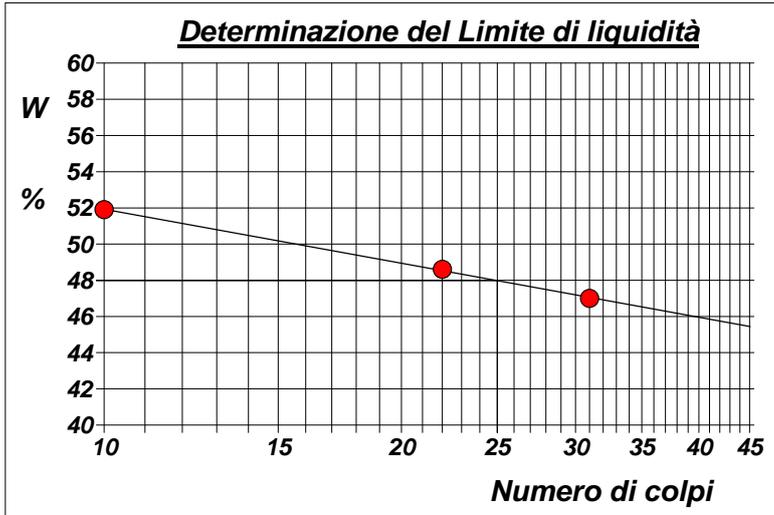
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00902	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 19/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00-3,40

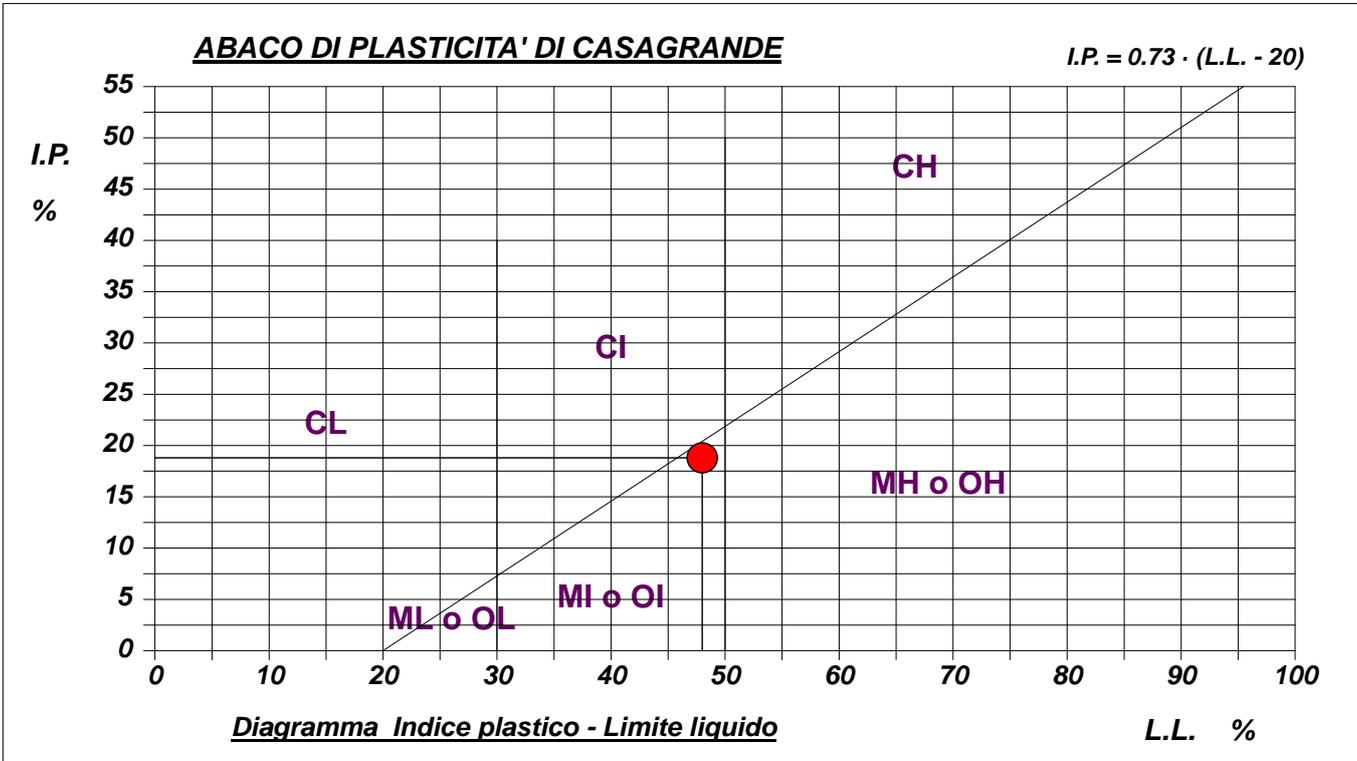
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	48,0	%
Limite di plasticità	29,2	%
Indice di plasticità	18,8	%
Indice di consistenza	1,45	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
<u>M - Limi inorganici</u>	<u>I - Media compressibilità</u>
<u>O - Argille e limi organici</u>	H - Alta compressibilità



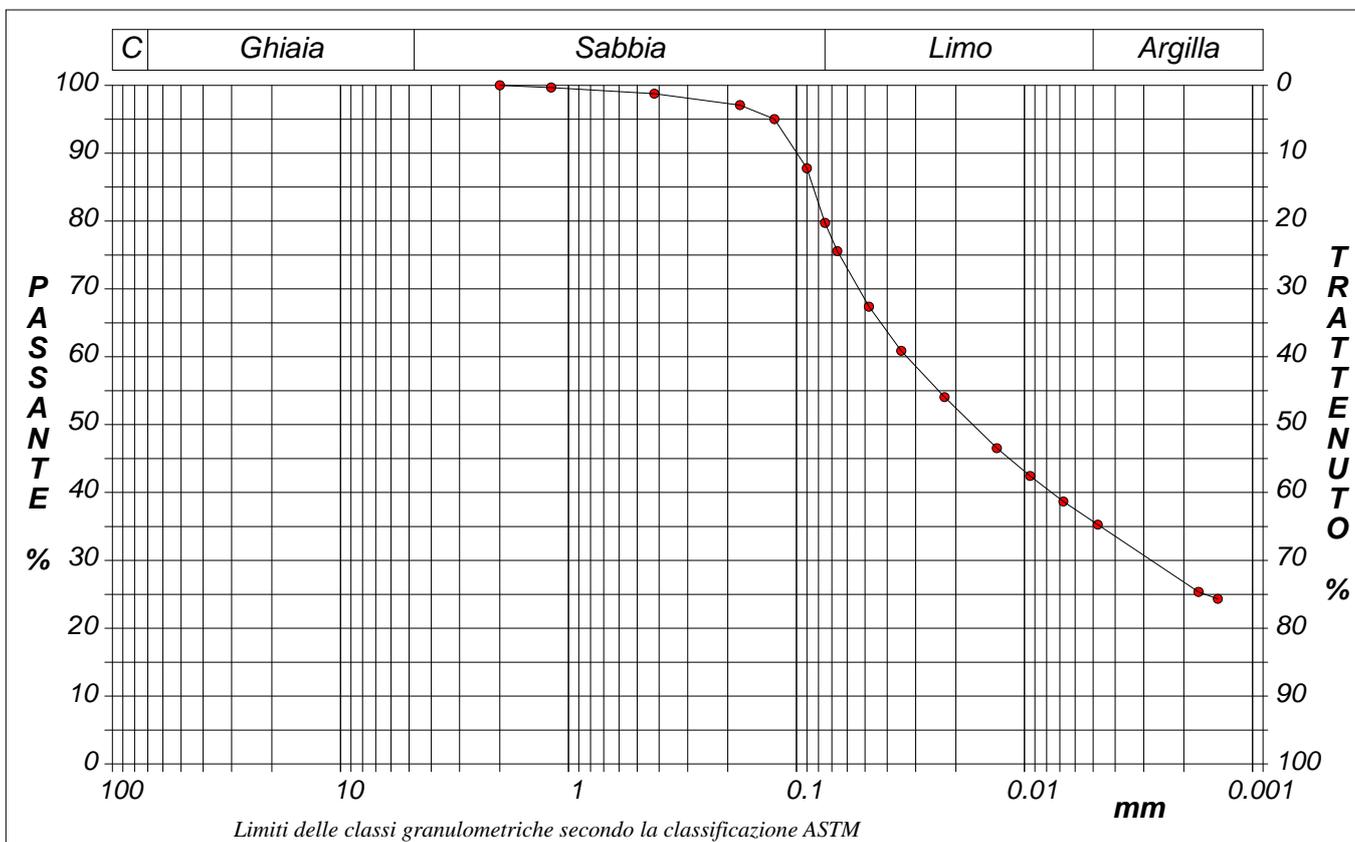
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00903	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00-3,40

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	--- mm
Sabbia	20,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98,7 %	D30	0,00278 mm
Limo	44,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	79,7 %	D50	0,01685 mm
Argilla	35,7 %			D60	0,03278 mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,09958 mm



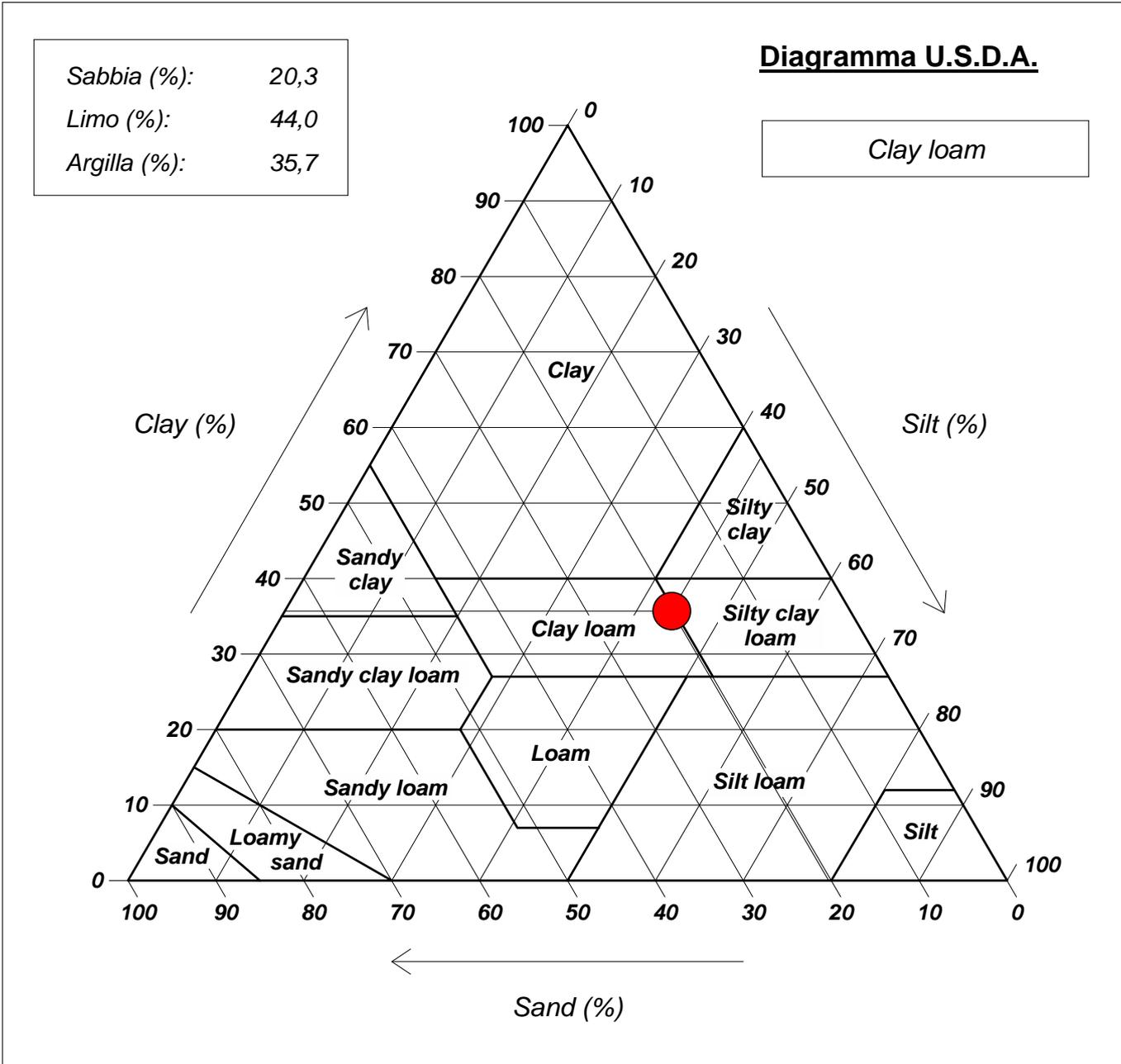
Diametro mm	Passante %								
2,0000	100,00	0,0900	87,77	0,0224	54,06	0,0017	25,35		
1,1900	99,67	0,0750	79,73	0,0132	46,54	0,0014	24,33		
0,4200	98,77	0,0662	75,58	0,0095	42,44				
0,1770	97,09	0,0481	67,38	0,0068	38,68				
0,1250	95,02	0,0347	60,89	0,0048	35,26				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00903	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00-3,40

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00904 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3,00-3,40

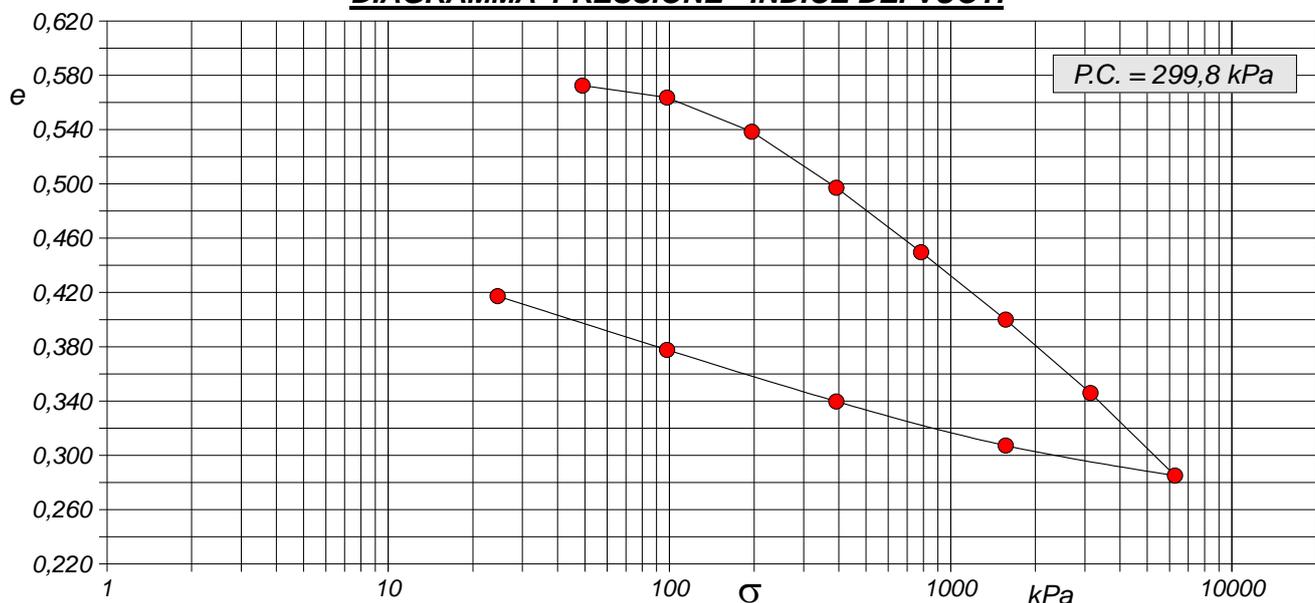
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

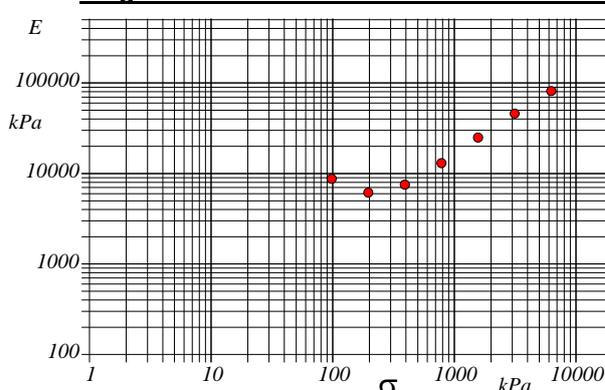
Peso di volume (kN/m ³)	19,33	Altezza provino (cm)	1,98	Indice dei vuoti	0,58
Umidità (%)	21,0	Volume provino (cm ³)	39,66	Porosità (%)	36,66
Peso specifico	2,57	Volume dei vuoti (cm ³)	14,54	Saturazione (%)	93,3

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0	8,0	0,572				
98,1	19,1	0,564	0,029	8764	0,005045	5,65E-08
196,1	50,8	0,538	0,084	6138	0,001393	2,23E-08
392,3	102,6	0,497	0,137	7512	0,000976	1,27E-08
784,5	162,4	0,450	0,158	13014		
1569,0	224,8	0,400	0,165	24943		
3138,0	292,6	0,346	0,179	45914		
6276,1	369,1	0,285	0,202	81384		
1569,0	341,3	0,307				
392,3	300,5	0,340				
98,1	252,7	0,378				
24,5	203,0	0,417				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00904 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

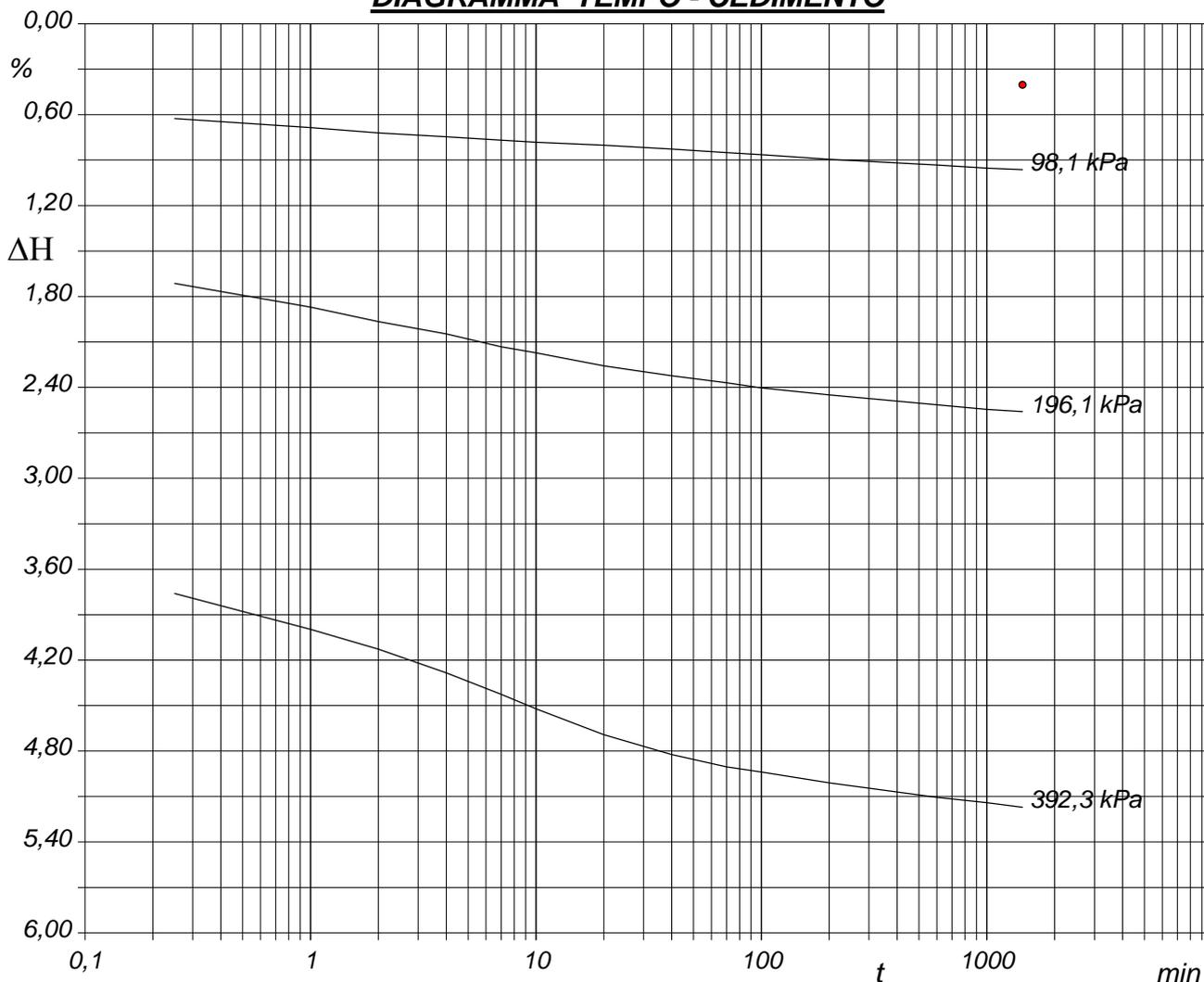
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3,00-3,40

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00904	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00-3,40

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	8,0	0,00	19,1	0,00	50,8		
0,25	12,4	0,25	34,0	0,25	74,6		
1,00	13,6	1,00	37,1	1,00	79,3		
2,00	14,3	2,00	39,0	2,00	81,9		
4,00	14,8	4,00	40,6	4,00	85,0		
7,00	15,2	7,00	42,3	7,00	87,8		
10,00	15,5	10,00	43,1	10,00	89,7		
20,00	15,9	20,00	44,8	20,00	93,1		
40,00	16,4	40,00	46,1	40,00	95,7		
70,00	16,9	70,00	47,0	70,00	97,3		
100,00	17,1	100,00	47,7	100,00	98,0		
200,00	17,7	200,00	48,6	200,00	99,4		
600,00	18,5	600,00	49,9	600,00	101,3		
1000,00	18,9	1000,00	50,5	1000,00	102,0		
1440,00	19,1	1440,00	50,8	1440,00	102,6		

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100						

LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. MAURO Susy
Susy Mauro

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele
Raffaele Carbone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00905	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00-3,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	20,7 22,0	21,2 21,1	21,0 19,9
Peso di volume (kN/m³):	19,3	19,3	19,3
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,004 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

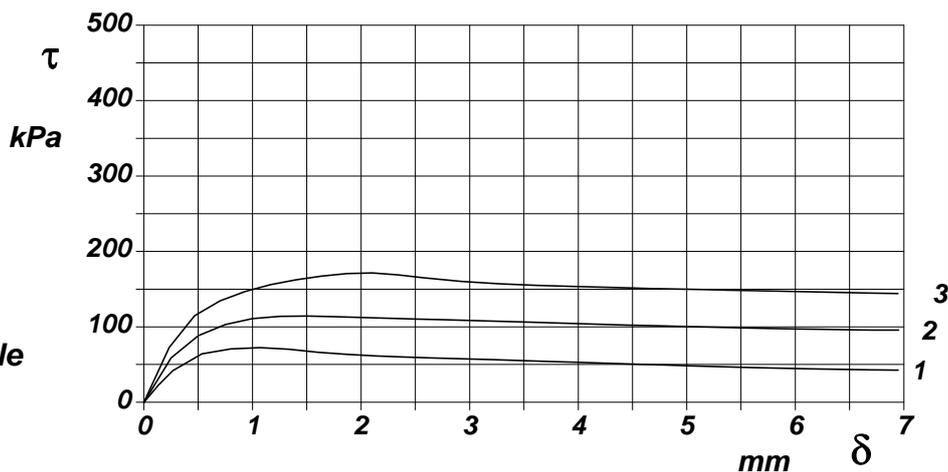
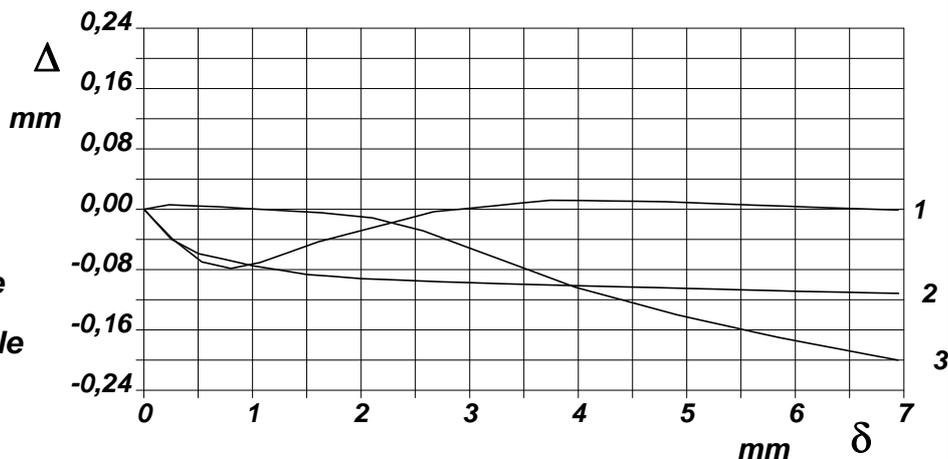


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00905	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00-3,40	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,134	22,6	-0,02	0,251	59,0	-0,04	0,234	72,6	0,01
0,267	42,1	-0,04	0,501	88,2	-0,06	0,468	114,7	0,00
0,534	64,2	-0,07	0,752	103,0	-0,07	0,701	134,4	0,00
0,802	70,7	-0,08	1,002	110,9	-0,07	0,935	146,9	0,00
1,069	72,2	-0,07	1,253	114,0	-0,08	1,169	155,8	0,00
1,336	70,1	-0,06	1,503	114,3	-0,09	1,403	162,4	0,00
1,603	66,4	-0,04	1,754	113,5	-0,09	1,637	167,3	0,00
1,870	63,4	-0,03	2,004	112,3	-0,09	1,870	170,6	-0,01
2,138	61,4	-0,02	2,255	111,2	-0,09	2,104	171,4	-0,01
2,405	60,0	-0,01	2,505	110,3	-0,09	2,338	169,0	-0,02
2,672	58,8	0,00	2,756	109,4	-0,10	2,572	165,1	-0,03
2,939	57,6	0,00	3,014	108,4	-0,10	2,923	160,3	-0,05
3,206	56,5	0,00	3,272	107,3	-0,10	3,273	157,0	-0,07
3,474	55,2	0,01	3,538	106,1	-0,10	3,624	154,9	-0,08
3,741	54,0	0,01	3,820	104,9	-0,10	3,975	153,4	-0,10
4,008	52,8	0,01	4,165	103,5	-0,10	4,208	152,5	-0,11
4,275	51,7	0,01	4,462	102,3	-0,10	4,442	151,7	-0,12
4,542	50,5	0,01	4,736	101,4	-0,10	4,676	150,9	-0,13
4,810	49,4	0,01	4,998	100,4	-0,10	4,910	150,1	-0,14
5,077	48,2	0,01	5,255	99,5	-0,11	5,144	149,4	-0,15
5,344	47,1	0,01	5,508	98,6	-0,11	5,377	148,6	-0,16
5,611	46,0	0,01	5,762	97,8	-0,11	5,611	147,9	-0,16
5,878	45,1	0,00	6,012	97,1	-0,11	5,845	147,2	-0,17
6,146	44,3	0,00	6,247	96,6	-0,11	6,120	146,4	-0,18
6,413	43,6	0,00	6,482	96,2	-0,11	6,395	145,6	-0,19
6,680	43,0	0,00	6,717	95,8	-0,11	6,670	144,8	-0,19
6,947	42,5	0,00	6,952	95,5	-0,11	6,945	144,0	-0,20

156-18

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00905 Pagina 3/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3,00-3,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,984
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	3,8
Df (mm)	1
Vs (mm/min)	0,026

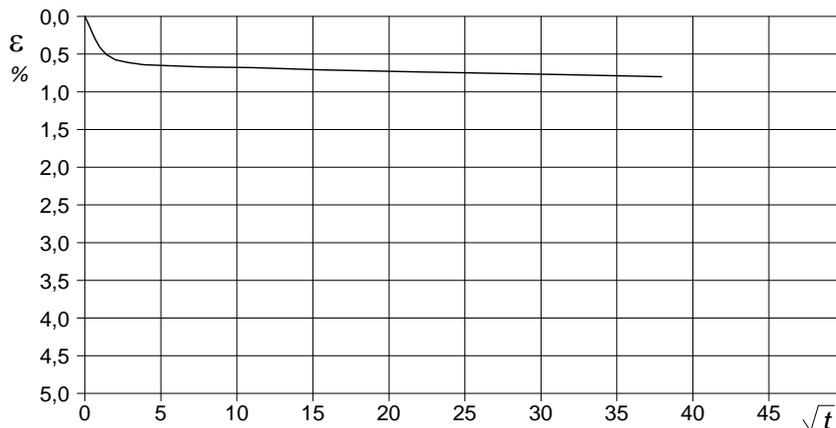


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,950
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	4,9
Df (mm)	1
Vs (mm/min)	0,020

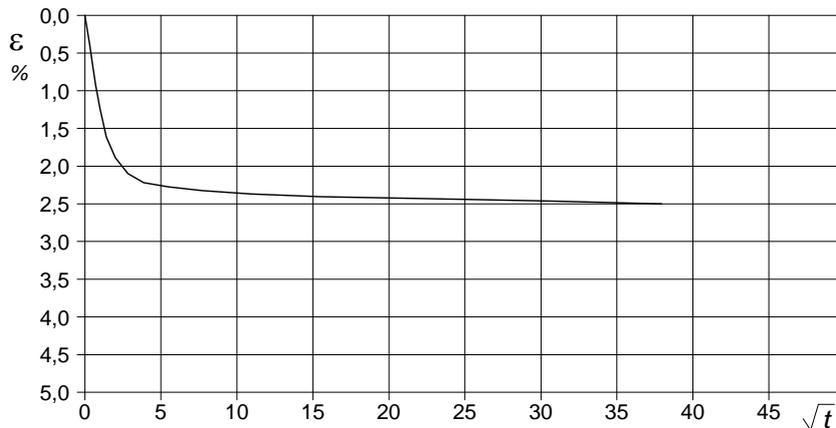
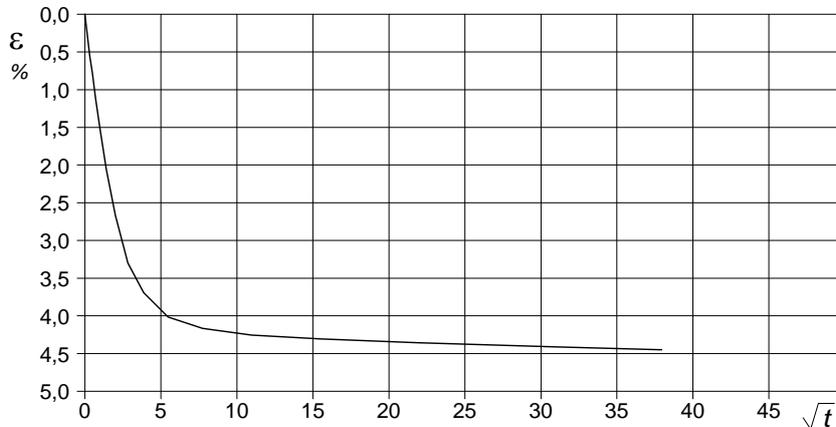


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,911
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	11,7
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,017



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00905 Pagina 4/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 12/04/18

Apertura campione: 12/04/18

Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3,00-3,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.
minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	2,80	0,14	0,10	7,90	0,40	0,10	11,10	0,56
0,25	4,50	0,23	0,25	13,00	0,65	0,25	15,80	0,79
0,50	6,20	0,31	0,50	18,40	0,92	0,50	22,30	1,12
1,00	8,30	0,42	1,00	24,80	1,24	1,00	30,50	1,53
2,00	10,10	0,51	2,00	32,30	1,62	2,00	41,20	2,06
4,00	11,50	0,58	4,00	37,80	1,89	4,00	53,30	2,67
8,00	12,20	0,61	8,00	42,00	2,10	8,00	66,00	3,30
15,00	12,80	0,64	15,00	44,40	2,22	15,00	73,80	3,69
30,00	13,10	0,66	30,00	45,50	2,28	30,00	80,30	4,02
60,00	13,40	0,67	60,00	46,50	2,33	60,00	83,30	4,17
120,00	13,60	0,68	120,00	47,40	2,37	120,00	85,10	4,26
240,00	14,20	0,71	240,00	48,10	2,41	240,00	86,10	4,31
480,00	14,70	0,74	480,00	48,60	2,43	480,00	87,10	4,36
960,00	15,40	0,77	960,00	49,30	2,47	960,00	88,20	4,41
1440,00	16,00	0,80	1440,00	50,00	2,50	1440,00	89,00	4,45

LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. MAURO Susy
Susy Mauro

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele
Raffaele Carbone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00906	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 16/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00-3,40

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	400	500	600
Massa (g)	170,82	171,23	170,33	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	100	200	300
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm ²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	12,3	11,8	12,9
Volume (cm ³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	197	206	219
Peso di volume (kN/m ³)	19,3	19,3	19,2	Pressione interstiziale (kPa)	384	439	510
Umidità (%)	20,5	21,3	20,9	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	198	303	410
Peso specifico	2,57	2,57	2,57	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	98	103	110
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,0	15,9	15,9				
Grado di saturazione (%)	91,5	94,0	91,8				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00906 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 16/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3,00-3,40

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

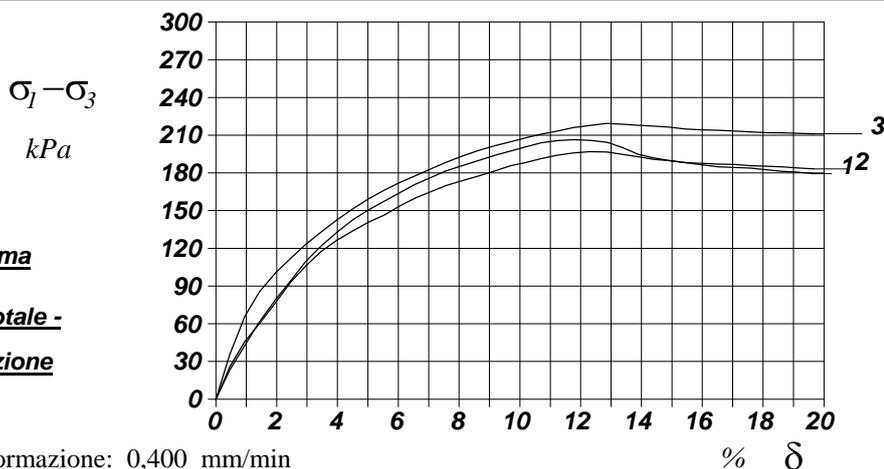
P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H ₀ cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S ₀ %	σ ₃ kPa	u ₀ kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	19,3	2,57	20,5	91,5	400	300	100	12,3	197	198	98
2	7,62	3,81	19,3	2,57	21,3	94,0	500	300	200	11,8	206	303	103
3	7,62	3,81	19,2	2,57	20,9	91,8	600	300	300	12,9	219	410	110

H₀ φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini

γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S₀ - Grado di saturazione iniziale

σ₃ - Pressione di cella
u₀ - Back pressure

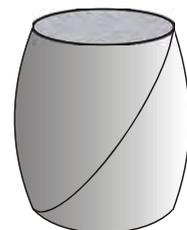
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali



Tipo di rottura



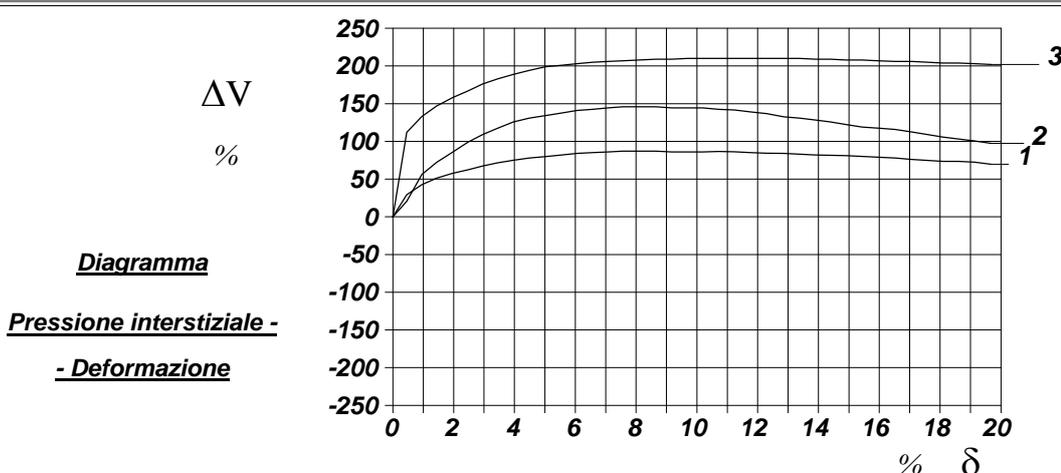
Provino 1



Provino 2



Provino 3



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00906	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 16/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00-3,40	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,35	0,46	25,6	29,4	0,35	0,46	23,2	20,6	0,35	0,46	35,5	112,0
0,73	0,96	45,9	42,5	0,73	0,96	42,8	56,1	0,73	0,96	66,0	133,0
1,10	1,44	60,4	51,2	1,10	1,44	61,9	72,1	1,10	1,44	85,7	147,0
1,49	1,96	76,7	57,6	1,49	1,96	79,0	85,6	1,49	1,96	100,4	158,0
1,88	2,47	93,3	62,3	1,88	2,47	94,5	99,0	1,88	2,47	112,2	167,0
2,25	2,95	105,9	67,5	2,25	2,95	109,6	109,0	2,25	2,95	123,1	176,0
2,63	3,45	117,3	71,6	2,63	3,45	121,7	117,4	2,63	3,45	132,7	183,0
3,02	3,96	126,2	75,0	3,02	3,96	132,5	125,8	3,02	3,96	142,3	189,0
3,42	4,49	133,6	78,0	3,42	4,49	142,4	130,9	3,42	4,49	151,2	194,0
3,83	5,03	140,9	80,0	3,83	5,03	150,6	134,2	3,83	5,03	159,5	199,0
4,23	5,55	146,7	82,0	4,23	5,55	157,6	137,6	4,23	5,55	166,4	201,0
4,62	6,06	153,8	84,0	4,62	6,06	164,4	140,9	4,62	6,06	172,5	203,0
5,01	6,57	160,2	85,0	5,01	6,57	171,2	142,6	5,01	6,57	177,9	205,0
5,39	7,07	165,0	86,0	5,39	7,07	176,4	144,3	5,39	7,07	183,2	206,0
5,76	7,56	169,8	87,0	5,76	7,56	181,6	146,0	5,76	7,56	188,2	207,0
6,17	8,10	173,8	87,0	6,17	8,10	185,8	146,0	6,17	8,10	193,4	208,0
6,59	8,65	177,7	87,0	6,59	8,65	189,9	146,0	6,59	8,65	197,9	209,0
6,99	9,17	181,5	86,0	6,99	9,17	194,1	144,3	6,99	9,17	201,5	209,0
7,39	9,70	185,8	86,0	7,39	9,70	197,4	144,3	7,39	9,70	204,9	210,0
7,77	10,20	188,4	86,0	7,77	10,20	200,7	144,3	7,77	10,20	207,9	210,0
8,16	10,71	191,4	86,6	8,16	10,71	204,0	142,6	8,16	10,71	210,8	210,0
8,56	11,23	194,2	86,3	8,56	11,23	205,7	141,7	8,56	11,23	213,3	210,0
8,96	11,76	195,8	85,3	8,96	11,76	206,5	139,2	8,96	11,76	216,1	210,0
9,37	12,30	196,9	84,3	9,37	12,30	205,9	136,7	9,37	12,30	217,8	210,0
9,80	12,86	196,7	83,9	9,80	12,86	204,5	132,5	9,80	12,86	219,3	210,0
10,19	13,37	194,8	82,9	10,19	13,37	200,2	130,9	10,19	13,37	218,7	210,0
10,59	13,90	192,8	81,9	10,59	13,90	194,8	128,4	10,59	13,90	217,9	209,0
10,97	14,40	190,8	81,6	10,97	14,40	191,9	125,8	10,97	14,40	217,2	209,0
11,35	14,90	189,8	81,2	11,35	14,90	189,9	122,5	11,35	14,90	216,5	208,0
11,76	15,43	188,2	80,0	11,76	15,43	188,1	119,1	11,76	15,43	214,9	208,0
12,17	15,97	186,6	79,0	12,17	15,97	187,6	117,4	12,17	15,97	214,3	207,0
12,59	16,52	184,9	78,0	12,59	16,52	187,0	115,8	12,59	16,52	214,0	206,0
13,01	17,07	184,3	76,0	13,01	17,07	186,7	112,4	13,01	17,07	213,3	206,0
13,40	17,59	183,8	74,9	13,40	17,59	185,8	109,0	13,40	17,59	212,7	205,0
13,79	18,10	182,6	73,7	13,79	18,10	185,3	105,7	13,79	18,10	212,0	204,0
14,18	18,61	181,4	73,5	14,18	18,61	184,9	103,2	14,18	18,61	212,0	204,0
14,58	19,13	180,7	72,3	14,58	19,13	184,0	100,7	14,58	19,13	211,5	203,0
14,99	19,67	179,4	69,7	14,99	19,67	183,1	97,3	14,99	19,67	211,1	202,0

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,00-7,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	34,0	%
Peso di volume	17,7	kN/m ³
Peso di volume secco	13,2	kN/m ³
Peso di volume saturo	17,7	kN/m ³
Peso specifico	2,49	
Indice dei vuoti	0,849	
Porosità	45,9	%
Grado di saturazione	100,0	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	102,3	%
Limite di plasticità	42,6	%
Indice di plasticità	59,7	%
Indice di consistenza	1,14	
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	1,7	%
Limo	7,0	%
Argilla	91,3	%

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A7-5	I.G. = 20
------------------	------	-----------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	11,3	kPa
Angolo di attrito interno:	14,7	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 57,1 kPa

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
196,1 ÷ 392,3	7998	0,000033	4,08E-10
392,3 ÷ 784,5	9613	0,000023	2,39E-10
784,5 ÷ 1569,0	15306	0,000021	1,37E-10
1569,0 ÷ 3138,0	26871	---	---
3138,0 ÷ 6276,1	47201	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove GR CF ED TD TX	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0	270			Argilla debolmente limosa, di colore grigio - marrone chiaro, molto compatto e a struttura omogenea. Reagente all'HCl MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: Gley 1 Light Greenish Brown 7/1 10Y Qualità del campione: Q5
	10				
	20	260			
	30				
	40	260			
	50			50	

157-18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,00-7,50

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

Argilla debolmente limosa

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

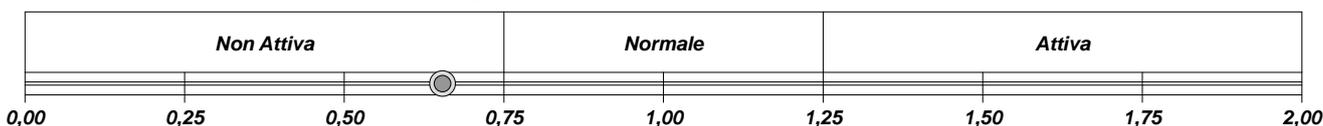
Abaco di plasticità di Casagrande

MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,14$

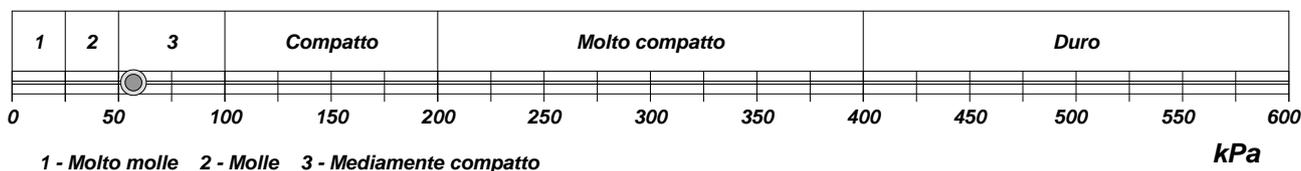


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,65



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 57 kPa

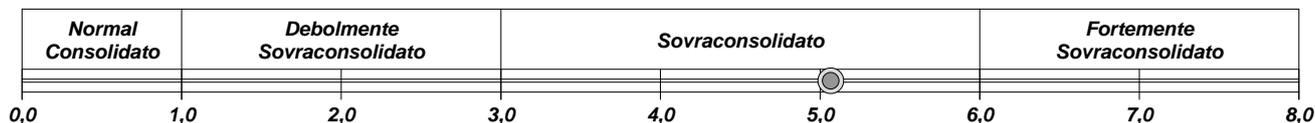


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 130,4kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 660,9kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 5,07



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00907 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 12/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

Apertura campione: 12/04/18

Fine analisi: 13/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,00-7,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 34,0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00908	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 12/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,00-7,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 17,7 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00909	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 16/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,00-7,50	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,49

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,49

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,8 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00910	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 20/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 21/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,00-7,50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

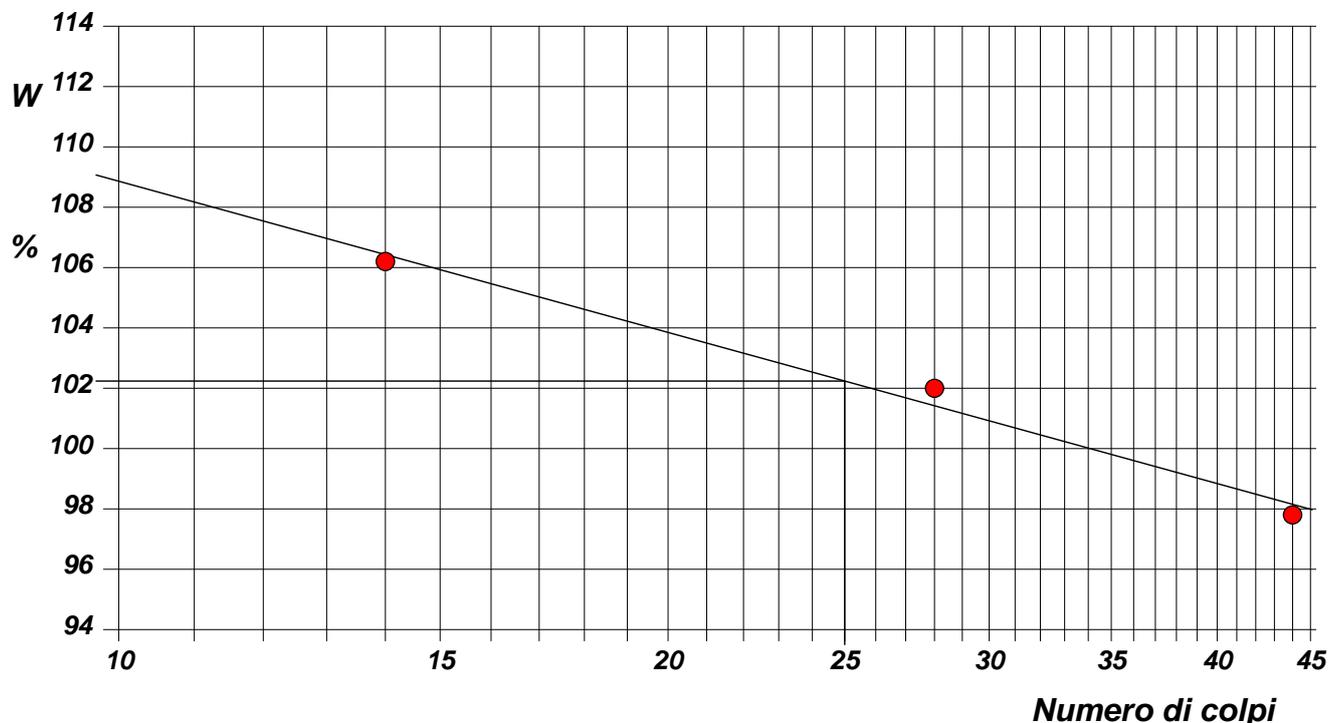
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	102,3 %
Limite di plasticità	42,6 %
Indice di plasticità	59,7 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	14	28	44		Umidità (%)	42,4	42,7
Umidità (%)	106,2	102,0	97,8		Umidità media	42,6	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00910 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 20/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 21/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

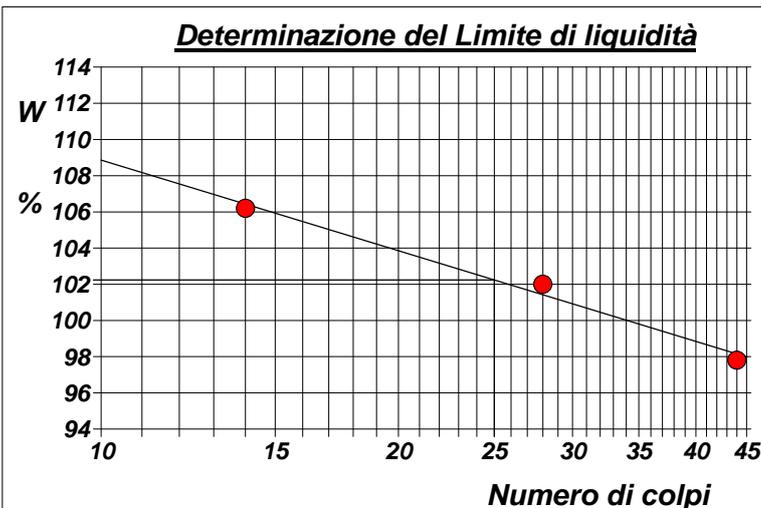
CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,00-7,50

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	102,3	%
Limite di plasticità	42,6	%
Indice di plasticità	59,7	%
Indice di consistenza	1,14	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

M - Limi inorganici

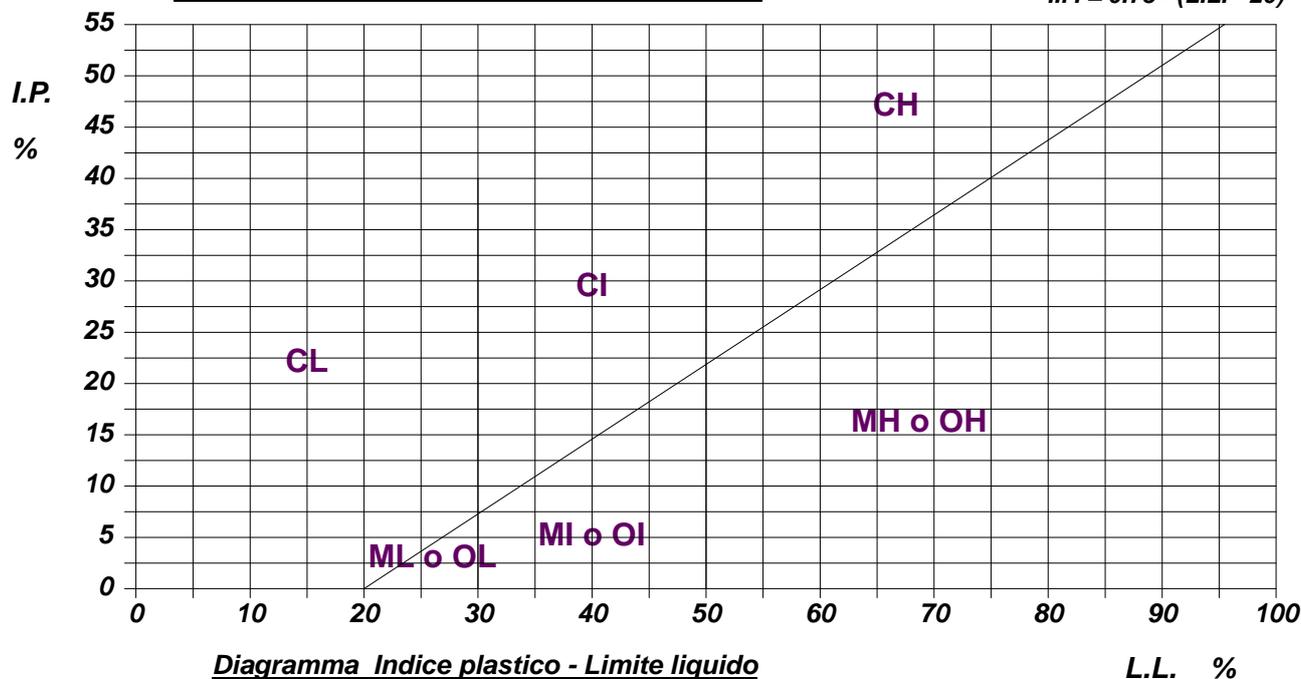
I - Media compressibilità

O - Argille e limi organici

H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



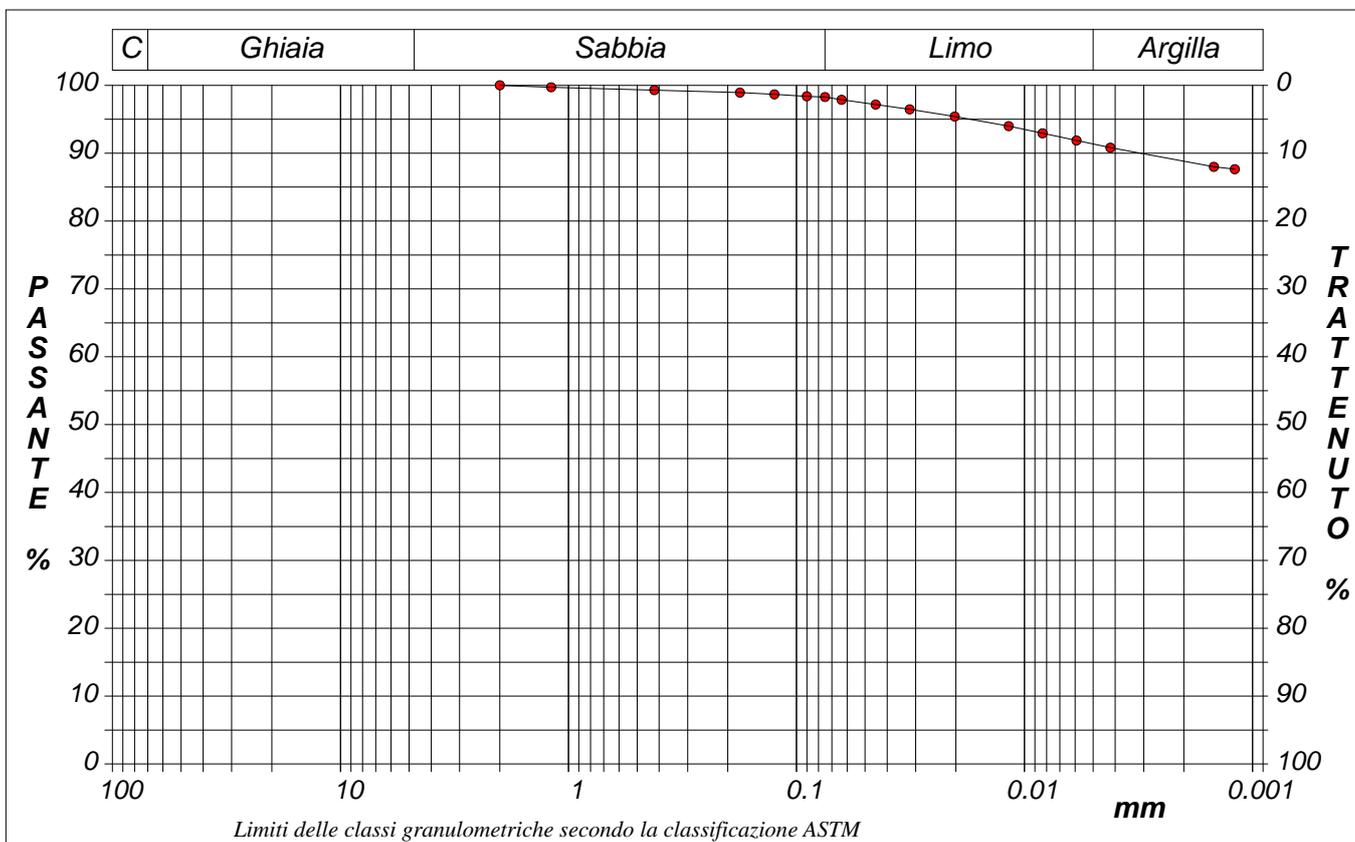
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00911	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,00-7,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	1,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,3 %	D30	---	mm
Limo	7,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	98,3 %	D50	---	mm
Argilla	91,3 %			D60	---	mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,00311	mm



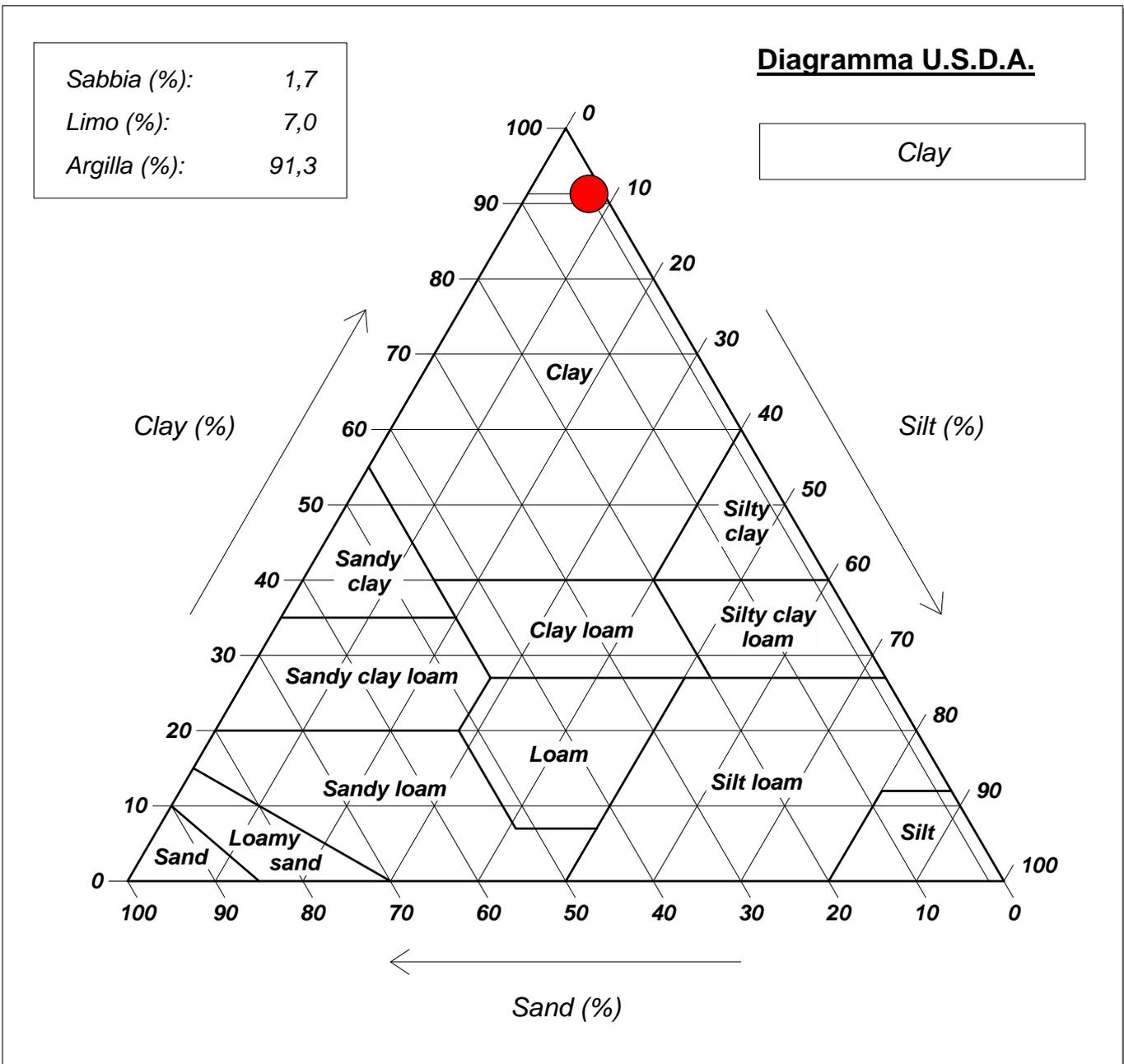
Diametro mm	Passante %								
2,0000	100,00	0,0900	98,37	0,0202	95,40	0,0015	87,98		
1,1900	99,71	0,0750	98,27	0,0117	93,99	0,0012	87,63		
0,4200	99,30	0,0634	97,87	0,0083	92,93				
0,1770	98,92	0,0449	97,16	0,0059	91,87				
0,1250	98,68	0,0319	96,46	0,0042	90,81				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00911	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,00-7,50

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00912 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 21/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

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

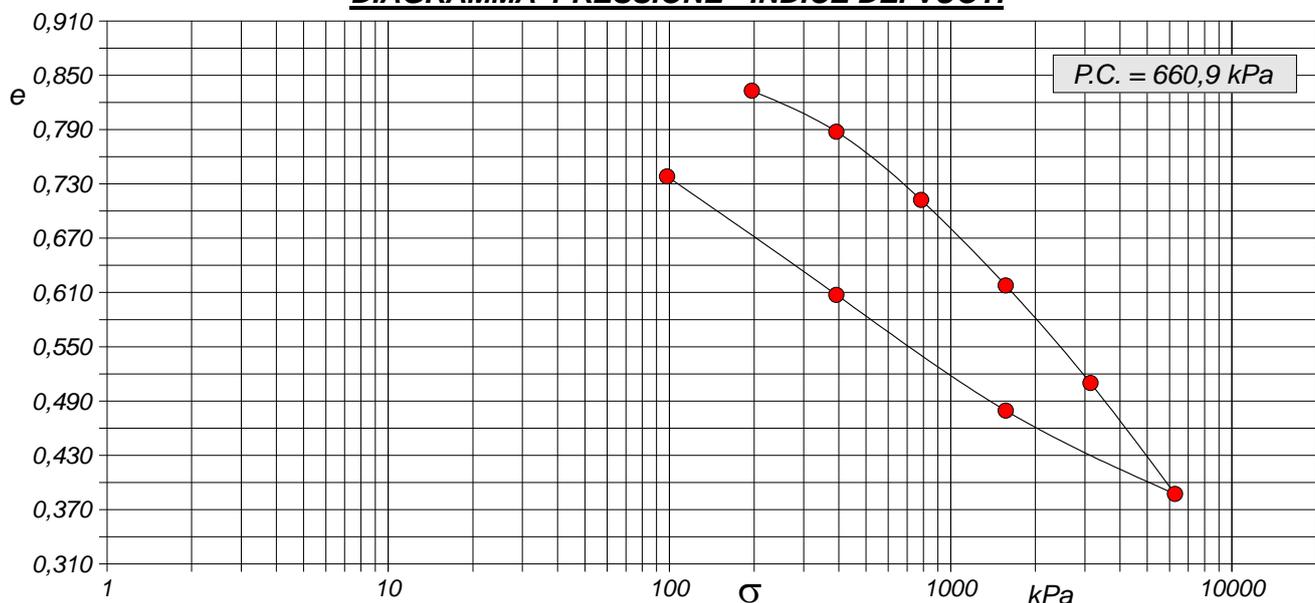
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

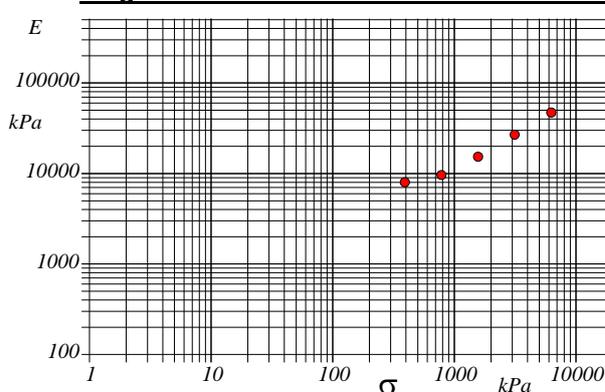
Peso di volume (kN/m ³)	17,73	Altezza provino (cm)	1,99	Indice dei vuoti	0,85
Umidità (%)	33,8	Volume provino (cm ³)	39,76	Porosità (%)	45,81
Peso specifico	2,49	Volume dei vuoti (cm ³)	18,22	Saturazione (%)	99,7

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
196,1	13,4	0,833				
392,3	62,2	0,788	0,150	7998	0,000033	4,08E-10
784,5	143,4	0,712	0,250	9613	0,000023	2,39E-10
1569,0	245,4	0,618	0,314	15306	0,000021	1,37E-10
3138,0	361,6	0,510	0,358	26871		
6276,1	493,9	0,387	0,408	47201		
1569,0	394,5	0,480				
392,3	256,5	0,607				
98,1	115,5	0,738				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



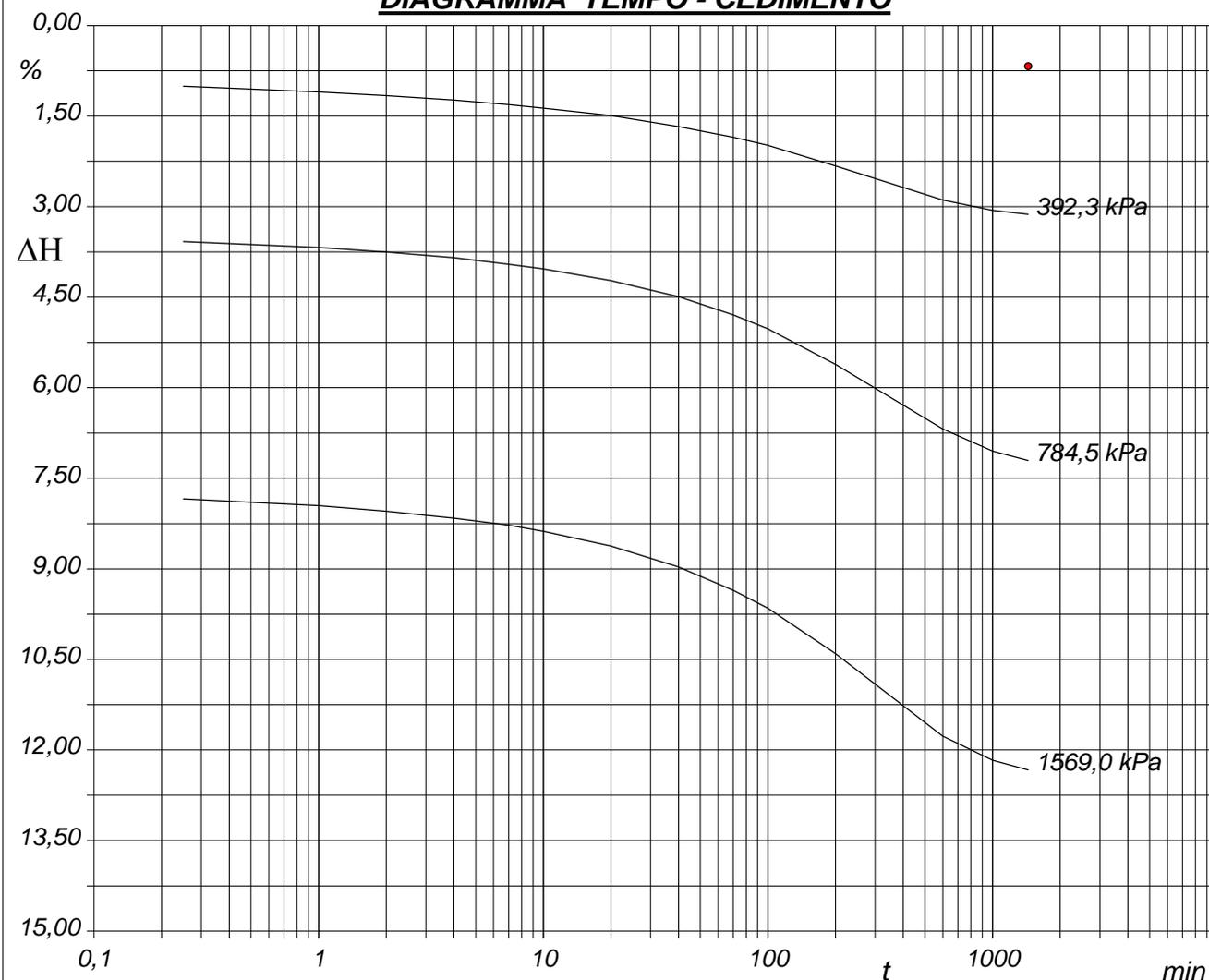
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00912	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 21/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,00-7,50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00912 **Pagina 3/3**
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 **Inizio analisi: 12/04/18**
Apertura campione: 12/04/18 **Fine analisi: 21/04/18**

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

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

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 392,3 kPa		Pressione 784,5 kPa		Pressione 1569,0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	13,4	0,00	62,2	0,00	143,4		
0,25	20,0	0,25	71,2	0,25	156,0		
1,00	21,9	1,00	73,2	1,00	158,3		
2,00	23,1	2,00	74,7	2,00	160,1		
4,00	24,6	4,00	76,5	4,00	162,4		
7,00	26,1	7,00	78,7	7,00	164,7		
10,00	27,2	10,00	80,2	10,00	166,7		
20,00	29,7	20,00	84,1	20,00	171,6		
40,00	33,3	40,00	89,4	40,00	178,5		
70,00	36,8	70,00	95,4	70,00	186,2		
100,00	39,5	100,00	100,0	100,00	192,1		
200,00	46,3	200,00	111,7	200,00	207,1		
600,00	57,5	600,00	133,0	600,00	234,3		
1000,00	60,9	1000,00	140,3	1000,00	242,2		
1440,00	62,2	1440,00	143,4	1440,00	245,4		

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100						

157-18

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00913 Pagina 1/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,00-7,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	34,2 33,2	33,7 32,3	33,6 31,1
Peso di volume (kN/m³):	17,8	17,7	17,7
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

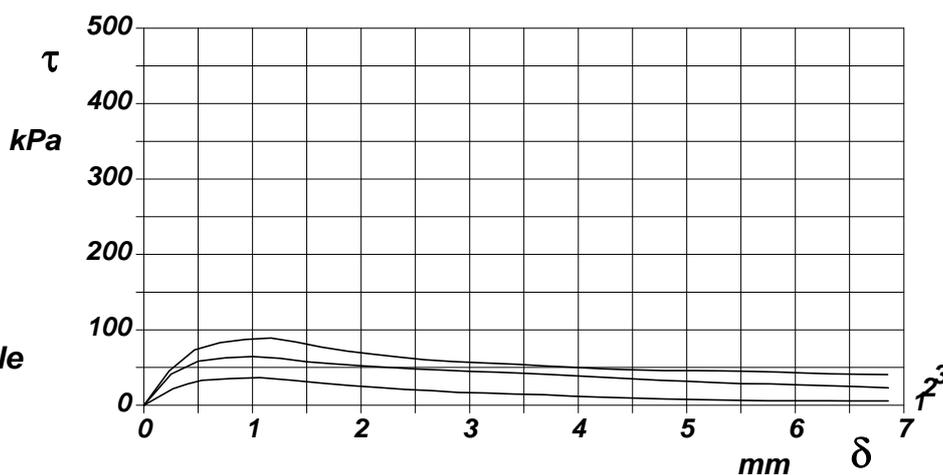
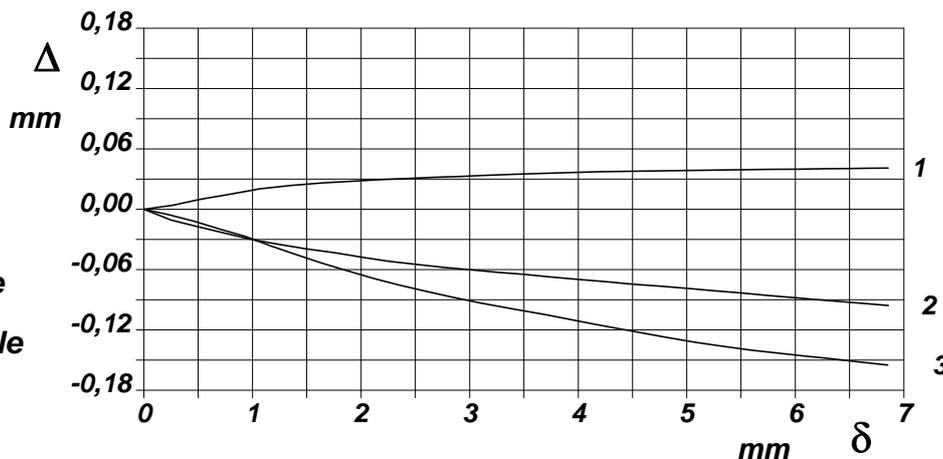


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00913	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,00-7,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spotam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spotam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spotam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,267	21,8	0,00	0,251	41,4	-0,01	0,234	45,5	-0,01
0,401	28,3	0,01	0,501	58,5	-0,02	0,468	73,5	-0,01
0,534	33,0	0,01	0,752	63,0	-0,02	0,701	82,9	-0,02
0,802	35,4	0,02	1,002	64,6	-0,03	0,935	87,1	-0,03
1,069	36,6	0,02	1,253	62,3	-0,04	1,169	89,0	-0,04
1,353	33,2	0,02	1,503	57,5	-0,04	1,403	83,8	-0,05
1,646	29,2	0,03	1,754	54,8	-0,04	1,637	77,0	-0,05
1,905	26,2	0,03	2,004	52,3	-0,05	1,872	71,8	-0,06
2,164	23,5	0,03	2,255	50,1	-0,05	2,108	67,7	-0,07
2,405	20,9	0,03	2,505	48,1	-0,05	2,345	63,9	-0,08
2,664	19,2	0,03	2,756	46,5	-0,06	2,586	60,3	-0,08
2,898	16,9	0,03	3,006	45,0	-0,06	2,835	58,1	-0,09
3,135	16,4	0,03	3,257	43,7	-0,06	3,098	56,2	-0,09
3,411	14,8	0,03	3,507	42,4	-0,06	3,419	54,3	-0,10
3,688	14,0	0,04	3,758	40,7	-0,07	3,697	52,1	-0,10
3,935	12,0	0,04	4,008	38,8	-0,07	3,953	50,4	-0,11
4,188	10,8	0,04	4,259	36,9	-0,07	4,197	48,4	-0,12
4,497	9,5	0,04	4,509	34,9	-0,07	4,437	47,3	-0,12
4,806	8,3	0,04	4,760	33,0	-0,08	4,790	46,1	-0,13
5,126	7,3	0,04	5,010	31,7	-0,08	5,084	45,8	-0,13
5,444	6,5	0,04	5,261	29,9	-0,08	5,347	45,4	-0,14
5,746	6,1	0,04	5,511	28,6	-0,08	5,596	44,9	-0,14
6,031	5,9	0,04	5,762	28,3	-0,09	5,838	44,1	-0,14
6,282	5,9	0,04	6,012	27,2	-0,09	6,075	42,9	-0,15
6,483	5,8	0,04	6,263	26,2	-0,09	6,311	41,9	-0,15
6,672	5,7	0,04	6,559	24,7	-0,09	6,580	41,1	-0,15
6,855	5,7	0,04	6,856	23,1	-0,10	6,850	40,7	-0,16

157-18

LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. MAIO Susy
Susy Maio

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele
Raffaele Carbone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00913 Pagina 3/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,00-7,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,976
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	7,2
Df (mm)	1
Vs (mm/min)	0,014

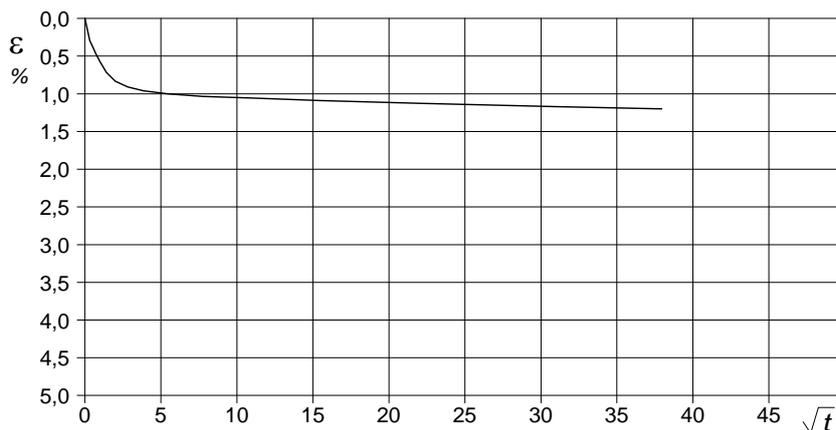


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,946
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	10,5
Df (mm)	1
Vs (mm/min)	0,010

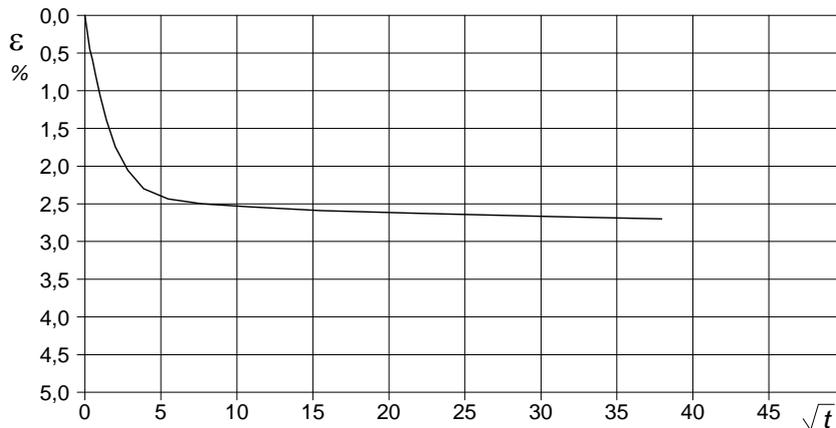
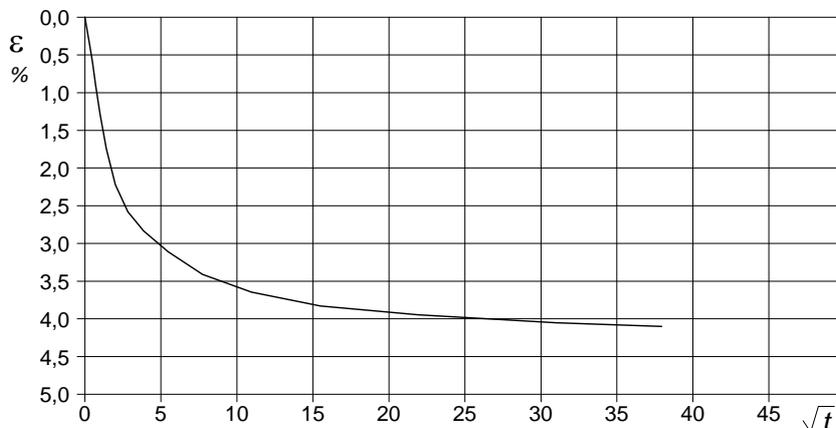


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,918
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	13,8
Df (mm)	1
Vs (mm/min)	0,007



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00913	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

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

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	5,90	0,30	0,10	9,00	0,45	0,10	7,50	0,38
0,25	7,40	0,37	0,25	11,80	0,59	0,25	11,90	0,60
0,50	9,20	0,46	0,50	15,80	0,79	0,50	17,90	0,90
1,00	11,50	0,58	1,00	21,20	1,06	1,00	25,70	1,29
2,00	14,30	0,72	2,00	27,70	1,39	2,00	34,90	1,75
4,00	16,70	0,84	4,00	34,90	1,75	4,00	44,40	2,22
8,00	18,20	0,91	8,00	41,10	2,06	8,00	51,60	2,58
15,00	19,20	0,96	15,00	46,00	2,30	15,00	56,70	2,84
30,00	20,00	1,00	30,00	48,70	2,44	30,00	62,20	3,11
60,00	20,70	1,04	60,00	50,00	2,50	60,00	68,20	3,41
120,00	21,10	1,06	120,00	50,80	2,54	120,00	72,90	3,65
240,00	21,80	1,09	240,00	51,80	2,59	240,00	76,60	3,83
480,00	22,50	1,13	480,00	52,50	2,63	480,00	78,90	3,95
960,00	23,40	1,17	960,00	53,40	2,67	960,00	81,00	4,05
1440,00	24,00	1,20	1440,00	54,00	2,70	1440,00	82,00	4,10

157-18

LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. MAURO Susy
Susy Mauro

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele
Raffaele Carbone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00914	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 16/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,00-7,50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	400	500	600
Massa (g)	156,27	157,25	156,94	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	100	200	300
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm ²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	3,5	5,7	4,7
Volume (cm ³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	110	114	119
Peso di volume (kN/m ³)	17,6	17,8	17,7	Pressione interstiziale (kPa)	335	388	373
Umidità (%)	34,0	33,8	33,9	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	155	257	359
Peso specifico	2,49	2,49	2,49	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	55	57	59
Peso di volume secco (kN/m ³)	13,2	13,3	13,2				
Grado di saturazione (%)	98,8	99,9	99,6				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00914 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 16/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,00-7,50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o	φ	γ	γ _s	w	S _o	σ ₃	u _o	σ' ₃	δ _f	σ ₁ -σ ₃	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$
	cm	cm	kN/m ³		%	%	kPa	kPa	kPa	%	kPa	kPa	kPa
1	7,62	3,81	17,6	2,49	34,0	98,8	400	300	100	3,5	110	155	55
2	7,62	3,81	17,8	2,49	33,8	99,9	500	300	200	5,7	114	257	57
3	7,62	3,81	17,7	2,49	33,9	99,6	600	300	300	4,7	119	359	59

H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini

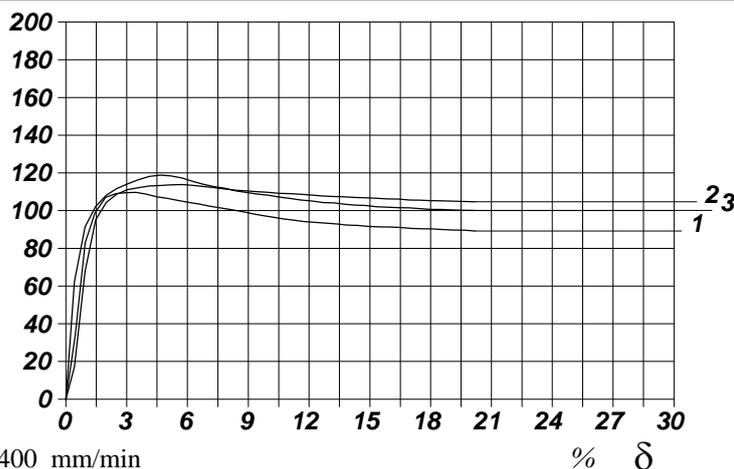
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale

σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure

δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali

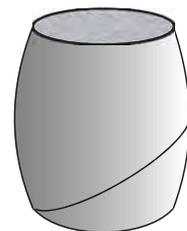
σ₁-σ₃
kPa

Diagramma
Tensione totale -
- Deformazione

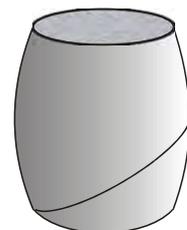


Velocità di deformazione: 0,400 mm/min

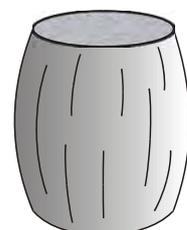
Tipo di rottura



Provino 1



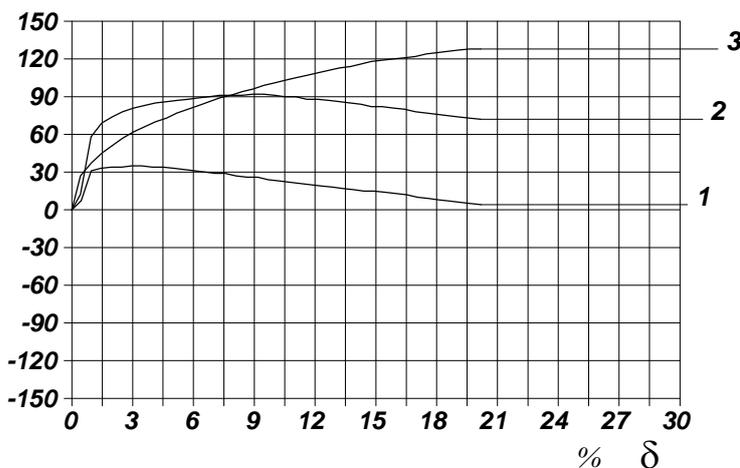
Provino 2



Provino 3

ΔV
%

Diagramma
Pressione interstiziale -
- Deformazione



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00914 Pagina 3/3

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 16/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

