

COMMITTENTE:



RETE FERROVIARIA ITALIANA S.p.A.

DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI BOLOGNA

PROGETTAZIONE:



VIA INGEGNERIA S.R.L.
Via Flaminia Vecchia, 999
00189 Roma (RM) Italia
Tel.: +39 06 3327441 - Fax: +39 06 33219798
Email: via@via.it



Innovazioni territoriali e ricerche ambientali

INTERA S.R.L.
Viale Castrense, 8
00139 Roma (RM) Italia
Tel.: +39 06 70613211 - Fax: +39 0670399382
Email: segreteria@interasrl.it

A.A.SOGGETTO TECNICO: S.O. INGEGNERIA - DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE BOLOGNA

PROGETTO DEFINITIVO

Linea di Cintura di Bologna
Ponte sul fiume Reno al Km 8+383
Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento

Elaborati Generali

SCALA

-

Relazione indagini geognostiche

Foglio

1

di

1

PROGETTO/ANNO

SOTTOPR.

LIVELLO

NOME DOC.

PROGR.OP.

FASE FUNZ.
NO SISTEMA

NUMERAZ.

1 8 2 4 1 7

I 0 1

P D

T G - -

1 5

0 4

E 0 1 3

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-----------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|------------|-------------|------------|
| A | Prima emissione | M. DI Girolamo | 08/11/2019 | C. Minoli | 08/11/2019 | M. Uccellatori | 08/11/2019 | E. Lolli | 08/11/2019 |
| | | - | | - | | - | | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | - | | - | | - | | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | - | | - | | - | | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | - | | - | | - | | - | |

POSIZIONE
ARCHIVIO

LINEA

L 1 0 1

SEDE TECN.

T R 4 2 3 7

NOME DOC.

T G - -

NUMERAZ.

| Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data | Archiviato | Data |
|------------------------|------|-------------|------|------------|------|
| | | | | | |
| | | | | | |



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



Comune di Bologna (BO)

**LINEA DI CINTURA DI BOLOGNA PONTE SUL
FIUME RENO AL KM 8 + 383**

**RELAZIONE GEOLOGICA INDAGINI
GEOGNOSTICHE**

Ottobre 2018

R.F.I. S.p.A.

Via Matteotti, 5

40129 Bologna

.....



INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Premessa | 4 |
| 2 | Inquadramento geografico morfologico | 4 |
| 3 | Inquadramento geologico e idrogeologico..... | 7 |
| 3.1 | Assetto geologico e geomorfologico..... | 7 |
| 3.2 | Cenni di idrogeologia..... | 10 |
| 4 | Inquadramento sismico | 11 |
| 4.1 | Macro sismicità dell'area | 13 |
| 4.2 | Pericolosità sismica di base | 18 |
| 5 | Indagini preliminari..... | 23 |
| 5.1 | Indagine georadar | 23 |
| 5.1.1 | Acquisizione dati | 24 |
| 5.1.2 | Elaborazione dati | 25 |
| 5.1.3 | Risultati..... | 25 |
| 6 | Indagini geognostiche | 26 |
| 6.1 | Indagini in sito e di laboratorio | 26 |
| 6.2 | Sondaggi meccanici a carotaggio continuo | 26 |
| 6.2.1 | Descrizione dei mezzi utilizzati | 27 |
| 6.2.2 | Descrizione delle attività eseguite | 29 |
| 6.3 | Indagini di laboratorio geotecnico..... | 33 |
| 6.3.1 | Descrizione delle prove di laboratorio eseguite | 34 |
| 6.3.2 | Risultati indagini di laboratorio geotecnico | 40 |
| 6.4 | Indagine sismica integrata DOWN-HOLE + HVSR | 41 |
| 6.4.1 | Risultati..... | 44 |
| 7 | Caratterizzazione litotecnica dei terreni | 45 |
| 7.1 | Ricostruzione stratigrafica..... | 46 |
| 7.2 | Caratteristiche meccaniche dei terreni | 47 |
| 8 | Indagini strutturali - Carotaggi in fondazione | 48 |
| 8.1 | Descrizione dei mezzi utilizzati..... | 49 |
| 8.2 | Elenco e ubicazione delle indagini eseguite | 50 |
| 8.3 | Descrizione e ubicazione dei carotaggi spalla A | 51 |
| 8.4 | Descrizione e ubicazione dei carotaggi pila 14 | 57 |
| 9 | Verifica di suscettibilità alla liquefazione | 64 |
| 9.1 | Descrizione metodo | 67 |
| 9.2 | Risultati..... | 69 |



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



| | | |
|----|--|----|
| 10 | Conclusioni..... | 71 |
| 11 | Bibliografia | 72 |
| 12 | Elenco degli allegati a fine testo | 73 |



1 Premessa

Questo elaborato è stato redatto a seguito dell'incarico commissionato da Rete Ferroviaria Italiana (R.F.I.) – Direzione Territoriale Produzione Bologna – S.O. Ingegnerie e Tecnologie ed espone metodi, risultati, elaborati grafici e conclusioni a seguito della caratterizzazione del sottosuolo caratterizzante il km 8+383 della linea ferroviaria di cintura di Bologna.

Oltre ad un inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell'area, nel presente rapporto viene proposta la parametrizzazione geotecnico-sismica del sottosuolo, basata su una campagna d'indagine comprensiva di prove in sito e di laboratorio.

I parametri ottenuti sono in accordo con quanto previsto da OPCM 3274/2003 e s.m.i. in materia di studi di vulnerabilità sismica delle strutture e permettono una esaustiva valutazione dei fenomeni sismo-indotti sull'opera in esame. A titolo riassuntivo la campagna d'indagine geognostica effettuata include:

- Sondaggi geognostici per la ricostruzione delle verticali stratigrafiche e il prelievo di campioni indisturbati di terreno;
- Prove penetrometriche in foro per ottenere i parametri propri, di resistenza ed elastici dei terreni;
- Test geotecnici per la caratterizzazione granulometrica e i parametri di plasticità dei terreni;
- Prove di laboratorio per definire gli involucri di rottura di terreni e rocce;
- Prove sismiche a onde di superficie e in foro per la caratterizzazione sismica di terreni e rocce.

2 Inquadramento geografico morfologico

L'opera d'arte oggetto di questo elaborato è localizzata nella parte nord occidentale del territorio comunale di Bologna (BO), più precisamente delimitata a N-NO dal comune di Calderara di Reno e la località di Bargellino, a E-NE dai comuni di Trebbio di Reno e Longara e verso S-SO dalla località di Lippo e il comune di Bologna.

L'area d'indagine è situata all'interno della valle del Reno, e si estende dalla località di San Vitale Grande (BO) e Bologna. L'accesso ai punti d'indagine è agevolmente possibile dagli ingressi con strada privata concessi dal Consorzio cave Bologna Soc. Coop. R.L., e raggiungibili rispettivamente da Via Francesco Zanardi Comune di Bologna e da via Aldina San Vitale Grande (BO) (*vedi Figura 1*).

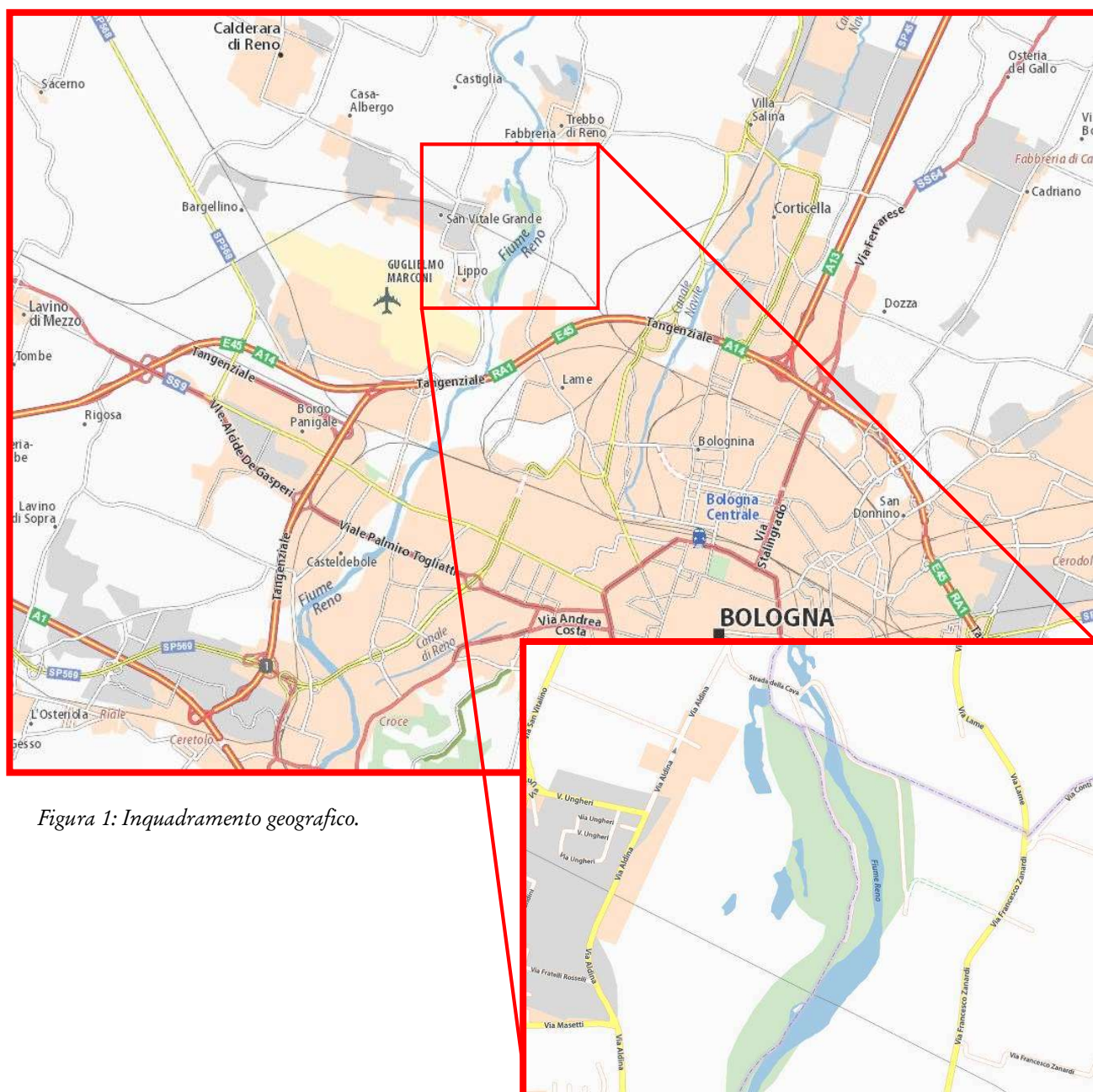


Figura 1: Inquadramento geografico.

L'area è rappresentata nelle seguenti Carte Tecniche della Regione Emilia Romagna:

- Tavola 220 NE: toponimo “*Bologna Nord-Ovest*”, scala 1:25.000;
- Sezione 220080 toponimo “*Borgo Panigale*”, scala 1:10.000;



- Elemento 220081 toponimo “*Lippo*”, scala 1:5.000.

La campagna d’indagine geognostica è stata eseguita in corrispondenza dei terreni di fondazione che interessano la linea di cintura di Bologna alle coordinate geografiche LAT.: 44°32'27.99"N, LONG.: 11°18'45.83"E (S.R UTM/ WGS84) e alla quota altimetrica di circa 35 m.s.l.m. La struttura è situata nella bassa valle del Reno, il cui alveo del fiume scorre all’interno nell’area in esame (*vedi Figura 2*).



Figura 2: Inquadramento geografico-morfologico.



3 Inquadramento geologico e idrogeologico

Nel presente capitolo verrà descritta l'area in esame da un punto di vista geologico-geomorfologico e contestualmente verrà illustrata la componente idrogeologica ed idrologica locale.

3.1 Assetto geologico e geomorfologico

L'Appennino settentrionale è una catena caratterizzata da strutture plicative e falde sviluppate principalmente dal Terziario (ca. 45Ma) in poi, per la collisione tra la placca Europea e la micro-placca Adria (*Boccaletti et al., 1980*). Le prime fasi tettoniche causarono la deformazione del Dominio Ligure, che è tradizionalmente suddiviso in interno ed esterno. Le Liguridi interne, che affiorano prevalentemente sul versante tirrenico dell'Appennino, sono caratterizzate da un debole metamorfismo e da un substrato ofiolitico (rocce ignee di crosta oceanica). Mentre le Liguridi esterne, che affiorano sul versante padano dell'Appennino, non presentano nessuna impronta metamorfica e i brandelli ofiolitici sono masse isolate incluse tettonicamente nei complessi sedimentari.

L'assetto geologico strutturale del territorio comunale è quello tipico del primo contrafforte appenninico, la zona in cui la catena passa da un contesto collinare a uno montuoso, dove le valli fluviali ricevono il massimo della portata di deflusso e devono ampliare il loro letto. E' al limite estremo di questa zona in cui si forma l'apice dell'apparato distributore (conoide), che prelude la pianura. La porzione bolognese della catena è caratterizzata da una "dorsale" a direzione appenninica denominata "Contrafforte Pliocenico", questo elemento geomorfologico caratterizza e segna appunto il passaggio alla montagna. Si tratta dal punto di vista stratigrafico di sedimenti pliocenici subordinati a Formazioni mioceniche e, dal punto di vista strutturale, deformati da una grande sinclinale con piano assiale a direzione circa E-SE/O-NO, ai cui fianchi si dispongono i sedimenti miocenici. Il territorio e il paesaggio fisiografico comunale è quindi fortemente condizionato dalla sinclinale per le sue componenti montane e collinari, e dalla sua interruzione causata dall'imponente azione del Fiume Reno.

La sistemazione a "terrazzi" dei versanti vallivi rappresenta la storia evolutiva del Fiume Reno: ogni ordine di terrazzi è formato da depositi alluvionali abbandonati da una lunga fase sedimentaria interrotta dalla riattivazione erosiva, e conseguente approfondimento vallivo. In questo modo gli oltre 12 ordini di terrazzi presenti nel fondovalle Reno costituiscono la "biblioteca" dell'evoluzione di questo settore di catena, con il gioco reciproco dei sollevamenti della catena e degli spostamenti del livello di base. L'assetto complessivo della



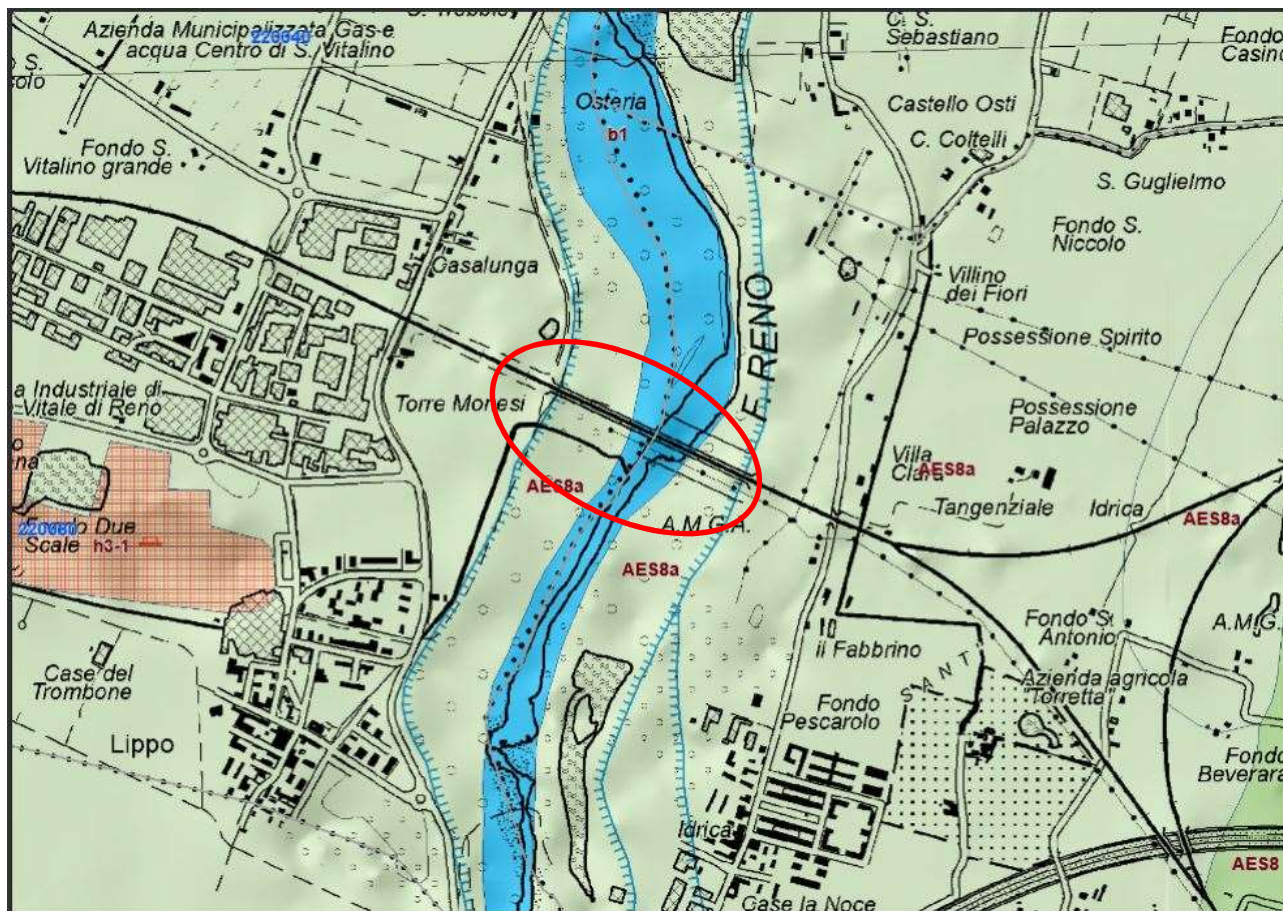
costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



valle e dei suoi sedimenti dimostra come il Reno abbia avuto spazi di espansione laterale relativamente grandi, e come la “catena” con il suo fondovalle siano avanzati verso la pianura con una certa costanza in questo ultimo milione e mezzo di anni, circa. Solo in un periodo di tempo piuttosto ristretto, dal 1930 ai nostri giorni, il Reno ha subito una serie di modificazioni, di intensità sempre crescenti negli anni, che ne hanno modificato completamente le funzioni e le caratteristiche. L’area in esame è inclusa nel Foglio Geologico n. 220 in scala 1:50.000 denominato “Bologna Nord Ovest” della Carta Geologica di Italia, del quale ne è di seguito riportato uno stralcio (*vedi Figura 3*).



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



Legenda

Province



Comuni



Griglia 10.000



Risorse e prospezioni (10K)



cava attiva



ee geomorf./antrop. (10K)



orio di terrazzo fluviale



Coperture quaternarie (10K)



AES8a - Unità di Modena



b1 - Deposito alluvionale in evoluzione



h3-1 - Cava attiva



Figura 3: Estratto dalla Cartografia geologica e dei suoli della RER . Scala 1:10000



Nella macroarea in esame risultano cartografati sedimenti appartenenti al Sintema Emiliano Romagnolo Superiore in corrispondenza dell'area di influenza dell'alveo del Fiume Reno. Nel particolare entro i settori intravallivi sono riportati depositi appartenenti all'Unità di Modena (AES8a).

L'Unità di Modena è caratterizzata nei settori intravallivi da ghiaie prevalenti organizzate in due ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale è rappresentata da ghiaie, sabbie, limi ed argille. Limite superiore sempre affiorante dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive e dal contatto netto sul suolo non calcareo o scarsamente calcareo di epoca romana (o più antica) nelle aree di pianura; in pianura lo spessore massimo risulta pari a 7,00 metri.

La successione superficiale è costituita da depositi di canale fluviale, (Depositati alluvionali in evoluzione b1) (ghiaie di canale fluviale), costituiti da ghiaie da molto grossolane a fini in matrice sabbiosa. Gli strati solitamente sono molto spessi e ben amalgamati, raramente tra uno strato e l'altro si trovano intercalazioni di sabbie e limi, più solitamente tali depositi si trovano al tetto degli strati ghiaiosi. Generalmente i contatti basali e laterali di questi depositi sono di tipo erosivo.

3.2 Cenni di idrogeologia

I sedimenti attuali recenti, come quelli alluvionali di fondovalle, sono principalmente incoerenti e i meati tra i granuli sono occupati da gas e acqua, la quale si presenta come acqua di ritenzione (soprattutto per terreni fini) o gravitativa (libera). La permeabilità relativa di questi sedimenti viene definita primaria, proprio perché legata alle caratteristiche intrinseche del corpo acquifero.

Invece i sedimenti antichi, che hanno subito gli effetti del seppellimento e dello stress tettonico Appenninico, solo raramente hanno porosità primaria e l'acqua percola tra le fratture e le diaclasi. Questa permeabilità è secondaria ed è legata a condizioni successive alla diagenesi.

L'area in esame è certamente caratterizzata da processi geomorfologici rapidi e da sedimenti alluvionali recenti anche ad elevata permeabilità, in corrispondenza delle aree a carattere ghiaioso, con alimentazione della falda superficiale dovuta essenzialmente all'infiltrazione diretta delle acque meteoriche e da dispersioni da subalveo da parte della rete idrografica.



4 Inquadramento sismico

La normativa in materia di costruzioni vigente (D.M. 17/01/2018) asserisce che “le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito interessato dalla costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale”.

Come stabilisce l'allegato A delle NTC/18 “la pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC/18 e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali”; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti: in termini di valori di accelerazione massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC/18, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopracitate, in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (distanti non più di 10 Km) per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodo di ritorno dell'azione sismica T_r ricadenti in un intervallo di riferimento compreso tra 30 e 2475 anni, estremi esclusi.

L'azione sismica così calcolata (azione sismica di base) è ulteriormente caratterizzata sulla base della risposta sismica locale, individuata dalle condizioni stratigrafiche e topografiche del sito.

L'INGV, attraverso un reticolo di riferimento con maglia di 10 Km e un periodo di ritorno ricadente in un intervallo di riferimento (30-2475 anni) ha definito la pericolosità di base sull'intero territorio nazionale. Per qualunque punto del territorio nazionale non ricadente nei nodi di riferimento, i valori dei parametri (F_0 , a_g e T_c) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici nella maglia del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, secondo quanto riportato nell'Allegato A delle NTC/18. Le azioni di progetto si ricavano in funzione di:

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



Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali si valuta il rispetto dei vari stati limite considerati, vengono definite a partire dalla pericolosità sismica di base sito-specifica. La pericolosità sismica è figlia di stime probabilistiche che sfruttano un catalogo dei terremoti, una zonazione sismogenetica del territorio e relazioni di attenuazione sismica. La pericolosità sismica rappresenta la probabilità di eccedenza di un determinato parametro descrittivo del moto del terreno (intensità macrosismica, picco di accelerazione, valori spettrali). Questo è generalmente rappresentato in termini di accelerazione orizzontale massima attesa (o PGA0) al substrato rigido (> 800 m/s) con topografia piana e condizione di free-field, nonché di ordinate dello spettro elastico al bedrock. Questi valori sono riferiti a determinate probabilità di eccedenza Pvr nel periodo di riferimento VR.

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico, che rappresenta la massima accelerazione (o spostamento, o velocità) orizzontale o verticale a cui sarà sottoposto un oscillatore armonico con periodo proprio T ad un grado di libertà nel campo elastico. Il metodo semplificato previsto da normativa permette di ottenere lo spettro di risposta elastico in accelerazione (anche relativo alla superficie) della componente orizzontale tramite le espressioni di seguito riportate, le quali sono risolvibili a partire dai parametri di base (a_g , F_0 , T_C), dalla categoria di suolo (A, B, C, D, E) e dalla categoria topografica (T_1 , T_2 , T_3 e T_4), dalla Vita nominale (VN) e dalla Classe d'uso dell'Opera (CU).

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Ne consegue che, per una determinata area, ricostruendo lo spettro di risposta elastico sia in superficie che e al bedrock è possibile ottenere informazioni quantitative riguardanti l'amplificazione sismica del sito (stratigrafica e topografica). Il fenomeno di amplificazione sismica viene parametrizzato tramite i relativi Fattori di Amplificazione Sismica. In alternativa all'approccio semplificato, è possibile un approccio numerico deterministico, come previsto negli studi di Risposta Sismica Locale (RSL) e negli studi di Microzonazione Sismica di III livello. Questa pratica richiede l'utilizzo di una serie di accelerogrammi spettro-compatibili alla sismicità di base del sito, che vengono (nei codici 1D di RSL) ricondotti a un onda s polarizzata sul piano



orizzontale che oscilla in verticale dal bedrock alla superficie e viceversa e che, in caso di monostrato su bedrock, va in risonanza alle frequenze che sono i multipli dispari di $f = VS/4 \cdot H$.

4.1 Macro sismicità dell'area

La raccolta di dati storici relativi la macrosismicità dell'area consente una prima approssimazione delle caratteristiche tettono-sismiche di sito e consente di ottenere data, intensità macrosismica e magnitudo momento degli eventi indicativi relativi all'area in esame. Questi stessi eventi registrati, combinati con una schematizzazione delle sorgenti sismogenetiche e con leggi di attenuazione del moto sismico, sono la base per il calcolo probabilistico delle PGA_0 relative il bedrock sismico.

Viene di seguito riportati (vedi *Figura 4*) gli eventi inclusi nell'archivio storico dal periodo tra 1771 e il 2003 e hanno Magnitudo comprese tra 4.03 e 5.36.



| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|----------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 5-6 | 1929 | 04 | 19 | 22 | 40 | | Bolognese | 12 | 5-6 | 4.54 |
| 6 | 1929 | 04 | 20 | 01 | 10 | | Bolognese | 109 | 7 | 5.36 |
| 5-6 | 1929 | 04 | 22 | 08 | 26 | | Bolognese | 41 | 6-7 | 5.10 |
| 5-6 | 1929 | 04 | 28 | 19 | 40 | | Bolognese | 20 | 6 | 4.73 |
| 3 | 1956 | 04 | 26 | 03 | 00 | 0 | Appennino bolognese | 89 | 6 | 4.74 |
| 3-4 | 1957 | 08 | 27 | 11 | 54 | | Appennino modenese | 58 | 5 | 4.73 |
| 3 | 1983 | 11 | 09 | 16 | 29 | 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| 2-3 | 1986 | 12 | 06 | 17 | 07 | 1 | Ferrarese | 604 | 6 | 4.43 |
| 3-4 | 1987 | 05 | 02 | 20 | 43 | 5 | Reggiano | 802 | 6 | 4.71 |
| 3 | 1992 | 04 | 17 | 11 | 59 | 0 | Appennino bolognese | 56 | 4-5 | 4.11 |
| NF | 1995 | 08 | 24 | 17 | 27 | 3 | Appennino pistoiense | 56 | 6 | 4.45 |
| NF | 2000 | 05 | 08 | 12 | 29 | 5 | Faentino | 126 | 5 | 4.67 |
| NF | 2000 | 05 | 10 | 16 | 52 | 1 | Faentino | 151 | 5-6 | 4.82 |
| 2 | 2000 | 06 | 18 | 07 | 42 | 0 | Pianura emiliana | 304 | 5-6 | 4.40 |
| NF | 2002 | 06 | 08 | 20 | 13 | 0 | Frignano | 115 | 4 | 4.23 |
| NF | 2002 | 06 | 18 | 22 | 23 | 3 | Frignano | 186 | 4 | 4.30 |
| NF | 2002 | 06 | 19 | 22 | 11 | 1 | Frignano | 52 | 3 | 4.03 |
| 5 | 2003 | 09 | 14 | 21 | 42 | 5 | Appennino bolognese | 133 | 6 | 5.24 |
| NF | 2005 | 07 | 15 | 15 | 17 | 1 | Forlivese | 173 | 4-5 | 4.29 |

Figura 4: Elenco di eventi sismici relativi l'area di studio.

Il territorio di Bologna più precisamente l'area di interesse si trova all'interno della zona sismogenetica 913 (Meletti e Valensise 2004) come rappresentato nella seguente Figura 5.

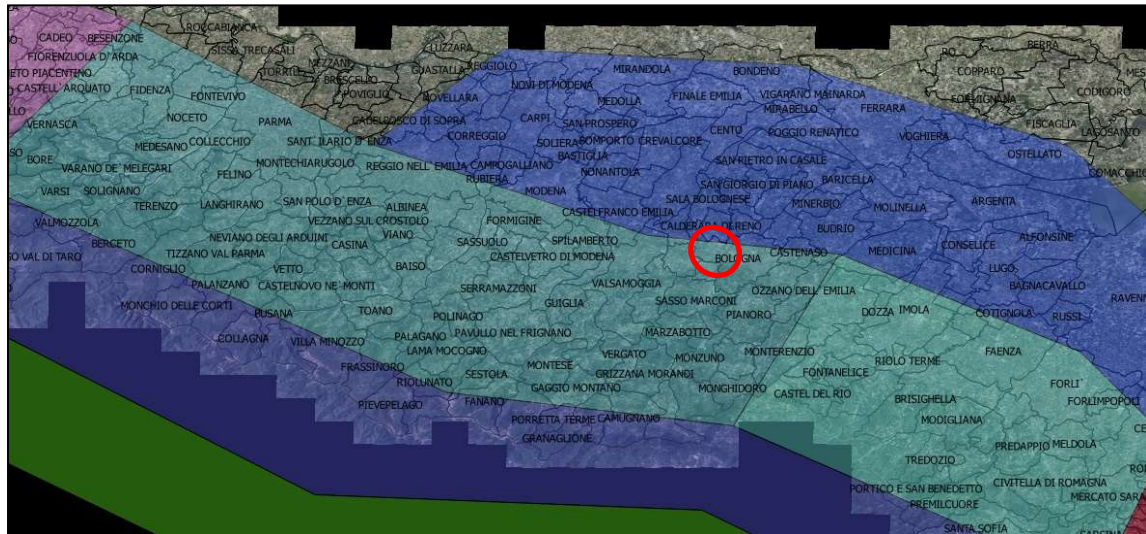


Figura 5: Zone sismogenetiche riguardanti l'Emilia Romagna (Meletti e Valensise 2004).

Per una successiva schematizzazione della macro-sismicità: il territorio nazionale viene suddiviso in 4 differenti zone sismiche, ognuna contrassegnata da un diverso parametro a_g (PGA₀), espresso come una frazione dell'accelerazione di gravità. Il territorio comunale di Bologna (BO) è classificato come Zona sismica 3.

| Zona | Valore di a_g |
|------|-----------------|
| 1 | 0,35g |
| 2 | 0,25g |
| 3 | 0,15g |
| 4 | 0,05g |

Sulla base dei dati precedentemente presentati: il metodo proposto in "Indirizzi e criteri di microzonazione sismica" (I.C.M.S. 2009) per la stima del valore di Magnitudo di progetto attesa al sito viene di seguito riportato:

- Si considera sempre la zonazione sismogenetica (ZS9), Secondo la quale la sismicità può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una Magnitudo Momento massima M_{wmax} .



- Per i siti che ricadono all'interno di una delle 36 zone sismogenetiche predette si assume come M il valore di M_{wmax} .
- Ai fini della verifica a liquefazione e per i siti che non ricadono in alcuna zona si determinano le minime distanze (R) dalle zone (j) circostanti e si controlla per ciascuna di esse se la magnitudo M_i della zona è inferiore alla Magnitudo fornita dalla relazione $M_s = 1 + 3 \log(R)$. Se ciò accade, la verifica a liquefazione non è necessaria. Se invece è necessaria: si assume il valore di Magnitudo M_i più alto fra quelli per i quali la verifica risulta necessaria.

In alternativa è possibile il processo di disaggregazione della PGA. Questo processo permette di valutare, grazie alla mappatura delle zone sismogenetiche, il contributo di vari scenari Magnitudo-distanza epicentrale (M - R) alla determinazione della PGA0 di sito. In un certo senso si può considerare come il processo inverso a quello probabilistico per la costruzione della mappa di pericolosità sismica del territorio Italiano. Sulla base dei suddetti criteri l'area oggetto di studio rientra entro la zona sismogenetica 913, per tanto la relativa Magnitudo Momento Massima attesa al sito è $M_{wmax} = 6.14$. Mentre in *Figura 5 e 6* sono riportate le carte di disaggregazione delle PGA elaborate da INGV per il Comune di Sasso Marconi, la quale evidenzia che i terremoti più probabili attesi nell'area hanno una Magnitudo Momento media $M_{wmedia} = 4.88$ e una Magnitudo Momento massima $M_{wmax} = 5.8$.

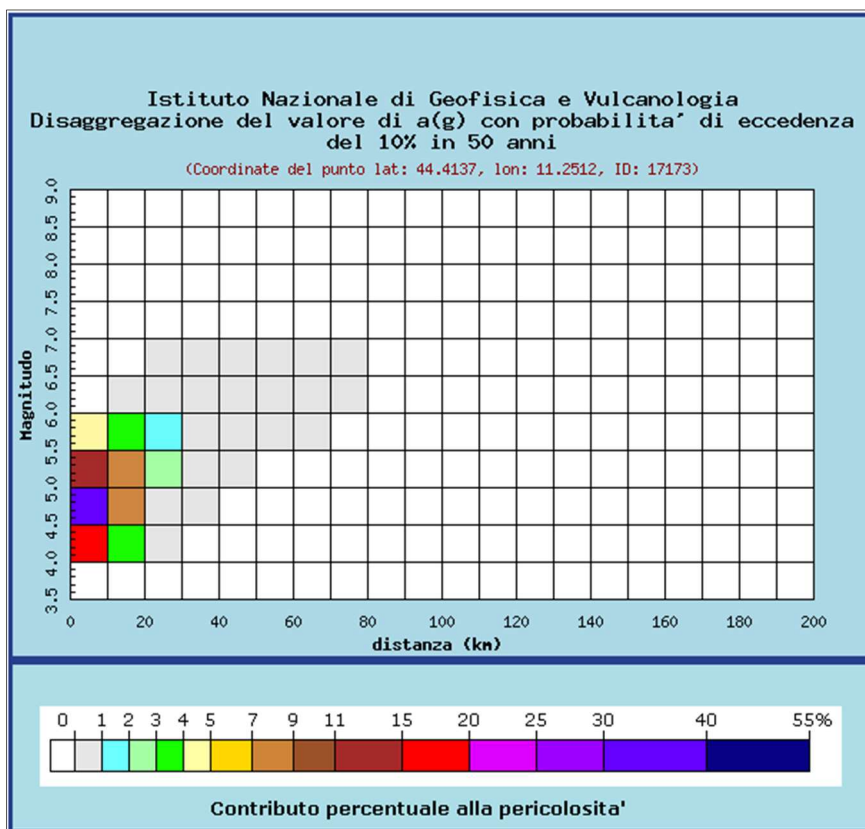


Figura 6: Grafico di disaggregazione delle PGA_0 (INGV).



| Distanza in km | Disaggregazione del valore di a(g) con probabilit  di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.4137, lon: 11.2512, ID: 17173) | | | | | | | | | | |
|----------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Magnitudo | | | | | | | | | | |
| | 3.5-4.0 | 4.0-4.5 | 4.5-5.0 | 5.0-5.5 | 5.5-6.0 | 6.0-6.5 | 6.5-7.0 | 7.0-7.5 | 7.5-8.0 | 8.0-8.5 | 8.5-9.0 |
| 0-10 | 0.000 | 19.700 | 31.500 | 14.200 | 4.400 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10-20 | 0.000 | 3.420 | 8.940 | 7.270 | 3.640 | 0.078 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20-30 | 0.000 | 0.051 | 0.995 | 2.150 | 1.840 | 0.121 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 30-40 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.347 | 0.694 | 0.197 | 0.026 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 40-50 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.018 | 0.190 | 0.116 | 0.020 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 50-60 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.033 | 0.039 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 60-70 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.006 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 70-80 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 80-90 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 90-100 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 100-110 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 110-120 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 120-130 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 130-140 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 140-150 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 150-160 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 160-170 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 170-180 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 180-190 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 190-200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| Valori medi | | |
|-------------|----------|---------|
| Magnitudo | Distanza | Epsilon |
| 4.880 | 8.650 | 0.935 |

Figura 7: Tabella di disaggregazione delle PGA_0 (INGV).

4.2 Pericolosit  sismica di base

Per valutare se un'opera strutturale   sicura bisogna far riferimento a degli stati limite, che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovr  essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisogner  stabilire:

- in primo luogo la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare quel periodo di riferimento;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative probabilit  di superamento,   possibile stabilire il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite;



- a questo punto è possibile definire la pericolosità sismica di base per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

Per la definizione dei parametri descritti la sismicità di base le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL), i quali sono individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Gli stati limite di esercizio sono:

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

Gli stati limite ultimi sono:

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



strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale. Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC08:

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

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile e attribuendo a:

- a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1
- F_0 e TC^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

A partire dai parametri sopra elencati è possibile definire la sismicità di sito, fissando un coefficiente di smorzamento viscoso β , un fattore di alterazione dello spettro elastico η e definendo la categoria di sottosuolo e topografica, è possibile definire l'azione sismica di progetto in termini di spettro di risposta elastico della componente orizzontale e verticale in superficie. Per la caratterizzazione dinamica delle aree studio è possibile utilizzare la classificazione riportata nella seguente tabella, in cui la suddivisione in classi di sottosuolo avviene in funzione dei valori delle Vs30 (velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio).



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

Ai sensi delle NTC/2018: “La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}(m/s)$, definita dall’espressione”:

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

Con:

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

“Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell’opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente



delle onde di taglio $V_{s,eq}$, è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30m$ nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità”.

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva delle categorie topografiche fornite entro le NTC/2018 e nell'OPCM 3274/2003, seguito da una schematizzazione grafica del contesto morfologico per la selezione.

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

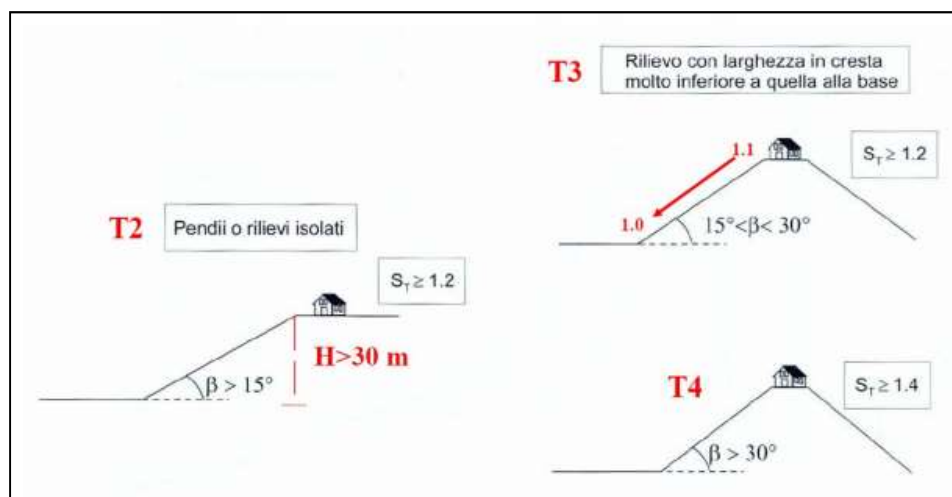


Figura 8: Schematizzazione grafica delle condizioni morfologiche per la scelta della categoria topografica.



5 Indagini preliminari

Nel presente capitolo verranno illustrate le indagini propedeutiche all'esecuzione delle prove in sito, realizzate al fine di verificare la presenza di interferenze significative in corrispondenza delle verticali da investigare.

5.1 Indagine georadar

Il georadar o GPR (Ground Penetrating Radar) è un sistema elettronico, con cui è possibile indagare terreni e materiali con notevole grado di dettaglio, utilizzando la propagazione e la riflessione di onde elettromagnetiche prodotte dal sistema stesso. L'indagine georadar consiste nell'invio nel sottosuolo di impulsi di energia elettromagnetica di brevissima durata e con un contenuto spettrale ben preciso (comunemente 351000 MHz). Le velocità con cui questi impulsi si propagano dipende dalla costante dielettrica del mezzo che stanno attraversando. In corrispondenza di brusche variazioni di tale parametro (p.es. al contatto tra materiali a diversa composizione) parte dell'energia viene riflessa e parte prosegue in profondità. I segnali riflessi sono rilevati in superficie dalla stessa antenna trasmittente o da una apposita antenna ricevente. Elaborando e visualizzando opportunamente i segnali, si possono ricostruire delle sezioni verticali (radargrammi) del sottosuolo in cui si riconoscono gli andamenti delle discontinuità e disomogeneità presenti. Target particolarmente favorevoli per una prospezione di questo tipo sono oggetti metallici, fondazioni in cemento, tubazioni, cavi, cavità, livelli freatici, inquinanti dispersi nel sottosuolo, ecc. Il georadar è costituito da un trasmettitore d'impulsi elettromagnetici a larga banda e da un ricevitore. Il suo funzionamento è sintetizzabile nella rapida successione di trasmissione d'impulsi elettromagnetici e ricezione d'onde elettromagnetiche riflesse e campionate numericamente a 816 bit. Il segnale inviato all'antenna dall'apparato trasmittente è costituito da un impulso della durata di pochi nanosecondi la cui energia si distribuisce, come già accennato, su uno spettro di frequenza ben preciso. Le caratteristiche dell'antenna (frequenza centrale e larghezza di banda) determinano il tipo di energizzazione applicata al terreno e la forma reale dell'impulso trasmesso. L'antenna da utilizzare viene scelta in funzione delle dimensioni e della profondità degli oggetti riflettenti, dell'obiettivo dell'indagine, nonché dei parametri elettrici del terreno (conducibilità e permeabilità magnetica). La profondità della sezione esplorata dipende invece, sia dalla frequenza d'impulso immesso nel terreno sia dalla durata del tempo di ascolto degli "echi" (riflessioni) restituiti dagli strati del sottosuolo. A parità di altre condizioni utilizzando tempi di ascolto più lunghi si possono raggiungere profondità maggiori; allo stesso tempo però si



riduce la risoluzione verticale del segnale acquisito. La profondità di investigazione dipende anche dalla conducibilità del materiale in cui si propaga l'impulso. In corrispondenza di terreni molto conduttivi, come per esempio quelli di natura argillosa, si ha un forte assorbimento dell'onda elettromagnetica che ne riduce notevolmente la capacità di penetrazione. Poiché l'antenna irradia energia verso il basso con un certo raggio d'azione, oggetti di dimensioni finite possono generare segnali che assomigliano a riflettori iperbolici sul radargramma.

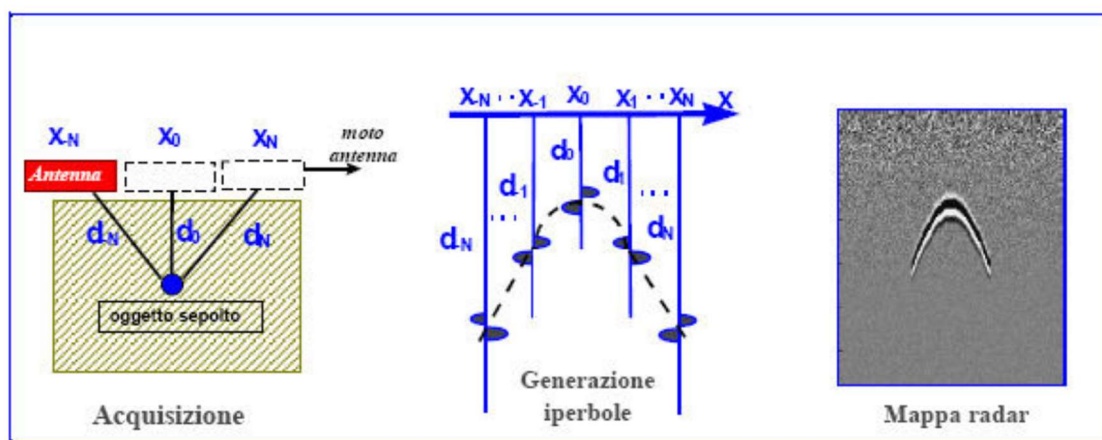


Figura 9: Schema di funzionamento dei principi di funzionamento elettromagnetico Georadar.

5.1.1 Acquisizione dati

La profondità di penetrazione e la risoluzione dipendono dalla frequenza delle antenne utilizzate, dalle proprietà elettromagnetiche del terreno e dalle caratteristiche dei bersagli. Per questi motivi l'indagine è stata eseguita con antenna a doppia frequenza per localizzare simultaneamente target profondi e superficiali.

La strumentazione radar a impulsi Zond12 della "Radsys company" ed antenne a diversa frequenza centrale pari a 900 MHz e 1500 MHz. In funzione di test eseguiti, è stata utilizzata una costante dielettrica relativa pari a 10 ed una durata del tempo di ascolto del sistema per ogni impulso elettromagnetico pari a 100 ns.



Sono state realizzate n. 6 prospezioni georadar nell'intorno dei punti d'indagine, indagando una superficie di 400 mq. Ciascuna area è stata coperta eseguendo 10 scansioni parallele lateralmente interdistanziate di 1 m, di 20 m di lunghezza e larghezza indagata dal dispositivo di 1 m, seguite da altre 10 scansioni ortogonali eseguite con le stesse modalità, per un totale di 400 m lineari indagati.

5.1.2 Elaborazione dati

I dati geofisici in generale possono essere contaminati in maniera più o meno marcata da disturbi di varia natura sia legati al rumore ambientale tipico di ogni sito, sia alle modalità di acquisizione dei dati stessi. Lo scopo principale delle procedure di elaborazione è quello di migliorare il rapporto segnale/rumore in modo da rendere meglio riconoscibili i segnali di interesse per l'indagine facilitandone al contempo l'interpretazione. Generalmente le singole sezioni radar (radargrammi) sono elaborate secondo le seguenti fasi:

- visualizzazione dei dati su radargrammi;
- filtraggio dei dati (applicazioni di filtri passabasso e passaalto, background noise removal, gain equalization, ecc.);
- eventuale migrazione dei dati;
- esportazione dei radargrammi in formato *.JPEG;

ubicazione delle anomalie significative rilevate.

5.1.3 Risultati

In Allegato 3 sono riportati i quattro radargrammi prodotti, due dei quali sono stati ottenuti dalla composizione in sequenza delle scansioni effettuate in una direzione e due radargramma nella direzione ortogonale. Per ogni direzione sono riportati i radargrammi acquisiti con una frequenza di 900 Hz (con capacità investigativa di circa 5/6 m) e i radargrammi acquisiti con una frequenza di 1500 Hz (con capacità investigativa di circa di 3 m). Complessivamente, l'elaborazione e l'interpretazione dei radargrammi ha permesso di individuare il punto di terebrazione ed escludere la presenza di oggetti che generano riflettanza elettromagnetica entro i primi 5/6 m di profondità.



6 Indagini geognostiche

I dati geognostici enucleati all'interno della presente relazione, derivano dalle risultanze delle indagini in sito e di quelle di laboratorio geotecnico appositamente realizzate a supporto del presente progetto.

6.1 *Indagini in sito e di laboratorio*

Nel corso delle attività di indagine in sito, eseguite nei mesi di Agosto/Settembre 2018, si è provveduto alla realizzazione delle seguenti terebrazioni:

- n. 6 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo;
- n. 36 prove penetrometriche in foro S.P.T.;
- prelievo n. 12 campioni di terreno indisturbati con campionatore a pareti sottili su ognuno dei quali sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio:
- determinazione dei limiti di consistenza del materiale;
- determinazione della massa volumica apparente e reale;
- determinazione del contenuto naturale in acqua;
- Analisi granulometrica meccanica per setacciatura e sedimentazione;
- prove di taglio diretto (TD);
- prova triassiale isotropicamente consolidata non drenate (TX-CU);
- n. 6 prospezione sismica in foro di sondaggio di tipo Down-hole, con rilievo delle onde p e delle onde s (30 punti di misura), a seguito della perforazione e attrezzatura del foro con tubo in PVC.
- n. 6 prospezione geofisiche HVSr

L'ubicazione delle indagini è riportata graficamente nella planimetria proposta in *Allegato 2*.

6.2 *Sondaggi meccanici a carotaggio continuo*

L'indagine ha previsto la realizzazione di n.6 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, denominati S1,....S6 spinti sino a profondità di -30,00 m dal piano campagna.



Al termine della perforazione, il foro di sondaggio è stato attrezzato con tubazione in PVC, installata fino alla profondità di -30,00 m da p.c..

Nella tabella seguente si riporta il quadro riassuntivo dei sondaggi meccanici realizzati in sito con indicazione della profondità investigata e dell'attrezzatura installata.

| <i>PROVA</i> | <i>PROFONDITÀ [m]</i> | <i>DATA ESECUZIONE</i> | <i>ATTREZZATURA INSTALLATA</i> |
|--------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------|
| S1 | -30,00 da p.c. | 10/09/2018 | Tubo in PVC per Down Hole |
| S2 | -30,00 da p.c. | 11/09/2018 | Tubo in PVC per Down Hole |
| S3 | -30,00 da p.c. | 12/09/2018 | Tubo in PVC per Down Hole |
| S4 | -30,00 da p.c. | 13/09/2018 | Tubo in PVC per Down Hole |
| S5 | -30,00 da p.c. | 07-08/08/2018 | Tubo in PVC per Down Hole |
| S6 | -30,00 da p.c. | 06-07/08/2018 | Tubo in PVC per Down Hole |

6.2.1 *Descrizione dei mezzi utilizzati*

Attrezzature di perforazione



E' stata utilizzata una attrezzatura di perforazione adeguata alle caratteristiche dei terreni da attraversare ed agli scopi del sondaggio, costituita da:

1. sonda a rotazione (testa idraulica) con i requisiti minimi sotto indicati;

| <i>Velocità di rotazione</i> | <i>0 ÷ 500</i> | <i>rpm</i> |
|---|----------------|------------|
| Coppia massima | ≥ 400 | kgm |
| Corsa continua | ≥ 150 | cm |
| Spinta | ≥ 3000 | kg |
| Tiro | ≥ 3000 | kg |
| Pressione pompa (gruppo energia autonomo) | ≥ 70 | bar |
| Argano a fune | presente | |

2. pompa con circuito supplementare per il rabbocco del fluido a testa foro;
3. impianto per la preparazione ed il recupero dei fanghi impiegati;
4. accessori e utensili necessari per l'esecuzione del lavoro a norma di specifica.

Utensili di perforazione

Sono stati utilizzati i seguenti strumenti di perforazione:

- carotieri semplici, con valvola di testa a sfera e calice:
Diametro nominale $\varnothing_{est} = 101$ mm;
Lunghezza utile $l = 150 \div 300$ cm.
- Carotiere doppio a corona sottile (T2) o grossa (T6) con estrattore.
Diametro nominale $\varnothing_{est} = 101$ mm;
Lunghezza utile $l = 150 \div 300$ cm.
- corone di perforazione in widia e diamante del tipo adatto ai terreni incontrati;



- aste di perforazione con filettatura tronco-conica:

Diametro esterno $\varnothing_{\text{est}} = 60 \div 76$ mm.

Tali utensili di perforazione utilizzati hanno consentito l'estrazione di tutto il materiale interessato dal sondaggio limitando le fratturazioni ed evitando il dilavamento.

Utensili di pulizia fondo foro

Per la pulizia di fondo foro si sono utilizzati:

- carotiere semplice, $l = 80$ cm;
- attrezzo a fori radiali, impiegati con circolazione di fluido (acqua) uscente dall'utensile con inclinazione di 90° rispetto alla verticale;

Rivestimento provvisorio

In relazione alle caratteristiche dei terreni incontrati al fine di evitare il rischio di franamenti delle pareti del foro è stato utilizzato un rivestimento provvisorio in acciaio avente le seguenti caratteristiche:

- spessore tubo $s = 10$ mm;
- diametro interno $\varnothing_{\text{int}} = 127$ mm;
- lunghezza spezzoni $l = 150 \div 200$ cm.

Strumenti di controllo e prova

Fanno parte del corredo della sonda i seguenti strumenti:

- scandaglio a filo graduato, per misura della quota reale di fondo foro;
- sondina piezometrica elettrica;
- penetrometro tascabile, fondo scala ≥ 5 kg/cm².

6.2.2 Descrizione delle attività eseguite

Rilievo stratigrafico



Il tecnico responsabile delle attività di cantiere ha provveduto alla compilazione della scheda stratigrafica relativa a ciascun sondaggio, completandola con i seguenti elementi:

- cantiere;
- numero ed ubicazione del sondaggio;
- date di perforazione (inizio e fine);
- metodo di perforazione;
- attrezzatura impiegata;
- utensile di perforazione;
- diametro di perforazione;
- diametro del rivestimento;
- tipo di terreno;
- consistenza;
- litologia;
- colore o colore prevalente;
- profondità e n. colpi prova SPT;
- quota prelievo e numero progressivo dei campioni;
- eventuali note.

In *Allegato 4* vengono proposte le stratigrafie concernenti il sondaggio effettuato e le relative fotografie delle cassette catalogatrici.

Esecuzione di n. 36 prove Standard Penetration Test (SPT) in foro di sondaggio

La prova è consistita nell'infiiggere nel terreno alla base del sondaggio un campionatore, per 3 tratti consecutivi, ciascuno di 15 cm, rilevando il numero di colpi (N) necessario per la penetrazione di ciascun tratto di 15 cm. Il valore di N_{SPT} è dato dalla somma dei colpi ottenuti per il 2° e 3° tratto.

Prima di eseguire la prova si è controllato con scandaglio la quota del fondo foro, confrontandola con quella raggiunta con la manovra di perforazione o di pulizia precedentemente fatta. Di seguito vengono riportati in forma tabellare i risultati delle prove SPT eseguite nel corso dei sondaggi.



| PROVA | PROFONDITÀ da p.c. [m] | PROVA SPT (n. colpi/15 cm) | N _{spt} | LITOLOGIA PREVALENTE |
|-------|---------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| S1 | 6,00 - 6,45 | 10 - 23 - 22 | 45 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 11,50 - 11,95 | 6 - 7 - 8 | 15 | Argilla limosa |
| | 15,50 - 15,95 | 7 - 7 - 8 | 15 | Argilla limosa |
| | 20,00 - 20,45 | 13 - 21 - 24 | 45 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 24,00 - 24,45 | 12 - 23 - 27 | 50 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 27,00 - 27,45 | 18 - 31 - 33 | 64 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| S2 | 4,00 - 4,45 | 11 - 19 - 23 | 42 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 9,60 - 10,05 | 2 - 2 - 3 | 5 | Limo argilloso |
| | 14,00 - 14,45 | 3 - 3 - 4 | 7 | Limo argilloso |
| | 18,60 - 19,05 | 15 - 18 - 25 | 43 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 21,00 - 21,45 | 18 - 19 - 28 | 47 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 27,00 - 27,45 | 19 - 21 - 29 | 50 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| S3 | 4,50 - 4,95 | 10 - 18 - 21 | 39 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 9,60 - 10,05 | 4 - 5 - 3 | 8 | Limo argilloso |
| | 15,00 - 15,45 | 13 - 16 - 18 | 34 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 18,00 - 18,45 | 15 - 15 - 22 | 37 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 21,00 - 21,45 | 18 - 22 - 23 | 45 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 25,00 - 25,45 | 17 - 20 - 26 | 46 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| S4 | 4,50 - 4,95 | 9 - 17 - 20 | 37 | Ghiaia in matrice sabbiosa |
| | 9,00 - 9,45 | 4 - 4 - 5 | 9 | Limo argilloso |
| | 14,50 - 14,95 | 5 - 7 - 8 | 15 | Argilla limosa |
| | 17,00 - 17,45 | 16 - 18 - 20 | 38 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 21,00 - 21,45 | 16 - 18 - 25 | 43 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 26,00 - 26,45 | 14 - 23 - 10 | 33 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| S5 | 4,20 - 4,65 | 5 - 5 - 7 | 12 | Sabbia |
| | 12,00 - 12,45 | 6 - 7 - 8 | 15 | Argilla limosa |
| | 15,00 - 15,45 | 15 - 19 - 23 | 42 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 18,00 - 18,45 | 10 - 11 - 34 | 45 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 21,00 - 21,45 | 16 - 24 - 32 | 56 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 24,00 - 24,45 | 18 - 22 - 29 | 51 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| S6 | 3,00 - 3,45 | 15 - 24 - 26 | 50 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 8,50 - 8,95 | 13 - 22 - 25 | 47 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 18,00 - 18,45 | 5 - 9 - 9 | 18 | Argilla limosa |
| | 21,00 - 21,45 | 22 - 26 - 34 | 60 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 24,00 - 24,45 | 17 - 19 - 24 | 43 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |
| | 27,00 - 27,45 | 16 - 29 - 38 | 67 | Ghiaia in matrice limo sabbiosa |



Prelievo di n. 12 campioni per le determinazioni geotecniche di laboratorio

Durante le operazioni di carotaggio sono stati prelevati, alle profondità indicate nella seguente Tabella, n. 12 campioni indisturbati di terreno.

| SONDAGGIO | CAMPIONE | PROFONDITÀ da p.c.[m] |
|-----------|----------|--------------------------|
| S1 | C1 | 2,50 - 3,00 |
| | C2 | 11,00 - 11,50 |
| S2 | C1 | 1,50 - 2,00 |
| | C2 | 13,50 - 14,00 |
| S3 | C1 | 1,00 - 1,50 |
| | C2 | 11,60 - 12,10 |
| S4 | C1 | 2,00 - 2,50 |
| | C2 | 10,70 - 11,20 |
| S5 | C1 | 3,70 - 4,20 |
| | C2 | 8,70 - 9,20 |
| S6 | C1 | 5,00 - 5,30 |
| | C2 | 12,50 - 13,00 |

Il prelievo dei campioni indisturbati è avvenuto mediante l'utilizzo di campionatori ad infissione tipo "Shelby" (vd. Foto 1) che possono essere utilizzati con profitto in terreni a grana fine o coesivi con consistenza da tenera a media. Si tratta di cilindri in acciaio zincato, con un diametro esterno di 120 mm ed una lunghezza di 600 mm, aventi alla base una scarpa tagliente.

I campioni prelevati sono stati contraddistinti da cartellini inalterabili, indicanti:

1. cantiere;
2. numero del sondaggio;



3. numero del campione;
4. profondità di prelievo;
5. data di prelievo;
6. parte alta.

Il numero del campione è stato quindi riportato sulla stratigrafia alla relativa quota.

Le due estremità dei campioni indisturbati sono state sigillate subito dopo il prelievo con uno strato di paraffina fusa e tappo di protezione, previa accurata pulizia della testa e della coda del campione.

I campioni destinati al laboratorio sono stati quindi sistemati in cassette con adeguati separatori ed imbottiture alle estremità, onde assorbire le inevitabili vibrazioni del trasporto.



Foto 1 – Campionatore ad infissione tipo “Shelby”.

6.3 Indagini di laboratorio geotecnico

Per quanto concerne le determinazioni geotecniche di laboratorio, i n. 12 campioni prelevati nel corso dei sondaggi meccanici, sono stati conferiti presso laboratorio geotecnico, il quale ha provveduto alla realizzazione delle indagini riportate nella seguente Tabella.



| CAMPIONE | PROFONDITÀ da p.c.[m] | MASSA VOLUMICA APPARENTE | MASSA VOLUMICA REALE | w | LIM | GRA + SED | TD- CD | TX-CU |
|----------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----|-----|-----------------|-----------|-------|
| S1/C1 | 2,50 - 3,00 | X | X | X | X | X | X | |
| S1/C2 | 11,00 - 11,50 | X | X | X | X | X | X | X |
| S2/C1 | 1,50 - 2,00 | X | X | X | X | X | X | |
| S2/C2 | 13,50 - 14,00 | X | X | X | X | X | X | |
| S3/C1 | 1,00 - 1,50 | X | X | X | X | X | X | |
| S3/C2 | 11,60 - 12,10 | X | X | X | X | X | X | X |
| S4/C1 | 2,00 - 2,50 | X | X | X | X | X | X | |
| S4/C2 | 10,70 - 11,20 | X | X | X | X | X | X | X |
| S5/C1 | 3,70 - 4,20 | X | X | X | X | X | X | |
| S5/C2 | 8,70 - 9,20 | X | X | X | X | X | X | X |
| S6/C1 | 5,00 - 5,30 | X | X | X | X | X | X | |
| S6/C2 | 12,50 - 13,00 | X | X | X | X | X | X | X |

Legenda:

- w - contenuto d'acqua
- Lim - determinazione congiunta del limite liquido e del limite plastico e calcolo dell'indice di plasticità;
- GRA + Sed - analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione
- TD-CD - prova di taglio diretto consolidata-drenata
- TX-CD - prova triassiale consolidata non drenata

In *Allegato 6* sono riportati i certificati di prova relativi alle indagini di laboratorio eseguite.

6.3.1 Descrizione delle prove di laboratorio eseguite

Determinazione della massa volumetrica apparente



La prova consiste nella determinazione della massa volumica apparente di un terreno, ottenuto come rapporto tra la massa di un provino e il suo volume. La prova è stata effettuata unicamente su provini indisturbati, avendo cura di non alterare in alcun modo le caratteristiche del campione durante il confezionamento del provino. Per il confezionamento dei provini è stato impiegato un apposito tornietto da laboratorio, al fine di minimizzare il disturbo al campione; l'uso del tornietto è stato evitato per terreni a bassa consistenza, per i quali è stata possibile l'infissione a pressione di una fustella tarata mediante l'impiego di un idoneo campionatore.

Determinazione della massa volumetrica reale

La prova consiste nella determinazione del rapporto tra la massa della frazione solida di un terreno e il suo volume. Il peso specifico dei grani è stato ottenuto come valore medio di due determinazioni eseguite col metodo del picnometro calibrato su materiale omogeneo. Per l'eliminazione dell'aria intrappolata è stata impiegata una pompa per vuoto con pressione non superiore a 100 mm Hg.

Determinazione dei limiti di consistenza

La prova consiste nella determinazione del contenuto d'acqua per il quale avviene il passaggio dallo stato semiliquido allo stato plastico (limite di liquidità) e dallo stato plastico allo stato semisolido (limite di plasticità).

Determinazione del contenuto naturale d'acqua

La prova consiste nella determinazione del contenuto d'acqua di terreni, rocce e materiali simili. La determinazione del contenuto naturale d'acqua è stato ottenuto per differenza tra peso del campione umido e peso del campione essiccato in forno termostato a 105° ed espresso in percentuale rispetto al peso del campione essiccato.

Analisi granulometrica per vagliatura



La prova consiste nella determinazione della distribuzione granulometrica di un campione di terreno trattenuto al setaccio ASTM n° 200.

L'analisi granulometrica per vagliatura è stata eseguita per via umida, impiegando setacci e vagli della serie ASTM di diametro non inferiore ai 300 mm, scelti tra i seguenti termini in funzione della dimensione massima dei granuli: n° 200, n° 100, n° 60, n° 40, n° 20, n° 10, n° 4, 3/8", 3/4", 1", 1.5", 2" e 3". La quantità minima da sottoporre a prova è stata stabilita sulla base delle dimensioni massime dei granuli presenti in quantità significativa (non inferiore al 10%) secondo il seguente schema:

| Massa minima da minimizzare | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Dimensione massima granuli | Massa minima campione |
| 2 mm | 200 g |
| 10 mm | 1000 g |
| 15 mm | 2000 g |
| 40 mm | 10000 g |
| 60 mm | 15000 g |
| 70 mm | 25000 g |
| 100 mm | 35000 g |

Prima dell'esecuzione dell'analisi granulometrica si è proceduto a un controllo dell'integrità dei setacci, sostituendo immediatamente i setacci lesionati. Il campione sottoposto ad analisi, una volta essiccato e pesato, è stato immerso in acqua fino al completo distacco della frazione fine dai granuli e la completa disgregazione dei grumi, favorendo l'operazione mediante agitazione meccanica. Poi, evitando qualsiasi perdita di materiale, si è proceduto alle operazioni di setacciatura favorendo il passaggio del materiale con getti d'acqua e con l'azione meccanica di un pennello molto morbido.



Infine si è proceduto all'essiccazione in forno termostato a 105° e alla determinazione delle masse trattenute a ciascun setaccio.

Analisi granulometrica per sedimentazione

La prova consiste nella determinazione della distribuzione granulometrica della frazione passante al setaccio ASTM n° 200 di un terreno. L'analisi granulometrica per sedimentazione è stata condotta effettuando letture della densità e della temperatura di una sospensione, preparata con 50 gr di materiale passante al setaccio ASTM n° 200, 125 ml di soluzione disperdente (esametafosfato di sodio in soluzione pari a 40g/L) e acqua distillata fino a ottenere un volume pari a 1000 ml, dopo 1', 2', 4', 8', 15', 30', 60', 120', 240', 480' e 1440' dal termine dell'agitazione preliminare. Le letture di densità dovranno essere effettuate con densimetro calibrato di tipo ASTM 151H o 152H. Per tutta la durata dell'analisi sono state evitate vibrazioni e movimenti dei cilindri di prova e eccessive variazioni di temperatura (a tale scopo si è utilizzata una vasca termostata a 20°).

Prova di taglio diretto consolidata drenata (CD)

La prova consiste nella determinazione dei parametri di resistenza in condizioni drenate di campioni di terreno sottoposti a sollecitazioni di taglio. La prova è stata eseguita su tre provini a sezione quadrata di lato non inferiore a 50 mm preparati con apposito tornietto campionario a partire da campioni indisturbati. La prova si è articolata in due distinte fasi di consolidazione e di taglio. Nella fase di consolidazione è stato gradualmente incrementato il carico assiale applicato al provino, fino al raggiungimento della pressione di consolidazione indicata per ciascun provino. Durante la fase di consolidazione, sono state monitorate le deformazioni assiali in funzione del tempo, in modo da poter stabilire la fine della fase di consolidazione primaria, prima di ciascun incremento di carico. I valori delle deformazioni assiali in funzione del tempo relativi all'ultimo gradino di carico sono stati registrati e diagrammati in funzione della radice quadrata del tempo per la determinazione del t100 di fine consolidazione assunto come parametro base per il calcolo della velocità di rottura.



Nella fase di rottura è stato invece gradualmente incrementato il carico orizzontale fino a ottenere deformazioni orizzontali superiori al 20% del diametro iniziale del provino. Durante la fase di rottura sono stati monitorati e registrati a opportuni intervalli temporali i valori di spostamento orizzontale, deformazione verticale e resistenza al taglio. Al termine della fase di rottura si è proceduto alla determinazione della resistenza residua, effettuando almeno cinque cicli completi di andata e ritorno della scatola di taglio fino a fondo corsa alla medesima velocità di scorrimento adottata per la determinazione della resistenza di picco (procedura completa), controllando in ogni caso che si sia raggiunta la completa stabilizzazione della curva resistenza al taglio-scorrimento orizzontale.

Prova di compressione triassiale consolidata isotropicamente - non drenata (TX-CU)

La prova consiste nella determinazione dei parametri di resistenza in termini di tensioni totali ed efficaci di un campione di terreno sottoposto a condizioni di sollecitazione triassiale; la prova può inoltre essere utilizzata per la determinazione dei parametri di deformabilità non drenati. La prova è stata eseguita su provini cilindrici, di diametro non inferiore a 35 mm e rapporto altezza/diametro compreso tra 2 e 2.5, preparati con apposito tornietto campionatore a partire da campioni indisturbati; per materiali poco consistenti è stata infitta a pressione un'apposita fustella calibrata. Il diametro dei provini è stato mantenuto maggiore di 6 volte il diametro massimo delle particelle costituenti il materiale in prova. Particolare importanza assume la preparazione delle facce terminali dei provini, che sono state mantenute perfettamente piane e perpendicolari all'asse dei provini. La preparazione del provino dovrà avvenire in ambiente con umidità controllata per evitare qualsiasi variazione al contenuto d'acqua iniziale. La prova è stata condotta attraverso tre distinte fasi : saturazione, consolidazione e rottura. La saturazione preliminare è stata condotta attraverso l'applicazione di back-pressure a gradini di magnitudo variabile in funzione delle caratteristiche di consistenza dei terreni in prova; durante la quale è stata mantenuta una differenza di pressione tra pressione di cella e back-pressure tra 5 e 10 kPa per evitare pre-consolidazione dei provini. Dopo ogni gradino di saturazione, una volta raggiunta la completa stabilizzazione delle pressioni, è stato misurato il grado di saturazione raggiunto, indirettamente dal parametro B. La fase di saturazione si può ritenere conclusa quando il parametro B assumerà valori superiori a 0.95 in due successive



determinazioni. La fase di consolidazione è stata condotta per incremento di pressione di cella fino a raggiungere il valore prefissato. Dopo la stabilizzazione della pressione interstiziale è stata avviata la fase di consolidazione, consentendo il drenaggio e registrando variazioni di volume e pressione interstiziale in funzione del tempo. Dal diagramma variazione di volume - logaritmo del tempo, o in alternativa variazione di volume - radice quadrata del tempo, si determinerà il tempo di fine consolidazione t_{100} che sarà assunto come parametro base per il calcolo della velocità di rottura. La fase di rottura avviene in condizioni di drenaggio impedito, incrementando progressivamente lo sforzo deviatorico, mantenendo fissa la pressione di cella, fino ad ottenere deformazioni assiali non inferiori al 15%. Al fine di assicurare un'uniforme distribuzione ed equalizzazione della sovrappressione idraulica conseguente l'incremento tensionale, la velocità di deformazione v_r sarà stabilita sulla base del t_{100} di fine consolidazione e della deformazione attesa a rottura ϵ_r secondo la seguente equazione:

$$v_r = (H_c * \epsilon_r) / (15 * t_{100})$$

con H_c = altezza del provino al termine della fase di consolidazione.

Durante tutta la fase di rottura sono stati monitorati e registrati i valori di sforzo deviatorico, deformazione assiale e pressione interstiziale.



6.3.2 Risultati indagini di laboratorio geotecnico

Per quanto concerne la caratterizzazione geotecnica di laboratorio, i campioni prelevati in corso di sondaggio sono stati conferiti presso il laboratorio geotecnico Studio MM s.r.l., che ha provveduto alla realizzazione delle prove geotecniche riassunte di seguito ed in *Allegato 6* è presente copia dei certificati di prova.

| CAMPIONE | PROFONDITÀ (m) | UMIDITÀ NATURALE | PESO DI VOLUME | GHIAIA | SABBIA | LIMO | ARGILLA | LIMITE LIQUIDO | LIMITE PLASTICO | INDICE PLASTICO | COESIONE EFFICACE (TD/TXCU) | ANGOLO DI RESISTENZA AL |
|----------|-------------------|---------------------|---------------------|--------|--------|-------|---------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------------|
| | | w | ρ | G | S | L | A | LL | LP | IP | c' | φ' |
| | | % | daN/dm ³ | % | % | % | % | % | % | - | kPa | ° |
| S1/C1 | 2,50 - 3,00 | 15,40 | 1,98 | 2,3 | 71,4 | 20,16 | 6,14 | 20 | n.d. | N.P. | 0,0 | 32,0 |
| S1/C2 | 11,00 - 11,50 | 23,84 | 1,98 | 0,0 | 3,10 | 73,64 | 23,26 | 35 | 18 | 16 | 12,0 13,6 | 27,8 27,2 |
| S2/C1 | 1,50 - 2,00 | 16,83 | 1,97 | 33,8 | 37,0 | 20,91 | 8,29 | 23 | 15 | 8 | 4,0 | 30,7 |
| S2/C2 | 13,50 - 14,00 | 25,82 | 1,96 | 0,0 | 14,7 | 53,21 | 32,09 | 36 | 17 | 19 | 13,0 | 25,9 |
| S3/C1 | 1,00 - 1,50 | 17,83 | 1,96 | 11,5 | 15,3 | 60,55 | 12,75 | 29 | 20 | 9 | 6,0 | 29,6 |
| S3/C2 | 11,60 - 12,10 | 21,00 | 2,03 | 0,0 | 11,5 | 66,02 | 22,48 | 29 | 18 | 11 | 8,0 8,2 | 29,9 30,2 |
| S4/C1 | 2,00 - 2,50 | 19,52 | 1,95 | 0,0 | 20,2 | 64,77 | 15,03 | 33 | 21 | 12 | 10,0 | 28,8 |
| S4/C2 | 10,70 - 11,20 | 23,42 | 1,97 | 0,0 | 3,5 | 64,98 | 31,52 | 42 | 21 | 21 | 15,0 16,1 | 23,8 23,2 |
| S5/C1 | 3,70 - 4,20 | 20,33 | 1,96 | 0,0 | 50,2 | 44,09 | 5,71 | 23 | n.d. | N.P. | 2,0 | 30,9 |



| | | | | | | | | | | | | |
|-------|---------------|-------|------|-----|------|-------|-------|----|----|----|------|------|
| S5/C2 | 8,70 - 9,20 | 22,92 | 1,97 | 0,0 | 7,6 | 67,96 | 24,44 | 35 | 20 | 15 | 12,0 | 27,6 |
| | | | | | | | | | | | 9,1 | 28,8 |
| S6/C1 | 5,00 - 5,30 | 23,56 | 1,96 | 0,0 | 23,8 | 64,07 | 12,13 | 32 | 19 | 13 | 9,0 | 29,1 |
| S6/C2 | 12,50 - 13,00 | 26,24 | 1,96 | 0,5 | 14,2 | 68,74 | 16,66 | 33 | 20 | 13 | 10,0 | 29,4 |
| | | | | | | | | | | | 9,9 | 29,8 |

6.4 Indagine sismica integrata DOWN-HOLE + HVSR

Questa prova sismica consiste nella misura diretta del tempo d'arrivo necessario a un impulso generato in superficie per raggiungere un sensore che è calato in foro di sondaggio. Quest'ultimo è opportunamente allestito per la prova sismica in foro, tramite rivestimento del foro di sondaggio mediante un tubo in PVC del diametro di 63 mm che viene adeguatamente cementato.

Lo scopo del metodo sismico Down-Hole è di ricavare la velocità di propagazione delle onde elastiche di compressione e di taglio, che si propagano nel terreno in seguito a una energizzazione superficiale realizzata tramite massa battente. Per registrare l'arrivo delle onde di compressione e di taglio è utilizzata una terna geofonica da foro che è opportunamente orientata in relazione alla direzionalità dell'impulso. L'accoppiamento della terna al tubo è garantito tramite un sistema a compressione d'aria, che permette al sensore di aderire alle pareti del tubo e garantire una continuità fisica al terreno circostante. Per generare impulsi compressivi è utilizzato un martello battente (massa=5 Kg) che impatta una piastra metallica, la quale si comporterà similmente a una sorgente sismica puntuale dalla quale si propaga un treno d'onde ricco in componente compressiva. Da questo tipo di energizzazione è individuato l'arrivo delle onde p. Per generare impulsi di taglio è utilizzato un sistema che prevede il posizionamento di una traversina (parallelepipedo in legno) al di sotto di un contrappeso, la quale ha asse longitudinale parallelo al sensore che si utilizza per registrare l'impulso di taglio. La battuta laterale della traversina, tramite un martello battente, genera un treno d'onde ricco in componente di taglio, nello specifico risulta identificabile l'arrivo delle onde di taglio s polarizzate sul piano orizzontale (onde SH). La battuta all'altro capo della traversina consente di



sfruttare la proprietà di polarizzazione inversa delle onde di taglio, le quali, se sovrapposte le tracce acquisite a polarità inversa, generano nel sismogramma delle tipiche forme a ogiva che permettono il più preciso riconoscimento dell'onda SH. Tutte le energizzazioni sono effettuate ad una distanza di 5 m dal boccaforo, la quale è adeguatamente vicina all'asse verticale di misura per non registrare onde rifratte alle interfacce acustiche e sufficientemente distante per non generare propagazione di onde nel tubo di rivestimento. Dopo ogni energizzazione e acquisizione del segnale relativamente le tre componenti, la terna geofonica viene posizionata a una differente profondità, mantenendo un passo prestabilito e ripetuta l'acquisizione. Una volta ottenute le tracce sismiche relative a ogni componente sensoriale per ogni profondità investigata, si sottopongono le tracce a una fase picking dell'onda p e dell'onda s, basata su un semplice riconoscimento visivo dell'impulso di interesse, considerando l'orientazione del sensore in esame rispetto l'impulso e il rapporto segnale rumore (S.toN.R.) osservabile. I procedimenti fino a ora descritti permettono di ottenere una sequenza di tempi di arrivo-profondità (sia per l'onda p che per l'onda s). Questi ultimi possono essere elaborati seguendo due differenti metodologie: il metodo diretto e il metodo dell'intervallo temporale. Il metodo diretto prevede la correzione dei tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tener conto dell'inclinazione del percorso. Se d è la distanza tra la sorgente e l'asse verticale del foro, r è la distanza fra la sorgente e la sonda dei sensori e z è la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t_{corr}) mediante la seguente formula di conversione:

$$t_{corr} = (z/r) * t$$

Viene quindi costruita la dromocrona (grafico $t_{corr} - z$) in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei possa essere rappresentata dall'inclinazione della retta interpolante i dati sperimentali relativi un determinato intervallo di profondità. È quindi suddivisa la dromocrona in segmenti a uguale pendenza ciascuno dei quali rappresenta un sismo-strato, per il quale sono definiti valori di v_p e v_s .

Il metodo delle velocità intervallari prevede il calcolo della velocità di propagazione considerando due ricevitori consecutivi posti a consecutiva profondità.

Se consideriamo r come la distanza tra il punto di energizzazione e il sensore, z la profondità e t il tempo d'arrivo, allora la velocità intervallare ad una data profondità sarà ottenibile tramite:



$$V_{p,s} = \Delta r / \Delta T$$

$$R1 = \sqrt{Z1^2 + d^2}$$

$$R2 = \sqrt{Z2^2 + d^2}$$

T1 = tempo di arrivo profondità 1

T2 = tempo d'arrivo profondità 2

Una volta ottenute la velocità di propagazione delle onde p e delle onde s, per entrambi i metodi, è possibile ricavare i valori dei moduli dinamici elastici relativi a bassi livelli deformativi. Nel particolare è possibile, tramite le formulazioni relative il campo elastico, ricavare il Modulo di taglio (G), il coefficiente di poisson (ν), il Modulo edometrico (Ed), il Modulo di compressibilità volumetrica (B) e il Modulo di Young (E).

$$G = \rho * V_s^2$$

$$Ed = \rho * V_p^2$$

$$\nu = \frac{\frac{1}{2} * \frac{V_p^2}{V_s^2} - 1}{\frac{V_p}{V_s} - 1}$$

$$E = 2\rho * V_s^2(1 + \nu)$$

$$B = \rho (V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2)$$

Per la costruzione di più verticali sismo-stratigrafiche rappresentative dei terreni di fondazione dell'opera sono state effettuate due prove sismiche Down-Hole nei fori di sondaggio opportunamente allestiti per l'esecuzione della prova. Terminato il processo di perforazione è stato inserito in foro un tubo in PVC avente un diametro interno di 74 mm e una sezione tubo di 3 mm, giuntato con nastro americano e cementato alle pareti del foro. Le prove sismiche Down-Hole sono state eseguite in seguito al processo di essiccamento del cemento, per garantire una continuità fisica alla propagazione dell'onda. Terminate le acquisizioni del segnale sismico il tubo è stato riempito di terreno reperito in loco e coperto.

L'acquisizione degli impulsi generati a una distanza di 3 m da centro-foro è stata effettuata tramite Geofono da Foro 3D Pasi Mod. GFA 50/100. Questo è costituito da 3 sensori geofonici ad elevata sensibilità (freq. naturale di 10 Hz) orientati secondo una terna di assi cartesiani ortogonali (1 verticale



e 2 orizzontali). La terna geofonica è dotata di un sistema di “clamping” pneumatico-meccanizzato per l'accoppiamento dello strumento al tubo di rivestimento del sondaggio. L'acquisizione del segnale sismico è stata effettuata con un passo di 1 m, mantenendo la terna opportunamente orientata per la registrazione degli impulsi di taglio.

| PROVA | Offset /distanza sorgente – foro (m) | Passo verticale di campionamento (m) | Frequenza di campionamento (Hz) |
|-------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| DH1 | 3 | 1 | 4 KHz |
| DH2 | 3 | 1 | 4 KHz |
| DH3 | 3 | 1 | 4 KHz |
| DH4 | 3 | 1 | 4 KHz |
| DH5 | 3 | 1 | 4 KHz |
| DH6 | 3 | 1 | 4 KHz |

Ad integrazione delle prove Down-Hole in foro, sono state realizzate n. 6 indagini geofisiche HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) per mezzo di tromografo digitale.

6.4.1 Risultati

Le tre tracce sismiche, relative a ogni profondità, sono state ricombinate per l'ottenimento di un sismogramma definitivo sul quale è possibile apprezzare l'intera forma d'onda. E' seguita una fase di picking delle onde di compressione p e delle onde di taglio s. Utilizzando i tempi di arrivo identificati nella precedente fase, è possibile risalire alle velocità intervallari utilizzando l'omonimo metodo, applicato con passo 1 m. In *Allegato 7* sono riportate una serie di diagrafie verticali delle velocità Vp e Vs e dei moduli dinamici relativi a un basso grado di deformazione (ottenuti da Vp e Vs tramite formulazioni della teoria dell'elasticità). Viene di seguito riportato il valore di Vs30(m/s) calcolato.



| PROVA | Profondità raggiunta (m da p.c.) | Intervallo | VS30 (m/s) | CAT.Suolo NTC-2018 |
|-------|----------------------------------|-------------|------------|--------------------|
| DH1 | 30.00 | 1-30 m p.c. | 286 m/s | C |
| DH2 | 30.00 | 1-30 m p.c. | 289 m/s | C |
| DH3 | 30.00 | 1-30 m p.c. | 273 m/s | C |
| DH4 | 30.00 | 1-30 m p.c. | 292 m/s | C |
| DH5 | 30.00 | 1-30 m p.c. | 276 m/s | C |
| DH6 | 30.00 | 1-30 m p.c. | 303 m/s | C |

In *Allegato 6* è riportata la documentazione fotografica, i modelli sismo-stratigrafici e la tabella relativa alle verticali di indagine. Le diagrafie delle velocità di propagazione V_p e V_s e dei moduli dinamici sono state ottenute tramite metodo dell'intervallo sismico, precedentemente descritto.

7 Caratterizzazione litotecnica dei terreni

La ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo indagato ed i parametri geotecnici indicati nel seguente capitolo, scaturiscono dall'analisi delle indagini in sito e prove di laboratorio geotecnico effettuate a supporto del progetto.

In particolare sono state prese in esame le prove di classificazione (analisi granulometriche per setacciatura e, quando effettuate, setacciate sui campioni di terreno prelevati in corso di sondaggio) e le prove penetrometriche eseguite all'interno dei fori di sondaggio (SPT).

I valori adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati sono quelli estrapolati da vari abachi di correlazione consigliati da diversi autori ed assunti in modo moderatamente cautelativo (Skempton, 1986; Schmertmann, 1975; Terzaghi e Peck, 1948).



7.1 Ricostruzione stratigrafica

Da un punto di vista stratigrafico, tenendo conto della inevitabile eterogeneità delle caratteristiche litologiche dei terreni presenti nell'intera area, è possibile distinguere 3 diverse facies che si succedono in modo non sequenziale nel sottosuolo, spesso presentando interdigitazioni tra di esse.

Tale assetto stratigrafico con l'indicazione della distribuzione delle diverse unità geotecniche in profondità è rappresentato nella sezione in *Allegato 5*.

La reale geometria delle diverse unità è accertata solo in corrispondenza delle verticali d'indagine eseguite, mentre per le altre distribuzioni, trattandosi di estrapolazioni su base sedimentologica in funzione delle indagini, sono da tener conto possibili variazioni locali.

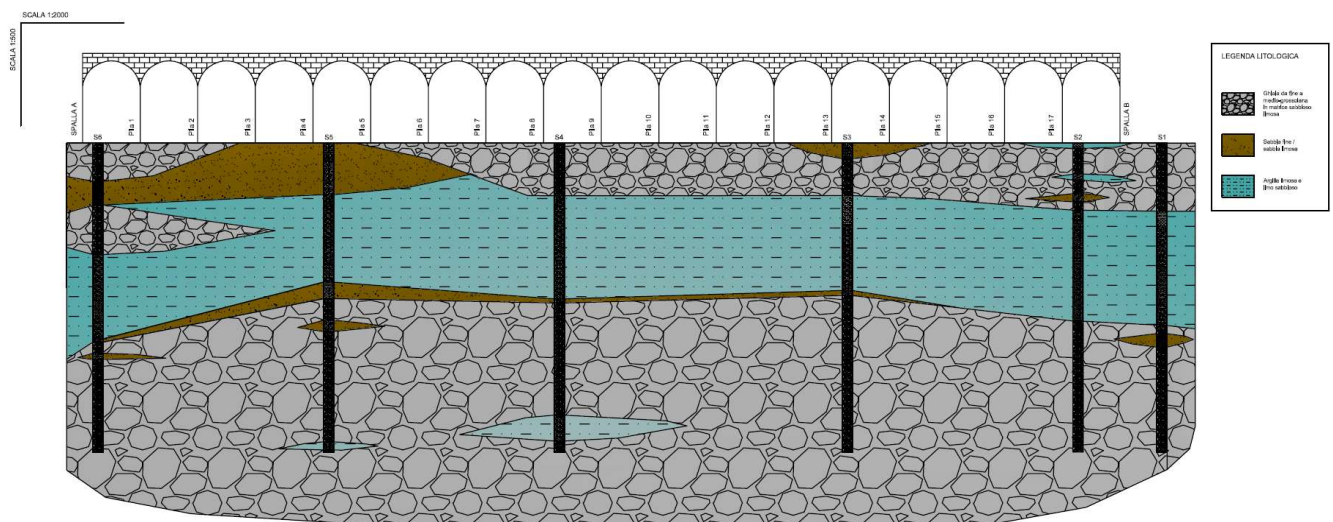


Figura 10 – Stralcio della sezione litostratigrafica proposta in allegato.

Le facies individuate sono:

- **UNITÁ A – Facies ghiaiosa**

Ghiaia da fine a medio-grossolana in matrice sabbioso limosa.



Localmente si rinvencono corpi lenticolari costituenti la Facies B e C.

- **UNITÁ B – Facies sabbiosa**

Sabbia fine e media talvolta debolmente limosa di color marrone.

Questa unità si rinviene in corpi lenticolari distribuiti nelle Facies A e C.

- **UNITÁ C – Facies limoso argillosa**

Limo argilloso e argilla limosa di colore grigio verdastro con presenza di calcinelli e bioclasti.

Localmente si rinvencono corpi lenticolari costituenti la Facies A

7.2 *Caratteristiche meccaniche dei terreni*

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni attraversati, sono state prese in esame le prove di laboratorio effettuate sui campioni prelevati e le prove penetrometriche eseguite all'interno dei fori di sondaggio (SPT) .

I valori adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati, assunti in modo moderatamente cautelativo, sono quelli estrapolati attraverso correlazioni ricavate da letteratura tecnica la cui validità è confermata a livello internazionale o estrapolati da vari abachi di correlazione consigliati da diversi autori.

Nel dettaglio, per la classificazione e la caratterizzazione dei terreni incoerenti (Unità A e B) e terreni coesivi (Unità C), si è fatto uso di alcune correlazioni empiriche tra la resistenza alla punta misurata nel corso delle prove penetrometriche ed i seguenti parametri:

- Angolo di attrito, φ (Mitchell & Katti 1981). Correlazione valida per sabbie e ghiaie.
- Coesione non drenata, C_u (Terzaghi-Peck).
- Densità relativa, D_r (Meyerhof 1957).



- Modulo di Young, E_y (Bowles 1982). Elaborazione valida per sabbie e ghiaie.
- Modulo di Young, E_y (D'Apollonia et al. 1983). Elaborazione valida per terreni coesivi.
- Modulo Edometrico, (Begemann, 1974). Elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia.
- Modulo Edometrico (Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner). Elaborazione valida per terreni coesivi.
- Peso di volume, γ (Meyerhof et al.). Valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso e argille.
- Modulo di deformazione di taglio, G (Ohsaki & Iwasaki). Elaborazione valida per sabbie pulite.
- Modulo di Poisson, (Classificazione A.G.I.).

| Unità | ϕ' [°] | C_u [kg/cm ²] | E_y [kg/cm ²] | Dr % | Mod. Edo [kg/cm ²] | γ [t/m ³] | G [kg/cm ²] | Poisson |
|----------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------|
| A | 35 | / | 468 | 100,00 | 393,3 | 2,16 | 1739,07 | 0,22 |
| | 38 | | 840 | 61,68 | 702,7 | 2,36 | 3383,95 | 0,29 |
| B | 30 | / | 135 | 72,66 | 202,2 | 1,79 | 671,96 | 0,26 |
| | 38 | | 300 | 94,94 | 502,5 | 2,22 | 2327,73 | 0,33 |
| C | / | 0,31 | 50 | / | 52,79 | 1,76 | / | / |
| | | 1,22 | 180 | | 154,78 | 2,09 | | |

Al paragrafo 6.3.2 vengono invece riassunti i risultati delle prove di laboratorio geotecnico effettuate sui campioni di terreno prelevati in corso di sondaggio.

8 Indagini strutturali - Carotaggi in fondazione

Per lo studio delle fondazioni ed in funzione della possibilità di posizionamento della sonda, sono stati effettuate due terne di carotaggi in corrispondenza della spalla A e della pila n. 14.



L'elevata profondità delle quote di imposta delle fondazioni ha richiesto l'impiego di una macchina perforatrice e dell'attrezzatura utilizzata solitamente per realizzare sondaggi geognostici o micropali.

Sono stati fatti numerosi tentativi di svolgere tali perforazioni con la carotatrice impiegata per le elevazioni, ma la profondità delle quote d'imposta (c.ca 22 m spalla A, c.ca 16 m pila 14) e la compattezza dei materiali delle fondazioni, ne ha reso di fatto impossibile l'utilizzo.

Su ciascun punto di indagine sono stati quindi effettuati n. 3 carotaggi con differenti inclinazioni. Il primo carotaggio realizzato ha un andamento quasi verticale ed è finalizzato ad individuare il piano di imposta della fondazione e normalmente viene inclinato di 5° sulla verticale (α_0). Le inclinazioni del secondo e del terzo carotaggio, una volta eseguito il primo, si determinano nel seguente modo:

- per il carotaggio intermedio $\alpha_1 = \alpha/2$ con $\alpha = \arctang(s/z)$
dove s e z sono rispettivamente larghezza della spalla/pila nel punto di attacco della perforazione e profondità del piano di imposta della fondazione nel punto di attacco della perforazione valutato con il carotaggio più inclinato;
- per il carotaggio meno inclinato $\alpha_2 = \alpha + 15^\circ$ con $\alpha = \arctang(s/z)$

8.1 Descrizione dei mezzi utilizzati

Attrezzature di perforazione

L'esecuzione delle indagini ha richiesto l'impiego di una sonda a rotazione (testa idraulica) con i requisiti minimi sotto indicati:

| Velocità di rotazione | 0 ÷ 500 | rpm |
|---|-------------|-----|
| Coppia massima | ≥ 400 | kgm |
| Corsa continua | ≥ 150 | cm |
| Spinta | ≥ 3000 | kg |
| Tiro | ≥ 3000 | kg |
| Pressione pompa (gruppo energia autonomo) | ≥ 70 | bar |
| Argano a fune | presente | |



Utensili di perforazione

Sono stati utilizzati i seguenti strumenti di perforazione:

- Carotiere doppio a corona sottile (T2) o grossa (T6) con estrattore.

