

STUDIO GEOLOGICO E AMBIENTALE
DOTT.SSA CLAUDIA BORELLI

SEDE OPERATIVA STRADA CAVEDOLE 12/C 41126 PORTILE (MO)

TEL E FAX +39 059 784335 CELL +39 339 8179913

e mail c.borelli@studio-borelli.191.it

P. IVA 02598120364 C.F. BRL CLD 73E 60A 794X



INDAGINI GEOLOGICHE A SUPPORTO DEGLI INTERVENTI PREVISTI LUNGO LA CAVATA ORIENTALE

RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI SVOLTE

Doc. Rif. R1501b_L1501 Cavata orientale_Life Rlnasce.doc
del 14 aprile 2015

COMMITTENTE:

CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE
CORSO GARIBALDI, 42 42121 REGGIO EMILIA

IL TECNICO INCARICATO:

Dott.ssa Geol. Claudia Borelli



Indice

| | |
|---|-----------|
| ELENCO ALLEGATI | 3 |
| PREMESSA..... | 4 |
| INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 5 |
| 1 Inquadramento geologico regionale..... | 5 |
| 2 Inquadramento tettonico | 8 |
| 3 Stratigrafia | 9 |
| 4 Geomorfologia..... | 12 |
| CAVATA ORIENTALE | 14 |
| 5 Inquadramento geografico..... | 14 |
| 6 Descrizione degli interventi in progetto | 14 |
| 7 Inquadramento geologico | 16 |
| 8 Indagini geologiche da banca dati regionale | 17 |
| 9 Indagini geologiche specifiche..... | 17 |
| 9.1. Campagna di indagini geognostiche | 17 |
| 9.1.1. Prove penetrometriche statiche CPT..... | 17 |
| 9.1.2. Sondaggi a carotaggio continuo..... | 20 |
| 9.1.3. Prove geotecniche di laboratorio | 20 |
| CONCLUSIONI..... | 25 |

ELENCO ALLEGATI

Allegato 1 Inquadramento corografico dei canali oggetto di intervento Scala 1:75.000

CAVATA ORIENTALE

Allegato 2 Inquadramento topografico Scala 1:5.000

Allegato 3 Inquadramento topografico su ortofoto e ubicazione verticali di indagine Scala 1:5.000

Allegato 4 Referenze da banca dati geologica regionale

Allegato 5 Certificati delle prove penetrometriche statiche

Allegato 6 Certificati dei sondaggi a carotaggio continuo

Allegato 7 Certificati delle prove di laboratorio

RISPOSTA SISMICA LOCALE

Allegato 8 Indagine sismica con metodo sismico MASW – Relazione tecnica

Allegato 9 Valutazione della risposta sismica locale

PREMESSA

Su incarico del Consorzio Emilia Centrale (Provv. Del Presidente n.612 del 10/12/2014) si è provveduto alla esecuzione delle indagini geologiche a supporto degli interventi previsti lungo i canali Collettore Alfieri, Collettore Acque Basse Modenesi, Diversivo Fossa Nuova Cavata e Cavata Orientale. La presente relazione descrive le indagini geognostiche e sismiche svolte ed i loro risultati, che sono contestualizzati rispetto al contesto geologico locale.

Lo studio è stato condotto nel rispetto delle N.T.C. di cui al D.M. 14/01/2008 e della Circolare applicativa del 2/02/2009.

Per la caratterizzazione geognostica sono stati eseguiti:

- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, tra il 19/01/2015 ed il 20/01/2015, con profondità comprese tra 8.6 e 15.4 m di profondità a partire dal p.c.. I sondaggi sono stati eseguiti dalla Ditta Sogeo s.r.l. di Lugo (RA) Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti – Settore C Decr. N. 005754 del 1/07/2010. Durante i sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati e disturbati sui quali sono state eseguite prove di caratterizzazione e di resistenza.
- n. 9 prove penetrometriche statiche C.P.T., con penetrometro statico Pagani 100 kN in dotazione allo Studio Geologico e Ambientale incaricato. Le prove CPT hanno raggiunto profondità comprese tra 8 e 15 m dal p.c.

Per la definizione della risposta sismica locale è stata condotta una specifica indagine sismica per ciascun sito con metodo MASW attivo: l'indagine è stata finalizzata alla definizione della velocità V_{s30} del terreno interessato dall'intervento in progetto.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Per la descrizione delle caratteristiche geologiche e sismotettoniche delle aree oggetto di studio si è fatto riferimento ad alcune pubblicazioni della Regione Emilia Romagna, in particolare alla Carta Geologica progetto CARG disponibile al sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis>, alle Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 del Foglio 201 Modena (Gasperi G. Pizziolo M., Firenze 2008), alla Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna in scala 1:250.000 (Boccaletti M. Martelli L., 2004) ed alla pubblicazione Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna (Regione Emilia Romagna, ENI – AGIP, 1998).

Il territorio dell'Emilia-Romagna è costituito dal versante padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana a sud del Po; il limite regionale infatti coincide per lunghi tratti con lo spartiacque appenninico verso sud e con il corso del Po verso nord.

Pur essendo due ambienti geomorfologici ben distinguibili, l'Appennino e la Pianura Padana sono strettamente correlati. Il fronte della catena appenninica non coincide infatti con il limite morfologico catena-pianura (margine appenninico-padano) ma è individuabile negli archi esterni delle Pieghe Emiliane e Ferraresi (Pieri & Groppi, 1981) sepolte dai sedimenti quaternari padani (fig. 1).

Quindi, il vero fronte appenninico, circa all'altezza del Po, sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta (fig. 2). Si può così schematizzare che l'evoluzione del territorio dell'Emilia-Romagna e della Pianura Padana coincide con l'evoluzione del settore esterno della catena nord-appenninica.

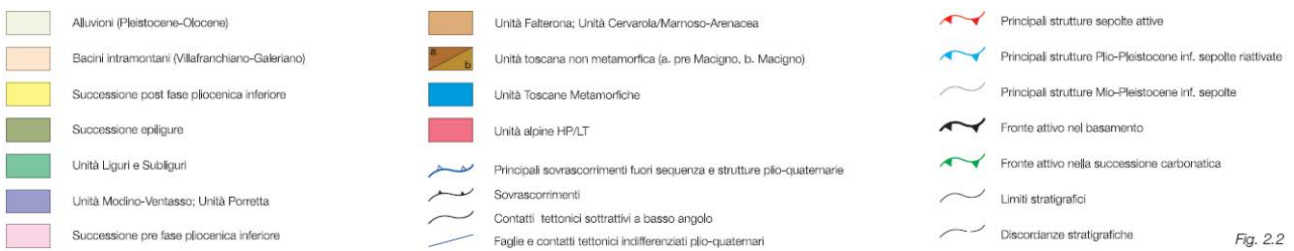
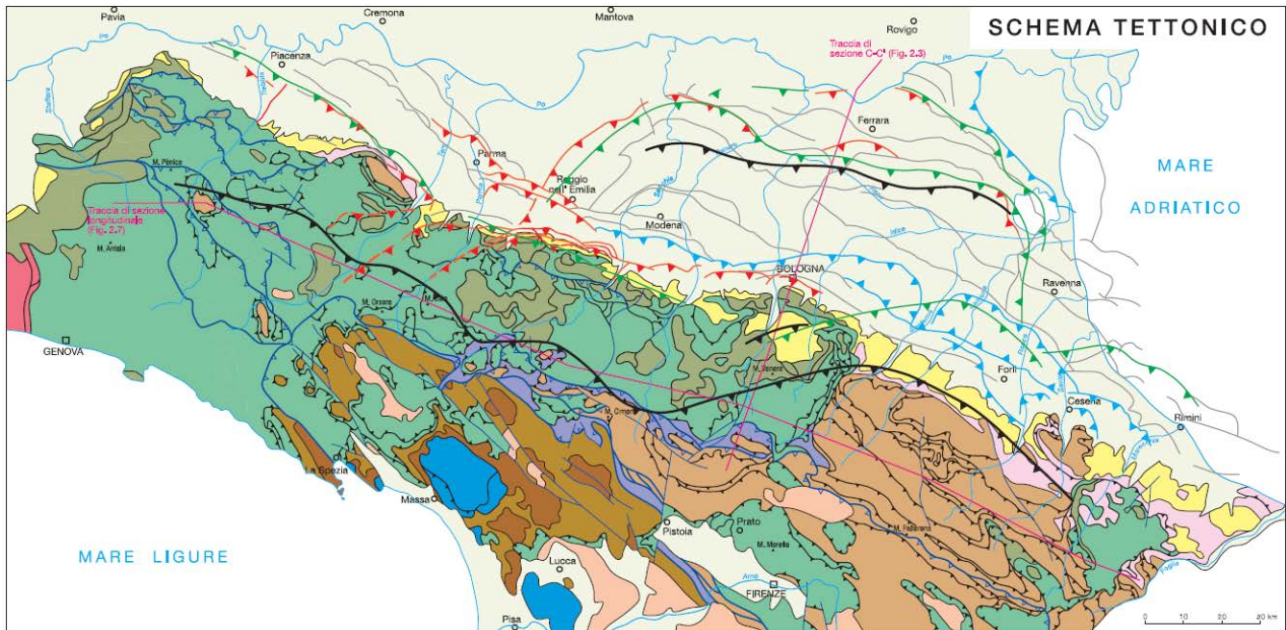


Figura 1. Principali lineamenti strutturali attivi in Emilia-Romagna

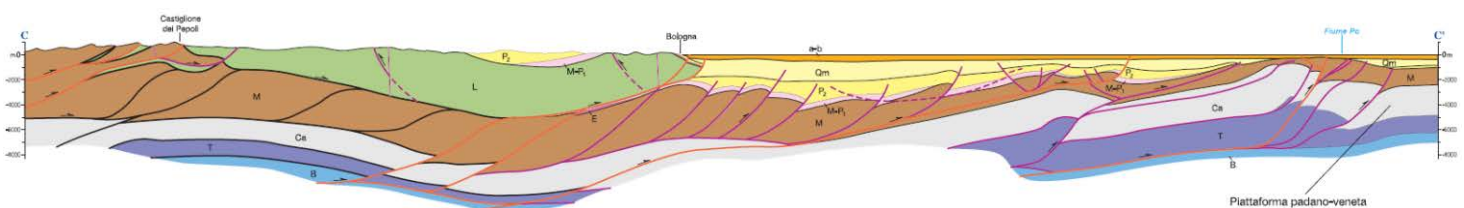


Figura 2. Sezione sismogeologica profonda nel sottosuolo della pianura, trasversale all'Appennino ed alla Pianura Padano sud-nord

L'Appennino settentrionale è una catena a thrusts facente parte del sistema alpino, formatosi in gran parte a spese della placca Adriatica per l'interazione fra le placche Africana ed Euroasiatica.

Si tratta di un edificio formato da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini: il dominio Ligure, i cui sedimenti si sono depositi originariamente su crosta oceanica

(Liguridi s.l., Auctt.) e il dominio Tosco-Umbro-Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria la cui età inizia a partire dal Triassico.

Mentre l'Appennino e le strutture profonde della Pianura Padana si sono deposte in un bacino marino, i terreni affioranti nella Pianura Padana sono di origine continentale. Il riempimento del bacino marino ed il passaggio alla sedimentazione continentale non sono avvenuti in maniera continua e progressiva, ma sono il risultato di eventi tettonici e sedimentari parossistici, separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e ridotti movimenti tettonici delle strutture compressive. Questo è testimoniato dalle numerose superfici di discontinuità stratigrafica riconosciute e cartografate.

Dopo l'abbassamento del livello del mare dovuto all'isolamento del Mediterraneo, la ripresa della sedimentazione si svolge per lo più a ridosso del margine settentrionale dell'Appennino in una fascia che dal Piemonte meridionale giunge sino alle Marche. L'Appennino ormai emerso fornisce all'avanfossa abbondante detrito, mentre con il Messiniano Superiore la sedimentazione, per lo più torbidityca di ambiente salmastro si sviluppa in profondi bacini separati da alti strutturali. Con il Pliocene, la risalita del livello del mare porta a una generale trasgressione. La deposizione pelitica interessa vaste zone e torbidityci arenaceo-pelitiche di piana bacinale e di conoide sottomarina si depongono nelle zone più profonde.

Con il Pleistocene inizia un nuovo ciclo sedimentario (Qm) che porta al definitivo colmamento del bacino padano, prima con sedimenti marini batiali e successivamente, a partire da ovest verso est, con depositi via via meno profondi fino a giungere a depositi di transizione.

L'ultimo episodio di sedimentazione marina del ciclo Qm è rappresentato dalle "sabbie gialle" litorali, cioè da depositi sabbioso-ciottolosi di spiaggia che, grazie anche all'abbondante apporto sedimentario migrano verso il centro della pianura e verso l'Adriatico. Alle sabbie gialle, ritenute di età pleistocenica inferiore-media, segue un nuovo ciclo sedimentario (Qc) e la sedimentazione si sviluppa in condizioni continentali o al massimo costiere, dominata ora dalla dinamica dei fiumi.

2 INQUADRAMENTO TETTONICO

Il bacino padano è profondamente e intensamente coinvolto nella tettonica nord-vergente appenninica che porta allo sviluppo di sistemi di thrust. La strutturazione si è esplicata in gran parte durante il Pliocene controllando fortemente la sedimentazione in ambiente sottomarino. I thrust, a sviluppo planimetrico arcuato con concavità volta verso l'Appennino, delineano strutture positive antiformali, separate dalle successive analoghe strutture da aree sprofondate, sinformi, sulle quali sovrascorrono parzialmente. Il fronte della catena risulta quindi molto più a nord del limite orografico della catena, sepolto dai sedimenti quaternari padano-adriatici. E' formato da sistemi di pieghe e thrust strutturati in una serie di archi posti quasi al centro della pianura (Arco del Monferrato, Arco delle pieghe emiliane, Dorsale ferrarese, fig. 1).

Risultano coinvolti nella tettonica compressiva i sedimenti del Pliocene inferiore e del Pliocene medio-Superiore; al contrario i depositi del Pleistocene documentano il forte rallentamento della tettonica compressiva precedente. Nel Quaternario, infatti, con l'attenuarsi dei movimenti tettonici nord-vergenti si ha il prevalere, nella fascia pedeappenninica, di una subsidenza generalizzata; la sedimentazione si sviluppa su tutta la Pianura Padana in amplissime ondulazioni colmando residue depressioni del sistema bacinale precedente.

Lungo il bordo appenninico-padano i sedimenti quaternari e pliocenici sottostanti appaiono piegati in corrispondenza di una flessura con sensibile immersione verso la pianura. I terreni marini e costieri del Pleistocene affiorano, infatti, in un'ampia fascia prossima alla pianura a quote comprese tra i 200 e i 300 metri, mentre nella pianura gli stessi terreni si rinvencono a parecchie decine di metri al di sotto del piano campagna. Questa struttura costituisce il Lineamento Frontale Appenninico, cerniera tra la catena in sollevamento e l'avanfossa, tutt'ora in pieno sviluppo.

Lungo il margine appenninico modenese inoltre una piega anticlinale coinvolge i sedimenti quaternari continentali a valle di tale lineamento (Anticlinale di Castelvetro) a testimonianza del perdurare almeno fino al Pleistocene medio di una tettonica compressiva. Una struttura simile, che coinvolge i sedimenti alluvionali, è ipotizzata anche nel sottosuolo della pianura a circa 100 metri di profondità tra Magreta e Sassuolo e si raccorda con l'analogia

struttura affiorante a sud di Reggio Emilia in corrispondenza dell'allineamento Albinea–Montecchio.

Le sequenze sismiche che si sono verificate nel maggio – giugno 2012 sono state causate dalla presenza di zone sismogenetiche attive ed identificate nello schema tettonico sopra riportato, riferibili alla parte della catena appenninica sepolta al di sotto della Pianura Padana denominate Pieghe Ferraresi.

3 STRATIGRAFIA

I terreni continentali affioranti nella porzione di Pianura Padana in esame appartengono alla successione neogenico-quadernaria del margine appenninico-padano e sono rappresentati da depositi fluviali di piana alluvionale.

Come già accennato nell'inquadramento geologico regionale i sedimenti continentali costituiscono la parte sommitale del riempimento quadernario della avanfossa padana. Essi costituiscono un ciclo sedimentario (Qc) che si sovrappone con un limite inconforme, affiorante estesamente nelle aree marginali del bacino, sul precedente ciclo Quadernario marino (Qm). Tale limite è stato riconosciuto e cartografato da Regione Emilia–Romagna & ENI–AGIP (1998) in tutto il sottosuolo padano emiliano – romagnolo in base ai profili sismici e a dati di sondaggi; la sua età, definita sulla base di correlazioni sismiche con le aree adriatiche, è stata fissata a circa 650 ka BP. Lo spessore dei sedimenti continentali varia nell'area dai circa 100 metri delle aree al margine SO ai 500 m circa delle aree poste a NO, come desumibile dalla fig. 3 che descrive la loro quota di base in m s.l.m. (il piano campagna varia da circa 200 lungo il margine a 20 m a NE).

Il diverso spessore appare legato alla diversa subsidenza delle strutture profonde: il settore nord della pianura modenese e reggiana è posto in corrispondenza di uno dei massimi spessori dei sedimenti marini plio-pleistocenici, mentre il margine sud corrisponde a strutture positive con spessori assai ridotti.

I dati relativi al substrato dei depositi alluvionali, noti attraverso le ricerche di idrocarburi (AGIP Mineraria, 1959; Pieri & Groppi, 1981; Mattavelli *et alii*, 1983; Dondi, 1985; Cassano *et alii*, 1986; Dondi & D'Andrea, 1986) consentono di tratteggiare in modo dettagliato la stratigrafia e le strutture profonde padane, direttamente correlabili con le unità affioranti nel margine appenninico.



Figura 3. Profondità (in m s.l.m.) del limite basale dei sedimenti quaternari continentali (da Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998, con modifiche). Equidistanza m 50.

In Regione Emilia–Romagna & ENI-AGIP (1998) è stata proposta la istituzione del Supersistema emiliano–romagnolo, comprendente l'intero spessore dei sedimenti continentali, a sua volta suddiviso in due Sistemi (Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore e Sistema Emiliano Romagnolo Superiore) separati da una discontinuità rilevabile nelle aree marginali della pianura legata a una fase tettonica di importanza regionale (fig. 2).

Il sottosuolo dell'alta e media pianura è caratterizzato da alternanze ripetute di intervalli ghiaiosi e sabbiosi con intervalli limoso argillosi. Amorosi & Farina (1996) hanno riconosciuto nella pianura bolognese cicli di spessore e gerarchia diversi legati a fattori glacio-eustatici, ciclicità confermata anche da Regione Emilia–Romagna & ENI-AGIP (1998). E' possibile

individuare, secondo gli Autori citati, sequenze deposizionali elementari, sviluppate alla scala dei 40–100 ka e di decine di metri di spessore, correlabili per gran parte della pianura emiliano-romagnola. Le sequenze deposizionali di ordine maggiore (i due Sintemi Emiliano–Romagnolo Inferiore e Superiore), come si è accennato, sarebbero separate al margine del bacino da una superficie di discontinuità legata a una fase di sollevamento delle strutture appenniniche.

Tale ciclicità nella sedimentazione è caratteristica soprattutto dell'alta pianura, grosso modo coincidente con i quadranti meridionali del foglio 201; nelle aree poste a sud del Foglio, prossime al margine appenninico, prevalgono le ghiaie in tutti gli intervalli e sono presenti fenomeni di erosione parziale delle unità, mentre nelle aree di media pianura, più distali, scompaiono completamente le ghiaie e le sabbie si riducono notevolmente. Di conseguenza, dei cinque cicli in cui si scompone il Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, nella pianura sono definiti solo i tre superiori, mentre i due inferiori sono identificati in modo informale con un numero progressivo.

Per quanto riguarda la porzione di territorio che ricade nei Fogli 182 e 183, bassa pianura modenese e reggiana, sono assenti le ghiaie ed i sedimenti affioranti appartengono alla categoria delle sabbie, limi e argille. In quest'area la sovrapposizione delle alluvioni appenniniche su quelle del Po è confermata dalle diverse caratteristiche degli orizzonti sabbiosi, relativamente più superficiali, presenti nel sottosuolo. Infatti, laddove presenti nei primi 5 - 8 m da piano campagna, si osservano sabbie medio fini nocciola, immature, che si sovrappongono a sabbie medie quarzose di colore grigio verde. Le prime presentano macroscopicamente una facies attribuibile ai depositi appenninici mentre le seconde ai sedimenti alpini.

La zona è caratterizzata anche da alluvioni argillose a lenti limose della bassa Pianura. Sono presenti inoltre depositi di canale e argine prossimale derivanti da depositi alluvionali del X secolo del Torrente Crostolo e di altri Torrenti minori, che oggi scorrono in un alveo più spostato, a volte anche per cause antropiche.

4 GEOMORFOLOGIA

La gran parte dei sedimenti che affiorano sulla superficie della pianura emiliano-romagnola sono recenti (età olocenica, meno di 10.000 anni), molti dei quali si sono depositati negli ultimi duemila anni (dopo la caduta dell'Impero Romano). Essi derivano dalla complessa relazione fra il fiume Po, a nord, i fiumi appenninici, a sud e il Mare Adriatico, a est. Per questo motivo la nostra pianura contiene una grande varietà di depositi comprendenti: le conoidi e le piane alluvionali dei fiumi appenninici, la piana a meandri del Po, la piana costiera, il delta e le fronti deltizie, ecc.

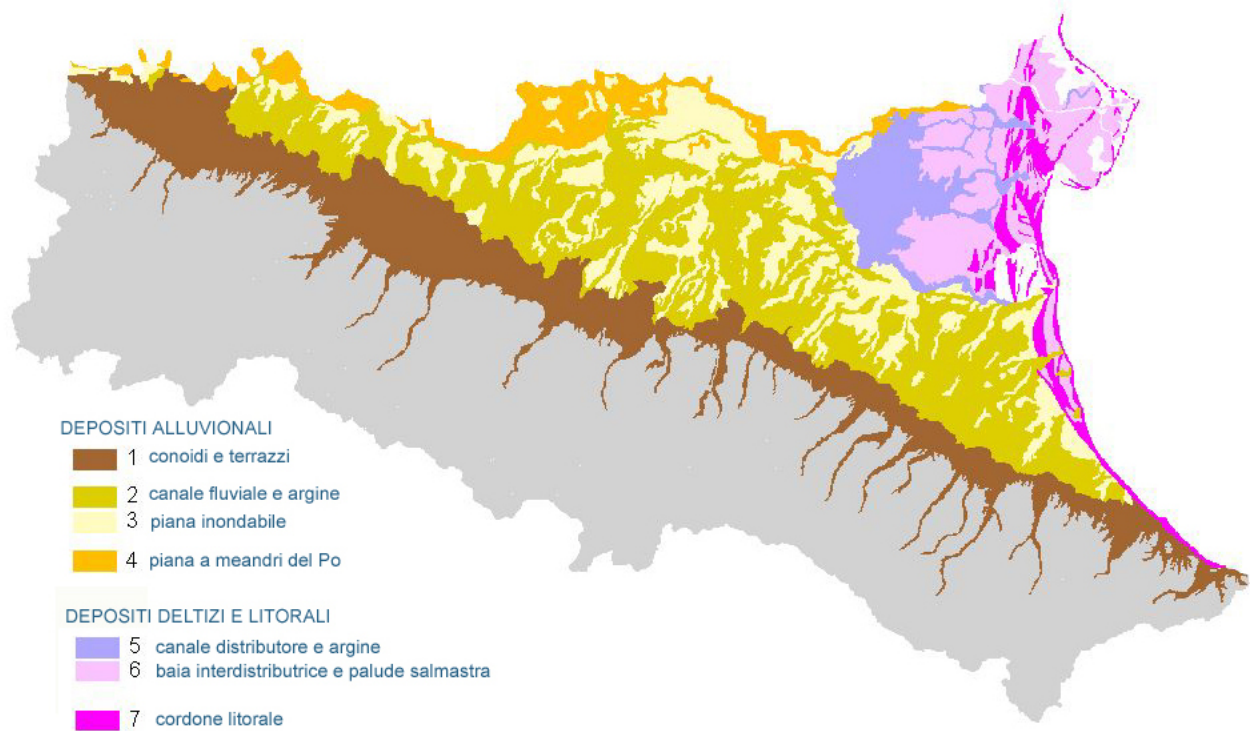
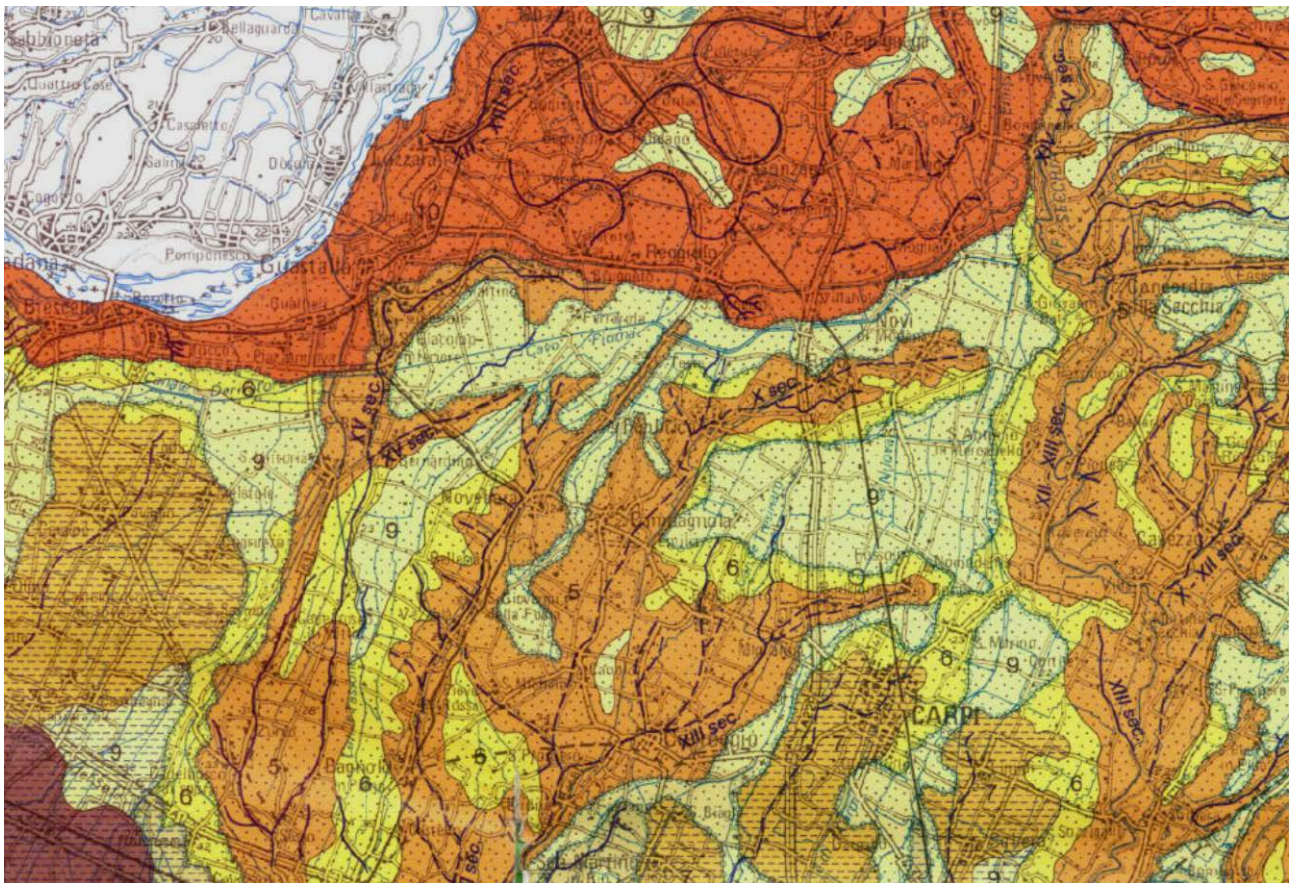


Figura 4. Carta geologica di pianura – sintesi (fonte Regione Emilia Romagna)

Ai diversi sedimenti deposti, corrispondono ambienti deposizionali differenti, che sono descritti nella Carta Geologica di pianura dell'Emilia-Romagna, di cui si riporta un estratto nella Fig. 5.

Le aree in studio ricadono in aree di piana alluvionale, caratterizzate dalla presenza di litologia fini (dai limi sabbiosi e sabbie fini alle argille).



PIANA ALLUVIONALE ALLUVIAL PLAIN

| | | | |
|---|---|----|---|
| 5 | <p>Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, subordinatamente limi argillosi; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine prossimale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. <i>Medium and fine sand in beds tens of centimetres thick, changing laterally and/or intercalated to fine and very fine silty sand, smaller amount of clayey silt; locally medium and coarse sand in lenticular, ribbon shaped bodies. Channel and proximal levees. At the top, soils with various degrees of evolution.</i></p> | 8 | <p>Limi argillosi e limi sabbiosi, subordinatamente sabbie fini e finissime, in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. <i>Clayey silt and sandy silt, smaller amounts of fine and very fine sand, in beds tens of centimetres thick; locally sand in lenticular and ribbon-shaped bodies. Channel and undifferentiated levee deposits. At the top soils of various degrees of evolution.</i></p> |
| 6 | <p>Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose intercalate in strati di spessore decimetrico. Depositi di argine distale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. <i>Sandy silt, fine and very fine sand, silty clay and smaller amounts of silty-clayey sand intercalated in beds tens of centimetres thick. Distal levee deposits. At the top, soils with various degree of evolution.</i></p> | 9 | <p>Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude. <i>Silty clay, clay and laminated clayey silt, locally concentrations of partially decomposed organic matter. Backswamp deposits.</i></p> |
| 7 | <p>Sabbie medie e fini, limi e argille limose intercalati in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. <i>Medium and fine sand, silt and silty clay intercalated in beds tens of centimetres thick; locally medium and coarse sand in lenticular and ribbon shaped bodies. Channel and undifferentiated levee deposits. At the top soils with various degree of evolution.</i></p> | 10 | <p>Sabbie medie e grossolane subordinatamente ghiaie o ghiaie sabbiose, limi e limi sabbiosi in strati di spessore decimetrico. Depositi di piana e meandri. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. <i>Medium and coarse sand, to a lesser extent gravel and sandy gravel, smaller amounts of silt and sandy silt in bed tens of centimetres thick. Meander belt deposits. At the top, soils of various degree of evolution.</i></p> |

Figura 5. Estratto dalla Carta geologica di pianura dell'Emilia-Romagna in scala 1:250.000 (riduzione 64%)

Di seguito come introduzione per ciascuna area indagata saranno descritte brevemente le unità affioranti, facendo riferimento alla cartografia geologica progetto CARG ed eventualmente alle sezioni stratigrafiche se disponibili. Si farà inoltre riferimento alle prove geognostiche disponibili dalla banca dati regionale, che sono riportate in allegato.

CAVATA ORIENTALE

5 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito in esame si trova nel Comune di Carpi (MO) ed è inserito all'interno dei riferimenti cartografici della Regione Emilia Romagna riportati di seguito in tabella.

| | |
|------------------------------|------------------|
| Foglio CTR a scala 1:50.000 | 201 Modena |
| Tavola CTR a scala 1:25.000 | 201 NE Carpi |
| Sezione CTR a scala 1:10.000 | 201030 Carpi |
| Elemento CTR a scala 1:5.000 | 201031 Carpi Est |

L'area appartiene alla pianura modenese e presenta una quota compresa tra 24,4 m s.l.m. a nord e 23,9 m s.l.m. a sud. Il tratto di canale interessato dagli interventi è orientato in senso nordest-sudovest, e si trova in adiacenza ad una nuova zona industriale alla periferia sud-orientale di Carpi.

L'assetto topografico della zona presenta una conformazione pianeggiante ed i terreni posti ad est della Cavata orientale sono utilizzati a seminativo, mentre l'area posta ad ovest è urbanizzata.

6 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Gli interventi in progetto prevedono l'ampliamento della sezione in terra in destra idraulica con realizzazione di sottobanca e la realizzazione di una vasca di espansione in derivazione prossima all'origine di estensione 3 Ha e profondità massima 1,50 m.



Figura 6. Vista da sud



Figura 7. Vista da nord

7 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

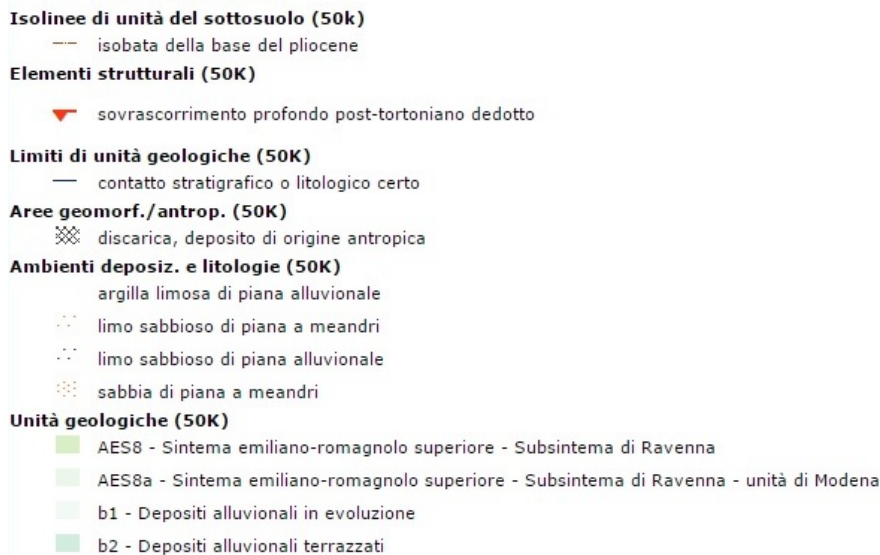
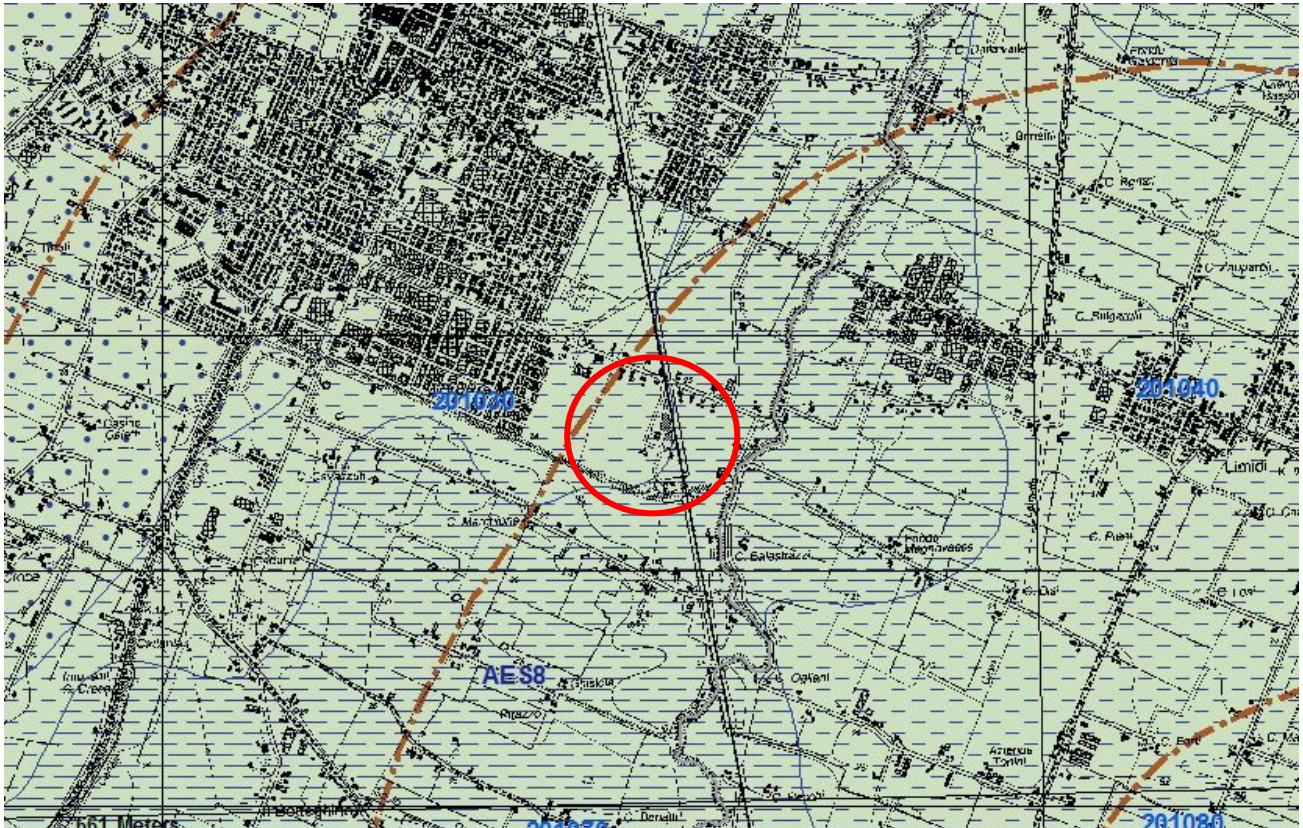


Figura 8. Estratto dalla carta geologica della Regione Emilia Romagna (progetto CARG)

Nell'area affiorano terreni appartenenti al Subsintema di Ravenna (AES8), depositi di piana alluvionale a tessitura fine, prevalentemente limosi, che diventano prevalentemente argillosi passando da AES8 ad AES8a.

8 INDAGINI GEOLOGICHE DA BANCA DATI REGIONALE

Per definire le caratteristiche geologiche locali e per indirizzare le indagini geognostiche, si è fatto preliminarmente riferimento alle indagini ed ai dati disponibili dalla banca dati regionale del progetto CARG.

I dati sono disponibili e scaricabili al sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati>.

Per la zona in esame sono disponibili due sezioni geologiche specifiche ed alcune prove penetrometriche CPTU, che sono riportate in Allegato 4.

Come si può notare dalle due sezioni i depositi grossolani (sabbiosi) delle conoidi alluvionali pedeappenniniche si arrestano più a monte dell'area in esame e perdono continuità. La successione stratigrafica è prevalentemente fine, con la presenza di uno strato sabbioso tra 20 e 26 m di profondità.

9 INDAGINI GEOLOGICHE SPECIFICHE

Per la definizione dei caratteri fisico meccanici che contraddistinguono il sottosuolo della zona in esame è stata condotta una specifica indagine geognostica durante la quale sono state eseguite tre prove penetrometriche statiche e un sondaggio a carotaggio continuo.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata in Allegato 3, su ortofoto.

9.1. Campagna di indagini geognostiche

Per la definizione dei caratteri fisico meccanici che contraddistinguono il sottosuolo della zona in esame è stata condotta una specifica indagine geognostica durante la quale sono state eseguite tre prove penetrometriche statiche e un sondaggio a carotaggio continuo. È stata inoltre eseguita una campagna di indagine sismica con metodo MASW attivo (Allegato 8).

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata in Allegato 3 su ortofoto.

9.1.1. Prove penetrometriche statiche CPT

L'indagine geognostica, finalizzata alla definizione delle caratteristiche geolitologiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area, è stata condotta attraverso l'esecuzione di 3 prove

penetrometriche statiche, due spinte sino alla profondità di 8 m e una spinta sino alla profondità di 8 m dall'attuale piano campagna.