Apertura campione: 12/04/18

Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,00-7,50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,35	0,46	33,9	7,2	0,32	0,42	17,1	12,2	0,32	0,42	62,4	27,0
0,73	0,96	83,0	31,0	0,72	0,94	67,7	58,0	0,72	0,94	91,4	37,0
1,10	1,44	98,9	33,0	1,12	1,47	95,2	69,0	1,12	1,47	102,2	45,0
1,49	1,96	107,0	34,0	1,52	1,99	104,4	74,0	1,52	1,99	108,1	51,0
1,88	2,47	109,1	34,0	1,91	2,51	108,7	78,0	1,91	2,51	111,7	57,0
2,25	2,95	109,6	35,0	2,32	3,04	111,1	81,0	2,32	3,04	114,2	62,0
2,63	3,45	109,7	35,0	2,72	3,57	113,1	83,0	2,72	3,57	116,4	66,0
3,02	3,96	108,8	34,0	3,14	4,12	113,1	85,0	3,14	4,12	118,2	70,0
3,42	4,49	107,4	34,0	3,56	4,67	113,4	86,0	3,56	4,67	118,9	73,0
3,83	5,03	106,5	33,0	3,95	5,18	113,7	87,0	3,95	5,18	118,4	77,0
4,23	5,55	105,4	32,0	4,37	5,73	113,8	88,0	4,37	5,73	117,3	80,0
4,62	6,06	104,3	31,0	4,77	6,26	113,4	89,0	4,77	6,26	115,6	83,0
5,01	6,57	103,6	30,0	5,16	6,77	112,8	90,0	5,16	6,77	114,0	86,0
5,39	7,07	102,4	29,0	5,56	7,30	112,2	91,0	5,56	7,30	112,7	89,0
5,76	7,56	101,6	29,0	5,97	7,83	111,5	91,0	5,97	7,83	111,9	91,0
6,17	8,10	100,7	27,0	6,40	8,40	110,8	91,0	6,40	8,40	110,5	94,0
6,59	8,65	99,6	26,0	6,81	8,94	110,5	92,0	6,81	8,94	109,6	96,0
6,99	9,17	98,5	26,0	7,21	9,46	110,0	92,0	7,21	9,46	108,7	99,0
7,39	9,70	97,4	24,0	7,62	10,00	109,7	91,0	7,62	10,00	108,1	101,0
7,77	10,20	96,5	23,0	8,01	10,51	109,2	90,0	8,01	10,51	107,2	103,0
8,16	10,71	95,7	22,0	8,42	11,05	109,0	90,0	8,42	11,05	106,4	105,0
8,56	11,23	94,9	21,0	8,83	11,59	108,7	88,0	8,83	11,59	105,6	107,0
8,96	11,76	94,2	20,0	9,25	12,14	108,3	88,0	9,25	12,14	105,1	109,0
9,37	12,30	93,7	19,0	9,67	12,69	107,7	87,0	9,67	12,69	104,3	111,0
9,80	12,86	93,3	18,0	10,08	13,23	107,5	86,0	10,08	13,23	104,1	113,0
10,19	13,37	92,9	17,0	10,47	13,74	107,3	85,0	10,47	13,74	103,4	114,0
10,59	13,90	92,3	16,0	10,87	14,27	107,0	84,0	10,87	14,27	102,9	116,0
10,97	14,40	92,2	15,0	11,26	14,78	106,8	82,0	11,26	14,78	102,8	118,0
11,35	14,90	91,7	15,0	11,67	15,31	106,5	82,0	11,67	15,31	102,1	119,0
11,76	15,43	91,4	14,0	12,09	15,87	106,3	81,0	12,09	15,87	101,8	120,0
12,17	15,97	91,4	13,0	12,51	16,42	106,1	80,0	12,51	16,42	101,6	121,0
12,59	16,52	91,1	12,0	12,92	16,96	105,6	78,0	12,92	16,96	101,5	122,0
13,01	17,07	90,5	10,0	13,32	17,48	105,5	77,0	13,32	17,48	101,1	124,0
13,40	17,59	90,4	9,0	13,72	18,01	105,3	76,0	13,72	18,01	100,7	125,0
13,79	18,10	90,3	8,0	14,11	18,52	105,2	75,0	14,11	18,52	100,6	126,0
14,18	18,61	90,0	7,0	14,51	19,04	105,0	74,0	14,51	19,04	100,4	127,0
14,58	19,13	89,7	6,0	14,95	19,62	104,9	73,0	14,95	19,62	100,2	128,0
14,99	19,67	89,6	5,0	15,37	20,17	104,7	72,0	15,37	20,17	100,1	128,0
15,38	20,18	89,2	4,0								

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	12,4	%
Peso di volume	18,0	kN/m ³
Peso di volume secco	16,0	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,8	kN/m ³
Peso specifico	2,65	
Indice dei vuoti	0,619	
Porosità	38,2	%
Grado di saturazione	52,8	%

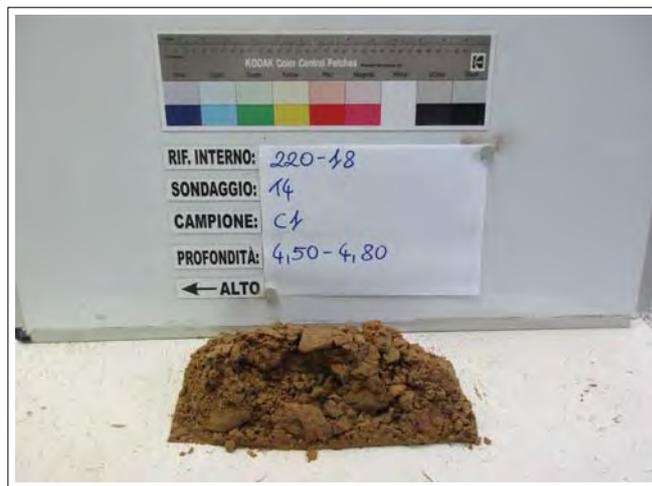
LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	21,5	%
Limite di plasticità	14,3	%
Indice di plasticità	7,2	%
Indice di consistenza	1,27	
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,4	%
Sabbia	91,2	%
Limo	7,4	%
Argilla	1,0	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Sabbia (m/f) debolmente limosa, di colore marrone chiaro. Reagente all'HCl
	5				MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 10YR Yellowish Brown 5/6
	10			10	Qualità del campione: Q2

220-18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,50

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

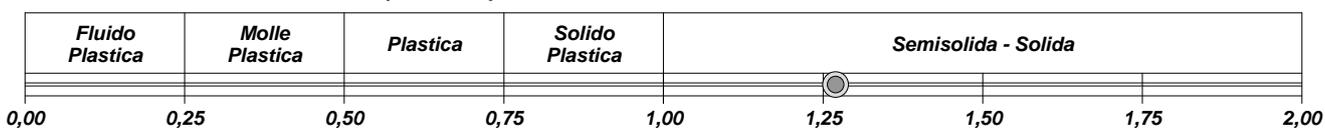
Sabbia debolmente limosa

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

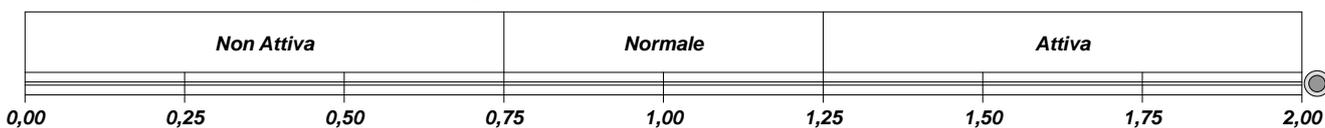
Abaco di plasticità di Casagrande

CL - Argille inorganiche a bassa compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,27$



A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 7,20



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00975 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18 Inizio analisi: 18/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

Apertura campione: 18/04/18 Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 12,4 %

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 5,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00976 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18	Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 18/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 18,0 kN/m³

Determinazione eseguita su provini ricostituiti ad addensamento medio (terreno sciolto)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00977	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 27/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 28/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,65

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,64

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,7 °C

Dimensione massima delle particelle: 5,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00978	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 26/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

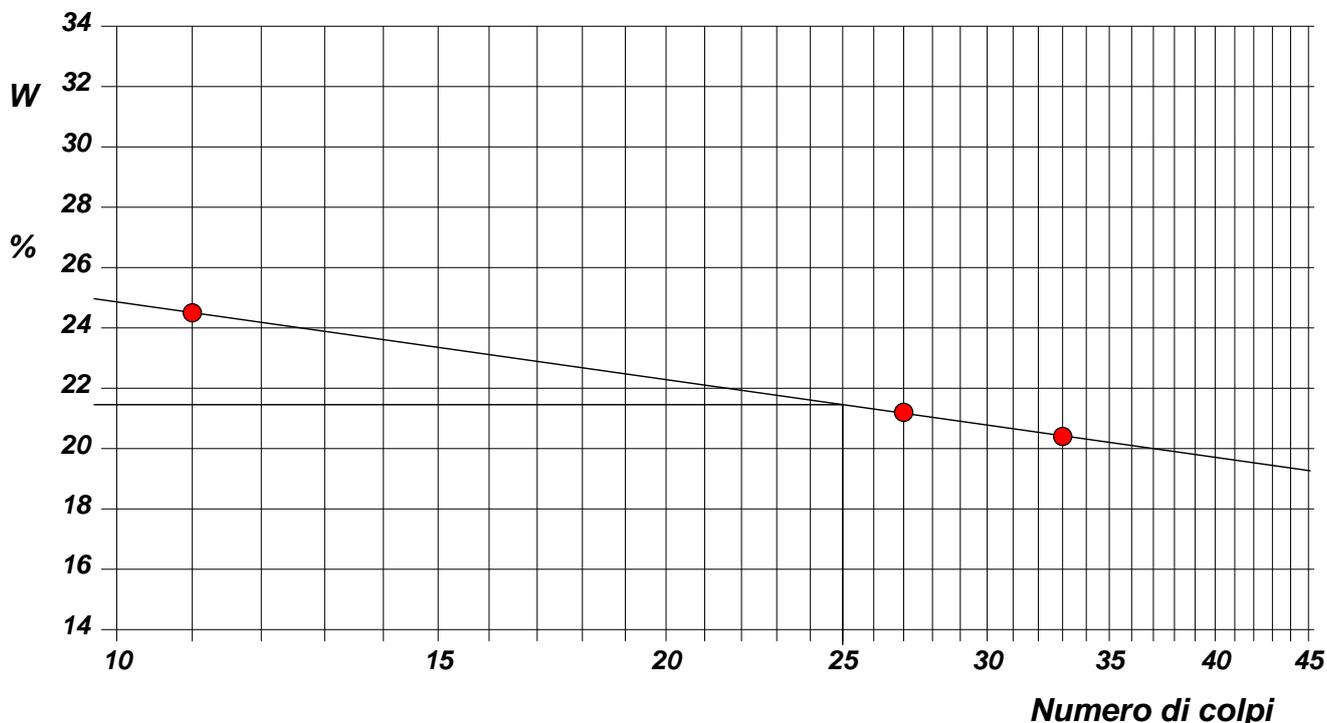
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	21,5 %
Limite di plasticità	14,3 %
Indice di plasticità	7,2 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	11	27	33		Umidità (%)	14,2	14,4
Umidità (%)	24,5	21,2	20,4		Umidità media	14,3	

Determinazione del Limite di liquidità



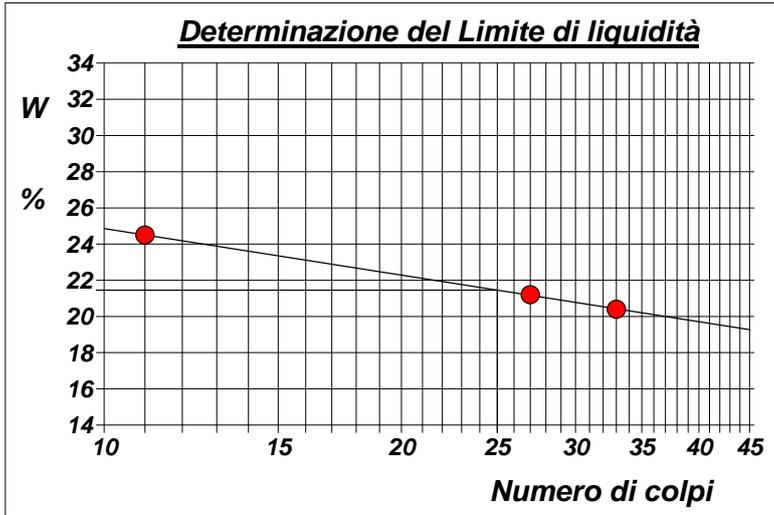
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00978	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 26/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,50

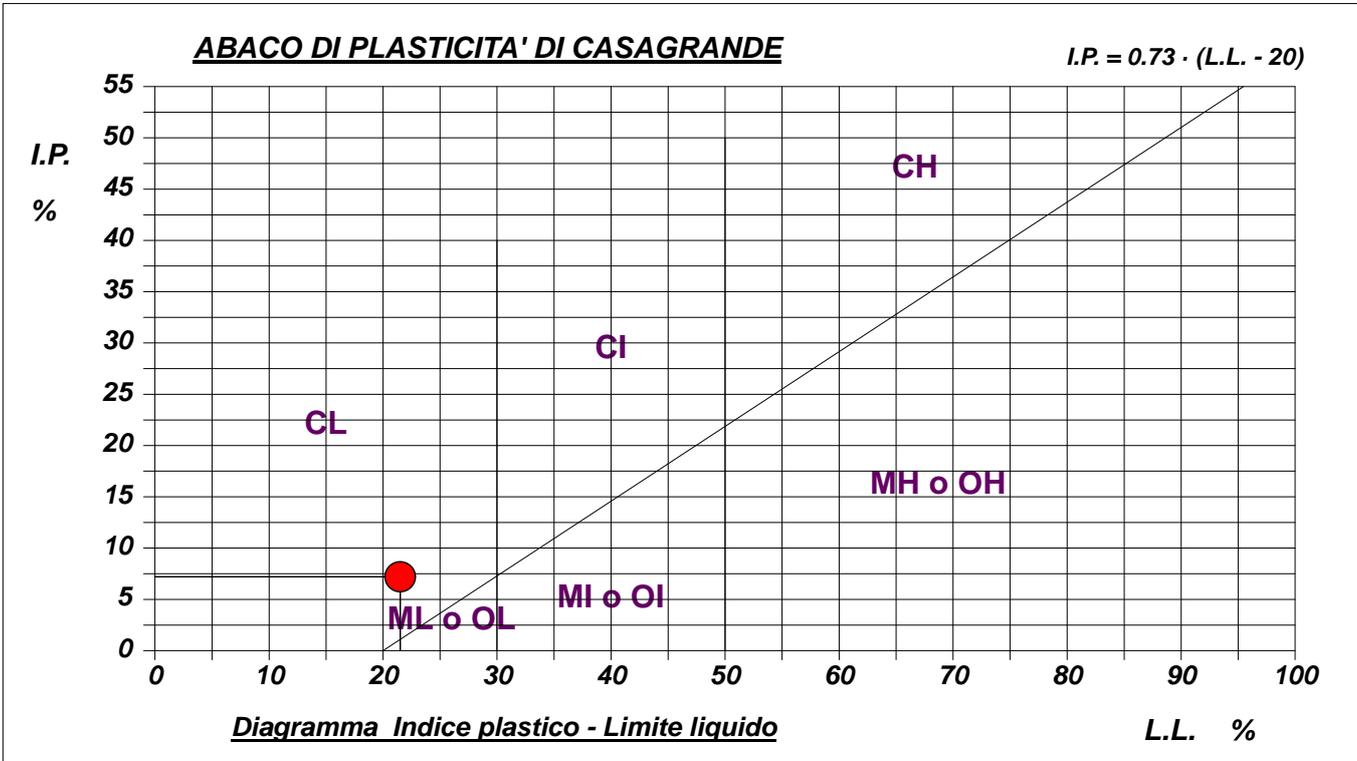
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	21,5	%
Limite di plasticità	14,3	%
Indice di plasticità	7,2	%
Indice di consistenza	1,27	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



LO SPERIMENTATORE
dot. Geol. MARIO Susy
Susy Mario

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dot. Geol. CARBONE Raffaele
Raffaele Carbone

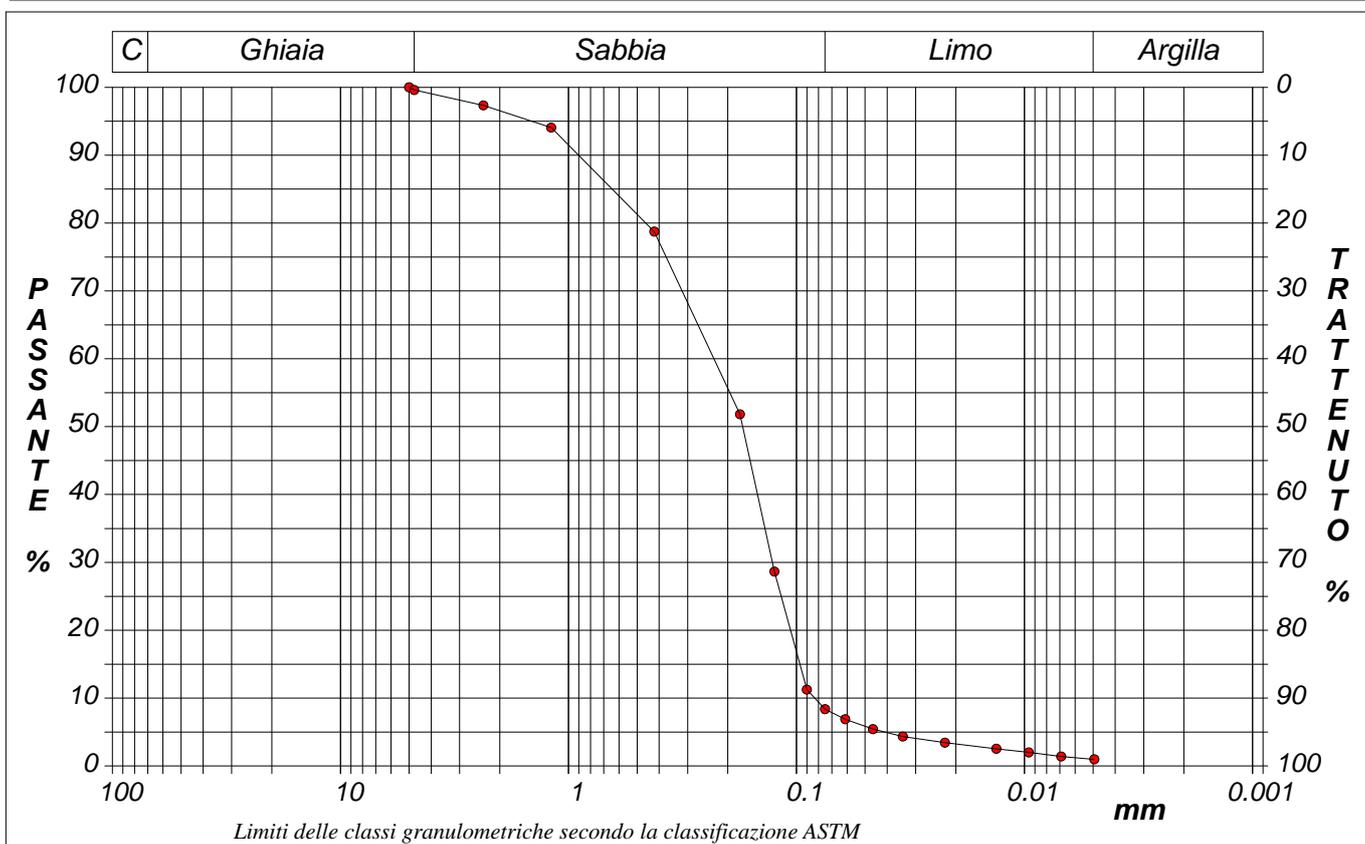
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00979	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	96,5 %	D10	0,08308 mm
Sabbia	91,2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	77,2 %	D30	0,12758 mm
Limo	7,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	8,4 %	D50	0,17223 mm
Argilla	1,0 %			D60	0,23014 mm
Coefficiente di uniformità	2,77	Coefficiente di curvatura	0,85	D90	0,90311 mm



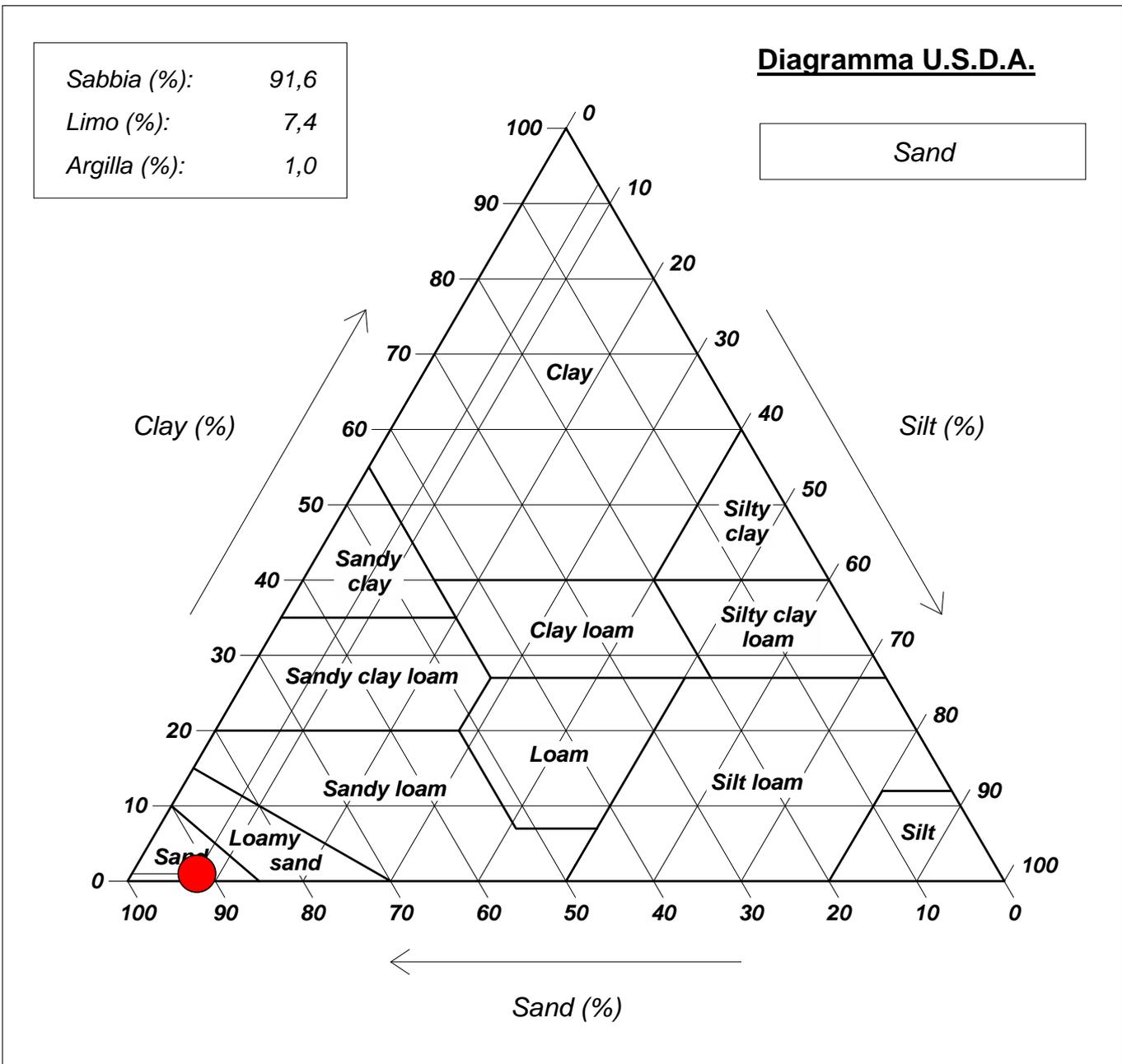
Diametro mm	Passante %								
5,0000	100,00	0,1770	51,82	0,0462	5,43	0,0069	1,41		
4,7500	99,61	0,1250	28,64	0,0341	4,34	0,0049	0,99		
2,3600	97,34	0,0900	11,26	0,0223	3,43				
1,1900	94,06	0,0750	8,38	0,0133	2,53				
0,4200	78,74	0,0612	6,90	0,0096	2,00				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00979	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,50

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C2

PROFONDITÀ: m 9,50-10,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	17,5	%
Peso di volume	19,0	kN/m ³
Peso di volume secco	16,2	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,7	kN/m ³
Peso specifico	2,58	
Indice dei vuoti	0,564	
Porosità	36,1	%
Grado di saturazione	80,1	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	37,3	%
Limite di plasticità	21,8	%
Indice di plasticità	15,5	%
Indice di consistenza	1,28	
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	33,7	%
Limo	41,1	%
Argilla	25,2	%

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A6	I.G. = 8
------------------	----	----------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	12,6	kPa
Angolo di attrito interno:	27,5	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 69,7 kPa

PROVA EDOMETRICA

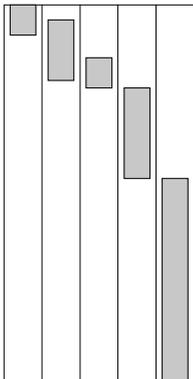
σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,5 ÷ 49,0	6541	---	---
49,0 ÷ 98,1	4440	0,006639	1,47E-07
98,1 ÷ 196,1	4798	0,005770	1,18E-07
196,1 ÷ 392,3	7802	0,005376	6,76E-08
392,3 ÷ 784,5	13843	---	---
784,5 ÷ 1569,0	23785	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	39944	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

GR CF ED TD TX



cm
0
10
20
30
40
50

Rp

kPa

VT

kPa

cm
200
210
210
50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Limo con sabbia (f) e argilla, di colore verde oliva, molto compatto e a struttura omogenea. Reagente all'HCl

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 2.5Y Olive Yellow 6/6

Qualità del campione: Q5

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 9,50-10,00

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

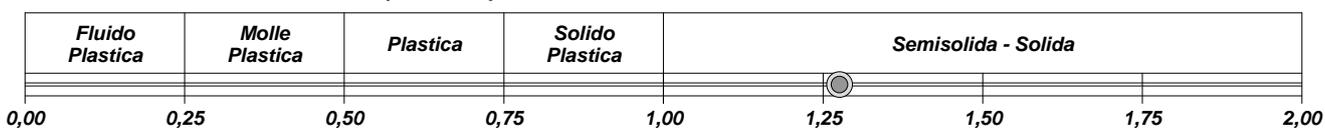
Limo con sabbia e argilla

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

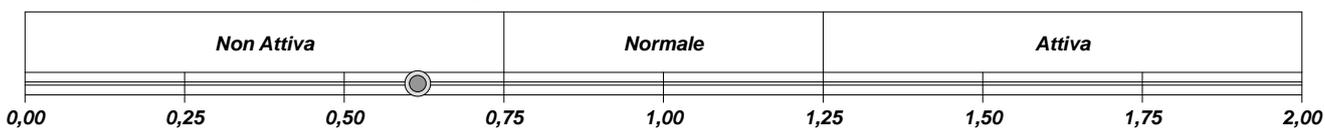
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,28$

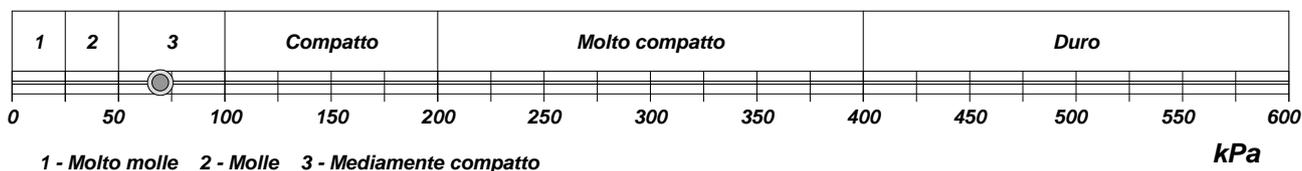


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,62



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 70 kPa

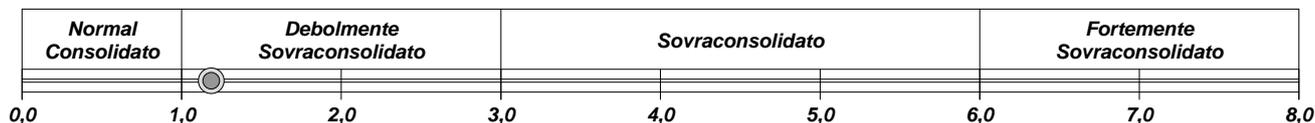


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 186,4kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 221,0kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 1,19



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00915 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 12/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

Apertura campione: 12/04/18

Fine analisi: 13/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 9,50-10,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 17,5 %

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 4,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00916 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 12/04/18

Apertura campione: 12/04/18

Fine analisi: 12/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 9,50-10,00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,0 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00917	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 16/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 9,50-10,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,58

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,58

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,6 °C

Dimensione massima delle particelle: 4,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00918	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 20/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 21/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 9,50-10,00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

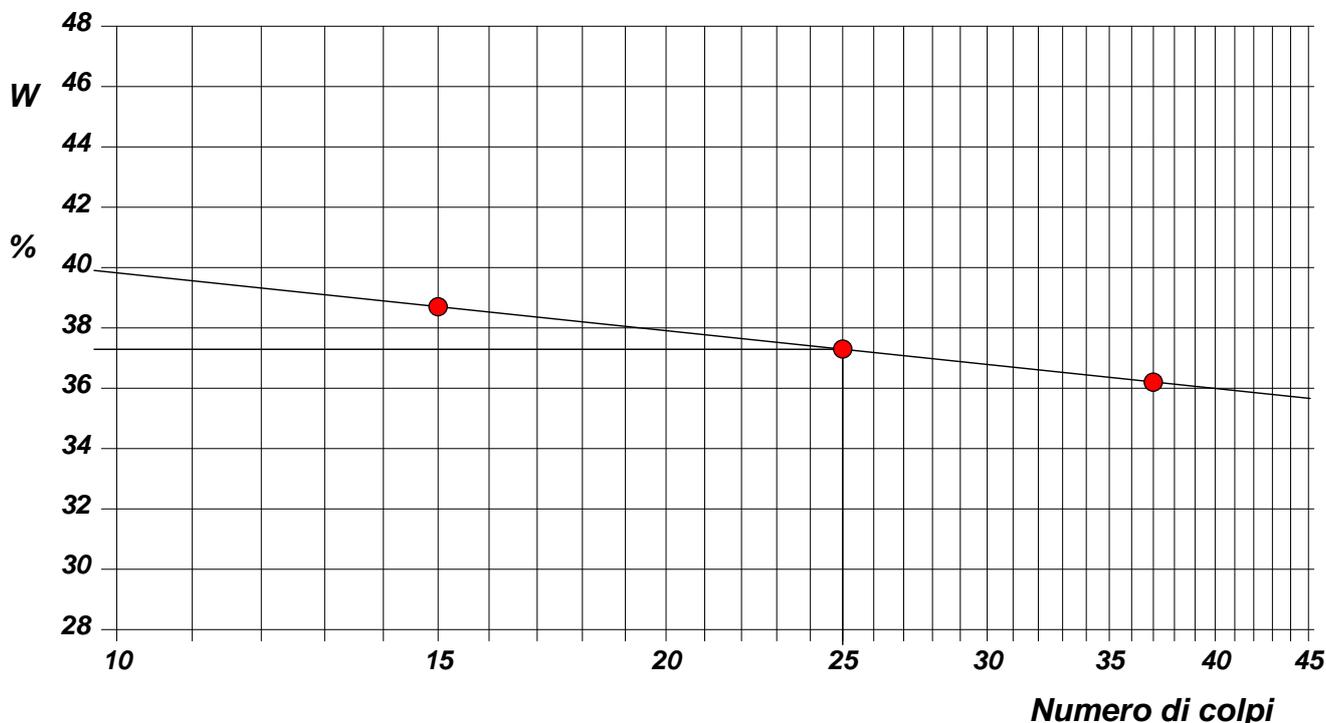
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	37,3 %
Limite di plasticità	21,8 %
Indice di plasticità	15,5 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	25	37		Umidità (%)	21,6	21,9
Umidità (%)	38,7	37,3	36,2		Umidità media	21,8	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00918 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 20/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 21/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

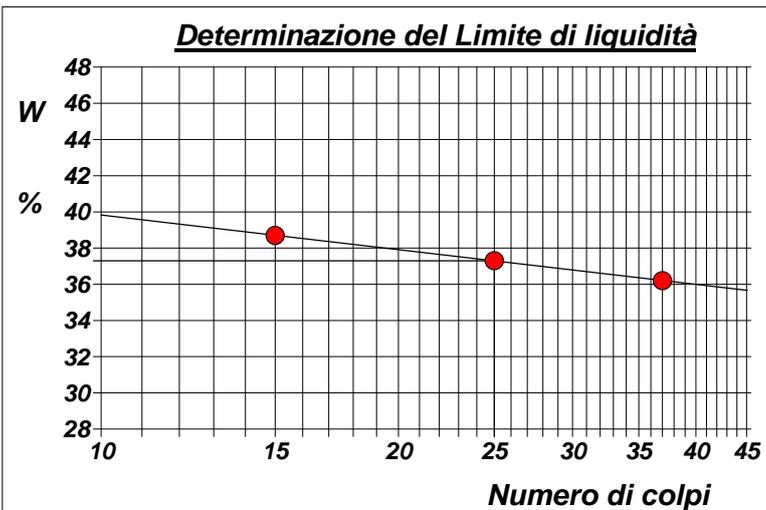
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 9,50-10,00

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

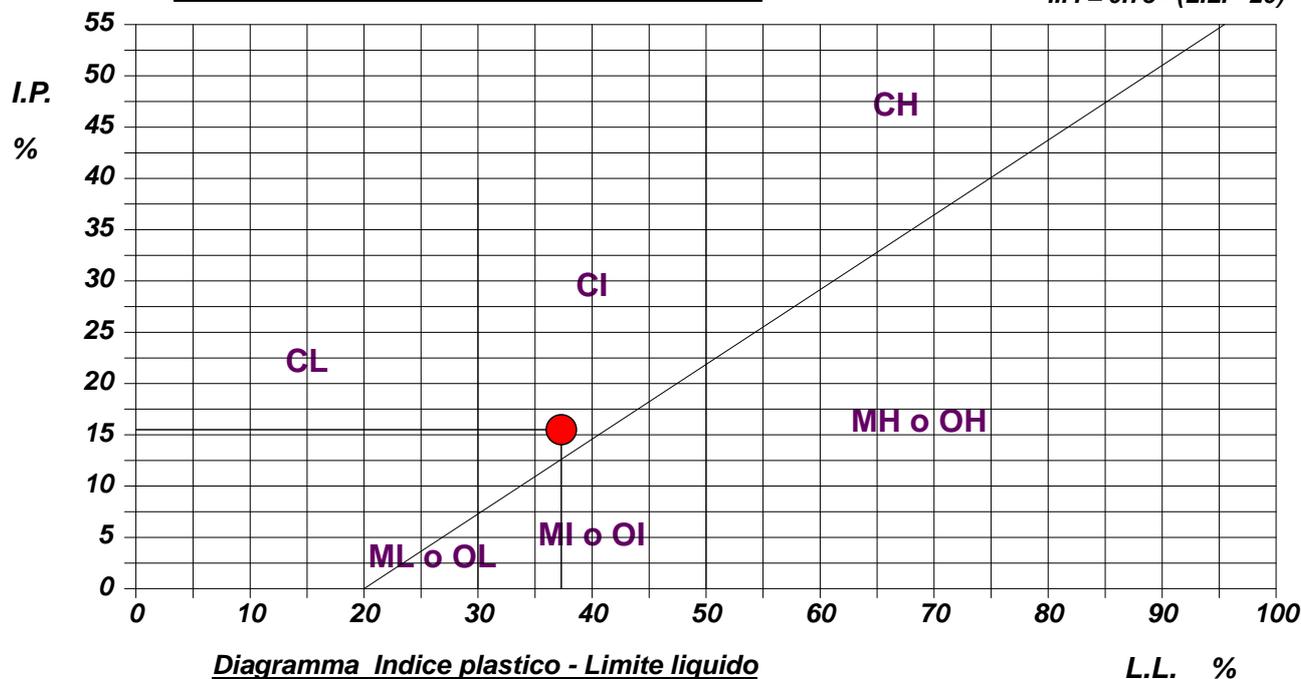
Limite di liquidità	37,3	%
Limite di plasticità	21,8	%
Indice di plasticità	15,5	%
Indice di consistenza	1,28	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



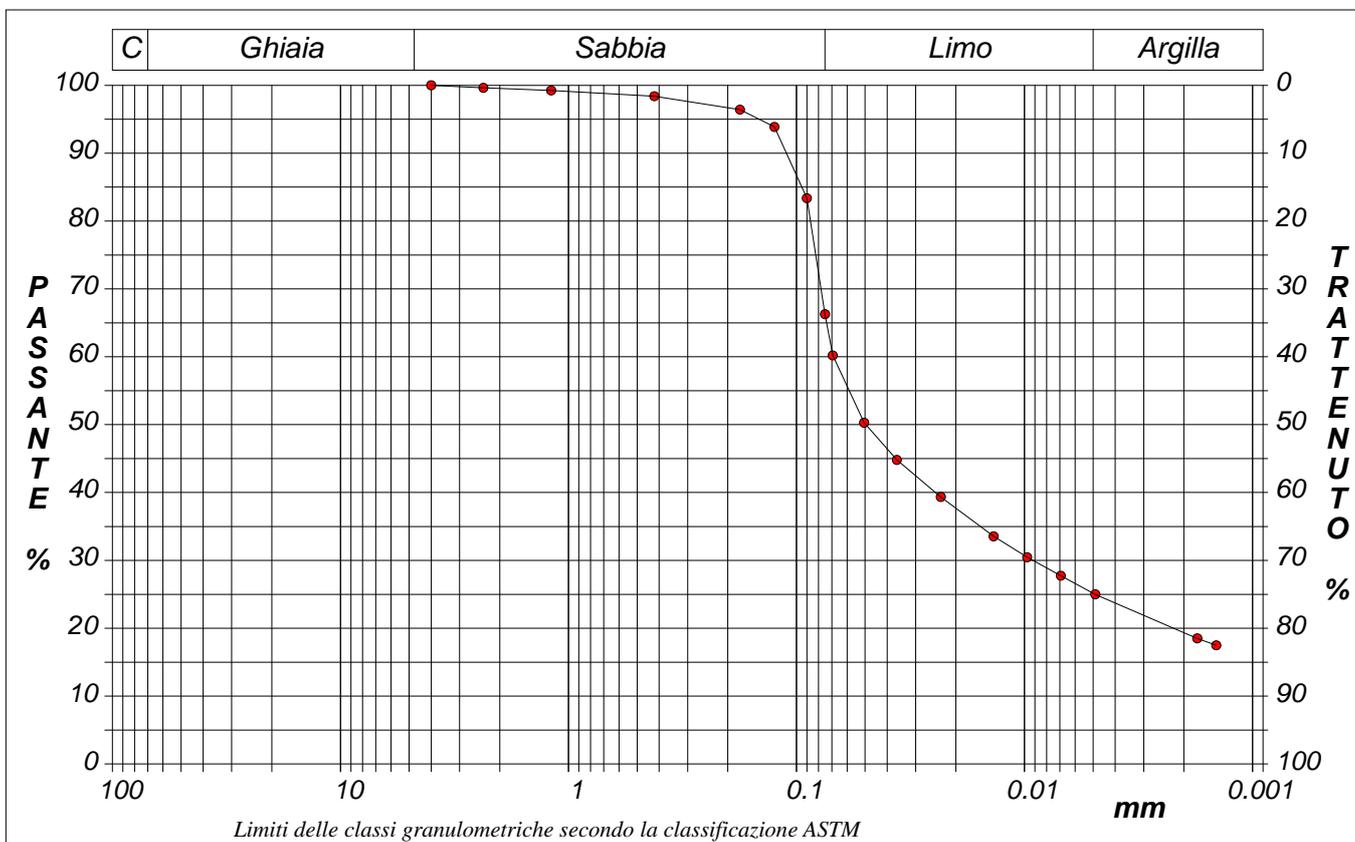
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00919	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 9,50-10,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,5 %	D10	---	mm
Sabbia	33,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98,3 %	D30	0,00918	mm
Limo	41,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	66,3 %	D50	0,04966	mm
Argilla	25,2 %			D60	0,06896	mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,11074	mm



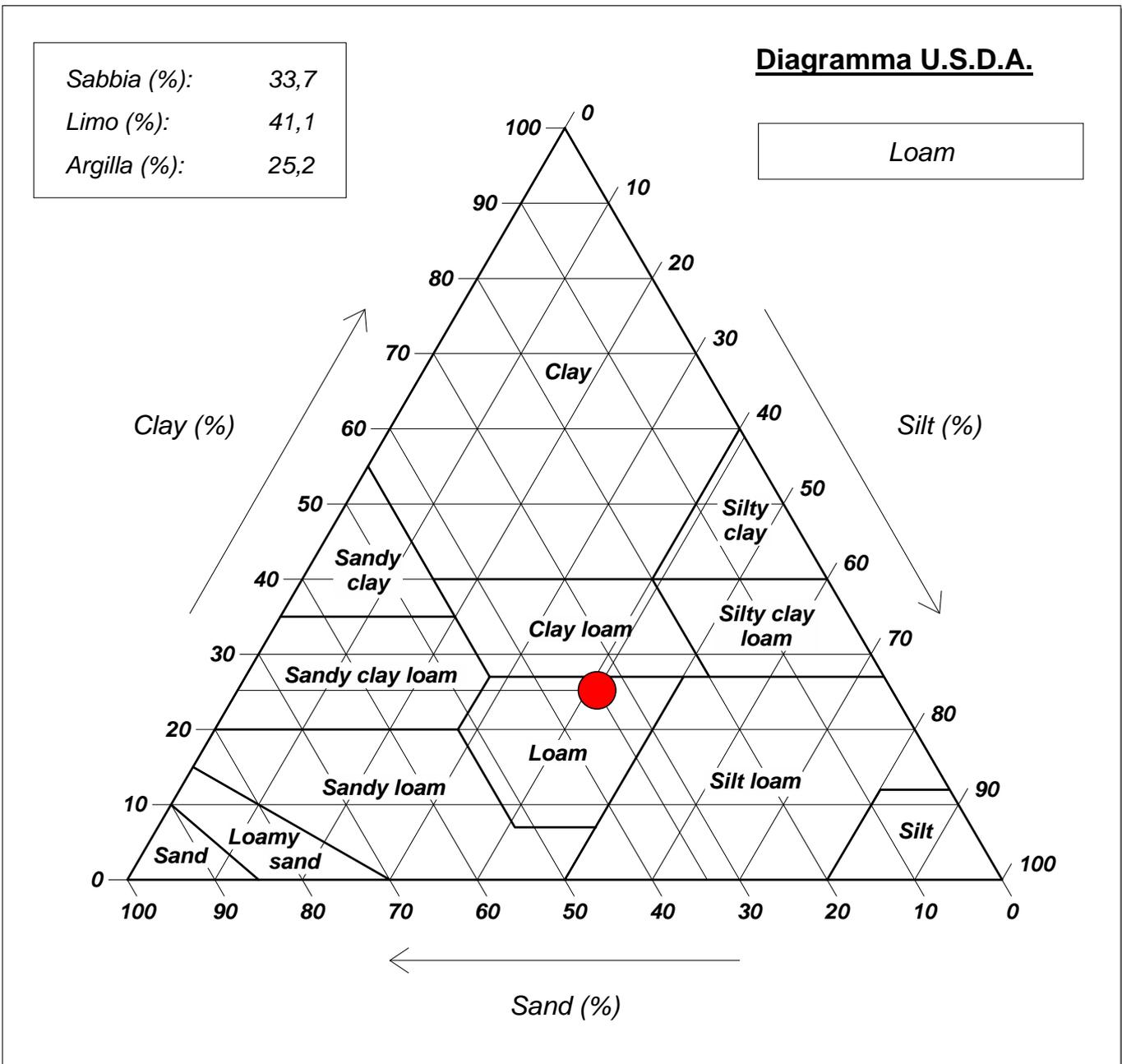
Diametro mm	Passante %								
4,0000	100,00	0,1250	93,87	0,0363	44,82	0,0049	25,00		
2,3600	99,62	0,0900	83,37	0,0233	39,35	0,0017	18,51		
1,1900	99,23	0,0750	66,28	0,0137	33,54	0,0014	17,49		
0,4200	98,40	0,0694	60,19	0,0097	30,47				
0,1770	96,42	0,0505	50,28	0,0069	27,74				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00919	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 9,50-10,00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00920 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 9,50-10,00

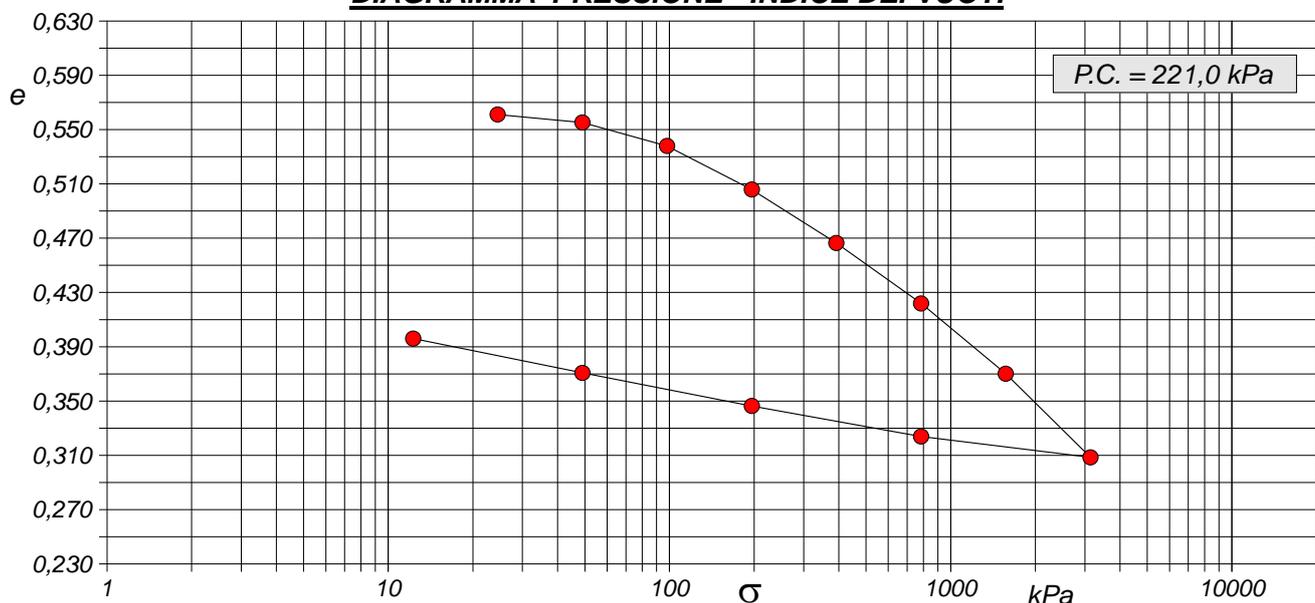
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

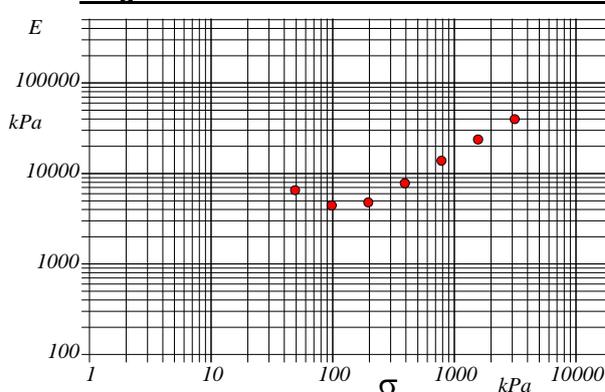
Peso di volume (kN/m ³)	18,96	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,57
Umidità (%)	17,6	Volume provino (cm ³)	39,94	Porosità (%)	36,26
Peso specifico	2,58	Volume dei vuoti (cm ³)	14,48	Saturazione (%)	79,9

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,5	10,0	0,561				
49,0	17,5	0,555	0,020	6541		
98,1	39,6	0,538	0,058	4440	0,006639	1,47E-07
196,1	80,5	0,506	0,107	4798	0,005770	1,18E-07
392,3	130,8	0,466	0,131	7802	0,005376	6,76E-08
784,5	187,5	0,422	0,148	13843		
1569,0	253,5	0,370	0,172	23785		
3138,0	332,1	0,309	0,205	39944		
784,5	312,5	0,324				
196,1	283,9	0,346				
49,0	252,7	0,371				
12,3	220,5	0,396				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico

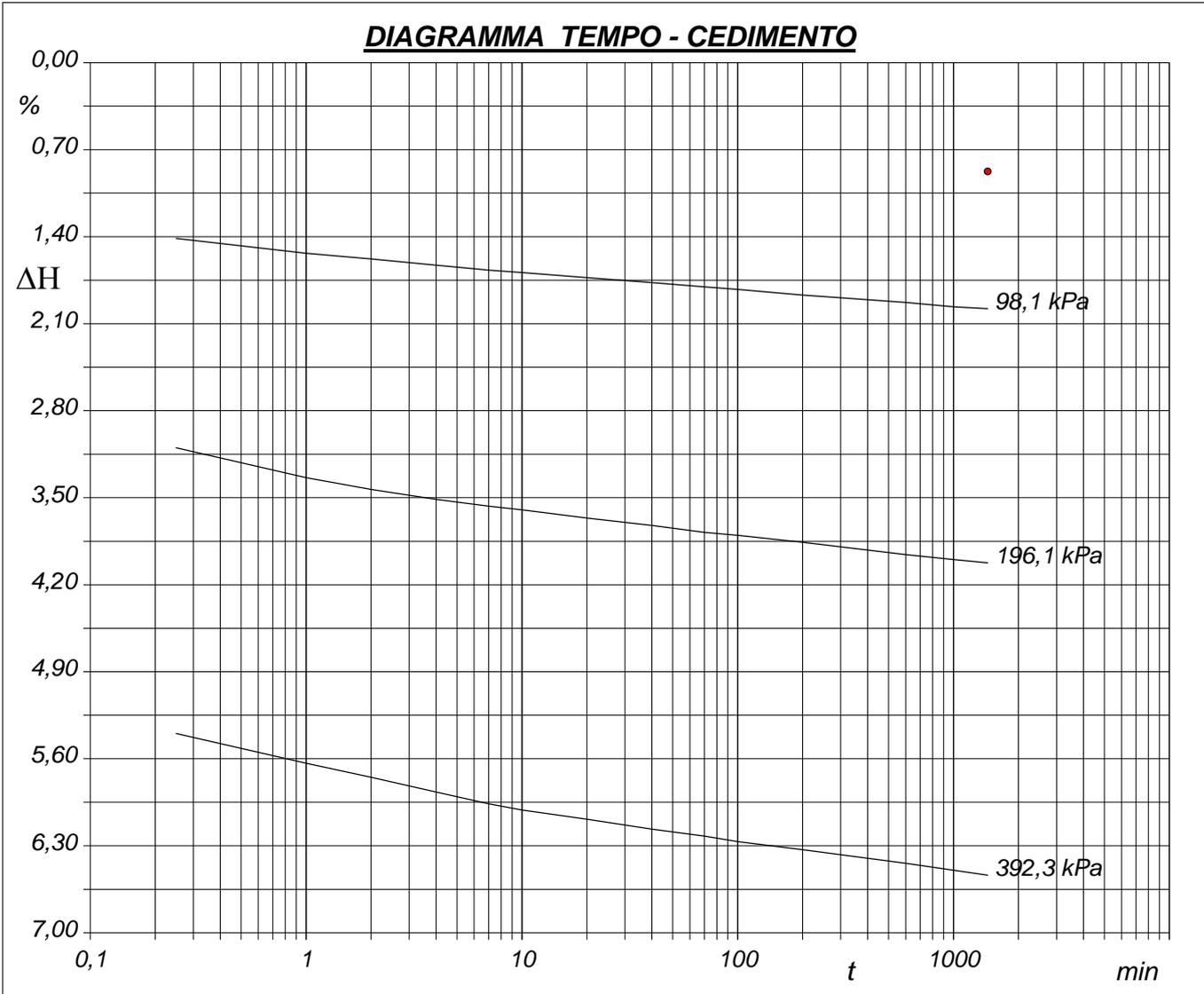


CERTIFICATO DI PROVA N°: 00920	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 9,50-10,00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435



LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. MAURO Susy
Susy Mauro

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele
Raffaele Carbone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00920 Pagina 3/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 9,50-10,00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	17,5	0,00	39,6	0,00	80,5		
0,25	28,3	0,25	62,0	0,25	108,0		
1,00	30,7	1,00	66,8	1,00	112,8		
2,00	31,6	2,00	68,7	2,00	115,0		
4,00	32,6	4,00	70,3	4,00	117,4		
7,00	33,4	7,00	71,4	7,00	119,3		
10,00	33,8	10,00	72,0	10,00	120,3		
20,00	34,6	20,00	73,3	20,00	121,8		
40,00	35,4	40,00	74,5	40,00	123,4		
70,00	36,1	70,00	75,6	70,00	124,5		
100,00	36,5	100,00	76,1	100,00	125,4		
200,00	37,4	200,00	77,2	200,00	126,7		
600,00	38,6	600,00	79,2	600,00	128,9		
1000,00	39,3	1000,00	80,0	1000,00	130,0		
1440,00	39,6	1440,00	80,5	1440,00	130,8		

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100						

LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. MARIO Susy
Susy Mario

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele
Raffaele

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00921	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 9,50-10,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

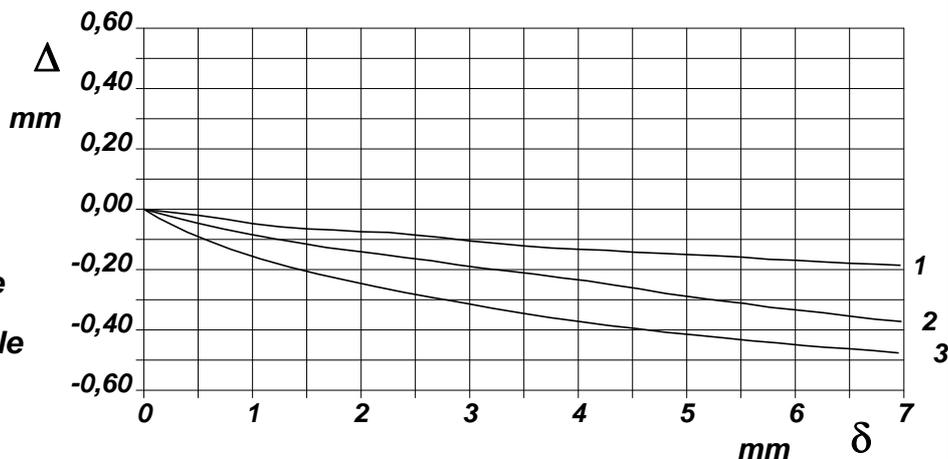
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	17,2 20,7	17,8 18,8	17,5 16,9
Peso di volume (kN/m³):	19,0	19,1	19,0
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,004 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale



DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00921	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 9,50-10,00	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,157	12,7	-0,01	0,240	31,0	-0,02	0,134	26,3	-0,03
0,313	21,1	-0,01	0,481	51,5	-0,05	0,267	47,9	-0,05
0,501	29,1	-0,02	0,721	67,0	-0,06	0,401	64,5	-0,08
0,752	35,9	-0,03	0,962	75,9	-0,08	0,601	82,5	-0,11
1,002	40,1	-0,05	1,202	82,8	-0,10	0,802	96,9	-0,13
1,253	44,9	-0,06	1,443	88,2	-0,11	1,069	112,5	-0,16
1,503	48,5	-0,06	1,683	94,0	-0,13	1,336	123,9	-0,19
1,754	51,8	-0,07	1,924	96,9	-0,14	1,603	131,9	-0,22
2,004	54,4	-0,07	2,164	101,0	-0,15	1,870	140,3	-0,24
2,255	55,9	-0,08	2,405	103,6	-0,16	2,138	147,8	-0,26
2,505	58,0	-0,09	2,645	106,4	-0,17	2,405	154,2	-0,28
2,756	60,2	-0,09	2,886	107,9	-0,18	2,672	159,2	-0,29
3,006	61,3	-0,11	3,126	108,6	-0,20	2,939	161,7	-0,31
3,257	61,8	-0,11	3,367	110,5	-0,21	3,206	163,9	-0,33
3,507	62,4	-0,12	3,607	110,8	-0,22	3,474	167,0	-0,34
3,758	63,2	-0,13	3,848	112,6	-0,23	3,741	167,6	-0,36
4,008	63,5	-0,13	4,088	113,7	-0,24	4,008	167,6	-0,37
4,259	64,3	-0,14	4,329	115,4	-0,25	4,275	168,4	-0,39
4,509	63,2	-0,14	4,569	116,4	-0,26	4,542	167,0	-0,40
4,760	62,4	-0,15	4,810	117,1	-0,28	4,810	165,1	-0,41
5,010	61,8	-0,15	5,050	116,0	-0,29	5,077	163,1	-0,42
5,261	60,1	-0,15	5,291	114,1	-0,30	5,344	160,9	-0,43
5,511	58,7	-0,16	5,531	113,0	-0,31	5,595	160,0	-0,44
5,762	57,6	-0,17	5,772	112,2	-0,33	5,845	159,6	-0,44
6,012	57,0	-0,17	6,012	111,2	-0,33	6,079	158,9	-0,45
6,263	55,7	-0,17	6,252	109,9	-0,34	6,279	158,1	-0,46
6,513	55,1	-0,18	6,493	107,3	-0,35	6,480	158,0	-0,46
6,739	53,2	-0,18	6,733	106,3	-0,36	6,713	157,4	-0,47
6,964	53,1	-0,19	6,974	104,8	-0,37	6,947	156,2	-0,48

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00921 Pagina 3/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 9,50-10,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,965
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	11,3
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,035

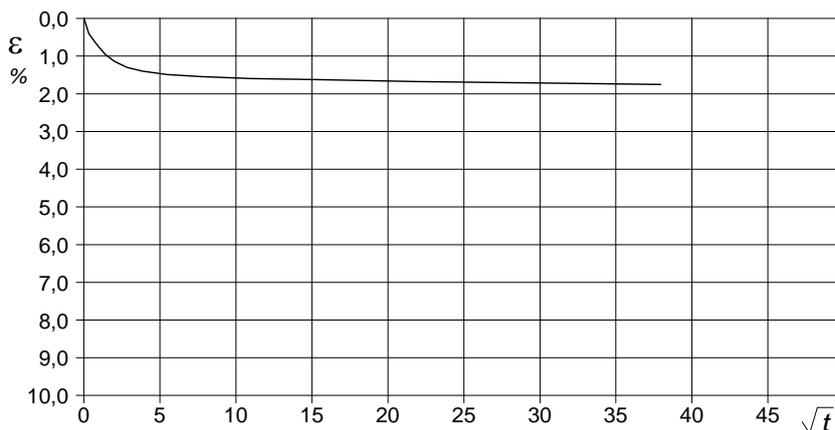


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,900
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	20,7
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,024

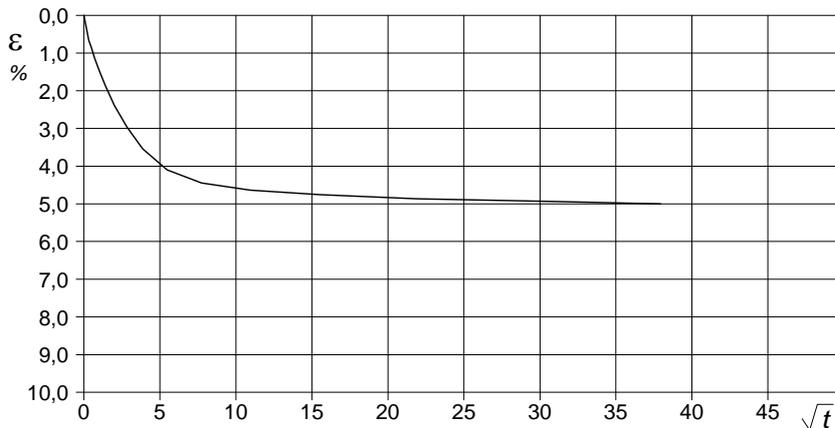
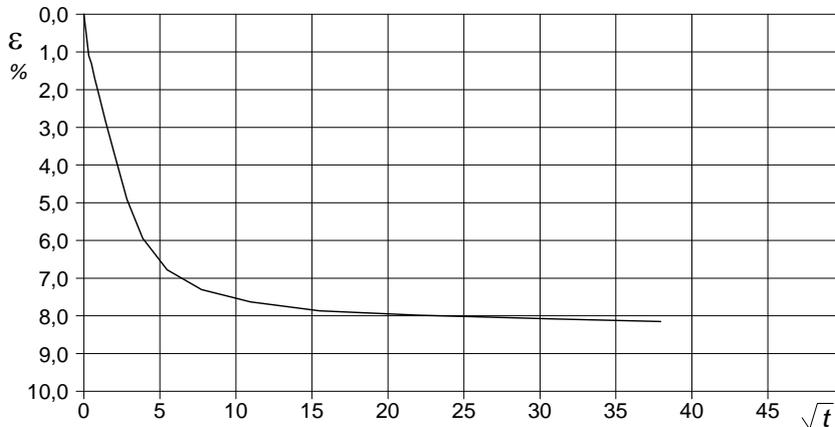


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,837
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	23,8
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,017



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00922	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 16/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 9,50-10,00

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	400	500	600
Massa (g)	168,03	168,63	168,42	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	100	200	300
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm ²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	13,7	11,6	9,2
Volume (cm ³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	134	138	146
Peso di volume (kN/m ³)	19,0	19,0	19,0	Pressione interstiziale (kPa)	349	376	411
Umidità (%)	17,5	17,7	17,3	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	167	269	373
Peso specifico	2,58	2,58	2,58	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	67	69	73
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,1	16,2	16,2				
Grado di saturazione (%)	79,5	81,0	79,6				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00922 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 16/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 9,50-10,00

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	19,0	2,58	17,5	79,5	400	300	100	13,7	134	167	67
2	7,62	3,81	19,0	2,58	17,7	81,0	500	300	200	11,6	138	269	69
3	7,62	3,81	19,0	2,58	17,3	79,6	600	300	300	9,2	146	373	73

H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini

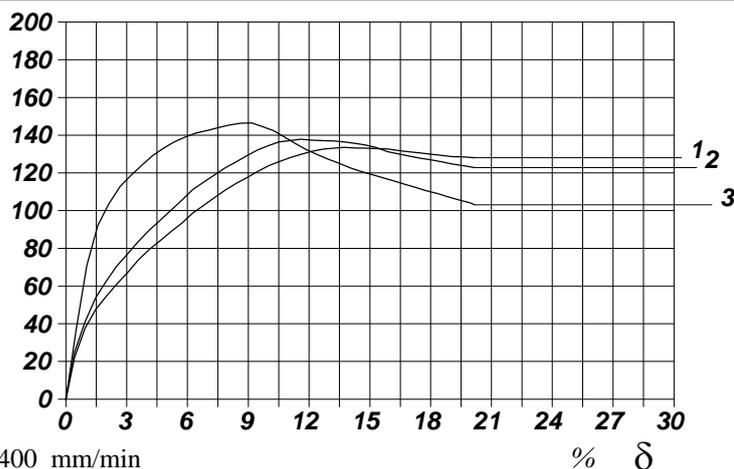
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale

σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure

δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali

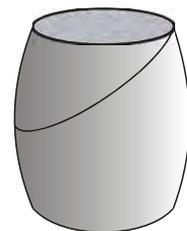
σ₁-σ₃
kPa

Diagramma
Tensione totale -
- Deformazione

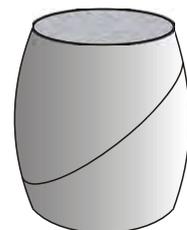


Velocità di deformazione: 0,400 mm/min

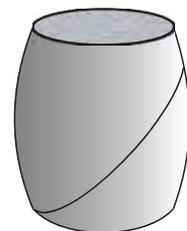
Tipo di rottura



Provino 1



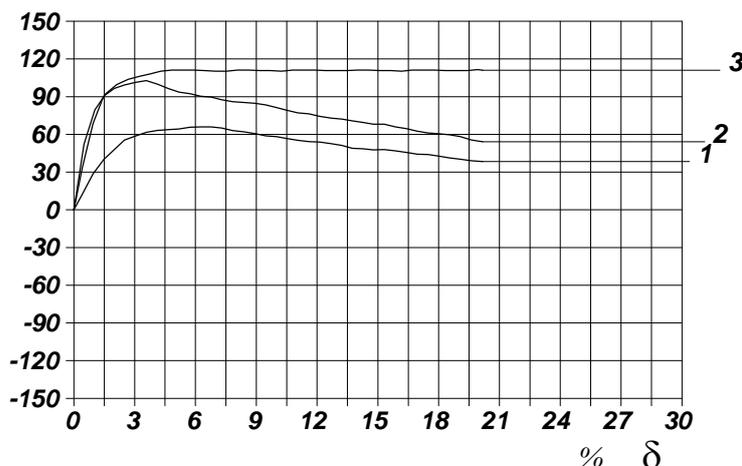
Provino 2



Provino 3

ΔV
%

Diagramma
Pressione interstiziale -
- Deformazione



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00922 Pagina 3/3

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 16/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

Apertura campione: 12/04/18

Fine analisi: 17/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 9,50-10,00

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,32	0,42	21,9	12,7	0,32	0,42	24,8	34,0	0,39	0,51	36,4	52,3
0,72	0,94	37,7	28,6	0,72	0,94	41,0	68,7	0,79	1,04	70,9	79,4
1,12	1,47	47,5	40,0	1,12	1,47	53,8	90,5	1,20	1,58	92,1	92,5
1,52	1,99	54,6	48,0	1,52	1,99	62,7	96,6	1,61	2,11	103,6	99,6
1,91	2,51	60,9	55,6	1,91	2,51	70,5	99,3	2,04	2,68	112,8	103,8
2,32	3,04	67,2	58,6	2,32	3,04	77,0	101,4	2,45	3,21	118,7	106,0
2,72	3,57	73,8	61,7	2,72	3,57	83,5	102,8	2,87	3,77	124,2	108,1
3,14	4,12	79,5	63,1	3,14	4,12	89,7	100,0	3,27	4,30	129,2	110,4
3,56	4,67	84,2	63,9	3,56	4,67	95,1	96,5	3,68	4,83	133,2	111,1
3,95	5,18	88,9	64,3	3,95	5,18	100,2	93,7	4,09	5,37	136,5	111,1
4,37	5,73	93,5	65,6	4,37	5,73	105,7	92,4	4,51	5,91	139,2	111,1
4,77	6,26	98,7	65,9	4,77	6,26	111,1	90,3	4,90	6,43	141,1	110,7
5,16	6,77	102,6	65,9	5,16	6,77	114,9	89,6	5,33	7,00	142,6	110,4
5,56	7,30	106,7	65,0	5,56	7,30	118,6	87,5	5,74	7,53	144,0	110,4
5,97	7,83	110,7	63,0	5,97	7,83	122,5	86,1	6,16	8,08	145,4	111,1
6,40	8,40	114,4	62,0	6,40	8,40	125,8	85,4	6,57	8,62	146,4	111,1
6,81	8,94	117,5	60,6	6,81	8,94	129,1	84,7	6,99	9,17	146,5	110,7
7,21	9,46	120,7	58,9	7,21	9,46	132,2	83,4	7,39	9,70	144,6	110,7
7,62	10,00	123,8	58,3	7,62	10,00	134,5	81,3	7,81	10,24	142,5	110,4
8,01	10,51	126,0	56,6	8,01	10,51	136,4	79,2	8,23	10,79	139,0	111,1
8,42	11,05	128,1	55,3	8,42	11,05	137,1	77,1	8,63	11,33	135,6	111,1
8,83	11,59	129,9	54,3	8,83	11,59	137,9	76,4	9,04	11,86	132,4	111,1
9,25	12,14	131,4	53,9	9,25	12,14	137,3	74,3	9,45	12,40	129,7	110,7
9,67	12,69	132,6	52,6	9,67	12,69	137,1	73,0	9,86	12,94	127,3	110,7
10,08	13,23	133,1	51,3	10,08	13,23	137,0	72,2	10,26	13,46	125,2	110,7
10,47	13,74	133,6	48,9	10,47	13,74	136,4	70,8	10,66	13,99	122,8	111,1
10,87	14,27	133,3	48,6	10,87	14,27	135,7	69,4	11,08	14,54	120,9	111,1
11,26	14,78	133,2	47,6	11,26	14,78	134,8	68,0	11,50	15,10	119,1	110,7
11,67	15,31	132,9	47,9	11,67	15,31	133,5	68,1	11,91	15,63	117,5	110,7
12,09	15,87	132,7	46,9	12,09	15,87	131,3	66,0	12,32	16,17	115,7	110,4
12,51	16,42	131,9	45,6	12,51	16,42	130,1	64,6	12,72	16,69	114,1	111,1
12,92	16,96	131,2	44,3	12,92	16,96	128,9	62,5	13,13	17,23	112,4	111,1
13,32	17,48	130,6	44,0	13,32	17,48	127,8	61,1	13,54	17,76	110,6	111,1
13,72	18,01	129,9	42,6	13,72	18,01	127,0	60,4	13,96	18,33	109,1	110,7
14,11	18,52	129,4	41,3	14,11	18,52	126,0	59,7	14,37	18,86	107,3	110,7
14,51	19,04	128,7	40,3	14,51	19,04	124,8	58,3	14,79	19,41	105,6	110,7
14,95	19,62	128,5	38,9	14,95	19,62	123,8	55,6	15,19	19,93	104,2	111,5
15,37	20,17	128,1	38,3	15,37	20,17	122,8	54,2	15,37	20,17	103,1	111,1

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14,50-14,95

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,0	%
Peso di volume	19,5	kN/m ³
Peso di volume secco	16,2	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,8	kN/m ³
Peso specifico	2,58	
Indice dei vuoti	0,558	
Porosità	35,8	%
Grado di saturazione	92,5	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	37,7	%
Limite di plasticità	21,5	%
Indice di plasticità	16,2	%
Indice di consistenza	1,09	
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,7	%
Sabbia	17,4	%
Limo	49,6	%
Argilla	32,3	%

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A6	I.G. = 10
------------------	----	-----------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	14,4	kPa
Angolo di attrito interno:	27,2	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 86,5 kPa

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0 ÷ 98,1	3834	0,002226	5,69E-08
98,1 ÷ 196,1	5264	0,000867	1,61E-08
196,1 ÷ 392,3	8505	0,000895	1,03E-08
392,3 ÷ 784,5	14453	---	---
784,5 ÷ 1569,0	25049	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	41382	---	---
3138,0 ÷ 6276,1	69789	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove GR CF ED TD TX	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0	170			Limo sabbioso (f) con argilla, di colore marrone chiaro, con rari noduli nerastri, consistentee a struttura omogenea. Reagente all'HCl
	10	170			MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 2.5YR Light Yellowish Brown 6/4
	20	150			Qualità del campione: Q5
	30				
	40			45	

159-18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14,50-14,95

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

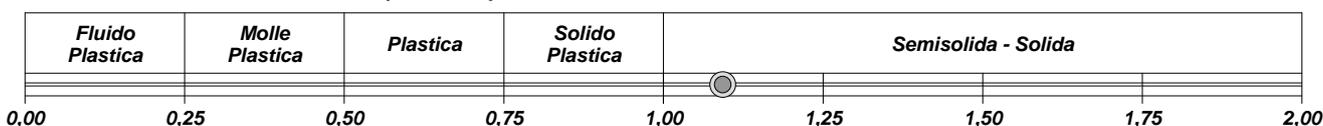
Limo sabbioso con argilla

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

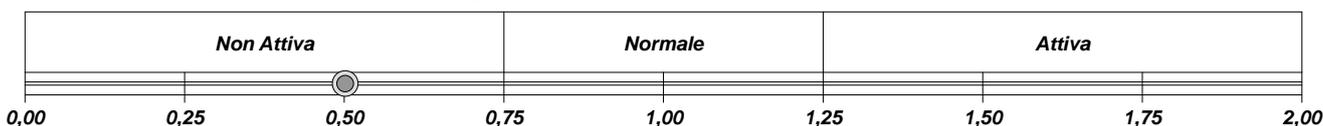
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,09$

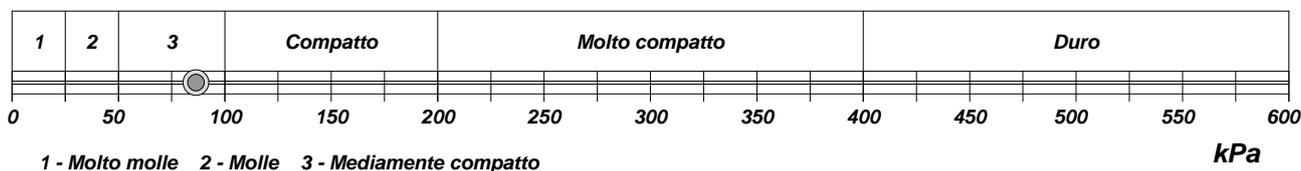


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,50



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 86 kPa

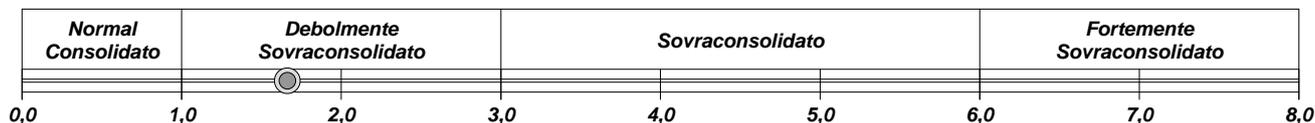


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 285,9kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 475,9kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 1,66



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00923 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 12/04/18

Apertura campione: 12/04/18

Fine analisi: 13/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14,50-14,95

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 20,0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 6,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00924 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 12/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14,50-14,95

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,5 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00925	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 17/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 18/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14,50-14,95	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,58**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,58**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,3 °C

Dimensione massima delle particelle: 6,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00926	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 23/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14,50-14,95	

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

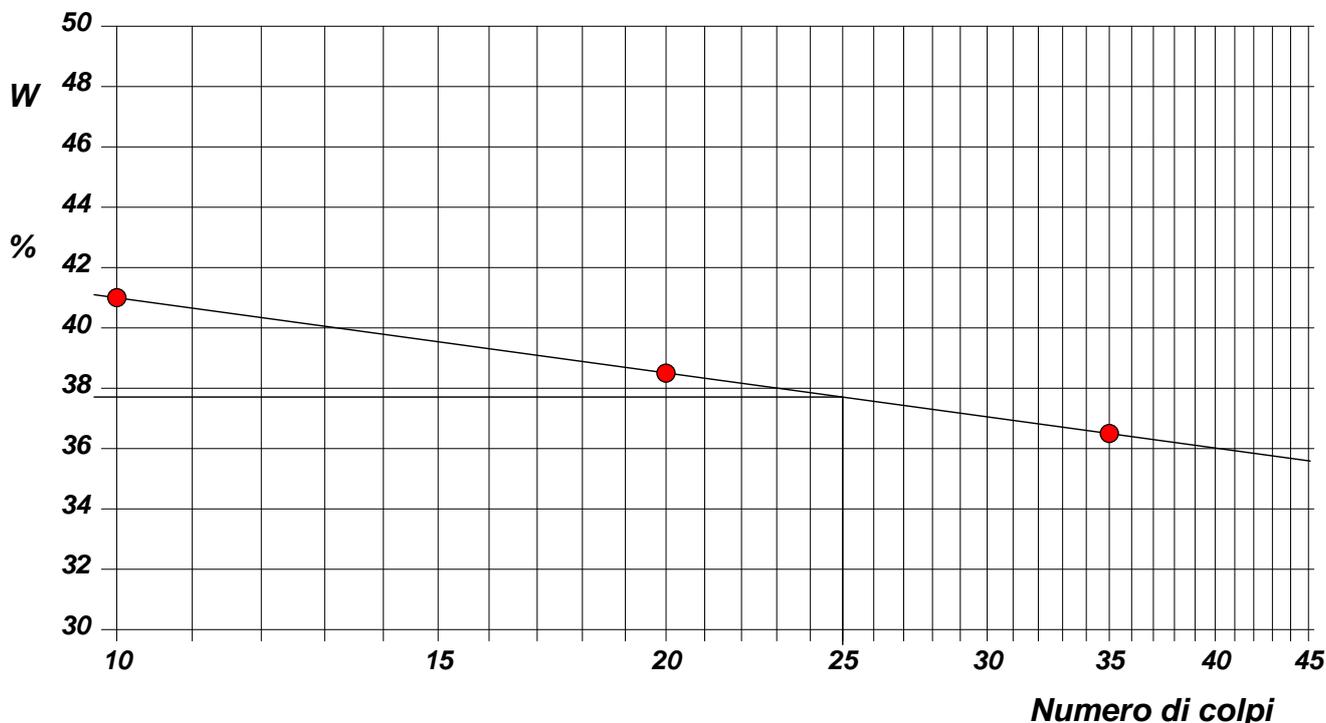
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	37,7 %
Limite di plasticità	21,5 %
Indice di plasticità	16,2 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	10	20	35		Umidità (%)	21,4	21,6
Umidità (%)	41,0	38,5	36,5		Umidità media	21,5	

Determinazione del Limite di liquidità



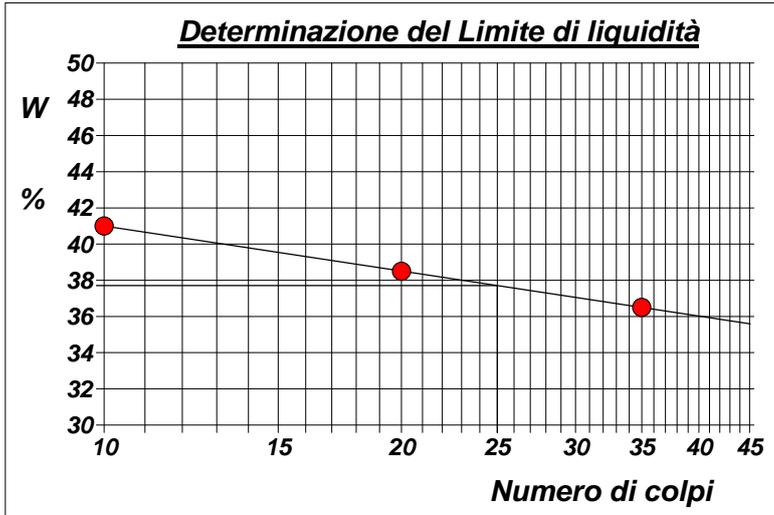
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00926	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 23/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14,50-14,95

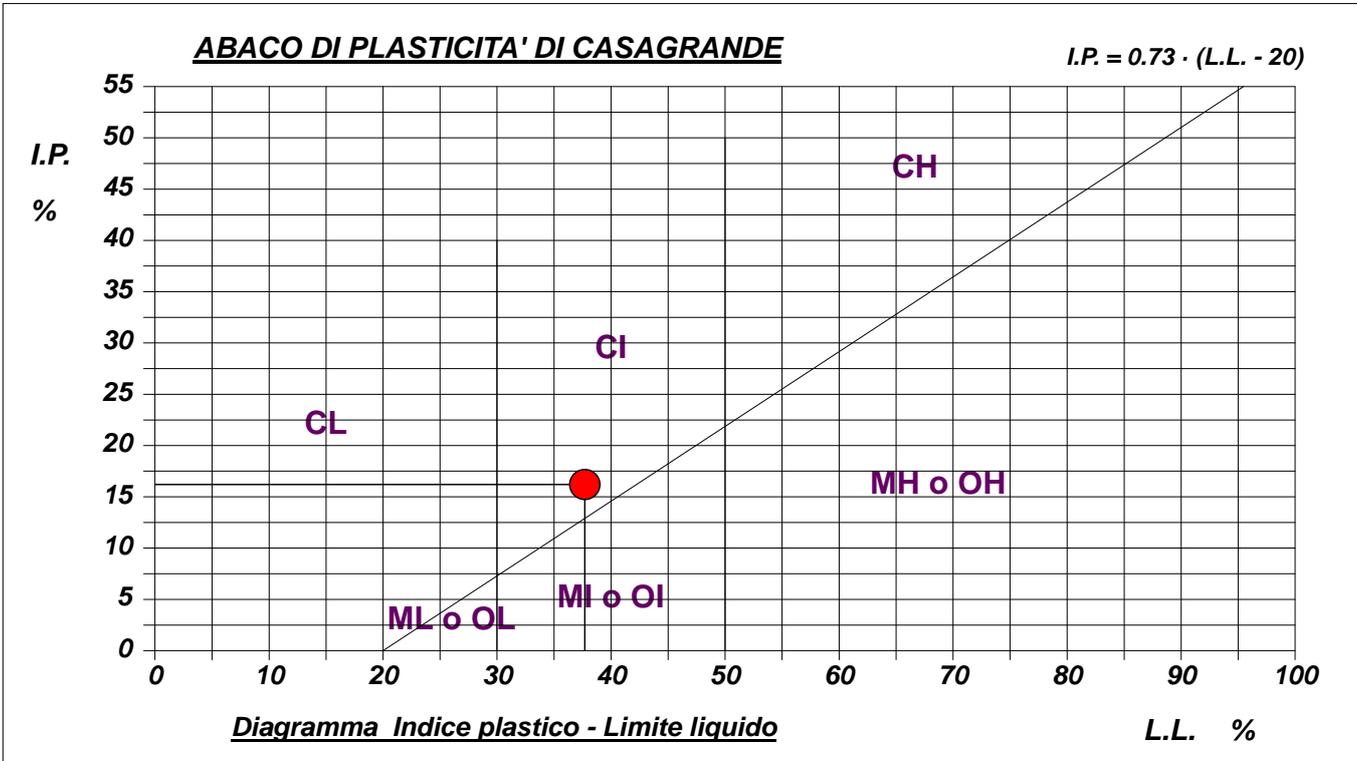
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	37,7	%
Limite di plasticità	21,5	%
Indice di plasticità	16,2	%
Indice di consistenza	1,09	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



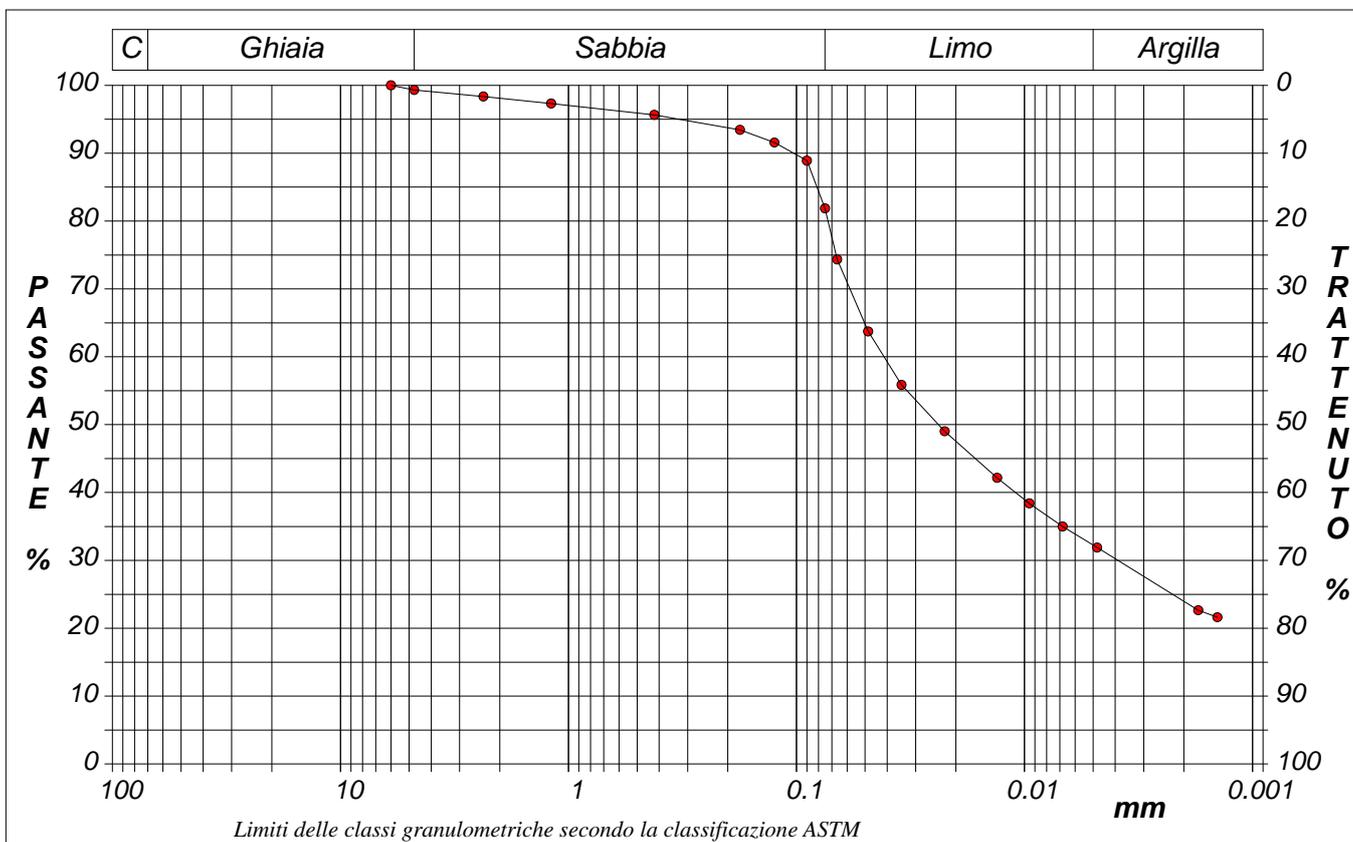
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00927	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14,50-14,95	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,1 %	D10	---	mm	
Sabbia	17,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95,5 %	D30	0,00389	mm	
Limo	49,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	81,9 %	D50	0,02382	mm	
Argilla	32,3 %			D60	0,04133	mm	
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0,10289