Diametro nominale $\varnothing_{\text{est}} = 101 \text{ mm}$;

Lunghezza utile $l = 150 \div 300 \text{ cm}$.

- corone di perforazione diamante;
- aste di perforazione con filettatura tronco-conica:

Diametro esterno $\varnothing_{\text{est}} = 60 \div 76 \text{ mm}$.

Rivestimento provvisorio

In relazione alle caratteristiche dei terreni incontrati al fine di evitare il rischio di franamenti delle pareti del foro è stato utilizzato un rivestimento provvisorio in acciaio avente le seguenti caratteristiche:

- spessore tubo $s = 10 \text{ mm}$;
- diametro interno $\varnothing_{\text{int}} = 127 \text{ mm}$;
- lunghezza spezzoni $l = 150 \div 200 \text{ cm}$.

8.2 Elenco e ubicazione delle indagini eseguite

Le indagini, eseguite in conformità al Programma di Indagine approvato dalla DL, sono elencate nella tabella seguente.

| PROVA | CAROTAGGIO | UBICAZIONE |
|-------------------------|----------------|-----------------------|
| Carotaggi in fondazione | C6 + C7 + C8 | Spalla A |
| Carotaggi in fondazione | C9 + C10 + C11 | Fondazione pila n. 14 |



8.3 Descrizione e ubicazione dei carotaggi spalla A

Per la spalla A, gli angoli dei carotaggi sono stati i seguenti:

- $\alpha_0 = 5^\circ$
- $\alpha_1 = 10^\circ$
- $\alpha_2 = 20^\circ$

La tabella che segue riporta il riepilogo dei sondaggi effettuati sulla spalla A con le relative lunghezze totali del foro.

| CAROTAGGIO | POSIZIONE | LUNGHEZZA [m] |
|------------|------------------------------------|------------------|
| C6 | Spalla A - inclinazione 5° | 23,50 |
| C7 | Spalla A - inclinazione 10° | 23,50 |
| C8 | Spalla A - inclinazione 20° | 22,00 |

La figura che segue riporta lo schema dei sondaggi effettuati.

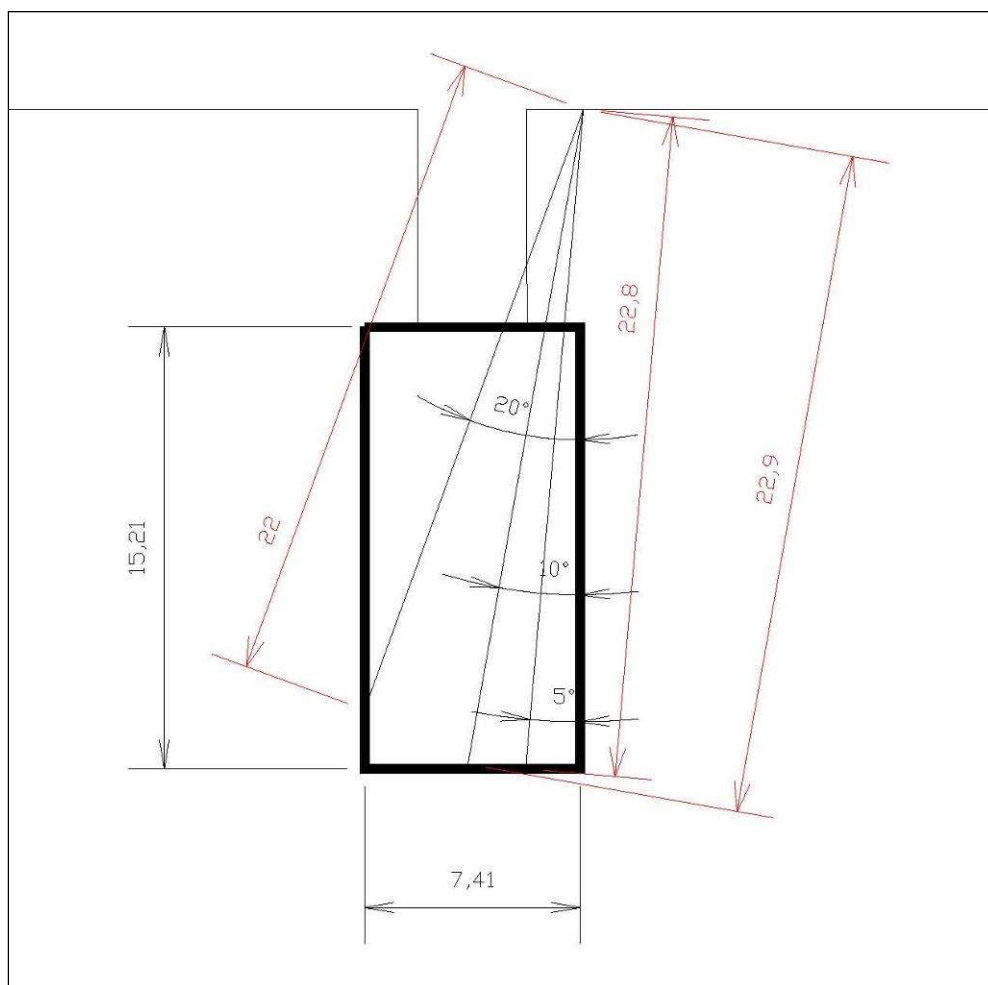


Figura 11: schema dei sondaggi effettuati sulla spalla A e relative lunghezze.

Carotaggio C6

Il carotaggio C6 spinto fino alla profondità di 23,50 m è stato eseguito con una inclinazione sulla verticale di 5° e la stratigrafia ricostruita a partire dalla perforazione effettuata, può essere così riassunta: dopo i primi strati di terreno naturale rinvenuti sino alla profondità di -7,50 m è stato rinvenuto il basamento fondale costituito da calcestruzzo (armato nella parte iniziale) per una lunghezza di 15,30 m. Chiudono la successione terreni ghiaiosi in matrice sabbiosa.

Segue la stratigrafia ottenuta, mentre le fotografie relative alle cassette catalogatrici del materiale estratto, sono raccolte in *Allegato 4*.

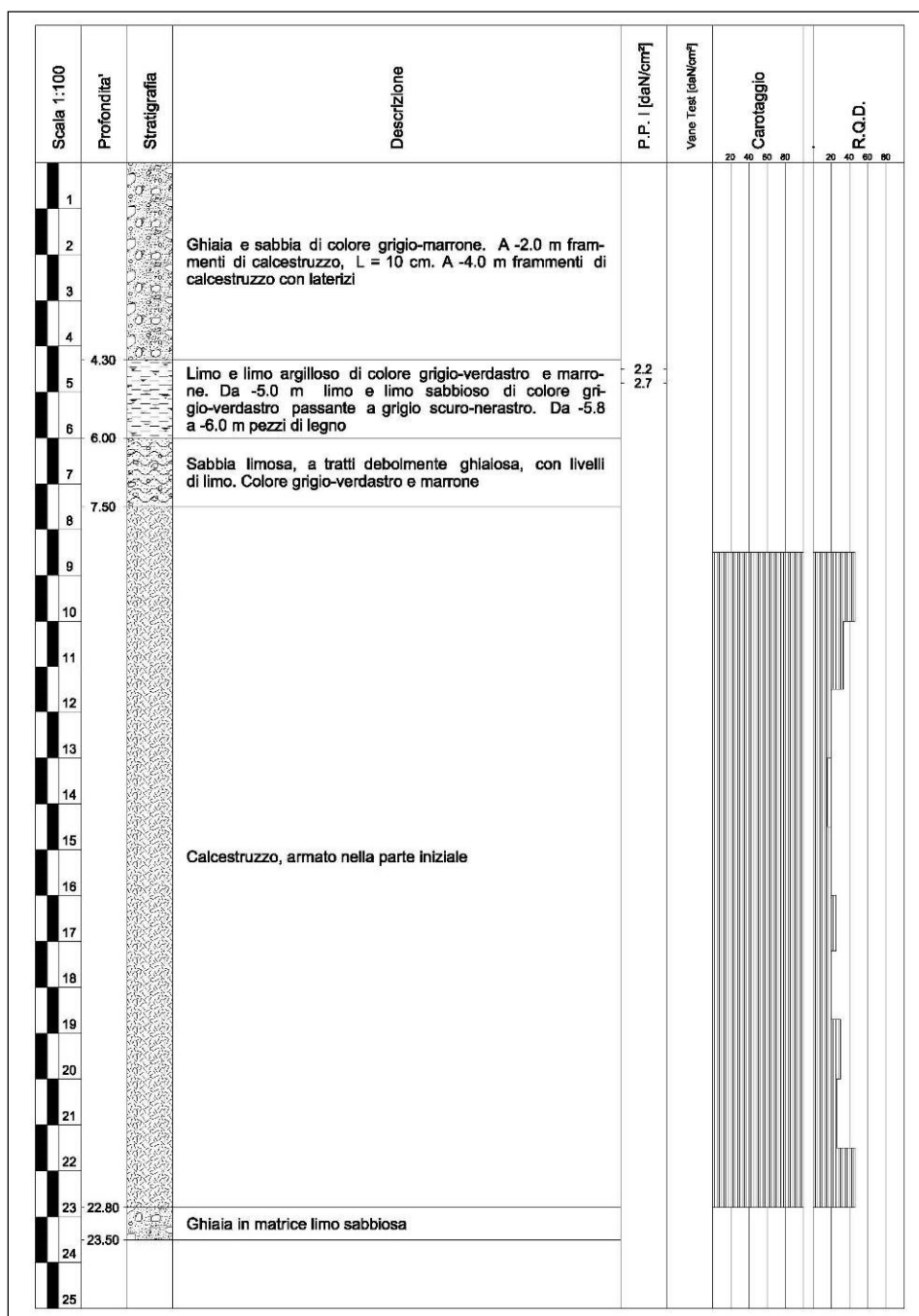


Figura 12: Stratigrafia ricostruita del sondaggio C8

Carotaggio C7



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



Il carotaggio C7 spinto fino alla profondità di 23,50 m è stato eseguito con una inclinazione sulla verticale di 10°.

Le carote estratte evidenziano la presenza di terreni naturali rinvenuti sino alla profondità di -5,80 m seguiti dal basamento fondale costituito da calcestruzzo per una lunghezza di 17,10 m.

Chiudono la successione terreni ghiaiosi in matrice sabbiosa.

Segue la stratigrafia ottenuta, mentre le fotografie relative alle cassette catalogatrici del materiale estratto, sono raccolte in *Allegato 4*.

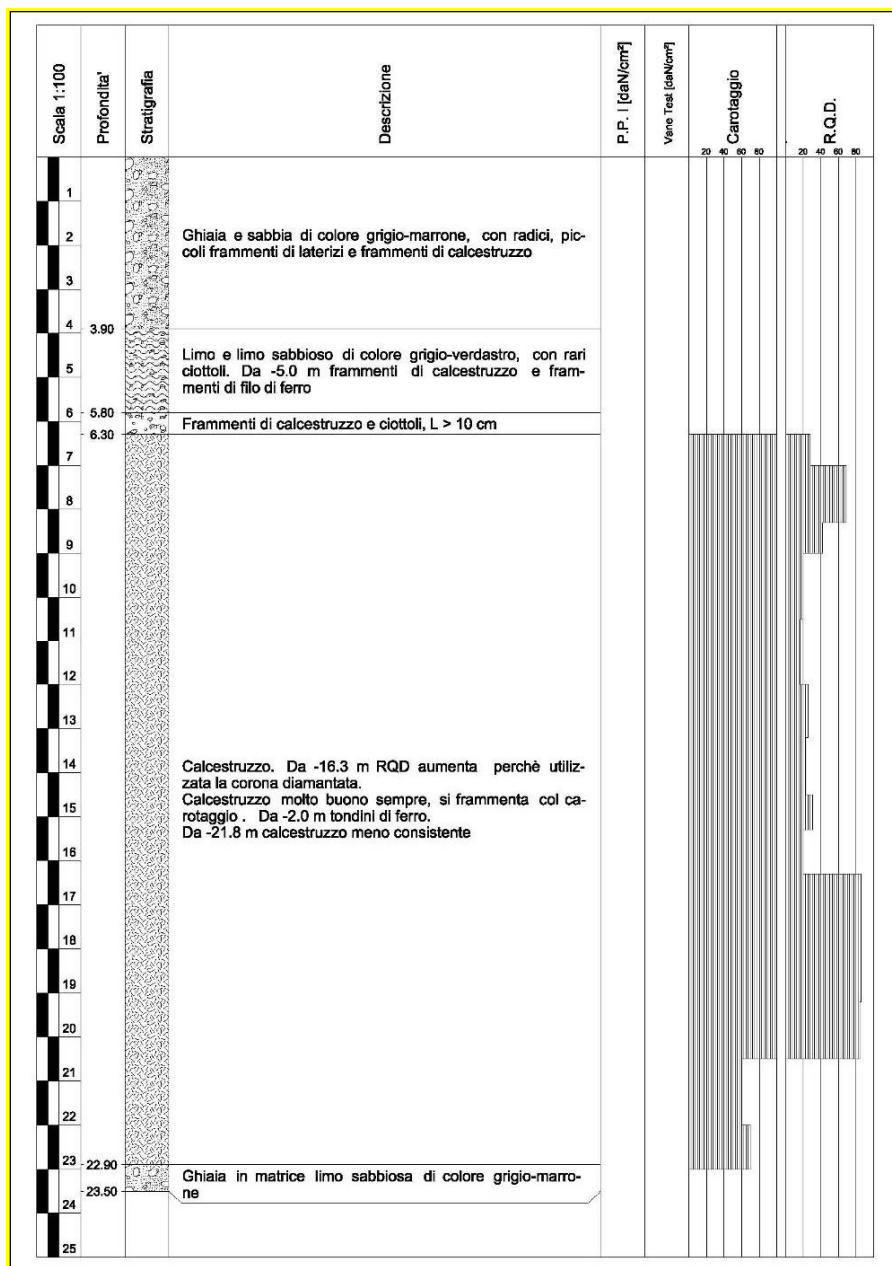


Figura 13: Stratigrafia ricostruita del sondaggio C7

Carotaggio C8



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



Il carotaggio C8 spinto fino alla profondità di 22,00 m è stato eseguito con una inclinazione sulla verticale di 20°.

La stratigrafia ricostruita evidenzia la presenza di un primo strato di terreno di riporto con spessore pari a 1,90 m, seguito dal basamento fondale in cls rinvenuto sino alla profondità di -21,70 m. Chiudono la successione terreni ghiaiosi in matrice sabbiosa.

Segue la stratigrafia ottenuta, mentre le fotografie relative alle cassette catalogatrici del materiale estratto, sono raccolte in *Allegato 4*.

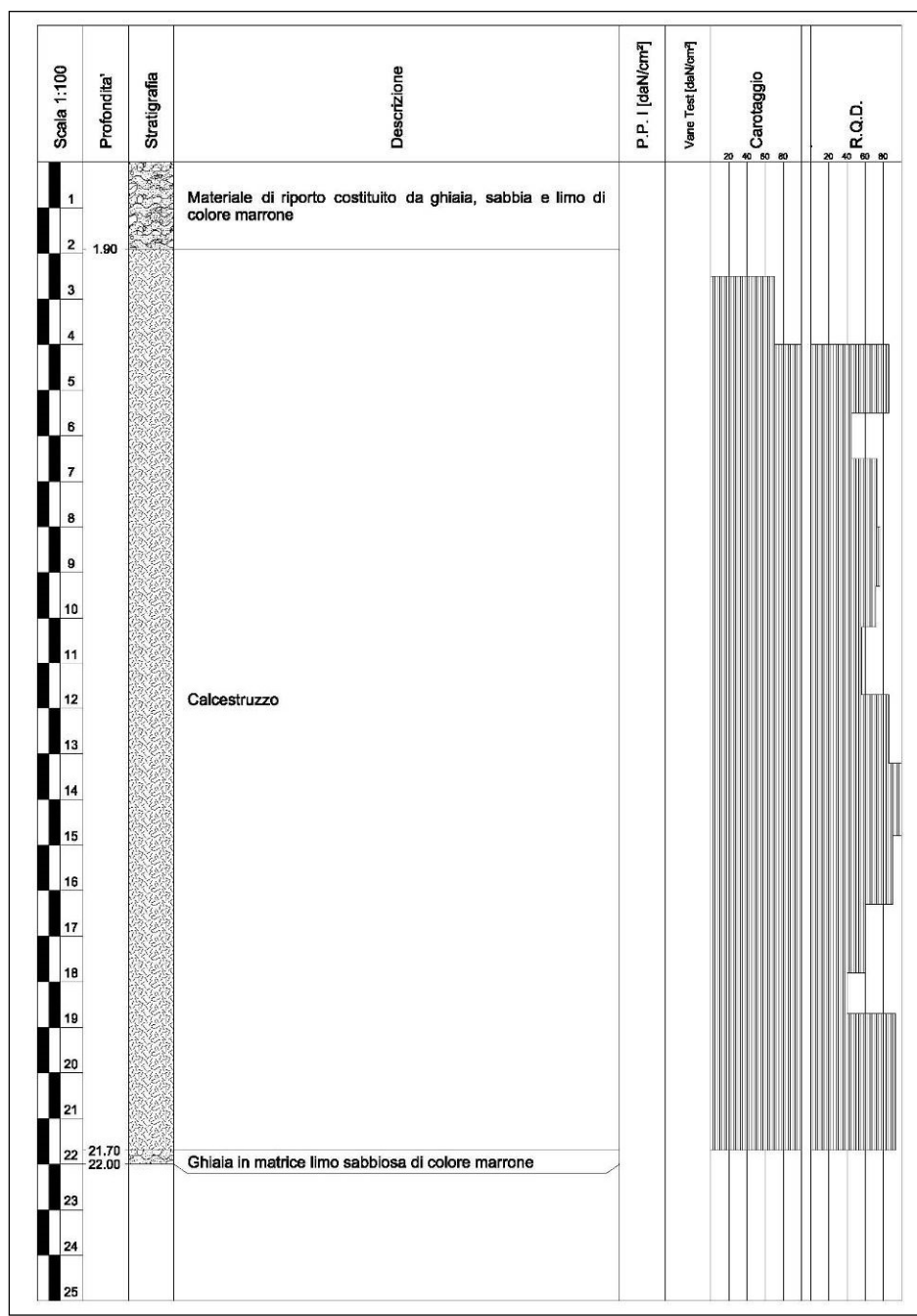


Figura 14: Stratigrafia ricostruita del sondaggio C10

8.4 Descrizione e ubicazione dei carotaggi pila 14

Per la pila n. 14, gli angoli dei carotaggi sono stati i seguenti:

- $\alpha_0 = 5^\circ$
- $\alpha_1 = 10^\circ$



- $\alpha_2 = 20^\circ$

La tabella che segue riporta il riepilogo dei sondaggi effettuati sulla pila 14 con le relative lunghezze totali del foro.

| <i>CAROTAGGIO</i> | <i>POSIZIONE</i> | <i>LUNGHEZZA</i> <i>[m]</i> |
|-------------------|----------------------------|--------------------------------|
| C9 | Pila 14 - inclinazione 5° | 18,00 |
| C10 | Pila 14 - inclinazione 10° | 18,00 |
| C11 | Pila 14 - inclinazione 20° | 16,00 |

La figura che segue riporta lo schema dei sondaggi effettuati.

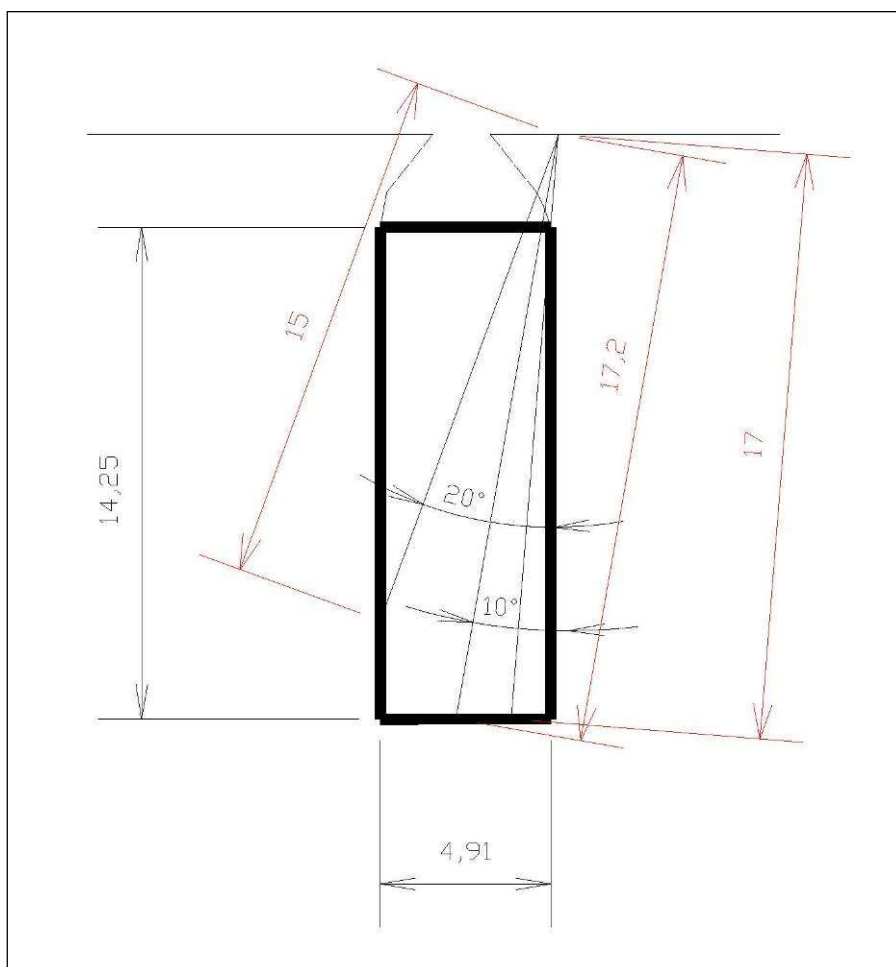


Figura 15: schema dei sondaggi effettuati sulla pila 14 e relative lunghezze.

Carotaggio C9

Il carotaggio C9 spinto fino alla profondità di 18,00 m è stato eseguito con una inclinazione sulla verticale di 5° e la stratigrafia ricostruita a partire dalla perforazione effettuata, può essere così riassunta: dopo i primi strati di terreno naturale rinvenuti sino alla profondità di -2,70 m è stato riscontrato il basamento fondale costituito da calcestruzzo per una lunghezza di 14,30 m. Chiudono la successione terreni di ghiaia e sabbia.

Segue la stratigrafia ottenuta, mentre le fotografie relative alle cassette catalogatrici del materiale estratto, sono raccolte in *Allegato 4*.

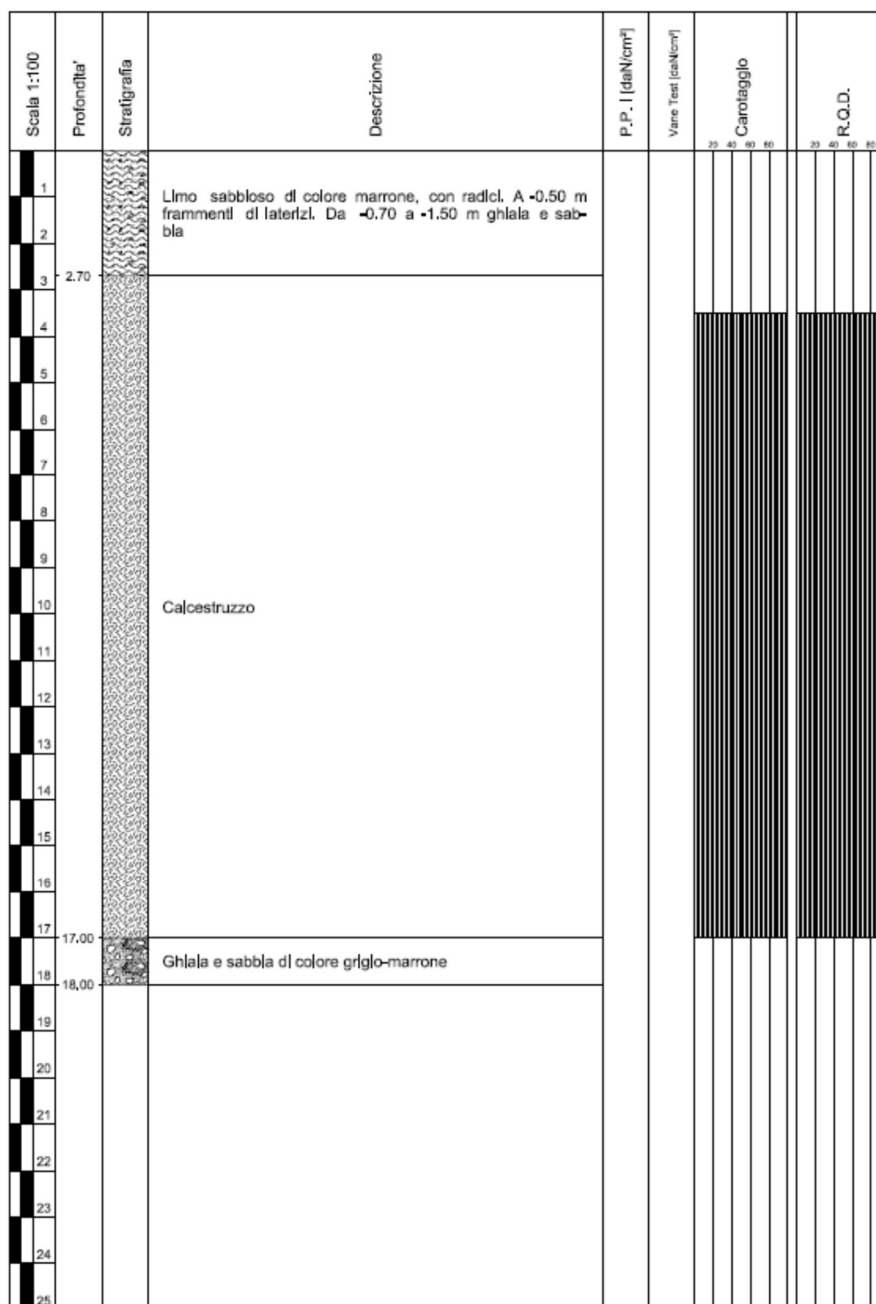


Figura 16: Stratigrafia ricostruita del sondaggio C9

Carotaggio C10



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



Il carotaggio C10 spinto fino alla profondità di 18,00 m è stato eseguito con una inclinazione sulla verticale di 10°.

Le carote estratte evidenziano la presenza di terreni naturali rinvenuti sino alla profondità di -2,20 m seguiti dal basamento fondale costituito da calcestruzzo per una lunghezza di 15,00 m.

Chiudono la successione terreni ghiaiosi in matrice sabbiosa.

Segue la stratigrafia ottenuta, mentre le fotografie relative alle cassette catalogatrici del materiale estratto, sono raccolte in *Allegato 4*.

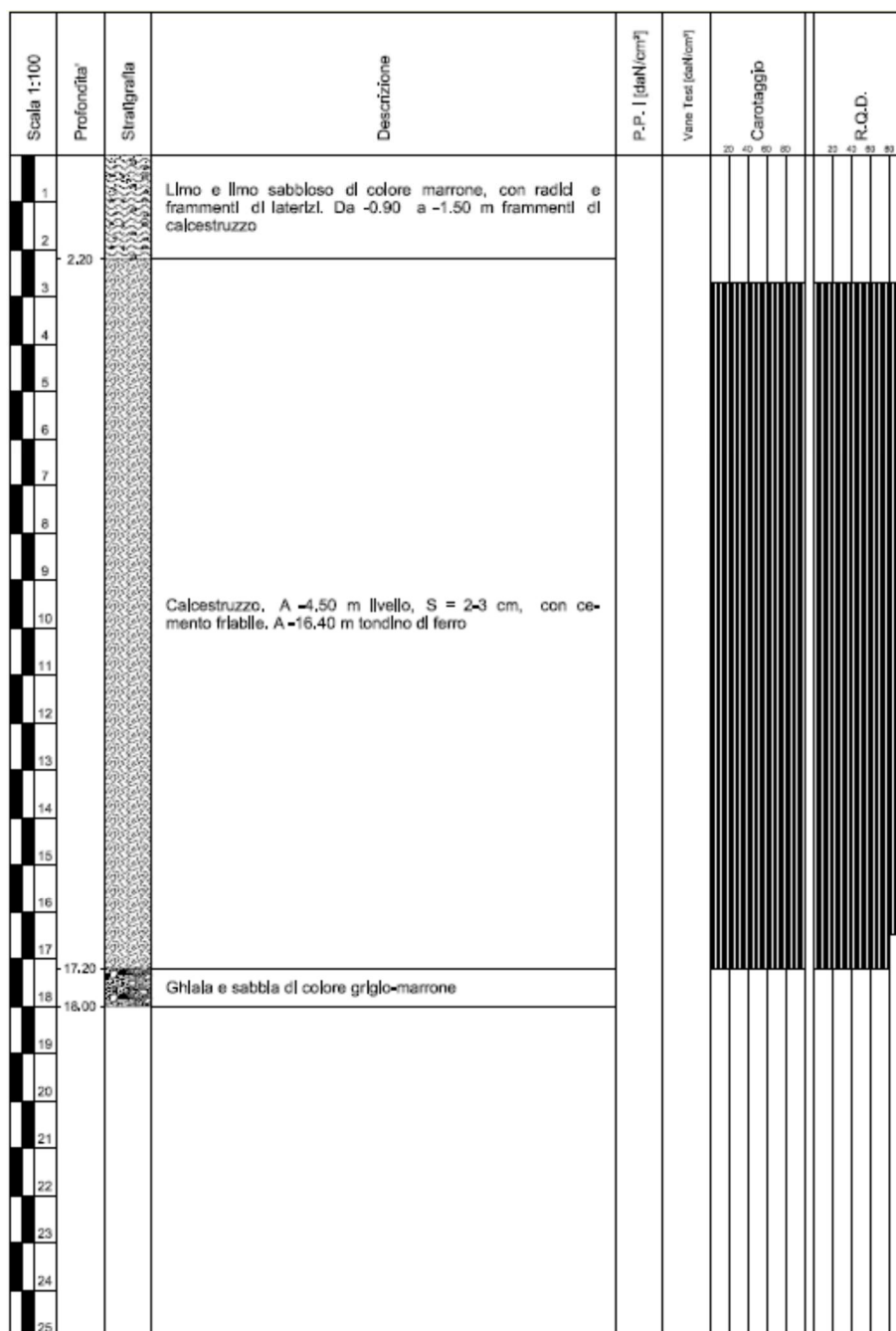


Figura 17: Stratigrafia ricostruita del sondaggio C10

Carotaggio C11

Il carotaggio C11 spinto fino alla profondità di 16,00 m è stato eseguito con una inclinazione sulla verticale di 20°.



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



La stratigrafia ricostruita evidenzia la presenza di un primo strato di terreno di spessore pari a 2,90 m, seguito dal basamento fondale in cls rinvenuto sino alla profondità di -15,00 m.

Chiudono la successione terreni limosi.

Segue la stratigrafia ottenuta, mentre le fotografie relative alle cassette catalogatrici del materiale estratto, sono raccolte in *Allegato 4*.

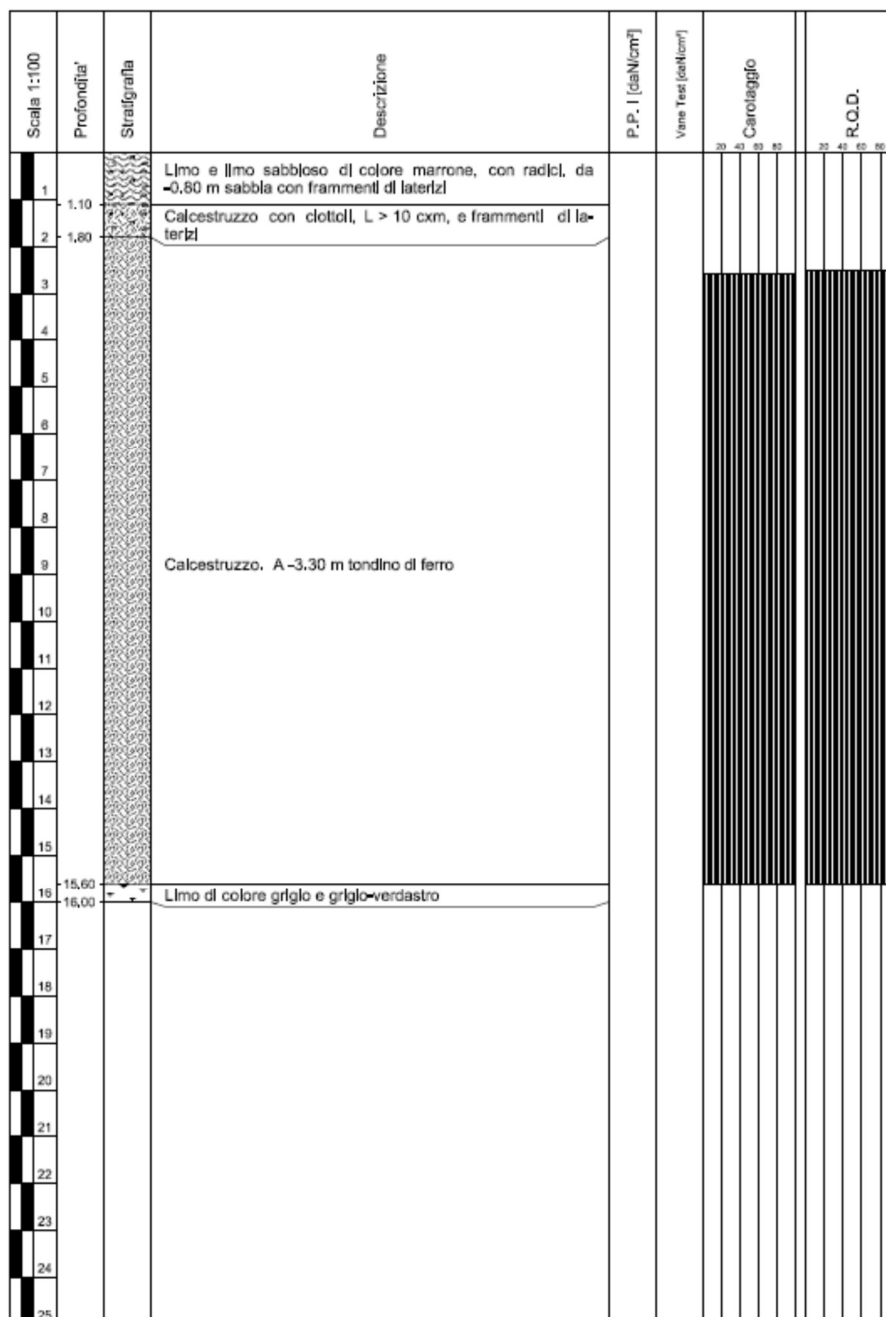


Figura 18: Stratigrafia ricostruita del sondaggio C1

9 Verifica di suscettibilità alla liquefazione

Nel paragrafo 7.11.3. Risposta Sismica Locale e stabilità di sito delle nuove NTC-2018 è assertedo che “il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in



terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii e/o manufatti, occorre procedere a interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili a liquefazione...”. Ai sensi delle NTC 2018 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti caratteristiche:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.

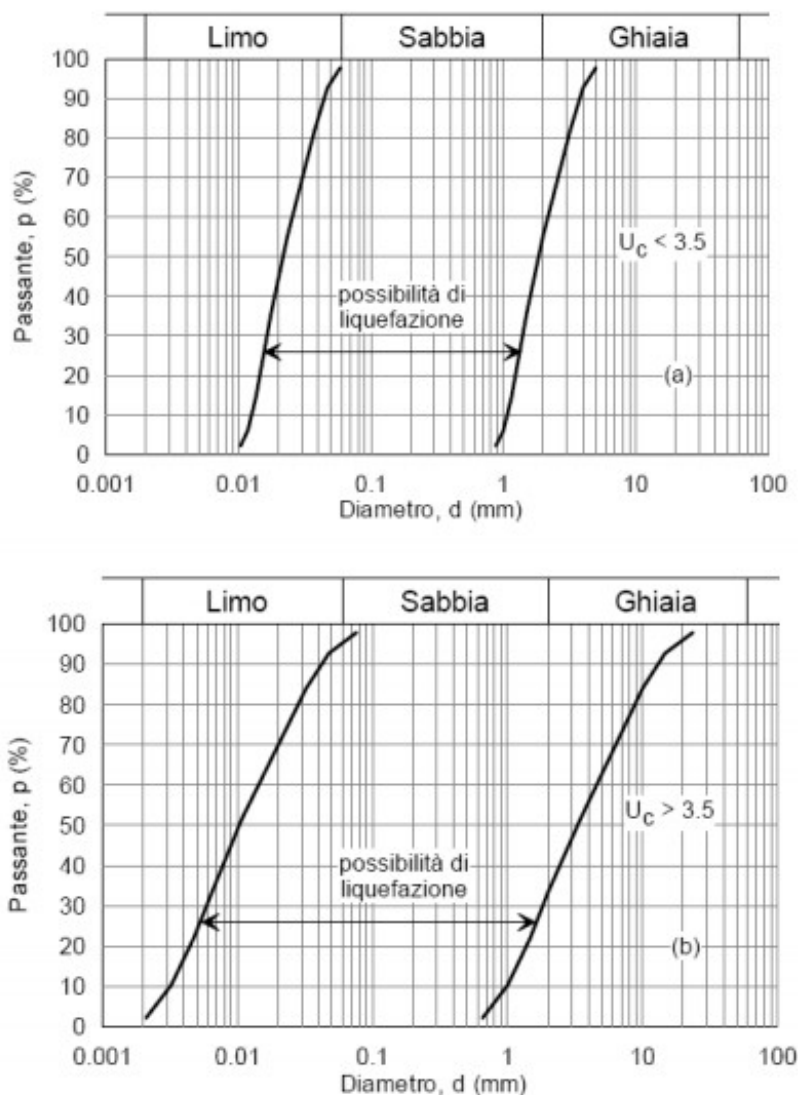


Figura 19: fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione.

La sismicità di base del sito non consente l'omissione della verifica al fenomeno di liquefazione, in quanto, in base alla zona sismogenetica e alla disaggregazione della PGA_0 di sito, è possibile discriminare una Magnitudo Momento attesa di $M_w = 6.14$ e una accelerazione attesa di $a_g = 0.15$ g. Inoltre si è riscontrata in fase di analisi geotecnica dei provini una significativa percentuale componente sabbiosa, la quale sembra essere caratteristica comune delle coltri relative l'area in esame.



Per questi motivi si procede alla verifica di suscettibilità al fenomeno di liquefazione sismica utilizzando il metodo empirico proposto da Andrus&Stokoe (1977), che si basa sulla conoscenza della velocità di propagazione delle onde s con la profondità (ottenute nel caso specifico da prove sismiche a onde di superficie).

9.1 *Descrizione metodo*

Ai sensi delle NTC/2018, quando nessuna delle condizioni esposte in precedenza risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati o lenti di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alla profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili. La verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza può essere effettuata mediante prove in sito o prove di taglio ciclico in laboratorio.

I metodi semplificati di valutazione della suscettibilità a liquefazione dei terreni considerano il rapporto tra la resistenza al taglio ciclica del terreno e lo stress ciclico indotto dal sisma e si basano generalmente su prove eseguite in sito. La resistenza del deposito alla liquefazione è quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione:

$$FSL = CRR / CSR$$

Dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

Seed e Idriss (1971) per poter determinare gli sforzi di taglio indotti dal sisma propongono una semplice procedura basata sull'ipotesi di terreno omogeneo. Essi ipotizzano la propagazione verticale di onde sismiche di taglio, una colonna di terreno di altezza z si muove rigidamente in direzione orizzontale e pertanto lo sforzo di taglio massimo alla profondità z è dato da:

$$\tau_{\max} = \frac{a_g}{g} \times \gamma \times z$$



dove a_g è l'accelerazione massima in superficie, g l'accelerazione di gravità e γ il peso di volume secco del terreno. Poiché nella realtà il terreno è deformabile, lo sforzo di taglio è minore che nell'ipotesi di corpo rigido e quindi bisogna introdurre un coefficiente riduttivo r_d . Normalizzando con la pressione verticale effettiva e riferendosi ad un valore medio τ_{av} anziché ad un valore massimo τ_{max} si ottiene:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} r_d$$

espressione valida per sismi di magnitudo 7.5. Per magnitudo diverse bisogna dividere per il fattore correttivo MSF (Magnitudo Scaling Factor).

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF}$$

Il metodo di Andrus e Stokoe è basato su dati provenienti da prove sismiche a rifrazione (V_s). La velocità delle onde di taglio è corretta con la formula (Robertson et al., 1992):

$$V_{s1} = V_s \left(\frac{100}{\sigma_{vo}} \right)^{0,25}$$

La resistenza alla liquefazione è valutata mediante la formula di Andrus e Stokoe (1998):

$$iCRR = 0,03 \left(\frac{V_{s1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[\frac{1}{(V_{s1})_{cs} - V_{s1}} - \frac{1}{(V_{s1})_{cs}} \right]$$

dove la presenza di fini FC (%) è tenuta in conto mediante la seguente procedura:

$$(V_{s1})_{CS} = 220 \quad \text{per FC} < 5\%$$

$$220 < (V_{s1})_{CS} < 200 \quad \text{per } 5\% < \text{FC} < 35\%$$

$$(V_{s1})_{CS} = 200 \quad \text{per FC} > 35\%$$



9.2 Risultati

La valutazione della suscettibilità a liquefazione effettuata per le verticali d'indagine ha permesso il calcolo del fattore di sicurezza (FSL) al fenomeno, del quale è di seguito riportata una diagrafia. La profondità massima analizzata è di 20 m da p.c. come previsto da normativa.

Il calcolo di FSL è stato effettuato ai sensi dell'OPCM 3274/2003 con metodologia prevista nelle NTC/2008. È stata considerata una Magnitudo attesa al sito di $M_w = 6.14$ e una accelerazione massima attesa in superficie $a_g = 0.24g$, calcolata tramite approccio semplificato da normativa di riferimento. Inoltre sono stati utilizzati i pesi di volume saturi ottenuti in fase di analisi di laboratorio, il contenuto di fine FC estrapolato dalla curva granulometrica e (qualitativamente) riscontrato dalla stratigrafia. Infine sono state utilizzate le velocità di propagazione delle onde di taglio ottenute tramite analisi congiunta di prove sismiche a onde di superficie, che hanno permesso la discretizzazione di una serie di sismo-strati.

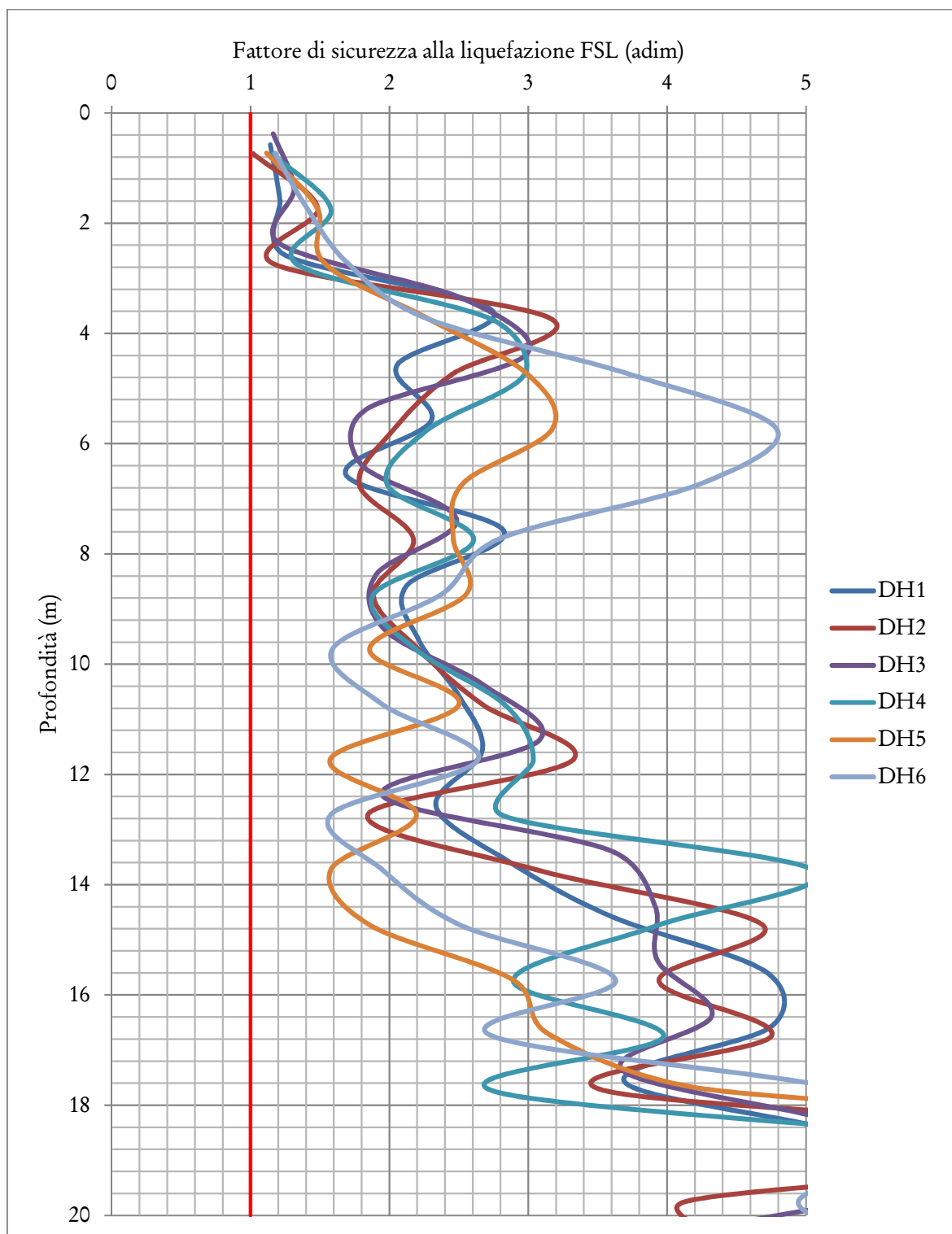


Figura 20: Diagrafie del Fattore di Sicurezza a Liquefazione (FSL) per le verticali di indagine considerate.



La metodologia empirica proposta da Andrus&Stokoe (1977) fornisce per le verticali d'indagine considerate fattori di sicurezza alla liquefazione (FSL) superiori all'unità.

Pertanto la stabilità di sito nei confronti del fenomeno della liquefazione sismica è verificata.

10 Conclusioni

Nel presente documento viene presentato un inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico del sito in esame, sulla base dei dati bibliografici disponibili e delle informazioni raccolte durante le fasi di indagine in sito.

Sono state quindi descritte le tecniche d'indagine utilizzate al fine di ottenere un'esaustiva parametrizzazione dei terreni indagati, sono state descritte le modalità e i parametri di acquisizione relativi alle singole prove e riportati, in forma tabellare e/o grafica, i risultati ottenuti dalle stesse.

I sondaggi geognostici e le prove di laboratorio geotecnico hanno permesso di identificare n. 3 differenti unità costituenti il sottosuolo, omogenee dal punto di vista litotecnico che vengono descritte nel *Capitolo 7*.

Bologna, 16 Ottobre 2018



11 Bibliografia

- *AGI: RACCOMANDAZIONI SULLA PROGRAMMAZIONE ED ESECUZIONE DELLE INDAGINI GEOTECNICHE, GIUGNO 1977.*
- *GEOPORTALE EMILIA-ROMAGNA: [HTTP://GEOPORTALE.REGIONE.EMILIA-ROMAGNA.IT/IT](http://geoportale.regione.emilia-romagna.it/it)*
- *D.M. 21 GENNAIO 1981 – “NORME TECNICHE RIGUARDANTI LE INDAGINI SUI TERRENI E SULLE ROCCE, LA STABILITÀ DEI PENDII NATURALI E DELLE SCARPATE, I CRITERI GENERALI E LE PRESCRIZIONI PER LA PROGETTAZIONE, L'ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE OPERE DI SOSTEGNO DELLE TERRE E DELLE OPERE DI FONDAZIONE”.*
- *CIRC. DIR. CENTR. TECN. N°. 97/81 – “ISTRUZIONI RELATIVE ALLE NORME TECNICHE RIGUARDANTI LE INDAGINI SUI TERRENI E SULLE ROCCE, LA STABILITÀ DEI PENDII NATURALI E DELLE SCARPATE, I CRITERI GENERALI E LE PRESCRIZIONI PER LA PROGETTAZIONE, L'ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE OPERE DI SOSTEGNO DELLE TERRE E DELLE OPERE DI FONDAZIONE”.*
- *ISRM INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS: ROCK CHARACTERIZATION TESTING AND MONITORING SUGGESTED METHODS - COMMISSION ON TESTING METHODS, 1981.*
- *D.M. LL.PP. 11 MARZO 1988 - “NORME TECNICHE RIGUARDANTI LE INDAGINI SUI TERRENI E SULLE ROCCE, LA STABILITÀ DEI PENDII NATURALI E DELLE SCARPATE, I CRITERI GENERALI E LE PRESCRIZIONI PER LA PROGETTAZIONE, L'ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE OPERE DI SOSTEGNO DELLE TERRE E DELLE OPERE DI FONDAZIONE”.*
- *CIRC. MIN. LL.PP. 24 SETTEMBRE 1988 N°30483 – “ISTRUZIONI APPLICATIVE AL D.M. 11/03/88”.*
- *EUROCODICE EC7 PER L'INGEGNERIA GEOTECNICA, SETTEMBRE 1988.*
- *ORDINANZA N. 3274 DEL 20/03/2003 - “PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA.*
- *D.M. 14.09.2005 - “NORME TECNICHE SULLE COSTRUZIONI”.*
- *D.M. 14.01.2008 - “NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI”.*
- *D.M. 17.01.2018 - “NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI”.*



12 Elenco degli allegati a fine testo

| | |
|---|----|
| Allegato 1 – CARTA TEMATICA GEOLOGICA IN SCALA 1:25.000 | 75 |
| Allegato 2 – AS-BUILT UBICAZIONE INDAGINI | 76 |
| Allegato 3 – RADARGRAMMI | 77 |
| Allegato 4 – RAPPORTI SONDAGGI MECCANICI | 78 |
| Allegato 5 – SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA | 79 |
| Allegato 6 – RAPPORTI PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO | 80 |
| Allegato 7 – REPORT INDAGINI SISMICHE | 81 |



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



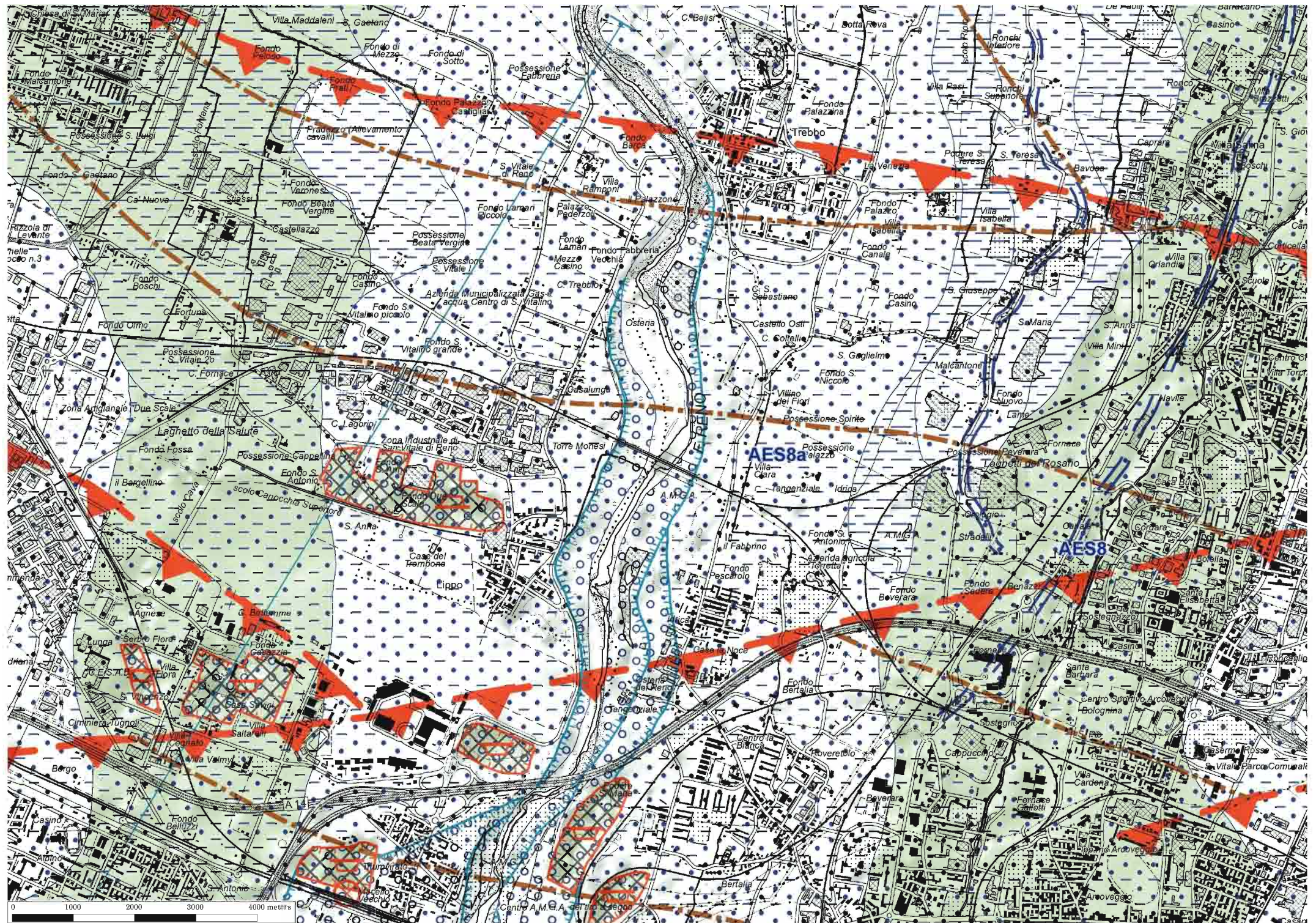
ALLEGATI



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.




ALLEGATO 1 – CARTA TEMATICA GEOLOGICA IN SCALA 1:25.000




Legenda

Risorse e prospezioni

 cava attiva

 cava inattiva


Tracciati geologici


 traccia di sezione geologica

Linee geomorf./antrop.


 orlo di scarpata di cava certo

 orlo di terrazzo fluviale certo


 traccia di alveo fluviale abbandonato
certa

 traccia di alveo fluviale abbandonato
incerta


Isolinee di unità del sottosuolo

 isobata della base del pliocene

Elementi strutturali


 sovrascorrimento profondo post-
tortoniano dedotto

Limiti di unità geologiche


 contatto con area non rilevabile


 contatto stratigrafico o litologico certo


Aree geomorf./antrop.


 discarica, deposito di origine antropica


Ambienti deposiz. e litologie

 argilla limosa di piana alluvionale


 ghiaia sabbiosa di piana alluvionale


 limo argilloso di piana alluvionale

 limo sabbioso di piana alluvionale

 sabbia limosa di piana alluvionale

Unità geologiche

 AES8 - Sintema emiliano-romagnolo
superiore - Subsintema di Ravenna

 AES8a - Sintema emiliano-romagnolo
superiore - Subsintema di Ravenna - unità
di Modena



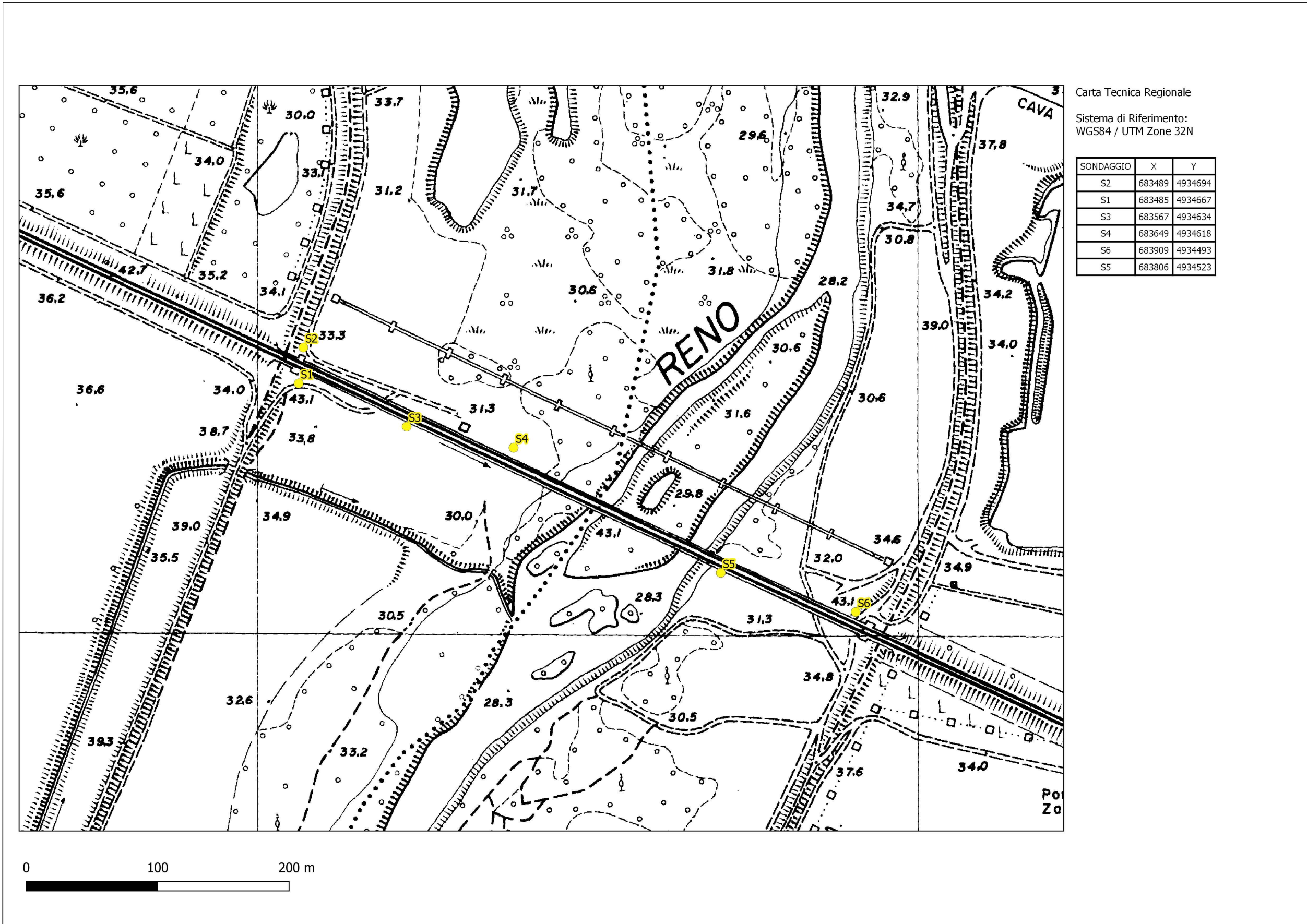
costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



ALLEGATO 2 – AS-BUILT UBICAZIONE INDAGINI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

PLANIMETRIA: Planimetria Indagini geognostiche As Built



PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE AS BUILT



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



ALLEGATO 3 – RADARGRAMMI



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S1 Ponte Reno Km 8+333



0 15 30 m

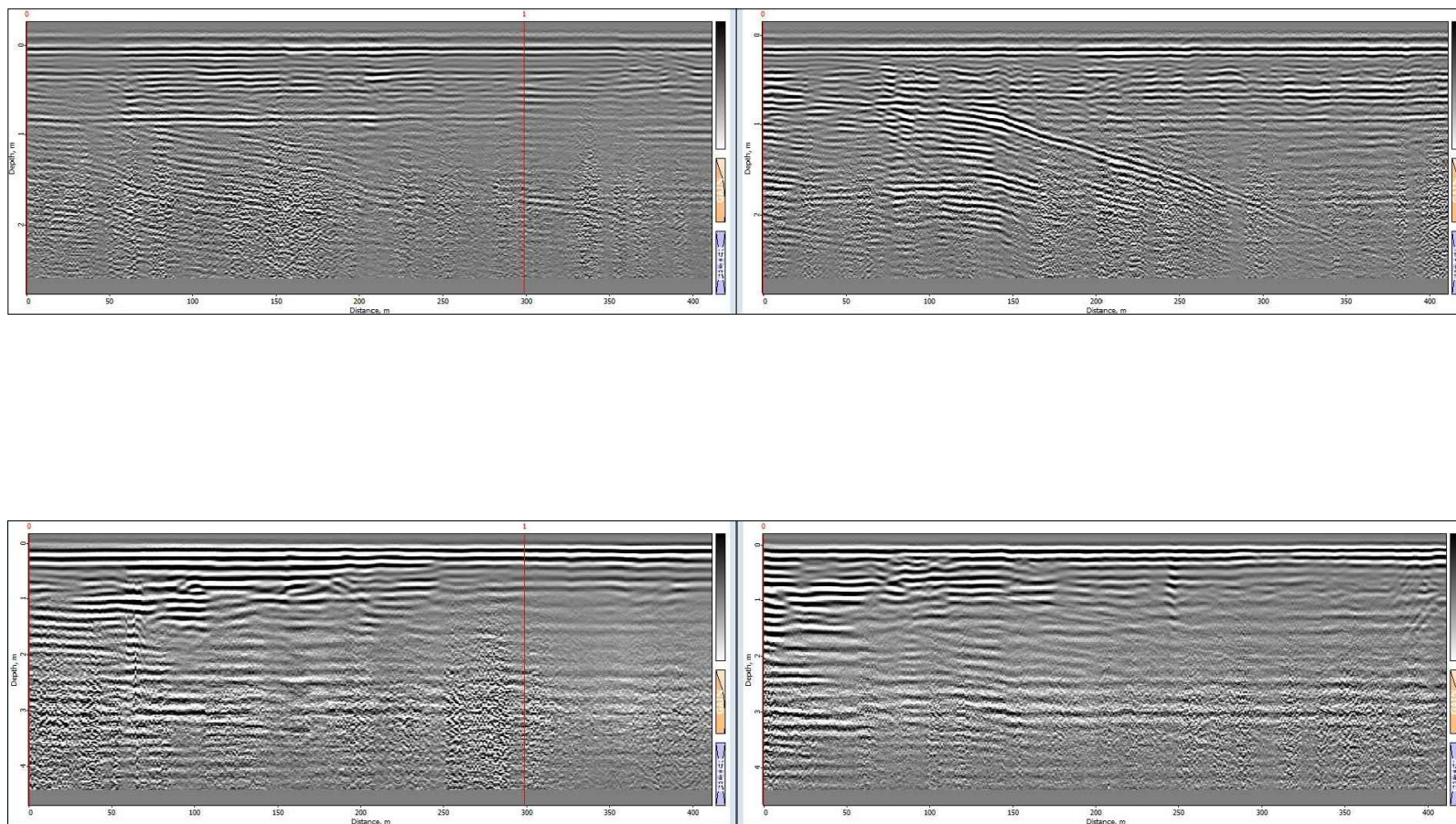
UBICAZIONE SONDAGGIO E LINEE ACQUISIZIONE GPR



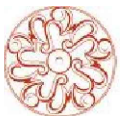
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S1 Ponte Reno Km 8+333



INDAGINE GEORADAR



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S2 Ponte Reno Km 8+333



0 15 30 m

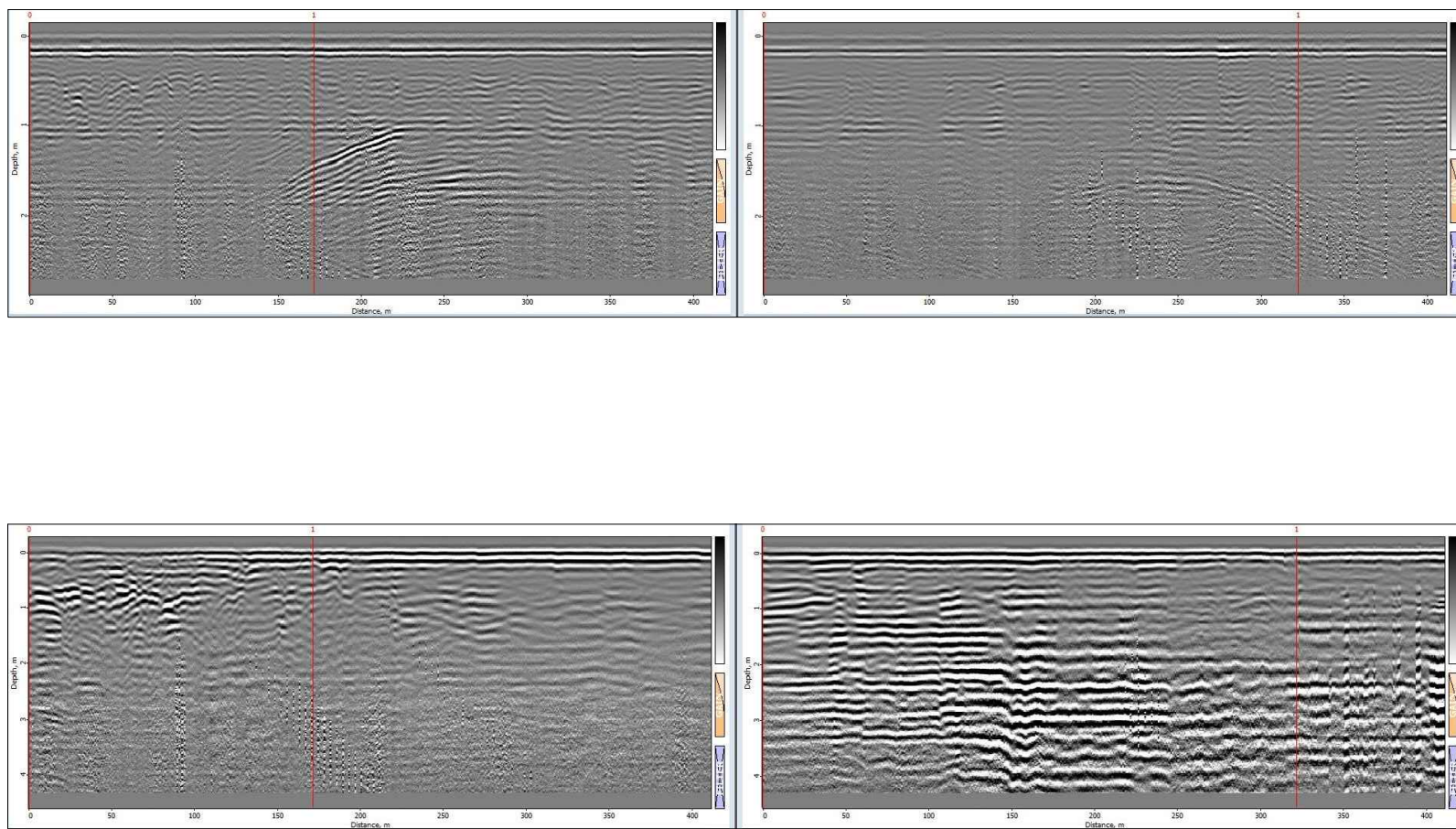
UBICAZIONE SONDAGGIO E LINEE ACQUISIZIONE GPR



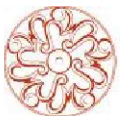
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S2 Ponte Reno Km 8+333



INDAGINE GEORADAR



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S3 Ponte Reno Km 8+333



0 15 30 m

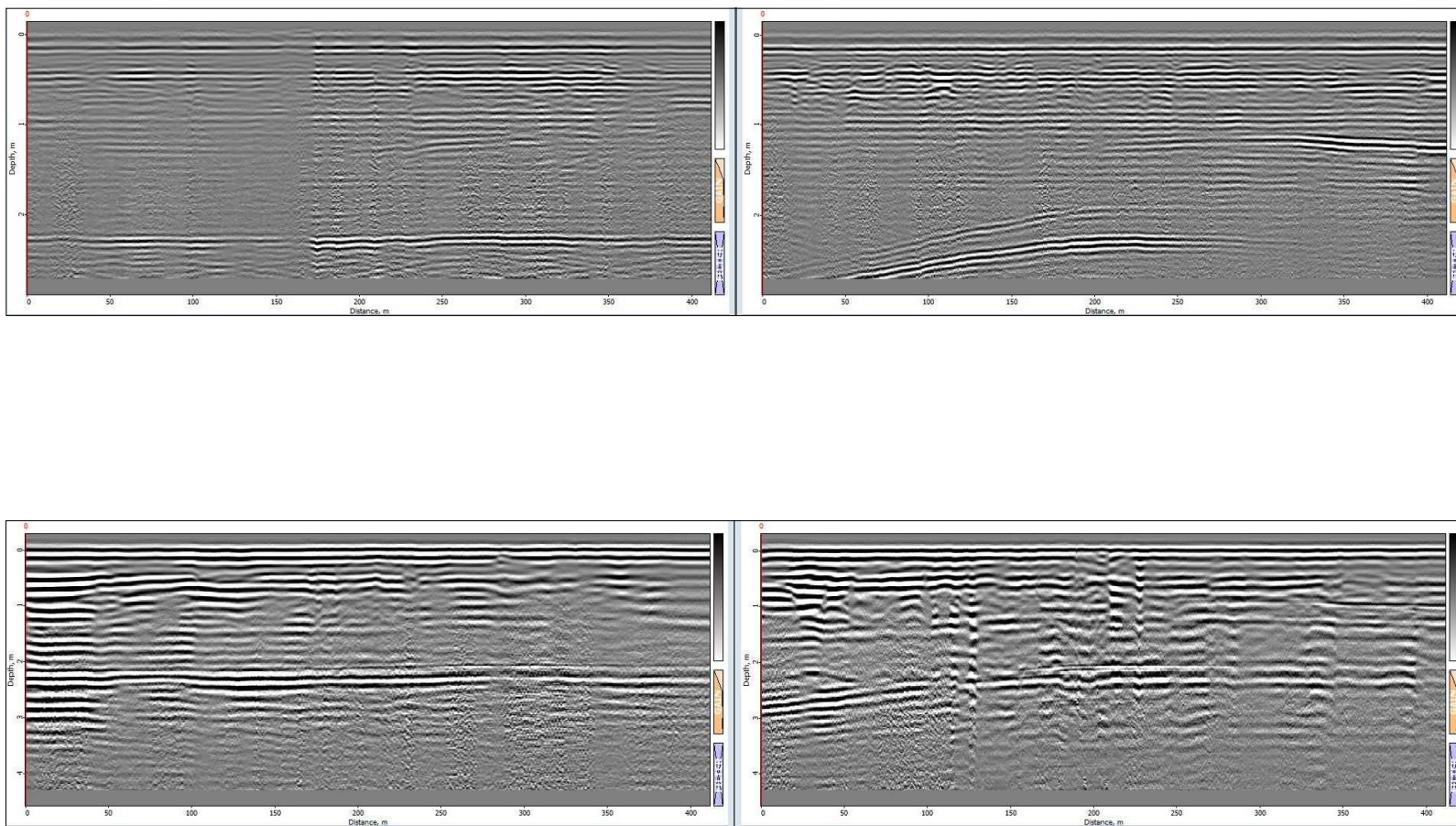
UBICAZIONE SONDAGGIO E LINEE ACQUISIZIONE GPR



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S3 Ponte Reno Km 8+333



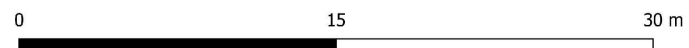
INDAGINE GEORADAR



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S4 Ponte Reno Km 8+333



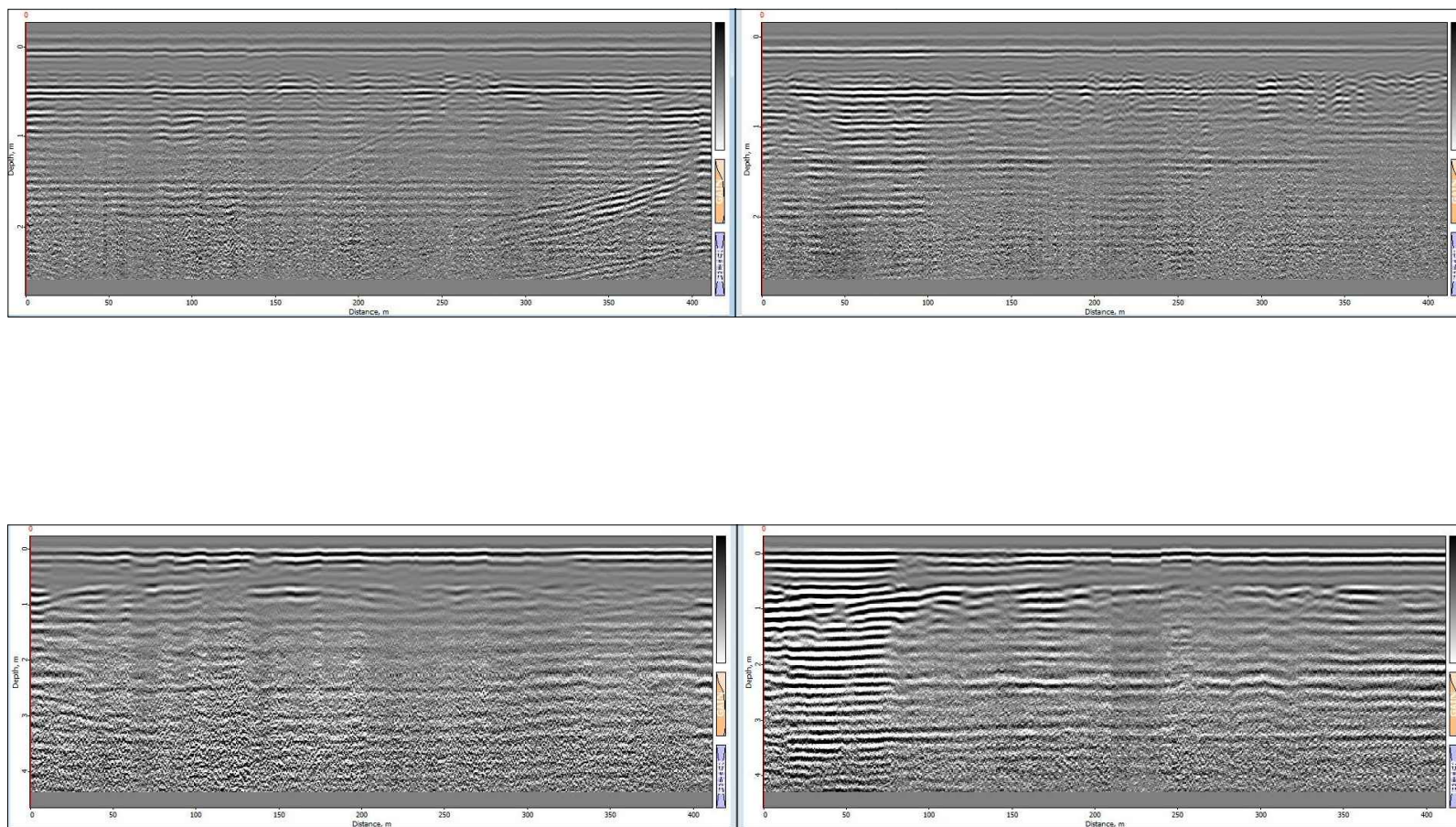
UBICAZIONE SONDAGGIO E LINEE ACQUISIZIONE GPR



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S4 Ponte Reno Km 8+333



INDAGINE GEORADAR



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S5 Ponte Reno Km 8+333



0 15 30 m

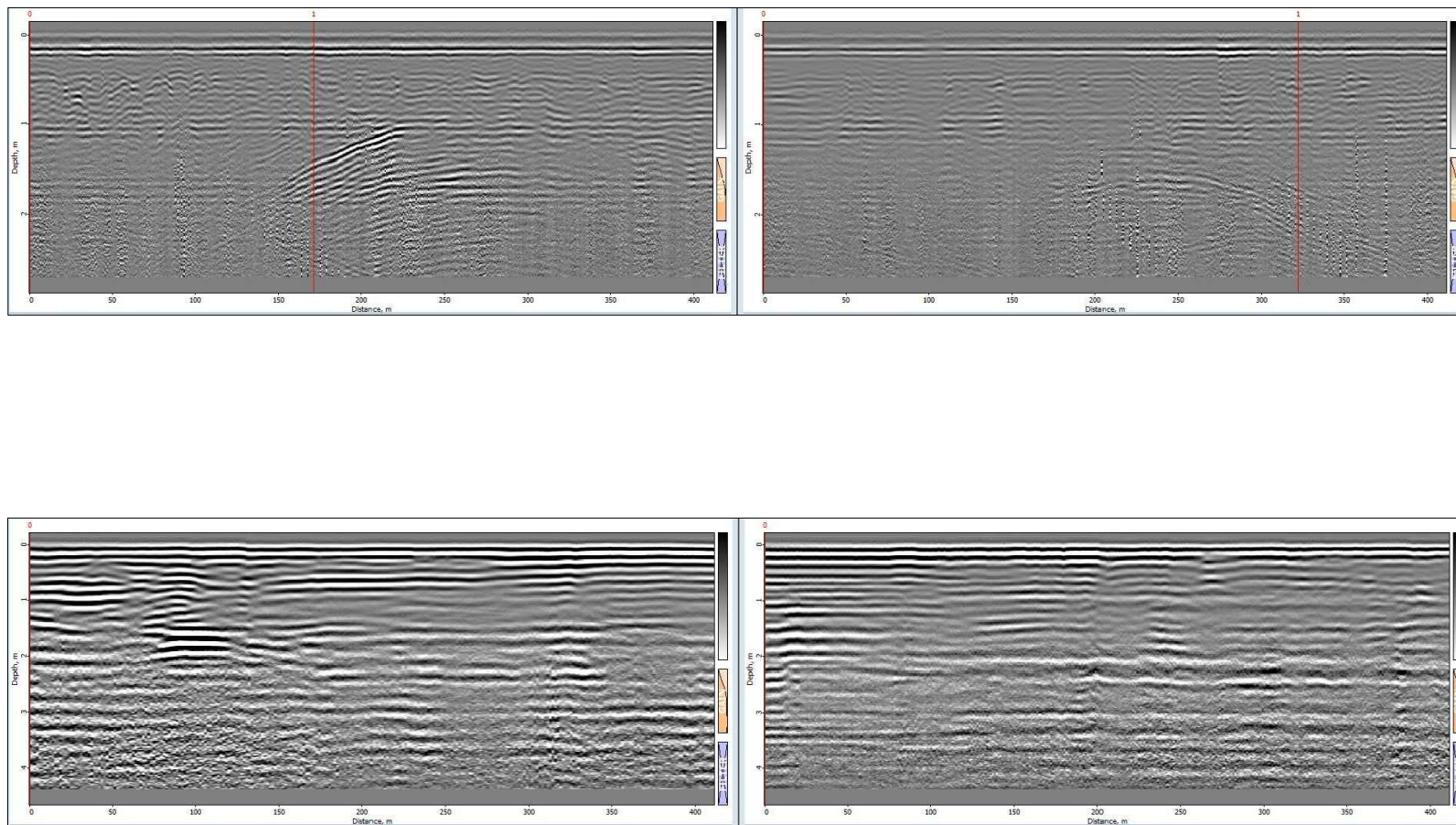
UBICAZIONE SONDAGGIO E LINEE ACQUISIZIONE GPR



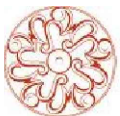
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S5 Ponte Reno Km 8+333



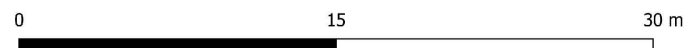
INDAGINE GEORADAR



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S6 Ponte Reno Km 8+333



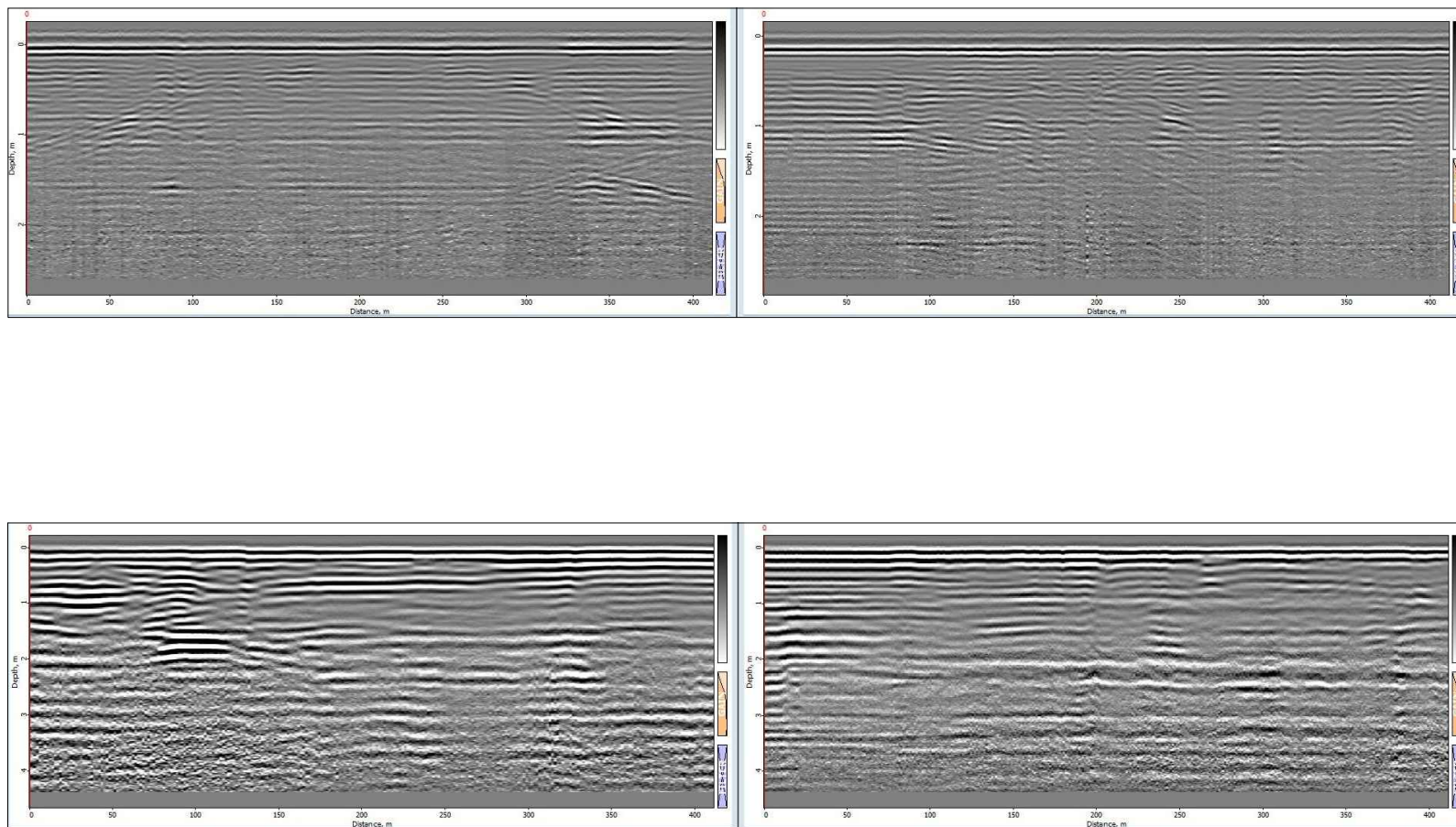
UBICAZIONE SONDAGGIO E LINEE ACQUISIZIONE GPR



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

GEORADAR N.: S6 Ponte Reno Km 8+333



INDAGINE GEORADAR



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



ALLEGATO 4 – RAPPORTI SONDAGGI MECCANICI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.
CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S1

DATA: 10/09/2018
METODO PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONTINUO

| Scala 1:100 | Profondità' | Stratigrafia | Descrizione | P.P. I [daN/cm²] | Vane Test [daN/cm²] | Campioni | Campioni Rim. | S.P.T. [n. colpi] P.A. | Falda | Tubo Down Hole |
|-------------|-------------|--------------|--|---|--|----------------------|---------------|----------------------------|-------|----------------|
| 1 | | | Ghiaia media-grossolana in matrice sabbiosa di colore grigio-marrone. Da -0.80 m passa a sabbia debolmente ghiaiosa | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 2.90 | | | | | 2.50 C1 3.00 | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | Ghiaia fine e media, talora grossolana, arrotondata, in matrice limo sabbiosa di colore grigio-marrone | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | 6.00 10/23/22 6.45 | | |
| 7 | 6.60 | | | | | | | | | |
| 8 | | | Limo di colore grigio-marrone, variegato, con calcinelli. Da -7.00 a -7.50 m limo argilloso | 2.1 2.1 | 0.60 1.20 | | | | | |
| 9 | 8.00 | | | 1.4 | 0.60 | | | | | |
| 10 | | | Limo e limo sabbioso di colore grigio-marrone e verdastro | | | | | | | |
| 11 | 9.10 | | | 1.3 1.7 | 0.80 0.10 | | | | | |
| 12 | | | Argilla limosa di colore grigio scuro, con calcinelli. Da -9.70 a -10.40 m passa a limo di colore grigio-verdastro. Da -10.70 a -11.00 m frustoli carboniosi e rari bioclasti | 0.7 1.9 1.4 | 0.30 0.80 0.70 | 11.00 C2 11.50 | | 11.50 6/7/8 11.95 | | |
| 13 | 12.00 | | | 1.4 1.1 | 0.70 0.60 | | | | | |
| 14 | | | | 1.6 | 0.70 | | | | | |
| 15 | | | Argilla limosa e limo argilloso di colore grigio e grigio-verdastro, con rari calcinelli. Presenti livelli di colore grigio scuro con frustoli carboniosi. Da -13.80 a 14.50 m sabbia fine limosa passante a limo sabbioso | 1.5 1.4 1.8 1.9 2.1 1.9 2.0 | 0.80 0.70 1.00 0.80 1.00 0.90 1.10 | | | 15.50 7/7/8 15.95 | | |
| 16 | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | |
| 18 | 17.70 | | Ghiaia media-grossolana in matrice limo sabbiosa di colore nocciola passante, da -18.0 m, a sabbia media nocciola | | | | | | | |
| 19 | 18.50 | | | | | | | | | |
| 20 | 19.80 | | Alternanza di livelli di sabbia ghiaiosa di colore marrone-nocciola e ghiaia media in matrice limo sabbiosa dello stesso colore | | | | | 20.00 13/21/24 20.45 | | |
| 21 | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | 24.00 12/23/27 24.45 | | |
| 25 | | | Ghiaia media-fine, con livelli grossolani, arrotondata, in matrice limo sabbiosa di colore marrone-nocciola. Da -22.50 a 23.50 sabbia ghiaiosa | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | 27.00 18/31/33 27.45 | | |
| 28 | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | |
| 30 | 30.00 | | | | | | | | | |

30.00

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S1 DATA: 10 / 09 /2018



Posizionamento

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S1 DATA: 10 / 09 / 2018



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S1 DATA: 10 / 09 / 2018



Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

| Scala 1:100 | Profondità | Stratigrafia | Descrizione | P.P. I [daN/cm²] | Vane Test [daN/cm²] | Campioni | Campioni Rim. | S.P.T. [n. colpi] P.A. | Falda | Tubo Down Hole |
|-------------|------------|--------------|--|-------------------|----------------------|-----------------------|---------------|----------------------------|-------|----------------|
| 1 | 0.50 | | Limo di colore marrone, con radici | | | | | | | |
| 2 | | | Ghiaia media-fine, arrotondata, in matrice sabbiosa di colore grigio-marrone. In alcuni livelli la sabbia è dominante | | | 1.50 C.1 2.00 | | | | |
| 3 | 3.00 | | Limo, con livelli centimetrici di limo argilloso, di colore marrone-bruno | 2.4 2.9 | | | | | | |
| 4 | 3.60 | | Ghiaia, da fine a grossolana, arrotondata, in matrice limo sabbiosa di colore grigio-marrone | | | | | 4.00 11/19/23 4.45 | | |
| 5 | 4.90 | | Sabbia media-fine di colore marrone, con qualche ciottolo | | | | | | | |
| 6 | 5.70 | | Ghiaia media-grossolana, arrotondata, in matrice limo sabbiosa di colore marrone, poi grigio | | | | | | | |
| 7 | 6.50 | | Limo argilloso passante, da -6.70 m, ad argilla limosa di colore grigio-marrone, variegata, con calcinelli e bioclasti. Da -7.20 m passa a limo | 1.3 2.2 1.3 | 0.60 1.00 0.80 | | | | | |
| 8 | 7.50 | | Limo sabbioso di colore grigio-verdastro | | | | | | | |
| 9 | 8.00 | | | 0.8 0.7 | 0.40 0.30 | | | | | |
| 10 | | | | 0.5 0.8 | 0.20 0.40 | | | 9.60 2/2/3 10.05 | | |
| 11 | | | | 0.8 1.1 | 0.40 0.40 | | | | | |
| 12 | | | | 0.6 0.5 | 0.30 0.30 | | | | | |
| 13 | | | Limo argilloso di colore grigio scuro, con calcinelli, alternato a livelli di limo e subordinati livelli di limo sabbioso (sembra terreno alterato, troppo vicini agli scavi per la pila). Da -17.0 limo sabbioso di colore grigio-verdastro passante a sabbia marrone | 0.3 0.6 | | | | | | |
| 14 | | | | | | 13.50 C.2 14.00 | | 14.00 3/3/4 14.45 | | |
| 15 | | | | 1.0 | 0.50 | | | | | |
| 16 | | | | 0.5 | | | | | | |
| 17 | | | | 0.7 0.8 | 0.30 0.40 | | | | | |
| 18 | 17.30 | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | 18.60 15/18/25 19.05 | | |
| 20 | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | 21.00 18/19/28 21.45 | | |
| 22 | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | |
| 24 | | | Ghiaia da fine a media-grossolana in matrice limo sabbiosa di colore marrone | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | 27.00 19/21/29 27.45 | | |
| 28 | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | |
| 30 | 30.00 | | | | | | | | | |