Le prove sono state eseguite utilizzando un penetrometro statico Pagani 100 kN con le seguenti caratteristiche:

| | |
|---------------------------------|------|
| Diametro Punta conica meccanica | 35,7 |
| Angolo di apertura punta | 60 |
| Area punta | 10 |
| Superficie manicotto | 150 |
| Passo letture (cm) | 20 |
| Costante di trasformazione Ct | 10 |

Le verticali d'indagine hanno attraversato una successione prevalentemente argillosa con caratteristiche di resistenza medio-basse.

I risultati delle CPT, i parametri geotecnici nominali ed i grafici delle prove sono riportati in Allegato 5.

Al termine delle prove penetrometriche è stato misurato il livello dinamico della prima falda superficiale, che è risultato variabile nelle tre verticali:

- CPT A soggiacenza da p.c. 3,5 m
- CPT B soggiacenza da p.c. 1,0 m
- CPT D soggiacenza da p.c. 1,6 m

L'andamento del livello piezometrico di falda potrà essere monitorato nel piezometro allestito all'interno del foro del sondaggio, di seguito descritto.



Figura 9. CPT B



Figura 10. CPT D

9.1.2. Sondaggi a carotaggio continuo

In data 20/01/2015 è stato effettuato un sondaggio a carotaggio continuo con perforatrice Ellettari EK200/STR dalla Ditta Sogeo S.r.l. di Lugo (RA), con Concessione Ministero infrastrutture e Trasporti Settore C Decr. Num. 005754 del 05/07/2010.

Il certificato con la stratigrafia del sondaggi e le foto delle carote estratte sono riportati in Allegato 6.

Il sondaggio ha raggiunto la profondità di 8,60 m, confermando la presenza di una successione argillosa. Il sondaggio è stato attrezzato con piezometro tipo Norton.

Sono stati prelevati complessivamente 4 campioni indisturbati (C.I.).

I campioni C11-C12-C13-C14 sono poi stati consegnati al laboratorio geotecnico per le relative prove.

9.1.3. Prove geotecniche di laboratorio

Sui campioni prelevati durante i sondaggi sono state eseguite prove di classificazione e di determinazione delle proprietà indice, oltre a prove di taglio diretto: sui campioni indisturbati sono state eseguite prove triassiali, mentre sui campioni ricostruiti sono state condotte prove di taglio diretto.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche e dei parametri determinati, mentre in Allegato 7 sono restituiti i certificati di laboratorio relativi alle singole prove.

Il Laboratorio che ha eseguito le prove è Sinergea Srl di Granarolo dell'Emilia (BO), autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture con Decr. di Conc. N.53083 del 01/03/05 ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/01.

| Sondaggio 3 | | Campione Cl1 | | Profondità (m) 1.50÷2.10 | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|---|---|---|---|
| Grandezze indice | | | | | | | |
| Umidità naturale W (%) | Peso specifico naturale γ (Mg/m ³) | Peso specifico secco γ_d (Mg/m ³) | Peso specifico immerso (Mg/m ³) | Peso specifico Dei grani G _s (Mg/m ³) | Porosità n (%) | Indice dei vuoti e | Grado di saturazione S (%) |
| 30.34 | 1.911 | 1.466 | 0.911 | 2.755 | 46.71 | 0.876 | 95.24 |
| Limiti di Atterberg | | | Granulometria | Resistenza | | | |
| Limite Liquido W _L (%) | Limite Plastico W _P (%) | Indice di Plasticità (W _L -W _P) (%) | Classificazione granulometrica | Coesione efficace (cond.drenate) c' (kN/m ²) | Angolo di attrito Efficace (cond.drenate) ϕ' (° sess.) | Coesione totale (cond. non drenate) c _u (kN/m ²) | Angolo di attrito Totale (cond. non drenate) ϕ_u (° sess.) |
| 60 | 27 | 33 | Argilla con limo | 4.83 | 27.02 | 31.00 | 15.67 |

Tabella 1 Cavata Orientale, sondaggio 3 Campione Indisturbato 1

| Sondaggio 3 | | Campione Cl2 | | Profondità (m) 3.60÷4.20 | | | |
|--------------------------------|---|--|--|---|--|--|---|
| Grandezze indice | | | | | | | |
| Umidità naturale W (%) | Peso specifico naturale γ (Mg/m ³) | Peso specifico secco γ_d (Mg/m ³) | Peso specifico immerso (Mg/m ³) | Peso specifico Dei grani G_s (Mg/m ³) | Porosità n (%) | Indice dei vuoti e | Grado di saturazione S (%) |
| 36.38 | 1.855 | 1.360 | 0.855 | 2.736 | 50.22 | 1.009 | 98.54 |
| Limiti di Atterberg | | | Granulometria | Resistenza | | | |
| Limite Liquido W_L (%) | Limite Plastico W_P (%) | Indice di Plasticità ($W_L - W_P$) (%) | Classificazione granulometrica | Coesione efficace (cond. drenate) c' (kN/m ²) | Angolo di attrito Efficace (cond. drenate) ϕ' (° sess.) | Coesione totale (cond. non drenate) c_u (kN/m ²) | Angolo di attrito Totale (cond. non drenate) ϕ_u (° sess.) |
| 38 | 20 | 18 | Limo Argilloso/Limo Argilloso debolmente sabbioso con Limo | 5.60 | 33.20 | 23.23 | 15.50 |

Tabella 2 Cavata Orientale, sondaggio 3 Campione Indisturbato 2

| Sondaggio 3 | | Campione C13 | | Profondità (m) 5.20÷5.80 | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|---|---|---|---|
| Grandezze indice | | | | | | | |
| Umidità naturale W (%) | Peso specifico naturale γ (Mg/m ³) | Peso specifico secco γ_d (Mg/m ³) | Peso specifico immerso (Mg/m ³) | Peso specifico Dei grani G _s (Mg/m ³) | Porosità n (%) | Indice dei vuoti e | Grado di saturazione S (%) |
| 31.04 | 1.919 | 1.464 | 0.919 | 2.741 | 46.50 | 0.869 | 97.76 |
| Limiti di Atterberg | | | Granulometria | Resistenza | | | |
| Limite Liquido W _L (%) | Limite Plastico W _P (%) | Indice di Plasticità (W _L -W _P) (%) | Classificazione granulometrica | Coesione efficace (cond.drenate) c' (kN/m ²) | Angolo di attrito Efficace (cond.drenate) ϕ' (° sess.) | Coesione totale (cond. non drenate) c _u (kN/m ²) | Angolo di attrito Totale (cond. non drenate) ϕ_u (° sess.) |
| 43 | 22 | 21 | Argilla limosa/Argilla con limo | 22.71 | 25.80 | 33.77 | 16.39 |

Tabella 3 Cavata Orientale, sondaggio 3 Campione Indisturbato 3

| Sondaggio 3 | | Campione Cl4 | | Profondità (m) 6.80÷7.40 | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|---|---|---|---|
| Grandezze indice | | | | | | | |
| Umidità naturale W (%) | Peso specifico naturale γ (Mg/m ³) | Peso specifico secco γ_d (Mg/m ³) | Peso specifico immerso (Mg/m ³) | Peso specifico Dei grani G _s (Mg/m ³) | Porosità n (%) | Indice dei vuoti e | Grado di saturazione S (%) |
| 35.88 | 1.855 | 1.365 | 0.855 | 2.741 | 50.13 | 1.005 | 97.72 |
| Limiti di Atterberg | | | Granulometria | Resistenza | | | |
| Limite Liquido W _L (%) | Limite Plastico W _P (%) | Indice di Plasticità (W _L -W _P) (%) | Classificazione granulometrica | Coesione efficace (cond.drenate) c' (kN/m ²) | Angolo di attrito Efficace (cond.drenate) ϕ' (° sess.) | Coesione totale (cond. non drenate) c _u (kN/m ²) | Angolo di attrito Totale (cond. non drenate) ϕ_u (° sess.) |
| 79 | 30 | 49 | Argillalimosa/Argilla con Limo | 20.50 | 17.16 | 23.02 | 13.78 |

Tabella 4 Cavata Orientale, sondaggio 3 Campione Indisturbato 4

CONCLUSIONI

La presente relazione tratta delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e sismiche di alcune aree della bassa pianura reggiana e modenese, percorse da canali e collettori gestiti dal Consorzio di bonifica Emilia Centrale.

La relazione ha per oggetto e descrive le indagini geologiche, geognostiche, sismiche e geotecniche sui terreni oggetto degli interventi di riqualificazione sui canali previsti dal progetto LIFE Rinasce LIFE13 ENV/IT/000169.

Con la presente sono forniti i parametri nominali che potranno essere utilizzati nel progetto degli interventi sui canali, oltre alle caratteristiche sismiche desunte da specifiche indagini mediante metodo MASW attivo.

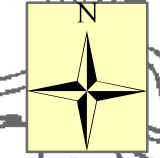
Portile di Modena, 14 Aprile 2015

Dott.ssa Geol. Claudia Borelli

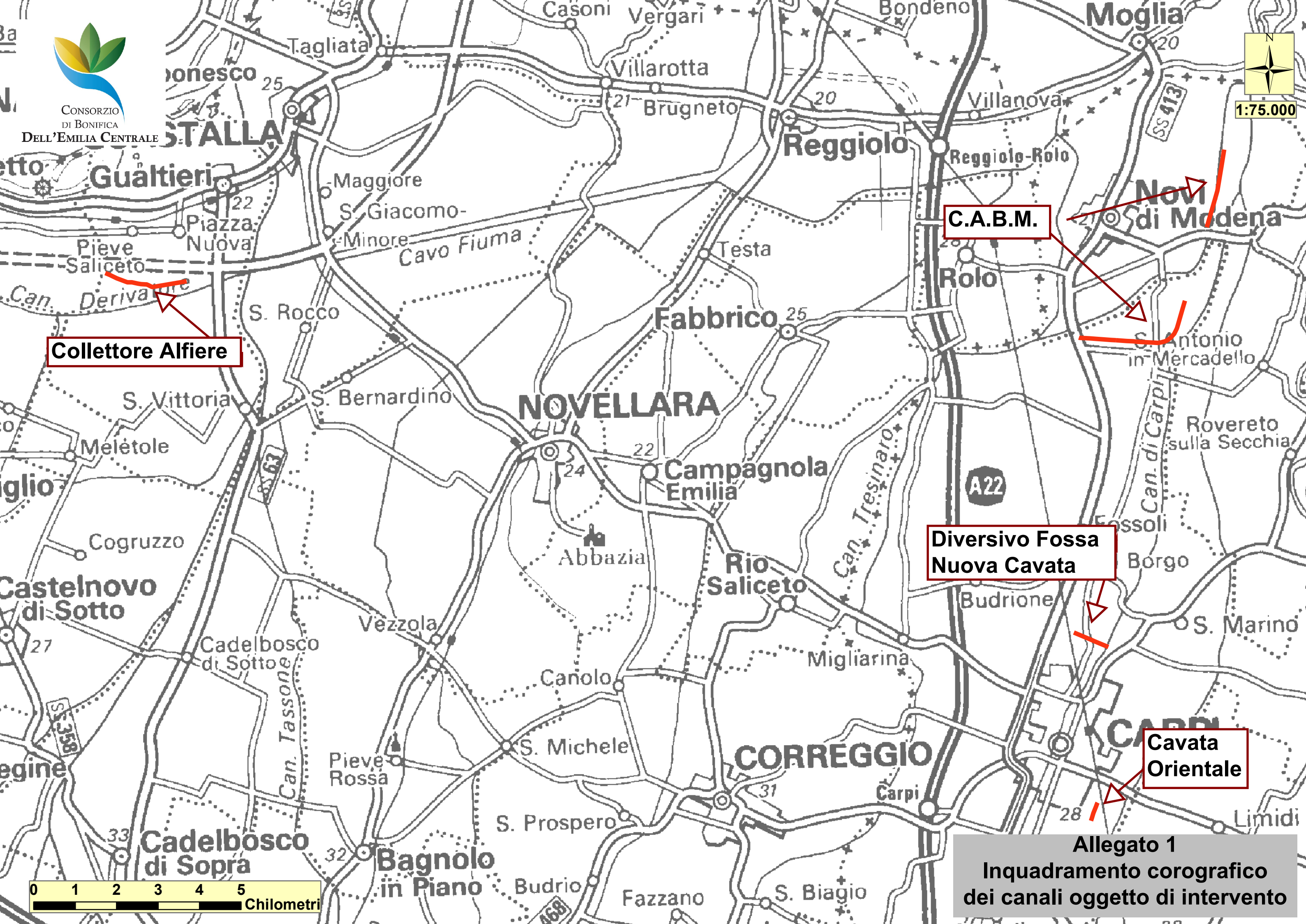




CONSORZIO
DI BONIFICA
DELL'EMILIA CENTRALE



1:75.000



Collettore Alfieri

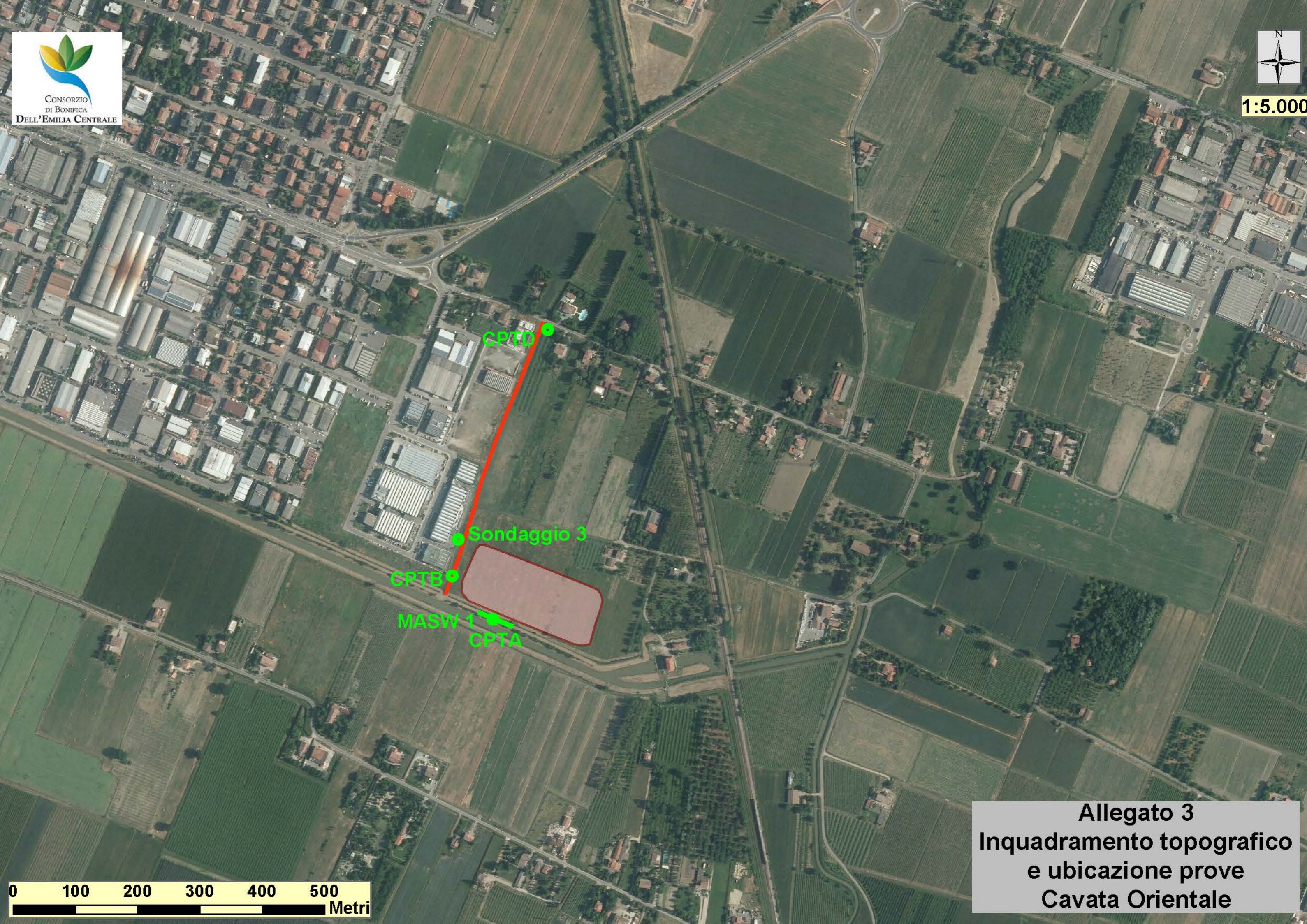
C.A.B.M.

**Diversivo Fossa
Nuova Cavata**

**Cavata
Orientale**

0 1 2 3 4 5
Chilometri

**Allegato 1
Inquadramento corografico
dei canali oggetto di intervento**



ALLEGATO 4

REFERENZE DA BANCA DATI GEOLOGICA REGIONALE



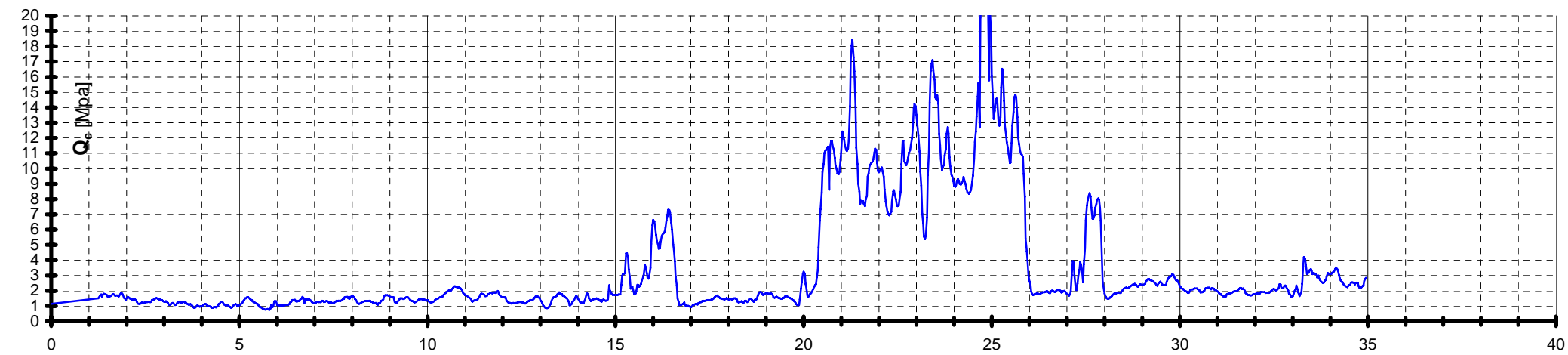
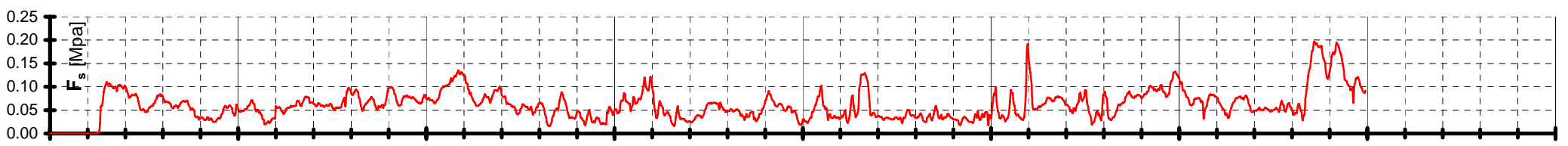
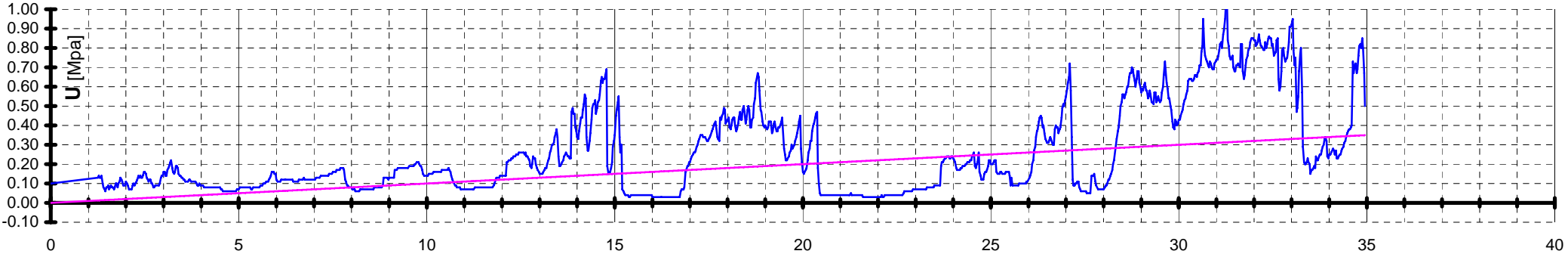
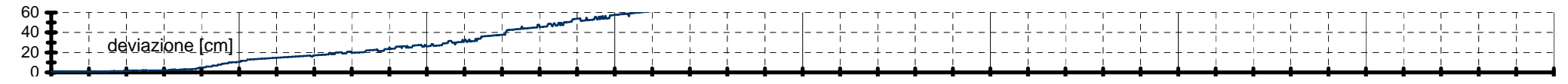
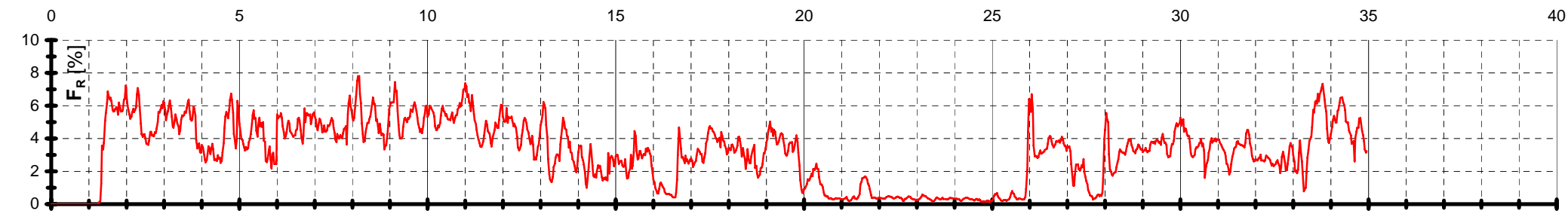
Ubicazione delle verticali di indagine e delle sezioni geologiche. In rosso il Cavata Orientale

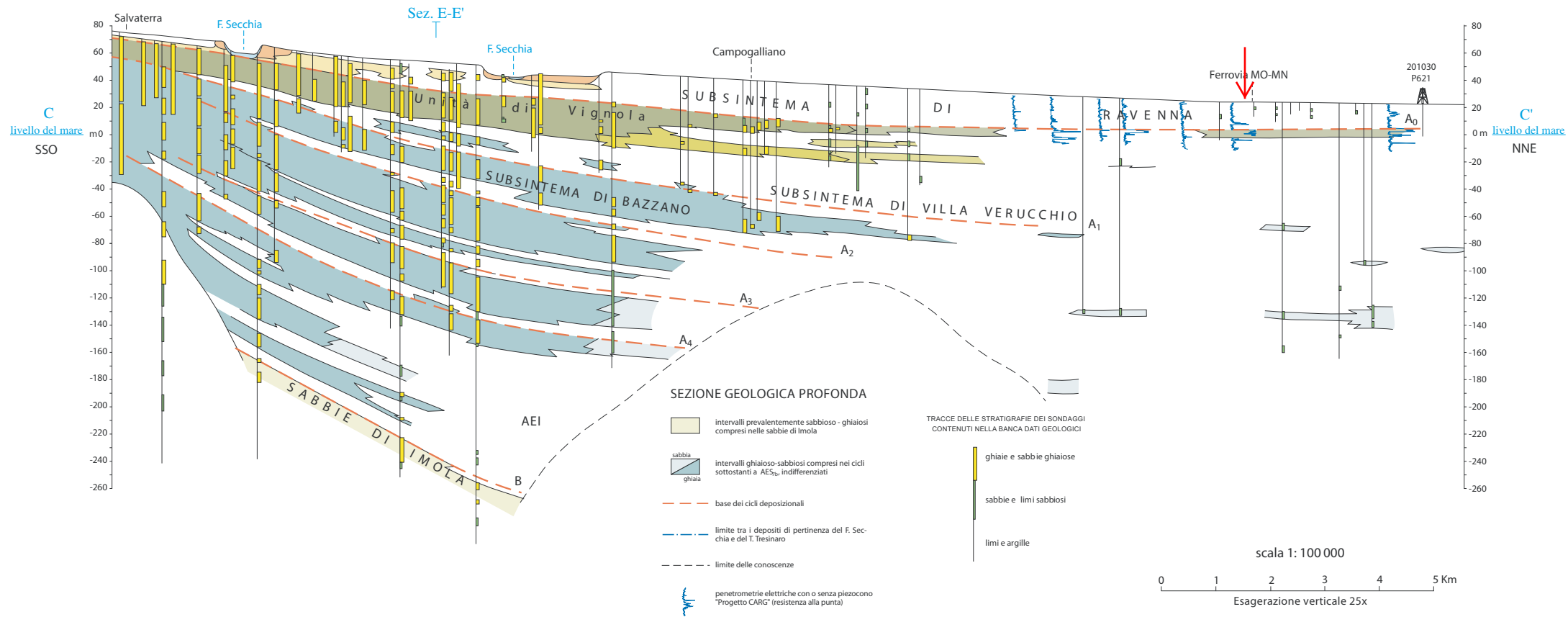
cptu 502

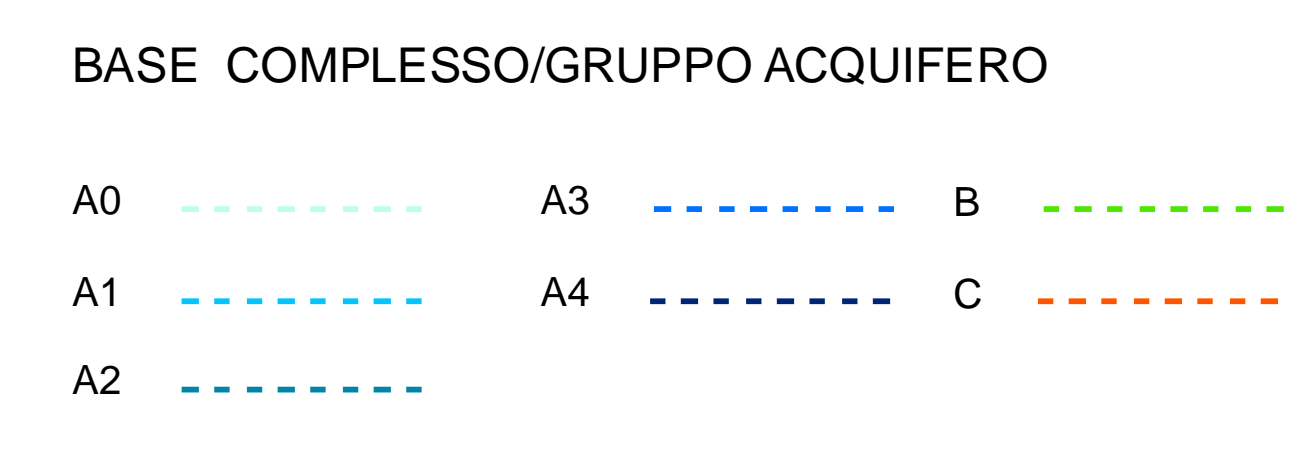
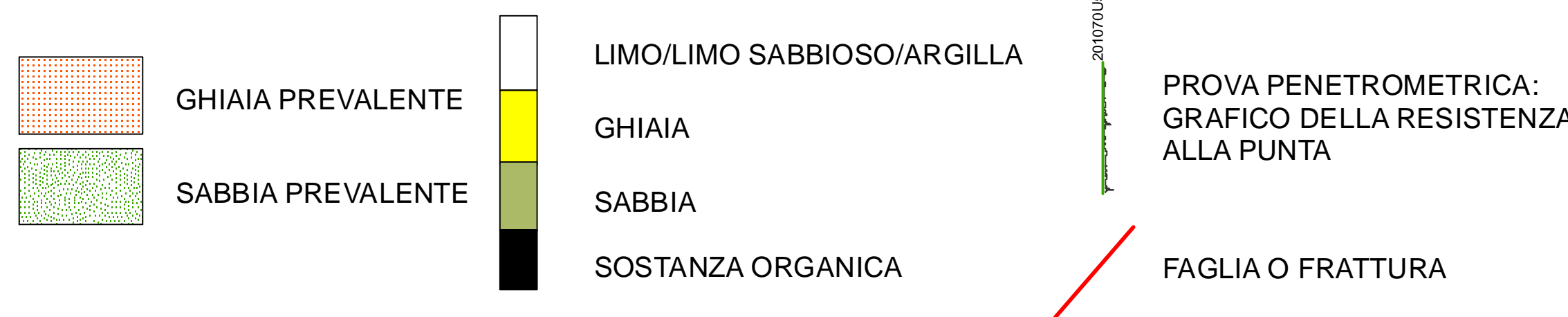
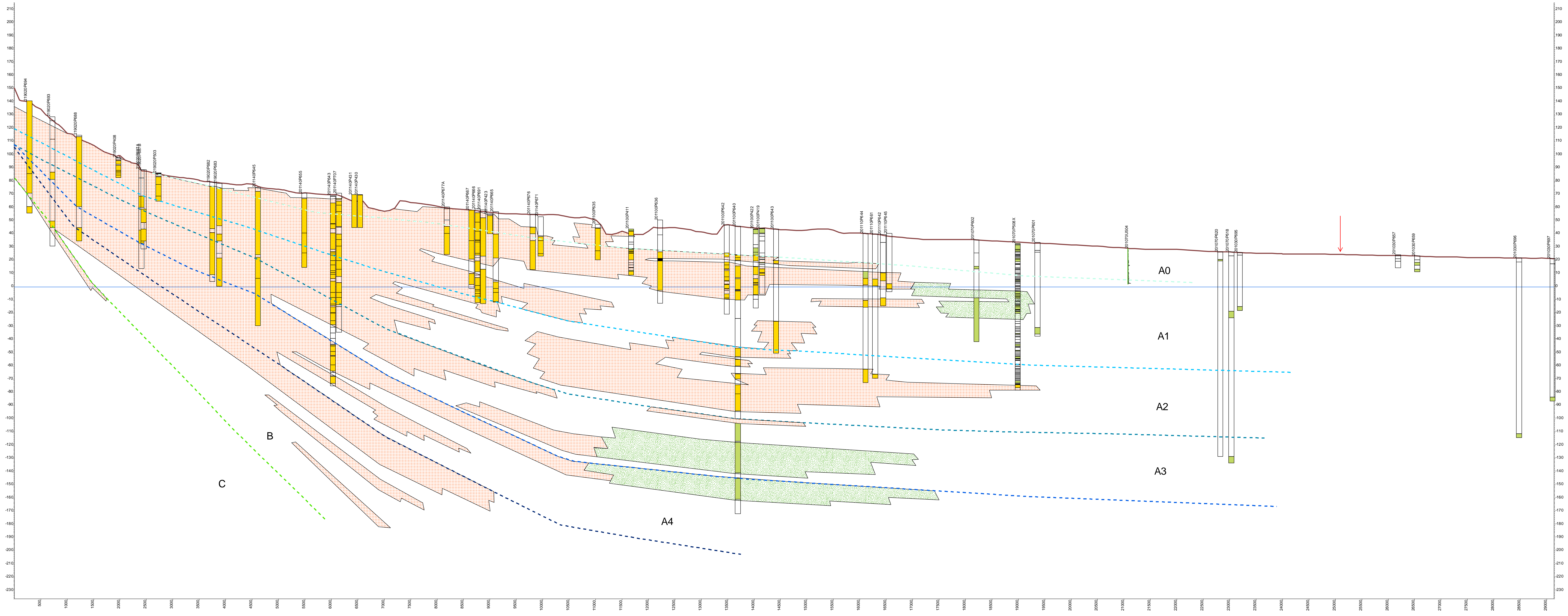
CTR: 201030

15/04/1999

Prof. falda: 1.1 m







ALLEGATO 5
CERTIFICATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

CAVATA ORIENTALE

PROVA PENETROMETRICA STATICA

| | |
|--|--|
| Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale Cantiere: Argini Consorzio Località: Carpi-Novi-Gualtieri | |
|--|--|

Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

| Rif. Norme | ASTM D3441-86 |
|---------------------------------|---------------|
| Diametro Punta conica meccanica | 35,7 |
| Angolo di apertura punta | 60 |
| Area punta | 10 |
| Superficie manicotto | 150 |
| Passo letture (cm) | 20 |
| Costante di trasformazione Ct | 10 |

PROVA ...CAVATA OR CPTA

Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 15/01/2015

Profondità prova: 15,00 mt

Località: Carpi-Novi-Gualtieri

| Profondità (m) | Lettura punta (Kg/cm ²) | Lettura laterale (Kg/cm ²) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | qc/fs Begemann | fs/qcx100 (Schmertmann) |
|----------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| 0,20 | 0,00 | 0,0 | 0,1 | 0,5 | 0,3 | 386,2 |
| 0,40 | 8,00 | 16,0 | 8,1 | 0,9 | 9,4 | 10,7 |
| 0,60 | 10,00 | 23,0 | 10,1 | 0,7 | 15,2 | 6,6 |
| 0,80 | 10,00 | 20,0 | 10,1 | 1,1 | 9,5 | 10,5 |
| 1,00 | 4,00 | 20,0 | 4,1 | 0,9 | 4,8 | 21,0 |
| 1,20 | 7,00 | 20,0 | 7,3 | 0,8 | 9,1 | 11,0 |
| 1,40 | 7,00 | 19,0 | 7,3 | 0,8 | 9,1 | 11,0 |
| 1,60 | 6,00 | 18,0 | 6,3 | 0,5 | 11,8 | 8,5 |
| 1,80 | 5,00 | 13,0 | 5,3 | 0,5 | 9,9 | 10,1 |
| 2,00 | 13,00 | 21,0 | 13,3 | 0,5 | 28,4 | 3,5 |
| 2,20 | 10,00 | 17,0 | 10,4 | 0,6 | 17,4 | 5,8 |
| 2,40 | 15,00 | 24,0 | 15,4 | 0,7 | 23,1 | 4,3 |
| 2,60 | 16,00 | 26,0 | 16,4 | 0,7 | 22,4 | 4,5 |
| 2,80 | 19,00 | 30,0 | 19,4 | 1,1 | 17,1 | 5,8 |
| 3,00 | 13,00 | 30,0 | 13,4 | 0,9 | 15,5 | 6,5 |
| 3,20 | 13,00 | 26,0 | 13,6 | 0,6 | 22,6 | 4,4 |
| 3,40 | 14,00 | 23,0 | 14,6 | 0,8 | 18,2 | 5,5 |
| 3,60 | 14,00 | 26,0 | 14,6 | 0,7 | 21,8 | 4,6 |
| 3,80 | 16,00 | 26,0 | 16,6 | 0,9 | 19,1 | 5,2 |
| 4,00 | 13,00 | 26,0 | 13,6 | 0,7 | 18,5 | 5,4 |
| 4,20 | 16,00 | 27,0 | 16,7 | 0,8 | 20,9 | 4,8 |
| 4,40 | 16,00 | 28,0 | 16,7 | 0,7 | 22,8 | 4,4 |
| 4,60 | 18,00 | 29,0 | 18,7 | 0,7 | 25,5 | 3,9 |
| 4,80 | 19,00 | 30,0 | 19,7 | 0,7 | 29,5 | 3,4 |
| 5,00 | 18,00 | 28,0 | 18,7 | 1,1 | 17,5 | 5,7 |
| 5,20 | 24,00 | 40,0 | 24,8 | 1,2 | 20,7 | 4,8 |
| 5,40 | 24,00 | 42,0 | 24,8 | 1,3 | 18,6 | 5,4 |
| 5,60 | 20,00 | 40,0 | 20,8 | 1,2 | 17,4 | 5,8 |
| 5,80 | 18,00 | 36,0 | 18,8 | 0,9 | 20,2 | 5,0 |
| 6,00 | 14,00 | 28,0 | 14,8 | 0,7 | 22,2 | 4,5 |
| 6,20 | 12,00 | 22,0 | 13,0 | 0,6 | 21,6 | 4,6 |
| 6,40 | 18,00 | 27,0 | 19,0 | 1,0 | 19,0 | 5,3 |
| 6,60 | 20,00 | 35,0 | 21,0 | 1,3 | 15,7 | 6,4 |
| 6,80 | 18,00 | 38,0 | 19,0 | 1,4 | 13,5 | 7,4 |
| 7,00 | 25,00 | 46,0 | 26,0 | 1,3 | 20,5 | 4,9 |
| 7,20 | 24,00 | 43,0 | 25,1 | 1,3 | 18,8 | 5,3 |
| 7,40 | 22,00 | 42,0 | 23,1 | 1,4 | 16,5 | 6,1 |
| 7,60 | 21,00 | 42,0 | 22,1 | 1,3 | 16,6 | 6,0 |
| 7,80 | 22,00 | 42,0 | 23,1 | 1,3 | 18,2 | 5,5 |
| 8,00 | 22,00 | 41,0 | 23,1 | 1,1 | 21,7 | 4,6 |
| 8,20 | 24,00 | 40,0 | 25,2 | 1,3 | 19,9 | 5,0 |
| 8,40 | 23,00 | 42,0 | 24,2 | 1,1 | 22,7 | 4,4 |
| 8,60 | 25,00 | 41,0 | 26,2 | 1,4 | 18,7 | 5,3 |
| 8,80 | 21,00 | 42,0 | 22,2 | 1,3 | 16,7 | 6,0 |
| 9,00 | 22,00 | 42,0 | 23,2 | 1,3 | 18,3 | 5,5 |
| 9,20 | 19,00 | 38,0 | 20,4 | 1,0 | 20,4 | 4,9 |
| 9,40 | 23,00 | 38,0 | 24,4 | 1,3 | 19,2 | 5,2 |
| 9,60 | 23,00 | 42,0 | 24,4 | 1,3 | 19,2 | 5,2 |
| 9,80 | 21,00 | 40,0 | 22,4 | 1,3 | 17,7 | 5,7 |
| 10,00 | 23,00 | 42,0 | 24,4 | 1,3 | 18,3 | 5,5 |
| 10,20 | 21,00 | 41,0 | 22,5 | 1,3 | 17,8 | 5,6 |
| 10,40 | 21,00 | 40,0 | 22,5 | 1,5 | 15,3 | 6,5 |
| 10,60 | 21,00 | 43,0 | 22,5 | 1,1 | 19,9 | 5,0 |
| 10,80 | 23,00 | 40,0 | 24,5 | 1,5 | 16,0 | 6,3 |
| 11,00 | 22,00 | 45,0 | 23,5 | 1,5 | 15,3 | 6,5 |
| 11,20 | 24,00 | 47,0 | 25,7 | 1,5 | 17,5 | 5,7 |
| 11,40 | 34,00 | 56,0 | 35,7 | 1,8 | 19,8 | 5,0 |
| 11,60 | 34,00 | 61,0 | 35,7 | 2,3 | 15,7 | 6,4 |
| 11,80 | 30,00 | 64,0 | 31,7 | 2,1 | 15,3 | 6,5 |