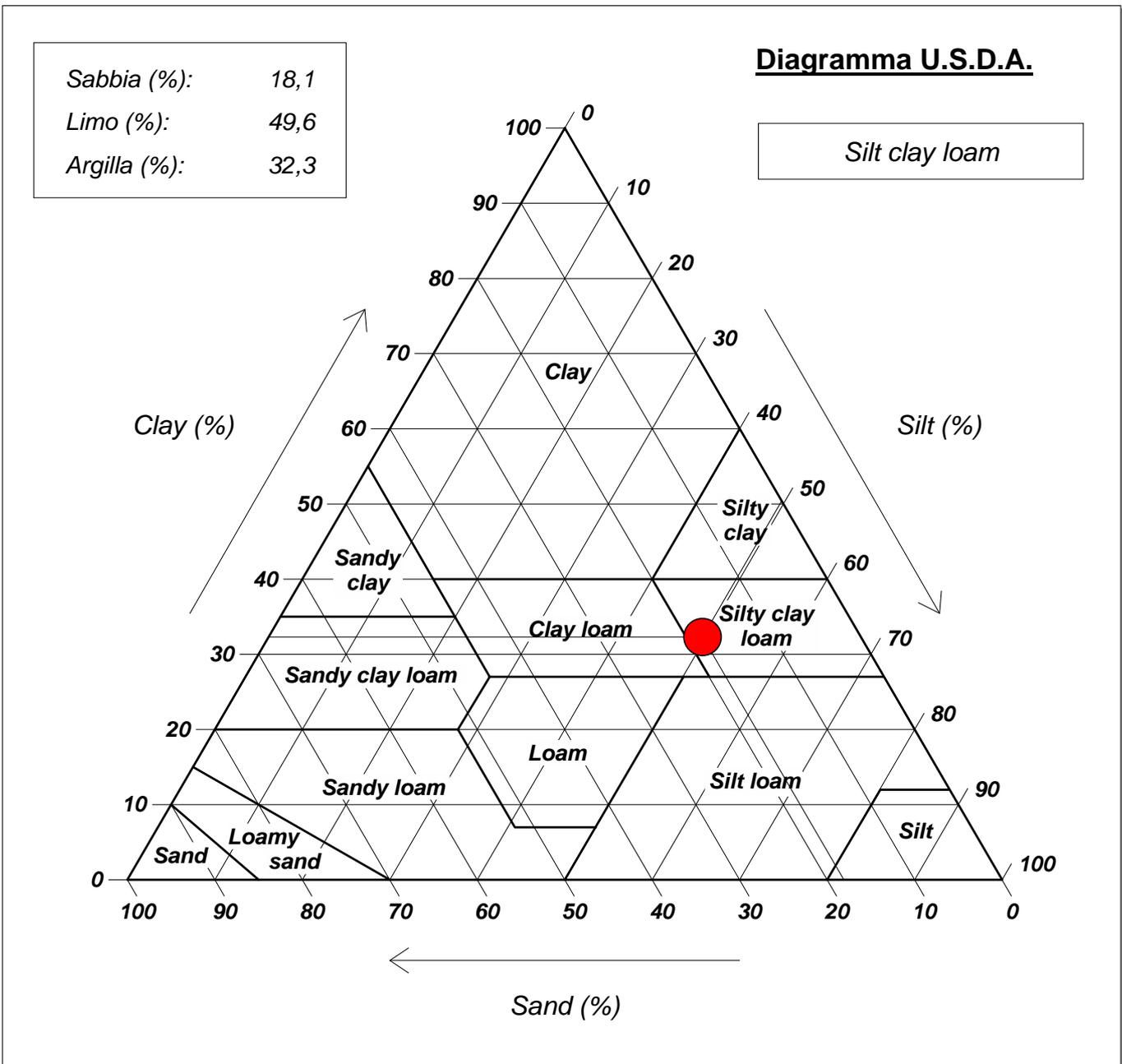
Diametro mm	Passante %								
6,0000	100,00	0,1770	93,43	0,0485	63,74	0,0068	34,98		
4,7500	99,31	0,1250	91,58	0,0346	55,87	0,0048	31,90		
2,3600	98,36	0,0900	88,91	0,0224	49,02	0,0017	22,66		
1,1900	97,32	0,0750	81,86	0,0132	42,17	0,0014	21,63		
0,4200	95,66	0,0663	74,35	0,0095	38,41				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00927	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14,50-14,95

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00928 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 14,50-14,95

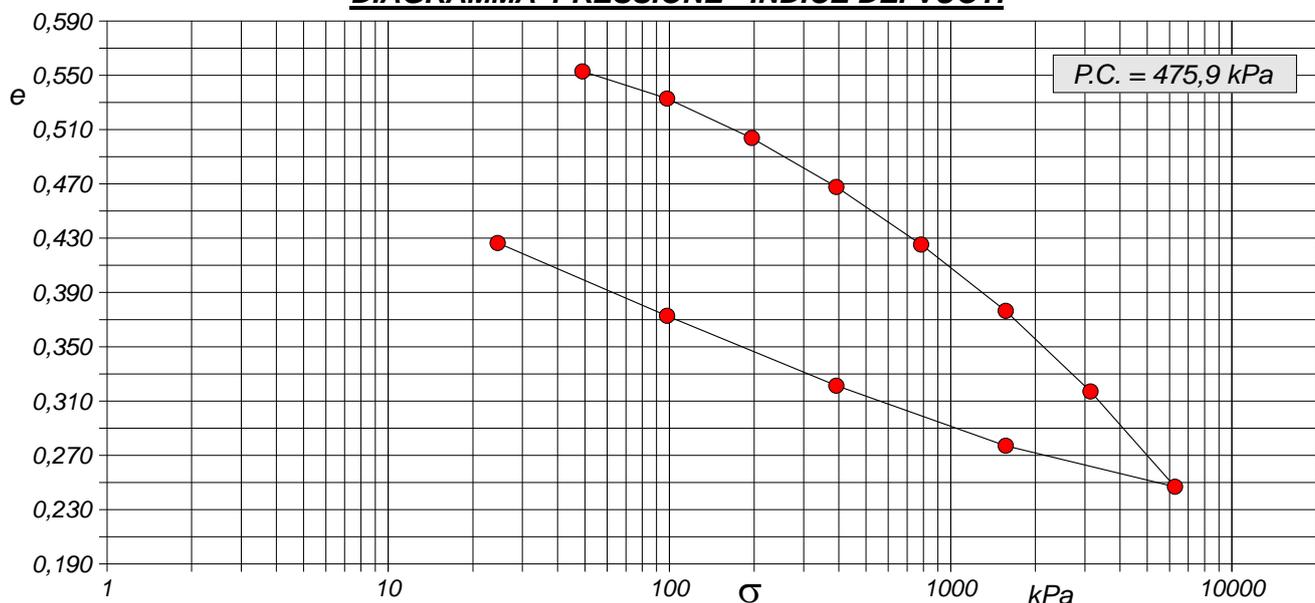
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

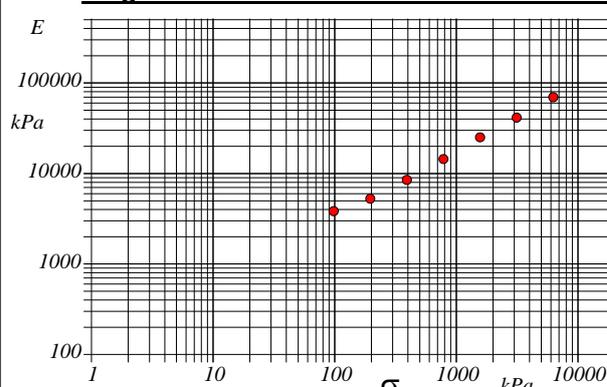
Peso di volume (kN/m ³)	19,48	Altezza provino (cm)	1,99	Indice dei vuoti	0,56
Umidità (%)	20,3	Volume provino (cm ³)	40,03	Porosità (%)	36,01
Peso specifico	2,58	Volume dei vuoti (cm ³)	14,41	Saturazione (%)	92,9

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0	12,4	0,553				
98,1	37,8	0,533	0,066	3834	0,002226	5,69E-08
196,1	74,8	0,504	0,097	5264	0,000867	1,61E-08
392,3	120,6	0,468	0,120	8505	0,000895	1,03E-08
784,5	174,5	0,425	0,141	14453		
1569,0	236,7	0,376	0,163	25049		
3138,0	312,0	0,317	0,197	41382		
6276,1	401,3	0,247	0,233	69789		
1569,0	363,0	0,277				
392,3	306,7	0,321				
98,1	241,3	0,373				
24,5	173,0	0,427				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico

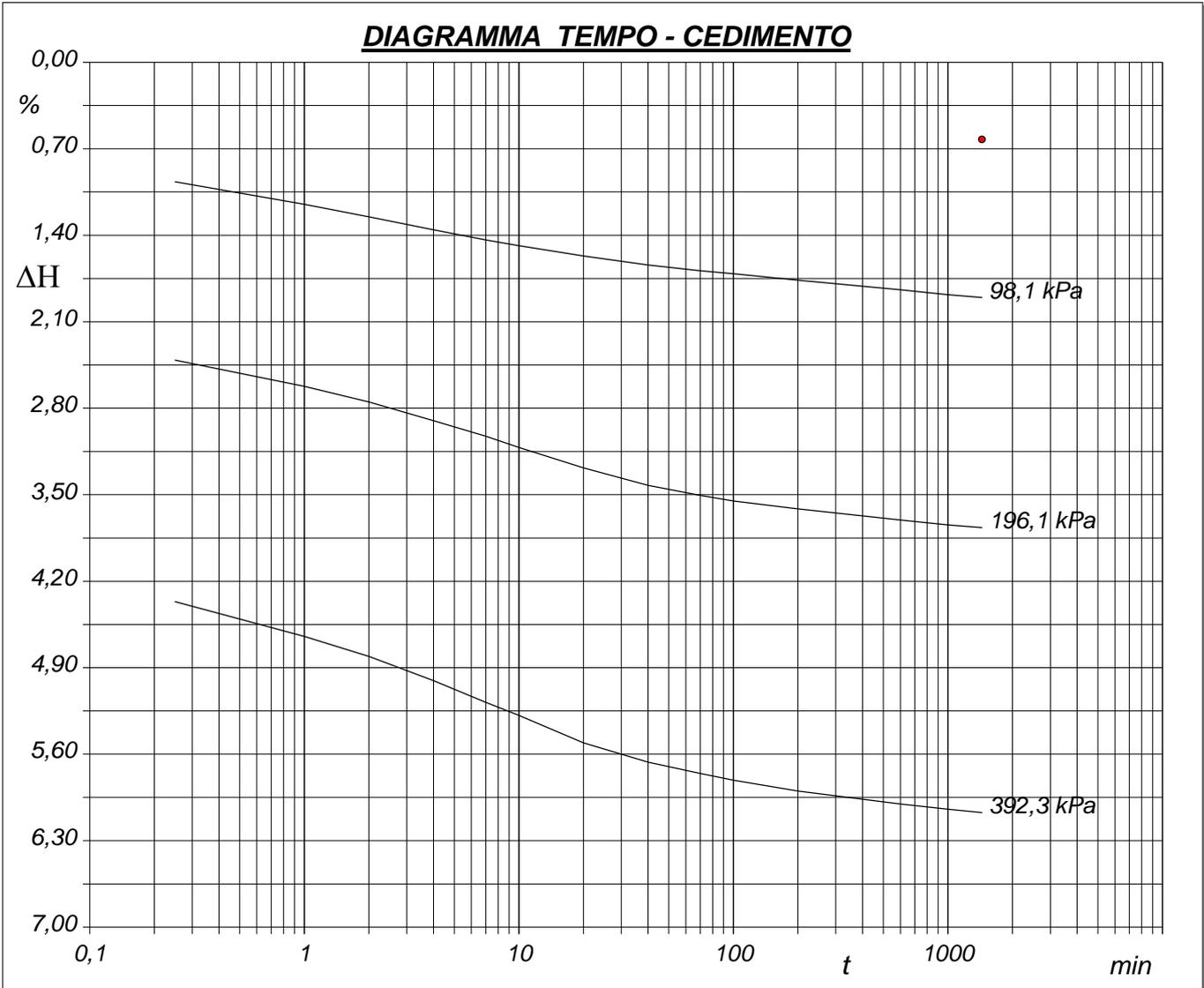


CERTIFICATO DI PROVA N°: 00928	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14,50-14,95	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435



LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. MAURO Susy
Susy Mauro

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele
Raffaele Carbone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00929	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 12/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14,50-14,95

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	200,0	300,0	400,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	20,3 19,7	19,7 18,5	20,0 16,7
Peso di volume (kN/m³):	19,5	19,5	19,5
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,004 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

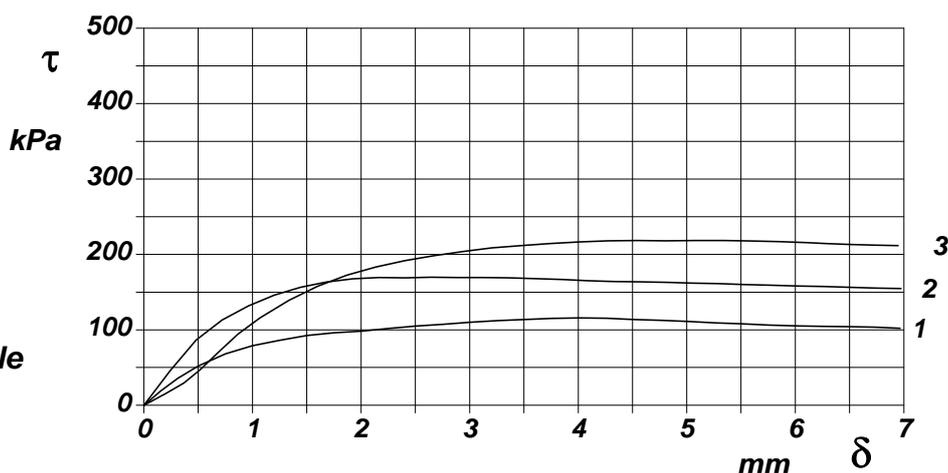
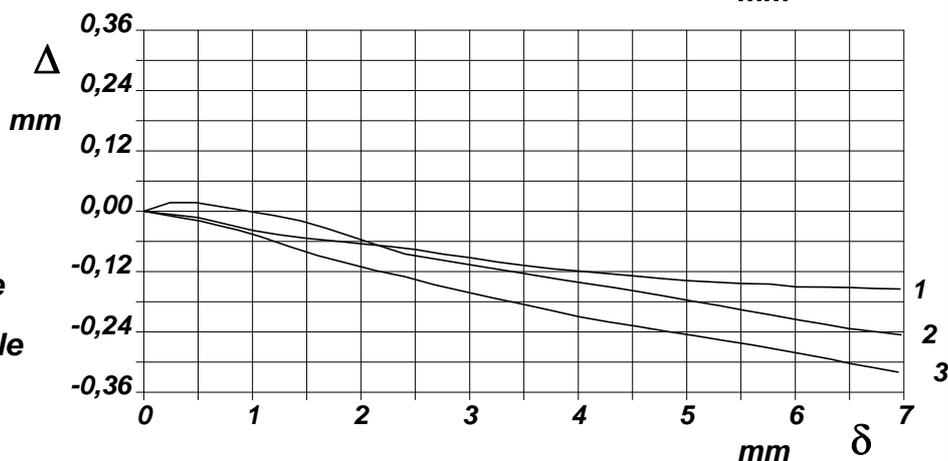


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00929 Pagina 3/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 12/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 14,50-14,95

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,931
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	13,4
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,030

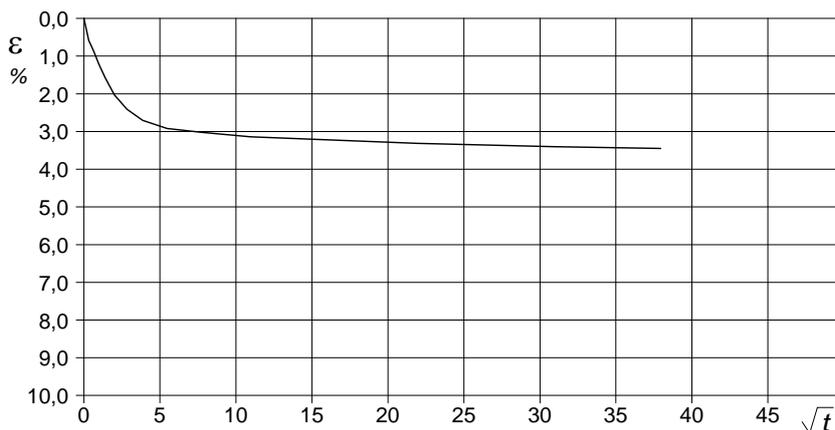


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,896
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	19,1
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,026

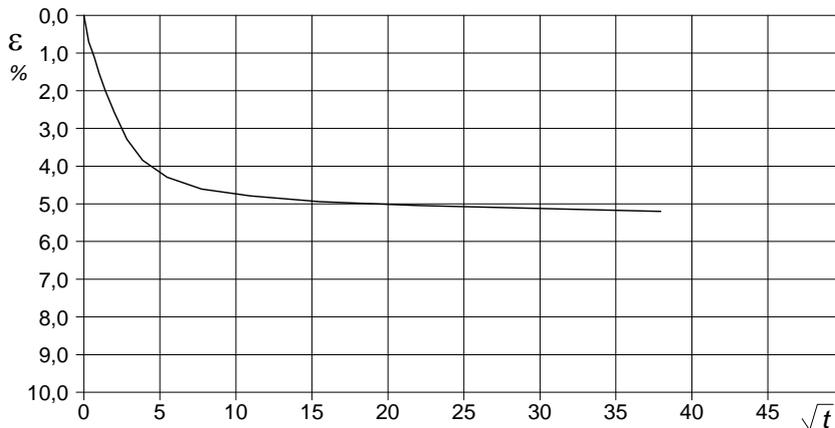
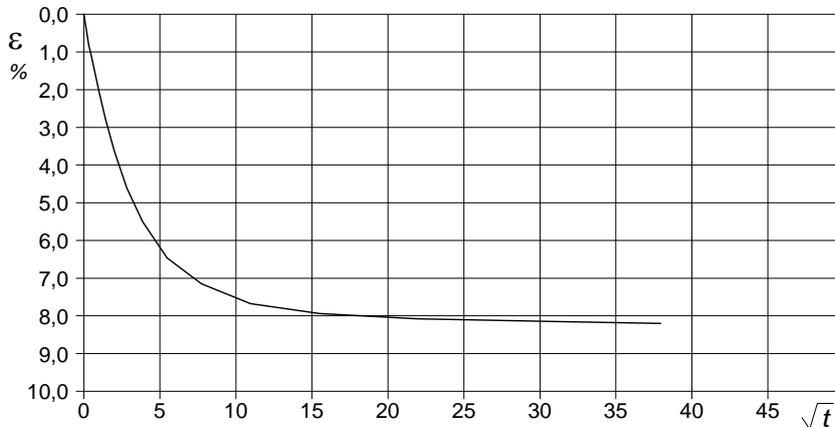


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	400
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,836
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	22,5
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,018



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00930	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14,50-14,95	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	500	600	700
Massa (g)	173,36	172,42	172,98	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	200	300	400
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm ²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	12,9	9,6	11,8
Volume (cm ³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	167	171	181
Peso di volume (kN/m ³)	19,6	19,5	19,5	Pressione interstiziale (kPa)	436	553	617
Umidità (%)	20,0	20,2	19,8	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	283	385	491
Peso specifico	2,58	2,58	2,58	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	83	85	91
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,3	16,2	16,3				
Grado di saturazione (%)	93,6	92,6	92,4				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00930 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 18/04/18
Apertura campione: 12/04/18 Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 14,50-14,95

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

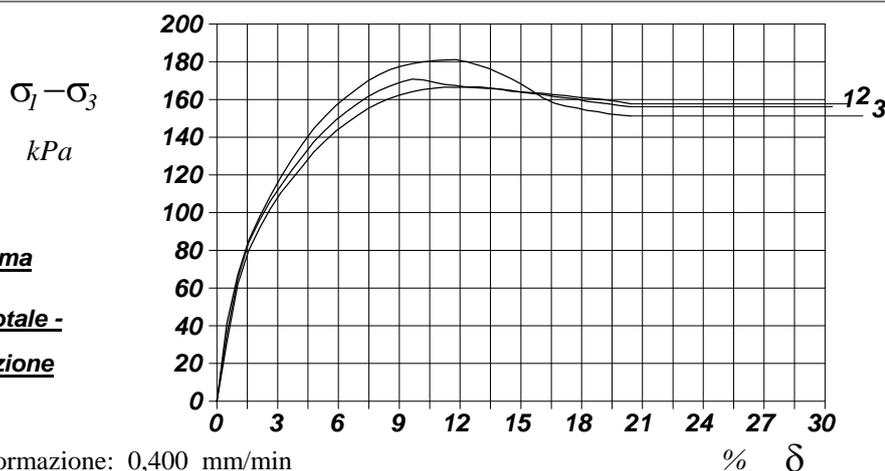
P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H ₀	φ	γ	γ _s	w	S ₀	σ ₃	u ₀	σ' ₃	δ _f	σ ₁ -σ ₃	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$
	cm	cm	kN/m ³		%	%	kPa	kPa	kPa	%	kPa	kPa	kPa
1	7,62	3,81	19,6	2,58	20,0	93,6	500	300	200	12,9	167	283	83
2	7,62	3,81	19,5	2,58	20,2	92,6	600	300	300	9,6	171	385	85
3	7,62	3,81	19,5	2,58	19,8	92,4	700	300	400	11,8	181	491	91

H₀ φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini

γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S₀ - Grado di saturazione iniziale

σ₃ - Pressione di cella
u₀ - Back pressure

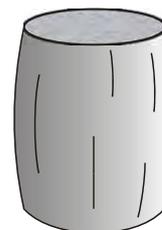
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali



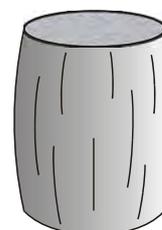
Tipo di rottura



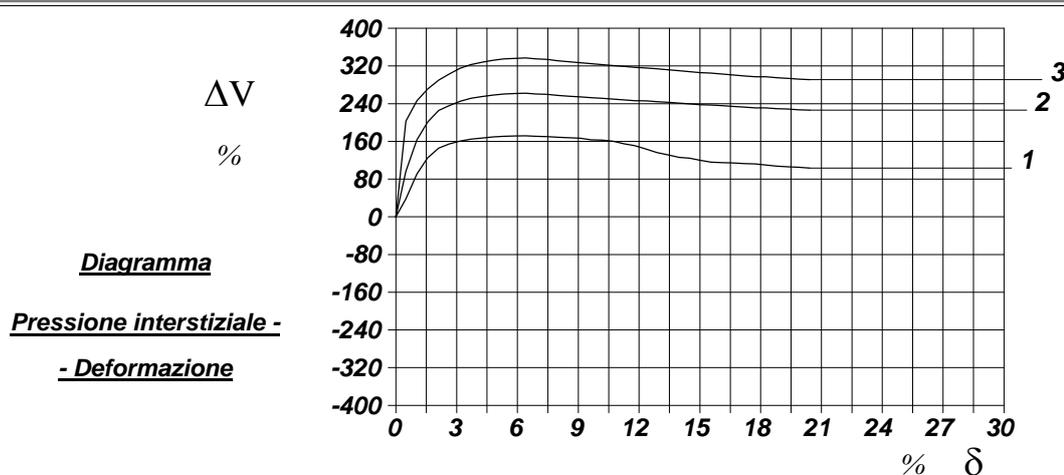
Provino 1



Provino 2



Provino 3



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00930	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 12/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14,50-14,95	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,38	0,49	31,2	37,8	0,38	0,49	35,9	96,5	0,38	0,49	41,5	203,0
0,79	1,04	62,1	90,4	0,79	1,04	65,2	162,9	0,79	1,04	67,1	246,0
1,20	1,57	79,7	125,1	1,20	1,57	84,0	200,9	1,20	1,57	85,2	271,0
1,61	2,12	91,9	145,7	1,61	2,12	96,1	225,6	1,61	2,12	97,9	290,0
2,01	2,63	101,9	154,5	2,01	2,63	106,1	235,7	2,01	2,63	108,7	303,0
2,41	3,16	110,6	160,6	2,41	3,16	114,3	245,0	2,41	3,16	119,0	315,0
2,81	3,69	117,7	164,7	2,81	3,69	122,5	251,2	2,81	3,69	128,2	323,0
3,24	4,25	124,9	167,3	3,24	4,25	130,0	255,1	3,24	4,25	136,7	328,0
3,64	4,78	132,1	169,3	3,64	4,78	137,6	258,2	3,64	4,78	144,6	332,0
4,06	5,33	137,9	170,8	4,06	5,33	143,6	260,6	4,06	5,33	151,0	335,0
4,47	5,87	143,2	171,4	4,47	5,87	149,1	261,3	4,47	5,87	156,8	336,0
4,88	6,41	147,6	171,9	4,88	6,41	153,6	262,1	4,88	6,41	161,5	337,0
5,28	6,93	151,5	170,8	5,28	6,93	157,7	260,6	5,28	6,93	165,8	335,0
5,69	7,47	155,3	170,3	5,69	7,47	161,6	259,8	5,69	7,47	170,0	334,0
6,10	8,00	158,2	168,8	6,10	8,00	164,7	257,5	6,10	8,00	173,2	331,0
6,52	8,55	160,6	167,8	6,52	8,55	167,2	255,9	6,52	8,55	175,8	329,0
6,93	9,09	162,6	166,8	6,93	9,09	169,3	254,3	6,93	9,09	177,7	327,0
7,35	9,64	164,1	163,6	7,35	9,64	170,9	252,8	7,35	9,64	179,0	325,0
7,76	10,18	165,3	162,5	7,76	10,18	170,4	251,2	7,76	10,18	179,9	323,0
8,18	10,73	166,0	160,4	8,18	10,73	169,1	249,7	8,18	10,73	180,7	321,0
8,58	11,26	166,6	155,0	8,58	11,26	168,0	248,1	8,58	11,26	180,9	319,0
8,99	11,80	166,4	150,7	8,99	11,80	167,5	246,6	8,99	11,80	181,2	317,0
9,41	12,35	166,6	143,6	9,41	12,35	166,6	245,8	9,41	12,35	180,0	316,0
9,82	12,88	166,8	136,0	9,82	12,88	166,1	244,2	9,82	12,88	178,3	314,0
10,23	13,42	166,2	131,7	10,23	13,42	165,9	242,7	10,23	13,42	176,5	312,0
10,65	13,97	165,5	126,3	10,65	13,97	165,5	241,1	10,65	13,97	173,7	310,0
11,05	14,49	164,9	124,2	11,05	14,49	164,4	239,6	11,05	14,49	171,3	308,0
11,44	15,01	163,9	119,9	11,44	15,01	164,0	238,0	11,44	15,01	168,3	306,0
11,85	15,55	163,3	116,1	11,85	15,55	163,6	237,2	11,85	15,55	164,7	305,0
12,27	16,10	162,6	115,1	12,27	16,10	163,3	235,7	12,27	16,10	160,8	303,0
12,70	16,66	161,5	114,1	12,70	16,66	162,5	234,1	12,70	16,66	158,0	301,0
13,10	17,20	160,9	113,0	13,10	17,20	162,1	232,6	13,10	17,20	156,5	299,0
13,53	17,75	160,3	112,0	13,53	17,75	161,3	231,0	13,53	17,75	155,6	297,0
13,91	18,26	158,9	109,8	13,91	18,26	160,8	231,0	13,91	18,26	154,2	297,0
14,32	18,80	158,3	107,7	14,32	18,80	160,3	229,5	14,32	18,80	153,5	295,0
14,74	19,34	157,7	106,1	14,74	19,34	159,6	228,7	14,74	19,34	152,3	294,0
15,15	19,88	156,7	105,1	15,15	19,88	158,8	227,1	15,15	19,88	151,8	292,0
15,56	20,42	156,2	103,5	15,56	20,42	157,7	226,3	15,56	20,42	151,2	291,0

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 22,00-22,40

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	15,3	%
Peso di volume	20,0	kN/m ³
Peso di volume secco	17,3	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,5	kN/m ³
Peso specifico	2,59	
Indice dei vuoti	0,464	
Porosità	31,7	%
Grado di saturazione	85,1	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	34,8	%
Limite di plasticità	20,0	%
Indice di plasticità	14,8	%
Indice di consistenza	1,32	
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	26,5	%
Limo	44,7	%
Argilla	28,8	%

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A6	I.G. = 10
------------------	----	-----------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	24,5	kPa
Angolo di attrito interno:	27,8	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 148,9 kPa

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0 ÷ 98,1	12736	0,005555	4,28E-08
98,1 ÷ 196,1	11207	0,002735	2,39E-08
196,1 ÷ 392,3	17590	0,002137	1,19E-08
392,3 ÷ 784,5	26594	---	---
784,5 ÷ 1569,0	44958	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	52740	---	---
3138,0 ÷ 6276,1	104776	---	---

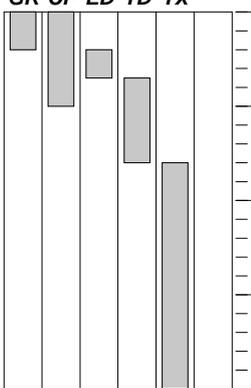
FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

GR CF ED TD TX

cm



Rp

kPa

VT

kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Limo con argilla e sabbia (f), di colore verde oliva chiaro con porzioni di colore grigio, estremamente compatta e a struttura omogenea. Reagente all'HCl

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 2.5Y Olive Yellow 6/6

Qualità del campione: Q5

160-18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 22,00-22,40

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

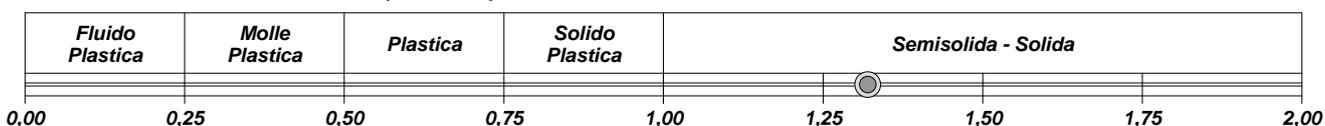
Limo con argilla e sabbia

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

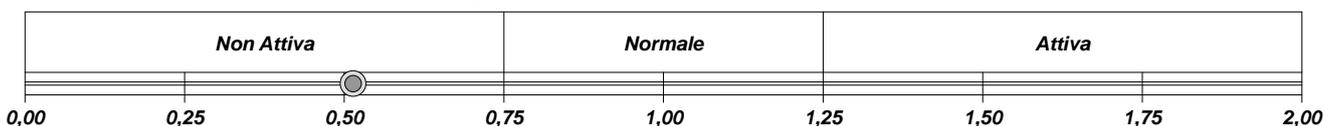
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,32$

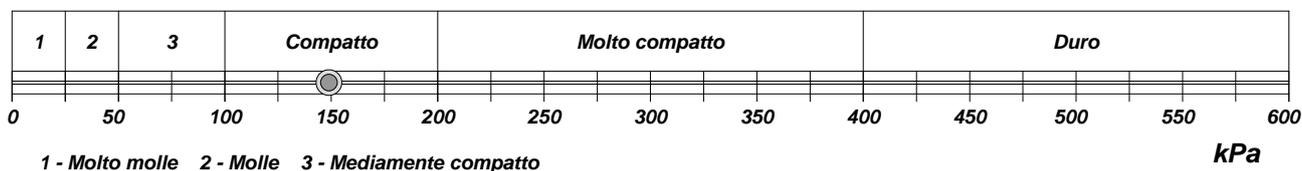


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,51



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 149 kPa

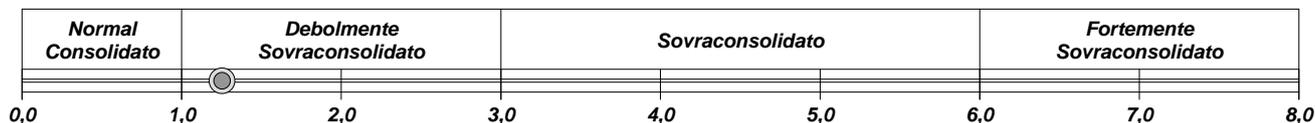


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 439,2kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 550,5kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 1,25



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00931 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18	Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 14/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 22,00-22,40

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 15,3 %

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00932 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18	Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 13/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 22,00-22,40

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 20,0 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00933	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 17/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 18/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 22,00-22,40

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,59**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,59**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,2 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00934	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 23/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 22,00-22,40

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

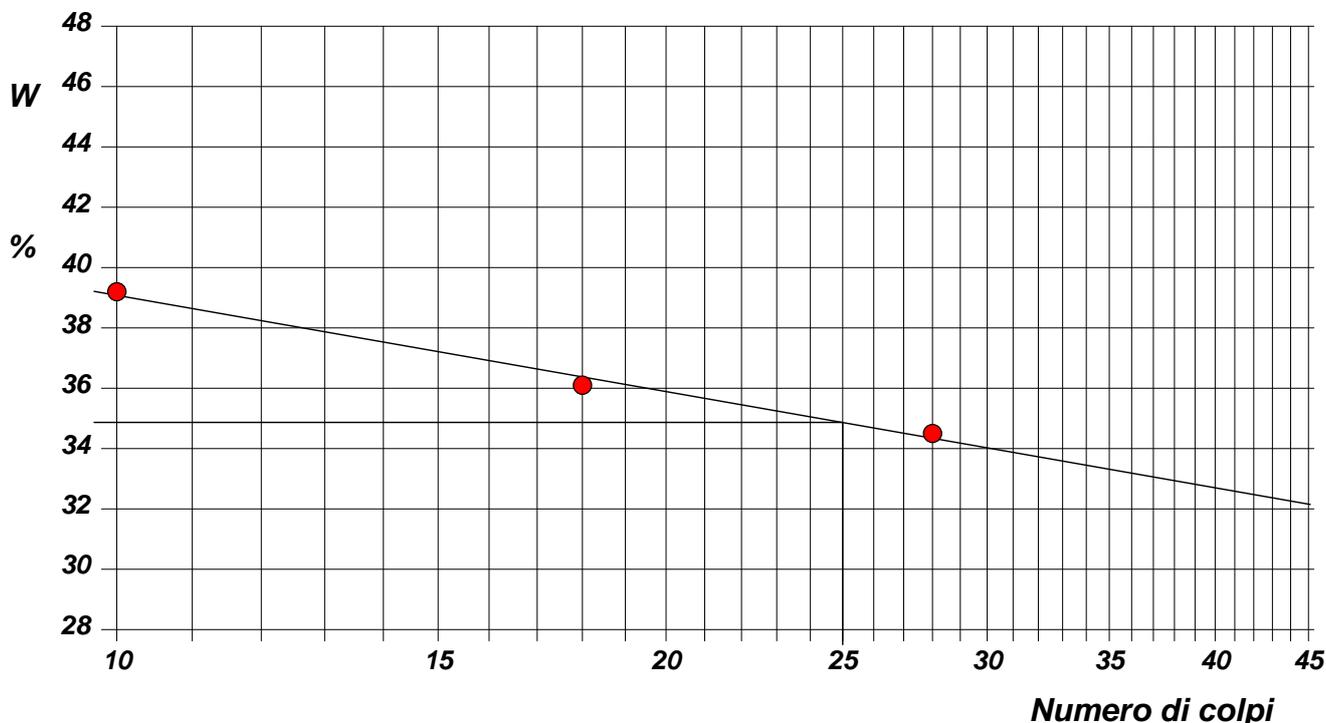
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	34,8 %
Limite di plasticità	20,0 %
Indice di plasticità	14,8 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	10	18	28		Umidità (%)	20,0	19,9
Umidità (%)	39,2	36,1	34,5		Umidità media	20,0	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00934 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 23/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

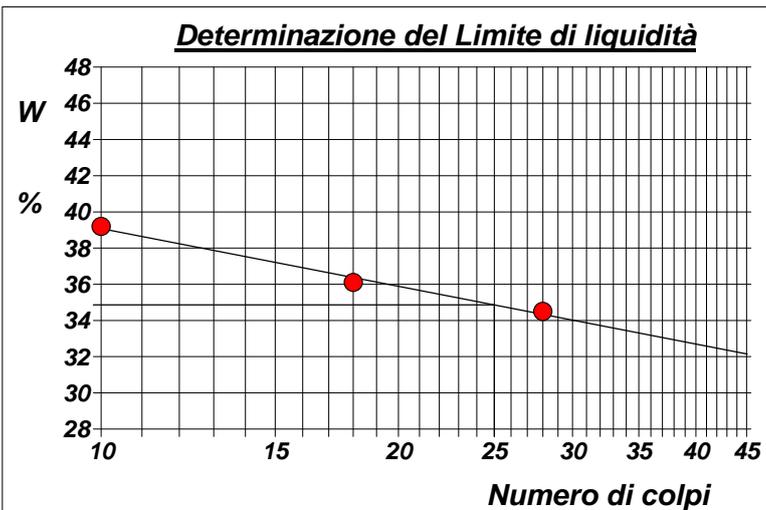
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4 CAMPIONE: C4 PROFONDITA': m 22,00-22,40

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

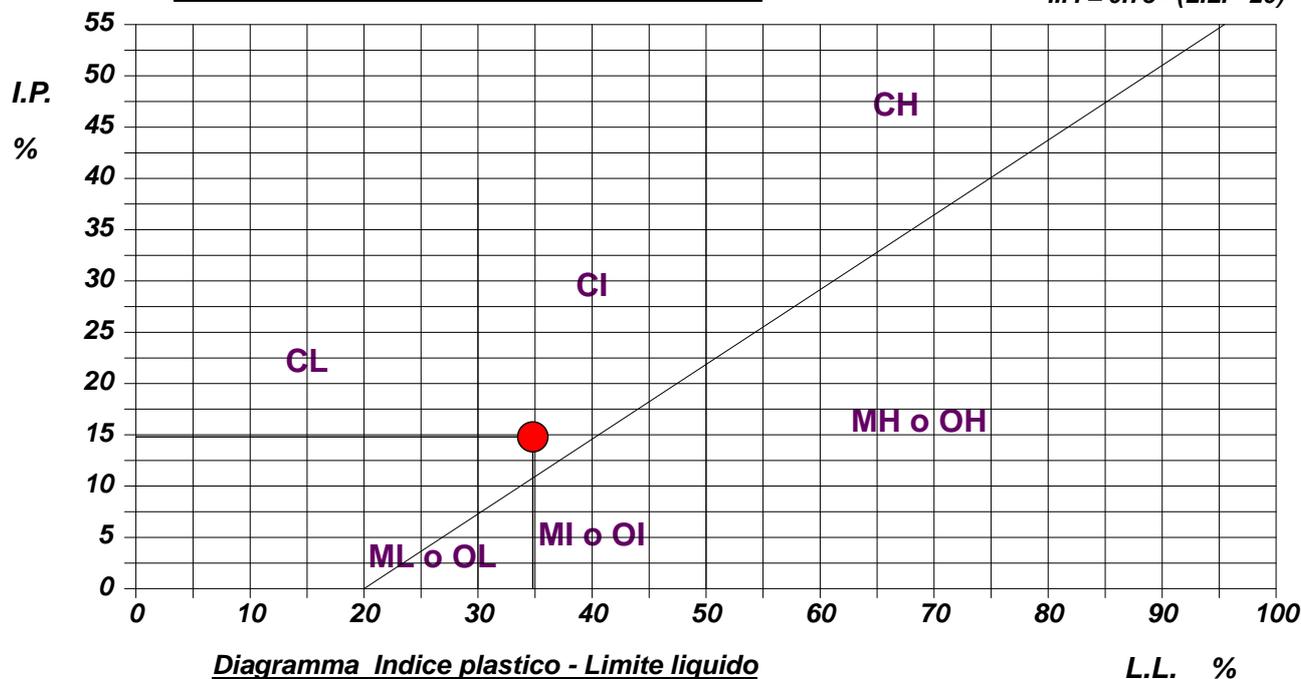
Limite di liquidità	34,8	%
Limite di plasticità	20,0	%
Indice di plasticità	14,8	%
Indice di consistenza	1,32	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



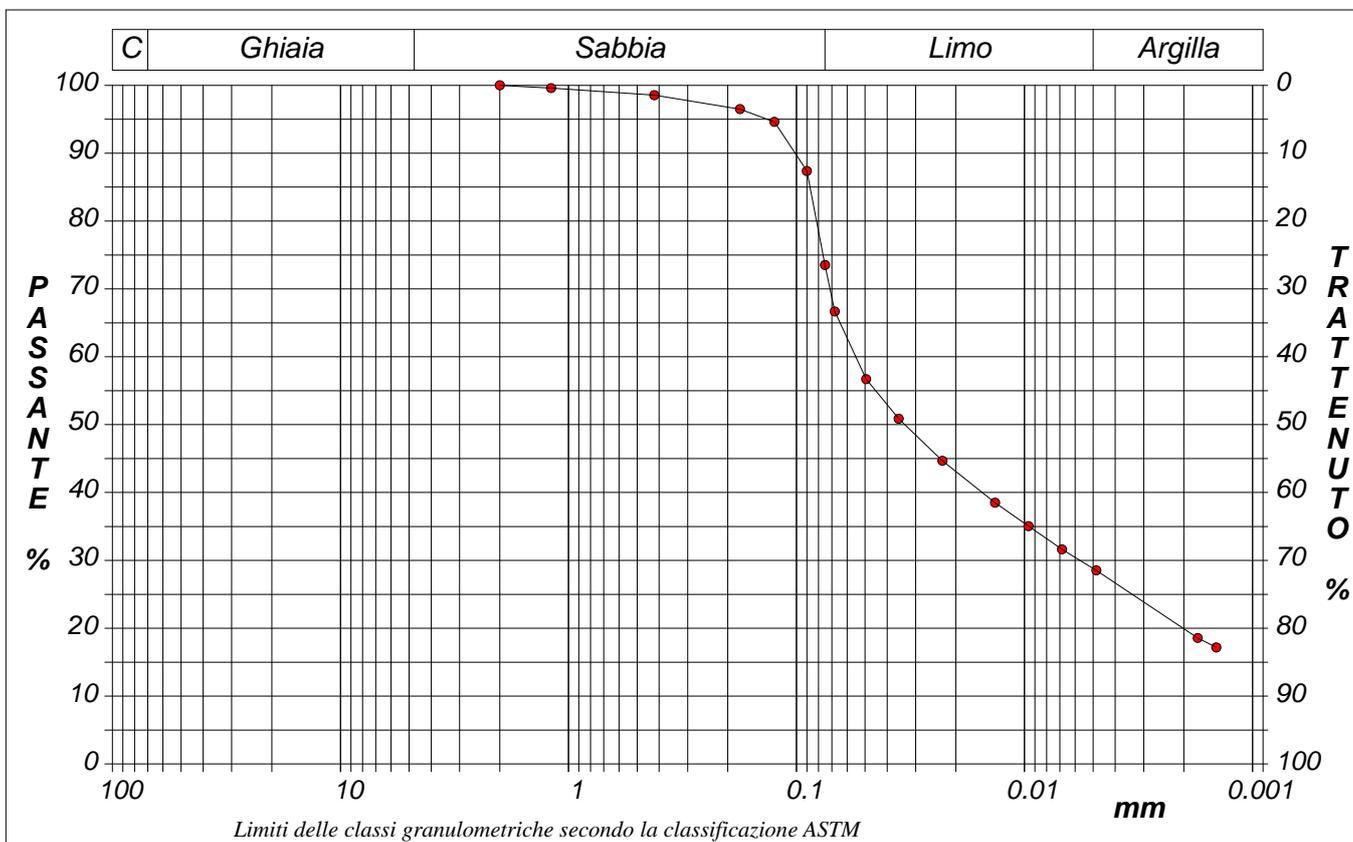
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00935	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 22,00-22,40

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	26,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98,4 %	D30	0,00571	mm
Limo	44,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	73,5 %	D50	0,03348	mm
Argilla	28,8 %			D60	0,05495	mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,10134	mm



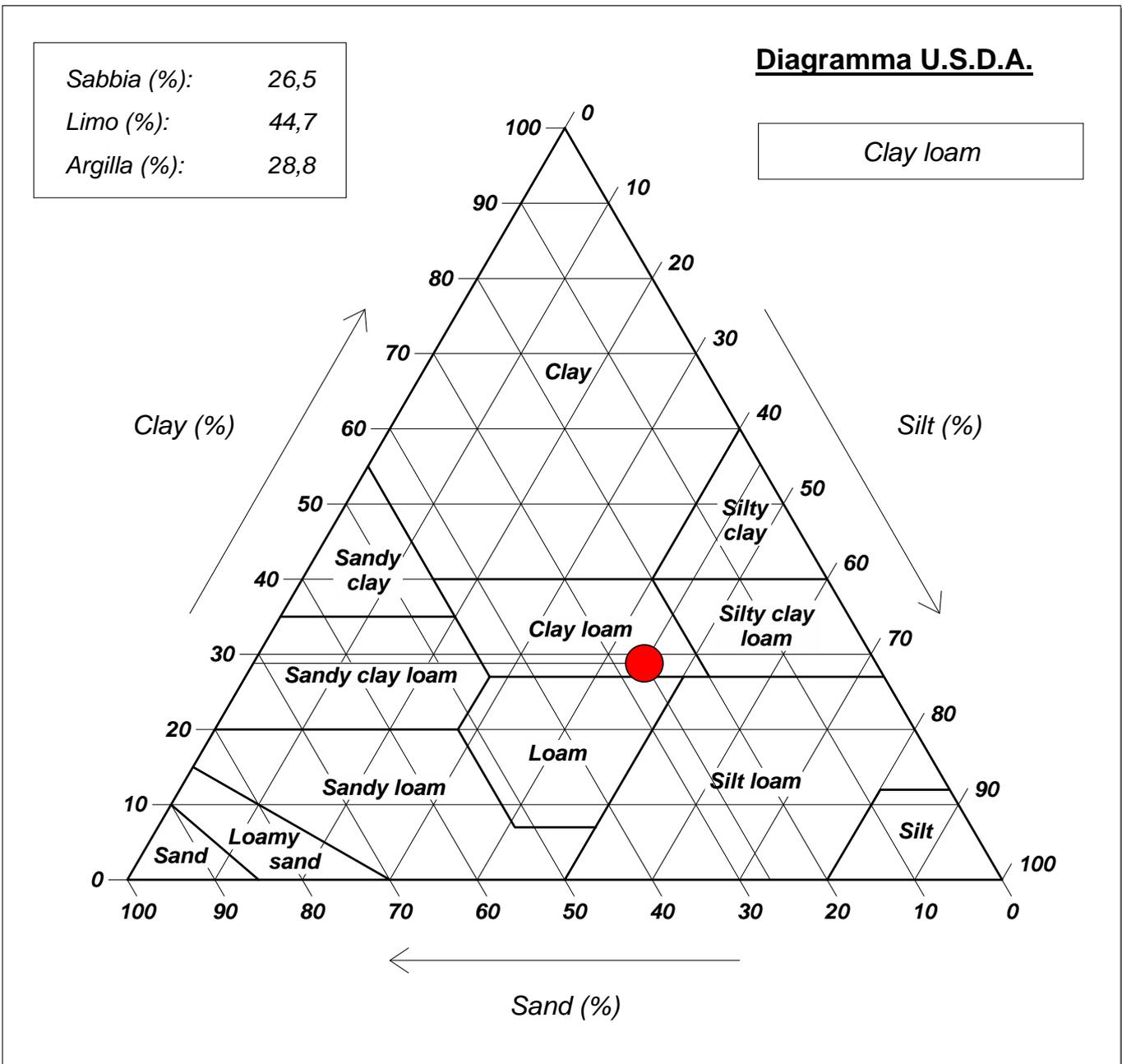
Diametro mm	Passante %								
2,0000	100,00	0,0900	87,39	0,0229	44,68	0,0017	18,56		
1,1900	99,59	0,0750	73,52	0,0135	38,49	0,0014	17,18		
0,4200	98,55	0,0679	66,68	0,0096	35,06				
0,1770	96,48	0,0495	56,71	0,0068	31,62				
0,1250	94,62	0,0356	50,87	0,0048	28,53				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00935	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 22,00-22,40

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00936 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 13/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4 CAMPIONE: C4 PROFONDITA': m 22,00-22,40

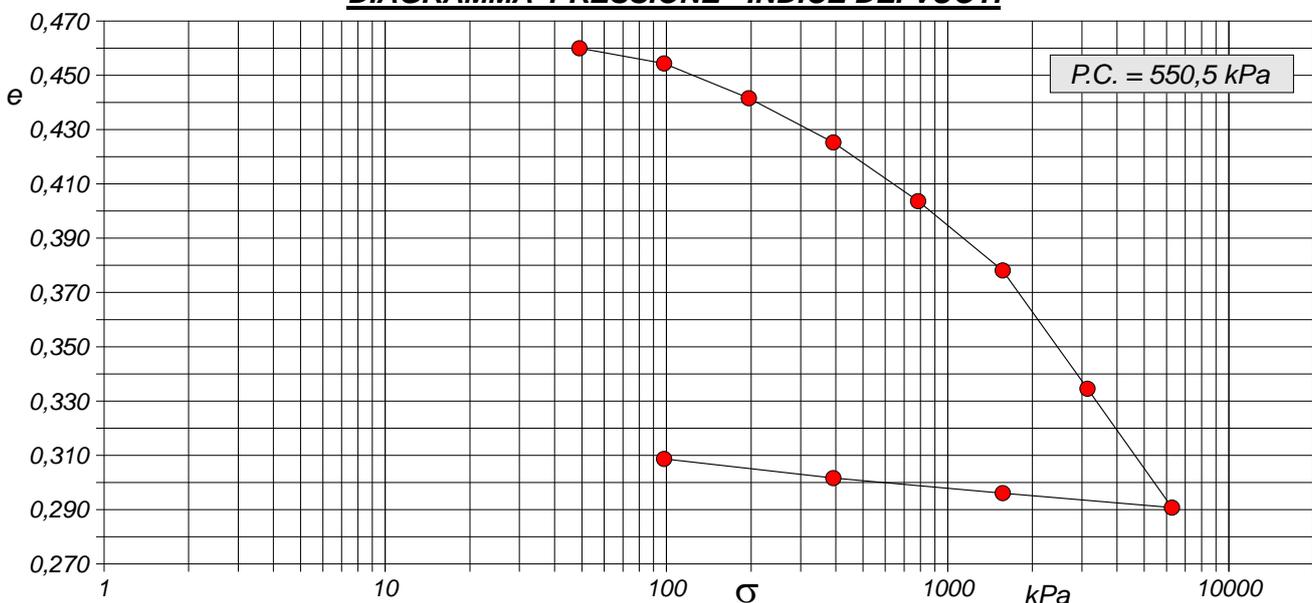
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

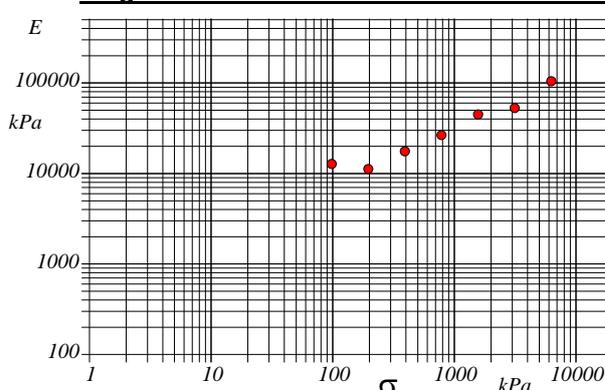
Peso di volume (kN/m ³)	20,00	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,46
Umidità (%)	15,2	Volume provino (cm ³)	39,98	Porosità (%)	31,67
Peso specifico	2,59	Volume dei vuoti (cm ³)	12,66	Saturazione (%)	85,1

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0	4,9	0,460				
98,1	12,6	0,454	0,019	12736	0,005555	4,28E-08
196,1	30,1	0,442	0,043	11207	0,002735	2,39E-08
392,3	52,4	0,425	0,054	17590	0,002137	1,19E-08
784,5	81,9	0,404	0,072	26594		
1569,0	116,8	0,378	0,085	44958		
3138,0	176,3	0,335	0,145	52740		
6276,1	236,2	0,291	0,146	104776		
1569,0	228,9	0,296				
392,3	221,3	0,302				
98,1	211,7	0,309				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico

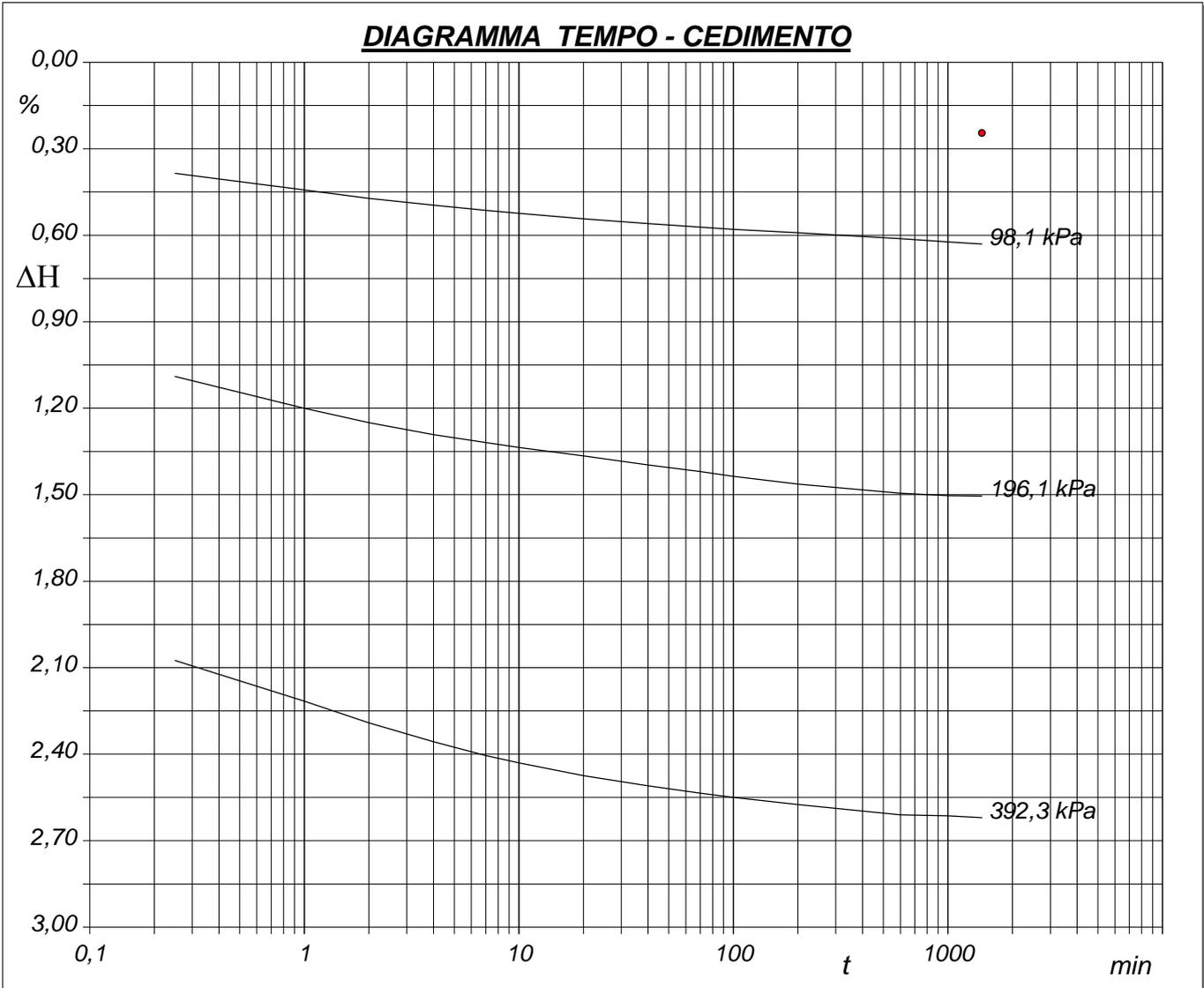


CERTIFICATO DI PROVA N°: 00936	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 22,00-22,40

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435



160-18

LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. MAURO Susy
Susy Mauro

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele
Raffaele Carbone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00936	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 22,00-22,40	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	4,9	0,00	12,6	0,00	30,1		
0,25	7,7	0,25	21,8	0,25	41,5		
1,00	8,9	1,00	24,0	1,00	44,3		
2,00	9,4	2,00	25,0	2,00	45,8		
4,00	9,9	4,00	25,8	4,00	47,1		
7,00	10,3	7,00	26,4	7,00	48,1		
10,00	10,5	10,00	26,7	10,00	48,6		
20,00	10,9	20,00	27,3	20,00	49,5		
40,00	11,2	40,00	27,9	40,00	50,2		
70,00	11,4	70,00	28,4	70,00	50,7		
100,00	11,6	100,00	28,7	100,00	51,0		
200,00	11,8	200,00	29,3	200,00	51,5		
600,00	12,2	600,00	29,9	600,00	52,2		
1000,00	12,5	1000,00	30,1	1000,00	52,3		
1440,00	12,6	1440,00	30,1	1440,00	52,4		

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00937	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 18/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T4	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 22,00-22,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	300,0	400,0	500,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	15,0 15,8	15,6 15,9	15,3 15,4
Peso di volume (kN/m³):	20,0	20,0	20,0
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,004 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

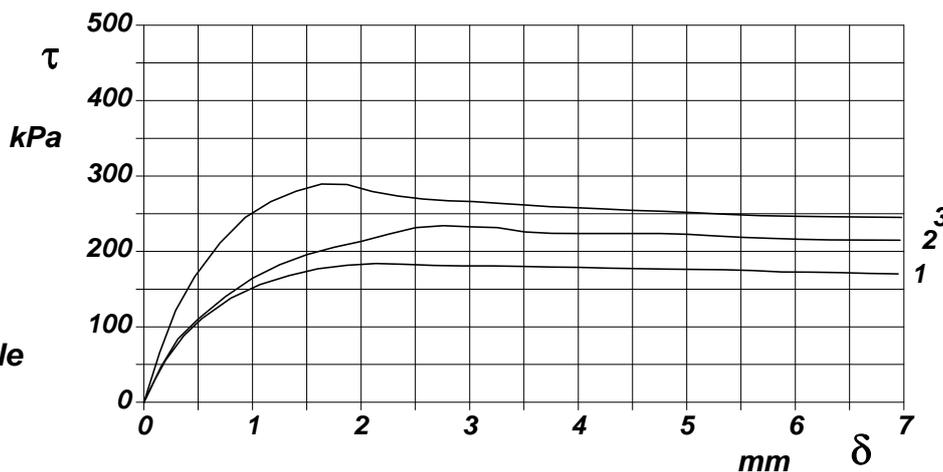
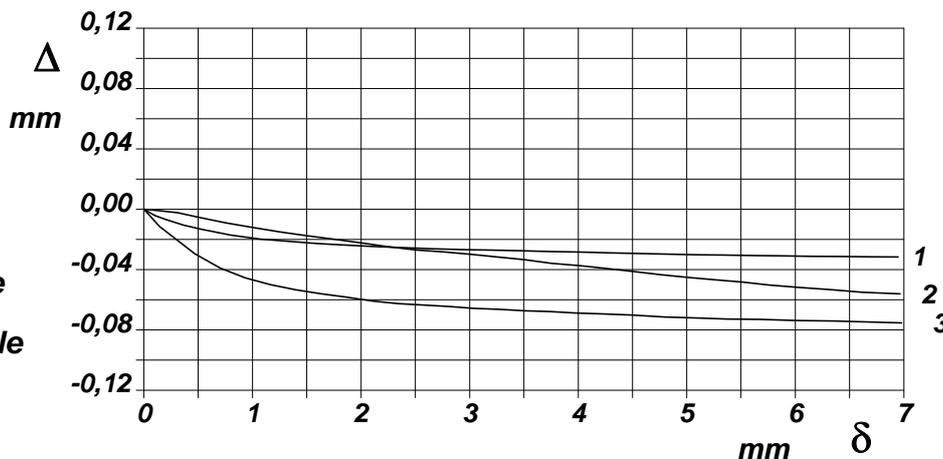


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00937 Pagina 3/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 13/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 18/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4 CAMPIONE: C4 PROFONDITA': m 22,00-22,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,929
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	8,1
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,025

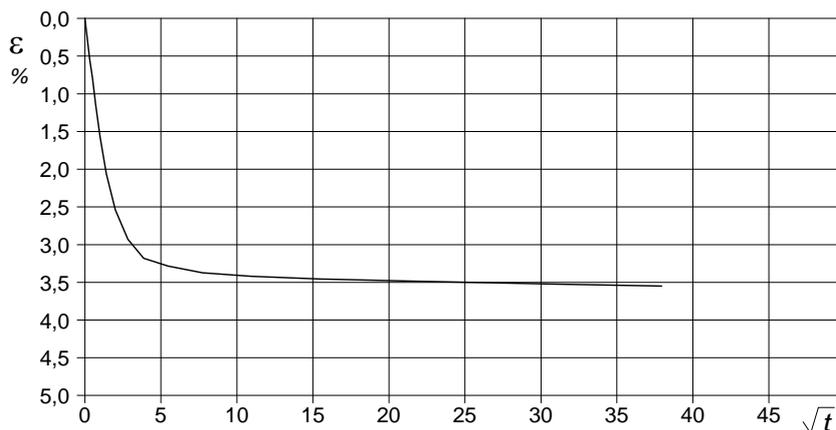


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	400
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,925
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	14,7
Df (mm)	3
Vs (mm/min)	0,020

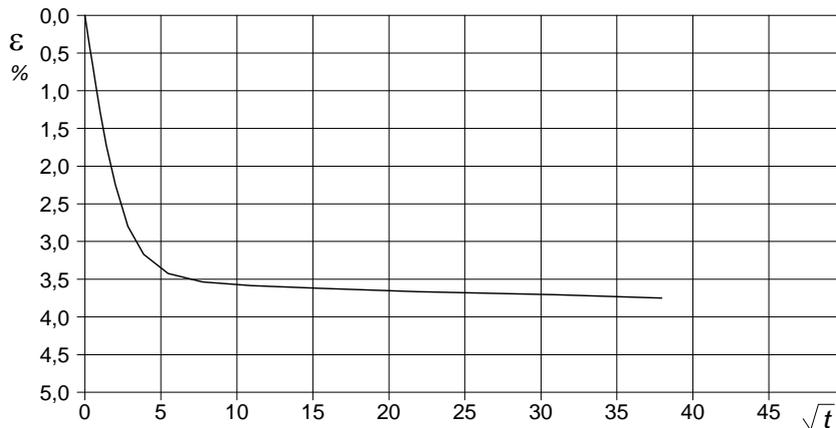
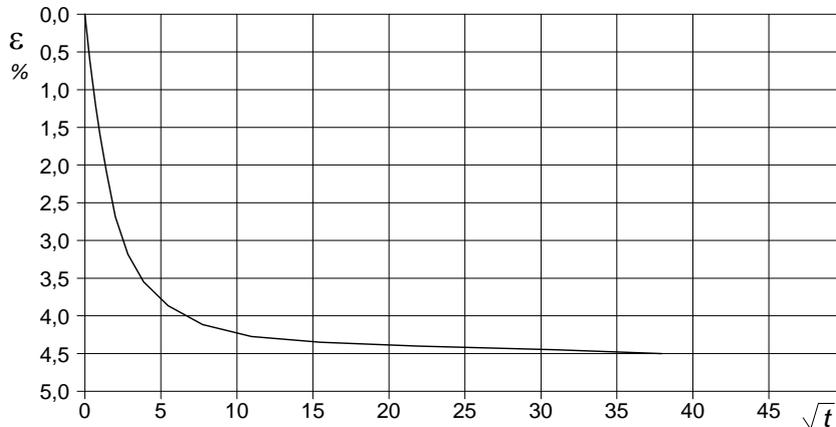


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	500
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,910
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	12,0
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,017



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00938 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 18/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4 CAMPIONE: C4 PROFONDITA': m 22,00-22,40

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	600	700	800
Massa (g)	176,62	177,36	176,99	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	300	400	500
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm ²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	14,0	15,0	12,9
Volume (cm ³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	284	296	313
Peso di volume (kN/m ³)	19,9	20,0	20,0	Pressione interstiziale (kPa)	544	560	598
Umidità (%)	15,3	15,5	15,1	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	442	548	657
Peso specifico	2,59	2,59	2,59	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	142	148	157
Peso di volume secco (kN/m ³)	17,3	17,3	17,4				
Grado di saturazione (%)	84,5	86,3	84,4				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00938 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 18/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 22,00-22,40

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

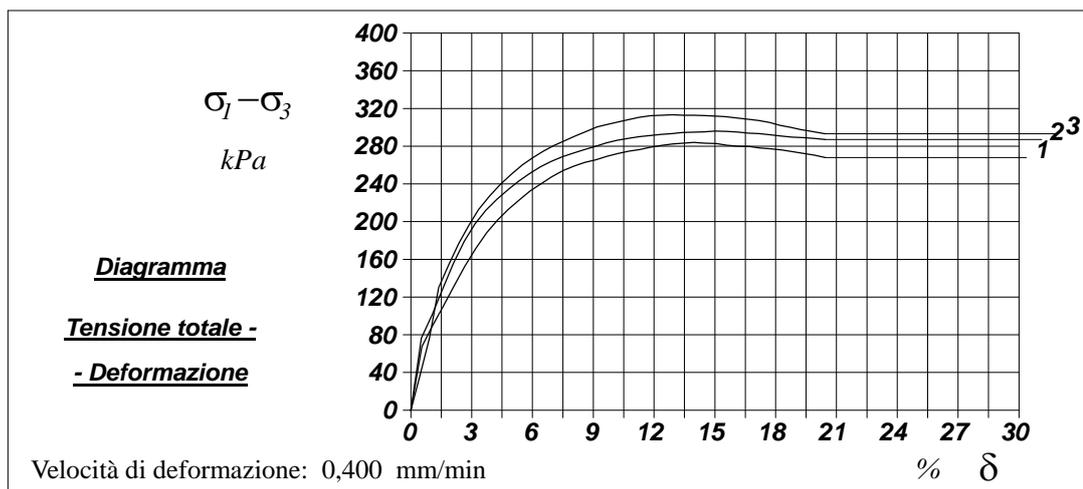
P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H ₀	φ	γ	γ _s	w	S ₀	σ ₃	u ₀	σ' ₃	δ _f	σ ₁ -σ ₃	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$
	cm	cm	kN/m ³		%	%	kPa	kPa	kPa	%	kPa	kPa	kPa
1	7,62	3,81	19,9	2,59	15,3	84,5	600	300	300	14,0	284	442	142
2	7,62	3,81	20,0	2,59	15,5	86,3	700	300	400	15,0	296	548	148
3	7,62	3,81	20,0	2,59	15,1	84,4	800	300	500	12,9	313	657	157

H₀ φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini

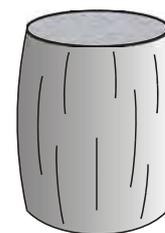
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S₀ - Grado di saturazione iniziale

σ₃ - Pressione di cella
u₀ - Back pressure

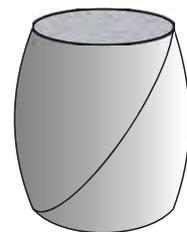
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali



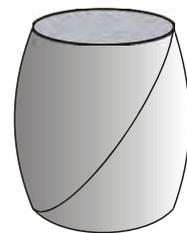
Tipo di rottura



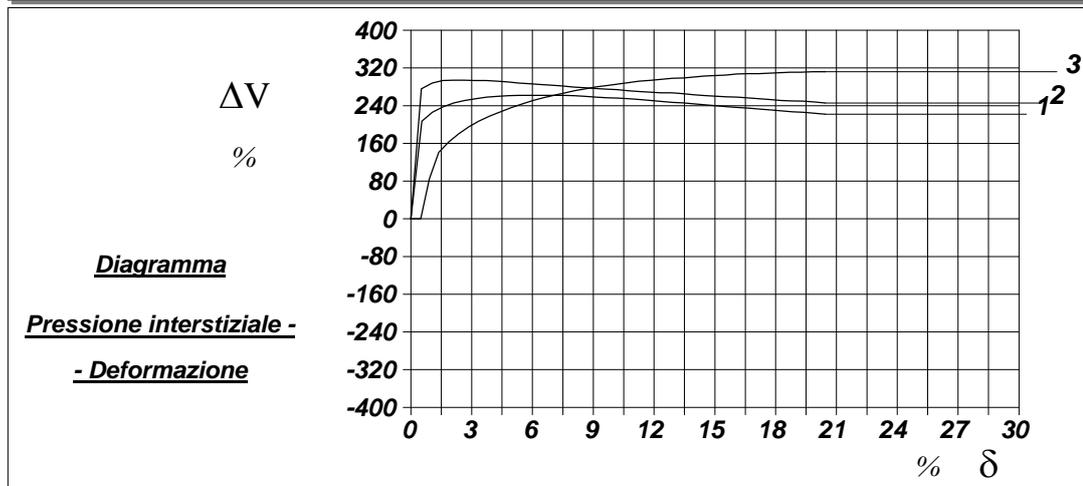
Provino 1



Provino 2



Provino 3



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00938 Pagina 3/3

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 18/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

Apertura campione: 13/04/18

Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T4

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 22,00-22,40

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,41	0,54	67,4	207,0	0,40	0,52	76,4	275,7	0,37	0,49	39,9	
0,81	1,06	89,1	226,0	0,80	1,05	101,3	288,0	0,70	0,92	76,2	85,0
1,22	1,60	110,5	238,0	1,19	1,56	128,4	293,4	1,05	1,38	130,4	141,0
1,62	2,13	131,7	246,0	1,60	2,10	156,0	294,2	1,42	1,86	154,1	163,0
2,03	2,66	152,7	251,0	2,01	2,64	179,3	294,2	1,80	2,36	176,8	180,0
2,44	3,20	171,5	255,0	2,41	3,16	197,5	293,4	2,18	2,86	196,1	195,0
2,85	3,75	188,2	258,0	2,83	3,71	212,3	293,4	2,55	3,35	213,0	207,0
3,27	4,29	202,0	260,0	3,24	4,25	223,7	291,8	2,96	3,88	227,2	218,0
3,67	4,81	212,9	261,0	3,66	4,80	234,2	290,3	3,37	4,42	239,7	227,0
4,07	5,34	222,7	262,0	4,06	5,33	243,1	288,0	3,79	4,97	250,5	236,0
4,48	5,88	232,4	262,0	4,46	5,86	251,1	286,5	4,20	5,51	260,4	244,0
4,89	6,41	240,1	262,0	4,88	6,40	258,1	284,9	4,59	6,02	268,1	251,0
5,30	6,96	247,7	262,0	5,27	6,91	263,6	283,4	4,98	6,54	274,8	257,0
5,73	7,52	254,3	262,0	5,69	7,47	268,9	281,8	5,37	7,05	280,8	262,0
6,14	8,06	259,0	261,0	6,11	8,02	272,7	279,5	6,18	8,11	290,8	272,0
6,55	8,59	262,8	260,0	6,53	8,57	276,3	278,0	6,60	8,66	295,7	276,0
6,96	9,13	265,7	258,0	6,94	9,10	279,9	276,4	7,00	9,19	300,5	280,0
7,37	9,67	269,3	257,0	7,35	9,64	283,5	274,9	7,40	9,71	303,1	283,0
7,78	10,20	272,1	256,0	7,75	10,17	286,3	274,1	7,79	10,22	305,7	286,0
8,19	10,75	274,8	255,0	8,17	10,72	288,2	271,8	8,19	10,75	308,2	289,0
8,60	11,28	276,6	253,0	8,59	11,27	290,1	270,3	8,58	11,26	310,7	292,0
9,02	11,84	279,1	251,0	9,00	11,81	291,3	268,7	9,00	11,81	312,3	294,0
9,42	12,36	280,8	249,0	9,40	12,34	292,4	267,2	9,83	12,90	313,4	298,0
9,83	12,90	282,5	247,0	9,82	12,88	293,5	267,2	10,25	13,45	312,8	299,0
10,24	13,43	283,3	246,0	10,21	13,40	294,6	265,7	10,64	13,96	313,0	301,0
10,64	13,96	284,0	244,0	10,63	13,94	294,9	263,4	11,03	14,48	312,5	303,0
11,04	14,49	283,1	242,0	11,02	14,46	295,2	261,8	11,42	14,99	312,0	304,0
11,47	15,05	282,9	240,0	11,44	15,01	296,2	260,3	11,84	15,54	311,3	305,0
11,89	15,60	281,1	238,0	11,85	15,56	295,6	258,7	12,25	16,08	310,0	307,0
12,30	16,15	280,1	236,0	12,27	16,10	295,1	258,0	12,68	16,64	308,6	308,0
12,70	16,67	279,9	235,0	12,68	16,65	293,9	256,4	13,08	17,17	307,3	308,0
13,11	17,21	278,1	233,0	13,09	17,18	293,4	254,9	13,48	17,69	305,4	309,0
13,51	17,73	277,2	231,0	13,50	17,71	292,2	253,3	13,87	18,20	302,1	310,0
13,93	18,28	276,1	229,0	13,91	18,25	290,9	251,0	14,26	18,71	300,3	311,0
14,35	18,83	274,2	227,0	14,33	18,80	289,6	250,3	14,66	19,24	297,7	311,0
14,76	19,37	272,4	226,0	14,74	19,34	289,0	249,5	15,10	19,82	295,5	312,0
15,17	19,91	270,6	224,0	15,16	19,89	288,4	248,0	15,47	20,30	293,8	312,0
15,59	20,45	268,0	222,0	15,59	20,45	287,0	245,6	15,59	20,45	293,2	312,0

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14 **CAMPIONE:** C1 **PROFONDITÀ:** m 15,50-15,85

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	22,5	%
Peso di volume	19,1	kN/m ³
Peso di volume secco	15,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,4	kN/m ³
Peso specifico	2,60	
Indice dei vuoti	0,634	
Porosità	38,8	%
Grado di saturazione	92,1	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	32,6	%
Limite di plasticità	22,3	%
Indice di plasticità	10,3	%
Indice di consistenza	0,99	
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,8	%
Sabbia	27,3	%
Limo	42,4	%
Argilla	29,5	%

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A6	I.G. = 8
------------------	----	----------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	22,8	kPa
Angolo di attrito interno:	27,3	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c _u)	134,1	kPa
-----------------------------	-------	-----

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,5 ÷ 49,0	3165	---	---
49,0 ÷ 98,1	3443	0,002195	6,25E-08
98,1 ÷ 196,1	4628	0,002019	4,28E-08
196,1 ÷ 392,3	7802	0,001728	2,17E-08
392,3 ÷ 784,5	12721	---	---
784,5 ÷ 1569,0	21833	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	26207	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove GR CF ED TD TX	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10	310			Limo con argilla e sabbia (f), di colore marrone - verde oliva, molto compatto e struttura omogenea. Reagente all'HCl
	20	330			MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 2.5Y Light Olive Brown 5/6
	30	340			Qualità del campione: Q5
				35	

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14 **CAMPIONE:** C1 **PROFONDITA':** m 15,50-15,85

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

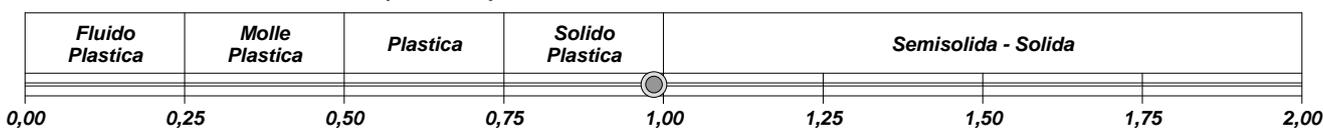
Classifica A.G.I. **Limo con argilla e sabbia**

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

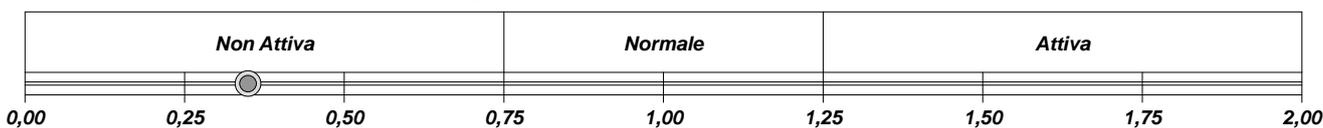
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0,99$

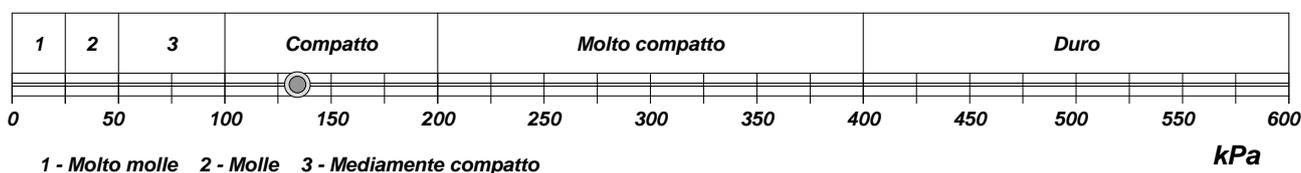


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,35



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 134 kPa

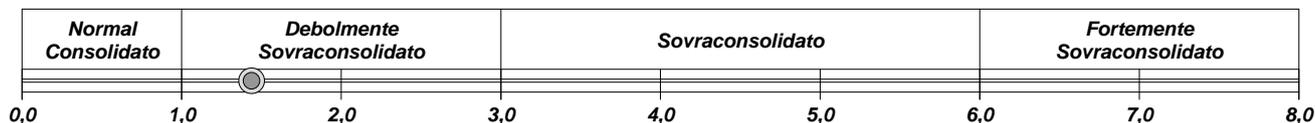


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 297,0kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 427,1kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 1,44



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00939 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 13/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

Apertura campione: 13/04/18

Fine analisi: 14/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 15,50-15,85

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 22,5 %

Omogeneo

Struttura del materiale:

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 6,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00940	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 13/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 15,50-15,85	

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,1 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00941	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 19/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 15,50-15,85	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,60**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,60**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 6,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00942	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 23/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 15,50-15,85	

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

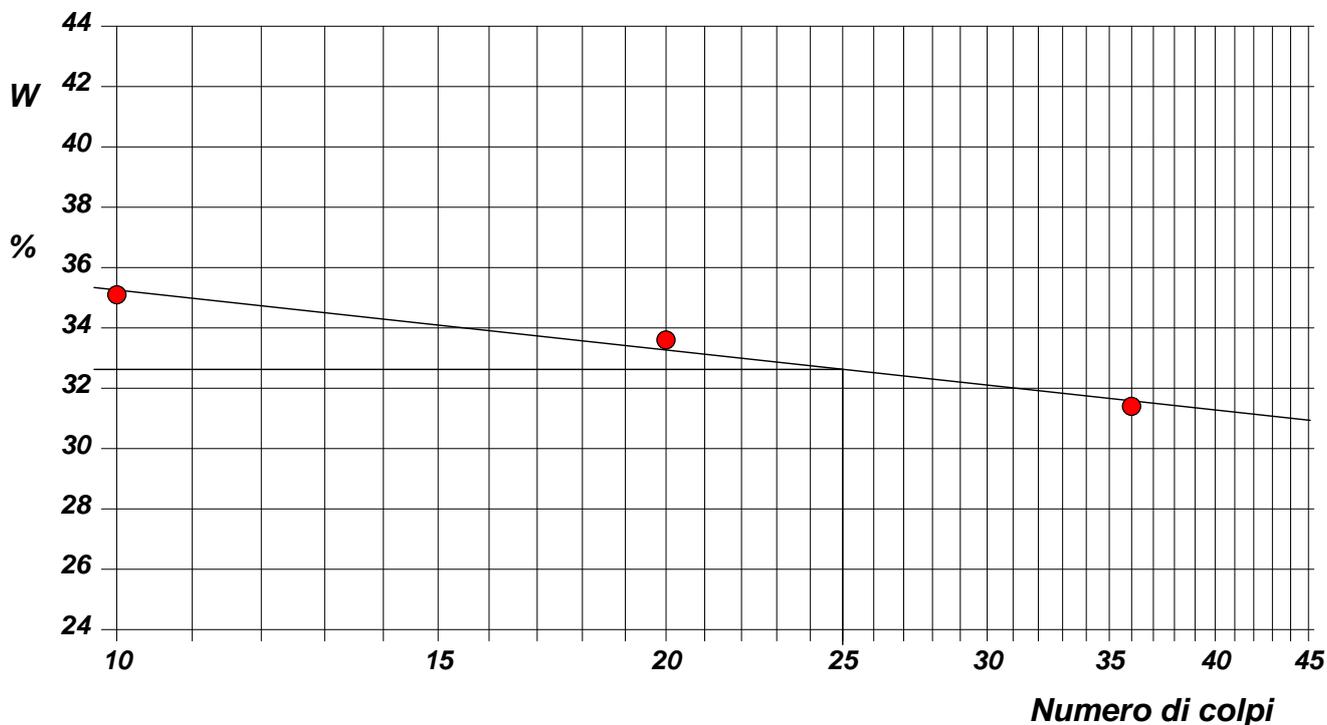
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	32,6 %
Limite di plasticità	22,3 %
Indice di plasticità	10,3 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	10	20	36		Umidità (%)	22,4	22,2
Umidità (%)	35,1	33,6	31,4		Umidità media	22,3	

Determinazione del Limite di liquidità



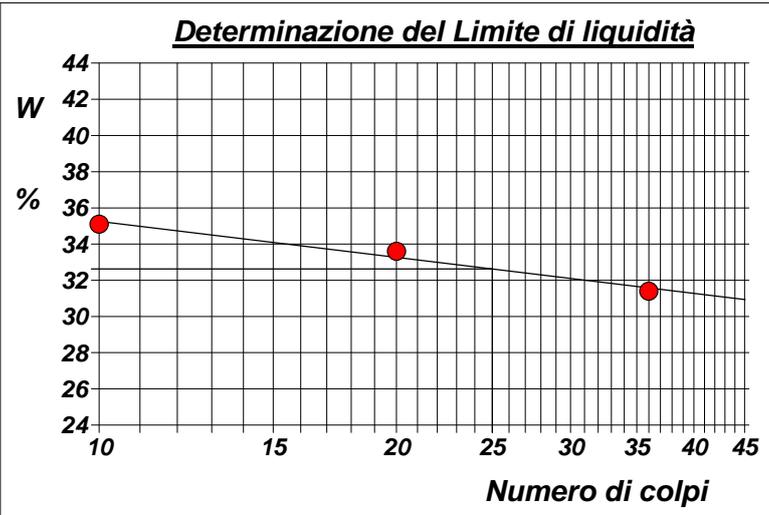
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00942	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 23/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 15,50-15,85