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S2 DATA: 11 / 09 / 2018



COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S2 DATA: 11 / 09 / 2018



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S2 DATA: 11 / 09 / 2018



Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

| Scala 1:100 | Profondita' | Stratigrafia | Descrizione | P.P. I [daN/cm²] | Vane Test [daN/cm²] | Campioni | Campioni Rim. | S.P.T. [n. colpi] P.A. | Falda | Tubo Down Hole |
|-------------|-------------|--------------|---|--|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-------|----------------|
| 1 | 1.50 | | Sabbia fine di colore nocciola, con livelletti limosi e con radici. Da -1.0 m debolmente ghiaiosa | | | 1.00 C.1 1.50 | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | Ghiaia media-fine, raramente grossolana, arrotondata, in matrice limo sabbiosa di colore grigio-marrone | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | 5.10 | | | | | | | 4.50 10/18/21 4.95 | | |
| 6 | | | Argilla limosa di colore grigio-marrone e verdastro, variegata, con calcinelli e rari bioclasti. Da -6.20 m limo e limo debolmente sabbioso passante, da -7.0 m, a limo debolmente argilloso e, da -7.4 m, ad argilla limosa | 2.2 2.0 2.8 0.8 0.5 2.6 | 1.00 0.90 1.30 | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | 7.90 | | | 2.5 1.9 | 1.00 0.80 | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | Limo argilloso e argilla limosa di colore grigio-verdastro, variegata, con frustoli carboniosi, calcinelli e rari bioclasti. Da -9.0 a -10.0 m limo debolmente argilloso. Da -11.10 a -11.50 m e da -12.50 a -12.80 m con frustoli vegetali | 0.5 0.8 2.2 1.9 1.3 2.0 | 0.30 0.40 1.00 | | 9.60 4/5/3 9.05 | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | 1.3 1.8 1.8 | 0.60 1.00 0.70 | 11.60 C.2 12.10 | | | | |
| 13 | 13.70 | | | | | | | | | |
| 14 | 14.30 | | Limo argilloso di colore grigio-verdastro, con calcinelli, passante, da -14.10 m, a limo, poi limo sabbioso | 2.1 1.3 | 1.00 | | | | | |
| 15 | 14.80 | | Sabbia fine limosa di colore marrone-giallastro | | | | | 15.00 13/16/18 15.45 | | |
| 16 | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | 18.00 15/15/22 18.45 | | |
| 19 | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | 21.00 18/22/23 21.45 | | |
| 22 | | | | | | | | | | |
| 23 | | | Ghiaia da fine a media-grossolana, arrotondata, in matrice limo sabbiosa di colore marrone e grigio-marrone. Da -28.80 a -29.70 m sabbia fine limosa di colore marrone-giallastro passante a limo di colore grigiastro | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | 25.00 17/20/26 25.45 | | |
| 26 | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | |
| 30 | 30.00 | | | | | | | | | |

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)

SONDAGGIO N.: S3

DATA: 12 / 09 / 2018 - 13 / 09 / 2018



Posizionamento



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S3 DATA: 12 / 09 / 2018 - 13 / 09 / 2018



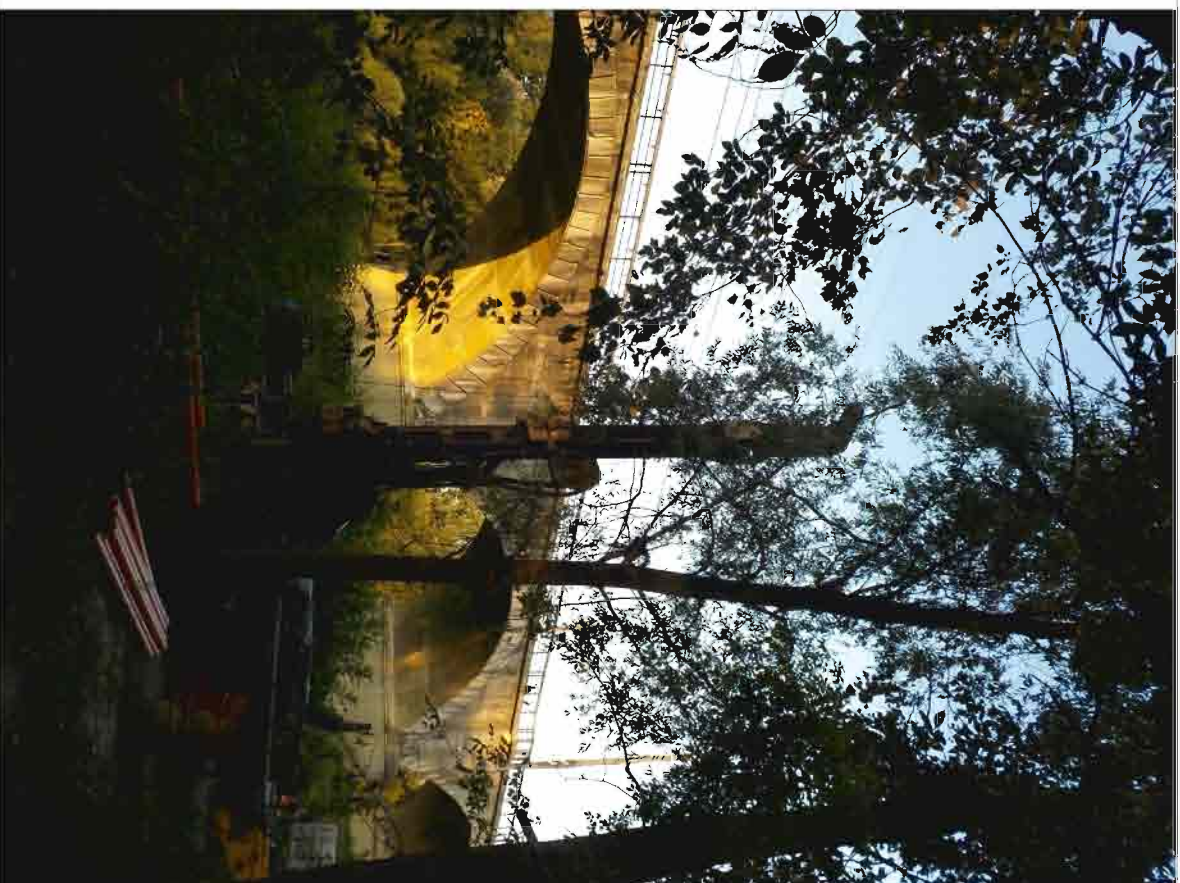
Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

| Scala 1:100 | Profondità' | Stratigrafia | Descrizione | P.P. I [daN/cm²] | Vane Test [daN/cm²] | Campioni | Campioni Rim. | S.P.T. [n. colpi] P.A. | Falda | Tubo Down Hole |
|-------------|-------------|--------------|---|-------------------|----------------------|--------------|---------------|----------------------------|-------|----------------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | Ghiaia e sabbia di colore grigio-marrone, con radici e, a -3.3 m, frammenti di laterizi | | | 2.00 C 1 | | | | |
| 3 | | | | | | 2.50 | | | | |
| 4 | 3.80 | | | | | | | | | |
| 5 | | | Ghiaia media-fine in matrice sabbiosa di colore grigio-marrone | | | | | 4.50 9/17/20 | | |
| 6 | 5.10 | | | | | | | 4.95 | | |
| 6 | 5.50 | | Limo e limo sabbioso di colore grigio-marrone, variegato | 0.5 1.7 2.6 | 0.80 1.20 | | | | | |
| 7 | | | | 3.3 0.8 | 1.30 | | | | | |
| 8 | | | | 0.7 | | | | | | |
| 8 | | | Limo argilloso passante ad argilla debolmente limosa di colore grigio-marrone, variegato, con calcinelli. Da -6.70 a -8.20 m limo debolmente sabbioso. Da -8.50 m limo argilloso di colore grigio-verdastro alternato ad argilla limosa. Presenza di bioclasti e calcinelli | 3.3 1.2 1.3 | 1.30 0.60 0.70 | | | | | |
| 9 | | | | 1.7 1.9 | 0.80 0.80 | | | 9.00 4/4/5 9.45 | | |
| 10 | | | | 2.0 | 1.20 | | | | | |
| 11 | | | | | | 10.70 C 2 | | | | |
| 11 | 11.40 | | | 1.4 | 0.60 | 11.20 | | | | |
| 12 | | | | 1.5 | 0.80 | | | | | |
| 13 | | | Argilla limosa di colore grigio e grigio scuro, con frustoli vegetali, rari bioclasti e calcinelli. Da -12.30 m alternata a livelli di limo e limo argilloso di colore grigio-verdastro. A -14.40 m livello di sabbia limosa (S = 10 cm) | 1.8 1.4 | 0.80 0.60 | | | | | |
| 14 | | | | 1.8 1.5 1.5 | 1.00 0.60 0.80 | | | | | |
| 15 | 15.10 | | | 0.5 | | | | 14.50 5/7/8 14.95 | | |
| 16 | 15.50 | | Limo sabbioso di colore marrone | 1.4 | | | | | | |
| 17 | | | | 1.1 | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | 17.00 16/18/20 17.45 | | |
| 19 | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | |
| 21 | | | Ghiaia, da fine a media-grossolana, arrotondata, in matrice limo sabbiosa di colore marrone e grigio-marrone. Da -16.10 a -16.30 m limo debolmente argilloso di colore marrone | | | | | 21.00 16/18/25 21.45 | | |
| 22 | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | |
| 26 | 26.40 | | | | | | | 26.00 14/23/10 26.45 | | |
| 27 | | | | 0.9 | 0.40 | | | | | |
| 28 | | | Argilla limosa di colore grigio e grigio scuro con livelli bruni, con frustoli vegetali. Da -27.70 a -28.20 m calcinelli | 1.6 1.1 3.1 | 0.80 0.60 1.40 | | | | | |
| 29 | 28.90 | | | 2.9 2.0 | 1.20 1.20 | | | | | |
| 30 | 30.00 | | Ghiaia, da fine a grossolana, arrotondata, in matrice limo sabbiosa di colore grigio, poi grigio-marrone | | | | | | | |

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S4 DATA: 12 / 09 / 2018



COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S4 DATA: 12 / 09 / 2018



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S4 DATA: 12 / 09 / 2018



Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

| Scala 1:100 | Profondità | Stratigrafia | Descrizione | P.P. I [daN/cm ²] | Vane Test [daN/cm ²] | Campioni | Campioni Rim. | S.P.T. [n. colpi] P.A. | Falda | Tubo Down Hole |
|-------------|----------------|--------------|---|--|--------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------------|-------|----------------|
| 1 | | | Sabbia fine, a tratti debolmente limosa, di colore grigio-marrone, con radici | | | | | | | |
| 2 | 1.80 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | Sabbia fine di colore marrone, con rari granuli di ghiaia e rari ciottoli | | | 3.70 C1 4.20 | | 4.20 5/5/7 4.65 | | |
| 5 | 5.00 | | | | | | | | | |
| 6 | | | Limo argilloso di colore grigio, con striature marroni e ocre, passante, da -5.20 a -5.70 m, a limo e limo sabbioso, con rari calcinelli e frustoli vegetali. Da -6.20 a -6.50 m colore grigio, con abbondanti frustoli carboniosi | 1.3 0.4 1.4 1.9 2.2 3.5 | 0.60 0.80 0.90 1.00 1.20 | | | | | |
| 7 | 6.50 | | | | | | | | | |
| 8 | | | Limo argilloso di colore grigio con venature ocre e nerastre, con calcinelli e rari bioclasti. Da -7.80 m livelli di limo, a tratti debolmente sabbioso | 1.3 1.4 | 0.60 0.80 | 8.70 C2 9.20 | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | 9.80 | | Limo argilloso e argilla limosa di colore grigio con venature nerastre. Da -10.4 a -11.0 m colore grigio scuro. Presenza di calcinelli e bioclasti | 2.2 2.0 1.3 | 1.00 0.90 0.60 | | | | | |
| 11 | 11.20 | | | | | | | | | |
| 12 | 11.80 | | Limo e limo argilloso di colore grigio-nocciola, con calcinelli. Da -11.6 m limo argilloso debolmente sabbioso di colore grigio | 0.8 2.8 2.0 | 0.50 1.20 0.90 | | | 12.00 6/7/8 12.45 | | |
| 13 | | | Argilla limosa di colore grigio scuro, con calcinelli. Da -12.5 a -13.0 m limo argilloso di colore grigio-verdastro | 1.9 1.3 | 0.90 0.70 | | | | | |
| 14 | 13.50 | | | | | | | | | |
| 15 | | | Limo debolmente argilloso, con livelletti centimetrici di limo sabbioso, di colore grigio con venature verdastre. A -14.2 m livello (S = 10 cm) di argilla limosa di colore grigio scuro. Da -14.4 a -14.6 m limo di colore grigio-verdastro. Da -14.9 m limo di colore grigio-giallastro | 1.4 0.7 0.8 | 0.60 | | | 15.00 15/19/23 15.45 | | |
| 16 | 15.10 | | | | | | | | | |
| 17 | | | Ghiaia, da fine a grossolana, arrotondata, in matrice limo sabbiosa di colore grigio-marrone. Da -16.0 m circa passa a sabbia ghiaiosa con livelli, Smax = 10 cm, di limo | | | | | | | |
| 18 | 17.20 | | | | | | | | | |
| 19 | | | Sabbia media-fine di colore marrone, con rari granuli di ghiaia | | | | | 18.00 10/11/34 18.45 | | |
| 20 | 18.30 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | 21.00 16/24/32 21.45 | | |
| 23 | | | | | | | | | | |
| 24 | | | Ghiaia media-grossolana, arrotondata, in matrice limo sabbiosa di colore grigio-marrone. Presenti livelli decimetrici a matrice dominante. A -22.2 m livello, S = 10 cm, di limo argilloso. Da -23.7 a -23.9 m limo di colore nocciola. Da -28.5 m ciottoli (L > 10 cm) | 0.5 | | | | 24.00 18/22/29 24.45 | | |
| 25 | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | |
| 29 | 29.00 | | Limo e limo argilloso di colore grigio passante, da -29.6 m, a limo sabbioso | 1.5 | | | | | | |
| 30 | 29.80 30.00 | | Ghiaia media-fine in matrice limo sabbiosa di colore grigio | 0.7 | | | | | | |

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)

SONDAGGIO N.: S5

DATA: 07 / 08 / 2018 - 08 / 08 / 2018



Posizionamento



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S5 DATA: 07 / 08 / 2018 - 08 / 08 / 2018



Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

DATA: 06 / 08 / 2018 - 07 / 08 / 2018

METODO PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONTINUO

SONDAGGIO N.: S6

[illegible]

30.00

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)

SONDAGGIO N.: S6

DATA: 06 / 08 / 2018 - 07 / 08 / 2018



Posizionamento



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: S6 DATA: 06 / 08 / 2018 - 07 / 08 / 2018



Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.
 CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
 SONDAGGIO N.: C6

DATA: 08 / 08 / 2018
 METODO PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONTINUO

| Scala 1:100 | Profondità' | Stratigrafia | Descrizione | P.P. I [daN/cm²] | Vane Test [daN/cm²] | Carotaggio | | | | R.Q.D. | | | |
|-------------|-------------|--------------|---|------------------|---------------------|------------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | | | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 20 | 40 | 60 | 80 |
| 1 | | | Ghiaia e sabbia di colore grigio-marrone. A -2.0 m frammenti di calcestruzzo, L = 10 cm. A -4.0 m frammenti di calcestruzzo con laterizi | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 4.30 | | Limo e limo argilloso di colore grigio-verdastro e marrone. Da -5.0 m limo e limo sabbioso di colore grigio-verdastro passante a grigio scuro-nerastro. Da -5.8 a -6.0 m pezzi di legno | 2.2 2.7 | | | | | | | | | |
| 6 | 6.00 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | Sabbia limosa, a tratti debolmente ghiaiosa, con livelli di limo. Colore grigio-verdastro e marrone | | | | | | | | | | |
| 8 | 7.50 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | Calcestruzzo, armato nella parte iniziale | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 22.80 | | Ghiaia in matrice limo sabbiosa | | | | | | | | | | |
| 24 | 23.50 | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | |

Note:
 Carotaggio eseguito a 0.4 m dal cordolo, a 1.2 m dal ponte, inclinato di 5°.
 Da -8.5 m perforazione con doppio carotiere.

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)

SONDAGGIO N.: C6

DATA: 08 / 08 / 2018



Posizionamento

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C6 DATA: 08 / 08 / 2018



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C6 DATA: 08 / 08 / 2018

25 24 23 22 21








Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

24 23 22 21 20

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.
 CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
 SONDAGGIO N.: C7

DATA: 09 / 08 / 2018 - 10 / 08 / 2018
 METODO PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONTINUO

| Scala 1:100 | Profondità' | Stratigrafia | Descrizione | P.P. I [daN/cm²] | Vane Test [daN/cm²] | Carotaggio | | | | R.Q.D. | | | |
|-------------|-------------|---|---|------------------|---------------------|------------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | | | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 20 | 40 | 60 | 80 |
| 1 | |  | Ghiaia e sabbia di colore grigio-marrone, con radici, piccoli frammenti di laterizi e frammenti di calcestruzzo | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 3.90 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | |  | Limo e limo sabbioso di colore grigio-verdastro, con rari ciottoli. Da -5.0 m frammenti di calcestruzzo e frammenti di filo di ferro | | | | | | | | | | |
| 6 | 5.80 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 6.30 |  | Frammenti di calcestruzzo e ciottoli, L > 10 cm | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | |  | Calcestruzzo. Da -16.3 m RQD aumenta perchè utilizzata la corona diamantata. Calcestruzzo molto buono sempre, si frammenta col carotaggio. Da -2.0 m tondini di ferro. Da -21.8 m calcestruzzo meno consistente | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 22.90 | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 23.50 |  | Ghiaia in matrice limo sabbiosa di colore grigio-marrone | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | |

Note:
 Carotaggio inclinato di 10°.
 Da -8.5 m perforazione co doppio carotiere.

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)

SONDAGGIO N.: C7

DATA: 09 / 08 / 2018 - 10 / 08 / 2018



Posizionamento

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C7 DATA: 09 / 08 / 2018 - 10 / 08 / 2018



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C7 DATA: 09 / 08 / 2018 - 10 / 08 / 2018

25 24 23 22 21


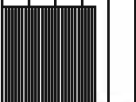






24 23 22 21 20

Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.
 CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
 SONDAGGIO N.: C8

DATA: 27 / 08 / 2018
 METODO PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONTINUO

| Scala 1:100 | Profondita' | Stratigrafia | Descrizione | P.P. I [daN/cm²] | Vane Test [daN/cm²] | Carotaggio | | | | R.Q.D. | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|---|--|------------------|---------------------|---|----|----|----|---|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 20 | 40 | 60 | 80 | | | | | | | | | | |
| 1 | 1.90 |  | Materiale di riporto costituito da ghiaia, sabbia e limo di colore marrone | | |  | | | |  | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | Calcestruzzo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 21.70 22.00 |  | Ghiaia in matrice limo sabbiosa di colore marrone | | |  | | | |  | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Note:
 Carotaggio inclinato di 20°.
 Da -2.50 a -16.30 m a da -18.70 a 21.70 m perforazione con doppio carotiere e corona diamantata.

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. **CANTIERE:** PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C8 **DATA:** 27 / 08 / 2018



Posizionamento

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C8 DATA: 27 / 08 / 2018



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m




COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C8 DATA: 27 / 08 / 2018



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.
 CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
 SONDAGGIO N.: C9

DATA: 13 / 09 / 2018 - 14 / 09 / 2018
 METODO PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONTINUO

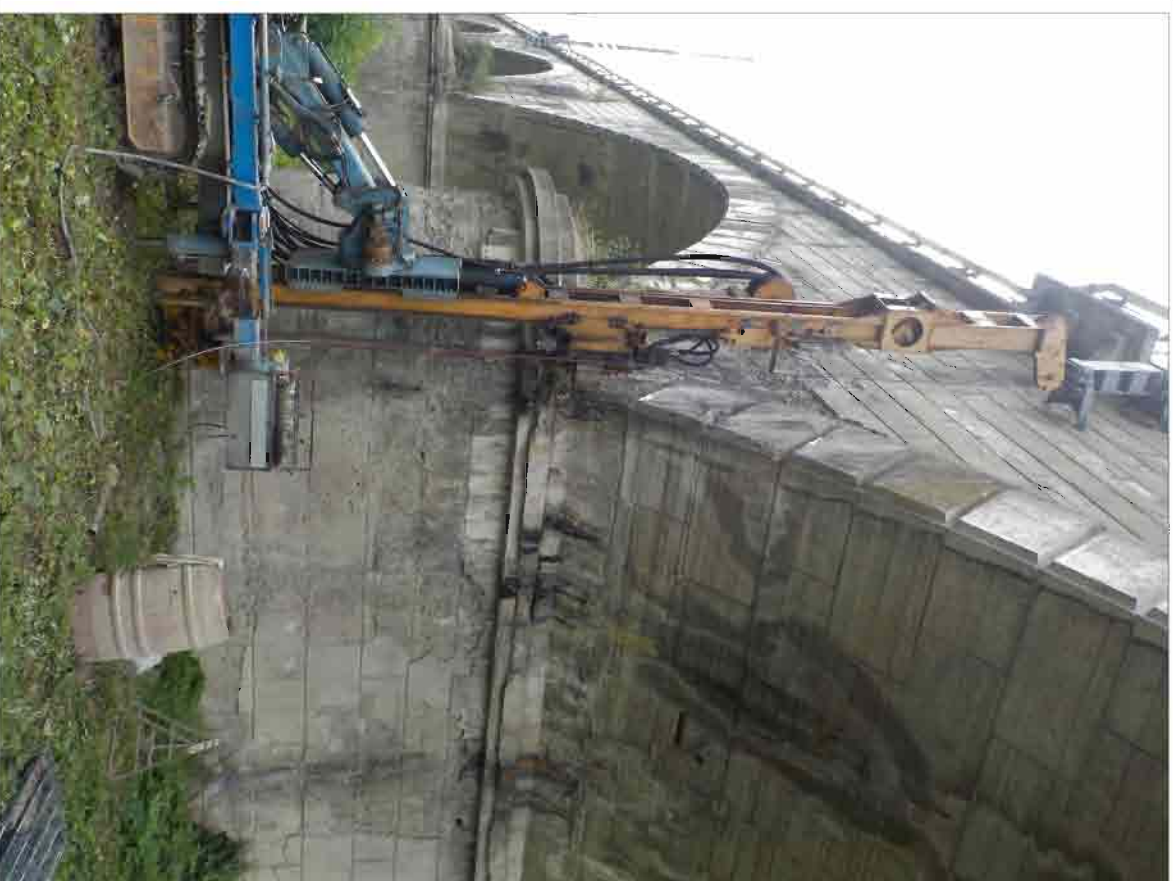
| Scala 1:100 | Profondita' | Stratigrafia | Descrizione | P.P. I [daN/cm²] | Vane Test [daN/cm²] | Carotaggio | | | | R.Q.D. | | | |
|-------------|-------------|---|--|------------------|---------------------|------------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | | | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 20 | 40 | 60 | 80 |
| 1 | |  | Limo sabbioso di colore marrone, con radici. A -0.50 m frammenti di laterizi. Da -0.70 a -1.50 m ghiaia e sabbia | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 2.70 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | |  | Calcestruzzo | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 17.00 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 18.00 |  | Ghiaia e sabbia di colore grigio-marrone | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | |

Note:
 Carotaggio eseguito a 1 m dalla pila, inclinato di 5°.
 Da -3.50 a -17.00 m perforazione con doppio carotiere e corona diamantata.

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)

SONDAGGIO N.: C9

DATA: 13 / 09 / 2018 - 14 / 09 / 2018



Posizionamento



COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.
 CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
 SONDAGGIO N.: C10

DATA: 14 / 09 / 2018
 METODO PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONTINUO

| Scala 1:100 | Profondità' | Stratigrafia | Descrizione | P.P. I [daN/cm²] | Vane Test [daN/cm²] | Carotaggio | | | | R.Q.D. | | | |
|-------------|-------------|--------------|--|------------------|---------------------|------------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | | | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 20 | 40 | 60 | 80 |
| 1 | | | Limo e limo sabbioso di colore marrone, con radici e frammenti di laterizi. Da -0.90 a -1.50 m frammenti di calcestruzzo | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 2.20 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | Calcestruzzo. A -4.50 m livello, S = 2-3 cm, con cemento friabile. A -16.40 m tondino di ferro | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | |
| 17.20 | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 18.00 | | Ghiaia e sabbia di colore grigio-marrone | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | |

Note:
 Carotaggio eseguito inclinato di 10°.
 Da -2.70 a -17.20 m perforazione con doppio carotiere e corona diamantata.

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. **CANTIERE:** PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C10 **DATA:** 14 / 09 / 2018



Posizionamento

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C10 DATA: 14 / 09 / 2018



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.
CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C11

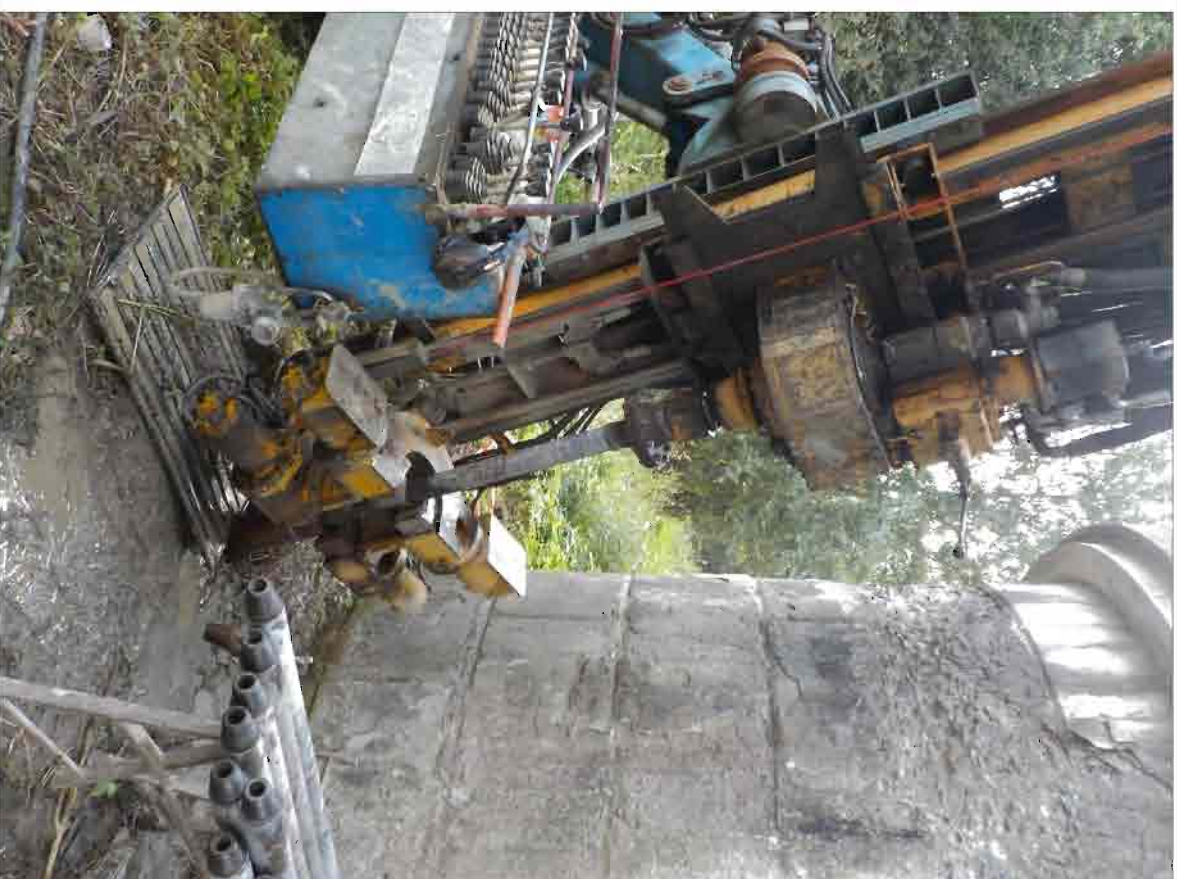
DATA: 17 / 09 / 2018

METODO PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONTINUO

| Scala 1:100 | Profondita' | Stratigrafia | Descrizione | P.P. I [daN/cm ²] | Vane Test [daN/cm ²] | Carotaggio | | | | R.Q.D. | | | |
|-------------|-------------|--------------|---|-------------------------------|----------------------------------|------------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | | | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 20 | 40 | 60 | 80 |
| 1 | 1.10 | | Limo e limo sabbioso di colore marrone, con radici. da -0.80 m sabbia con frammenti di laterizi | | | | | | | | | | |
| 2 | 1.80 | | Calcestruzzo con ciottoli, L > 10 cxm, e frammenti di laterizi | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 15.60 | | Calcestruzzo. A -3.30 m tondino di ferro | | | | | | | | | | |
| 16 | 16.00 | | Limo di colore grigio e grigio-verdastro | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | |

Note:
Carotaggio eseguito inclinato di 20°.
Da -2.60 a -15.60 m perforazione con doppio carotiere e corona diamantata.

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C11 DATA: 17 / 09 / 2018



Posizionamento

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. CANTIERE: PONTE RENO (CINTURA km 8+383)
SONDAGGIO N.: C11 DATA: 17 / 09 / 2018



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



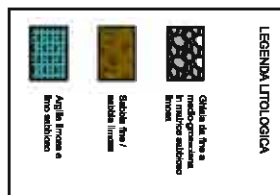
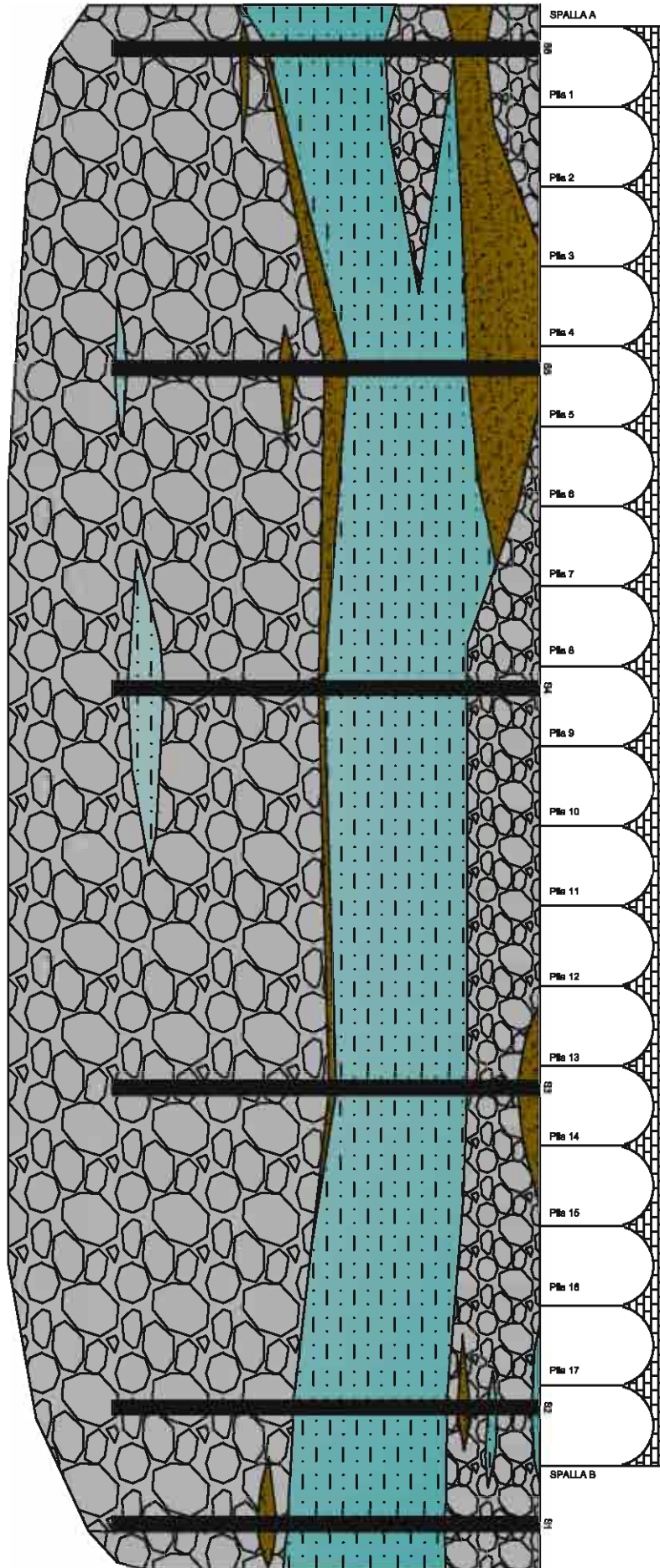
Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



ALLEGATO 5 – SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA





costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



ALLEGATO 6 – RAPPORTI PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (Racc. A.G.I. 1977)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| | | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1C12 del 10/09/2018 (11.0m – 11.50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 | 30/11/2018 |

DESCRIZIONE

Limo e argilla.
 Classificazione del campione (Racc.A.G.I. 1977): Q5.
 Lunghezza totale carota: 47cm

| Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer) | | | | Resistenza al taglio non drenata c_u (vane test) | | | |
|---|-----|-----|-----|---|------|------|------|
| Valori (daN/cm ²) | 1,3 | 1,6 | 1,0 | Valori (daN/cm ²) | 0,65 | 0,80 | 0,50 |
| Posizione (cm da tetto carota) | 7 | 22 | 40 | Posizione (cm da tetto carota) | 11 | 29 | 38 |



Particolari del campione e delle fasi analitiche

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
 Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
 Consulenza materie prime e prove materiali
 Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Scissometro da Laboratorio - Tecnotest (Codice interno SC01)
 Penetrometro da Laboratorio - Eurolab (Codice interno PP01)

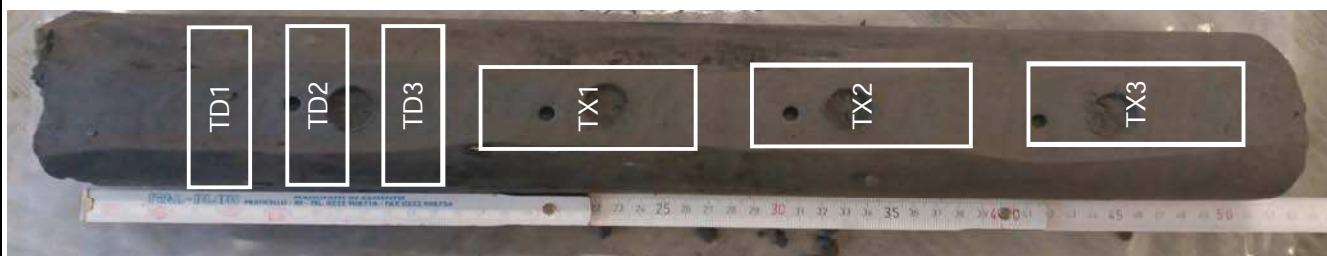
APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (Racc. A.G.I. 1977)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| | | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 CI2 del 10/09/2018 (11.60m – 12.10m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 | 30/11/2018 |

DESCRIZIONE

Limo argilloso.
 Classificazione del campione (Racc.A.G.I. 1977): Q5.
 Lunghezza totale carota: 50cm

| Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer) | | | | Resistenza al taglio non drenata c_u (vane test) | | | |
|---|-----|-----|-----|---|------|------|------|
| Valori (daN/cm ²) | 1,2 | 1,6 | 1,3 | Valori (daN/cm ²) | 0,60 | 0,80 | 0,70 |
| Posizione (cm da tetto carota) | 12 | 22 | 32 | Posizione (cm da tetto carota) | 11 | 29 | 38 |



Particolari del campione e delle fasi analitiche

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
 Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
 Consulenza materie prime e prove materiali
 Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Scissometro da Laboratorio - Tecnotest (Codice interno SC01)
 Penetrometro da Laboratorio - Eurolab (Codice interno PP01)

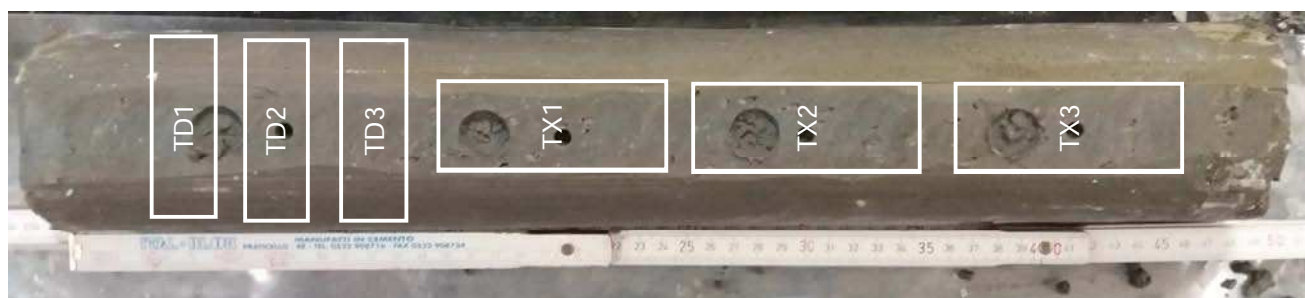
APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (Racc. A.G.I. 1977)

| | | | |
|--------------------------|--|-----------------------|----------------|
| | | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 CI2 del 10/09/2018 (10.70m - 11.20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 | 30/11/2018 |

DESCRIZIONE

Argilla limosa.
 Classificazione del campione (Racc.A.G.I. 1977): Q5.
 Lunghezza totale carota: 48cm

| Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer) | | | | Resistenza al taglio non drenata c_u (vane test) | | | |
|---|-----|-----|-----|---|------|------|------|
| Valori (daN/cm ²) | 1,7 | 1,8 | 1,7 | Valori (daN/cm ²) | 0,80 | 0,90 | 0,90 |
| Posizione (cm da tetto carota) | 11 | 21 | 31 | Posizione (cm da tetto carota) | 10 | 18 | 28 |



Particolari del campione e delle fasi analitiche

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
 Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
 Consulenza materie prime e prove materiali
 Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Scissometro da Laboratorio - Tecnotest (Codice interno SC01)
 Penetrometro da Laboratorio - Eurolab (Codice interno PP01)



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_W1 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C1 del 10/09/2018 (2,50m - 3,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 401,53 | 347,95 | 15,40 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_W2 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S2 C1 del 11/09/2018 (1,50m - 2,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 574,13 | 491,42 | 16,83 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_W3 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C1 del 12/09/2018 (1,00m - 1,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 335,21 | 284,49 | 17,83 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_W4 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C1 del 12/09/2018 (2,00m - 2,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 354,03 | 296,22 | 19,52 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_W5 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C2 del 10/09/2018 (11,00m - 11,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 300,30 | 242,50 | 23,84 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_W6 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S2 C2 del 11/09/2018 (13,50m - 14,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 299,70 | 238,20 | 25,82 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_W7 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C2 del 13/09/2018 (11,60m - 12,10m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 395,30 | 326,70 | 21,00 |

Lo Sperimentatore


Dott. Alex Onofridini

La Direzione Tecnica


Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_W8 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C2 del 12/09/2018 (10,70m - 11,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 245,60 | 199,00 | 23,42 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 414 - Rev 6 del 27/02/2017

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013:1964)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_PS1 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C1 del 10/09/2018 (2,50m - 3,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 15/10/2018 | 30/11/2018 |

Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w
(daN/dm³)

0,9781

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato satturo | Massa del cestello immerso/picnometro satturo d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|---|--|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | | |
| | | | (g) | (g) | | γ_s (daN/dm ³) |
| S1 C1 | A | picnometro | 410,84 | 377,75 | 52,86 | 2,62 |
| | B | picnometro | 411,31 | 378,25 | 53,04 | 2,60 |

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Michele Mazzoni
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Apparecchiature per massa volumica
Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_PS2 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S2 C1 del 11/09/2018 (1,50m - 2,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w
(daN/dm³)

0,9781

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato satturo | Massa del cestello immerso/picnometro satturo d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|---|--|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | | |
| | | | (g) | (g) | | γ_s (daN/dm ³) |
| S2C1 | A | picnometro | 412,44 | 377,75 | 55,38 | 2,62 |
| | B | picnometro | 410,99 | 378,25 | 52,21 | 2,62 |

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Apparecchiature per massa volumica
Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_PS3 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C1 del 12/09/2018 (1,00m - 1,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w
(daN/dm³)

0,9781

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato satturo | Massa del cestello immerso/picnometro satturo d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|---|--|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | | |
| | | | (g) | (g) | | γ_s (daN/dm ³) |
| S3C1 | A | picnometro | 412,31 | 377,75 | 55,14 | 2,62 |
| | B | picnometro | 412,88 | 378,25 | 54,98 | 2,64 |

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Apparecchiature per massa volumica
Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_PS4 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C1 del 12/09/2018 (2,00m - 2,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w
(daN/dm³)

0,9781

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato satturo | Massa del cestello immerso/picnometro satturo d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|---|--|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | | |
| | | | (g) | (g) | | γ_s (daN/dm ³) |
| S4C1 | A | picnometro | 412,71 | 377,75 | 55,32 | 2,66 |
| | B | picnometro | 411,42 | 378,25 | 52,43 | 2,66 |

Lo Sperimentatore

Alex Oriandini
Dott. Alex Oriandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Apparecchiature per massa volumica
Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 414 - Rev 6 del 27/02/2017

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013:1964)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_PS5 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C2 del 10/09/2018 (11,00m - 11,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w
(daN/dm³)

0,9781

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato saturato | Massa del cestello immerso/picnometro saturato d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|--|---|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | | |
| | | | (g) | (g) | | γ_s (daN/dm ³) |
| S1C2 | A | picnometro | 412,28 | 377,75 | 54,21 | 2,69 |
| | B | picnometro | 413,31 | 378,25 | 55,13 | 2,69 |

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Michele Mazzoni
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Apparecchiature per massa volumica
Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_PS6 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S2 C2 del 11/09/2018 (13,50m - 14,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w
(daN/dm³)

0,9781

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato satturo | Massa del cestello immerso/picnometro satturo d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|---|--|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | | |
| | | | (g) | (g) | | γ_s (daN/dm ³) |
| S2C2 | A | picnometro | 412,06 | 377,75 | 53,85 | 2,70 |
| | B | picnometro | 412,52 | 378,25 | 54,01 | 2,68 |

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Apparecchiature per massa volumica
Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_PS7 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C2 del 13/09/2018 (11,60m - 12,10m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w
(daN/dm³)

0,9781

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato satturo | Massa del cestello immerso/picnometro satturo d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|---|--|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | | |
| | | | (g) | (g) | | γ_s (daN/dm ³) |
| S3C2 | A | picnometro | 411,68 | 377,75 | 53,49 | 2,67 |
| | B | picnometro | 412,59 | 378,25 | 54,26 | 2,67 |

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Apparecchiature per massa volumica
Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_PS8 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C2 del 12/09/2018 (10,70m - 11,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w
(daN/dm³)

0,9781

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato satturo | Massa del cestello immerso/picnometro satturo d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|---|--|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | | |
| | | | (g) | (g) | | γ_s (daN/dm ³) |
| S4C2 | A | picnometro | 412,31 | 377,75 | 54,32 | 2,69 |
| | B | picnometro | 412,42 | 378,25 | 53,48 | 2,71 |

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Apparecchiature per massa volumica
Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pademontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 413 - Rev 4 del 30/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (ASTM D 2937-94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_PV1 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C2 del 10/09/2018 (11,00m - 11,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

Massa volumica dell'acquag/cm³

0,9987

| Identificazione Campione | Volume Campione | Massa Campione Umido | Massa Campione Secco | Peso di Volume Umido | Peso di Volume Secco |
|-----------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | (cm ³) | (g) | (g) | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) |
| S1C11 | 72,00 | 145,69 | 117,64 | 1,98 | 1,60 |

Lo Sperimentatore
Dott. Alex Orlandini**La Direzione Tecnica****Studio tecnologico M & M**

Consulenza materie prime e prove materiali

Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Bilancia - Bell Engineering (Codice interno BL014-C)

Note

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 413 - Rev 4 del 30/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (ASTM D 2937-94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_PV2 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C2 del 13/09/2018 (11,60m - 12,10m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

Massa volumica dell'acquag/cm³

0,9987

| Identificazione Campione | Volume Campione | Massa Campione Umido | Massa Campione Secco | Peso di Volume Umido | Peso di Volume Secco |
|-----------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | (cm ³) | (g) | (g) | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) |
| S1C12 | 72,00 | 149,87 | 123,52 | 2,04 | 1,68 |

Lo Sperimentatore
Dot. Alex Orlandini**La Direzione Tecnica****Studio tecnologico M & M**

Consulenza materie prime e prove materiali

Dot. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Bilancia - Bell Engineering (Codice interno BL014-C)

Note

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pademontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 413 - Rev 4 del 30/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (ASTM D 2937-94)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_PV3 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C2 del 12/09/2018 (10,70m - 11,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 01/10/2018 - 02/10/2018 | 30/11/2018 |

Massa volumica dell'acquag/cm³

0,9987

| Identificazione Campione | Volume Campione | Massa Campione Umido | Massa Campione Secco | Peso di Volume Umido | Peso di Volume Secco |
|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| | (cm ³) | (g) | (g) | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) |
| S1C13 | 72,00 | 144,58 | 117,13 | 1,97 | 1,59 |

Lo Sperimentatore
Dott. Alex Orlandini**La Direzione Tecnica****Studio tecnologico M & M**

Consulenza materie prime e prove materiali

Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Bilancia - Bell Engineering (Codice interno BL014-C)

Note

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

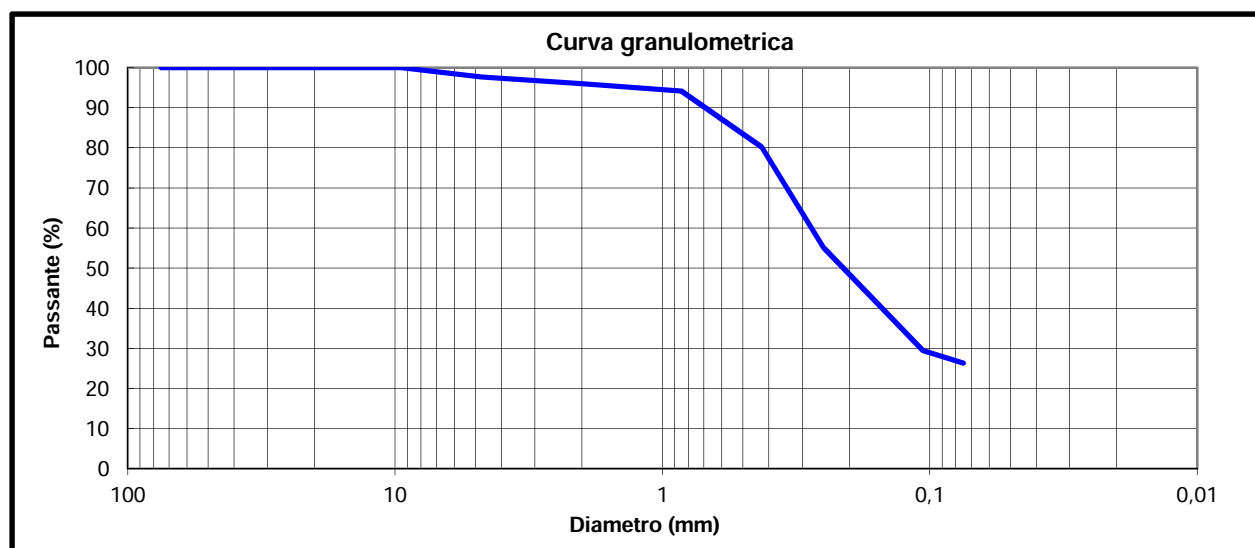
| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G1 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C1 del 10/09/2018 (2,50m - 3,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 16/10/2018 - 17/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 475,0 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 353,0 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 122,0 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 3,0 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4,75 | 11,0 | 2,3 | 97,7 |
| 2,0 | 8,0 | 4,0 | 96,0 |
| 0,85 | 9,0 | 5,9 | 94,1 |
| 0,425 | 66,0 | 19,8 | 80,2 |
| 0,250 | 119,0 | 44,8 | 55,2 |
| 0,106 | 122,0 | 70,5 | 29,5 |
| 0,075 | 15,0 | 73,7 | 26,3 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

26,3



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenhammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

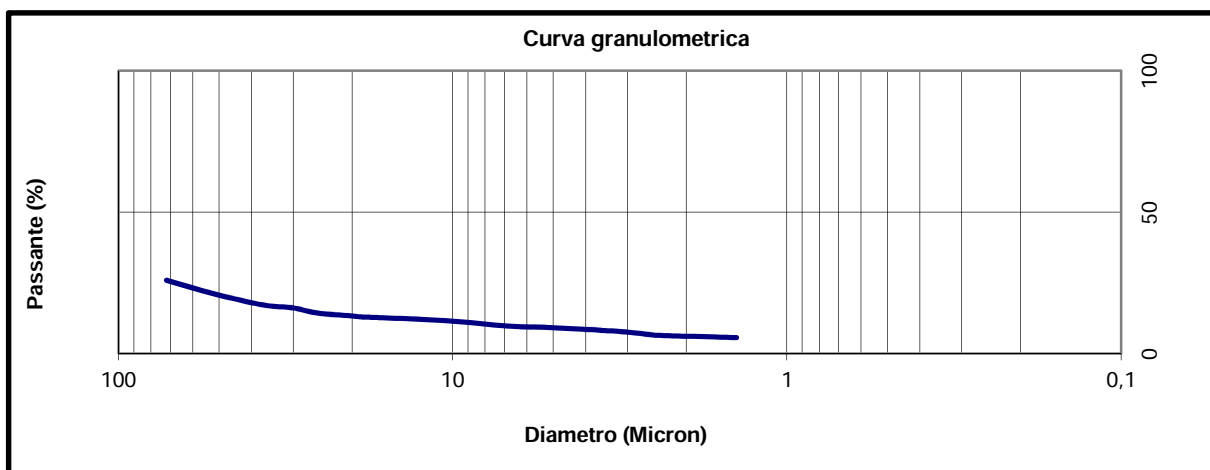


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D1 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C1 del 10/09/2018 (2,50m - 3,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 16/10/2018 - 17/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|------|
| Massa iniziale secca | 50,0 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 36,9 |
| Passante % | 26,3 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 71,81 | 25,94 |
| 51,50 | 21,08 |
| 36,81 | 17,19 |
| 30,14 | 16,21 |
| 26,22 | 14,59 |
| 23,49 | 13,94 |
| 21,46 | 13,62 |
| 19,89 | 13,29 |
| 18,62 | 12,97 |
| 13,62 | 12,32 |
| 9,66 | 11,35 |
| 6,86 | 9,73 |
| 4,86 | 9,08 |
| 3,44 | 8,11 |
| 2,82 | 7,30 |
| 2,45 | 6,49 |
| 1,42 | 5,68 |



Lo Sperimentatore
Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Michele Mazzoni
Dott. Gen. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C)
Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

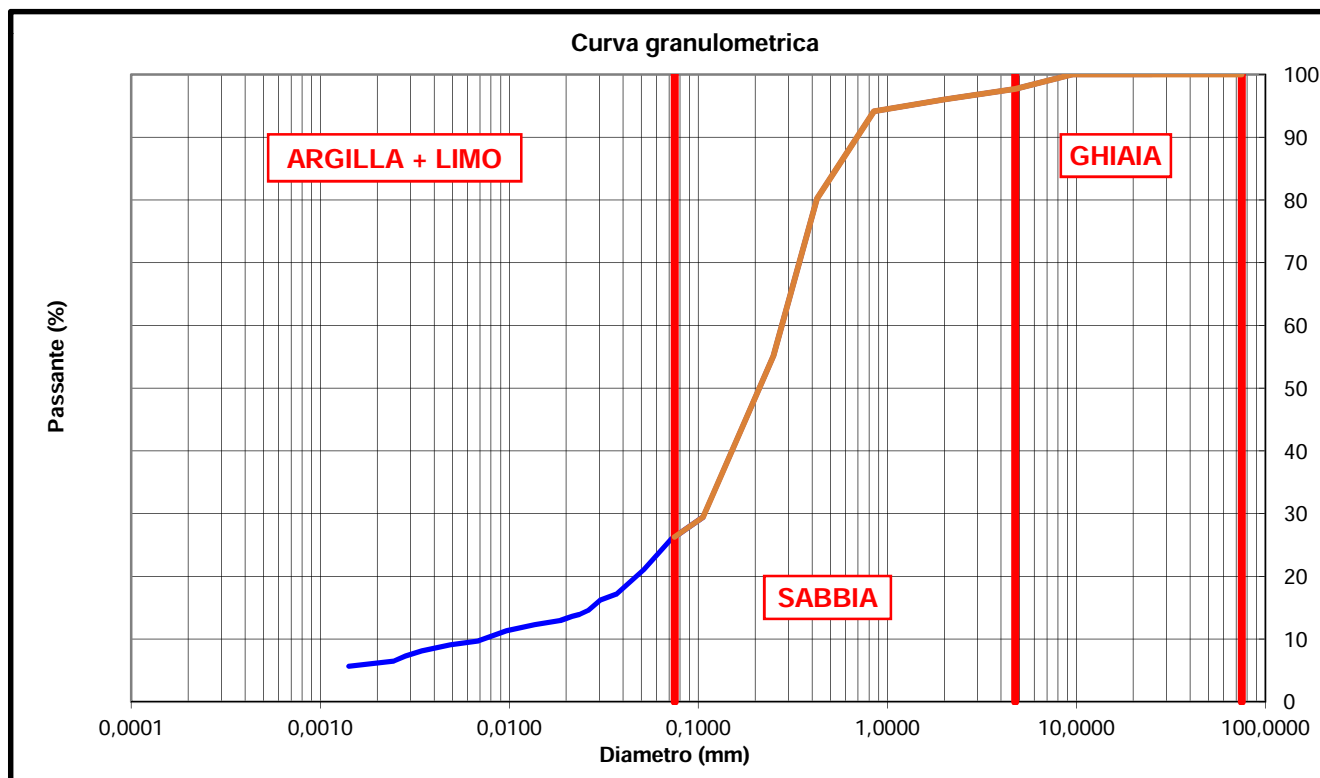
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G1 | Data emissione | 20/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_D1 | Data emissione | 20/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 96,0 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 80,2 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 26,3 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 2,3 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 71,4 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 26,3 |



Note:

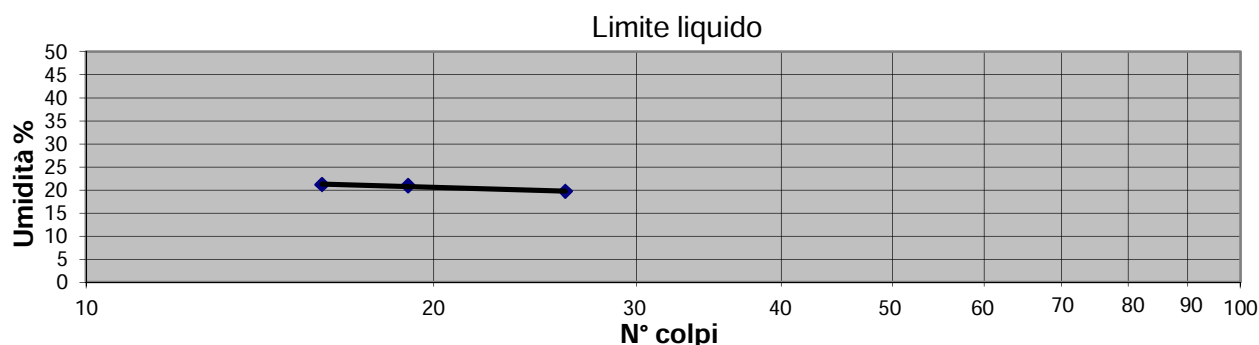
% Argilla (Racc. AGI 1990): 6,14

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM1 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C1 del 10/09/2018 (2,50m - 3,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 16/10/2018 - 17/10/2018 | 30/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 55,27 | 50,24 | 26,56 | 23,68 | 21,2 | 16 |
| 2 | 53,49 | 48,97 | 26,13 | 22,84 | 19,8 | 26 |
| 3 | 51,49 | 47,10 | 26,21 | 20,89 | 21,0 | 19 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | - | - | - | - | n.d. |
| 2 | - | - | - | - | n.d. |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 20 | n.d. | N.P. |

Lo Sperimentatore

Alex Onorini
 Dott. Alex Onorini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
 Consulenza materie prime e prove materiali
 Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G1 | Data emissione | 10/12/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM1 | Data emissione | 10/12/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 96,0 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 80,2 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 26,3 |
| Limite Liquido | 20 |
| Indice Plastico | N.P. |
| Indice di Gruppo | 0 |

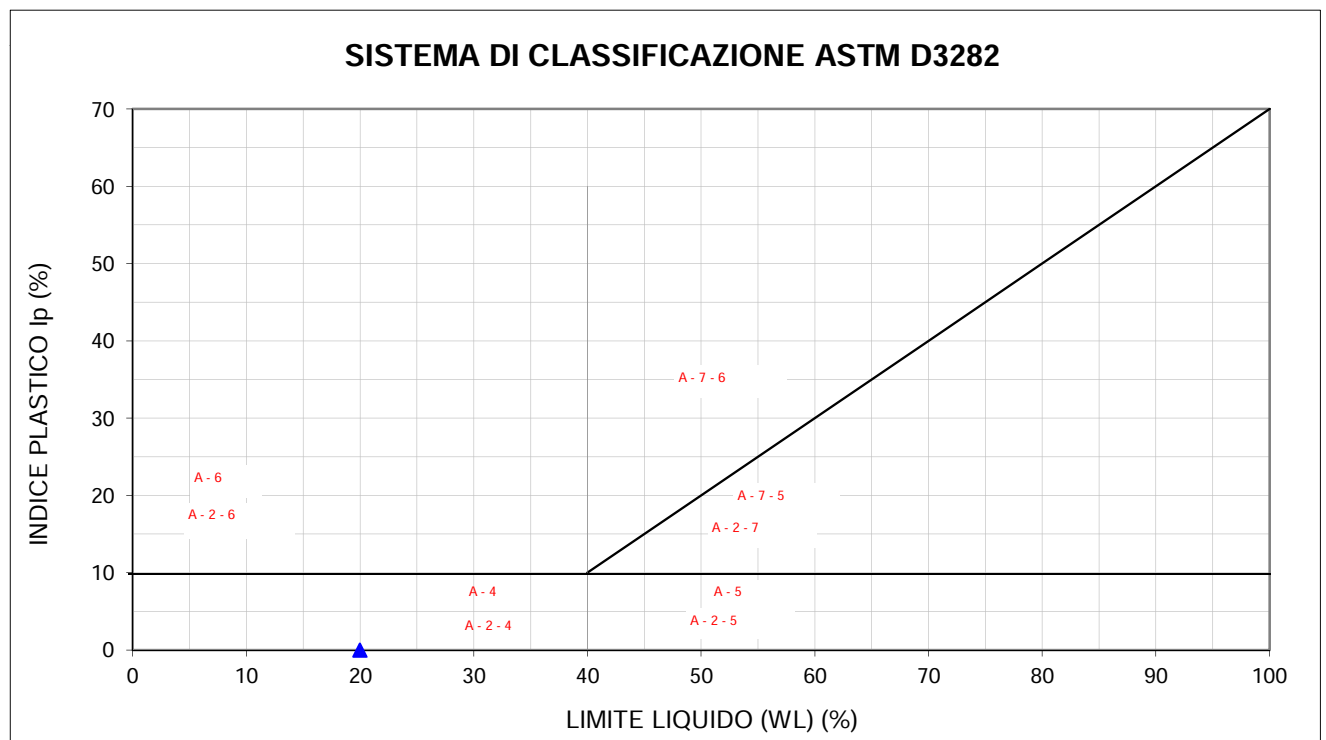


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

| | |
|----------------------------------|--------------|
| Gruppo di classificazione | A 2-4 |
|----------------------------------|--------------|

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G2 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S2 C1 del 11/09/2018 (1,50m - 2,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 22/10/2018 - 23/10/2018 | 30/11/2018 |

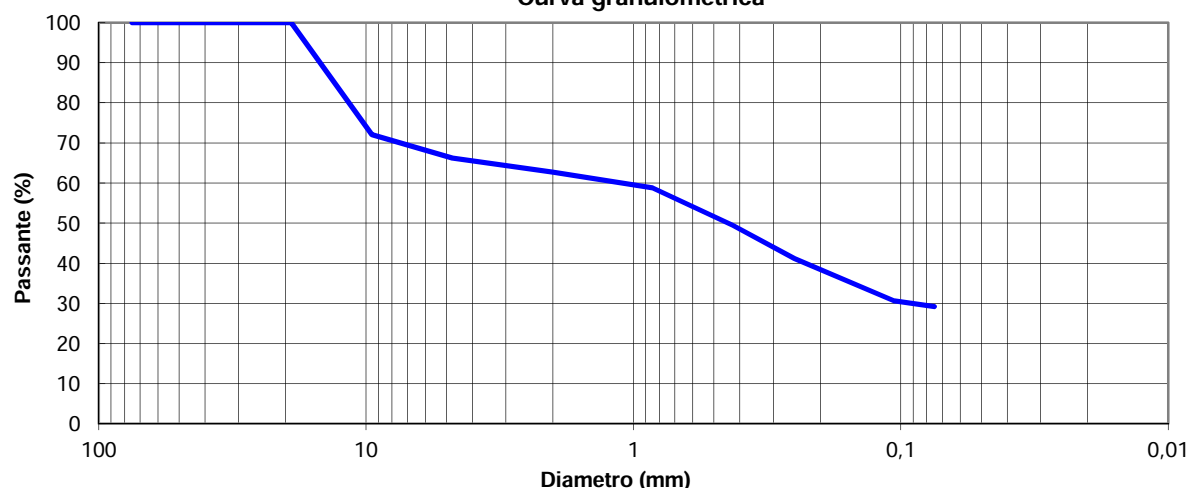
| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 487,5 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 345,5 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 142,0 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 0,5 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 136,3 | 28,0 | 72,0 |
| 4,75 | 28,5 | 33,8 | 66,2 |
| 2,0 | 17,0 | 37,3 | 62,7 |
| 0,85 | 19,2 | 41,2 | 58,8 |
| 0,425 | 45,3 | 50,5 | 49,5 |
| 0,250 | 40,6 | 58,9 | 41,1 |
| 0,106 | 51,1 | 69,3 | 30,7 |
| 0,075 | 7,0 | 70,8 | 29,2 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

29,2

Curva granulometrica



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenhammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

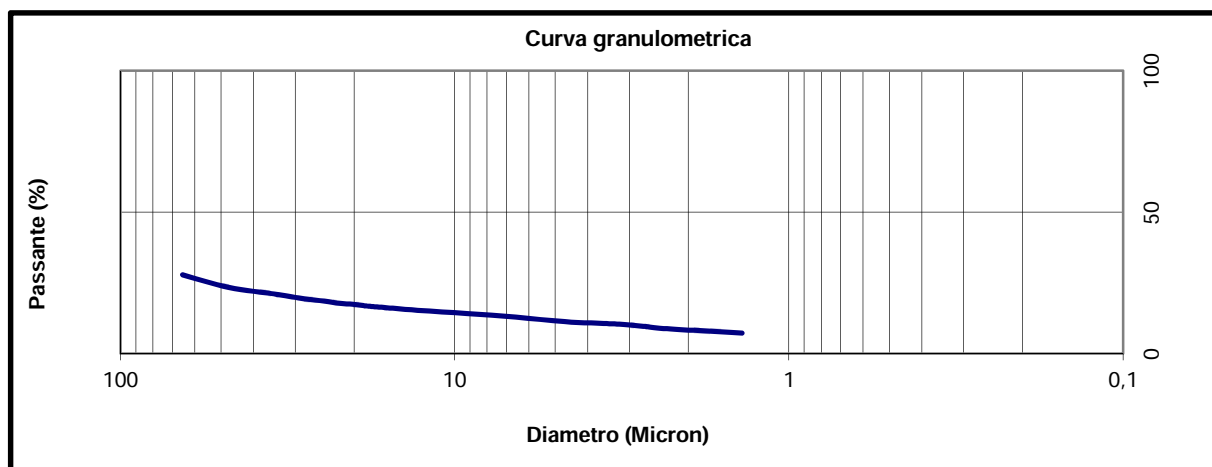


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D2 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S2 C1 del 11/09/2018 (1,50m - 2,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 22/10/2018 - 23/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|-------|
| Massa iniziale secca | 100,0 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 70,8 |
| Passante % | 29,2 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 65,19 | 27,90 |
| 47,54 | 23,45 |
| 34,16 | 21,03 |
| 28,18 | 19,41 |
| 24,53 | 18,60 |
| 22,05 | 17,79 |
| 20,17 | 17,47 |
| 18,73 | 16,98 |
| 17,56 | 16,66 |
| 12,92 | 15,37 |
| 9,20 | 14,23 |
| 6,56 | 12,94 |
| 4,68 | 11,32 |
| 3,32 | 10,51 |
| 2,73 | 9,70 |
| 2,37 | 8,90 |
| 1,38 | 7,28 |



| | |
|--|---|
| Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini | La Direzione Tecnica Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Gen. Mazzoni Michele |
| Strumentazione utilizzata per la prova | Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C) Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03) |

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

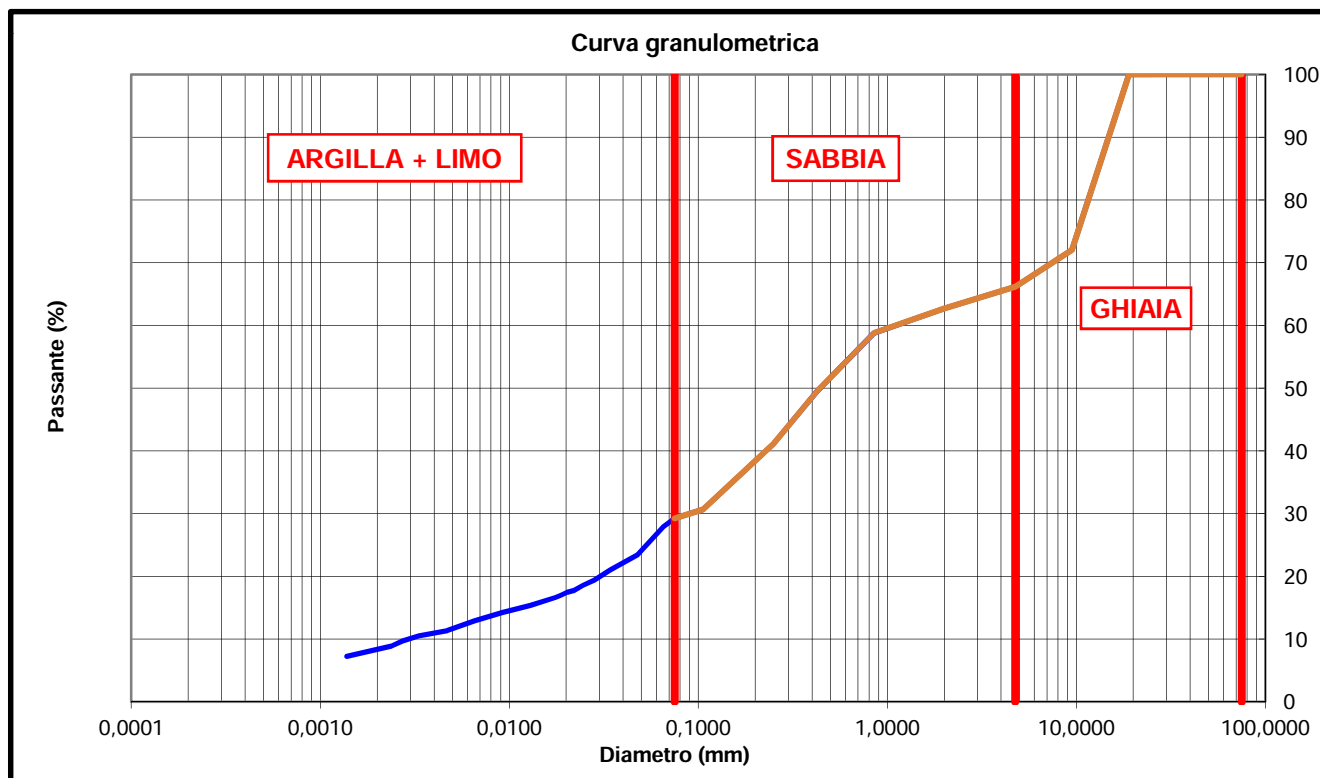
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G2 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D2 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 62,7 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 49,5 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 29,2 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 33,8 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 37,0 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 29,2 |



Note:

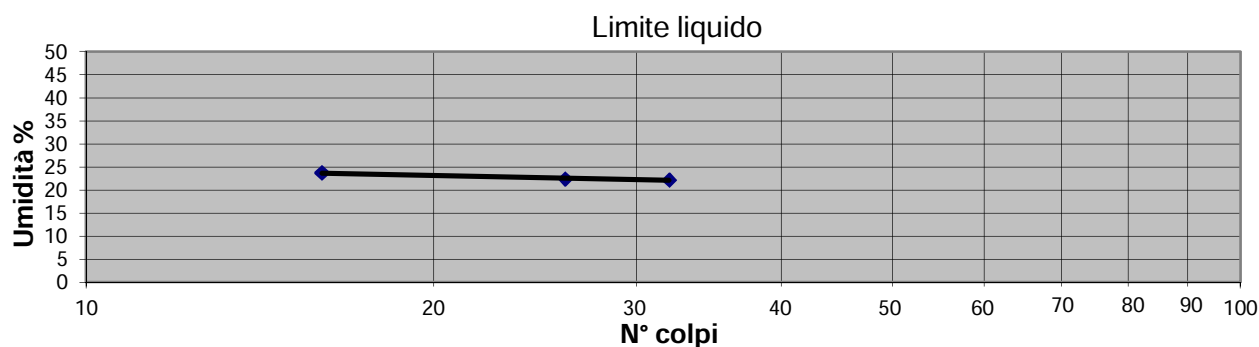
% Argilla (Racc. AGI 1990): 8,29

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM2 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S2 C1 del 11/09/2018 (1,50m - 2,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 16/10/2018 - 17/10/2018 | 30/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 58,40 | 52,14 | 25,82 | 26,33 | 23,8 | 16 |
| 2 | 55,99 | 50,54 | 26,25 | 24,29 | 22,4 | 26 |
| 3 | 58,53 | 52,67 | 26,27 | 26,39 | 22,2 | 32 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | 37,82 | 36,28 | 26,21 | 10,07 | 15,3 |
| 2 | 35,65 | 34,48 | 26,47 | 8,01 | 14,7 |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 23 | 15 | 8 |

Lo Sperimentatore

Alex Onorini
Dott. Alex Onorini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G2 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM2 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 62,8 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 49,6 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 29,2 |
| Limite Liquido | 23 |
| Indice Plastico | 8 |
| Indice di Gruppo | 0 |

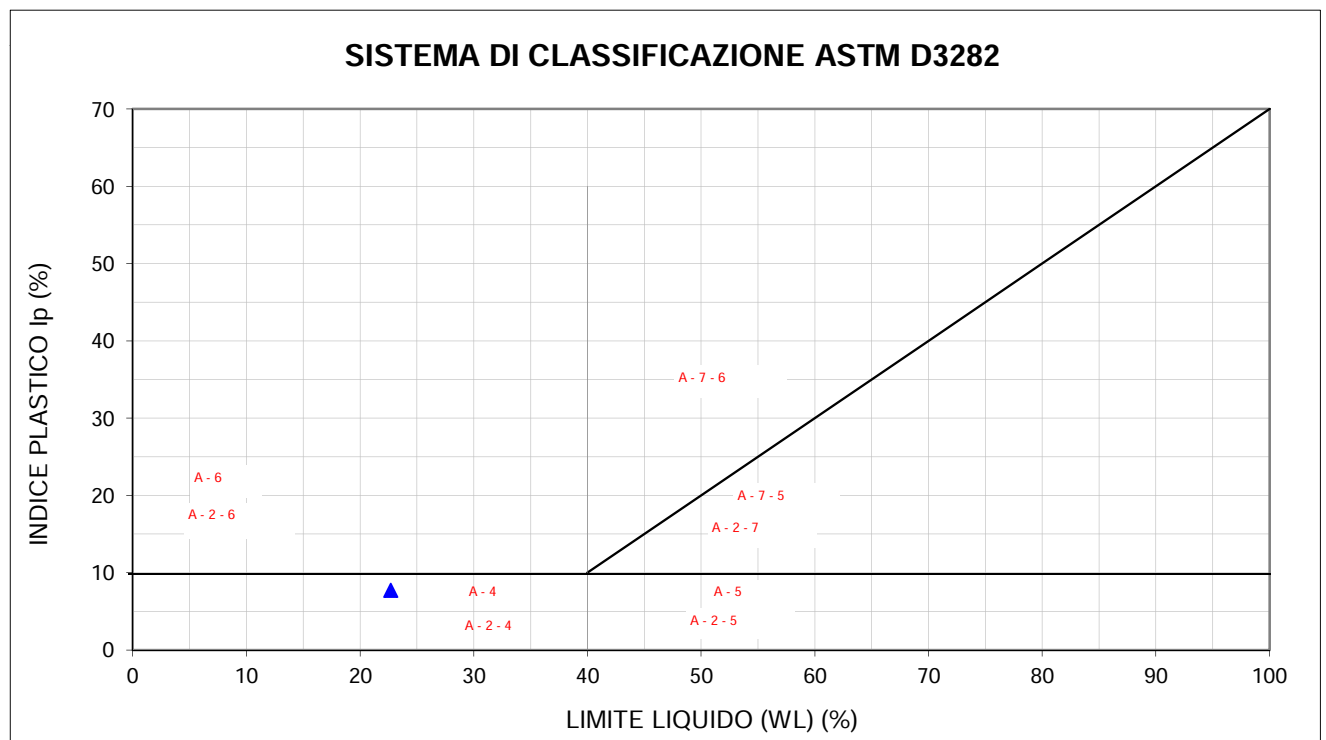


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

| | |
|---------------------------|-------|
| Gruppo di classificazione | A 2-4 |
|---------------------------|-------|

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

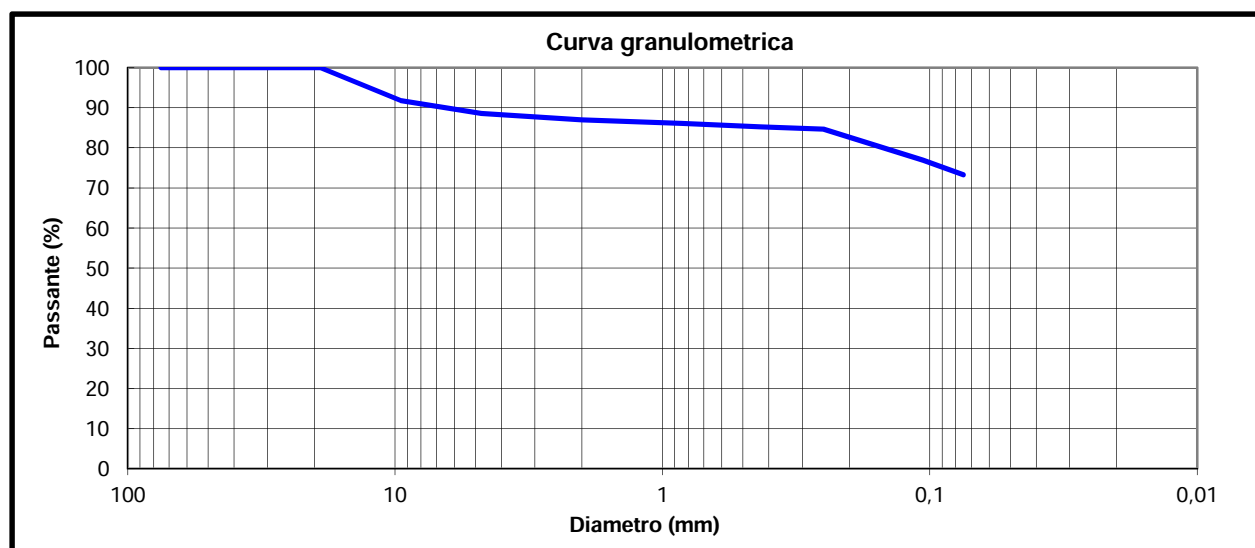
| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G3 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C1 del 12/09/2018 (1,00m - 1,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 22/10/2018 - 23/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 542,5 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 145,6 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 396,9 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 0,5 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 44,8 | 8,3 | 91,7 |
| 4,75 | 17,4 | 11,5 | 88,5 |
| 2,0 | 8,7 | 13,1 | 86,9 |
| 0,85 | 4,8 | 14,0 | 86,0 |
| 0,425 | 4,4 | 14,8 | 85,2 |
| 0,250 | 3,1 | 15,3 | 84,7 |
| 0,106 | 42,2 | 23,1 | 76,9 |
| 0,075 | 19,7 | 26,7 | 73,3 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

73,3



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

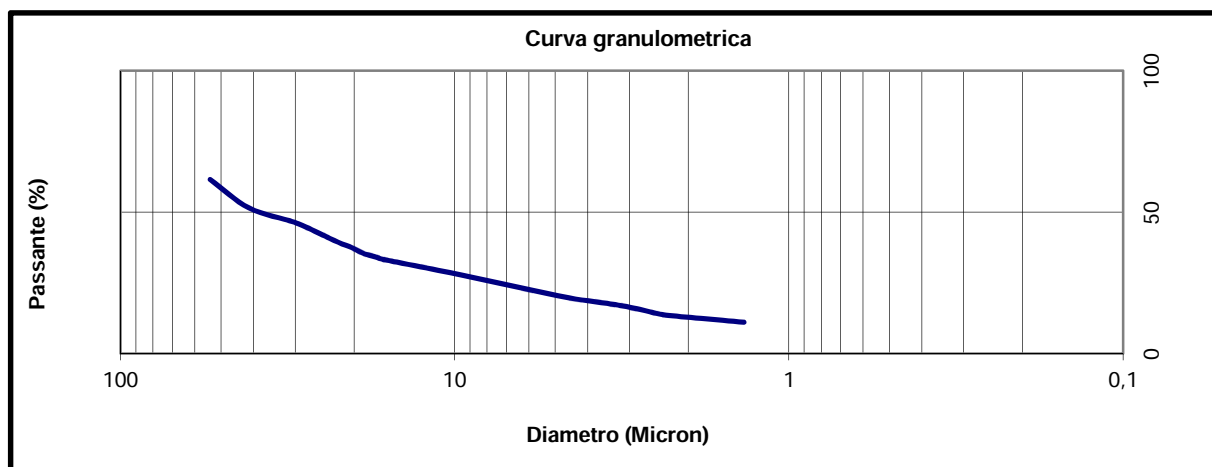


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D3 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C1 del 12/09/2018 (1,00m - 1,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 22/10/2018 - 23/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|------|
| Massa iniziale secca | 80,0 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 21,4 |
| Passante % | 73,3 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 53,87 | 61,52 |
| 41,18 | 51,43 |
| 30,16 | 46,39 |
| 25,28 | 42,36 |
| 22,31 | 39,33 |
| 20,20 | 37,31 |
| 18,66 | 35,30 |
| 17,37 | 34,29 |
| 16,34 | 33,28 |
| 12,14 | 30,25 |
| 8,74 | 26,83 |
| 6,30 | 23,20 |
| 4,54 | 19,67 |
| 3,25 | 17,15 |
| 2,68 | 15,13 |
| 2,33 | 13,62 |
| 1,36 | 11,09 |



Lo Sperimentatore
Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C)
Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

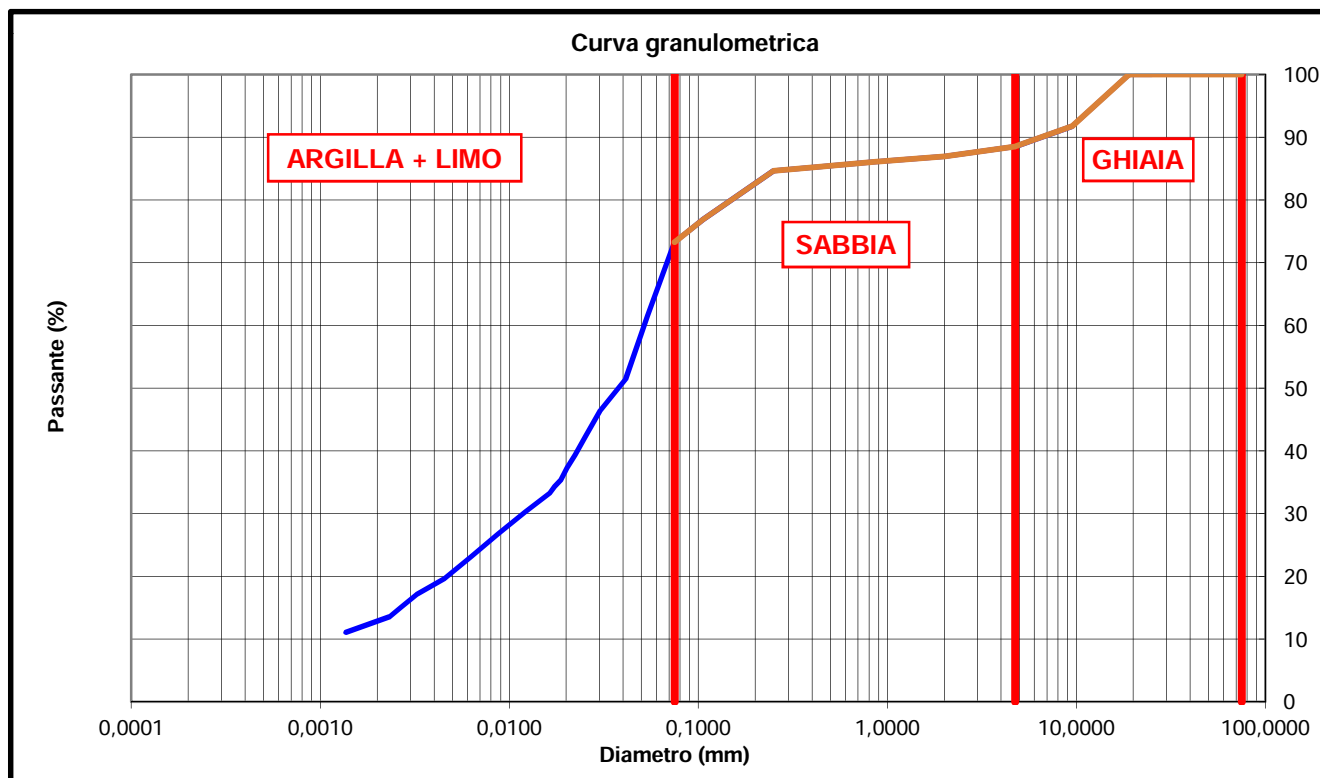
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G3 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D3 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 86,9 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 85,2 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 73,3 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 11,5 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 15,3 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 73,3 |



Note:

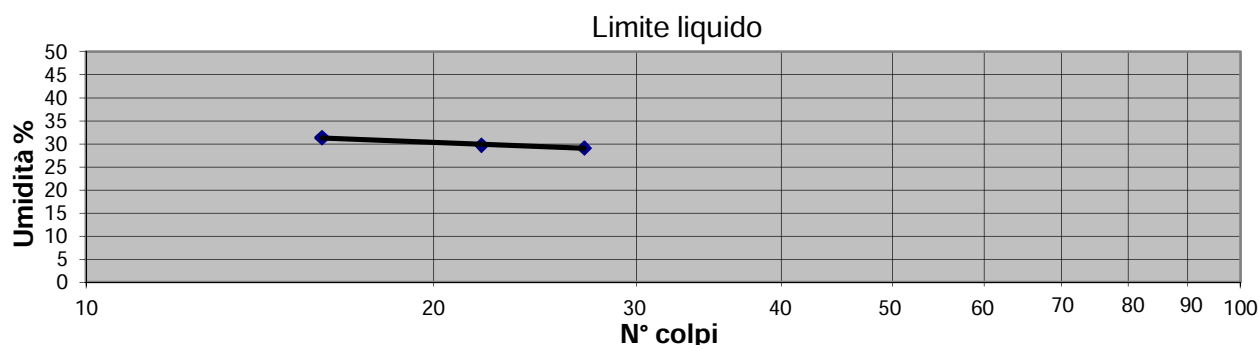
% Argilla (Racc. AGI 1990): 12,75

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM3 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C1 del 12/09/2018 (1,00m - 1,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 16/10/2018 - 17/10/2018 | 30/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 53,02 | 46,681 | 26,48 | 20,20 | 31,4 | 16 |
| 2 | 56,02 | 49,186 | 26,21 | 22,98 | 29,8 | 22 |
| 3 | 53,91 | 47,743 | 26,59 | 21,15 | 29,1 | 27 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | 37,73 | 35,90 | 26,57 | 9,34 | 19,6 |
| 2 | 38,66 | 36,54 | 26,18 | 10,36 | 20,4 |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 29 | 20 | 9 |

Lo Sperimentatore

Alex Onorini
Dott. Alex Onorini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G3 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM3 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 86,9 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 85,2 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 73,3 |
| Limite Liquido | 29 |
| Indice Plastico | 9 |
| Indice di Gruppo | 8 |

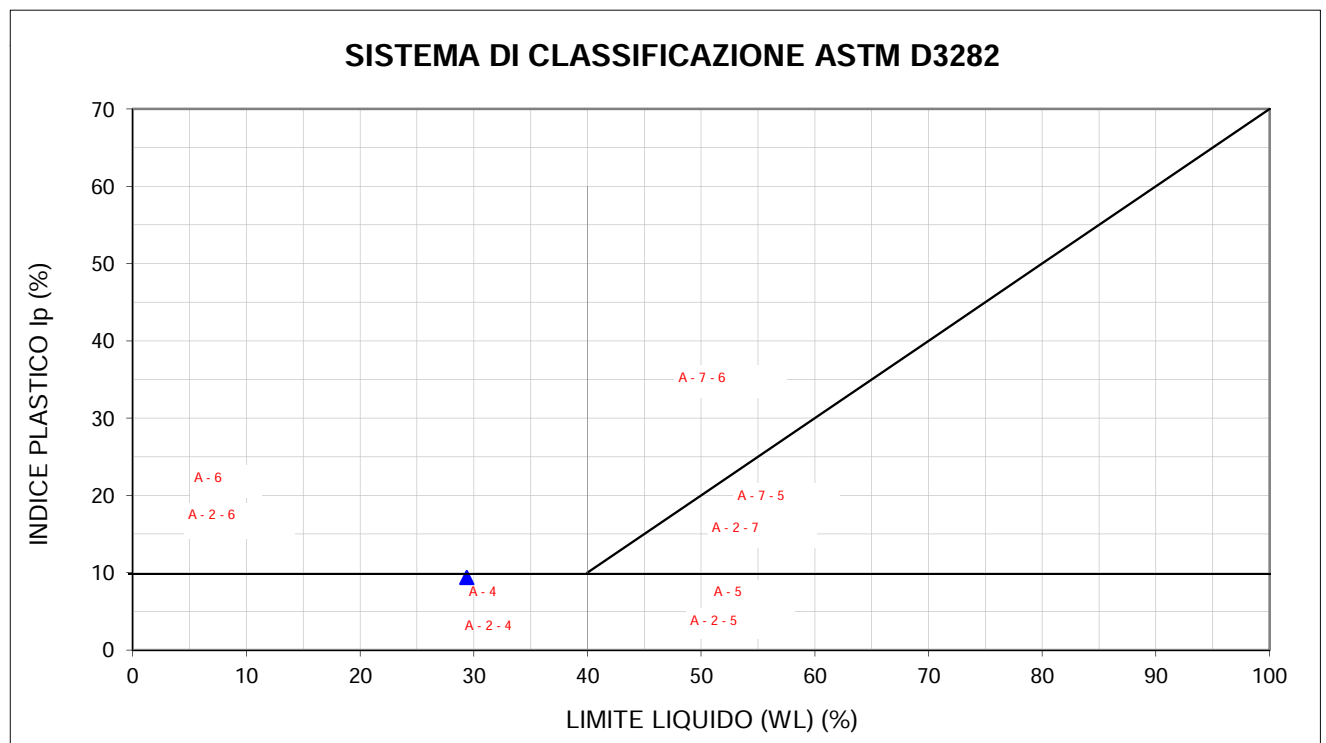


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

| | |
|---------------------------|------------|
| Gruppo di classificazione | A 4 |
|---------------------------|------------|

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

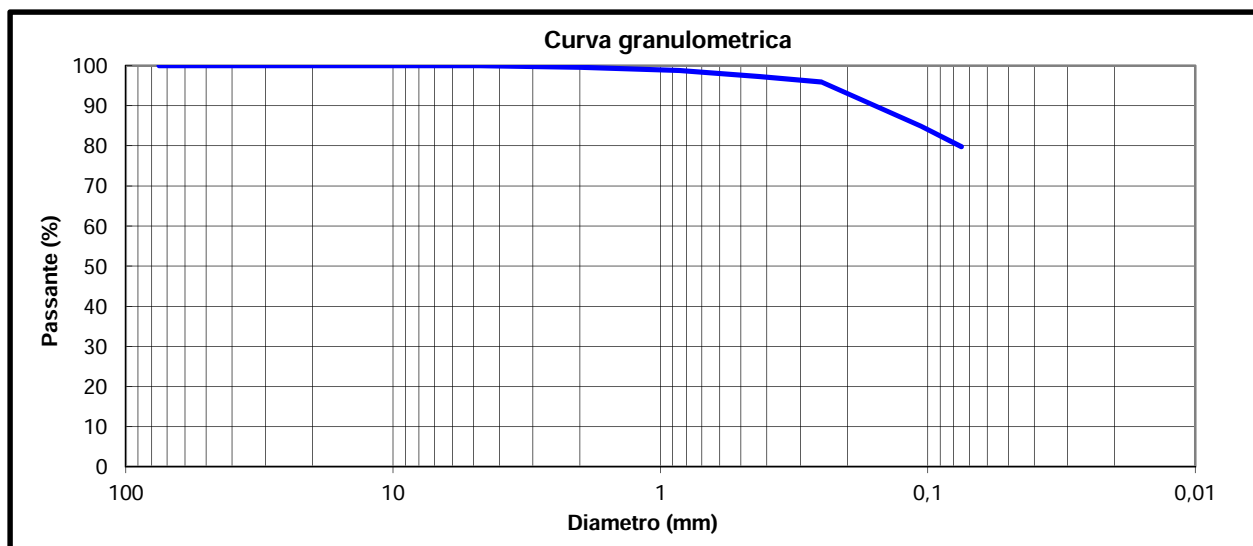
| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G4 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C1 del 12/09/2018 (2,00m - 2,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 22/10/2018 - 23/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 574,1 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 117,0 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 457,1 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 1,1 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4,75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 2,0 | 2,7 | 0,5 | 99,5 |
| 0,85 | 4,5 | 1,3 | 98,7 |
| 0,425 | 8,4 | 2,7 | 97,3 |
| 0,250 | 8,1 | 4,1 | 95,9 |
| 0,106 | 63,1 | 15,1 | 84,9 |
| 0,075 | 29,1 | 20,2 | 79,8 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