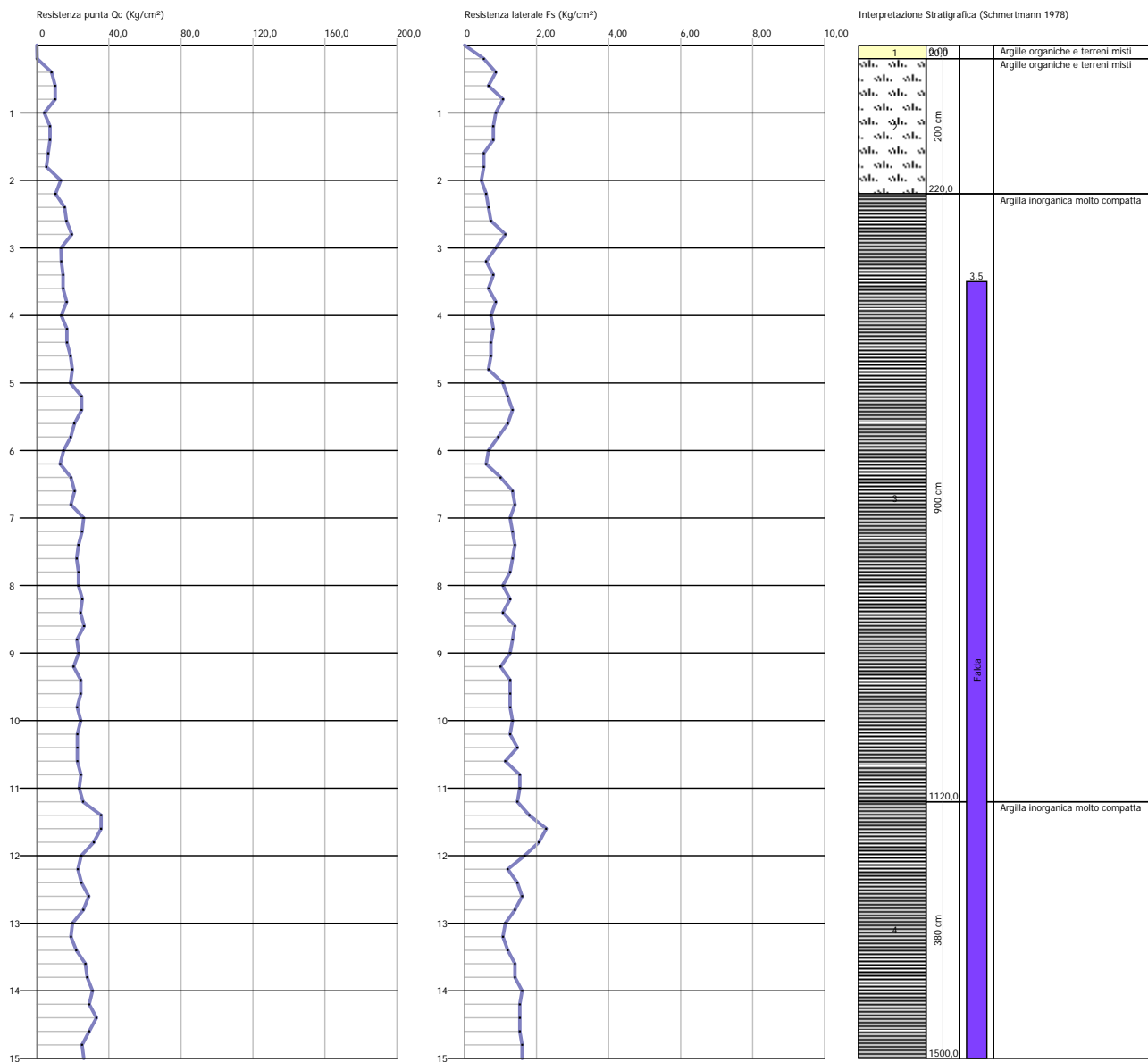
| | | | | | | |
|-------|-------|------|------|-----|------|-----|
| 12,00 | 23,00 | 54,0 | 24,7 | 1,7 | 14,8 | 6,8 |
| 12,20 | 21,00 | 46,0 | 22,8 | 1,2 | 19,0 | 5,3 |
| 12,40 | 23,00 | 41,0 | 24,8 | 1,5 | 16,9 | 5,9 |
| 12,60 | 27,00 | 49,0 | 28,8 | 1,6 | 18,0 | 5,6 |
| 12,80 | 24,00 | 48,0 | 25,8 | 1,4 | 18,4 | 5,4 |
| 13,00 | 18,00 | 39,0 | 19,8 | 1,1 | 17,5 | 5,7 |
| 13,20 | 17,00 | 34,0 | 18,9 | 1,1 | 17,7 | 5,6 |
| 13,40 | 20,00 | 36,0 | 21,9 | 1,2 | 18,3 | 5,5 |
| 13,60 | 25,00 | 43,0 | 26,9 | 1,4 | 19,2 | 5,2 |
| 13,80 | 26,00 | 47,0 | 27,9 | 1,4 | 20,0 | 5,0 |
| 14,00 | 29,00 | 50,0 | 30,9 | 1,6 | 19,3 | 5,2 |
| 14,20 | 27,00 | 51,0 | 29,1 | 1,5 | 19,0 | 5,3 |
| 14,40 | 31,00 | 54,0 | 33,1 | 1,5 | 21,6 | 4,6 |
| 14,60 | 27,00 | 50,0 | 29,1 | 1,5 | 19,0 | 5,3 |
| 14,80 | 23,00 | 46,0 | 25,1 | 1,6 | 15,7 | 6,4 |
| 15,00 | 24,00 | 48,0 | 26,1 | 1,6 | 16,3 | 6,1 |

| Prof. Strato (m) | qc Media (Kg/cm ²) | fs Media (Kg/cm ²) | Gamma Medio (t/m ³) | Comp. Geotecnico | Descrizione |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 0,20 | 0,1 | 0,5 | 1,6 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 2,20 | 8,2 | 0,7 | 1,8 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 11,20 | 20,5 | 1,1 | 2,0 | Coesivo | Argilla inorganica molto compatta |
| 15,00 | 27,3 | 1,5 | 2,0 | Coesivo | Argilla inorganica molto compatta |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr: Numero progressivo strato
 Prof: Profondità strato (m)
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
 Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
 Eu: Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm²)
 Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²)
 G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
 OCR: Grado di sovraconsolidazione
 Puv: Peso unità di volume (t/m³)
 PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³)
 Dr: Densità relativa (%)
 Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)
 Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)
 Vs: Velocità onde di taglio (m/s)

| Nr. | Prof. | Tipo | Cu | Eu | Mo | G | OCR | Puv | PuvS | Dr | Fi | Ey | Vs |
|-----|-------|------|-----|-------|------|-------|-----|-----|------|----|----|----|------|
| 1 | 0,20 | C | 0,0 | 3,2 | 0,7 | 6,9 | >9 | 1,1 | 1,1 | -- | -- | -- | 0,00 |
| 2 | 2,20 | C | 0,4 | 299,5 | 39,0 | 101,3 | >9 | 1,8 | 1,9 | -- | -- | -- | 0,00 |
| 3 | 11,20 | C | 1,0 | 732,3 | 41,0 | 177,3 | 8,0 | 2,0 | 2,0 | -- | -- | -- | 0,00 |
| 4 | 15,00 | C | 1,4 | 963,3 | 54,6 | 211,2 | 6,5 | 2,0 | 2,1 | -- | -- | -- | 0,00 |



PROVA PENETROMETRICA STATICA

| | |
|--|--|
| Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale Cantiere: Argini Consorzio Località: Carpi-Novì-Gualtieri | |
|--|--|

Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

| Rif. Norme | ASTM D3441-86 |
|---------------------------------|---------------|
| Diametro Punta conica meccanica | 35,7 |
| Angolo di apertura punta | 60 |
| Area punta | 10 |
| Superficie manicotto | 150 |
| Passo letture (cm) | 20 |
| Costante di trasformazione Ct | 10 |

PROVA ...CAVATA OR CPTB

Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 15/01/2015

Profondità prova: 8,00 mt

Località: Carpi-Novi-Gualtieri

| Profondità (m) | Lettura punta (Kg/cm ²) | Lettura laterale (Kg/cm ²) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | qc/fs Begemann | fs/qcx100 (Schmertmann) |
|----------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| 0,20 | 0,00 | 0,0 | 0,1 | 0,7 | 0,1 | 700,0 |
| 0,40 | 10,00 | 20,0 | 10,1 | 0,9 | 11,2 | 8,9 |
| 0,60 | 13,00 | 26,0 | 13,1 | 0,9 | 14,6 | 6,9 |
| 0,80 | 12,00 | 26,0 | 12,1 | 0,9 | 13,4 | 7,4 |
| 1,00 | 12,00 | 26,0 | 12,1 | 1,2 | 10,1 | 9,9 |
| 1,20 | 12,00 | 30,0 | 12,3 | 1,1 | 11,2 | 8,9 |
| 1,40 | 13,00 | 30,0 | 13,3 | 1,1 | 12,1 | 8,3 |
| 1,60 | 14,00 | 31,0 | 14,3 | 1,2 | 11,9 | 8,4 |
| 1,80 | 14,00 | 32,0 | 14,3 | 1,0 | 14,3 | 7,0 |
| 2,00 | 12,00 | 27,0 | 12,3 | 0,9 | 13,7 | 7,3 |
| 2,20 | 17,00 | 31,0 | 17,4 | 1,0 | 17,4 | 5,7 |
| 2,40 | 16,00 | 31,0 | 16,4 | 1,0 | 16,4 | 6,1 |
| 2,60 | 13,00 | 28,0 | 13,4 | 1,1 | 12,2 | 8,2 |
| 2,80 | 13,00 | 30,0 | 13,4 | 0,4 | 33,5 | 3,0 |
| 3,00 | 15,00 | 21,0 | 15,4 | 1,0 | 15,4 | 6,5 |
| 3,20 | 14,00 | 29,0 | 14,6 | 1,1 | 13,3 | 7,5 |
| 3,40 | 13,00 | 29,0 | 13,6 | 0,7 | 19,4 | 5,1 |
| 3,60 | 13,00 | 24,0 | 13,6 | 0,8 | 17,0 | 5,9 |
| 3,80 | 11,00 | 23,0 | 11,6 | 0,7 | 16,6 | 6,0 |
| 4,00 | 10,00 | 20,0 | 10,6 | 0,7 | 15,1 | 6,6 |
| 4,20 | 11,00 | 22,0 | 11,7 | 0,6 | 19,5 | 5,1 |
| 4,40 | 13,00 | 22,0 | 13,7 | 0,8 | 17,1 | 5,8 |
| 4,60 | 12,00 | 24,0 | 12,7 | 0,9 | 14,1 | 7,1 |
| 4,80 | 13,00 | 26,0 | 13,7 | 0,9 | 15,2 | 6,6 |
| 5,00 | 20,00 | 34,0 | 20,7 | 1,0 | 20,7 | 4,8 |
| 5,20 | 14,00 | 29,0 | 14,8 | 1,2 | 12,3 | 8,1 |
| 5,40 | 12,00 | 30,0 | 12,8 | 0,8 | 16,0 | 6,3 |
| 5,60 | 12,00 | 24,0 | 12,8 | 0,7 | 18,3 | 5,5 |
| 5,80 | 9,00 | 19,0 | 9,8 | 0,6 | 16,3 | 6,1 |
| 6,00 | 14,00 | 23,0 | 14,8 | 1,5 | 9,9 | 10,1 |
| 6,20 | 20,00 | 43,0 | 21,0 | 1,1 | 19,1 | 5,2 |
| 6,40 | 20,00 | 36,0 | 21,0 | 1,1 | 19,1 | 5,2 |
| 6,60 | 20,00 | 36,0 | 21,0 | 1,3 | 16,2 | 6,2 |
| 6,80 | 25,00 | 44,0 | 26,0 | 1,4 | 18,6 | 5,4 |
| 7,00 | 21,00 | 42,0 | 22,0 | 1,3 | 16,9 | 5,9 |
| 7,20 | 19,00 | 38,0 | 20,1 | 1,3 | 15,5 | 6,5 |
| 7,40 | 19,00 | 38,0 | 20,1 | 1,1 | 18,3 | 5,5 |
| 7,60 | 22,00 | 39,0 | 23,1 | 1,1 | 21,0 | 4,8 |
| 7,80 | 18,00 | 35,0 | 19,1 | 1,0 | 19,1 | 5,2 |
| 8,00 | 20,00 | 35,0 | 21,1 | 1,0 | 21,1 | 4,7 |

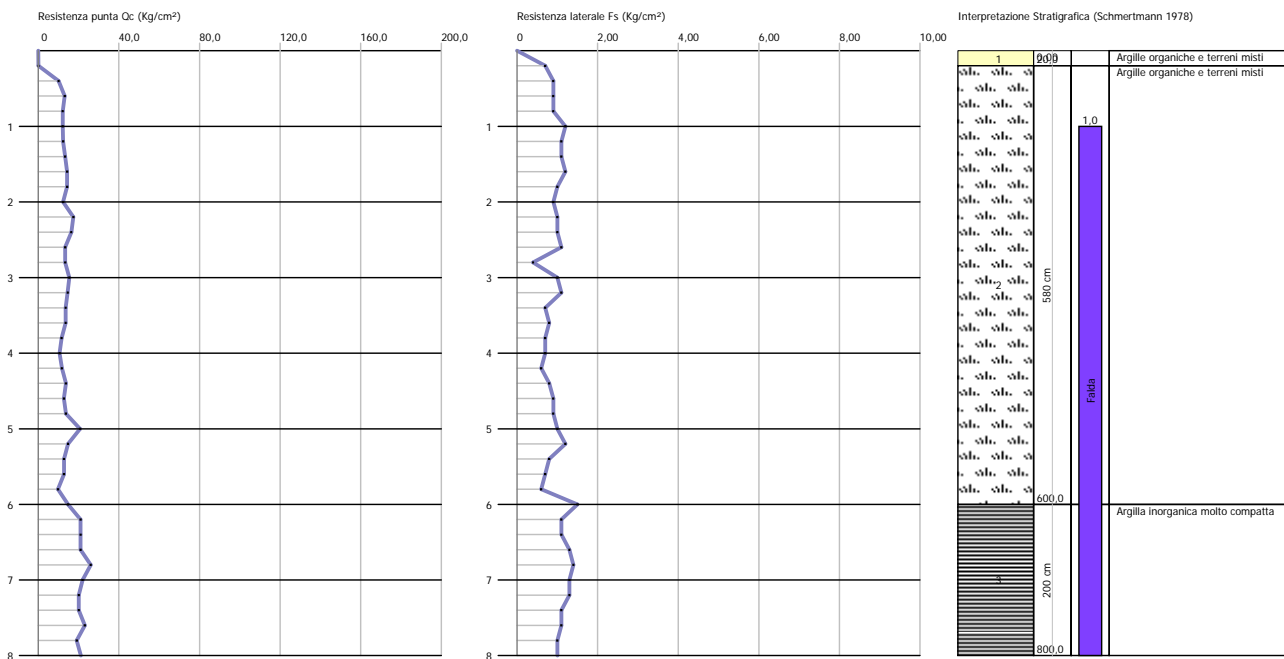
| Prof. Strato (m) | qc Media (Kg/cm ²) | fs Media (Kg/cm ²) | Gamma Medio (t/m ³) | Comp. Geotecnico | Descrizione |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 0,20 | 0,1 | 0,7 | 1,6 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 6,00 | 13,5 | 0,9 | 1,9 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 8,00 | 21,5 | 1,2 | 2,0 | Coesivo | Argilla inorganica molto compatta |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr: Numero progressivo strato
 Prof: Profondità strato (m)
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
 Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
 Eu: Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm²)

Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²)
 G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
 OCR: Grado di sovraconsolidazione
 Puv: Peso unità di volume (t/m³)
 PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³)
 Dr: Densità relativa (%)
 Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)
 Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)
 Vs: Velocità onde di taglio (m/s)

| Nr. | Prof. | Tipo | Cu | Eu | Mo | G | OCR | Puv | PuvS | Dr | Fi | Ey | Vs |
|-----|-------|------|-----|-------|------|-------|-----|-----|------|----|----|----|-------|
| 1 | 0,20 | C | 0,0 | 3,2 | 0,7 | 6,9 | >9 | 1,1 | 1,1 | -- | -- | -- | 0,00 |
| 2 | 6,00 | C | 0,7 | 492,3 | 48,1 | 137,3 | >9 | 1,9 | 2,0 | -- | -- | -- | 0,00 |
| 3 | 8,00 | C | 1,1 | 778,7 | 43,0 | 182,5 | >9 | 2,0 | 2,1 | -- | -- | -- | 0,0 0 |



PROVA PENETROMETRICA STATICA

| | |
|--|--|
| Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale Cantiere: Argini Consorzio Località: Carpi-Novi-Gualtieri | |
|--|--|

Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

| Rif. Norme | ASTM D3441-86 |
|---------------------------------|---------------|
| Diametro Punta conica meccanica | 35,7 |
| Angolo di apertura punta | 60 |
| Area punta | 10 |
| Superficie manicotto | 150 |
| Passo letture (cm) | 20 |
| Costante di trasformazione Ct | 10 |

PROVA ...CAVATA OR CPTD

Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 15/01/2015

Profondità prova: 8,00 mt

Località: Carpi-Novi-Gualtieri

| Profondità (m) | Lettura punta (Kg/cm ²) | Lettura laterale (Kg/cm ²) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | qc/fs Begemann | fs/qcx100 (Schmertmann) |
|----------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| 0,20 | 0,00 | 0,0 | 0,1 | 0,7 | 0,2 | 531,2 |
| 0,40 | 9,00 | 20,0 | 9,1 | 0,8 | 11,4 | 8,8 |
| 0,60 | 8,00 | 20,0 | 8,1 | 0,9 | 9,4 | 10,7 |
| 0,80 | 11,00 | 24,0 | 11,1 | 0,9 | 12,8 | 7,8 |
| 1,00 | 13,00 | 26,0 | 13,1 | 1,0 | 13,1 | 7,6 |
| 1,20 | 15,00 | 30,0 | 15,3 | 1,1 | 13,5 | 7,4 |
| 1,40 | 15,00 | 32,0 | 15,3 | 0,8 | 19,1 | 5,2 |
| 1,60 | 12,00 | 24,0 | 12,3 | 0,8 | 15,3 | 6,5 |
| 1,80 | 18,00 | 30,0 | 18,3 | 0,6 | 30,5 | 3,3 |
| 2,00 | 15,00 | 24,0 | 15,3 | 0,9 | 17,6 | 5,7 |
| 2,20 | 11,00 | 24,0 | 11,4 | 0,5 | 24,4 | 4,1 |
| 2,40 | 12,00 | 19,0 | 12,4 | 0,5 | 26,6 | 3,8 |
| 2,60 | 16,00 | 23,0 | 16,4 | 0,7 | 24,6 | 4,1 |
| 2,80 | 17,00 | 27,0 | 17,4 | 0,9 | 20,1 | 5,0 |
| 3,00 | 12,00 | 25,0 | 12,4 | 0,5 | 23,3 | 4,3 |
| 3,20 | 26,00 | 34,0 | 26,6 | 0,7 | 36,2 | 2,8 |
| 3,40 | 12,00 | 23,0 | 12,6 | 0,5 | 26,9 | 3,7 |
| 3,60 | 15,00 | 22,0 | 15,6 | 0,5 | 29,2 | 3,4 |
| 3,80 | 17,00 | 25,0 | 17,6 | 0,6 | 29,3 | 3,4 |
| 4,00 | 15,00 | 24,0 | 15,6 | 0,8 | 19,4 | 5,1 |
| 4,20 | 9,00 | 21,0 | 9,7 | 0,5 | 18,2 | 5,5 |
| 4,40 | 17,00 | 25,0 | 17,7 | 0,7 | 24,1 | 4,1 |
| 4,60 | 17,00 | 28,0 | 17,7 | 0,9 | 19,0 | 5,3 |
| 4,80 | 17,00 | 31,0 | 17,7 | 0,9 | 19,0 | 5,3 |
| 5,00 | 14,00 | 28,0 | 14,7 | 0,9 | 16,9 | 5,9 |
| 5,20 | 11,00 | 24,0 | 11,8 | -0,2 | -59,1 | -1,7 |
| 5,40 | 17,00 | 14,0 | 17,8 | 0,7 | 24,3 | 4,1 |
| 5,60 | 11,00 | 22,0 | 11,8 | 0,6 | 19,7 | 5,1 |
| 5,80 | 14,00 | 23,0 | 14,8 | 0,8 | 18,5 | 5,4 |
| 6,00 | 16,00 | 28,0 | 16,8 | 0,9 | 19,4 | 5,2 |
| 6,20 | 15,00 | 28,0 | 16,0 | 1,0 | 16,0 | 6,3 |
| 6,40 | 18,00 | 33,0 | 19,0 | 1,0 | 19,0 | 5,3 |
| 6,60 | 16,00 | 31,0 | 17,0 | 1,0 | 17,0 | 5,9 |
| 6,80 | 16,00 | 31,0 | 17,0 | 0,9 | 18,2 | 5,5 |
| 7,00 | 16,00 | 30,0 | 17,0 | 1,0 | 17,0 | 5,9 |
| 7,20 | 16,00 | 31,0 | 17,1 | 0,9 | 19,7 | 5,1 |
| 7,40 | 16,00 | 29,0 | 17,1 | 1,1 | 15,1 | 6,6 |
| 7,60 | 18,00 | 35,0 | 19,1 | 1,1 | 16,9 | 5,9 |
| 7,80 | 22,00 | 39,0 | 23,1 | 1,4 | 16,5 | 6,1 |
| 8,00 | 19,00 | 40,0 | 20,1 | 1,4 | 14,4 | 7,0 |

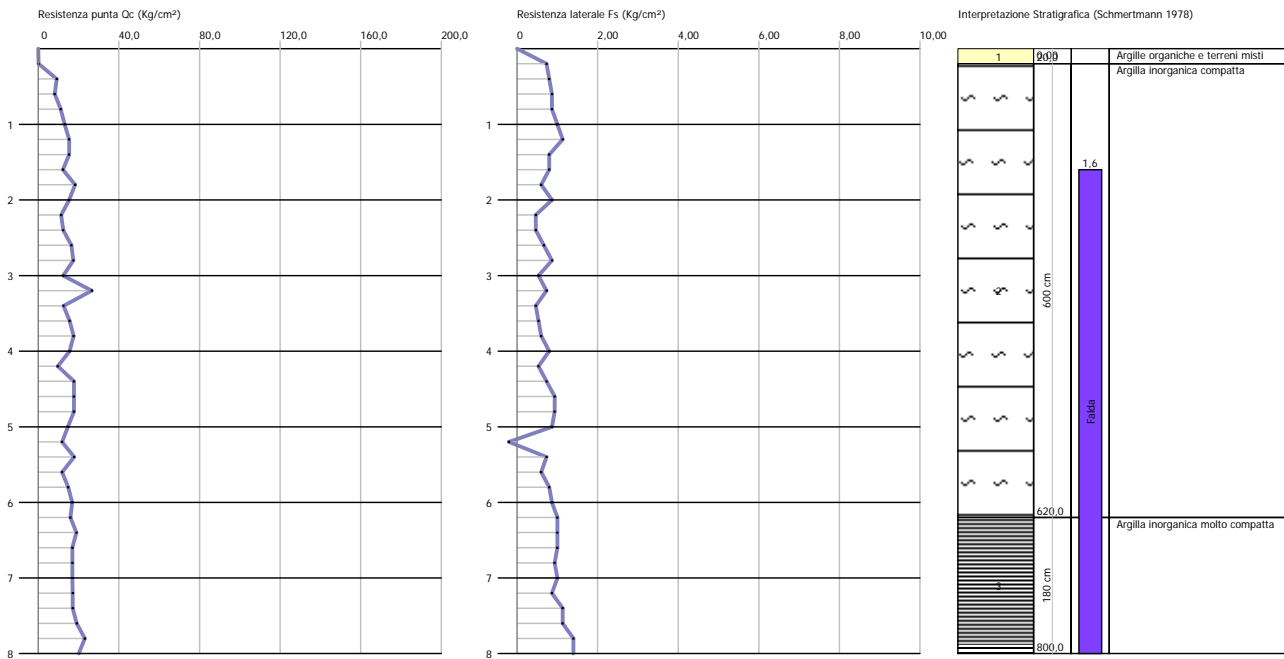
| Prof. Strato (m) | qc Media (Kg/cm ²) | fs Media (Kg/cm ²) | Gamma Medio (t/m ³) | Comp. Geotecnico | Descrizione |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 0,20 | 0,1 | 0,7 | 1,6 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 6,20 | 14,7 | 0,7 | 1,9 | Coesivo | Argilla inorganica compatta |
| 8,00 | 18,5 | 1,1 | 2,0 | Coesivo | Argilla inorganica molto compatta |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr: Numero progressivo strato
 Prof: Profondità strato (m)
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
 Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
 Eu: Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm²)

Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²)
 G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
 OCR: Grado di sovraconsolidazione
 Puv: Peso unità di volume (t/m³)
 PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³)
 Dr: Densità relativa (%)
 Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)
 Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)
 Vs: Velocità onde di taglio (m/s)

| Nr. | Prof. | Tipo | Cu | Eu | Mo | G | OCR | Puv | PuvS | Dr | Fi | Ey | Vs |
|-----|-------|------|-----|-------|------|-------|-----|-----|------|----|----|----|-------|
| 1 | 0,20 | C | 0,0 | 3,2 | 0,7 | 6,9 | >9 | 1,1 | 1,1 | -- | -- | -- | 0,00 |
| 2 | 6,20 | C | 0,7 | 534,7 | 48,4 | 144,7 | >9 | 1,9 | 2,0 | -- | -- | -- | 0,00 |
| 3 | 8,00 | C | 0,9 | 663,7 | 45,1 | 166,5 | >9 | 2,0 | 2,0 | -- | -- | -- | 0,0 0 |



ALLEGATO 6
CERTIFICATI DEI SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

CAVATA ORIENTALE



SOGEO[®] S.R.L.
INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Via san Potito 43 - 48022 LUGO (RA)
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C
Decr. n. 005754 del 01/07/2010

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|------------|--------------------------------------|--------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | CERTIFICATO N°: | C15-005-3 | PROVA N°: | S.3 |
| <input type="checkbox"/> | RAPPORTO N°: | | UBICAZIONE PROVA: (gradi decimali) | |
| | DATA DI EMISSIONE: | 21/01/2015 | Latitudine: | N 44,762316° |
| | | | Longitudine: | E 10,791399° |

| | | | |
|-----------------------------|----------|--------------|------------|
| Riferimento Preventivo n°: | 244-14 | Commessa n°: | 14-139 |
| Verbale di accettazione n°: | VA15-005 | del: | 20/01/2015 |

| | |
|--------------|--|
| Richiedente: | Dott.ssa Borelli Claudia |
| Committente: | Sudio Geologico Dott.ssa Borelli Claudia Strada Cavidole, 12/C - 41126 Portile (MO) |
| Cantiere: | Novi (MO) |
| Località: | Novi (MO) |

Il presente certificato di prova si compone di n° pagine, esclusa la presente, ed ha per oggetto le seguenti prove:


| | | | |
|-------------------------------------|--|--------------------------|----------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Scheda stratigrafica | <input type="checkbox"/> | Prova scissometrica a fondo foro |
| <input type="checkbox"/> | Installazione piezometro Casagrande | <input type="checkbox"/> | Prova SCPT |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Installazione Piezometro Norton | <input type="checkbox"/> | Prova CPT |
| <input type="checkbox"/> | Installazione Inclinometro | <input type="checkbox"/> | Prova CPTe |
| <input type="checkbox"/> | Installazione assestimetro | <input type="checkbox"/> | Prova CPTU - Prova dissipazione |
| <input type="checkbox"/> | Installazione tubo per prospezione geofisica | <input type="checkbox"/> | Prova di carico su piastra |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Prova di permeabilità LEFRANC - LUGEON | <input type="checkbox"/> | Prova di densità in situ |

| | | | |
|--------------------------|---------------------|---------------|------|
| Attrezzatura utilizzata: | Ellettari EK200/STR | Matricola n.: | 0103 |
|--------------------------|---------------------|---------------|------|

| |
|--------------------------------------|
| Allegati: documentazione fotografica |
|--------------------------------------|

| | | |
|---|------------------------|---|
| Timbro blu sull'originale LABORATORIO GEOTECNICO PROVE IN SITU | Lo Sperimentatore: | Il Direttore del Laboratorio: SOGEO [®] S.R.L. Indagini Geognostiche Dott. Federico Porcari |
|---|------------------------|---|

Normativa di Riferimento: A.G.I 1977

| | | | |
|---|---|--------------------------------|---------------------------------------|
|  SOGEO <small>S.R.L.</small> INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI Via S. Potito n. 43 - 48022 S. Potito di LUGO (RA) Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C Decr. n. 005754 del 05/07/2010 | COMMITTENTE: Dott.ssa Claudia Borelli | SOND.N°: S.3 | PROF.(m): 8.60 |
| | CANTIERE: Carpi (MO) | QUOTA (m): p.d.c. | |
| | PERFORATRICE: Ellettari EK200/STR | LATITUDINE (°): N. 44.762316° | |
| | METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo | LONGITUDINE (°): E. 10.891399° | |
| RIVESTIMENTO: Ø 127 mm | ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm | | DATA INIZ-FINE: 19/01/2015-20/01/2015 |
| PIEZOMETRO: Installato piezometro Norton Ø 2" a -8.00 m (fessurato da -1.0 a -8.0 m) | | | SCALA: 1:100 |
| RIF.PREV.N°: 244-14 | CERTIFICATO N°: C15-005-3a | RAPPORTO N°: ----- | DATA DI EMISSIONE: 21/01/2015 |
| | | | PAGINA N°: 1 di 1 |


| Scala 1:100 | P.P. I [daN/cm²] | Vane Test [daN/cm²] | Profondita' | Stratigrafia | Descrizione | Campioni | Campioni Rim. | S.P.T. [n. colpi] P.A. | Falda | Pz.Norton | Inclinometro | Tubo Down Hole |
|-------------|-------------------|----------------------|--------------|--------------|---|----------------|---------------|------------------------|-------|-----------|--------------|----------------|
| 1 | 2.2 2.7 3.5 | 1.10 1.20 1.40 | | | Limo argilloso di colore grigio - marrone chiaro, con alcuni calcinelli | | | | | | | |
| 2 | 1.3 | 0.80 | 1.30 1.50 | | Argilla limosa di colore grigio - marrone chiaro con striature nere e giallastre | 1.50 C.I. 1 | | | 2.06 | | | |
| | | | 2.10 | | Campione indisturbato | 2.10 | | | | | | |
| 3 | 1.2 1.1 1.7 | 0.60 0.60 0.80 | | | Argilla limosa di colore grigio - marrone chiaro con striature nere e giallastre. Da -3.2 a -3.3 e da -3.4 a -3.5 m limo argilloso. | | | | | | | |
| | | | | | Eseguita prova di permeabilità tipo Lefranc a -2.50 m | | | | | | | |
| 4 | 1.2 | 0.60 | 3.60 | | Campione indisturbato | 3.60 C.I. 2 | | | | | | |
| | | | 4.20 | | | 4.20 | | | | | | |
| 5 | 1.7 1.7 | 0.90 0.70 | | | Argilla limosa di colore grigio con alcune striature giallastre e nere, con alcuni piccoli bioclasti | | | | | | | |
| | | | 5.20 | | Campione indisturbato | 5.20 C.I. 3 | | | | | | |
| | | | 5.80 | | | 5.80 | | | | | | |
| 6 | 1.8 1.8 2.2 | 1.00 1.10 1.20 | | | Argilla limosa di colore grigio con alcune striature giallastre e nere, con alcuni piccoli bioclasti | | | | | | | |
| | | | 6.80 | | Campione indisturbato | 6.80 C.I. 4 | | | | | | |
| | | | 7.40 | | | 7.40 | | | | | | |
| 8 | 1.9 1.9 2.4 | 1.00 1.00 1.21 | | | Argilla limosa di colore grigio con alcune striature giallastre e nere, con alcuni piccoli bioclasti | | | | | | | |
| | | | 8.60 | | | | | | | 8.00 | | |
| 9 | 3.0 | 1.50 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | |

Note:
 Eseguita prova di permeabilità tipo Lefranc a -2.50 m dal p.d.c.

 Livello acqua rilevato a fine sondaggio a -2.06 m dal p.d.c.

C.I. = campioni indisturbati
 CD = campioni rimaneggiati

Lo Sperimentatore




Il Direttore del Laboratorio



SOGEO
S.R.L.
 Via S. Potito, 43
 48022 S. Potito di LUGO (RA)
 Dott. Federico Porcari

**SOGEO**[®]
S.R.L.INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI
Via S. Potito n. 43 - 48022 S. Potito di LUGO (RA)
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C
Decr. n. 005754 del 05/07/2010

SCHEMA INSTALLAZIONE STRUMENTI

Piezometro "Norton" (Norm. rif. A.G.I. 1977)

COMMITTENTE: Dott.ssa Claudia Borelli

SONDAGGIO N°: S.3

CANTIERE: Carpi (MO)

RIF. PREV. N: 244-14

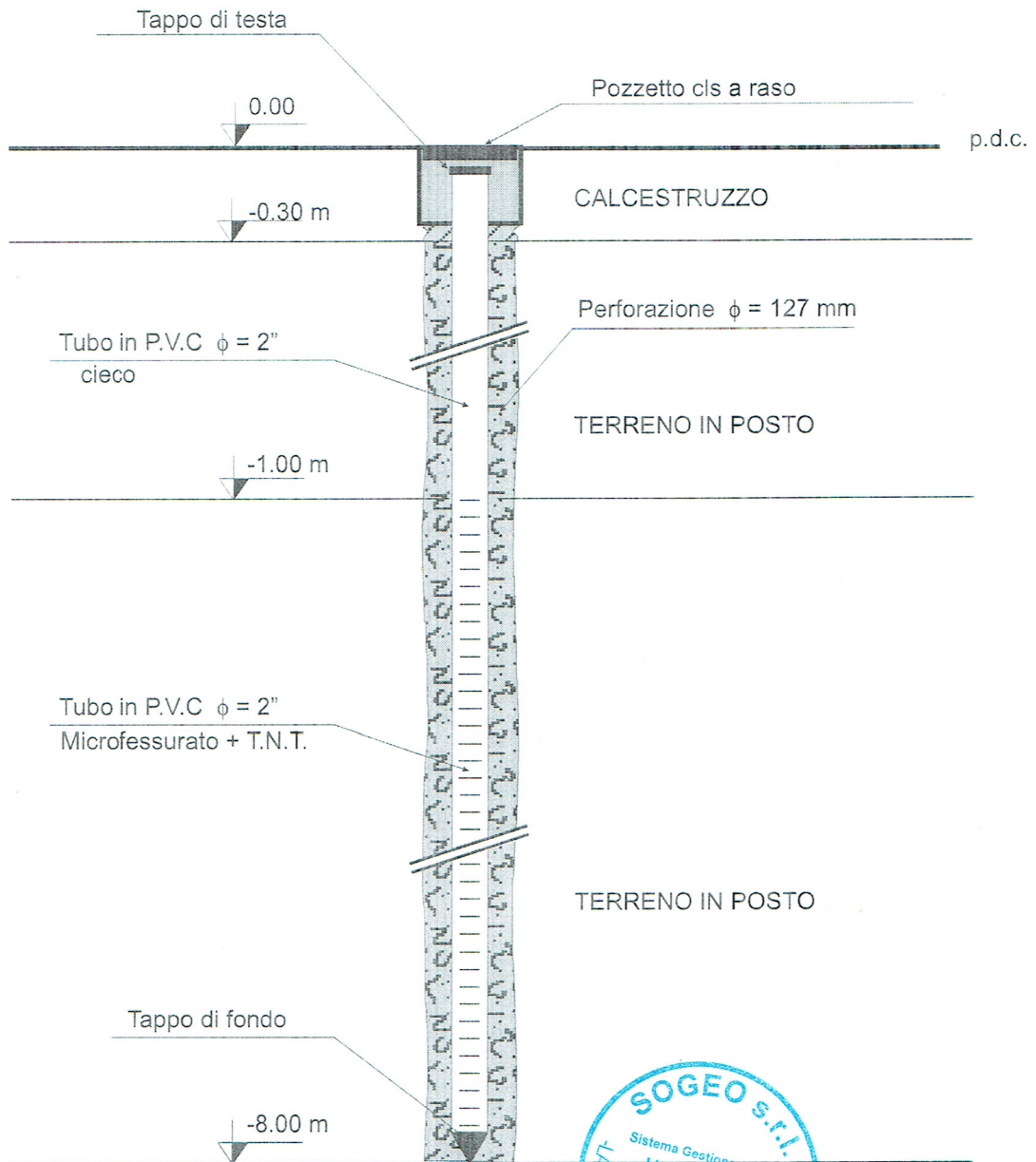
LOCALITA': Carpi (MO)

DATA DI ESECUZIONE: 20/01/2015

N° CERTIFICATO: C15-005-3b


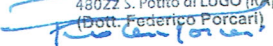
N° RAPPORTO: -----

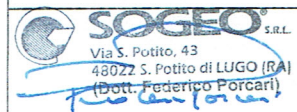
DATA DI EMISSIONE: 21/01/2015



N.B: SCHEMA NON IN SCALA



| | | |
|---|--|---|
| Lo Sperimentatore | Note ed osservazioni: | Il Direttore del Laboratorio |
|  | Livello acqua rilevato a fine sondaggio a -2,06 m dal p.d.c. |  |





SOGGEO s.r.l.
INGENIERI GEOTECNICI ED AMBIENTALI
Via S. Polito 1, 43 - 48022 S. Polito di Lugo (RA)
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: soggeo@soggeo-sil.com

COMMITTENTE: Dott.ssa Borelli Claudia
RIF. N° : 244-14

LOCALITA': Carpi (MO)
ALLEGATO A: C15-005-3a

SONDAGGIO N: S.3
DATA: 19/01/2015



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Posizionamento



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Pozzetto

ALLEGATO 7
CERTIFICATI DELLE PROVE DI LABORATORIO

CAVATA ORIENTALE

RIEPILOGO CERTIFICATI DI PROVADATA DI EMISSIONE: **13/03/2015**COMMESSA N°: **15/013b**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **15/0031 CSP**DATA ACCETTAZIONE: **22/01/2015**

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGnatARIO: personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: CAVATA ORIENTALE

SONDAGGIO: S3 CAMPIONE: CI 1

PROFONDITA' (m): 1.50-2.10 CONTENITORE /PRESTAZIONE: fustella acciaio

PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: SOGEO srl

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE: 20/01/2015

OSSERVAZIONI:

PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE

| CODICE PROVA | DESCRIZIONE SINTETICA | Q.tà | NORME DI RIFERIMENTO | CERTIFICATO DI PROVA |
|---------------------|---|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| DSC01a | Estrazione, descrizione geotecnica di campioni da fustelle e rappresentazione fotografica | 1 | ASTM D 2488-84 | CSP 15/0031-01 |
| PSG01 | Peso specifico dei grani | 1 | CNR UNI 10013 | CSP 15/0031-02 |
| LIM03 | Determinazione del Limite Liquido (multipoint-Method A) e del Limite Plastico | 1 | ASTM D 4318 | CSP 15/0031-03 |
| GRT04 | Granulometria combinata per vagliatura e sedimentazione | 1 | ASTM D 422 | CSP 15/0031-04 |
| TRX02a | Prova triassiale CIU , compresi saturazione del provino e rilievo pressioni interstiziali | 3 | ASTM D 4767 | CSP 15/0031-05 |

per SINERGEA srl

CERTIFICATO n° : CSP_15/0031-01

COMMESSA : 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0031_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGNATARIO : personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA' : CARPI (MO)

CANTIERE : CAVATA ORIENTALE

DATA DI ACCETTAZIONE : 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 1 | Profondità : 1.50 - 2.10 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015