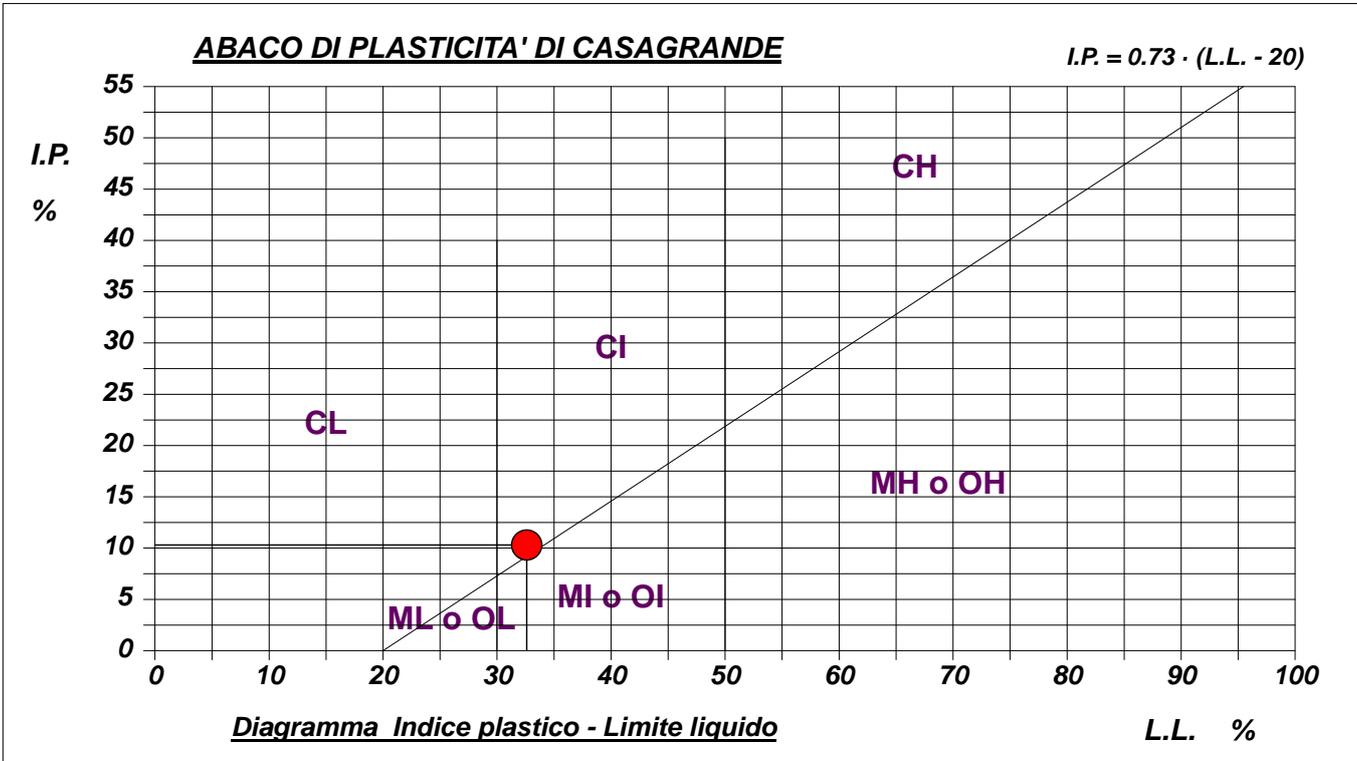
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	32,6	%
Limite di plasticità	22,3	%
Indice di plasticità	10,3	%
Indice di consistenza	0,99	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



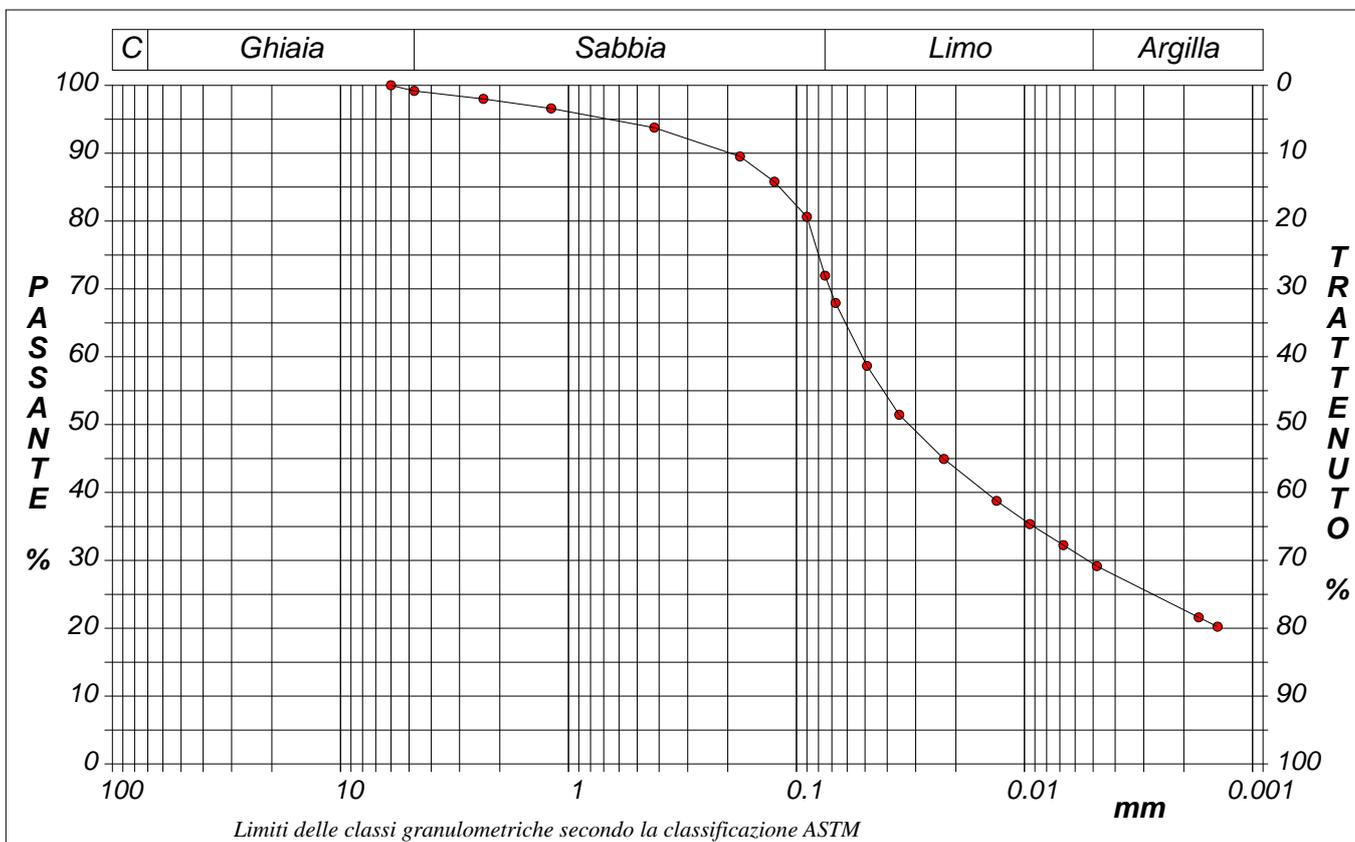
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00943	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 15,50-15,85	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	97,7 %	D10	---	mm
Sabbia	27,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93,5 %	D30	0,00528	mm
Limo	42,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	71,9 %	D50	0,03202	mm
Argilla	29,5 %			D60	0,05136	mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,19523	mm



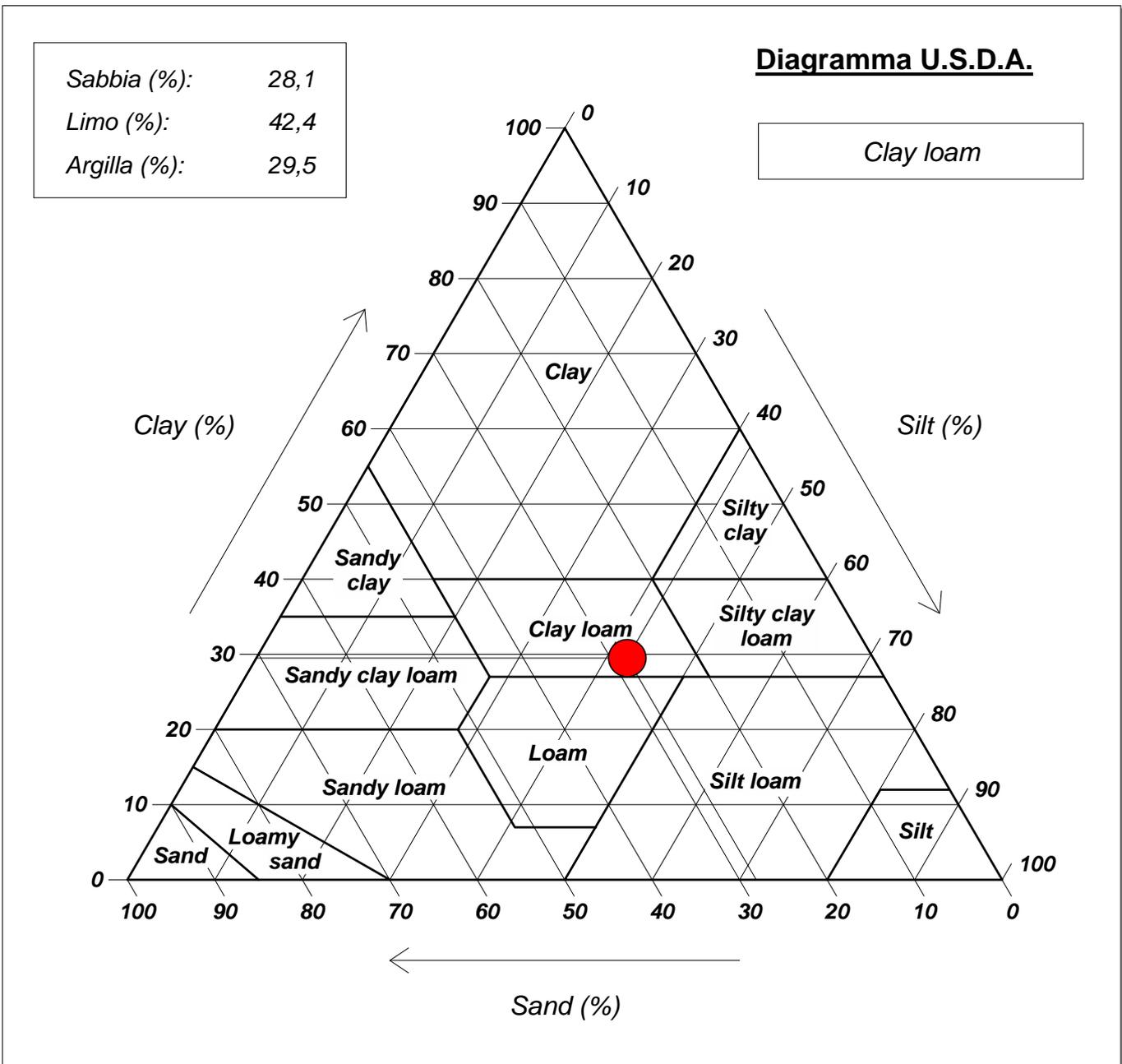
Diametro mm	Passante %								
6,0000	100,00	0,1770	89,52	0,0491	58,66	0,0068	32,25		
4,7500	99,19	0,1250	85,80	0,0354	51,46	0,0048	29,16		
2,3600	98,00	0,0900	80,61	0,0226	44,94	0,0017	21,61		
1,1900	96,58	0,0750	71,95	0,0133	38,77	0,0014	20,24		
0,4200	93,78	0,0674	67,93	0,0095	35,34				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00943	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 15,50-15,85

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00944 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 13/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 15,50-15,85

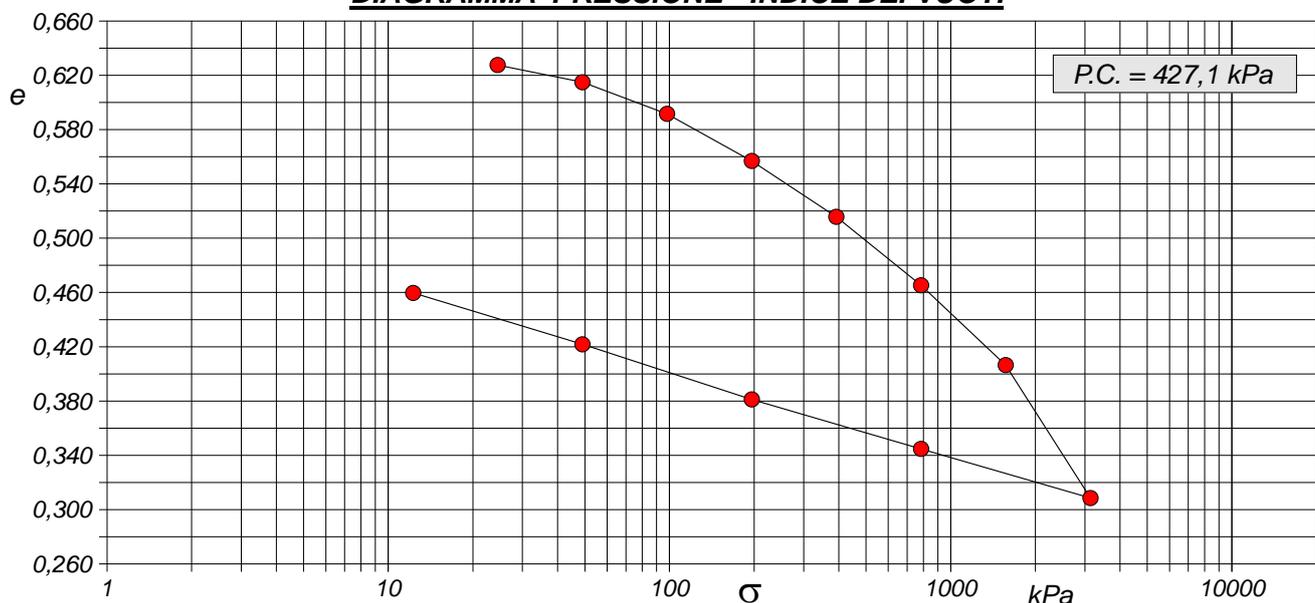
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

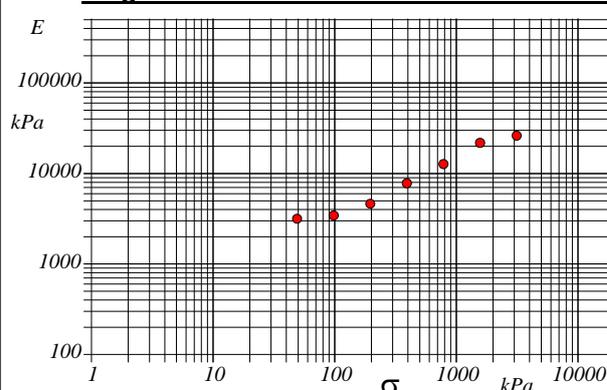
Peso di volume (kN/m ³)	19,13	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,64
Umidità (%)	22,8	Volume provino (cm ³)	40,03	Porosità (%)	38,89
Peso specifico	2,60	Volume dei vuoti (cm ³)	15,57	Saturazione (%)	93,1

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,5	10,7	0,628				
49,0	26,2	0,615	0,042	3165		
98,1	54,7	0,592	0,077	3443	0,002195	6,25E-08
196,1	97,1	0,557	0,115	4628	0,002019	4,28E-08
392,3	147,4	0,516	0,137	7802	0,001728	2,17E-08
784,5	209,1	0,465	0,168	12721		
1569,0	281,0	0,406	0,195	21833		
3138,0	400,8	0,309	0,325	26207		
784,5	356,6	0,345				
196,1	312,0	0,381				
49,0	262,2	0,422				
12,3	216,0	0,460				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



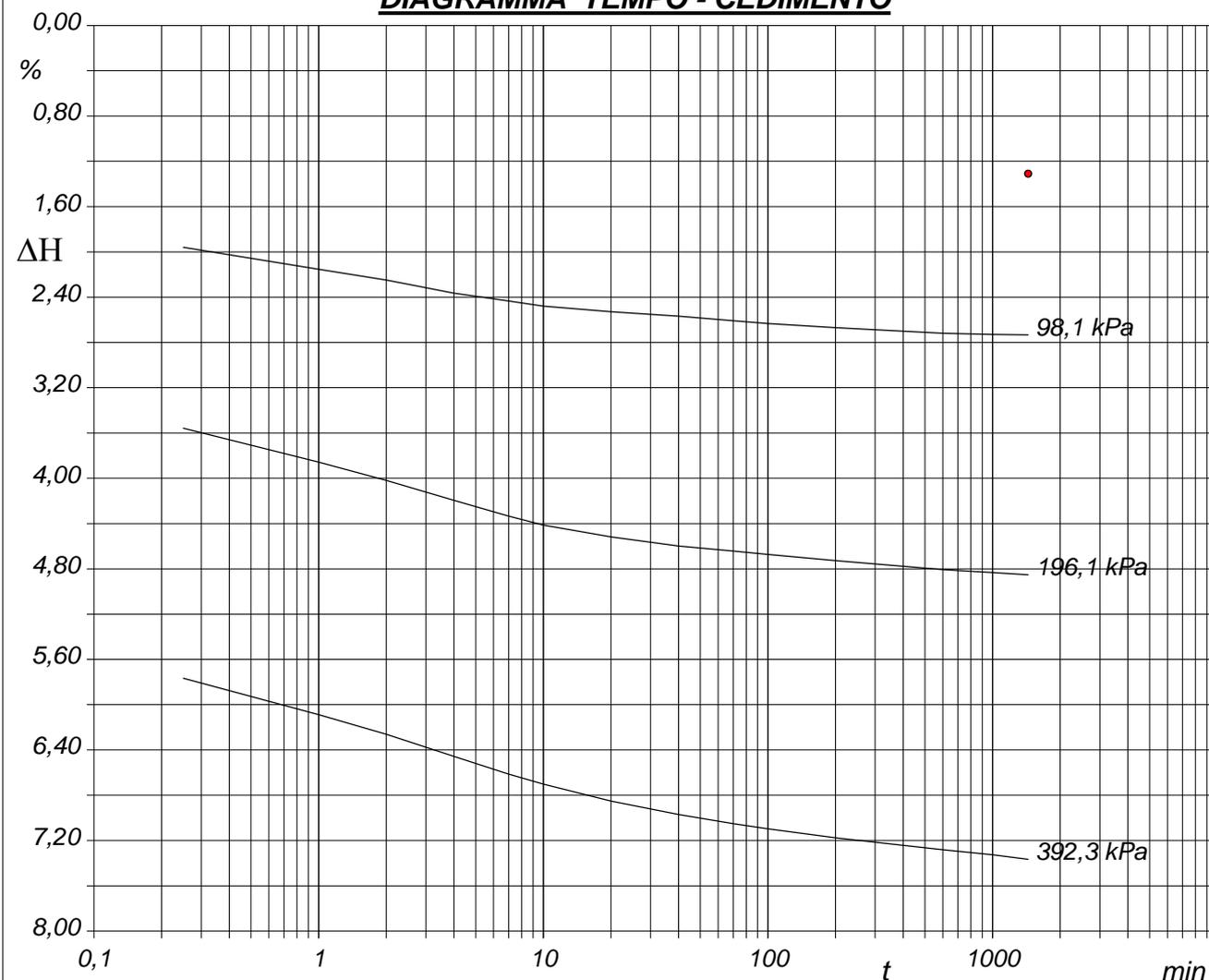
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00944	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 15,50-15,85	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00944 Pagina 3/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 13/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 15,50-15,85

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	26,2	0,00	54,7	0,00	97,1		
0,25	39,2	0,25	71,2	0,25	115,4		
1,00	43,1	1,00	77,2	1,00	121,8		
2,00	45,0	2,00	80,4	2,00	125,3		
4,00	47,3	4,00	83,9	4,00	129,2		
7,00	48,7	7,00	86,7	7,00	132,3		
10,00	49,6	10,00	88,3	10,00	134,1		
20,00	50,6	20,00	90,4	20,00	137,1		
40,00	51,4	40,00	92,0	40,00	139,5		
70,00	52,2	70,00	92,9	70,00	141,1		
100,00	52,7	100,00	93,5	100,00	142,0		
200,00	53,4	200,00	94,6	200,00	143,6		
600,00	54,4	600,00	96,2	600,00	145,7		
1000,00	54,6	1000,00	96,7	1000,00	146,6		
1440,00	54,7	1440,00	97,1	1440,00	147,4		

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00945 Pagina 1/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 13/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 15,50-15,85

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	200,0	300,0	400,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	22,3 20,8	22,7 20,0	22,5 19,8
Peso di volume (kN/m³):	19,1	19,2	19,1
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

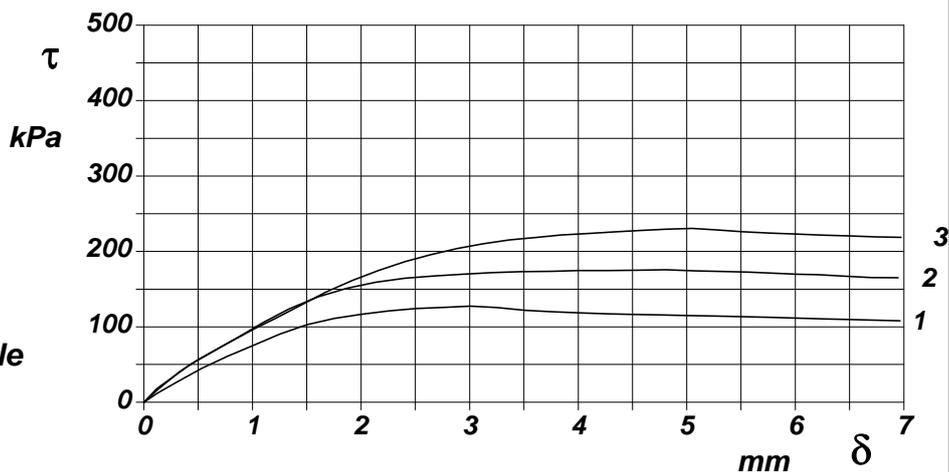
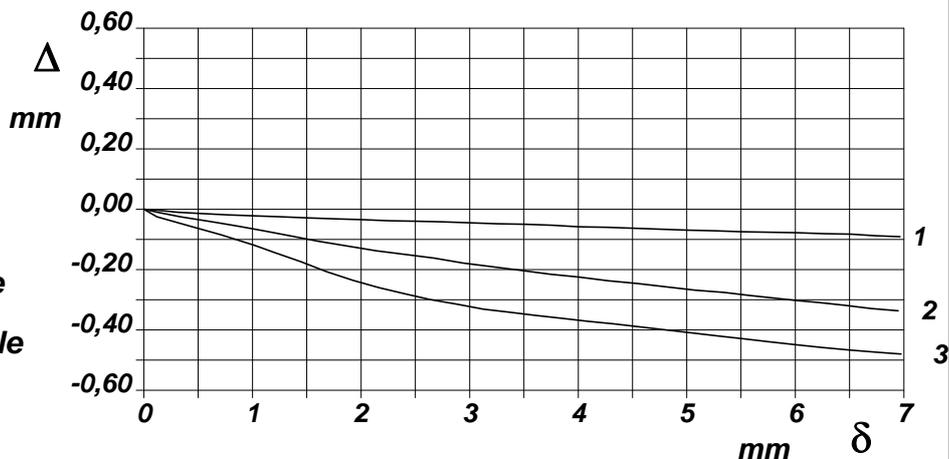


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00945 Pagina 3/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 13/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 15,50-15,85

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,883
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	11,0
Df (mm)	3
Vs (mm/min)	0,027

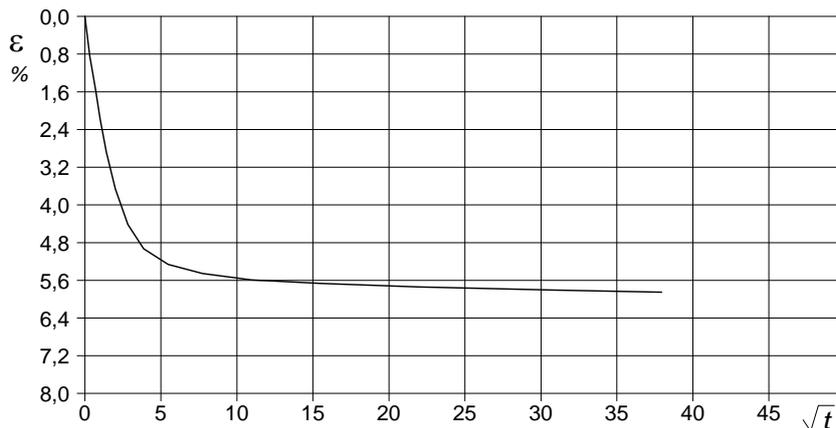


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,860
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	25,6
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,020

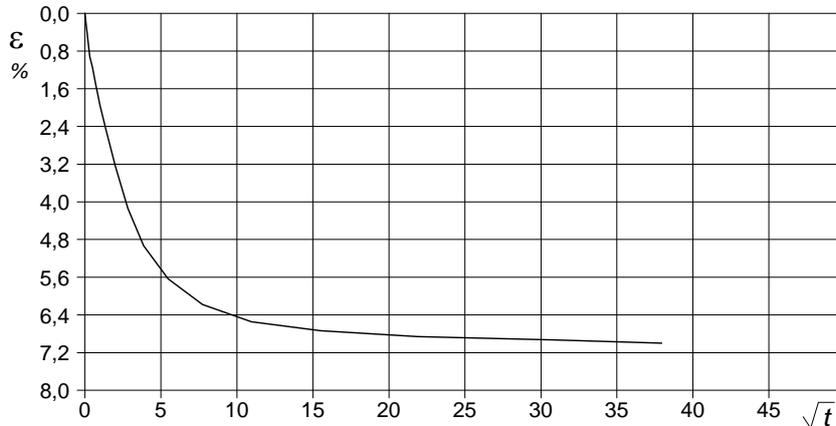
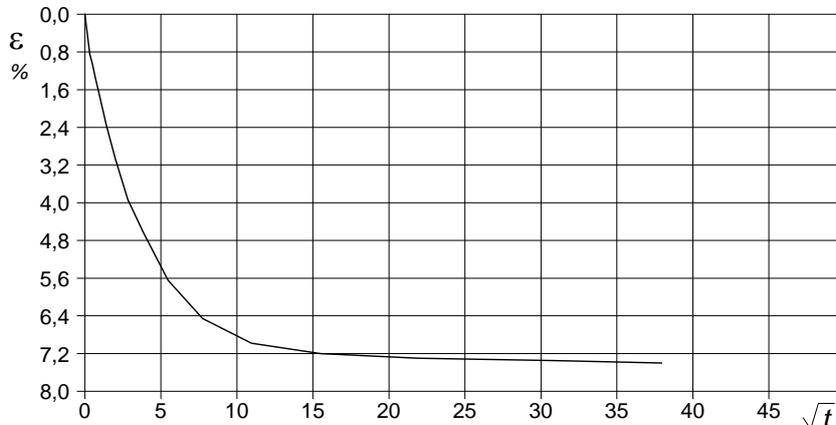


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	400
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,852
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	31,9
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,016



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

161-18

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00946	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 19/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 15,50-15,85	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	500	600	700
Massa (g)	168,55	169,46	169,11	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	200	300	400
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm ²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	8,7	11,8	12,4
Volume (cm ³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	253	267	284
Peso di volume (kN/m ³)	19,0	19,1	19,1	Pressione interstiziale (kPa)	347	404	600
Umidità (%)	22,5	22,6	22,4	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	326	434	542
Peso specifico	2,60	2,60	2,60	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	126	134	142
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,8	15,8	15,9				
Grado di saturazione (%)	92,1	92,9	92,9				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00946 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 19/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 15,50-15,85

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

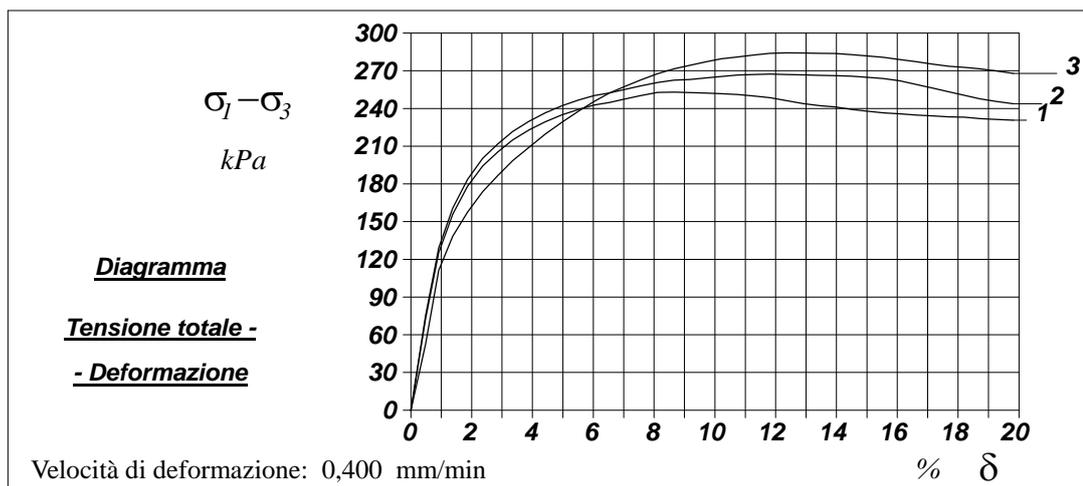
P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o	φ	γ	γ _s	w	S _o	σ ₃	u _o	σ' ₃	δ _f	σ ₁ -σ ₃	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$
	cm	cm	kN/m ³		%	%	kPa	kPa	kPa	%	kPa	kPa	kPa
1	7,62	3,81	19,0	2,60	22,5	92,1	500	300	200	8,7	253	326	126
2	7,62	3,81	19,1	2,60	22,6	92,9	600	300	300	11,8	267	434	134
3	7,62	3,81	19,1	2,60	22,4	92,9	700	300	400	12,4	284	542	142

H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini

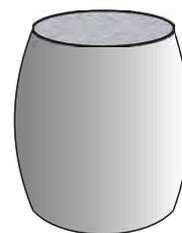
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale

σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure

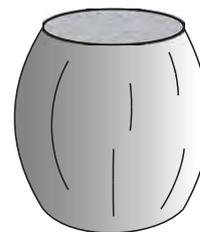
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali



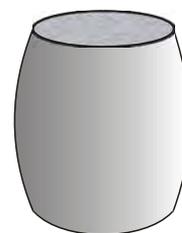
Tipo di rottura



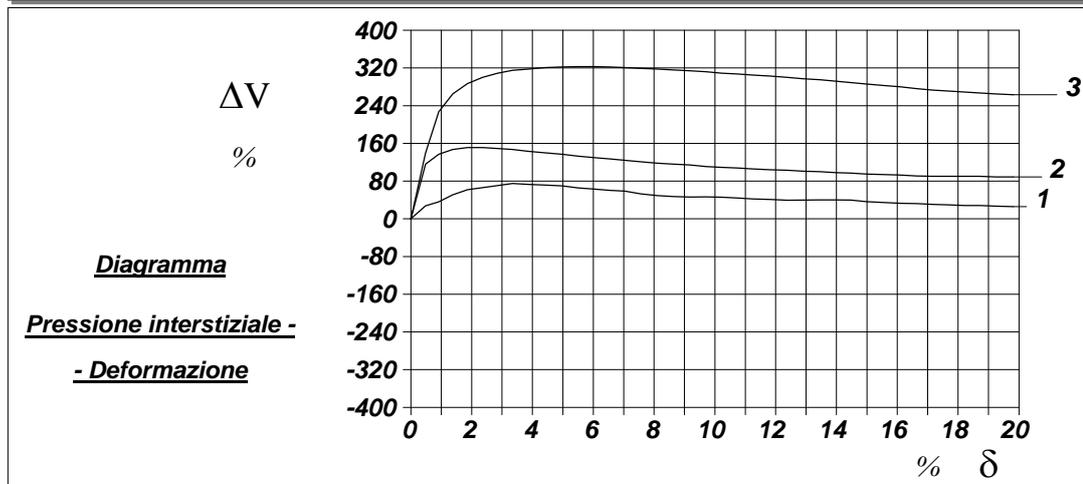
Provino 1



Provino 2



Provino 3



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00946	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 19/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 15,50-15,85	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,37	0,49	72,8	27,4	0,37	0,49	75,1	116,0	0,37	0,49	52,4	139,5
0,70	0,92	125,4	35,9	0,70	0,92	129,3	137,0	0,70	0,92	111,2	227,0
1,05	1,38	155,9	50,9	1,05	1,38	160,7	147,0	1,05	1,38	138,4	265,0
1,42	1,86	178,1	61,7	1,42	1,86	183,6	151,0	1,42	1,86	157,5	287,0
1,80	2,36	194,3	66,0	1,80	2,36	200,3	151,0	1,80	2,36	173,8	300,0
2,18	2,86	205,4	70,5	2,18	2,86	211,8	149,0	2,18	2,86	186,6	309,0
2,55	3,35	215,0	75,0	2,55	3,35	221,7	147,0	2,55	3,35	198,4	315,0
2,96	3,88	222,9	72,9	2,96	3,88	229,8	143,0	2,96	3,88	209,1	318,0
3,37	4,42	229,4	71,4	3,37	4,42	236,5	140,0	3,37	4,42	219,6	321,0
3,79	4,97	235,0	69,9	3,79	4,97	242,3	137,0	3,79	4,97	229,2	322,0
4,20	5,51	239,2	65,6	4,20	5,51	246,6	133,0	4,20	5,51	237,9	323,0
4,59	6,02	242,7	63,0	4,59	6,02	250,3	130,0	4,59	6,02	245,6	323,0
4,98	6,54	244,8	60,4	4,98	6,54	252,4	127,0	4,98	6,54	252,5	322,0
5,37	7,05	247,6	58,9	5,37	7,05	255,2	124,0	5,37	7,05	257,6	321,0
5,76	7,56	250,3	52,9	5,76	7,56	258,0	121,0	5,76	7,56	262,7	319,0
6,18	8,11	252,8	49,2	6,18	8,11	260,6	118,0	6,18	8,11	267,6	318,0
6,60	8,66	253,0	47,1	6,60	8,66	262,5	116,0	6,60	8,66	271,6	316,0
7,00	9,19	252,7	46,1	7,00	9,19	263,1	114,0	7,00	9,19	274,4	314,0
7,40	9,71	252,2	46,7	7,40	9,71	264,3	111,0	7,40	9,71	277,2	312,0
7,79	10,22	251,7	45,7	7,79	10,22	265,5	109,0	7,79	10,22	279,5	309,0
8,19	10,75	251,2	44,1	8,19	10,75	266,6	108,0	8,19	10,75	281,0	307,0
8,58	11,26	250,0	42,0	8,58	11,26	267,1	106,0	8,58	11,26	282,5	305,0
9,00	11,81	248,7	41,0	9,00	11,81	267,4	104,0	9,00	11,81	283,9	303,0
9,43	12,38	246,3	39,4	9,43	12,38	267,1	103,0	9,43	12,38	284,4	300,0
9,83	12,90	243,9	39,5	9,83	12,90	266,8	101,0	9,83	12,90	284,2	297,0
10,25	13,45	242,3	40,0	10,25	13,45	266,4	100,0	10,25	13,45	283,9	295,0
10,64	13,96	241,3	40,1	10,64	13,96	266,1	98,0	10,64	13,96	283,7	292,0
11,03	14,48	239,3	39,6	11,03	14,48	265,8	97,0	11,03	14,48	282,8	289,0
11,42	14,99	238,0	36,4	11,42	14,99	264,9	95,0	11,42	14,99	281,9	286,0
11,84	15,54	236,5	34,8	11,84	15,54	263,8	94,0	11,84	15,54	280,8	283,0
12,25	16,08	235,7	33,2	12,25	16,08	262,1	93,0	12,25	16,08	278,9	280,0
12,68	16,64	234,9	32,2	12,68	16,64	259,1	91,0	12,68	16,64	277,1	276,0
13,08	17,17	234,1	30,6	13,08	17,17	256,2	90,0	13,08	17,17	275,4	273,0
13,48	17,69	233,4	29,5	13,48	17,69	253,3	90,0	13,48	17,69	273,6	271,0
13,87	18,20	233,1	28,4	13,87	18,20	250,5	90,0	13,87	18,20	272,6	269,0
14,26	18,71	232,0	28,4	14,26	18,71	247,7	90,0	14,26	18,71	271,6	267,0
14,66	19,24	231,3	26,8	14,66	19,24	245,7	89,0	14,66	19,24	269,9	265,0
15,10	19,82	230,7	25,7	15,10	19,82	243,8	89,0	15,10	19,82	268,0	263,0

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 22,00-22,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21,1	%
Peso di volume	19,6	kN/m ³
Peso di volume secco	16,2	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,8	kN/m ³
Peso specifico	2,60	
Indice dei vuoti	0,576	
Porosità	36,5	%
Grado di saturazione	95,3	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	36,5	%
Limite di plasticità	22,5	%
Indice di plasticità	14,0	%
Indice di consistenza	1,10	
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	30,7	%
Limo	36,7	%
Argilla	32,6	%

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A6	I.G. = 8
------------------	----	----------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	21,5	kPa
Angolo di attrito interno:	29,2	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 171,4 kPa

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,5 ÷ 49,0	1518	---	---
49,0 ÷ 98,1	2480	0,006367	2,52E-07
98,1 ÷ 196,1	6017	0,005150	8,39E-08
196,1 ÷ 392,3	8882	0,001526	1,69E-08
392,3 ÷ 784,5	14204	---	---
784,5 ÷ 1569,0	26569	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	38132	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove GR CF ED TD TX	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0	310			
	10	330			
	20				
	30				
	40	330			
	50			50	<p>Limo con argilla e sabbia (f), di colore verde oliva, con grossi noduli sabbiosi di colore marrone chiaro, molto compatto e a struttura laminata, per lamine sabbiose millimetriche. Reagente all'HCl</p> <p>MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 5Y Pale Olive 6/4</p> <p>Qualità del campione: Q5</p>

221-18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 22,00-22,50

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

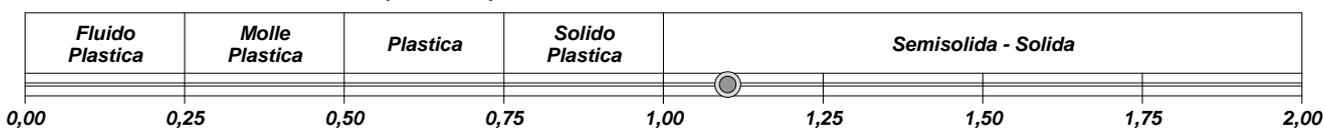
Limo con argilla e sabbia

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

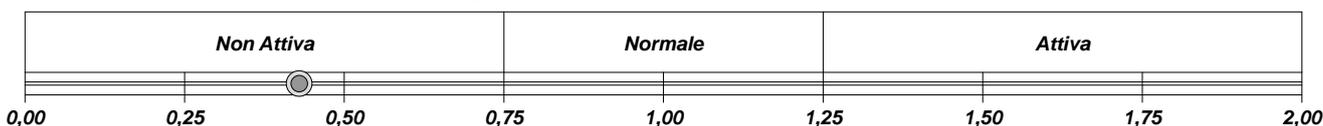
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,10$

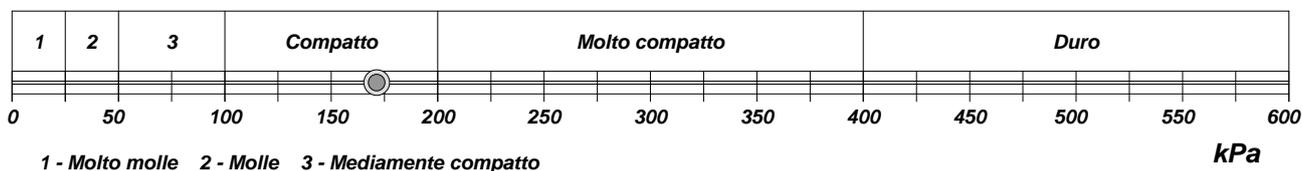


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,43



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 171 kPa

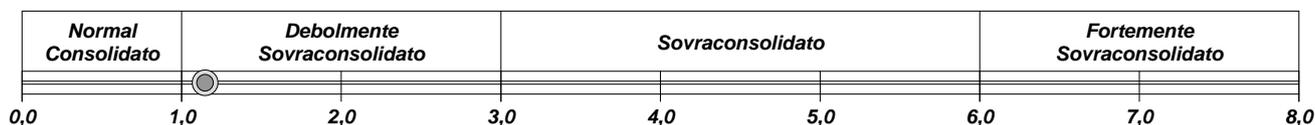


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 432,4kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 495,7kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 1,15



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00980	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 22,00-22,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 21,1 %

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 4,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00981 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18

Inizio analisi: 18/04/18

Apertura campione: 18/04/18

Fine analisi: 18/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 22,00-22,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,6 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00982	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 02/05/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 03/05/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 22,00-22,50	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,60**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,60**

Metodo: **A** **B**

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,2 °C

Dimensione massima delle particelle: 4,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00983	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 26/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 22,00-22,50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

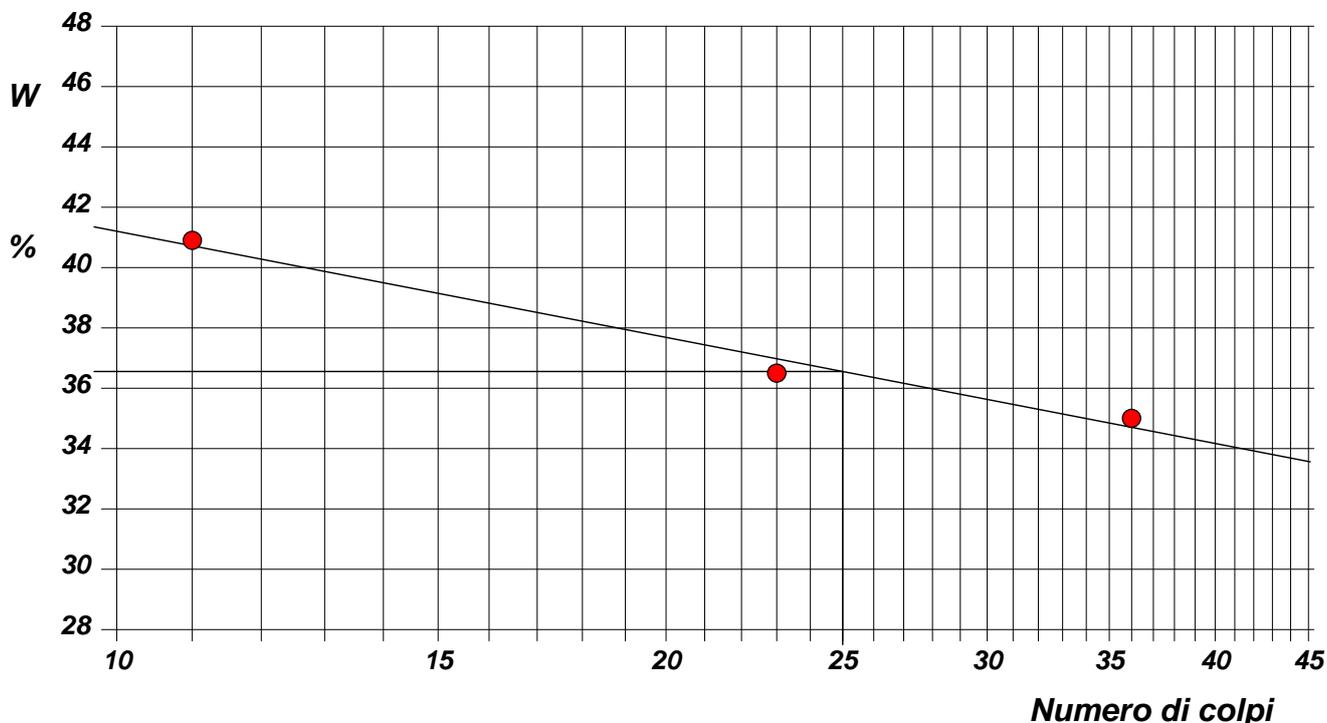
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	36,5 %
Limite di plasticità	22,5 %
Indice di plasticità	14,0 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	11	23	36		Umidità (%)	22,4	22,6
Umidità (%)	40,9	36,5	35,0		Umidità media	22,5	

Determinazione del Limite di liquidità



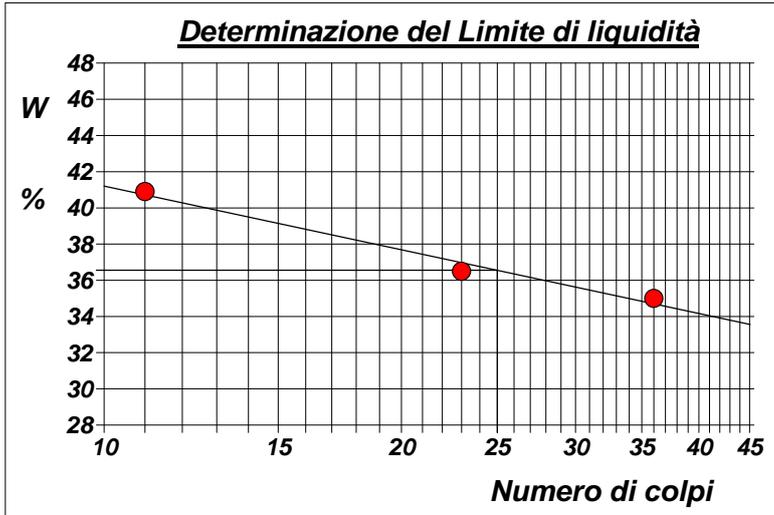
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00983	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 26/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 22,00-22,50

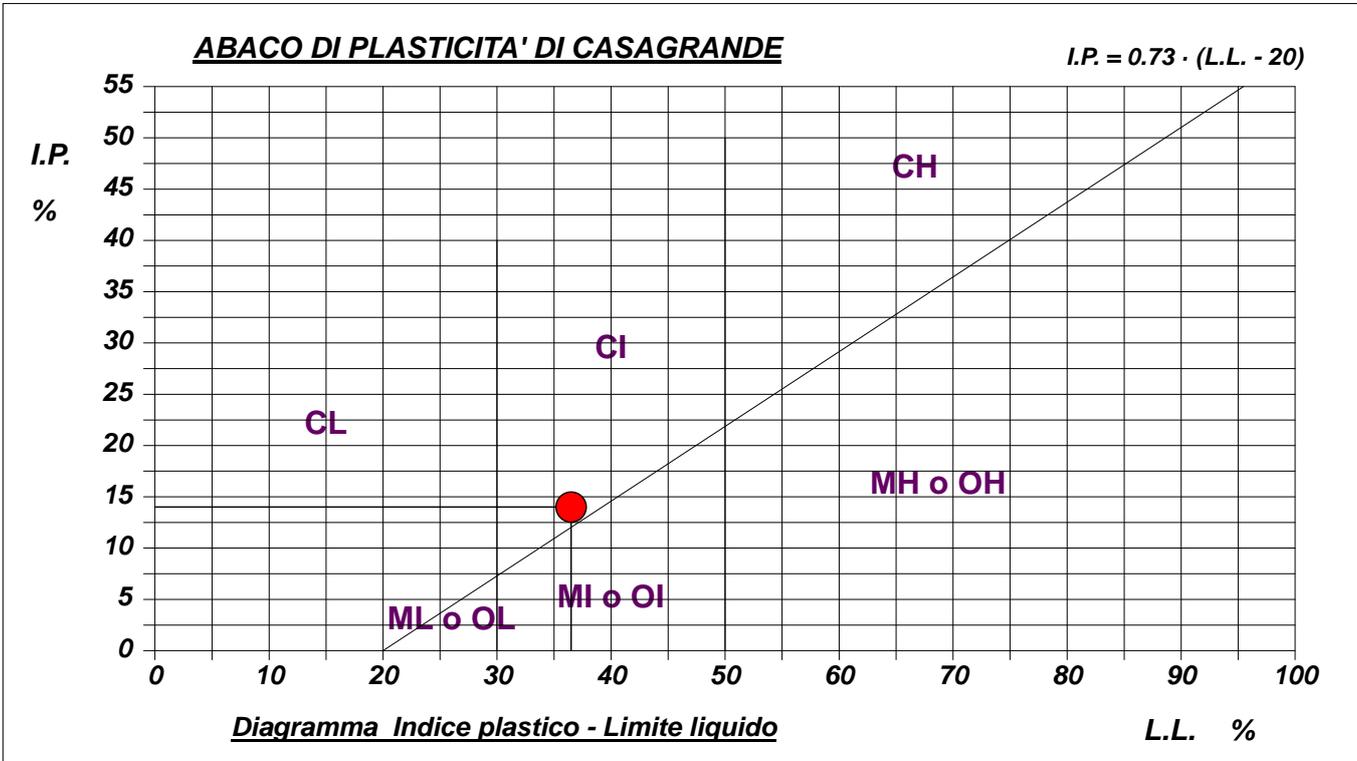
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	36,5	%
Limite di plasticità	22,5	%
Indice di plasticità	14,0	%
Indice di consistenza	1,10	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



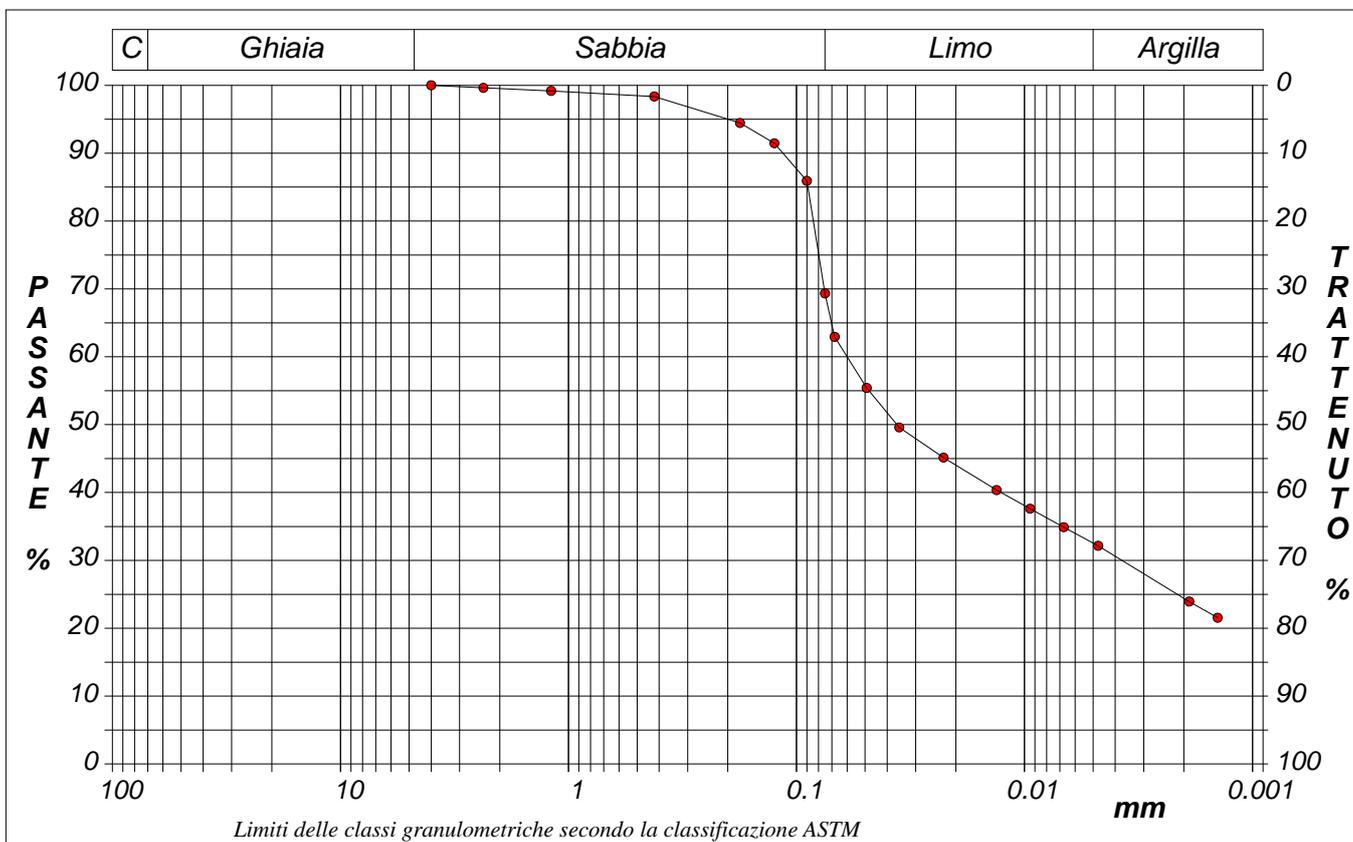
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00984	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 22,00-22,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,5 %	D10	--- mm
Sabbia	30,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98,1 %	D30	0,00373 mm
Limo	36,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	69,3 %	D50	0,03622 mm
Argilla	32,6 %			D60	0,05997 mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,11468 mm



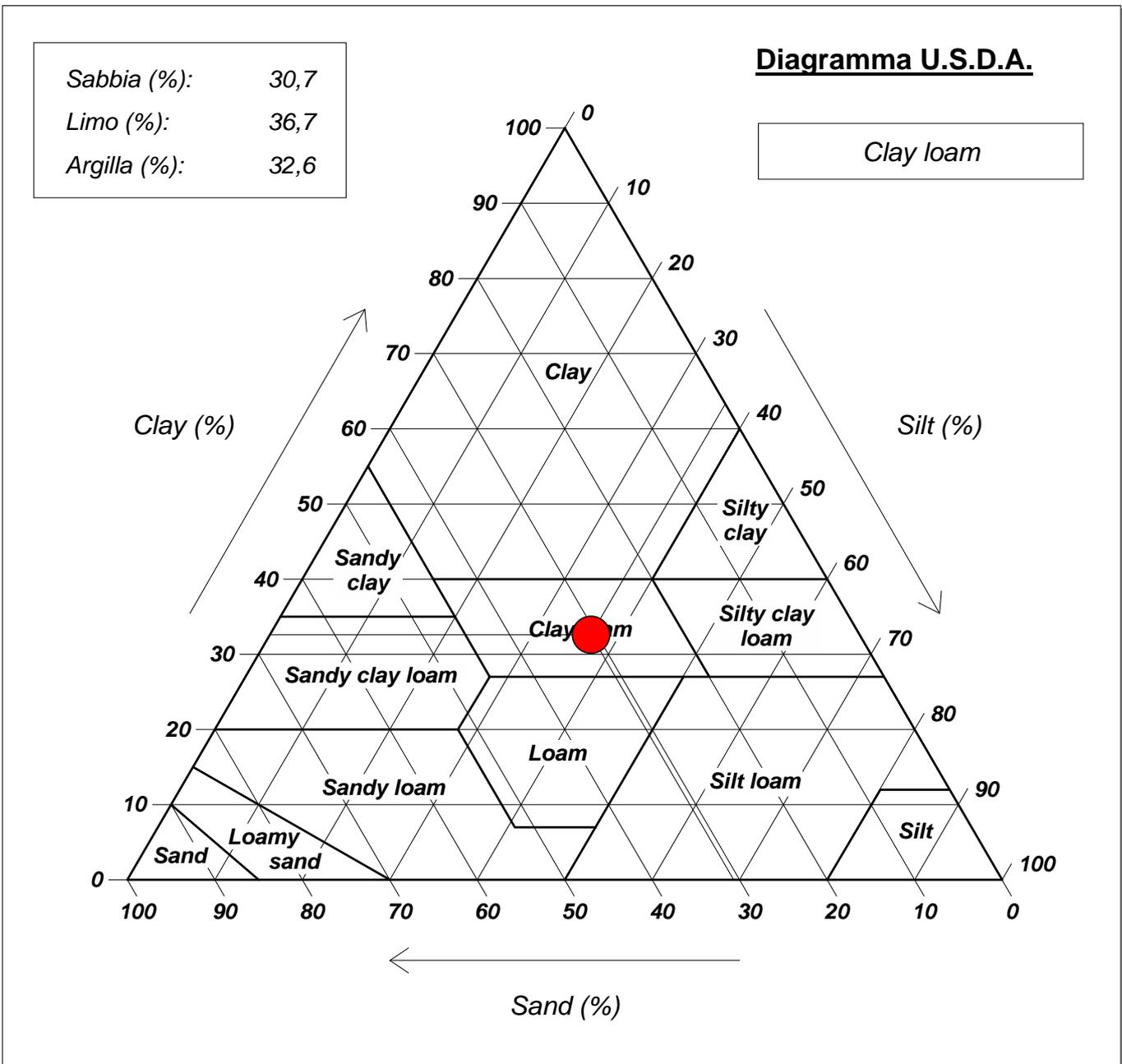
Diametro mm	Passante %								
4,0000	100,00	0,1250	91,45	0,0354	49,60	0,0047	32,15		
2,3600	99,62	0,0900	85,92	0,0227	45,15	0,0019	23,94		
1,1900	99,18	0,0750	69,33	0,0133	40,36	0,0014	21,55		
0,4200	98,36	0,0681	62,94	0,0094	37,63				
0,1770	94,46	0,0492	55,41	0,0067	34,89				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00984	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 22,00-22,50

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00985 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18 Inizio analisi: 18/04/18
Apertura campione: 18/04/18 Fine analisi: 02/05/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 22,00-22,50

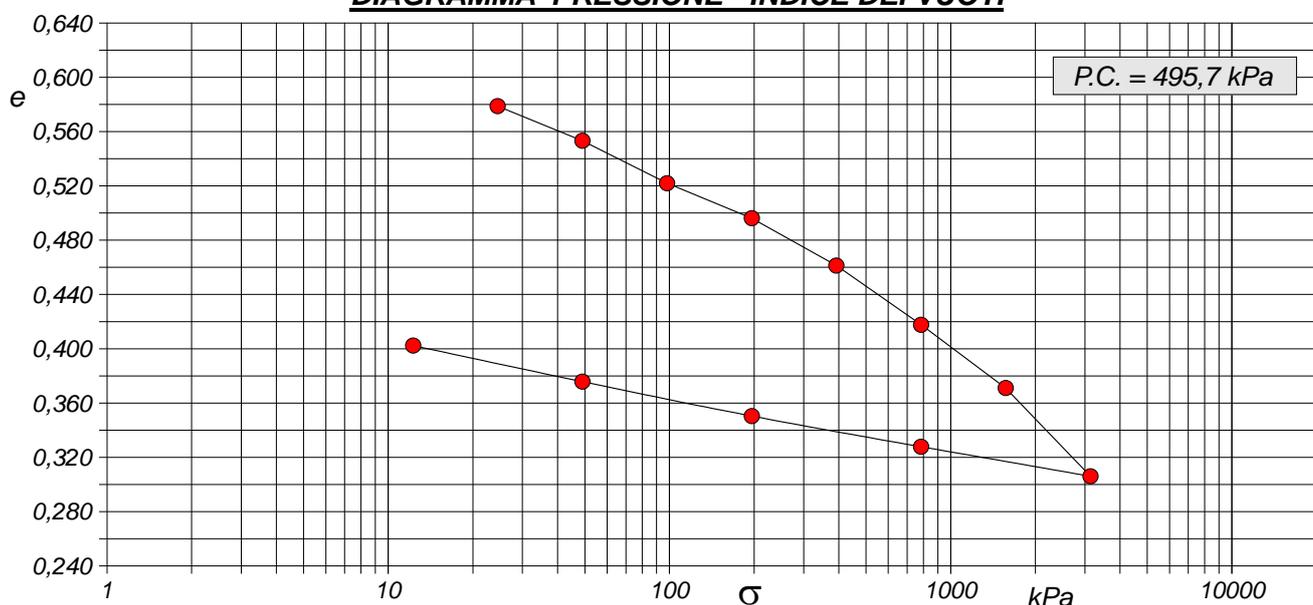
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

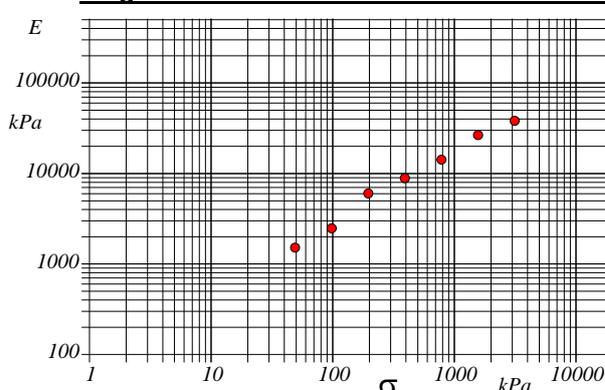
Peso di volume (kN/m ³)	19,62	Altezza provino (cm)	1,99	Indice dei vuoti	0,58
Umidità (%)	21,5	Volume provino (cm ³)	39,57	Porosità (%)	36,69
Peso specifico	2,60	Volume dei vuoti (cm ³)	14,52	Saturazione (%)	96,5

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,5	1,0	0,579				
49,0	33,1	0,553	0,085	1518		
98,1	72,4	0,522	0,104	2480	0,006367	2,52E-07
196,1	104,8	0,496	0,086	6017	0,005150	8,39E-08
392,3	148,7	0,461	0,116	8882	0,001526	1,69E-08
784,5	203,6	0,418	0,145	14204		
1569,0	262,3	0,371	0,155	26569		
3138,0	344,1	0,306	0,216	38132		
784,5	316,7	0,328				
196,1	288,3	0,350				
49,0	256,4	0,376				
12,3	223,0	0,402				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico

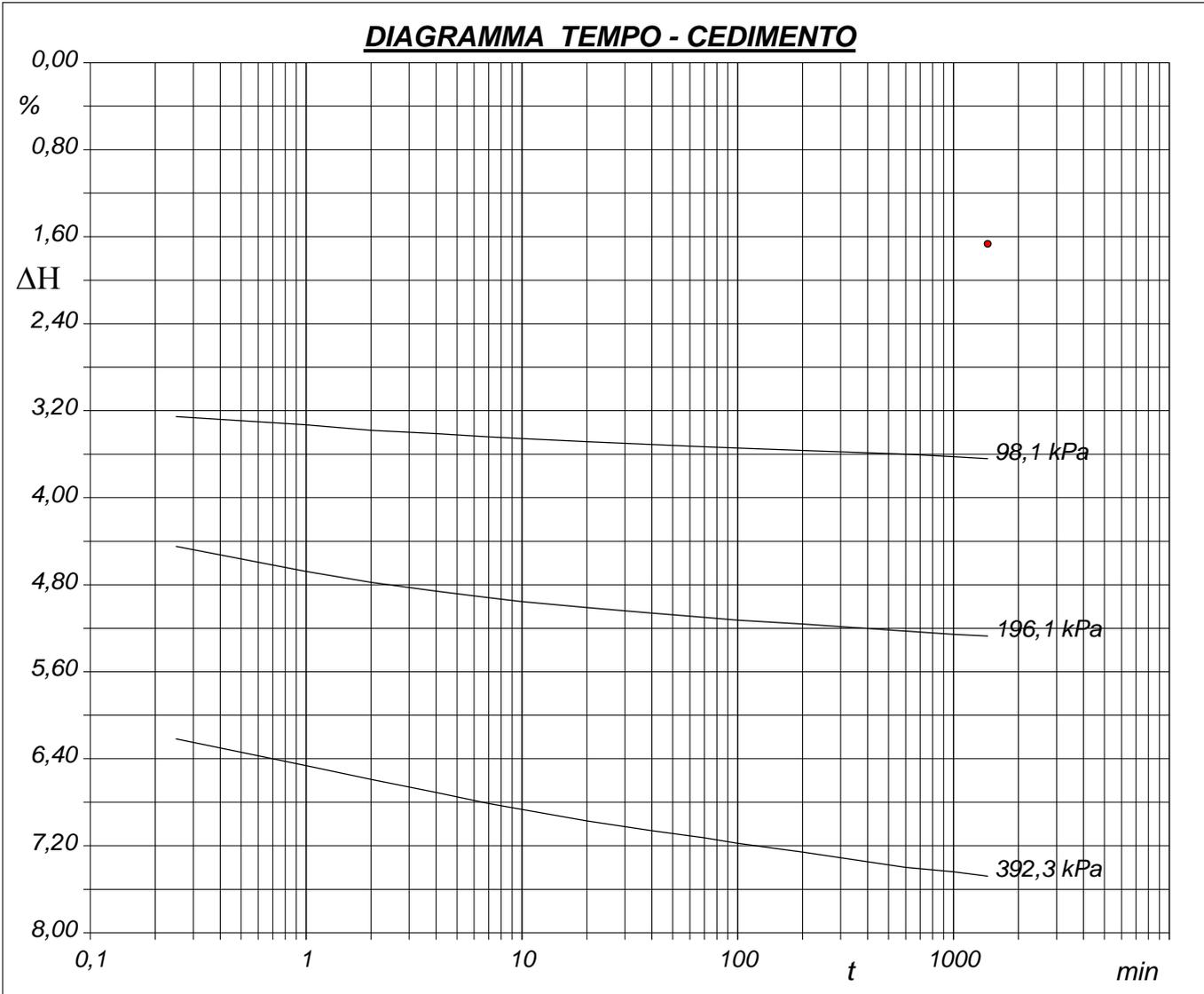


CERTIFICATO DI PROVA N°: 00985	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 02/05/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 22,00-22,50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00985 Pagina 3/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18 Inizio analisi: 18/04/18
Apertura campione: 18/04/18 Fine analisi: 02/05/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 22,00-22,50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	33,1	0,00	72,4	0,00	104,8		
0,25	64,7	0,25	88,4	0,25	123,6		
1,00	66,2	1,00	93,0	1,00	128,5		
2,00	67,2	2,00	95,0	2,00	131,0		
4,00	67,8	4,00	96,6	4,00	133,4		
7,00	68,4	7,00	97,8	7,00	135,4		
10,00	68,7	10,00	98,5	10,00	136,5		
20,00	69,3	20,00	99,6	20,00	138,6		
40,00	69,8	40,00	100,6	40,00	140,4		
70,00	70,2	70,00	101,4	70,00	141,7		
100,00	70,4	100,00	101,9	100,00	142,7		
200,00	70,9	200,00	102,6	200,00	144,3		
600,00	71,6	600,00	103,9	600,00	147,1		
1000,00	72,0	1000,00	104,5	1000,00	147,9		
1440,00	72,4	1440,00	104,8	1440,00	148,7		

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00986 Pagina 1/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18 Inizio analisi: 19/04/18
Apertura campione: 18/04/18 Fine analisi: 28/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 22,00-22,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	300,0	400,0	500,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	20,6 18,3	21,4 18,0	21,3 17,7
Peso di volume (kN/m³):	19,5	19,6	19,6
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

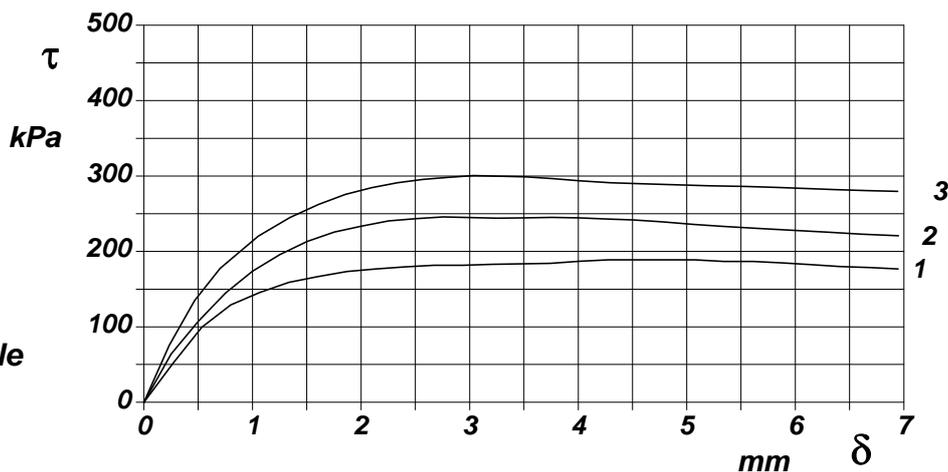
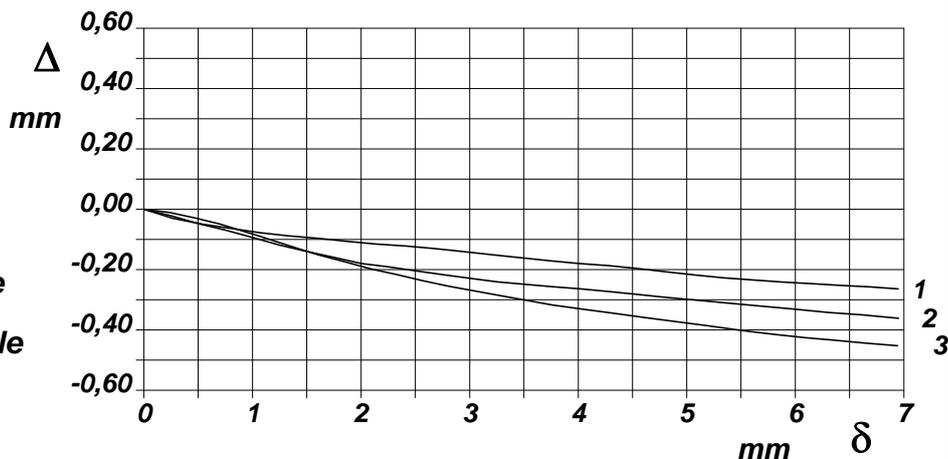


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00986 Pagina 3/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18 Inizio analisi: 19/04/18
Apertura campione: 18/04/18 Fine analisi: 28/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 22,00-22,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,873
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	9,5
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,042

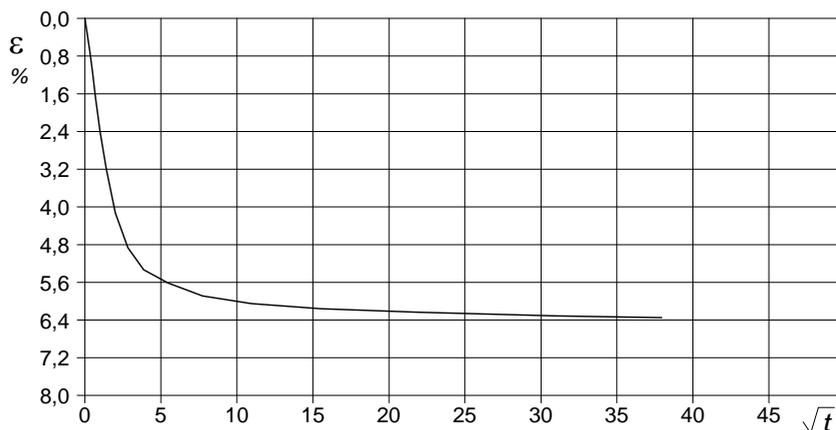


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	400
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,860
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	8,9
Df (mm)	3
Vs (mm/min)	0,034

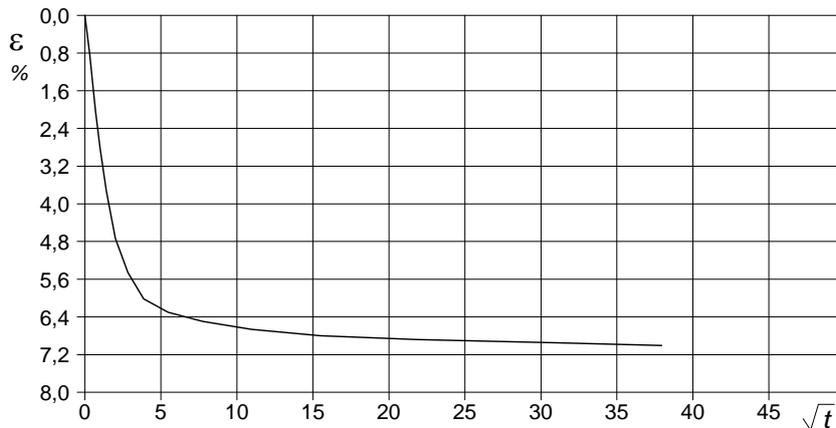
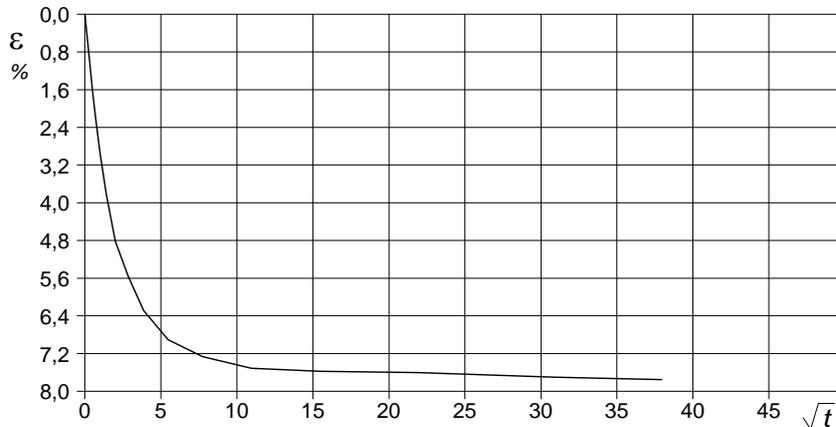


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	500
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,845
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	10,9
Df (mm)	3
Vs (mm/min)	0,028



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00987	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 23/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 22,00-22,50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	600	700	800
Massa (g)	173,52	173,88	173,62	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	300	400	500
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm ²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	17,5	12,6	14,3
Volume (cm ³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	325	340	363
Peso di volume (kN/m ³)	19,6	19,6	19,6	Pressione interstiziale (kPa)	499	529	548
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,2	16,2	16,1	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	462	570	682
Umidità (%)	21,0	20,8	21,4	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	162	170	182
Peso specifico	2,60	2,60	2,60				
Grado di saturazione (%)	94,9	95,0	96,0				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00987 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18 Inizio analisi: 23/04/18
Apertura campione: 18/04/18 Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T14

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 22,00-22,50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

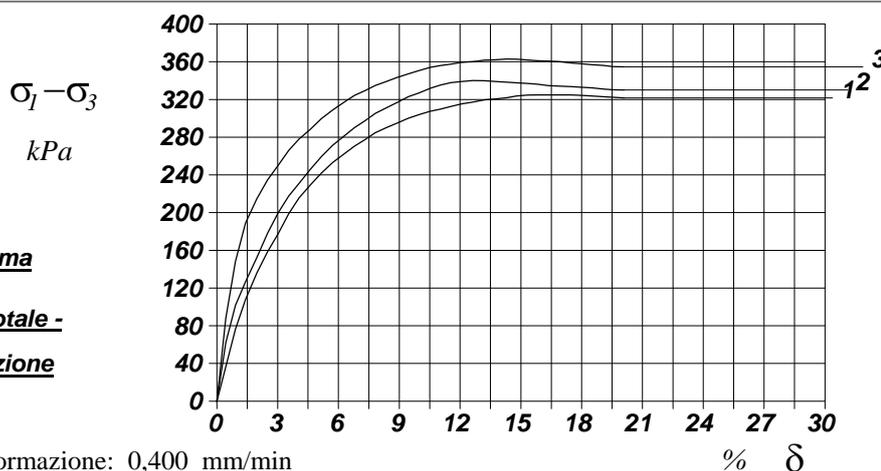
P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H ₀ cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S ₀ %	σ ₃ kPa	u ₀ kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	19,6	2,60	21,0	94,9	600	300	300	17,5	325	462	162
2	7,62	3,81	19,6	2,60	20,8	95,0	700	300	400	12,6	340	570	170
3	7,62	3,81	19,6	2,60	21,4	96,0	800	300	500	14,3	363	682	182

H₀ φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini

γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S₀ - Grado di saturazione iniziale

σ₃ - Pressione di cella
u₀ - Back pressure

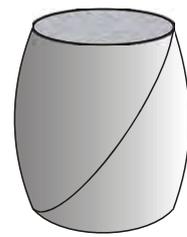
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali



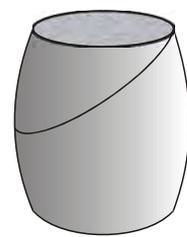
Tipo di rottura



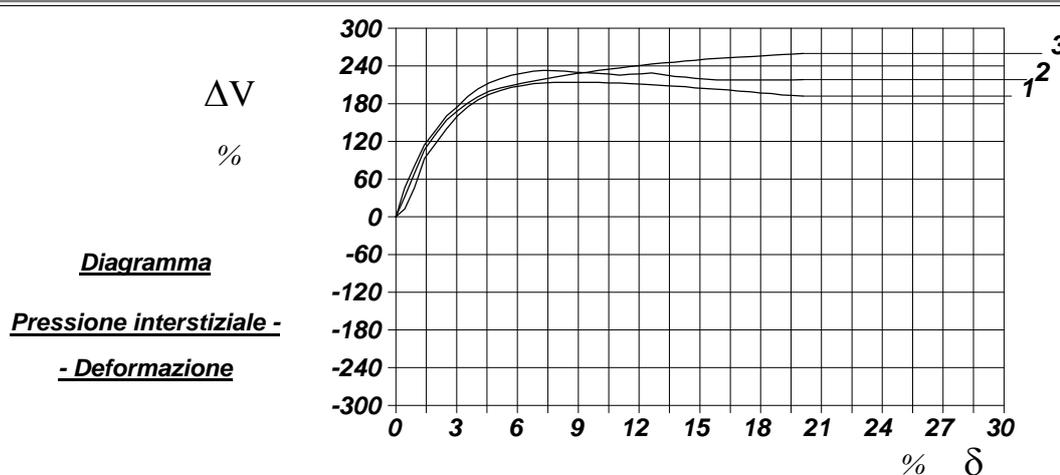
Provino 1



Provino 2



Provino 3



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00987	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 23/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T14	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 22,00-22,50	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,33	0,43	36,4	12,5	0,33	0,43	61,8	46,3	0,33	0,43	87,6	32,0
0,70	0,92	76,3	46,0	0,70	0,92	101,6	80,7	0,70	0,92	148,1	68,8
1,08	1,42	108,1	93,0	1,08	1,42	126,8	114,9	1,08	1,42	189,0	107,0
1,50	1,97	136,0	117,0	1,50	1,97	152,4	137,8	1,50	1,97	214,7	131,8
1,91	2,51	158,5	140,0	1,91	2,51	178,2	160,5	1,91	2,51	234,8	153,9
2,31	3,03	177,8	160,0	2,31	3,03	199,9	175,0	2,31	3,03	250,2	168,4
2,70	3,54	198,8	175,0	2,70	3,54	217,5	191,4	2,70	3,54	266,0	181,0
3,09	4,06	215,4	186,0	3,09	4,06	231,0	203,4	3,09	4,06	278,0	191,0
3,51	4,61	229,3	195,0	3,51	4,61	245,8	213,3	3,51	4,61	288,3	200,0
3,93	5,16	242,1	201,0	3,93	5,16	259,5	219,8	3,93	5,16	299,9	205,0
4,35	5,71	253,1	206,0	4,35	5,71	271,3	225,3	4,35	5,71	308,8	209,0
4,78	6,27	262,3	209,0	4,78	6,27	281,2	228,6	4,78	6,27	317,1	213,0
5,17	6,78	270,6	212,0	5,17	6,78	290,2	231,9	5,17	6,78	324,3	216,0
5,56	7,30	277,3	213,0	5,56	7,30	297,3	233,0	5,56	7,30	329,3	219,0
5,95	7,81	284,6	214,0	5,95	7,81	305,2	232,4	5,95	7,81	334,8	222,0
6,37	8,36	290,2	214,0	6,37	8,36	311,1	231,6	6,37	8,36	339,0	225,0
6,77	8,88	294,9	214,0	6,77	8,88	316,7	229,9	6,77	8,88	343,2	228,0
7,20	9,45	300,2	214,0	7,20	9,45	323,0	229,1	7,20	9,45	347,2	230,0
7,61	9,99	304,0	214,0	7,61	9,99	327,0	228,3	7,61	9,99	350,7	233,0
8,03	10,54	307,6	213,0	8,03	10,54	332,0	227,2	8,03	10,54	354,2	235,0
8,41	11,04	309,8	213,0	8,41	11,04	335,4	225,6	8,41	11,04	355,9	237,0
8,80	11,55	312,7	212,0	8,80	11,55	338,0	226,9	8,80	11,55	357,6	239,0
9,21	12,09	315,4	211,0	9,21	12,09	339,2	227,5	9,21	12,09	359,5	241,0
9,62	12,62	317,3	210,0	9,62	12,62	340,2	228,9	9,62	12,62	360,1	243,0
10,06	13,20	319,8	209,0	10,06	13,20	340,1	226,1	10,06	13,20	361,8	245,0
10,48	13,75	320,8	208,0	10,48	13,75	339,0	223,4	10,48	13,75	362,2	246,0
10,88	14,28	321,8	207,0	10,88	14,28	338,4	222,3	10,88	14,28	363,0	248,0
11,26	14,78	323,7	205,0	11,26	14,78	337,7	220,1	11,26	14,78	362,8	249,0
11,67	15,31	324,6	204,0	11,67	15,31	337,1	219,0	11,67	15,31	361,9	251,0
12,06	15,83	324,9	203,0	12,06	15,83	336,2	217,9	12,06	15,83	361,0	252,0
12,48	16,38	324,9	202,0	12,48	16,38	334,7	217,6	12,48	16,38	360,7	253,0
12,90	16,93	325,0	200,0	12,90	16,93	334,2	217,9	12,90	16,93	360,1	254,0
13,32	17,48	325,0	199,0	13,32	17,48	333,6	217,6	13,32	17,48	358,8	255,0
13,72	18,01	324,4	197,0	13,72	18,01	333,0	217,9	13,72	18,01	357,9	256,0
14,12	18,53	323,7	196,0	14,12	18,53	332,3	217,6	14,12	18,53	356,8	257,0
14,51	19,04	323,1	194,0	14,51	19,04	331,1	217,9	14,51	19,04	356,3	258,0
14,92	19,58	322,4	193,0	14,92	19,58	330,3	217,7	14,92	19,58	354,9	259,0
15,31	20,09	321,7	192,0	15,31	20,09	330,1	218,2	15,31	20,09	354,7	260,0

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,00-4,55

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	18,6	%
Peso di volume	18,6	kN/m ³
Peso di volume secco	15,7	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,3	kN/m ³
Peso specifico	2,55	
Indice dei vuoti	0,595	
Porosità	37,3	%
Grado di saturazione	79,7	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	29,1	%
Limite di plasticità	20,1	%
Indice di plasticità	9,0	%
Indice di consistenza	1,17	
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	7,0	%
Sabbia	57,1	%
Limo	13,7	%
Argilla	22,2	%

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A4	I.G. = 0
------------------	----	----------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	20,4	kPa
Angolo di attrito interno:	28,7	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c _u)	124,5	kPa
-----------------------------	-------	-----

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,5 ÷ 49,0	3385	---	---
49,0 ÷ 98,1	3663	0,005069	1,36E-07
98,1 ÷ 196,1	5724	0,004555	7,80E-08
196,1 ÷ 392,3	9671	0,002424	2,46E-08
392,3 ÷ 784,5	18653	---	---
784,5 ÷ 1569,0	33275	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	61956	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

GR CF ED TD TX

cm

0

10

20

30

40

50

cm

55

Rp

kPa

330

340

360

VT

kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Sabbia (f) argillosa e limosa debolmente ghiaiosa (e), ad elementi arrotondati a forma discoidale (L_{max}= 2cm), di colore variabile dal marrone chiaro al marrone scuro, molto compatta e a struttura omogenea. Debolmente reagente all'HCl

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 10YR Dark Brown 3/3

Qualità del campione: Q5

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,00-4,55

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

Sabbia argillosa e limosa debolmente ghiaiosa

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

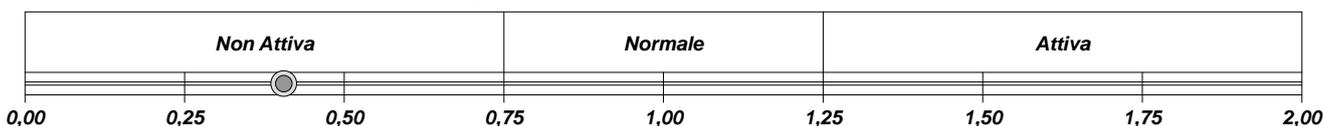
Abaco di plasticità di Casagrande

CL - Argille inorganiche a bassa compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,17$

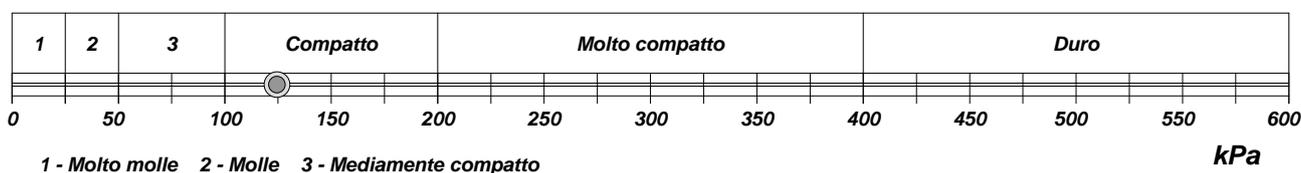


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,41



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 124 kPa

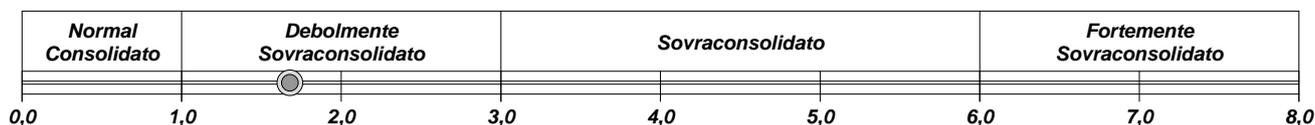


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 83,0kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 139,3kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 1,68



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00947	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 14/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,00-4,55	

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

$W_n = \text{contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure)} = 18,6 \%$

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 20,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00948 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 13/04/18