79,8



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

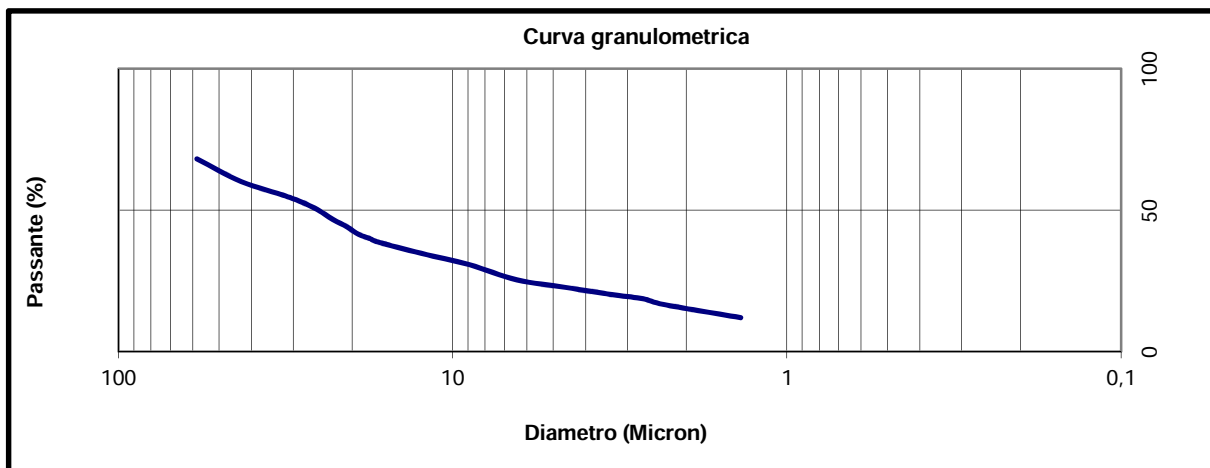


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D4 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C1 del 12/09/2018 (2,00m - 2,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 22/10/2018 - 23/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|------|
| Massa iniziale secca | 60,0 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 12,1 |
| Passante % | 79,8 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 58,24 | 68,10 |
| 42,93 | 60,09 |
| 31,15 | 54,75 |
| 25,91 | 50,75 |
| 22,85 | 46,74 |
| 20,67 | 44,07 |
| 19,09 | 41,40 |
| 17,77 | 40,06 |
| 16,72 | 38,73 |
| 12,41 | 34,72 |
| 8,91 | 30,71 |
| 6,43 | 25,37 |
| 4,59 | 22,70 |
| 3,28 | 20,03 |
| 2,69 | 18,70 |
| 2,34 | 16,69 |
| 1,38 | 12,02 |



Lo Sperimentatore
Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Michele Mazzoni
Dott. Gen. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C)
Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

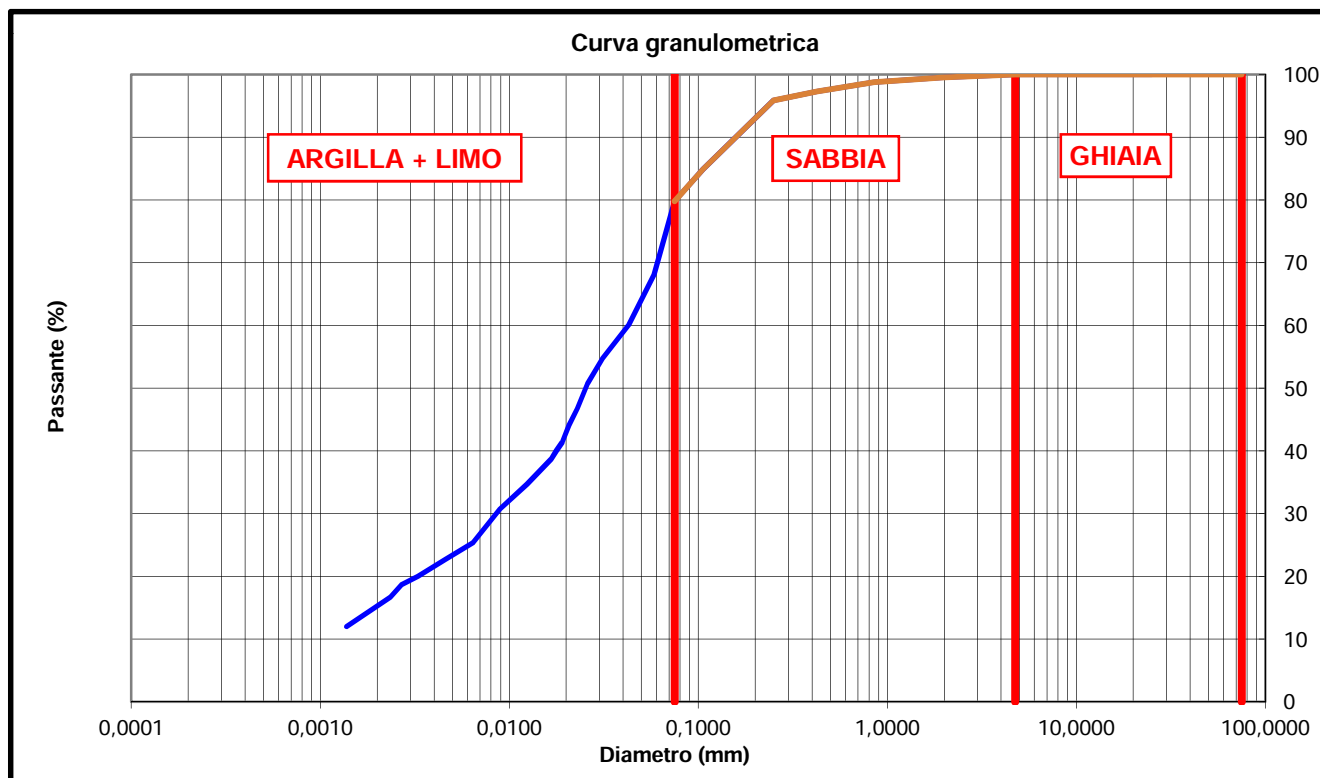
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G4 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D4 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 99,5 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 97,3 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 79,8 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 0,0 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 20,2 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 79,8 |



Note:

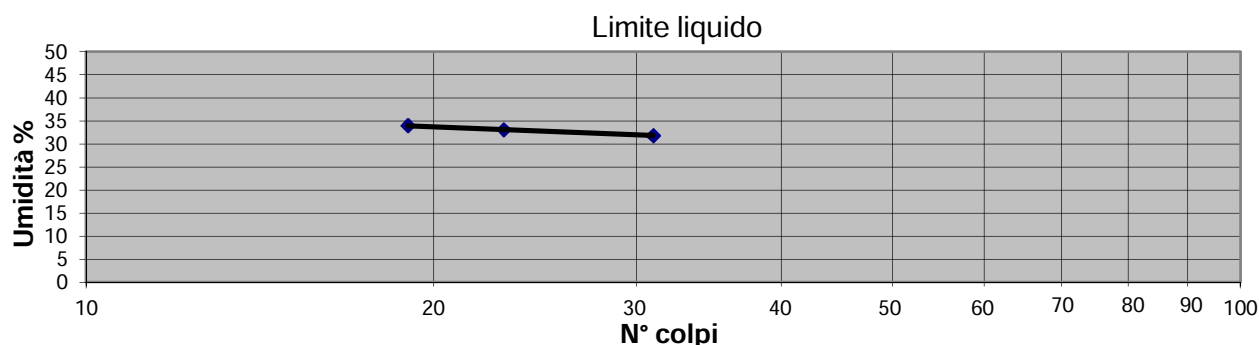
% Argilla (Racc. AGI 1990): 15,03

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM4 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C1 del 12/09/2018 (2,00m - 2,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 22/10/2018 - 23/10/2018 | 30/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 54,49 | 47,34 | 26,33 | 21,02 | 34,0 | 19 |
| 2 | 54,93 | 47,81 | 26,29 | 21,52 | 33,1 | 23 |
| 3 | 53,81 | 47,24 | 26,58 | 20,66 | 31,8 | 31 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | 36,07 | 34,35 | 26,24 | 8,11 | 21,2 |
| 2 | 35,69 | 34,05 | 26,25 | 7,80 | 20,9 |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 33 | 21 | 12 |

Lo Sperimentatore

Alex Onorini
Dott. Alex Onorini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G4 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM4 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 99,5 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 97,3 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 79,8 |
| Limite Liquido | 33 |
| Indice Plastico | 12 |
| Indice di Gruppo | 9 |

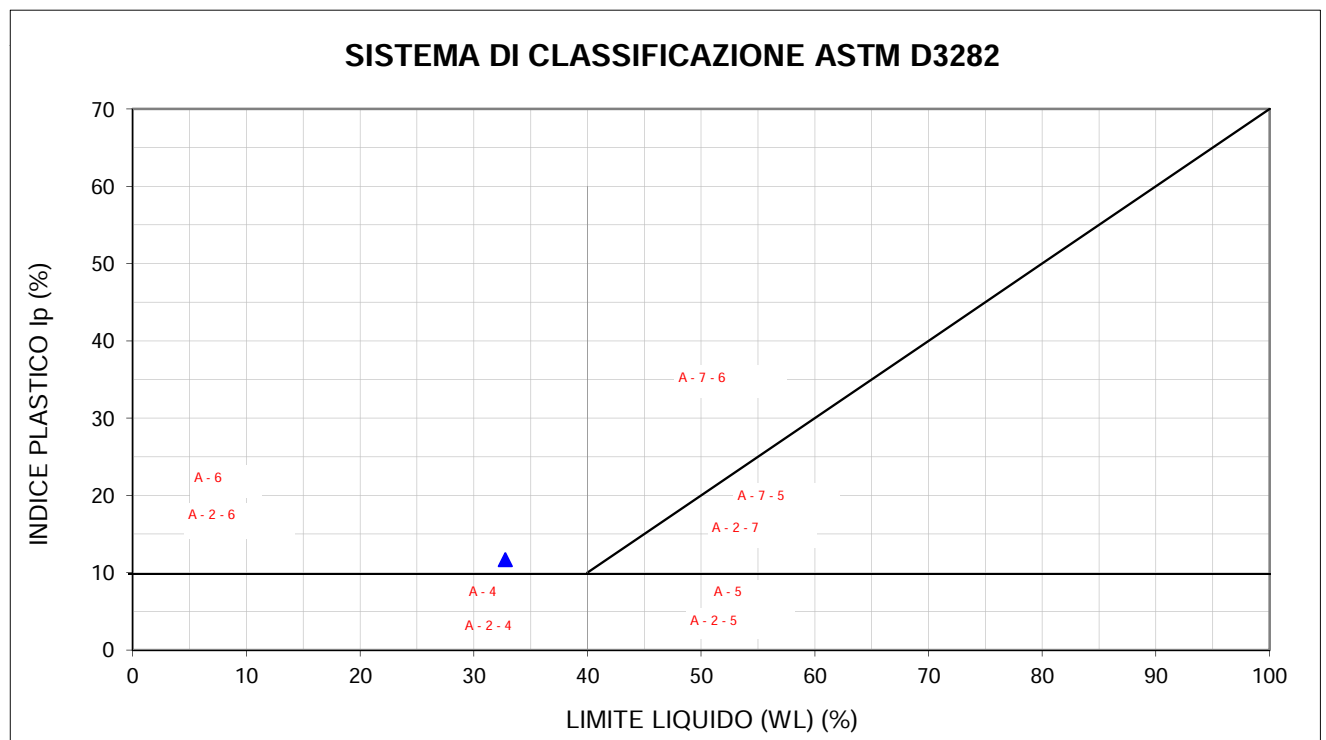


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

Gruppo di classificazione

A 6

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

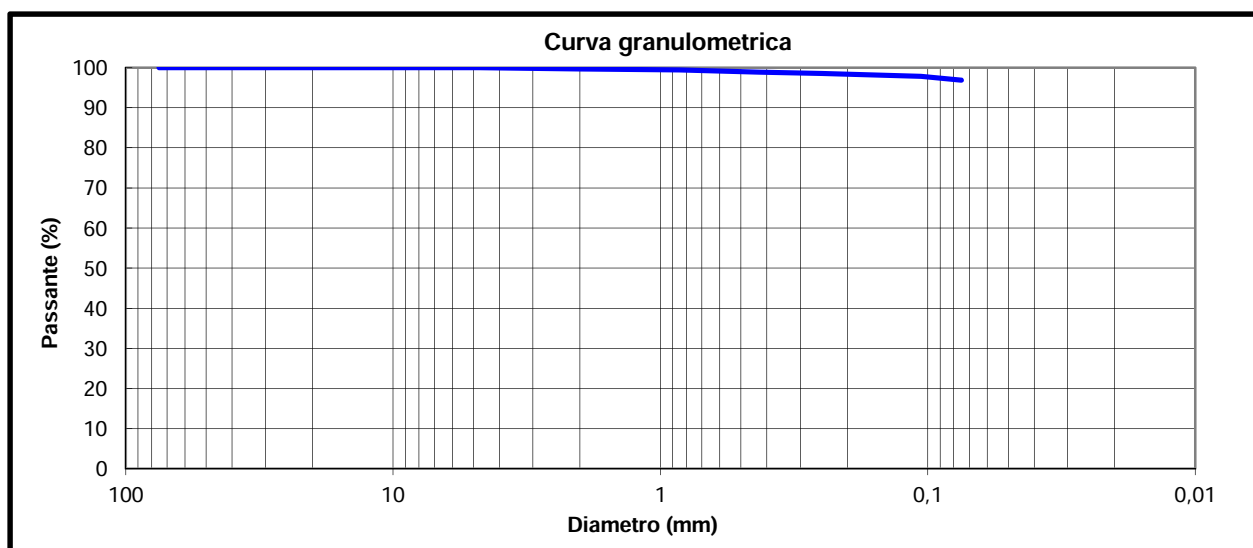
| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G5 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C2 del 10/09/2018 (11,00m - 11,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 504,0 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 16,6 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 487,4 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 0,9 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4,75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 2,0 | 1,8 | 0,4 | 99,6 |
| 0,85 | 1,1 | 0,6 | 99,4 |
| 0,425 | 2,8 | 1,1 | 98,9 |
| 0,250 | 1,6 | 1,4 | 98,6 |
| 0,106 | 3,8 | 2,2 | 97,8 |
| 0,075 | 4,6 | 3,1 | 96,9 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

96,9



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenhammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

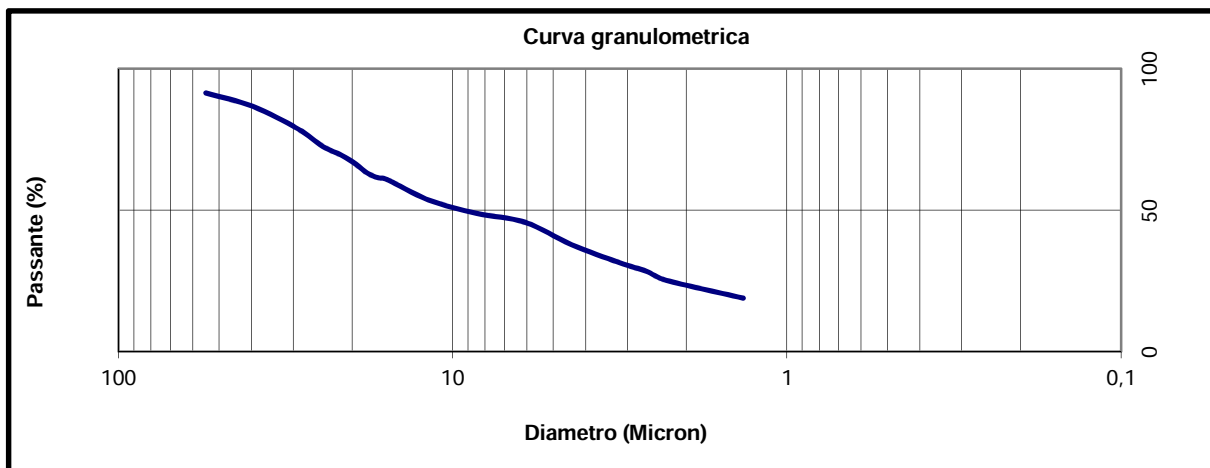


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D5 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C2 del 10/09/2018 (11,00m - 11,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|------|
| Massa iniziale secca | 50,5 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 1,6 |
| Passante % | 96,9 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 54,78 | 91,44 |
| 39,67 | 86,71 |
| 29,12 | 78,83 |
| 24,46 | 72,53 |
| 21,47 | 69,37 |
| 19,45 | 66,22 |
| 17,99 | 63,07 |
| 16,76 | 61,49 |
| 15,71 | 60,86 |
| 11,80 | 53,61 |
| 8,49 | 48,88 |
| 6,07 | 45,72 |
| 4,41 | 37,84 |
| 3,18 | 31,53 |
| 2,62 | 28,38 |
| 2,30 | 25,23 |
| 1,35 | 18,92 |



Lo Sperimentatore
Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Michele Mazzoni
Dott. Gen. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C)
Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice
interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

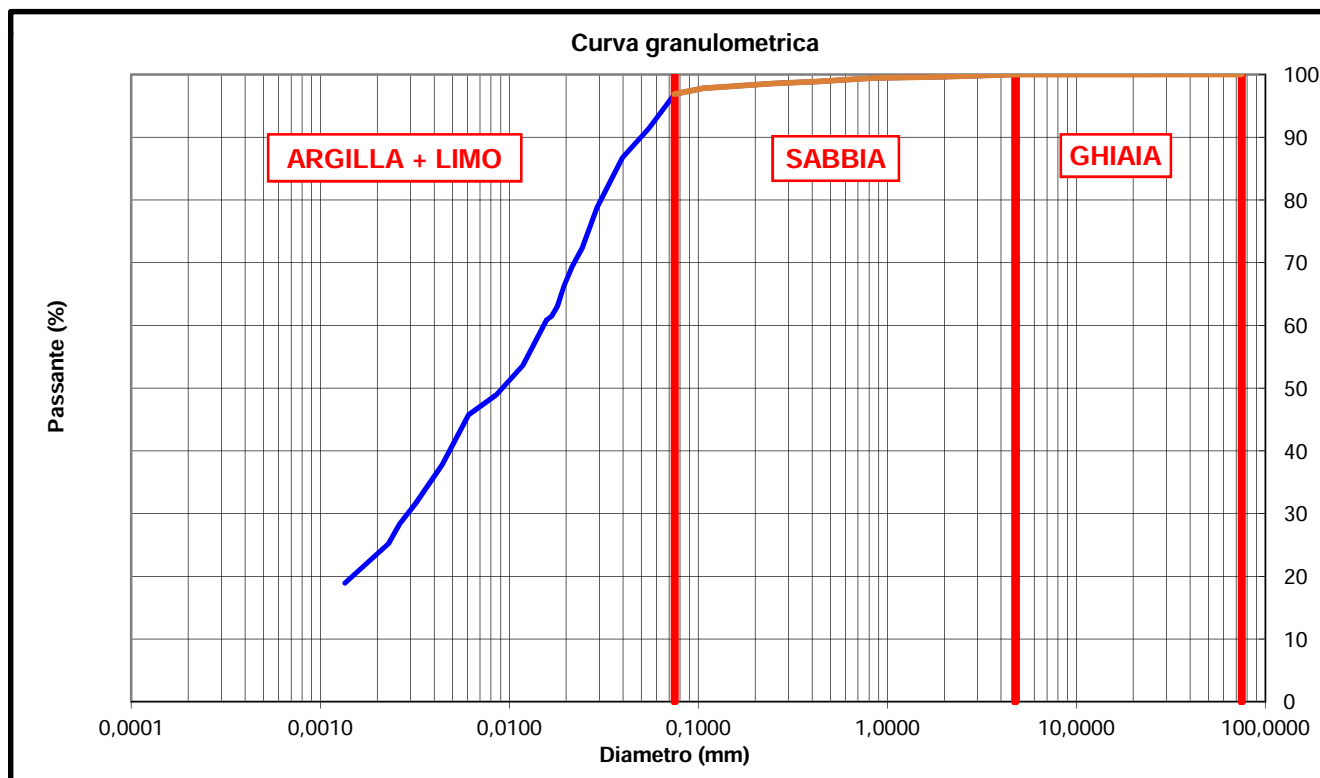
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G5 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D5 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 99,6 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 98,9 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 96,9 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 0,0 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 3,1 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 96,9 |



Note:

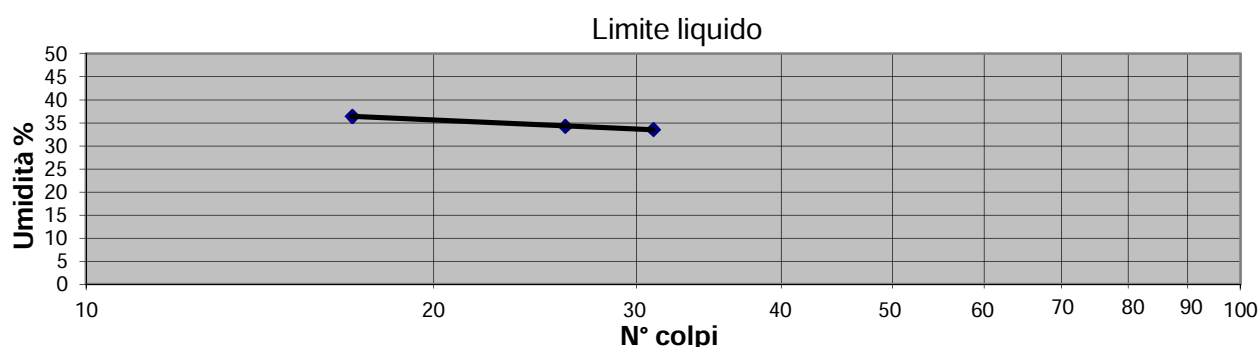
% Argilla (Racc. AGI 1990): 23,26

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM5 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C2 del 10/09/2018 (11,00m - 11,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 53,03 | 45,40 | 24,47 | 20,93 | 36,4 | 17 |
| 2 | 54,50 | 47,29 | 26,25 | 21,04 | 34,3 | 26 |
| 3 | 54,02 | 47,12 | 26,57 | 20,55 | 33,6 | 31 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | 33,80 | 32,60 | 26,14 | 6,46 | 18,5 |
| 2 | 34,99 | 33,65 | 26,27 | 7,38 | 18,1 |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 35 | 18 | 16 |

Lo Sperimentatore

Alex Onorandini
Dott. Alex Onorandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G5 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM5 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 99,6 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 98,9 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 96,9 |
| Limite Liquido | 35 |
| Indice Plastico | 16 |
| Indice di Gruppo | 10 |

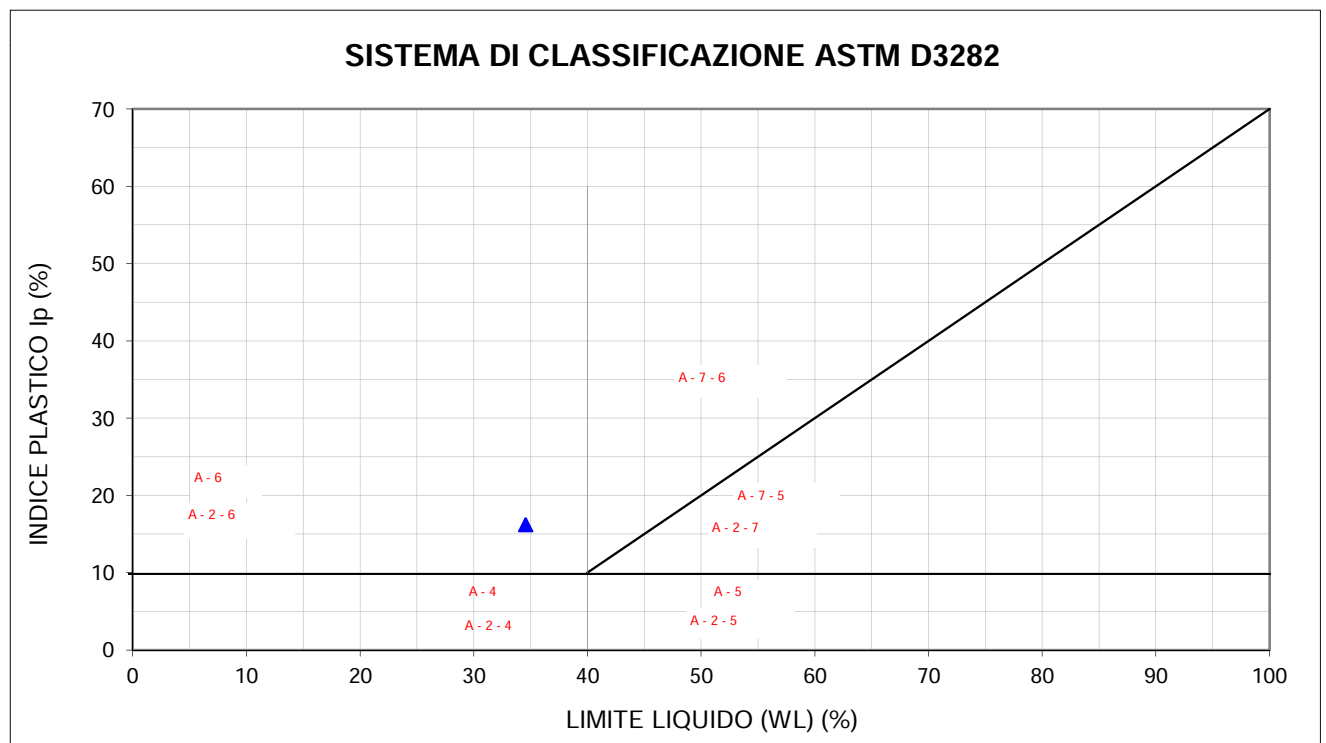


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

| | |
|---------------------------|------------|
| Gruppo di classificazione | A 6 |
|---------------------------|------------|

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

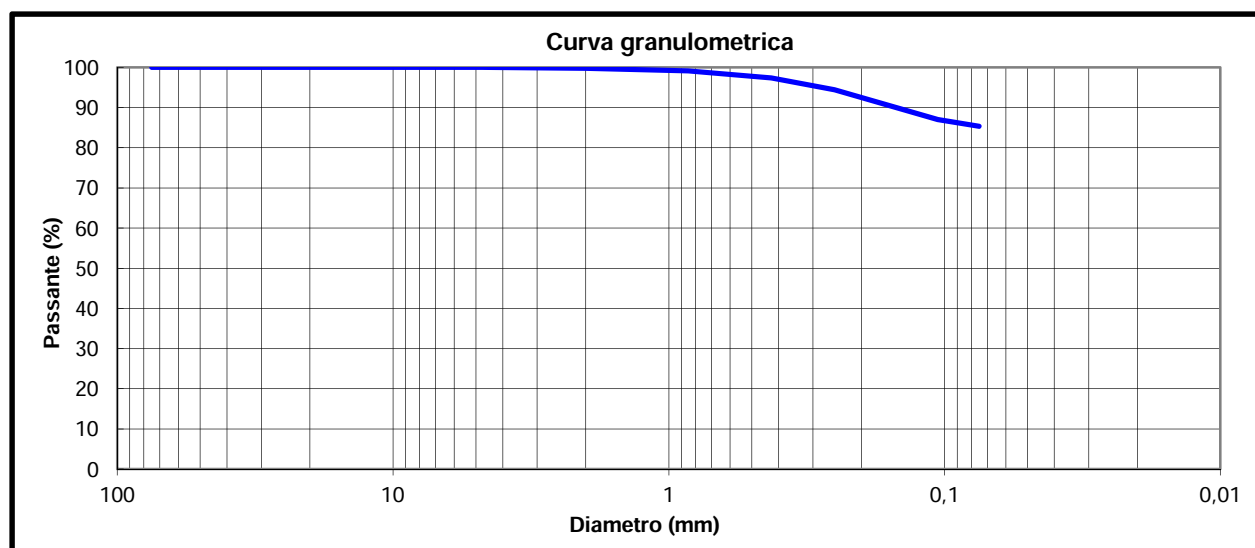
| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G6 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S2 C2 del 11/09/2018 (13,50m - 14,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 350,0 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 51,5 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 298,5 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 0,1 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4,75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 2,0 | 0,9 | 0,3 | 99,7 |
| 0,85 | 2,2 | 0,9 | 99,1 |
| 0,425 | 6,2 | 2,7 | 97,3 |
| 0,250 | 10,1 | 5,5 | 94,5 |
| 0,106 | 26,1 | 13,0 | 87,0 |
| 0,075 | 5,9 | 14,7 | 85,3 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

85,3



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

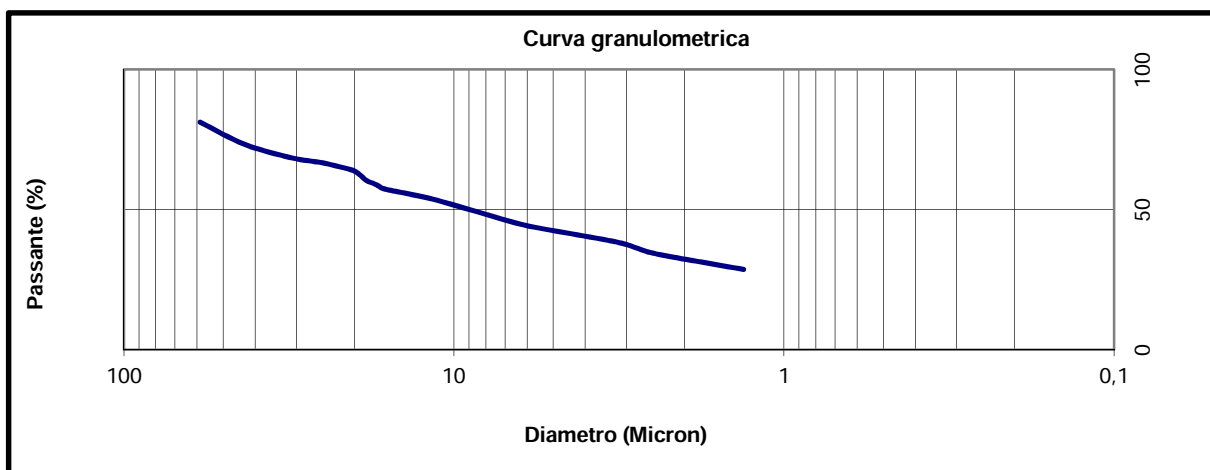


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D6 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S2 C2 del 11/09/2018 (13,50m - 14,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|------|
| Massa iniziale secca | 50,0 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 7,3 |
| Passante % | 85,3 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 58,66 | 81,18 |
| 42,93 | 73,22 |
| 30,96 | 68,45 |
| 25,44 | 66,85 |
| 22,17 | 65,26 |
| 19,95 | 63,67 |
| 18,44 | 60,49 |
| 17,17 | 58,90 |
| 16,16 | 57,30 |
| 11,94 | 54,12 |
| 8,58 | 49,35 |
| 6,17 | 44,57 |
| 4,41 | 41,39 |
| 3,15 | 38,20 |
| 2,60 | 35,02 |
| 2,26 | 33,43 |
| 1,33 | 28,65 |



Lo Sperimentatore
Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Michele Mazzoni
Dott. Gen. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C)
Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

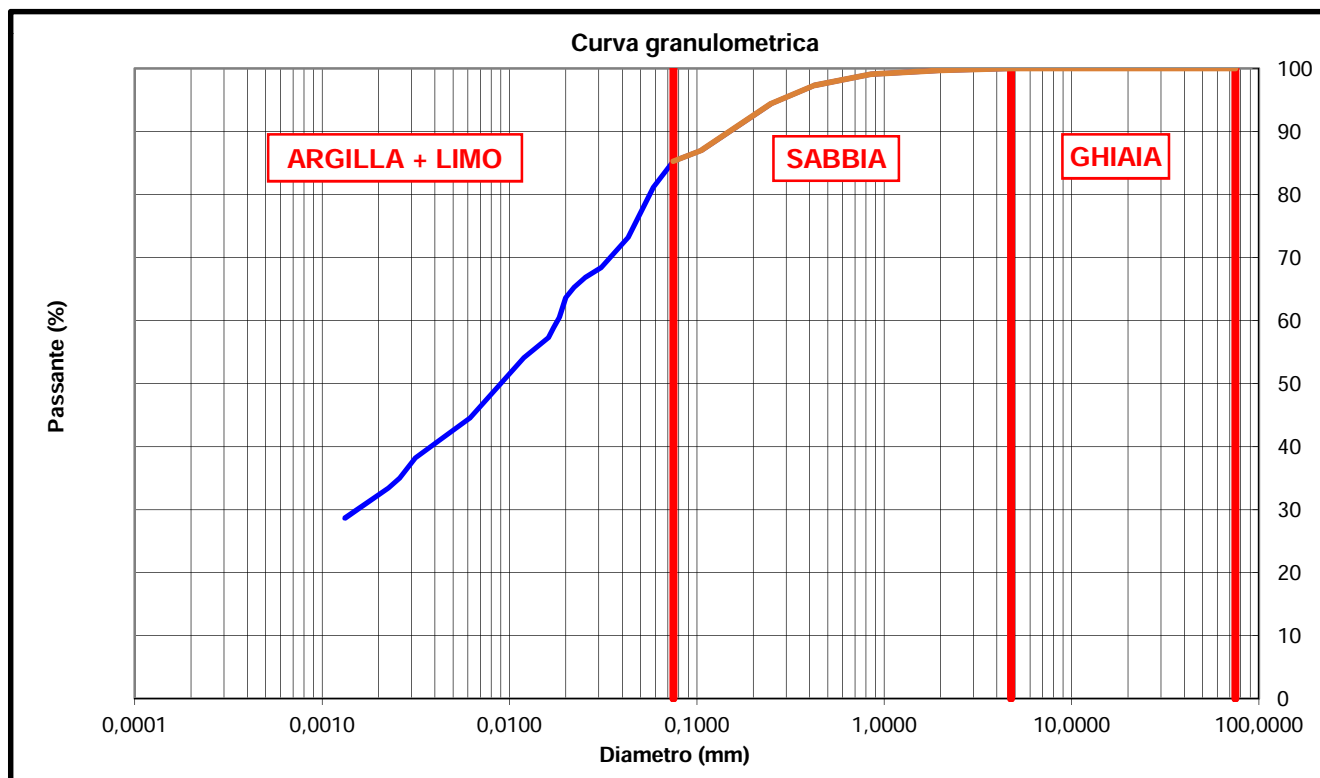
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G6 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D6 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 99,7 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 97,3 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 85,3 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 0,0 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 14,7 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 85,3 |



Note:

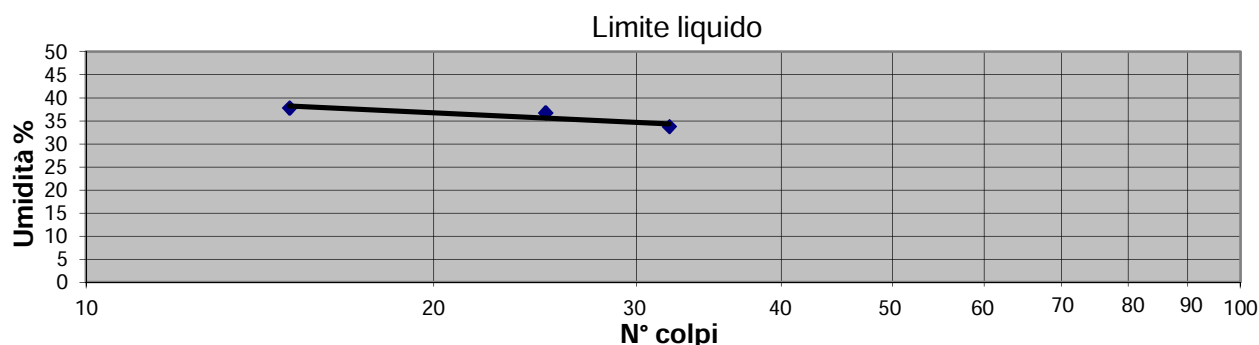
% Argilla (Racc. AGI 1990): 32,09

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM6 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S2 C2 del 11/09/2018 (13,50m - 14,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 51,97 | 44,43 | 24,47 | 19,95 | 37,8 | 15 |
| 2 | 54,91 | 47,10 | 25,87 | 21,24 | 36,8 | 25 |
| 3 | 52,32 | 45,73 | 26,25 | 19,48 | 33,8 | 32 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | 32,72 | 31,77 | 26,21 | 5,56 | 17,1 |
| 2 | 33,66 | 32,63 | 26,57 | 6,06 | 16,9 |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 36 | 17 | 19 |

Lo Sperimentatore

Alex Onorandini
Dott. Alex Onorandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G6 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM6 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 99,7 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 97,3 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 85,3 |
| Limite Liquido | 36 |
| Indice Plastico | 19 |
| Indice di Gruppo | 11 |

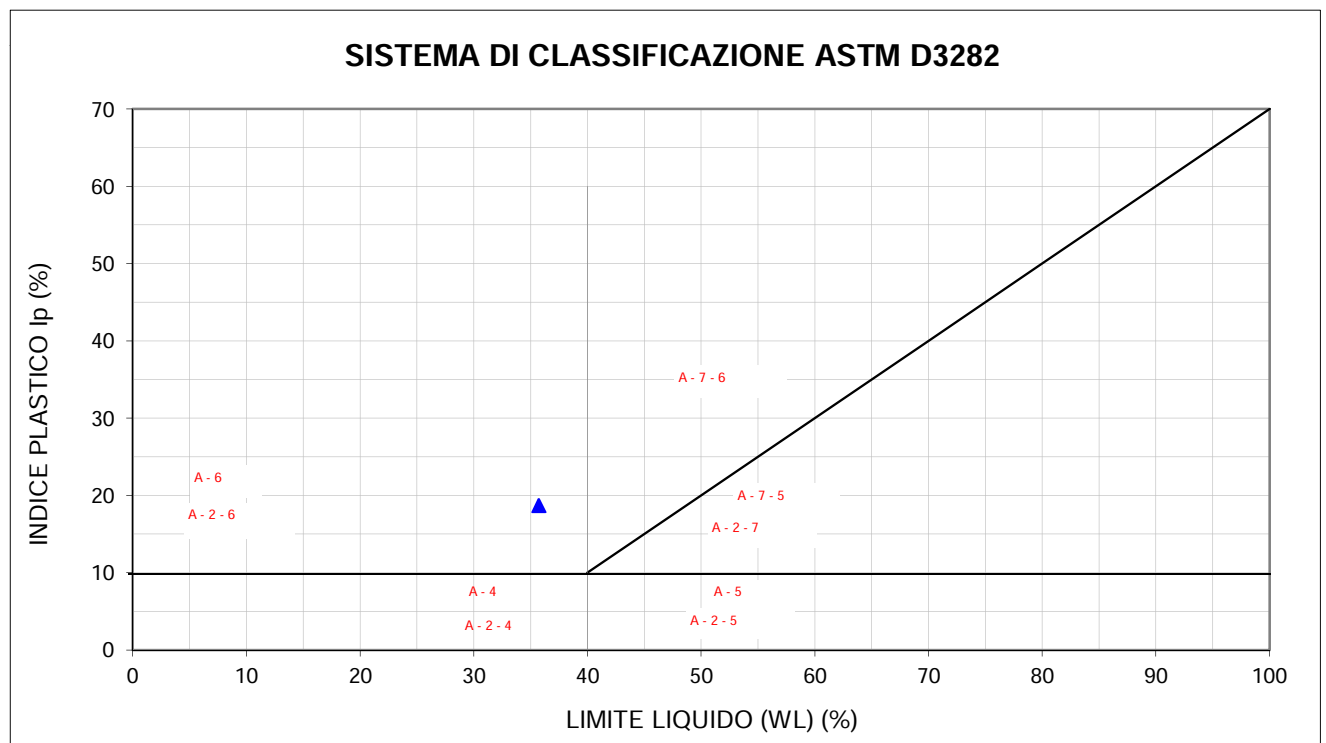


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

| | |
|---------------------------|-----|
| Gruppo di classificazione | A 6 |
|---------------------------|-----|

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

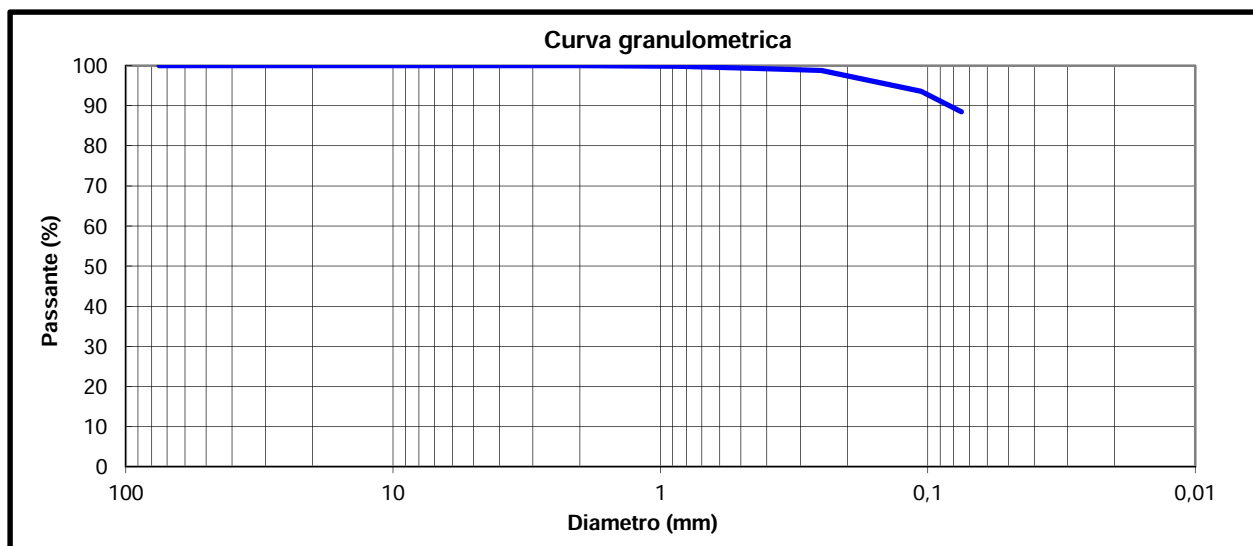
| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G7 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C2 del 13/09/2018 (11,60m - 12,10m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 510,0 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 61,8 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 448,2 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 3,0 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4,75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 2,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 0,85 | 1,0 | 0,2 | 99,8 |
| 0,425 | 3,0 | 0,8 | 99,2 |
| 0,250 | 2,2 | 1,2 | 98,8 |
| 0,106 | 26,5 | 6,4 | 93,6 |
| 0,075 | 26,1 | 11,5 | 88,5 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

88,5



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenhammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

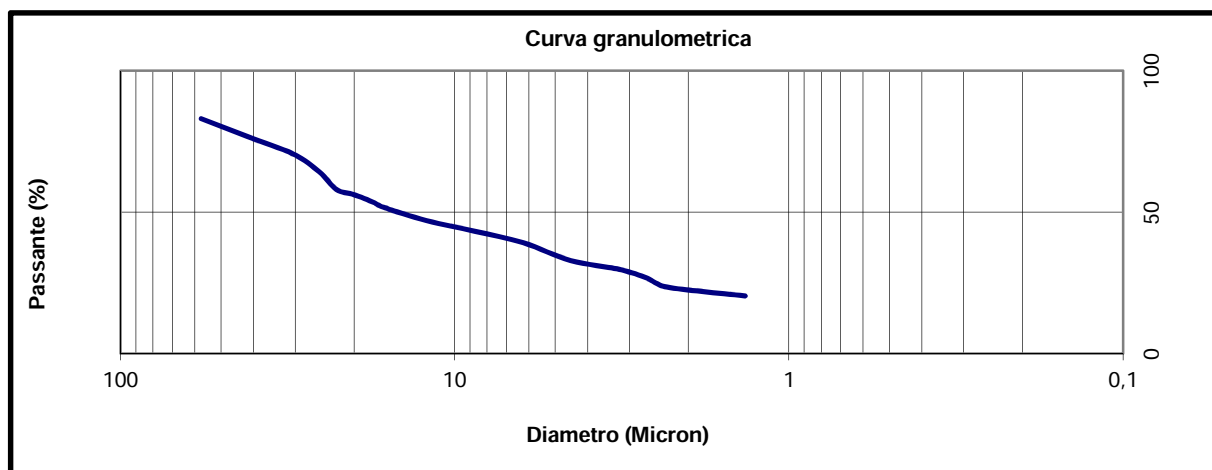


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D7 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C2 del 13/09/2018 (11,60m - 12,10m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|------|
| Massa iniziale secca | 51,0 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 5,9 |
| Passante % | 88,5 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 57,40 | 83,08 |
| 41,78 | 76,81 |
| 30,36 | 70,54 |
| 25,44 | 64,27 |
| 22,58 | 58,00 |
| 20,32 | 56,43 |
| 18,66 | 54,86 |
| 17,37 | 53,30 |
| 16,34 | 51,73 |
| 12,14 | 47,03 |
| 8,70 | 43,26 |
| 6,24 | 39,19 |
| 4,50 | 32,92 |
| 3,21 | 29,78 |
| 2,65 | 26,65 |
| 2,32 | 23,51 |
| 1,35 | 20,38 |



Lo Sperimentatore
Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Michele Mazzoni
Dott. Gen. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C)
Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

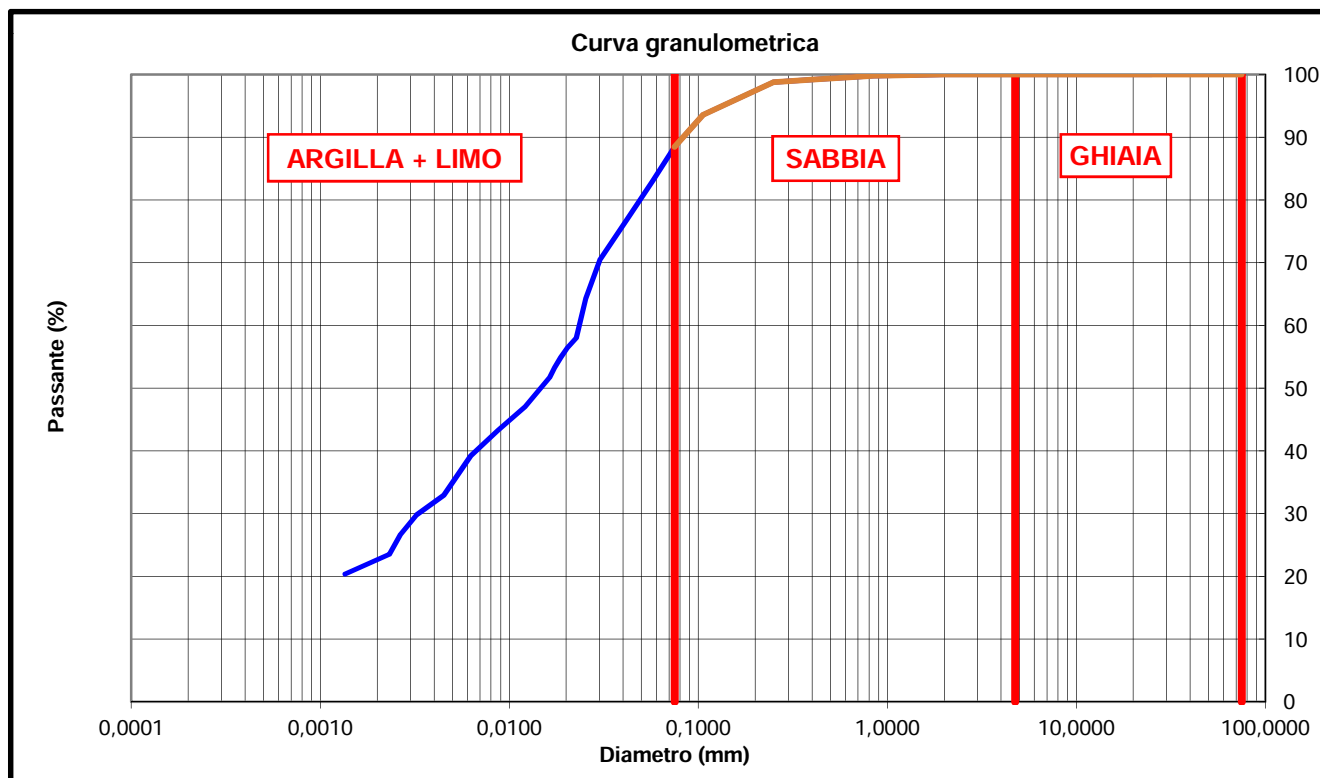
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G7 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D7 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 100,0 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 99,2 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 88,5 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 0,0 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 11,5 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 88,5 |



Note:

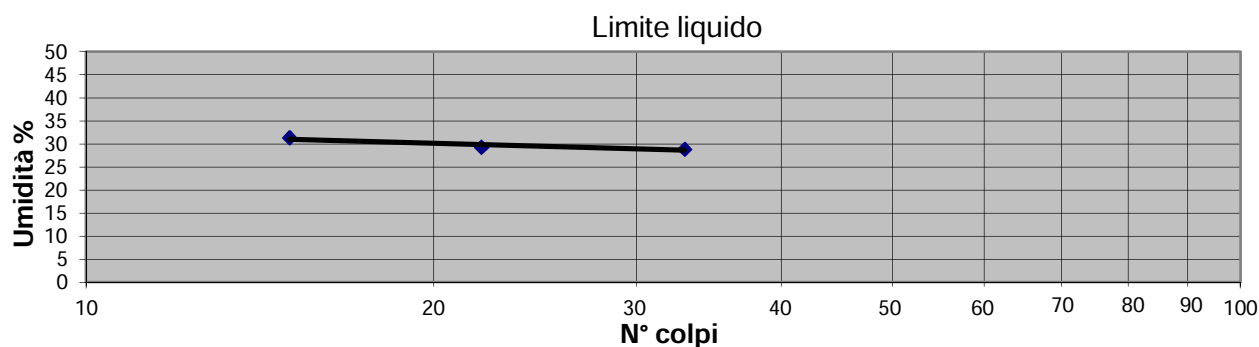
% Argilla (Racc. AGI 1990): 22,48

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM7 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C2 del 13/09/2018 (11,60m - 12,10m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 55,65 | 48,65 | 26,33 | 22,32 | 31,4 | 15 |
| 2 | 57,62 | 50,52 | 26,27 | 24,24 | 29,3 | 22 |
| 3 | 58,25 | 51,15 | 26,54 | 24,61 | 28,8 | 33 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | 35,53 | 34,16 | 26,47 | 7,69 | 17,9 |
| 2 | 36,40 | 34,77 | 25,82 | 8,95 | 18,3 |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 29 | 18 | 11 |

Lo Sperimentatore

Alex Onorandini
Dott. Alex Onorandini

La Direzione Tecnica

Michele Mazzoni
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G7 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM7 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 100,0 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 99,2 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 88,5 |
| Limite Liquido | 29 |
| Indice Plastico | 11 |
| Indice di Gruppo | 9 |

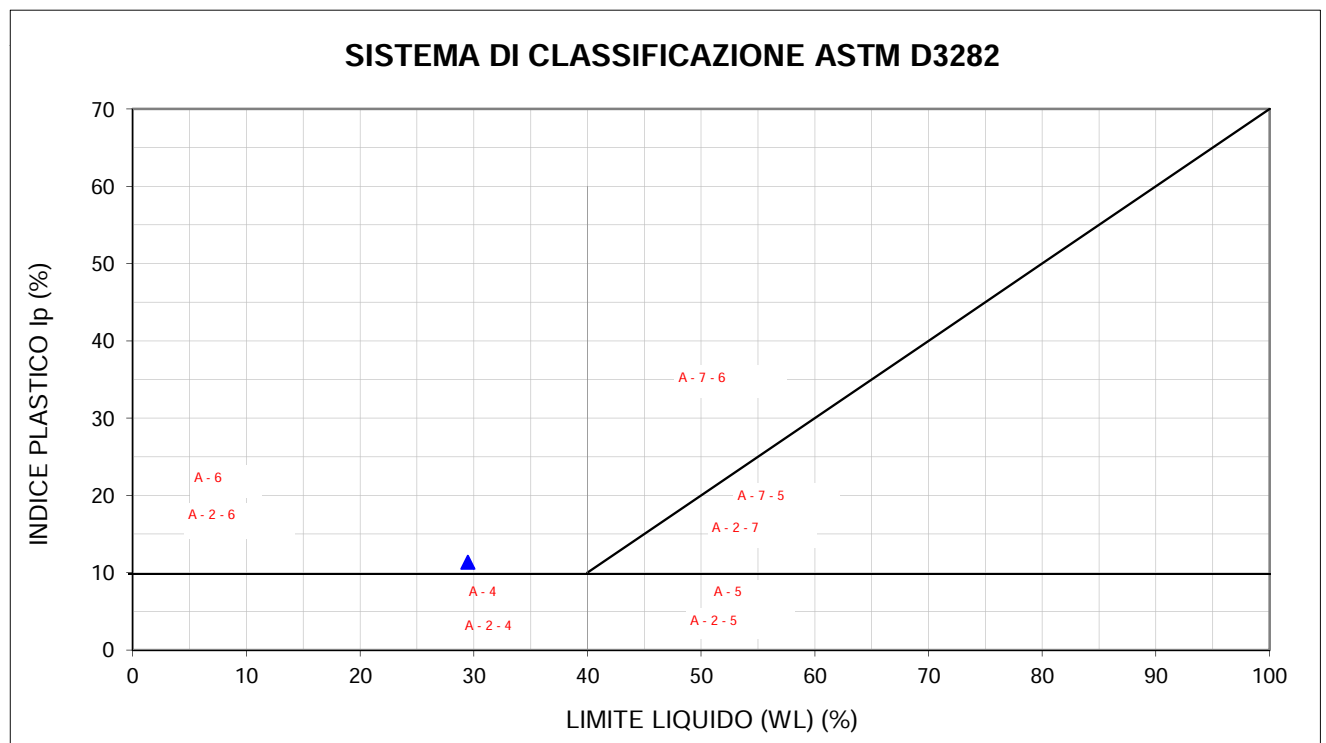


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

| | |
|----------------------------------|------------|
| Gruppo di classificazione | A 6 |
|----------------------------------|------------|

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G8 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C2 del 12/09/2018 (10,70m - 11,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

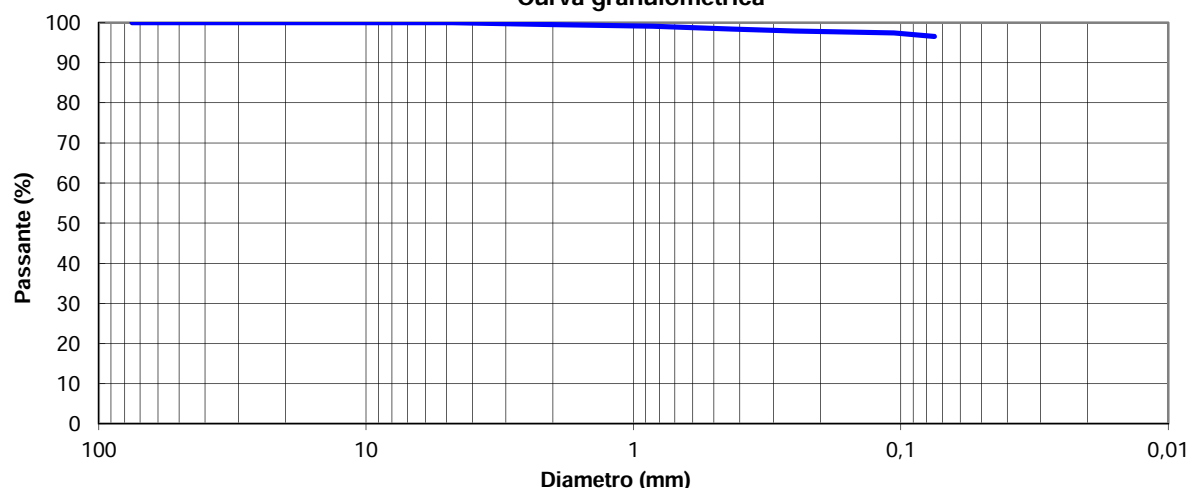
| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 504,0 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 18,4 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 485,6 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 0,9 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4,75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 2,0 | 2,6 | 0,5 | 99,5 |
| 0,85 | 2,1 | 0,9 | 99,1 |
| 0,425 | 3,6 | 1,6 | 98,4 |
| 0,250 | 2,5 | 2,1 | 97,9 |
| 0,106 | 2,4 | 2,6 | 97,4 |
| 0,075 | 4,3 | 3,5 | 96,5 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

96,5

Curva granulometrica



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenhammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

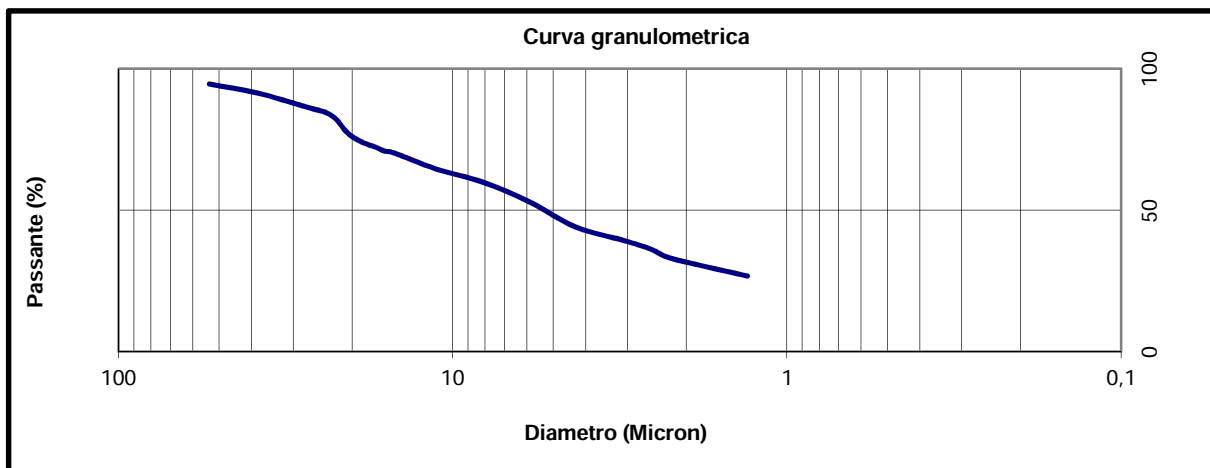


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D8 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C2 del 12/09/2018 (10,70m - 11,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

| | |
|---|------|
| Massa iniziale secca | 50,4 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 1,8 |
| Passante % | 96,5 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 53,42 | 94,54 |
| 38,41 | 91,39 |
| 27,83 | 86,66 |
| 23,08 | 83,51 |
| 20,59 | 77,21 |
| 18,68 | 74,06 |
| 17,17 | 72,48 |
| 16,01 | 70,91 |
| 15,02 | 70,28 |
| 11,23 | 64,60 |
| 8,09 | 59,88 |
| 5,88 | 52,94 |
| 4,29 | 44,12 |
| 3,09 | 39,39 |
| 2,55 | 36,24 |
| 2,23 | 33,09 |
| 1,31 | 26,79 |



Lo Sperimentatore
Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C)
Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice
interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

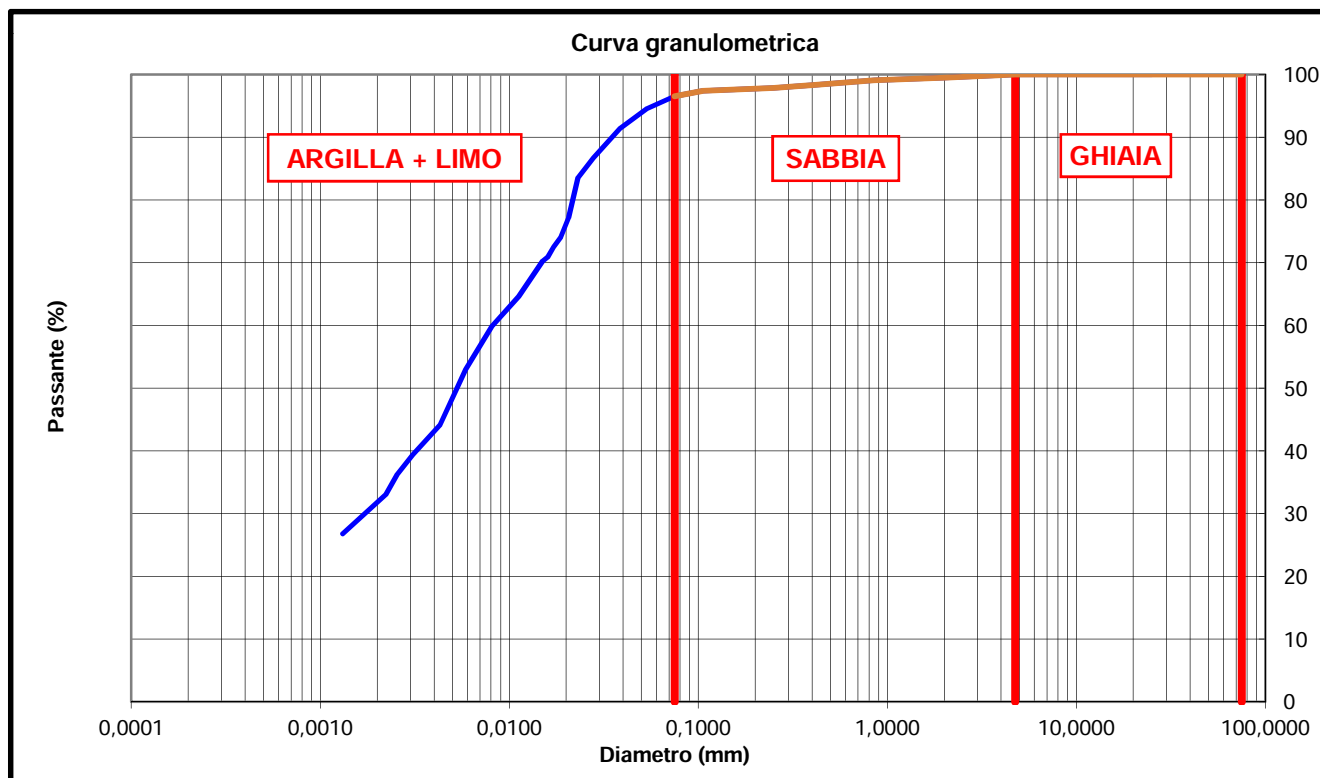
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G8 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_D8 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 99,5 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 98,4 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 96,5 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 0,0 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 3,5 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 96,5 |



Note:

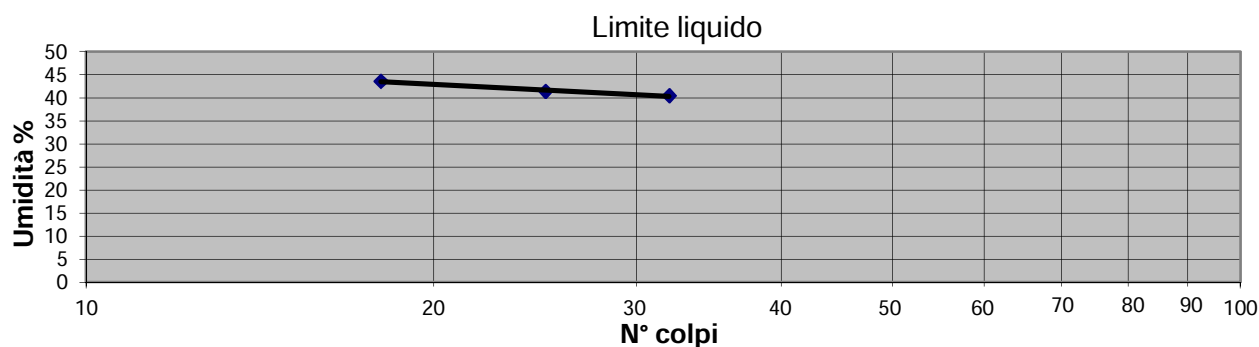
% Argilla (Racc. AGI 1990): 31,52

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM8 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C2 del 12/09/2018 (10,70m - 11,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 18/10/2018 - 19/10/2018 | 30/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 53,22 | 45,00 | 26,14 | 18,85 | 43,6 | 18 |
| 2 | 54,76 | 46,50 | 26,57 | 19,93 | 41,4 | 25 |
| 3 | 55,62 | 47,12 | 26,12 | 21,00 | 40,5 | 32 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | 32,88 | 31,76 | 26,27 | 5,48 | 20,5 |
| 2 | 36,65 | 34,85 | 26,14 | 8,70 | 20,7 |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 42 | 21 | 21 |

Lo Sperimentatore

Alex Onorandini
Dott. Alex Onorandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_G8 | Data emissione | 30/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_LIM8 | Data emissione | 30/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 99,5 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 98,4 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 96,5 |
| Limite Liquido | 42 |
| Indice Plastico | 21 |
| Indice di Gruppo | 13 |

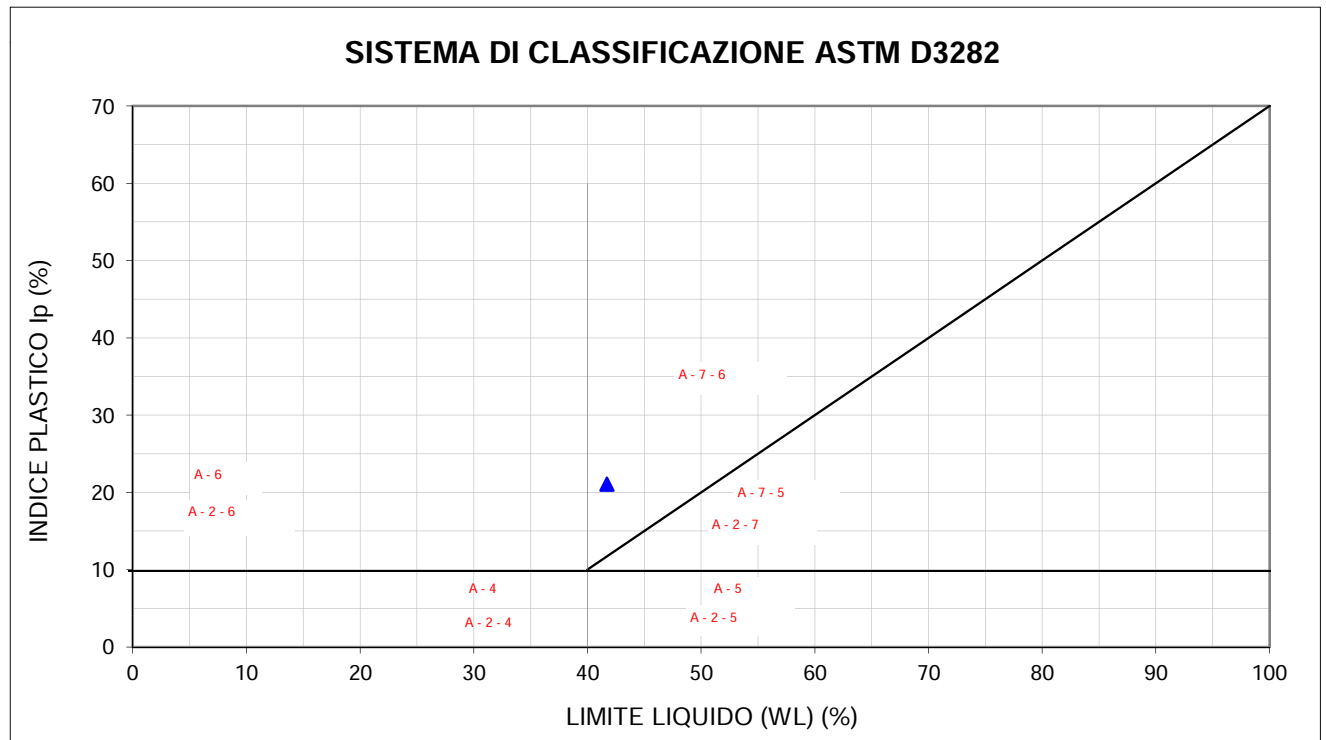


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

| | |
|---------------------------|-------|
| Gruppo di classificazione | A 7-6 |
|---------------------------|-------|

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD1 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione ricostruito con compattazione AASHTO Std. ad umidità naturale | | |
| Identificazione campione | S1 C1 del 10/09/2018 (2,50m - 3,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 29/10/2018 – 20/12/2018 | 20/12/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 1,97 | 2,61 | 15,4 |
| Provino2 | 1,97 | 2,61 | 15,3 |
| Provino3 | 1,98 | 2,61 | 15,7 |

CONSOLIDAZIONE

| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | (daN/cm ²) | (h) | (mm) |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,40 |
| 2 | 2,452 | 24 | 0,79 |
| 3 | 3,432 | 24 | 1,07 |

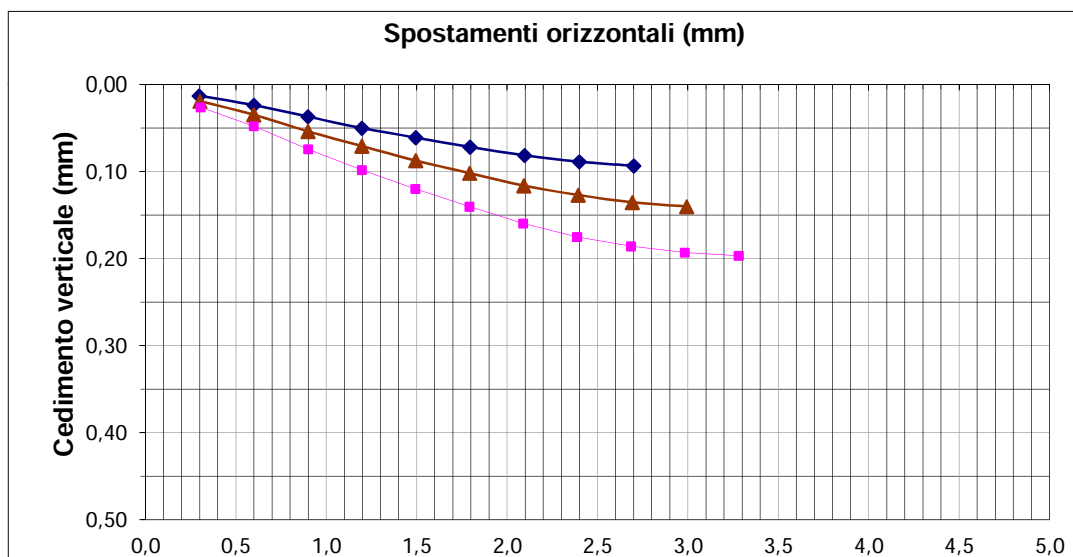
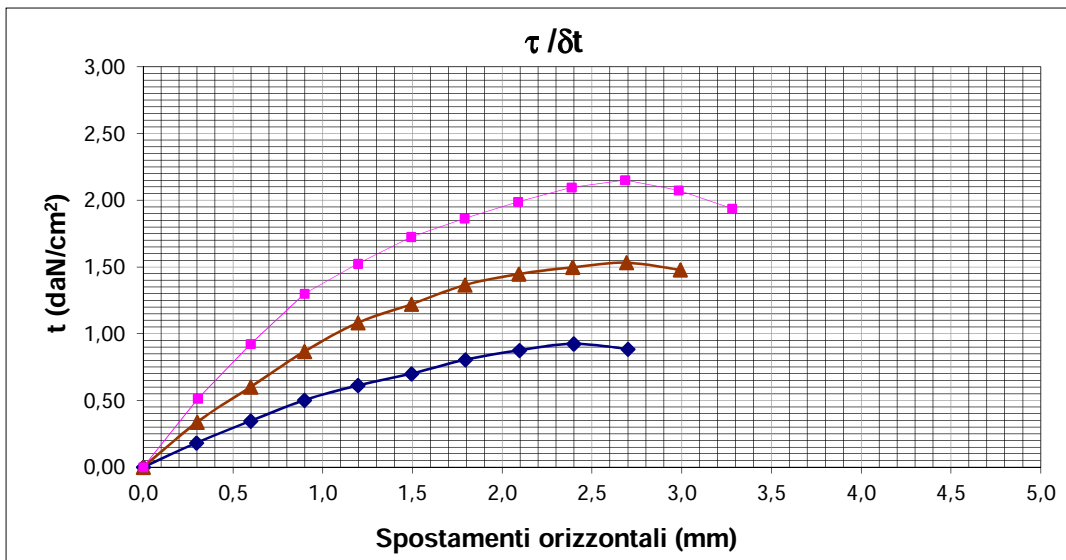


Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TD1

Data emissione

20/12/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,01 mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Tecnotest (Codice interno CC05-T)
Potenziometri - Leane (Codice interno PZ03-T, PZ04-T)
Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
(Codice interno TD02)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

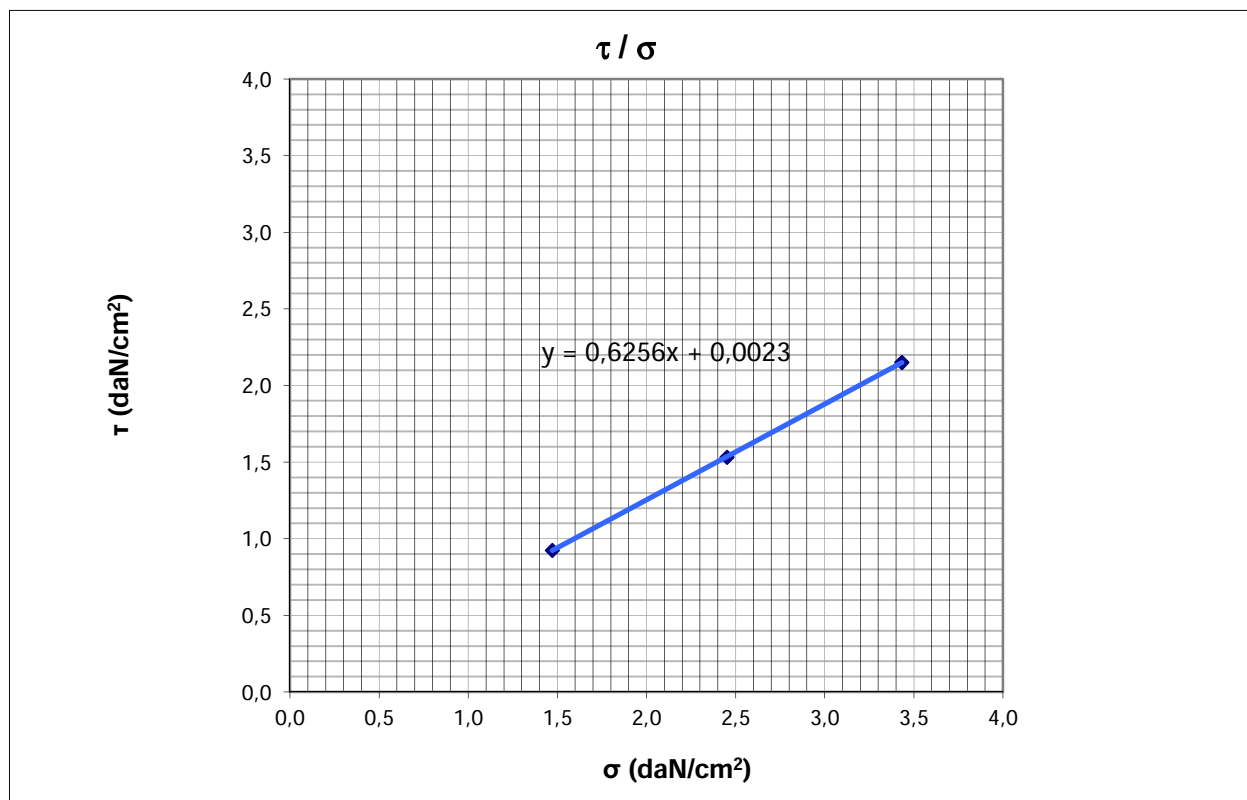
| | | | |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD1 | Data emissione | 20/12/2018 |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,924 | 1,471 | 2,40 | 0,089 |
| 2 | 1,533 | 2,452 | 2,69 | 0,136 |
| 3 | 2,151 | 3,432 | 2,68 | 0,186 |

| | | |
|---|------------------------|-------------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 32,0 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,00 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD2 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione ricostruito con compattazione AASHTO Std. ad umidità naturale, su materiale preventivamente vagliato nella frazione 0/4mm | | |
| Identificazione campione | S2 C1 del 11/09/2018 (1,50m - 2,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 29/10/2018 - 20/12/2018 | 20/12/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 1,97 | 2,62 | 16,8 |
| Provino2 | 1,96 | 2,62 | 16,7 |
| Provino3 | 1,97 | 2,62 | 16,9 |

CONSOLIDAZIONE

| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | (daN/cm ²) | (h) | (mm) |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,43 |
| 2 | 2,452 | 24 | 0,89 |
| 3 | 3,432 | 24 | 1,16 |

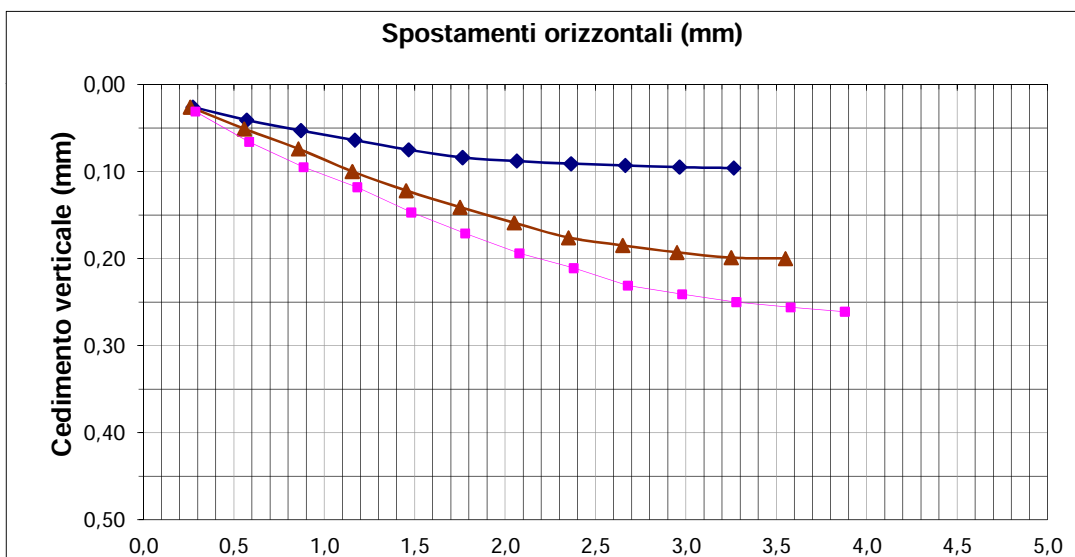
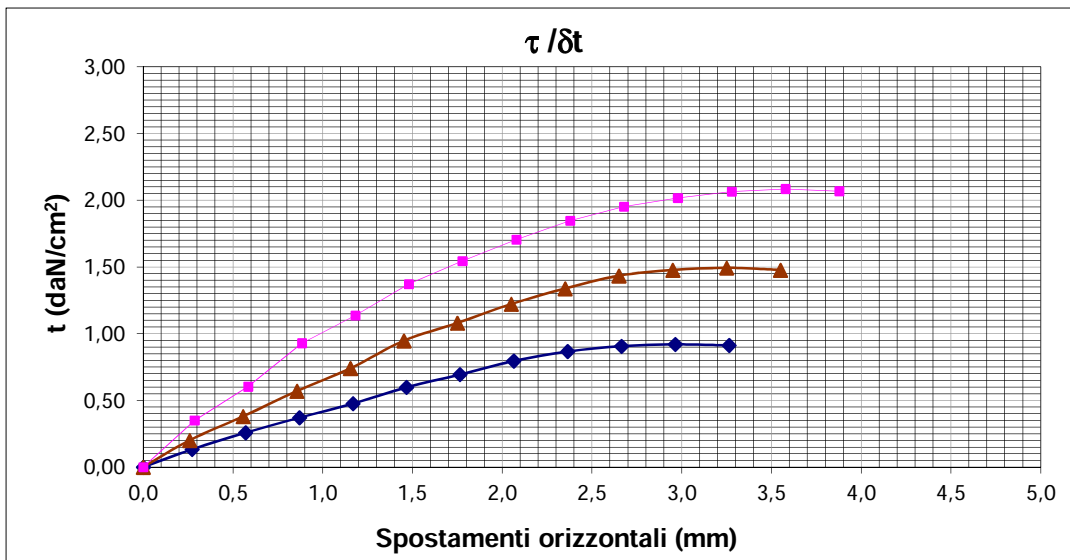


Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TD2

Data emissione

20/12/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,01 mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Landi (Codice interno CC01-T)
Potenziometri - Leane (Codice interno PZ01-T, PZ02-T)
Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
(Codice interno TD01)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

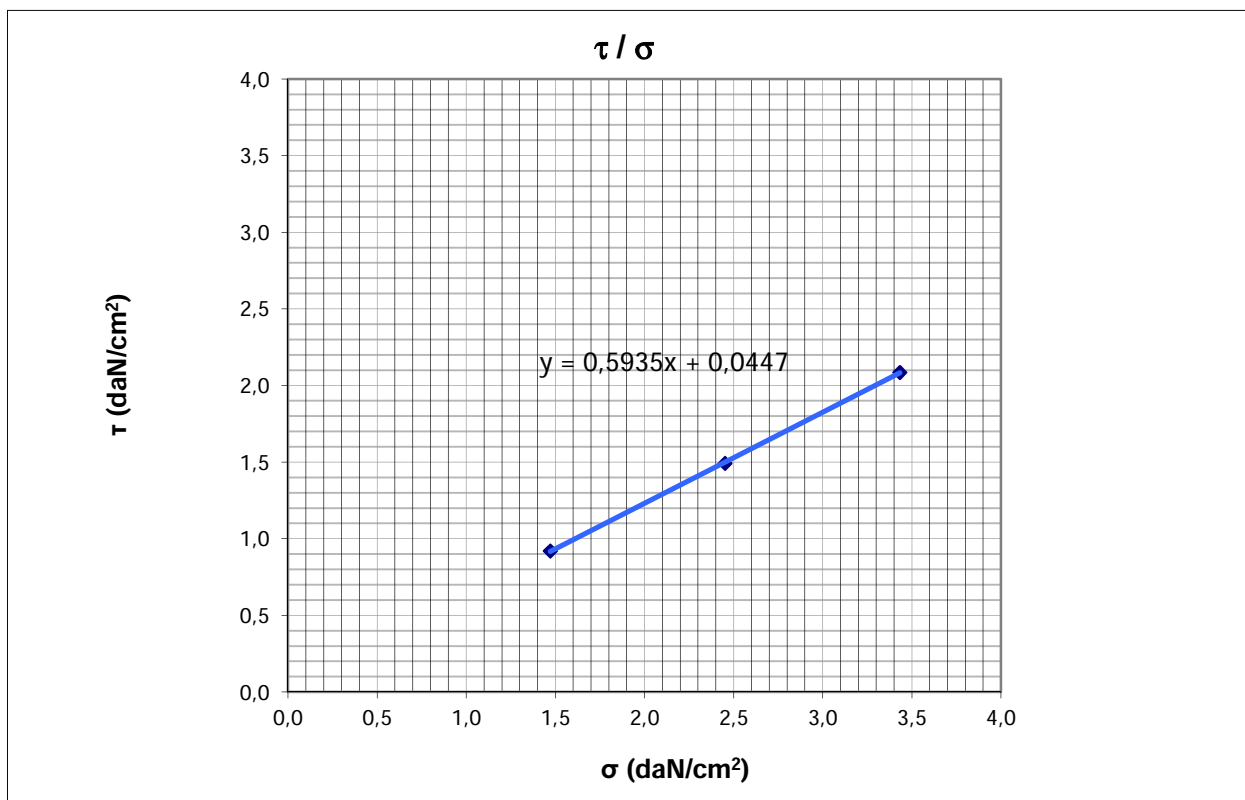
| | | | |
|----------------------|------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD2 | Data emissione | 20/12/2018 |
|----------------------|------------------|----------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,921 | 1,471 | 2,96 | 0,095 |
| 2 | 1,493 | 2,452 | 3,25 | 0,199 |
| 3 | 2,085 | 3,432 | 3,58 | 0,256 |

| | | |
|---------------------------|------------------------|------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 30,7 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,04 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD3 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione ricostruito con compattazione AASHTO Std. ad umidità naturale | | |
| Identificazione campione | S3 C1 del 12/09/2018 (1,00m - 1,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 29/10/2018 - 20/12/2018 | 20/12/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 1,96 | 2,62 | 18,0 |
| Provino2 | 1,95 | 2,62 | 17,8 |
| Provino3 | 1,95 | 2,62 | 17,6 |

CONSOLIDAZIONE

| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | (daN/cm ²) | (h) | (mm) |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,57 |
| 2 | 2,452 | 24 | 1,12 |
| 3 | 3,432 | 24 | 1,49 |

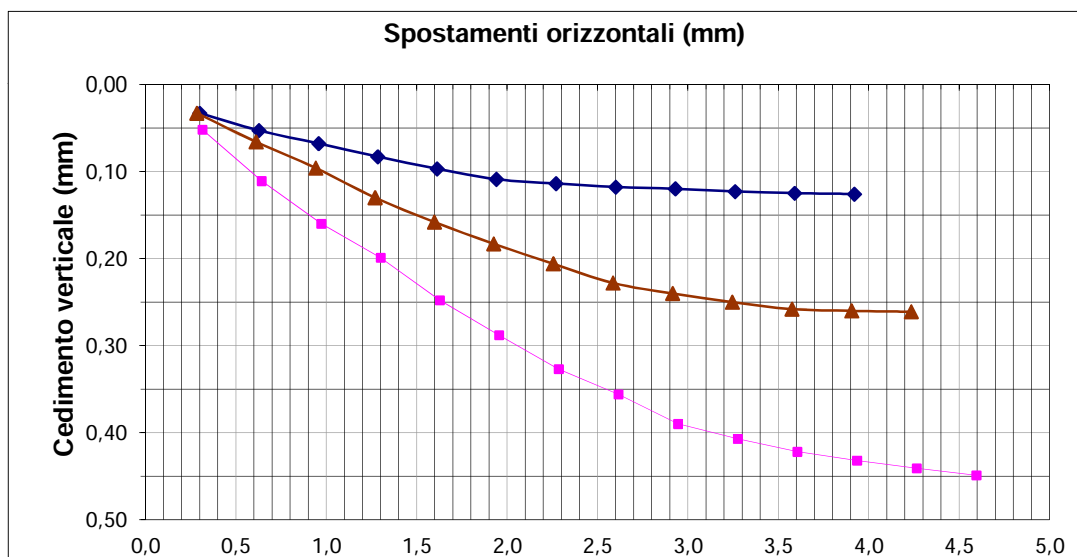
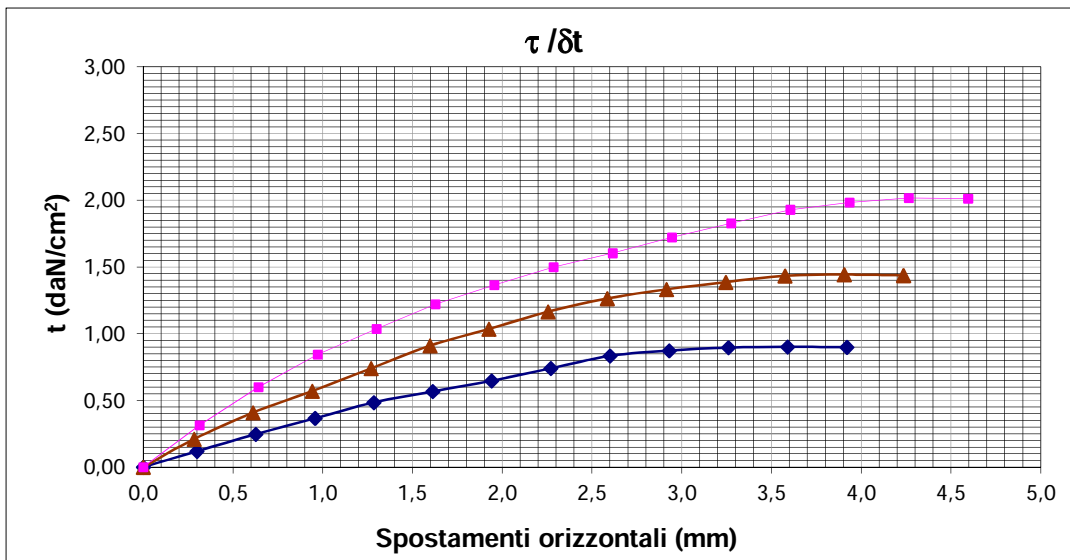


Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TD3

Data emissione

20/12/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,005mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Landi (Codice interno CC01-T)
Potenziometri - Leane (Codice interno PZ01-T, PZ02-T)
Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
(Codice interno TD01)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