PRELIEVO EFFETTUATO : da SOGEO srl

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : -

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|-------------------------------------|----------|--------------------------|
| DSC | Descrizione geotecnica del campione | 1 | ASTM D 2488-84 |

DATA INIZIO PROVA: 26/02/2015

DATA TERMINE PROVA: 26/02/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

| | |
|---|---|
| CERTIFICATO n° CSP_15/0031-01 | DATA EMISSIONE 13/03/2015 |
| Pagina 2 di 3 | |

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE :** CI 1 **PROFONDITA' :** 1.50 ÷ 2.10 m

Data descrizione : 26/02/15 Forma del campione : cilindrica
 Qualità del campione (AGI): **Q.5.** Dimensioni del campione : L = 55 cm; φ = 8,4 cm

| Profondità | | Descrizione |
|------------|------|---|
| da m | a m | |
| 1.55 | 1.90 | Campione rimaneggiato. |
| 1.90 | 2.10 | A con L di colore bruno oliva chiaro (HUE 2.5Y 5/2). Presenza di veli e puntinature brunastre e nerastre. Media/Forte reazione a contatto con HCl 5%. |

LEGENDA : **A** = Argilla/Argilloso **L** = Limo/Limoso **S** = Sabbia/Sabbioso **T** = Torba/Torboso
 G = Ghiaia/Ghiaioso **F** = Fine **M** = Medio **C** = Grossolano
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)
 ^ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

| SCHEMA DEL CAMPIONE | | | P.P. | T.V. | PROVE ESEGUITE |
|---------------------|---|--------|--------|-------|--|
| Prof. Nominale (m) | Profondità reale (m) | | (MPa) | (MPa) | |
| 1.50 | ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- | 1.55 | 0.12 = | | <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> <p>CNW, MVT, TCU provini 1 e 2</p> <p>CNW, MVT, TCU provino 3</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>— LIM, GRA, PSG</p> </div> </div> |
| | | 0.15 ^ | | | |
| | | 0.20 ^ | | | |
| | | 0.14 ^ | | | |
| | | 0.14 ^ | | | |
| | | 0.12 ^ | | | |
| | | 0.18 ^ | | | |
| 2.10 | ----- ----- ----- | 1.90 | 0.20 ^ | | |
| | | 0.16 ^ | | | |
| | | 0.15 ^ | | | |
| 2.10 | | 2.10 | 0.18 = | | |

LEGENDA : CNW = contenuto in acqua il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova
 MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

CERTIFICATO n° CSP_15/0031-01

DATA EMISSIONE: 13/03/2015

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S3 CAMPIONE: CI 1 PROFONDITA': 1.50 - 2.10 m



È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n° : CSP_15/0031-02**COMMESSA :** 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0031_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** CAVATA ORIENTALE**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

| | | |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 1 | Profondità : 1.50 - 2.10 m |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| PSG | Determinazione del peso specifico dei grani | 1 | CNR UNI 10013 |

DATA INIZIO PROVA: 06/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 12/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHIIL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n° CSP_15/0031-02

DATA EMISSIONE 13/03/2015

Pagina 2 di 2

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI (G_s)

SONDAGGIO : S3 CAMPIONE: CI 1 PROFONDITA': 1.50 ÷ 2.10 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO : **CNR UNI 10013**

PROFONDITA' PROVINO da m 1.90 a m 2.08

| DETERMINAZIONE n° | | | 1 | 2 |
|--|-----------------------------|-------------------------|--------------|----------|
| Picnometro n° | | - | 1 | 16 |
| Peso picnometro | <i>P</i> | g | 47.0264 | 45.5726 |
| Peso picnometro + campione | <i>P+Cs</i> | g | 71.4196 | 72.5553 |
| Peso campione secco | <i>Cs</i> | g | 24.3932 | 26.9827 |
| Peso picnometro + acqua | <i>Pa</i> | g | 178.6899 | 146.5606 |
| Peso picnometro + acqua + campione | <i>Pt</i> | g | 194.2443 | 163.7325 |
| Temperatura dell' acqua | <i>T</i> | °C | 18 | 18 |
| Massa volumica H ₂ O alla temperatura T | <i>g w</i> | Mg/m ³ | 0.99862 | 0.99862 |
| Peso specifico dei grani | <i>G_s</i> | - | 2.760 | 2.750 |
| Massa volumica della parte solida | <i>g s</i> | Mg/m ³ | 2.756 | 2.747 |
| Valore medio | <i>g_s</i> | Mg/m³ | 2.751 | |
| Valore medio | <i>G_s</i> | - | 2.755 | |

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n° : CSP_15/0031-03**COMMESSA : 15/013b VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 15/0031_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** CAVATA ORIENTALE**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio**Sondaggio : S3 Campione : Cl 1 Profondità : 1.50 - 2.10 m****DATA PRELIEVO :** 20/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|--|----------|--------------------------|
| LIM | Determinazione del limite liquido e plastico | 1 | ASTM D 4318 |

DATA INIZIO PROVA: 04/03/15

DATA TERMINE PROVA: 05/03/15

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTECCHIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

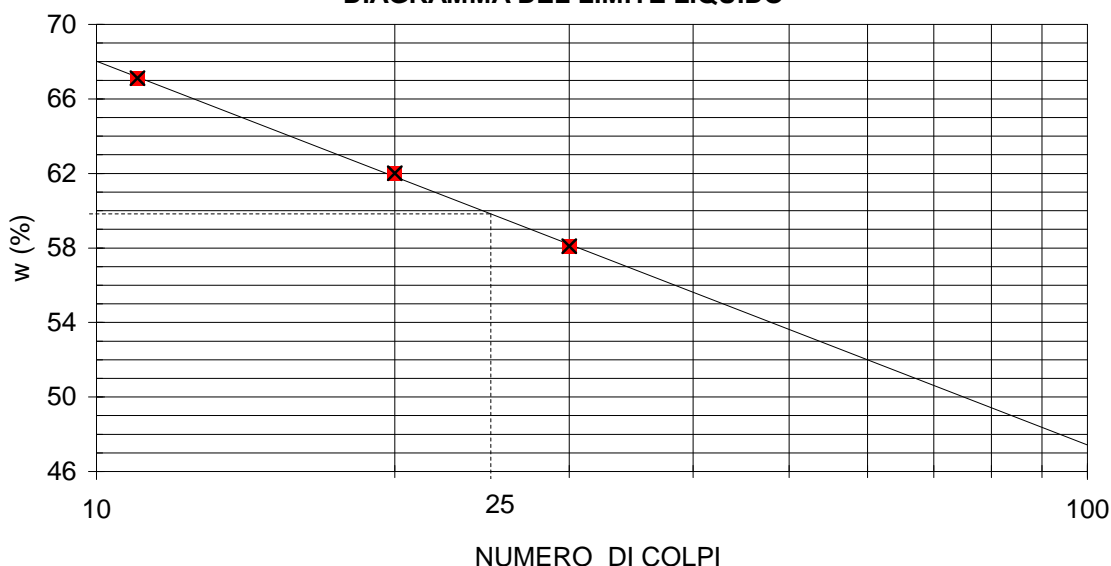
CERTIFICATO n° CSP_15/0031-03 DATA EMISSIONE 13/03/2015
 Pagina 2 di 2

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - ASTM D4318 - Metodo A

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE:** CI 1 **PROFONDITA':** 1.50 ÷ 2.10 m

| Profondità provino | m | 1.90-2.08 | | | |
|--|----|-----------|---------|---------|---|
| Determinazione | n° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Massa tara | g | 31.0793 | 45.2599 | 56.2331 | - |
| Numero colpi | - | 11 | 20 | 30 | - |
| Massa provino umido + tara | g | 58.3803 | 75.8225 | 94.2590 | - |
| Massa provino secco + tara | g | 47.4169 | 64.1244 | 80.2855 | - |
| Contenuto in acqua | % | 67.1 | 62.0 | 58.1 | - |
| Limite Liquido w_L | % | 60 | | | |

DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO



| Determinazione | n° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|----|-----------|---------|---|---|
| Massa tara | g | 19.9961 | 17.3292 | - | - |
| Massa provino umido + tara | g | 22.4335 | 20.2388 | - | - |
| Massa provino secco + tara | g | 21.9155 | 19.6320 | - | - |
| Contenuto in acqua | % | 27.0 | 26.4 | - | - |
| Limite Plastico w_P | % | 27 | | | |

| | |
|--|-----------|
| Indice di Plasticità ($w_L - w_P$) | |
| I_P | 33 |

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° : CSP_15/0031-04

COMMESSA : 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0031_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGNATARIO : personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA' : CARPI (MO)

CANTIERE : CAVATA ORIENTALE

DATA DI ACCETTAZIONE : 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 1 | Profondità : 1.50 - 2.10 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015

PRELIEVO EFFETTUATO : da SOGEO srl

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : -

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------|----------|--------------------------|
| GRA | Analisi granulometrica | 1 | ASTM D 422 |

DATA INIZIO PROVA: 27/02/2015

DATA TERMINE PROVA: 10/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

CERTIFICATO n° CSP_15/0031-04

DATA EMISSIONE

13/03/2015

Pagina 2 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA

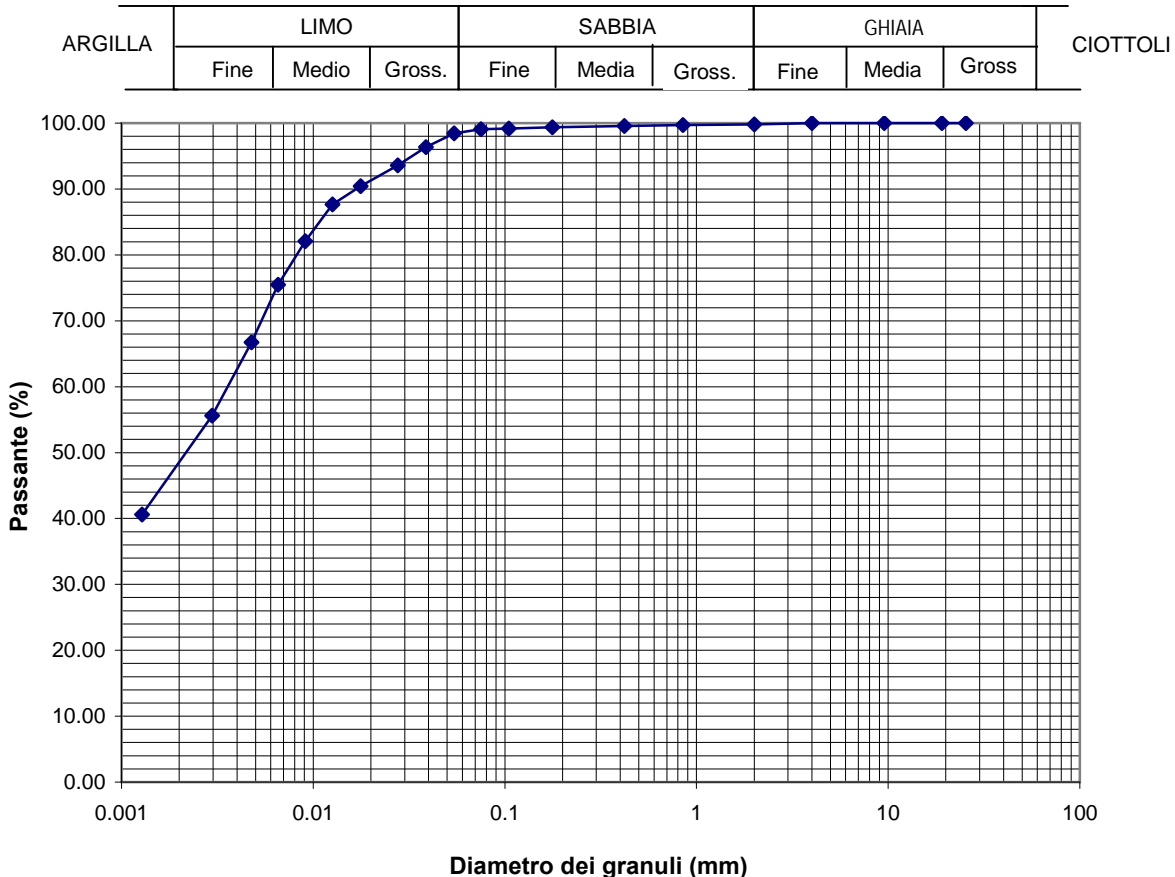
ASTM D 422

SONDAGGIO : S3

CAMPIONE: CI 1

PROFONDITA': 1.50 ÷ 2.10 m

| ANALISI PER VAGLIATURA | | | | ANALISI PER SEDIMENTAZIONE | |
|----------------------------------|-------------|--------------------|----------------------|-------------------------------------|-------|
| massa provino - 366.30 g | | | | massa provino 44.63 g | |
| profondità provino 1.90 ÷ 2.08 m | | | | profondità provino 1.90 ÷ 2.08 m | |
| VAGLI | APERTURA mm | PASSANTE % in peso | TRATTENUTO % in peso | G _s 2.755 - determinato | |
| | | | | Riferimento: CSP_15/0031-02 | |
| 1 1/2 " | 38.1 | - | - | eseguita sul passante al vaglio 200 | |
| 1 " | 25.4 | 100.00 | 0.00 | aerometro ASTM 151H | |
| 3/4 " | 19.05 | 100.00 | 0.00 | DIAMETRO EQUIVALENTE D (mm) | |
| 3/8 " | 9.525 | 100.00 | 0.00 | % IN PESO PIU' FINE DI D | |
| 5 | 4 | 100.00 | 0.00 | 0.05431 | 98.45 |
| 10 | 2 | 99.83 | 0.17 | 0.03870 | 96.36 |
| 20 | 0.85 | 99.70 | 0.13 | 0.02763 | 93.57 |
| 30 | 0.59 | - | - | 0.01767 | 90.44 |
| 40 | 0.42 | 99.55 | 0.15 | 0.01261 | 87.65 |
| 50 | 0.297 | - | - | 0.00909 | 82.07 |
| 80 | 0.177 | 99.36 | 0.20 | 0.00656 | 75.45 |
| 100 | 0.149 | - | - | 0.00476 | 66.74 |
| 140 | 0.105 | 99.19 | 0.16 | 0.00297 | 55.59 |
| 200 | 0.075 | 99.08 | 0.11 | 0.00128 | 40.60 |



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° : CSP_15/0031-05

COMMESSA : 15/013 **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0031_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGNATARIO : personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA' : CARPI (MO)

CANTIERE : CAVATA ORIENTALE

DATA DI ACCETTAZIONE : 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 1 | Profondità : 1.50 - 2.10 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015

PRELIEVO EFFETTUATO : da SOGEO srl

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : -

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| TCU | Prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata | 3 | ASTM D 4767 |
| CTX | Calcolo tempi di consolidazione su provini per prova triassiale | 1 | ASTM D 2435 |

DATA INIZIO PROVA: 26/02/2015

DATA TERMINE PROVA: 01/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| CERTIFICATO n° | CSP_15/0031-05 | DATA EMISSIONE | 13/03/2015 |
| | | | Pag. 3 di 5 |

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

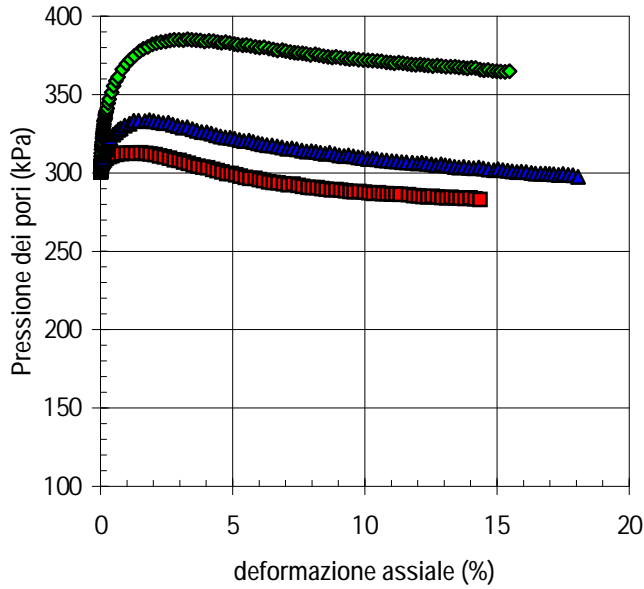
ASTM D 4767

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE** : CI 1

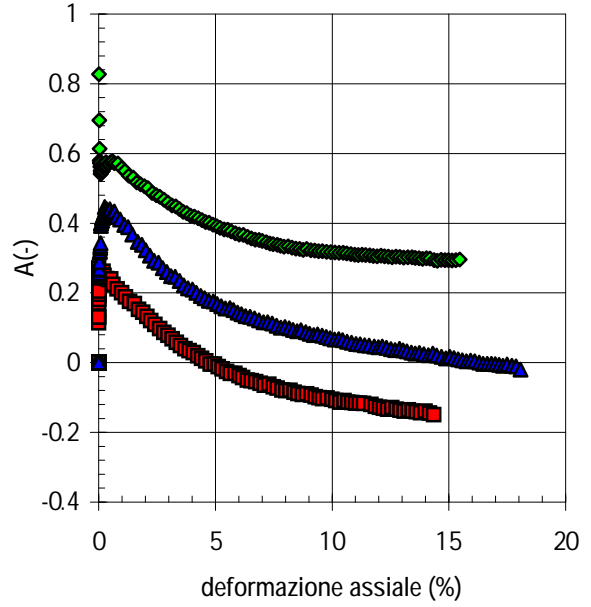
PROFONDITA': 1.50 ÷ 2.10 m

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

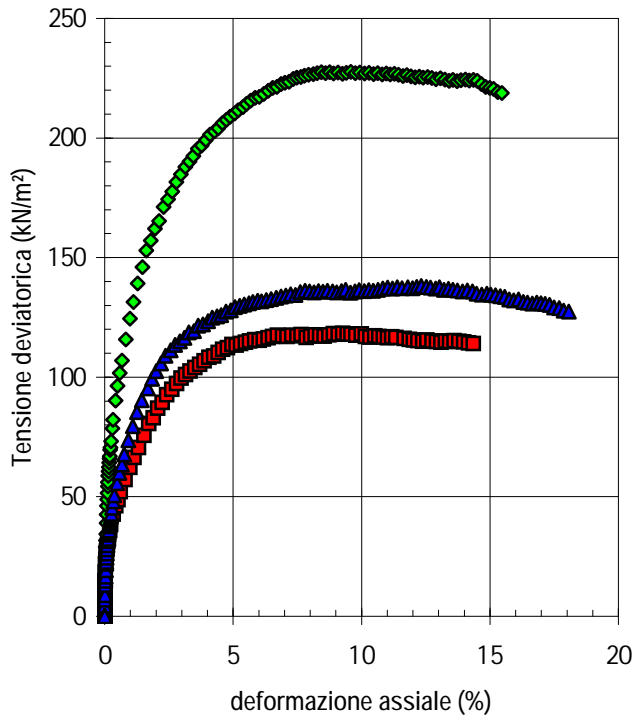
PRESSIONE DEI PORI/DEFORMAZIONE ASSIALE



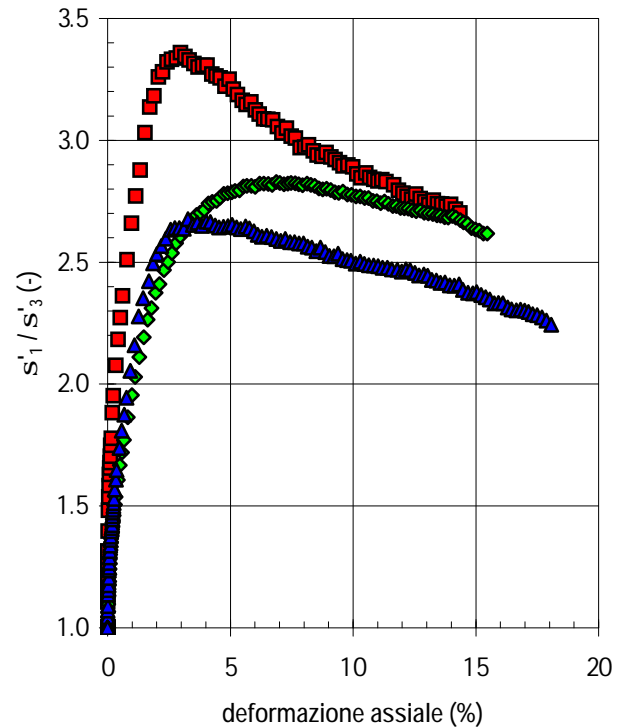
PARAMETRO "A"/DEFORMAZIONE ASSIALE



TENSIONE DEVIATORICA/DEFORMAZIONE ASSIALE



RAPPORTO TENSIONI PRINCIPALI/DEFORMAZIONE ASSIALE



■ provino 1
 ◆ provino 2
 ▲ provino 3

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| CERTIFICATO n° | CSP_15/0031-05 | DATA EMISSIONE | 13/03/2015 |
| | | | Pag. 4 di 5 |

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE** : CI 1 **PROFONDITA'**: 1.50 ÷ 2.10 m

| | n° | 1 | 2 | 3 | - |
|--|--------|----------------|----------------|----------------|---|
| PROVINO | n° | 1 | 2 | 3 | - |
| Profondità provino | da m | 1.90 | 1.90 | 1.99 | - |
| Profondità provino | a m | 1.99 | 1.99 | 2.08 | - |
| Condizione del provino | - | indisturbato | indisturbato | indisturbato | - |
| Diametro iniziale provino | mm | 38.10 | 38.10 | 38.10 | - |
| Altezza iniziale provino | mm | 76.20 | 76.20 | 76.20 | - |
| INIZIO PROVA | | | | | |
| Massa volumica totale | kN/m³ | 18.81 | 18.78 | 18.64 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Contenuto in acqua iniziale | % | 30.02 | 29.69 | 31.31 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Massa volumica secca | kN/m³ | 14.47 | 14.48 | 14.20 | - |
| Peso sp. dei grani (determinato) | - | 2.755 | 2.755 | 2.755 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | CSP_15/0031-02 | CSP_15/0031-02 | CSP_15/0031-02 | |
| Indice dei vuoti iniziale | - | 0.865 | 0.864 | 0.901 | - |
| Grado di saturazione iniziale | % | 95.48 | 94.58 | 95.64 | - |
| SATURAZIONE | | | | | |
| Pressione pori iniziale | kPa | -2.8 | -0.4 | -2.9 | - |
| Valore di B iniziale | - | 0.60 | 0.65 | 0.74 | - |
| Pressione pori a saturazione | kPa | 348.2 | 446 | 348 | - |
| Pressione in cella finale | kPa | 400 | 500 | 450 | - |
| Valore di B a saturazione | - | 0.96 | 0.97 | 0.96 | - |
| CONSOLIDAZIONE | | | | | |
| Durata consolidazione | min | - | 993 | - | - |
| Pressione in cella | kPa | 350 | 500 | 400 | - |
| Contropressione | kPa | 300 | 300 | 300 | - |
| Pressione pori iniziale | kPa | 299 | 446 | 301 | - |
| Pressione pori finale | kPa | 299.1 | 303 | 301 | - |
| Variazione altezza provino | mm | 0.00 | 0.83 | 0.05 | - |
| Variazione volume provino | cm³ | 0.00 | 3.71 | 0.08 | - |
| t ₁₀₀ | min | - | 77.4 | - | - |
| Tempo di rottura stimato | min | - | 136.7 | - | - |
| COMPRESSIONE | | | | | |
| Pressione in cella | kPa | 350 | 500 | 400 | - |
| Pressione pori iniziale | kPa | 300.6 | 303 | 301 | - |
| σ ₃ iniziale | kPa | 49.4 | 197 | 98.6 | - |
| Velocità pressa | mm/min | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 | - |
| massimo valore (σ ₁ - σ ₃) | kN/m² | 118 | 228 | 138 | - |
| Deformaz. assiale percentuale a (σ ₁ -σ ₃)max | % | 9.28 | 9.58 | 12.33 | - |
| Tempo per il raggiungimento di (σ ₁ -σ ₃)max | min | 715 | 810 | 937 | - |
| Correzione per filtro e membrana su (σ ₁ -σ ₃)max | kN/m² | 3 | 3 | 3 | - |
| Pressione pori a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | kPa | 288 | 373 | 306 | - |
| Valore di A a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | - | -0.10 | 0.32 | 0.04 | - |
| p' a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | kN/m² | 121 | 241 | 163 | - |
| q a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | kN/m² | 59 | 114 | 69 | - |
| massimo valore σ ₁ /σ ₃ | kN/m² | 3 | 3 | 3 | - |
| Deformaz. assiale percentuale a (σ ₁ /σ ₃)max | % | 2.97 | 6.87 | 3.28 | - |
| Correzione per filtro e membrana su (σ ₁ /σ ₃)max | kN/m² | 1 | 2 | 1 | - |
| Pressione pori a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | kPa | 308 | 378 | 329 | - |
| Valore di A a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | - | 0.08 | 0.35 | 0.25 | - |
| p' a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | kN/m² | 92 | 233 | 130 | - |
| q a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | kN/m² | 50 | 111 | 59 | - |
| FINE PROVA | | | | | |
| Massa volumica totale finale | kN/m³ | 18.90 | 19.43 | 18.68 | - |
| Contenuto in acqua finale | % | 30.60 | 28.45 | 31.48 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Massa volumica secca finale | kN/m³ | 14.47 | 15.13 | 14.21 | - |
| Indice dei vuoti finale | - | 0.865 | 0.783 | 0.899 | - |
| Grado di saturazione finale | % | 97.36 | 99.92 | 96.33 | - |

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| CERTIFICATO n° | CSP_15/0031-05 | DATA EMISSIONE | 13/03/2015 |
| | | | Pag. 5 di 5 |

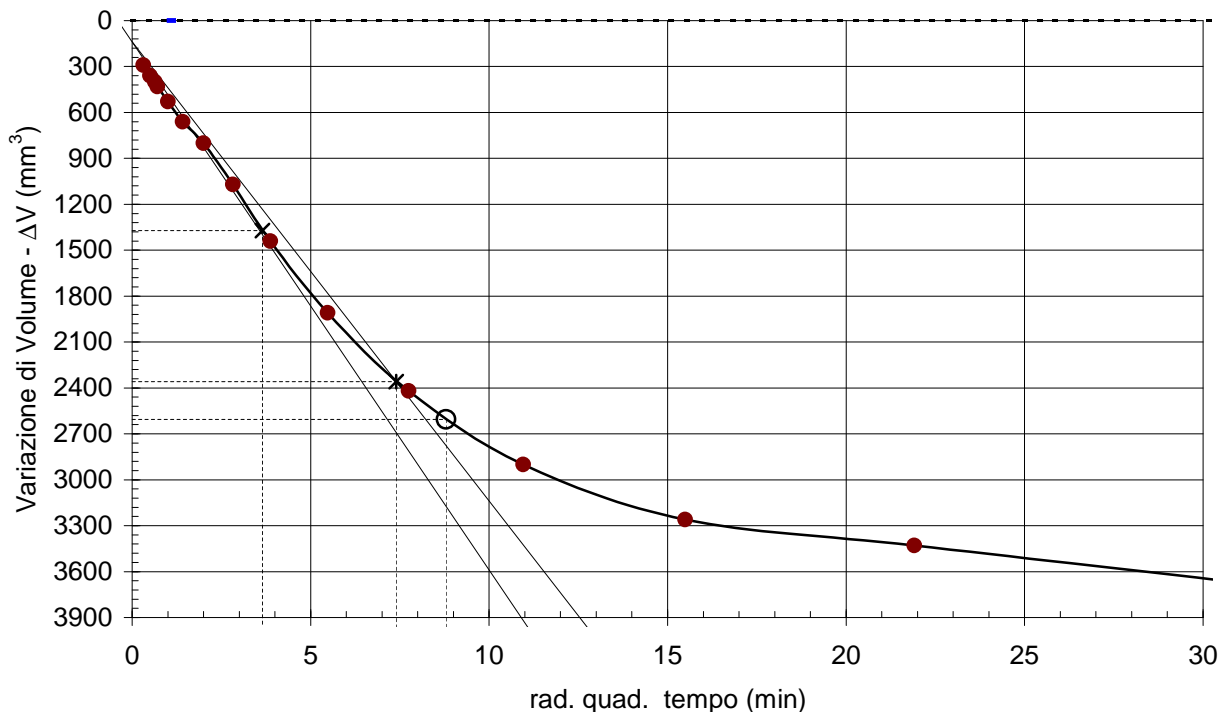
PROVA TRIASSIALE CIU

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE :** CI 1 **PROFONDITA' :** 1.50 ÷ 2.10 m

| DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96) | | | |
|---|-------------|------------------|------------------|
| RELATIVI ALL' INCREMENTO DI s'_3 | | da 50 kPa | a 200 kPa |
| PROVINO n. 2 | PROFONDITA' | da 1.90 m | a 1.99 m |
| Condizioni di drenaggio del provino: 2 estremità e radiale | | | |

| VALORI MISURATI | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------|-----------------|
| Tempo (min) | ΔV (mm ³) | ΔH (mm) | Tempo (min) | ΔV (mm ³) | ΔH (mm) |
| 0.1 | 290 | 0.086 | 960 | 3670 | 2.050 |
| 0.25 | 360 | 0.105 | - | - | - |
| 0.4 | 400 | 0.113 | - | - | - |
| 0.5 | 430 | 0.117 | - | - | - |
| 1 | 530 | 0.142 | - | - | - |
| 2 | 660 | 0.177 | - | - | - |
| 4 | 800 | 0.236 | - | - | - |
| 8 | 1070 | 0.321 | - | - | - |
| 15 | 1440 | 0.422 | - | - | - |
| 30 | 1910 | 0.553 | - | - | - |
| 60 | 2420 | 0.659 | - | - | - |
| 120 | 2900 | 0.760 | - | - | - |
| 240 | 3260 | 0.792 | - | - | - |
| 480 | 3430 | 0.812 | - | - | - |

| VALORI CALCOLATI | | |
|---|------------------------|---------|
| t_{90} | (min) = | 54.8 |
| a_{v190} | (mm) = | 2359 |
| t_{50} | (min) = | 13.3 |
| a_{v150} | (mm) = | 1372 |
| t_{100} | (min) = | 77.4 |
| d_{v1100} | (mm) = | 2606 |
| Tempo per il raggiungimento della rottura | | |
| t_f | (min) = | 136.7 |
| deformazione a rottura ipotizzata | | |
| def. | (mm) = | 6.0 |
| velocità di rottura calcolata | | |
| v | (mm/min) = | 0.04389 |
| m_{vi} | (m ² /MN) = | 0.2816 |



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

PROVA TRIASSIALE CIU (ASTM D 4767) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pag. 1 di 1

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: CAVATA ORIENTALE

DATA EMISSIONE: 13/03/2015

SONDAGGIO: S3

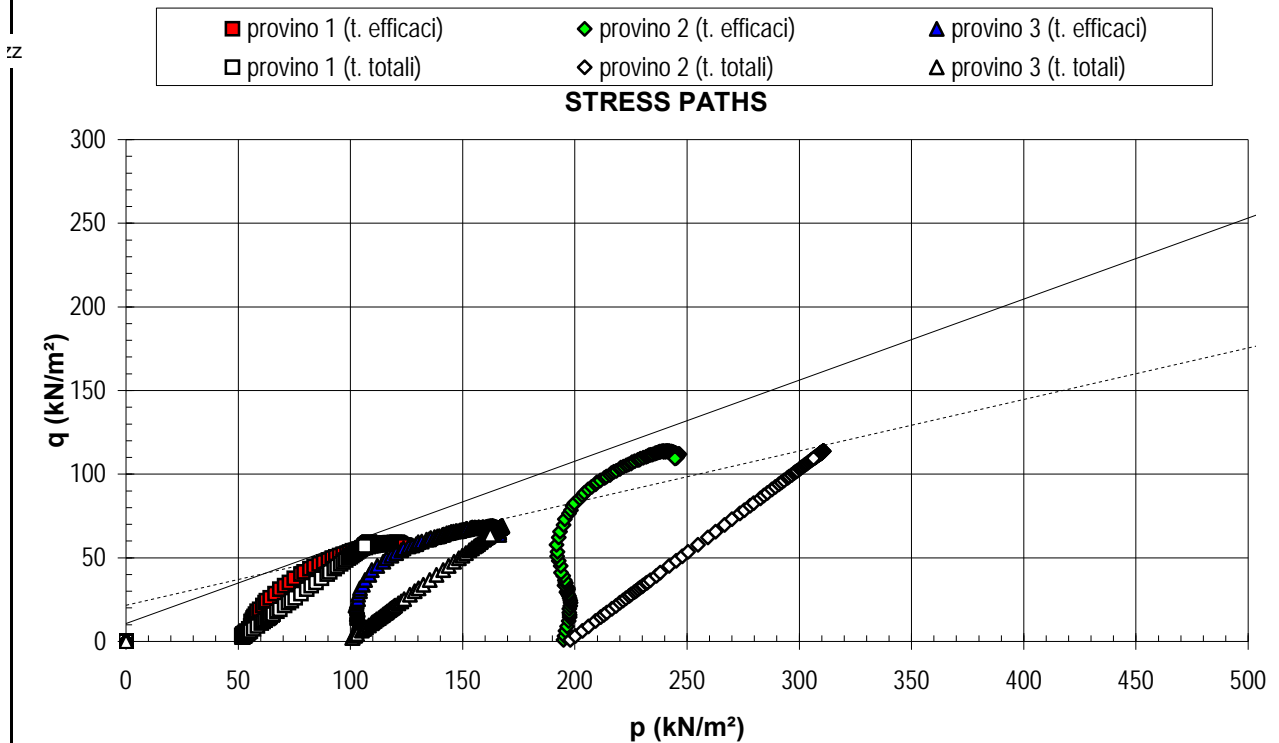
CAMPIONE: CI 1

PROFONDITA': da m 1.50 a m 2.10

L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.

| Risultati della regressione lineare | Tensioni efficaci ———— | | Tensioni totali - - - - - | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
| | Intercetta asse y | inclinaz. retta | Intercetta asse y | inclinaz. retta |
| | (kN/m ²) | (° sess.) | (kN/m ²) | (° sess.) |
| | 10.73 | 25.86 | 21.56 | 17.11 |

Regressione lineare eseguita utilizzando i provini 1 e 2



PROVA TRIASSIALE CIU (ASTM D 4767) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pag. 1 di 1

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: CAVATA ORIENTALE

DATA EMISSIONE: 13/03/2015

SONDAGGIO: S3

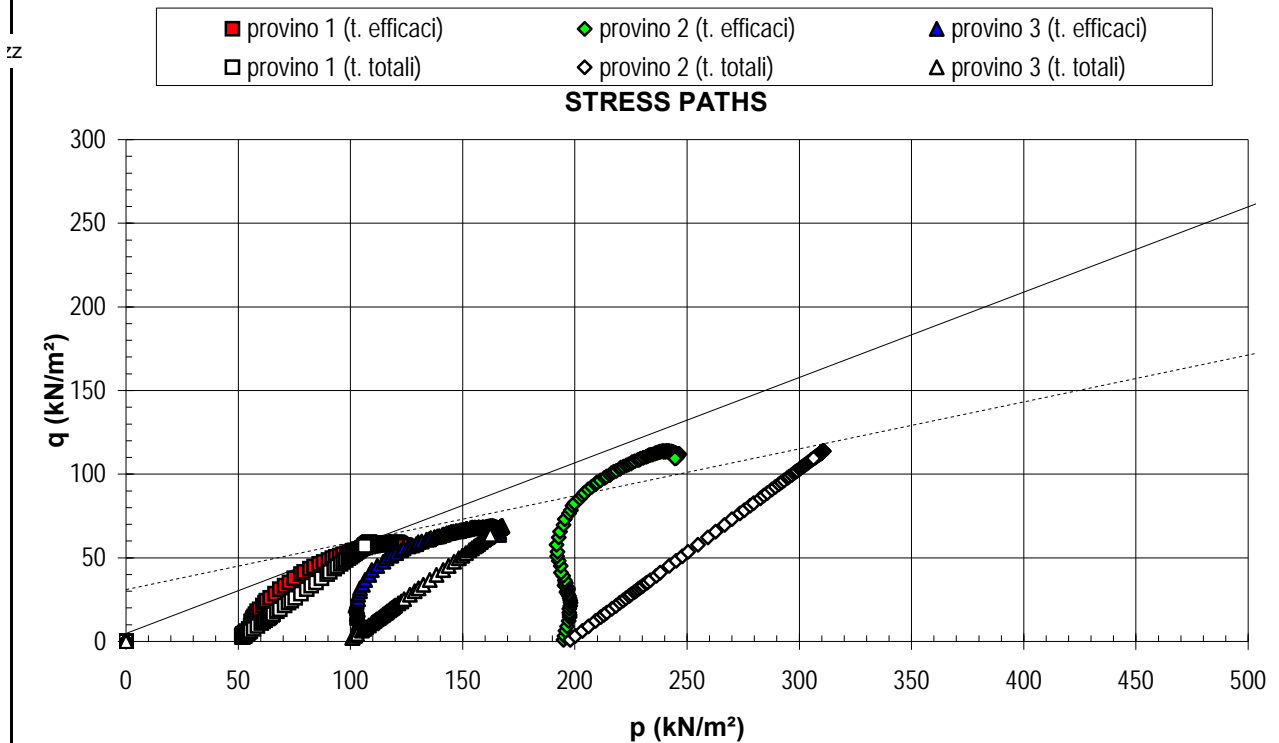
CAMPIONE: CI 1

PROFONDITA': da m 1.50 a m 2.10

L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.

| Risultati della regressione lineare | Tensioni efficaci ———— | | Tensioni totali - - - - - | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
| | Intercetta asse y | inclinaz. retta | Intercetta asse y | inclinaz. retta |
| | (kN/m ²) | (° sess.) | (kN/m ²) | (° sess.) |
| | 4.83 | 27.02 | 31.00 | 15.67 |

Regressione lineare eseguita utilizzando i provini 1 e 2



RAPPORTO DI PROVA n° : RSP_15/0064-01

COMMESSA : 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0064_SP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGNATARIO : personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA' : CARPI (MO)

CANTIERE : CAVATA ORIENTALE

DATA DI ACCETTAZIONE : 09/03/15 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/15

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : fustella acciaio

Sondaggio : S3 **Campione :** CI 1 **Profondità :** 1.50 - 2.10 m

DATA PRELIEVO : 20/01/2015

PRELIEVO EFFETTUATO : da SOGEO srl

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : Campione identificato con verbale 15/0031_CSP

IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|-------------------------------------|----------|--------------------------|
| CFV | Caratteristiche fisico-volumetriche | 1 | Norme applicabili |

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE O TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICO - VOLUMETRICHE

SONDAGGIO :

S3

CAMPIONE:

Cl 1

PROFONDITA':

1.50 ÷ 2.10 m

PROFONDITA' PROVINO

da m

13.73

a m

13.76

| | | | |
|--|------------------|----------------------|---------|
| Umidità naturale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0031-05</i> | w | (%) | 30.34 |
| Massa volumica totale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0031-05</i> | g | (Mg/m ³) | 1.911 |
| Massa volumica secca | gd | (Mg/m ³) | 1.466 |
| Peso specifico dei grani <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0031-02</i> | G _s | - | 2.755 |
| Massa volumica della parte solida | gs | (Mg/m ³) | 2.751 |
| Temperatura dell' acqua | T | °C | 18 |
| Massa volumica H ₂ O alla temperatura T | g _w | Mg/m ³ | 0.99862 |
| Indice dei vuoti | e | - | 0.876 |
| Porosità | n | (%) | 46.71 |
| Grado di saturazione | S | (%) | 95.24 |
| Massa volumica del terreno saturo | g _{sat} | (Mg/m ³) | 1.935 |