Apertura campione: 13/04/18

Fine analisi: 13/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,00-4,55

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 18,6 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00949	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 23/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,00-4,55	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,55**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,55**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,6 °C

Dimensione massima delle particelle: 20,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00950	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 26/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,00-4,55

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

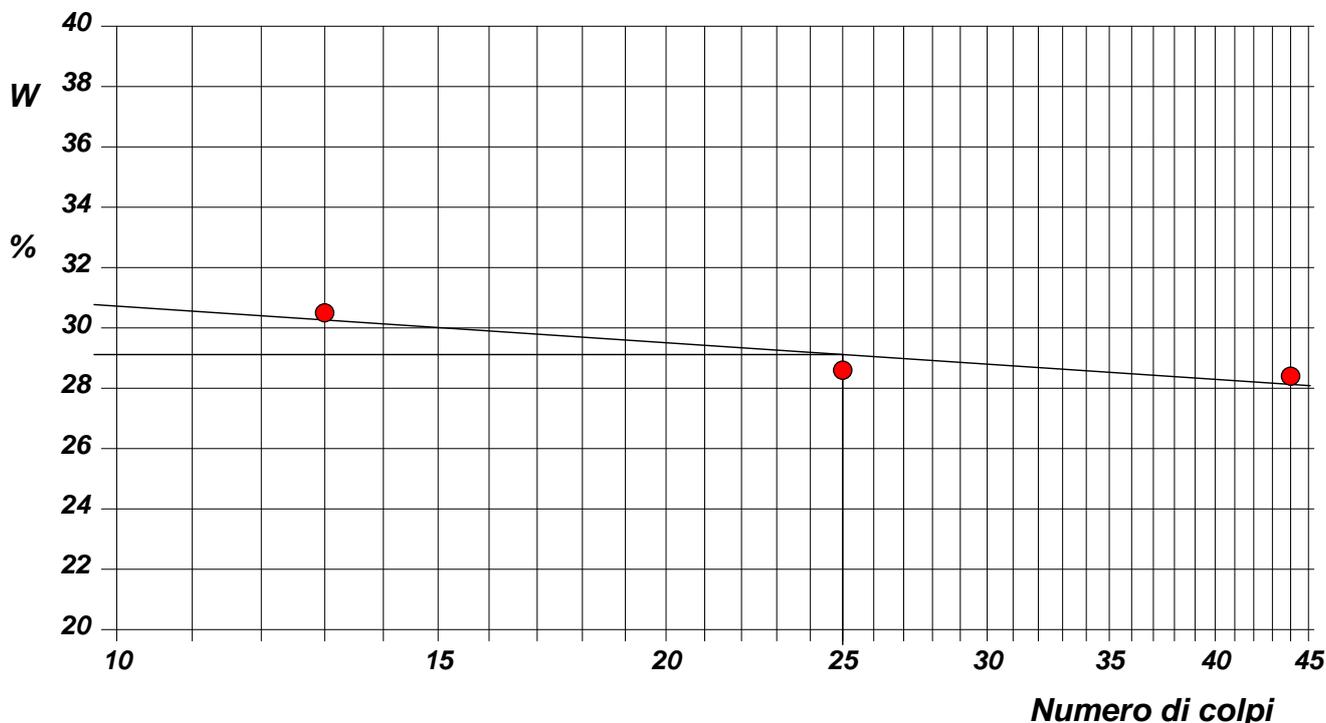
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	29,1 %
Limite di plasticità	20,1 %
Indice di plasticità	9,0 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	13	25	44		Umidità (%)	20,1	20,1
Umidità (%)	30,5	28,6	28,4		Umidità media	20,1	

Determinazione del Limite di liquidità



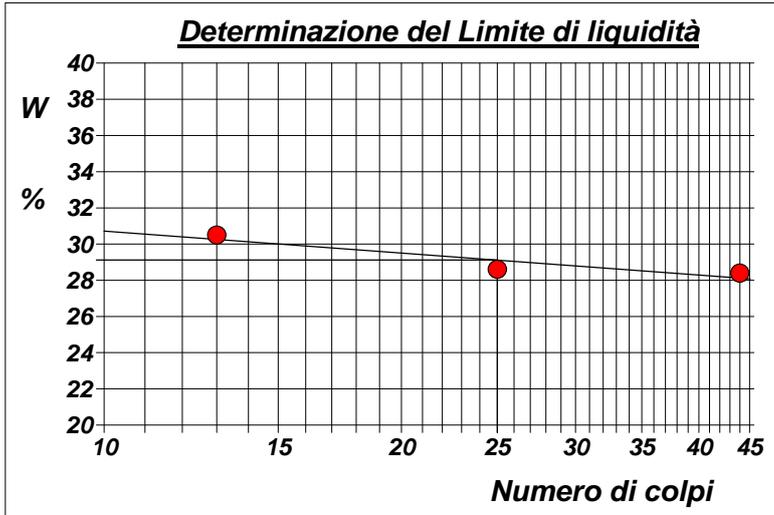
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00950	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 26/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,00-4,55

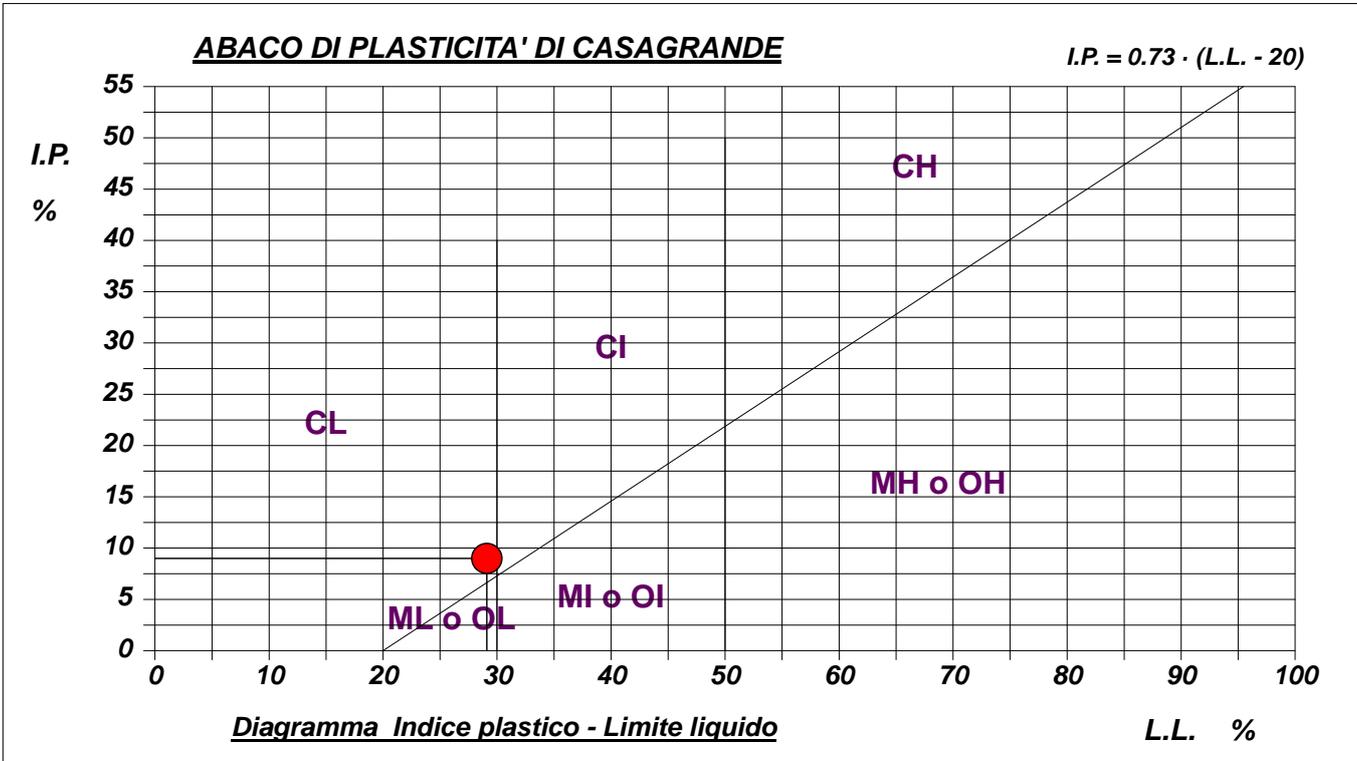
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	29,1	%
Limite di plasticità	20,1	%
Indice di plasticità	9,0	%
Indice di consistenza	1,17	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00951 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18

Inizio analisi: 13/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

Apertura campione: 13/04/18

Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

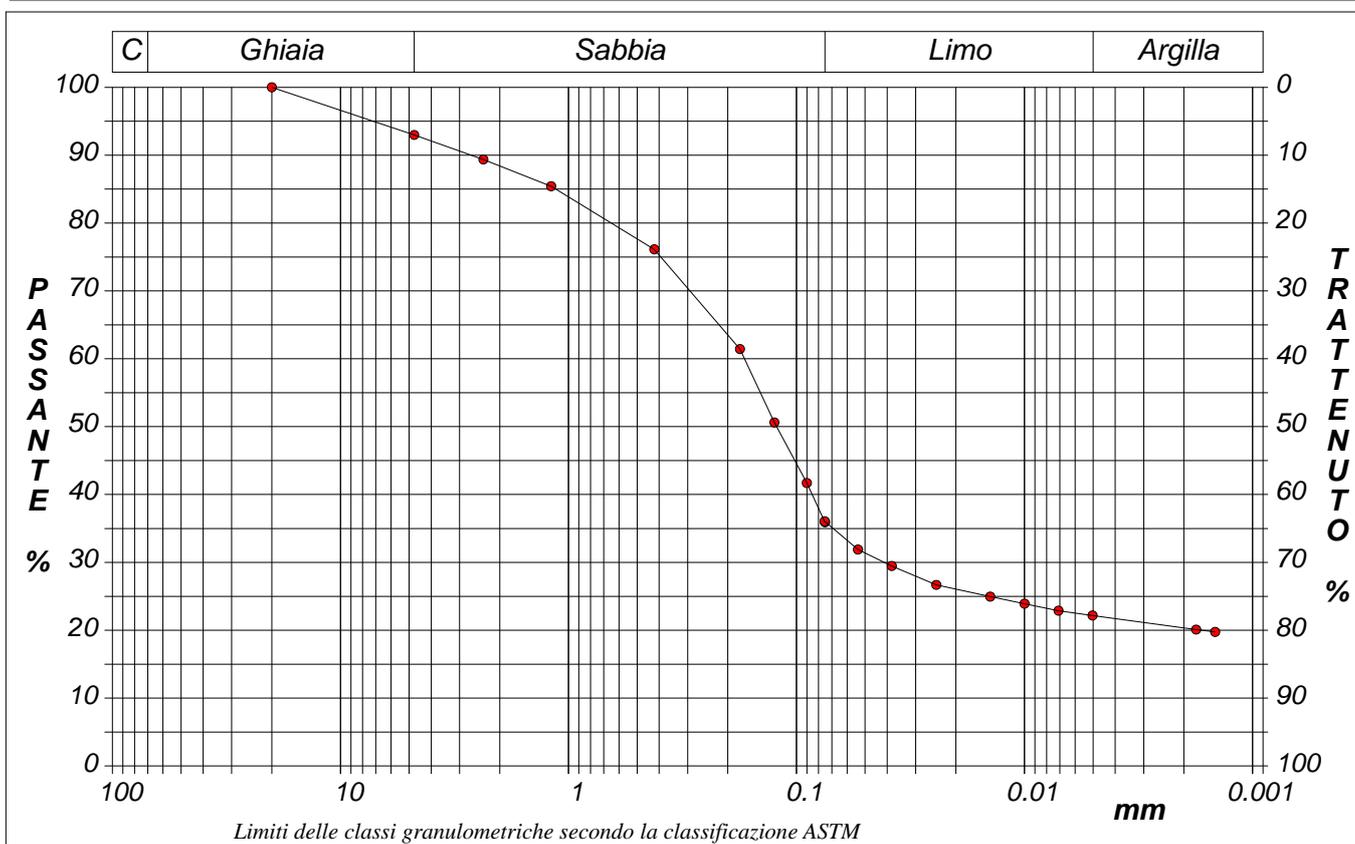
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,00-4,55

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	7,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	88,4 %	D10	---	mm		
Sabbia	57,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	75,3 %	D30	0,04124	mm		
Limo	13,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	35,9 %	D50	0,12222	mm		
Argilla	22,2 %			D60	0,16901	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	2,67247	mm



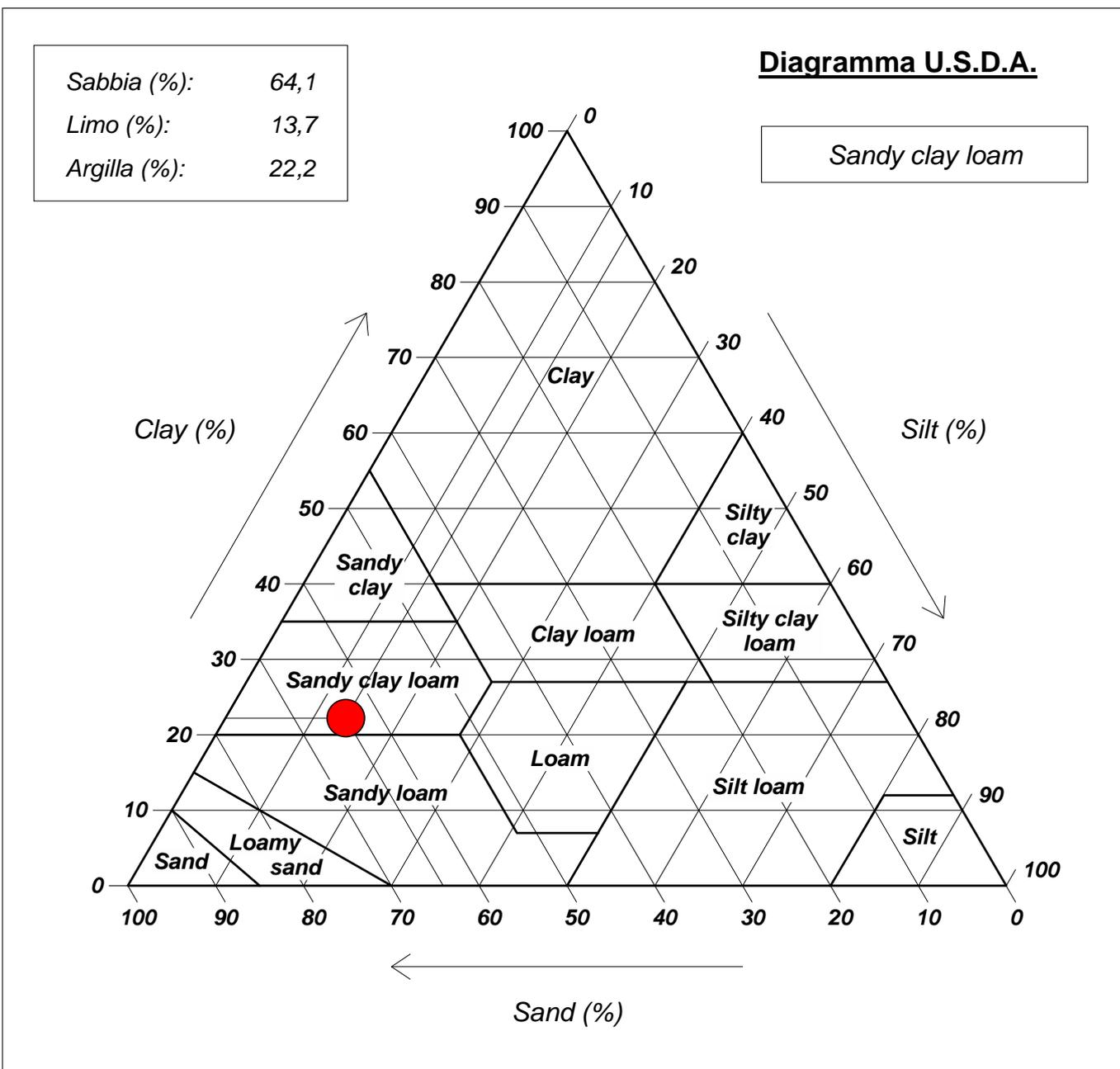
Diametro mm	Passante %								
20,0000	100,00	0,1770	61,44	0,0537	31,89	0,0071	22,87		
4,7500	92,98	0,1250	50,61	0,0382	29,46	0,0050	22,18		
2,3600	89,35	0,0900	41,69	0,0243	26,69	0,0018	20,10		
1,1900	85,41	0,0752	36,04	0,0141	24,95	0,0015	19,76		
0,4200	76,13	0,0750	35,90	0,0100	23,91				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00951	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,00-4,55

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00952 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 13/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4,00-4,55

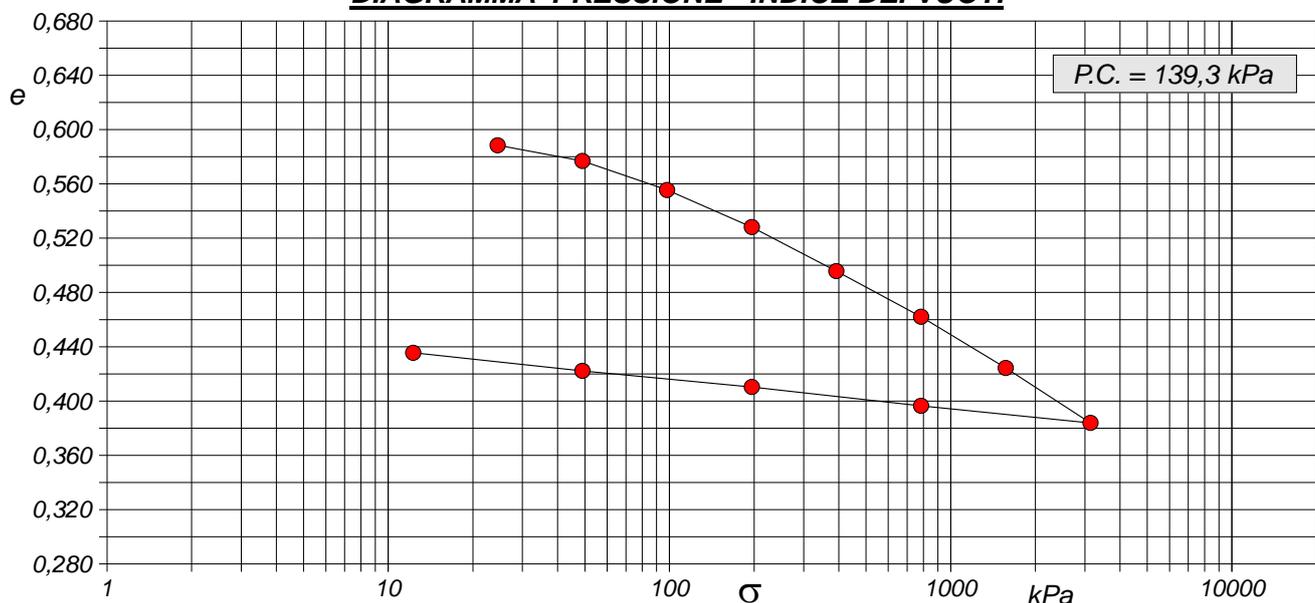
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

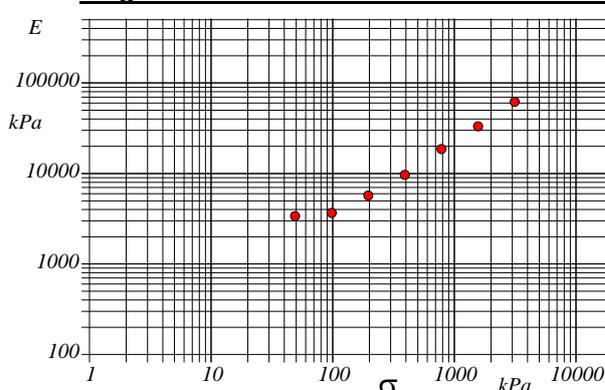
Peso di volume (kN/m ³)	18,56	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,60
Umidità (%)	18,6	Volume provino (cm ³)	40,00	Porosità (%)	37,43
Peso specifico	2,55	Volume dei vuoti (cm ³)	14,97	Saturazione (%)	79,2

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,5	12,2	0,588				
49,0	26,7	0,577	0,038	3385		
98,1	53,5	0,555	0,071	3663	0,005069	1,36E-07
196,1	87,8	0,528	0,091	5724	0,004555	7,80E-08
392,3	128,4	0,496	0,108	9671	0,002424	2,46E-08
784,5	170,5	0,462	0,112	18653		
1569,0	217,7	0,424	0,125	33275		
3138,0	268,4	0,384	0,134	61956		
784,5	252,7	0,396				
196,1	235,3	0,410				
49,0	220,4	0,422				
12,3	203,7	0,436				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico

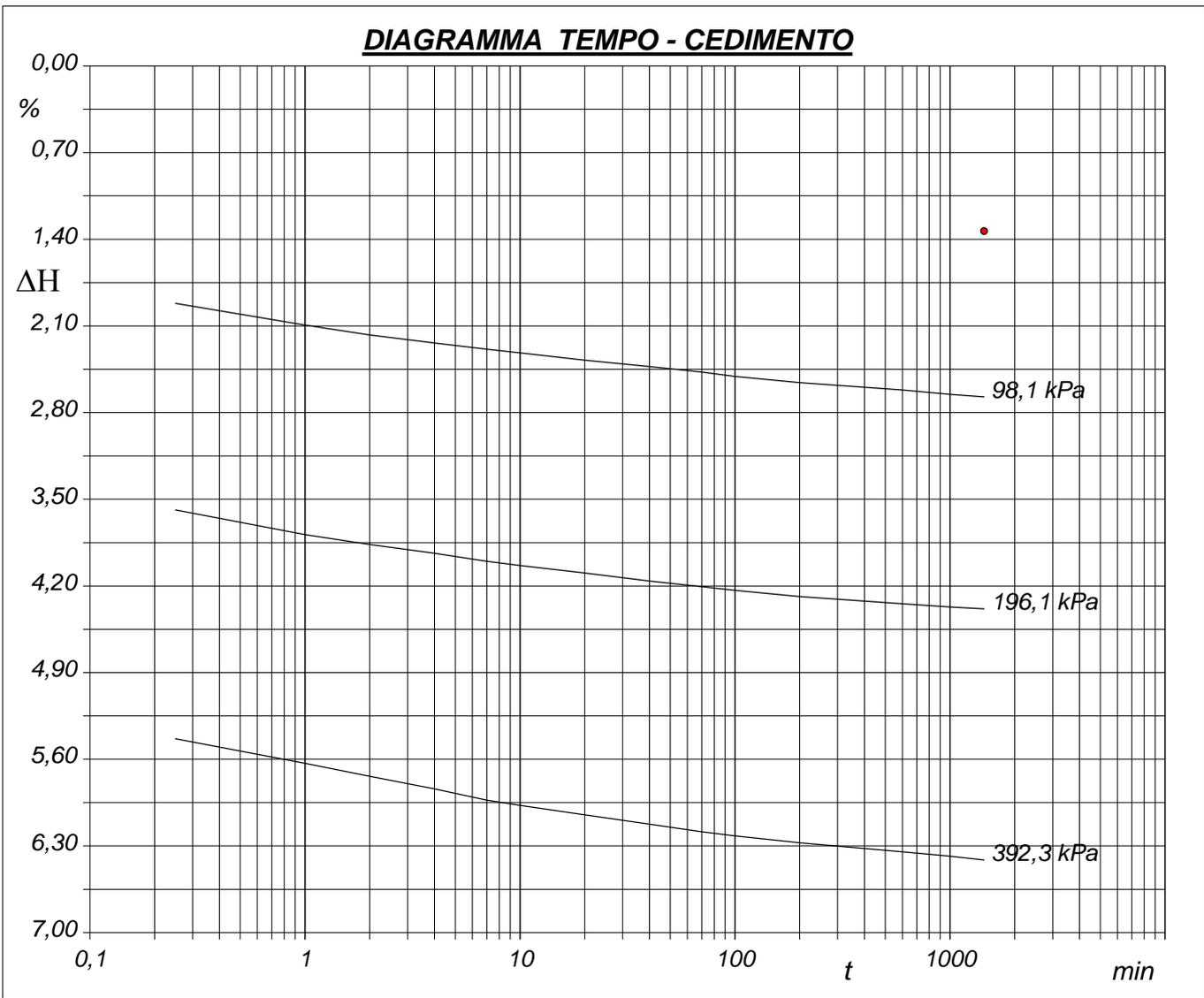


CERTIFICATO DI PROVA N°: 00952	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,00-4,55

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00953 Pagina 1/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 13/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,00-4,55

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	18,3 22,3	18,6 21,7	18,9 20,2
Peso di volume (kN/m³):	18,5	18,6	18,6
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

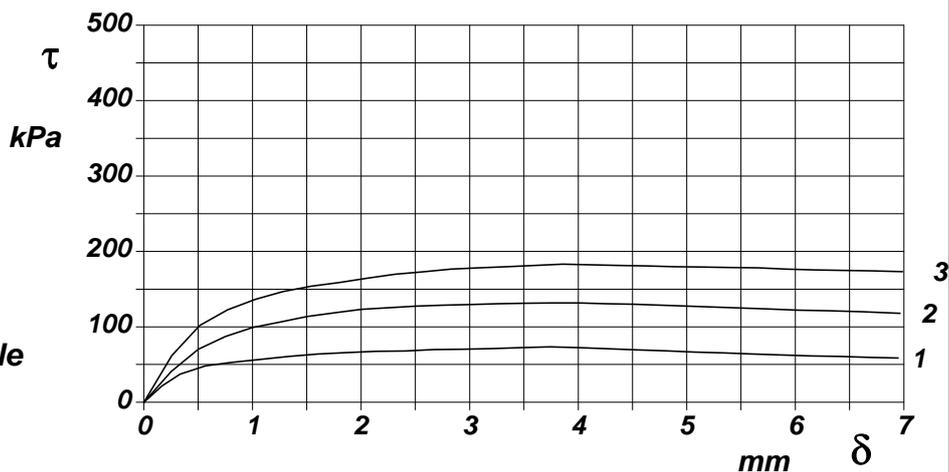
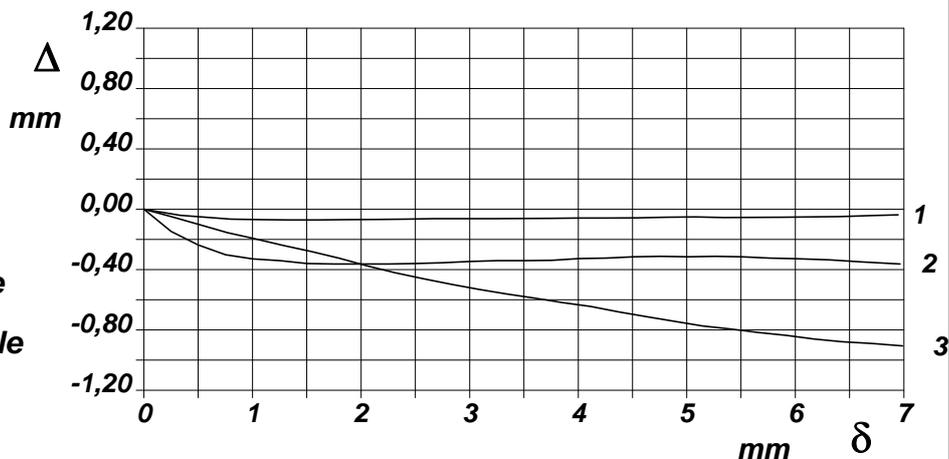


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00953 Pagina 3/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 13/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4,00-4,55

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,968
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	8,0
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,050

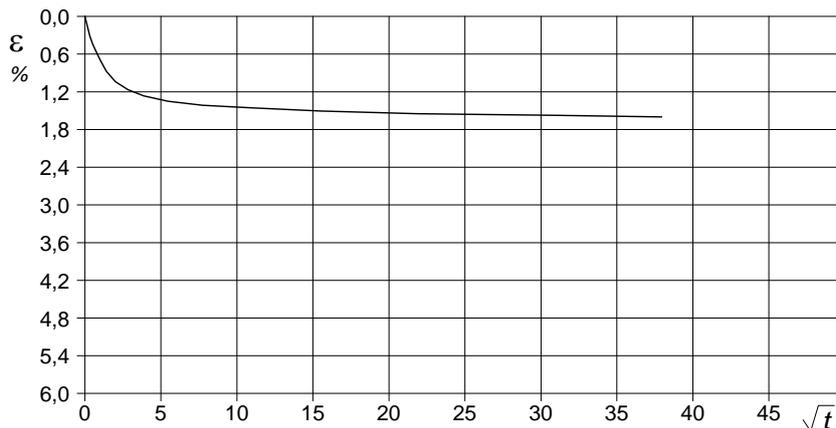


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,950
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	12,5
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,032

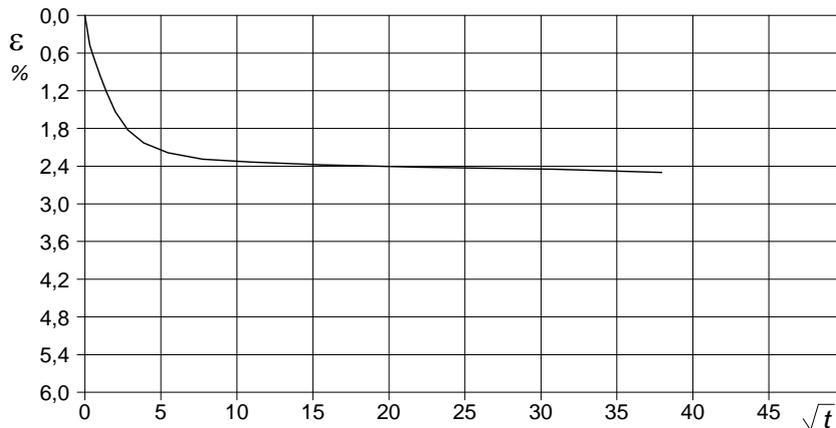
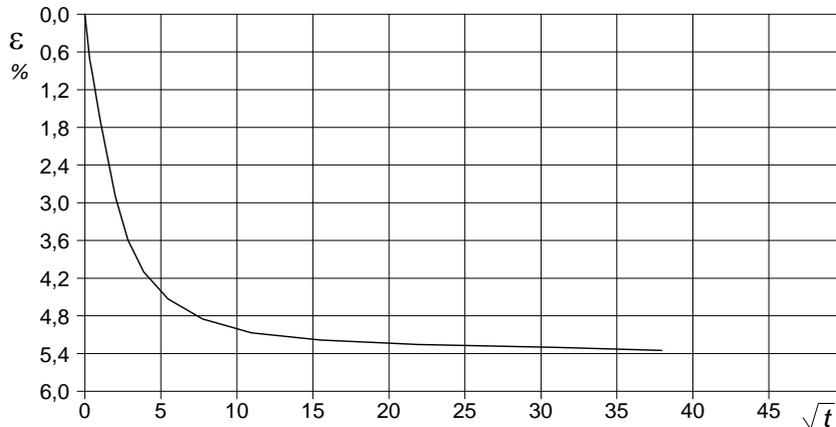


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,893
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	15,2
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,026



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00954	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 26/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,00-4,55

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	400	500	600
Massa (g)	164,71	164,30	165,05	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	100	200	300
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm ²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	13,6	16,3	15,2
Volume (cm ³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	235	252	260
Peso di volume (kN/m ³)	18,6	18,5	18,6	Pressione interstiziale (kPa)	346	399	506
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,9	16,9	17,1	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	217	326	430
Umidità (%)	18,6	18,8	18,1	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	117	126	130
Peso specifico	2,55	2,55	2,55				
Grado di saturazione (%)	99,3	100,0	100,0				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00954 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 26/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,00-4,55

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

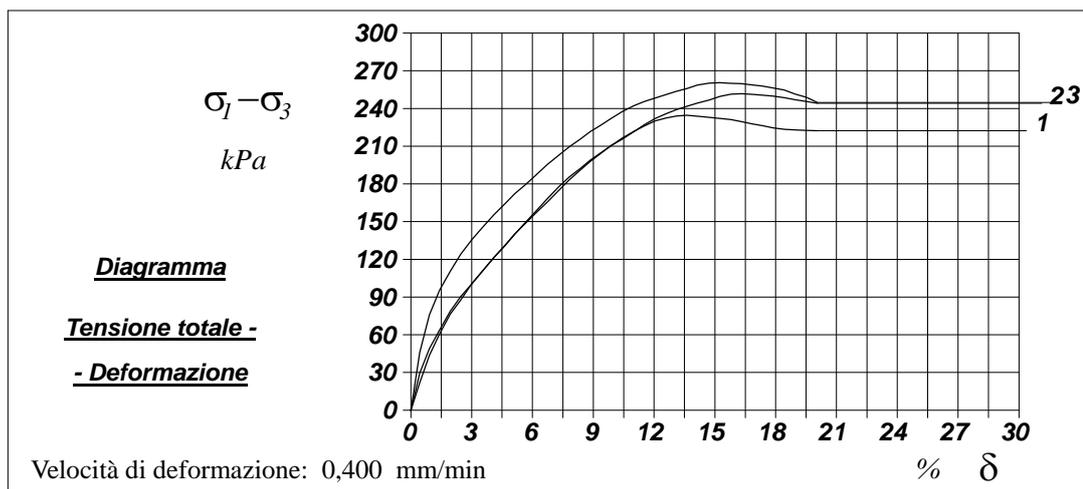
P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H ₀ cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S ₀ %	σ ₃ kPa	u ₀ kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	18,6	2,55	18,6	99,3	400	300	100	13,6	235	217	117
2	7,62	3,81	18,5	2,55	18,8	100,0	500	300	200	16,3	252	326	126
3	7,62	3,81	18,6	2,55	18,1	100,0	600	300	300	15,2	260	430	130

H₀ φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini

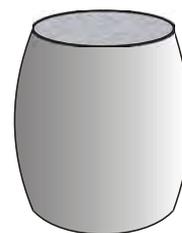
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S₀ - Grado di saturazione iniziale

σ₃ - Pressione di cella
u₀ - Back pressure

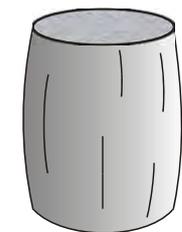
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali



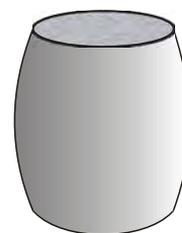
Tipo di rottura



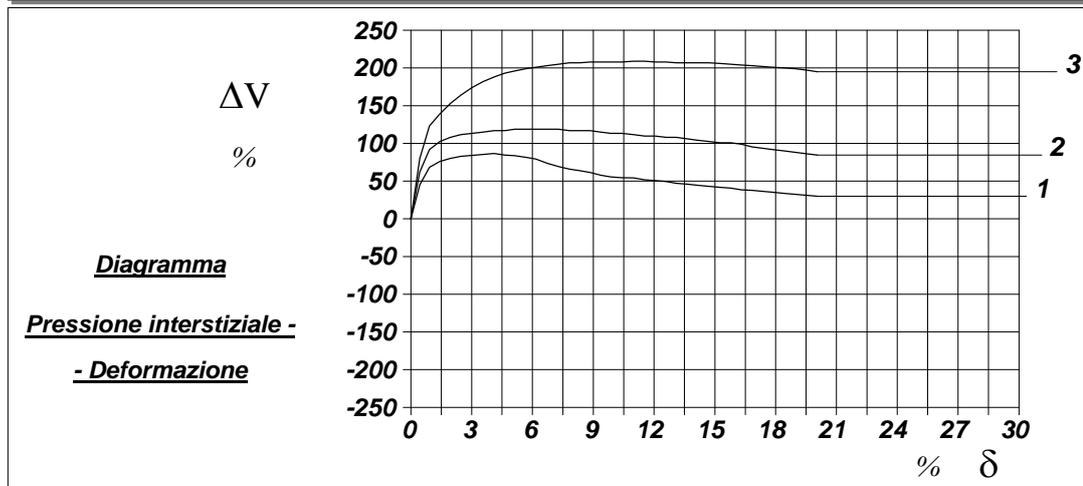
Provino 1



Provino 2



Provino 3



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00954	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 26/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4,00-4,55	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,33	0,43	22,0	44,9	0,33	0,43	29,4	62,2	0,33	0,43	46,1	79,7
0,70	0,92	43,7	68,1	0,70	0,92	49,0	91,7	0,70	0,92	76,0	123,0
1,09	1,43	61,1	76,1	1,09	1,43	64,2	102,5	1,09	1,43	95,9	139,0
1,48	1,94	76,5	80,1	1,48	1,94	78,8	107,9	1,48	1,94	110,5	153,0
1,88	2,47	87,7	82,7	1,88	2,47	90,4	111,5	1,88	2,47	124,2	164,0
2,30	3,02	100,9	84,1	2,30	3,02	100,7	113,3	2,30	3,02	135,8	174,0
2,72	3,57	111,4	85,4	2,72	3,57	111,4	115,1	2,72	3,57	146,2	182,0
3,13	4,11	121,5	86,7	3,13	4,11	121,5	116,9	3,13	4,11	155,7	188,0
3,53	4,63	130,7	84,5	3,53	4,63	130,9	116,9	3,53	4,63	164,0	193,0
3,91	5,13	140,1	83,7	3,91	5,13	140,3	118,7	3,91	5,13	172,3	196,0
4,32	5,67	149,7	81,5	4,32	5,67	148,9	118,7	4,32	5,67	179,6	199,0
4,70	6,17	158,3	79,3	4,70	6,17	156,9	118,7	4,70	6,17	187,0	201,0
5,12	6,72	168,0	73,8	5,12	6,72	165,3	118,7	5,12	6,72	195,2	203,0
5,55	7,28	177,5	69,4	5,55	7,28	174,6	118,7	5,55	7,28	202,6	205,0
5,96	7,82	185,5	65,9	5,96	7,82	183,3	116,9	5,96	7,82	209,6	207,0
6,36	8,35	192,1	63,7	6,36	8,35	190,9	116,9	6,36	8,35	215,4	207,0
6,74	8,85	198,8	61,5	6,74	8,85	197,9	116,9	6,74	8,85	221,6	208,0
7,13	9,36	204,6	58,0	7,13	9,36	204,2	115,1	7,13	9,36	226,6	208,0
7,52	9,87	210,3	55,6	7,52	9,87	210,4	113,3	7,52	9,87	232,0	208,0
7,94	10,42	216,3	54,5	7,94	10,42	215,5	113,3	7,94	10,42	237,4	208,0
8,37	10,98	221,7	54,2	8,37	10,98	221,4	111,5	8,37	10,98	242,1	209,0
8,79	11,54	226,2	51,8	8,79	11,54	227,3	109,7	8,79	11,54	245,7	209,0
9,19	12,06	230,1	50,7	9,19	12,06	232,2	109,7	9,19	12,06	248,3	208,0
9,60	12,60	232,5	49,4	9,60	12,60	235,9	107,9	9,60	12,60	251,2	208,0
9,98	13,10	234,1	47,2	9,98	13,10	239,1	107,9	9,98	13,10	253,7	207,0
10,37	13,61	234,6	45,8	10,37	13,61	241,8	106,1	10,37	13,61	255,9	207,0
10,77	14,13	233,9	44,5	10,77	14,13	244,3	104,3	10,77	14,13	258,6	207,0
11,21	14,71	233,0	43,2	11,21	14,71	246,7	102,5	11,21	14,71	260,2	207,0
11,62	15,25	232,2	41,8	11,62	15,25	249,6	100,7	11,62	15,25	260,5	206,0
12,03	15,79	231,2	40,7	12,03	15,79	251,5	100,7	12,03	15,79	260,1	205,0
12,43	16,31	229,6	38,3	12,43	16,31	251,9	98,9	12,43	16,31	259,8	204,0
12,83	16,84	227,8	37,8	12,83	16,84	251,3	95,3	12,83	16,84	258,8	203,0
13,21	17,34	226,5	36,5	13,21	17,34	250,7	93,5	13,21	17,34	257,9	202,0
13,62	17,87	224,7	35,2	13,62	17,87	249,8	91,7	13,62	17,87	256,4	201,0
14,04	18,43	223,5	33,8	14,04	18,43	248,6	89,9	14,04	18,43	254,7	200,0
14,46	18,98	222,9	32,5	14,46	18,98	247,0	88,1	14,46	18,98	251,4	199,0
14,88	19,53	222,6	31,2	14,88	19,53	245,6	86,3	14,88	19,53	248,9	197,0
15,28	20,05	222,3	29,8	15,28	20,05	244,1	84,5	15,28	20,05	244,8	195,0

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 10,00-10,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21,5	%
Peso di volume	19,6	kN/m ³
Peso di volume secco	16,1	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,7	kN/m ³
Peso specifico	2,58	
Indice dei vuoti	0,569	
Porosità	36,3	%
Grado di saturazione	97,7	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	35,5	%
Limite di plasticità	20,9	%
Indice di plasticità	14,6	%
Indice di consistenza	0,96	
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	23,7	%
Limo	48,2	%
Argilla	28,1	%

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A6	I.G. = 10
------------------	----	-----------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	16,7	kPa
Angolo di attrito interno:	27,0	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c _u)	106,7	kPa
-----------------------------	-------	-----

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0 ÷ 98,1	4953	0,005701	1,13E-07
98,1 ÷ 196,1	5907	0,004406	7,31E-08
196,1 ÷ 392,3	8756	0,003668	4,11E-08
392,3 ÷ 784,5	14972	---	---
784,5 ÷ 1569,0	25389	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	41345	---	---
3138,0 ÷ 6276,1	76074	---	---

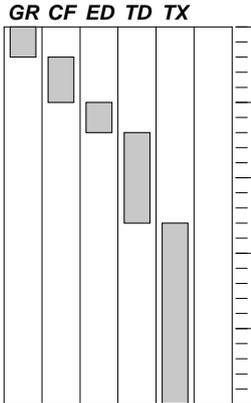
FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

GR CF ED TD TX

cm



Rp

kPa

VT

kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Limo sabbioso (f) con argilla, di colore avana-verde oliva, molto compatto e a struttura omogenea. Reagente all'HCl

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 2.5Y Olive Yellow 6/6

Qualità del campione: Q5

163-18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16 **CAMPIONE:** C2 **PROFONDITA':** m 10,00-10,50

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

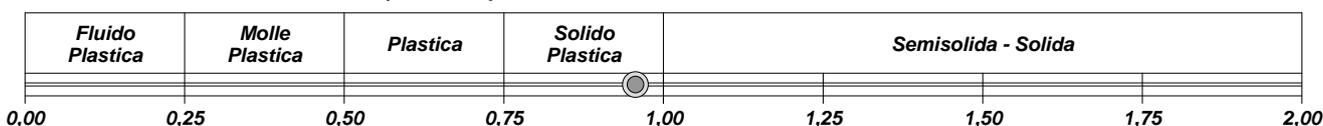
Classifica A.G.I. **Limo sabbioso con argilla**

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

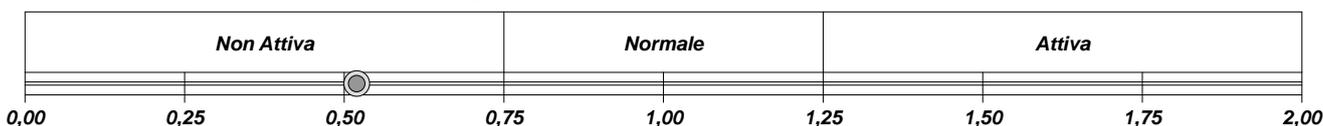
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0,96$

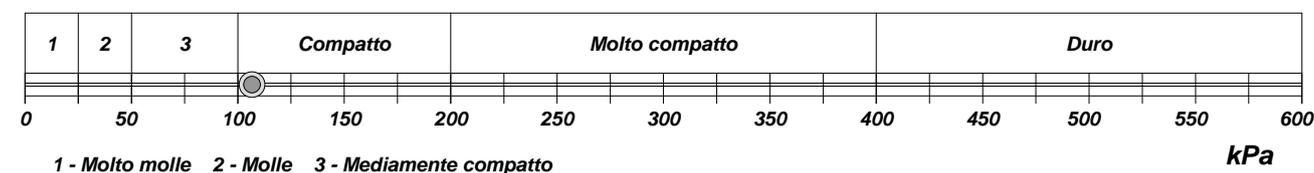


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,52



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 107 kPa

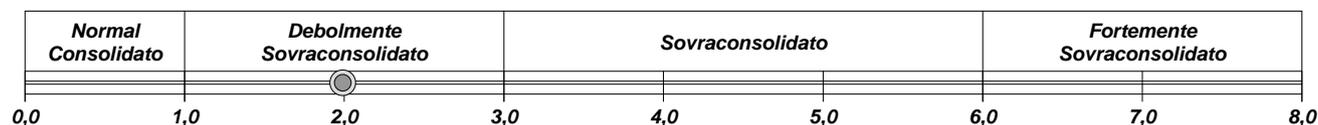


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 202,2kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 402,4kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 1,99



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00955 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 13/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 14/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 10,00-10,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 21,5 %

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 1,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00956 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18	Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 13/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 10,00-10,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,6 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00957	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 23/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 10,00-10,50	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,58**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,58**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,3 °C

Dimensione massima delle particelle: 1,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00958	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 26/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 10,00-10,50	

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

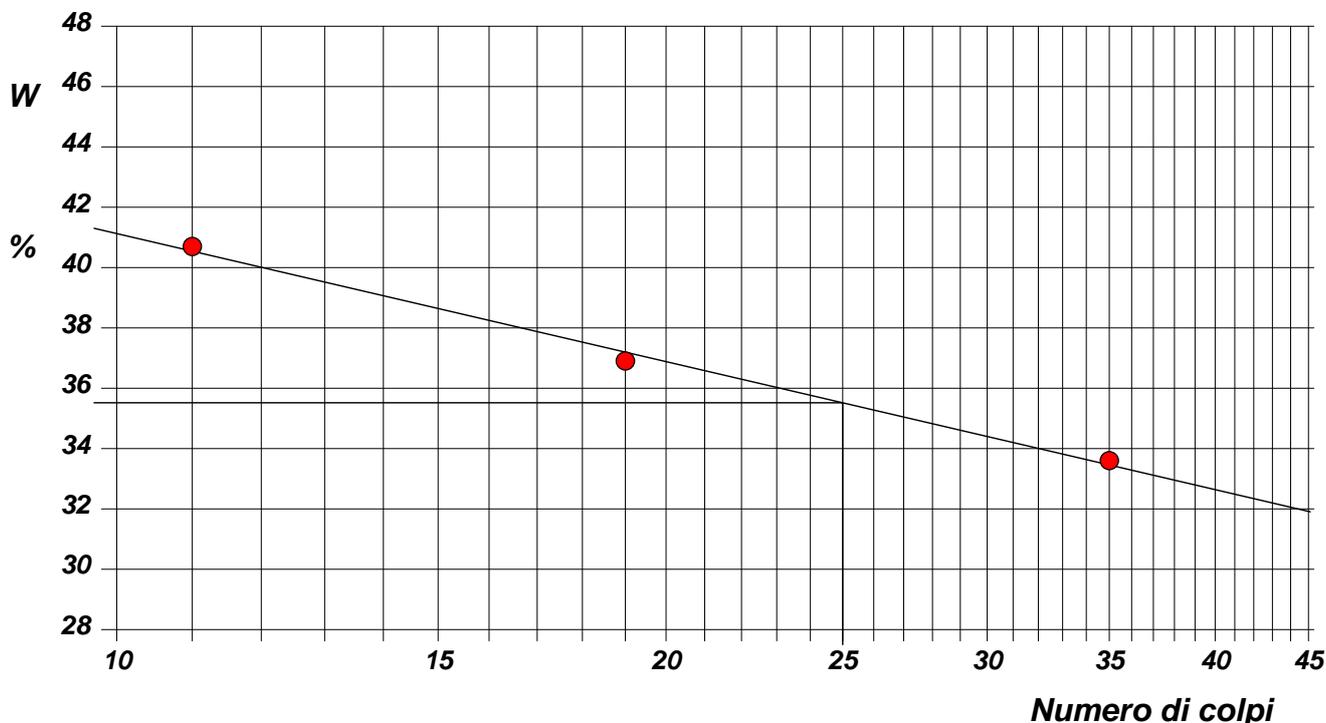
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	35,5 %
Limite di plasticità	20,9 %
Indice di plasticità	14,6 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	11	19	35		Umidità (%)	20,7	21,0
Umidità (%)	40,7	36,9	33,6		Umidità media	20,9	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00958 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 26/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

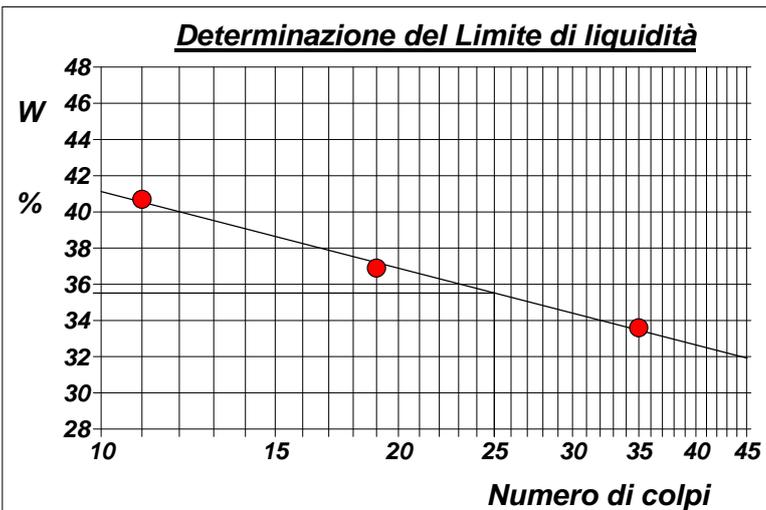
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 10,00-10,50

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

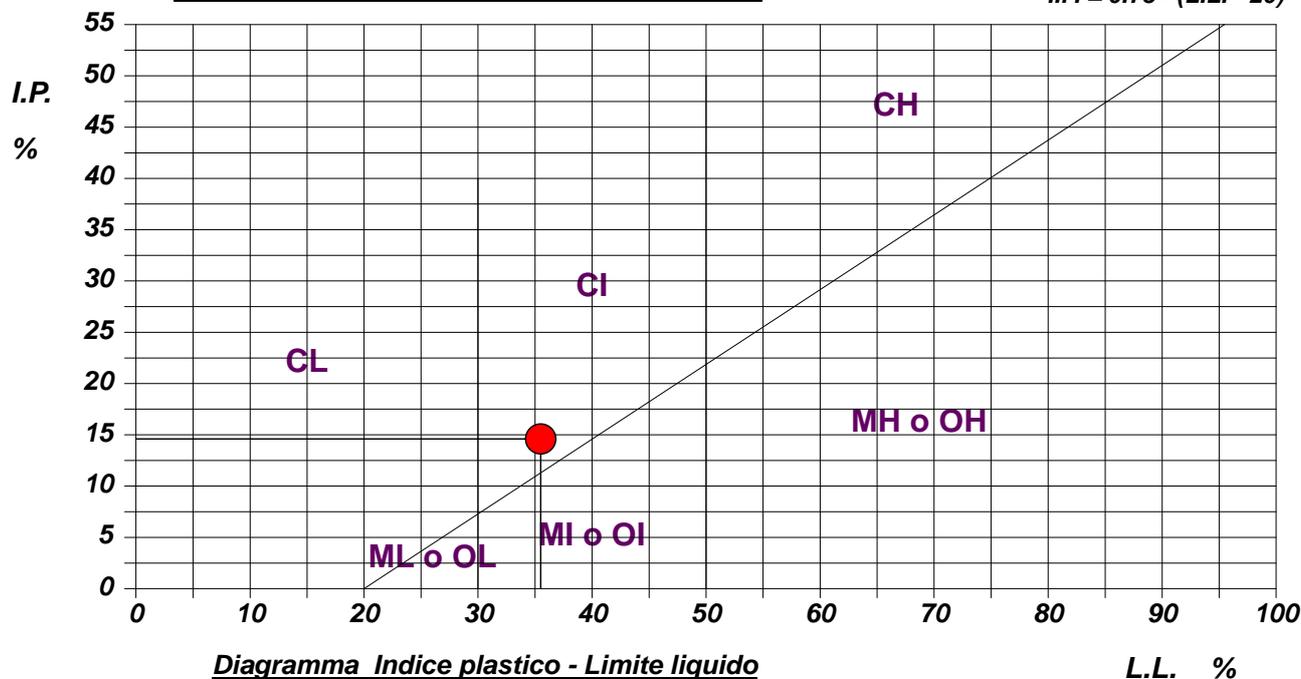
Limite di liquidità	35,5	%
Limite di plasticità	20,9	%
Indice di plasticità	14,6	%
Indice di consistenza	0,96	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



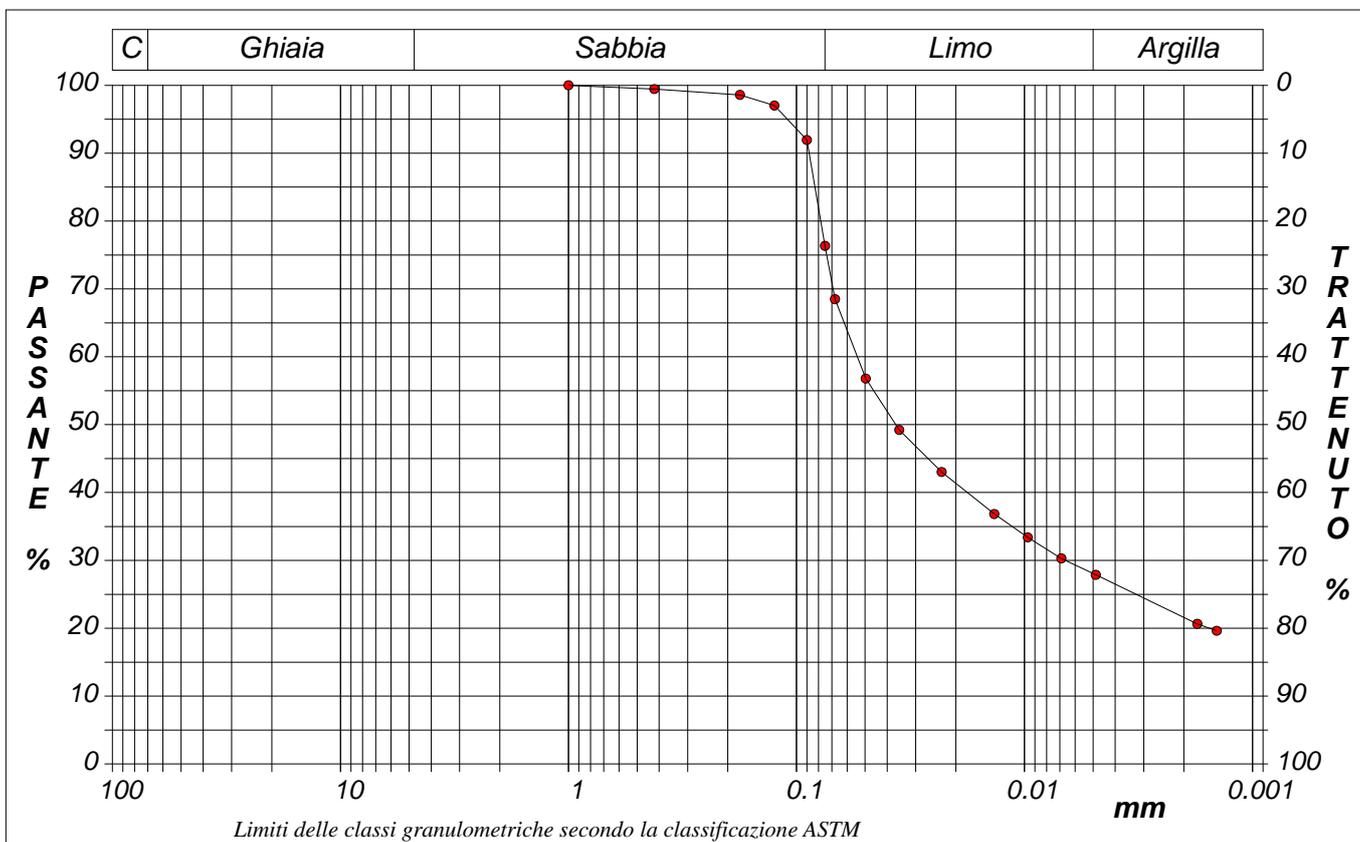
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00959	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 10,00-10,50	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	23,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,4 %	D30	0,00661	mm
Limo	48,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	76,3 %	D50	0,03669	mm
Argilla	28,1 %			D60	0,05408	mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,08797	mm



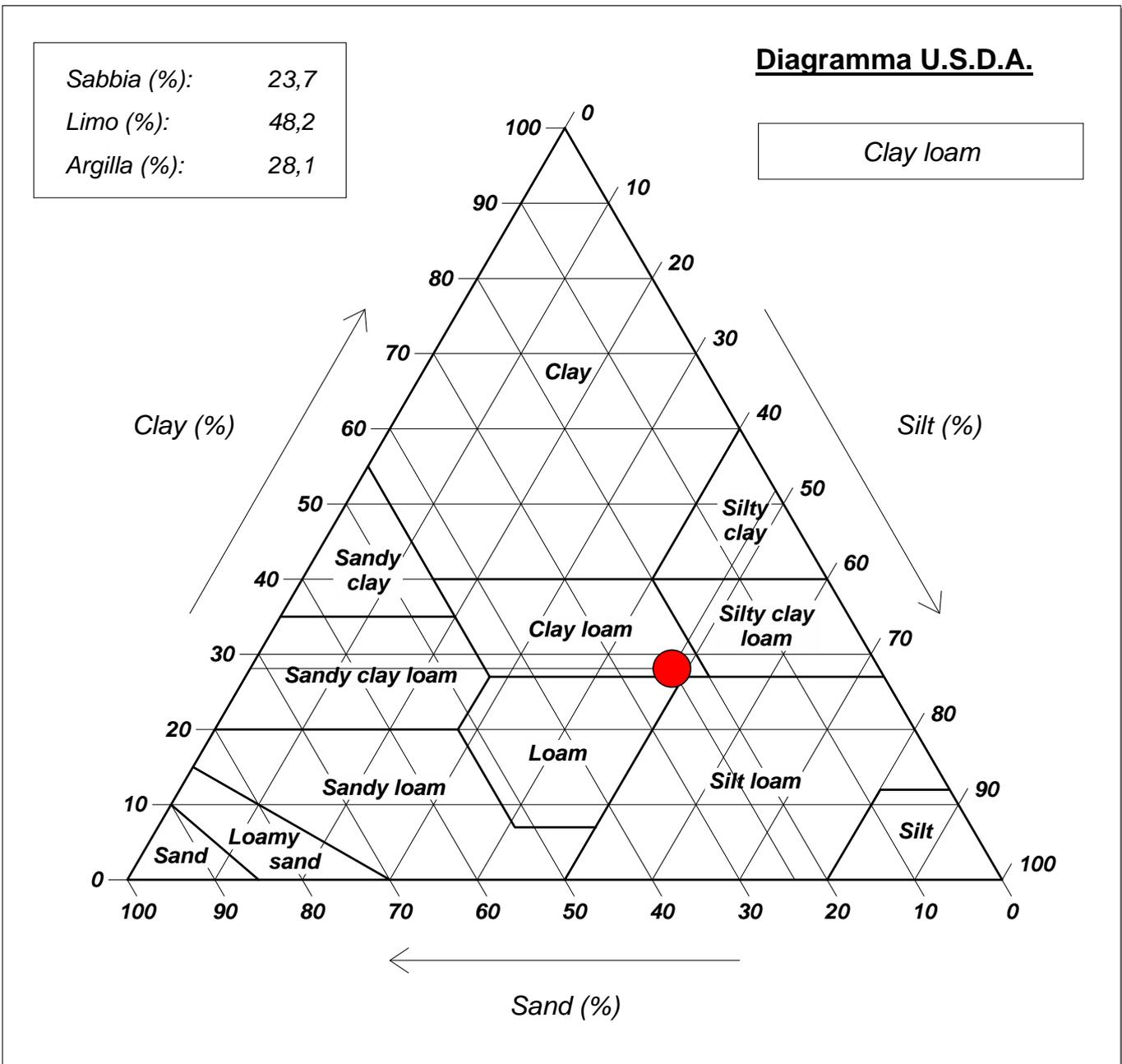
Diametro mm	Passante %								
1,0000	100,00	0,0750	76,34	0,0136	36,83	0,0014	19,62		
0,4200	99,45	0,0678	68,49	0,0097	33,39				
0,1770	98,60	0,0497	56,79	0,0069	30,29				
0,1250	97,02	0,0354	49,22	0,0049	27,88				
0,0900	91,95	0,0231	43,02	0,0017	20,65				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00959	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 20/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 10,00-10,50

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00960 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 13/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 10,00-10,50

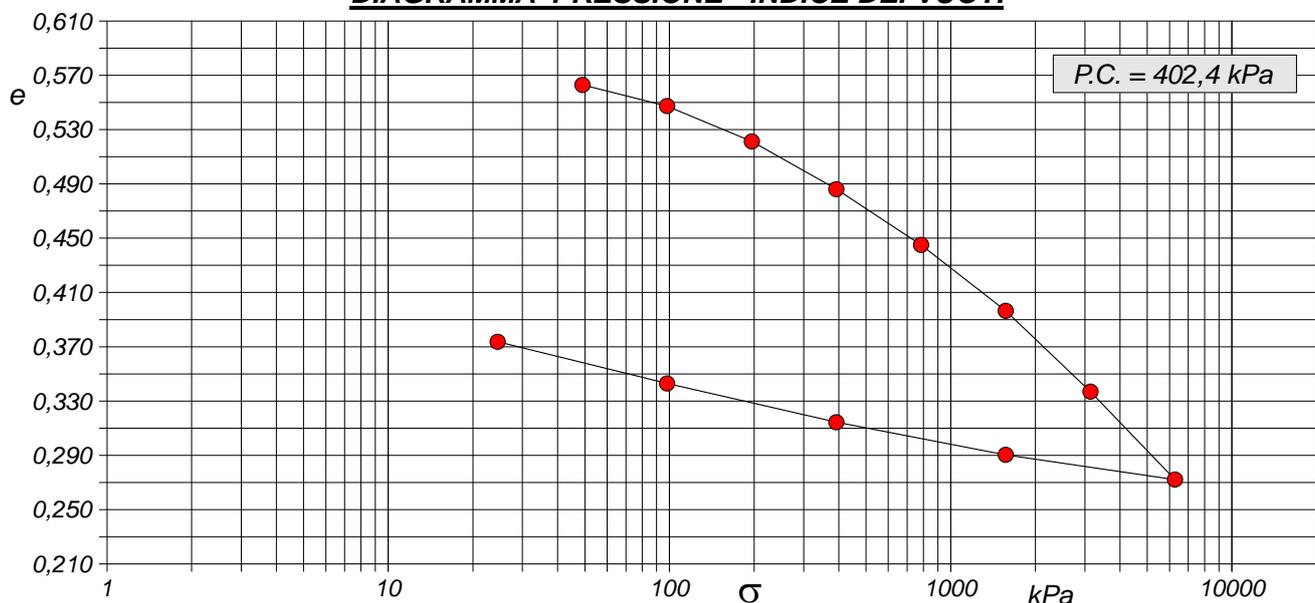
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

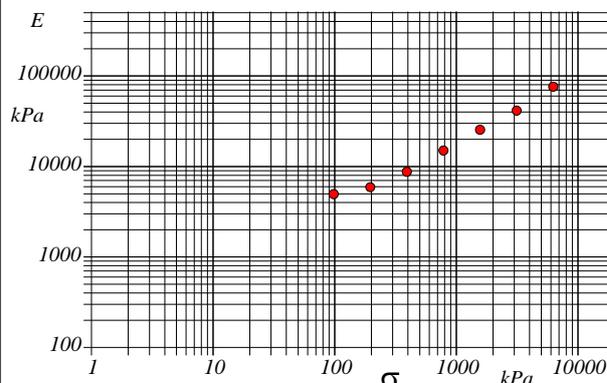
Peso di volume (kN/m ³)	19,63	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,57
Umidità (%)	21,8	Volume provino (cm ³)	39,96	Porosità (%)	36,30
Peso specifico	2,58	Volume dei vuoti (cm ³)	14,51	Saturazione (%)	98,7

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0	8,9	0,563				
98,1	28,7	0,547	0,052	4953	0,005701	1,13E-07
196,1	61,9	0,521	0,087	5907	0,004406	7,31E-08
392,3	106,7	0,486	0,117	8756	0,003668	4,11E-08
784,5	159,1	0,445	0,137	14972		
1569,0	220,9	0,396	0,161	25389		
3138,0	296,8	0,337	0,198	41345		
6276,1	379,3	0,272	0,215	76074		
1569,0	356,1	0,290				
392,3	325,5	0,314				
98,1	289,0	0,343				
24,5	250,0	0,374				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico

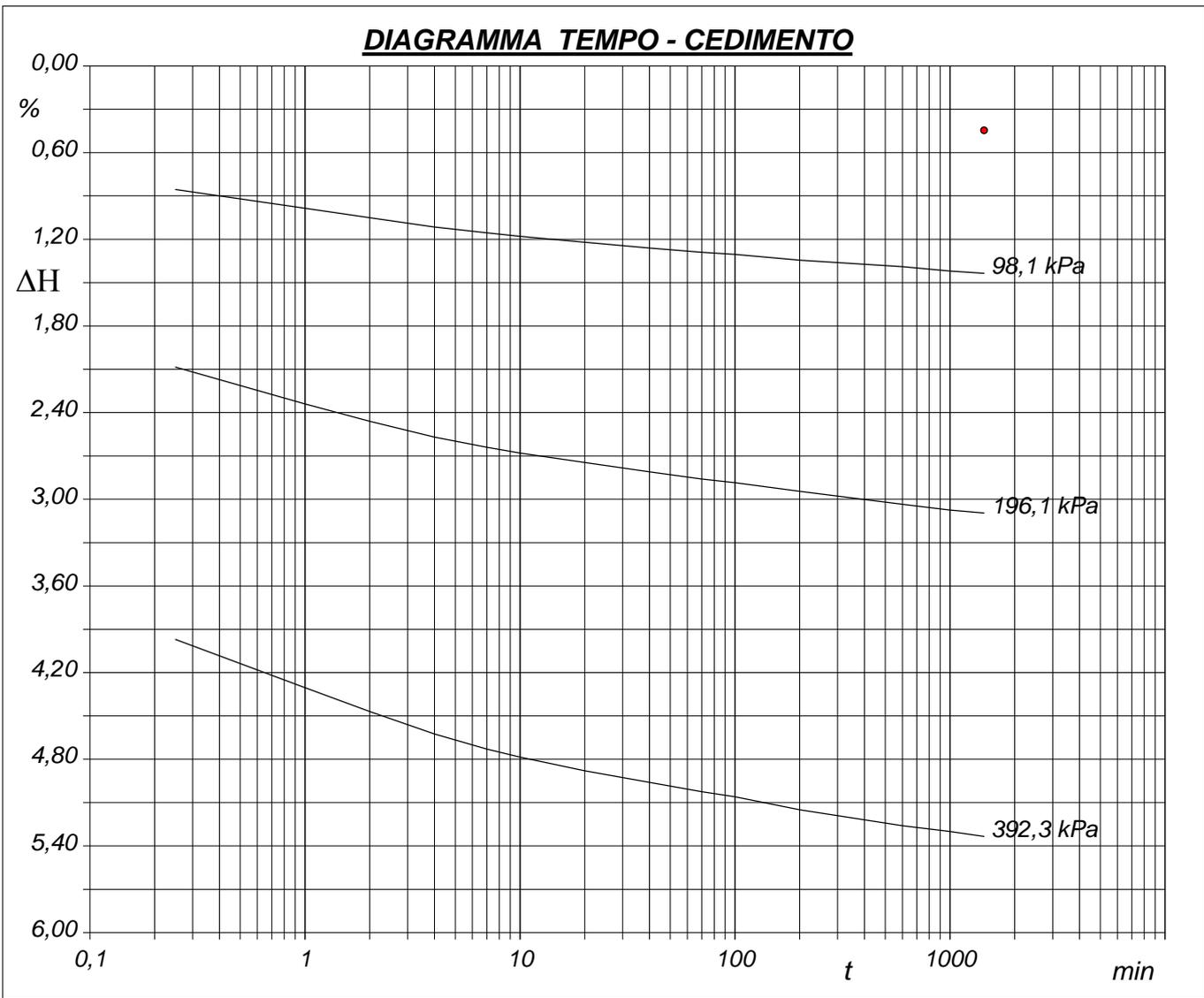


CERTIFICATO DI PROVA N°: 00960	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 10,00-10,50	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435



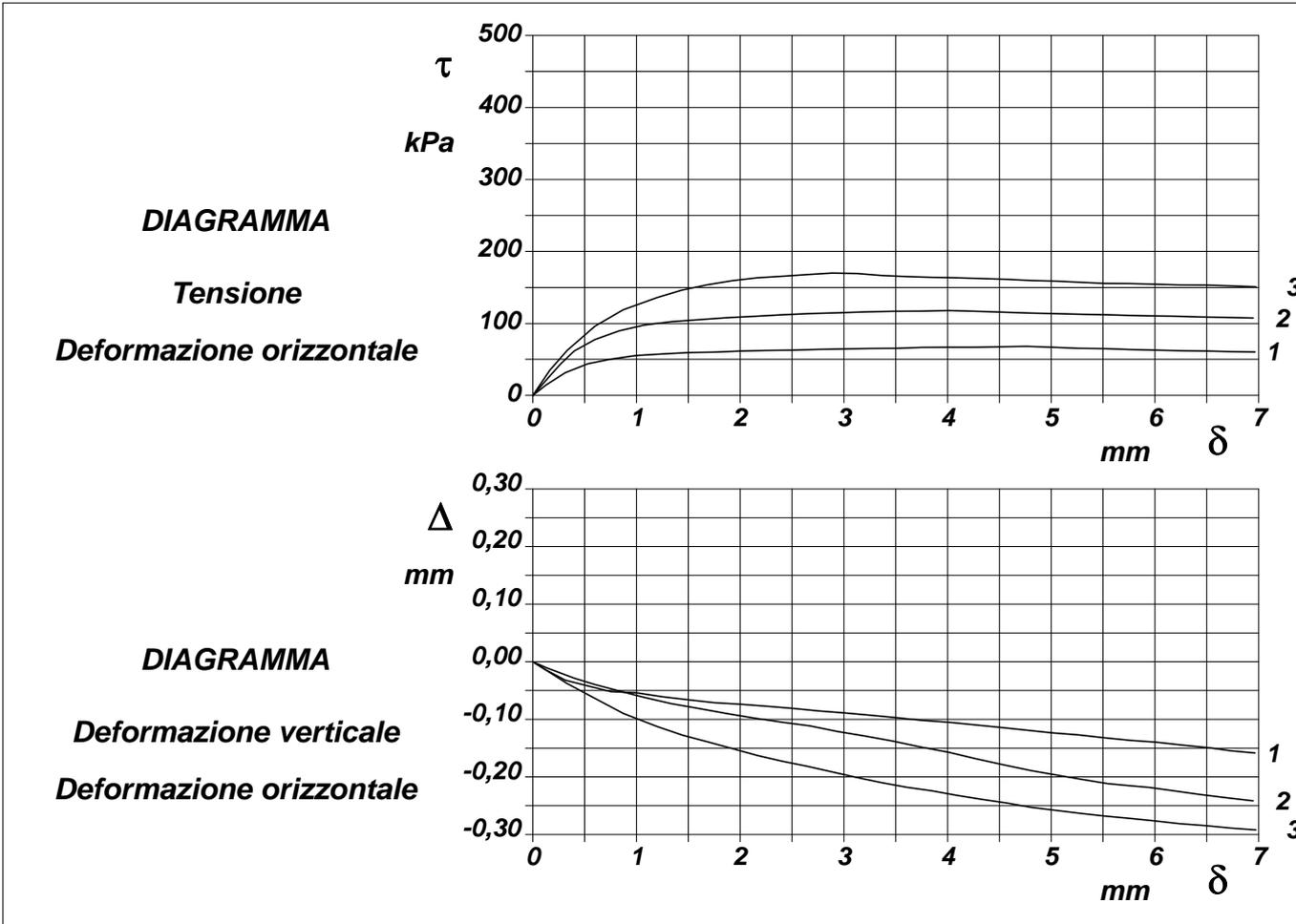
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00961	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 16/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 23/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 10,00-10,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	21,2 20,7	21,5 20,3	21,8 18,5
Peso di volume (kN/m³):	19,6	19,6	19,6
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,004 mm / min	



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00961 Pagina 3/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 16/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 23/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 10,00-10,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,959
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	16,7
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,030

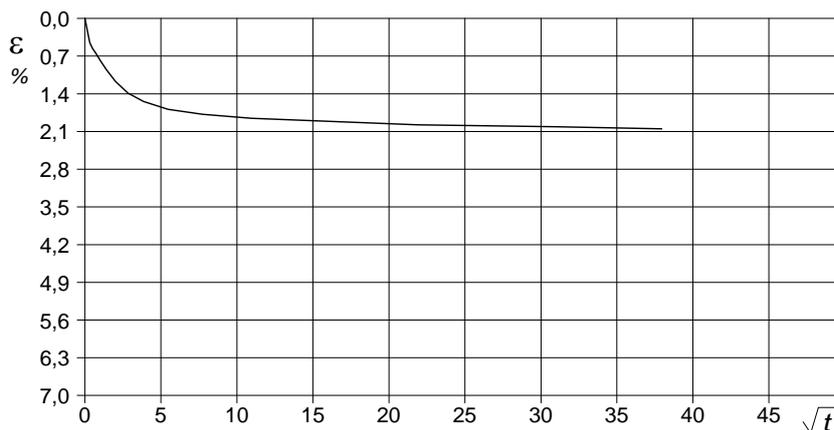


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,939
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	15,5
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,026

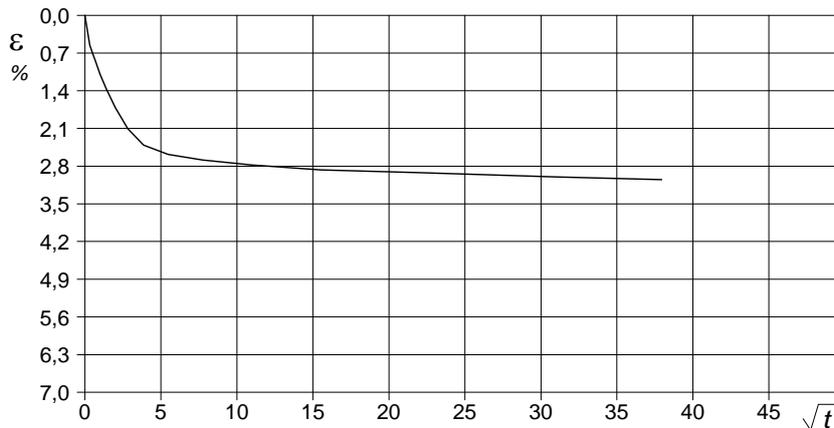
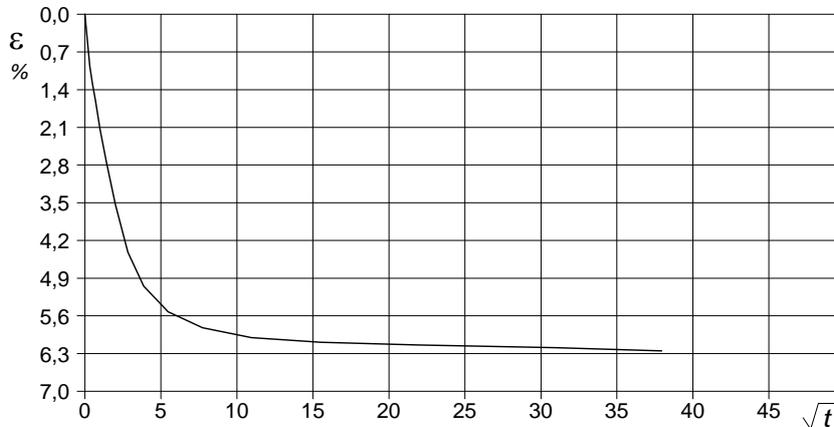


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,875
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	14,3
Df (mm)	3
Vs (mm/min)	0,021



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00962	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 26/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 10,00-10,50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	400	500	600
Massa (g)	174,17	173,29	173,55	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	100	200	300
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm ²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	14,7	15,6	17,2
Volume (cm ³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	208	213	221
Peso di volume (kN/m ³)	19,7	19,6	19,6	Pressione interstiziale (kPa)	358	445	532
Umidità (%)	21,5	21,3	21,7	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	204	306	411
Peso specifico	2,58	2,58	2,58	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	104	106	111
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,4	16,4	16,4				
Grado di saturazione (%)	100,0	100,0	100,0				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00962 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18

DATA DI EMISSIONE: 04/05/18 Inizio analisi: 26/04/18
Apertura campione: 13/04/18 Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 10,00-10,50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

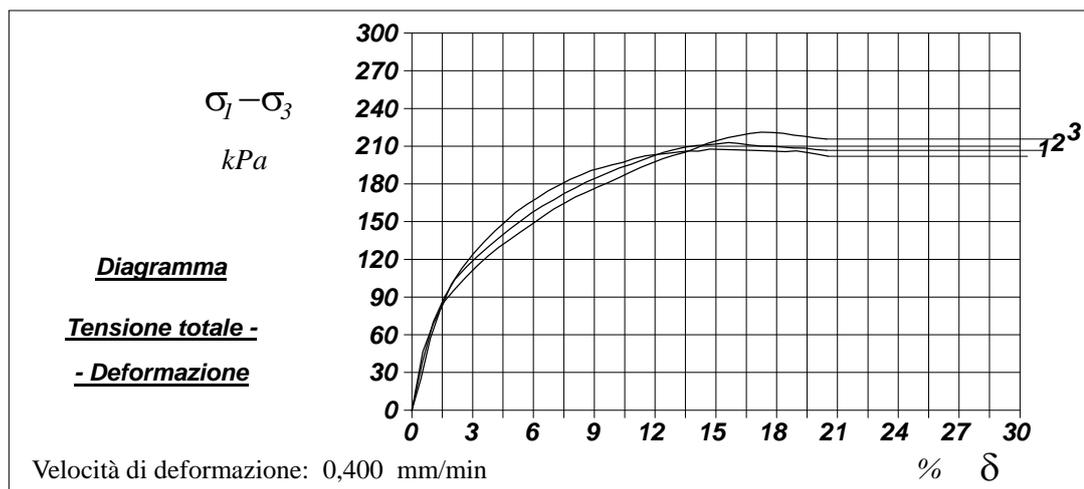
P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	19,7	2,58	21,5	100,0	400	300	100	14,7	208	204	104
2	7,62	3,81	19,6	2,58	21,3	100,0	500	300	200	15,6	213	306	106
3	7,62	3,81	19,6	2,58	21,7	100,0	600	300	300	17,2	221	411	111

H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini

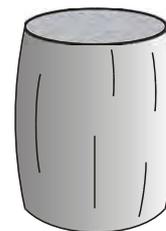
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale

σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure

δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali



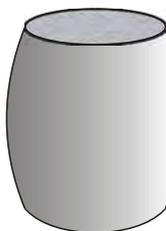
Tipo di rottura



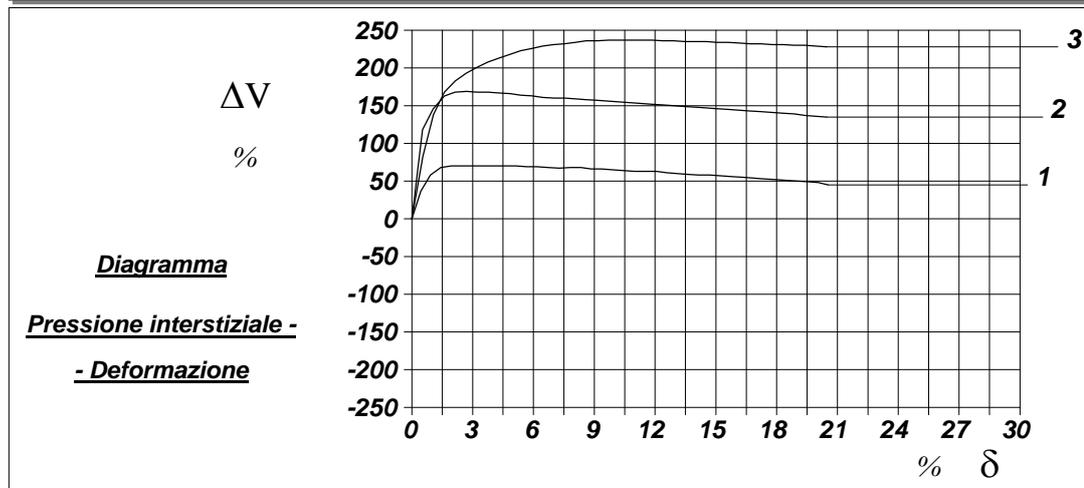
Provino 1



Provino 2



Provino 3



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00962	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 04/05/18	Inizio analisi: 26/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 082 del 12/04/18		Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi: 27/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 10,00-10,50	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,33	0,43	24,5	36,6	0,40	0,53	38,7	118,3	0,41	0,54	46,5	82,7
0,70	0,92	57,3	58,0	0,80	1,05	69,9	145,7	0,81	1,06	69,0	138,4
1,09	1,43	81,2	68,0	1,22	1,60	89,8	162,9	1,22	1,60	86,4	167,5
1,48	1,94	100,1	70,0	1,62	2,13	104,2	168,0	1,63	2,14	96,7	183,0
1,88	2,47	112,8	70,0	2,05	2,69	114,0	169,0	2,05	2,68	106,1	193,0
2,30	3,02	124,1	70,0	2,46	3,22	122,1	168,0	2,45	3,21	114,8	201,0
2,72	3,57	134,1	70,0	2,87	3,77	130,0	168,0	2,86	3,75	122,6	208,0
3,13	4,11	142,7	70,0	3,27	4,29	137,0	167,0	3,27	4,29	129,6	213,0
3,53	4,63	150,2	70,0	3,69	4,85	144,2	166,0	3,69	4,84	135,8	218,0
3,91	5,13	157,6	70,0	4,10	5,38	150,6	164,0	4,10	5,38	142,0	223,0
4,32	5,67	163,6	69,0	4,52	5,93	157,2	163,0	4,52	5,93	148,0	226,0
4,70	6,17	168,5	69,0	4,93	6,46	162,6	161,0	4,92	6,46	154,1	229,0
5,12	6,72	174,4	68,0	5,35	7,01	167,5	160,0	5,33	7,00	160,0	231,0
5,55	7,28	179,1	67,0	5,75	7,54	172,7	160,0	5,73	7,51	164,5	232,0
5,96	7,82	183,7	68,0	6,16	8,08	177,1	159,0	6,15	8,07	169,6	234,0
6,36	8,35	187,2	68,0	6,55	8,59	181,4	158,0	6,55	8,60	173,3	236,0
6,74	8,85	190,6	66,0	6,97	9,15	185,2	157,0	6,98	9,16	177,5	236,0
7,13	9,36	192,9	66,0	7,38	9,69	189,0	156,0	7,40	9,70	181,1	237,0
7,52	9,87	195,2	65,0	7,80	10,24	192,7	155,0	7,81	10,25	185,3	237,0
7,94	10,42	197,3	64,0	8,23	10,80	195,6	154,0	8,22	10,79	189,4	237,0
8,37	10,98	200,4	63,0	8,64	11,33	198,8	153,0	8,63	11,32	193,4	237,0
8,79	11,54	202,4	63,0	9,04	11,86	201,9	152,0	9,04	11,86	196,8	237,0
9,19	12,06	203,4	63,0	9,45	12,40	205,1	151,0	9,44	12,38	200,1	236,0
9,60	12,60	204,3	61,0	9,87	12,95	207,3	150,0	9,84	12,91	202,7	236,0
9,98	13,10	205,3	60,0	10,27	13,47	209,2	149,0	10,27	13,48	205,2	235,0
10,37	13,61	206,2	59,0	10,68	14,01	210,6	148,0	10,67	14,01	208,3	235,0
10,77	14,13	206,0	58,0	11,10	14,57	211,0	147,0	11,09	14,55	212,0	235,0
11,21	14,71	207,8	58,0	11,51	15,10	211,9	146,0	11,47	15,05	214,5	234,0
11,62	15,25	207,5	57,0	11,90	15,62	212,8	145,0	11,89	15,60	216,8	234,0
12,03	15,79	207,2	56,0	12,30	16,15	212,1	144,0	12,30	16,14	218,5	233,0
12,43	16,31	206,9	55,0	12,72	16,69	210,9	143,0	12,72	16,69	220,1	232,0
12,83	16,84	206,7	54,0	13,14	17,25	210,1	142,0	13,14	17,24	221,1	232,0
13,21	17,34	206,4	53,0	13,55	17,78	210,0	141,0	13,55	17,78	220,9	231,0
13,62	17,87	206,1	52,0	13,97	18,34	209,1	140,0	13,96	18,32	220,3	231,0
14,04	18,43	205,7	51,0	14,38	18,86	208,6	139,0	14,37	18,85	218,7	230,0
14,46	18,98	206,3	50,0	14,79	19,40	208,4	137,0	14,77	19,39	217,8	230,0
14,88	19,53	204,9	49,0	15,18	19,92	207,2	136,0	15,17	19,91	216,6	229,0
15,60	20,05	203,6	48,0	15,60	20,47	206,6	135,0	15,60	20,47	215,8	228,0