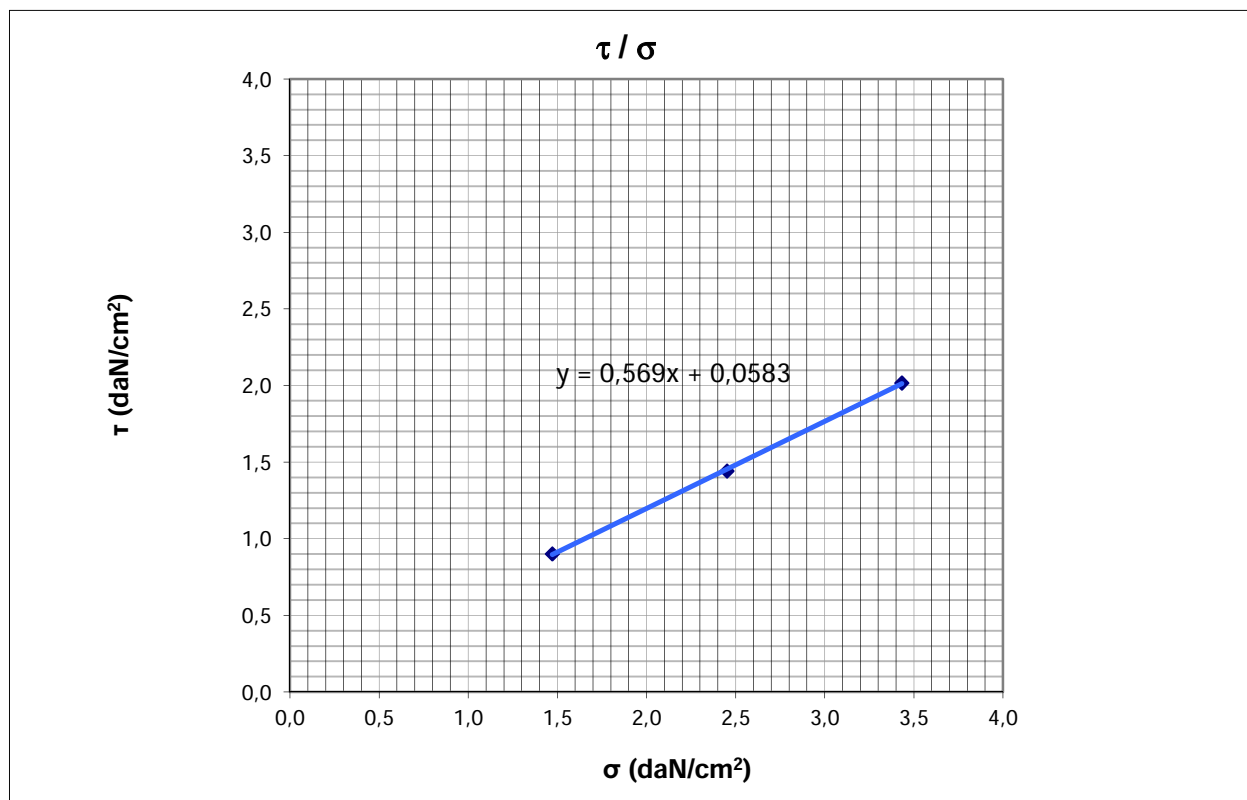
| | | | |
|----------------------|------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD3 | Data emissione | 20/12/2018 |
|----------------------|------------------|----------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,901 | 1,471 | 3,59 | 0,125 |
| 2 | 1,442 | 2,452 | 3,91 | 0,260 |
| 3 | 2,017 | 3,432 | 4,27 | 0,441 |

| | | |
|---------------------------|------------------------|------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 29,6 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,06 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD4 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione ricostruito con compattazione AASHTO Std. ad umidità naturale | | |
| Identificazione campione | S4 C1 del 12/09/2018 (2,00m - 2,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 29/10/2018 – 20/12/2018 | 20/12/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 1,95 | 2,66 | 19,4 |
| Provino2 | 1,95 | 2,66 | 19,4 |
| Provino3 | 1,95 | 2,66 | 19,3 |

CONSOLIDAZIONE

| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | (daN/cm ²) | (h) | (mm) |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,62 |
| 2 | 2,452 | 24 | 1,21 |
| 3 | 3,432 | 24 | 1,53 |

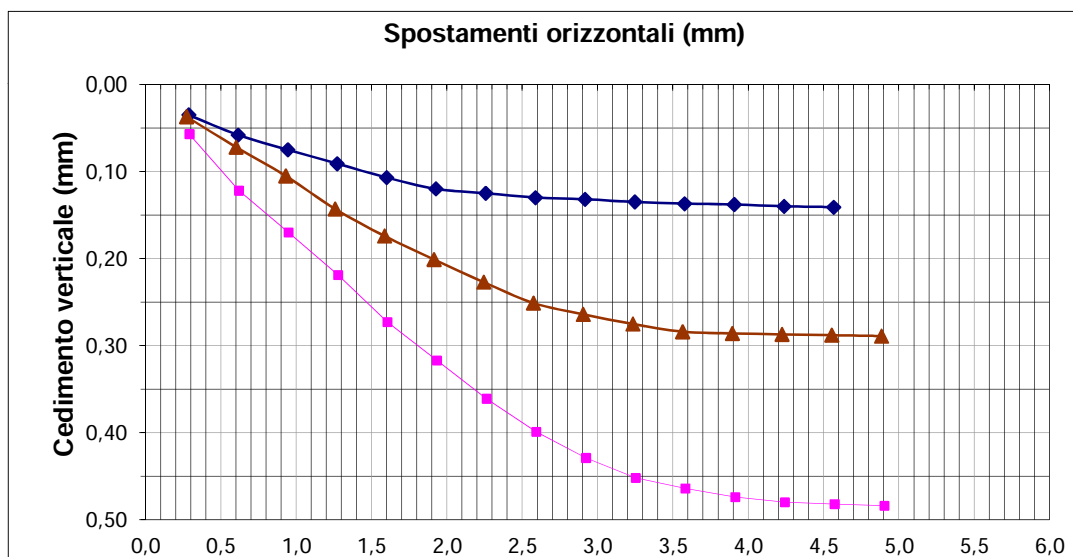
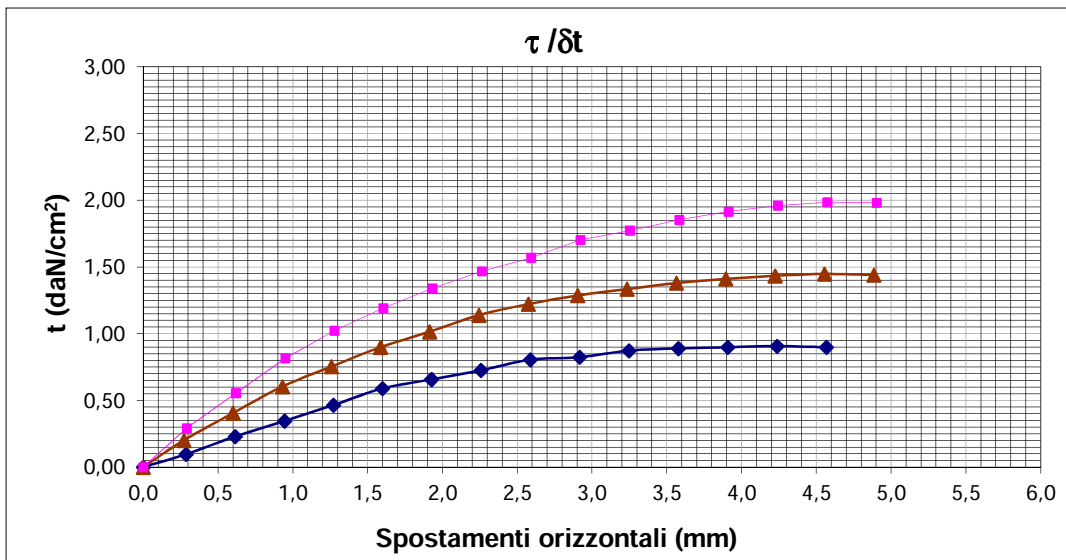


Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TD4

Data emissione

20/12/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gerl. Mazzoni-Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,005mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Tecnotest (Codice interno CC05-T)
Potenziometri - Leane (Codice interno PZ03-T, PZ04-T)
Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
(Codice interno TD02)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

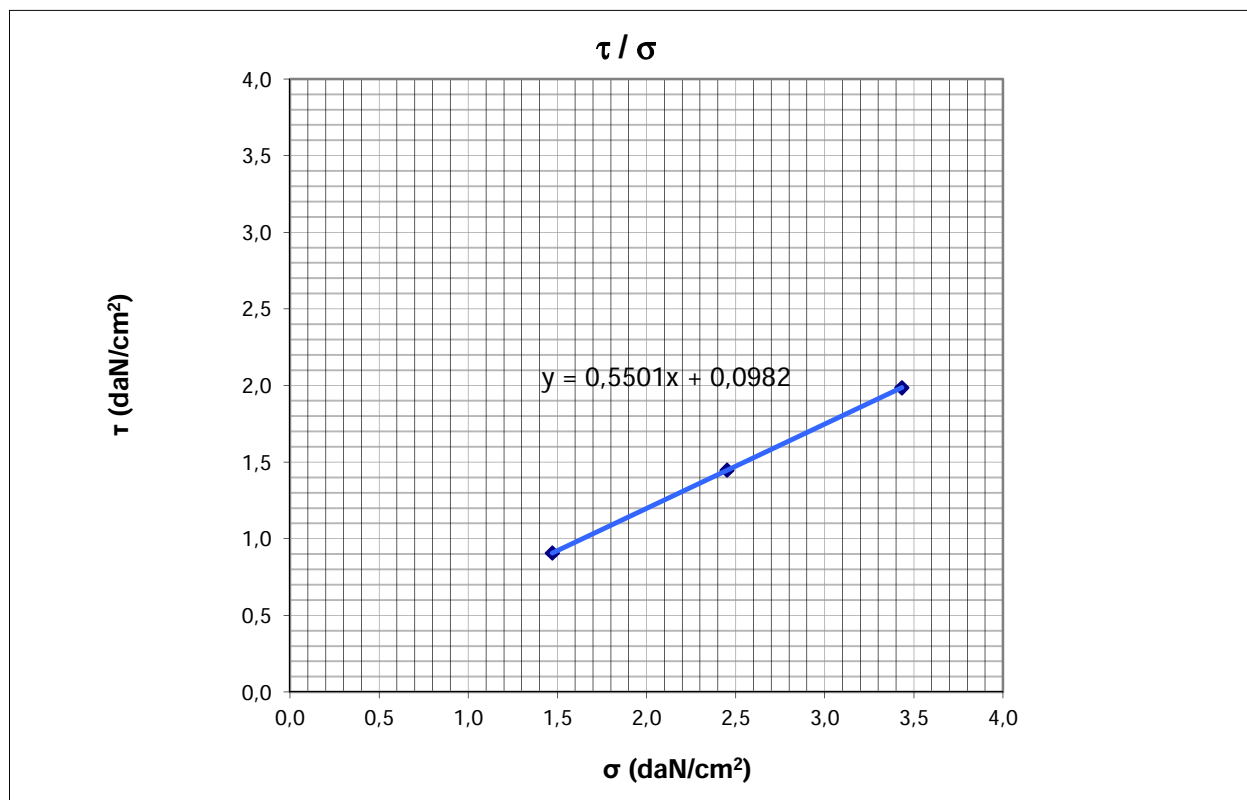
| | | | |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD4 | Data emissione | 20/12/2018 |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,907 | 1,471 | 4,24 | 0,140 |
| 2 | 1,448 | 2,452 | 4,55 | 0,288 |
| 3 | 1,986 | 3,432 | 4,57 | 0,482 |

| | | |
|---|------------------------|-------------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 28,8 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,10 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD5 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C2 del 10/09/2018 (11,00m - 11,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 05/11/2018 – 14/12/2018 | 20/12/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 1,97 | 2,69 | 23,8 |
| Provino2 | 1,98 | 2,69 | 23,8 |
| Provino3 | 1,98 | 2,69 | 23,6 |

CONSOLIDAZIONE

| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | (daN/cm ²) | (h) | (mm) |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,69 |
| 2 | 2,452 | 24 | 1,25 |
| 3 | 3,432 | 24 | 1,58 |

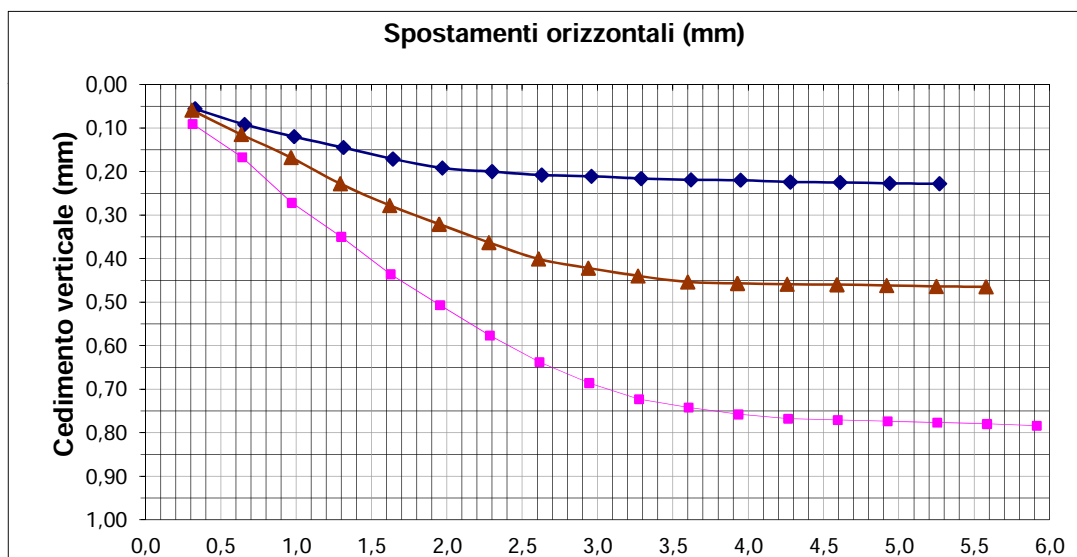
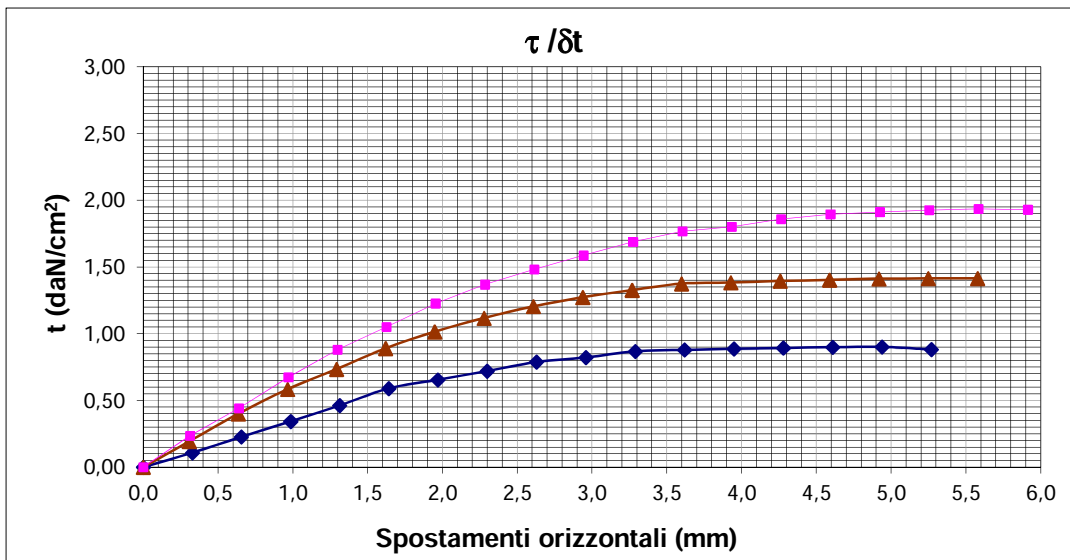


Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TD4

Data emissione

20/12/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M

Consulenza materie prime e prove materiali

Dott. Gen. Mazzoni Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,005mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Tecnotest (Codice interno CC05-T)
Potenziometri - Leane (Codice interno PZ03-T, PZ04-T)
Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
(Codice interno TD02)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

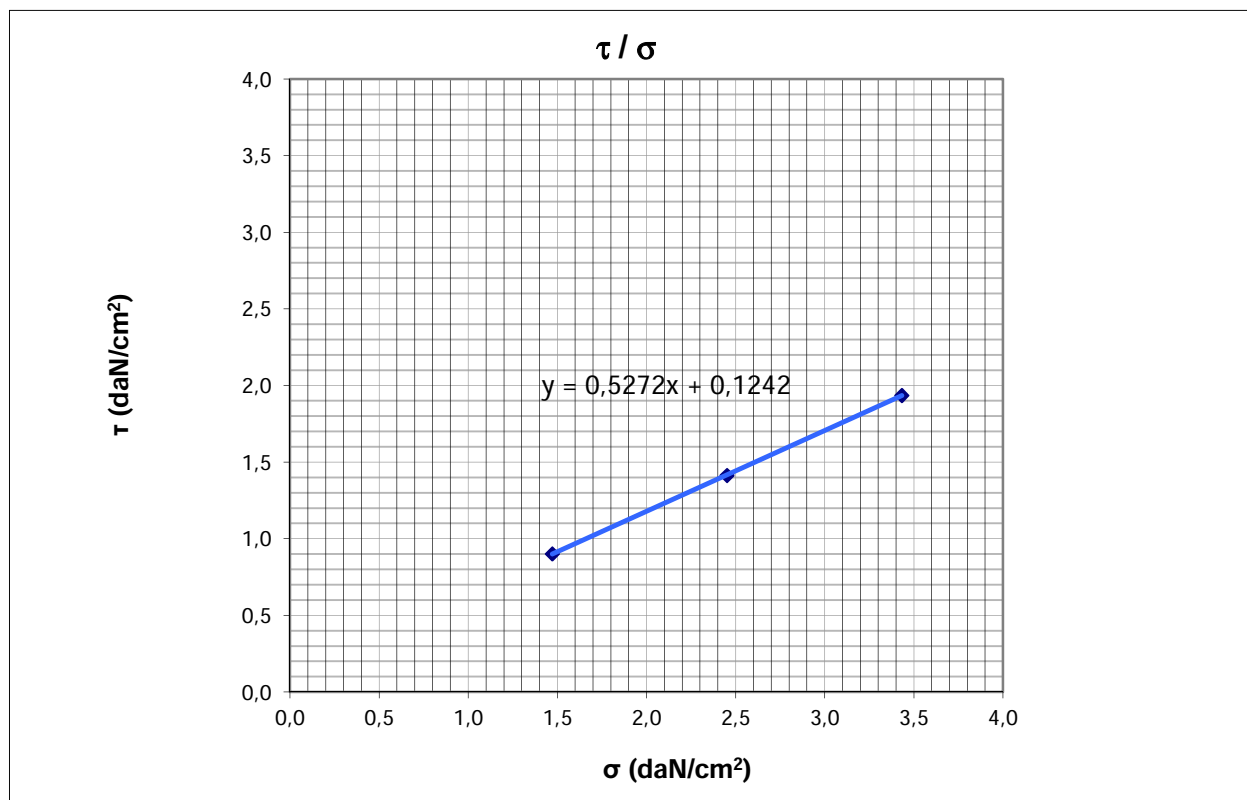
| | | | |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD4 | Data emissione | 20/12/2018 |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,901 | 1,471 | 4,94 | 0,227 |
| 2 | 1,414 | 2,452 | 5,25 | 0,464 |
| 3 | 1,935 | 3,432 | 5,58 | 0,780 |

| | | |
|---|------------------------|-------------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 27,8 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,12 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD6 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione ricostruito con compattazione AASHTO Std. ad umidità naturale | | |
| Identificazione campione | S2 C2 del 11/09/2018 (13,50m – 14,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 05/11/2018 – 14/12/2018 | 20/12/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 1,95 | 2,69 | 26,0 |
| Provino2 | 1,96 | 2,69 | 25,8 |
| Provino3 | 1,95 | 2,69 | 25,8 |

CONSOLIDAZIONE

| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | (daN/cm ²) | (h) | (mm) |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,95 |
| 2 | 2,452 | 24 | 1,63 |
| 3 | 3,432 | 24 | 2,15 |

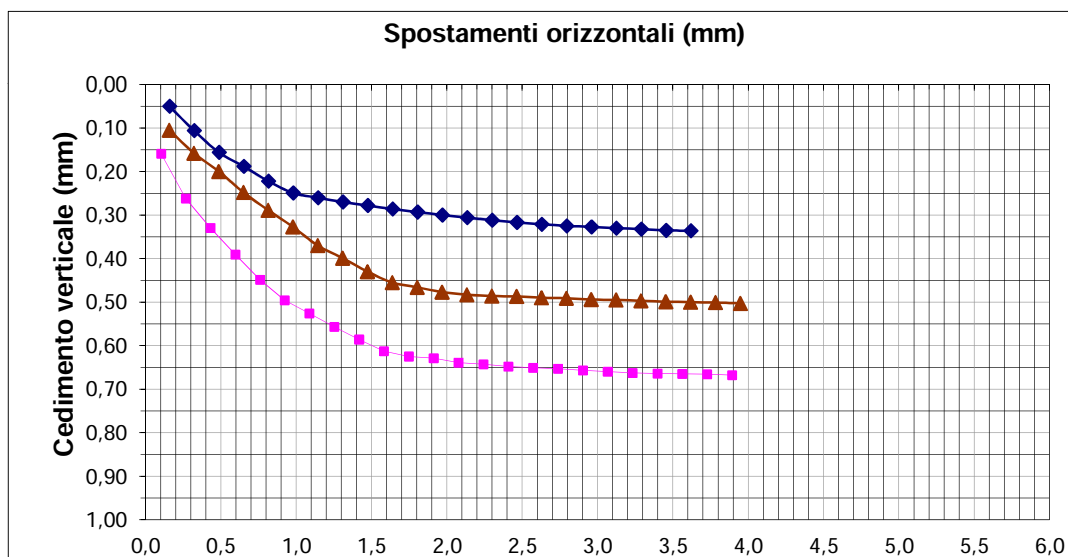
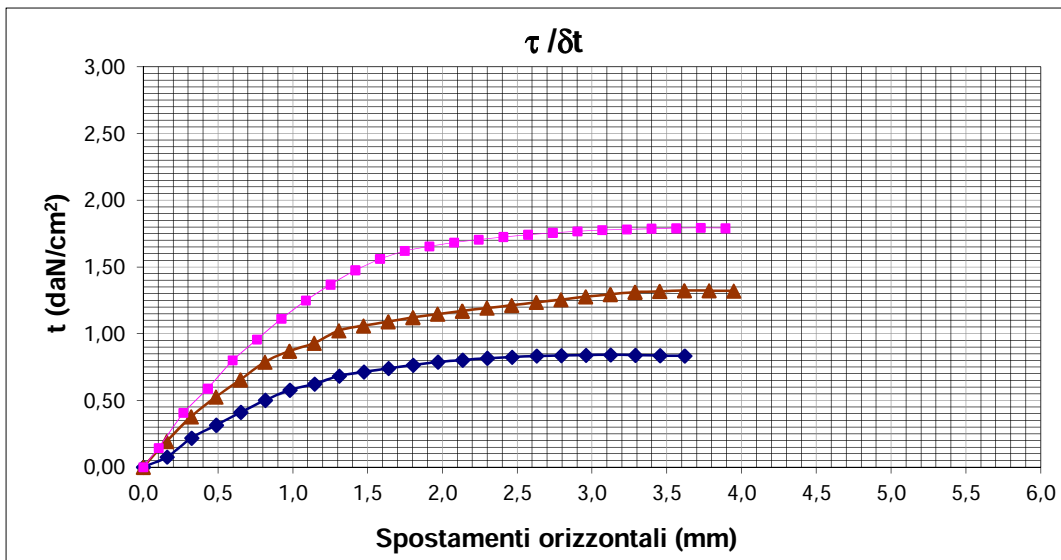


Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TD6

Data emissione

20/12/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gerl. Mazzoni-Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,0025mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Tecnotest (Codice interno CC05-T)
Potenziometri - Leane (Codice interno PZ03-T, PZ04-T)
Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
(Codice interno TD02)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

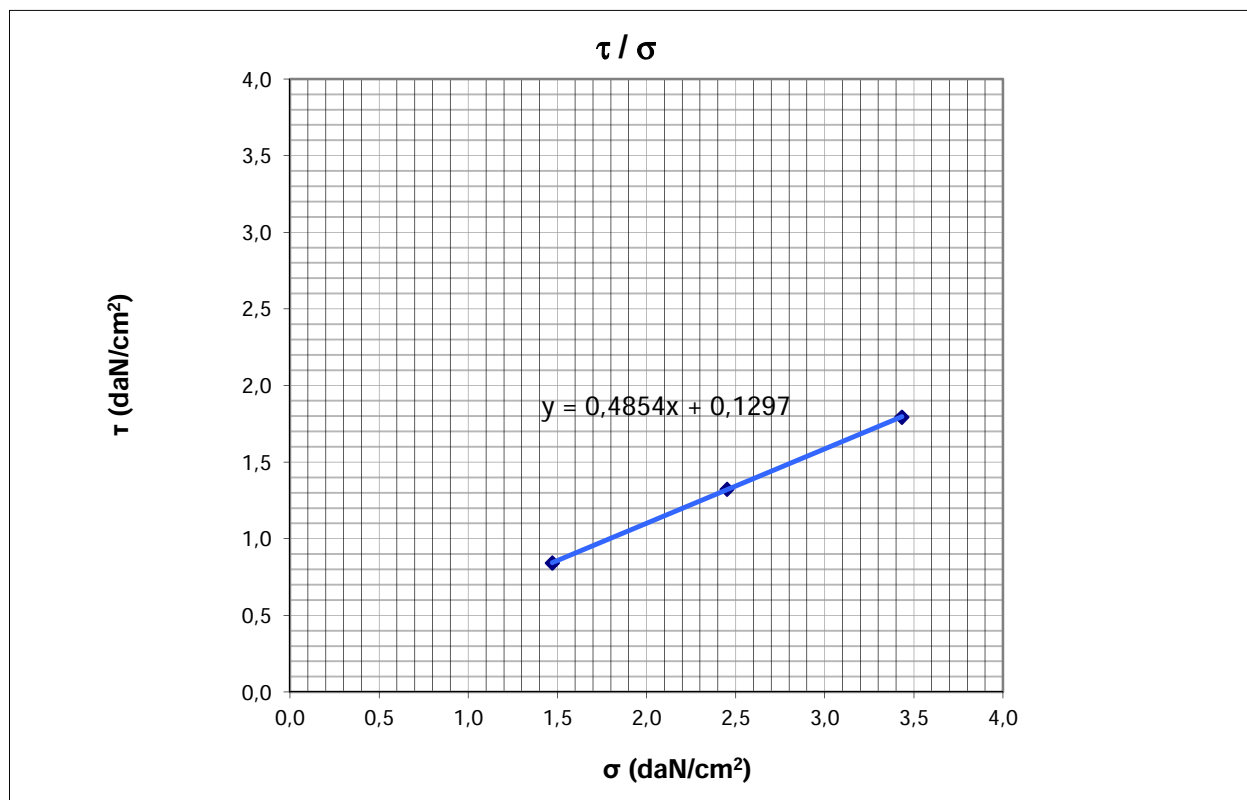
| | | | |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD6 | Data emissione | 20/12/2018 |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,842 | 1,471 | 3,13 | 0,231 |
| 2 | 1,323 | 2,452 | 3,29 | 0,383 |
| 3 | 1,794 | 3,432 | 3,45 | 0,511 |

| | | |
|---|------------------------|-------------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 25,9 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,13 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD7 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C2 del 13/09/2018 (11,60m – 12,10m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 05/11/2018 – 14/12/2018 | 20/12/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 2,03 | 2,67 | 21,1 |
| Provino2 | 2,04 | 2,67 | 21,1 |
| Provino3 | 2,03 | 2,67 | 21,5 |

CONSOLIDAZIONE

| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | (daN/cm ²) | (h) | (mm) |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,63 |
| 2 | 2,452 | 24 | 1,21 |
| 3 | 3,432 | 24 | 1,56 |

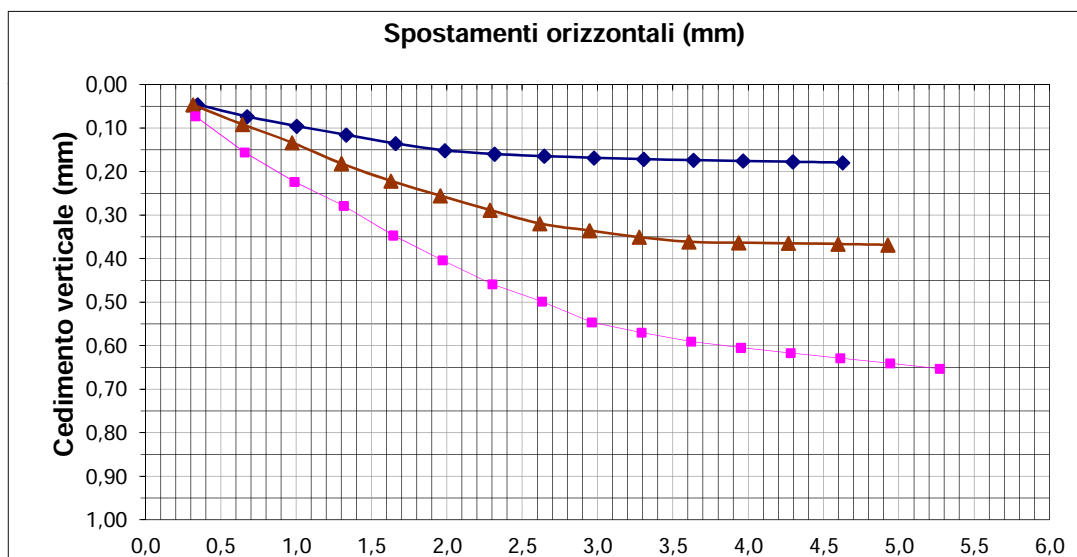
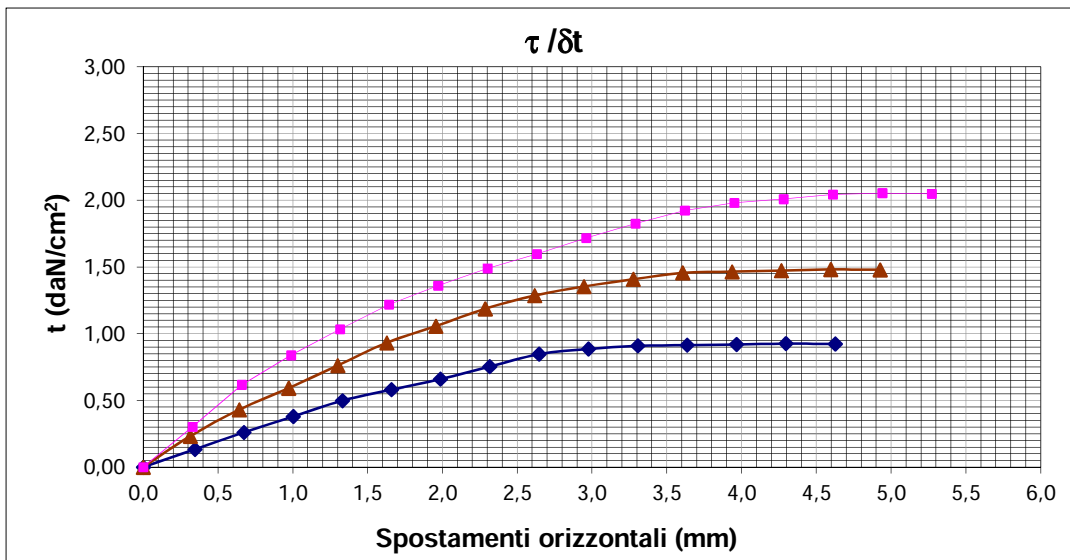


Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TD7

Data emissione

20/12/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gerl. Mazzoni-Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,005mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Landi (Codice interno CC01-T)
Potenziometri - Leane (Codice interno PZ01-T, PZ02-T)
Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
(Codice interno TD01)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

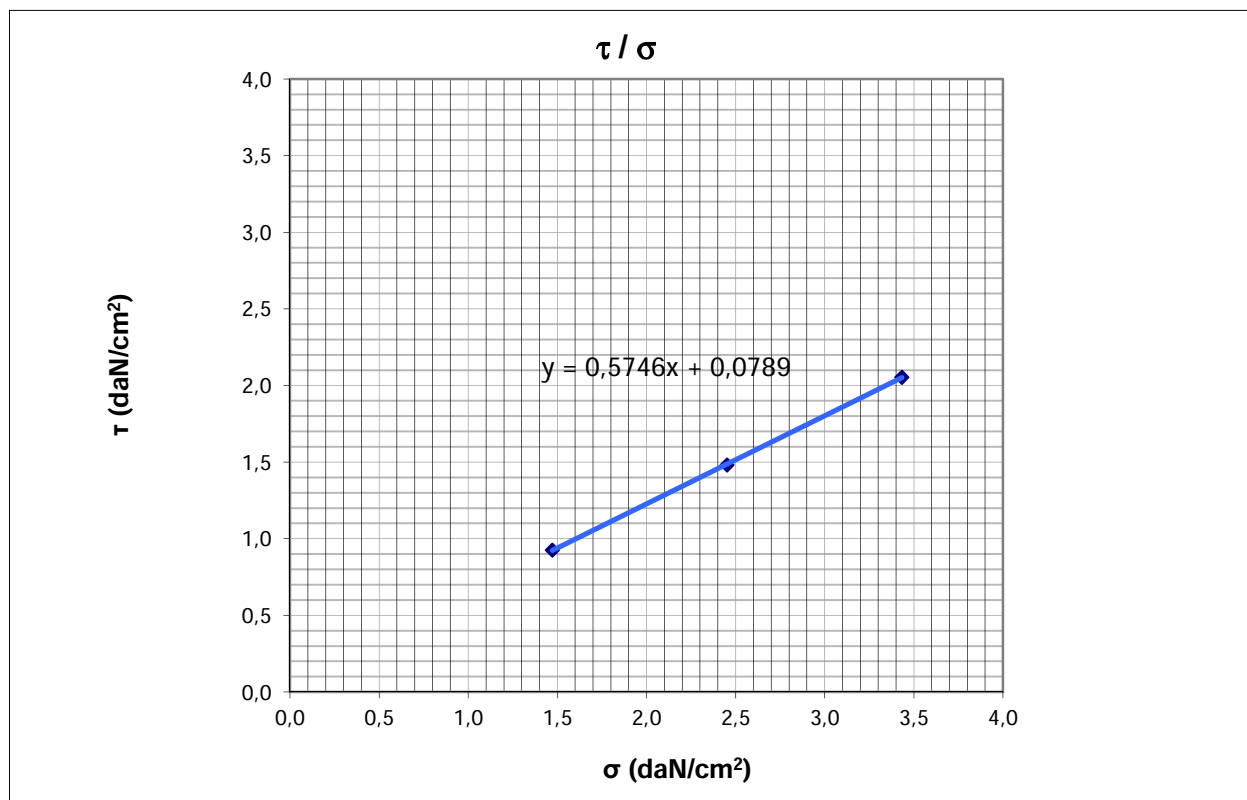
| | | | |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD7 | Data emissione | 20/12/2018 |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,927 | 1,471 | 4,30 | 0,178 |
| 2 | 1,482 | 2,452 | 4,60 | 0,367 |
| 3 | 2,054 | 3,432 | 4,94 | 0,641 |

| | | |
|---|------------------------|-------------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 29,9 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,08 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD8 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C2 del 12/09/2018 (10,70m – 11,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 05/11/2018 – 14/12/2018 | 20/12/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|----------|---------------------------|--|--------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 1,97 | 2,70 | 23,5 |
| Provino2 | 1,96 | 2,70 | 23,3 |
| Provino3 | 1,97 | 2,70 | 23,4 |

CONSOLIDAZIONE

| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|---------|------------------------|-------------------------|------------------|
| | (daN/cm ²) | | |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,68 |
| 2 | 2,452 | 24 | 1,26 |
| 3 | 3,432 | 24 | 1,70 |

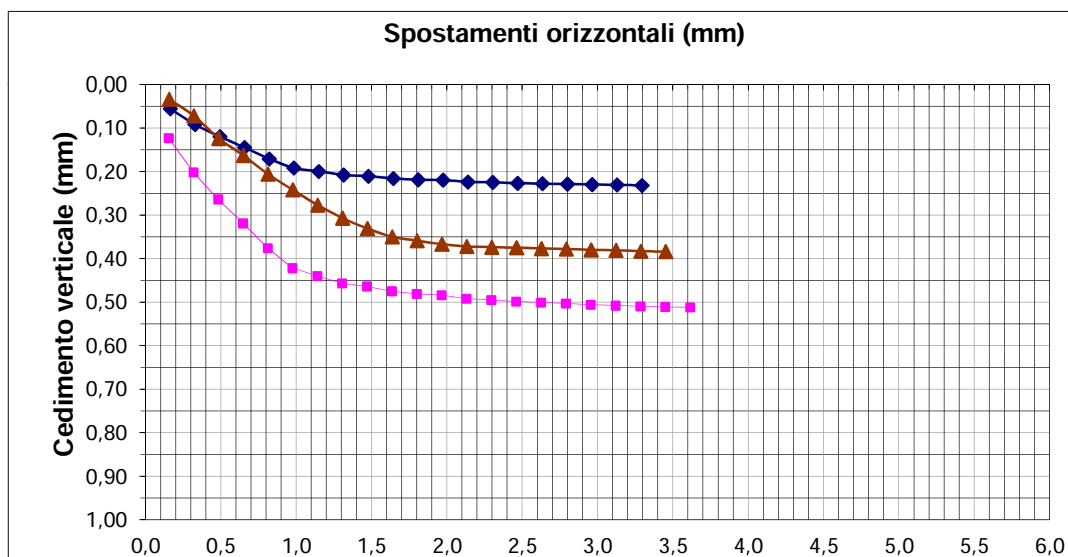
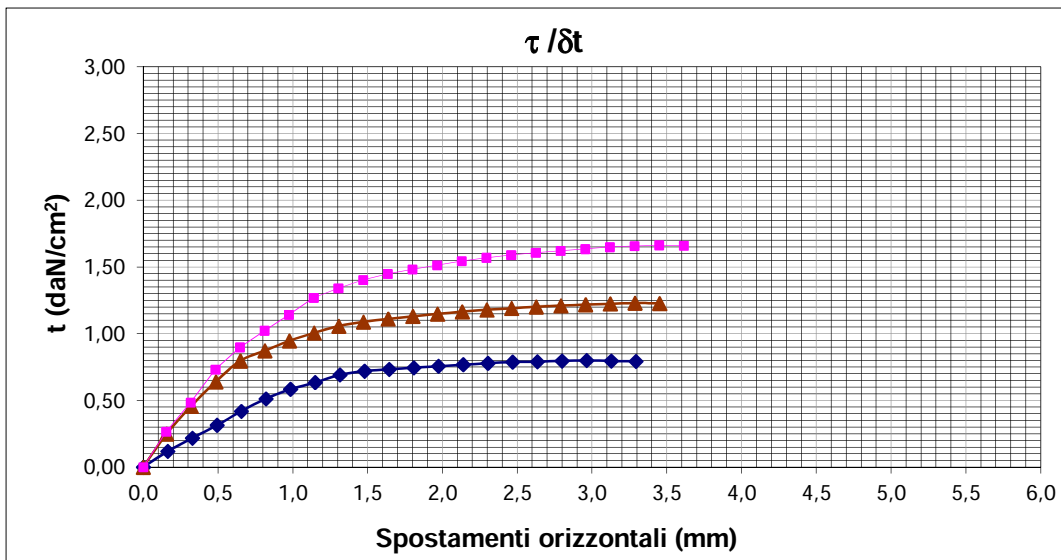


Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TD8

Data emissione

20/12/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gerl. Mazzoni-Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,0025mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Tecnotest (Codice interno CC05-T)
Potenziometri - Leane (Codice interno PZ03-T, PZ04-T)
Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
(Codice interno TD02)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

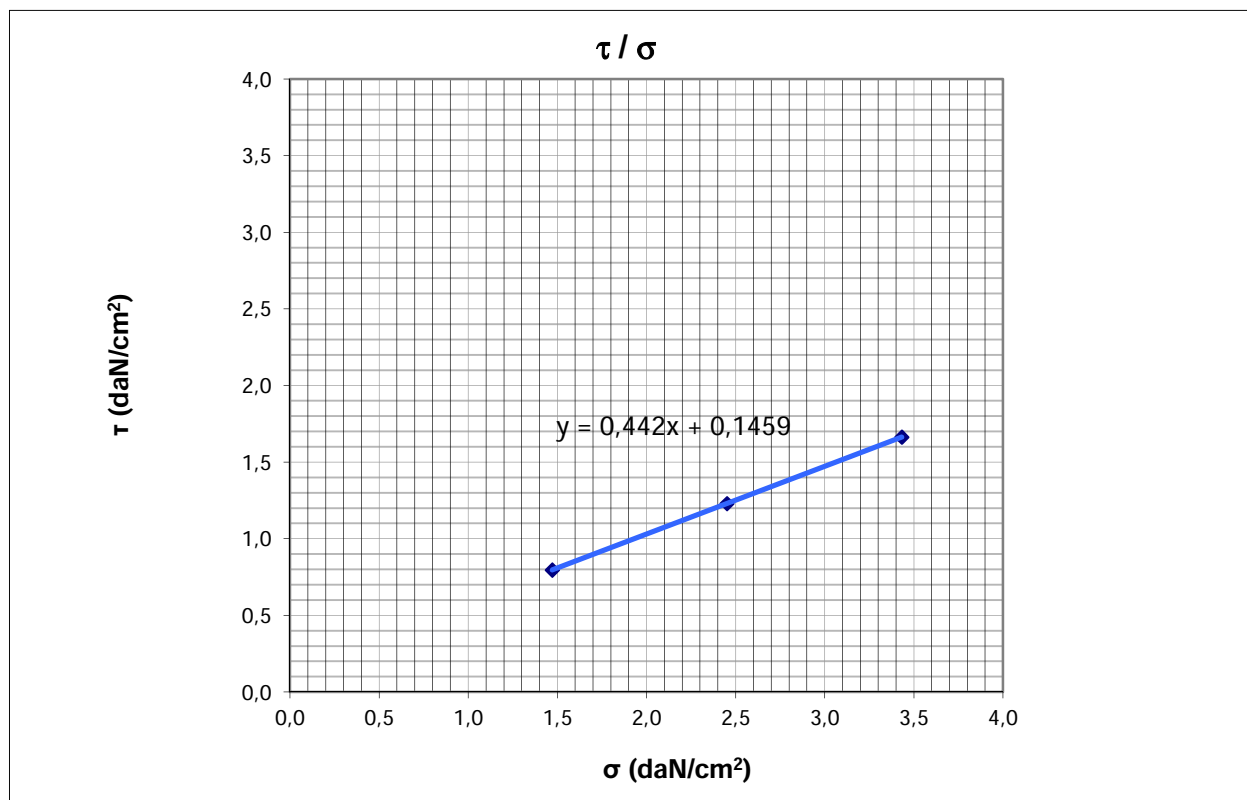
| | | | |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TD8 | Data emissione | 20/12/2018 |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,796 | 1,471 | 3,13 | 0,231 |
| 2 | 1,230 | 2,452 | 3,29 | 0,383 |
| 3 | 1,663 | 3,432 | 3,45 | 0,511 |

| | | |
|---|------------------------|-------------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 23,8 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,15 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.



Prova Triassiale Tipo CU (Racc. AGI 1994)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S1 C2 del 10/09/2018 (11,00m - 11,50m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 05/11/2018 - 14/12/2018 | 20/12/2018 |

Condizioni iniziali

| | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Altezza (mm) | 77,80 | 77,80 | 77,80 |
| Diametro (mm) | 38,10 | 38,10 | 38,10 |
| Volume (cm ³) | 88,65 | 88,65 | 88,65 |
| Peso Umido (N) | 1,76 | 1,76 | 1,76 |
| Peso di volume Umido (kN/m ³) | 19,81 | 19,83 | 19,86 |
| Peso specifico dei grani (kN/m ³) | 2,69 | 2,69 | 2,69 |
| Umidità (%) | 23,72 | 23,68 | 23,74 |
| Indice dei vuoti | 0,68 | 0,68 | 0,67 |
| Porosità (%) | 40,4 | 40,3 | 40,3 |
| Grado di Saturazione (%) | 95,7 | 96,0 | 96,4 |

Condizioni finali

| | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Altezza (mm) | 77,18 | 76,80 | 76,64 |
| Diametro (mm) | 37,70 | 37,46 | 37,34 |
| Volume (cm ³) | 86,13 | 84,58 | 83,88 |
| Peso Umido (N) | 1,75 | 1,73 | 1,73 |
| Peso di volume Umido (kN/m ³) | 21,06 | 21,28 | 21,38 |
| Peso di volume Secco (kN/m ³) | 17,12 | 17,47 | 17,62 |
| Umidità (%) | 23,01 | 21,87 | 21,33 |
| Indice dei vuoti | 0,63 | 0,60 | 0,58 |
| Porosità (%) | 38,7 | 37,5 | 36,9 |
| Grado di Saturazione (%) | 99,9 | 100,0 | 100,0 |



| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 753/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Saturazione

| | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------------------|-------|-------|-------|------------|------|
| Provino 1 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 100,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 90,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma_c$ | BP | ui | uf | Δu | B |
| | 12/11/2018 10:00 | 50,0 | - | 13,3 | 57,6 | 44,3 | 0,89 |
| | 12/11/2018 10:30 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 12/11/2018 15:00 | 100,0 | - | 57,6 | 103,5 | 45,9 | 0,92 |
| | 12/11/2018 18:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 13/11/2018 10:00 | 150,0 | - | 103,5 | 152,3 | 48,8 | 0,98 |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : 24 ore | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------------------|-------|----------------|----------------|------------|------|
| Provino 2 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 100,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 90,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma_c$ | | u _i | u _f | Δu | B |
| | 12/11/2018 10:00 | 50,0 | - | 9,4 | 51,8 | 42,4 | 0,85 |
| | 12/11/2018 10:30 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 12/11/2018 15:00 | 100,0 | - | 51,8 | 97,5 | 45,7 | 0,91 |
| | 12/11/2018 18:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 13/11/2018 10:00 | 150,0 | - | 97,5 | 146,9 | 49,4 | 0,99 |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : 24 ore | | | | | | | |

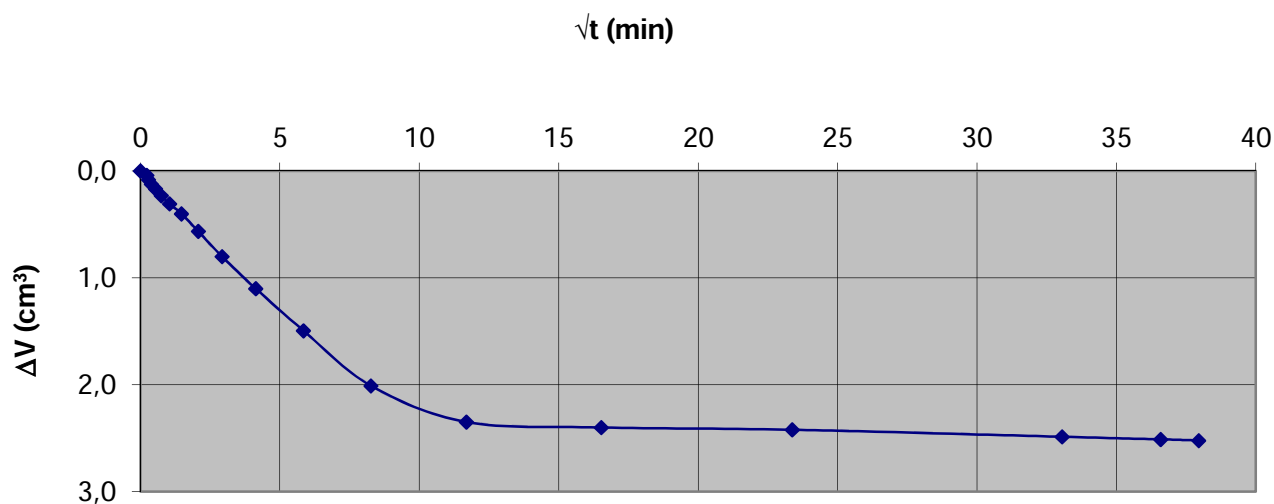
| | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------------------|-------|----------------|----------------|------------|------|
| Provino 3 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 100,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 90,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma_c$ | | u _i | u _f | Δu | B |
| | 12/11/2018 10:00 | 50,0 | - | 3,1 | 47,8 | 44,7 | 0,89 |
| | 12/11/2018 10:30 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 12/11/2018 15:00 | 100,0 | - | 47,2 | 93,7 | 46,5 | 0,93 |
| | 12/11/2018 18:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 13/11/2018 10:00 | 150,0 | - | 93,6 | 142,8 | 49,2 | 0,98 |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : 24 ore | | | | | | | |

| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 753/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | 1 | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|--------|----------------------|-------------------------------------|
| | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | 24 | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,041 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | 190,0 | 0,08 | 0,082 |
| | | | | 0,15 | 0,125 |
| BP (kN/m ²) | | | 90,0 | 0,28 | 0,167 |
| | | | | 0,6 | 0,231 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 86,133 | 1 | 0,308 |
| | Altezza | mm | 77,18 | 2 | 0,401 |
| | Diametro | mm | 37,70 | 4 | 0,564 |
| | Area | cm ² | 11,16 | 9 | 0,801 |
| | ΔV | % | 2,9 | 17 | 1,101 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 1,494 |
| | | | | 68 | 2,009 |
| t_{100} (min) | | 9 | | 137 | 2,348 |
| | | | | 273 | 2,400 |
| C_v (cm ² /s) | | $9,30 \times 10^{-3}$ | | 546 | 2,421 |
| | | | | 1092 | 2,487 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | 0,063 | | 1338 | 2,511 |
| | | | | 1440 | 2,521 |

Diagramma variazione di volume - tempo

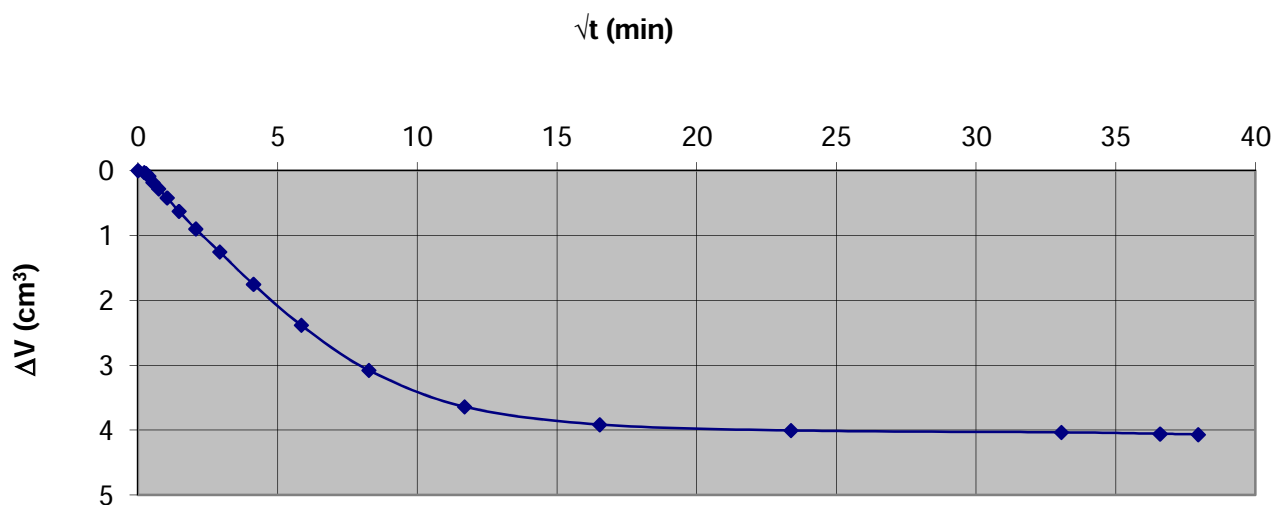


| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 753/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|
| | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,031 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | | 0,08 | 0,045 |
| | | | | 0,15 | 0,091 |
| BP (kN/m ²) | | | | 0,28 | 0,184 |
| | | | | 0,6 | 0,284 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 84,584 | 1 | 0,422 |
| | Altezza | mm | 76,80 | 2 | 0,628 |
| | Diametro | mm | 37,46 | 4 | 0,901 |
| | Area | cm ² | 11,01 | 9 | 1,254 |
| | ΔV | % | 4,8 | 17 | 1,754 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 2,384 |
| | | | | 68 | 3,078 |
| t_{100} (min) | | | 9 | 137 | 3,641 |
| | | | | 273 | 3,916 |
| C_v (cm ² /s) | | | $9,18 \times 10^{-3}$ | 546 | 4,007 |
| | | | | 1092 | 4,036 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | | 0,063 | 1338 | 4,058 |
| | | | | 1440 | 4,069 |

Diagramma variazione di volume - tempo

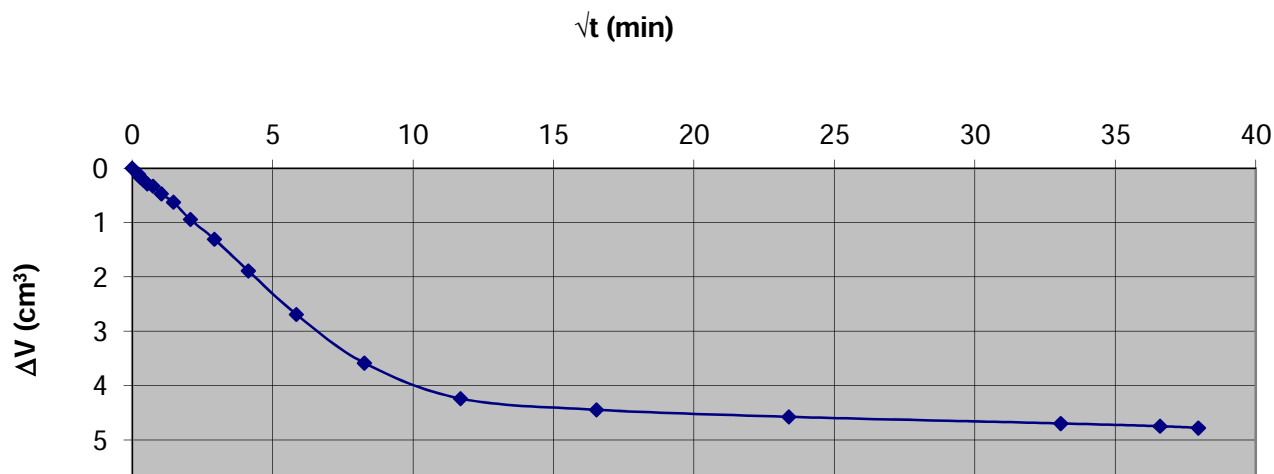


| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 753/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|--------|----------------------|-------------------------------------|
| 3 | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,113 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | | 0,08 | 0,166 |
| | | | | 0,15 | 0,212 |
| BP (kN/m ²) | | | | 0,28 | 0,285 |
| | | | | 0,6 | 0,329 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 83,879 | 1 | 0,471 |
| | Altezza | mm | 76,64 | 2 | 0,625 |
| | Diametro | mm | 37,34 | 4 | 0,942 |
| | Area | cm ² | 10,94 | 9 | 1,304 |
| | ΔV | % | 5,7 | 17 | 1,886 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 2,687 |
| | | | | 68 | 3,582 |
| t_{100} (min) | | 9 | | 137 | 4,236 |
| | | | | 273 | 4,443 |
| C_v (cm ² /s) | | $9,13 \times 10^{-3}$ | | 546 | 4,572 |
| | | | | 1092 | 4,693 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | 0,063 | | 1338 | 4,745 |
| | | | | 1440 | 4,775 |

Diagramma variazione di volume - tempo



| | | | |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|
| Rapporto di prova | CEB_753-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 753/2018 |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|

Fase di Rottura

| | | |
|--------------------------------|-------------------|---------|
| Provino n° | | 1 |
| Pressione in cella | kN/m ² | 190,00 |
| Pressione di contropinta | kN/m ² | - |
| Velocità di avanzamento pressa | mm/min | 0,063 |
| Forma del provino a rottura | | a botte |

[illegible]



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 9 di 9

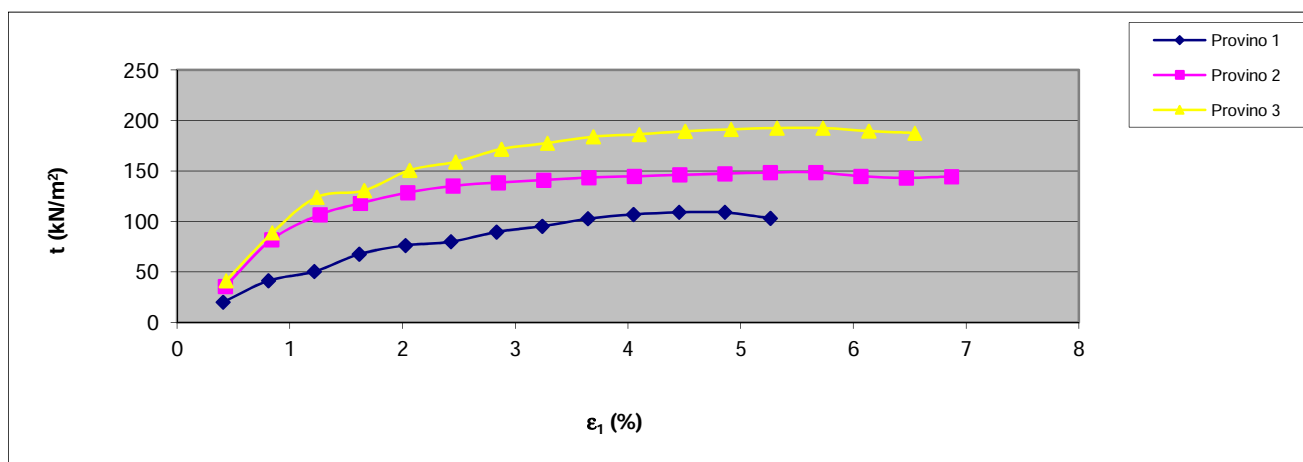
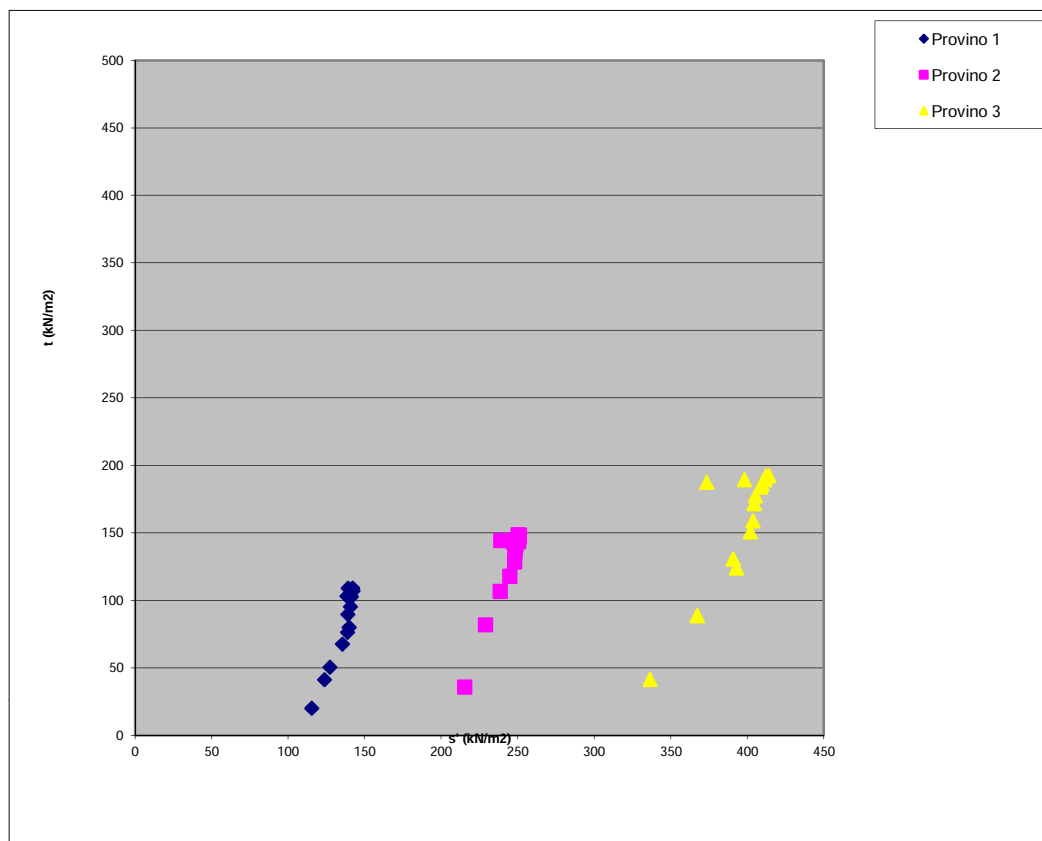
Mod.GT_418CU - rev 4 del 25/01/12

Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TXCU1

Accettazione N°

753/2018



Strumentazione utilizzata per la prova

Apparecchiatura triassiale (CTX02; PX01; CC06-T; PTX01-C; SP01; MA03-T; MA01-T; AQ01)

Note:

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°

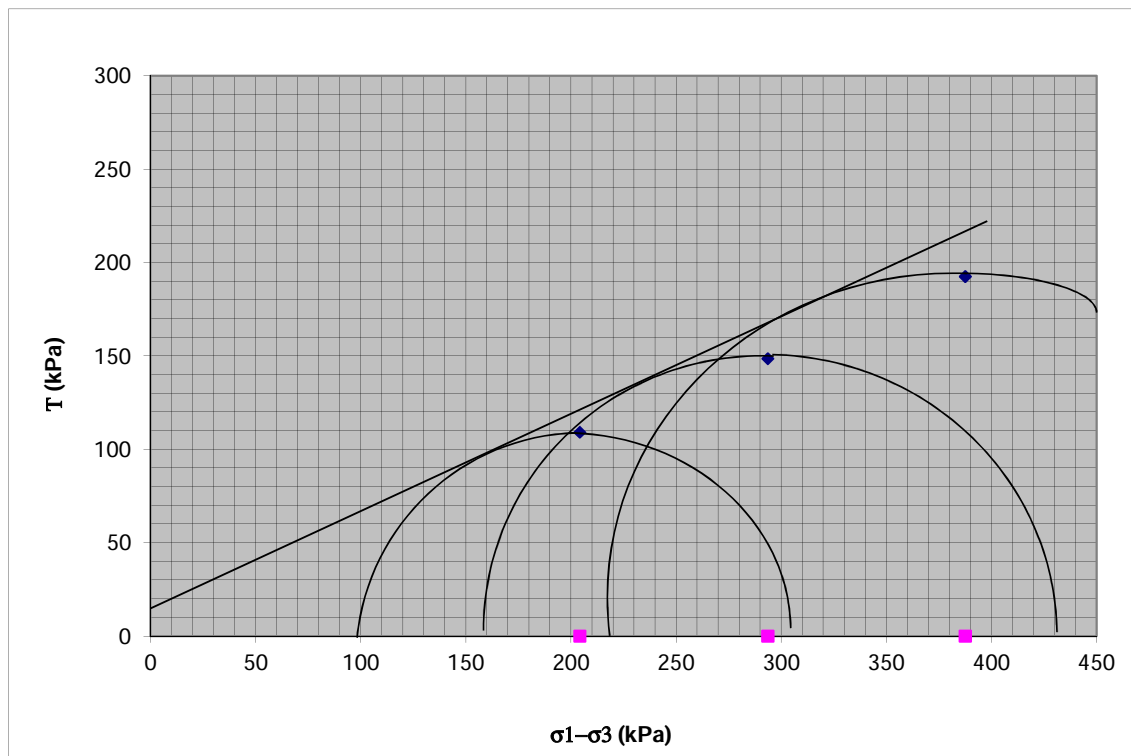
CEB_753-2018_TXCU1

Data emissione

20/11/2018

CONDIZIONI DI ROTTURA

| Provino | σ_3 (kPa) | $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa) | Deformazione normale % |
|---------|---------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1 | 190 | 218,30 | 4,50 |
| 2 | 290 | 297,20 | 5,70 |
| 3 | 390 | 385,00 | 5,30 |



| | |
|------------|------|
| C' (kPa) | 13,6 |
| ϕ' | 27,2 |

NOTE:



Prova Triassiale Tipo CU (Racc. AGI 1994)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S3 C2 del 13/09/2018 (11,60m – 12,10m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 05/11/2018 – 14/12/2018 | 20/12/2018 |

Condizioni iniziali

| | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Altezza (mm) | 77,90 | 76,20 | 78,60 |
| Diametro (mm) | 38,10 | 38,10 | 38,10 |
| Volume (cm ³) | 88,77 | 86,83 | 89,57 |
| Peso Umido (N) | 1,81 | 1,78 | 1,83 |
| Peso di volume Umido (kN/m ³) | 20,43 | 20,51 | 20,44 |
| Peso specifico dei grani (kN/m ³) | 2,67 | 2,67 | 2,67 |
| Umidità (%) | 20,77 | 20,36 | 20,62 |
| Indice dei vuoti | 0,58 | 0,57 | 0,57 |
| Porosità (%) | 36,6 | 36,2 | 36,5 |
| Grado di Saturazione (%) | 97,9 | 97,8 | 97,6 |

Condizioni finali

| | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Altezza (mm) | 77,18 | 75,02 | 77,11 |
| Diametro (mm) | 37,64 | 37,32 | 37,13 |
| Volume (cm ³) | 85,84 | 82,01 | 83,44 |
| Peso Umido (N) | 1,79 | 1,74 | 1,78 |
| Peso di volume Umido (kN/m ³) | 21,68 | 22,04 | 22,14 |
| Peso di volume Secco (kN/m ³) | 18,18 | 18,74 | 18,90 |
| Umidità (%) | 19,27 | 17,57 | 17,13 |
| Indice dei vuoti | 0,53 | 0,48 | 0,47 |
| Porosità (%) | 34,4 | 32,4 | 31,8 |
| Grado di Saturazione (%) | 99,8 | 99,8 | 99,8 |



Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TXCU2

Accettazione N°

753/2018

Fase di Saturazione

| | | | | | | | |
|-----------------------------|--|----------------|-------|------|-------|------------|------|
| Provino 1 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 100,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 90,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma$ | BP | ui | uf | Δu | B |
| | 05/11/2018 15:00 | 50,0 | - | 3,8 | 38,7 | 34,9 | 0,70 |
| | 05/11/2018 15:30 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 05/11/2018 17:00 | 100,0 | - | 38,7 | 84,8 | 46,1 | 0,92 |
| | 05/11/2018 18:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 06/11/2018 10:00 | 150,0 | - | 84,8 | 133,7 | 48,9 | 0,98 |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : 19 ore | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------|--|------------------|-------|----------------|----------------|------------|------|
| Provino 2 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 100,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 9,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma_c$ | | u _i | u _f | Δu | B |
| | 05/11/2018 15:00 | 50,0 | - | 7,2 | 45,0 | 37,8 | 0,76 |
| | 05/11/2018 15:30 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 05/11/2018 17:00 | 100,0 | - | 45,0 | 91,8 | 46,8 | 0,94 |
| | 05/11/2018 18:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 06/11/2018 10:00 | 150,0 | - | 91,8 | 141,0 | 49,2 | 0,98 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : | | 19 ore | | | | | |

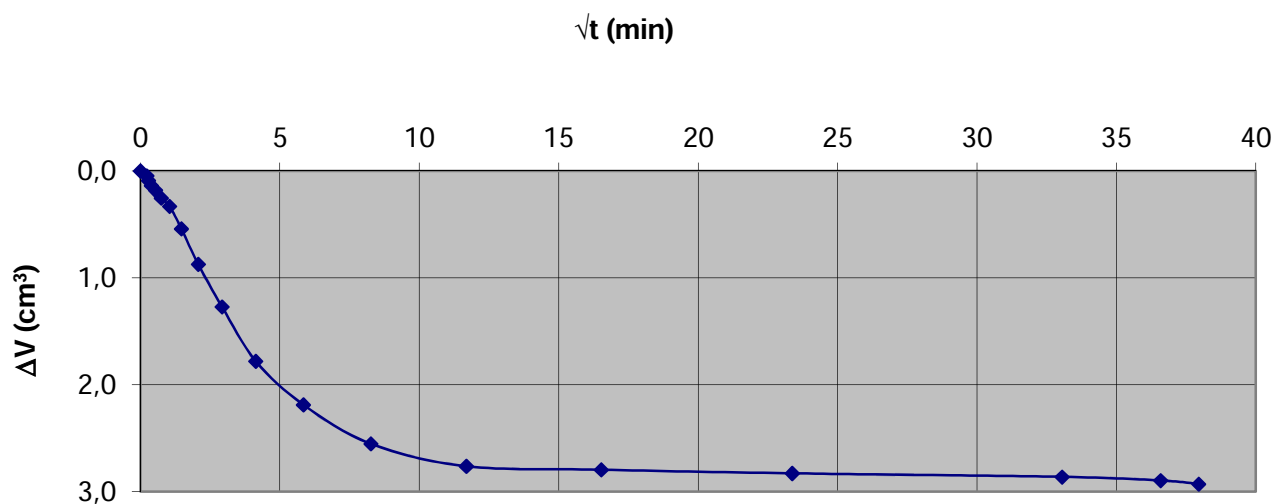
| | | | | | | | |
|----------------------|--|------------------|-------|----------------|----------------|------------|------|
| Provino 3 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 100,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 90,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma_c$ | | u _i | u _f | Δu | B |
| | 05/11/2018 15:00 | 50,0 | - | 6,0 | 49,0 | 43,0 | 0,86 |
| | 05/11/2018 15:30 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 05/11/2018 17:00 | 100,0 | - | 49,2 | 93,5 | 44,3 | 0,89 |
| | 05/11/2018 18:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 06/11/2018 10:00 | 150,0 | - | 93,5 | 142,3 | 48,8 | 0,98 |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : | | 19 ore | | | | | |

| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 753/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | 1 | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|--------|----------------------|-------------------------------------|
| | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | 24 | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,045 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | 190,0 | 0,08 | 0,090 |
| | | | | 0,15 | 0,137 |
| BP (kN/m ²) | | | 90,0 | 0,28 | 0,180 |
| | | | | 0,6 | 0,254 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 85,839 | 1 | 0,331 |
| | Altezza | mm | 77,18 | 2 | 0,541 |
| | Diametro | mm | 37,64 | 4 | 0,873 |
| | Area | cm ² | 11,12 | 9 | 1,271 |
| | ΔV | % | 3,4 | 17 | 1,779 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 2,188 |
| | | | | 68 | 2,552 |
| t_{100} (min) | | 7 | | 137 | 2,762 |
| | | | | 273 | 2,795 |
| C_v (cm ² /s) | | $9,27 \times 10^{-3}$ | | 546 | 2,828 |
| | | | | 1092 | 2,862 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | 0,103 | | 1338 | 2,895 |
| | | | | 1440 | 2,928 |

Diagramma variazione di volume - tempo

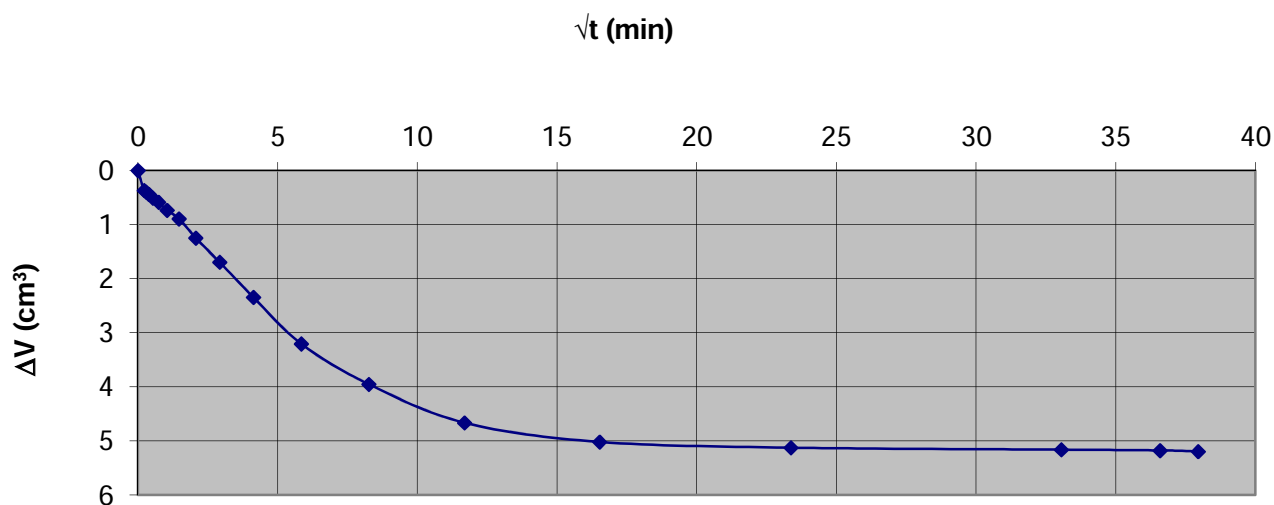


| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 753/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|--------|----------------------|-------------------------------------|
| | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,371 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | | 0,08 | 0,396 |
| | | | | 0,15 | 0,441 |
| BP (kN/m ²) | | | | 0,28 | 0,510 |
| | | | | 0,6 | 0,587 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 82,007 | 1 | 0,734 |
| | Altezza | mm | 75,02 | 2 | 0,893 |
| | Diametro | mm | 37,32 | 4 | 1,248 |
| | Area | cm ² | 10,93 | 9 | 1,697 |
| | ΔV | % | 5,9 | 17 | 2,345 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 3,206 |
| | | | | 68 | 3,953 |
| t_{100} (min) | | 8 | | 137 | 4,666 |
| | | | | 273 | 5,021 |
| C_v (cm ² /s) | | $9,11 \times 10^{-3}$ | | 546 | 5,127 |
| | | | | 1092 | 5,164 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | 0,079 | | 1338 | 5,178 |
| | | | | 1440 | 5,197 |

Diagramma variazione di volume - tempo

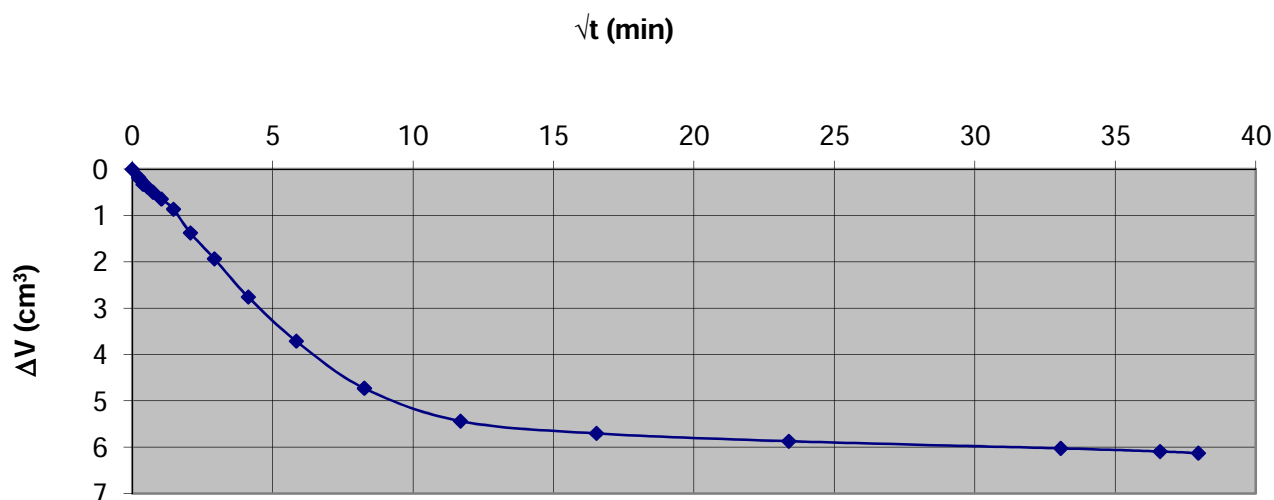


| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 753/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 3 | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | | 0 | 0,004 |
| | | | | 0,05 | 0,178 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | | 0,08 | 0,226 |
| | | | | 0,15 | 0,329 |
| BP (kN/m ²) | | | | 0,28 | 0,381 |
| | | | | 0,6 | 0,496 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 83,437 | 1 | 0,644 |
| | Altezza | mm | 77,11 | 2 | 0,862 |
| | Diametro | mm | 37,13 | 4 | 1,373 |
| | Area | cm ² | 10,82 | 9 | 1,932 |
| | ΔV | % | 7,3 | 17 | 2,758 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 3,709 |
| | | | | 68 | 4,727 |
| t_{100} (min) | | | 7 | 137 | 5,435 |
| | | | | 273 | 5,701 |
| C_v (cm ² /s) | | | $9,02 \times 10^{-3}$ | 546 | 5,867 |
| | | | | 1092 | 6,022 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | | 0,103 | 1338 | 6,088 |
| | | | | 1440 | 6,127 |

Diagramma variazione di volume - tempo



| | | | |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|
| Rapporto di prova | CEB_753-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 753/2018 |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|

Fase di Rottura

| | | |
|--------------------------------|-------------------|---------|
| Provino n° | | 1 |
| Pressione in cella | kN/m ² | 190,00 |
| Pressione di contropinta | kN/m ² | - |
| Velocità di avanzamento pressa | mm/min | 0,1030 |
| Forma del provino a rottura | | a botte |

[illegible]

| | | | |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|
| Rapporto di prova | CEB_753-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 753/2018 |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|

Fase di Rottura

| | | |
|--------------------------------|-------------------|---------|
| Provino n° | | 2 |
| Pressione in cella | kN/m ² | 290,0 |
| Pressione di controspinta | kN/m ² | - |
| Velocità di avanzamento pressa | mm/min | 0,0790 |
| Forma del provino a rottura | | a botte |

[illegible]

[illegible]



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 9 di 9

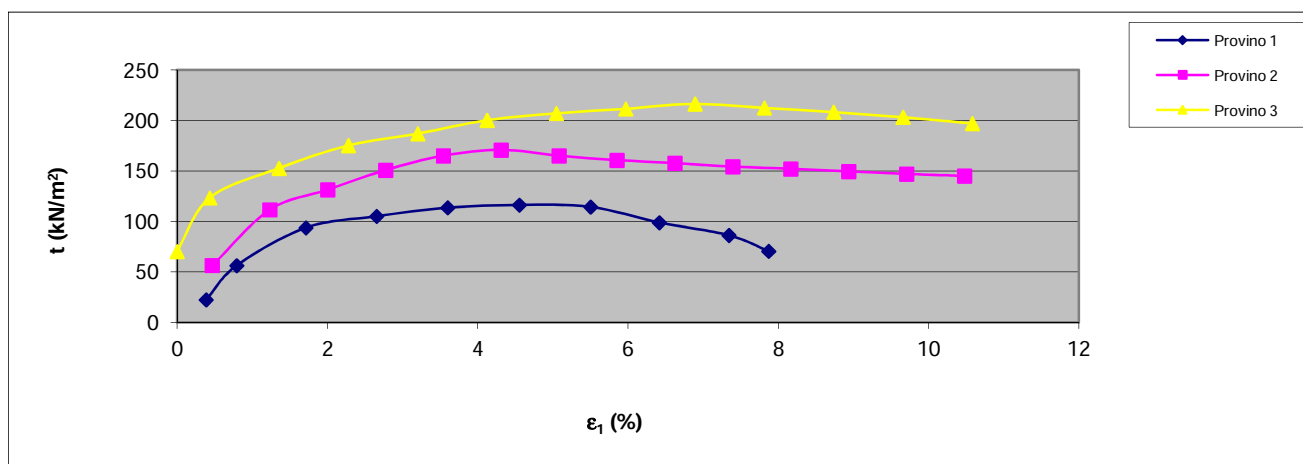
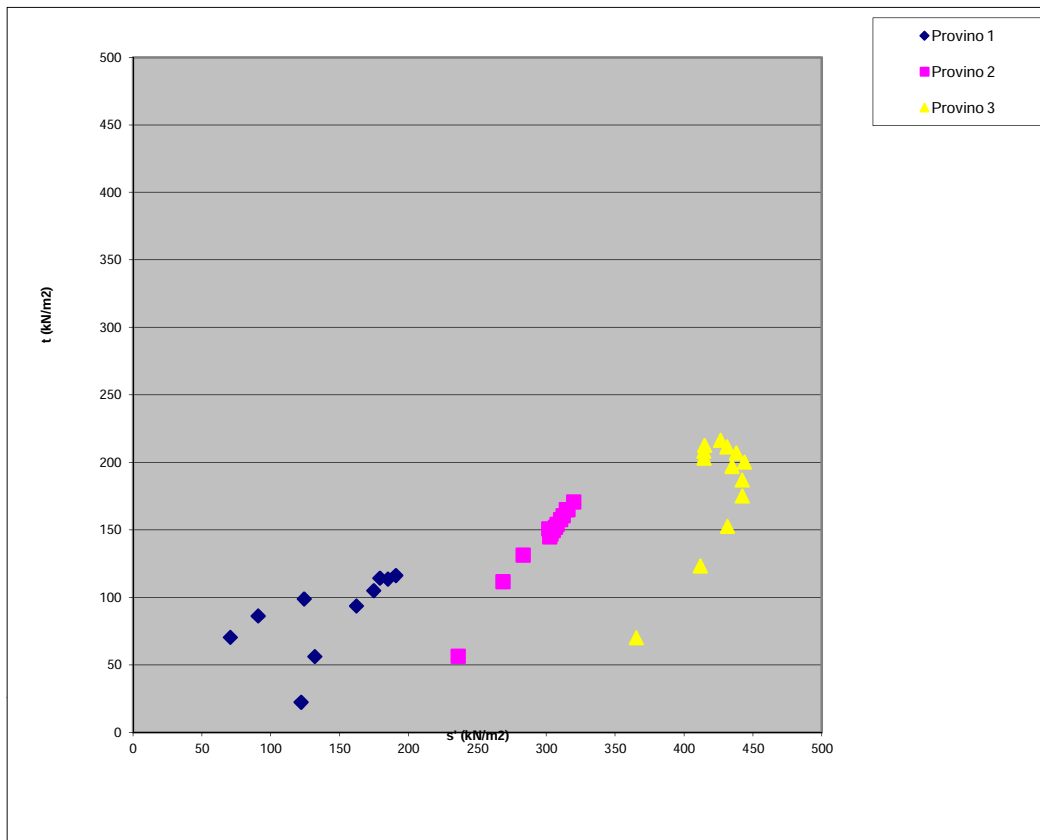
Mod.GT_418CU - rev 4 del 25/01/12

Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TXC2

Accettazione N°

753/2018



Strumentazione utilizzata per la prova

Apparecchiatura triassiale (CTX02; PX01; CC06-T; PTX01-C; SP01; MA03-T; MA01-T; AQ01)

Note:

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°

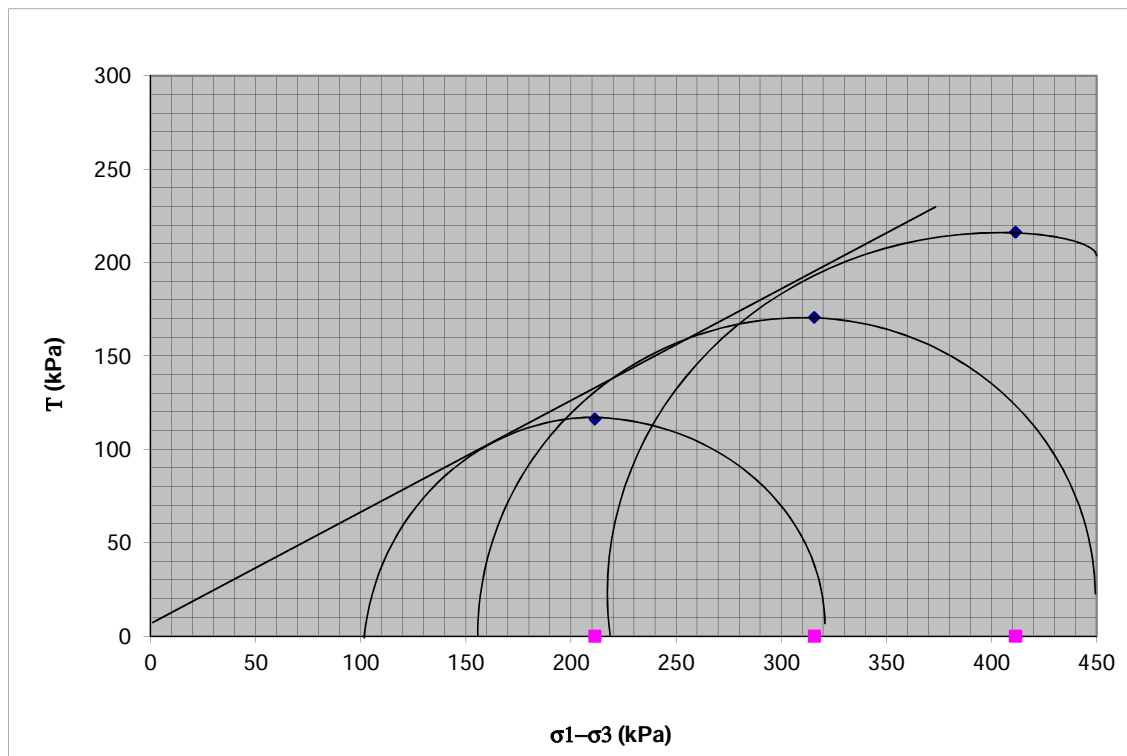
CEB_753-2018_TXCU2

Data emissione

20/11/2018

CONDIZIONI DI ROTTURA

| Provino | σ_3 (kPa) | $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa) | Deformazione normale % |
|---------|---------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1 | 190 | 232,60 | 4,60 |
| 2 | 290 | 341,40 | 4,30 |
| 3 | 390 | 432,80 | 6,90 |



| | |
|------------------|------|
| $C'(\text{kPa})$ | 8,2 |
| ϕ' | 30,2 |

NOTE:

Prova Triassiale Tipo CU (Racc. AGI 1994)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU3 | Accettazione N° | 753/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S4 C2 del 12/09/2018 (10,70m – 11,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 25/09/2018 | 01/10/2018 | 10/12/2018 – 17/12/2018 | 20/12/2018 |

Condizioni iniziali

| | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Altezza (mm) | 77,80 | 77,80 | 77,80 |
| Diametro (mm) | 38,10 | 38,10 | 38,10 |
| Volume (cm ³) | 88,65 | 88,65 | 88,65 |
| Peso Umido (N) | 1,74 | 1,74 | 1,74 |
| Peso di volume Umido (kN/m ³) | 19,66 | 19,67 | 19,67 |
| Peso specifico dei grani (kN/m ³) | 2,70 | 2,70 | 2,70 |
| Umidità (%) | 23,49 | 23,50 | 23,40 |
| Indice dei vuoti | 0,69 | 0,69 | 0,69 |
| Porosità (%) | 41,0 | 41,0 | 40,9 |
| Grado di Saturazione (%) | 93,0 | 93,2 | 92,9 |

Condizioni finali

| | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Altezza (mm) | 77,08 | 76,79 | 76,57 |
| Diametro (mm) | 37,64 | 37,45 | 37,29 |
| Volume (cm ³) | 85,71 | 84,54 | 83,60 |
| Peso Umido (N) | 1,74 | 1,73 | 1,72 |
| Peso di volume Umido (kN/m ³) | 21,08 | 21,24 | 21,37 |
| Peso di volume Secco (kN/m ³) | 17,11 | 17,36 | 17,56 |
| Umidità (%) | 23,21 | 22,37 | 21,66 |
| Indice dei vuoti | 0,64 | 0,61 | 0,60 |
| Porosità (%) | 39,0 | 38,1 | 37,3 |
| Grado di Saturazione (%) | 100,0 | 100,0 | 99,9 |



| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU3 | Accettazione N° | 753/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Saturazione

| | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------------------|-------|------|-------|------------|------|
| Provino 1 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 100,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 90,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma_c$ | BP | ui | uf | Δu | B |
| | 10/12/2018 10:00 | 50,0 | - | 12,6 | 53,4 | 40,8 | 0,82 |
| | 10/12/2018 10:30 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 10/12/2018 15:00 | 100,0 | - | 52,4 | 99,1 | 46,7 | 0,93 |
| | 10/12/2018 16:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 11/12/2018 11:00 | 150,0 | - | 97,4 | 147,1 | 49,7 | 0,99 |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : 26 ore | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------------------|-------|----------------|----------------|------------|------|
| Provino 2 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 100,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 90,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma_c$ | | u _i | u _f | Δu | B |
| | 12/11/2018 10:00 | 50,0 | - | 7,8 | 50,9 | 43,1 | 0,86 |
| | 12/11/2018 10:30 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 12/11/2018 15:00 | 100,0 | - | 48,7 | 95,4 | 46,7 | 0,93 |
| | 12/11/2018 18:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 13/11/2018 10:00 | 150,0 | - | 92,3 | 141,4 | 49,1 | 0,98 |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : 26 ore | | | | | | | |

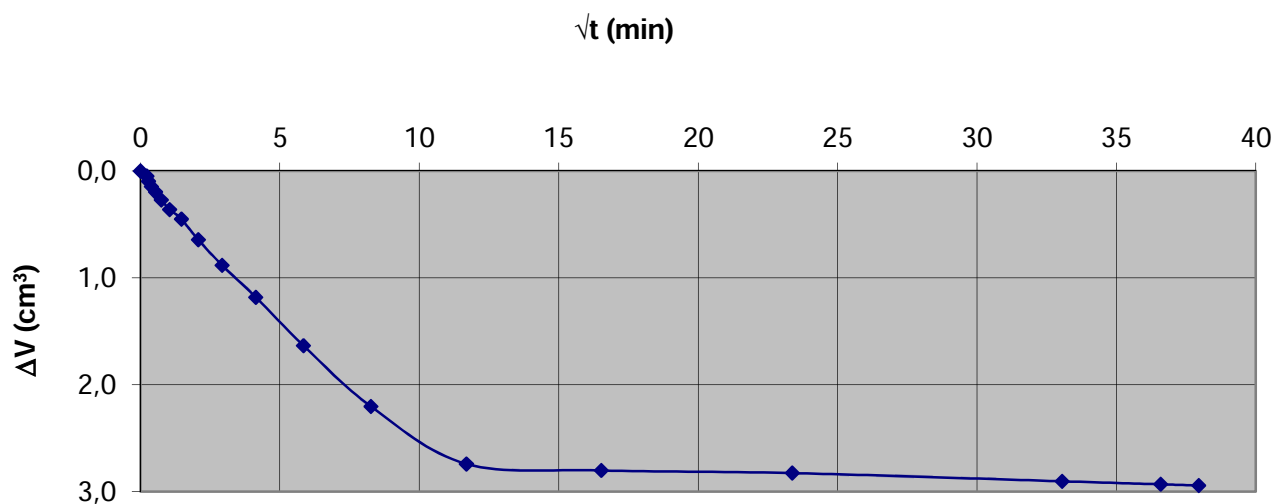
| | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------------------|-------|----------------|----------------|------------|------|
| Provino 3 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 100,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 90,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma_c$ | | u _i | u _f | Δu | B |
| | 12/11/2018 10:00 | 50,0 | - | 3,8 | 47,5 | 43,7 | 0,87 |
| | 12/11/2018 10:30 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 12/11/2018 15:00 | 100,0 | - | 42,1 | 88,4 | 46,3 | 0,93 |
| | 12/11/2018 18:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 13/11/2018 10:00 | 150,0 | - | 85,6 | 134,9 | 49,3 | 0,99 |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : 26 ore | | | | | | | |

| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU3 | Accettazione N° | 753/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | 1 | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|--------|----------------------|-------------------------------------|
| | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | 24 | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,048 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | 190,0 | 0,08 | 0,096 |
| | | | | 0,15 | 0,146 |
| BP (kN/m ²) | | | 90,0 | 0,28 | 0,195 |
| | | | | 0,6 | 0,269 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 85,713 | 1 | 0,359 |
| | Altezza | mm | 77,08 | 2 | 0,449 |
| | Diametro | mm | 37,64 | 4 | 0,642 |
| | Area | cm ² | 11,12 | 9 | 0,881 |
| | ΔV | % | 3,4 | 17 | 1,180 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 1,632 |
| | | | | 68 | 2,201 |
| t_{100} (min) | | 10 | | 137 | 2,739 |
| | | | | 273 | 2,800 |
| C_v (cm ² /s) | | $9,27 \times 10^{-3}$ | | 546 | 2,824 |
| | | | | 1092 | 2,901 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | 0,051 | | 1338 | 2,929 |
| | | | | 1440 | 2,941 |