NOTA:

Valori calcolati in base ai valori medi di contenuto in acqua e peso di volume dei tre provini sottoposti a prova triassiale

Sperimentatore

RIEPILOGO CERTIFICATI DI PROVADATA DI EMISSIONE: **13/03/2015**COMMESSA N°: **15/013b**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **15/0032 CSP**DATA ACCETTAZIONE: **22/01/2015**

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGnatARIO: personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: CAVATA ORIENTALE

SONDAGGIO: S3 CAMPIONE: CI 2

PROFONDITA' (m): 3.60-4.20 CONTENITORE /PRESTAZIONE: fustella acciaio

PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: SOGEO srl

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE: 20/01/2015

OSSERVAZIONI:

PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE

| CODICE PROVA | DESCRIZIONE SINTETICA | Q.tà | NORME DI RIFERIMENTO | CERTIFICATO DI PROVA |
|---------------------|---|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| DSC01a | Estrazione, descrizione geotecnica di campioni da fustelle e rappresentazione fotografica | 1 | ASTM D 2488-84 | CSP 15/0032-01 |
| PSG01 | Peso specifico dei grani | 1 | CNR UNI 10013 | CSP 15/0032-02 |
| LIM03 | Determinazione del Limite Liquido (multipoint-Method A) e del Limite Plastico | 1 | ASTM D 4318 | CSP 15/0032-03 |
| GRT04 | Granulometria combinata per vagliatura e sedimentazione | 1 | ASTM D 422 | CSP 15/0032-04 |
| TRX02a | Prova triassiale CIU , compresi saturazione del provino e rilievo pressioni interstiziali | 3 | ASTM D 4767 | CSP 15/0032-05 |

per SINERGEA srl

CERTIFICATO n° : CSP_15/0032-01

COMMESSA : 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0032_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGNATARIO : personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA' : CARPI (MO)

CANTIERE : CAVATA ORIENTALE

DATA DI ACCETTAZIONE : 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 2 | Profondità : 3.60 - 4.20 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015

PRELIEVO EFFETTUATO : da SOGEO srl

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : -

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|-------------------------------------|----------|--------------------------|
| DSC | Descrizione geotecnica del campione | 1 | ASTM D 2488-84 |

DATA INIZIO PROVA: 27/02/2015

DATA TERMINE PROVA: 27/02/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

| | |
|---|----------------------------------|
| CERTIFICATO n° CSP_15/0032-01 | DATA EMISSIONE 13/03/2015 |
| Pagina 2 di 3 | |

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE :** CI 2 **PROFONDITA' :** 3.60 ÷ 4.20 m

Data descrizione : 27/02/15 Forma del campione : cilindrica
 Qualità del campione (AGI): **Q.5.** Dimensioni del campione : L = 57 cm; φ = 8,4 cm

| Profondità | | Descrizione |
|------------|------|--|
| da m | a m | |
| 3.63 | 3.77 | Campione rimaneggiato. |
| 3.77 | 4.20 | L A / L A deb S con L di colore grigio (HUE 5Y 5/1) e oliva (HUE 5Y 5/4). Presenza di veli e puntature brunastre e nerastre, frustoli, mica. Media reazione a contatto con HCl 5%. |

LEGENDA : **A** = Argilla/Argilloso **L** = Limo/Limoso **S** = Sabbia/Sabbioso **T** = Torba/Torboso
 G = Ghiaia/Ghiaioso **F** = Fine **M** = Medio **C** = Grossolano
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)
 ^ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

| SCHEMA DEL CAMPIONE | | | P.P. (MPa) | T.V. (MPa) | PROVE ESEGUITE |
|-----------------------|-------------------------|--------|---------------|---------------|---|
| Prof. Nominale (m) | Profondità reale (m) | | | | |
| 3.60 | 3.63 | | | | CNW, MVT, TCU provino 3 LIM, GRA, PSG CNW, MVT, TCU provini 1 e 2 |
| | 3.77 | 0.05 = | | | |
| | | 0.08 ^ | | | |
| | | 0.05 ^ | | | |
| | | 0.05 ^ | | | |
| 4.20 | 4.20 | 0.13 = | | | |

LEGENDA : CNW = contenuto in acqua il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova
 MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

CERTIFICATO n° CSP_15/0032-01

DATA EMISSIONE: 13/03/2015

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S3

CAMPIONE: CI 2

PROFONDITA': 3.60 - 4.20 m



È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n° : CSP_15/0032-02**COMMESSA : 15/013b** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 15/0032_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** CAVATA ORIENTALE**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

| | | |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 2 | Profondità : 3.60 - 4.20 m |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| PSG | Determinazione del peso specifico dei grani | 1 | CNR UNI 10013 |

DATA INIZIO PROVA: 06/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 12/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHIIL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n° : CSP_15/0032-03**COMMESSA :** 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0032_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** CAVATA ORIENTALE**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio**Sondaggio :** S3 **Campione :** Cl 2 **Profondità :** 3.60 - 4.20 m**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|--|----------|--------------------------|
| LIM | Determinazione del limite liquido e plastico | 1 | ASTM D 4318 |

DATA INIZIO PROVA: 04/03/15

DATA TERMINE PROVA: 05/03/15

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTECCHIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

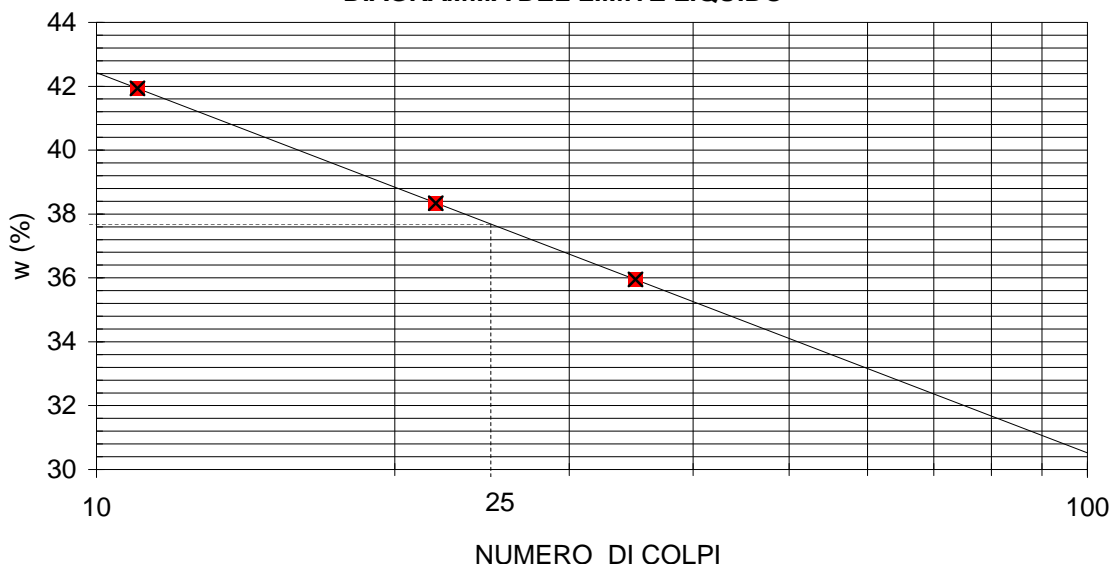
CERTIFICATO n° CSP_15/0032-03 DATA EMISSIONE 13/03/2015
 Pagina 2 di 2

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - ASTM D4318 - Metodo A

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE:** CI 2 **PROFONDITA':** 3.60 ÷ 4.20 m

| Profondità provino | m | 4.00-4.20 | | | |
|--|----|-----------|---------|---------|---|
| Determinazione | n° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Massa tara | g | 47.4869 | 46.3229 | 46.7593 | - |
| Numero colpi | - | 11 | 22 | 35 | - |
| Massa provino umido + tara | g | 77.9936 | 77.2237 | 74.0333 | - |
| Massa provino secco + tara | g | 68.9797 | 68.6603 | 66.8200 | - |
| Contenuto in acqua | % | 41.9 | 38.3 | 36.0 | - |
| Limite Liquido w_L | % | 38 | | | |

DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO



| Determinazione | n° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|----|-----------|---------|---|---|
| Massa tara | g | 13.9173 | 14.0307 | - | - |
| Massa provino umido + tara | g | 16.1017 | 16.2469 | - | - |
| Massa provino secco + tara | g | 15.7318 | 15.8854 | - | - |
| Contenuto in acqua | % | 20.4 | 19.5 | - | - |
| Limite Plastico w_P | % | 20 | | | |

| | |
|--|-----------|
| Indice di Plasticità ($w_L - w_P$) | |
| I_P | 18 |

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° : CSP_15/0032-04

COMMESSA : 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0032_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGNATARIO : personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA' : CARPI (MO)

CANTIERE : CAVATA ORIENTALE

DATA DI ACCETTAZIONE : 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 2 | Profondità : 3.60 - 4.20 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015

PRELIEVO EFFETTUATO : da SOGEO srl

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : -

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------|----------|--------------------------|
| GRA | Analisi granulometrica | 1 | ASTM D 422 |

DATA INIZIO PROVA: 02/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 10/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

CERTIFICATO n° CSP_15/0032-04

DATA EMISSIONE

13/03/2015

Pagina 2 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

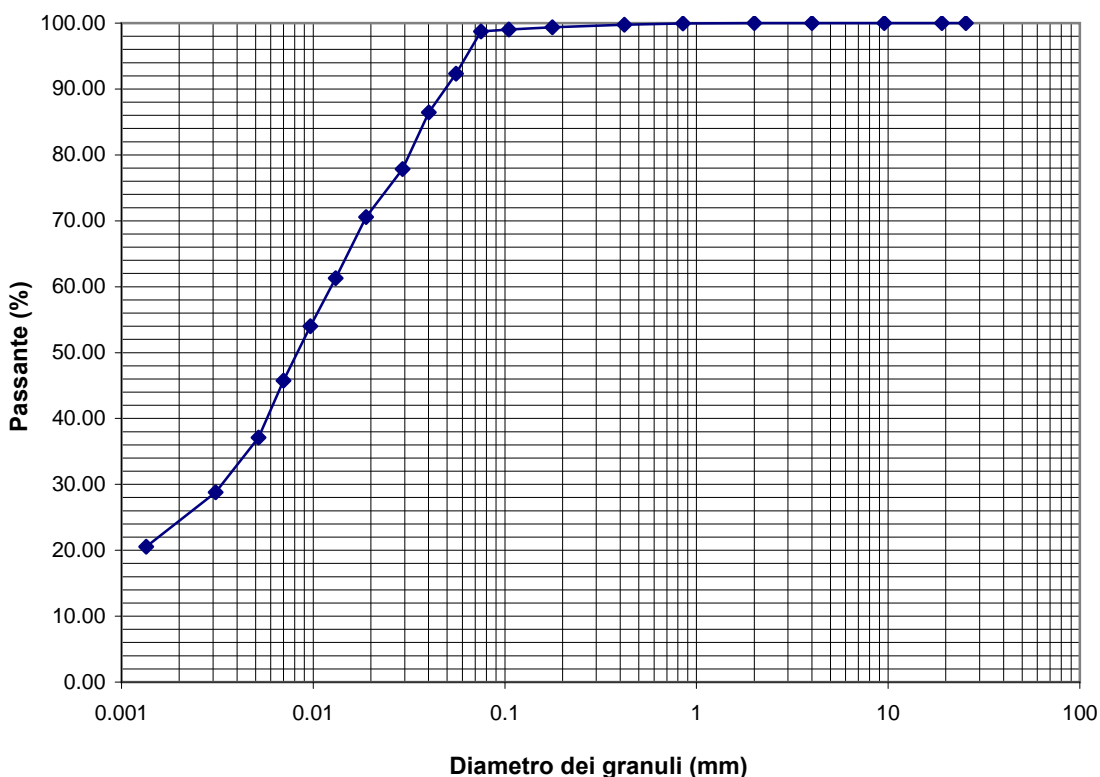
SONDAGGIO : S3

CAMPIONE: CI 2

PROFONDITA': 3.60 ÷ 4.20 m

| ANALISI PER VAGLIATURA | | | | ANALISI PER SEDIMENTAZIONE | |
|----------------------------------|-------------|--------------------|----------------------|-------------------------------------|-------|
| massa provino - 372.96 g | | | | massa provino 45.08 g | |
| profondità provino 4.00 ÷ 4.20 m | | | | profondità provino 4.00 ÷ 4.20 m | |
| VAGLI | APERTURA mm | PASSANTE % in peso | TRATTENUTO % in peso | G _s 2.736 - determinato | |
| | | | | Riferimento: CSP_15/0032-02 | |
| 1 1/2 " | 38.1 | - | - | eseguita sul passante al vaglio 200 | |
| 1 " | 25.4 | 100.00 | 0.00 | aerometro ASTM 151H | |
| 3/4 " | 19.05 | 100.00 | 0.00 | DIAMETRO EQUIVALENTE D (mm) | |
| 3/8 " | 9.525 | 100.00 | 0.00 | % IN PESO PIU' FINE DI D | |
| 5 | 4 | 100.00 | 0.00 | 0.05564 | 92.33 |
| 10 | 2 | 100.00 | 0.00 | 0.04015 | 86.47 |
| 20 | 0.85 | 99.95 | 0.05 | 0.02921 | 77.84 |
| 30 | 0.59 | - | - | 0.01890 | 70.59 |
| 40 | 0.42 | 99.77 | 0.17 | 0.01310 | 61.27 |
| 50 | 0.297 | - | - | 0.00968 | 54.02 |
| 80 | 0.177 | 99.39 | 0.39 | 0.00700 | 45.74 |
| 100 | 0.149 | - | - | 0.00519 | 37.11 |
| 140 | 0.105 | 99.01 | 0.38 | 0.00310 | 28.82 |
| 200 | 0.075 | 98.73 | 0.28 | 0.00134 | 20.54 |

| ARGILLA | LIMO | | | SABBIA | | | GHIAIA | | | CIOTTOLI |
|---------|------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|----------|
| | Fine | Medio | Gross. | Fine | Media | Gross. | Fine | Media | Gross. | |



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

CERTIFICATO n° : CSP_15/0032-05**COMMESSA :** 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0032_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** CAVATA ORIENTALE**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 2 | Profondità : 3.60 - 4.20 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| TCU | Prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata | 3 | ASTM D 4767 |
| CTX | Calcolo tempi di consolidazione su provini per prova triassiale | 1 | ASTM D 2435 |

DATA INIZIO PROVA: 28/02/2015**DATA TERMINE PROVA:** 03/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE




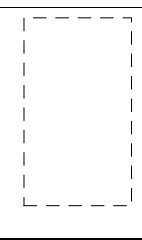
SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| CERTIFICATO n° | CSP_15/0032-05 | DATA EMISSIONE: | 13/03/2015 |
| | | | Pag. 2 di 5 |

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

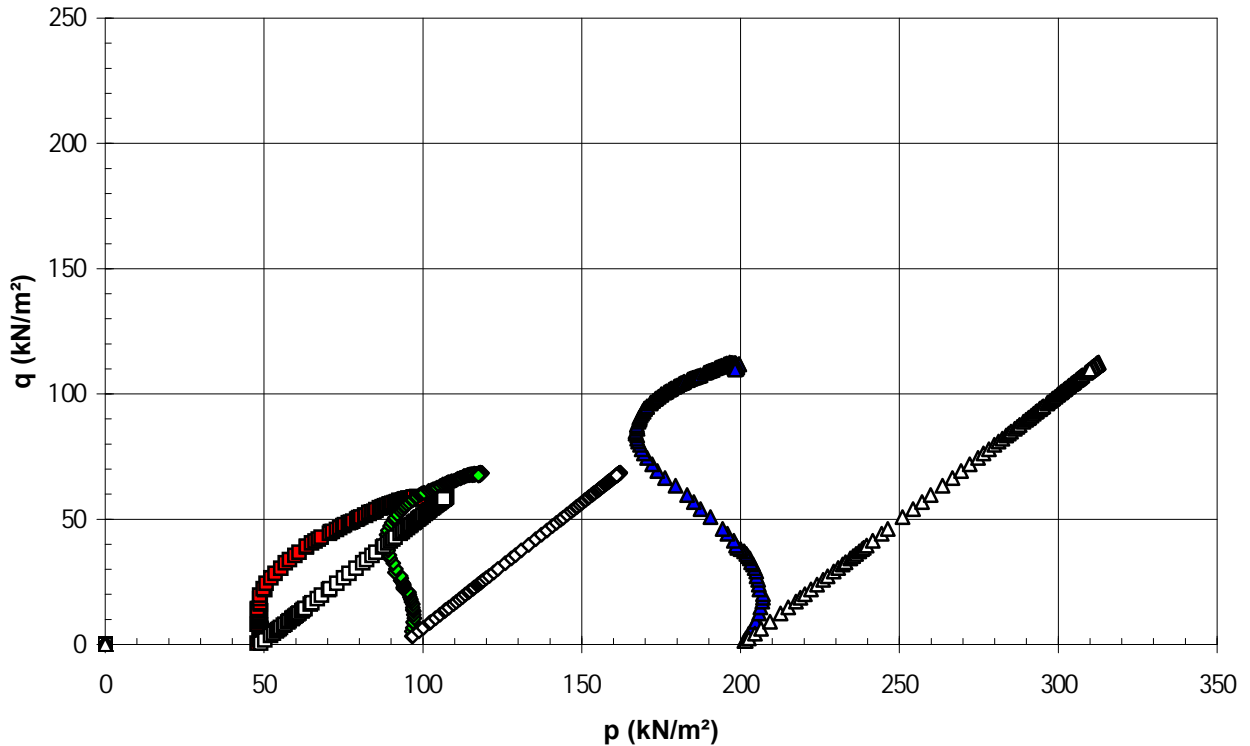
ASTM D 4767

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE** : Cl 2 **PROFONDITA'**: 3.60 ÷ 4.20 m

| PROVINO | n° | 1 | 2 | 3 | - |
|---|---------|--|---|--|--|
| Profondità provino | da m | 4.10 | 4.10 | 4.00 | - |
| Profondità provino | a m | 4.20 | 4.20 | 4.10 | - |
| Condizione del provino | - | indisturbato | indisturbato | indisturbato | - |
| Diametro iniziale provino | mm | 38.10 | 38.10 | 38.10 | - |
| Altezza iniziale provino | mm | 76.20 | 76.20 | 76.20 | - |
| σ'_3 iniziale | kPa | 48.50 | 93.50 | 200.20 | - |
| massimo valore ($\sigma_1 - \sigma_3$) | kN/m² | 118.03 | 137.18 | 224.97 | - |
| Correzione per filtro e membrana su ($\sigma_1 - \sigma_3$) max | kN/m² | 4 | 4 | 4 | - |
| massimo valore σ'_1/σ'_3 | kN/m² | 4.47 | 4.05 | 3.72 | - |
| Correzione per filtro e membrana su (σ'_1/σ'_3) max | kN/m² | 1 | 1 | 3 | - |
| MODALITA' DI ROTTURA | | | | | |
| Inclinazione sup. di rottura | ° sess. | - | - | - | - |
| Foto o rappresentazione schematica del provino | |  |  |  |  |

- provino 1 (t. efficaci)
- ◆ provino 2 (t. efficaci)
- ▲ provino 3 (t. efficaci)
- provino 1 (t. totali)
- provino 2 (t. totali)
- provino 3 (t. totali)

STRESS PATHS



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

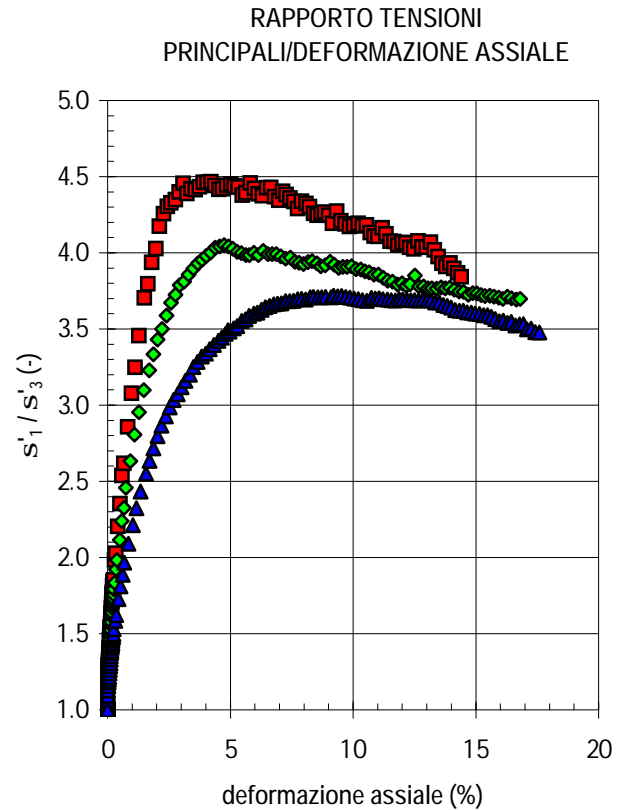
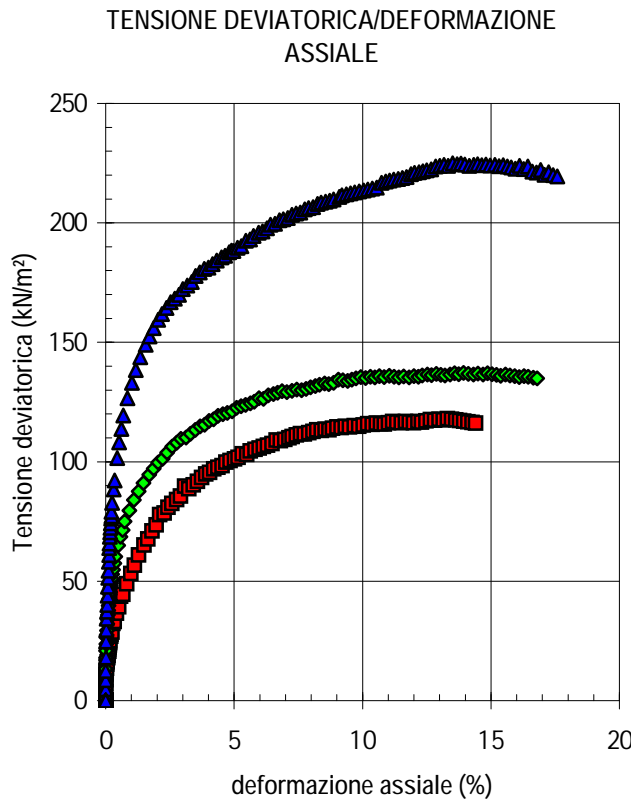
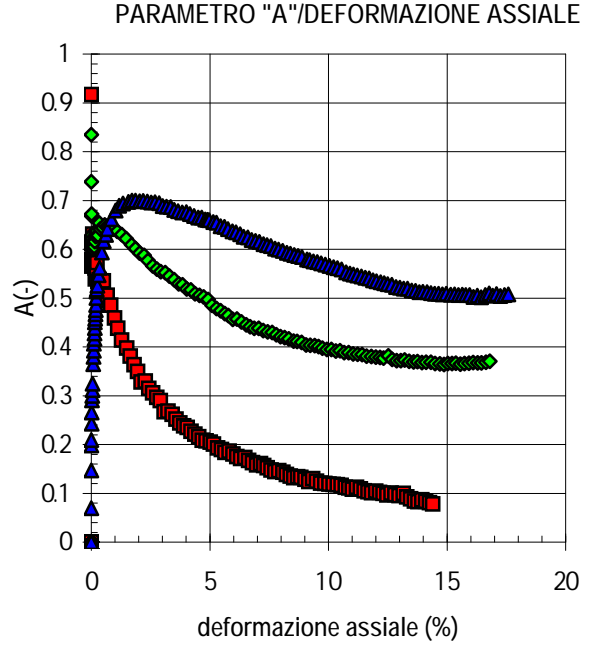
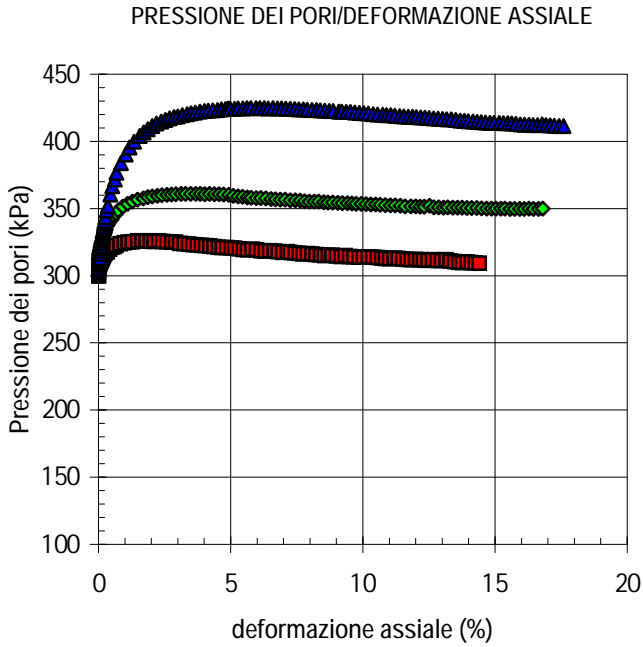
È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| CERTIFICATO n° | CSP_15/0032-05 | DATA EMISSIONE | 13/03/2015 |
| | | | Pag. 3 di 5 |

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE** : CI 2 **PROFONDITA'**: 3.60 ÷ 4.20 m



■ provino 1 ◆ provino 2 ▲ provino 3

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| CERTIFICATO n° | CSP_15/0032-05 | DATA EMISSIONE | 13/03/2015 |
| | | | Pag. 4 di 5 |

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE** : CI 2 **PROFONDITA'**: 3.60 ÷ 4.20 m

| PROVINO | n° | 1 | 2 | 3 | - |
|--|--------|----------------|----------------|----------------|---|
| Profondità provino | da m | 4.10 | 4.10 | 4.00 | - |
| Profondità provino | a m | 4.20 | 4.20 | 4.10 | - |
| Condizione del provino | - | indisturbato | indisturbato | indisturbato | - |
| Diametro iniziale provino | mm | 38.10 | 38.10 | 38.10 | - |
| Altezza iniziale provino | mm | 76.20 | 76.20 | 76.20 | - |
| Massa volumica totale | kN/m³ | 18.23 | 18.15 | 18.21 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Contenuto in acqua iniziale | % | 35.70 | 36.11 | 37.33 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Massa volumica secca | kN/m³ | 13.43 | 13.33 | 13.26 | - |
| Peso sp. dei grani (determinato) | - | 2.736 | 2.736 | 2.736 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | CSP_15/0032-02 | CSP_15/0032-02 | CSP_15/0032-02 | |
| Indice dei vuoti iniziale | - | 0.994 | 1.010 | 1.021 | - |
| Grado di saturazione iniziale | % | 98.09 | 97.71 | 99.93 | - |
| Pressione pori iniziale | kPa | -0.2 | -0.4 | 0.7 | - |
| Valore di B iniziale | - | 0.93 | 0.96 | 0.95 | - |
| Pressione pori a saturazione | kPa | 318.9 | 382 | 449 | - |
| Pressione in cella finale | kPa | 350 | 400 | 500 | - |
| Valore di B a saturazione | - | 0.95 | 1.00 | 0.99 | - |
| Durata consolidazione | min | 1237 | 1114 | 1102 | - |
| Pressione in cella | kPa | 350 | 400 | 500 | - |
| Contropressione | kPa | 300 | 300 | 300 | - |
| Pressione pori iniziale | kPa | 318.9 | 382 | 449 | - |
| Pressione pori finale | kPa | 301.7 | 302 | 297 | - |
| Variazione altezza provino | mm | -0.01 | -0.01 | 1.29 | - |
| Variazione volume provino | cm³ | 2.21 | 6.48 | 8.46 | - |
| t ₁₀₀ | min | - | - | 19.4 | - |
| Tempo di rottura stimato | min | - | - | 34.2 | - |
| Pressione in cella | kPa | 350 | 400 | 500 | - |
| Pressione pori iniziale | kPa | 301.5 | 307 | 300 | - |
| σ'3 iniziale | kPa | 48.5 | 93.5 | 200.2 | - |
| Velocità pressa | mm/min | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 | - |
| massimo valore (σ1 - σ3) | kN/m² | 118 | 137 | 225 | - |
| Deformaz. assiale percentuale a (σ1-σ3)max | % | 13.31 | 13.94 | 13.51 | - |
| Tempo per il raggiungimento di (σ1-σ3)max | min | 1129 | 1059 | 1129 | - |
| Correzione per filtro e membrana su (σ1-σ3)max | kN/m² | 4 | 4 | 4 | - |
| Pressione pori a rottura a (σ1-σ3)max | kPa | 311 | 351 | 416 | - |
| Valore di A a rottura a (σ1-σ3)max | - | 0.09 | 0.37 | 0.52 | - |
| p' a rottura a (σ1-σ3)max | kN/m² | 98 | 118 | 197 | - |
| q a rottura a (σ1-σ3)max | kN/m² | 59 | 69 | 112 | - |
| massimo valore σ'1,σ'3 | kN/m² | 4 | 4 | 4 | - |
| Deformaz. assiale percentuale a (σ'1/σ'3)max | % | 4.21 | 4.74 | 9.20 | - |
| Correzione per filtro e membrana su (σ'1/σ'3)max | kN/m² | 1 | 1 | 3 | - |
| Pressione pori a rottura a (σ'1/σ'3)max | kPa | 322 | 361 | 422 | - |
| Valore di A a rottura a (σ'1/σ'3)max | - | 0.23 | 0.50 | 0.58 | - |
| p' a rottura a (σ'1/σ'3)max | kN/m² | 77 | 100 | 184 | - |
| q a rottura a (σ'1/σ'3)max | kN/m² | 49 | 60 | 106 | - |
| Massa volumica totale finale | kN/m³ | 18.50 | 18.87 | 19.11 | - |
| Contenuto in acqua finale | % | 34.22 | 31.02 | 30.14 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Massa volumica secca finale | kN/m³ | 13.78 | 14.41 | 14.69 | - |
| Indice dei vuoti finale | - | 0.944 | 0.860 | 0.824 | - |
| Grado di saturazione finale | % | 99.05 | 98.53 | 99.90 | - |

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n° **CSP_15/0032-05** **DATA EMISSIONE** **13/03/2015**
 Pag. 5 di 5

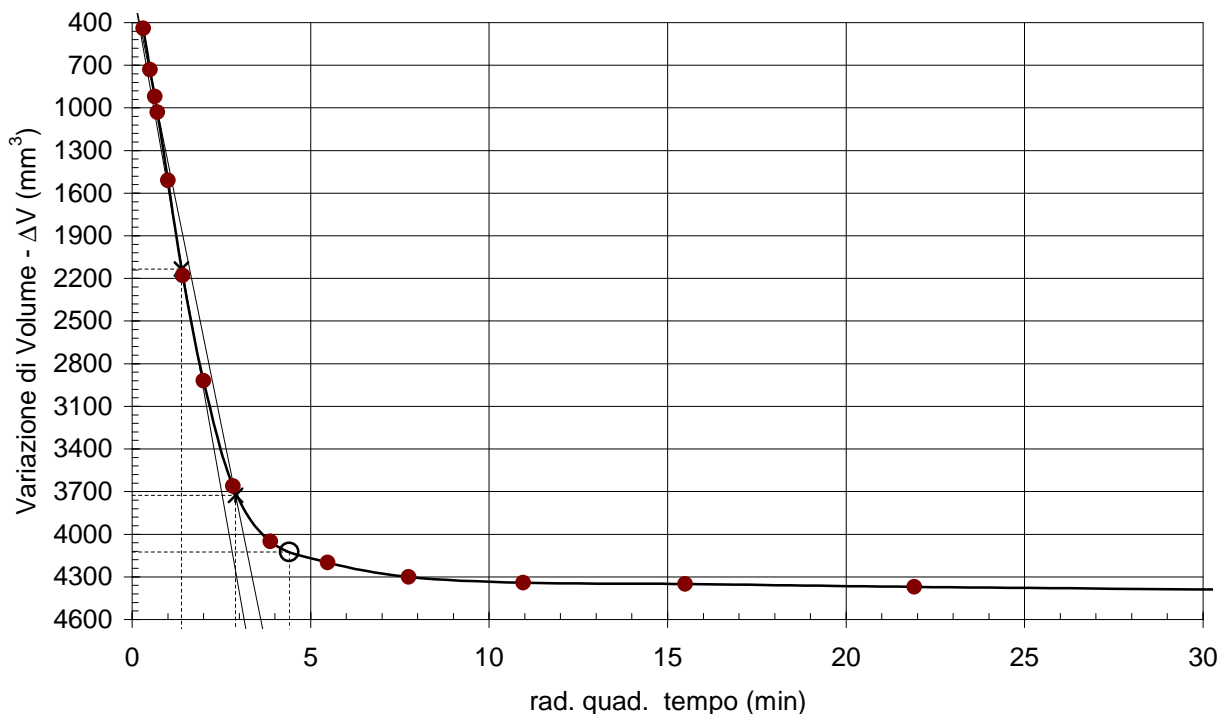
PROVA TRIASSIALE CIU

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE :** CI 2 **PROFONDITA' :** 3.60 ÷ 4.20 m

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)
 RELATIVI ALL' INCREMENTO DI s'_3 da **50** kPa a **200** kPa
 PROVINO n. **3** PROFONDITA' da 4.00 m a 4.10 m
 Condizioni di drenaggio del provino: 2 estremità e radiale

| VALORI MISURATI | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------|-----------------|
| Tempo (min) | ΔV (mm ³) | ΔH (mm) | Tempo (min) | ΔV (mm ³) | ΔH (mm) |
| 0.1 | 440 | 0.154 | 960 | 4390 | 1.927 |
| 0.25 | 730 | 0.213 | - | - | - |
| 0.4 | 920 | 0.265 | - | - | - |
| 0.5 | 1030 | 0.286 | - | - | - |
| 1 | 1510 | 0.386 | - | - | - |
| 2 | 2180 | 0.522 | - | - | - |
| 4 | 2920 | 0.701 | - | - | - |
| 8 | 3660 | 0.886 | - | - | - |
| 15 | 4050 | 0.981 | - | - | - |
| 30 | 4200 | 1.036 | - | - | - |
| 60 | 4300 | 1.078 | - | - | - |
| 120 | 4340 | 1.100 | - | - | - |
| 240 | 4350 | 1.117 | - | - | - |
| 480 | 4370 | 1.129 | - | - | - |

| VALORI CALCOLATI | | |
|--|-----------------------|----------|
| t_{90} | (min) | = 8.4 |
| u_{v190} | (mm) | = 3726 |
| t_{50} | (min) | = 1.9 |
| u_{v150} | (mm) | = 2133 |
| t_{100} | (min) | = 19.4 |
| d_{v1100} | (mm) | = 4124 |
| Tempo per il raggiungimento della rottura t_f (min) = 34.2 | | |
| deformazione a rottura ipotizzata def. (mm) = 6.0 | | |
| velocità di rottura calcolata v (mm/min) = 0.17556 | | |
| m_{vi} | (m ² / MN) | = 0.6469 |



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

PROVA TRIASSIALE CIU (ASTM D 4767) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pag. 1 di 1

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: CAVATA ORIENTALE

DATA EMISSIONE: 13/03/2015

SONDAGGIO: S3

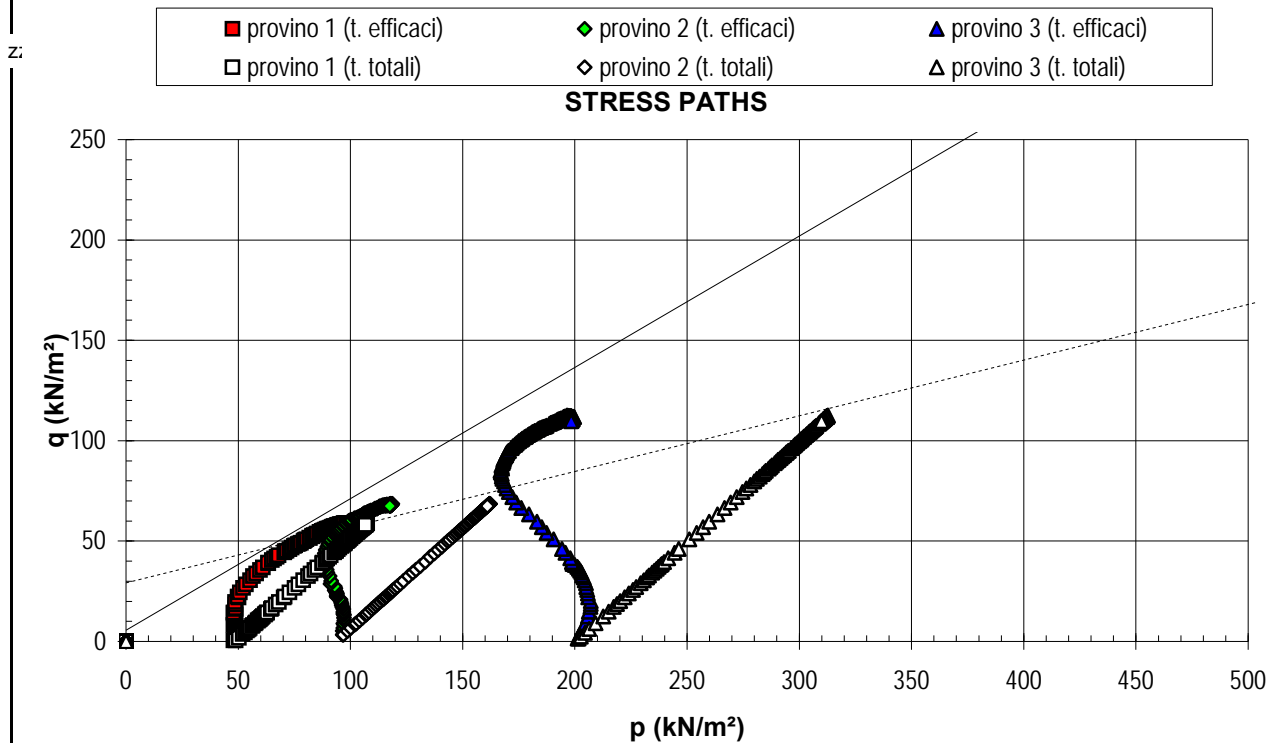
CAMPIONE: CI 2

PROFONDITA': da m 3.60 a m 4.20

L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.

| Risultati della regressione lineare | Tensioni efficaci ———— | | Tensioni totali - - - - - | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
| | Intercetta asse y | inclinaz. retta | Intercetta asse y | inclinaz. retta |
| | (kN/m ²) | (° sess.) | (kN/m ²) | (° sess.) |
| | 5.60 | 33.20 | 29.23 | 15.50 |

Regressione lineare eseguita utilizzando tutti i provini



RIEPILOGO CERTIFICATI DI PROVADATA DI EMISSIONE: **16/03/2015**COMMESSA N°: **15/013b**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **15/0033 CSP**DATA ACCETTAZIONE: **22/01/2015**

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGnatARIO: personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: CAVATA ORIENTALE

SONDAGGIO: S3 CAMPIONE: CI 3

PROFONDITA' (m): 5.20-5.80 CONTENITORE /PRESTAZIONE: fustella acciaio

PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: SOGEO srl

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE: 20/01/2015

OSSERVAZIONI:

PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE

| CODICE PROVA | DESCRIZIONE SINTETICA | Q.tà | NORME DI RIFERIMENTO | CERTIFICATO DI PROVA |
|---------------------|---|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| DSC01a | Estrazione, descrizione geotecnica di campioni da fustelle e rappresentazione fotografica | 1 | ASTM D 2488-84 | CSP 15/0033-01 |
| PSG01 | Peso specifico dei grani | 1 | CNR UNI 10013 | CSP 15/0033-02 |
| LIM03 | Determinazione del Limite Liquido (multipoint-Method A) e del Limite Plastico | 1 | ASTM D 4318 | CSP 15/0033-03 |
| GRT04 | Granulometria combinata per vagliatura e sedimentazione | 1 | ASTM D 422 | CSP 15/0033-04 |
| TRX02a | Prova triassiale CIU , compresi saturazione del provino e rilievo pressioni interstiziali | 3 | ASTM D 4767 | CSP 15/0033-05 |

per SINERGEA srl

CERTIFICATO n° : CSP_15/0033-01

COMMESSA : 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0033_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGNATARIO : personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA' : CARPI (MO)

CANTIERE : CAVATA ORIENTALE

DATA DI ACCETTAZIONE : 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 3 | Profondità : 5.20 - 5.80 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015

PRELIEVO EFFETTUATO : da SOGEO srl

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : -

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|-------------------------------------|----------|--------------------------|
| DSC | Descrizione geotecnica del campione | 1 | ASTM D 2488-84 |

DATA INIZIO PROVA: 02/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 02/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

| | |
|---|----------------------------------|
| CERTIFICATO n° CSP_15/0033-01 | DATA EMISSIONE 13/03/2015 |
| Pagina 2 di 3 | |

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE :** CI 3 **PROFONDITA' :** 5.20 ÷ 5.80 m

Data descrizione : 02/03/15 Forma del campione : cilindrica
 Qualità del campione (AGI): **Q.5.** Dimensioni del campione : L = 50 cm; φ = 8,4 cm

| Profondità | | Descrizione |
|------------|------|---|
| da m | a m | |
| 5.30 | 5.59 | Campione rimaneggiato. |
| 5.59 | 5.68 | A L / A con L di colore oliva (HUE 5Y 4/3). Presenza di veli e puntinature brunastre e nerastre, frustoli, veli calcarei, mica. Media reazione a contatto con HCl 5%. |
| 5.68 | 5.80 | L A deb S di colore bruno oliva chiaro (HUE 2.5Y 5/4). Presenza di veli e puntinature brunastre e nerastre, mica. Media/Forte reazione a contatto con HCl 5%. |

LEGENDA : **A** = Argilla/Argilloso **L** = Limo/Limoso **S** = Sabbia/Sabbioso **T** = Torba/Torboso
 G = Ghiaia/Ghiaioso **F** = Fine **M** = Medio **C** = Grossolano
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)
 ^ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

| SCHEMA DEL CAMPIONE | | | P.P. (MPa) | T.V. (MPa) | PROVE ESEGUITE |
|-----------------------|-------------------------|--|--------------------------------------|---------------|--|
| Prof. Nominale (m) | Profondità reale (m) | | | | |
| 5.20 | 5.30 | | 0.18 = 0.24 ^ 0.16 ^ 0.11 = | = | CNw, MVT, TCU provino 3 CNw, MVT, TCU provini 1 e 2 |
| | 5.59 | | | | |
| | 5.68 | | | | |
| | 5.80 | | | | |

LEGENDA : CNw = contenuto in acqua il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova
 MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

CERTIFICATO n° CSP_15/0033-01

DATA EMISSIONE: 13/03/2015

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S3 CAMPIONE: CI 3 PROFONDITA': 5.20 - 5.80 m



È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n° : CSP_15/0033-02**COMMESSA :** 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0033_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** CAVATA ORIENTALE**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

| | | |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 3 | Profondità : 5.20 - 5.80 m |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| PSG | Determinazione del peso specifico dei grani | 1 | CNR UNI 10013 |

DATA INIZIO PROVA: 06/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 12/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHIIL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

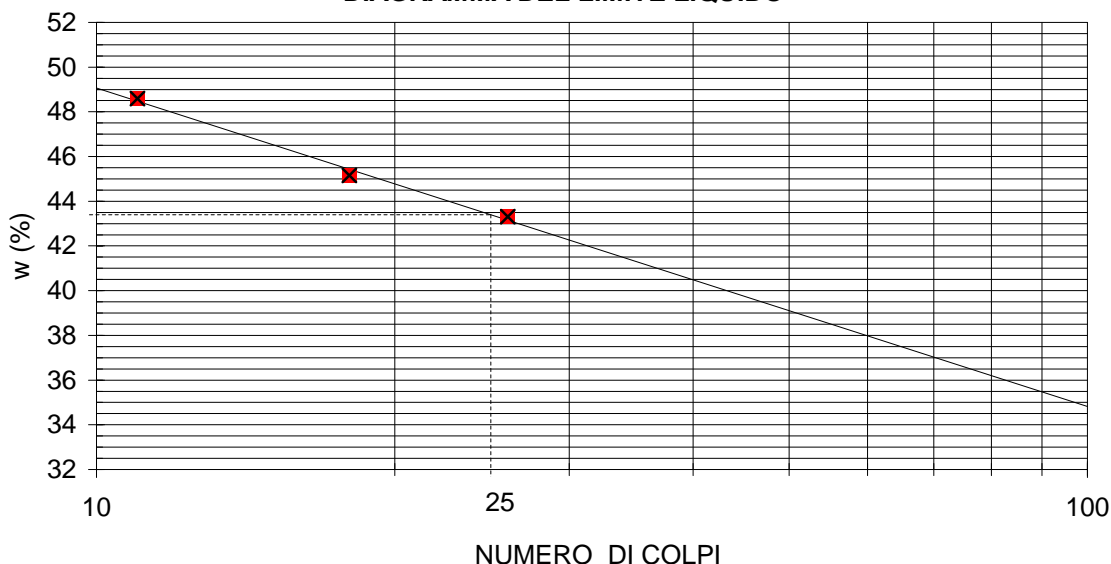
CERTIFICATO n° CSP_15/0033-03 DATA EMISSIONE 13/03/2015
 Pagina 2 di 2

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - ASTM D4318 - Metodo A

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE:** CI 3 **PROFONDITA':** 5.20 ÷ 5.80 m

| Profondità provino | m | 5.62-5.80 | | | |
|--|----|-----------|---------|---------|---|
| Determinazione | n° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Massa tara | g | 44.2777 | 35.6330 | 56.0532 | - |
| Numero colpi | - | 11 | 18 | 26 | - |
| Massa provino umido + tara | g | 74.8189 | 63.9238 | 88.3653 | - |
| Massa provino secco + tara | g | 64.8314 | 55.1230 | 78.6000 | - |
| Contenuto in acqua | % | 48.6 | 45.2 | 43.3 | - |
| Limite Liquido w_L | % | 43 | | | |

DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO



| Determinazione | n° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|----|-----------|---------|---|---|
| Massa tara | g | 20.3333 | 17.1455 | - | - |
| Massa provino umido + tara | g | 23.2892 | 19.5128 | - | - |
| Massa provino secco + tara | g | 22.7515 | 19.0890 | - | - |
| Contenuto in acqua | % | 22.2 | 21.8 | - | - |
| Limite Plastico w_P | % | 22 | | | |

| | |
|--|-----------|
| Indice di Plasticità ($w_L - w_P$) | |
| I_P | 21 |

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° : CSP_15/0033-04

COMMESSA : 15/013b VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 15/0033_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGNATARIO : personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA' : CARPI (MO)

CANTIERE : CAVATA ORIENTALE

DATA DI ACCETTAZIONE : 22/01/2015 DATA DI EMISSIONE : 13/03/2015

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 3 | Profondità : 5.20 - 5.80 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015

PRELIEVO EFFETTUATO : da SOGEO srl

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : -

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------|----------|--------------------------|
| GRA | Analisi granulometrica | 1 | ASTM D 422 |

DATA INIZIO PROVA: 03/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 10/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

CERTIFICATO n° CSP_15/0033-04

DATA EMISSIONE

13/03/2015

Pagina 2 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

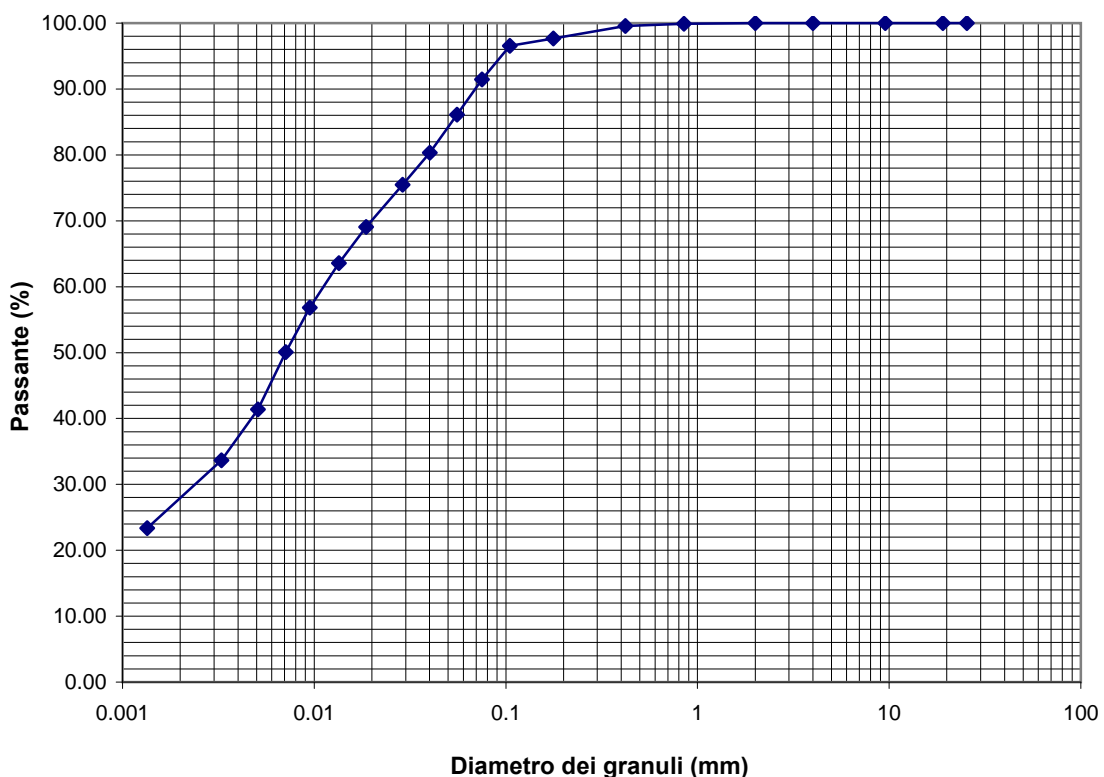
SONDAGGIO : S3

CAMPIONE: CI 3

PROFONDITA': 5.20 ÷ 5.80 m

| ANALISI PER VAGLIATURA | | | | ANALISI PER SEDIMENTAZIONE | |
|----------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| massa provino - 378.75 g | | | | massa provino 44.73 g | |
| profondità provino 5.62 ÷ 5.80 m | | | | profondità provino 5.62 ÷ 5.80 m | |
| VAGLI | APERTURA mm | PASSANTE % in peso | TRATTENUTO % in peso | G _s 2.741 - determinato | |
| | | | | Riferimento: CSP_15/0033-02 | |
| 1 1/2 " | 38.1 | - | - | eseguita sul passante al vaglio 200 | |
| 1 " | 25.4 | 100.00 | 0.00 | aerometro ASTM 151H | |
| 3/4 " | 19.05 | 100.00 | 0.00 | DIAMETRO EQUIVALENTE | |
| 3/8 " | 9.525 | 100.00 | 0.00 | D (mm) | % IN PESO PIU' FINE DI D |
| 5 | 4 | 100.00 | 0.00 | 0.05556 | 86.12 |
| 10 | 2 | 100.00 | 0.00 | 0.04014 | 80.33 |
| 20 | 0.85 | 99.89 | 0.11 | 0.02888 | 75.50 |
| 30 | 0.59 | - | - | 0.01867 | 69.06 |
| 40 | 0.42 | 99.57 | 0.32 | 0.01344 | 63.58 |
| 50 | 0.297 | - | - | 0.00948 | 56.82 |
| 80 | 0.177 | 97.66 | 1.90 | 0.00710 | 50.06 |
| 100 | 0.149 | - | - | 0.00508 | 41.37 |
| 140 | 0.105 | 96.56 | 1.10 | 0.00329 | 33.64 |
| 200 | 0.075 | 91.47 | 5.09 | 0.00135 | 23.34 |

| ARGILLA | LIMO | | | SABBIA | | | GHIAIA | | | CIOTTOLI |
|---------|------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|----------|
| | Fine | Medio | Gross. | Fine | Media | Gross. | Fine | Media | Gross. | |



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° : CSP_15/0033-05**COMMESSA :** 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0033_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** CAVATA ORIENTALE**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 3 | Profondità : 5.20 - 5.80 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| TCU | Prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata | 3 | ASTM D 4767 |
| CTX | Calcolo tempi di consolidazione su provini per prova triassiale | 1 | ASTM D 2435 |

DATA INIZIO PROVA: 03/03/2005

DATA TERMINE PROVA: 05/03/2005

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE



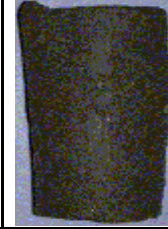
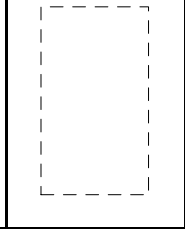
SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| CERTIFICATO n° | CSP_15/0033-05 | DATA EMISSIONE: | 13/03/2015 |
| | | | Pag. 2 di 5 |

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

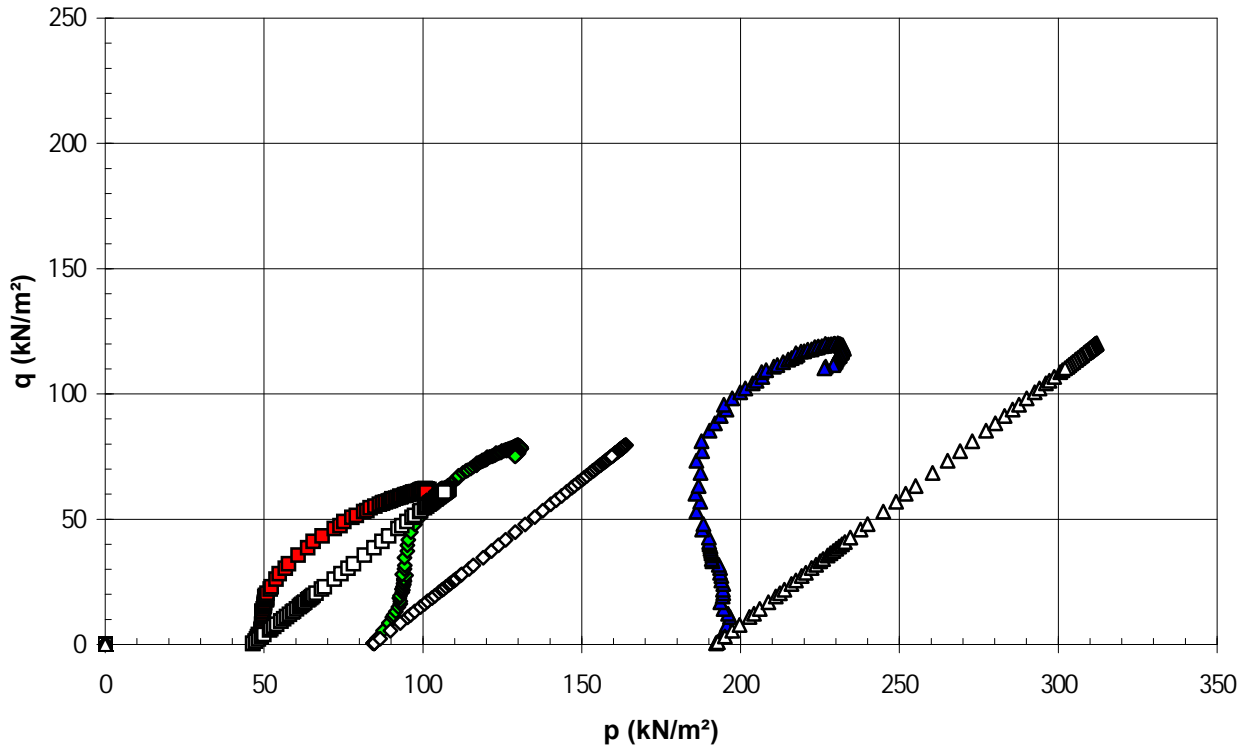
SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE** : Cl 3 **PROFONDITA'**: 5.20 ÷ 5.80 m

| PROVINO | n° | 1 | 2 | 3 | - |
|---|---------|--|---|--|--|
| Profondità provino | da m | 5.71 | 5.71 | 5.62 | - |
| Profondità provino | a m | 5.80 | 5.80 | 5.71 | - |
| Condizione del provino | - | indisturbato | indisturbato | indisturbato | - |
| Diametro iniziale provino | mm | 38.10 | 38.10 | 38.10 | - |
| Altezza iniziale provino | mm | 76.20 | 76.20 | 76.20 | - |
| σ_3 iniziale | kPa | 46.00 | 84.30 | 191.90 | - |
| massimo valore ($\sigma_1 - \sigma_3$) | kN/m² | 124.48 | 159.28 | 240.45 | - |
| Correzione per filtro e membrana su ($\sigma_1 - \sigma_3$) max | kN/m² | 3 | 3 | 2 | - |
| massimo valore σ_1/σ_3 | kN/m² | 4.77 | 4.28 | 3.30 | - |
| Correzione per filtro e membrana su (σ_1/σ_3) max | kN/m² | 1 | 2 | 2 | - |
| MODALITA' DI ROTTURA | | | | | |
| Inclinazione sup. di rottura | ° sess. | - | - | 25 | - |
| Foto o rappresentazione schematica del provino | |  |  |  |  |

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

| | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ■ provino 1 (t. efficaci) | ◆ provino 2 (t. efficaci) | ▲ provino 3 (t. efficaci) |
| □ provino 1 (t. totali) | ◇ provino 2 (t. totali) | △ provino 3 (t. totali) |

STRESS PATHS



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

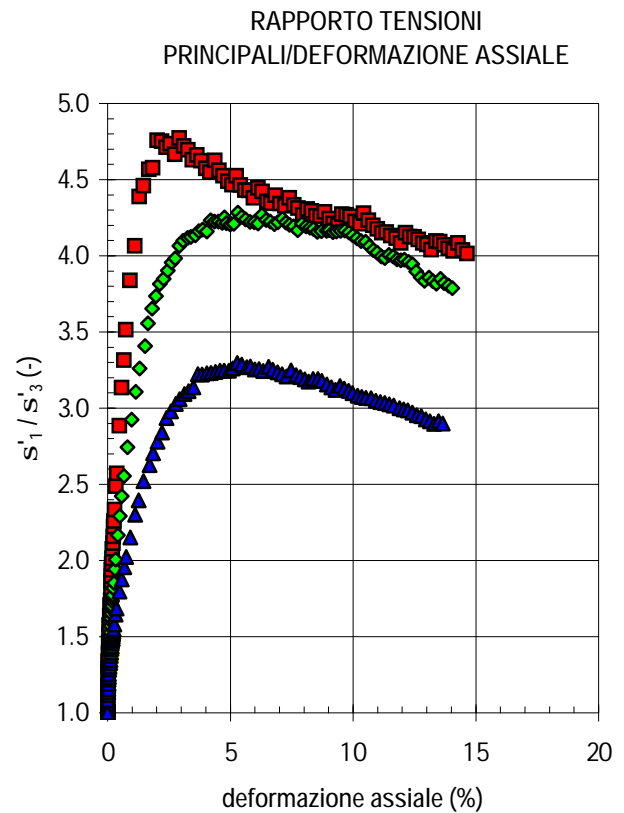
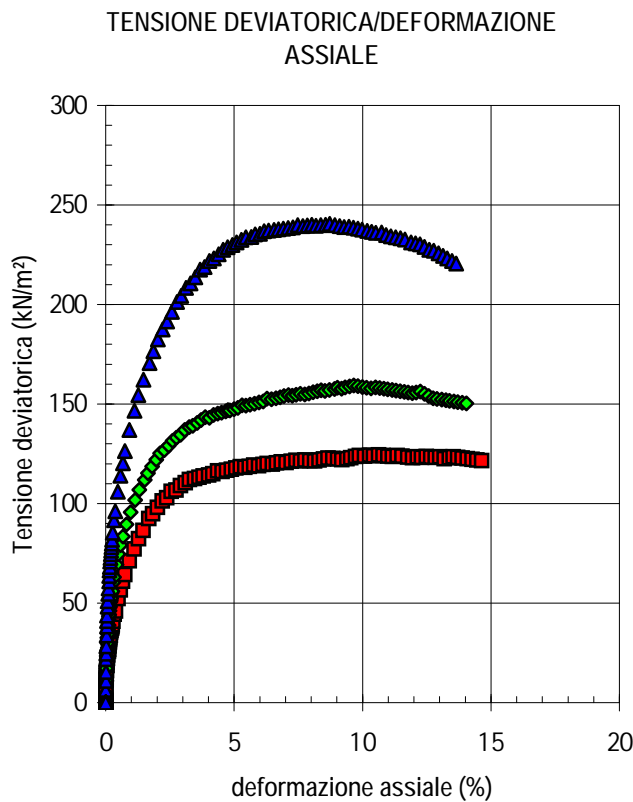
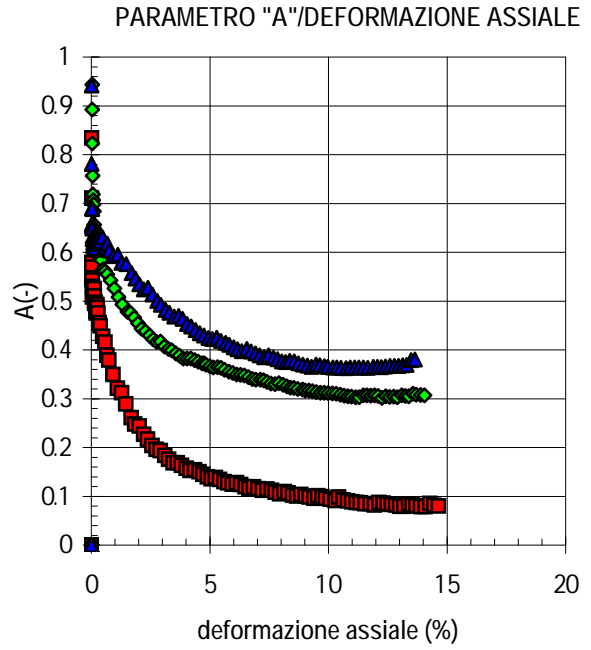
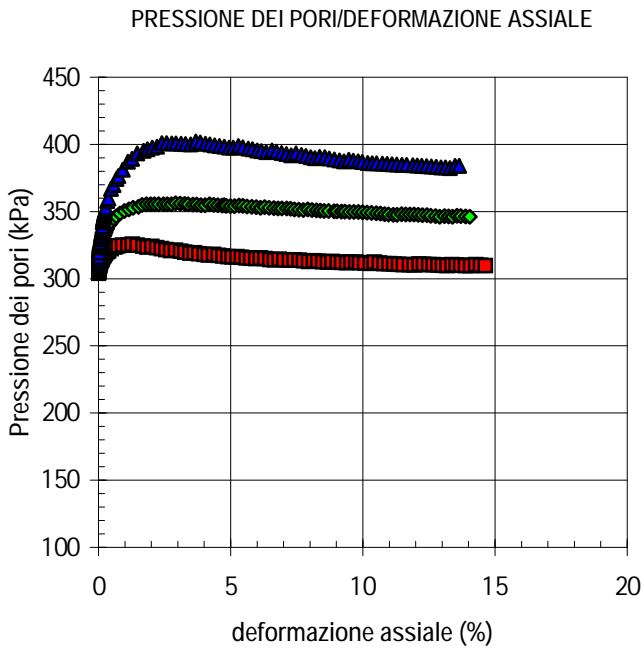
SPERIMENTATORE

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| CERTIFICATO n° | CSP_15/0033-05 | DATA EMISSIONE | 13/03/2015 |
| | | | Pag. 3 di 5 |

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE** : CI 3 **PROFONDITA'**: 5.20 ÷ 5.80 m



■ provino 1 ◆ provino 2 ▲ provino 3

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

CERTIFICATO n°

CSP_15/0033-05

DATA EMISSIONE

13/03/2015

Pag. 4 di 5

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

SONDAGGIO : S3 CAMPIONE : CI 3 PROFONDITA': 5.20 ÷ 5.80 m

| PROVINO | n° | 1 | 2 | 3 | - |
|--|--------|----------------|----------------|----------------|---|
| Profondità provino | da m | 5.71 | 5.71 | 5.62 | - |
| Profondità provino | a m | 5.80 | 5.80 | 5.71 | - |
| Condizione del provino | - | indisturbato | indisturbato | indisturbato | - |
| Diametro iniziale provino | mm | 38.10 | 38.10 | 38.10 | - |
| Altezza iniziale provino | mm | 76.20 | 76.20 | 76.20 | - |
| Massa volumica totale | kN/m³ | 18.74 | 18.71 | 19.00 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Contenuto in acqua iniziale | % | 32.03 | 31.27 | 29.82 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Massa volumica secca | kN/m³ | 14.19 | 14.25 | 14.64 | - |
| Peso sp. dei grani (determinato) | - | 2.741 | 2.741 | 2.741 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | CSP_15/0033-02 | CSP_15/0033-02 | CSP_15/0033-02 | |
| Indice dei vuoti iniziale | - | 0.891 | 0.883 | 0.834 | - |
| Grado di saturazione iniziale | % | 98.35 | 96.92 | 97.86 | - |
| Pressione pori iniziale | kPa | -0.8 | -0.6 | -1.8 | - |
| Valore di B iniziale | - | 0.91 | 0.93 | 0.80 | - |
| Pressione pori a saturazione | kPa | 318.6 | 370 | 445 | - |
| Pressione in cella finale | kPa | 350 | 400 | 500 | - |
| Valore di B a saturazione | - | 0.93 | 1.00 | 0.97 | - |
| Durata consolidazione | min | 152 | 1384 | 1370 | - |
| Pressione in cella | kPa | 350 | 400 | 500 | - |
| Contropressione | kPa | 300 | 300 | 300 | - |
| Pressione pori iniziale | kPa | 318.6 | 370 | 445 | - |
| Pressione pori finale | kPa | 302.1 | 300 | 301 | - |
| Variazione altezza provino | mm | -0.11 | 0.16 | 0.63 | - |
| Variazione volume provino | cm³ | 1.29 | 2.96 | 3.97 | - |
| t ₁₀₀ | min | - | - | 13.3 | - |
| Tempo di rottura stimato | min | - | - | 23.5 | - |
| Pressione in cella | kPa | 350 | 400 | 500 | - |
| Pressione pori iniziale | kPa | 304 | 316 | 308 | - |
| σ ₃ iniziale | kPa | 46 | 84.3 | 191.9 | - |
| Velocità pressa | mm/min | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 | - |
| massimo valore (σ ₁ - σ ₃) | kN/m² | 124 | 159 | 240 | - |
| Deformaz. assiale percentuale a (σ ₁ -σ ₃)max | % | 10.62 | 9.66 | 8.73 | - |
| Tempo per il raggiungimento di (σ ₁ -σ ₃)max | min | 810 | 824 | 660 | - |
| Correzione per filtro e membrana su (σ ₁ -σ ₃)max | kN/m² | 3 | 3 | 2 | - |
| Pressione pori a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | kPa | 312 | 350 | 390 | - |
| Valore di A a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | - | 0.09 | 0.31 | 0.37 | - |
| p' a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | kN/m² | 101 | 130 | 231 | - |
| q a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | kN/m² | 62 | 80 | 120 | - |
| massimo valore σ ₁ /σ ₃ | kN/m² | 5 | 4 | 3 | - |
| Deformaz. assiale percentuale a (σ ₁ /σ ₃)max | % | 2.91 | 5.31 | 5.29 | - |
| Correzione per filtro e membrana su (σ ₁ /σ ₃)max | kN/m² | 1 | 2 | 2 | - |
| Pressione pori a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | kPa | 321 | 355 | 399 | - |
| Valore di A a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | - | 0.19 | 0.36 | 0.43 | - |
| p' a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | kN/m² | 83 | 120 | 217 | - |
| q a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | kN/m² | 55 | 75 | 116 | - |
| Massa volumica totale finale | kN/m³ | 18.92 | 19.10 | 19.54 | - |
| Contenuto in acqua finale | % | 31.36 | 29.47 | 27.36 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Massa volumica secca finale | kN/m³ | 14.40 | 14.75 | 15.34 | - |
| Indice dei vuoti finale | - | 0.864 | 0.820 | 0.750 | - |
| Grado di saturazione finale | % | 99.35 | 98.39 | 99.86 | - |

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

CERTIFICATO n°
CSP_15/0033-05
DATA EMISSIONE
13/03/2015

Pag. 5 di 5

PROVA TRIASSIALE
CIU
SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE :** CI 3 **PROFONDITA' :** 5.20 ÷ 5.80 m

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)

 RELATIVI ALL' INCREMENTO DI s'_3 da **50** kPa a **200** kPa

 PROVINO n. **3** PROFONDITA' da 5.62 m a 5.71 m

Condizioni di drenaggio del provino: 2 estremità e radiale

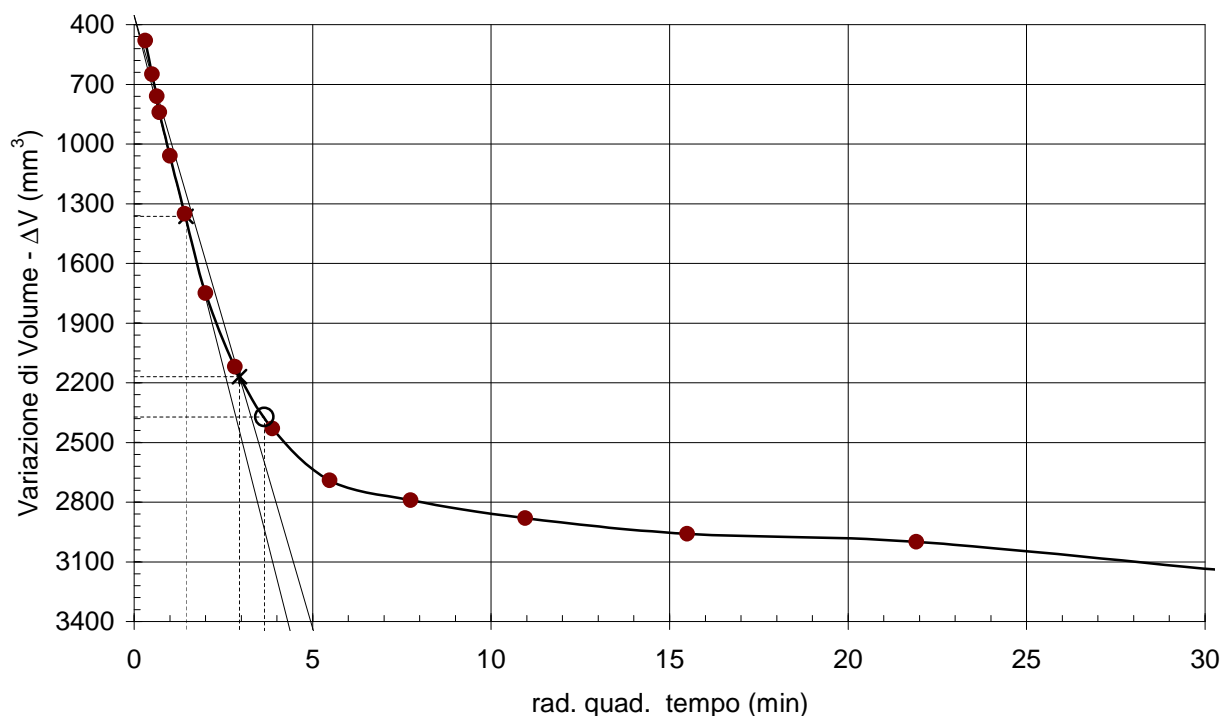
VALORI MISURATI

| Tempo (min) | ΔV (mm ³) | ΔH (mm) | Tempo (min) | ΔV (mm ³) | ΔH (mm) |
|-------------|-------------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------|-----------------|
| 0.1 | 480 | 0.096 | 960 | 3150 | 1.413 |
| 0.25 | 650 | 0.138 | 1370 | 3240 | 1.422 |
| 0.4 | 760 | 0.163 | - | - | - |
| 0.5 | 840 | 0.171 | - | - | - |
| 1 | 1060 | 0.202 | - | - | - |
| 2 | 1350 | 0.271 | - | - | - |
| 4 | 1750 | 0.326 | - | - | - |
| 8 | 2120 | 0.404 | - | - | - |
| 15 | 2430 | 0.474 | - | - | - |
| 30 | 2690 | 0.521 | - | - | - |
| 60 | 2790 | 0.533 | - | - | - |
| 120 | 2880 | 0.542 | - | - | - |
| 240 | 2960 | 0.550 | - | - | - |
| 480 | 3000 | 0.557 | - | - | - |

VALORI CALCOLATI

| | | |
|---|---|---------|
| t_{90} (min) | = | 8.7 |
| u_{v190} (mm) | = | 2170 |
| t_{50} (min) | = | 2.1 |
| u_{v150} (mm) | = | 1363 |
| t_{100} (min) | = | 13.3 |
| u_{v1100} (mm) | = | 2372 |
| Tempo per il raggiungimento della rottura | | |
| t_f (min) | = | 23.5 |
| deformazione a rottura ipotizzata | | |
| def. (mm) | = | 6.0 |
| velocità di rottura calcolata | | |
| v (mm/min) | = | 0.25512 |
| m_{vi} (m ² /MN) | = | 0.3047 |

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

PROVA TRIASSIALE CIU (ASTM D 4767) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pag. 1 di 1

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: CAVATA ORIENTALE

DATA EMISSIONE: 13/03/2015

SONDAGGIO: S3

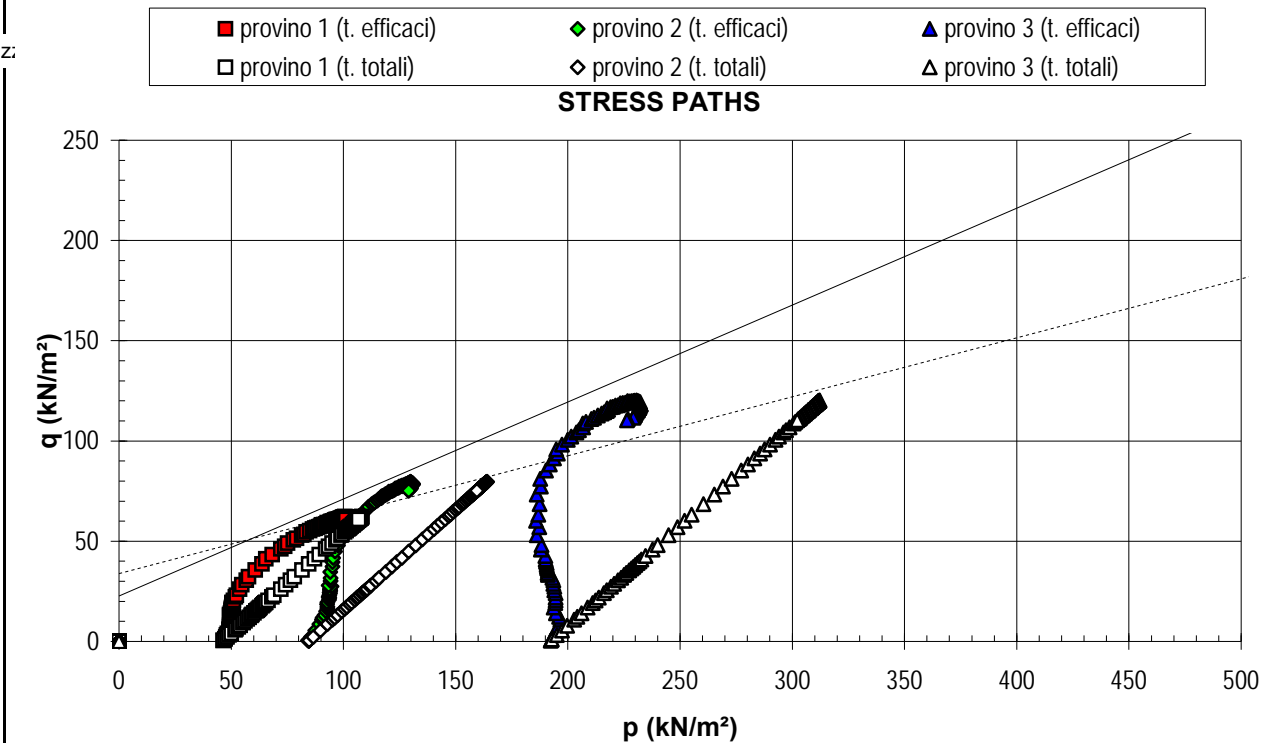
CAMPIONE: CI 3

PROFONDITA': da m 5.20 a m 5.80

L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.

| Risultati della regressione lineare | Tensioni efficaci ———— | | Tensioni totali - - - - - | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
| | Intercetta asse y | inclinaz. retta | Intercetta asse y | inclinaz. retta |
| | (kN/m ²) | (° sess.) | (kN/m ²) | (° sess.) |
| | 22.71 | 25.80 | 33.77 | 16.39 |

Regressione lineare eseguita utilizzando tutti i provini



RIEPILOGO CERTIFICATI DI PROVADATA DI EMISSIONE: **13/03/2015**COMMESSA N°: **15/013b**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **15/0034 CSP**DATA ACCETTAZIONE: **22/01/2015**

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGnatARIO: personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: CAVATA ORIENTALE

SONDAGGIO: S3 CAMPIONE: CI 4

PROFONDITA' (m): 6.80-7.40 CONTENITORE /PRESTAZIONE: fustella acciaio

PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: SOGEO srl

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE: 20/01/2015

OSSERVAZIONI:

PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE

| CODICE PROVA | DESCRIZIONE SINTETICA | Q.tà | NORME DI RIFERIMENTO | CERTIFICATO DI PROVA |
|---------------------|---|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| DSC01a | Estrazione, descrizione geotecnica di campioni da fustelle e rappresentazione fotografica | 1 | ASTM D 2488-84 | CSP 15/0034-01 |
| PSG01 | Peso specifico dei grani | 1 | CNR UNI 10013 | CSP 15/0034-02 |
| LIM03 | Determinazione del Limite Liquido (multipoint-Method A) e del Limite Plastico | 1 | ASTM D 4318 | CSP 15/0034-03 |
| GRT04 | Granulometria combinata per vagliatura e sedimentazione | 1 | ASTM D 422 | CSP 15/0034-04 |
| TRX02a | Prova triassiale CIU , compresi saturazione del provino e rilievo pressioni interstiziali | 3 | ASTM D 4767 | CSP 15/0034-05 |

per SINERGEA srl

CERTIFICATO n° : CSP_15/0034-01

COMMESSA : 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0034_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGNATARIO : personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA' : CARPI (MO)