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 22,00-22,45

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	24,5	%
Peso di volume	18,8	kN/m ³
Peso di volume secco	15,1	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,1	kN/m ³
Peso specifico	2,60	
Indice dei vuoti	0,690	
Porosità	40,8	%
Grado di saturazione	92,4	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	35,5	%
Limite di plasticità	21,5	%
Indice di plasticità	14,0	%
Indice di consistenza	0,79	
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	16,9	%
Limo	43,2	%
Argilla	39,9	%

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A6	I.G. = 10
------------------	----	-----------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	23,3	kPa
Angolo di attrito interno:	28,7	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 174,4 kPa

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0 ÷ 98,1	5372	0,001562	2,85E-08
98,1 ÷ 196,1	4040	0,000992	2,41E-08
196,1 ÷ 392,3	5943	0,000347	5,73E-09
392,3 ÷ 784,5	10132	---	---
784,5 ÷ 1569,0	18535	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	34456	---	---
3138,0 ÷ 6276,1	48809	---	---

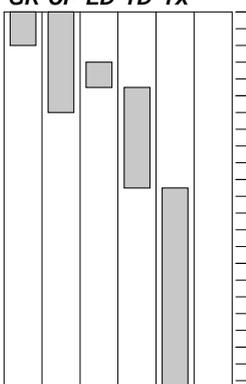
FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

GR CF ED TD TX

cm



Rp

kPa

VT

kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Limo sabbioso (f) con argilla, di colore verde oliva, con frequenti noduli nerastri, molto compatto e a struttura laminata per fitte e millimetriche lamine sabbiose. Reagente all'HCl

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 5Y Olive Yellow 6/6

Qualità del campione: Q5

222-18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16 **CAMPIONE:** C3 **PROFONDITA':** m 22,00-22,45

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I. **Limo sabbioso con argilla**

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

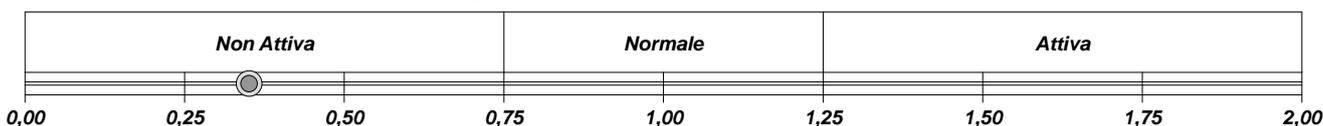
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0,79$

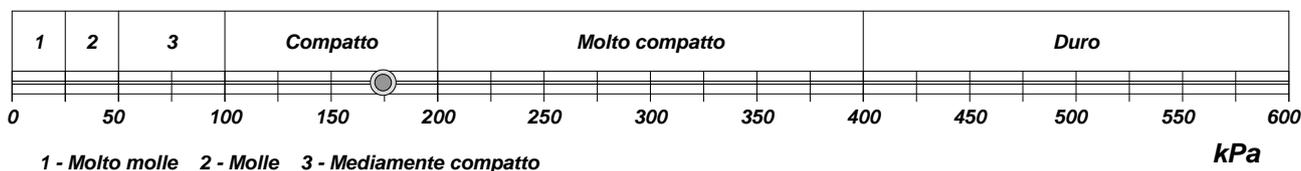


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,35



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 174 kPa

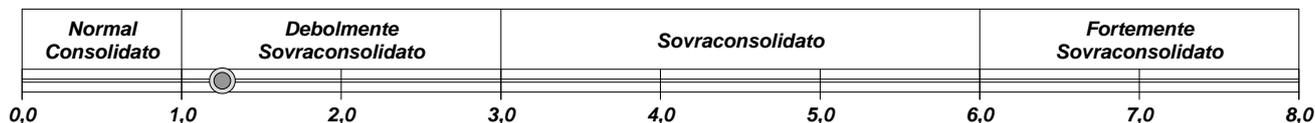


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 413,8kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 519,3kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 1,25



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00988	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 19/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 22,00-22,45

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 24,5 %

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 4,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00989 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18

Inizio analisi: 18/04/18

Apertura campione: 18/04/18

Fine analisi: 18/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 22,00-22,45

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 18,8 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00990	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 02/05/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 03/05/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia			
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)			
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 22,00-22,45	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,60

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,60

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 4,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00991	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 02/05/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 03/05/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 22,00-22,45

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

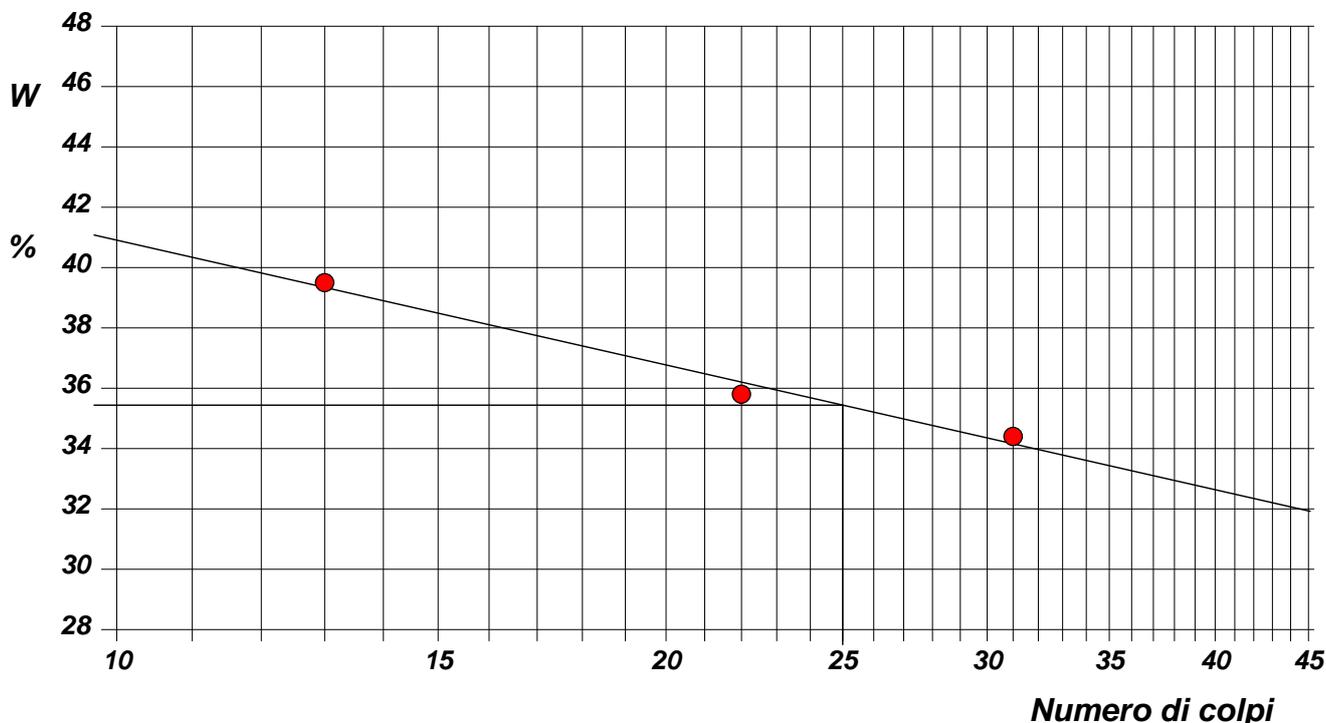
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	35,5 %
Limite di plasticità	21,5 %
Indice di plasticità	14,0 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	13	22	31		Umidità (%)	21,5	21,5
Umidità (%)	39,5	35,8	34,4		Umidità media	21,5	

Determinazione del Limite di liquidità



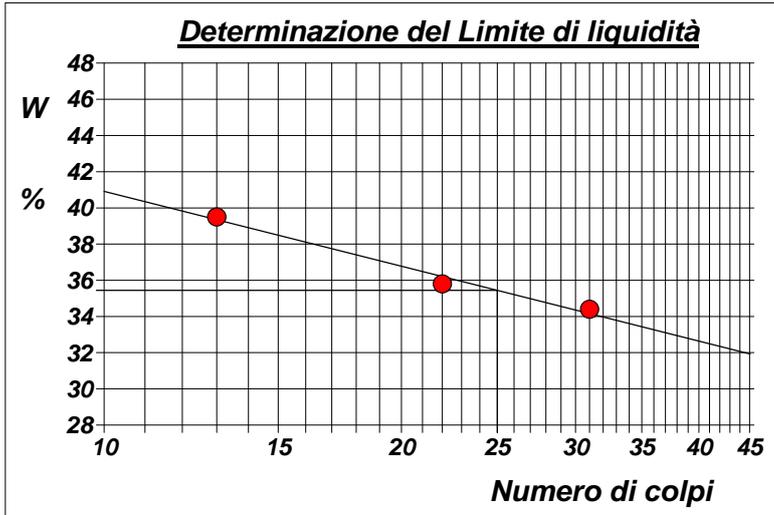
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00991	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 02/05/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 03/05/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 22,00-22,45

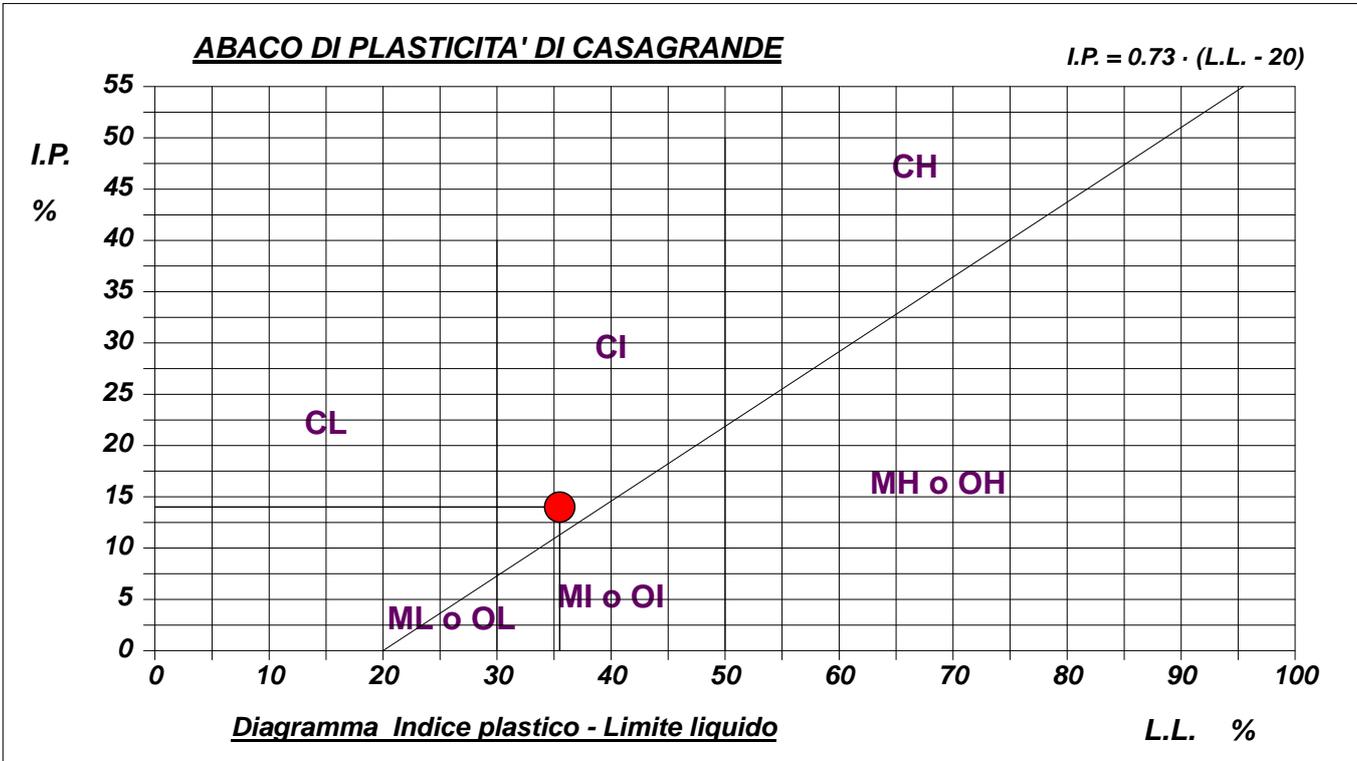
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	35,5	%
Limite di plasticità	21,5	%
Indice di plasticità	14,0	%
Indice di consistenza	0,79	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



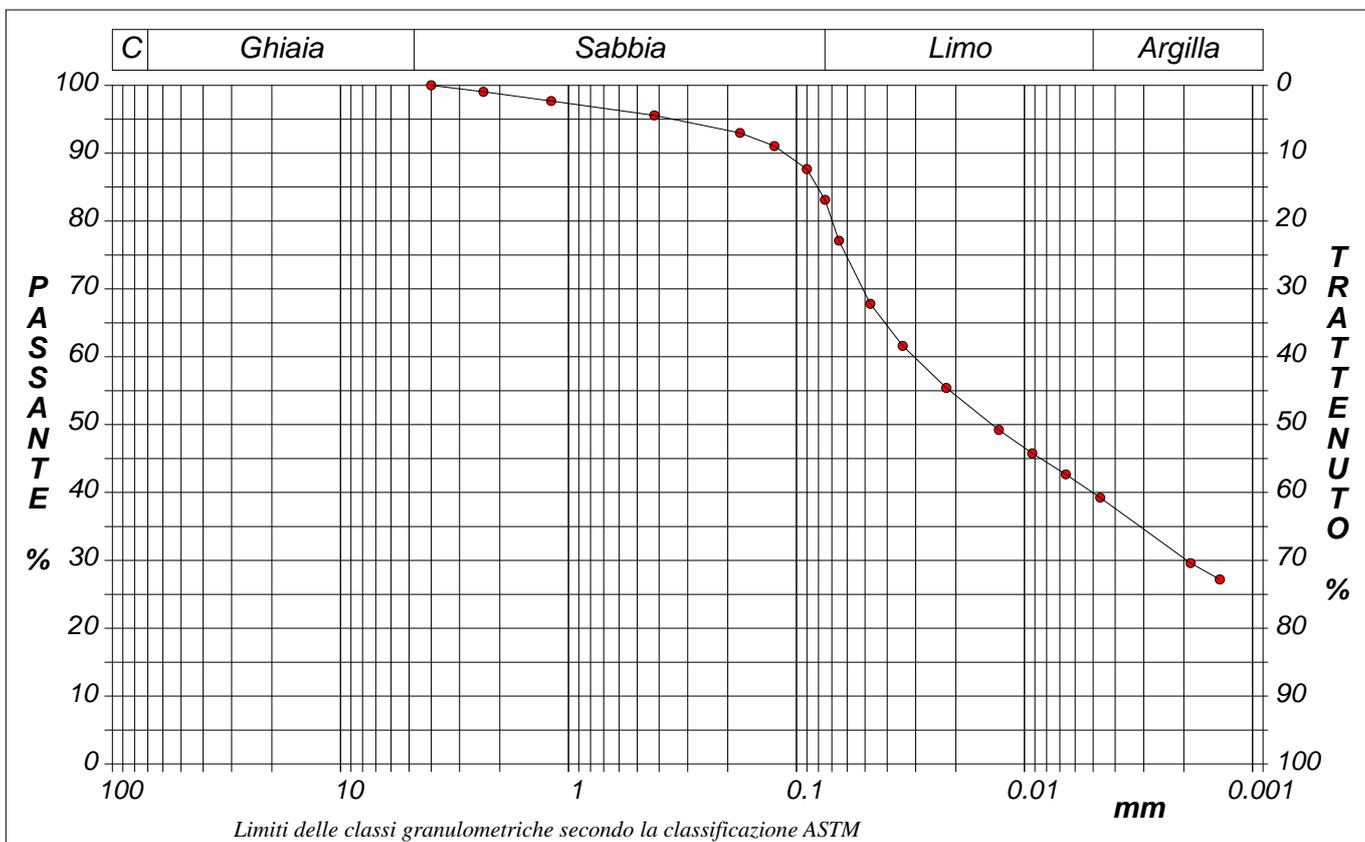
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00992	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 22,00-22,45

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,7 %	D10	---	mm
Sabbia	16,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95,4 %	D30	0,00194	mm
Limo	43,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	83,1 %	D50	0,01385	mm
Argilla	39,9 %			D60	0,03050	mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,11305	mm



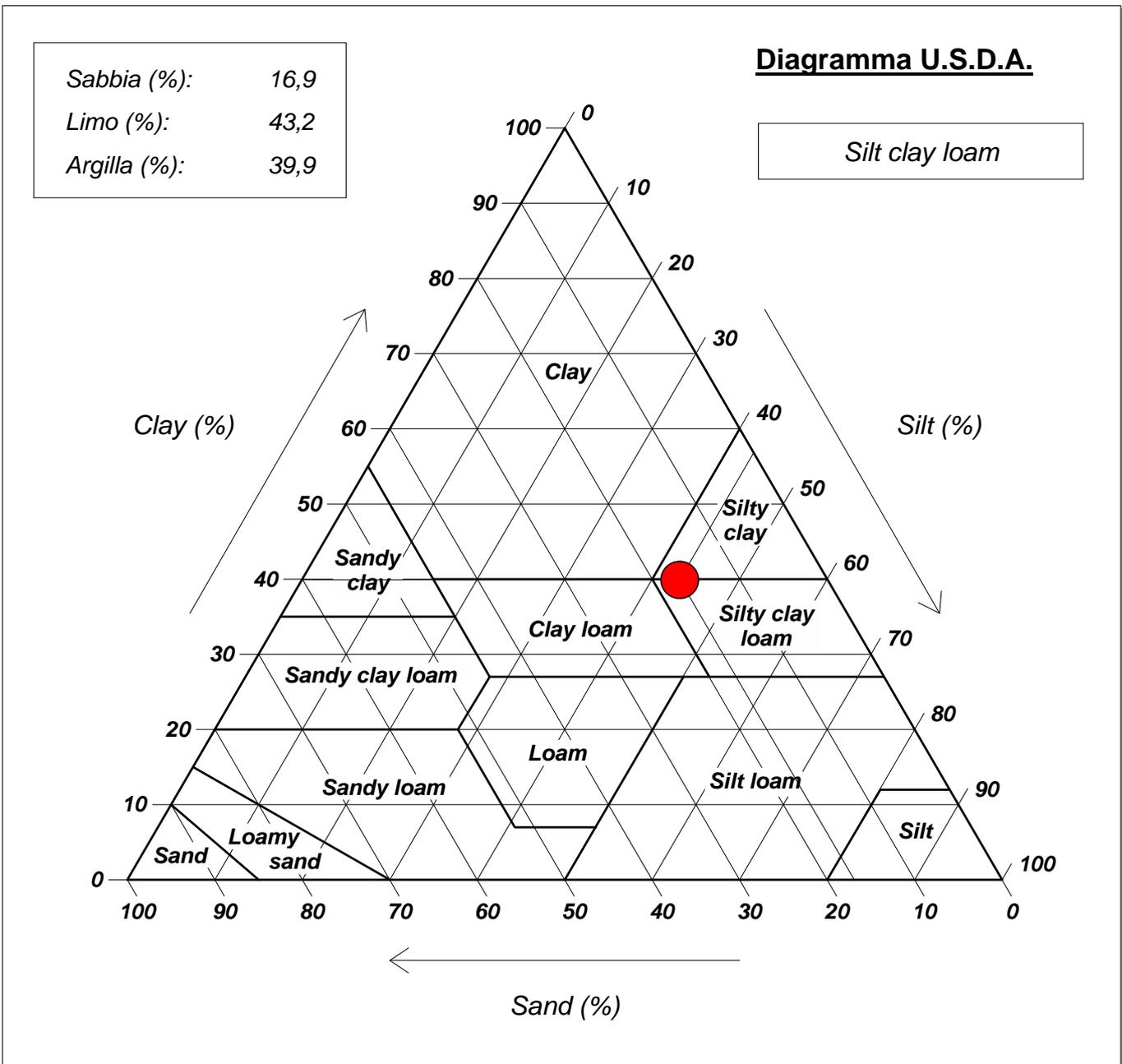
Diametro mm	Passante %								
4,0000	100,00	0,1250	91,04	0,0342	61,61	0,0047	39,24		
2,3600	99,05	0,0900	87,65	0,0220	55,42	0,0019	29,60		
1,1900	97,69	0,0750	83,12	0,0130	49,22	0,0014	27,19		
0,4200	95,58	0,0651	77,10	0,0092	45,78				
0,1770	92,98	0,0475	67,81	0,0066	42,68				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00992	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 26/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 22,00-22,45

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00993 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18 Inizio analisi: 18/04/18
Apertura campione: 18/04/18 Fine analisi: 03/05/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 22,00-22,45

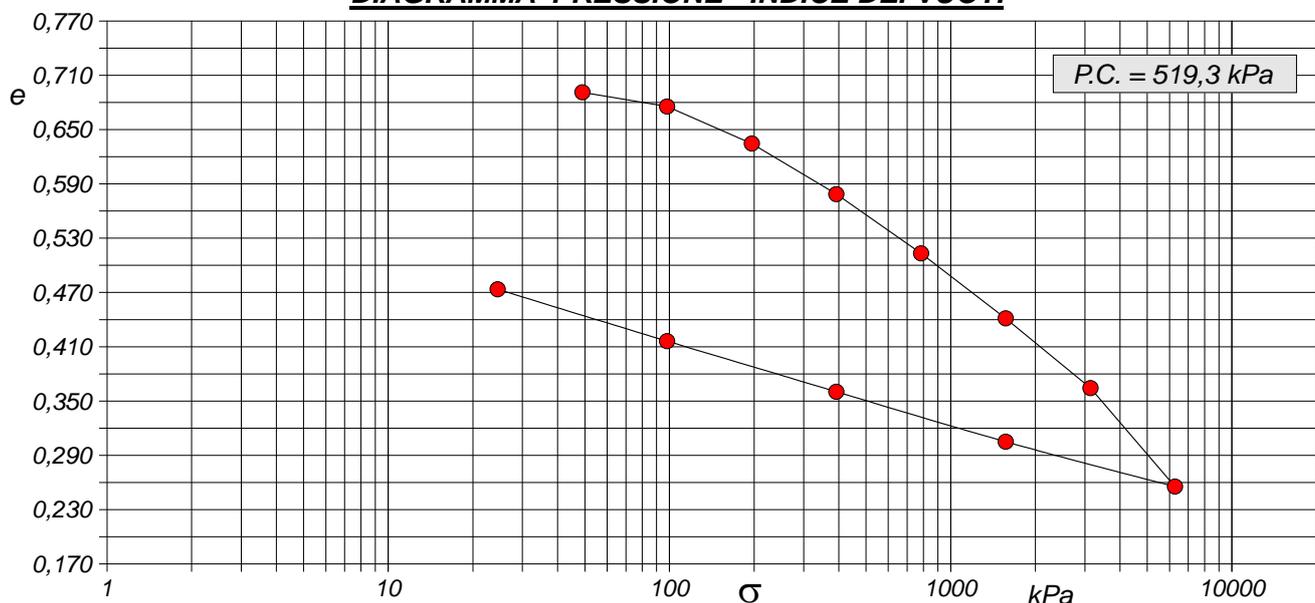
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

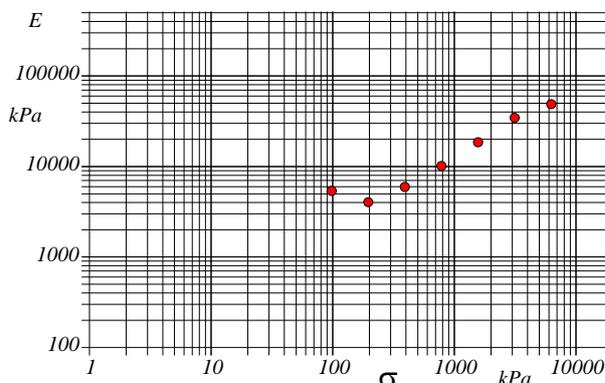
Peso di volume (kN/m ³)	18,80	Altezza provino (cm)	1,99	Indice dei vuoti	0,69
Umidità (%)	24,8	Volume provino (cm ³)	39,80	Porosità (%)	40,94
Peso specifico	2,60	Volume dei vuoti (cm ³)	16,29	Saturazione (%)	93,1

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0	2,4	0,691				
98,1	20,6	0,676	0,051	5372	0,001562	2,85E-08
196,1	69,0	0,635	0,137	4040	0,000992	2,41E-08
392,3	134,8	0,579	0,186	5943	0,000347	5,73E-09
784,5	212,0	0,513	0,218	10132		
1569,0	296,4	0,441	0,238	18535		
3138,0	387,2	0,364	0,256	34456		
6276,1	515,4	0,255	0,362	48809		
1569,0	457,0	0,305				
392,3	392,0	0,360				
98,1	326,1	0,416				
24,5	258,7	0,473				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico

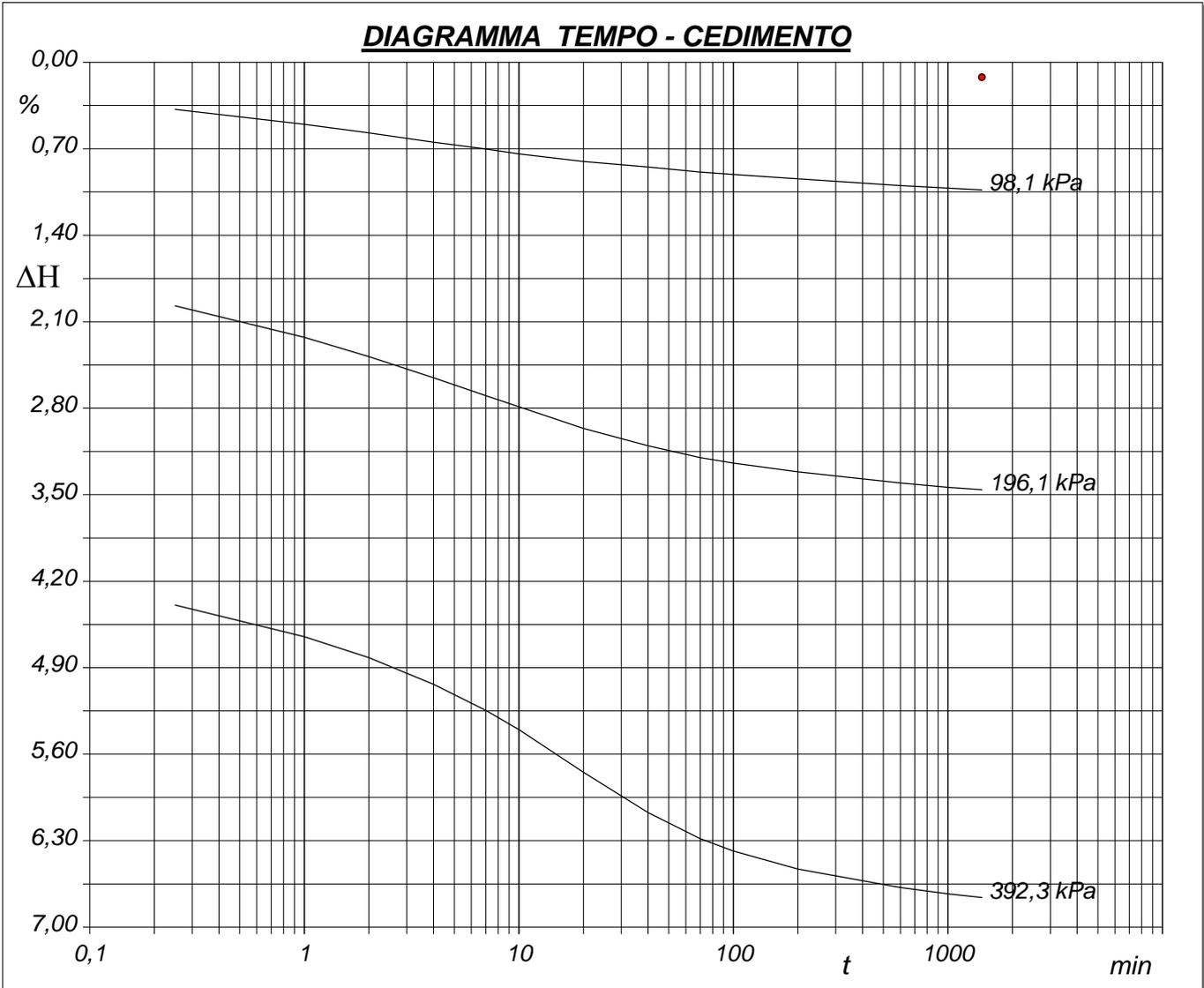


CERTIFICATO DI PROVA N°: 00993	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 03/05/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 22,00-22,45

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435



LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. MAURO Susy
Susy Mauro

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele
Raffaele Carbone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00994 Pagina 1/4

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18

Inizio analisi: 20/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

Apertura campione: 18/04/18

Fine analisi: 28/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 22,00-22,45

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	300,0	400,0	500,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	24,4 22,6	25,0 21,1	25,1 19,7
Peso di volume (kN/m³):	18,8	18,8	18,8
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

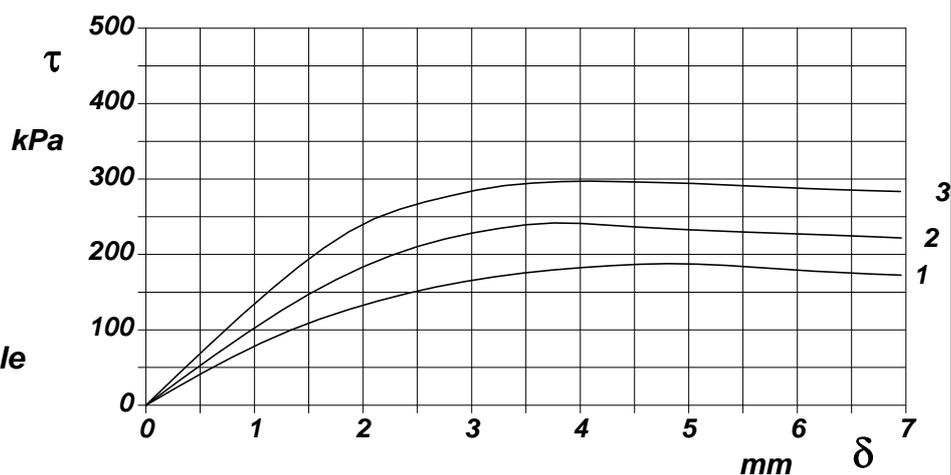
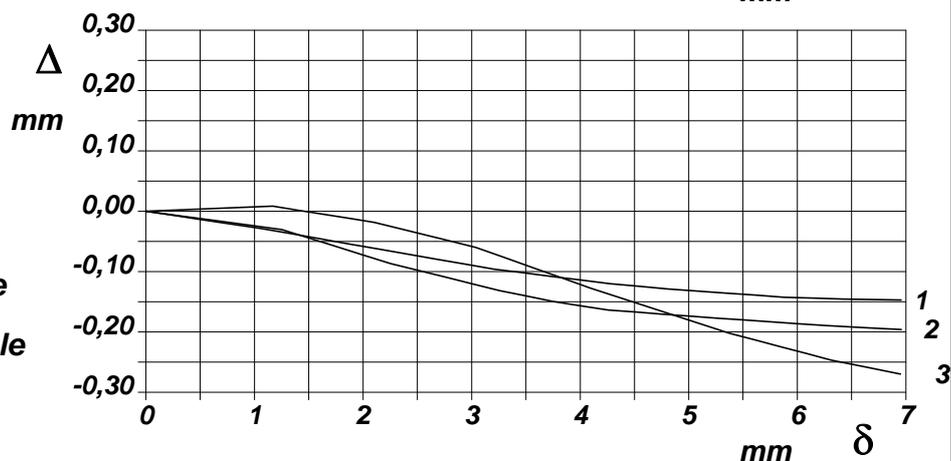


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00994 Pagina 3/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18 Inizio analisi: 20/04/18
Apertura campione: 18/04/18 Fine analisi: 28/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 22,00-22,45

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,877
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	10,0
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,050

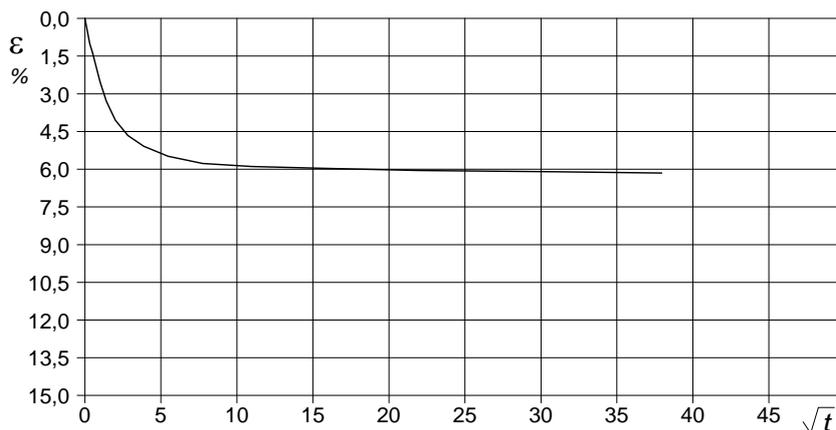


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	400
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,827
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	11,7
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,034

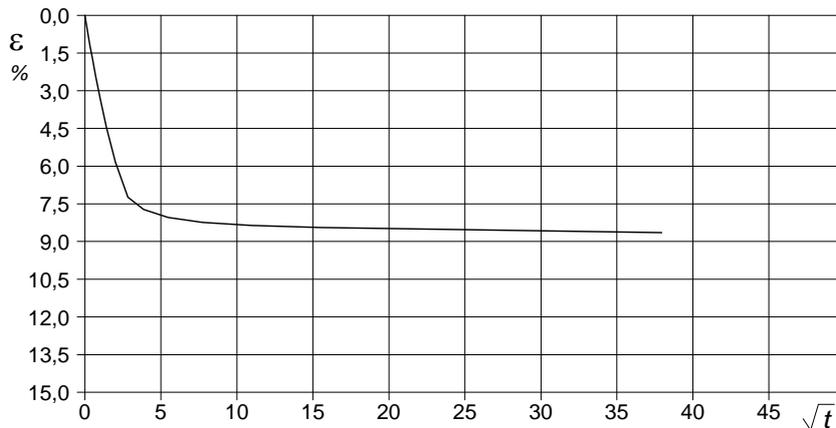
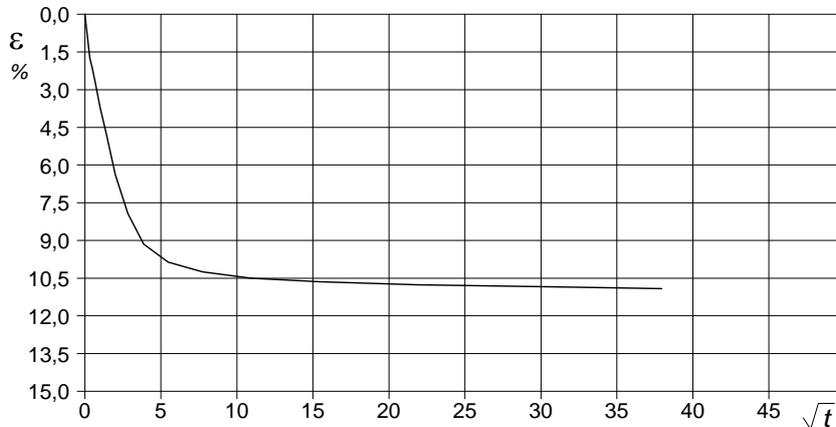


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	500
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,782
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	16,3
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,025



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00995	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 07/05/18	Inizio analisi: 23/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18		Apertura campione: 18/04/18	Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia		
RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)		
SONDAGGIO: T16	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 22,00-22,45

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	600	700	800
Massa (g)	166,87	166,03	166,54	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	300	400	500
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm ²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	15,8	11,5	11,0
Volume (cm ³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	337	347	362
Peso di volume (kN/m ³)	18,8	18,7	18,8	Pressione interstiziale (kPa)	454	501	481
Umidità (%)	24,5	24,0	24,8	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	469	573	681
Peso specifico	2,60	2,60	2,60	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	169	173	181
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,1	15,1	15,1				
Grado di saturazione (%)	92,9	90,8	93,0				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00995 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18 Inizio analisi: 23/04/18
Apertura campione: 18/04/18 Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 22,00-22,45

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

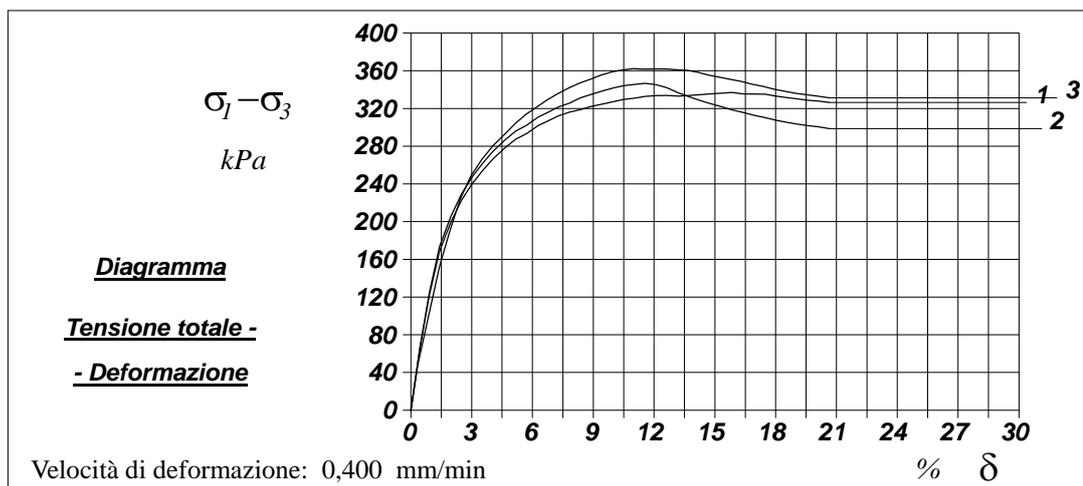
P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H ₀ cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S ₀ %	σ ₃ kPa	u ₀ kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	18,8	2,60	24,5	92,9	600	300	300	15,8	337	469	169
2	7,62	3,81	18,7	2,60	24,0	90,8	700	300	400	11,5	347	573	173
3	7,62	3,81	18,8	2,60	24,8	93,0	800	300	500	11,0	362	681	181

H₀ φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini

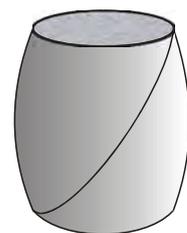
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S₀ - Grado di saturazione iniziale

σ₃ - Pressione di cella
u₀ - Back pressure

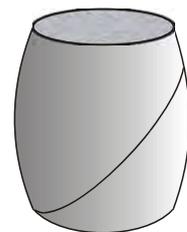
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali



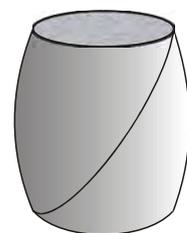
Tipo di rottura



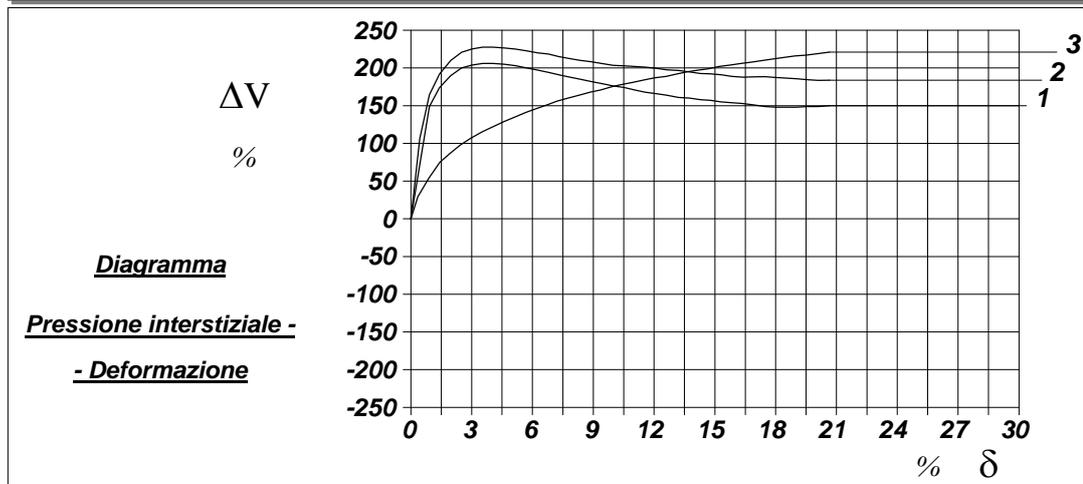
Provino 1



Provino 2



Provino 3



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00995 Pagina 3/3

DATA DI EMISSIONE: 07/05/18

Inizio analisi: 23/04/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 094 del 17/04/18

Apertura campione: 18/04/18

Fine analisi: 24/04/18

COMMITTENTE: SICES S.r.l.U. - Via Pasquale Mione, 39/i - 71122 Foggia

RIFERIMENTO: IVPC GROUP - San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale (FG)

SONDAGGIO: T16

CAMPIONE: C3

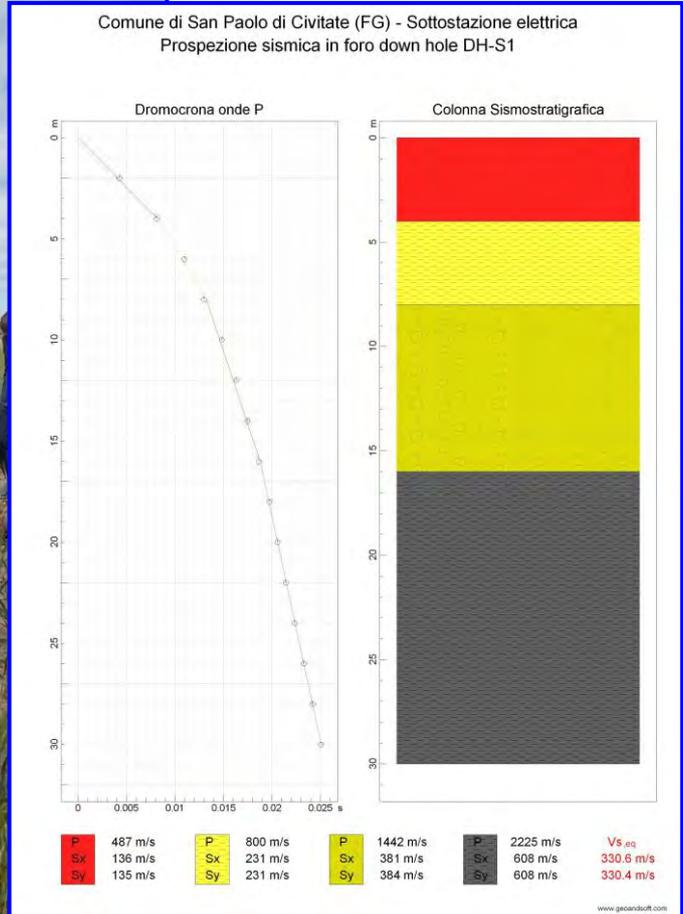
PROFONDITA': m 22,00-22,45

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,33	0,43	65,3	71,7	0,33	0,43	64,9	106,3	0,26	0,34	48,2	29,3
0,70	0,92	122,3	149,0	0,70	0,92	124,8	164,6	0,68	0,89	101,7	54,0
1,08	1,42	168,6	174,0	1,08	1,42	173,6	192,2	1,09	1,43	153,9	75,0
1,50	1,97	199,5	190,0	1,50	1,97	205,5	209,9	1,48	1,94	191,8	87,0
1,91	2,51	222,8	200,0	1,91	2,51	229,5	220,9	1,86	2,44	224,2	98,0
2,31	3,03	240,2	204,0	2,31	3,03	247,4	225,3	2,26	2,97	248,5	107,0
2,70	3,54	254,2	206,0	2,70	3,54	261,9	227,6	2,66	3,49	265,8	115,0
3,09	4,06	266,5	206,0	3,09	4,06	274,5	227,6	3,08	4,04	280,3	122,0
3,51	4,61	277,7	205,0	3,51	4,61	286,0	226,4	3,50	4,59	292,1	129,0
3,93	5,16	287,2	203,0	3,93	5,16	295,8	225,1	3,91	5,13	303,7	135,0
4,35	5,71	293,4	200,0	4,35	5,71	302,2	222,6	4,32	5,67	313,6	141,0
4,78	6,27	301,8	197,0	4,78	6,27	310,8	220,1	4,70	6,17	321,0	146,0
5,17	6,78	307,1	194,0	5,17	6,78	316,3	218,4	5,11	6,71	329,0	151,0
5,56	7,30	312,4	191,0	5,56	7,30	321,8	215,1	5,50	7,22	335,3	156,0
5,95	7,81	316,1	188,0	5,95	7,81	325,5	212,6	5,91	7,76	341,4	160,0
6,37	8,36	318,8	185,0	6,37	8,36	331,2	210,1	6,32	8,29	346,7	164,0
6,77	8,88	322,3	182,0	6,77	8,88	334,8	208,4	6,74	8,85	351,0	168,0
7,20	9,45	324,8	179,0	7,20	9,45	338,6	205,9	7,14	9,37	355,3	171,0
7,61	9,99	327,4	176,0	7,61	9,99	341,8	203,5	7,55	9,91	358,8	175,0
8,03	10,54	329,8	174,0	8,03	10,54	344,4	202,9	7,93	10,41	360,7	178,0
8,41	11,04	331,0	171,0	8,41	11,04	345,5	202,0	8,36	10,97	362,3	181,0
8,80	11,55	332,7	168,0	8,80	11,55	346,8	201,2	8,75	11,48	361,8	184,0
9,21	12,09	333,7	166,0	9,21	12,09	345,4	199,8	9,17	12,03	361,9	187,0
9,62	12,62	333,8	164,0	9,62	12,62	342,1	197,6	9,60	12,60	361,8	189,0
10,06	13,20	333,0	161,0	10,06	13,20	336,6	196,7	10,00	13,12	361,2	192,0
10,48	13,75	333,8	160,0	10,48	13,75	332,2	194,8	10,40	13,65	360,5	195,0
10,88	14,28	334,6	158,0	10,88	14,28	328,4	192,6	10,80	14,17	358,3	197,0
11,26	14,78	335,5	157,0	11,26	14,78	325,2	192,3	11,20	14,70	355,4	199,0
11,67	15,31	336,2	155,0	11,67	15,31	321,9	190,9	11,59	15,21	353,3	202,0
12,06	15,83	337,0	154,0	12,06	15,83	318,6	189,0	12,01	15,76	351,0	204,0
12,48	16,38	335,5	153,0	12,48	16,38	315,9	187,9	12,42	16,30	348,7	206,0
12,90	16,93	335,4	151,0	12,90	16,93	312,9	188,2	12,84	16,85	345,7	208,0
13,32	17,48	335,2	149,0	13,32	17,48	310,4	188,4	13,24	17,38	343,5	210,0
13,72	18,01	333,1	148,0	13,72	18,01	307,6	187,3	13,66	17,93	340,5	212,0
14,12	18,53	331,6	148,0	14,12	18,53	305,5	186,5	14,04	18,43	338,4	214,0
14,51	19,04	330,2	148,0	14,51	19,04	303,5	185,7	14,44	18,95	336,3	216,0
14,92	19,58	328,7	149,0	14,92	19,58	301,9	184,3	14,86	19,50	334,7	217,0
15,31	20,09	327,9	149,0	15,31	20,09	300,6	183,5	15,28	20,05	333,1	219,0
15,74	20,66	326,5	150,0	15,74	20,66	298,7	183,8	15,74	20,66	331,3	221,0

COMUNE DI SAN PAOLO DI CIVITATE
PROVINCIA DI FOGGIA



**RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DI SITO
INERENTE AL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UNA
SOTTOSTAZIONE-PRODUTTORE DEL PARCO EOLICO DI
POGGIO IMPERIALE.**

<p><i>Il Committente</i></p> <p>IVPC Power6 S.r.l.</p>	<p><i>Il Tecnico</i></p> <p>Dr. Geol. Marco Catalano</p>
<p><i>Pompei, maggio 2018</i></p>	<p>REV. 0</p>

1. INDICE

1.	INDICE.....	2
2.	PREMESSA	3
3.	PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO	4
4.	INDAGINE ESEGUITA	9
5.	ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	11
6.	INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI	18
7.	RISPOSTA SISMICA LOCALE	20
8.	CONCLUSIONI.....	30

2. PREMESSA

Su incarico della IVPC Power 6 srl, è stata eseguita una prospezione sismica in foro down hole per la redazione della relazione geofisica sulla modellazione sismica di sito inerente al progetto di realizzazione di una sottostazione-produttore del Parco Eolico di Poggio Imperiale (coordinate geografiche WGS84 del sito 41.76805° N - 15.255314° E), nel territorio comunale di San Paolo di Civitate (FG) (Fig. 1), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

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



Fig. 1 – Down hole DH-S1.

3. PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO

Lo scopo di tali prove consiste nel determinare direttamente la velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame, delle onde di compressione (onde P), di taglio (onde S) ed indirettamente, utilizzando i valori delle velocità acquisiti (V_P , V_S), alcune proprietà meccaniche (moduli dinamici) delle litologie investigate.

Le indagini sismiche che utilizzano i fori dei sondaggi sono utili per avere una sismostratigrafia dettagliata del sottosuolo. Si possono applicare vari metodi di indagine in foro. Il metodo down hole, il più utilizzato, prevede la sistemazione della sorgente energizzante in superficie e la misura delle onde d'arrivo in foro.

La prospezione sismica down hole, schematizzata in Fig. 2, prevede la sorgente energetica in superficie ed i sensori all'interno del perforo. Si adoperano geofoni particolarmente assemblati per essere calati e fissati a profondità via via crescenti (o decrescenti) contro la parete del perforo opportunamente condizionato. Energizzando il terreno in superficie e misurando i tempi di arrivo delle onde P ed S (Figg. 3 – 5) ai geofoni, si ha la possibilità di determinare le velocità dei litotipi riscontrati nella perforazione ed i loro moduli elastici.

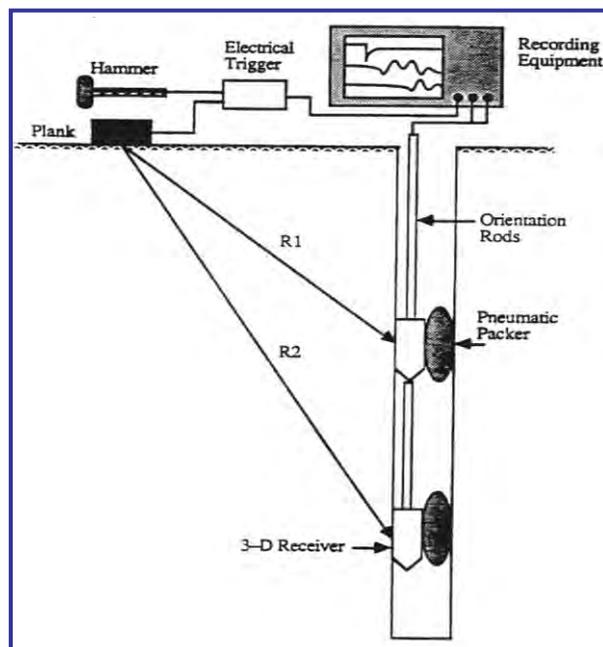


Fig. 2 – Diagramma schematico della strumentazione completa richiesta per effettuare una prospezione sismica down hole.

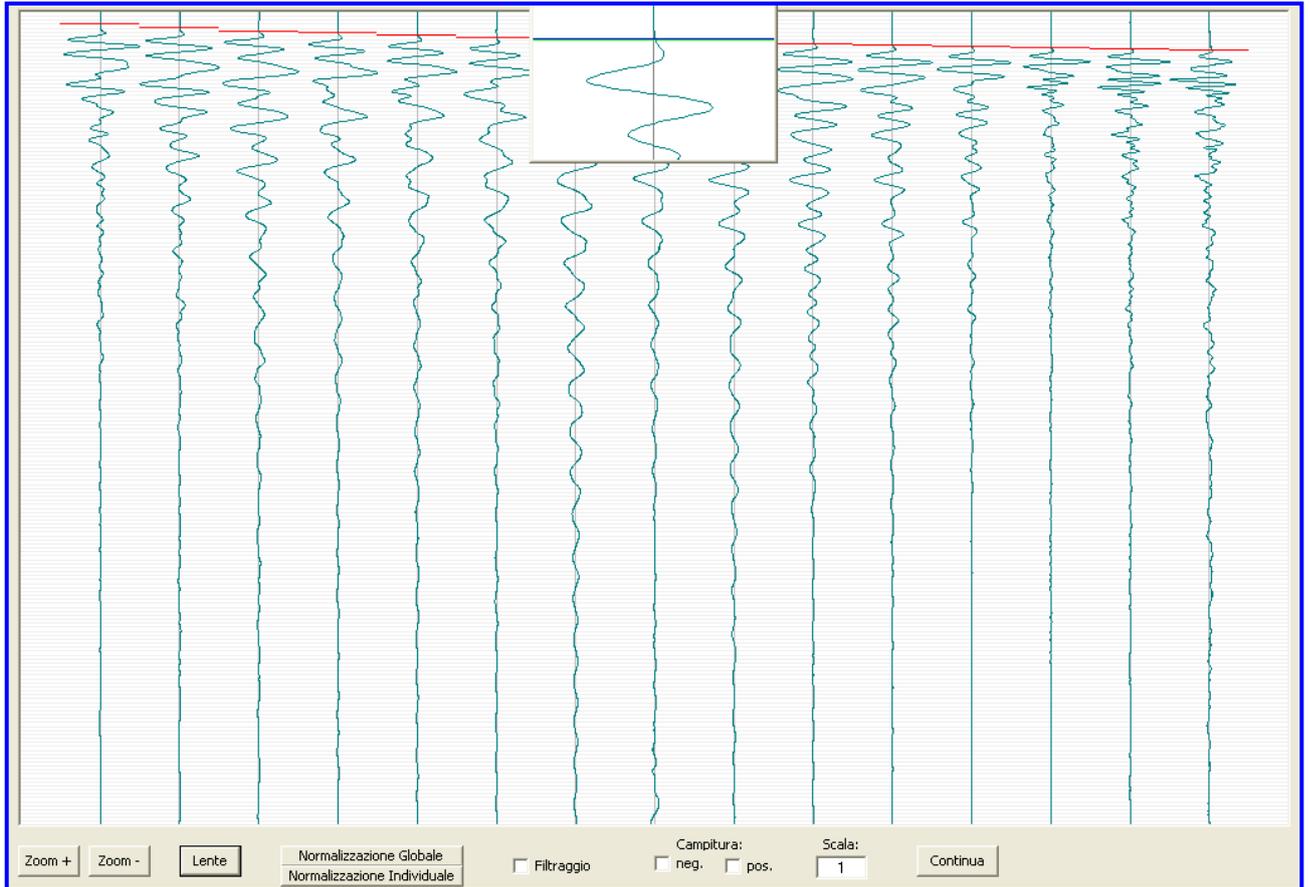


Fig. 3 – Determinazione dei primi arrivi delle onde P per la down hole DH-S1.

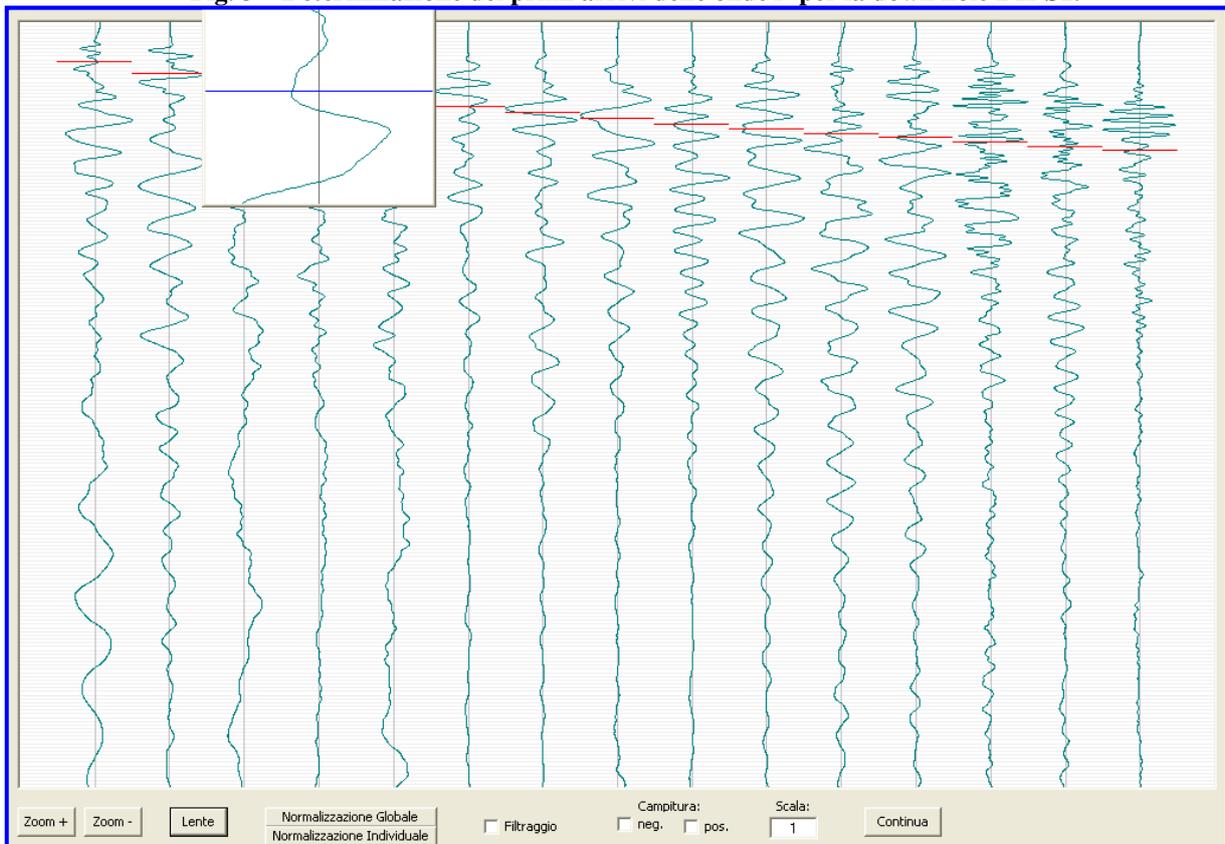


Fig. 4 – Picking delle onde Sx per la down hole DH-S1.

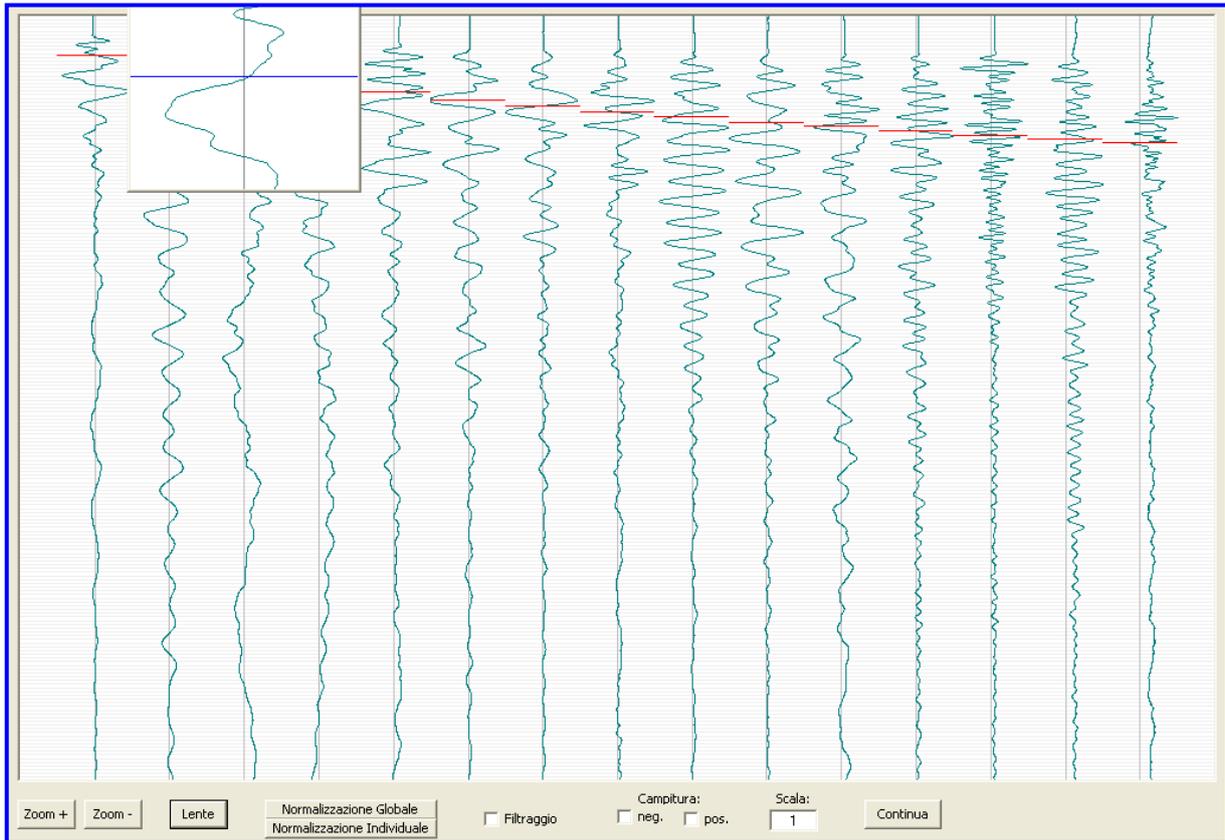


Fig. 5 – Picking delle onde S_y per la down hole DH-S1.

L'energizzazione genera onde elastiche longitudinali (P) e trasversali (S) che si propagano in tutte le direzioni; in particolare le onde longitudinali (Fig. 6) si propagano mediante oscillazioni delle particelle che costituiscono il mezzo attraversato nella stessa direzione della propagazione dell'onda. Di conseguenza, il mezzo sarà soggetto principalmente a sforzi di compressione e dilatazione e la velocità dell'onda sarà anche funzione del modulo di incompressibilità (bulk) (k), che esprime la resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, oltre che del modulo di rigidità (μ) detto anche modulo di taglio (shear) (G) e della densità (ρ):

$$V_p = \sqrt{\frac{k + 4\mu/3}{\rho}}$$

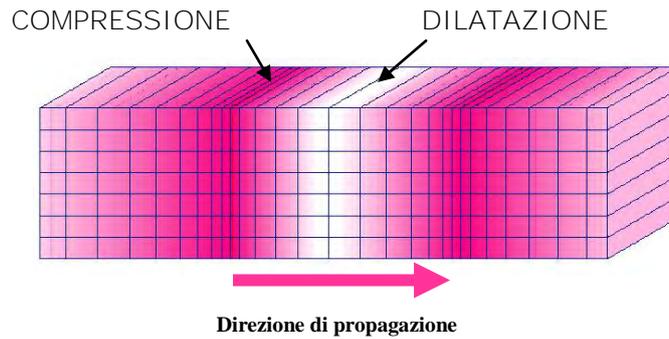


Fig. 6 - Rappresentazione grafica della direzione di oscillazione delle particelle che costituiscono il mezzo nel caso della propagazione di onde longitudinali P (direzione di oscillazione coincidente con quella di propagazione dell'onda).

Le onde trasversali (Fig. 7) si propagano mediante oscillazioni delle particelle del mezzo perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Di conseguenza, il mezzo sarà soggetto a sforzi di taglio e la velocità delle onde sarà funzione della resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, che è espressa dal modulo di rigidità (μ):

$$V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

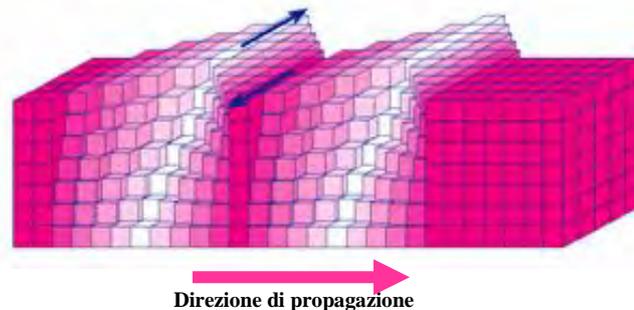


Fig. 7 - Rappresentazione grafica delle direzioni di oscillazione delle particelle che costituiscono il mezzo nel caso della propagazione di onde di taglio S (direzione di oscillazione perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda).

Le onde sismiche non sono caratterizzate da un trasporto di materia, ma da un trasferimento di energia. Tenendo presente che lo sforzo impulsivo può ripartirsi in componenti normali e tangenziali, si deduce che le onde longitudinali (P) possono anche essere chiamate onde di compressione in quanto generate dalla reazione

elastica che si oppone a variazioni di volume e/o di lunghezza del corpo e di cui sono responsabili le componenti normali dello sforzo.

Le onde trasversali (S) sono anche dette onde di taglio in quanto generate da reazione elastica che si oppone a variazioni di forma del corpo e di cui sono responsabili le componenti tangenziali dello sforzo.

Logicamente onde di compressione e di taglio si generano contemporaneamente in seguito ad uno sforzo impulsivo, ma sono caratterizzate da differenti velocità di propagazione.

Attraverso lo studio dei tempi di percorso delle onde di compressione e di taglio e quindi delle velocità, si può risalire alla disposizione geometrica e alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nell'area di indagine.

Le onde di volume P ed S , che attraversano un mezzo omogeneo e isotropo (condizioni ideali) hanno ben definite equazioni di moto. Note le densità e le velocità V_P e V_S che vengono ottenute tramite misure dirette, possono essere ricavate alcune proprietà meccaniche, quali il modulo di Young o modulo elastico E , il modulo di taglio G o modulo di rigidità μ , il coefficiente di Poisson ν e il modulo di incompressibilità o bulk k . Le relative equazioni sono le seguenti:

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

poiché nei fluidi $V_S=0$, ν risulta uguale a 0.5. Nei solidi, il valore ν varia generalmente da 0.1 a 0.4. Pertanto, valori più elevati di ν possono essere indicativi della presenza di frazioni di liquido nel mezzo attraversato.

$$E = \frac{\rho V_p^2 (1 - 2\nu)(1 + \nu)}{1 - \nu}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

$$k = \frac{E}{3(1 - 2\nu)}$$

4. INDAGINE ESEGUITA

L'indagine eseguita è stata condotta sulla base di n° 1 prospezione sismica down hole in foro di sondaggio ubicato sul sito di interesse progettuale. Il sondaggio DH-S1 è stato perforato e condizionato fino alla profondità di 30m dal p.c..

La prospezione sismica è stata effettuata mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali (Re.Mi., S.A.S.W., M.A.S.W.).

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale: Re.Mi. (Refraction Microtremor) - M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) - S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves). Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise).

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

La sorgente sismica (Fig. 8) è costituita da una massa battente (maglio dal peso di 6kg) in oscillazione libera ed urtante verticalmente una piastra circolare in alluminio (generazione onde P , S_x ed S_y); come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della sorgente energizzante posizionata alla distanza di 3m dal boccaforo (Fig. 8).

Le oscillazioni del terreno sono state rilevate da una sonda geofonica tridimensionale (3 geofoni Geospace a 4.5Hz ortogonali tra loro) (Fig. 9) calata nel perforo a profondità decrescenti (da quota fondo foro a quota bocca foro) con intervalli di 2m.

Quando la battuta non risultava netta, o comunque il segnale non era significativo per la presenza di noise ambientale, la prova veniva ripetuta.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (Intersism 2.1 della Geo&Soft International) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.



Fig. 8 – Sorgente energizzata, costituita da massa battente su piastra di alluminio. Come starter/trigger è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz.



Fig. 9 – Sonda geofonica da foro a tre componenti (3 geofoni ortogonali Geospace a 4.5Hz).

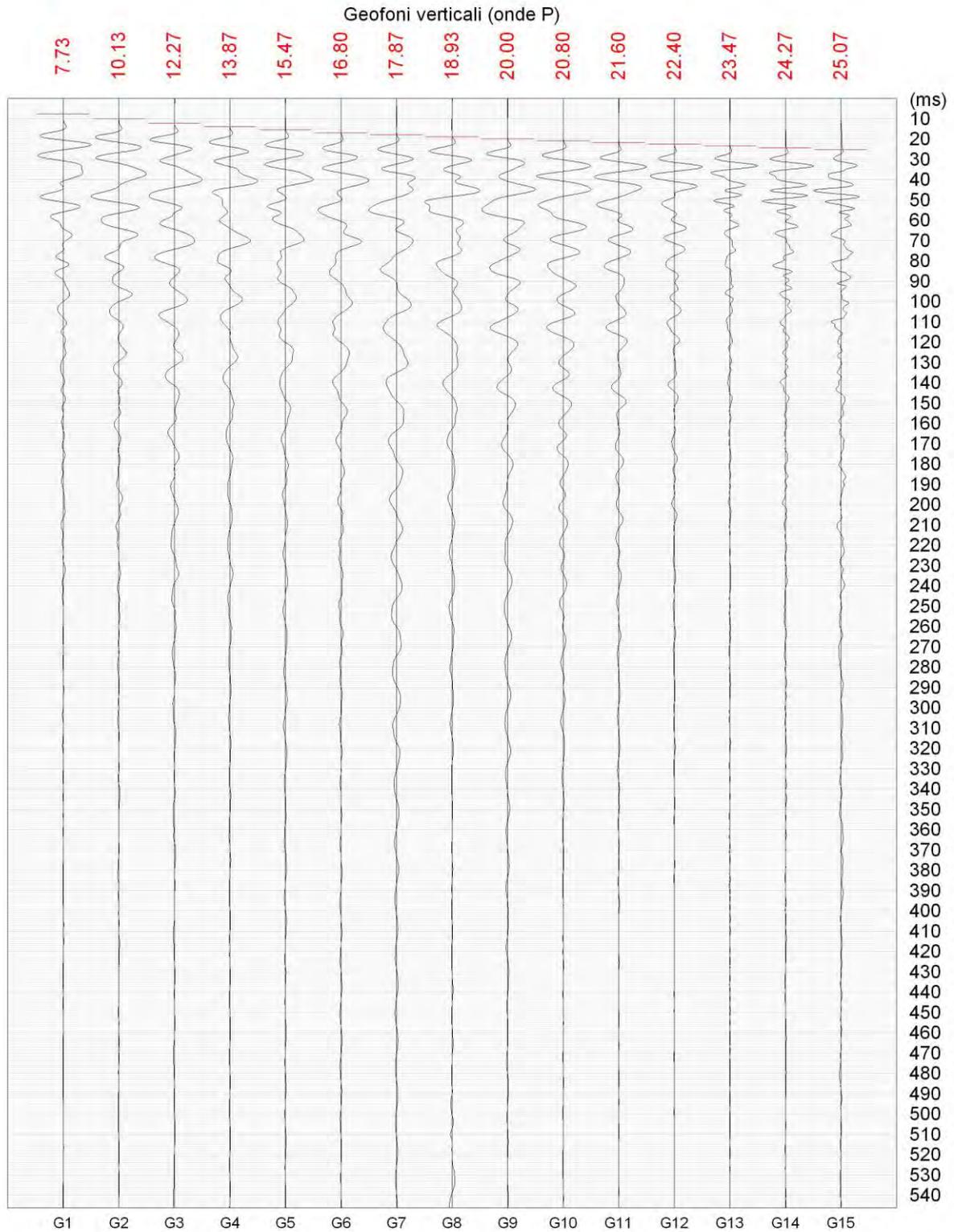
5. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=0.546s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.266ms$. La frequenza di campionamento è data da: $f_{campionamento}=1/dt=3750Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{Nyquist}=1/2dt=1875Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{min}=1/T=1.831Hz$.

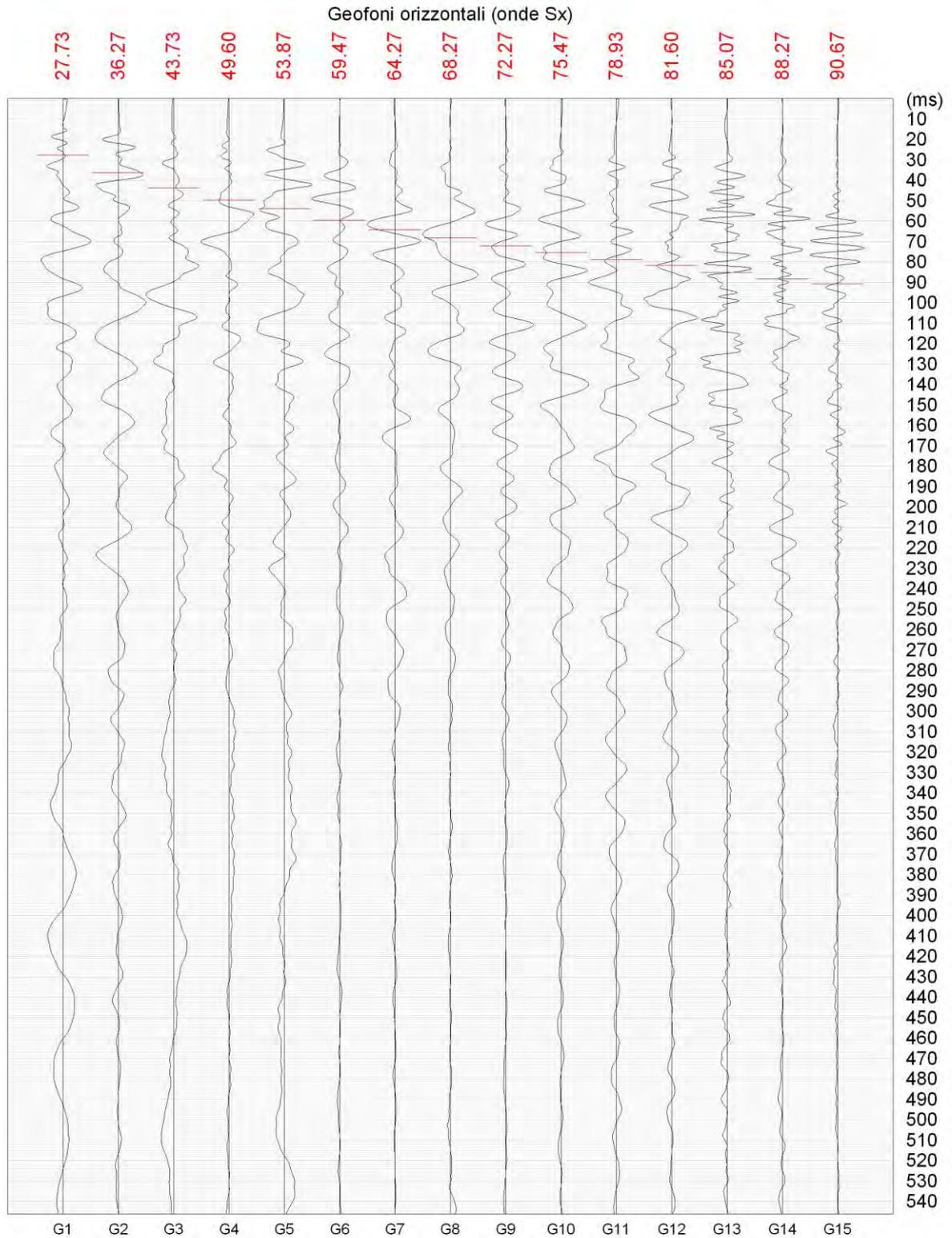
L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il programma Intersism 2.1 della Geo&soft International che permette di eseguire l'intero processo di elaborazione di una colonna sismostratigrafica.

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

Comune di San Paolo di Civitate (FG) - Sottostazione elettrica Prospezione sismica in foro down hole DH-S1

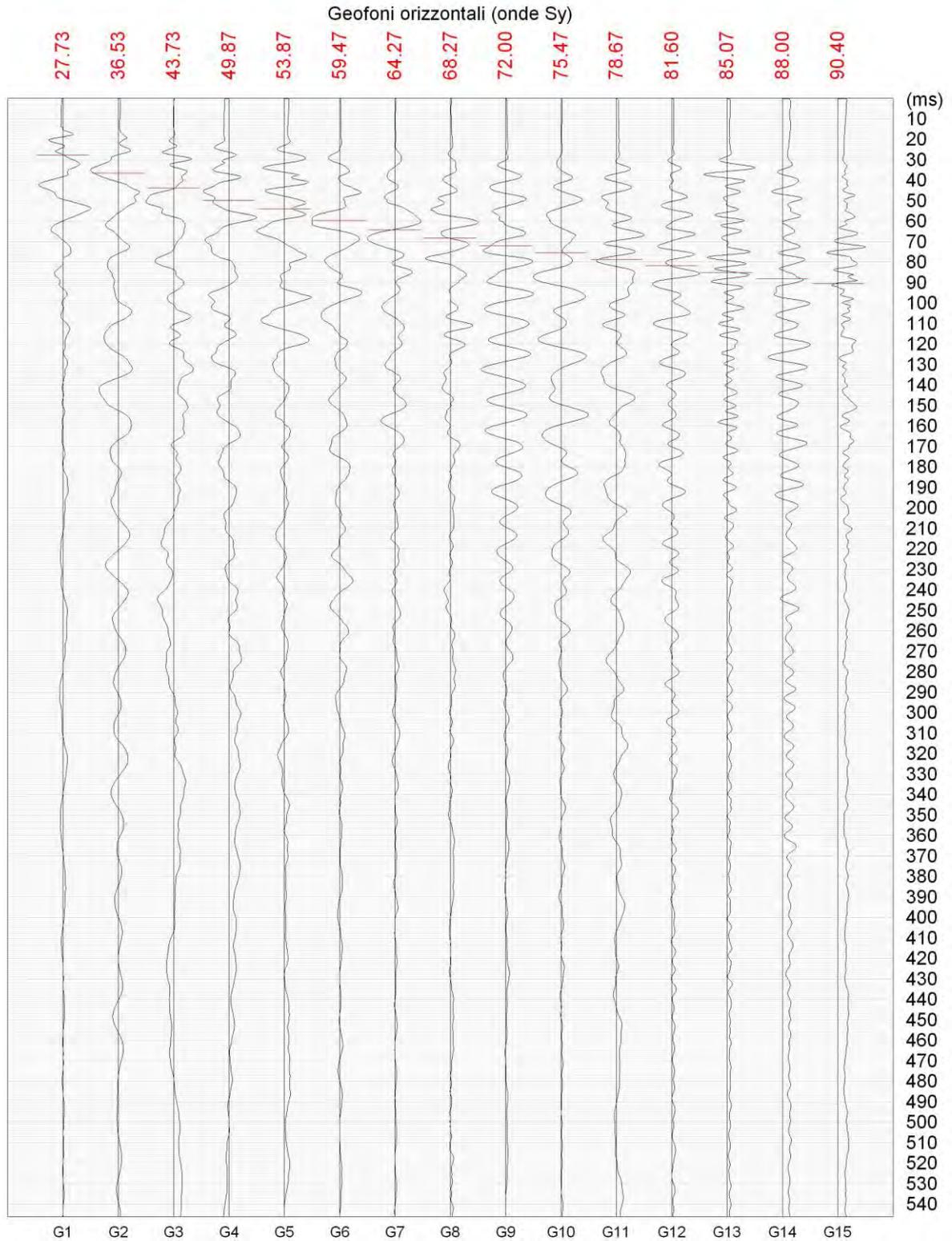


Comune di San Paolo di Civitate (FG) - Sottostazione elettrica Prospezione sismica in foro down hole DH-S1



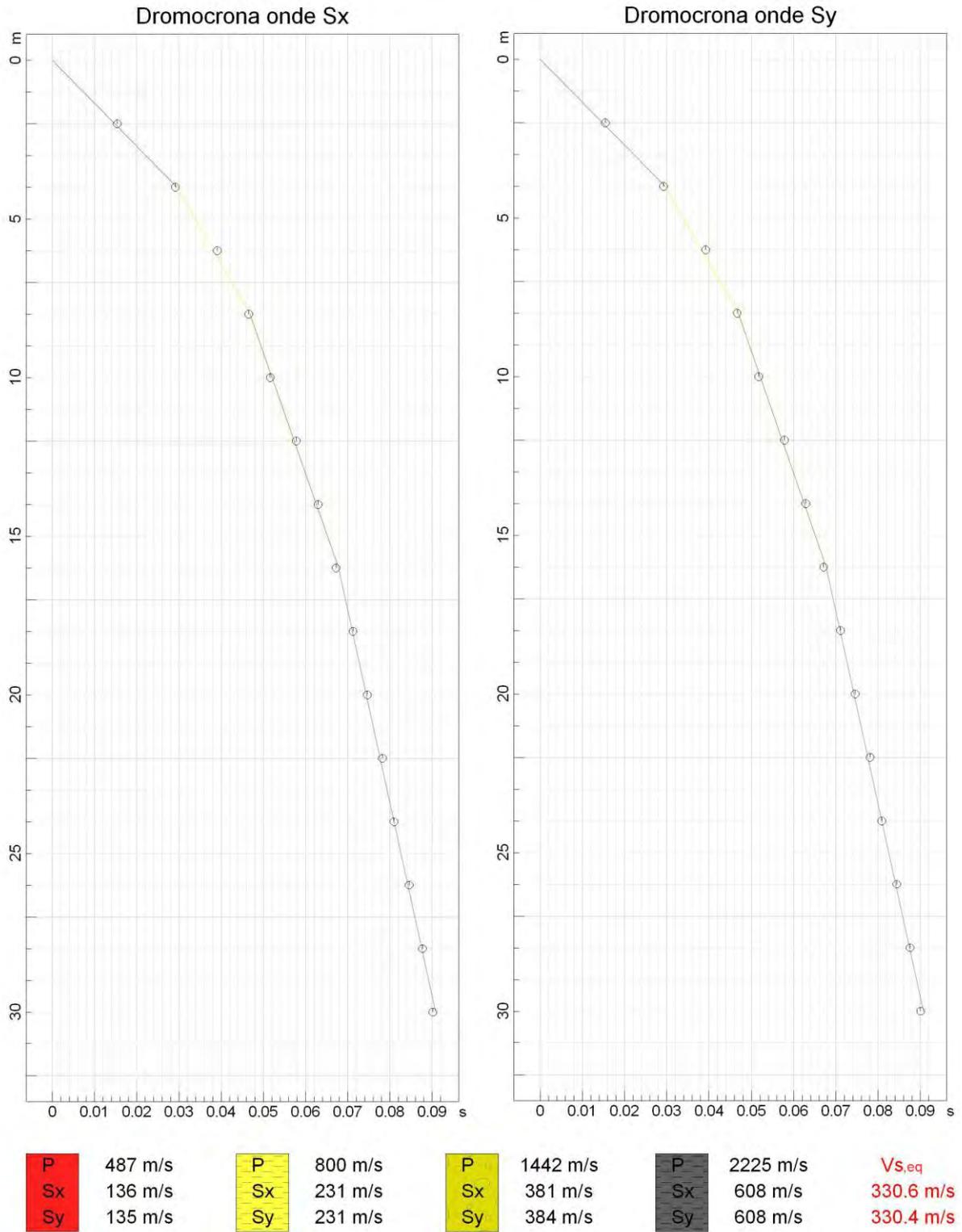
www.geoandsoft.com

Comune di San Paolo di Civitate (FG) - Sottostazione elettrica Prospezione sismica in foro down hole DH-S1



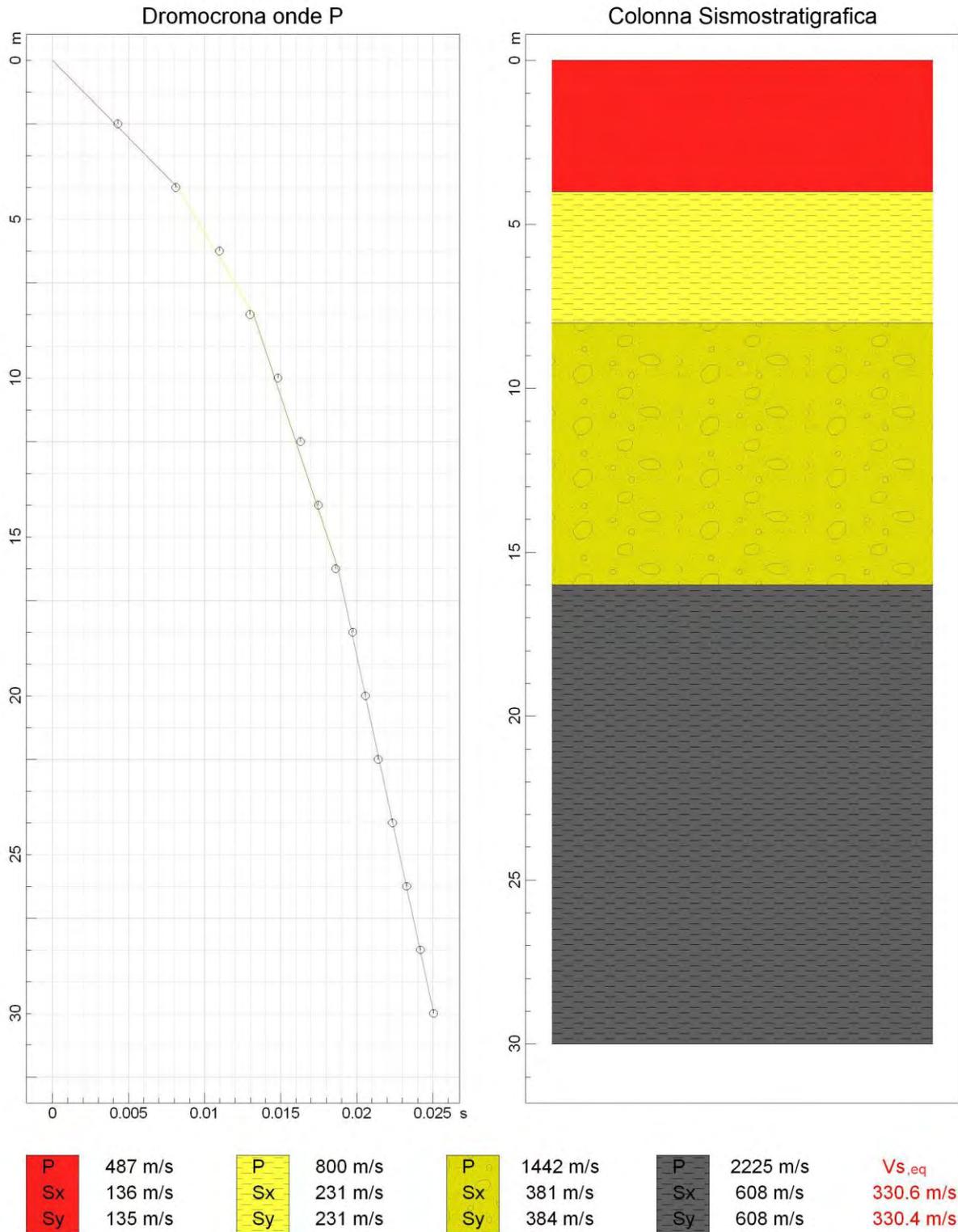
www.geoandsoft.com

Comune di San Paolo di Civitate (FG) - Sottostazione elettrica
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S1



www.geoandsoft.com

Comune di San Paolo di Civitate (FG) - Sottostazione elettrica
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S1



www.geoandsoft.com

COMUNE DI SAN PAOLO DI CIVITATE (FG) - SOTTOSTAZIONE ELETTRICA
PROSPEZIONE SISMICA IN FORO DOWN HOLE DH-S1

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 3.00 [m]

PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	2.00	7.73	27.70	27.80	4.29	15.37	15.42
2	4.00	10.13	36.40	36.50	8.11	29.12	29.20
3	6.00	12.27	43.70	43.80	10.97	39.09	39.18
4	8.00	13.87	49.70	49.80	12.98	46.54	46.63
5	10.00	15.47	53.90	54.00	14.81	51.63	51.72
6	12.00	16.80	59.60	59.60	16.30	57.82	57.82
7	14.00	17.87	64.40	64.30	17.47	62.97	62.87
8	16.00	18.93	68.40	68.30	18.61	67.23	67.13
9	18.00	20.00	72.20	72.10	19.73	71.22	71.12
10	20.00	20.80	75.50	75.40	20.57	74.66	74.57
11	22.00	21.60	78.90	78.80	21.40	78.18	78.08
12	24.00	22.53	81.60	81.50	22.35	80.97	80.87
13	26.00	23.42	85.10	85.00	23.27	84.54	84.44
14	28.00	24.32	88.20	88.10	24.18	87.70	87.60
15	30.00	25.17	90.60	90.50	25.04	90.15	90.05

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	487
2	8	800
3	16	1442
4	30	2225

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	4	136	0.46	27744	80885	318762
2	8	231	0.45	85378	248367	910163
3	16	381	0.46	246774	721801	3205887
4	30	608	0.46	702362	2050407	8469705

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	4	135	0.46	27338	79737	319304
2	8	231	0.45	85378	248367	910163
3	16	384	0.46	250675	732892	3200685
4	30	608	0.46	702362	2050407	8469705

VELOCITA' MEDIE VS,eq

Geofono	VS,eq [m/s]
orizzontale Sx	330.6
orizzontale Sy	330.4

6. INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica DH-S1 effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tab. 1; Tab. 2). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

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

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

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

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

Tab. 1 – Categorie Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
DH-S1	[330 ÷ 331]	<u>C</u>

Tab. 2 – Categoria Suolo di fondazione relativa alla prospezione sismica in foro down hole DH-S1 effettuata.