Diagramma variazione di volume - tempo

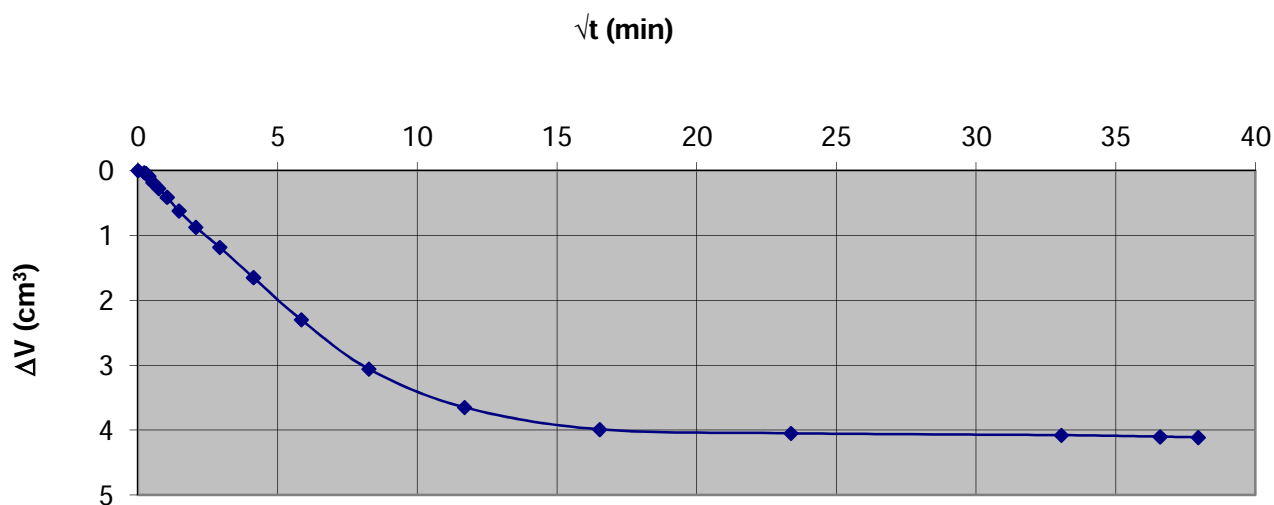


| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU3 | Accettazione N° | 753/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|--------|----------------------|-------------------------------------|
| 2 | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,031 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | | 0,08 | 0,045 |
| | | | | 0,15 | 0,092 |
| BP (kN/m ²) | | | | 0,28 | 0,186 |
| | | | | 0,6 | 0,278 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 84,539 | 1 | 0,413 |
| | Altezza | mm | 76,79 | 2 | 0,621 |
| | Diametro | mm | 37,45 | 4 | 0,874 |
| | Area | cm ² | 11,01 | 9 | 1,183 |
| | ΔV | % | 4,9 | 17 | 1,650 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 2,300 |
| | | | | 68 | 3,060 |
| t_{100} (min) | | 10 | | 137 | 3,651 |
| | | | | 273 | 3,991 |
| C_v (cm ² /s) | | $9,18 \times 10^{-3}$ | | 546 | 4,051 |
| | | | | 1092 | 4,080 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | 0,051 | | 1338 | 4,103 |
| | | | | 1440 | 4,114 |

Diagramma variazione di volume - tempo

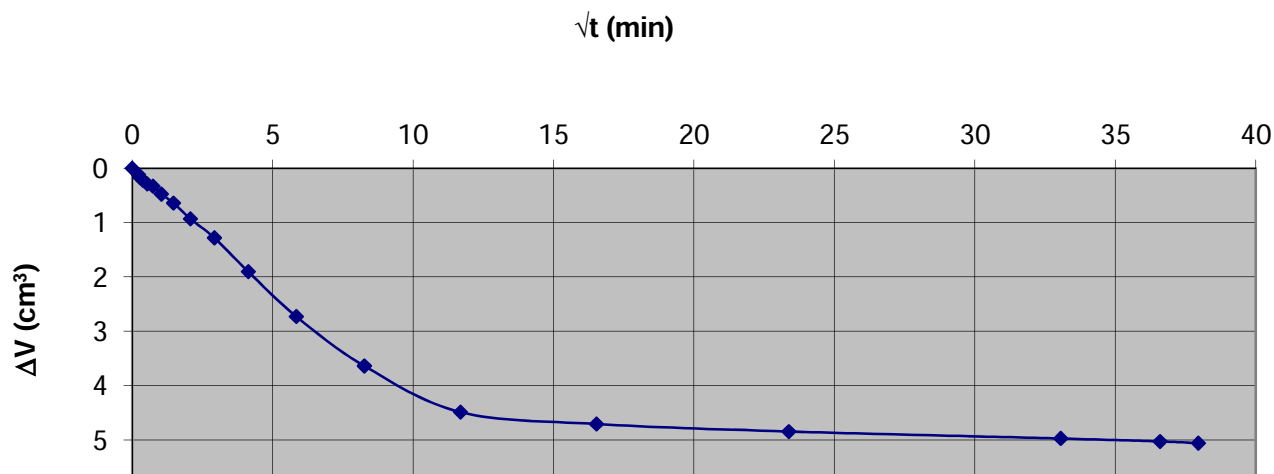


| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_753-2018_TXCU3 | Accettazione N° | 753/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|--------|----------------------|-------------------------------------|
| 3 | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,120 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | | 0,08 | 0,176 |
| | | | | 0,15 | 0,224 |
| BP (kN/m ²) | | | | 0,28 | 0,288 |
| | | | | 0,6 | 0,331 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 83,599 | 1 | 0,474 |
| | Altezza | mm | 76,57 | 2 | 0,639 |
| | Diametro | mm | 37,29 | 4 | 0,929 |
| | Area | cm ² | 10,92 | 9 | 1,279 |
| | ΔV | % | 6,0 | 17 | 1,901 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 2,726 |
| | | | | 68 | 3,634 |
| t_{100} (min) | | 10 | | 137 | 4,484 |
| | | | | 273 | 4,703 |
| C_v (cm ² /s) | | $9,10 \times 10^{-3}$ | | 546 | 4,840 |
| | | | | 1092 | 4,969 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | 0,051 | | 1338 | 5,023 |
| | | | | 1440 | 5,055 |

Diagramma variazione di volume - tempo



| | | | |
|-------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova | CEB_753-2018_TXCU3 | Accettazione N° | 753/2018 |
|-------------------|--------------------|-----------------|----------|

| |
|------------------------|
| Fase di Rottura |
|------------------------|

| | | |
|--------------------------------|-------------------|---------|
| Provino n° | | 1 |
| Pressione in cella | kN/m ² | 190,00 |
| Pressione di controspinta | kN/m ² | - |
| Velocità di avanzamento pressa | mm/min | 0,051 |
| Forma del provino a rottura | | a botte |

| Avanzamento verticale | Carico assiale | Variation della pressione interstiziale | Deformazione assiale | Deformazione % | Area corretta | Sforzo tangenziale massimo | Sforzo principale efficace minimo | Sforzo principale efficace massimo | t' | s' |
|-----------------------|----------------|---|----------------------|----------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Δh | kN | ΔU | ε_1 | ε | A_c | $(\sigma_1 - \sigma_3)$ | σ'_3 | σ'_1 | $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$ | $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ |
| mm | kN | kN/m ² | | % | cm ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² |
| 0,301 | 0,035 | 86,7 | 0,004 | 0,4 | 11,164 | 31,3 | 103,3 | 134,6 | 15,7 | 119,0 |
| 0,603 | 0,075 | 99,2 | 0,008 | 0,8 | 11,209 | 66,9 | 90,8 | 157,7 | 33,5 | 124,3 |
| 0,902 | 0,095 | 101,4 | 0,012 | 1,2 | 11,253 | 84,4 | 88,6 | 173,0 | 42,2 | 130,8 |
| 1,206 | 0,126 | 108,9 | 0,016 | 1,6 | 11,299 | 111,5 | 81,1 | 192,6 | 55,8 | 136,9 |
| 1,507 | 0,142 | 112,3 | 0,020 | 2,0 | 11,344 | 125,2 | 77,7 | 202,9 | 62,6 | 140,3 |
| 1,808 | 0,152 | 114,6 | 0,024 | 2,4 | 11,390 | 133,4 | 75,4 | 208,8 | 66,7 | 142,1 |
| 2,109 | 0,163 | 115,2 | 0,028 | 2,8 | 11,437 | 142,5 | 74,8 | 217,3 | 71,3 | 146,1 |
| 2,411 | 0,173 | 117,1 | 0,032 | 3,2 | 11,483 | 150,7 | 72,9 | 223,6 | 75,3 | 148,2 |
| 2,712 | 0,183 | 119,4 | 0,036 | 3,6 | 11,531 | 158,7 | 70,6 | 229,3 | 79,4 | 150,0 |
| 3,014 | 0,192 | 120,6 | 0,040 | 4,0 | 11,578 | 165,8 | 69,4 | 235,2 | 82,9 | 152,3 |
| 3,315 | 0,200 | 123,1 | 0,044 | 4,4 | 11,626 | 172,0 | 66,9 | 238,9 | 86,0 | 152,9 |
| 3,616 | 0,206 | 124,1 | 0,047 | 4,7 | 11,674 | 176,5 | 65,9 | 242,4 | 88,2 | 154,1 |
| 3,918 | 0,209 | 125,2 | 0,051 | 5,1 | 11,723 | 178,3 | 64,8 | 243,1 | 89,1 | 153,9 |
| 4,219 | 0,212 | 125,3 | 0,055 | 5,5 | 11,772 | 180,1 | 64,7 | 244,8 | 90,0 | 154,7 |
| 4,521 | 0,214 | 125,5 | 0,059 | 5,9 | 11,821 | 181,0 | 64,5 | 245,5 | 90,5 | 155,0 |
| 4,822 | 0,216 | 125,7 | 0,063 | 6,3 | 11,871 | 181,9 | 64,3 | 246,2 | 91,0 | 155,3 |
| 5,123 | 0,218 | 125,9 | 0,067 | 6,7 | 11,922 | 182,9 | 64,1 | 247,0 | 91,4 | 155,5 |
| 5,425 | 0,217 | 128,2 | 0,071 | 7,1 | 11,973 | 181,2 | 61,8 | 243,0 | 90,6 | 152,4 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|
| Rapporto di prova | CEB_753-2018_TXCU3 | Accettazione N° | 753/2018 |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|

Fase di Rottura

| | | |
|--------------------------------|-------------------|---------|
| Provino n° | | 2 |
| Pressione in cella | kN/m ² | 290,0 |
| Pressione di controspinta | kN/m ² | - |
| Velocità di avanzamento pressa | mm/min | 0,051 |
| Forma del provino a rottura | | a botte |

[illegible]

| | | | |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|
| Rapporto di prova | CEB_753-2018_TXCU3 | Accettazione N° | 753/2018 |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|

Fase di Rottura

| | | |
|--------------------------------|-------------------|---------|
| Provino n° | | 3 |
| Pressione in cella | kN/m ² | 390,00 |
| Pressione di contropinta | kN/m ² | - |
| Velocità di avanzamento pressa | mm/min | 0,051 |
| Forma del provino a rottura | | a botte |

| Avanzamento verticale | Carico assiale | Variationella pressione interstiziale | Deformazione assiale | Deformazione % | Area corretta | Sforzo tangenziale massimo | Sforzo principale efficace minimo | Sforzo principale efficace massimo | t' | s' |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Δh | kN | ΔU | ε ₁ | ε | A _c | (σ ₁ -σ ₃) | σ' ₃ | σ' ₁ | (σ' ₁ - σ' ₃)/2 | (σ' ₁ +σ' ₃)/ 2 |
| mm | kN | kN/m² | | % | cm² | kN/m² | kN/m² | kN/m² | kN/m² | kN/m² |
| 0,306 | 0,054 | 160,4 | 0,004 | 0,4 | 10,962 | 49,3 | 279,6 | 328,9 | 24,6 | 304,3 |
| 0,610 | 0,162 | 204,3 | 0,008 | 0,8 | 11,006 | 147,2 | 235,7 | 382,9 | 73,6 | 309,3 |
| 0,912 | 0,211 | 221,8 | 0,012 | 1,2 | 11,050 | 190,9 | 218,2 | 409,1 | 95,5 | 313,7 |
| 1,217 | 0,242 | 233,2 | 0,016 | 1,6 | 11,095 | 218,1 | 206,8 | 424,9 | 109,1 | 315,9 |
| 1,520 | 0,257 | 238,4 | 0,020 | 2,0 | 11,140 | 230,7 | 201,6 | 432,3 | 115,3 | 316,9 |
| 1,824 | 0,270 | 240,8 | 0,024 | 2,4 | 11,186 | 241,4 | 199,2 | 440,6 | 120,7 | 319,9 |
| 2,127 | 0,282 | 244,9 | 0,028 | 2,8 | 11,231 | 251,1 | 195,1 | 446,2 | 125,5 | 320,6 |
| 2,431 | 0,296 | 248,5 | 0,032 | 3,2 | 11,278 | 262,5 | 191,5 | 454,0 | 131,2 | 322,7 |
| 2,734 | 0,307 | 250,6 | 0,036 | 3,6 | 11,324 | 271,1 | 189,4 | 460,5 | 135,6 | 325,0 |
| 3,038 | 0,315 | 252,9 | 0,040 | 4,0 | 11,371 | 277,0 | 187,1 | 464,1 | 138,5 | 325,6 |
| 3,341 | 0,323 | 255,4 | 0,044 | 4,4 | 11,419 | 282,9 | 184,6 | 467,5 | 141,4 | 326,0 |
| 3,645 | 0,331 | 257,3 | 0,048 | 4,8 | 11,466 | 288,7 | 182,7 | 471,4 | 144,3 | 327,0 |
| 3,948 | 0,339 | 259,8 | 0,052 | 5,2 | 11,514 | 294,4 | 180,2 | 474,6 | 147,2 | 327,4 |
| 4,252 | 0,346 | 261,9 | 0,056 | 5,6 | 11,563 | 299,2 | 178,1 | 477,3 | 149,6 | 327,7 |
| 4,555 | 0,352 | 263,4 | 0,060 | 6,0 | 11,612 | 303,1 | 176,6 | 479,7 | 151,6 | 328,2 |
| 4,859 | 0,356 | 264,0 | 0,064 | 6,4 | 11,661 | 305,3 | 176,0 | 481,3 | 152,6 | 328,6 |
| 5,162 | 0,362 | 264,4 | 0,068 | 6,8 | 11,806 | 306,6 | 175,6 | 482,2 | 153,3 | 328,9 |
| 5,466 | 0,365 | 265,9 | 0,072 | 7,2 | 11,761 | 310,3 | 174,1 | 484,4 | 155,2 | 329,3 |
| 5,769 | 0,369 | 266,8 | 0,076 | 7,6 | 11,812 | 312,4 | 173,2 | 485,6 | 156,2 | 329,4 |
| 6,073 | 0,373 | 267,1 | 0,080 | 8,0 | 11,863 | 314,4 | 172,9 | 487,3 | 157,2 | 330,1 |
| 6,376 | 0,376 | 267,6 | 0,084 | 8,4 | 11,915 | 315,6 | 172,4 | 488,0 | 157,8 | 330,2 |
| 6,680 | 0,379 | 267,8 | 0,088 | 8,8 | 11,967 | 316,7 | 172,2 | 488,9 | 158,4 | 330,5 |
| 6,983 | 0,380 | 269,9 | 0,092 | 9,2 | 12,019 | 316,2 | 170,1 | 486,3 | 158,1 | 328,2 |
| 7,287 | 0,379 | 273,9 | 0,096 | 9,6 | 12,072 | 313,8 | 166,1 | 479,9 | 156,9 | 323,0 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n° 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 9 di 9

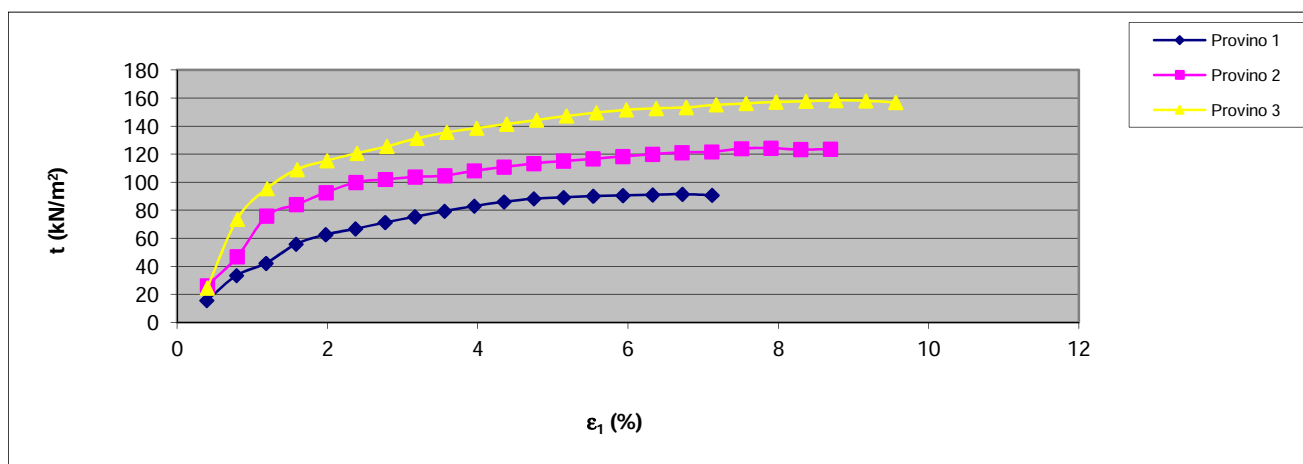
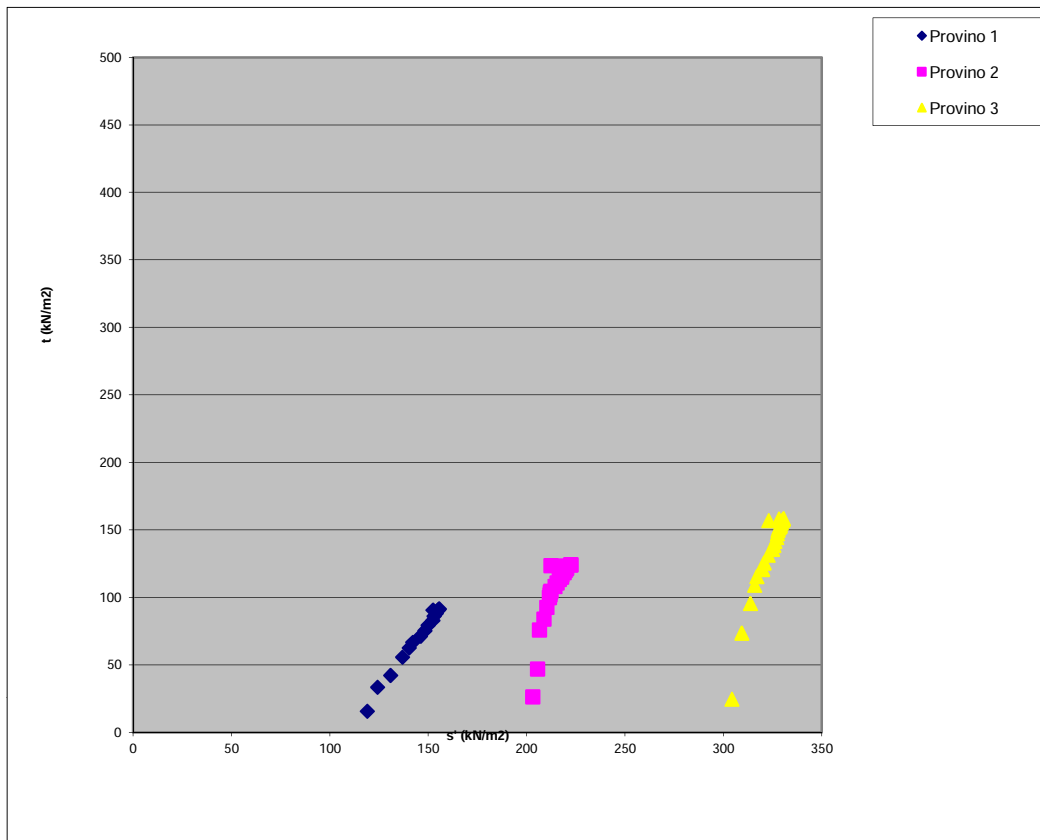
Mod.GT_418CU - rev 4 del 25/01/12

Rapporto di prova N°

CEB_753-2018_TXCU3

Accettazione N°

753/2018



Strumentazione utilizzata per la prova

Apparecchiatura triassiale (CTX02; PX01; CC06-T; PTX01-C; SP01; MA03-T; MA01-T; AQ01)

Note:

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°

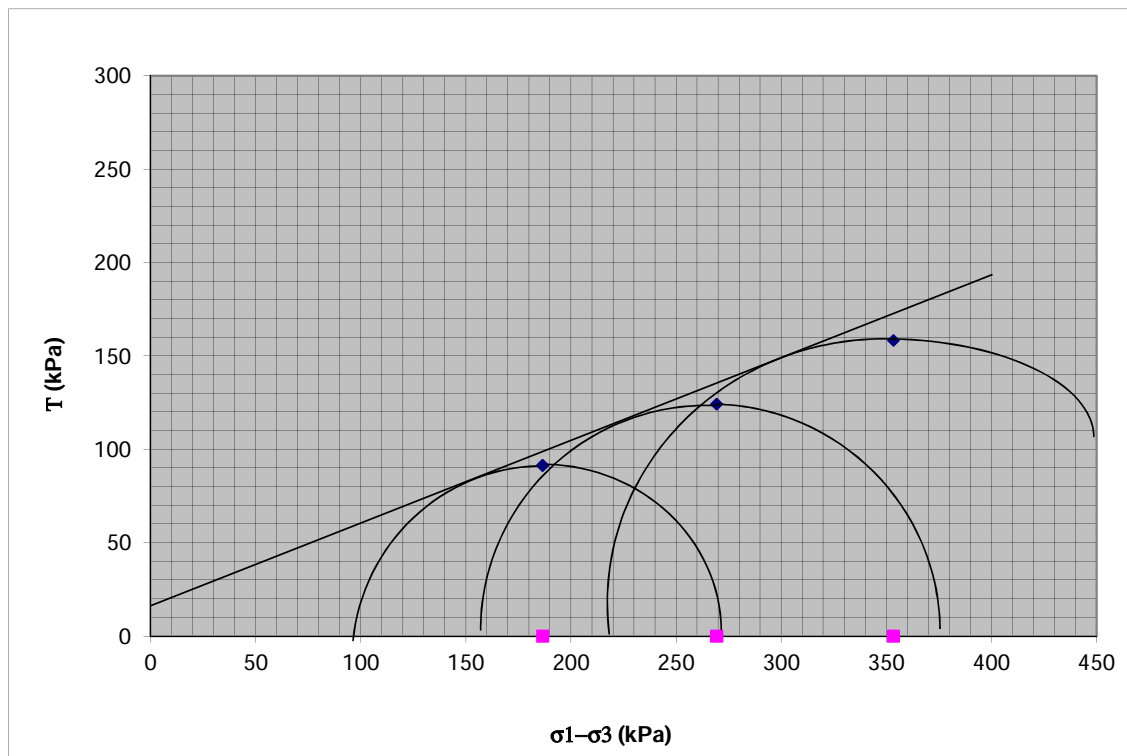
CEB_753-2018_TXCU3

Data emissione

20/12/2018

CONDIZIONI DI ROTTURA

| Provino | σ_3 (kPa) | $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa) | Deformazione normale % |
|---------|---------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1 | 190 | 182,90 | 6,70 |
| 2 | 290 | 248,50 | 7,90 |
| 3 | 390 | 316,70 | 8,80 |



| | |
|------------|------|
| C' (kPa) | 16,1 |
| ϕ' | 23,2 |

NOTE:

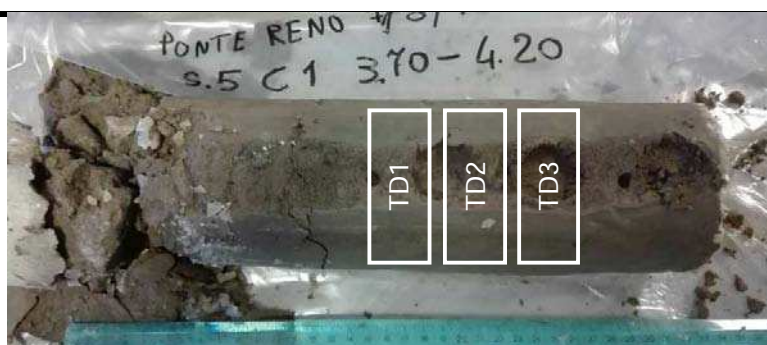
APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (Racc. A.G.I. 1977)

| | | | |
|--------------------------|--|-----------------------|----------------|
| | | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C11 del 07/08/2018 (3,70m – 4,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 14/09/2018 | 20/11/2018 |

DESCRIZIONE

Sabbia limosa incoerente rimaneggiata fino a 12cm da tetto carota.
 Da 12 cm a base carota sabbia limosa debolmente argillosa Q5 (Racc.A.G.I. 1977).
 Lunghezza totale carota: 30 cm

| Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer) | | | | Resistenza al taglio non drenata c_u (vane test) | | | |
|---|-----|-----|-----|---|------|------|------|
| Valori (daN/cm ²) | 1,4 | 1,4 | 2,0 | Valori (daN/cm ²) | 0,35 | 0,30 | 0,35 |
| Posizione (cm da tetto carota) | 15 | 22 | 26 | Posizione (cm da tetto carota) | 18 | 24 | 28 |



Particolari del campione e delle fasi analitiche

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
 Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
 Consulenza materie prime e prove materiali
 Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Scissometro da Laboratorio - Tecnotest (Codice interno SC01)
 Penetrometro da Laboratorio - Eurolab (Codice interno PP01)

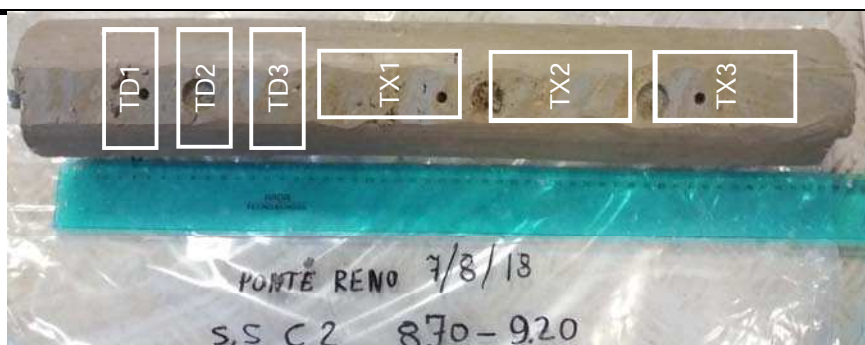
APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (Racc. A.G.I. 1977)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| | | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C12 del 07/08/2018 (8,70m - 9,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 14/09/2018 | 20/11/2018 |

DESCRIZIONE

Limo argilloso ad assetto caotico, con lenticelle argillo-limose grigie ed intercalazioni limose ocre.
 Classificazione del campione (Racc.A.G.I. 1977): Q5.
 Lunghezza totale carota: 49cm

| Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer) | | | | Resistenza al taglio non drenata c_u (vane test) | | | |
|---|-----|-----|-----|---|------|------|------|
| Valori (daN/cm ²) | 1,2 | 1,1 | 1,0 | Valori (daN/cm ²) | 0,60 | 0,55 | 0,50 |
| Posizione (cm da tetto carota) | 7 | 24 | 40 | Posizione (cm da tetto carota) | 11 | 29 | 38 |



Particolari del campione e delle fasi analitiche

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
 Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
 Consulenza materie prime e prove materiali
 Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Scissometro da Laboratorio - Tecnotest (Codice interno SC01)
 Penetrometro da Laboratorio - Eurolab (Codice interno PP01)

APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (Racc. A.G.I. 1977)

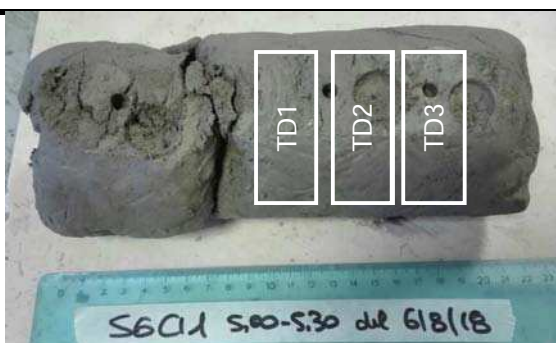
| | | | |
|--------------------------|--|-----------------------|----------------|
| | | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione a disturbo limitato | | |
| Identificazione campione | S6C11 del 06/08/2018 (5,00m - 5,30m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 14/09/2018 | 20/11/2018 |

DESCRIZIONE

Limo grigio debolmente argilloso prevalente, con frequenti lenticelle limo-sabbiose e subordinate intercalazioni limo-argillose nella porzione di tetto della carota.

Classificazione del campione (Racc.A.G.I. 1977): Q4. Lunghezza totale carota: 20cm

| Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer) | | | | Resistenza al taglio non drenata c_u (vane test) | | | |
|---|-----|-----|-----|---|------|------|------|
| Valori (daN/cm ²) | 0,6 | 0,9 | 0,9 | Valori (daN/cm ²) | 0,25 | 0,45 | 0,45 |
| Posizione (cm da tetto carota) | 4 | 11 | 16 | Posizione (cm da tetto carota) | 6 | 13 | 18 |



Particolari del campione e delle fasi analitiche

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
 Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
 Consulenza materie prime e prove materiali
 Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Scissometro da Laboratorio - Tecnotest (Codice interno SC01)
 Penetrometro da Laboratorio - Eurolab (Codice interno PP01)

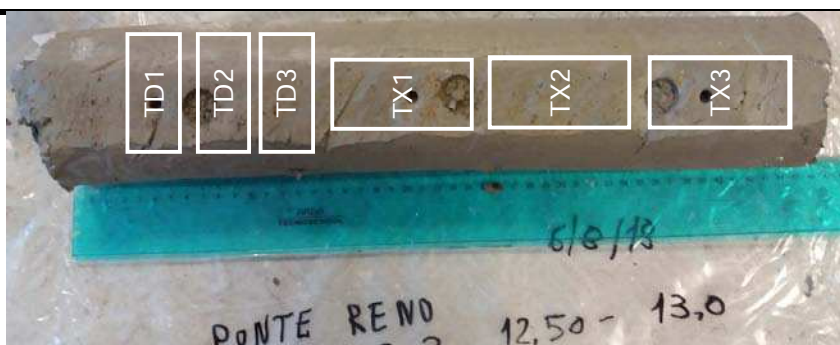
APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (Racc. A.G.I. 1977)

| | | | |
|--------------------------|--|-----------------------|----------------|
| | | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S6CI2 del 06/08/2018 (12,50m - 13,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 14/09/2018 | 20/11/2018 |

DESCRIZIONE

Limo argilloso ad assetto caotico con intercalazioni limose ocre e sottili lenticelle argillo-limose grigie.
 Classificazione del campione (Racc.A.G.I. 1977): Q5.
 Lunghezza totale carota: 45cm

| Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer) | | | | Resistenza al taglio non drenata c_u (vane test) | | | |
|---|-----|-----|-----|---|------|------|------|
| Valori (daN/cm ²) | 0,8 | 1,1 | 1,3 | Valori (daN/cm ²) | 0,40 | 0,55 | 0,65 |
| Posizione (cm da tetto carota) | 6 | 20 | 37 | Posizione (cm da tetto carota) | 9 | 23 | 34 |



Particolari del campione e delle fasi analitiche

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
 Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
 Consulenza materie prime e prove materiali
 Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Scissometro da Laboratorio - Tecnotest (Codice interno SC01)
 Penetrometro da Laboratorio - Eurolab (Codice interno PP01)



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_W1 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C11 del 07/08/2018 (3,70m – 4,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 138,50 | 115,10 | 20,33 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_W2 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C12 del 07/08/2018 (8,70m – 9,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 410,30 | 333,80 | 22,92 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_W3 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione a disturbo limitato | | |
| Identificazione campione | S6C11 del 06/08/2018 (5,00m – 5,30m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 406,50 | 329,00 | 23,56 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_W4 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S6Cl2 del 06/08/2018 (12,50m – 13,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| Massa naturale | Massa secca | Umidità |
|----------------|-------------|---------|
| (g) | (g) | (W %) |
| 476,70 | 377,60 | 26,24 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: BI014-C ES07-C



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1



Mod Gt 414 - Rev 6 del 27/02/2017

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013:1964)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_PS1 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5CI1 del 07/08/2018 (3,70m – 4,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | |
|---|--------|
| Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w (daN/dm ³) | 0,9781 |
|---|--------|

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato satturo | Massa del cestello immerso/picnometro satturo d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|---|--|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | | |
| | | | (g) | (g) | | γ_s (daN/dm ³) |
| S5CI1 | A | picnometro | 411,74 | 377,75 | 53,90 | 2,65 |
| | B | picnometro | 410,93 | 378,25 | 52,04 | 2,63 |

| | |
|--|---|
| Lo Sperimentatore  Dott. Alex Orlandini | La Direzione Tecnica  Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele |
| Strumentazione utilizzata per la prova: | Apparecchiature per massa volumica Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2) |

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_PS2 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C12 del 07/08/2018 (8,70m - 9,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w
(daN/dm³)

0,9781

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato satturo | Massa del cestello immerso/picnometro satturo d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|---|--|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | | |
| | | | (g) | (g) | | γ_s (daN/dm ³) |
| S5C12 | A | picnometro | 413,14 | 377,75 | 55,77 | 2,68 |
| | B | picnometro | 410,95 | 378,25 | 51,28 | 2,70 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Apparecchiature per massa volumica
Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_PS3 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione a disturbo limitato | | |
| Identificazione campione | S6CI1 del 06/08/2018 (5,00m – 5,30m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w
(daN/dm³)

0,9781

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato satturo | Massa del cestello immerso/picnometro satturo d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|---|--|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | P3 | γ_s |
| | | | (g) | (g) | (g) | (daN/dm ³) |
| S6CI1 | A | picnometro | 411,53 | 377,75 | 53,24 | 2,68 |
| | B | picnometro | 411,12 | 378,25 | 51,97 | 2,66 |

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M

Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Apparecchiature per massa volumica
Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_PS4 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S6C12 del 06/08/2018 (12,50m - 13,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

Peso dell'unità di volume dell'acqua γ_w
(daN/dm³)

0,9781

| Campione | Identificazione campione | Metodo utilizzato | Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato satturo | Massa del cestello immerso/picnometro satturo d'acqua, privi del campione | Massa secca | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi |
|----------|--------------------------|-------------------|---|--|-------------|---|
| | | | P1 | P2 | | |
| | | | (g) | (g) | | γ_s (daN/dm ³) |
| S6C12 | A | picnometro | 412,77 | 377,75 | 55,31 | 2,67 |
| | B | picnometro | 411,35 | 378,25 | 52,19 | 2,67 |

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:

Apparecchiature per massa volumica
Picnometro Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pademontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1


Mod Gt 413 - Rev 4 del 30/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (ASTM D 2937-94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_PV1 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C11 del 07/08/2018 (3,70m - 4,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | | |
|----------------------------------|-------------------|--------|
| Massa volumica dell'acqua | g/cm ³ | 0,9987 |
|----------------------------------|-------------------|--------|

| Identificazione Campione | Volume Campione | Massa Campione Umido | Massa Campione Secco | Peso di Volume Umido | Peso di Volume Secco |
|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| | (cm ³) | (g) | (g) | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) |
| S1C11 | 72,00 | 144,02 | 119,54 | 1,96 | 1,63 |

| | |
|--|--|
| Lo Sperimentatore  Dot. Alex Orlandini | La Direzione Tecnica Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dot. Geol. Mazzoni Michele |
|--|--|

| | |
|--|--|
| Strumentazione utilizzata per la prova: | Bilancia - Bell Engineering (Codice interno BL014-C) |
|--|--|

Note

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pademontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1


Mod Gt 413 - Rev 4 del 30/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (ASTM D 2937-94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_PV2 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5CI2 del 07/08/2018 (8,70m – 9,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | | |
|----------------------------------|-------------------|--------|
| Massa volumica dell'acqua | g/cm ³ | 0,9987 |
|----------------------------------|-------------------|--------|

| Identificazione Campione | Volume Campione | Massa Campione Umido | Massa Campione Secco | Peso di Volume Umido | Peso di Volume Secco |
|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| | (cm ³) | (g) | (g) | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) |
| S1CI2 | 72,00 | 144,74 | 116,99 | 1,97 | 1,59 |

| | |
|--|--|
| Lo Sperimentatore  Dot. Alex Orlandini | La Direzione Tecnica Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dot. Geol. Mazzoni Michele |
|--|--|

| | |
|--|--|
| Strumentazione utilizzata per la prova: | Bilancia - Bell Engineering (Codice interno BL014-C) |
|--|--|

| |
|-------------|
| Note |
|-------------|

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pademontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1


Mod Gt 413 - Rev 4 del 30/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (ASTM D 2937-94)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_PV3 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione a disturbo limitato | | |
| Identificazione campione | S6CI1 del 06/08/2018 (5,00m – 5,30m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | | |
|---------------------------|-------------------|--------|
| Massa volumica dell'acqua | g/cm ³ | 0,9987 |
|---------------------------|-------------------|--------|

| Identificazione Campione | Volume Campione | Massa Campione Umido | Massa Campione Secco | Peso di Volume Umido | Peso di Volume Secco |
|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| | (cm ³) | (g) | (g) | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) |
| S1CI3 | 72,00 | 143,90 | 116,51 | 1,96 | 1,59 |

| | |
|--|--|
| Lo Sperimentatore  Dot. Alex Orlandini | La Direzione Tecnica Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dot. Geol. Mazzoni Michele |
|--|--|

| | |
|---|--|
| Strumentazione utilizzata per la prova: | Bilancia - Bell Engineering (Codice interno BL014-C) |
|---|--|

| |
|------|
| Note |
|------|

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pademontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1


Mod Gt 413 - Rev 4 del 30/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (ASTM D 2937-94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_PV4 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S6C12 del 06/08/2018 (12,50m – 13,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | | |
|----------------------------------|-------------------|--------|
| Massa volumica dell'acqua | g/cm ³ | 0,9987 |
|----------------------------------|-------------------|--------|

| Identificazione Campione | Volume Campione | Massa Campione Umido | Massa Campione Secco | Peso di Volume Umido | Peso di Volume Secco |
|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| | (cm ³) | (g) | (g) | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) |
| S1C13 | 72,00 | 143,98 | 114,03 | 1,96 | 1,55 |

| | |
|--|--|
| Lo Sperimentatore  Dot. Alex Orlandini | La Direzione Tecnica Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dot. Geol. Mazzoni Michele |
|--|--|

| | |
|--|--|
| Strumentazione utilizzata per la prova: | Bilancia - Bell Engineering (Codice interno BL014-C) |
|--|--|

| |
|-------------|
| Note |
|-------------|

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

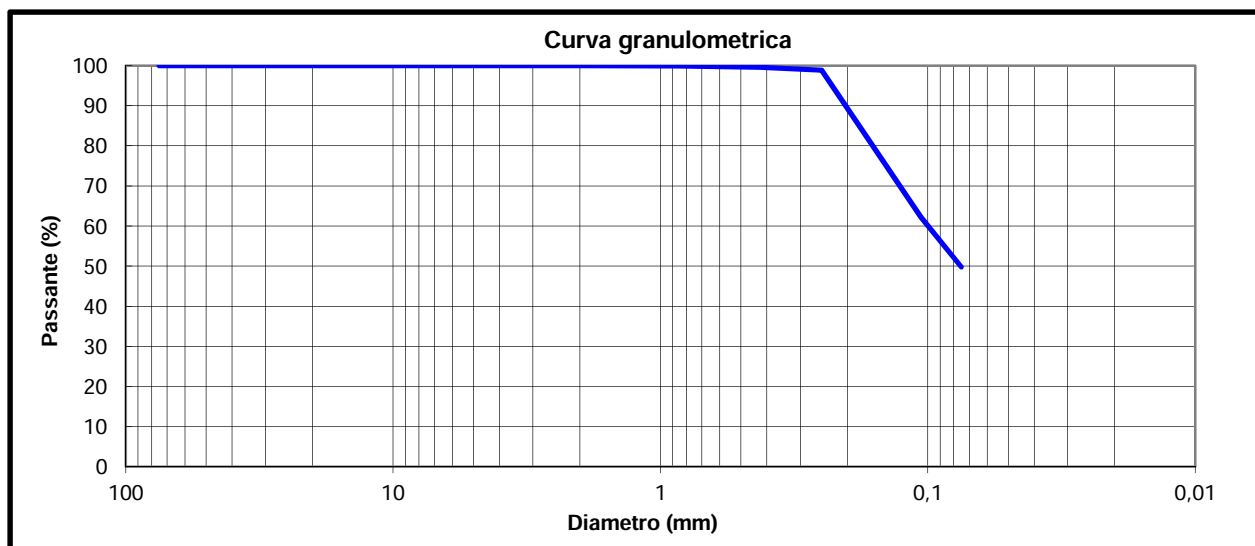
| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G1 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C11 del 07/08/2018 (3,70m - 4,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 532,5 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 271,1 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 261,4 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 3,8 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4,75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 2,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 0,85 | 0,8 | 0,2 | 99,8 |
| 0,425 | 1,4 | 0,4 | 99,6 |
| 0,250 | 3,9 | 1,1 | 98,9 |
| 0,106 | 195,6 | 37,9 | 62,1 |
| 0,075 | 65,6 | 50,2 | 49,8 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

49,8



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenhammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

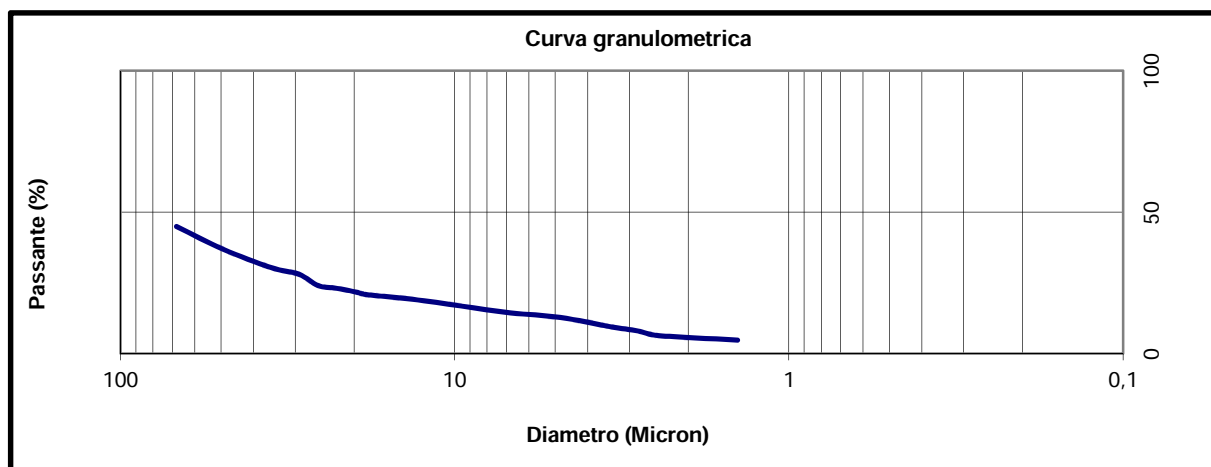


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_D1 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C11 del 07/08/2018 (3,70m – 4,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | |
|---|------|
| Massa iniziale secca | 50,0 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 25,1 |
| Passante % | 49,8 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 67,95 | 44,96 |
| 49,31 | 36,93 |
| 35,56 | 30,51 |
| 29,25 | 28,10 |
| 25,63 | 24,09 |
| 22,98 | 23,28 |
| 21,02 | 22,48 |
| 19,51 | 21,68 |
| 18,29 | 20,87 |
| 13,42 | 19,27 |
| 9,55 | 16,86 |
| 6,80 | 14,45 |
| 4,83 | 12,84 |
| 3,44 | 9,63 |
| 2,82 | 8,03 |
| 2,46 | 6,42 |
| 1,42 | 4,81 |



Lo Sperimentatore
Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C)
Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

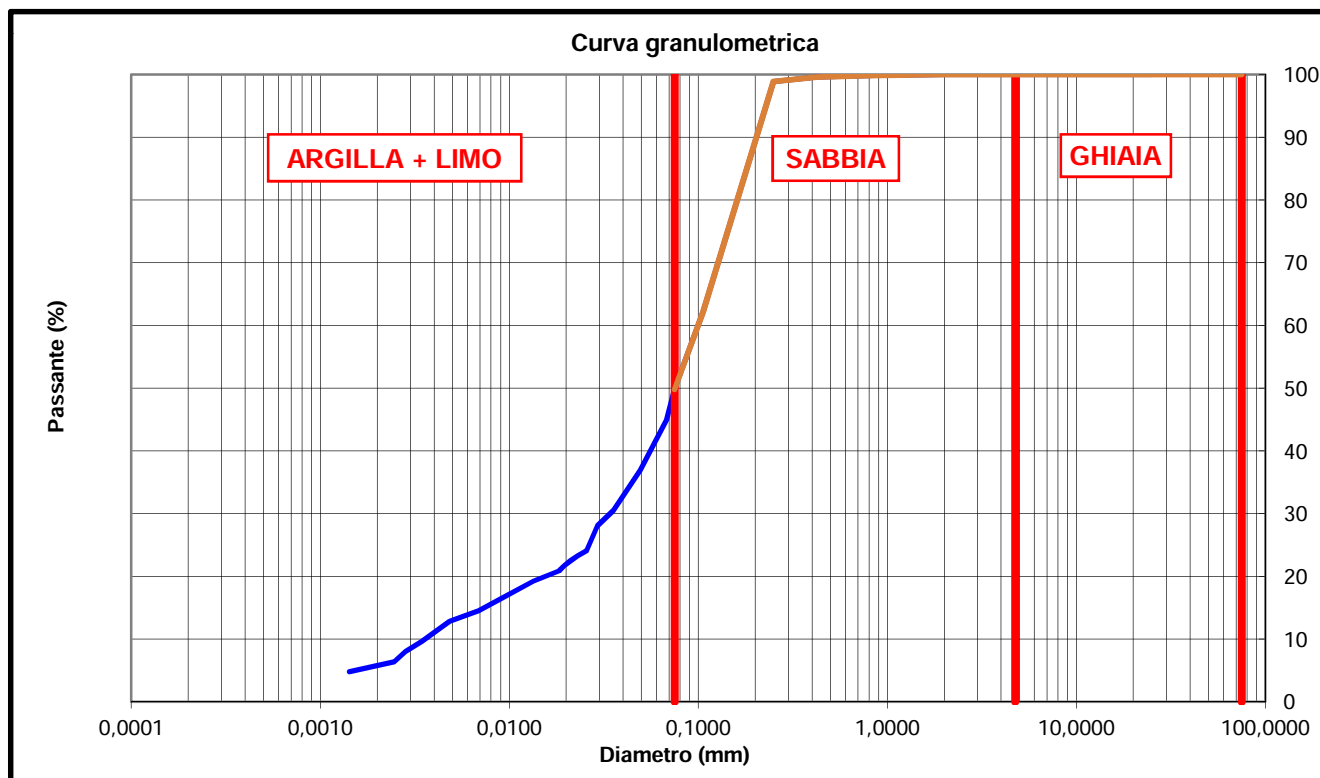
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G1 | Data emissione | 20/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_D1 | Data emissione | 20/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 100,0 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 99,6 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 49,8 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 0,0 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 50,2 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 49,8 |



Note:

% Argilla (Racc. AGI 1990): 5,71

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

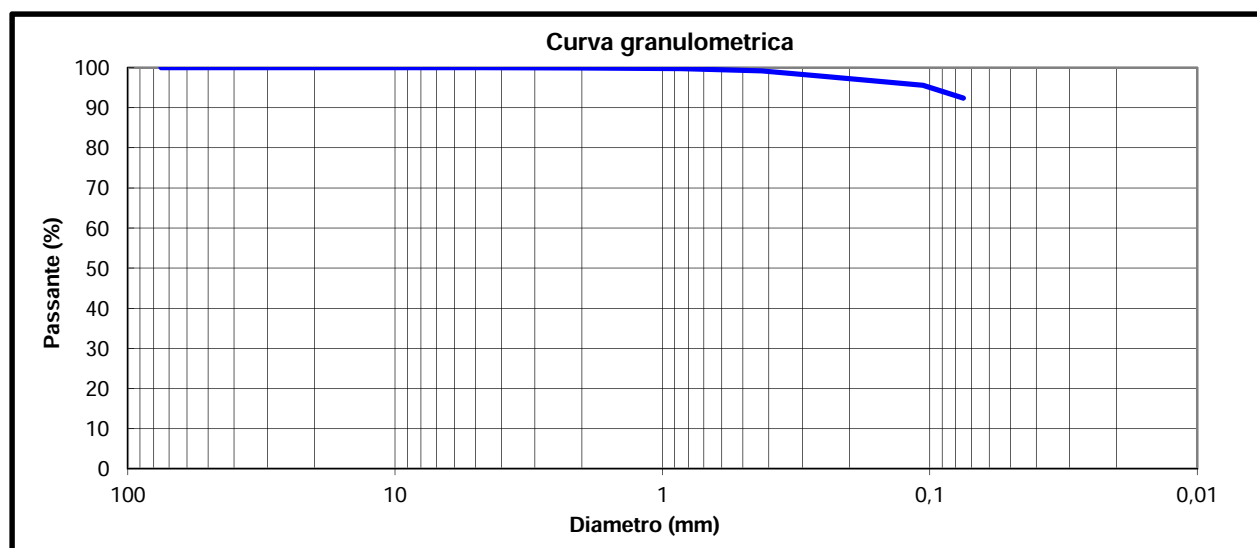
| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G2 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C12 del 07/08/2018 (8,70m - 9,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 211,3 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 17,4 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 193,9 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 1,3 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4,75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 2,0 | 0,2 | 0,1 | 99,9 |
| 0,85 | 0,4 | 0,3 | 99,7 |
| 0,425 | 1,1 | 0,8 | 99,2 |
| 0,250 | 2,9 | 2,2 | 97,8 |
| 0,106 | 4,8 | 4,4 | 95,6 |
| 0,075 | 6,7 | 7,6 | 92,4 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

92,4



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M

Consulenza materie prime e prove materiali

Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenhammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

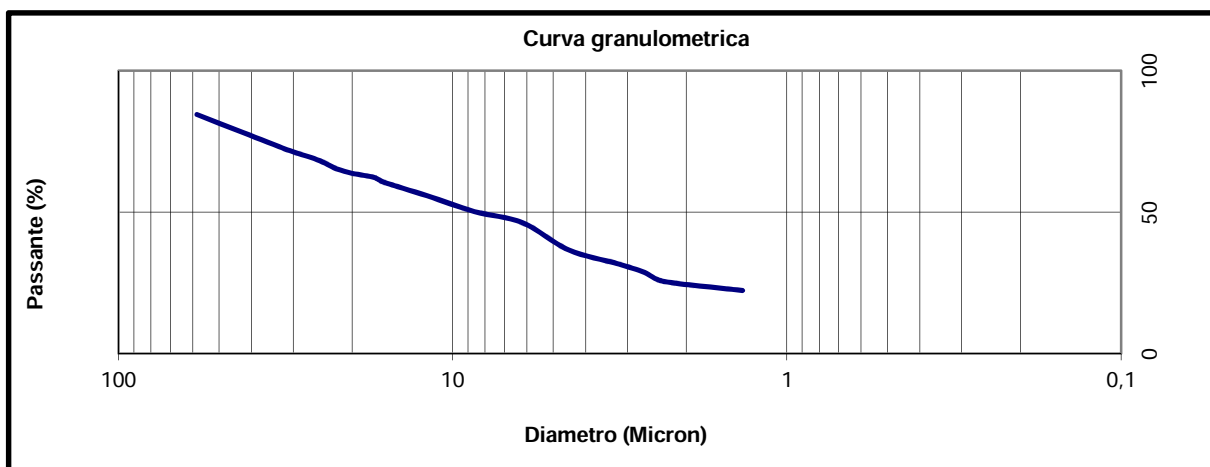


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_D2 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C12 del 07/08/2018 (8,70m – 9,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | |
|---|------|
| Massa iniziale secca | 50,0 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 3,8 |
| Passante % | 92,4 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 58,24 | 84,54 |
| 42,36 | 78,16 |
| 30,76 | 71,78 |
| 25,44 | 68,59 |
| 22,31 | 65,40 |
| 20,07 | 63,81 |
| 18,38 | 63,01 |
| 17,07 | 62,21 |
| 16,06 | 60,62 |
| 11,94 | 55,83 |
| 8,61 | 50,25 |
| 6,17 | 46,26 |
| 4,50 | 36,69 |
| 3,23 | 31,90 |
| 2,66 | 28,71 |
| 2,33 | 25,52 |
| 1,36 | 22,33 |



Lo Sperimentatore
Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Michele Mazzoni
Dott. Gen. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C)
Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

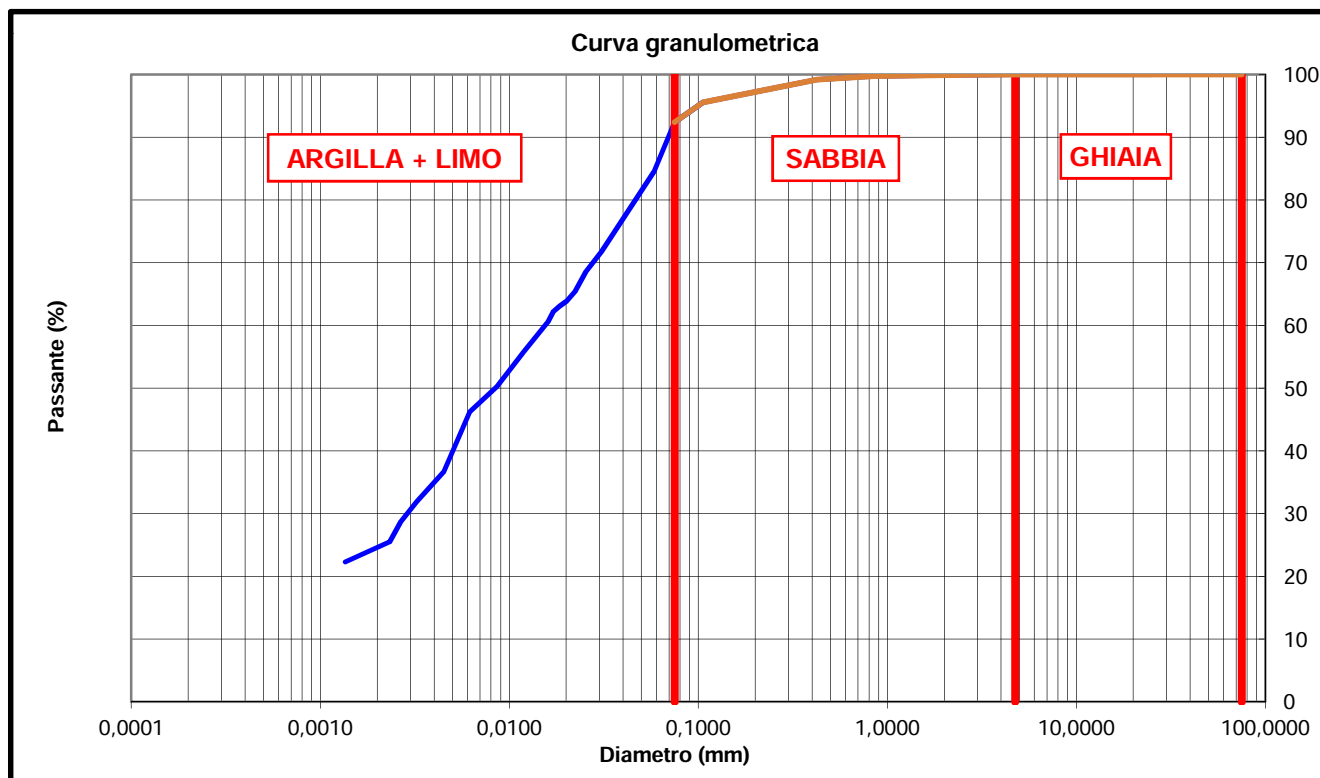
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G2 | Data emissione | 20/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_D2 | Data emissione | 20/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 99,9 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 99,2 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 92,4 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 0,0 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 7,6 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 92,4 |



Note:

% Argilla (Racc. AGI 1990): 24,44

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

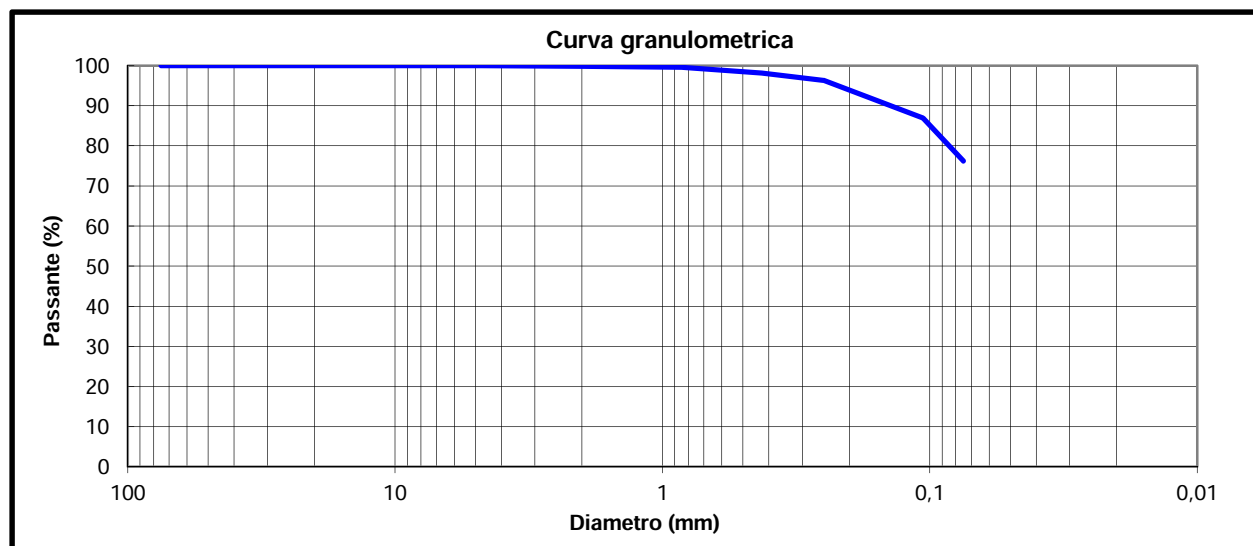
| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G3 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione a disturbo limitato | | |
| Identificazione campione | S6C11 del 06/08/2018 (5,00m - 5,30m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 189,3 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 45,6 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 143,7 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 0,6 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4,75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 2,0 | 0,3 | 0,2 | 99,8 |
| 0,85 | 0,5 | 0,4 | 99,6 |
| 0,425 | 2,7 | 1,8 | 98,2 |
| 0,250 | 3,5 | 3,7 | 96,3 |
| 0,106 | 17,9 | 13,2 | 86,8 |
| 0,075 | 20,1 | 23,8 | 76,2 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

76,2



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

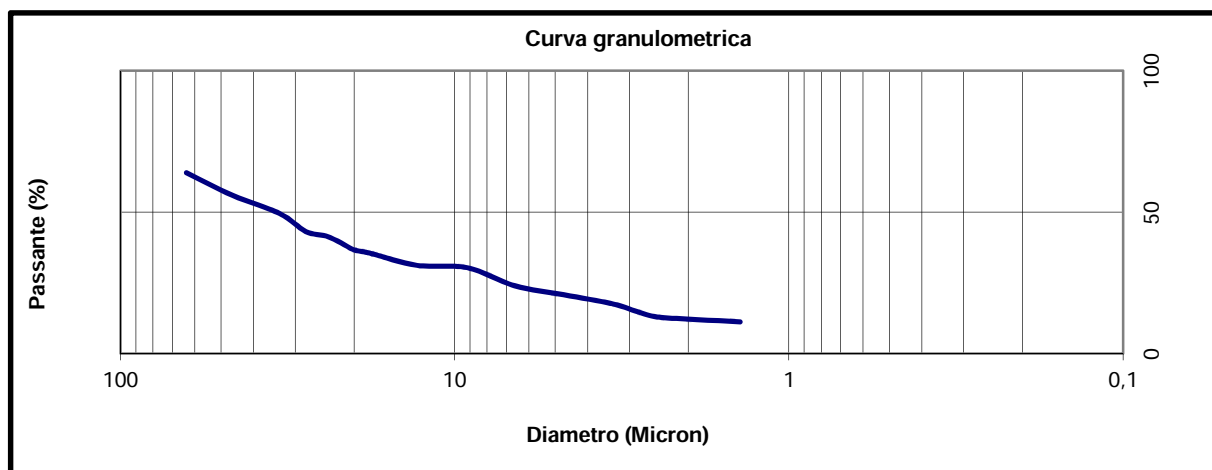


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_D3 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione a disturbo limitato | | |
| Identificazione campione | S6C11 del 06/08/2018 (5,00m - 5,30m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | |
|---|------|
| Massa iniziale secca | 50,0 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 11,9 |
| Passante % | 76,2 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 63,48 | 63,95 |
| 46,23 | 55,95 |
| 33,43 | 49,56 |
| 27,89 | 43,16 |
| 24,28 | 41,57 |
| 21,88 | 39,17 |
| 20,13 | 36,77 |
| 18,68 | 35,97 |
| 17,52 | 35,17 |
| 12,95 | 31,17 |
| 9,18 | 30,37 |
| 6,62 | 23,98 |
| 4,72 | 20,78 |
| 3,37 | 17,58 |
| 2,78 | 14,39 |
| 2,41 | 12,79 |
| 1,40 | 11,19 |



Lo Sperimentatore
Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Michele Mazzoni
Dott. Gen. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C)
Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

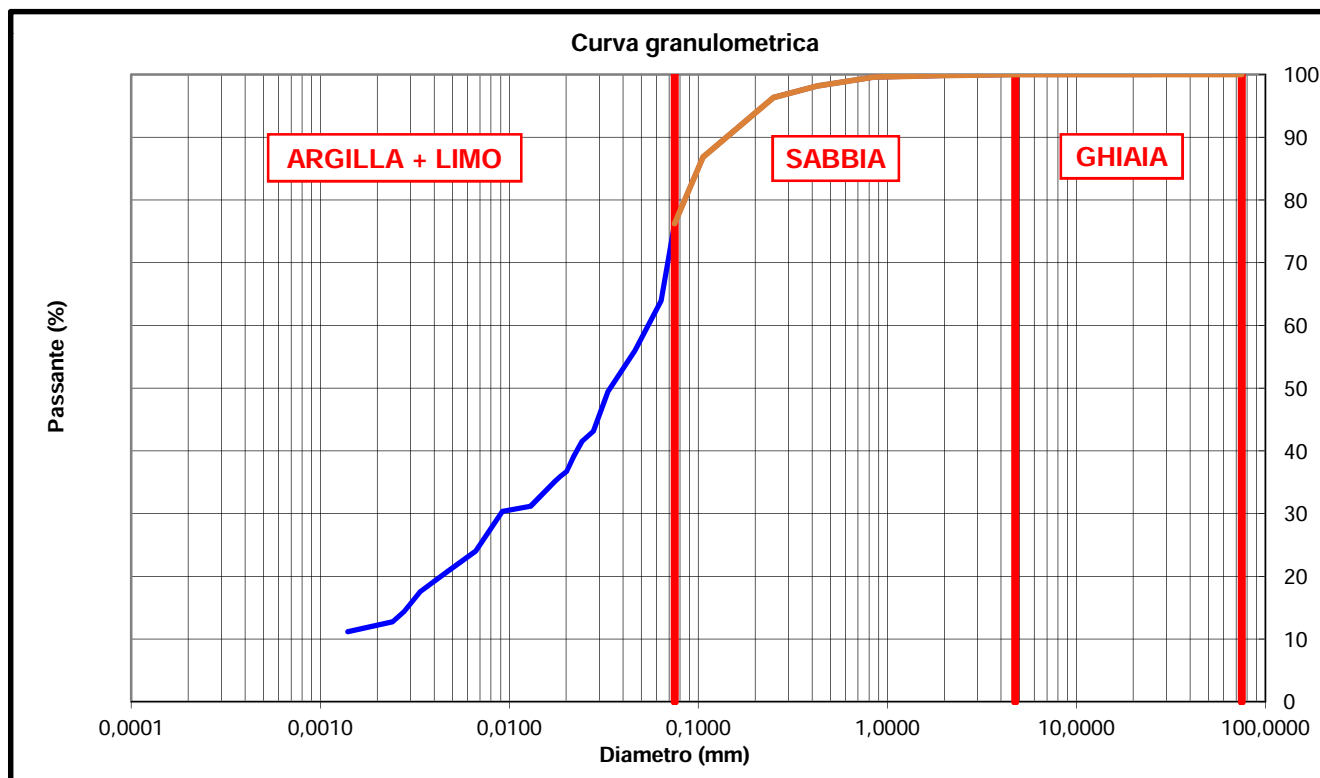
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G3 | Data emissione | 20/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_D3 | Data emissione | 20/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 99,8 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 98,2 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 76,2 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 0,0 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 23,8 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 76,2 |



Note:

% Argilla (Racc. AGI 1990): 12,13

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 1

Mod Gt 404.1 - Rev 5 del 15/02/12

**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SETACCIATURA (ASTM D 422/63:2007)**

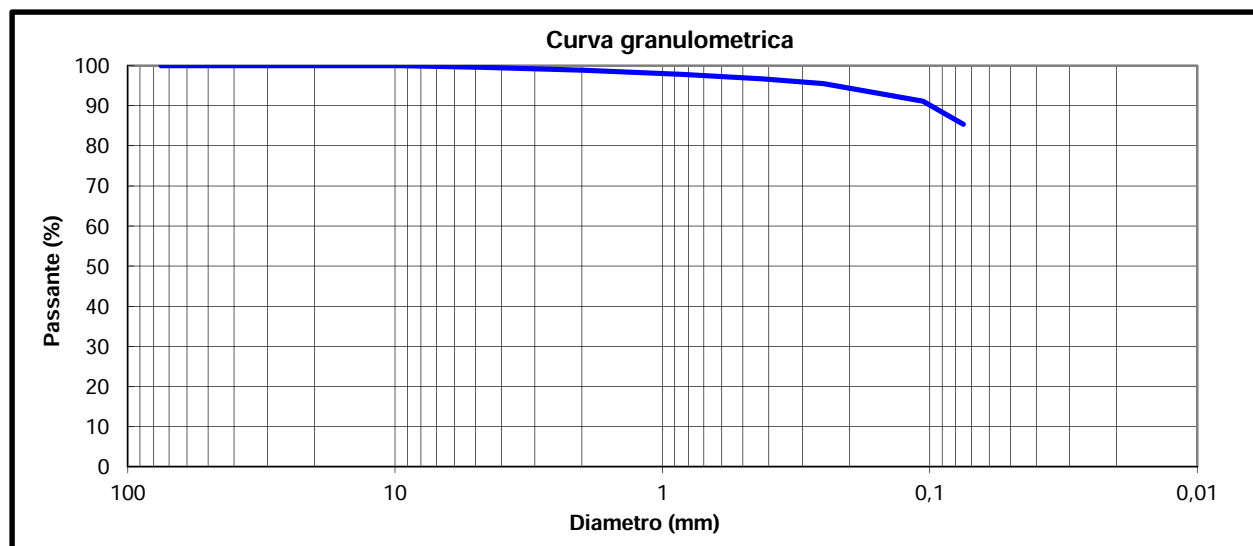
| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G4 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S6CI2 del 06/08/2018 (12,50m - 13,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | |
|---|-------|
| Massa totale essicata M1 (g) | 275,6 |
| Massa totale essicata M2 (g) | 40,9 |
| Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g) | 234,7 |
| Materiale nel recipiente di fondo P (g) | 0,6 |

| Setacci | Trattenuto | Trattenuto | Passante |
|---------|------------|------------|----------|
| mm | g | % | % |
| 75 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 37,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4,75 | 1,3 | 0,5 | 99,5 |
| 2,0 | 1,9 | 1,2 | 98,8 |
| 0,85 | 2,9 | 2,2 | 97,8 |
| 0,425 | 3,1 | 3,3 | 96,7 |
| 0,250 | 3,3 | 4,5 | 95,5 |
| 0,106 | 11,9 | 8,9 | 91,1 |
| 0,075 | 15,9 | 14,6 | 85,4 |

% Fini passanti allo staccio 0,075 mm

85,4



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geo. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Stacci a lamiera perforata Glenhammer sieves (Cod. int. SL50-C, SL25-C, SL19-C, SL4.75-C), stacci a rete Tecnotest (Cod. int. SR37500-C, SR9500-C, SR2000-C, SR425-C, SR250-C, SR106-C, SR75-C) e SIMCERLAB (Cod. int. SR850-C)

Note

Studio MM S.r.l. Soc. unipersonale - P.IVA 02417780349 Iscr. C.C.I.A.A. n. 236371 Cap. soc. € 10.000,00 i.v.

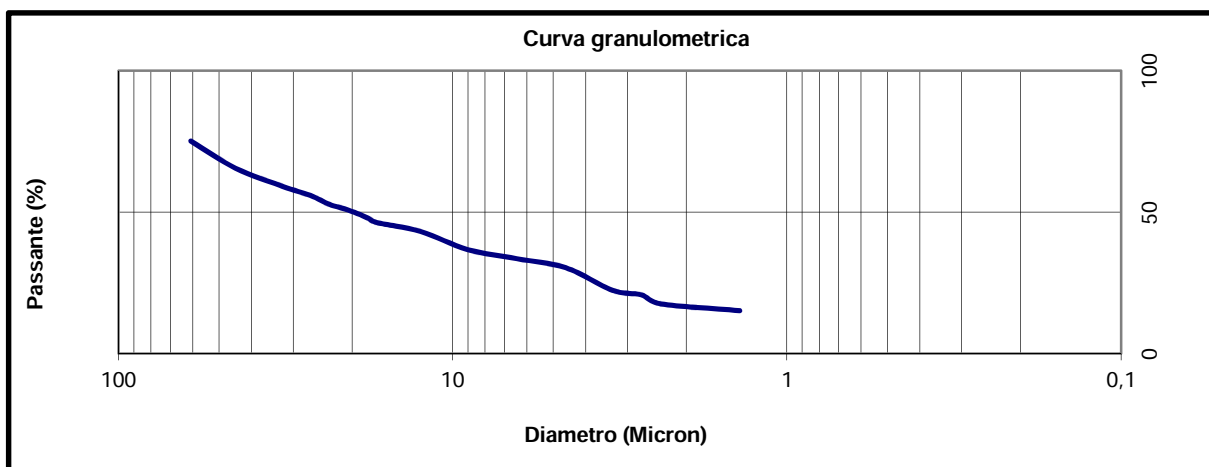


**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422/63:2007)**

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_D4 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S6CI2 del 06/08/2018 (12,50m - 13,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

| | |
|---|------|
| Massa iniziale secca | 50,0 |
| Massa trattenuta al vaglio ASTM n°200 secca | 7,3 |
| Passante % | 85,4 |

| Diametro equivalente dei grani (Micron) | Passante (%) |
|--|-----------------|
| 60,72 | 75,14 |
| 44,61 | 65,55 |
| 32,31 | 59,15 |
| 26,69 | 55,95 |
| 23,38 | 52,76 |
| 21,03 | 51,16 |
| 19,30 | 49,56 |
| 17,97 | 47,96 |
| 16,90 | 46,36 |
| 12,47 | 43,16 |
| 9,00 | 36,77 |
| 6,43 | 33,57 |
| 4,59 | 30,37 |
| 3,32 | 22,38 |
| 2,73 | 20,78 |
| 2,38 | 17,58 |
| 1,38 | 15,19 |



Lo Sperimentatore
Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Michele Mazzoni
Dott. Gen. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Setaccio a rete - Tecnotest 0,075 mm (Codice interno SR75-C)
Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

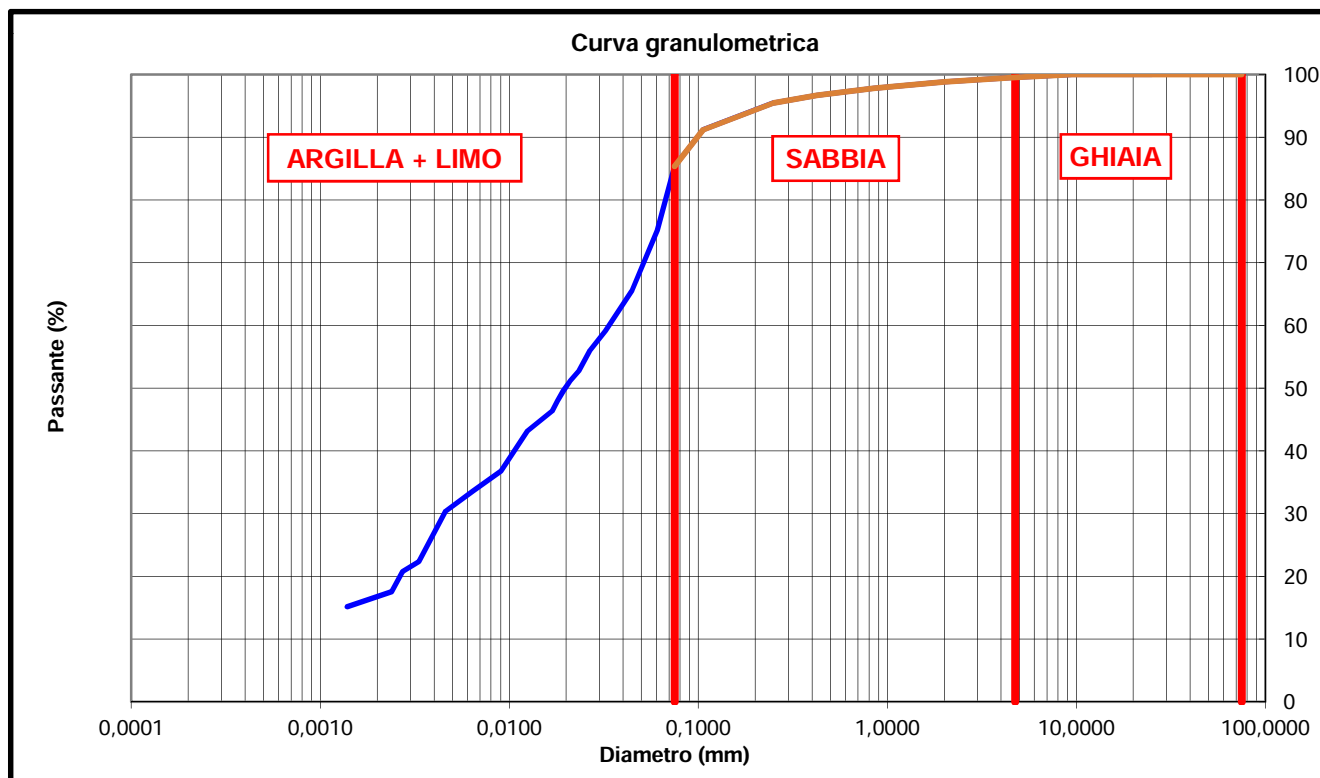
| | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G4 | Data emissione | 20/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_D4 | Data emissione | 20/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Classificazione granulometrica (ASTM D2488-84)

| | |
|-------------------------------------|------|
| Passante al setaccio ASTM N°10 (%) | 98,8 |
| Passante al setaccio ASTM N°40 (%) | 96,7 |
| Passante al setaccio ASTM N°200 (%) | 85,4 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Frazione Ciottolosa (%) | 0,0 |
| Frazione Ghiaiosa (%) | 0,5 |
| Frazione Sabbiosa (%) | 14,2 |
| Frazione Limosa e Argillosa (%) | 85,4 |



Note:

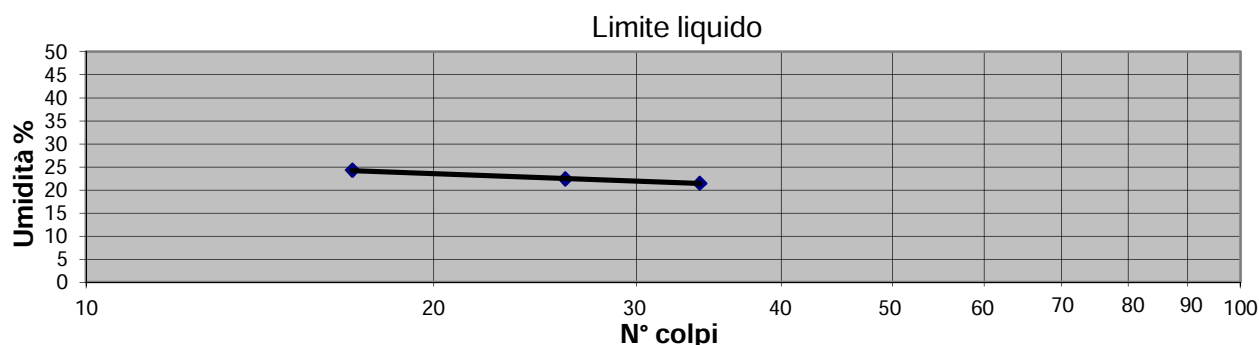
% Argilla (Racc. AGI 1990): 16,66

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_LIM1 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C11 del 07/08/2018 (3,70m - 4,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 60,93 | 54,19 | 26,52 | 27,67 | 24,4 | 17 |
| 2 | 52,28 | 47,55 | 26,48 | 21,06 | 22,5 | 26 |
| 3 | 53,63 | 48,77 | 26,21 | 22,57 | 21,5 | 34 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 23 | n.d. | N.P. |

Lo Sperimentatore

Alex Onofri
Dott. Alex Onofri

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G1 | Data emissione | 20/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_LIM1 | Data emissione | 20/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 100,0 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 99,6 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 49,8 |
| Limite Liquido | 23 |
| Indice Plastico | N.P. |
| Indice di Gruppo | 3 |

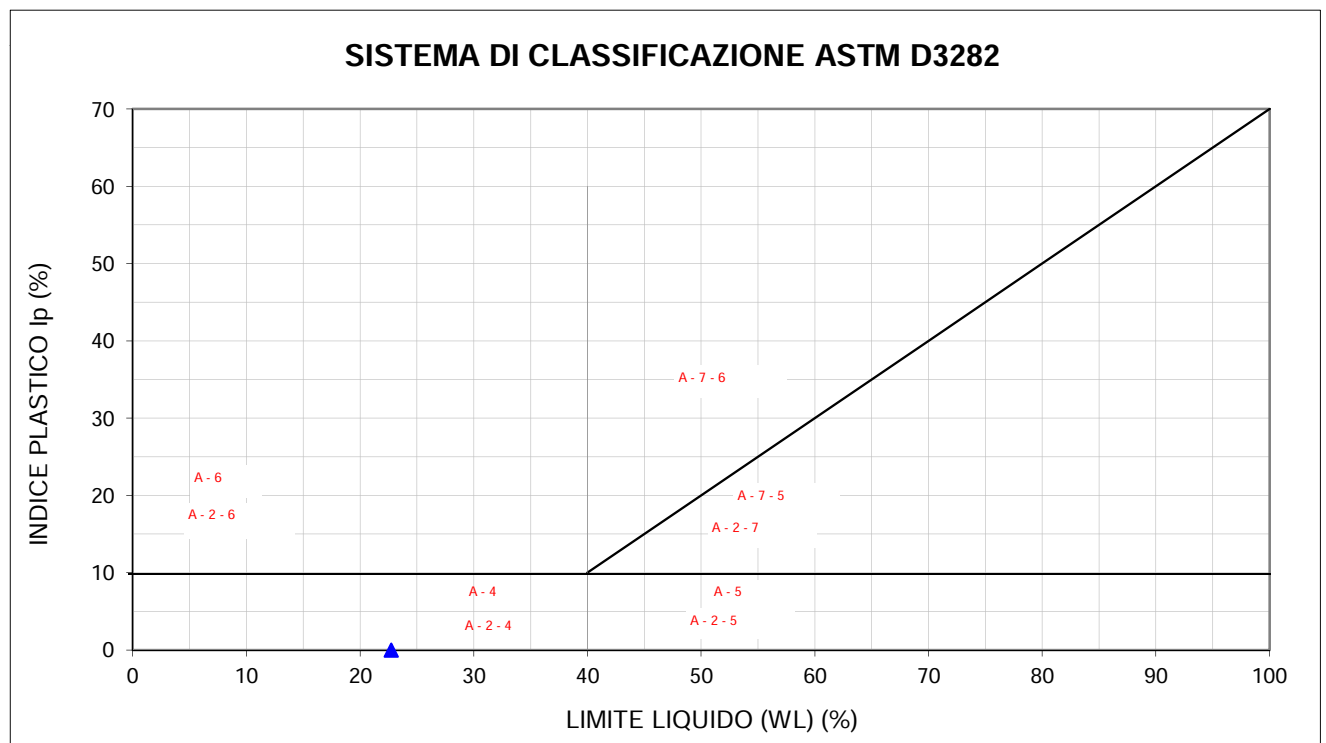


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

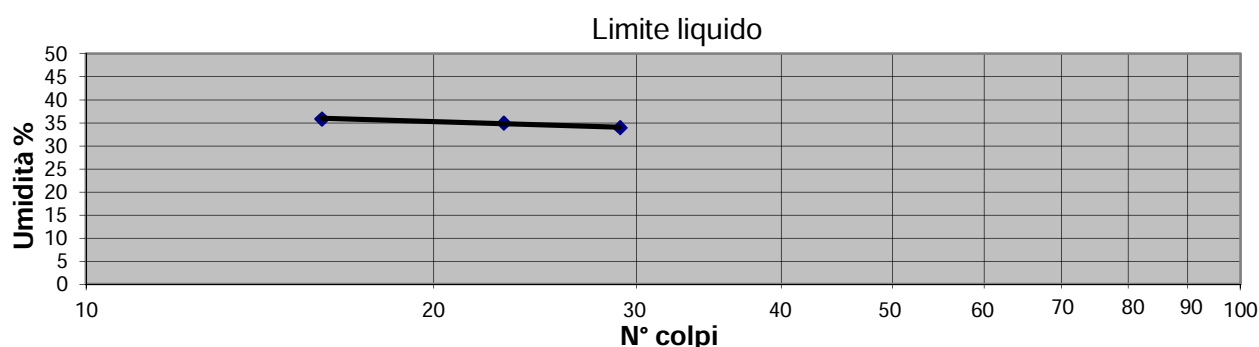
| | |
|---------------------------|-----|
| Gruppo di classificazione | A 4 |
|---------------------------|-----|

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_LIM2 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C12 del 07/08/2018 (8,70m – 9,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 51,14 | 44,57 | 26,25 | 18,32 | 35,9 | 16 |
| 2 | 52,43 | 45,18 | 24,47 | 20,71 | 35,0 | 23 |
| 3 | 48,57 | 42,96 | 26,47 | 16,50 | 34,0 | 29 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | 32,40 | 31,36 | 26,06 | 5,31 | 19,6 |
| 2 | 32,16 | 31,02 | 25,49 | 5,53 | 20,5 |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 35 | 20 | 15 |

Lo Sperimentatore

Alex Onorandini
Dott. Alex Onorandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G2 | Data emissione | 20/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_LIM2 | Data emissione | 20/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 99,9 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 99,2 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 92,4 |
| Limite Liquido | 35 |
| Indice Plastico | 15 |
| Indice di Gruppo | 10 |

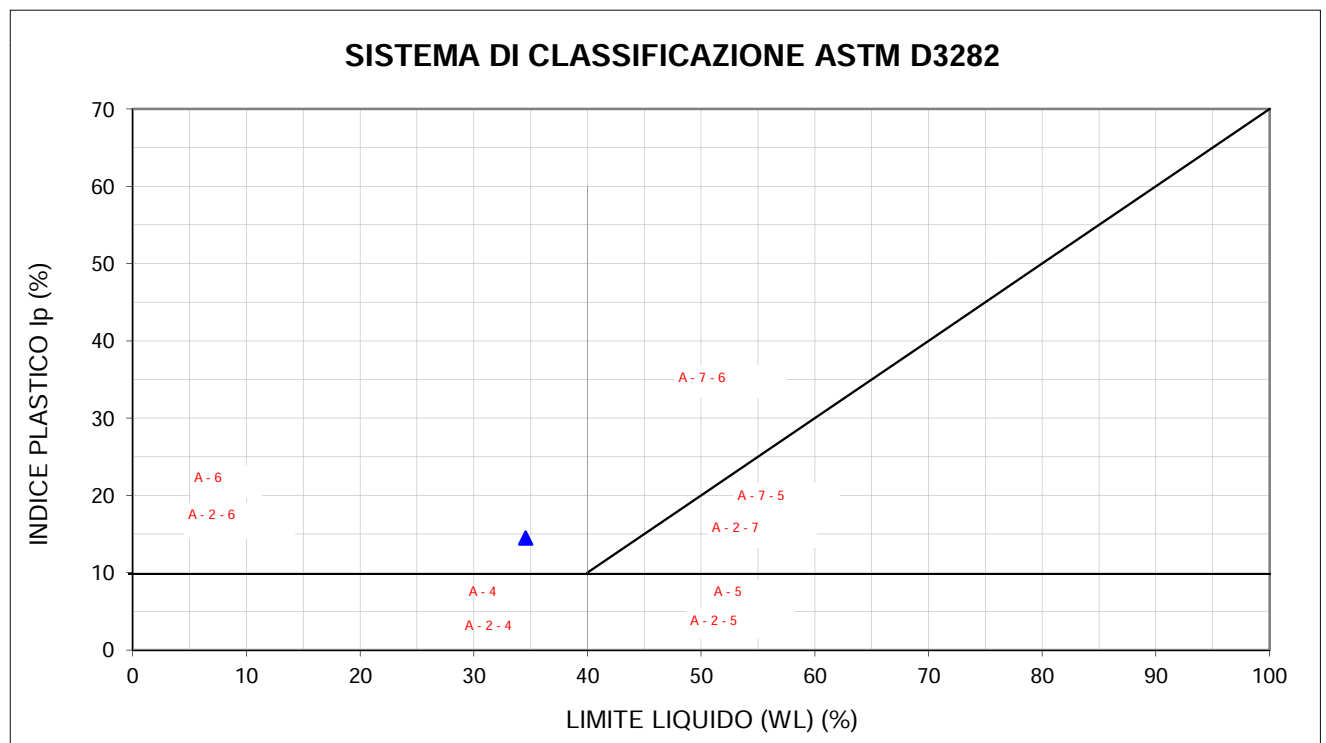


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

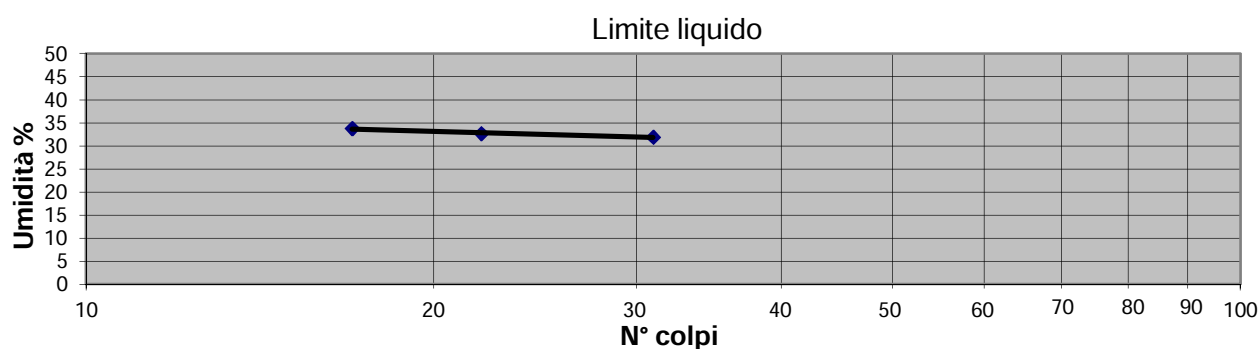
| | |
|----------------------------------|------------|
| Gruppo di classificazione | A 6 |
|----------------------------------|------------|

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_LIM3 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione a disturbo limitato | | |
| Identificazione campione | S6C11 del 06/08/2018 (5,00m - 5,30m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 54,24 | 47,24 | 26,54 | 20,71 | 33,8 | 17 |
| 2 | 56,91 | 49,36 | 26,25 | 23,10 | 32,7 | 22 |
| 3 | 59,01 | 51,11 | 26,34 | 24,76 | 31,9 | 31 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | 32,61 | 31,56 | 26,13 | 5,43 | 19,2 |
| 2 | 32,59 | 31,58 | 26,35 | 5,23 | 19,2 |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 32 | 19 | 13 |

Lo Sperimentatore

Alex Onorandini
Dott. Alex Onorandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G3 | Data emissione | 20/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_LIM3 | Data emissione | 20/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 99,8 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 98,2 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 76,2 |
| Limite Liquido | 32 |
| Indice Plastico | 13 |
| Indice di Gruppo | 9 |