CANTIERE : CAVATA ORIENTALE

DATA DI ACCETTAZIONE : 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 4 | Profondità : 6.80 - 7.40 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015

PRELIEVO EFFETTUATO : da SOGEO srl

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : -

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|-------------------------------------|----------|--------------------------|
| DSC | Descrizione geotecnica del campione | 1 | ASTM D 2488-84 |

DATA INIZIO PROVA: 03/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 03/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

| | |
|---|----------------------------------|
| CERTIFICATO n° CSP_15/0034-01 | DATA EMISSIONE 13/03/2015 |
| Pagina 2 di 3 | |

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE :** CI 4 **PROFONDITA' :** 6.80 ÷ 7.40 m

Data descrizione : 03/03/15 Forma del campione : cilindrica
 Qualità del campione (AGI): **Q.5.** Dimensioni del campione : L = 35 cm; φ = 8,4 cm

| Profondità | | Descrizione |
|------------|------|---|
| da m | a m | |
| 7.05 | 7.22 | Campione rimaneggiato. |
| 7.22 | 7.40 | A L / A con L di colore grigio scuro (D1fG 4/N). Presenza di veli e puntature nerastre, frustoli, veli calcarei, bioclasti, mica. Media reazione a contatto con HCl 5%. |

LEGENDA : **A** = Argilla/Argilloso **L** = Limo/Limoso **S** = Sabbia/Sabbioso **T** = Torba/Torboso
 G = Ghiaia/Ghiaioso **F** = Fine **M** = Medio **C** = Grossolano
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)
 ^ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

| SCHEMA DEL CAMPIONE | | P.P. (MPa) | T.V. (MPa) | PROVE ESEGUITE |
|-----------------------|-------------------------|---------------|---------------|----------------|
| Prof. Nominale (m) | Profondità reale (m) | | | |
| 6.80 | | | | |
| | 7.05 | | | |
| | 7.22 | 0.24 = | | |
| | | 0.19 ^ | | |
| 7.40 | 7.40 | | | |

LEGENDA : CNW = contenuto in acqua il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova
 MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

CERTIFICATO n° CSP_15/0034-01

DATA EMISSIONE: 13/03/2015

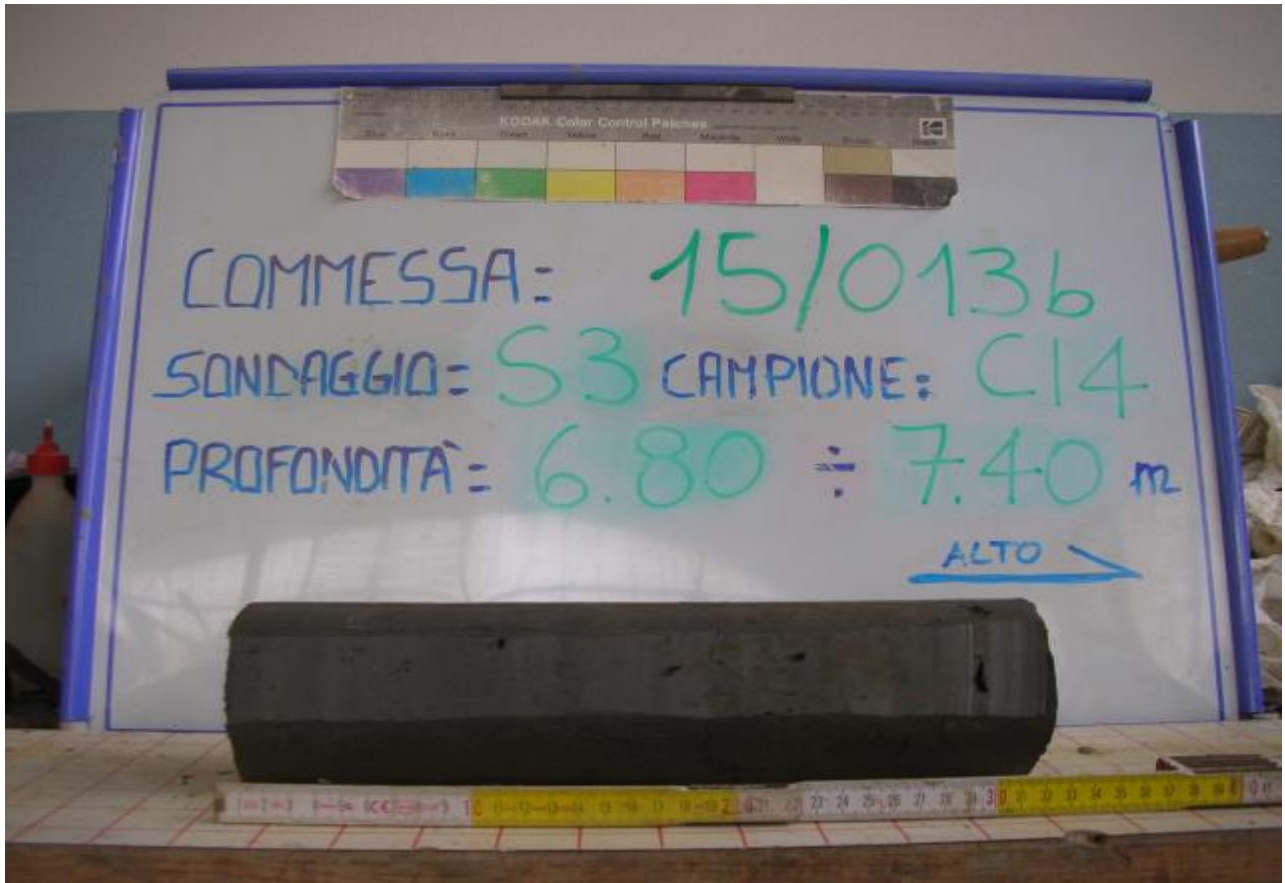
Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S3

CAMPIONE: C14

PROFONDITA': 6.80 - 7.40 m



È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n° : CSP_15/0034-02**COMMESSA : 15/013b** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 15/0034_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** CAVATA ORIENTALE**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 4 | Profondità : 6.80 - 7.40 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| PSG | Determinazione del peso specifico dei grani | 1 | CNR UNI 10013 |

DATA INIZIO PROVA: 10/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 16/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHIIL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

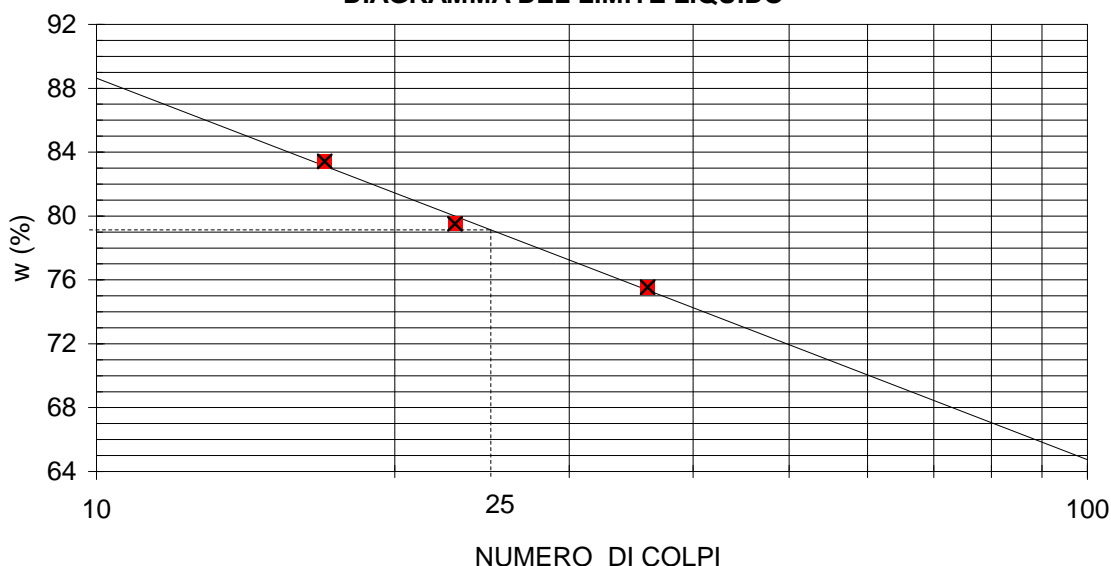
CERTIFICATO n° CSP_15/0034-03 DATA EMISSIONE 13/03/2015
 Pagina 2 di 2

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - ASTM D4318 - Metodo A

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE:** Cl 4 **PROFONDITA':** 6.80 ÷ 7.40 m

| Profondità provino | m | 7.22-7.40 | | | |
|--|----|-----------|---------|---------|---|
| Determinazione | n° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Massa tara | g | 46.3352 | 30.7905 | 41.5035 | - |
| Numero colpi | - | 17 | 23 | 36 | - |
| Massa provino umido + tara | g | 67.1782 | 53.1880 | 68.3369 | - |
| Massa provino secco + tara | g | 57.6986 | 43.2672 | 56.7896 | - |
| Contenuto in acqua | % | 83.4 | 79.5 | 75.5 | - |
| Limite Liquido w_L | % | 79 | | | |

DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO



| Determinazione | n° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|----|-----------|---------|---|---|
| Massa tara | g | 13.3651 | 13.4175 | - | - |
| Massa provino umido + tara | g | 15.6418 | 15.8202 | - | - |
| Massa provino secco + tara | g | 15.1090 | 15.2727 | - | - |
| Contenuto in acqua | % | 30.6 | 29.5 | - | - |
| Limite Plastico w_P | % | 30 | | | |

| | |
|--|-----------|
| Indice di Plasticità ($w_L - w_P$) | |
| I_P | 49 |

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° : CSP_15/0034-04

COMMESSA : 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0034_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGNATARIO : personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA' : CARPI (MO)

CANTIERE : CAVATA ORIENTALE

DATA DI ACCETTAZIONE : 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : fustella di acciaio

| | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Sondaggio : S3 | Campione : Cl 4 | Profondità : 6.80 - 7.40 | m |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|

DATA PRELIEVO : 20/01/2015

PRELIEVO EFFETTUATO : da SOGEO srl

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : -

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------|----------|--------------------------|
| GRA | Analisi granulometrica | 1 | ASTM D 422 |

DATA INIZIO PROVA: 04/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 12/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

CERTIFICATO n° CSP_15/0034-04

DATA EMISSIONE

13/03/2015

Pagina 2 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA

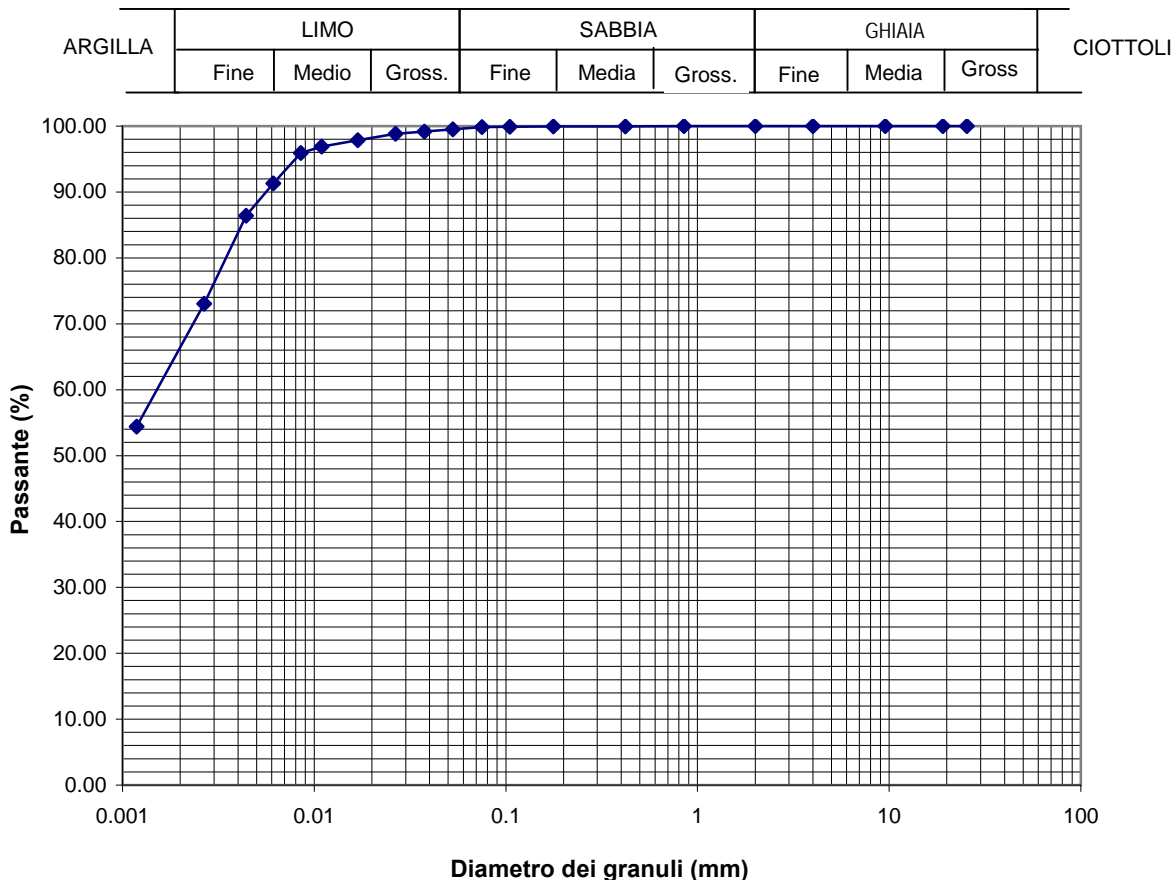
ASTM D 422

SONDAGGIO : S3

CAMPIONE: CI 4

PROFONDITA': 6.80 ÷ 7.40 m

| ANALISI PER VAGLIATURA | | | | ANALISI PER SEDIMENTAZIONE | |
|----------------------------------|-------------|--------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| massa provino - 273.03 g | | | | massa provino 48.12 g | |
| profondità provino 7.22 ÷ 7.40 m | | | | profondità provino 7.22 ÷ 7.40 m | |
| VAGLI | APERTURA mm | PASSANTE % in peso | TRATTENUTO % in peso | G _s 2.741 - determinato | |
| | | | | Riferimento: CSP_15/0034-02 | |
| 1 1/2 " | 38.1 | - | - | eseguita sul passante al vaglio 200 | |
| 1 " | 25.4 | 100.00 | 0.00 | aerometro ASTM 151H | |
| 3/4 " | 19.05 | 100.00 | 0.00 | DIAMETRO EQUIVALENTE | |
| 3/8 " | 9.525 | 100.00 | 0.00 | D (mm) | % IN PESO PIU' FINE DI D |
| 5 | 4 | 100.00 | 0.00 | 0.05299 | 99.49 |
| 10 | 2 | 100.00 | 0.00 | 0.03752 | 99.16 |
| 20 | 0.85 | 99.99 | 0.01 | 0.02656 | 98.84 |
| 30 | 0.59 | - | - | 0.01687 | 97.86 |
| 40 | 0.42 | 99.97 | 0.02 | 0.01093 | 96.88 |
| 50 | 0.297 | - | - | 0.00850 | 95.90 |
| 80 | 0.177 | 99.93 | 0.04 | 0.00612 | 91.32 |
| 100 | 0.149 | - | - | 0.00441 | 86.42 |
| 140 | 0.105 | 99.91 | 0.02 | 0.00267 | 73.03 |
| 200 | 0.075 | 99.86 | 0.05 | 0.00119 | 54.40 |



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

CERTIFICATO n° : CSP_15/0034-05**COMMESSA :** 15/013b **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0034_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** CAVATA ORIENTALE**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio**Sondaggio :** S3 **Campione :** Cl 4 **Profondità :** 6.80 - 7.40 m**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| TCU | Prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata | 3 | ASTM D 4767 |
| CTX | Calcolo tempi di consolidazione su provini per prova triassiale | 1 | ASTM D 2435 |

DATA INIZIO PROVA: 03/03/2005

DATA TERMINE PROVA: 09/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

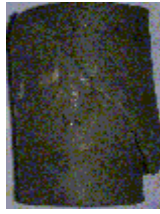



SPERIMENTATORE
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| CERTIFICATO n° | CSP_15/0034-05 | DATA EMISSIONE: | 13/03/2015 |
| | | | Pag. 2 di 5 |

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

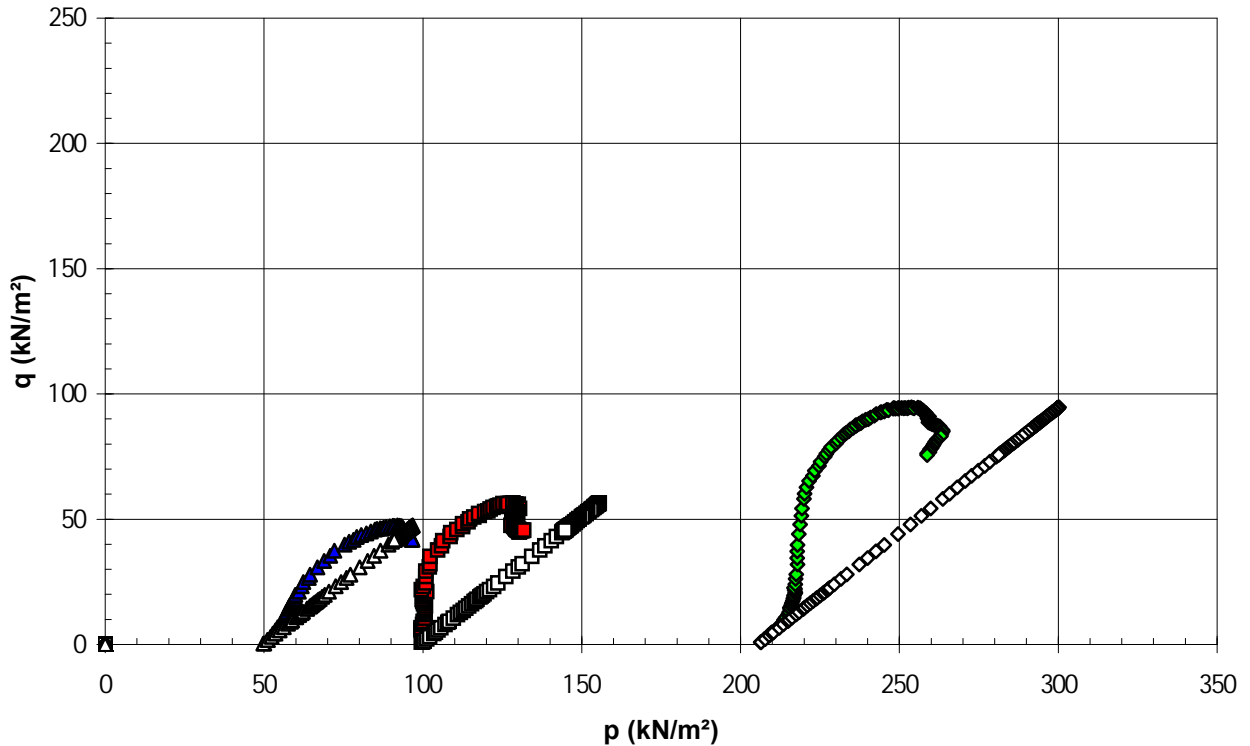
SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE** : CI 4 **PROFONDITA'**: 6.80 ÷ 7.40 m

| PROVINO | n° | 1 | 2 | 3 | - |
|---|---------|--|---|--|--|
| Profondità provino | da m | 7.22 | 7.22 | 7.31 | - |
| Profondità provino | a m | 7.31 | 7.31 | 7.40 | - |
| Condizione del provino | - | indisturbato | indisturbato | indisturbato | - |
| Diametro iniziale provino | mm | 38.10 | 38.10 | 38.10 | - |
| Altezza iniziale provino | mm | 76.20 | 76.20 | 62.75 | - |
| σ'_3 iniziale | kPa | 99.10 | 205.50 | 49.30 | - |
| massimo valore ($\sigma_1 - \sigma_3$) | kN/m² | 112.99 | 189.39 | 94.97 | - |
| Correzione per filtro e membrana su ($\sigma_1 - \sigma_3$) max | kN/m² | 2 | 2 | 1 | - |
| massimo valore σ'_1/σ'_3 | kN/m² | 2.63 | 2.23 | 3.36 | - |
| Correzione per filtro e membrana su (σ'_1/σ'_3) max | kN/m² | 1 | 2 | 1 | - |
| MODALITA' DI ROTTURA | | | | | |
| Inclinazione sup. di rottura | ° sess. | 36 | 35 | 32 | - |
| Foto o rappresentazione schematica del provino | |  |  |  |  |

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ■ provino 1 (t. efficaci) | ◆ provino 2 (t. efficaci) | ▲ provino 3 (t. efficaci) |
| □ provino 1 (t. totali) | ◇ provino 2 (t. totali) | △ provino 3 (t. totali) |

STRESS PATHS



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| CERTIFICATO n° | CSP_15/0034-05 | DATA EMISSIONE | 13/03/2015 |
| | | | Pag. 3 di 5 |

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

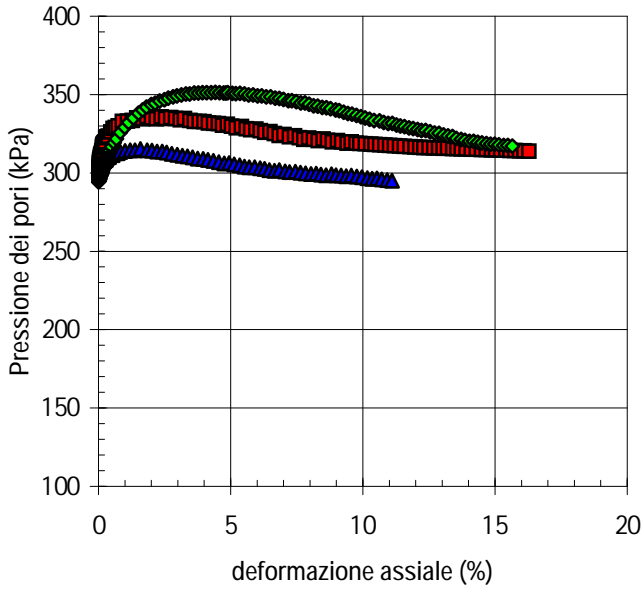
ASTM D 4767

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE** : CI 4

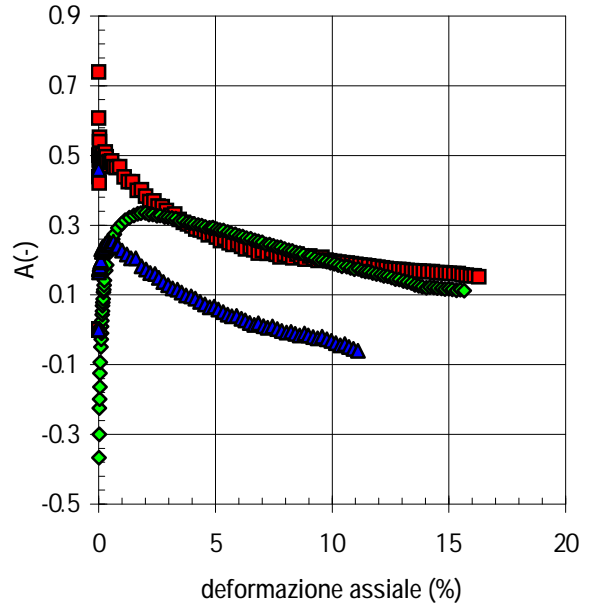
PROFONDITA': 6.80 ÷ 7.40 m

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

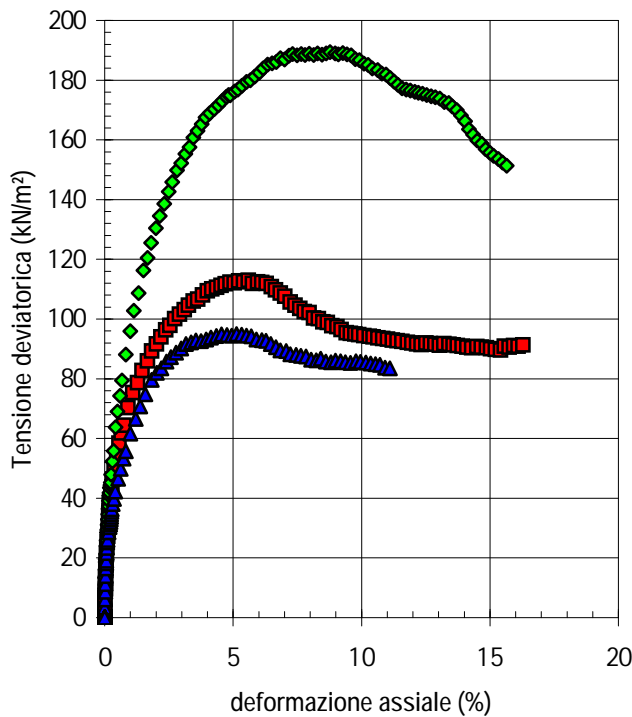
PRESSIONE DEI PORI/DEFORMAZIONE ASSIALE



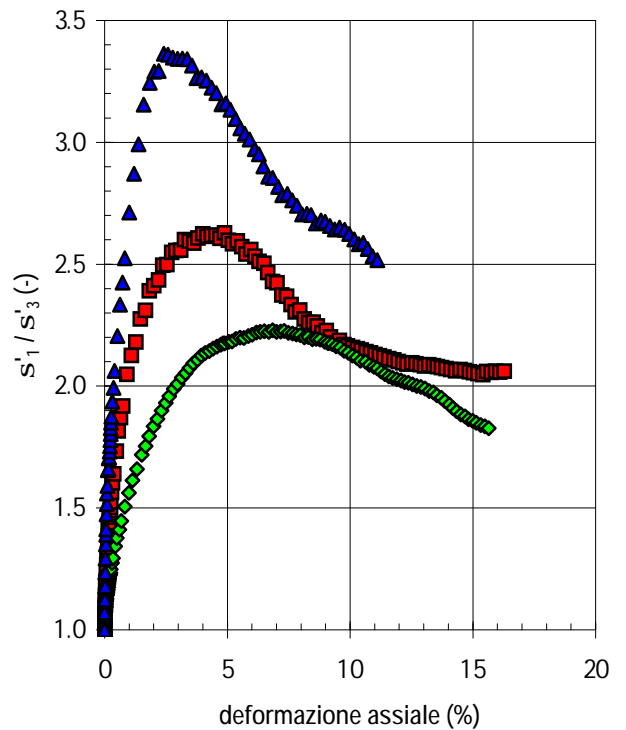
PARAMETRO "A"/DEFORMAZIONE ASSIALE



TENSIONE DEVIATORICA/DEFORMAZIONE ASSIALE



RAPPORTO TENSIONI PRINCIPALI/DEFORMAZIONE ASSIALE



■ provino 1
 ◆ provino 2
 ▲ provino 3

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| CERTIFICATO n° | CSP_15/0034-05 | DATA EMISSIONE | 13/03/2015 |
| | | | Pag. 4 di 5 |

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE** : CI 4 **PROFONDITA'**: 6.80 ÷ 7.40 m

| | n° | 1 | 2 | 3 | - |
|--|--------|----------------|----------------|----------------|---|
| PROVINO | n° | 1 | 2 | 3 | - |
| Profondità provino | da m | 7.22 | 7.22 | 7.31 | - |
| Profondità provino | a m | 7.31 | 7.31 | 7.40 | - |
| Condizione del provino | - | indisturbato | indisturbato | indisturbato | - |
| Diametro iniziale provino | mm | 38.10 | 38.10 | 38.10 | - |
| Altezza iniziale provino | mm | 76.20 | 76.20 | 62.75 | - |
| INIZIO PROVA | | | | | |
| Massa volumica totale | kN/m³ | 18.23 | 18.24 | 18.10 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Contenuto in acqua iniziale | % | 34.87 | 36.32 | 36.45 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Massa volumica secca | kN/m³ | 13.52 | 13.38 | 13.26 | - |
| Peso sp. dei grani (determinato) | - | 2.741 | 2.741 | 2.741 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | CSP_15/0034-02 | CSP_15/0034-02 | CSP_15/0034-02 | |
| Indice dei vuoti iniziale | - | 0.985 | 1.006 | 1.024 | - |
| Grado di saturazione iniziale | % | 96.85 | 98.84 | 97.45 | - |
| SATURAZIONE | | | | | |
| Pressione pori iniziale | kPa | -4.3 | -2.3 | -0.8 | - |
| Valore di B iniziale | - | 0.56 | 0.62 | 0.59 | - |
| Pressione pori a saturazione | kPa | 347.9 | 448 | 348 | - |
| Pressione in cella finale | kPa | 450 | 500 | 400 | - |
| Valore di B a saturazione | - | 0.94 | 0.98 | 0.96 | - |
| CONSOLIDAZIONE | | | | | |
| Durata consolidazione | min | - | 1367 | - | - |
| Pressione in cella | kPa | 400 | 500 | 350 | - |
| Contropressione | kPa | 300 | 300 | 300 | - |
| Pressione pori iniziale | kPa | 300.9 | 448 | 301 | - |
| Pressione pori finale | kPa | 300.9 | 300 | 301 | - |
| Variazione altezza provino | mm | 0.06 | 0.80 | -0.15 | - |
| Variazione volume provino | cm³ | 0.33 | 2.25 | -0.83 | - |
| t ₁₀₀ | min | - | 96.0 | - | - |
| Tempo di rottura stimato | min | - | 169.5 | - | - |
| COMPRESSIONE | | | | | |
| Pressione in cella | kPa | 400 | 500 | 350 | - |
| Pressione pori iniziale | kPa | 300.9 | 295 | 301 | - |
| σ ₃ iniziale | kPa | 99.1 | 205.5 | 49.3 | - |
| Velocità pressa | mm/min | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 | - |
| massimo valore (σ ₁ - σ ₃) | kN/m² | 113 | 189 | 95 | - |
| Deformaz. assiale percentuale a (σ ₁ -σ ₃)max | % | 5.59 | 8.78 | 5.13 | - |
| Tempo per il raggiungimento di (σ ₁ -σ ₃)max | min | 428 | 741 | 361 | - |
| Correzione per filtro e membrana su (σ ₁ -σ ₃)max | kN/m² | 2 | 2 | 1 | - |
| Pressione pori a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | kPa | 328 | 341 | 306 | - |
| Valore di A a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | - | 0.25 | 0.22 | 0.06 | - |
| p' a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | kN/m² | 128 | 254 | 92 | - |
| q a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max | kN/m² | 56 | 95 | 47 | - |
| massimo valore σ ₁ /σ ₃ | kN/m² | 3 | 2 | 3 | - |
| Deformaz. assiale percentuale a (σ ₁ /σ ₃)max | % | 4.88 | 6.84 | 2.41 | - |
| Correzione per filtro e membrana su (σ ₁ /σ ₃)max | kN/m² | 1 | 2 | 1 | - |
| Pressione pori a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | kPa | 331 | 348 | 314 | - |
| Valore di A a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | - | 0.28 | 0.25 | 0.16 | - |
| p' a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | kN/m² | 125 | 246 | 79 | - |
| q a rottura a (σ ₁ /σ ₃)max | kN/m² | 56 | 94 | 43 | - |
| FINE PROVA | | | | | |
| Massa volumica totale finale | kN/m³ | 18.38 | 18.49 | 18.12 | - |
| Contenuto in acqua finale | % | 35.48 | 34.52 | 38.26 | - |
| <i>Riferimento Certificato</i> | | | | | |
| Massa volumica secca finale | kN/m³ | 13.57 | 13.74 | 13.11 | - |
| Indice dei vuoti finale | - | 0.978 | 0.953 | 1.048 | - |
| Grado di saturazione finale | % | 99.26 | 99.11 | 99.91 | - |

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

CERTIFICATO n° **CSP_15/0034-05** **DATA EMISSIONE** **13/03/2015**
 Pag. 5 di 5

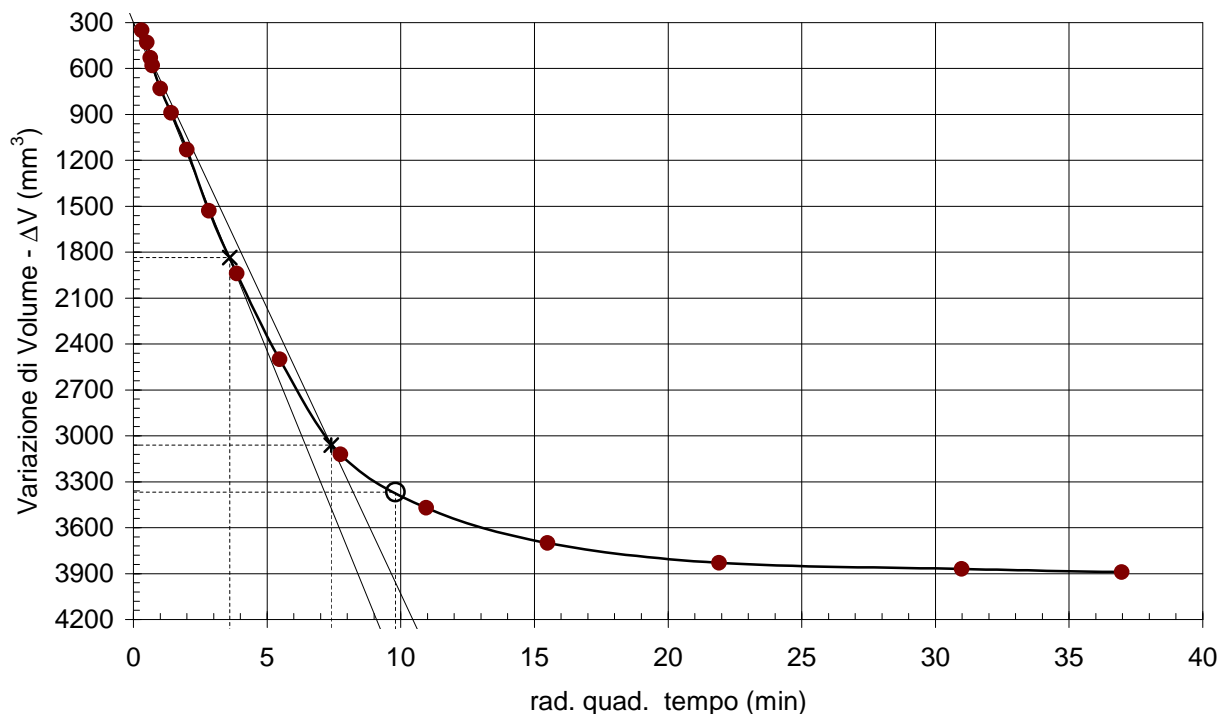
PROVA TRIASSIALE CIU

SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE :** CI 4 **PROFONDITA' :** 6.80 ÷ 7.40 m

| DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96) | | | | | |
|--|-------------|----|--------|---|---------|
| RELATIVI ALL' INCREMENTO DI s'_3 | | da | 50 kPa | a | 200 kPa |
| PROVINO n. 2 | PROFONDITA' | da | 7.22 m | a | 7.31 m |
| Condizioni di drenaggio del provino: 2 estremità e radiale | | | | | |

| VALORI MISURATI | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------|-----------------|
| Tempo (min) | ΔV (mm ³) | ΔH (mm) | Tempo (min) | ΔV (mm ³) | ΔH (mm) |
| 0.1 | 350 | 0.064 | 960 | 3870 | 1.532 |
| 0.25 | 430 | 0.076 | 1367 | 3890 | 1.547 |
| 0.4 | 530 | 0.083 | - | - | - |
| 0.5 | 580 | 0.086 | - | - | - |
| 1 | 730 | 0.110 | - | - | - |
| 2 | 890 | 0.148 | - | - | - |
| 4 | 1130 | 0.203 | - | - | - |
| 8 | 1530 | 0.282 | - | - | - |
| 15 | 1940 | 0.397 | - | - | - |
| 30 | 2500 | 0.535 | - | - | - |
| 60 | 3120 | 0.669 | - | - | - |
| 120 | 3470 | 0.749 | - | - | - |
| 240 | 3700 | 0.782 | - | - | - |
| 480 | 3830 | 0.801 | - | - | - |

| VALORI CALCOLATI | | |
|---|---|--------|
| t_{90} (min) | = | 54.8 |
| a_{v190} (mm) | = | 3061 |
| t_{50} (min) | = | 13.0 |
| a_{v150} (mm) | = | 1834 |
| t_{100} (min) | = | 96.0 |
| d_{v1100} (mm) | = | 3368 |
| Tempo per il raggiungimento della rottura t_f (min) = 169.5 | | |
| deformazione a rottura ipotizzata def. (mm) = 6.0 | | |
| velocità di rottura calcolata v (mm/min) = 0.03539 | | |
| m_{vi} (m ² /MN) | = | 0.1724 |



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

PROVA TRIASSIALE CIU (ASTM D 4767) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pag. 1 di 1

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: CAVATA ORIENTALE

DATA EMISSIONE: 13/03/2015

SONDAGGIO: S3

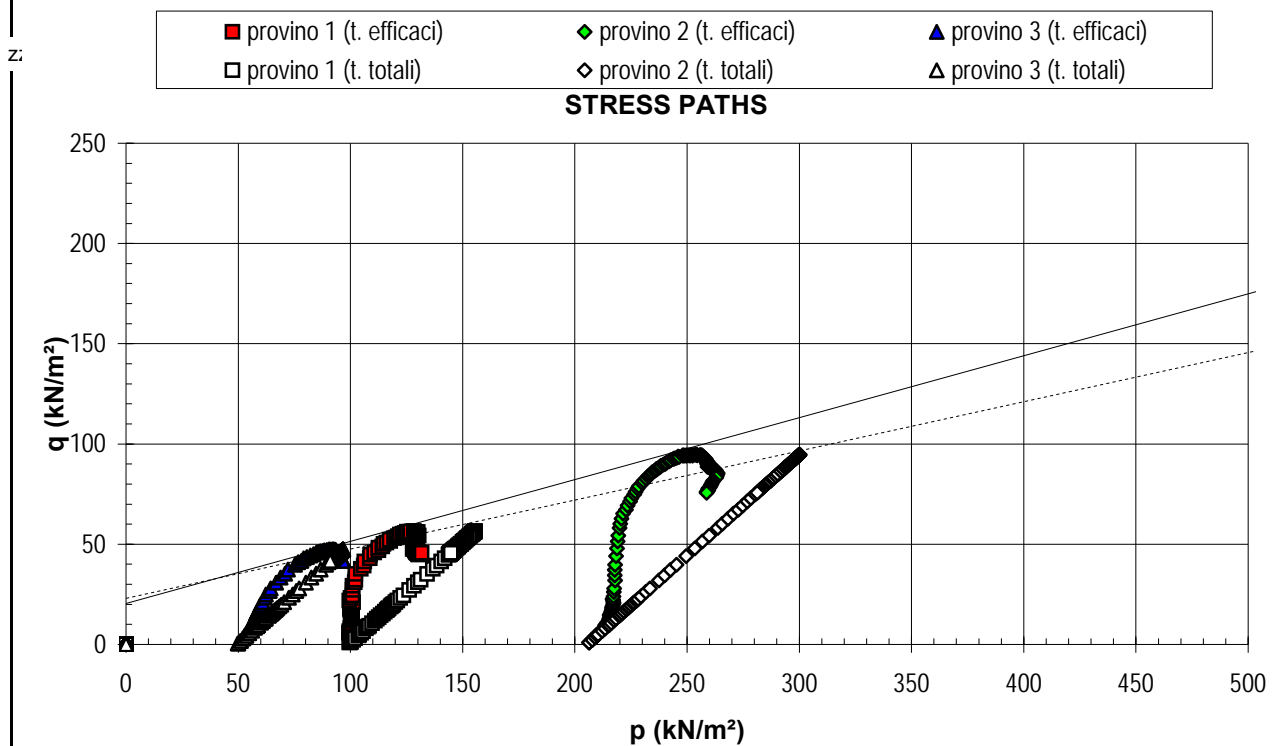
CAMPIONE: CI 4

PROFONDITA': da m 6.80 a m 7.40

L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.

| Risultati della regressione lineare | Tensioni efficaci ———— | | Tensioni totali - - - - - | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
| | Intercetta asse y | inclinaz. retta | Intercetta asse y | inclinaz. retta |
| | (kN/m ²) | (° sess.) | (kN/m ²) | (° sess.) |
| | 20.50 | 17.16 | 23.02 | 13.78 |

Regressione lineare eseguita utilizzando tutti i provini



RAPPORTO DI PROVA n°

RSP_15/0067-01

DATA EMISSIONE:

13/03/2015

Pag 2 di 2

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICO - VOLUMETRICHE

SONDAGGIO :

S3

CAMPIONE:

Cl 4

PROFONDITA':

6.80 ÷

7.40 m

PROFONDITA' PROVINO

da m

7.22

a m

7.40

| | | | |
|--|------------------|----------------------|---------|
| Umidità naturale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0034-05</i> | w | (%) | 35.88 |
| Massa volumica totale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0034-05</i> | g | (Mg/m ³) | 1.855 |
| Massa volumica secca | gd | (Mg/m ³) | 1.365 |
| Peso specifico dei grani <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0034-02</i> | G _s | - | 2.741 |
| Massa volumica della parte solida | gs | (Mg/m ³) | 2.737 |
| Temperatura dell' acqua | T | °C | 18 |
| Massa volumica H ₂ O alla temperatura T | g _w | Mg/m ³ | 0.99862 |
| Indice dei vuoti | e | - | 1.005 |
| Porosità | n | (%) | 50.13 |
| Grado di saturazione | S | (%) | 97.72 |
| Massa volumica del terreno saturo | g _{sat} | (Mg/m ³) | 1.868 |

NOTA:

Valori calcolati in base ai valori medi di contenuto in acqua e peso di volume dei tre provini sottoposti a prova triassiale

Sperimentatore

ALLEGATO 8
INDAGINE SISMICA CON METODO MASW – RELAZIONE TECNICA

REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI MODENA E REGGIO EMILIA

**INDAGINE GEOFISICA
CON METODO SISMICO MASW
RELAZIONE TECNICA**

A cura di:
Dott. Geol. G. Vaccari

MARZO 2015

INDICE

| | |
|--|---|
| INTRODUZIONE | 3 |
| 1.1 METODO DI INDAGINE | 3 |
| 1.2 STRUMENTAZIONE | 4 |
| 1.3 ELABORAZIONE | 5 |
| 1.4 RISULTATI - DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE | 7 |

INTRODUZIONE

Su incarico della Dott.sa Geol. Claudia Borelli, è stata eseguita, in corrispondenza di argini di canali gestiti dal Consorzio di Bonifica Emilia Centrale, una campagna sismica con metodo MASW di tipo attivo. L'indagine è consistita nell'esecuzione di n. 4 MASW ed è stata svolta con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri a partire da piano campagna (V_{s30}), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio (N.T.C. 23/09/05), al D.M. 14/01/08 ("Nuove norme tecniche per la costruzione") ed alla delibera G.R.E.R. (n. 1677 del 24/10/05).