7. RISPOSTA SISMICA LOCALE

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

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

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

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

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

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica DH-S1 precedentemente descritta.

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

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 3; Fig. 10).

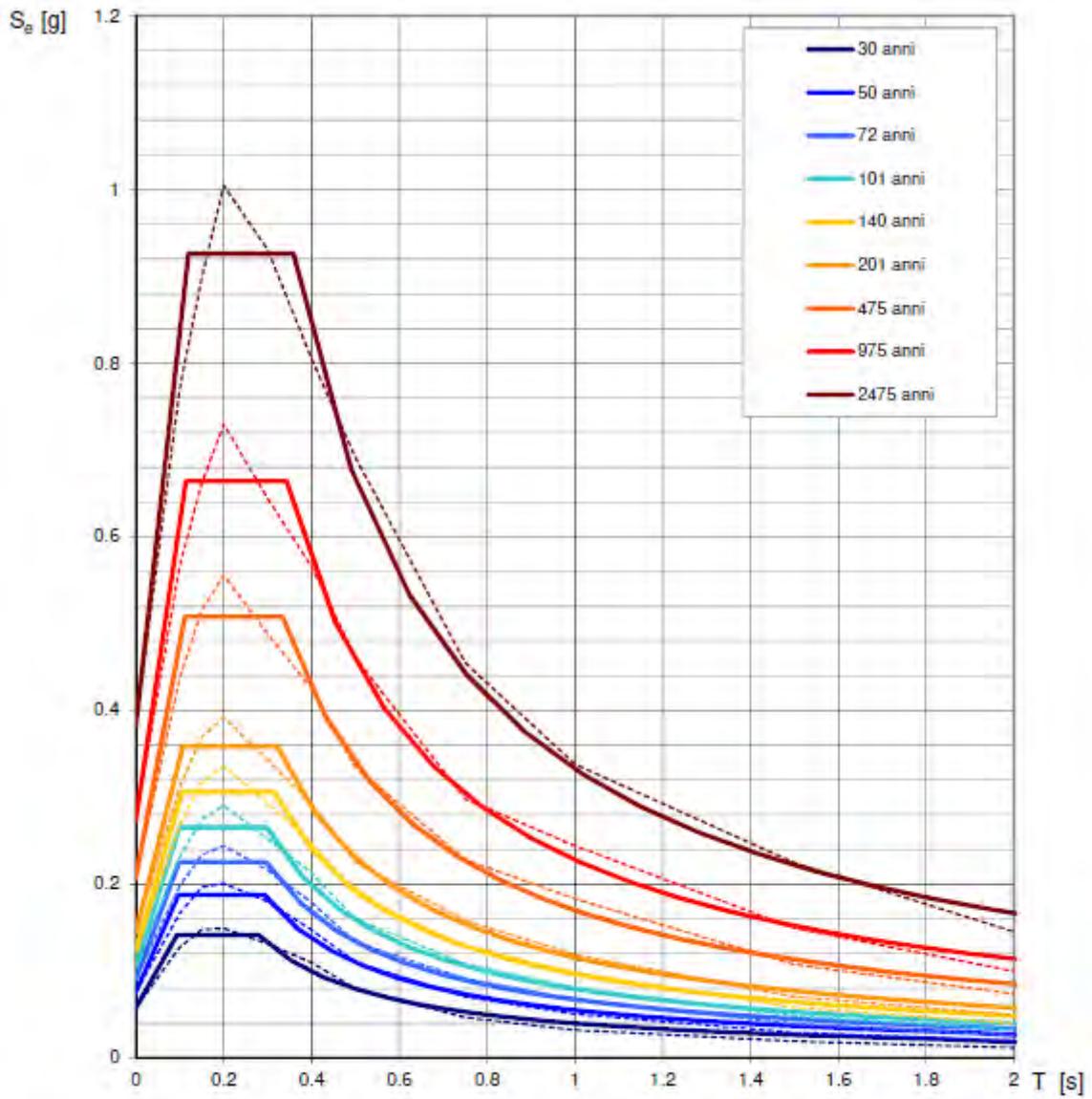
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV) ed all'azione di progetto di riferimento (Tabb. 4 – 7; Figg. 11 – 12).

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

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.255314 – LAT. 41.768050 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
30	0.057	2.465	0.280
50	0.075	2.487	0.292
72	0.090	2.495	0.297
101	0.106	2.510	0.298
140	0.122	2.504	0.315
201	0.144	2.495	0.321
475	0.207	2.455	0.334
975	0.273	2.434	0.343
2475	0.382	2.427	0.359

Tab. 3 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



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

Fig. 10 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento e per categoria di suolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SUOLO C
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.255314 – LAT. 41.768050 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.144 g
F_o	2.495
T_C	0.321 s
S_S	1.485
C_C	1.527
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.485
η	1.000
T_B	0.164 s
T_C	0.491 s
T_D	2.175 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

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

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.213
T_B ←	0.164	0.533
T_C ←	0.491	0.533
	0.571	0.458
	0.651	0.401
	0.731	0.357
	0.812	0.322
	0.892	0.293
	0.972	0.269
	1.052	0.248
	1.132	0.231
	1.213	0.216
	1.293	0.202
	1.373	0.190
	1.453	0.180
	1.533	0.170
	1.614	0.162
	1.694	0.154
	1.774	0.147
	1.854	0.141
	1.934	0.135
	2.015	0.130
	2.095	0.125
T_D ←	2.175	0.120
	2.262	0.111
	2.349	0.103
	2.436	0.096
	2.523	0.089
	2.610	0.083
	2.696	0.078
	2.783	0.073
	2.870	0.069
	2.957	0.065
	3.044	0.061
	3.131	0.058
	3.218	0.055
	3.305	0.052
	3.392	0.049
	3.479	0.047
	3.565	0.045
	3.652	0.043
	3.739	0.041
	3.826	0.039
	3.913	0.037
	4.000	0.036

Tab. 4 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.074 g
S_B	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.277
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_B \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.074
$T_B \leftarrow$	0.050	0.122
$T_C \leftarrow$	0.150	0.122
	0.235	0.078
	0.320	0.057
	0.405	0.045
	0.490	0.037
	0.575	0.032
	0.660	0.028
	0.745	0.025
	0.830	0.022
	0.915	0.020
$T_D \leftarrow$	1.000	0.018
	1.094	0.015
	1.188	0.013
	1.281	0.011
	1.375	0.010
	1.469	0.009
	1.563	0.008
	1.656	0.007
	1.750	0.006
	1.844	0.005
	1.938	0.005
	2.031	0.004
	2.125	0.004
	2.219	0.004
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.003
	2.688	0.003
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 5 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

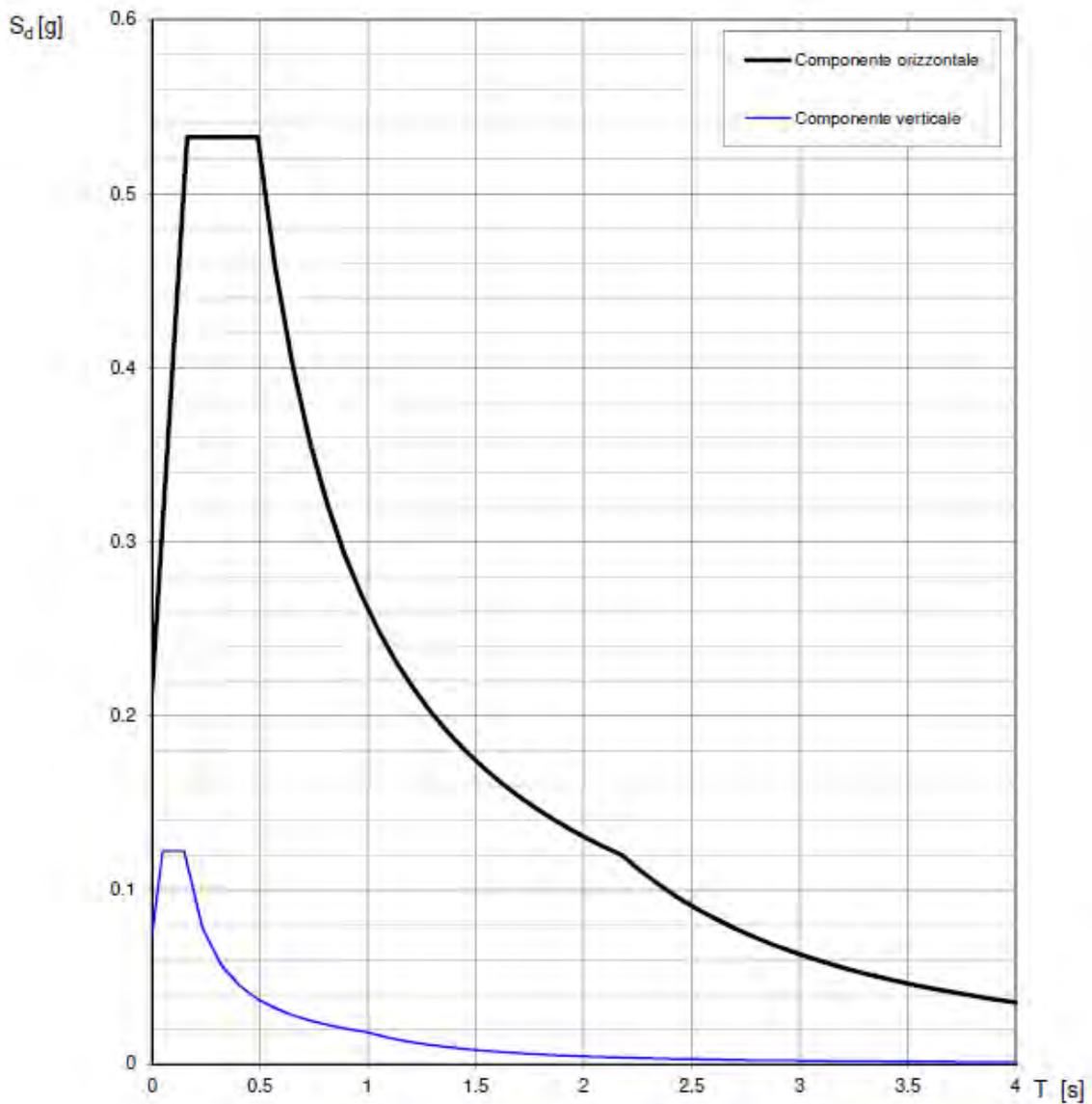


Fig. 11 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.347 g
F_o	2.429
T_C	0.354 s
S_B	1.194
C_C	1.479
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.194
η	1.000
T_B	0.175 s
T_C	0.524 s
T_D	2.988 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

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

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.414
T_B ←	0.175	1.006
T_C ←	0.524	1.006
	0.641	0.822
	0.759	0.695
	0.876	0.602
	0.993	0.531
	1.110	0.475
	1.228	0.429
	1.345	0.392
	1.462	0.361
	1.580	0.334
	1.697	0.311
	1.814	0.291
	1.932	0.273
	2.049	0.257
	2.166	0.243
	2.284	0.231
	2.401	0.220
	2.518	0.209
	2.636	0.200
	2.753	0.192
	2.870	0.184
T_D ←	2.988	0.176
	3.036	0.171
	3.084	0.166
	3.132	0.161
	3.180	0.156
	3.229	0.151
	3.277	0.147
	3.325	0.142
	3.373	0.138
	3.421	0.135
	3.470	0.131
	3.518	0.127
	3.566	0.124
	3.614	0.121
	3.663	0.117
	3.711	0.114
	3.759	0.111
	3.807	0.109
	3.855	0.106
	3.904	0.103
	3.952	0.101
	4.000	0.098

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.276 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.931
S	1.000
η	0.667

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.276
T_B ←	0.050	0.447
T_C ←	0.150	0.447
	0.235	0.285
	0.320	0.209
	0.405	0.165
	0.490	0.137
	0.575	0.117
	0.660	0.102
	0.745	0.090
	0.830	0.081
	0.915	0.073
T_D ←	1.000	0.067
	1.094	0.056
	1.188	0.048
	1.281	0.041
	1.375	0.035
	1.469	0.031
	1.563	0.027
	1.656	0.024
	1.750	0.022
	1.844	0.020
	1.938	0.018
	2.031	0.016
	2.125	0.015
	2.219	0.014
	2.313	0.013
	2.406	0.012
	2.500	0.011
	2.594	0.010
	2.688	0.009
	2.781	0.009
	2.875	0.008
	2.969	0.008
	3.063	0.007
	3.156	0.007
	3.250	0.006
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.005
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.004
	4.000	0.004

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

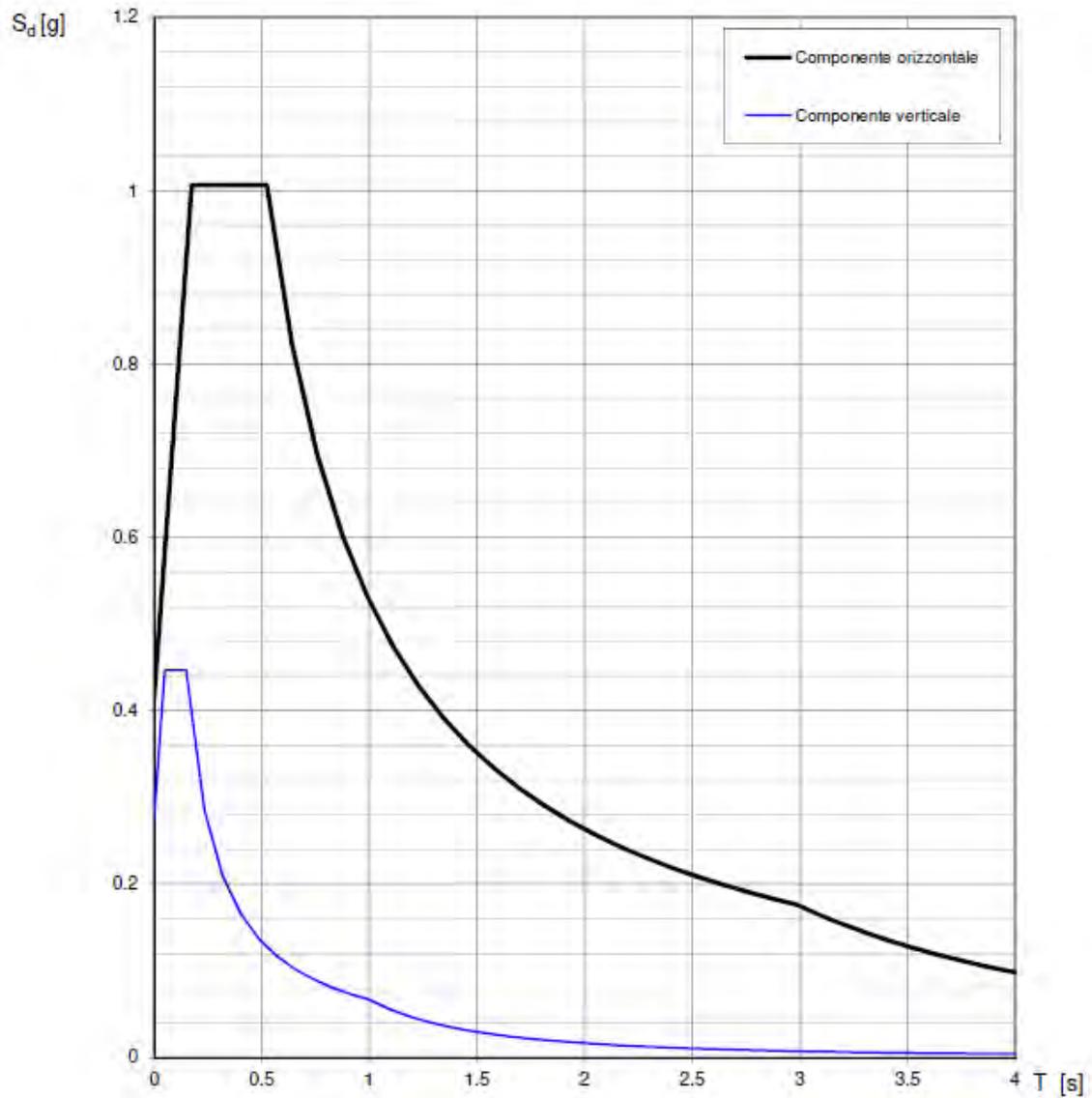


Fig. 12 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

8. CONCLUSIONI

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 13), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di San Paolo di Civitate (FG) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.200 e 0.225 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

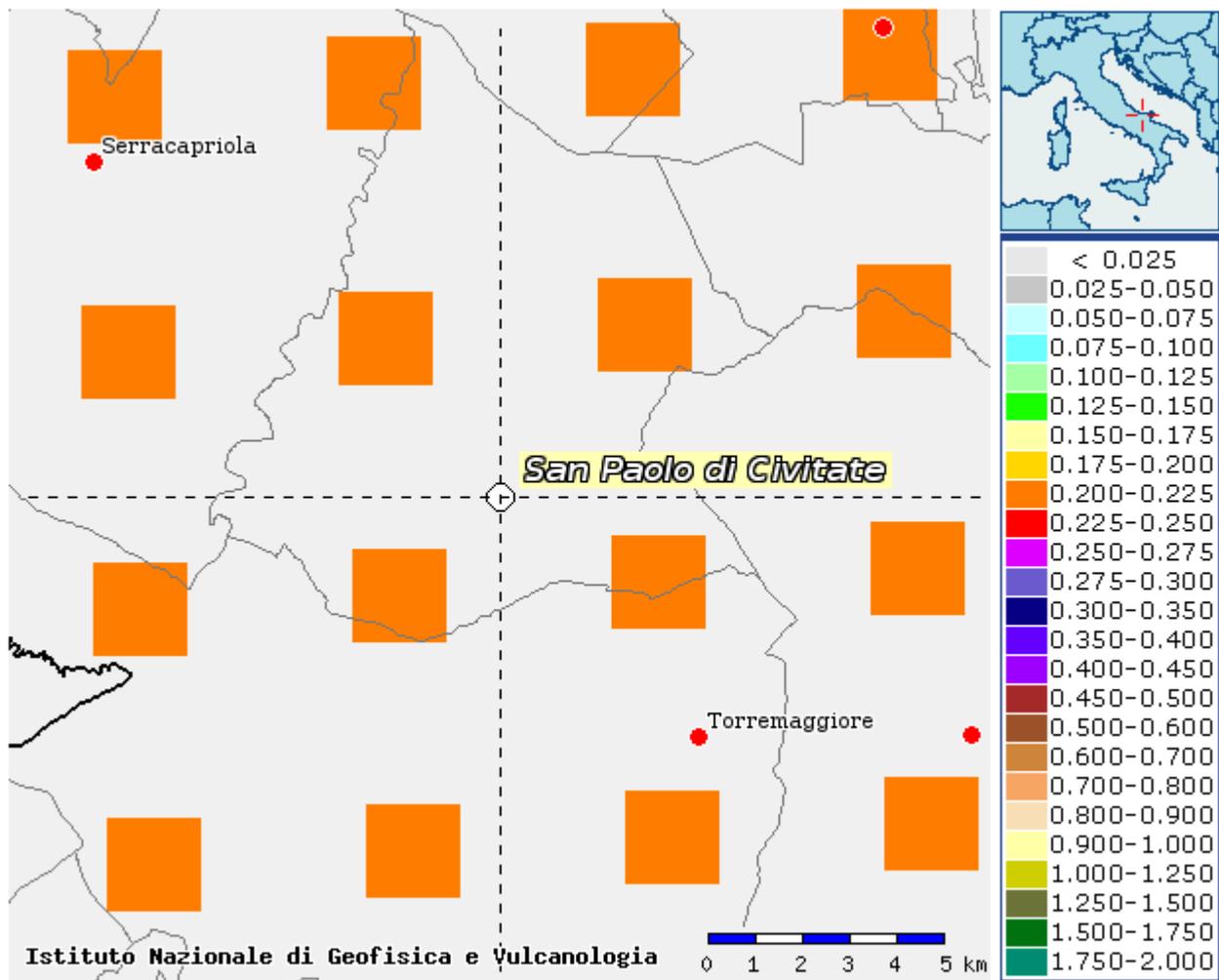


Fig. 13 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; Percentile 50.

L'indagine sismica down hole DH-S1 effettuata ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria C del D.M. 17 gennaio 2018 (vedi par. 6) con valori di V_{Seq} calcolati pari a (Tab. 8):

<i>Prospezione sismica</i>	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)
<i>DH-S1</i>	[330 ÷ 331]

Tab. 8 – Valori di V_{Seq} calcolati, relativi alla prospezione sismica DH-S1 effettuata.

In funzione della categoria di suolo **C** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 7) e i moduli dinamici (Tab. 10).

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

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione **IV**.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al suolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 4 – 6 – 9), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.144]	[0.347]	[0.533]	[1.006]

Tab. 9 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione **IV**; smorzamento 5%.

Note le velocità V_p e V_s ottenute dall'indagine sismica DH-S1, e attribuiti i valori di densità noti dal sondaggio geognostico eseguito, sono stati ricavati inoltre i moduli dinamici (Tab. 10), quali il modulo di Young o modulo elastico E , il modulo di taglio o modulo di rigidità G , il coefficiente di Poisson ν e il modulo di incompressibilità k dei sismostrati individuati.

Sismostrato	Profondità (m)	V_P (m/s)	V_S (m/s)	Densità ρ (kg/m ³)	Coefficiente di Poisson ν (-)	Modulo di taglio G (kPa)	Modulo di Young E (kPa)	Modulo di incompressibilità k (kPa)
S1	0.00 – 4.00	487	136	1500	0.46	27541	80311	319033
S2	4.00 – 8.00	800	231	1600	0.45	85378	248367	910163
S3	8.00 – 16.00	1442	383	1700	0.46	248725	727347	3203286
S4	16.00 – 30.00	2225	608	1900	0.46	702362	2050407	8469705

Tab. 10 - Prospetto delle determinazioni dei moduli dinamici per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica DH-S1.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Pompei, maggio 2018

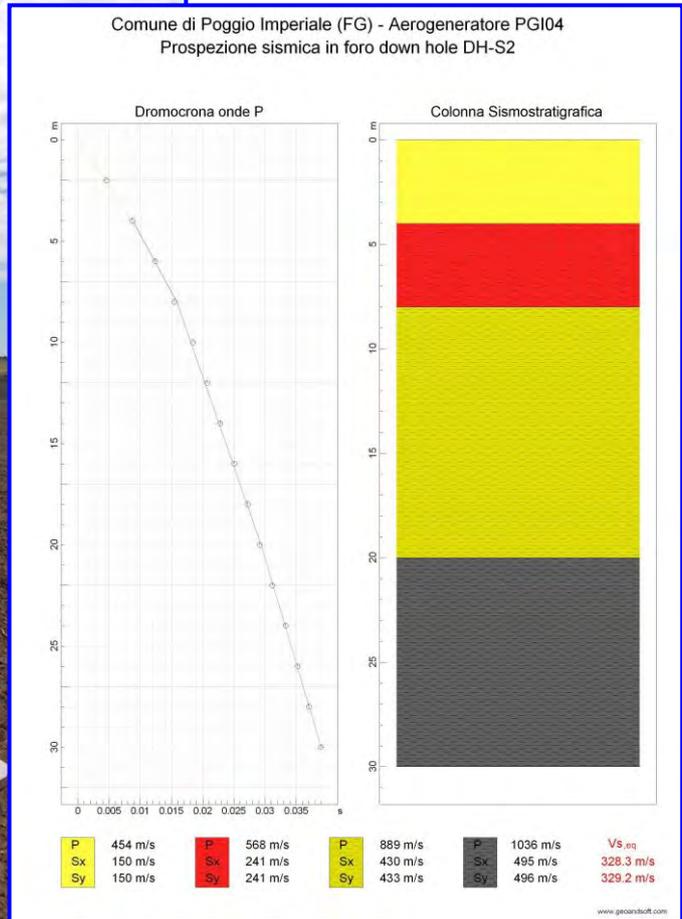
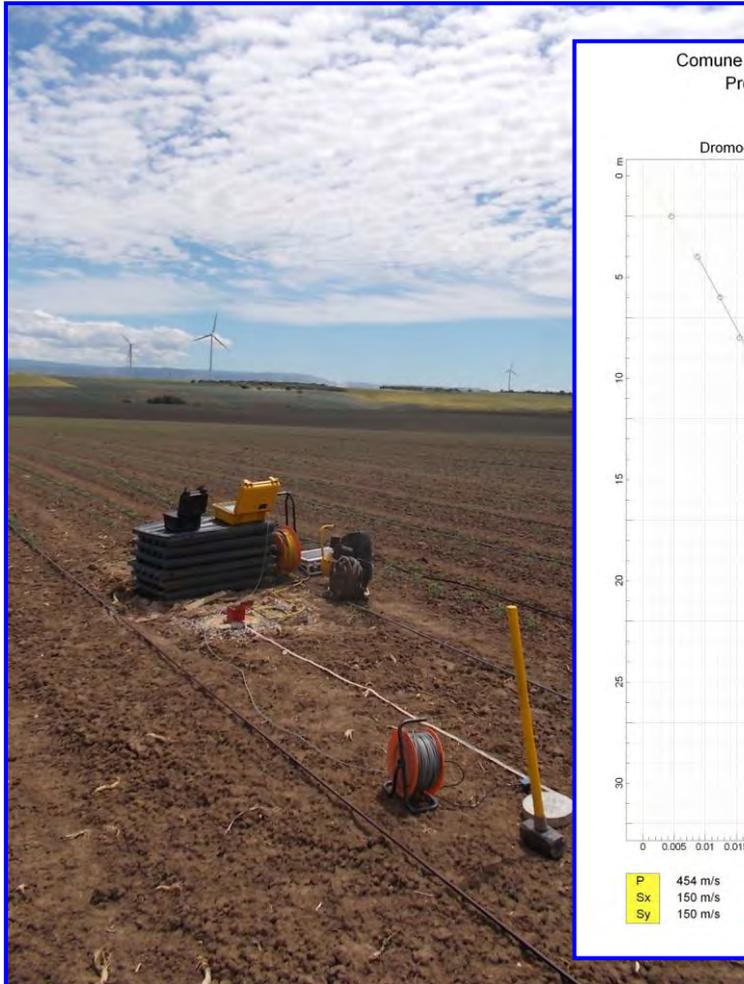
Il tecnico

Dr. Geol. Marco Catalano



COMUNE DI POGGIO IMPERIALE

PROVINCIA DI FOGGIA



RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DI SITO INERENTE AL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO.

<p><i>Il Committente</i></p> <p>IVPC Power6 S.r.l.</p>	<p><i>Il Tecnico</i></p> <p>Dr. Geol. Marco Catalano</p>
<p><i>Pompei, maggio 2018</i></p>	<p>REV. 0</p>

1. INDICE

1.	INDICE.....	2
2.	PREMESSA.....	3
3.	PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO.....	5
4.	INDAGINE ESEGUITA.....	10
5.	ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI.....	12
6.	INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI.....	31
7.	RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	33
8.	CONCLUSIONI.....	59

2. PREMESSA

Su incarico della IVPC Power 6 srl, sono state eseguite n. 3 prospezioni sismiche in foro down hole per la redazione della relazione geofisica sulla modellazione sismica di sito inerente al progetto di realizzazione di un Parco Eolico, nel territorio comunale di Poggio Imperiale (FG) (Figg. 1 – 3), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

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



Fig. 1 – Down hole DH-S2 - Torre PGI04.



Fig. 2 – Down hole DH-S3 - Torre PGI14B.



Fig. 3 – Down hole DH-S4 - Torre PGI16B.

3. PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO

Lo scopo di tali prove consiste nel determinare direttamente la velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame, delle onde di compressione (onde P), di taglio (onde S) ed indirettamente, utilizzando i valori delle velocità acquisiti (V_P , V_S), alcune proprietà meccaniche (moduli dinamici) delle litologie investigate.

Le indagini sismiche che utilizzano i fori dei sondaggi sono utili per avere una sismostratigrafia dettagliata del sottosuolo. Si possono applicare vari metodi di indagine in foro. Il metodo down hole, il più utilizzato, prevede la sistemazione della sorgente energizzante in superficie e la misura delle onde d'arrivo in foro.

La prospezione sismica down hole, schematizzata in Fig. 4, prevede la sorgente energetica in superficie ed i sensori all'interno del perforo. Si adoperano geofoni particolarmente assemblati per essere calati e fissati a profondità via via crescenti (o decrescenti) contro la parete del perforo opportunamente condizionato. Energizzando il terreno in superficie e misurando i tempi di arrivo delle onde P ed S (Figg. 5 – 7) ai geofoni, si ha la possibilità di determinare le velocità dei litotipi riscontrati nella perforazione ed i loro moduli elastici.

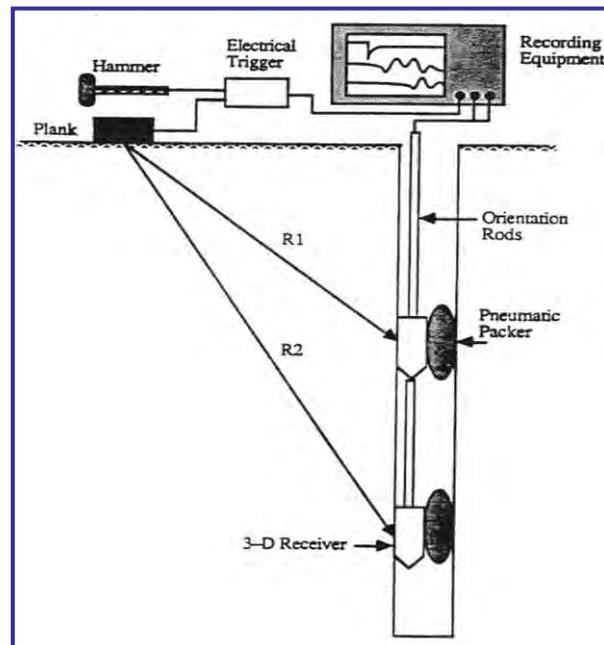


Fig. 4 – Diagramma schematico della strumentazione completa richiesta per effettuare una prospezione sismica down hole.

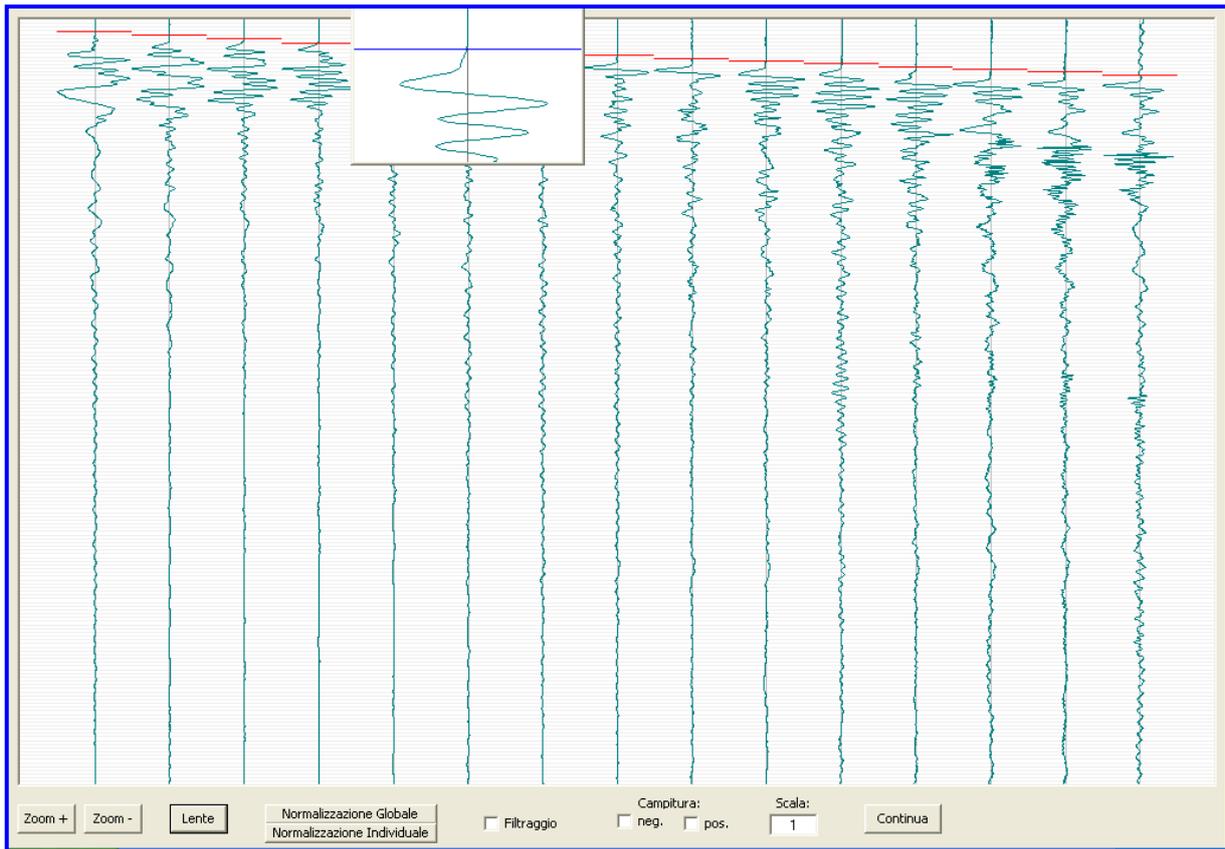


Fig. 5 – Determinazione dei primi arrivi delle onde P per la down hole DH-S2 - Torre PGI04.

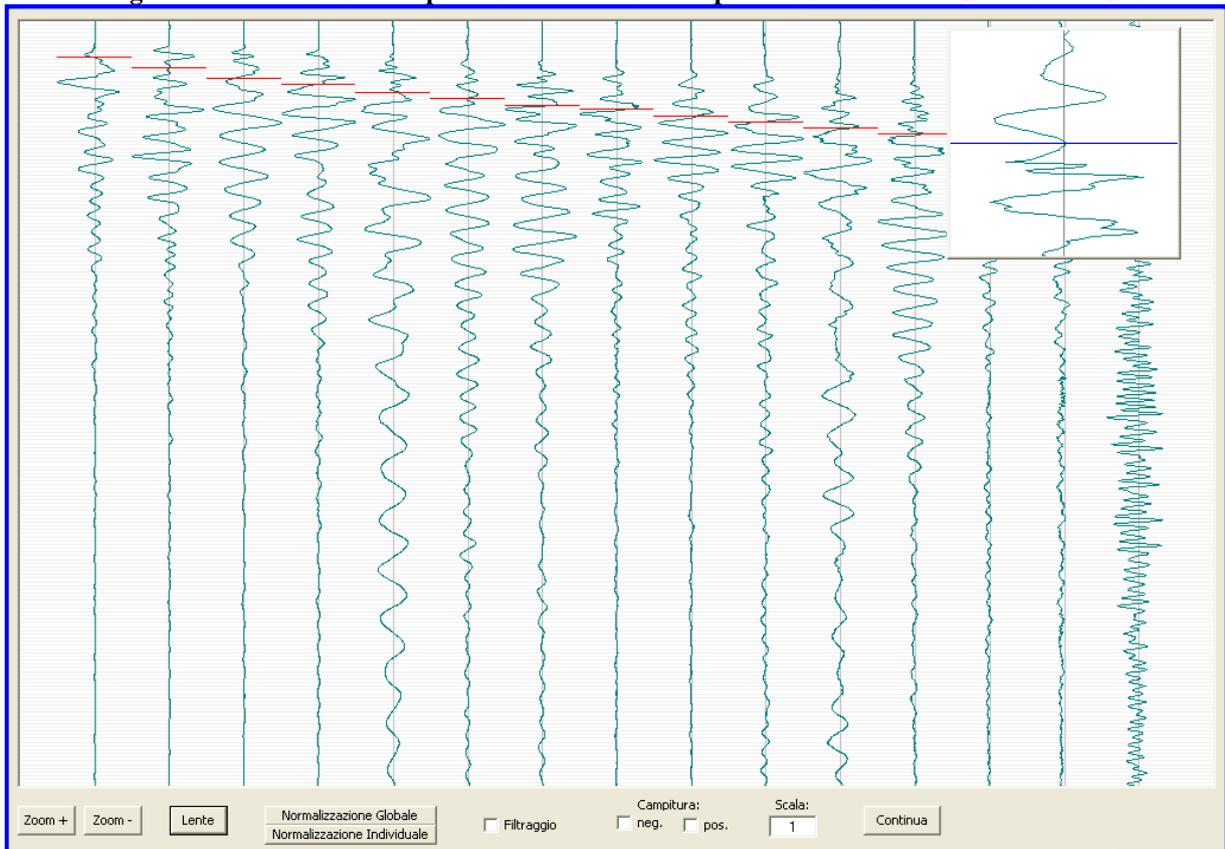


Fig. 6 – Picking delle onde Sx per la down hole DH-S2 - Torre PGI04.

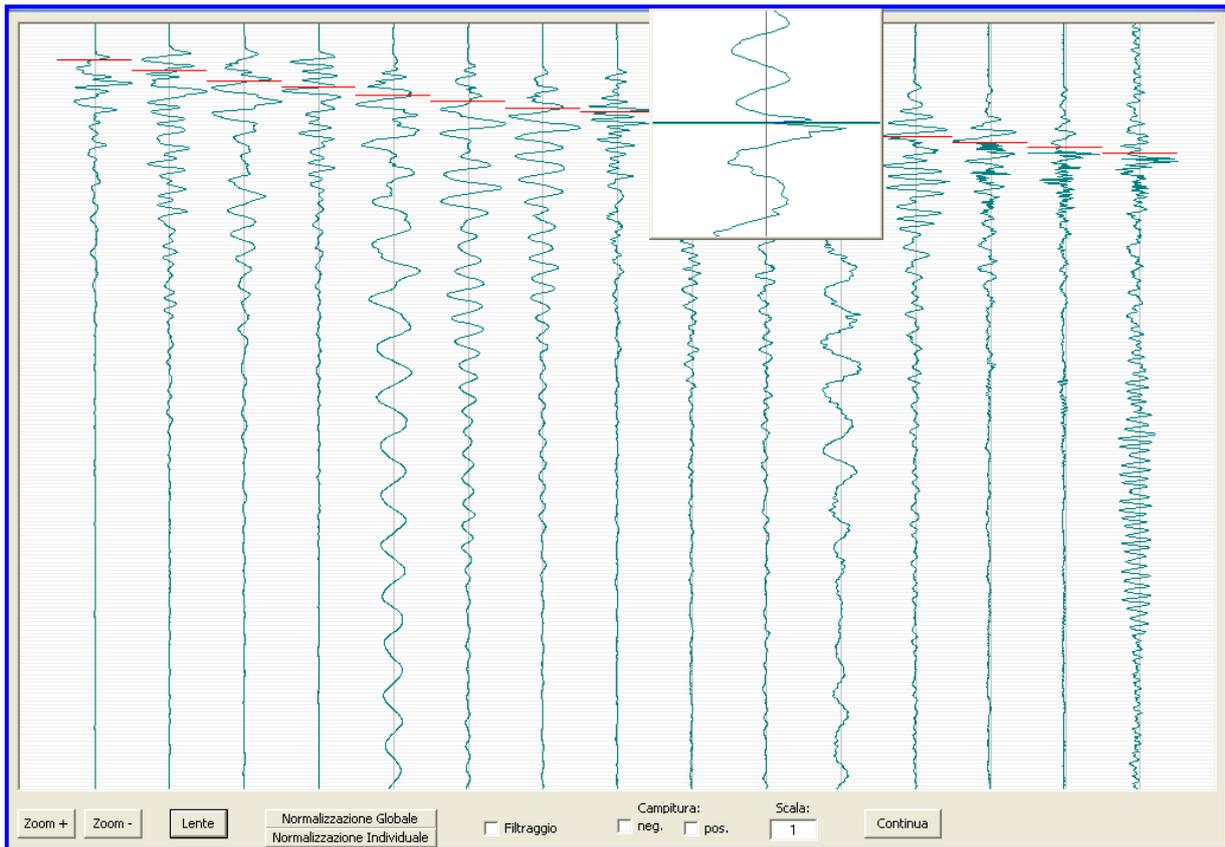


Fig. 7 – Picking delle onde Sy per la down hole DH-S2 - Torre PGI04.

L'energizzazione genera onde elastiche longitudinali (P) e trasversali (S) che si propagano in tutte le direzioni; in particolare le onde longitudinali (Fig. 8) si propagano mediante oscillazioni delle particelle che costituiscono il mezzo attraversato nella stessa direzione della propagazione dell'onda. Di conseguenza, il mezzo sarà soggetto principalmente a sforzi di compressione e dilatazione e la velocità dell'onda sarà anche funzione del modulo di incompressibilità (bulk) (k), che esprime la resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, oltre che del modulo di rigidità (μ) detto anche modulo di taglio (shear) (G) e della densità (ρ):

$$V_p = \sqrt{\frac{k + 4\mu/3}{\rho}}$$

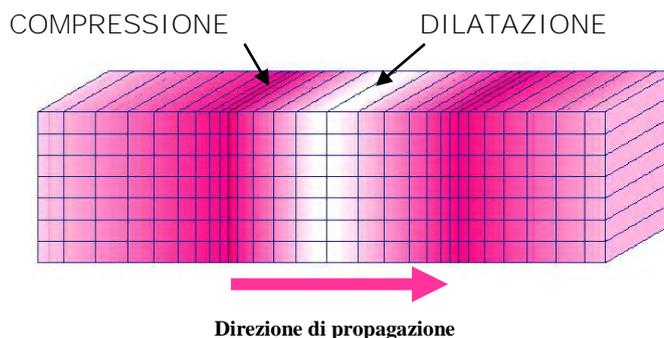


Fig. 8 - Rappresentazione grafica della direzione di oscillazione delle particelle che costituiscono il mezzo nel caso della propagazione di onde longitudinali P (direzione di oscillazione coincidente con quella di propagazione dell'onda).

Le onde trasversali (Fig. 9) si propagano mediante oscillazioni delle particelle del mezzo perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Di conseguenza, il mezzo sarà soggetto a sforzi di taglio e la velocità delle onde sarà funzione della resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, che è espressa dal modulo di rigidità (μ):

$$V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

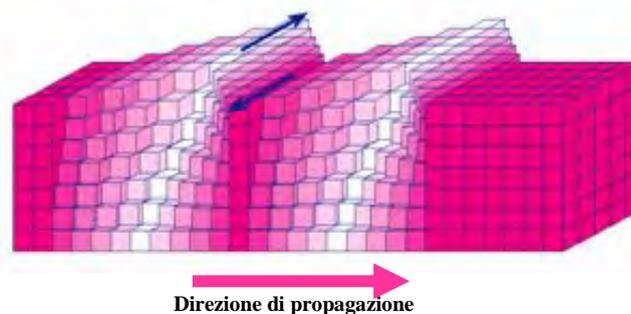


Fig. 9 - Rappresentazione grafica delle direzioni di oscillazione delle particelle che costituiscono il mezzo nel caso della propagazione di onde di taglio S (direzione di oscillazione perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda).

Le onde sismiche non sono caratterizzate da un trasporto di materia, ma da un trasferimento di energia. Tenendo presente che lo sforzo impulsivo può ripartirsi in componenti normali e tangenziali, si deduce che le onde longitudinali (P) possono anche essere chiamate onde di compressione in quanto generate dalla reazione

elastica che si oppone a variazioni di volume e/o di lunghezza del corpo e di cui sono responsabili le componenti normali dello sforzo.

Le onde trasversali (S) sono anche dette onde di taglio in quanto generate da reazione elastica che si oppone a variazioni di forma del corpo e di cui sono responsabili le componenti tangenziali dello sforzo.

Logicamente onde di compressione e di taglio si generano contemporaneamente in seguito ad uno sforzo impulsivo, ma sono caratterizzate da differenti velocità di propagazione.

Attraverso lo studio dei tempi di percorso delle onde di compressione e di taglio e quindi delle velocità, si può risalire alla disposizione geometrica e alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nell'area di indagine.

Le onde di volume P ed S , che attraversano un mezzo omogeneo e isotropo (condizioni ideali) hanno ben definite equazioni di moto. Note le densità e le velocità V_P e V_S che vengono ottenute tramite misure dirette, possono essere ricavate alcune proprietà meccaniche, quali il modulo di Young o modulo elastico E , il modulo di taglio G o modulo di rigidità μ , il coefficiente di Poisson ν e il modulo di incompressibilità o bulk k . Le relative equazioni sono le seguenti:

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

poiché nei fluidi $V_S=0$, ν risulta uguale a 0.5. Nei solidi, il valore ν varia generalmente da 0.1 a 0.4. Pertanto, valori più elevati di ν possono essere indicativi della presenza di frazioni di liquido nel mezzo attraversato.

$$E = \frac{\rho V_p^2 (1 - 2\nu)(1 + \nu)}{1 - \nu}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

$$k = \frac{E}{3(1 - 2\nu)}$$

4. INDAGINE ESEGUITA

Le indagini eseguite sono state condotte sulla base di n° 3 prospezioni sismiche down hole in fori di sondaggi ubicati sul sito di interesse progettuale. I sondaggi sono stati perforati e condizionati fino alla profondità di 30m dal p.c..

Le prospezioni sismiche sono state effettuate mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali (Re.Mi., S.A.S.W., M.A.S.W.).

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale: Re.Mi. (Refraction Microtremor) - M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) - S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves). Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise).

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

La sorgente sismica (Fig. 10) è costituita da una massa battente (maglio dal peso di 6kg) in oscillazione libera ed urtante verticalmente una piastra circolare in alluminio (generazione onde P , S_x ed S_y); come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della sorgente energizzante posizionata alla distanza di 3m dal boccaforo (Fig. 10).

Le oscillazioni del terreno sono state rilevate da una sonda geofonica tridimensionale (3 geofoni Geospace a 4.5Hz ortogonali tra loro) (Fig. 11) calata nel perforo a profondità decrescenti (da quota fondo foro a quota bocca foro) con intervalli di 2m.

Quando la battuta non risultava netta, o comunque il segnale non era significativo per la presenza di noise ambientale, la prova veniva ripetuta.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (Intersism 2.1 della Geo&Soft International) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.



Fig. 10 – Sorgente energizzata, costituita da massa battente su piastra di alluminio. Come starter/trigger è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz.



Fig. 11 – Sonda geofonica da foro a tre componenti (3 geofoni Geospace a 4.5Hz).

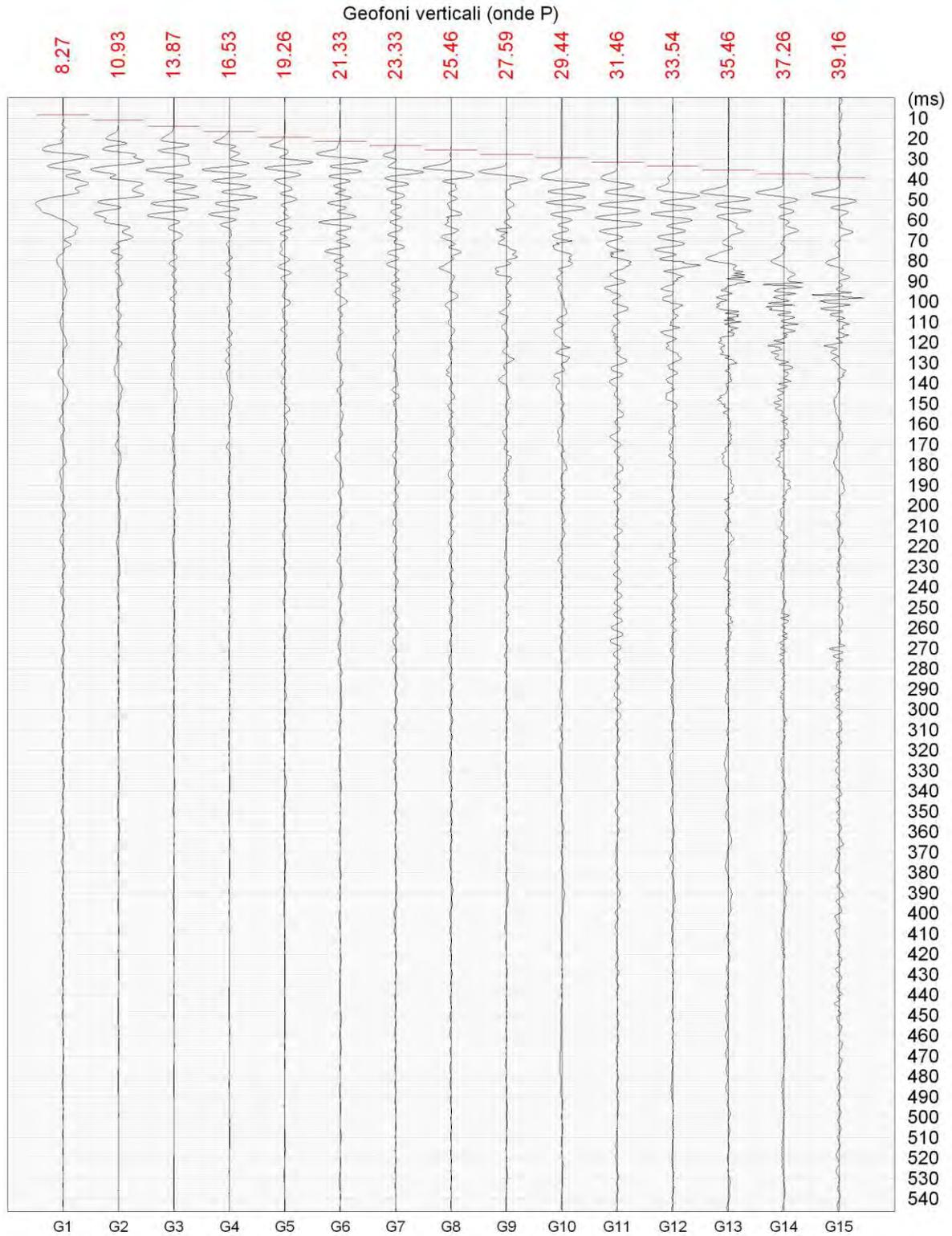
5. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=0.546s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.266ms$. La frequenza di campionamento è data da: $f_{campionamento}=1/dt=3750Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{Nyquist}=1/2dt=1875Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{min}=1/T=1.831Hz$.

Le elaborazioni dei dati sono state effettuate con il programma Intersism 2.1 della Geo&soft International che permette di eseguire l'intero processo di elaborazione di una colonna sismostratigrafica.

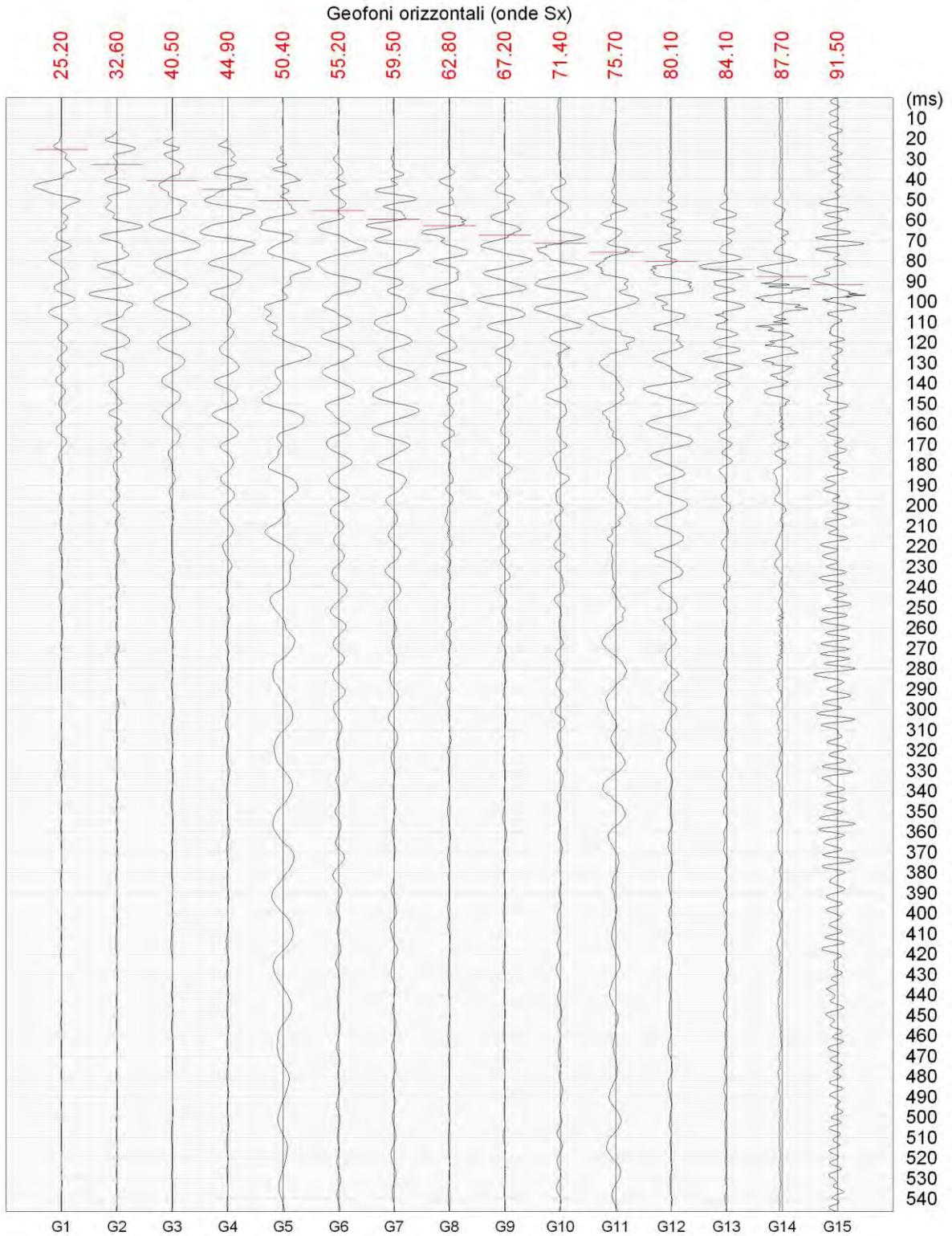
Gli elaborati relativi alle indagini sismiche down hole effettuate sono di seguito riportati in forma grafica e numerica.

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI04 Prospezione sismica in foro down hole DH-S2



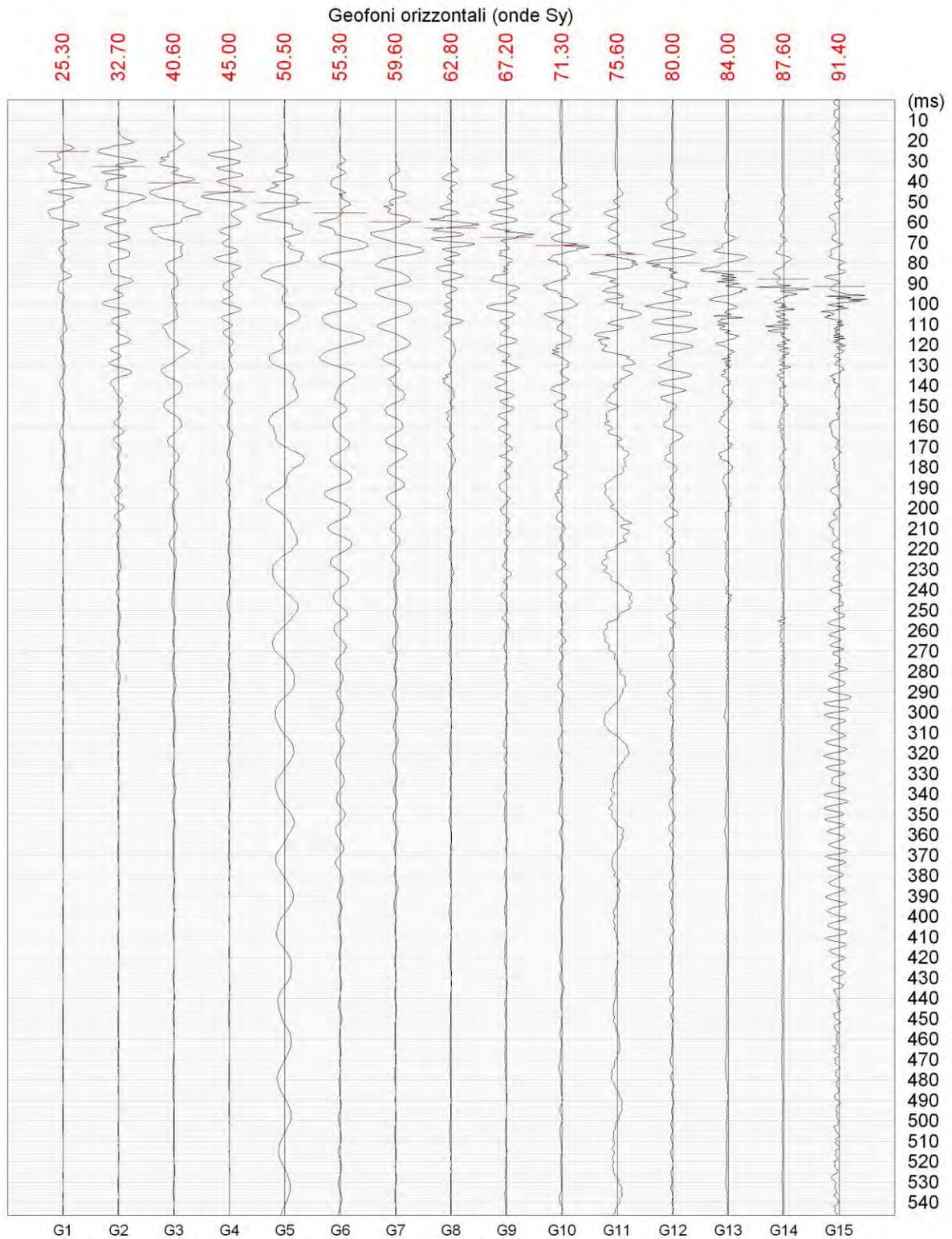
www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI04 Prospezione sismica in foro down hole DH-S2



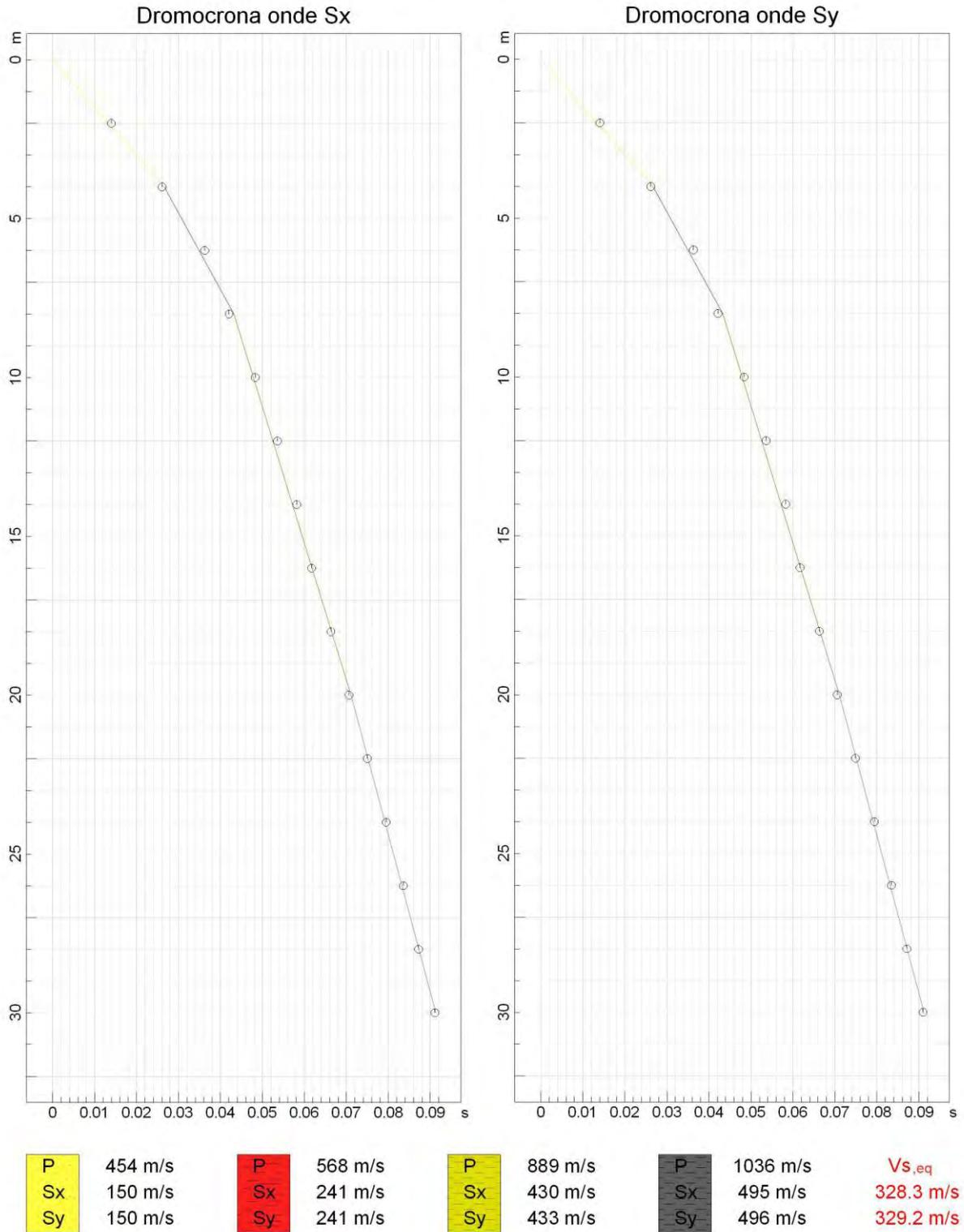
www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI04 Prospezione sismica in foro down hole DH-S2



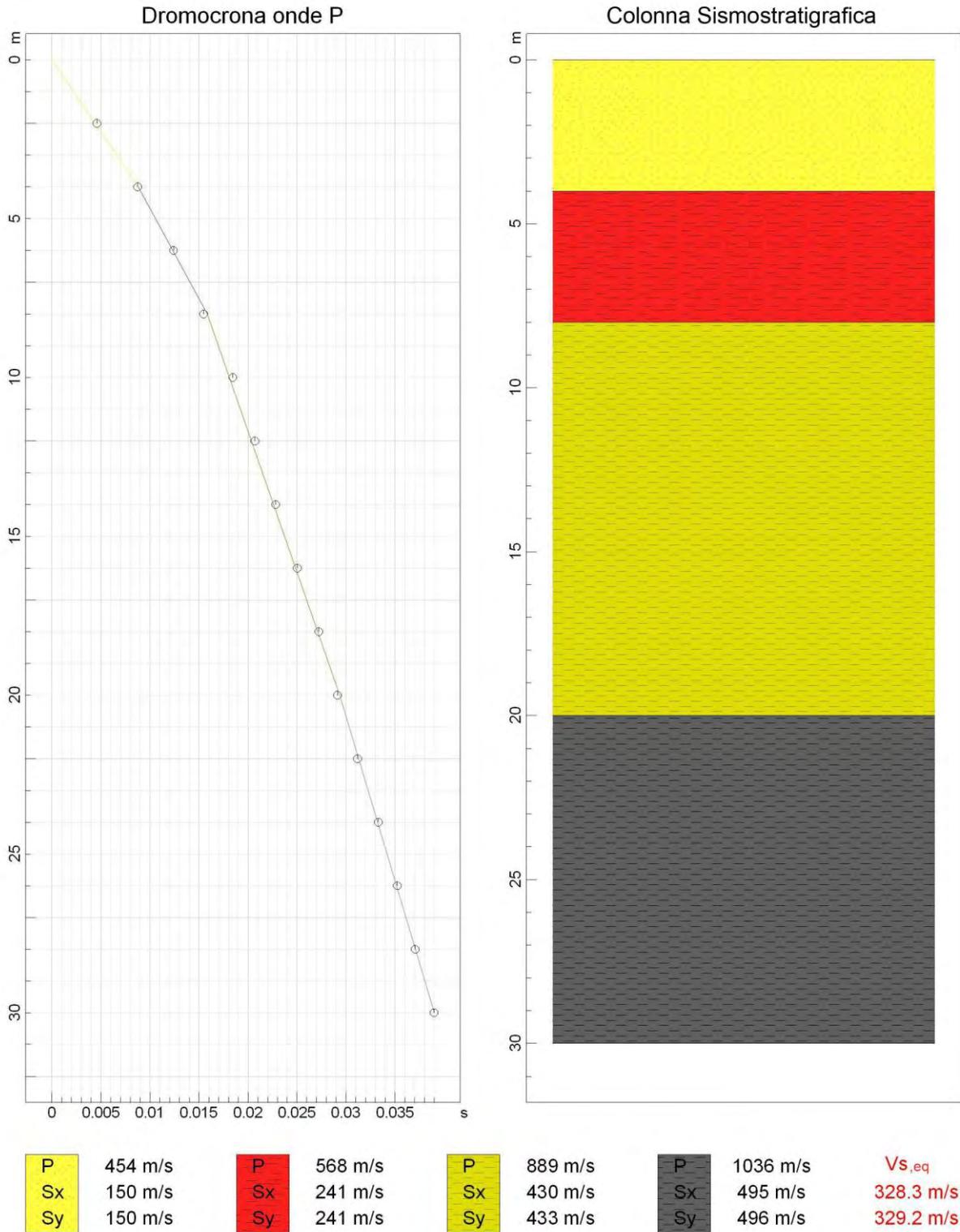
www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI04
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S2



www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI04
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S2



www.geoandsoft.com

COMUNE DI POGGIO IMPERIALE (FG) - AEROGENERATORE PGI04
PROSPEZIONE SISMICA IN FORO DOWN HOLE DH-S2

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 3.00 [m]

PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	2.00	8.27	25.20	25.30	4.59	13.98	14.03
2	4.00	10.93	32.60	32.70	8.75	26.08	26.16
3	6.00	13.87	40.50	40.60	12.40	36.22	36.31
4	8.00	16.53	44.90	45.00	15.48	42.04	42.13
5	10.00	19.26	50.40	50.50	18.45	48.27	48.37
6	12.00	21.33	55.20	55.30	20.70	53.55	53.65
7	14.00	23.33	59.50	59.60	22.82	58.18	58.28
8	16.00	25.46	62.80	62.80	25.03	61.72	61.72
9	18.00	27.59	67.20	67.20	27.22	66.29	66.29
10	20.00	29.44	71.40	71.30	29.12	70.61	70.51
11	22.00	31.46	75.70	75.60	31.17	75.01	74.91
12	24.00	33.54	80.10	80.00	33.28	79.48	79.38
13	26.00	35.46	84.10	84.00	35.23	83.55	83.45
14	28.00	37.26	87.70	87.60	37.05	87.20	87.10
15	30.00	39.16	91.50	91.40	38.97	91.05	90.95

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	454
2	8	568
3	20	889
4	30	1036

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	4	150	0.44	31500	90640	246562
2	8	241	0.39	87122	242237	367774
3	20	430	0.35	314330	846991	924439
4	30	495	0.35	416543	1126403	1269213

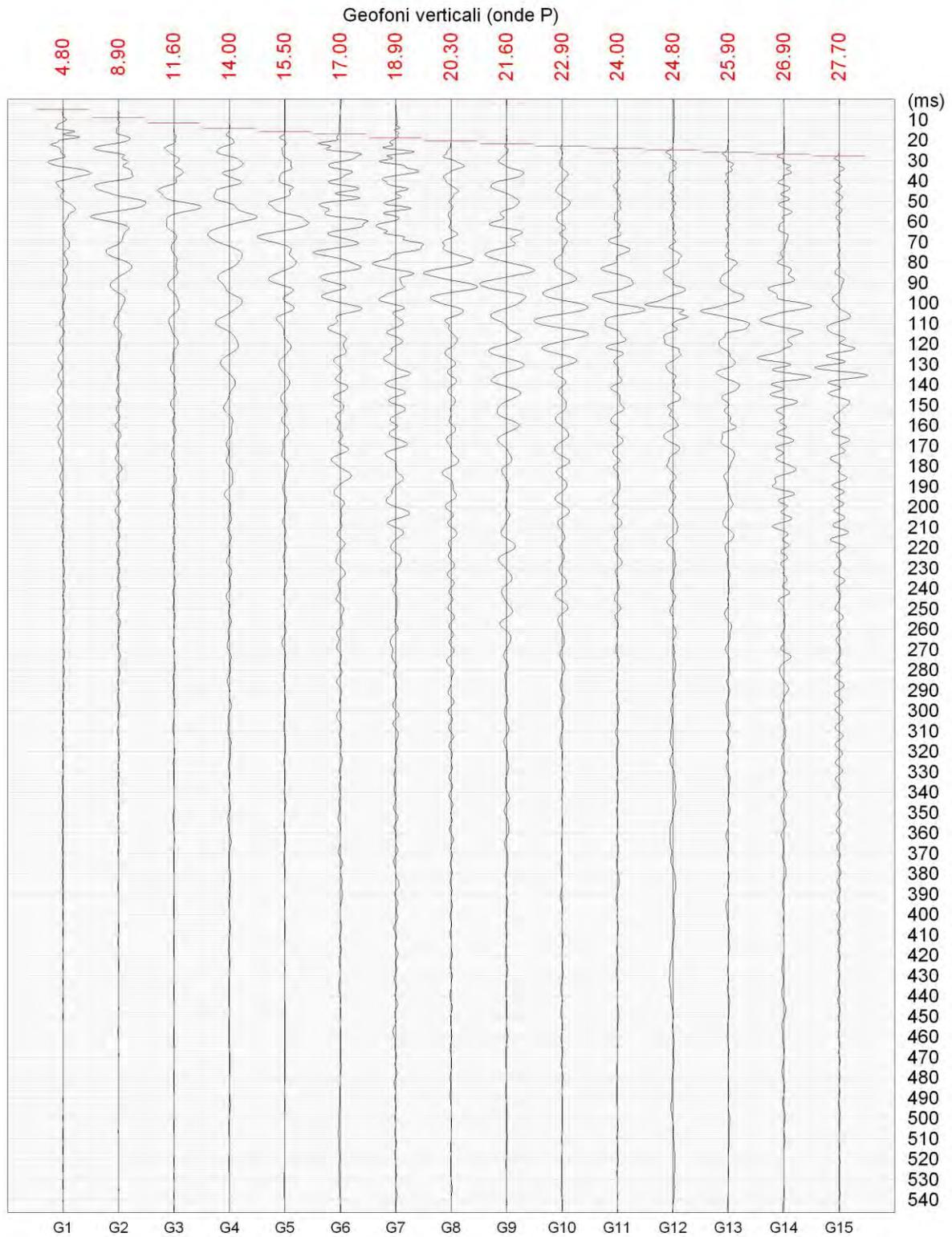
PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	4	150	0.44	31500	90640	246562
2	8	241	0.39	87122	242237	367774
3	20	433	0.34	318731	857064	918571
4	30	496	0.35	418227	1130309	1266967

VELOCITA' MEDIE VS,eq

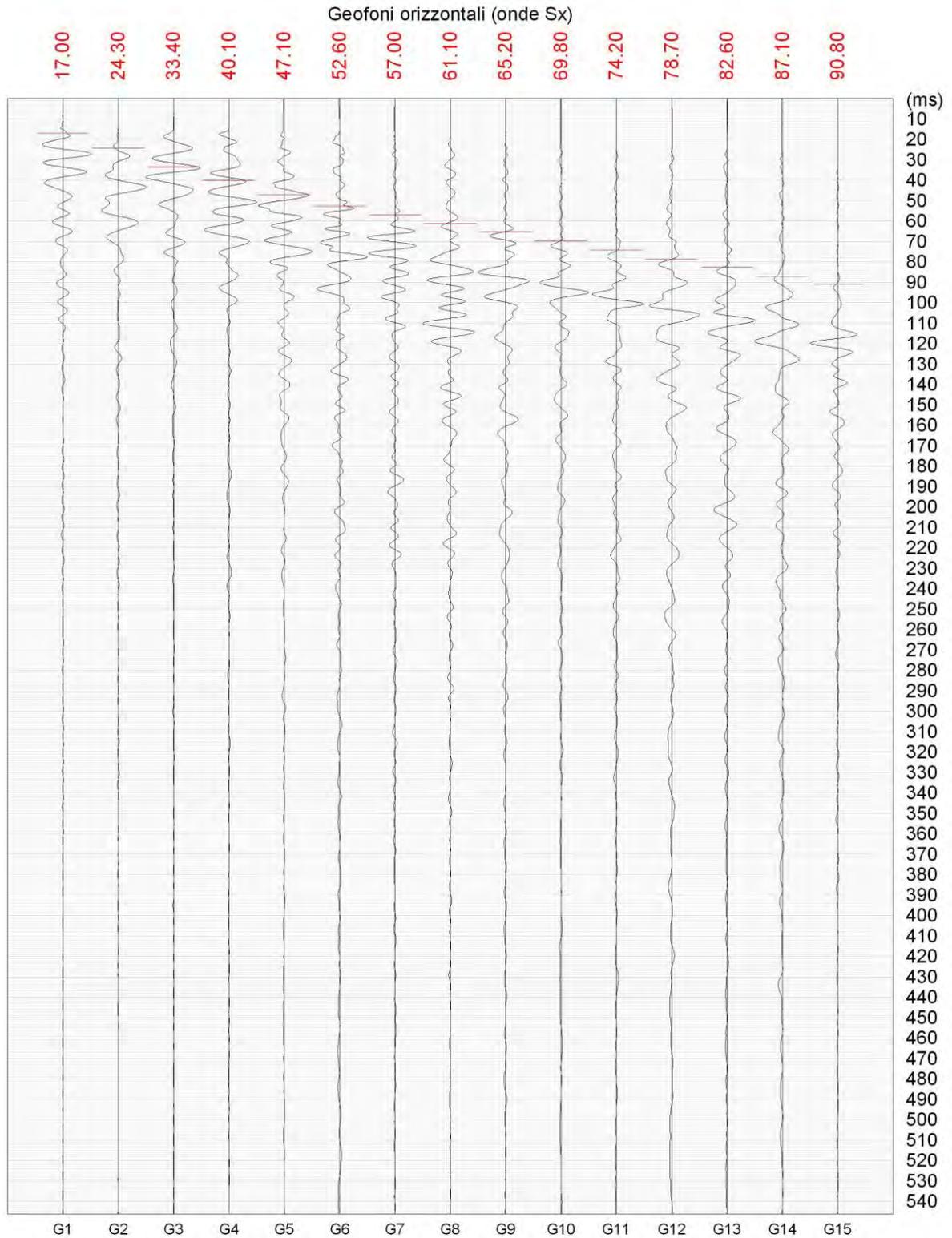
Geofono	VS,eq [m/s]
orizzontale Sx	328.3
orizzontale Sy	329.2

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI14B
Prospezione sismica in foro down hole DH-S3



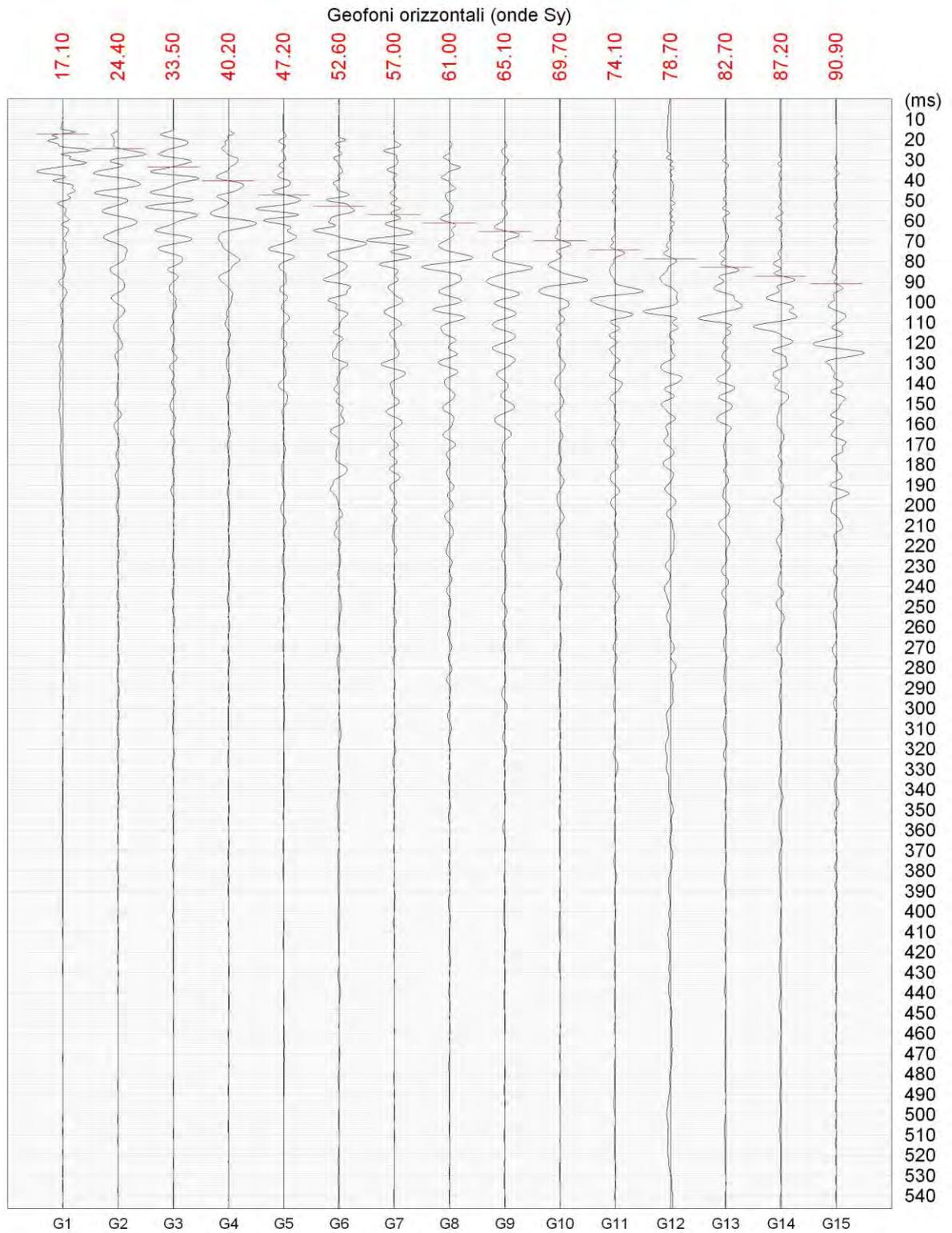
www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI14B Prospezione sismica in foro down hole DH-S3