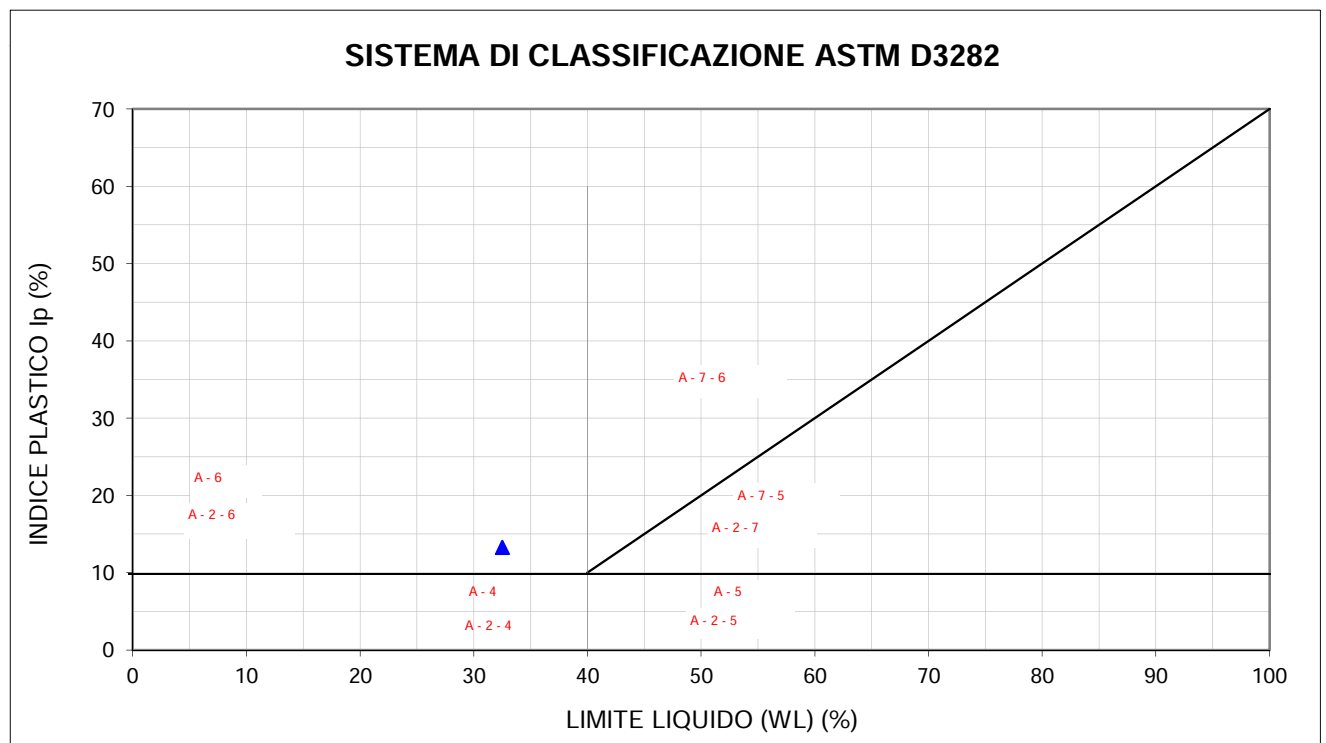


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

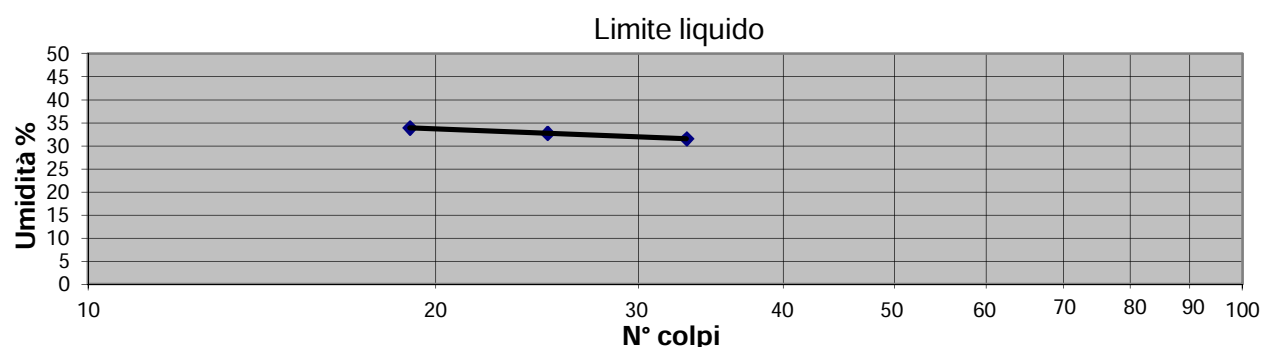
| | |
|---------------------------|-----|
| Gruppo di classificazione | A 6 |
|---------------------------|-----|

Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM D4318:2010)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_LIM4 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S6C12 del 06/08/2018 (12,50m - 13,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 - 27/10/2018 | 20/11/2018 |

Limite Liquido

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua | Chiusura solco |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) | n° colpi |
| 1 | 58,60 | 50,37 | 26,10 | 24,27 | 33,9 | 19 |
| 2 | 54,55 | 47,65 | 26,58 | 21,07 | 32,7 | 25 |
| 3 | 55,25 | 48,18 | 25,76 | 22,41 | 31,6 | 33 |



Limite Plastico

| Provino | Massa umida + capsula | Massa secca + capsula | Massa capsula | Massa netta secca | Contenuto in acqua |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| (n°) | (g) | (g) | (g) | (g) | (%) |
| 1 | 37,04 | 35,20 | 26,24 | 8,96 | 20,6 |
| 2 | 31,46 | 30,65 | 26,51 | 4,14 | 19,4 |

| Limite Liquido | Limite Plastico | Indice di Plasticità |
|----------------|-----------------|----------------------|
| % | % | % |
| 33 | 20 | 13 |

Lo Sperimentatore

Alex Onorandini
Dott. Alex Onorandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Attrezzatura per limite di liquidità e di plasticità (Codice interno CU02)

Note

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_G4 | Data emissione | 20/11/2018 |
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_LIM4 | Data emissione | 20/11/2018 |

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (ASTM D3282:2004)

| | Risultati prove |
|----------------------------------|-----------------|
| Passante setaccio ASTM n°10 (%) | 98,8 |
| Passante setaccio ASTM n°40 (%) | 96,7 |
| Passante setaccio ASTM n°200 (%) | 85,4 |
| Limite Liquido | 33 |
| Indice Plastico | 13 |
| Indice di Gruppo | 9 |

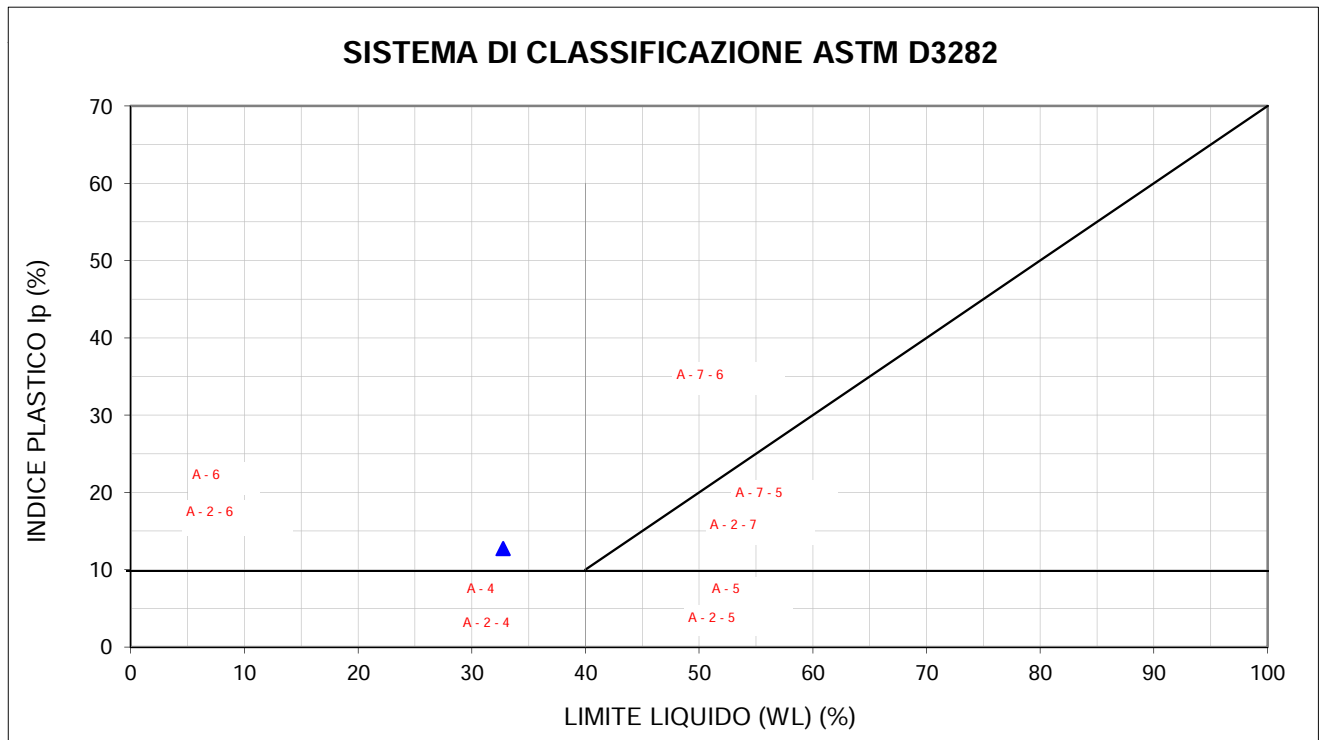


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione ASTM D3282

Gruppo di classificazione

A 6

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TD1 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C11 del 07/08/2018 (3,70m – 4,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 1,96 | 2,64 | 20,4 |
| Provino2 | 1,96 | 2,64 | 20,6 |
| Provino3 | 1,96 | 2,64 | 20,6 |

CONSOLIDAZIONE

| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | (daN/cm ²) | (h) | (mm) |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,59 |
| 2 | 2,452 | 24 | 0,94 |
| 3 | 3,432 | 24 | 1,20 |

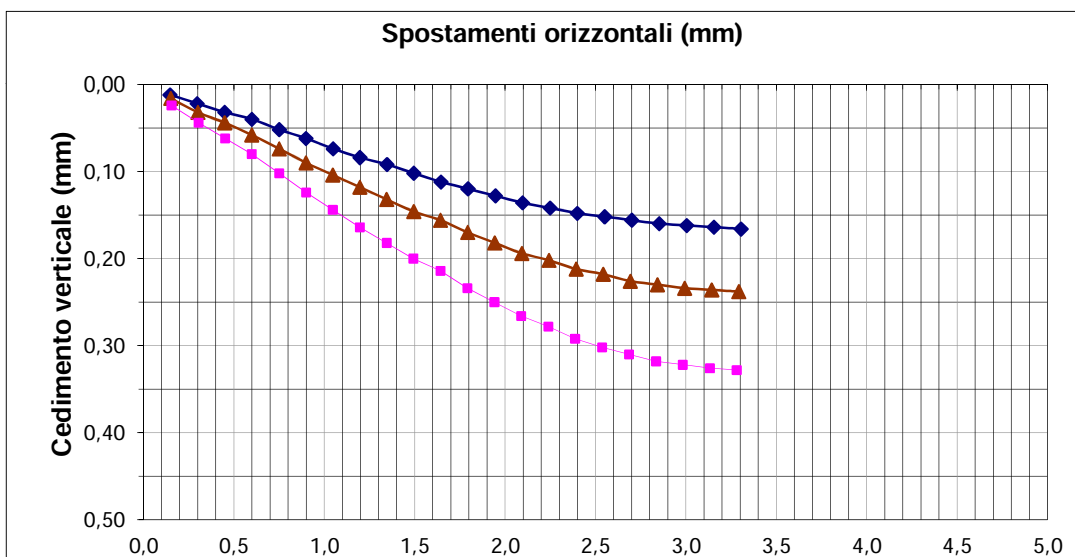
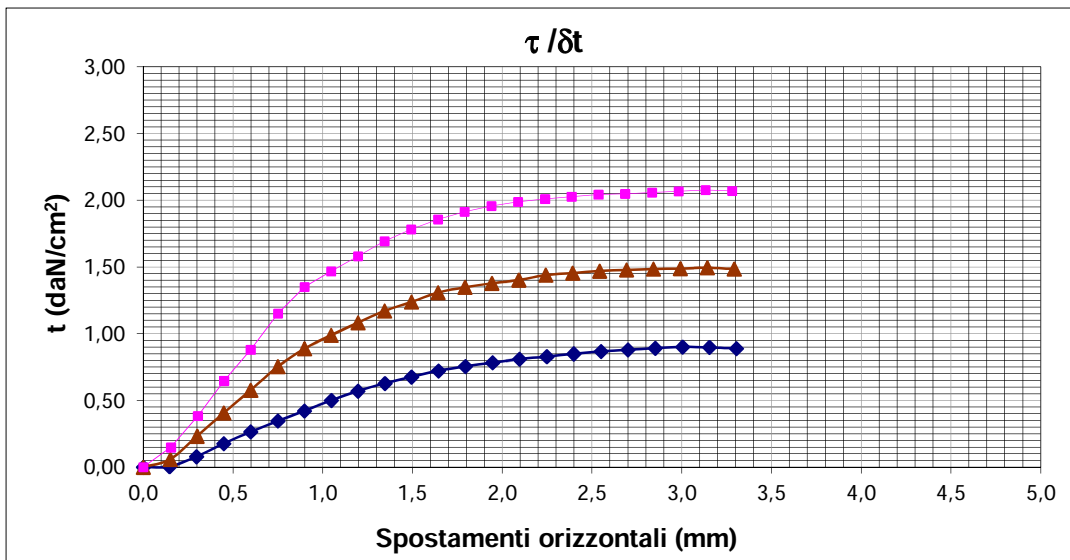


Rapporto di prova N°

CEB_631-2018_TD1

Data emissione

20/11/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gerl. Mazzoni Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,005 mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Tecnotest (Codice interno CC05-T)
Potenziometri - Leane (Codice interno PZ03-T, PZ04-T)
Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
(Codice interno TD02)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

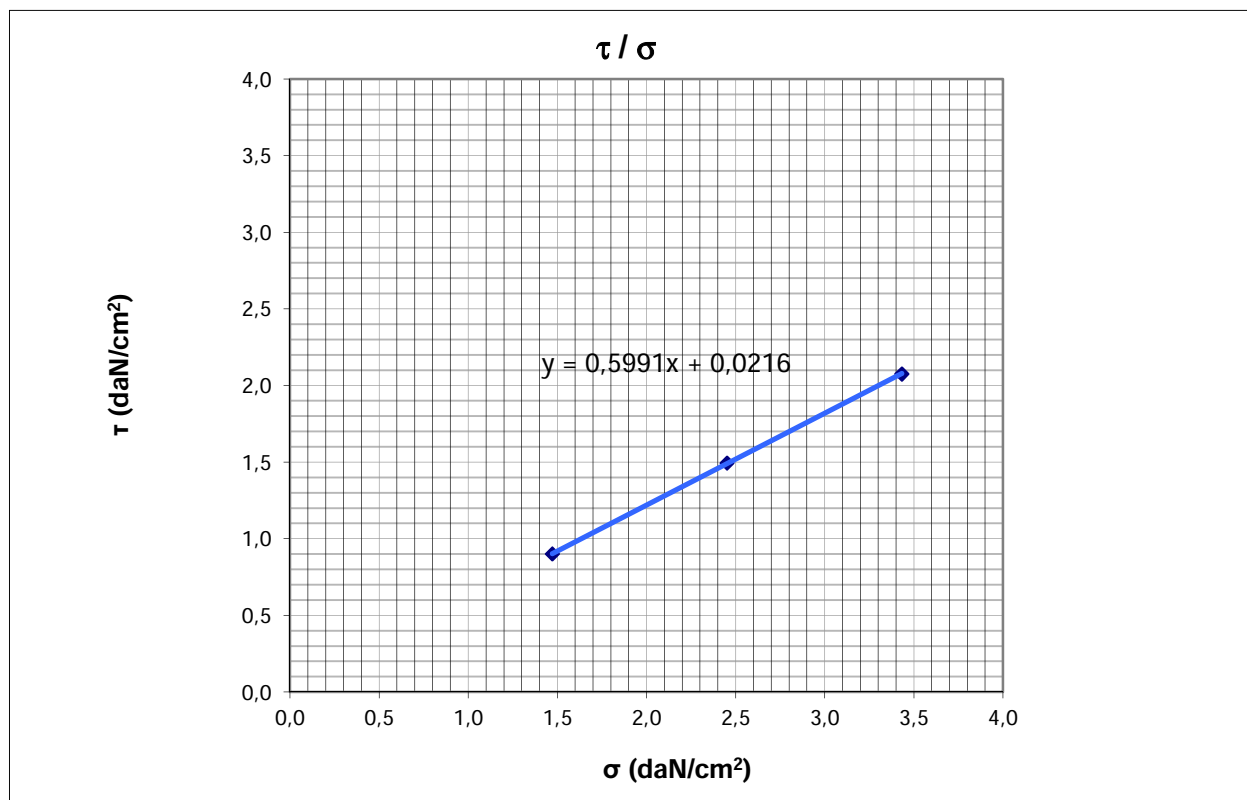
| | | | |
|----------------------|------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TD1 | Data emissione | 20/11/2018 |
|----------------------|------------------|----------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,901 | 1,471 | 3,00 | 0,162 |
| 2 | 1,494 | 2,452 | 3,14 | 0,236 |
| 3 | 2,076 | 3,432 | 3,13 | 0,326 |

| | | |
|---------------------------|------------------------|------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 30,9 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,02 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TD2 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5Cl2 del 07/08/2018 (8,70m – 9,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 1,96 | 2,69 | 23,6 |
| Provino2 | 1,96 | 2,69 | 23,6 |
| Provino3 | 1,96 | 2,69 | 23,5 |

CONSOLIDAZIONE

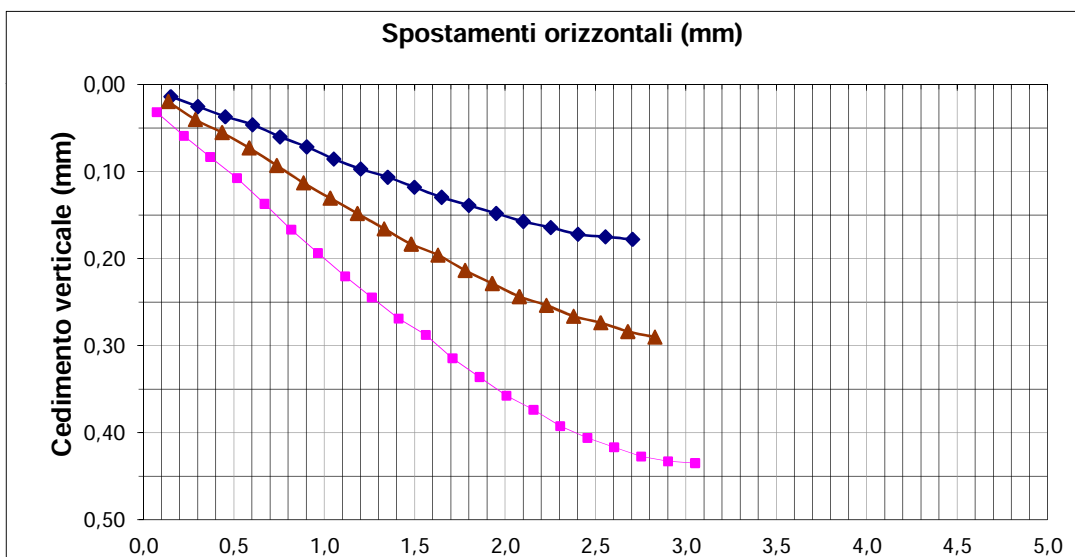
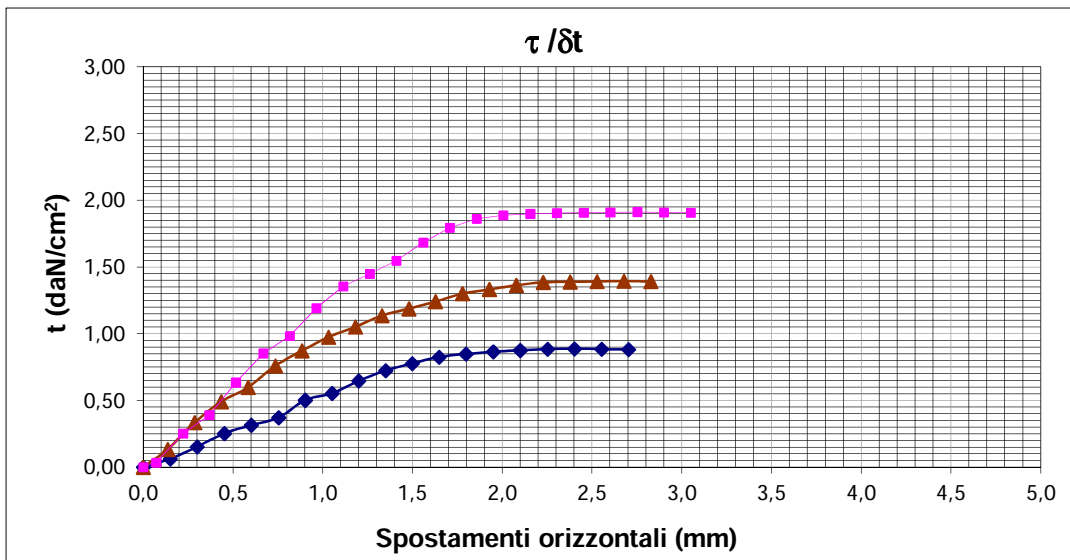
| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | (daN/cm ²) | (h) | (mm) |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,59 |
| 2 | 2,452 | 24 | 0,98 |
| 3 | 3,432 | 24 | 1,30 |

Rapporto di prova N°

CEB_631-2018_TD2

Data emissione

20/11/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
 Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
 Consulenza materie prime e prove materiali
 Dott. Gerl. Mazzoni Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,005 mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Tecnotest (Codice interno CC05-T)
 Potenzimetri - Leane (Codice interno PZ03-T, PZ04-T)
 Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
 (Codice interno TD02)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

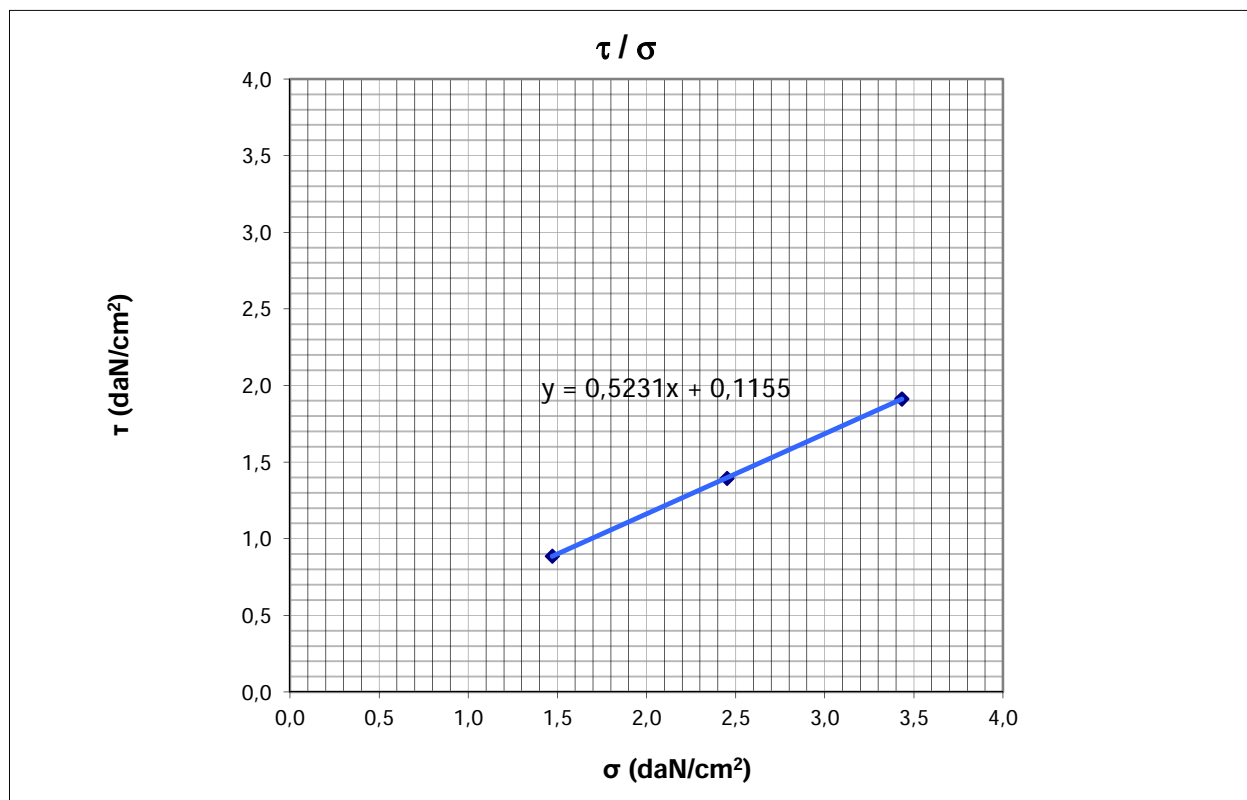
| | | | |
|----------------------|------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TD2 | Data emissione | 20/11/2018 |
|----------------------|------------------|----------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,887 | 1,471 | 2,40 | 0,172 |
| 2 | 1,394 | 2,452 | 2,68 | 0,283 |
| 3 | 1,913 | 3,432 | 2,75 | 0,427 |

| | | |
|---------------------------|------------------------|------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 27,6 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,12 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TD3 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione a disturbo limitato | | |
| Identificazione campione | S6Cl1 del 06/08/2018 (5,00m – 5,30m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 1,96 | 2,68 | 23,6 |
| Provino2 | 1,96 | 2,68 | 23,6 |
| Provino3 | 1,96 | 2,68 | 23,4 |

CONSOLIDAZIONE

| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | (daN/cm ²) | (h) | (mm) |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,91 |
| 2 | 2,452 | 24 | 1,27 |
| 3 | 3,432 | 24 | 1,61 |



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 2 di 2

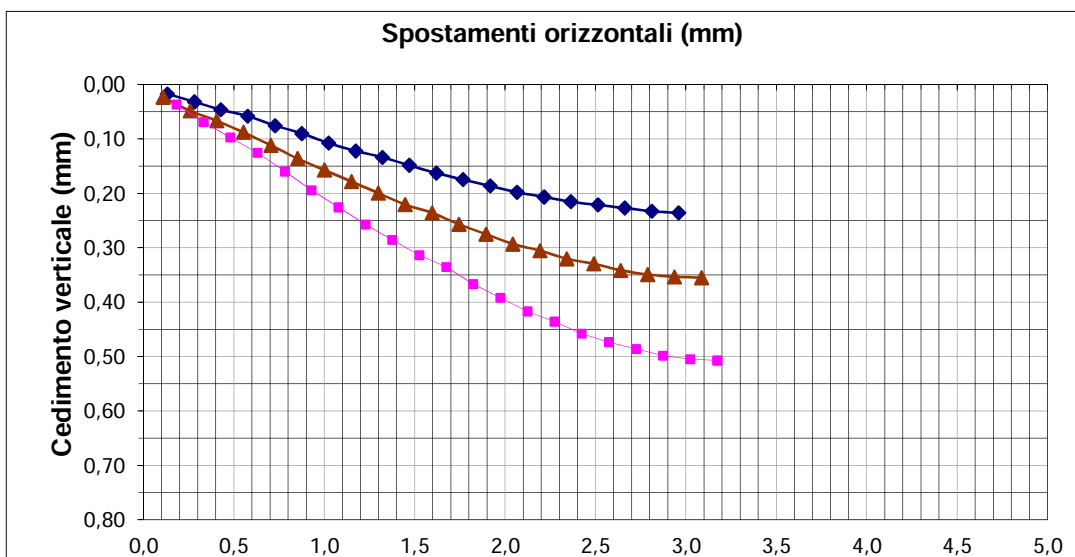
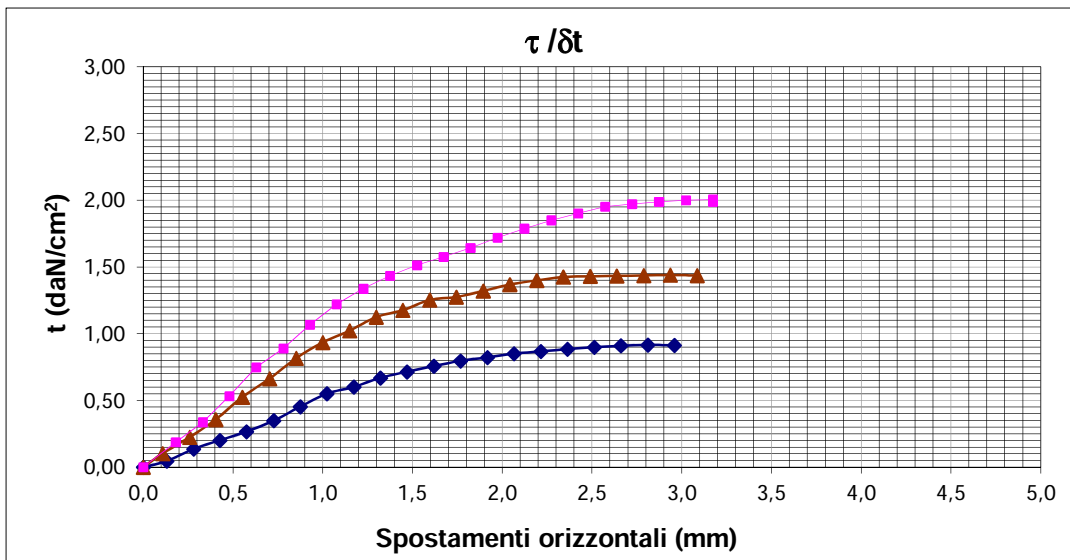
Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

Rapporto di prova N°

CEB_631-2018_TD3

Data emissione

20/11/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M

Consulenza materie prime e prove materiali

Dott. Gen. Mazzoni Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,005 mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Landi (Codice interno CC01-T)
Potenziometri - Leane (Codice interno PZ01-T, PZ02-T)
Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
(Codice interno TD01)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

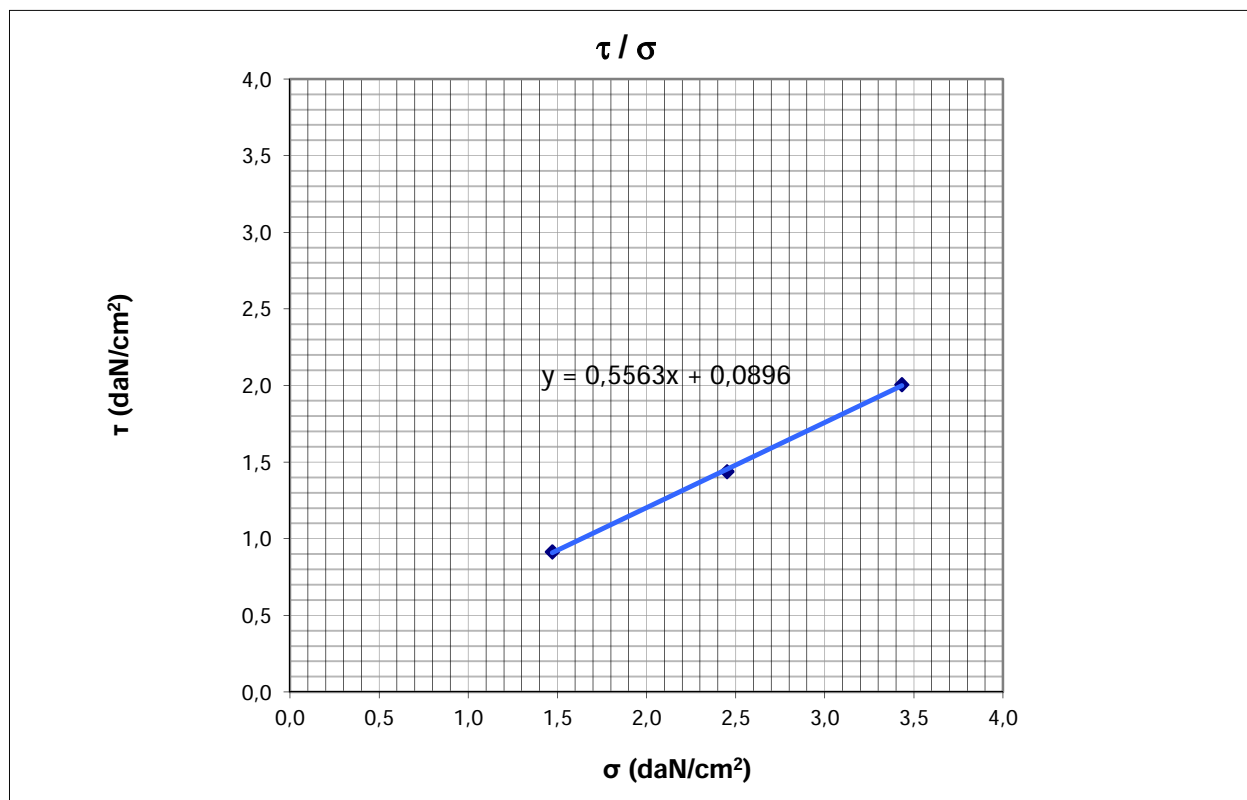
| | | | |
|----------------------|------------------|----------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TD3 | Data emissione | 20/11/2018 |
|----------------------|------------------|----------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,915 | 1,471 | 2,87 | 0,208 |
| 2 | 1,439 | 2,452 | 2,86 | 0,312 |
| 3 | 2,006 | 3,432 | 2,97 | 0,451 |

| | | |
|---------------------------|------------------------|------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 29,1 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,09 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 1 di 2

Mod GT 412 - rev 5 del 15/09/2017

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080:2011, Racc. AGI/94)

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TD4 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S6Cl2 del 06/08/2018 (12,50m – 13,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

CONDIZIONI INIZIALI

| Campione | Peso dell'unità di volume | Peso dell'unità di volume dei granuli solidi | Contenuto in acqua |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| | (daN/dm ³) | (daN/dm ³) | (%) |
| Provino1 | 1,95 | 2,68 | 26,3 |
| Provino2 | 1,96 | 2,68 | 26,7 |
| Provino3 | 1,96 | 2,68 | 26,7 |

CONSOLIDAZIONE

| Provino | Tensione Verticale | Tempo di Consolidazione | Cedimento Finale |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | (daN/cm ²) | (h) | (mm) |
| 1 | 1,471 | 24 | 0,61 |
| 2 | 2,452 | 24 | 1,03 |
| 3 | 3,432 | 24 | 1,40 |

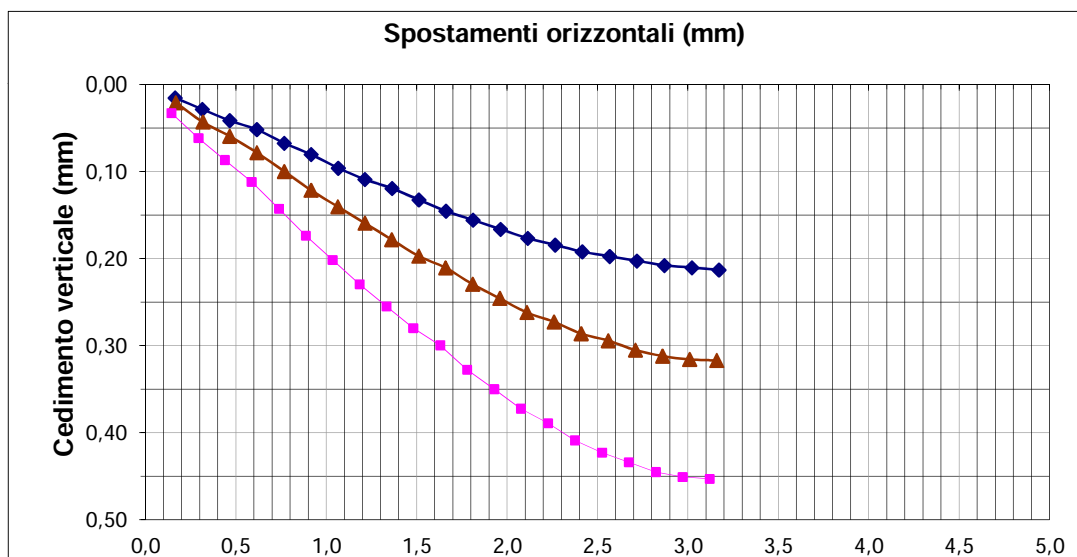
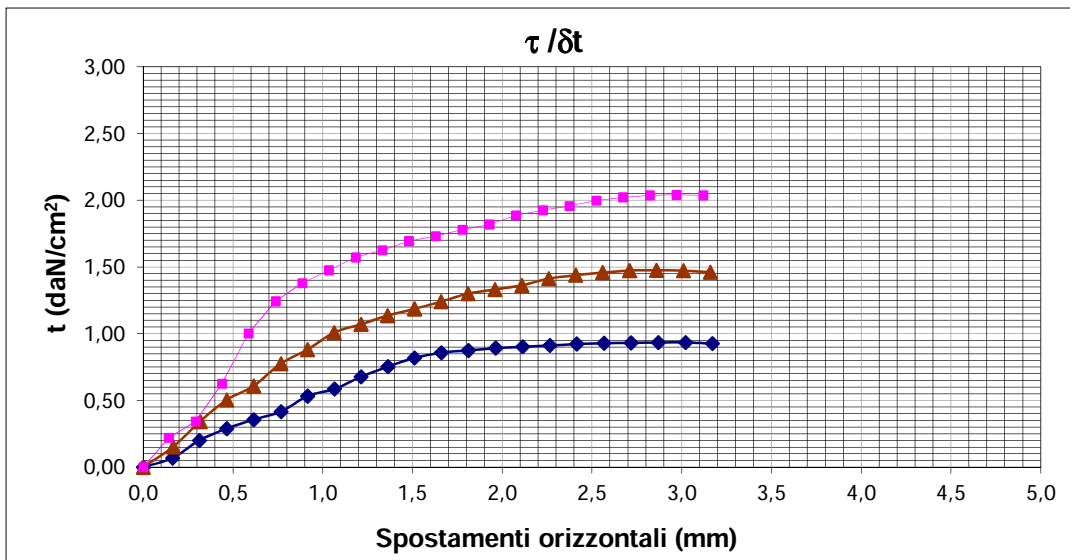


Rapporto di prova N°

CEB_631-2018_TD4

Data emissione

20/11/2018



Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

NOTE:

Velocità di deformazione: 0,005 mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova

Taglio diretto - Landi (Codice interno CC01-T)
Potenziometri - Leane (Codice interno PZ01-T, PZ02-T)
Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio
(Codice interno TD01)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

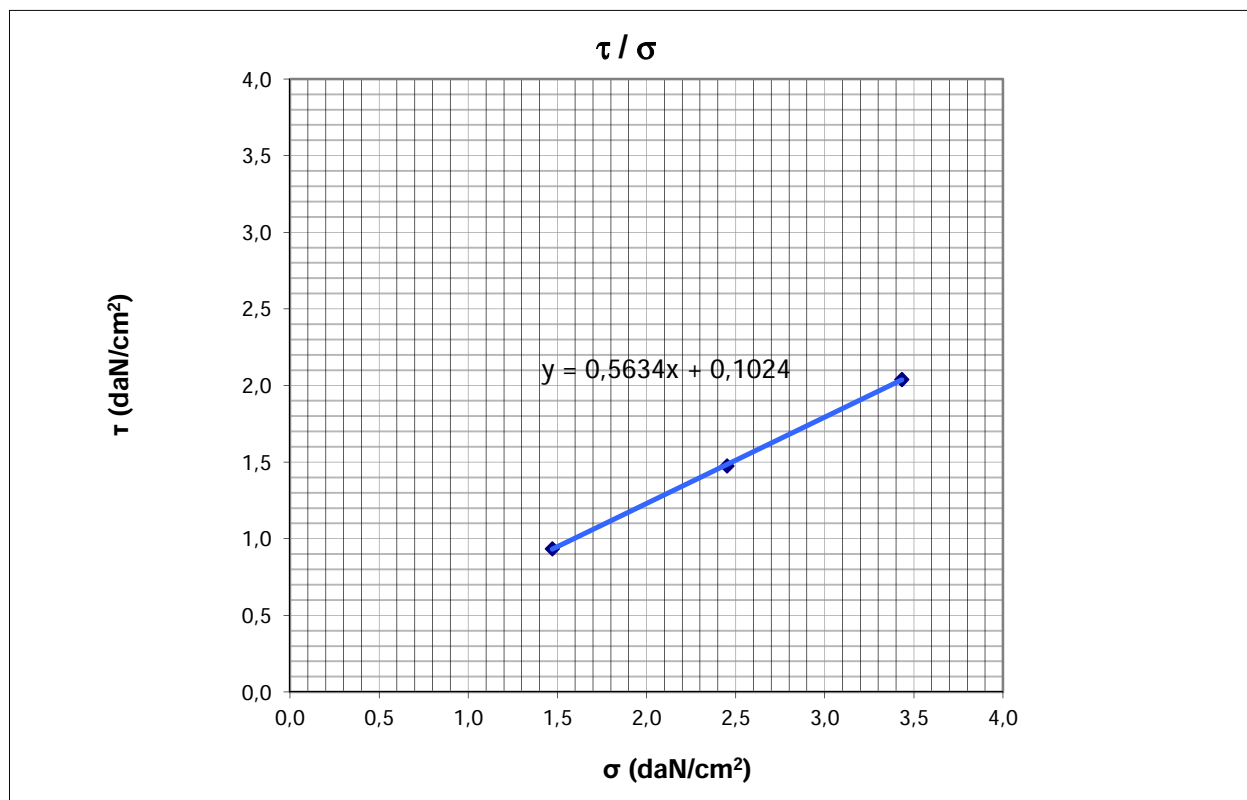
| | | | |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TD4 | Data emissione | 20/11/2018 |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------|

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

| Provino | Sforzo di Taglio | Sforzo normale | Deformazione trasversale | Deformazione normale |
|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | (mm) | (mm) |
| 1 | 0,935 | 1,471 | 2,87 | 0,208 |
| 2 | 1,476 | 2,452 | 2,86 | 0,312 |
| 3 | 2,040 | 3,432 | 2,97 | 0,451 |

| | | |
|---|------------------------|-------------|
| ANGOLO DI ATTRITO ϕ' | (gradi) | 29,4 |
| COESIONE C' | (daN/cm ²) | 0,10 |



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ' .
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell'involuppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.



Prova Triassiale Tipo CU (Racc. AGI 1994)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S5C12 del 07/08/2018 (8,70m – 9,20m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

Condizioni iniziali

| | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Altezza (mm) | 77,80 | 77,80 | 77,80 |
| Diametro (mm) | 38,10 | 38,10 | 38,10 |
| Volume (cm ³) | 88,65 | 88,65 | 88,65 |
| Peso Umido (N) | 1,75 | 1,75 | 1,76 |
| Peso di volume Umido (kN/m ³) | 19,74 | 19,69 | 19,86 |
| Peso specifico dei grani (kN/m ³) | 2,69 | 2,69 | 2,69 |
| Umidità (%) | 23,89 | 24,32 | 22,19 |
| Indice dei vuoti | 0,69 | 0,70 | 0,65 |
| Porosità (%) | 40,7 | 41,1 | 39,5 |
| Grado di Saturazione (%) | 95,3 | 95,5 | 93,0 |

Condizioni finali

| | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Altezza (mm) | 77,25 | 76,83 | 76,04 |
| Diametro (mm) | 37,75 | 37,47 | 36,93 |
| Volume (cm ³) | 86,41 | 84,69 | 81,41 |
| Peso Umido (N) | 1,74 | 1,72 | 1,71 |
| Peso di volume Umido (kN/m ³) | 20,95 | 21,11 | 21,87 |
| Peso di volume Secco (kN/m ³) | 16,99 | 17,22 | 18,39 |
| Umidità (%) | 23,33 | 22,57 | 18,92 |
| Indice dei vuoti | 0,64 | 0,62 | 0,52 |
| Porosità (%) | 39,2 | 38,3 | 34,1 |
| Grado di Saturazione (%) | 99,2 | 99,5 | 100,0 |



| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 631/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

| |
|----------------------------|
| Fase di Saturazione |
|----------------------------|

| | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------------|-------|-------|-------|------------|------|
| Provino 1 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 150,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 140,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | σ_c | BP | ui | uf | Δu | B |
| | 03/10/2018 18:00 | 50,0 | - | 13,1 | 37,8 | 24,7 | 0,49 |
| | 03/10/2018 18:10 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 04/10/2018 09:00 | 100,0 | - | 36,1 | 66,5 | 30,4 | 0,61 |
| | 04/10/2018 10:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 04/10/2018 15:00 | 150,0 | - | 72,4 | 110,8 | 38,4 | 0,77 |
| | 04/10/2018 17:00 | 150,0 | 140,0 | - | - | - | - |
| | 05/10/2018 09:00 | 200,0 | - | 130,8 | 179,9 | 49,1 | 0,98 |
| Durata saturazione : 39 ore | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------|--|----------------|-------|-------|-------|------------|------|
| Provino 2 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 150,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 140,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma$ | | ui | uf | Δu | B |
| | 03/10/2018 18:00 | 50,0 | - | 3,8 | 34,4 | 30,6 | 0,61 |
| | 03/10/2018 18:10 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 04/10/2018 09:00 | 100,0 | - | 30,0 | 69,5 | 39,5 | 0,79 |
| | 04/10/2018 10:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 04/10/2018 15:00 | 150,0 | - | 73,3 | 116,9 | 43,6 | 0,87 |
| | 04/10/2018 17:00 | 150,0 | 140,0 | - | - | - | - |
| | 05/10/2018 09:00 | 200,0 | - | 126,6 | 176,2 | 49,6 | 0,99 |
| Durata saturazione : | | 39 ore | | | | | |

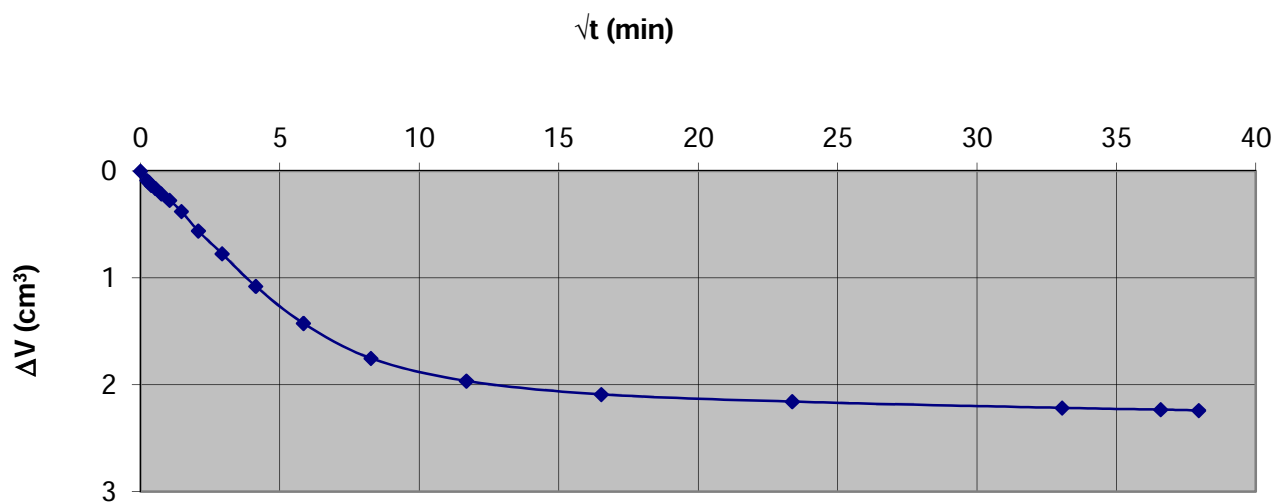
| | | | | | | | |
|----------------------|--|----------------|-------|-------|-------|------------|------|
| Provino 3 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 150,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 140,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma$ | | ui | uf | Δu | B |
| | 03/10/2018 18:00 | 50,0 | - | 4,3 | 40,2 | 35,9 | 0,72 |
| | 03/10/2018 18:10 | 50,0 | 40,0 | - | - | - | - |
| | 04/10/2018 09:00 | 100,0 | - | 39,7 | 78,1 | 38,4 | 0,77 |
| | 04/10/2018 10:00 | 100,0 | 90,0 | - | - | - | - |
| | 04/10/2018 15:00 | 150,0 | - | 85,5 | 132,1 | 46,6 | 0,93 |
| | 04/10/2018 17:00 | 150,0 | 140,0 | - | - | - | - |
| | 05/10/2018 09:00 | 200,0 | - | 127,4 | 177,3 | 49,9 | 1,00 |
| Durata saturazione : | | 39 ore | | | | | |

| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 631/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,088 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | | 0,08 | 0,105 |
| | | | | 0,15 | 0,137 |
| BP (kN/m ²) | | | | 0,28 | 0,164 |
| | | | | 0,6 | 0,215 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 86,415 | 1 | 0,275 |
| | Altezza | mm | 77,25 | 2 | 0,378 |
| | Diametro | mm | 37,75 | 4 | 0,560 |
| | Area | cm ² | 11,19 | 9 | 0,775 |
| | ΔV | % | 2,6 | 17 | 1,078 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 1,425 |
| | | | | 68 | 1,752 |
| t_{100} (min) | | | 8 | 137 | 1,964 |
| | | | | 273 | 2,089 |
| C_v (cm ² /s) | | | $9,33 \times 10^{-3}$ | 546 | 2,158 |
| | | | | 1092 | 2,216 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | | 0,079 | 1338 | 2,232 |
| | | | | 1440 | 2,239 |

Diagramma variazione di volume - tempo

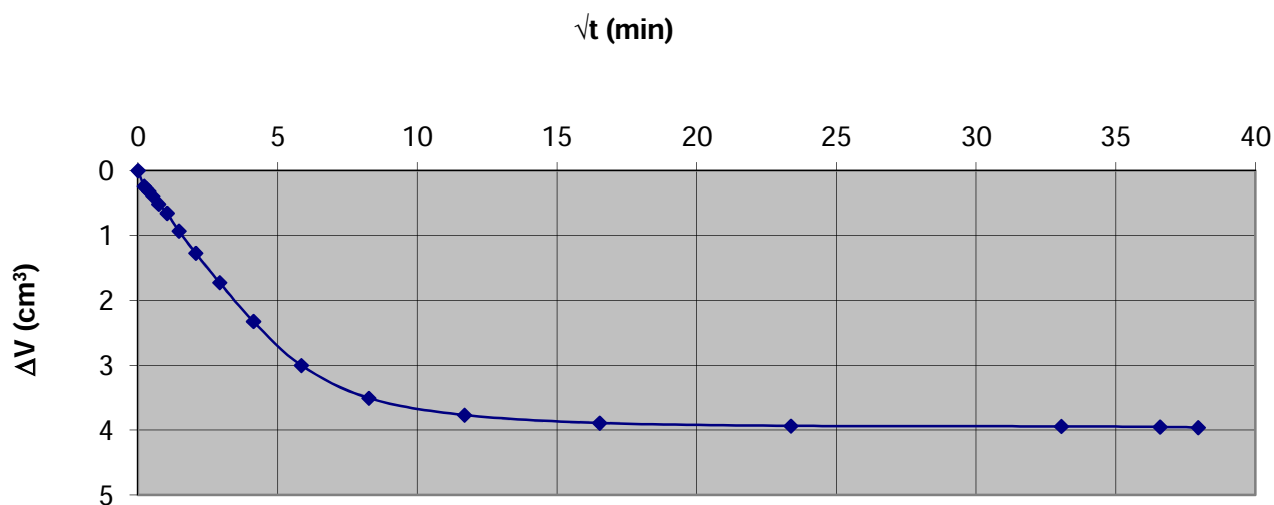


| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 631/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 2 | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,240 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | | 0,08 | 0,273 |
| | | | | 0,15 | 0,318 |
| BP (kN/m ²) | | | | 0,28 | 0,395 |
| | | | | 0,6 | 0,521 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 84,694 | 1 | 0,660 |
| | Altezza | mm | 76,83 | 2 | 0,933 |
| | Diametro | mm | 37,47 | 4 | 1,275 |
| | Area | cm ² | 11,02 | 9 | 1,727 |
| | ΔV | % | 4,7 | 17 | 2,326 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 3,003 |
| | | | | 68 | 3,508 |
| t_{100} (min) | | | 7 | 137 | 3,768 |
| | | | | 273 | 3,891 |
| C_v (cm ² /s) | | | $9,19 \times 10^{-3}$ | 546 | 3,935 |
| | | | | 1092 | 3,944 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | | 0,103 | 1338 | 3,952 |
| | | | | 1440 | 3,960 |

Diagramma variazione di volume - tempo

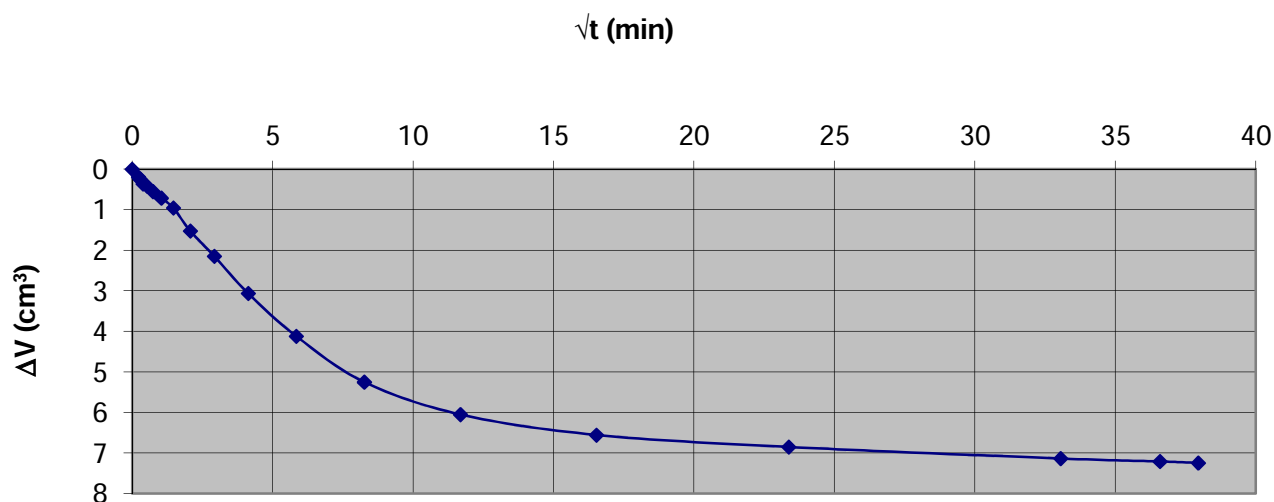


| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 631/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|--------|----------------------|-------------------------------------|
| 3 | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,197 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | | 0,08 | 0,251 |
| | | | | 0,15 | 0,366 |
| BP (kN/m ²) | | | | 0,28 | 0,424 |
| | | | | 0,6 | 0,551 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 81,411 | 1 | 0,716 |
| | Altezza | mm | 76,04 | 2 | 0,958 |
| | Diametro | mm | 36,93 | 4 | 1,526 |
| | Area | cm ² | 10,71 | 9 | 2,147 |
| | ΔV | % | 8,9 | 17 | 3,064 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 4,121 |
| | | | | 68 | 5,252 |
| t_{100} (min) | | 9 | | 137 | 6,050 |
| | | | | 273 | 6,556 |
| C_v (cm ² /s) | | $8,93 \times 10^{-3}$ | | 546 | 6,852 |
| | | | | 1092 | 7,136 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | 0,063 | | 1338 | 7,209 |
| | | | | 1440 | 7,243 |

Diagramma variazione di volume - tempo



| | | | |
|-------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova | CEB_631-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 631/2018 |
|-------------------|--------------------|-----------------|----------|

| |
|------------------------|
| Fase di Rottura |
|------------------------|

| | | |
|--------------------------------|-------------------|---------|
| Provino n° | | 1 |
| Pressione in cella | kN/m ² | 100,00 |
| Pressione di controspinta | kN/m ² | - |
| Velocità di avanzamento pressa | mm/min | 0,0790 |
| Forma del provino a rottura | | a botte |

| Avanzamento verticale | Carico assiale | Variation della pressione interstiziale | Deformazione assiale | Deformazione % | Area corretta | Sforzo tangenziale massimo | Sforzo principale efficace minimo | Sforzo principale efficace massimo | t' | s' |
|-----------------------|----------------|---|----------------------|----------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Δh | kN | ΔU | ε_1 | ε | A_c | $(\sigma_1 - \sigma_3)$ | σ'_3 | σ'_1 | $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$ | $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ |
| mm | kN | kN/m ² | | % | cm ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² |
| 0,000 | 0,000 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 11,186 | 0,0 | 100,0 | 100,0 | 0,0 | 100,0 |
| 0,001 | 0,010 | 182,2 | 0,000 | 0,0 | 11,186 | 8,9 | 57,8 | 66,7 | 4,5 | 62,3 |
| 0,326 | 0,130 | 188,2 | 0,004 | 0,4 | 11,234 | 115,7 | 51,8 | 167,5 | 57,9 | 109,7 |
| 0,694 | 0,153 | 190,6 | 0,009 | 0,9 | 11,289 | 135,5 | 49,4 | 184,9 | 67,8 | 117,2 |
| 1,061 | 0,167 | 191,1 | 0,014 | 1,4 | 11,344 | 147,2 | 48,9 | 196,1 | 73,6 | 122,5 |
| 1,429 | 0,175 | 191,2 | 0,019 | 1,9 | 11,400 | 153,5 | 48,8 | 202,3 | 76,8 | 125,6 |
| 1,794 | 0,184 | 190,3 | 0,024 | 2,4 | 11,456 | 160,6 | 49,7 | 210,3 | 80,3 | 130,0 |
| 2,153 | 0,198 | 189,9 | 0,028 | 2,8 | 11,511 | 172,0 | 50,1 | 222,1 | 86,0 | 136,1 |
| 2,515 | 0,201 | 188,9 | 0,033 | 3,3 | 11,568 | 173,8 | 51,1 | 224,9 | 86,9 | 138,0 |
| 2,861 | 0,183 | 200,2 | 0,038 | 3,8 | 11,623 | 157,5 | 39,8 | 197,3 | 78,7 | 118,5 |
| 3,210 | 0,168 | 228,0 | 0,042 | 4,2 | 11,678 | 143,9 | 12,0 | 155,9 | 71,9 | 83,9 |
| 3,581 | 0,168 | 225,8 | 0,047 | 4,7 | 11,738 | 143,1 | 14,2 | 157,3 | 71,6 | 85,8 |
| 3,945 | 0,180 | 220,8 | 0,052 | 5,2 | 11,797 | 152,6 | 19,2 | 171,8 | 76,3 | 95,5 |
| 4,316 | 0,178 | 219,7 | 0,057 | 5,7 | 11,858 | 150,1 | 20,3 | 170,4 | 75,1 | 95,4 |
| 4,666 | 0,180 | 219,2 | 0,061 | 6,1 | 11,916 | 151,1 | 20,8 | 171,9 | 75,5 | 96,3 |
| 5,032 | 0,187 | 218,3 | 0,066 | 6,6 | 11,977 | 156,1 | 21,7 | 177,8 | 78,1 | 99,8 |
| 5,391 | 0,192 | 217,3 | 0,071 | 7,1 | 12,038 | 159,5 | 22,7 | 182,2 | 79,7 | 102,4 |
| 5,745 | 0,197 | 217,6 | 0,075 | 7,5 | 12,098 | 162,8 | 22,4 | 185,2 | 81,4 | 103,8 |
| 6,093 | 0,200 | 217,6 | 0,080 | 8,0 | 12,158 | 164,5 | 22,4 | 186,9 | 82,2 | 104,6 |
| 6,455 | 0,198 | 217,9 | 0,085 | 8,5 | 12,222 | 162,0 | 22,1 | 184,1 | 81,0 | 103,1 |
| 6,826 | 0,199 | 218,1 | 0,090 | 9,0 | 12,287 | 162,0 | 21,9 | 183,9 | 81,0 | 102,9 |
| 7,214 | 0,197 | 218,4 | 0,095 | 9,5 | 12,356 | 159,4 | 21,6 | 181,0 | 79,7 | 101,3 |
| 7,579 | 0,195 | 218,4 | 0,099 | 9,9 | 12,422 | 157,0 | 21,6 | 178,6 | 78,5 | 100,1 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |



| | | | |
|-------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova | CEB_631-2018_TXCU1 | Accettazione N° | 631/2018 |
|-------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Rottura

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Provino n° | 2 |
| Pressione in cella | kN/m ² 200,0 |
| Pressione di controspinta | kN/m ² - |
| Velocità di avanzamento pressa | mm/min 0,1030 |
| Forma del provino a rottura | a botte |

| Avanzamento verticale | Carico assiale | Variation della pressione interstiziale | Deformazione assiale | Deformazione % | Area corretta | Sforzo tangenziale massimo | Sforzo principale efficace minimo | Sforzo principale efficace massimo | t' | s' |
|-----------------------|----------------|---|----------------------|----------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Δh | kN | ΔU | ε_1 | ε | A_c | $(\sigma_1 - \sigma_3)$ | σ'_3 | σ'_1 | $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$ | $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ |
| mm | kN | kN/m ² | | % | cm ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² |
| 0,000 | 0,000 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 11,024 | 0,0 | 200,0 | 200,0 | 0,0 | 200,0 |
| 0,005 | 0,098 | 144,2 | 0,000 | 0,0 | 11,025 | 88,9 | 195,8 | 284,7 | 44,4 | 240,2 |
| 0,356 | 0,223 | 156,9 | 0,005 | 0,5 | 11,076 | 201,3 | 183,1 | 384,4 | 100,7 | 283,8 |
| 0,739 | 0,258 | 167,9 | 0,010 | 1,0 | 11,132 | 231,8 | 172,1 | 403,9 | 115,9 | 288,0 |
| 1,109 | 0,264 | 175,9 | 0,015 | 1,5 | 11,187 | 236,0 | 164,1 | 400,1 | 118,0 | 282,1 |
| 1,447 | 0,300 | 184,2 | 0,019 | 1,9 | 11,237 | 267,0 | 155,8 | 422,8 | 133,5 | 289,3 |
| 1,817 | 0,316 | 191,2 | 0,024 | 2,4 | 11,293 | 279,8 | 148,8 | 428,6 | 139,9 | 288,7 |
| 2,168 | 0,328 | 196,5 | 0,028 | 2,8 | 11,347 | 289,1 | 143,5 | 432,6 | 144,5 | 288,0 |
| 2,534 | 0,336 | 200,5 | 0,033 | 3,3 | 11,403 | 294,7 | 139,5 | 434,2 | 147,3 | 286,8 |
| 2,899 | 0,340 | 203,4 | 0,038 | 3,8 | 11,460 | 296,7 | 136,6 | 433,3 | 148,3 | 284,9 |
| 3,268 | 0,346 | 205,4 | 0,043 | 4,3 | 11,518 | 300,4 | 134,6 | 435,0 | 150,2 | 284,8 |
| 3,637 | 0,355 | 207,3 | 0,048 | 4,8 | 11,576 | 306,7 | 132,7 | 439,4 | 153,3 | 286,0 |
| 3,999 | 0,363 | 209,1 | 0,052 | 5,2 | 11,634 | 312,0 | 130,9 | 442,9 | 156,0 | 286,9 |
| 4,358 | 0,370 | 210,8 | 0,057 | 5,7 | 11,693 | 316,4 | 129,2 | 445,6 | 158,2 | 287,4 |
| 4,711 | 0,373 | 211,8 | 0,062 | 6,2 | 11,750 | 317,4 | 128,2 | 445,6 | 158,7 | 286,9 |
| 5,076 | 0,376 | 212,3 | 0,067 | 6,7 | 11,811 | 318,4 | 127,7 | 446,1 | 159,2 | 286,9 |
| 5,427 | 0,377 | 213,1 | 0,071 | 7,1 | 11,869 | 317,6 | 126,9 | 444,5 | 158,8 | 285,7 |
| 5,788 | 0,372 | 213,2 | 0,076 | 7,6 | 11,930 | 311,8 | 126,8 | 438,6 | 155,9 | 282,7 |
| 6,153 | 0,374 | 213,4 | 0,081 | 8,1 | 11,992 | 311,9 | 126,6 | 438,5 | 155,9 | 282,5 |
| 6,514 | 0,379 | 213,7 | 0,085 | 8,5 | 12,054 | 314,4 | 126,3 | 440,7 | 157,2 | 283,5 |
| 6,876 | 0,390 | 213,2 | 0,090 | 9,0 | 12,117 | 321,9 | 126,8 | 448,7 | 160,9 | 287,7 |
| 7,240 | 0,399 | 213,4 | 0,095 | 9,5 | 12,181 | 327,6 | 126,6 | 454,2 | 163,8 | 290,4 |
| 7,597 | 0,402 | 213,1 | 0,100 | 10,0 | 12,245 | 328,3 | 126,9 | 455,2 | 164,2 | 291,1 |
| 7,952 | 0,404 | 212,9 | 0,104 | 10,4 | 12,308 | 328,2 | 127,1 | 455,3 | 164,1 | 291,2 |
| 8,307 | 0,407 | 213,2 | 0,109 | 10,9 | 12,373 | 329,0 | 126,8 | 455,8 | 164,5 | 291,3 |
| 8,670 | 0,403 | 212,8 | 0,114 | 11,4 | 12,439 | 324,0 | 127,2 | 451,2 | 162,0 | 289,2 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

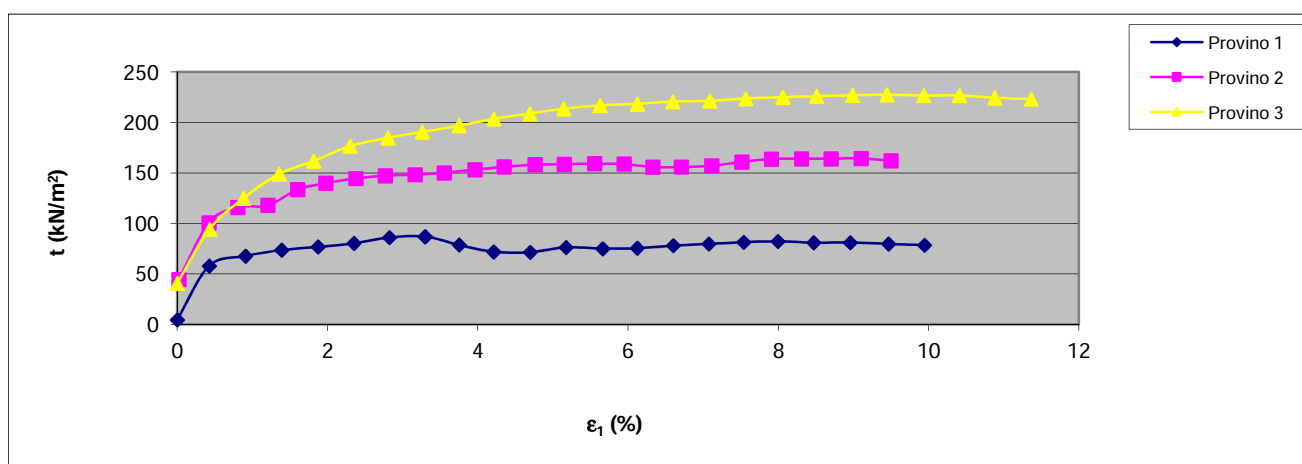
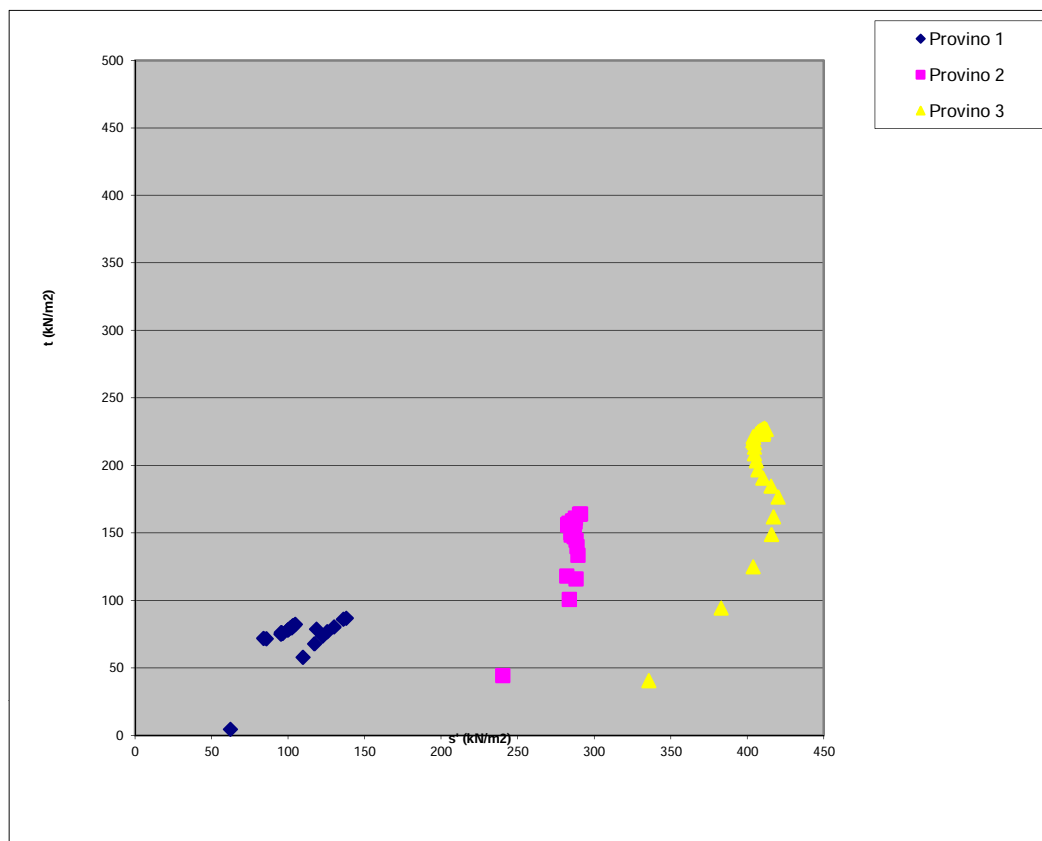


Rapporto di prova N°

CEB_631-2018_TXCU1

Accettazione N°

631/2018



Strumentazione utilizzata per la prova

Apparecchiatura triassiale (CTX02; PX01; CC06-T; PTX01-C; SP01; MA03-T; MA01-T; AQ01)

Note:

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°

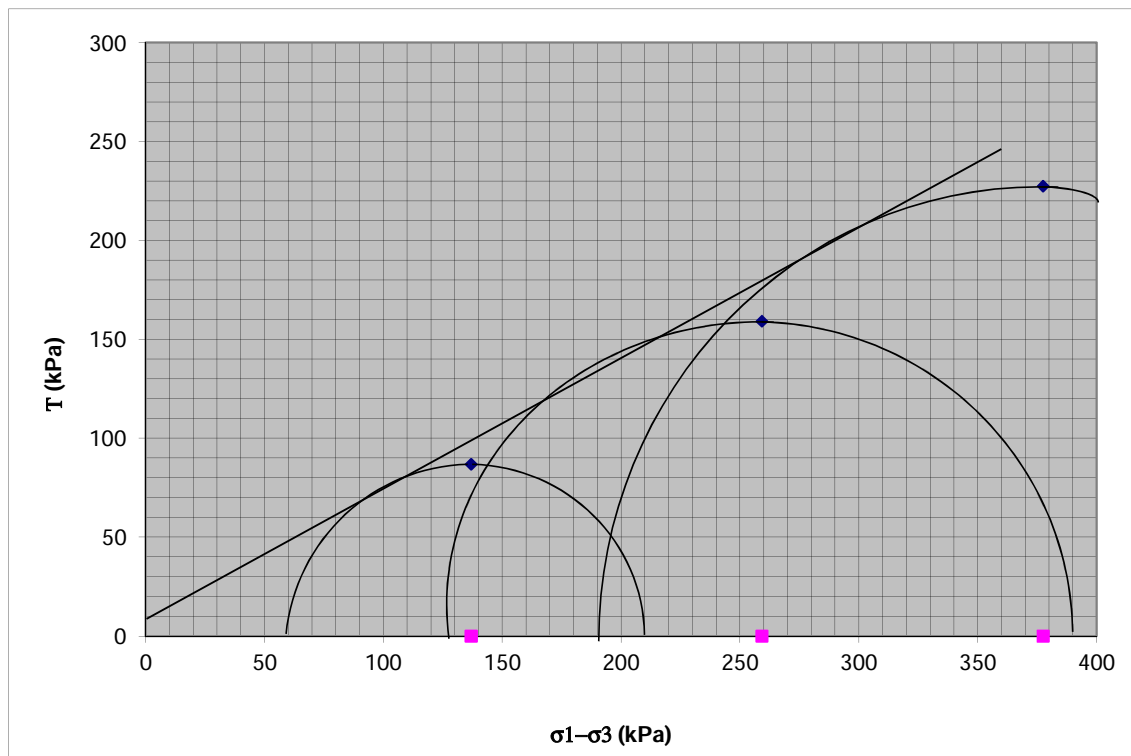
CEB_631-2018_TXCU1

Data emissione

20/11/2018

CONDIZIONI DI ROTTURA

| Provino | σ_3 (kPa) | $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa) | Deformazione normale % |
|---------|---------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1 | 100 | 173,80 | 3,30 |
| 2 | 200 | 318,40 | 6,70 |
| 3 | 300 | 455,00 | 9,40 |



| | |
|------------|------|
| C' (kPa) | 9,1 |
| ϕ' | 28,8 |

NOTE:



Prova Triassiale Tipo CU (Racc. AGI 1994)

| | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 631/2018 |
| Committente | COSTRUZIONI EDILI BARALDINI QUIRINO S.P.A. | | |
| Descrizione campione | Terra - Campione indisturbato | | |
| Identificazione campione | S6CI2 del 06/08/2018 (12,50m – 13,00m) | | |
| Cantiere/Opera | Ponte Reno - Cintura km 8+333 | | |
| Data ricevimento | Data apertura | Data esecuzione prova | Data emissione |
| 10/08/2018 | 14/09/2018 | 17/09/2018 – 27/10/2018 | 20/11/2018 |

Condizioni iniziali

| | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Altezza (mm) | 77,80 | 77,80 | 77,80 |
| Diametro (mm) | 38,10 | 38,10 | 38,10 |
| Volume (cm ³) | 88,65 | 88,65 | 88,65 |
| Peso Umido (N) | 1,74 | 1,74 | 1,73 |
| Peso di volume Umido (kN/m ³) | 19,66 | 19,57 | 19,49 |
| Peso specifico dei grani (kN/m ³) | 2,68 | 2,68 | 2,68 |
| Umidità (%) | 26,21 | 26,63 | 26,78 |
| Indice dei vuoti | 0,72 | 0,73 | 0,74 |
| Porosità (%) | 41,8 | 42,3 | 42,6 |
| Grado di Saturazione (%) | 99,5 | 99,2 | 98,5 |

Condizioni finali

| | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Altezza (mm) | 76,22 | 75,84 | 75,46 |
| Diametro (mm) | 37,07 | 36,81 | 36,52 |
| Volume (cm ³) | 82,21 | 80,69 | 79,02 |
| Peso Umido (N) | 1,68 | 1,66 | 1,64 |
| Peso di volume Umido (kN/m ³) | 21,25 | 21,38 | 21,54 |
| Peso di volume Secco (kN/m ³) | 17,46 | 17,65 | 17,92 |
| Umidità (%) | 21,73 | 21,12 | 20,23 |
| Indice dei vuoti | 0,59 | 0,58 | 0,55 |
| Porosità (%) | 37,3 | 36,6 | 35,6 |
| Grado di Saturazione (%) | 99,9 | 100,0 | 99,8 |



| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 631/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

| |
|----------------------------|
| Fase di Saturazione |
|----------------------------|

| | | | | | | | |
|----------------------|--|------------|------|-----|------|------------|------|
| Provino 1 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 50,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 0,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | σ_c | BP | ui | uf | Δu | B |
| | 10/10/2018 09:00 | 50,0 | - | 3,6 | 52,9 | 49,3 | 0,99 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : | | 1 ora | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------|--|----------------|------|-----|------|------------|------|
| Provino 2 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 50,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 0,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma$ | | ui | uf | Δu | B |
| | 10/10/2018 09:00 | 50,0 | - | 4,2 | 53,4 | 49,2 | 0,98 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : | | 1 ora | | | | | |

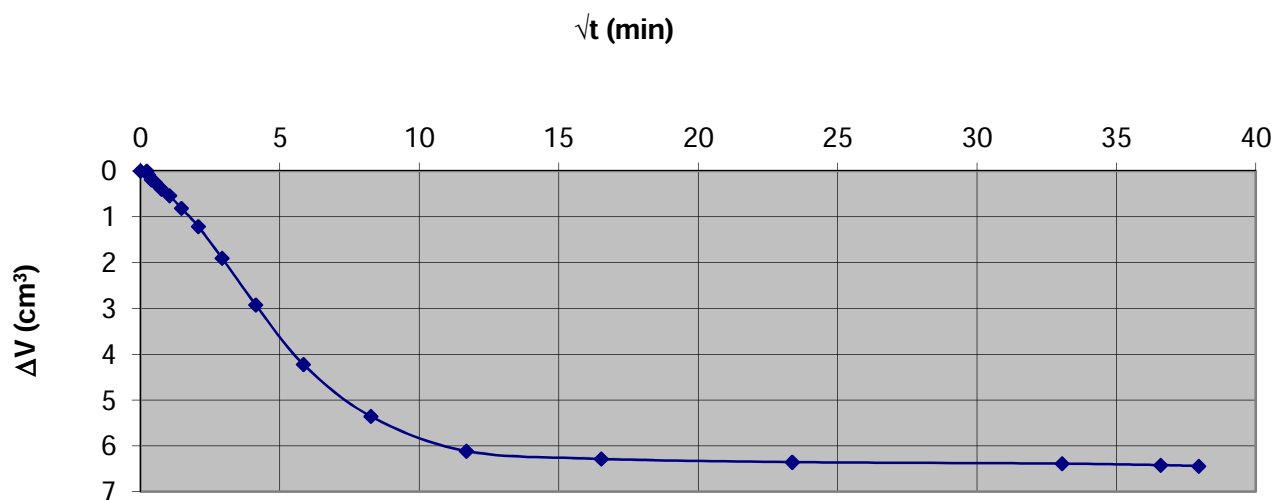
| | | | | | | | |
|----------------------|--|----------------|------|-----|------|------------|------|
| Provino 3 | Pressione di cella σ_c (kN/m ²) | | 50,0 | | | | |
| | BP (kN/m ²) | | 0,0 | | | | |
| | Ricerca saturazione | | | | | | |
| | data/ora | $\Delta\sigma$ | | ui | uf | Δu | B |
| | 10/10/2018 09:00 | 50,0 | - | 4,5 | 53,9 | 49,4 | 0,99 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Durata saturazione : | | 1 ora | | | | | |

| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 631/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | 1 | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|--------|----------------------|-------------------------------------|
| | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | 24 | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,001 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | 200,0 | 0,08 | 0,083 |
| | | | | 0,15 | 0,191 |
| BP (kN/m ²) | | | 0,0 | 0,28 | 0,254 |
| | | | | 0,6 | 0,391 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 82,213 | 1 | 0,538 |
| | Altezza | mm | 76,22 | 2 | 0,812 |
| | Diametro | mm | 37,07 | 4 | 1,210 |
| | Area | cm ² | 10,79 | 9 | 1,903 |
| | ΔV | % | 7,8 | 17 | 2,921 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 4,223 |
| | | | | 68 | 5,356 |
| t_{100} (min) | | 8 | | 137 | 6,114 |
| | | | | 273 | 6,285 |
| C_v (cm ² /s) | | $8,99 \times 10^{-3}$ | | 546 | 6,355 |
| | | | | 1092 | 6,388 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | 0,079 | | 1338 | 6,421 |
| | | | | 1440 | 6,441 |

Diagramma variazione di volume - tempo

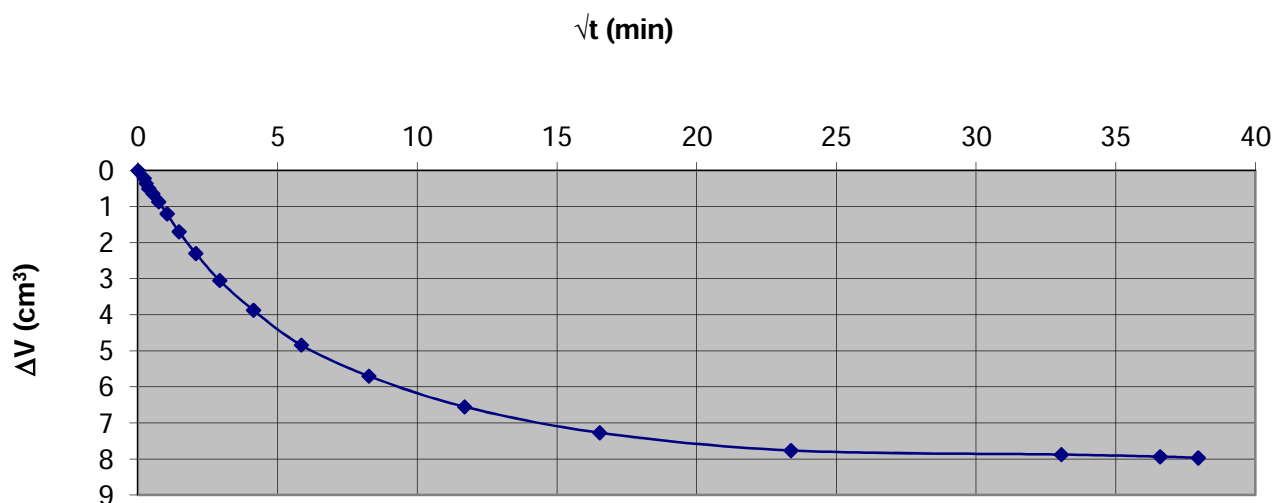


| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 631/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|
| | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,420 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | | 0,08 | 0,460 |
| | | | | 0,15 | 0,534 |
| BP (kN/m ²) | | | | 0,28 | 0,640 |
| | | | | 0,6 | 0,868 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 80,685 | 1 | 1,198 |
| | Altezza | mm | 75,84 | 2 | 1,695 |
| | Diametro | mm | 36,81 | 4 | 2,298 |
| | Area | cm ² | 10,64 | 9 | 3,100 |
| | ΔV | % | 9,9 | 17 | 3,915 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 4,840 |
| | | | | 68 | 5,700 |
| t_{100} (min) | | | 7 | 137 | 6,551 |
| | | | | 273 | 7,272 |
| C_v (cm ² /s) | | | $8,87 \times 10^{-3}$ | 546 | 7,765 |
| | | | | 1092 | 7,879 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | | 0,103 | 1338 | 7,934 |
| | | | | 1440 | 7,969 |

Diagramma variazione di volume - tempo

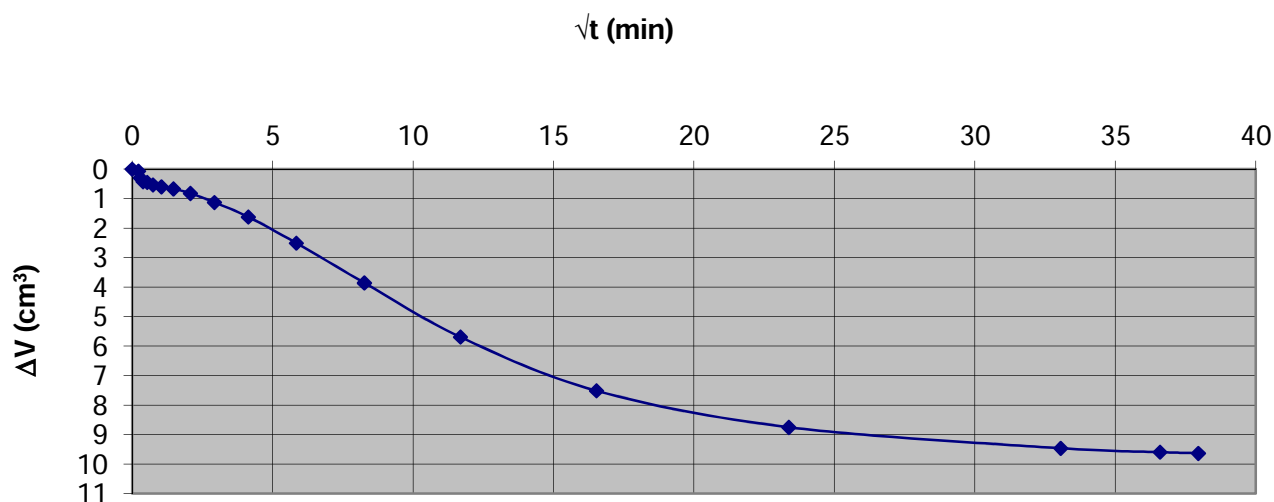


| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova N° | CEB_631-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 631/2018 |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------|

Fase di Consolidazione

| Provino n° | | | | Tempo (Δt) | Variazione di volume (ΔV) |
|--|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 3 | | | | min | cm ³ |
| Tempo di consolidazione (h) | | | | 0 | 0,000 |
| | | | | 0,05 | 0,066 |
| Pressione in cella σ_c (kN/m ²) | | | | 0,08 | 0,296 |
| | | | | 0,15 | 0,428 |
| BP (kN/m ²) | | | | 0,28 | 0,448 |
| | | | | 0,6 | 0,531 |
| Dimensioni provino a fine consolidazione | Volume | cm ³ | 79,022 | 1 | 0,596 |
| | Altezza | mm | 75,46 | 2 | 0,670 |
| | Diametro | mm | 36,52 | 4 | 0,823 |
| | Area | cm ² | 10,47 | 9 | 1,127 |
| | ΔV | % | 12,2 | 17 | 1,625 |
| Tipo di drenaggio | | radiale e dalla testa | | 34 | 2,509 |
| | | | | 68 | 3,858 |
| t_{100} (min) | | | 10 | 137 | 5,692 |
| | | | | 273 | 7,514 |
| C_v (cm ² /s) | | | $8,73 \times 10^{-3}$ | 546 | 8,752 |
| | | | | 1092 | 9,464 |
| Velocità di rottura (mm/min) | | | 0,051 | 1338 | 9,596 |
| | | | | 1440 | 9,633 |

Diagramma variazione di volume - tempo



| | | | |
|-------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Rapporto di prova | CEB_631-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 631/2018 |
|-------------------|--------------------|-----------------|----------|

| |
|------------------------|
| Fase di Rottura |
|------------------------|

| | | |
|--------------------------------|-------------------|---------|
| Provino n° | | 1 |
| Pressione in cella | kN/m ² | 200,00 |
| Pressione di controspinta | kN/m ² | - |
| Velocità di avanzamento pressa | mm/min | 0,0790 |
| Forma del provino a rottura | | a botte |

| Avanzamento verticale | Carico assiale | Variazione della pressione interstiziale | Deformazione assiale | Deformazione % | Area corretta | Sforzo tangenziale massimo | Sforzo principale efficace minimo | Sforzo principale efficace massimo | t' | s' |
|-----------------------|----------------|--|----------------------|----------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Δh | kN | ΔU | ε_1 | ε | A_c | $(\sigma_1 - \sigma_3)$ | σ'_3 | σ'_1 | $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$ | $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ |
| mm | kN | kN/m ² | | % | cm ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ² |
| 0,000 | 0,000 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 10,786 | 0,0 | 200,0 | 200,0 | 0,0 | 200,0 |
| 0,443 | 0,066 | 8,6 | 0,006 | 0,6 | 10,849 | 61,3 | 208,6 | 269,9 | 30,6 | 239,2 |
| 0,927 | 0,118 | 16,0 | 0,012 | 1,2 | 10,919 | 108,3 | 216,0 | 324,3 | 54,2 | 270,2 |
| 1,406 | 0,153 | 23,4 | 0,018 | 1,8 | 10,989 | 138,8 | 223,4 | 362,2 | 69,4 | 292,8 |
| 1,874 | 0,185 | 30,3 | 0,025 | 2,5 | 11,058 | 167,7 | 230,3 | 398,0 | 83,9 | 314,2 |
| 2,353 | 0,210 | 36,6 | 0,031 | 3,1 | 11,130 | 188,6 | 236,6 | 425,2 | 94,3 | 330,9 |
| 2,830 | 0,227 | 42,0 | 0,037 | 3,7 | 11,202 | 202,4 | 242,0 | 444,4 | 101,2 | 343,2 |
| 3,338 | 0,241 | 46,8 | 0,044 | 4,4 | 11,280 | 214,0 | 246,8 | 460,8 | 107,0 | 353,8 |
| 3,812 | 0,253 | 50,4 | 0,050 | 5,0 | 11,354 | 223,1 | 250,4 | 473,5 | 111,6 | 362,0 |
| 4,291 | 0,265 | 53,2 | 0,056 | 5,6 | 11,430 | 232,1 | 253,2 | 485,3 | 116,0 | 369,2 |
| 4,777 | 0,275 | 55,5 | 0,063 | 6,3 | 11,508 | 239,0 | 255,5 | 494,5 | 119,5 | 375,0 |
| 5,240 | 0,284 | 57,1 | 0,069 | 6,9 | 11,583 | 245,3 | 257,1 | 502,4 | 122,7 | 379,8 |
| 5,723 | 0,293 | 58,0 | 0,075 | 7,5 | 11,662 | 250,8 | 258,0 | 508,8 | 125,4 | 383,4 |
| 6,206 | 0,298 | 58,5 | 0,081 | 8,1 | 11,743 | 253,9 | 258,5 | 512,4 | 126,9 | 385,4 |
| 6,696 | 0,302 | 58,9 | 0,088 | 8,8 | 11,825 | 255,7 | 258,9 | 514,6 | 127,8 | 386,7 |
| 7,170 | 0,307 | 58,9 | 0,094 | 9,4 | 11,907 | 258,0 | 258,9 | 516,9 | 129,0 | 387,9 |
| 7,641 | 0,313 | 58,9 | 0,100 | 10,0 | 11,988 | 260,9 | 258,9 | 519,8 | 130,5 | 389,4 |
| 8,110 | 0,318 | 58,8 | 0,106 | 10,6 | 12,071 | 263,8 | 258,8 | 522,6 | 131,9 | 390,7 |
| 8,614 | 0,328 | 58,4 | 0,113 | 11,3 | 12,161 | 269,3 | 258,4 | 527,7 | 134,7 | 393,1 |
| 9,112 | 0,330 | 58,1 | 0,120 | 12,0 | 12,251 | 269,6 | 258,1 | 527,7 | 134,8 | 392,9 |
| 9,588 | 0,330 | 58,3 | 0,126 | 12,6 | 12,339 | 267,1 | 258,3 | 525,4 | 133,6 | 391,9 |
| 10,070 | 0,332 | 58,0 | 0,132 | 13,2 | 12,429 | 266,9 | 258,0 | 524,9 | 133,5 | 391,5 |
| 10,531 | 0,333 | 57,5 | 0,138 | 13,8 | 12,516 | 266,2 | 257,5 | 523,7 | 133,1 | 390,6 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|
| Rapporto di prova | CEB_631-2018_TXCU2 | Accettazione N° | 631/2018 |
|--------------------------|--------------------|------------------------|----------|

Fase di Rottura

| | | |
|--------------------------------|-------------------|---------|
| Provino n° | | 3 |
| Pressione in cella | kN/m ² | 400,00 |
| Pressione di contropinta | kN/m ² | - |
| Velocità di avanzamento pressa | mm/min | 0,0510 |
| Forma del provino a rottura | | a botte |

[illegible]



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Pagina 9 di 9

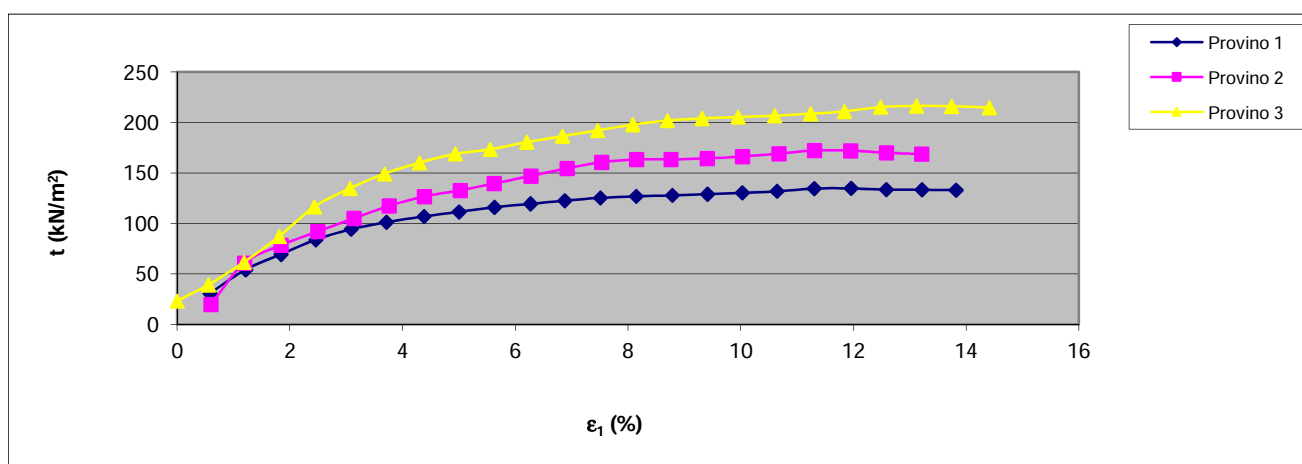
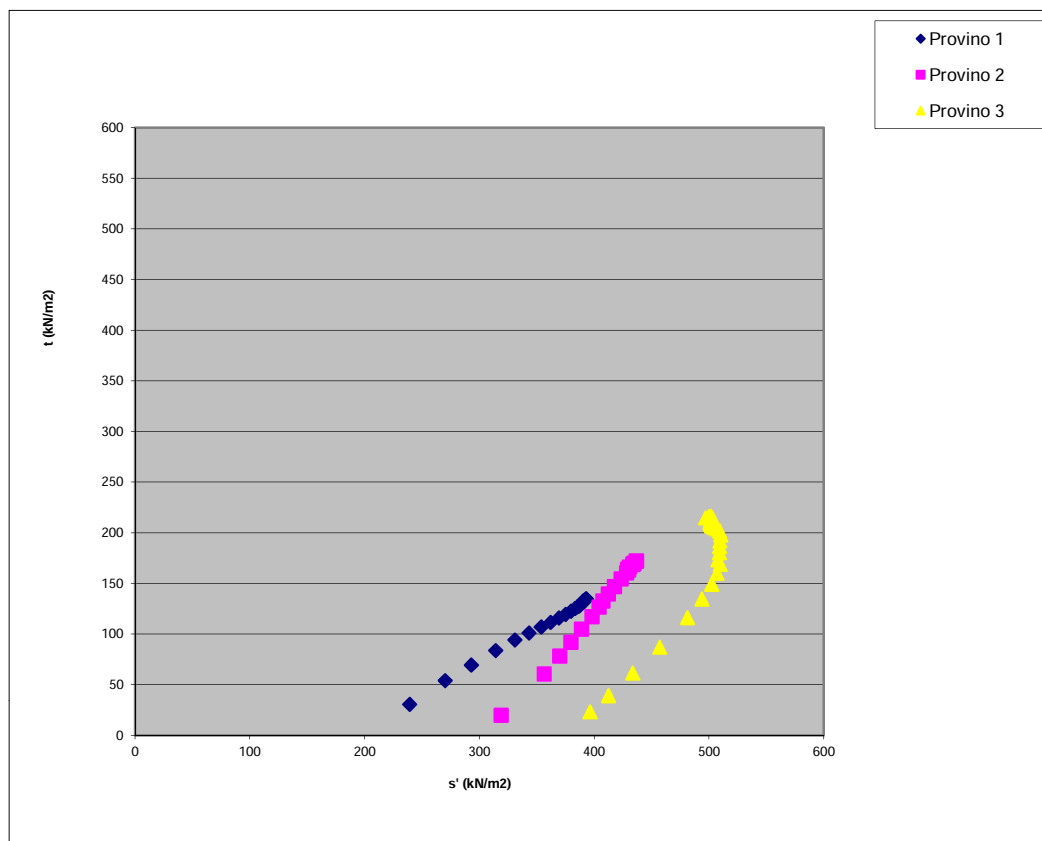
Mod.GT_418CU - rev 4 del 25/01/12

Rapporto di prova N°

CEB_631-2018_TXCU2

Accettazione N°

631/2018



Strumentazione utilizzata per la prova

Apparecchiatura triassiale (CTX02; PX01; CC06-T; PTX01-C; SP01; MA03-T; MA01-T; AQ01)

Note:

Lo Sperimentatore

Alex Orlandini
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Gen. Mazzoni Michele

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°

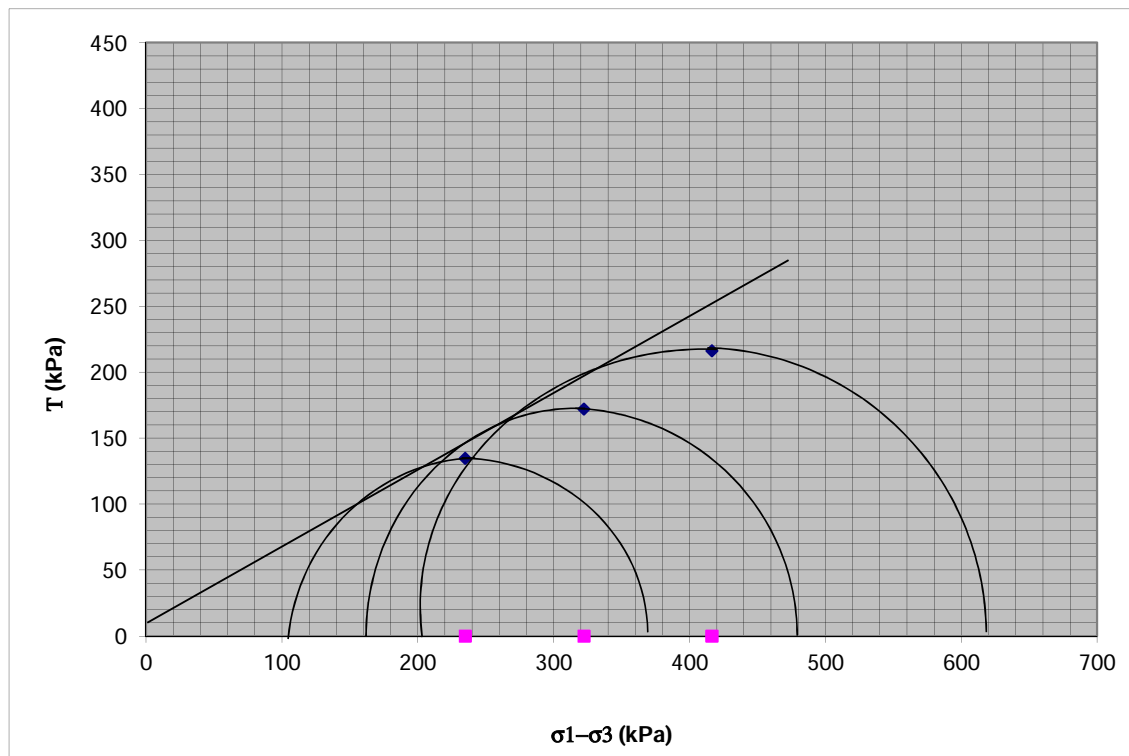
CEB_631-2018_TXCU2

Data emissione

20/11/2018

CONDIZIONI DI ROTTURA

| Provino | σ_3 (kPa) | $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa) | Deformazione normale % |
|---------|---------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1 | 200 | 269,60 | 11,30 |
| 2 | 400 | 344,40 | 11,30 |
| 3 | 300 | 432,70 | 13,10 |



| | |
|------------|------|
| C' (kPa) | 9,9 |
| ϕ' | 29,8 |

NOTE:



costruzioni edili
BARALDINI QUIRINO S.p.A.