Di seguito si riportano la metodologia della ricerca e i risultati dell'indagine eseguita.

1.1 METODO DI INDAGINE

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (V_s) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (V_s), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (V_p).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto sono stati eseguiti n. 4 stendimenti di 24 geofoni, utilizzando tutto lo spazio a disposizione, con spaziatura tra i geofoni di 2,0 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 2,0 m, 5,0 m e 10,0 metri dal primo geofono.

1.2 STRUMENTAZIONE

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "PASI 16S24-U", dotato di 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di

software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtraggi delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori sismogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza del peso di 8 kg e una piastra di battuta di alluminio.

1.3 ELABORAZIONE

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*Winmasw 4.8 – Eliosoft*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il "rumore" ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare il sismogramma nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtraggi "passa basso", "passa alto", "passa banda", "taglia banda", il "muting" e l'ACG. Inoltre tramite le curve di attenuazione delle onde superficiale è possibile valutare con maggior precisione la qualità dei dati acquisiti.

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.

Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente del modo fondamentale e, ove possibile, dei modi superiori.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di procedimenti calcolo e algoritmi genetici di inversione (global-search methods), che gestiscono all'intero di un "spazio di ricerca", modelli caratterizzati da parametri velocità di taglio (V_s) e spessori degli strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di

volume (V_p) che, assieme a spessore degli sismostrati e relative V_s , possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello di inversione in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata. Viene inoltre restituita una stima dell'attendibilità (deviazione standard) del modello proposto ottenuta con tecniche statistiche.

Avendo a disposizione informazioni aggiuntive, quali ad esempio prove penetrometriche statiche CPT, è stato possibile impostare un modello geologico\geofisico con il quale definire parametri quali lo spessore degli strati e coefficiente di Poisson. Tale modello consente una più accurata inversione dei dati di campagna e di conseguenza una migliore definizione della sismostratigrafia del sito.

In conclusione viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio (V_s) in funzione della profondità, con relativa tabella, calcolo delle V_{s30} e correlazione al tipo di terreno, come da normativa.

Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismostratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.

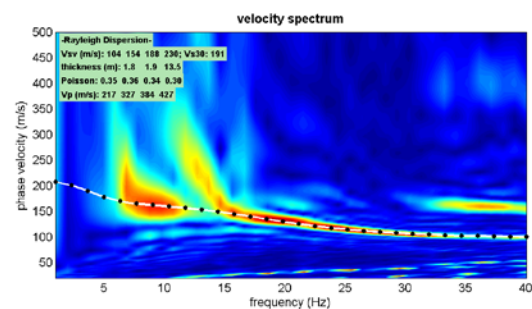
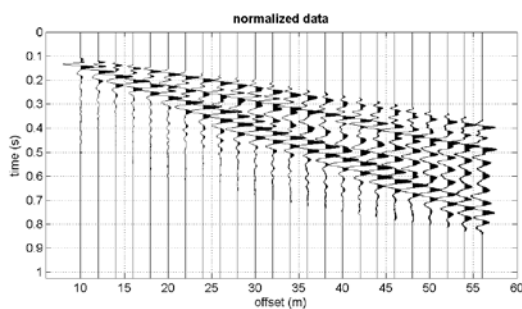
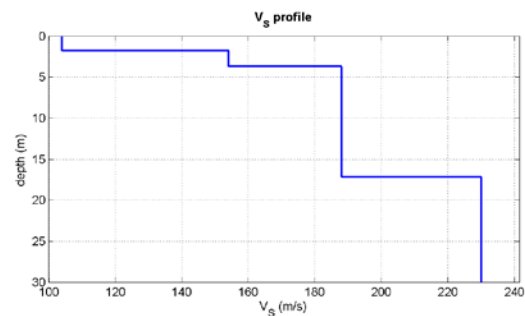
1.4 RISULTATI - DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

INDAGINE SISMICA - Cavata Orientale -

L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore V_{s30} per la sezione indagata.

Il valore di V_{s30} è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a **191 m/sec.**

| Profondità da p.c. (m) | Spessore (m) | Velocità onde S (m/sec) |
|------------------------|--------------|-------------------------|
| 1.8 | 1.8 | 104 |
| 3.7 | 1.9 | 154 |
| 17.2 | 13.5 | 188 |
| 30.0 | 12.8 | 230 |



- Sismogramma, Curva di dispersione e Diagramma velocità/profondità-



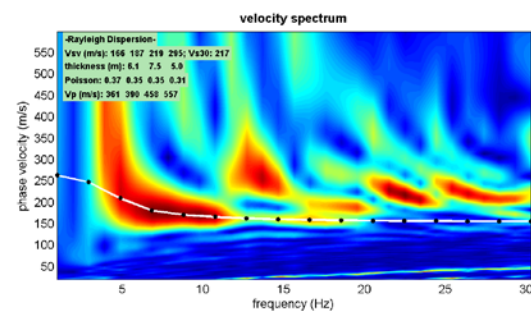
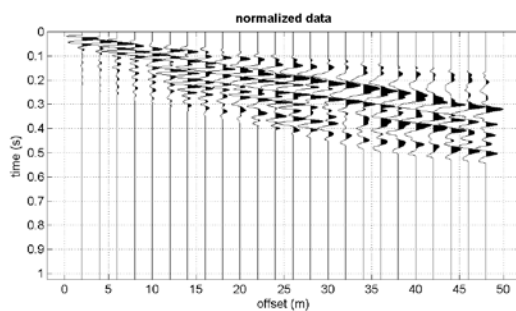
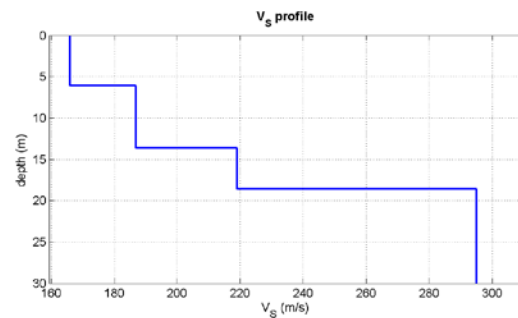
- Ubicazione stendimento Cavata Orientale-

INDAGINE SISMICA – Fossa Nuova Cavata -

L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore V_{s30} per la sezione indagata.

Il valore di V_{s30} è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a **217 m/sec.**

| Profondità da p.c. (m) | Spessore (m) | Velocità onde S (m/sec) |
|------------------------|--------------|-------------------------|
| 6.1 | 6.1 | 166 |
| 13.6 | 7.5 | 187 |
| 18.6 | 5.0 | 219 |
| 30.0 | 11.4 | 295 |



- Sismogramma, Curva di dispersione e Diagramma velocità/profondità-



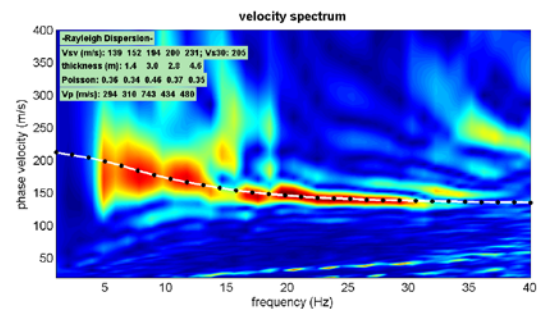
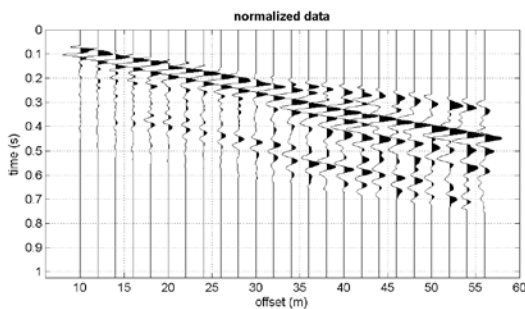
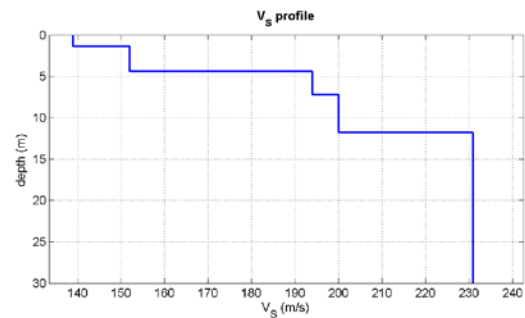
- Ubicazione stendimento Fossa Nuova Cavata -

INDAGINE SISMICA – CABM -

L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore V_{s30} per la sezione indagata.

Il valore di V_{s30} è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a **205 m/sec.**

| Profondità da p.c. (m) | Spessore (m) | Velocità onde S (m/sec) |
|------------------------|--------------|-------------------------|
| 1.4 | 1.4 | 139 |
| 4.4 | 3.0 | 152 |
| 7.2 | 2.8 | 194 |
| 11.8 | 4.6 | 200 |
| 30.0 | 22.2 | 231 |



- Sismogramma, Curva di dispersione e Diagramma velocità/profondità-



- Ubicazione stendimento CABM -

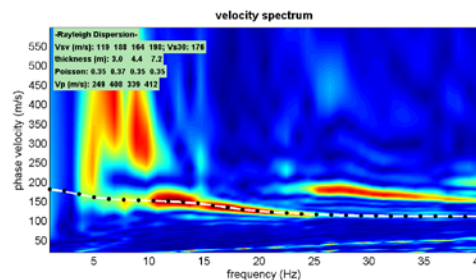
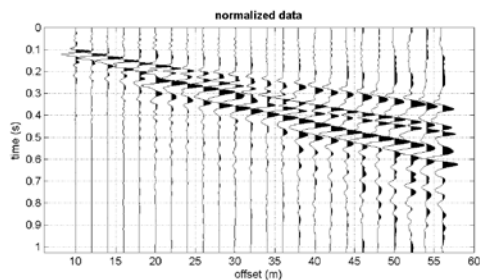
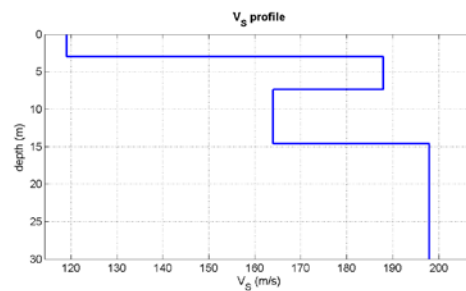
INDAGINE SISMICA – CAVO ALFIERE-

L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore V_{s30} per la sezione indagata.

Il valore di V_{s30} è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a **176 m/sec.**

| Profondità da p.c. (m) | Spessore (m) | Velocità onde S (m/sec) |
|------------------------|--------------|-------------------------|
| 3.0 | 3.0 | 119 |
| 7.4 | 4.4 | 188 |
| 14.6 | 7.2 | 164 |
| 30.0 | 15.4 | 198 |

www.winmasw.com



- Sismogramma, Curva di dispersione e Diagramma velocità/profondità-

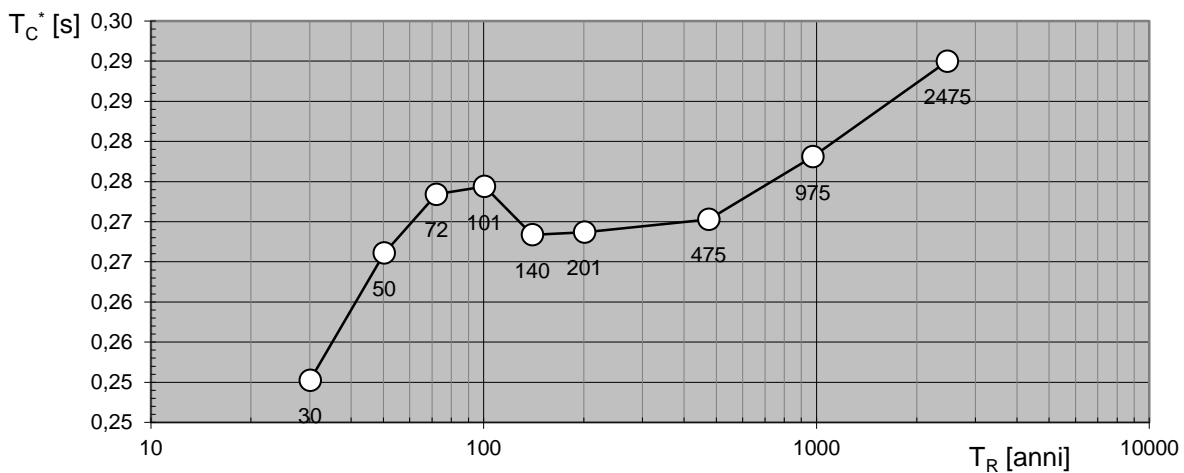
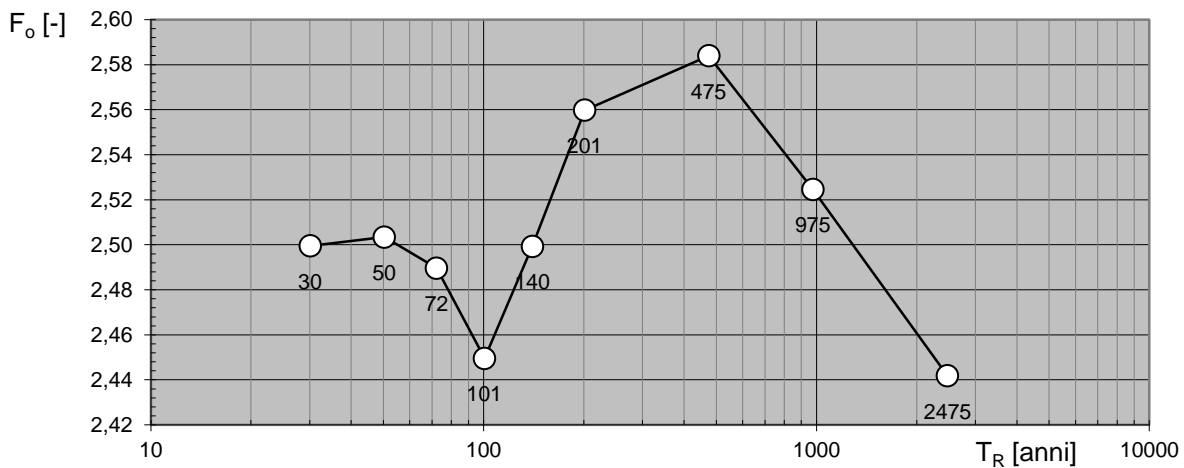
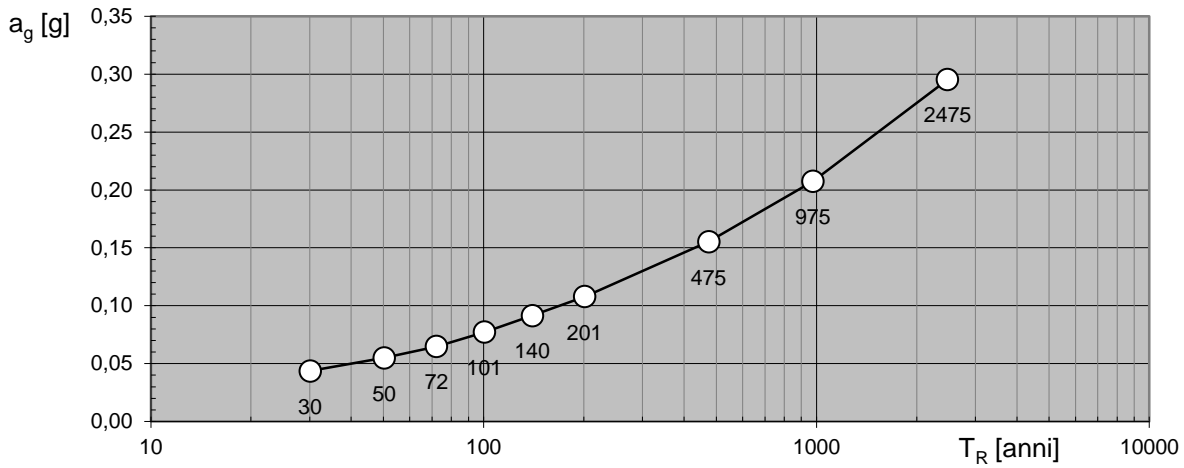


- Ubicazione stendimento Cavo Alfieri -

ALLEGATO 9
VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

CAVATA ORIENTALE

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

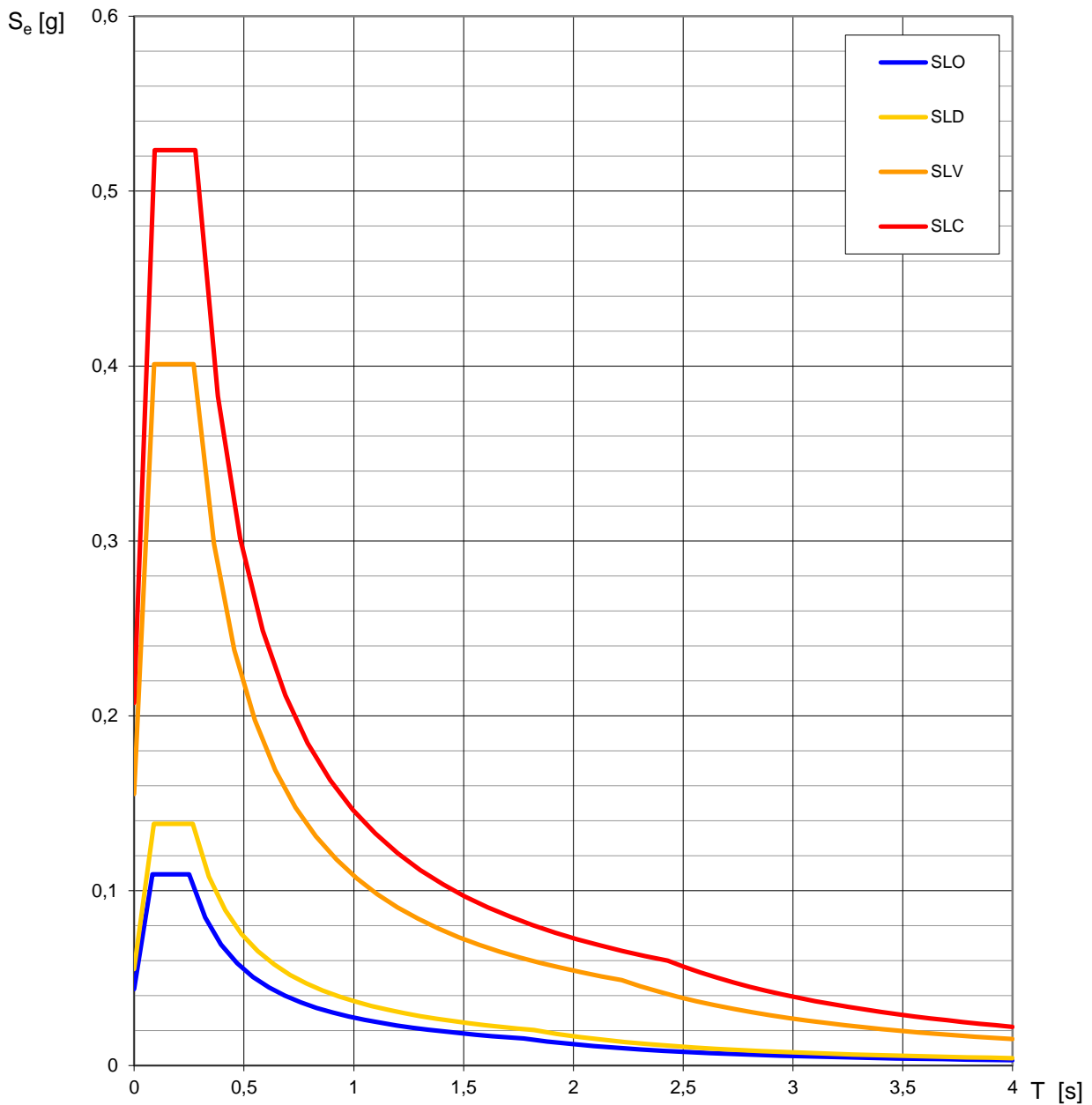


La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

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

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0,044 | 2,500 | 0,250 |
| 50 | 0,055 | 2,503 | 0,266 |
| 72 | 0,065 | 2,490 | 0,273 |
| 101 | 0,077 | 2,450 | 0,274 |
| 140 | 0,092 | 2,499 | 0,268 |
| 201 | 0,108 | 2,560 | 0,269 |
| 475 | 0,155 | 2,584 | 0,270 |
| 975 | 0,207 | 2,525 | 0,278 |
| 2475 | 0,295 | 2,442 | 0,290 |

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

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

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 30 | 0,044 | 2,500 | 0,250 |
| SLD | 50 | 0,055 | 2,503 | 0,266 |
| SLV | 475 | 0,155 | 2,584 | 0,270 |
| SLC | 975 | 0,207 | 2,525 | 0,278 |

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLC |
|--------------|---------|
| a_g | 0,207 g |
| F_o | 2,525 |
| T_C | 0,278 s |
| S_S | 1,386 |
| C_C | 1,602 |
| S_T | 1,000 |
| q | 2,400 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,386 |
| η | 0,417 |
| T_B | 0,148 s |
| T_C | 0,445 s |
| T_D | 2,429 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

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. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|---------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,287 |
| T_B ← | 0,148 | 0,302 |
| T_C ← | 0,445 | 0,302 |
| | 0,540 | 0,249 |
| | 0,634 | 0,212 |
| | 0,729 | 0,185 |
| | 0,823 | 0,164 |
| | 0,918 | 0,147 |
| | 1,012 | 0,133 |
| | 1,107 | 0,122 |
| | 1,201 | 0,112 |
| | 1,296 | 0,104 |
| | 1,390 | 0,097 |
| | 1,485 | 0,091 |
| | 1,579 | 0,085 |
| | 1,674 | 0,080 |
| | 1,768 | 0,076 |
| | 1,863 | 0,072 |
| | 1,957 | 0,069 |
| | 2,052 | 0,066 |
| | 2,146 | 0,063 |
| | 2,241 | 0,060 |
| | 2,335 | 0,058 |
| T_D ← | 2,429 | 0,055 |
| | 2,504 | 0,052 |
| | 2,579 | 0,049 |
| | 2,654 | 0,046 |
| | 2,729 | 0,044 |
| | 2,803 | 0,042 |
| | 2,878 | 0,041 |
| | 2,953 | 0,041 |
| | 3,028 | 0,041 |
| | 3,103 | 0,041 |
| | 3,177 | 0,041 |
| | 3,252 | 0,041 |
| | 3,327 | 0,041 |
| | 3,402 | 0,041 |
| | 3,476 | 0,041 |
| | 3,551 | 0,041 |
| | 3,626 | 0,041 |
| | 3,701 | 0,041 |
| | 3,776 | 0,041 |
| | 3,850 | 0,041 |
| | 3,925 | 0,041 |
| | 4,000 | 0,041 |

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLC |
|--------------|---------|
| a_g | 0,207 g |
| F_o | 2,525 |
| T_C | 0,278 s |
| S_S | 1,386 |
| C_C | 1,602 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,386 |
| η | 1,000 |
| T_B | 0,148 s |
| T_C | 0,445 s |
| T_D | 2,429 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

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. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|---------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,287 |
| T_B ← | 0,148 | 0,726 |
| T_C ← | 0,445 | 0,726 |
| | 0,540 | 0,599 |
| | 0,634 | 0,509 |
| | 0,729 | 0,443 |
| | 0,823 | 0,393 |
| | 0,918 | 0,352 |
| | 1,012 | 0,319 |
| | 1,107 | 0,292 |
| | 1,201 | 0,269 |
| | 1,296 | 0,249 |
| | 1,390 | 0,232 |
| | 1,485 | 0,218 |
| | 1,579 | 0,205 |
| | 1,674 | 0,193 |
| | 1,768 | 0,183 |
| | 1,863 | 0,174 |
| | 1,957 | 0,165 |
| | 2,052 | 0,158 |
| | 2,146 | 0,151 |
| | 2,241 | 0,144 |
| | 2,335 | 0,138 |
| T_D ← | 2,429 | 0,133 |
| | 2,504 | 0,125 |
| | 2,579 | 0,118 |
| | 2,654 | 0,111 |
| | 2,729 | 0,105 |
| | 2,803 | 0,100 |
| | 2,878 | 0,095 |
| | 2,953 | 0,090 |
| | 3,028 | 0,086 |
| | 3,103 | 0,082 |
| | 3,177 | 0,078 |
| | 3,252 | 0,074 |
| | 3,327 | 0,071 |
| | 3,402 | 0,068 |
| | 3,476 | 0,065 |
| | 3,551 | 0,062 |
| | 3,626 | 0,060 |
| | 3,701 | 0,057 |
| | 3,776 | 0,055 |
| | 3,850 | 0,053 |
| | 3,925 | 0,051 |
| | 4,000 | 0,049 |

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLC |
|--------------|---------|
| a_{qv} | 0,127 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 | 1,552 |
| S | 1,000 |
| η | 0,667 |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,127 |
| $T_B \leftarrow$ | 0,050 | 0,215 |
| $T_C \leftarrow$ | 0,150 | 0,215 |
| | 0,235 | 0,137 |
| | 0,320 | 0,101 |
| | 0,405 | 0,079 |
| | 0,490 | 0,066 |
| | 0,575 | 0,056 |
| | 0,660 | 0,049 |
| | 0,745 | 0,043 |
| | 0,830 | 0,039 |
| | 0,915 | 0,035 |
| $T_D \leftarrow$ | 1,000 | 0,032 |
| | 1,094 | 0,027 |
| | 1,188 | 0,023 |
| | 1,281 | 0,020 |
| | 1,375 | 0,017 |
| | 1,469 | 0,015 |
| | 1,563 | 0,013 |
| | 1,656 | 0,012 |
| | 1,750 | 0,011 |
| | 1,844 | 0,009 |
| | 1,938 | 0,009 |
| | 2,031 | 0,008 |
| | 2,125 | 0,007 |
| | 2,219 | 0,007 |
| | 2,313 | 0,006 |
| | 2,406 | 0,006 |
| | 2,500 | 0,005 |
| | 2,594 | 0,005 |
| | 2,688 | 0,004 |
| | 2,781 | 0,004 |
| | 2,875 | 0,004 |
| | 2,969 | 0,004 |
| | 3,063 | 0,003 |
| | 3,156 | 0,003 |
| | 3,250 | 0,003 |
| | 3,344 | 0,003 |
| | 3,438 | 0,003 |
| | 3,531 | 0,003 |
| | 3,625 | 0,002 |
| | 3,719 | 0,002 |
| | 3,813 | 0,002 |
| | 3,906 | 0,002 |
| | 4,000 | 0,002 |

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLC |
|--------------|---------|
| a_{qv} | 0,127 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 | 1,552 |
| S | 1,000 |
| η | 0,667 |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

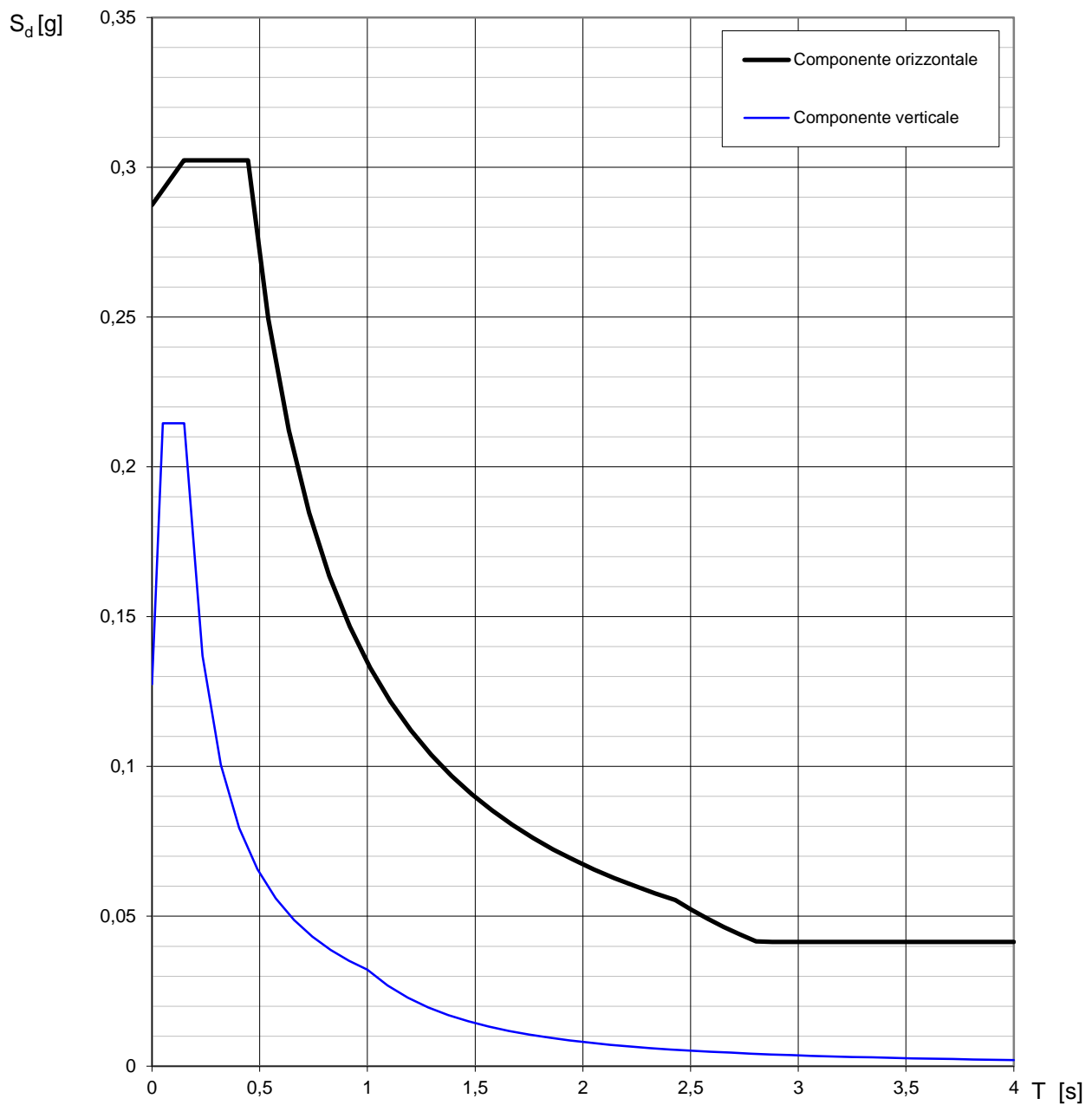
$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

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

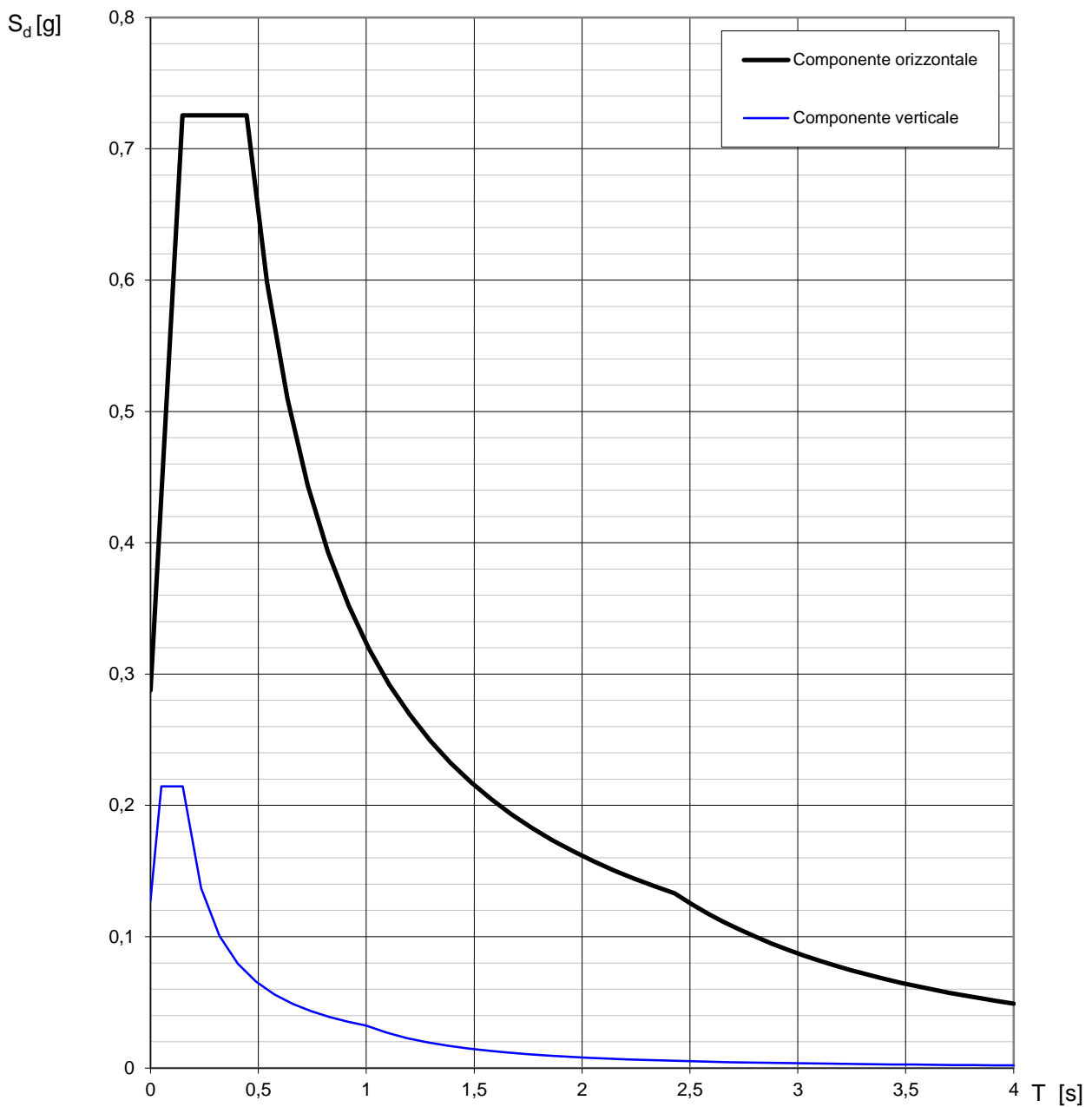
Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,127 |
| $T_B \leftarrow$ | 0,050 | 0,215 |
| $T_C \leftarrow$ | 0,150 | 0,215 |
| | 0,235 | 0,137 |
| | 0,320 | 0,101 |
| | 0,405 | 0,079 |
| | 0,490 | 0,066 |
| | 0,575 | 0,056 |
| | 0,660 | 0,049 |
| | 0,745 | 0,043 |
| | 0,830 | 0,039 |
| | 0,915 | 0,035 |
| $T_D \leftarrow$ | 1,000 | 0,032 |
| | 1,094 | 0,027 |
| | 1,188 | 0,023 |
| | 1,281 | 0,020 |
| | 1,375 | 0,017 |
| | 1,469 | 0,015 |
| | 1,563 | 0,013 |
| | 1,656 | 0,012 |
| | 1,750 | 0,011 |
| | 1,844 | 0,009 |
| | 1,938 | 0,009 |
| | 2,031 | 0,008 |
| | 2,125 | 0,007 |
| | 2,219 | 0,007 |
| | 2,313 | 0,006 |
| | 2,406 | 0,006 |
| | 2,500 | 0,005 |
| | 2,594 | 0,005 |
| | 2,688 | 0,004 |
| | 2,781 | 0,004 |
| | 2,875 | 0,004 |
| | 2,969 | 0,004 |
| | 3,063 | 0,003 |
| | 3,156 | 0,003 |
| | 3,250 | 0,003 |
| | 3,344 | 0,003 |
| | 3,438 | 0,003 |
| | 3,531 | 0,003 |
| | 3,625 | 0,002 |
| | 3,719 | 0,002 |
| | 3,813 | 0,002 |
| | 3,906 | 0,002 |
| | 4,000 | 0,002 |

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.