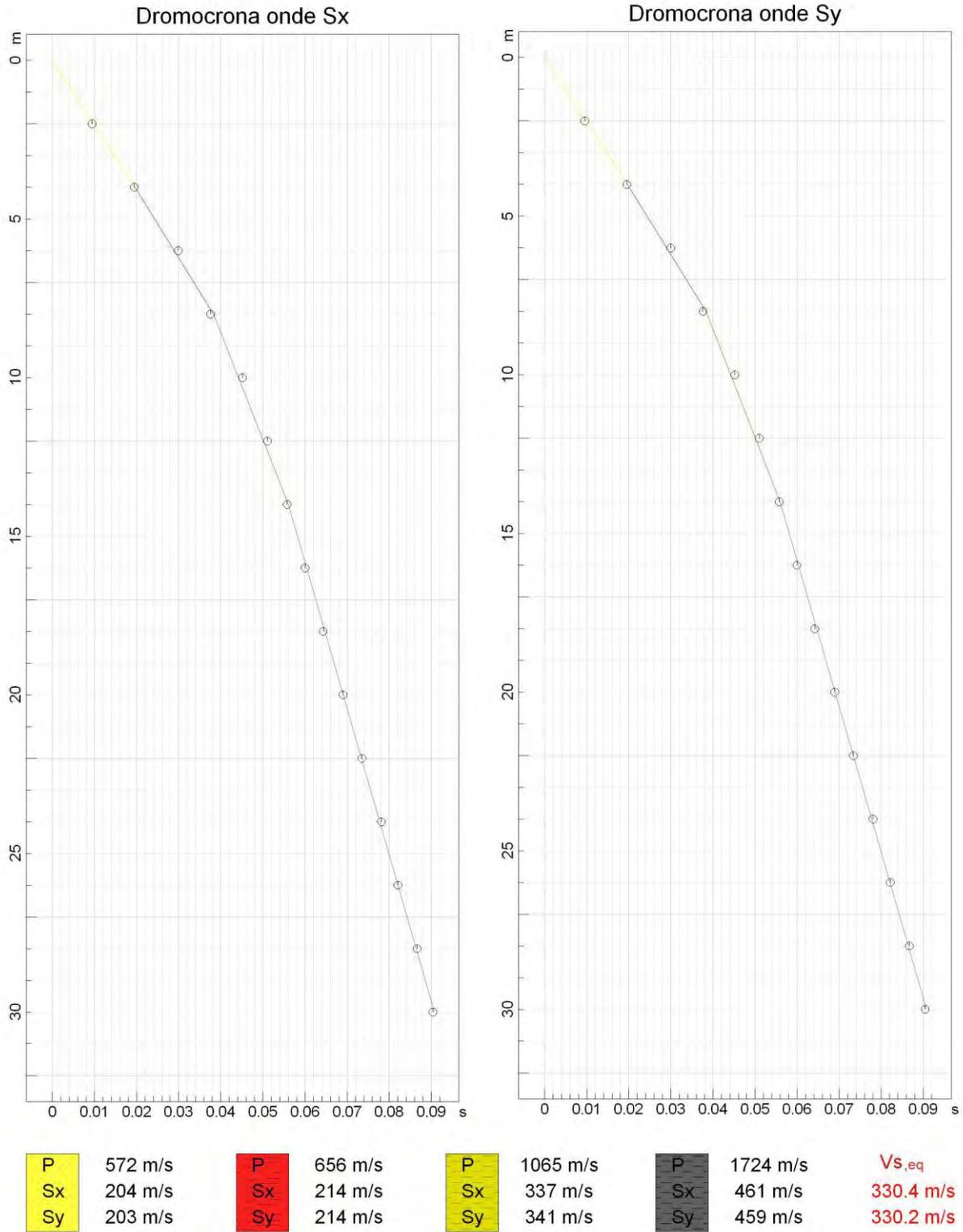
www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI14B Prospezione sismica in foro down hole DH-S3



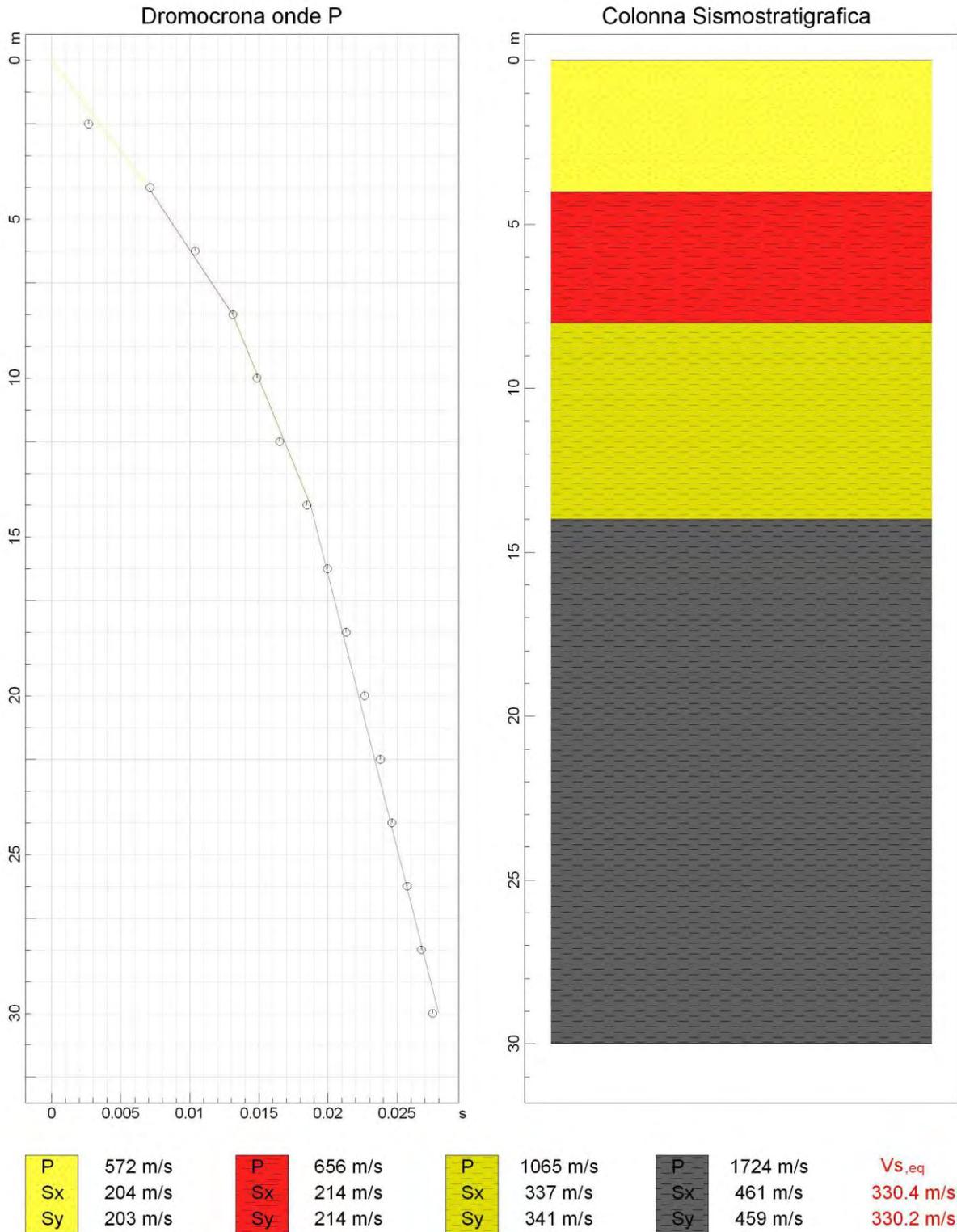
www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI14B
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S3



www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI14B
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S3



www.geoandsoft.com

COMUNE DI POGGIO IMPERIALE (FG) - AEROGENERATORE PGI14B
PROSPEZIONE SISMICA IN FORO DOWN HOLE DH-S3

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 3.00 [m]

PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	2.00	4.80	17.00	17.10	2.66	9.43	9.49
2	4.00	8.90	24.30	24.40	7.12	19.44	19.52
3	6.00	11.60	33.40	33.50	10.38	29.87	29.96
4	8.00	14.00	40.10	40.20	13.11	37.55	37.64
5	10.00	15.50	47.10	47.20	14.85	45.11	45.21
6	12.00	17.00	52.60	52.60	16.49	51.03	51.03
7	14.00	18.90	57.00	57.00	18.48	55.73	55.73
8	16.00	20.30	61.10	61.00	19.95	60.05	59.96
9	18.00	21.60	65.20	65.10	21.31	64.31	64.21
10	20.00	22.90	69.80	69.70	22.65	69.03	68.93
11	22.00	24.00	74.20	74.10	23.78	73.52	73.42
12	24.00	24.80	78.70	78.70	24.61	78.09	78.09
13	26.00	25.90	82.60	82.70	25.73	82.06	82.15
14	28.00	26.90	87.10	87.20	26.75	86.60	86.70
15	30.00	27.70	90.80	90.90	27.56	90.35	90.45

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	572
2	8	656
3	14	1065
4	30	1724

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	4	204	0.43	62424	178175	407544
2	8	214	0.44	68694	197901	553912
3	14	337	0.44	193067	557719	1670759
4	30	461	0.46	361286	1056034	4570985

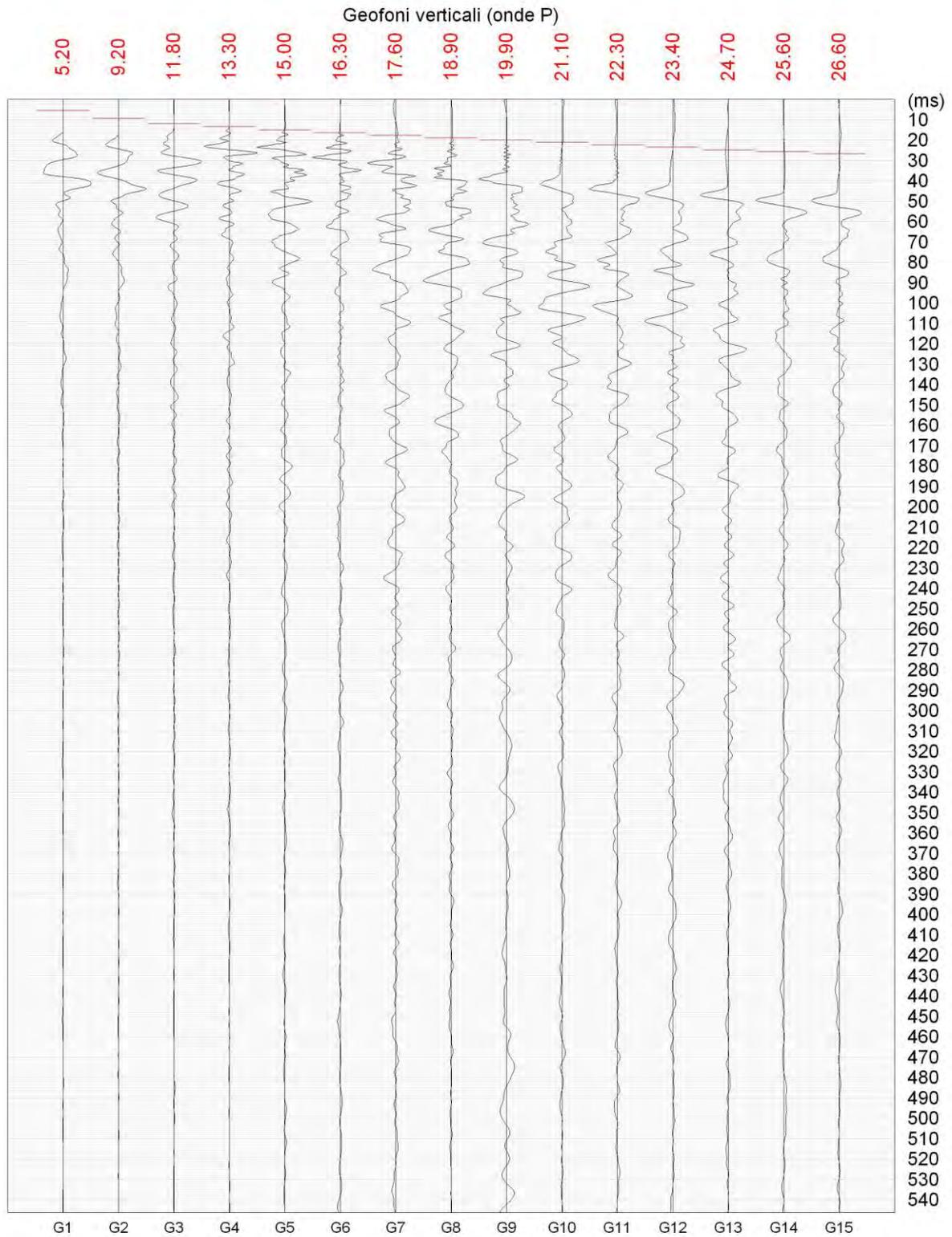
PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	4	203	0.43	61814	176533	408358
2	8	214	0.44	68694	197901	553912
3	14	341	0.44	197678	570452	1664612
4	30	459	0.46	358158	1047148	4575156

VELOCITA' MEDIE VS,eq

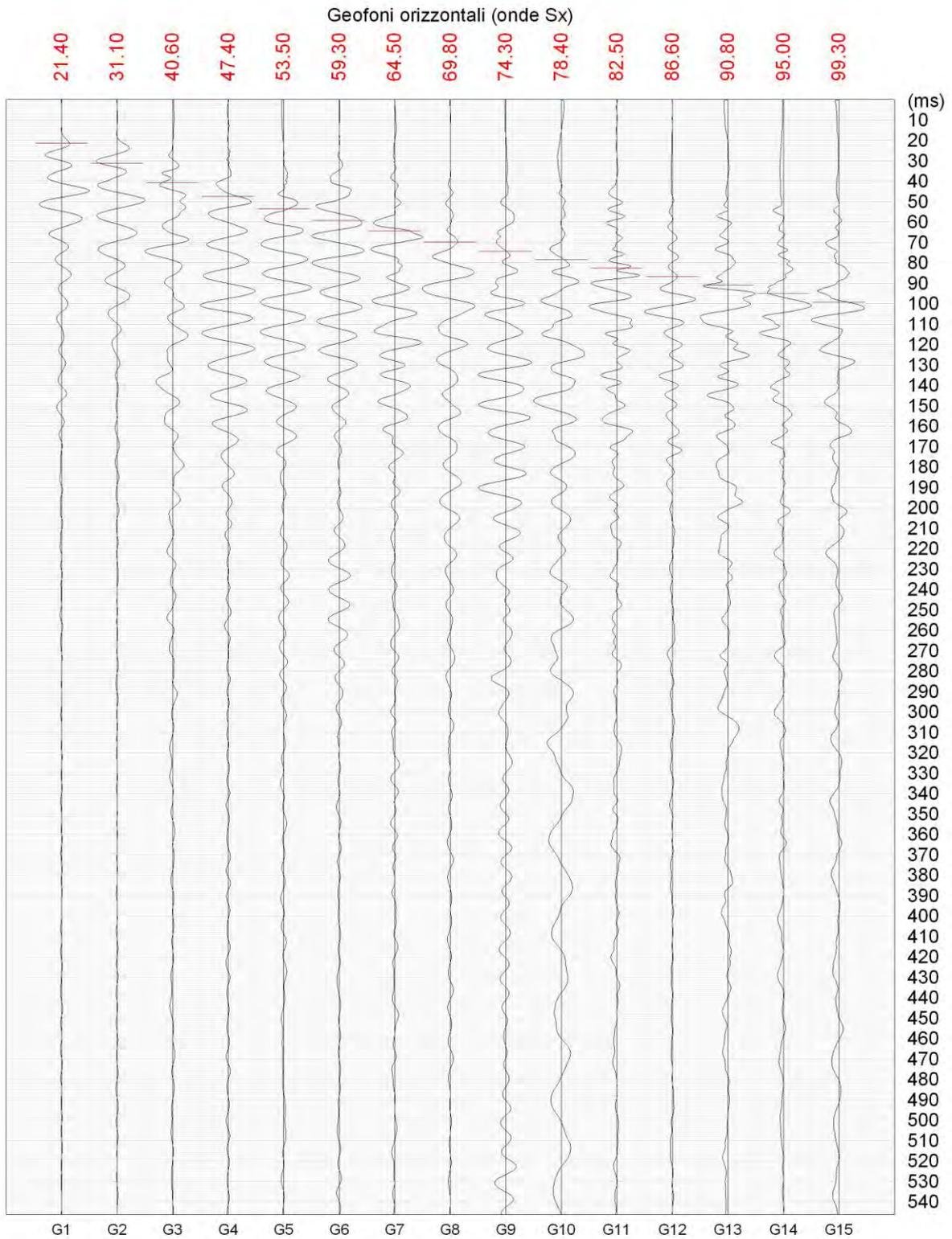
Geofono	VS,eq [m/s]
orizzontale Sx	330.4
orizzontale Sy	330.2

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI16B Prospezione sismica in foro down hole DH-S4



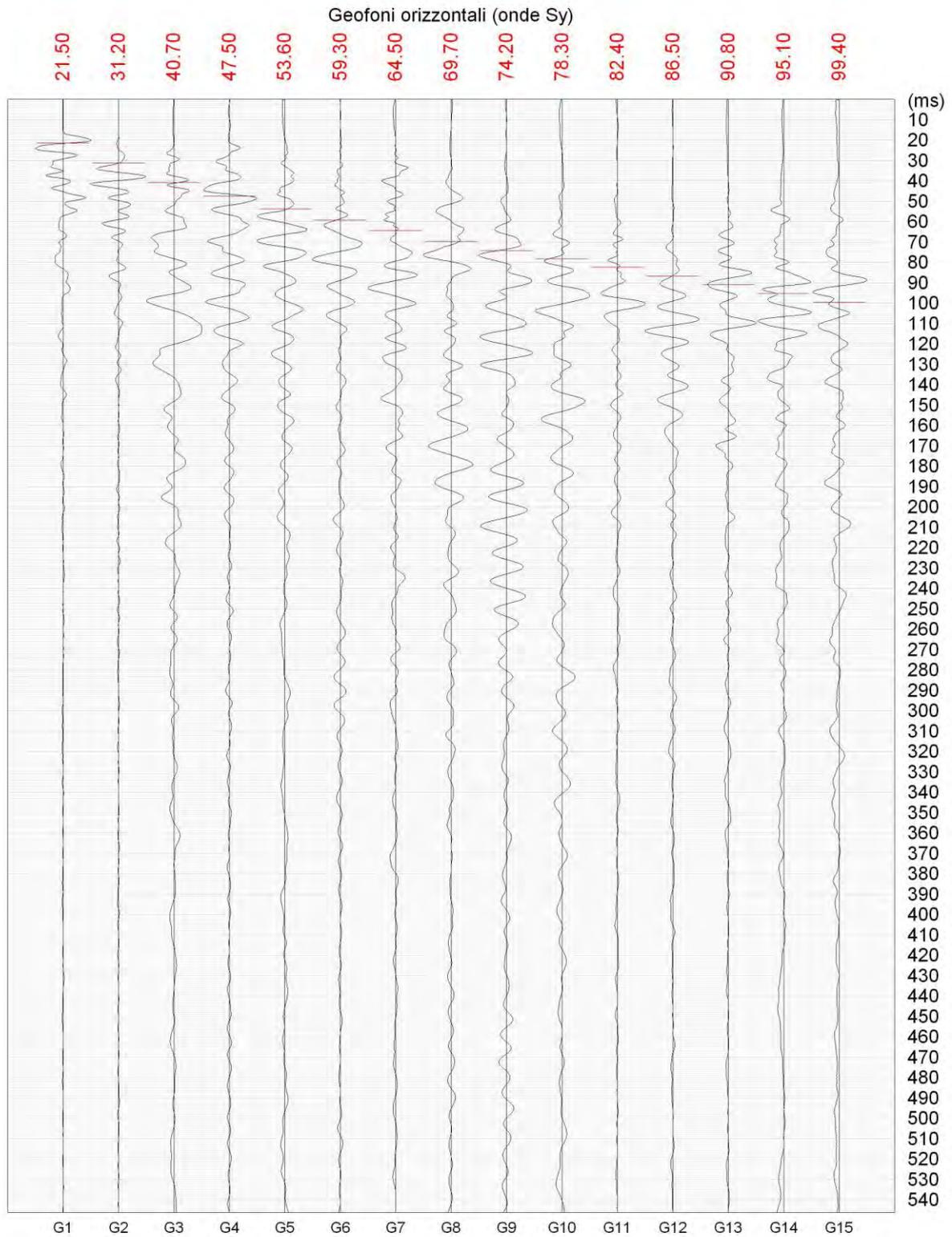
www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI16B Prospezione sismica in foro down hole DH-S4



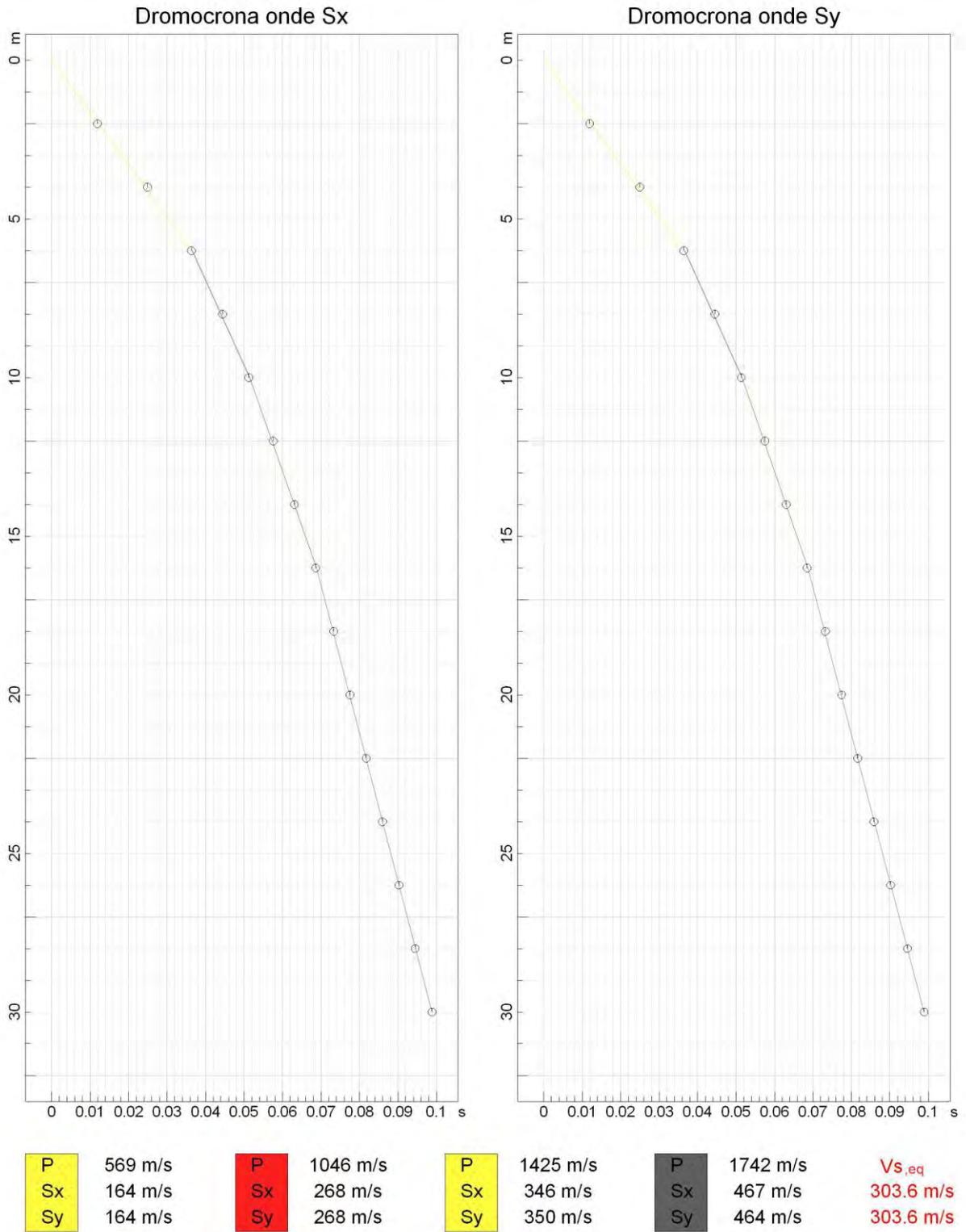
www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI16B Prospezione sismica in foro down hole DH-S4



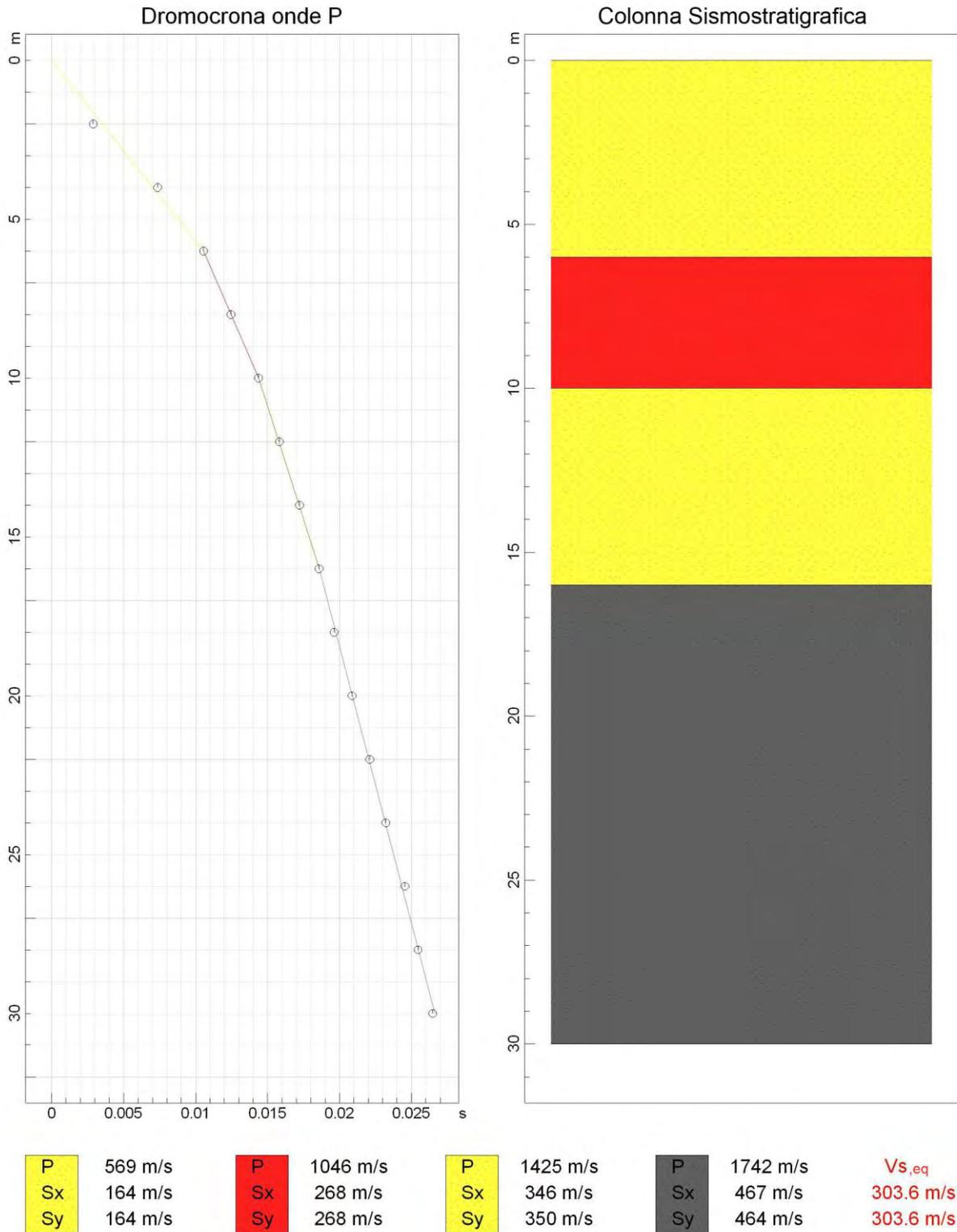
www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI16B
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S4



www.geoandsoft.com

Comune di Poggio Imperiale (FG) - Aerogeneratore PGI16B
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S4



www.geoandsoft.com

COMUNE DI POGGIO IMPERIALE (FG) - AEROGENERATORE PGI16B
PROSPEZIONE SISMICA IN FORO DOWN HOLE DH-S4

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 3.00 [m]

PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	2.00	5.20	21.40	21.50	2.88	11.87	11.93
2	4.00	9.20	31.10	31.20	7.36	24.88	24.96
3	6.00	11.80	40.60	40.70	10.55	36.31	36.40
4	8.00	13.30	47.40	47.50	12.45	44.38	44.48
5	10.00	15.00	53.50	53.60	14.37	51.24	51.34
6	12.00	16.30	59.30	59.30	15.81	57.53	57.53
7	14.00	17.60	64.50	64.50	17.21	63.07	63.07
8	16.00	18.90	69.80	69.70	18.58	68.60	68.51
9	18.00	19.90	74.30	74.20	19.63	73.29	73.19
10	20.00	21.10	78.40	78.30	20.87	77.53	77.43
11	22.00	22.30	82.50	82.40	22.10	81.74	81.64
12	24.00	23.40	86.60	86.50	23.22	85.93	85.83
13	26.00	24.70	90.80	90.80	24.54	90.20	90.20
14	28.00	25.60	95.00	95.10	25.45	94.46	94.56
15	30.00	26.60	99.30	99.40	26.47	98.81	98.91

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	6	569
2	10	1046
3	16	1425
4	30	1742

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	6	164	0.45	37654	109552	403060
2	10	268	0.46	107736	315639	1497526
3	16	346	0.47	191546	562637	2993606
4	30	467	0.46	370751	1083545	4664424

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	6	164	0.45	37654	109552	403060
2	10	268	0.46	107736	315639	1497526
3	16	350	0.47	196000	575417	2987667
4	30	464	0.46	366003	1070059	4670755

VELOCITA' MEDIE VS,eq

Geofono	VS,eq [m/s]
orizzontale Sx	303.6
orizzontale Sy	303.6

6. INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

Le indagini sismiche Down Hole effettuate, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., hanno fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tab. 1; Tab. 2). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

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

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

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

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

Tab. 1 – Categorie Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
<i>DH-S2 Torre PGI04</i>	<i>[328 ÷ 329]</i>	<u>C</u>
<i>DH-S3 Torre PGI14B</i>	<i>[330]</i>	<u>C</u>
<i>DH-S4 Torre PGI16B</i>	<i>[304]</i>	<u>C</u>

Tab. 2 – Categoria Suolo di fondazione relative alle prospezioni sismiche in foro down hole effettuate.

7. RISPOSTA SISMICA LOCALE

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

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

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

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

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

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica DH-S1 precedentemente descritta.

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

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

In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV) ed all'azione di progetto di riferimento.

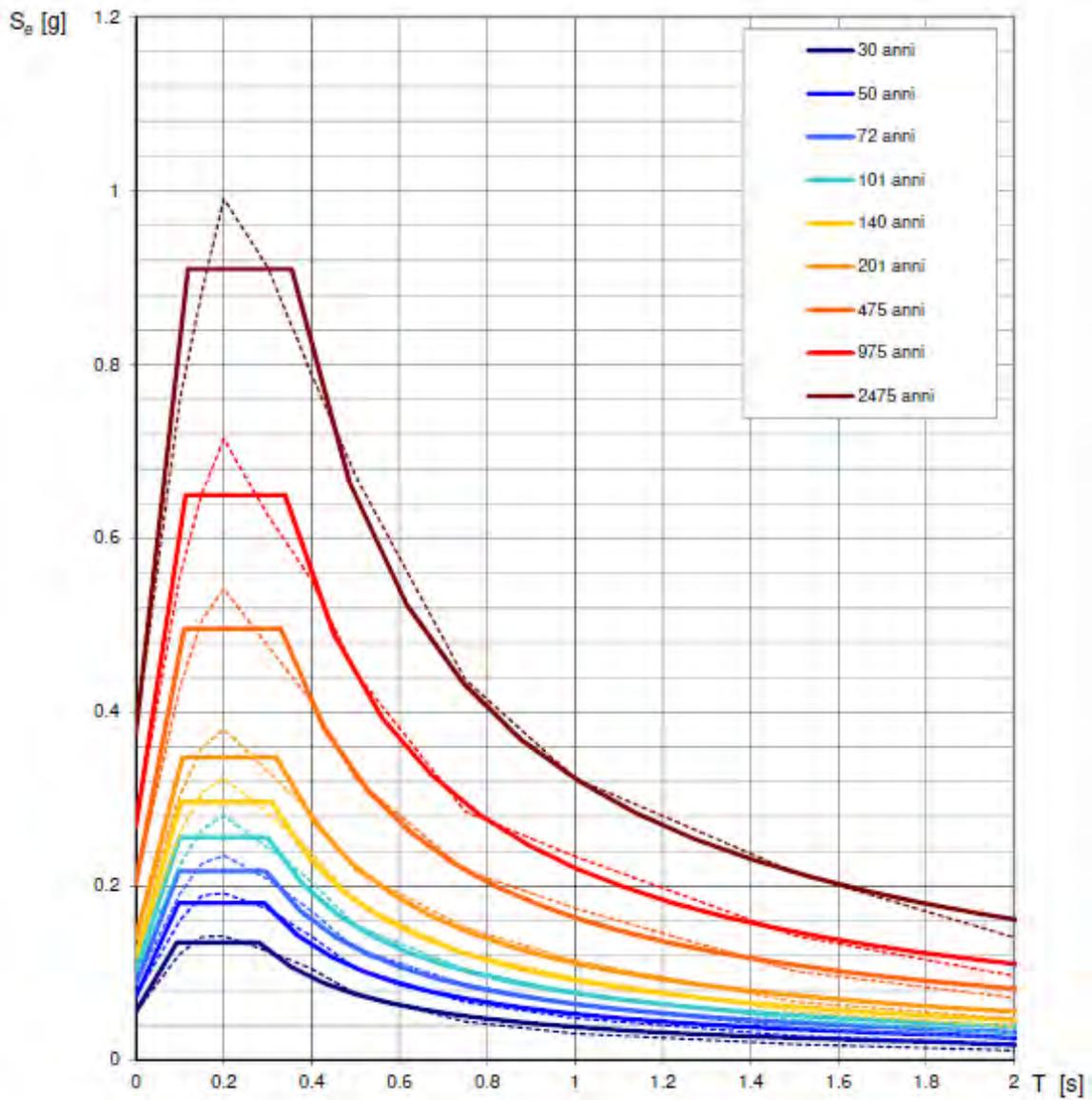
Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di suolo **C** – categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

DH-S2 Torre PGI04

SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.327653 – LAT. 41.828864 (IN GRADI DECIMALI)

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
30	0.055	2.456	0.280
50	0.073	2.484	0.293
72	0.087	2.502	0.296
101	0.102	2.517	0.299
140	0.118	2.509	0.309
201	0.139	2.494	0.320
475	0.202	2.453	0.330
975	0.267	2.430	0.340
2475	0.375	2.425	0.355

Tab. 3 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



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

Fig. 12 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento e per categoria di suolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SUOLO C
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.327653 – LAT. 41.828864 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.140 g
F_o	2.494
T_c	0.320 s
S_s	1.491
C_c	1.530
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.491
η	1.000
T_B	0.163 s
T_C	0.489 s
T_D	2.158 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_c / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^*$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.208
T_B ←	0.163	0.519
T_C ←	0.489	0.519
	0.569	0.446
	0.648	0.392
	0.728	0.349
	0.807	0.315
	0.887	0.286
	0.966	0.263
	1.045	0.243
	1.125	0.226
	1.204	0.211
	1.284	0.198
	1.363	0.186
	1.443	0.176
	1.522	0.167
	1.602	0.158
	1.681	0.151
	1.761	0.144
	1.840	0.138
	1.920	0.132
	1.999	0.127
	2.079	0.122
T_D ←	2.158	0.118
	2.246	0.109
	2.334	0.101
	2.421	0.093
	2.509	0.087
	2.597	0.081
	2.684	0.076
	2.772	0.071
	2.860	0.067
	2.947	0.063
	3.035	0.059
	3.123	0.056
	3.211	0.053
	3.298	0.050
	3.386	0.048
	3.474	0.045
	3.561	0.043
	3.649	0.041
	3.737	0.039
	3.825	0.037
	3.912	0.036
	4.000	0.034

Tab. 4 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{ov}	0.070 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_g	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.258
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.070
T_B ←	0.050	0.117
T_C ←	0.150	0.117
	0.235	0.075
	0.320	0.055
	0.405	0.043
	0.490	0.036
	0.575	0.031
	0.660	0.027
	0.745	0.024
	0.830	0.021
	0.915	0.019
T_D ←	1.000	0.018
	1.094	0.015
	1.188	0.012
	1.281	0.011
	1.375	0.009
	1.469	0.008
	1.563	0.007
	1.656	0.006
	1.750	0.006
	1.844	0.005
	1.938	0.005
	2.031	0.004
	2.125	0.004
	2.219	0.004
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.003
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 5 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

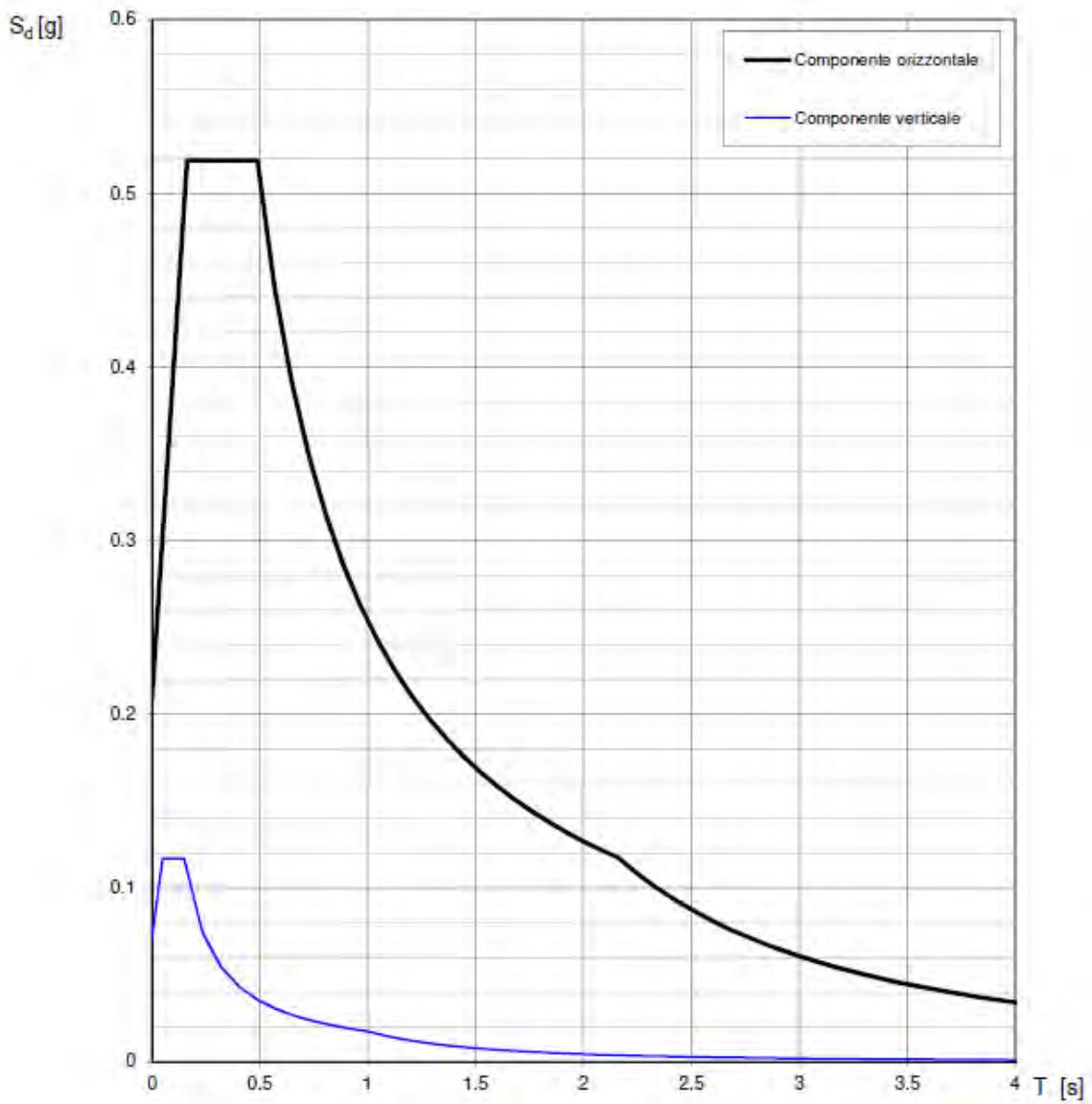


Fig. 13 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.341 g
F_o	2.426
T_c	0.351 s
S_S	1.204
C_C	1.484
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.204
η	1.000
T_B	0.173 s
T_C	0.520 s
T_D	2.963 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

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

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.410
T_B ←	0.173	0.995
T_C ←	0.520	0.995
	0.637	0.814
	0.753	0.688
	0.869	0.596
	0.986	0.526
	1.102	0.470
	1.218	0.425
	1.335	0.388
	1.451	0.357
	1.567	0.331
	1.684	0.308
	1.800	0.288
	1.916	0.270
	2.033	0.255
	2.149	0.241
	2.265	0.229
	2.382	0.218
	2.498	0.207
	2.614	0.198
	2.731	0.190
	2.847	0.182
T_D ←	2.963	0.175
	3.013	0.169
	3.062	0.164
	3.111	0.159
	3.161	0.154
	3.210	0.149
	3.259	0.144
	3.309	0.140
	3.358	0.136
	3.408	0.132
	3.457	0.128
	3.506	0.125
	3.556	0.121
	3.605	0.118
	3.654	0.115
	3.704	0.112
	3.753	0.109
	3.803	0.106
	3.852	0.103
	3.901	0.101
	3.951	0.098
	4.000	0.096

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.269 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.912
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.269
T_B ←	0.050	0.434
T_C ←	0.150	0.434
	0.235	0.277
	0.320	0.204
	0.405	0.161
	0.490	0.133
	0.575	0.113
	0.660	0.099
	0.745	0.087
	0.830	0.079
	0.915	0.071
T_D ←	1.000	0.065
	1.094	0.054
	1.188	0.046
	1.281	0.040
	1.375	0.034
	1.469	0.030
	1.563	0.027
	1.656	0.024
	1.750	0.021
	1.844	0.019
	1.938	0.017
	2.031	0.016
	2.125	0.014
	2.219	0.013
	2.313	0.012
	2.406	0.011
	2.500	0.010
	2.594	0.010
	2.688	0.009
	2.781	0.008
	2.875	0.008
	2.969	0.007
	3.063	0.007
	3.156	0.007
	3.250	0.006
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.005
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.004
	3.906	0.004
	4.000	0.004

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

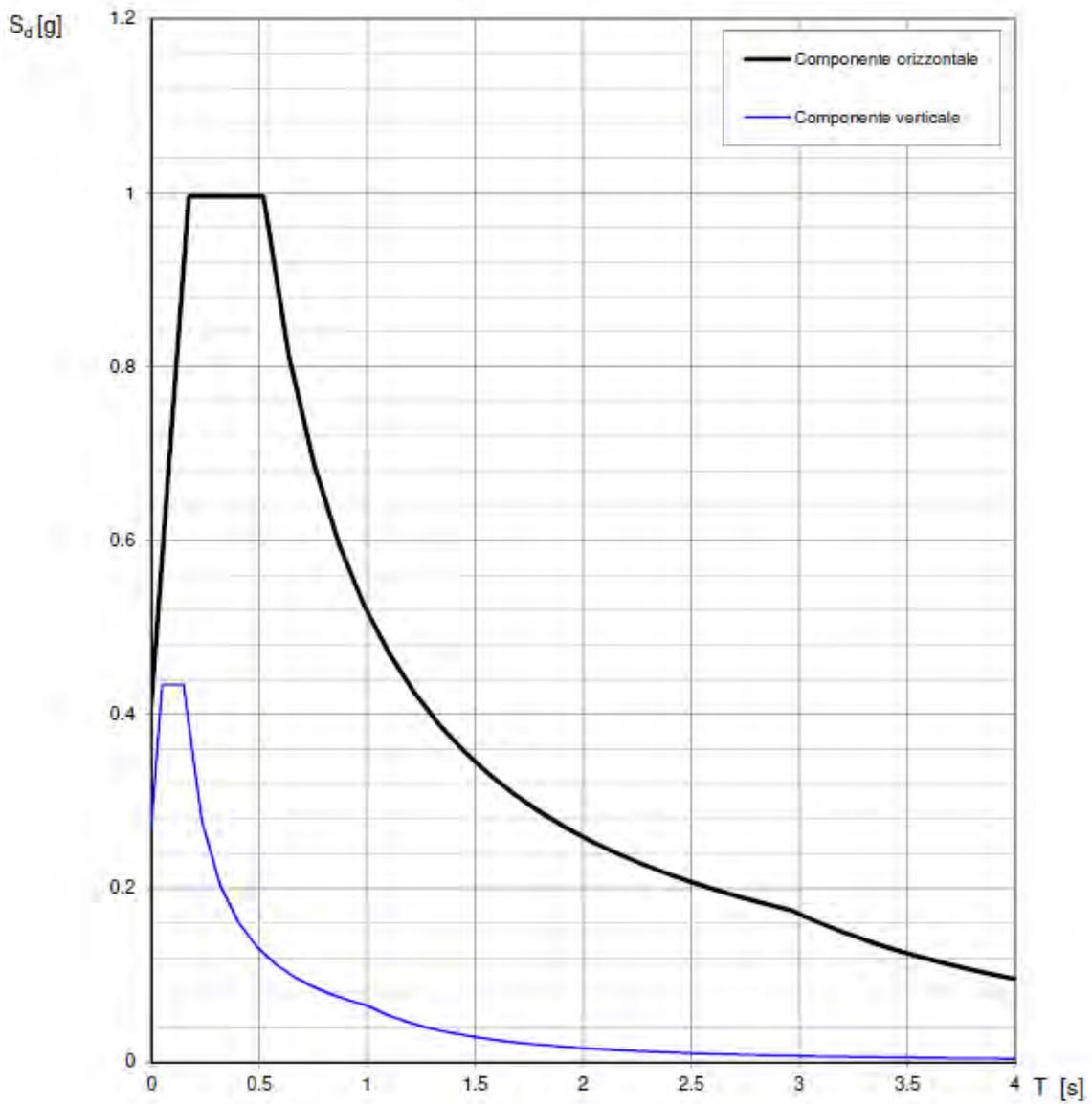


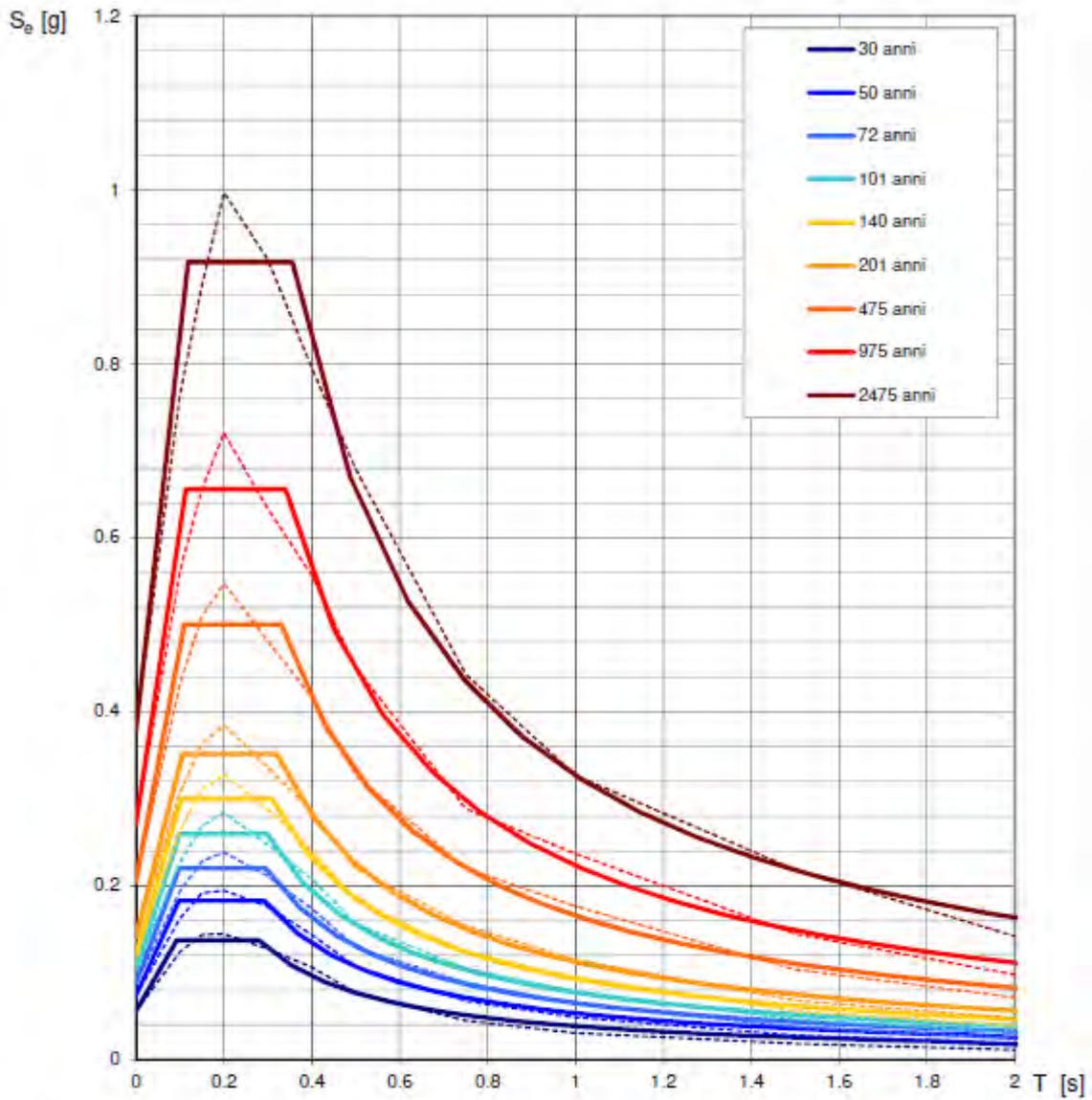
Fig. 14 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

DH-S3 Torre PGI14B

SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.322500 – LAT. 41.815086 (IN GRADI DECIMALI)

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
30	0.056	2.460	0.280
50	0.073	2.484	0.292
72	0.088	2.500	0.296
101	0.103	2.517	0.298
140	0.119	2.509	0.309
201	0.141	2.493	0.320
475	0.204	2.452	0.330
975	0.270	2.430	0.340
2475	0.378	2.425	0.356

Tab. 8 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



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

Fig. 15 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento e per categoria di suolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SUOLO C
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.322500 – LAT. 41.815086 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.141 g
F_o	2.493
T_c	0.320 s
S_s	1.489
C_c	1.530
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.489
η	1.000
T_B	0.163 s
T_C	0.489 s
T_D	2.164 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^*$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.210
T_B ←	0.163	0.524
T_C ←	0.489	0.524
	0.569	0.450
	0.649	0.395
	0.728	0.352
	0.808	0.317
	0.888	0.288
	0.968	0.265
	1.047	0.245
	1.127	0.227
	1.207	0.212
	1.287	0.199
	1.367	0.187
	1.446	0.177
	1.526	0.168
	1.606	0.160
	1.686	0.152
	1.765	0.145
	1.845	0.139
	1.925	0.133
	2.005	0.128
	2.084	0.123
T_D ←	2.164	0.118
	2.252	0.109
	2.339	0.101
	2.426	0.094
	2.514	0.088
	2.601	0.082
	2.689	0.077
	2.776	0.072
	2.864	0.068
	2.951	0.064
	3.038	0.060
	3.126	0.057
	3.213	0.054
	3.301	0.051
	3.388	0.048
	3.475	0.046
	3.563	0.044
	3.650	0.042
	3.738	0.040
	3.825	0.038
	3.913	0.036
	4.000	0.035

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.072 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.264
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.072
$T_B \leftarrow$	0.050	0.119
$T_C \leftarrow$	0.150	0.119
	0.235	0.076
	0.320	0.056
	0.405	0.044
	0.490	0.036
	0.575	0.031
	0.660	0.027
	0.745	0.024
	0.830	0.021
	0.915	0.019
$T_D \leftarrow$	1.000	0.018
	1.094	0.015
	1.188	0.013
	1.281	0.011
	1.375	0.009
	1.469	0.008
	1.563	0.007
	1.656	0.006
	1.750	0.006
	1.844	0.005
	1.938	0.005
	2.031	0.004
	2.125	0.004
	2.219	0.004
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.003
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 10 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

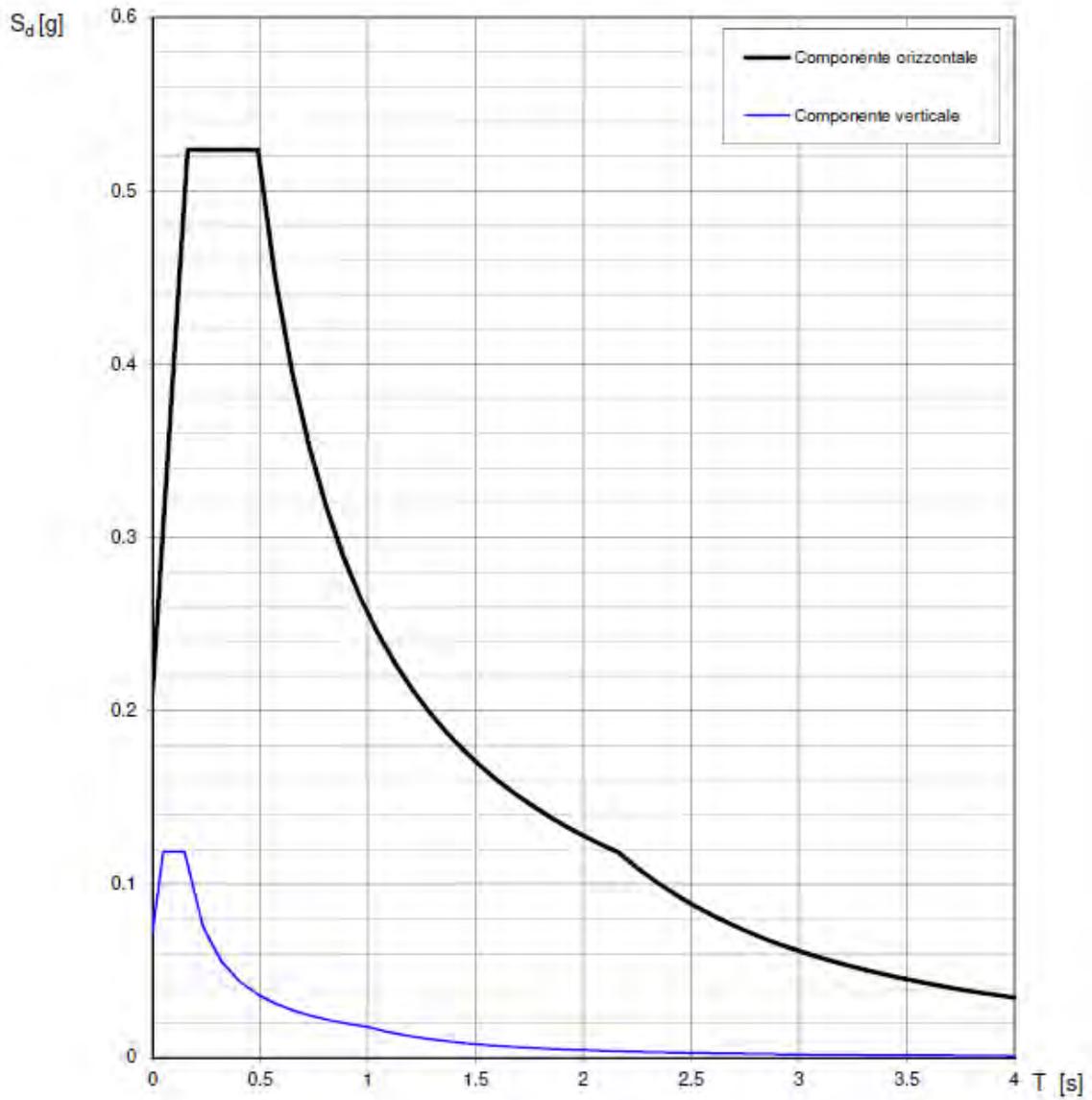


Fig. 16 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.343 g
F_0	2.426
T_C	0.351 s
S_S	1.200
C_C	1.483
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.174 s
T_C	0.521 s
T_D	2.974 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

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

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.412
T_B ←	0.174	1.000
T_C ←	0.521	1.000
	0.638	0.817
	0.755	0.690
	0.871	0.598
	0.988	0.527
	1.105	0.472
	1.222	0.426
	1.339	0.389
	1.455	0.358
	1.572	0.331
	1.689	0.308
	1.806	0.289
	1.923	0.271
	2.039	0.255
	2.156	0.242
	2.273	0.229
	2.390	0.218
	2.507	0.208
	2.623	0.199
	2.740	0.190
	2.857	0.182
T_D ←	2.974	0.175
	3.023	0.170
	3.072	0.164
	3.120	0.159
	3.169	0.154
	3.218	0.150
	3.267	0.145
	3.316	0.141
	3.365	0.137
	3.414	0.133
	3.462	0.129
	3.511	0.126
	3.560	0.122
	3.609	0.119
	3.658	0.116
	3.707	0.113
	3.756	0.110
	3.805	0.107
	3.853	0.104
	3.902	0.102
	3.951	0.099
	4.000	0.097

Tab. 11 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.272 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.920
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.272
$T_B \leftarrow$	0.050	0.440
$T_C \leftarrow$	0.150	0.440
	0.235	0.281
	0.320	0.206
	0.405	0.163
	0.490	0.135
	0.575	0.115
	0.660	0.100
	0.745	0.088
	0.830	0.079
	0.915	0.072
$T_D \leftarrow$	1.000	0.066
	1.094	0.055
	1.188	0.047
	1.281	0.040
	1.375	0.035
	1.469	0.031
	1.563	0.027
	1.656	0.024
	1.750	0.022
	1.844	0.019
	1.938	0.018
	2.031	0.016
	2.125	0.015
	2.219	0.013
	2.313	0.012
	2.406	0.011
	2.500	0.011
	2.594	0.010
	2.688	0.009
	2.781	0.009
	2.875	0.008
	2.969	0.007
	3.063	0.007
	3.156	0.007
	3.250	0.006
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.005
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.004
	4.000	0.004

Tab. 12 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

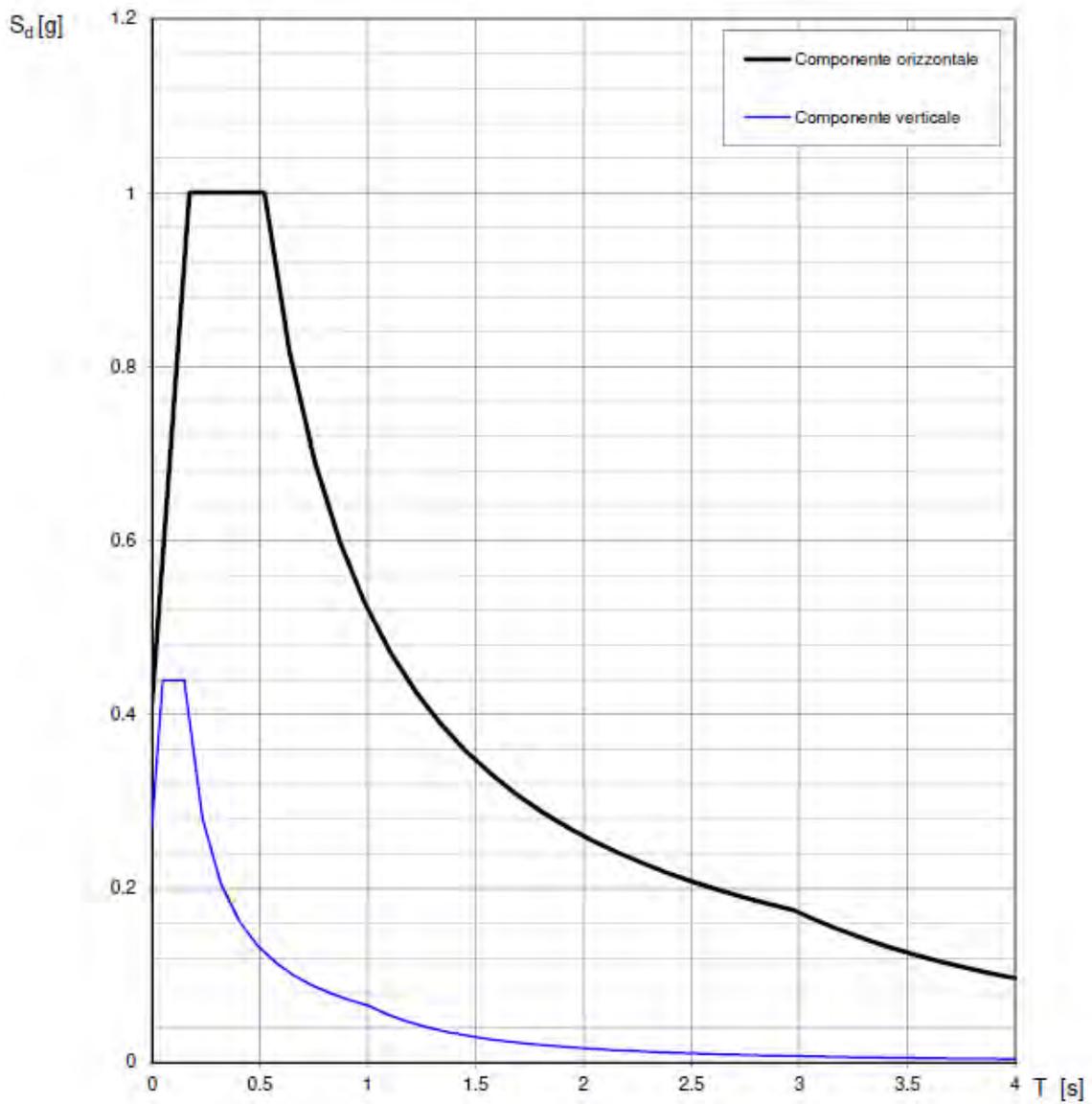


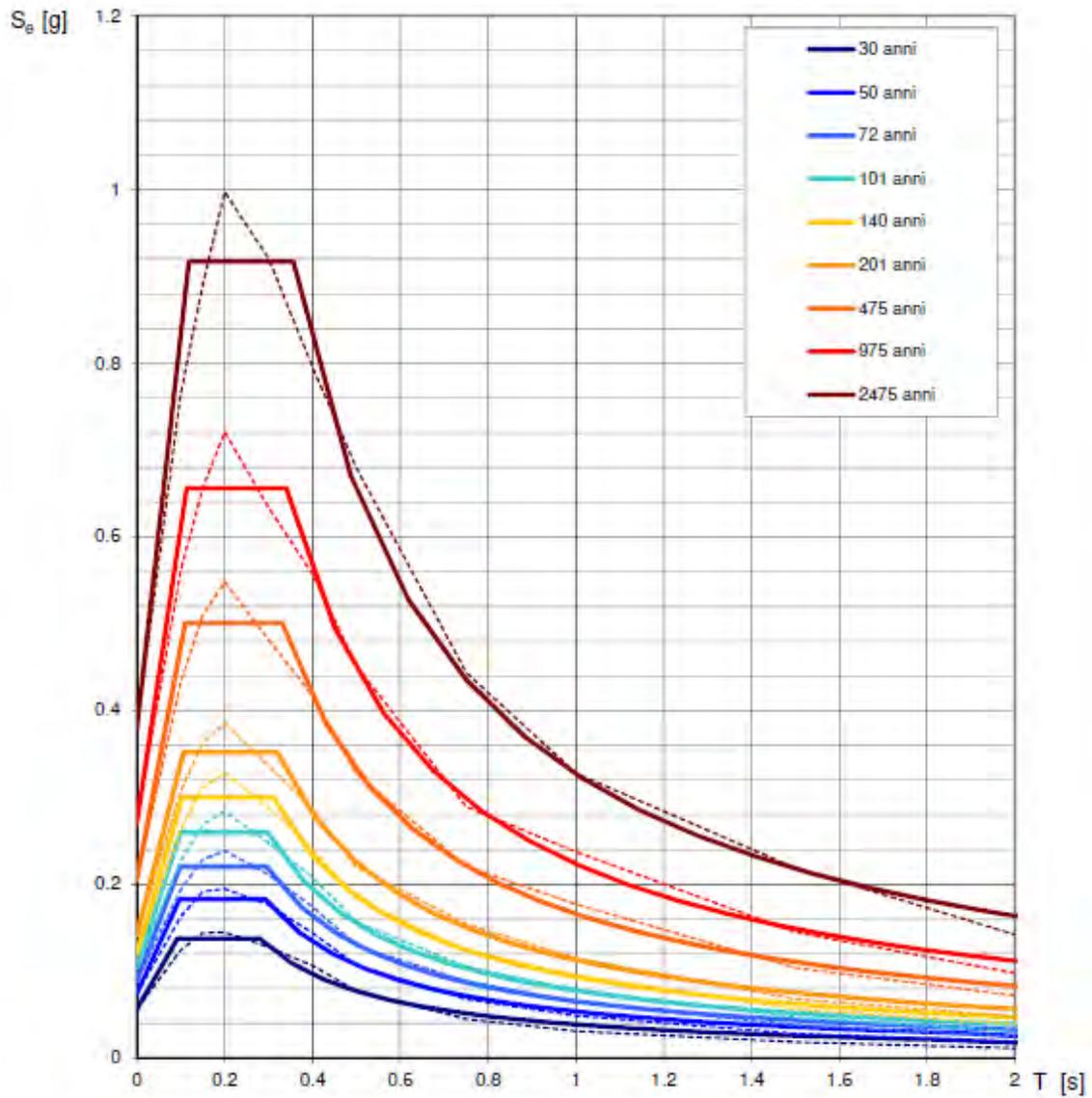
Fig. 17 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

DH-S4 Torre PGI16B

SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.312553 – LAT. 41.811989 (IN GRADI DECIMALI)

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
30	0.056	2.461	0.280
50	0.074	2.484	0.292
72	0.088	2.499	0.296
101	0.103	2.517	0.298
140	0.120	2.507	0.311
201	0.141	2.494	0.320
475	0.204	2.453	0.331
975	0.270	2.430	0.340
2475	0.378	2.425	0.356

Tab. 13 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



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

Fig. 18 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento e per categoria di suolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SUOLO C
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.312553 – LAT. 41.811989 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.141 g
F_o	2.494
T_C	0.320 s
S_S	1.489
C_C	1.529
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.489
η	1.000
T_B	0.163 s
T_C	0.489 s
T_D	2.165 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

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

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.210
$T_B \leftarrow$	0.163	0.524
$T_C \leftarrow$	0.489	0.524
	0.569	0.451
	0.649	0.395
	0.729	0.352
	0.808	0.317
	0.888	0.289
	0.968	0.265
	1.048	0.245
	1.128	0.227
	1.207	0.212
	1.287	0.199
	1.367	0.188
	1.447	0.177
	1.526	0.168
	1.606	0.160
	1.686	0.152
	1.766	0.145
	1.846	0.139
	1.925	0.133
	2.005	0.128
	2.085	0.123
$T_D \leftarrow$	2.165	0.118
	2.252	0.109
	2.340	0.101
	2.427	0.094
	2.514	0.088
	2.602	0.082
	2.689	0.077
	2.776	0.072
	2.864	0.068
	2.951	0.064
	3.039	0.060
	3.126	0.057
	3.213	0.054
	3.301	0.051
	3.388	0.048
	3.476	0.046
	3.563	0.044
	3.650	0.042
	3.738	0.040
	3.825	0.038
	3.913	0.036
	4.000	0.035

Tab. 14 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.072 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.265
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.072
T_B ←	0.050	0.119
T_C ←	0.150	0.119
	0.235	0.076
	0.320	0.056
	0.405	0.044
	0.490	0.036
	0.575	0.031
	0.660	0.027
	0.745	0.024
	0.830	0.022
	0.915	0.020
T_D ←	1.000	0.018
	1.094	0.015
	1.188	0.013
	1.281	0.011
	1.375	0.009
	1.469	0.008
	1.563	0.007
	1.656	0.007
	1.750	0.006
	1.844	0.005
	1.938	0.005
	2.031	0.004
	2.125	0.004
	2.219	0.004
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.003
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 15 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

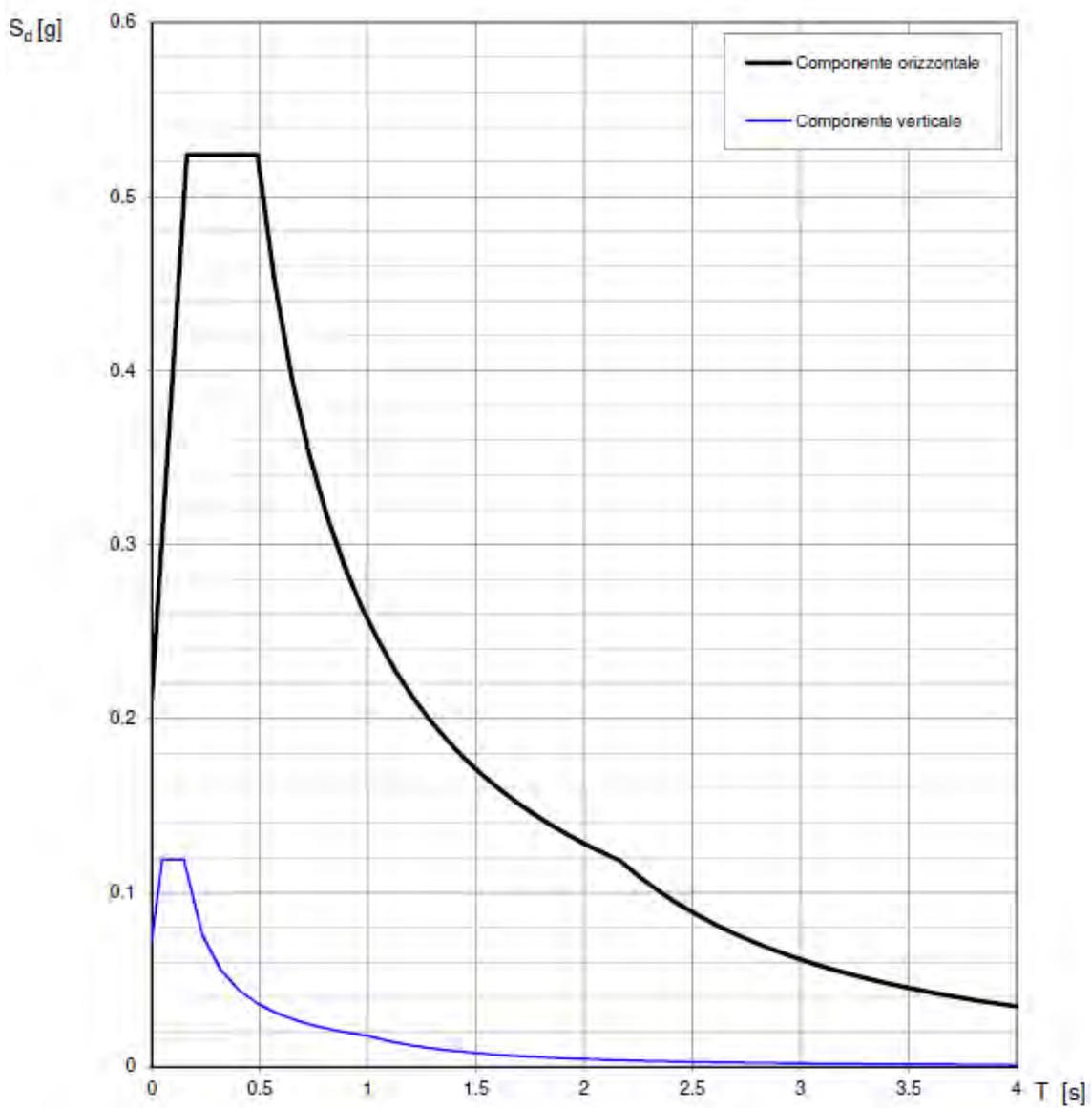


Fig. 19 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.344 g
F_o	2.426
T_c	0.352 s
S_S	1.200
C_D	1.482
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.174 s
T_C	0.521 s
T_D	2.974 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_D \cdot T_c^*$$

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

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.412
T_B ←	0.174	1.000
T_C ←	0.521	1.000
	0.638	0.817
	0.755	0.691
	0.872	0.598
	0.989	0.527
	1.105	0.472
	1.222	0.427
	1.339	0.389
	1.456	0.358
	1.573	0.332
	1.689	0.309
	1.806	0.289
	1.923	0.271
	2.040	0.256
	2.157	0.242
	2.274	0.229
	2.390	0.218
	2.507	0.208
	2.624	0.199
	2.741	0.190
	2.858	0.182
T_D ←	2.974	0.175
	3.023	0.170
	3.072	0.164
	3.121	0.159
	3.170	0.154
	3.219	0.150
	3.267	0.145
	3.316	0.141
	3.365	0.137
	3.414	0.133
	3.463	0.129
	3.512	0.126
	3.560	0.122
	3.609	0.119
	3.658	0.116
	3.707	0.113
	3.756	0.110
	3.805	0.107
	3.853	0.104
	3.902	0.102
	3.951	0.099
	4.000	0.097

Tab. 16 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{ov}	0.272 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.920
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.272
T_B ←	0.050	0.440
T_C ←	0.150	0.440
	0.235	0.281
	0.320	0.206
	0.405	0.163
	0.490	0.135
	0.575	0.115
	0.660	0.100
	0.745	0.089
	0.830	0.079
	0.915	0.072
T_D ←	1.000	0.066
	1.094	0.055
	1.188	0.047
	1.281	0.040
	1.375	0.035
	1.469	0.031
	1.563	0.027
	1.656	0.024
	1.750	0.022
	1.844	0.019
	1.938	0.018
	2.031	0.016
	2.125	0.015
	2.219	0.013
	2.313	0.012
	2.406	0.011
	2.500	0.011
	2.594	0.010
	2.688	0.009
	2.781	0.009
	2.875	0.008
	2.969	0.007
	3.063	0.007
	3.156	0.007
	3.250	0.006
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.005
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.004
	4.000	0.004

Tab. 17 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

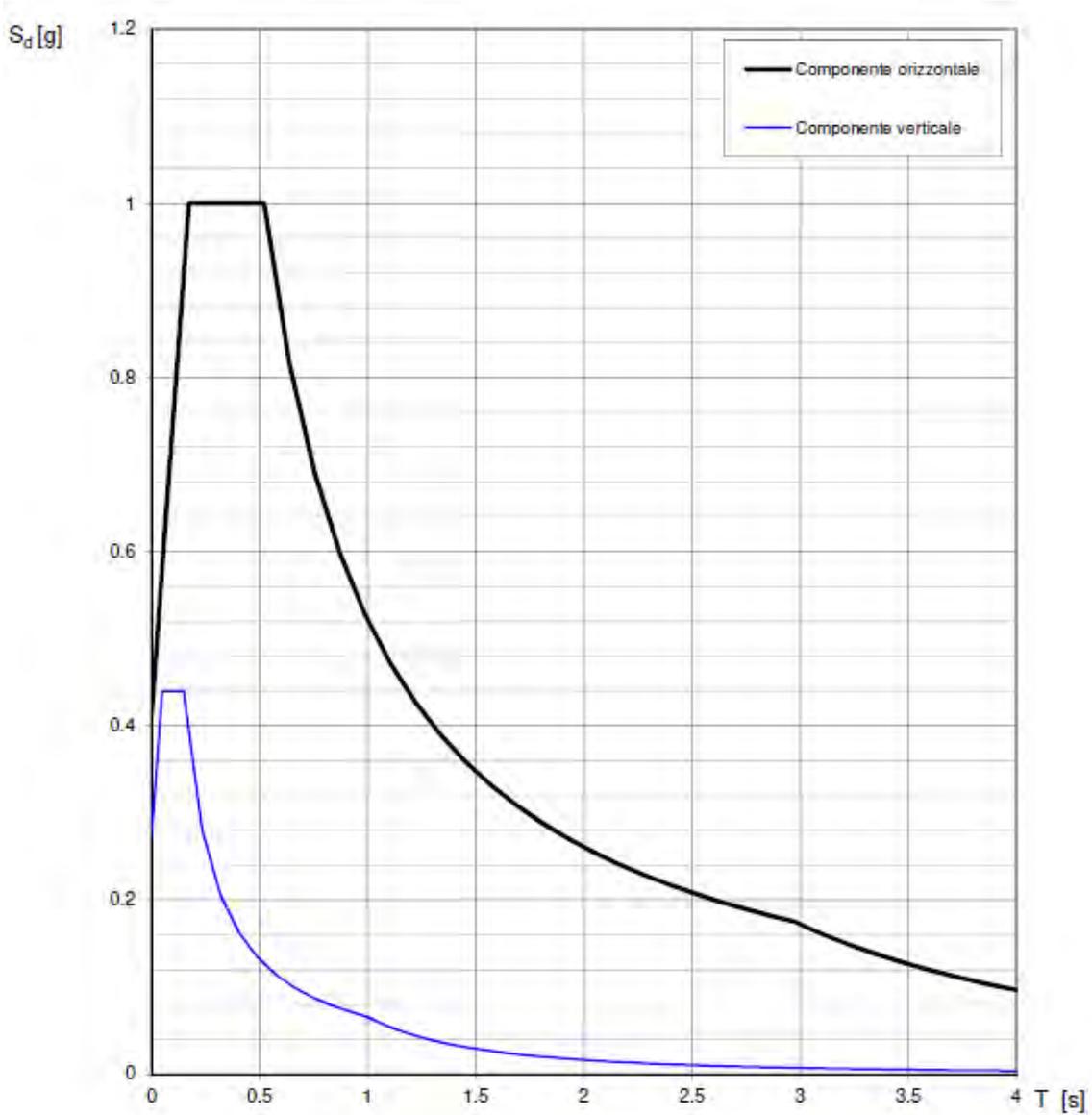


Fig. 20 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

8. CONCLUSIONI

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 21), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Poggio Imperiale (FG) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.175 e 0.225 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

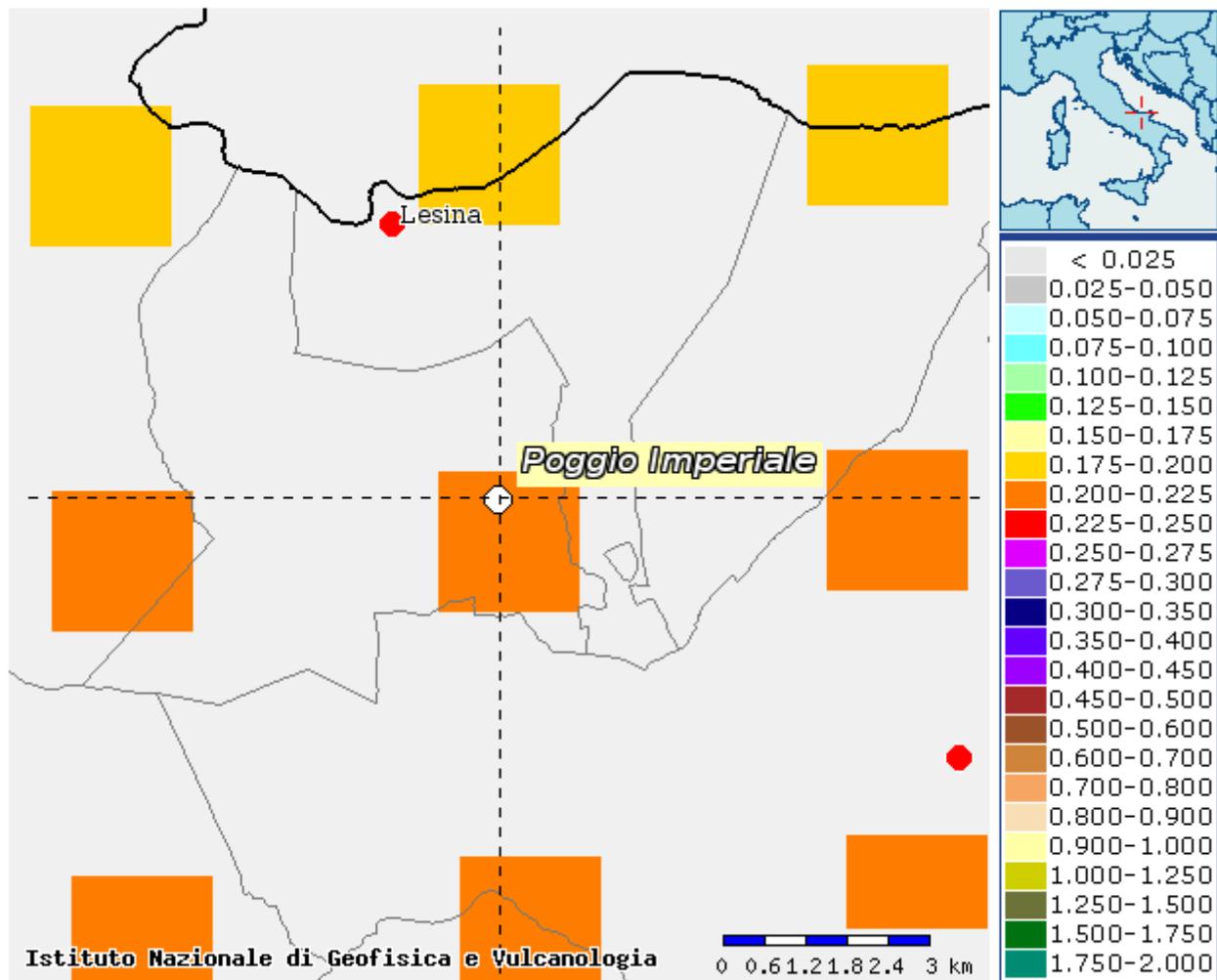


Fig. 21 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; Percentile 50.

Le indagini sismiche down hole effettuate hanno fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria C del D.M. 17 gennaio 2018 (vedi par. 6) con valori di V_{Seq} calcolati pari a (Tab. 18):

Prospezione sismica	$V_S 0-30$ (m/s)
DH-S2 Torre PGI04	[328 ÷ 329]
DH-S3 Torre PGI14B	[330]
DH-S4 Torre PGI16B	[304]

Tab. 18 – Valori di V_{Seq} calcolati, relativi alle prospezioni sismiche down hole effettuate.

In funzione della categoria di suolo **C** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 7) e i moduli dinamici (Tabb. 20 – 21 – 22).

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

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione **IV**.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al suolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tab. 19), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

Prospezione sismica	a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
DH-S2 Torre PGI04	[0.140]	[0.341]	[0.519]	[0.995]
DH-S3 Torre PGI14B	[0.141]	[0.343]	[0.524]	[1.000]
DH-S4 Torre PGI16B	[0.141]	[0.344]	[0.524]	[1.000]

Tab. 19 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione **IV**; smorzamento 5%.

Note le velocità V_P e V_S ottenute dalle indagini sismiche down hole, e attribuiti i valori di densità noti dai sondaggi geognostici eseguiti, sono stati ricavati inoltre i moduli dinamici (Tabb. 20 – 22), quali il modulo di Young o modulo elastico E , il modulo di taglio o modulo di rigidità G , il coefficiente di Poisson ν e il modulo di incompressibilità k dei sismostrati individuati.

Sismostrato	Profondità (m)	V_P (m/s)	V_S (m/s)	Densità ρ (kg/m ³)	Coefficiente di Poisson ν (-)	Modulo di taglio G (kPa)	Modulo di Young E (kPa)	Modulo di incompressibilità k (kPa)
S1	0.00 – 4.00	454	150	1400	0.44	31500	90640	246562
S2	4.00 – 8.00	568	241	1500	0.39	87122	242237	367774
S3	8.00 – 20.00	889	432	1700	0.35	316531	852028	921505
S4	20.00 – 30.00	1036	496	1700	0.35	417385	1128356	1268090

Tab. 20 - Prospetto delle determinazioni dei moduli dinamici per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica DH-S2 - Torre PGI04.

Sismostrato	Profondità (m)	V_P (m/s)	V_S (m/s)	Densità ρ (kg/m ³)	Coefficiente di Poisson ν (-)	Modulo di taglio G (kPa)	Modulo di Young E (kPa)	Modulo di incompressibilità k (kPa)
S1	0.00 – 4.00	572	204	1500	0.43	62119	177354	407951
S2	4.00 – 8.00	656	214	1500	0.44	68694	197901	553912
S3	8.00 – 14.00	1065	339	1700	0.44	195373	564086	1667686
S4	14.00 – 30.00	1724	460	1700	0.46	359722	1051591	4573071

Tab. 21 - Prospetto delle determinazioni dei moduli dinamici per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica DH-S3 - Torre PGI14B.

Sismostrato	Profondità (m)	V_P (m/s)	V_S (m/s)	Densità ρ (kg/m ³)	Coefficiente di Poisson ν (-)	Modulo di taglio G (kPa)	Modulo di Young E (kPa)	Modulo di incompressibilità k (kPa)
S1	0.00 – 6.00	569	164	1400	0.45	37654	109552	403060
S2	6.00 – 10.00	1046	268	1500	0.46	107736	315639	1497526
S3	10.00 – 16.00	1425	348	1600	0.47	193773	569027	2990637
S4	16.00 – 30.00	1742	466	1700	0.46	368377	1076802	4667590

Tab. 22 - Prospetto delle determinazioni dei moduli dinamici per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica DH-S4 Torre PGI16B.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Pompei, maggio 2018

Il tecnico

Dr. Geol. Marco Catalano