ALLEGATO 7 – REPORT INDAGINI SISMICHE



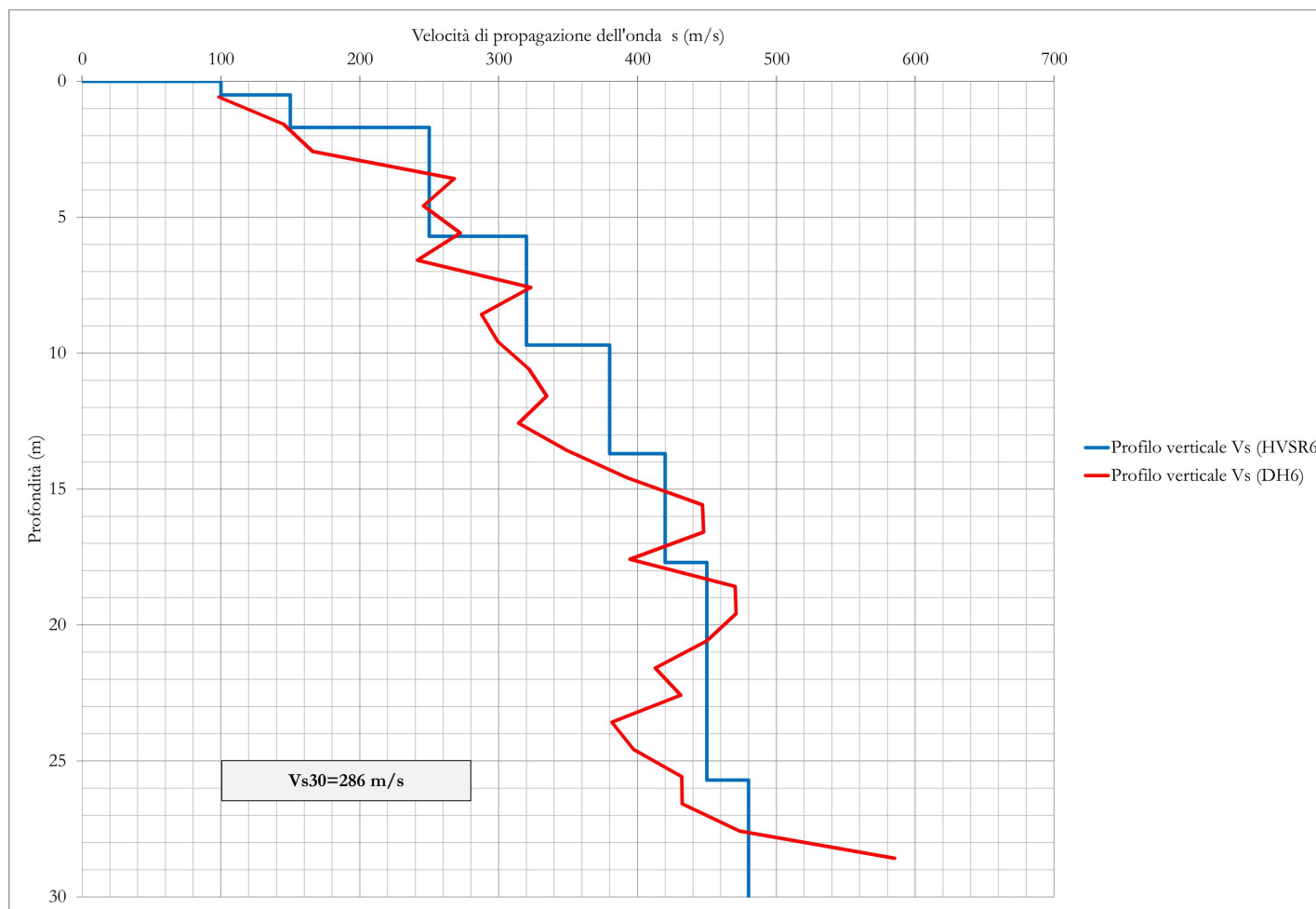
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno m 00000

PROVA SISMICA DO N HOLE N.: DH00H0SR0

DATA: 00 Settembre 0000



Prova sismica in foro di sondaggio Do n Hole



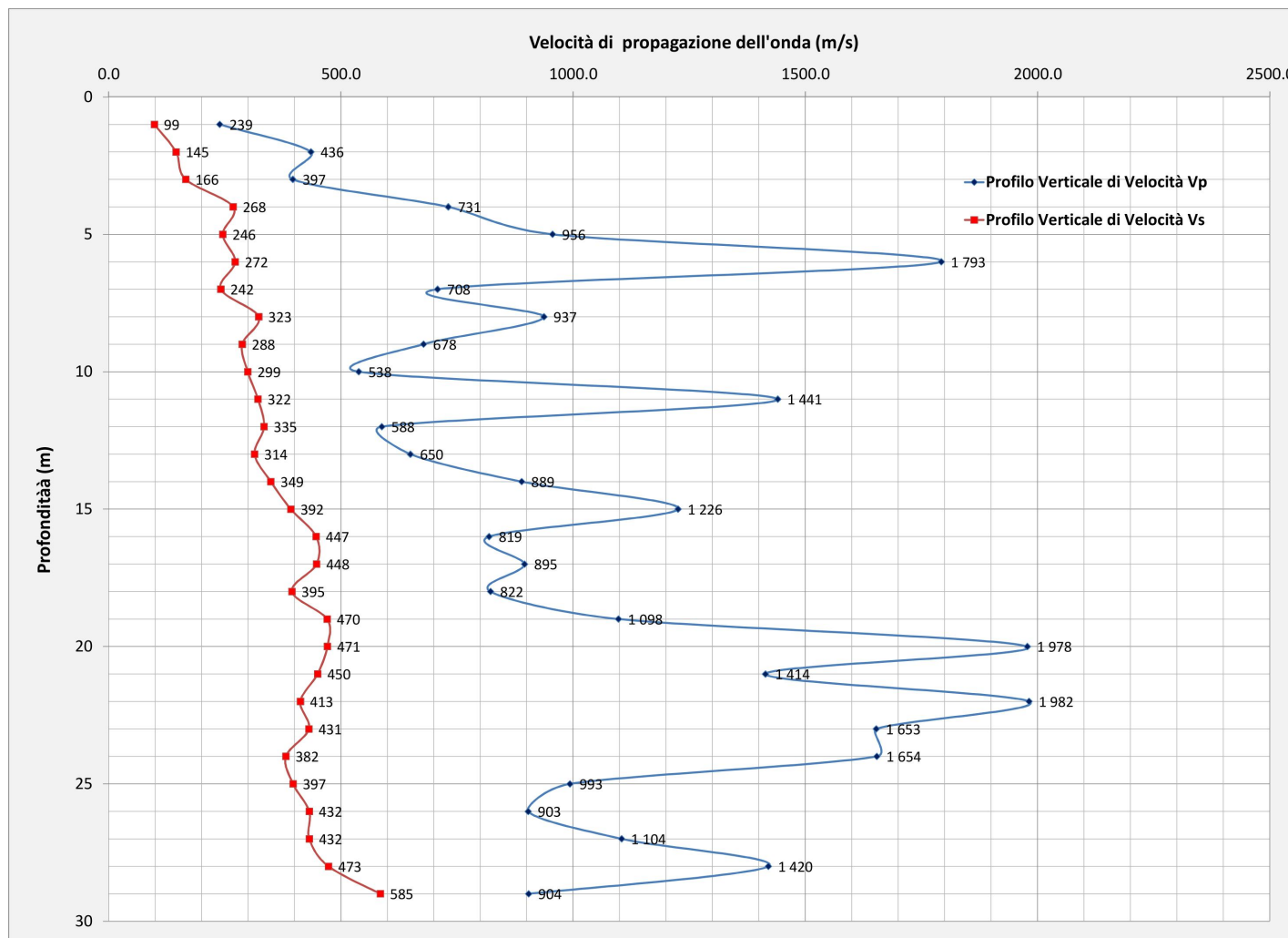
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□



Prova sismica in □ro di sondaggio □Do□n Hole



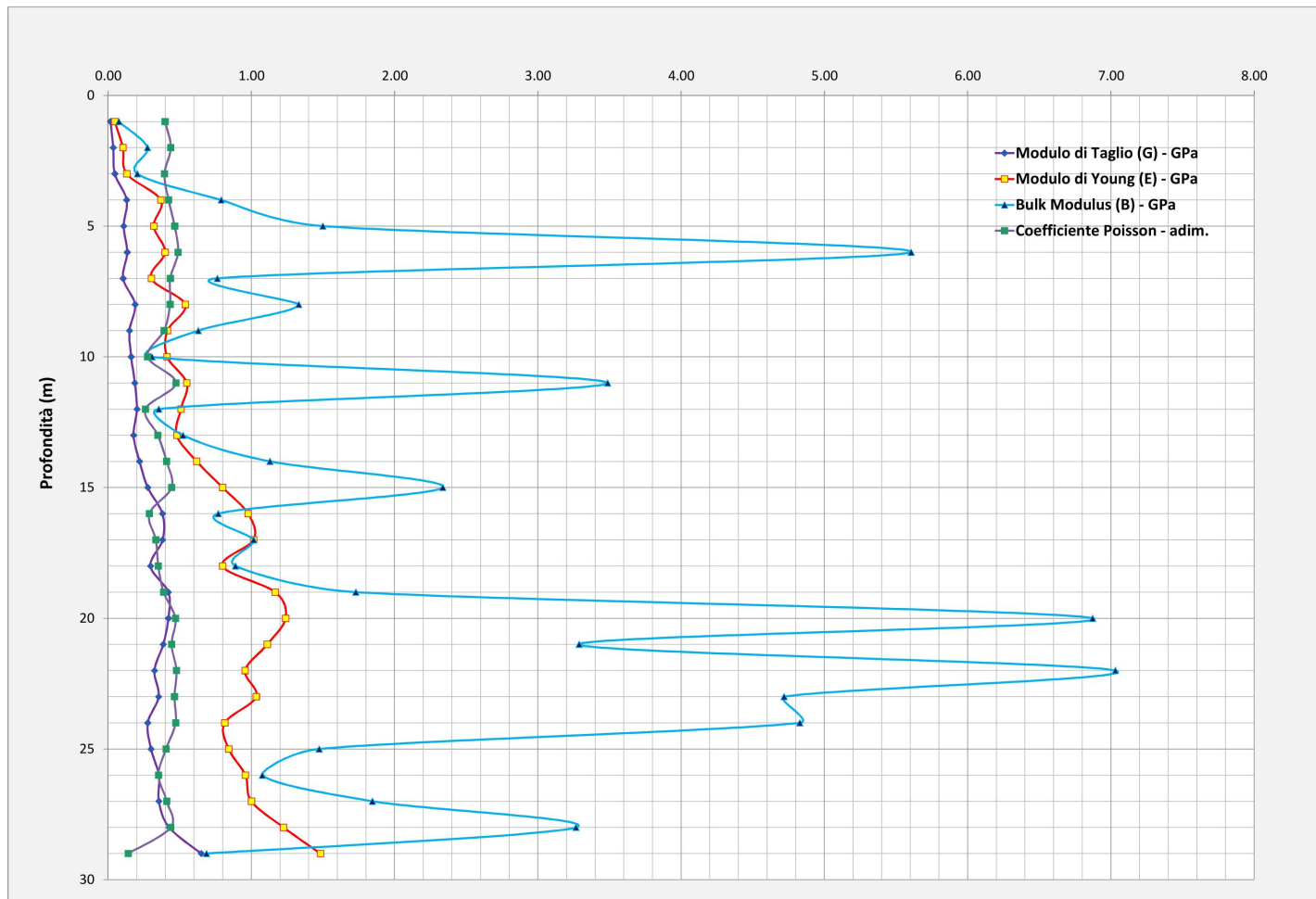
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□

PRO□A SISMICA DO□N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□



Prova sismica in □ro di sondaggio □Do□n Hole



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□

| Profondità dei Sensori (m) | Vp (m/s) | Vs (m/s) | Vp/Vs(adim.) | Coefficiente Poisson n | Modulo di Taglio G (GPa) | Modulo di Young E (GPa) | Bulk Modulus B (GPa) |
|----------------------------|----------|----------|--------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1 | 239.3 | 98.6 | 2.4 | 0.40 | 0.016511741 | 0.046164075 | 0.075369918 |
| 2 | 435.5 | 145.2 | 3.0 | 0.44 | 0.035828858 | 0.103007966 | 0.27468791 |
| 3 | 396.7 | 166.0 | 2.4 | 0.39 | 0.04686962 | 0.130650987 | 0.204982259 |
| 4 | 731.2 | 268.1 | 2.7 | 0.42 | 0.129369354 | 0.368013464 | 0.789758921 |
| 5 | 955.8 | 245.8 | 3.9 | 0.46 | 0.108741319 | 0.318524616 | 1.499556218 |
| 6 | 1792.6 | 272.4 | 6.6 | 0.49 | 0.133592821 | 0.397619973 | 5.605964472 |
| 7 | 708.0 | 241.6 | 2.9 | 0.43 | 0.105057534 | 0.301329951 | 0.762305342 |
| 8 | 937.3 | 323.2 | 2.9 | 0.43 | 0.188023598 | 0.538696488 | 1.330580326 |
| 9 | 678.1 | 287.7 | 2.4 | 0.39 | 0.148981583 | 0.414245544 | 0.629117808 |
| 10 | 538.4 | 299.5 | 1.8 | 0.28 | 0.161448243 | 0.412008537 | 0.3065227 |
| 11 | 1440.6 | 321.7 | 4.5 | 0.47 | 0.186315274 | 0.549164983 | 3.48701618 |
| 12 | 588.2 | 334.6 | 1.8 | 0.26 | 0.201578485 | 0.5082436 | 0.35391925 |
| 13 | 649.8 | 314.4 | 2.1 | 0.35 | 0.177931779 | 0.479400431 | 0.522724025 |
| 14 | 889.1 | 349.3 | 2.5 | 0.41 | 0.219609933 | 0.61875016 | 1.130113928 |
| 15 | 1226.0 | 392.3 | 3.1 | 0.44 | 0.277024666 | 0.79947047 | 2.33595278 |
| 16 | 819.2 | 446.8 | 1.8 | 0.29 | 0.379345635 | 0.977372872 | 0.769228649 |
| 17 | 895.4 | 447.7 | 2.0 | 0.33 | 0.380804089 | 1.015477571 | 1.015477571 |
| 18 | 822.1 | 394.6 | 2.1 | 0.35 | 0.295848484 | 0.798975429 | 0.889599957 |
| 19 | 1097.6 | 470.4 | 2.3 | 0.39 | 0.420437914 | 1.166715211 | 1.72846698 |
| 20 | 1978.0 | 471.0 | 4.2 | 0.47 | 0.421426599 | 1.23895368 | 6.87206308 |
| 21 | 1414.3 | 450.0 | 3.1 | 0.44 | 0.384764828 | 1.110953158 | 3.287514447 |
| 22 | 1981.8 | 412.9 | 4.8 | 0.48 | 0.323879116 | 0.956942289 | 7.030336017 |
| 23 | 1652.8 | 431.2 | 3.8 | 0.46 | 0.353198031 | 1.033802757 | 4.71911814 |
| 24 | 1653.9 | 381.7 | 4.3 | 0.47 | 0.276767459 | 0.814734208 | 4.828054564 |
| 25 | 992.9 | 397.2 | 2.5 | 0.40 | 0.299709984 | 0.842042337 | 1.47357409 |
| 26 | 903.1 | 431.9 | 2.1 | 0.35 | 0.354476092 | 0.958301789 | 1.077099531 |
| 27 | 1104.4 | 432.1 | 2.6 | 0.41 | 0.35481222 | 1.000285344 | 1.844147465 |
| 28 | 1420.5 | 473.5 | 3.0 | 0.44 | 0.425975279 | 1.224678927 | 3.265810472 |
| 29 | 904.3 | 585.1 | 1.5 | 0.14 | 0.650514163 | 1.483017408 | 0.686355164 |
| 30 | | | | | | | |



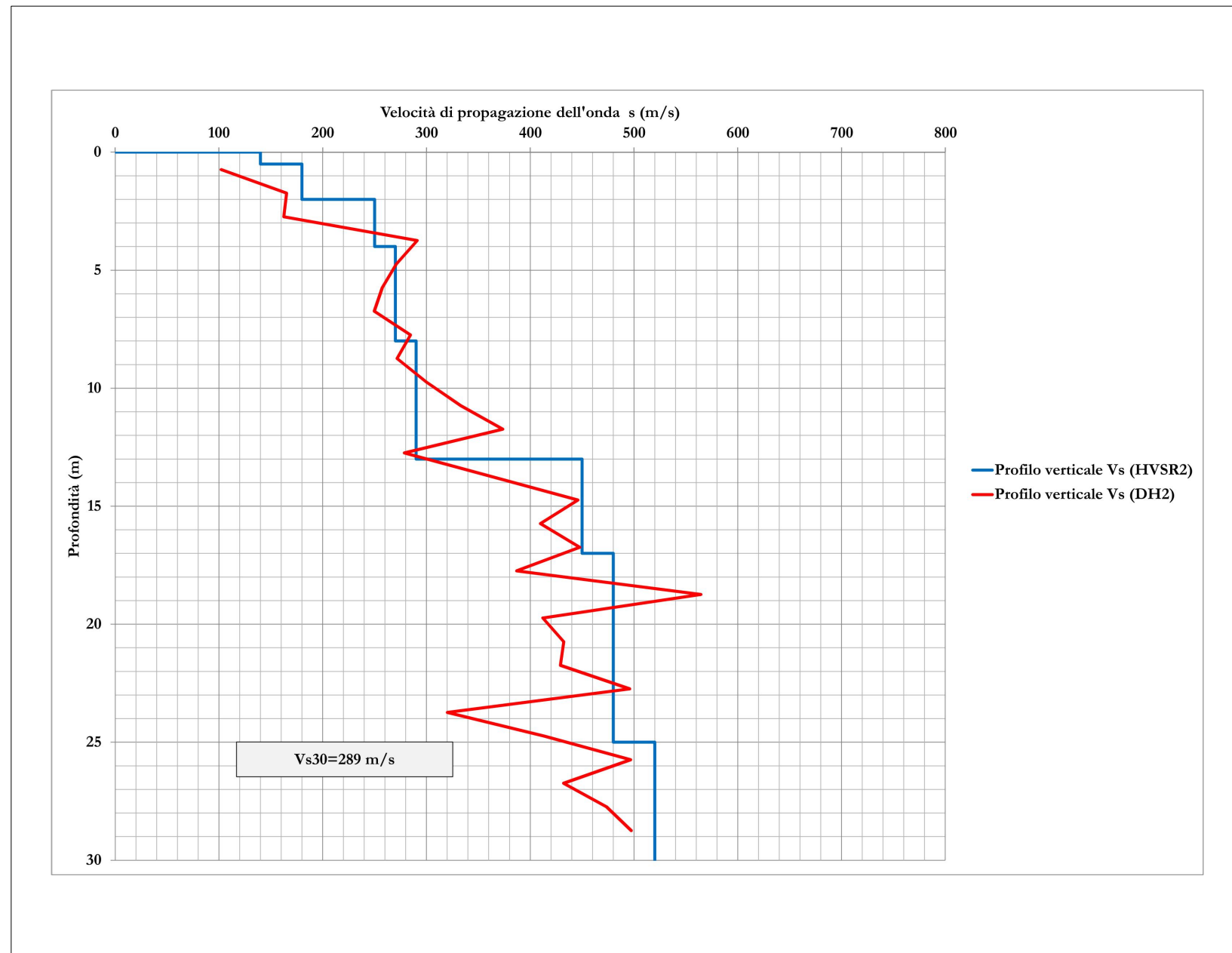
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno 0m 00000

PROVA SISMICA DOWN HOLE N.: DH00H0SR0

DATA: 00 Settembre 0000



Prova sismica in foro di sondaggio Down Hole



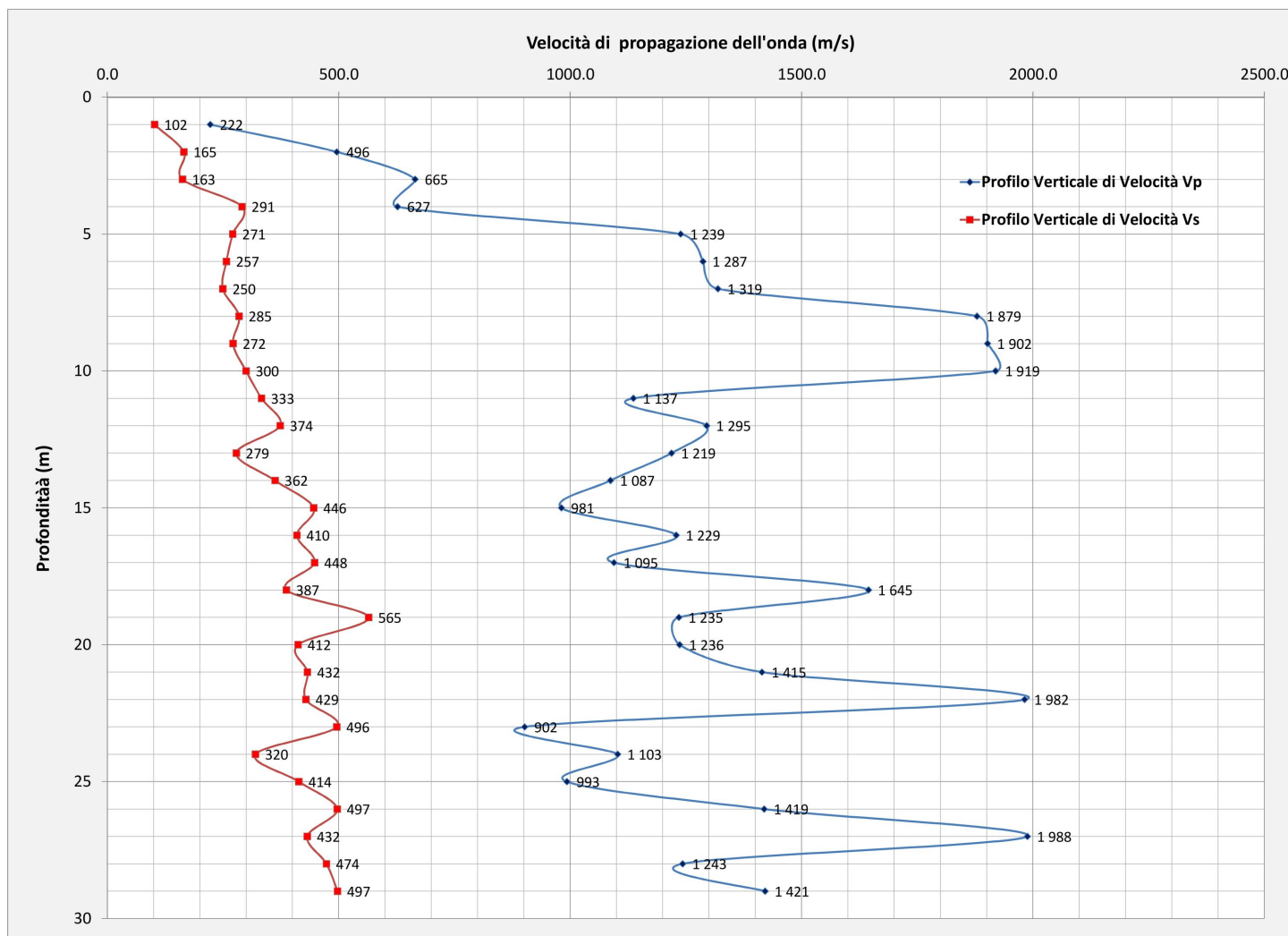
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno m 00000

PROVA SISMICA DOWN HOLE N.: DH00SR0

DATA: 00 Settembre 0000



Prova sismica in foro di sondaggio Down Hole



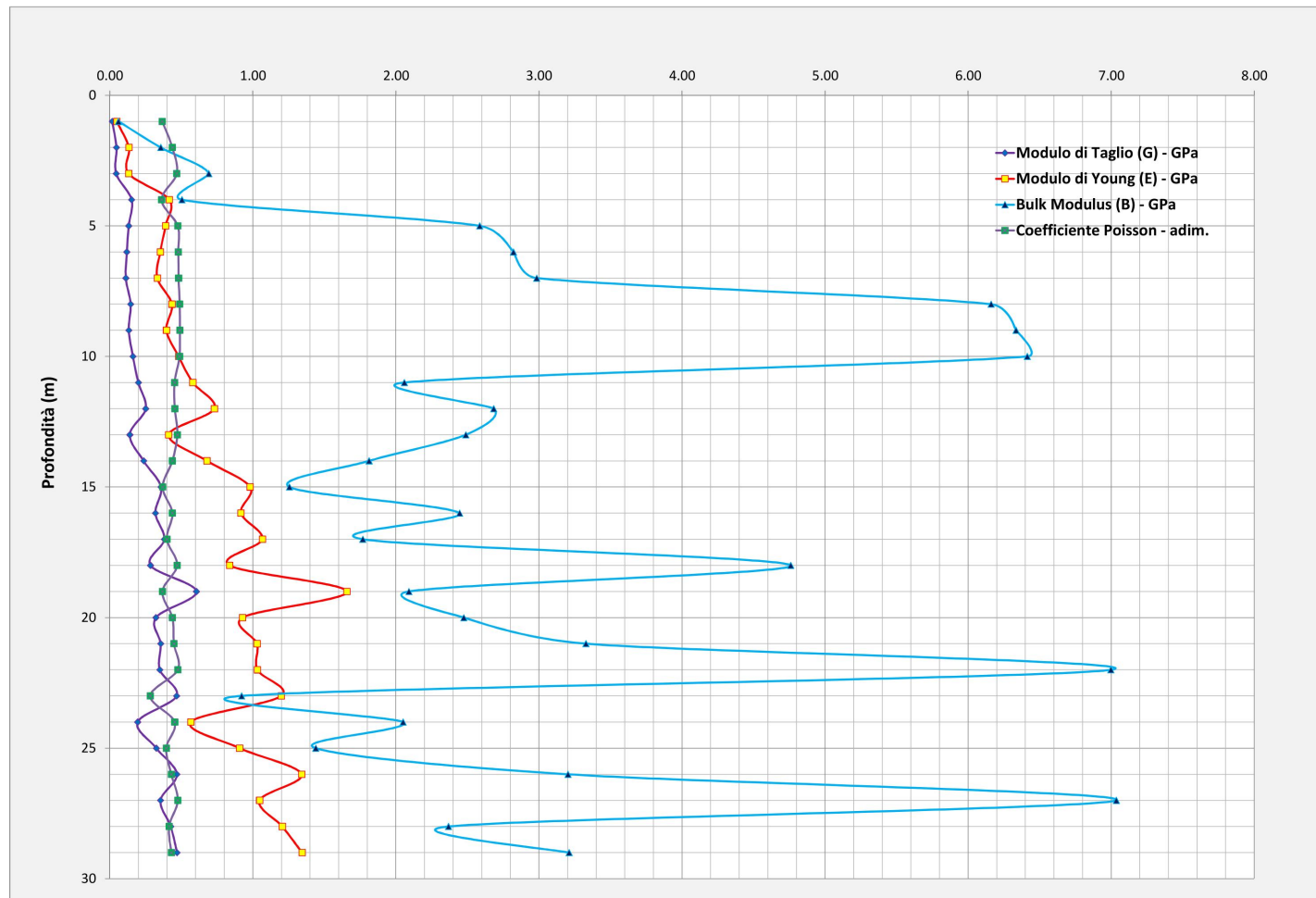
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□



Prova sismica in □ro di sondaggio □Do□n Hole



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□

| Profondità dei Sensori (m) | Vp (m/s) | Vs (m/s) | Vp/Vs(adim.) | Coefficiente Poisson n | Modulo di Taglio G (GPa) | Modulo di Young E (GPa) | Bulk Modulus B (GPa) |
|----------------------------|----------|----------|--------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1 | 222.4 | 102.2 | 2.2 | 0.37 | 0.017758477 | 0.048523395 | 0.060444368 |
| 2 | 495.7 | 165.2 | 3.0 | 0.44 | 0.046418416 | 0.133452945 | 0.355874519 |
| 3 | 665.1 | 162.6 | 4.1 | 0.47 | 0.044931638 | 0.131939491 | 0.692046255 |
| 4 | 627.0 | 291.1 | 2.2 | 0.36 | 0.152523226 | 0.415656792 | 0.504199067 |
| 5 | 1238.7 | 271.0 | 4.6 | 0.47 | 0.132162635 | 0.389845886 | 2.585712511 |
| 6 | 1286.9 | 257.4 | 5.0 | 0.48 | 0.119234653 | 0.352735847 | 2.821886778 |
| 7 | 1319.4 | 249.6 | 5.3 | 0.48 | 0.112148501 | 0.332282416 | 2.983760468 |
| 8 | 1879.0 | 284.7 | 6.6 | 0.49 | 0.145888336 | 0.434237179 | 6.160378115 |
| 9 | 1902.0 | 271.7 | 7.0 | 0.49 | 0.132892807 | 0.395909821 | 6.334557129 |
| 10 | 1919.2 | 299.9 | 6.4 | 0.49 | 0.161858277 | 0.481524323 | 6.413903988 |
| 11 | 1136.6 | 333.1 | 3.4 | 0.45 | 0.199773198 | 0.580544163 | 2.059023415 |
| 12 | 1294.9 | 373.5 | 3.5 | 0.45 | 0.251160431 | 0.730685368 | 2.683509669 |
| 13 | 1219.1 | 278.6 | 4.4 | 0.47 | 0.139753889 | 0.411557748 | 2.48863826 |
| 14 | 1087.2 | 362.4 | 3.0 | 0.44 | 0.236408519 | 0.679674491 | 1.812465309 |
| 15 | 981.2 | 446.0 | 2.2 | 0.37 | 0.35801339 | 0.980807516 | 1.25543362 |
| 16 | 1229.2 | 409.7 | 3.0 | 0.44 | 0.31896645 | 0.917028544 | 2.44540945 |
| 17 | 1094.6 | 447.8 | 2.4 | 0.40 | 0.381015098 | 1.066464095 | 1.768662676 |
| 18 | 1644.6 | 387.0 | 4.3 | 0.47 | 0.284493668 | 0.836807382 | 4.759341986 |
| 19 | 1235.1 | 564.6 | 2.2 | 0.37 | 0.605672932 | 1.657006132 | 2.090675705 |
| 20 | 1236.5 | 412.2 | 3.0 | 0.44 | 0.322765848 | 0.927951814 | 2.474538171 |
| 21 | 1414.5 | 432.4 | 3.3 | 0.45 | 0.355221563 | 1.029052382 | 3.328039407 |
| 22 | 1982.0 | 429.0 | 4.6 | 0.48 | 0.349699051 | 1.031908193 | 6.997851017 |
| 23 | 901.6 | 495.9 | 1.8 | 0.28 | 0.467211011 | 1.199007468 | 0.921551195 |
| 24 | 1102.7 | 320.1 | 3.4 | 0.45 | 0.194726813 | 0.56625672 | 2.050641618 |
| 25 | 993.0 | 413.8 | 2.4 | 0.39 | 0.325264179 | 0.907459725 | 1.439836097 |
| 26 | 1419.3 | 496.8 | 2.9 | 0.43 | 0.468869129 | 1.341152723 | 3.202344256 |
| 27 | 1988.0 | 432.2 | 4.6 | 0.48 | 0.354862647 | 1.046985627 | 7.035743413 |
| 28 | 1243.0 | 473.5 | 2.6 | 0.42 | 0.426029639 | 1.205765583 | 2.367570963 |
| 29 | 1421.1 | 497.4 | 2.9 | 0.43 | 0.470050538 | 1.344532023 | 3.210413197 |
| 30 | | | | | | | |



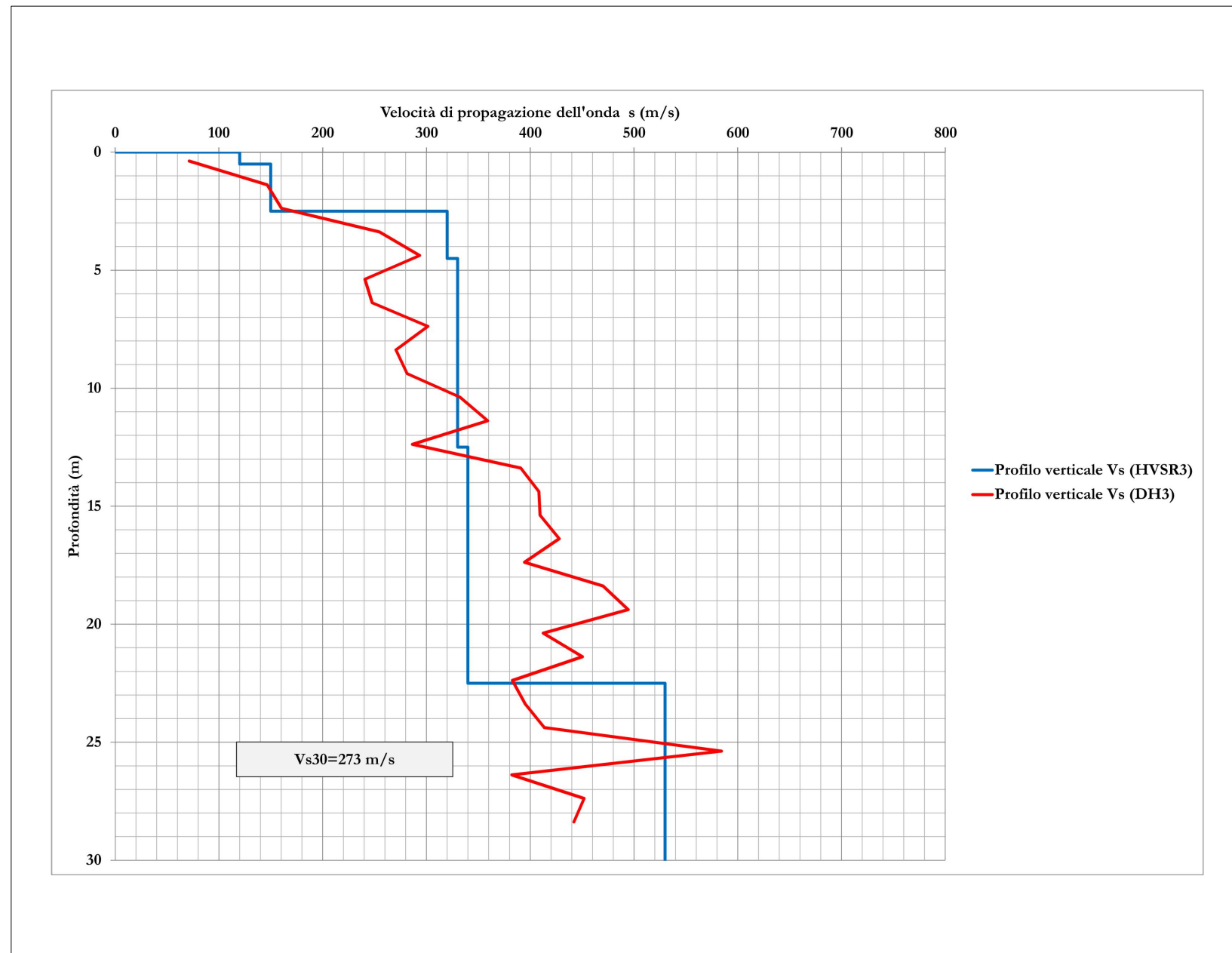
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno 0m 00000

PROVA SISMICA DO N HOLE N.: DH00H0SR0

DATA: 00 Settembre 0000



Prova sismica in foro di sondaggio Do n Hole



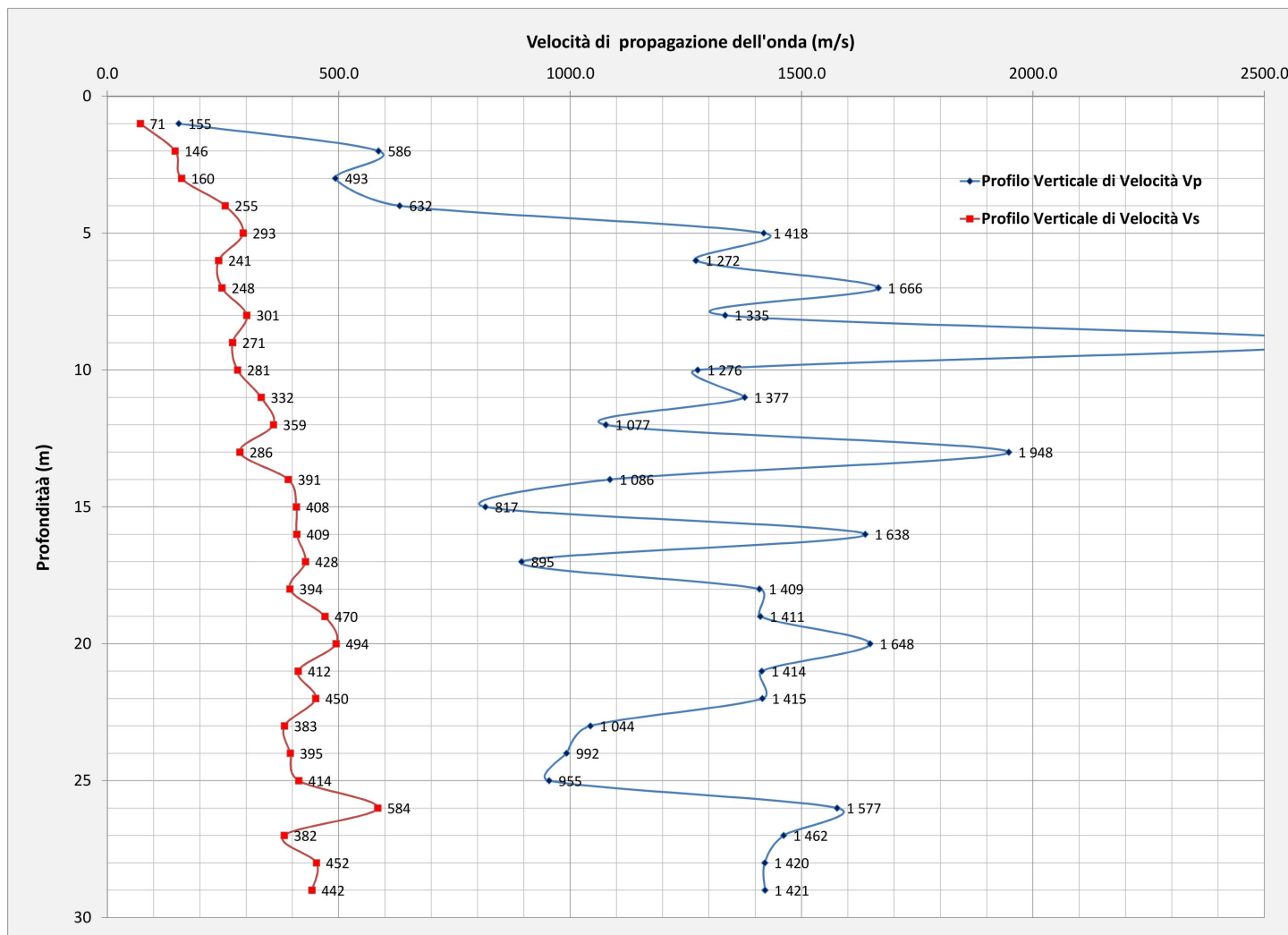
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□



Prova sismica in □ro di sondaggio □Do□n Hole



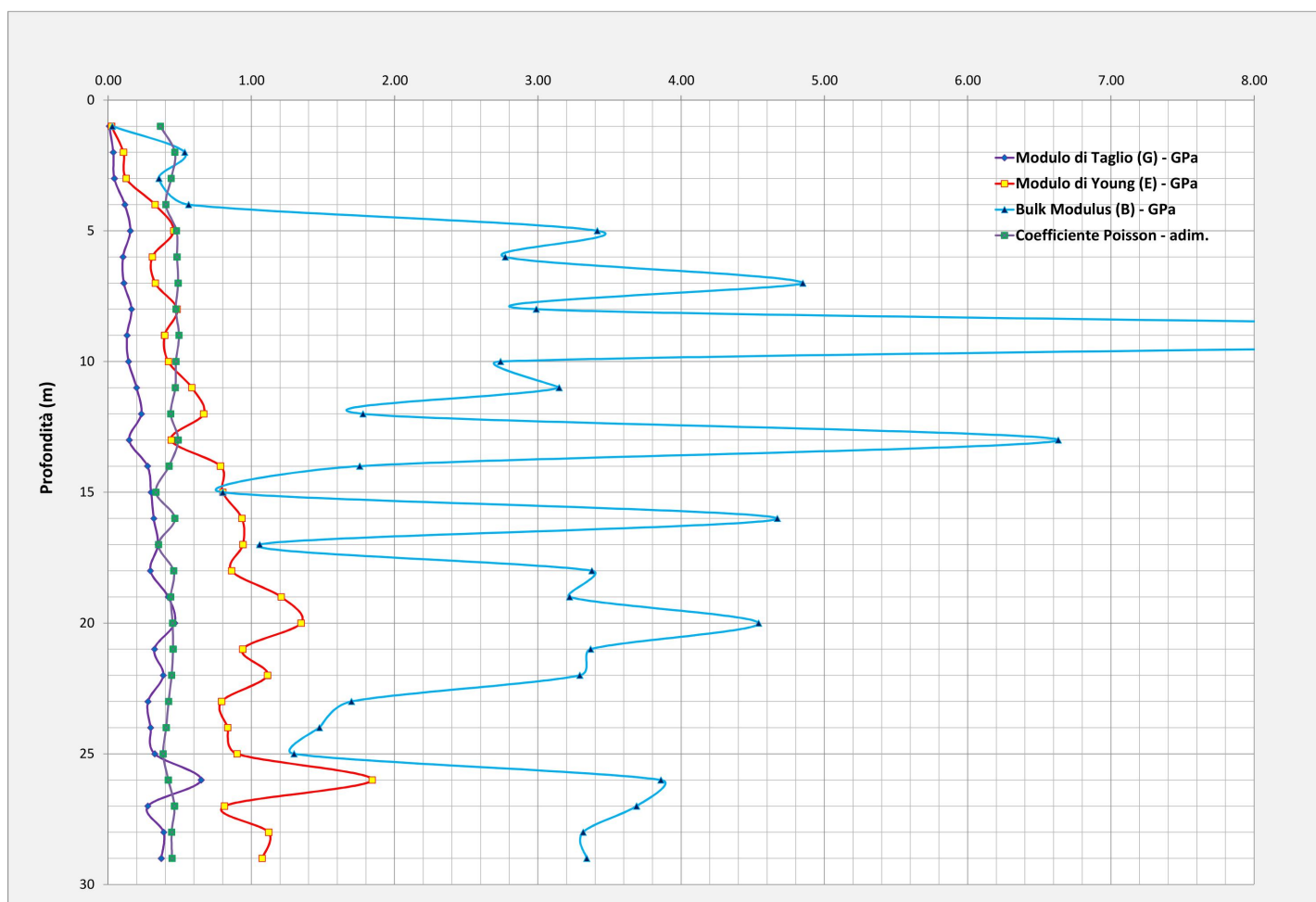
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□

PRO□A SISMICA DO□N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□



Prova sismica in □ro di sondaggio □Do□n Hole



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□

| Profondità dei Sensori (m) | Vp (m/s) | Vs (m/s) | Vp/Vs(adim.) | Coefficiente Poisson n | Modulo di Taglio G (GPa) | Modulo di Young E (GPa) | Bulk Modulus B (GPa) |
|----------------------------|----------|----------|--------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1 | 154.6 | 71.3 | 2.2 | 0.36 | 0.00865099 | 0.023611348 | 0.029076938 |
| 2 | 585.8 | 146.5 | 4.0 | 0.47 | 0.0364625 | 0.106956666 | 0.534783329 |
| 3 | 492.8 | 160.4 | 3.1 | 0.44 | 0.043763717 | 0.126101986 | 0.35450099 |
| 4 | 631.6 | 254.7 | 2.5 | 0.40 | 0.116767383 | 0.327630631 | 0.562476268 |
| 5 | 1418.3 | 293.4 | 4.8 | 0.48 | 0.155003008 | 0.458077213 | 3.414371817 |
| 6 | 1271.8 | 240.6 | 5.3 | 0.48 | 0.104201893 | 0.308737579 | 2.772337444 |
| 7 | 1666.0 | 247.7 | 6.7 | 0.49 | 0.110398535 | 0.328701073 | 4.849019966 |
| 8 | 1334.8 | 301.4 | 4.4 | 0.47 | 0.163520527 | 0.481775939 | 2.988977254 |
| 9 | 2706.4 | 270.6 | 10.0 | 0.49 | 0.131847507 | 0.394210729 | 13.00895406 |
| 10 | 1275.7 | 281.4 | 4.5 | 0.47 | 0.142536651 | 0.420319489 | 2.739237675 |
| 11 | 1377.1 | 332.4 | 4.1 | 0.47 | 0.198880322 | 0.584336501 | 3.148261967 |
| 12 | 1077.2 | 359.1 | 3.0 | 0.44 | 0.232088824 | 0.667255369 | 1.77934765 |
| 13 | 1947.8 | 286.4 | 6.8 | 0.49 | 0.14768572 | 0.439792666 | 6.632073407 |
| 14 | 1086.0 | 391.0 | 2.8 | 0.43 | 0.275131084 | 0.784427044 | 1.756083588 |
| 15 | 816.9 | 408.4 | 2.0 | 0.33 | 0.300280992 | 0.800749313 | 0.800749313 |
| 16 | 1637.7 | 409.4 | 4.0 | 0.47 | 0.31848367 | 0.934218766 | 4.671093832 |
| 17 | 895.1 | 428.1 | 2.1 | 0.35 | 0.348161767 | 0.941231445 | 1.057913029 |
| 18 | 1408.9 | 394.5 | 3.6 | 0.46 | 0.295669997 | 0.861857508 | 3.377074316 |
| 19 | 1410.9 | 470.3 | 3.0 | 0.44 | 0.4202217 | 1.208137387 | 3.221699698 |
| 20 | 1648.0 | 494.4 | 3.3 | 0.45 | 0.46441753 | 1.347321187 | 4.540971407 |
| 21 | 1414.0 | 412.4 | 3.4 | 0.45 | 0.323185704 | 0.939507589 | 3.368166661 |
| 22 | 1415.3 | 450.3 | 3.1 | 0.44 | 0.385314522 | 1.112540321 | 3.292211154 |
| 23 | 1043.7 | 382.8 | 2.7 | 0.42 | 0.278450255 | 0.792064739 | 1.698397434 |
| 24 | 992.2 | 395.3 | 2.5 | 0.41 | 0.296894771 | 0.834667487 | 1.47460705 |
| 25 | 954.6 | 413.7 | 2.3 | 0.38 | 0.325132055 | 0.900228836 | 1.297963076 |
| 26 | 1576.7 | 584.3 | 2.7 | 0.42 | 0.648719161 | 1.842881789 | 3.858644989 |
| 27 | 1461.5 | 382.2 | 3.8 | 0.46 | 0.277606003 | 0.812434846 | 3.688285529 |
| 28 | 1420.4 | 451.9 | 3.1 | 0.44 | 0.388067269 | 1.120488483 | 3.315731225 |
| 29 | 1420.9 | 442.1 | 3.2 | 0.45 | 0.371300871 | 1.074113126 | 3.341076374 |
| 30 | | | | | | | |



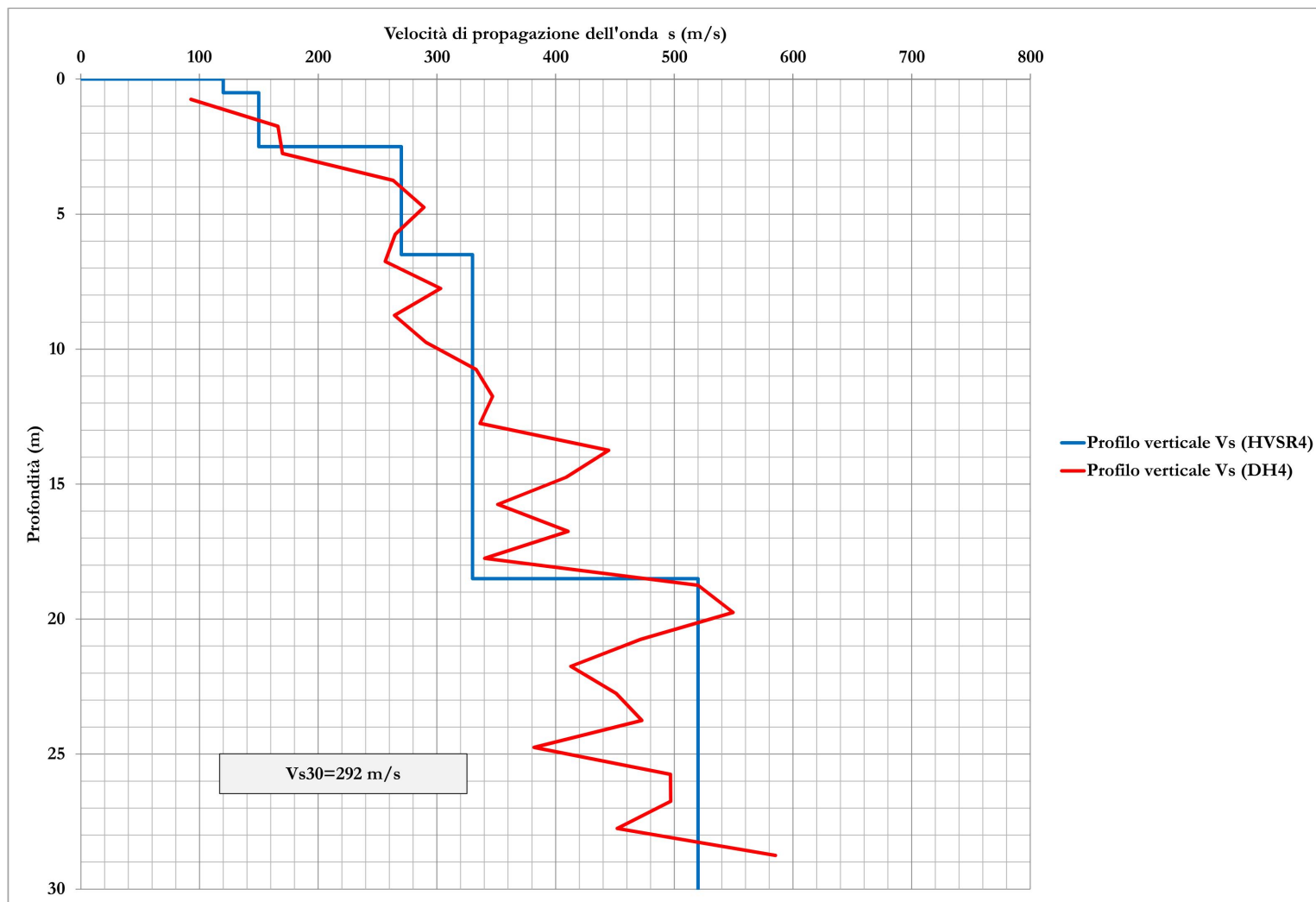
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□



Prova sismica in □ro di sondaggio □Do□n Hole



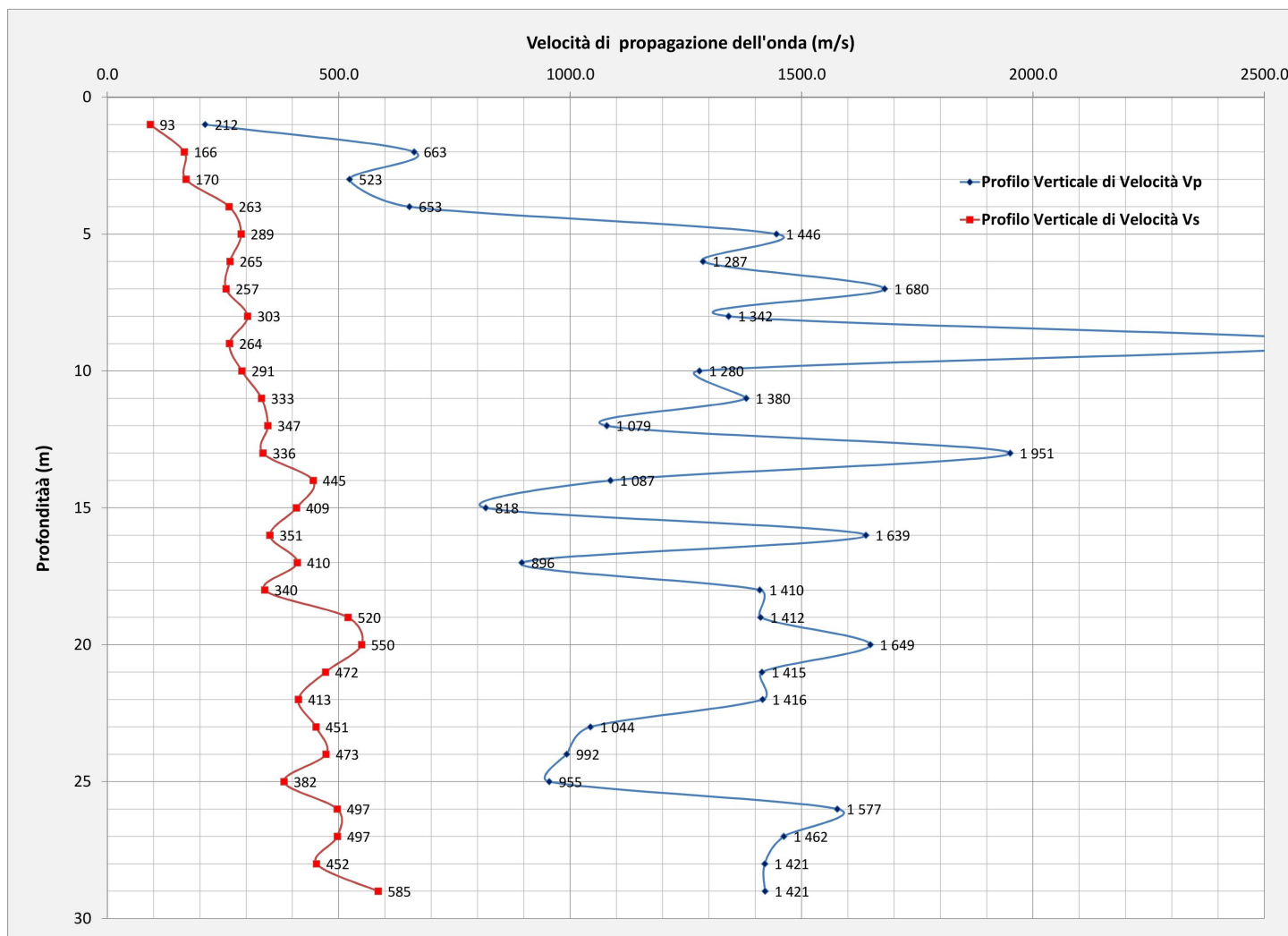
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□



Prova sismica in □ro di sondaggio □Do□n Hole



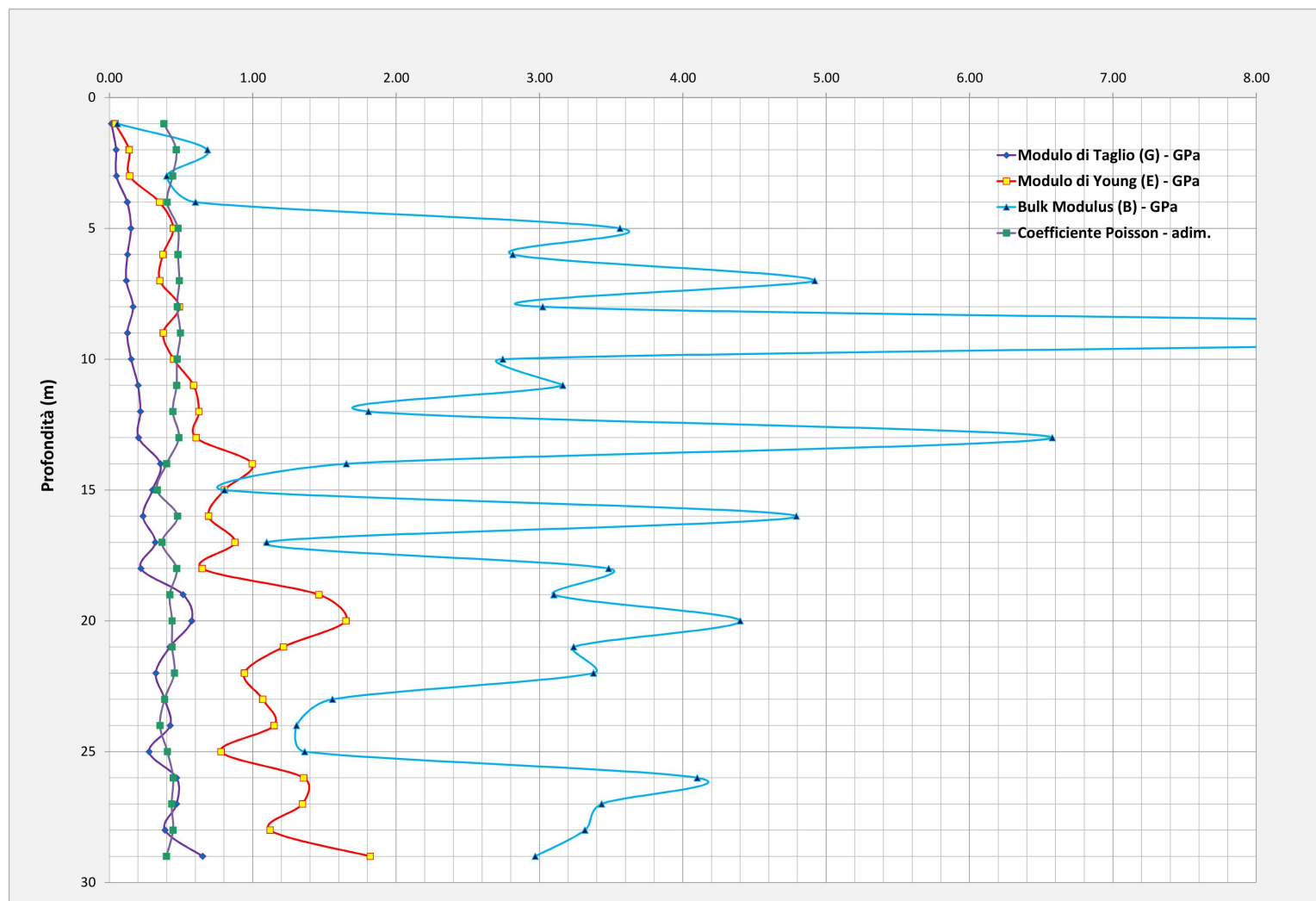
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno 0m 00000

PROVA SISMICA DO N HOLE N.: DH00H0SR0

DATA: 00 Settembre 0000



Prova sismica in foro di sondaggio Do n Hole



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□

| Profondità dei Sensori (m) | Vp (m/s) | Vs (m/s) | Vp/Vs(adim.) | Coefficiente Poisson n | Modulo di Taglio G (GPa) | Modulo di Young E (GPa) | Bulk Modulus B (GPa) |
|----------------------------|----------|----------|--------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1 | 211.5 | 92.9 | 2.3 | 0.38 | 0.014663361 | 0.04048903 | 0.056526351 |
| 2 | 662.9 | 166.2 | 4.0 | 0.47 | 0.046948099 | 0.137695791 | 0.684404744 |
| 3 | 523.3 | 170.0 | 3.1 | 0.44 | 0.04912169 | 0.141570778 | 0.40006024 |
| 4 | 652.6 | 263.1 | 2.5 | 0.40 | 0.124628868 | 0.349688704 | 0.600345568 |
| 5 | 1445.8 | 289.2 | 5.0 | 0.48 | 0.150514589 | 0.445272325 | 3.562178603 |
| 6 | 1287.3 | 265.0 | 4.9 | 0.48 | 0.12642814 | 0.373688233 | 2.814101184 |
| 7 | 1679.5 | 256.6 | 6.5 | 0.49 | 0.118513717 | 0.352708806 | 4.919461944 |
| 8 | 1342.3 | 303.1 | 4.4 | 0.47 | 0.165367034 | 0.487216249 | 3.022729382 |
| 9 | 2717.4 | 264.2 | 10.3 | 0.50 | 0.125638429 | 0.375716401 | 13.12451511 |
| 10 | 1279.5 | 290.8 | 4.4 | 0.47 | 0.152220876 | 0.448371731 | 2.744034995 |
| 11 | 1380.3 | 333.2 | 4.1 | 0.47 | 0.19979689 | 0.587029499 | 3.162771177 |
| 12 | 1079.2 | 346.9 | 3.1 | 0.44 | 0.21658189 | 0.624790999 | 1.807522931 |
| 13 | 1950.6 | 336.3 | 5.8 | 0.48 | 0.203580454 | 0.604504216 | 6.577005872 |
| 14 | 1087.3 | 444.8 | 2.4 | 0.40 | 0.3560994 | 0.996724872 | 1.653004623 |
| 15 | 817.6 | 408.8 | 2.0 | 0.33 | 0.300845439 | 0.802254503 | 0.802254503 |
| 16 | 1638.9 | 351.2 | 4.7 | 0.48 | 0.23435223 | 0.691777705 | 4.791201145 |
| 17 | 895.6 | 410.5 | 2.2 | 0.37 | 0.320169444 | 0.87536437 | 1.097219802 |
| 18 | 1409.6 | 340.3 | 4.1 | 0.47 | 0.219973072 | 0.646309771 | 3.482158767 |
| 19 | 1411.5 | 520.0 | 2.7 | 0.42 | 0.513828017 | 1.460786703 | 3.100445248 |
| 20 | 1648.7 | 549.6 | 3.0 | 0.44 | 0.573818147 | 1.649727173 | 4.399272462 |
| 21 | 1414.5 | 471.5 | 3.0 | 0.44 | 0.422415356 | 1.214444147 | 3.238517726 |
| 22 | 1415.8 | 412.9 | 3.4 | 0.45 | 0.323968594 | 0.941783465 | 3.376325757 |
| 23 | 1044.0 | 450.8 | 2.3 | 0.39 | 0.38613025 | 1.069887246 | 1.555930205 |
| 24 | 992.4 | 472.6 | 2.1 | 0.35 | 0.424341942 | 1.148585375 | 1.30555871 |
| 25 | 954.8 | 381.9 | 2.5 | 0.40 | 0.277151236 | 0.778662995 | 1.362660242 |
| 26 | 1577.0 | 496.8 | 3.2 | 0.44 | 0.468873741 | 1.354972368 | 4.100193952 |
| 27 | 1461.8 | 497.0 | 2.9 | 0.43 | 0.46930998 | 1.346586393 | 3.434028275 |
| 28 | 1420.6 | 452.0 | 3.1 | 0.44 | 0.388182966 | 1.120822542 | 3.316719768 |
| 29 | 1421.1 | 585.2 | 2.4 | 0.40 | 0.650593615 | 1.818951317 | 2.969716435 |
| 30 | | | | | | | |



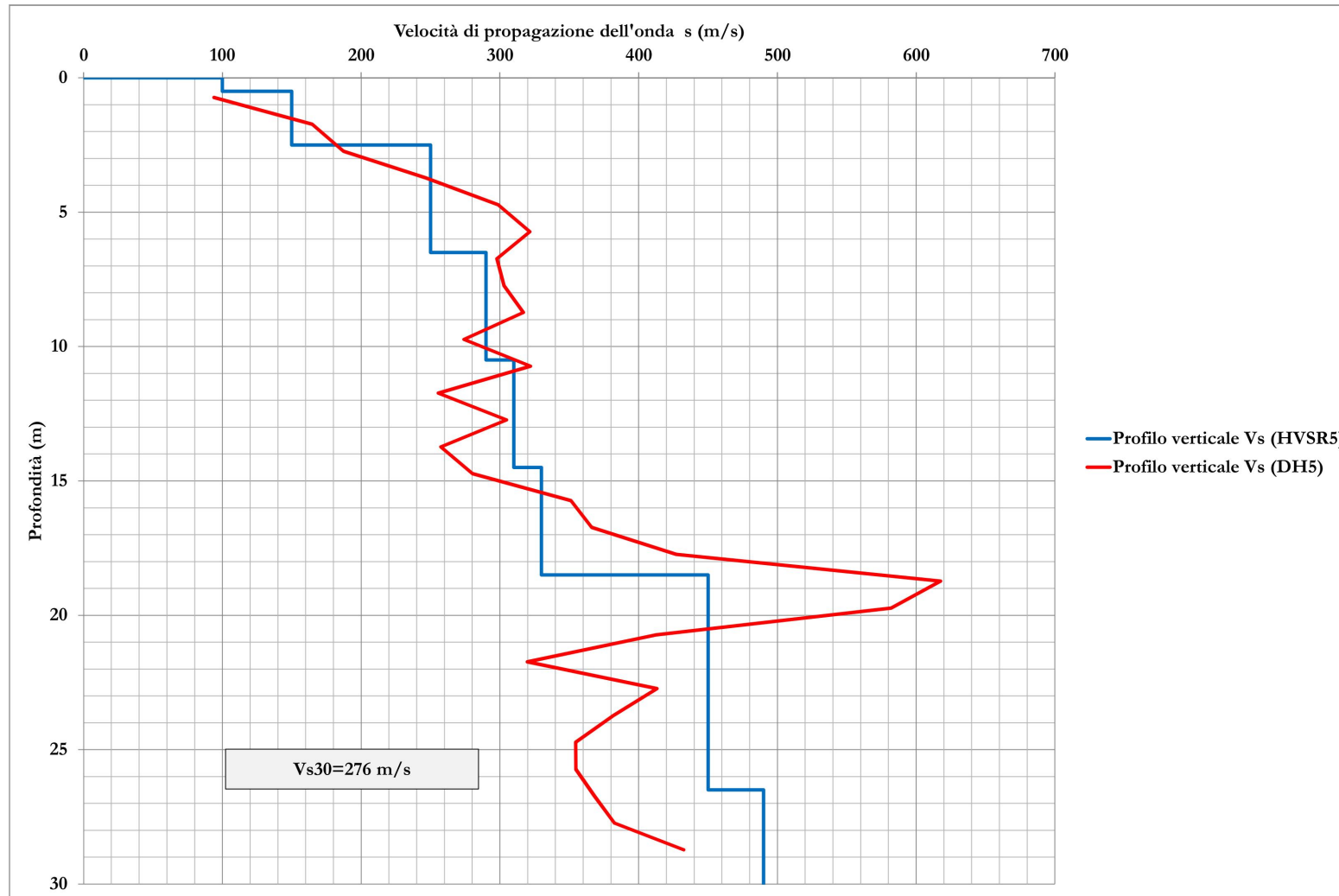
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□



Prova sismica in □ro di sondaggio □Do□n Hole



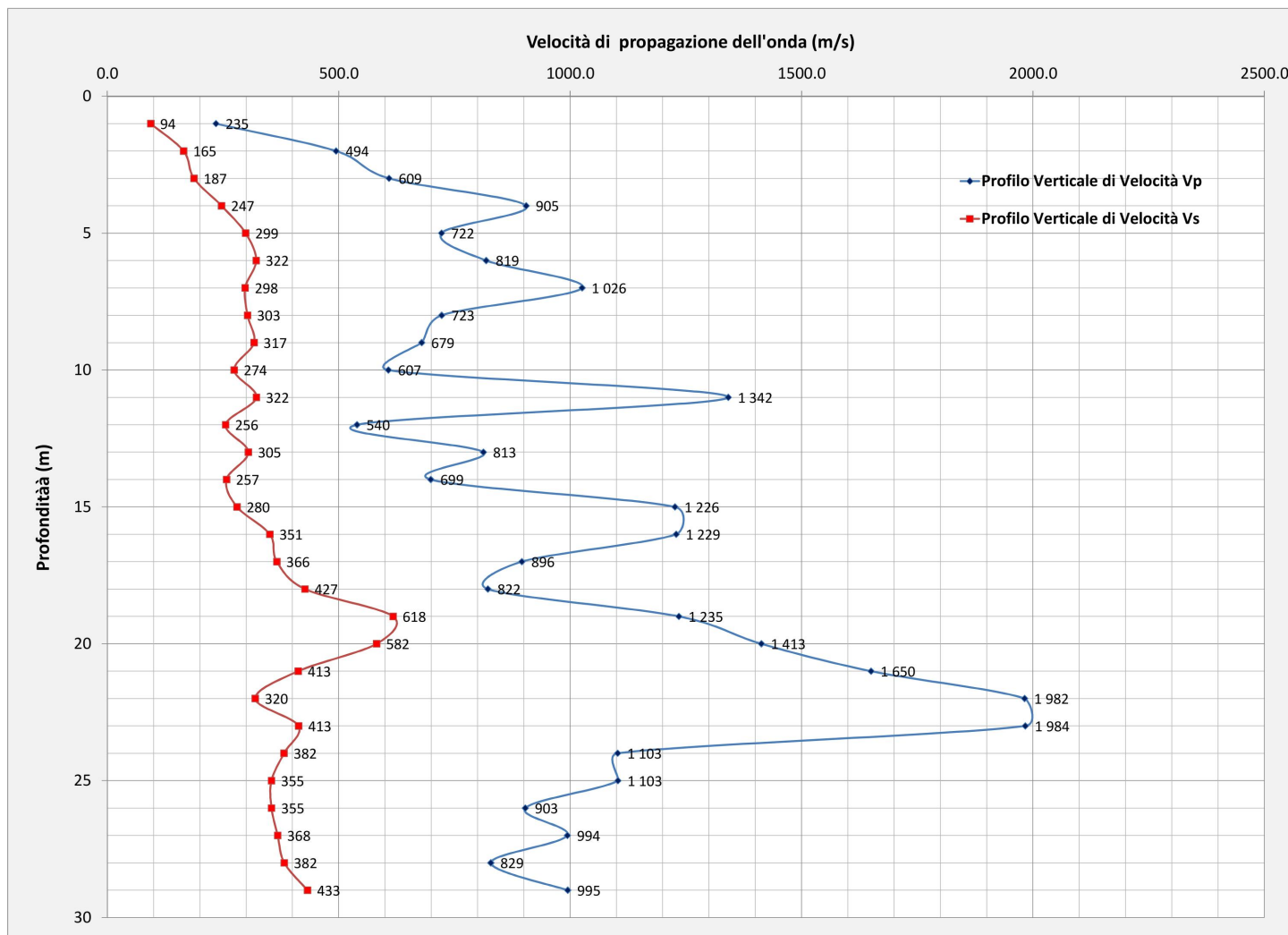
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□



Prova sismica in □ro di sondaggio □Do□n Hole



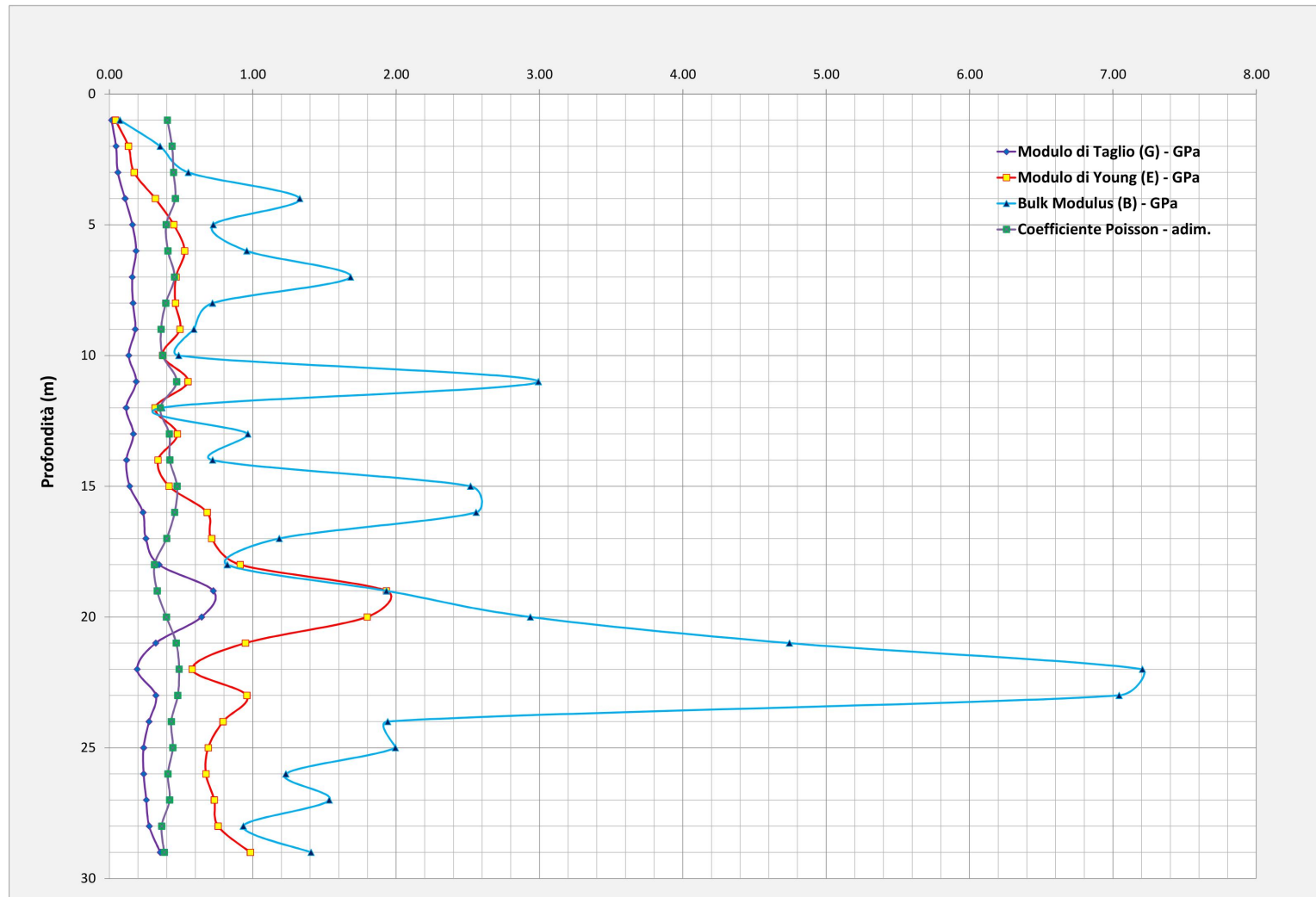
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□

PRO□A SISMICA DO□N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□



Prova sismica in □oro di sondaggio □Do□n Hole



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□

| Profondità dei Sensori (m) | Vp (m/s) | Vs (m/s) | Vp/Vs(adim.) | Coefficiente Poisson n | Modulo di Taglio G (GPa) | Modulo di Young E (GPa) | Bulk Modulus B (GPa) |
|----------------------------|----------|----------|--------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1 | 234.7 | 93.9 | 2.5 | 0.40 | 0.014984245 | 0.042098592 | 0.073672535 |
| 2 | 494.3 | 164.8 | 3.0 | 0.44 | 0.046148702 | 0.132677519 | 0.353806717 |
| 3 | 608.8 | 187.3 | 3.3 | 0.45 | 0.059647118 | 0.172703747 | 0.550493195 |
| 4 | 904.9 | 246.8 | 3.7 | 0.46 | 0.109630237 | 0.320081137 | 1.327743977 |
| 5 | 722.2 | 298.9 | 2.4 | 0.40 | 0.16076748 | 0.449087926 | 0.724570103 |
| 6 | 818.7 | 321.6 | 2.5 | 0.41 | 0.186190878 | 0.524592097 | 0.958139285 |
| 7 | 1026.0 | 297.9 | 3.4 | 0.45 | 0.159696785 | 0.464390992 | 1.681745155 |
| 8 | 722.6 | 303.0 | 2.4 | 0.39 | 0.165272566 | 0.460551203 | 0.719440932 |
| 9 | 679.2 | 317.0 | 2.1 | 0.36 | 0.180844307 | 0.492184223 | 0.58928179 |
| 10 | 607.3 | 274.1 | 2.2 | 0.37 | 0.135279306 | 0.371213649 | 0.483452098 |
| 11 | 1341.8 | 322.0 | 4.2 | 0.47 | 0.186654763 | 0.548555848 | 2.99166106 |
| 12 | 539.5 | 255.6 | 2.1 | 0.36 | 0.117568328 | 0.318694145 | 0.367219591 |
| 13 | 812.7 | 304.8 | 2.7 | 0.42 | 0.167173671 | 0.474165321 | 0.96589232 |
| 14 | 698.9 | 257.5 | 2.7 | 0.42 | 0.119343137 | 0.339286418 | 0.720118112 |
| 15 | 1226.4 | 280.3 | 4.4 | 0.47 | 0.141444876 | 0.416537493 | 2.518750156 |
| 16 | 1229.2 | 351.2 | 3.5 | 0.46 | 0.234333149 | 0.682169834 | 2.558136879 |
| 17 | 895.6 | 366.2 | 2.4 | 0.40 | 0.25484032 | 0.713350754 | 1.184221206 |
| 18 | 822.3 | 427.2 | 1.9 | 0.32 | 0.346670139 | 0.911881006 | 0.822402682 |
| 19 | 1235.1 | 617.5 | 2.0 | 0.33 | 0.72454199 | 1.932111973 | 1.932111973 |
| 20 | 1413.1 | 581.9 | 2.4 | 0.40 | 0.643284332 | 1.798515778 | 2.936352291 |
| 21 | 1650.3 | 412.6 | 4.0 | 0.47 | 0.323399831 | 0.948639505 | 4.743197526 |
| 22 | 1982.0 | 319.7 | 6.2 | 0.49 | 0.19417264 | 0.577331684 | 7.205099415 |
| 23 | 1983.5 | 413.2 | 4.8 | 0.48 | 0.324447507 | 0.958621673 | 7.042673891 |
| 24 | 1102.7 | 381.7 | 2.9 | 0.43 | 0.276819725 | 0.792774473 | 1.941155603 |
| 25 | 1103.3 | 354.6 | 3.1 | 0.44 | 0.238966959 | 0.689366989 | 1.994341535 |
| 26 | 903.2 | 354.8 | 2.5 | 0.41 | 0.239216588 | 0.673991834 | 1.231009879 |
| 27 | 994.0 | 368.1 | 2.7 | 0.42 | 0.257504371 | 0.731574422 | 1.533867704 |
| 28 | 828.7 | 382.5 | 2.2 | 0.36 | 0.27792542 | 0.758548328 | 0.934138219 |
| 29 | 994.8 | 432.5 | 2.3 | 0.38 | 0.355423202 | 0.983420376 | 1.406291137 |
| 30 | | | | | | | |



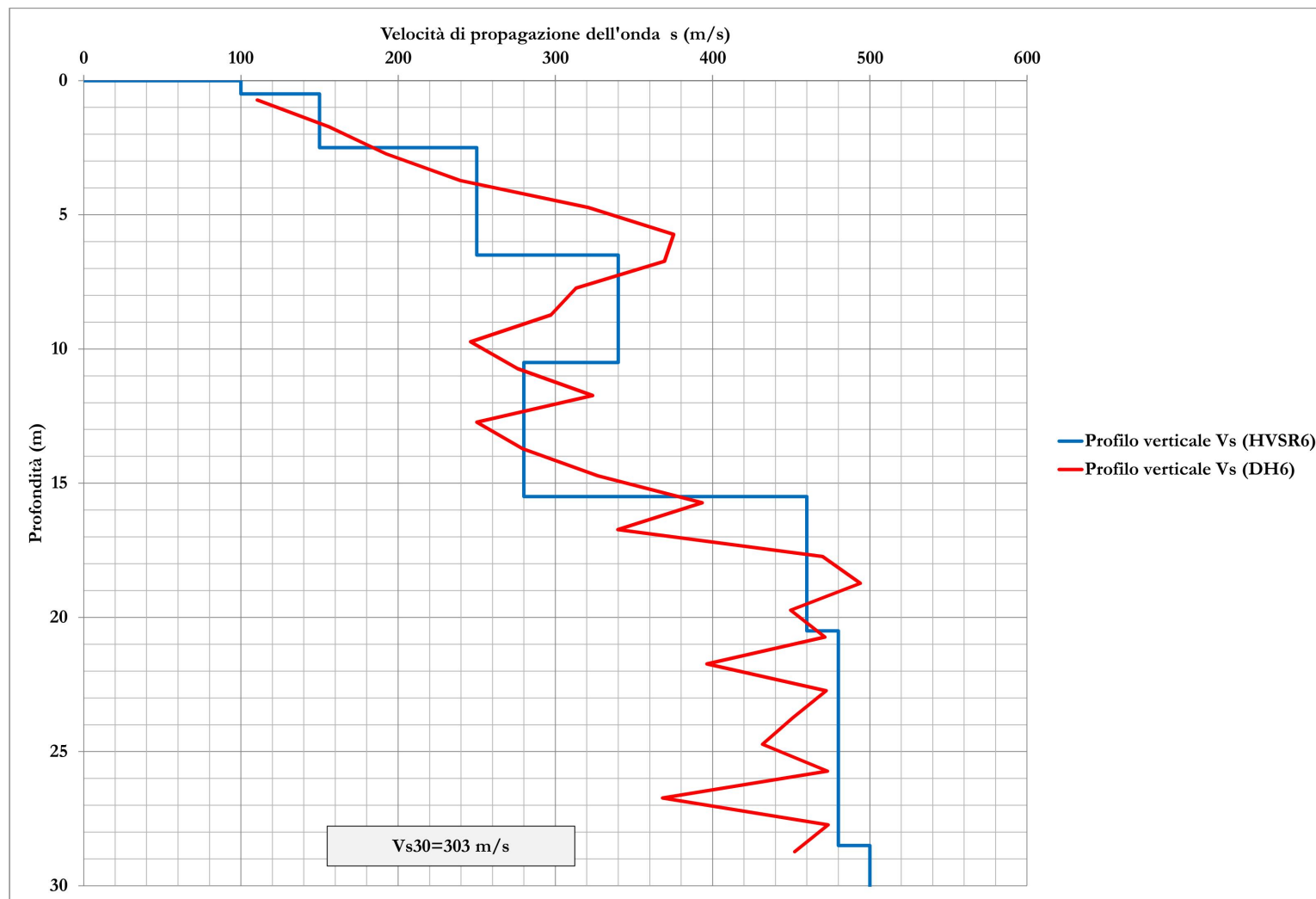
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno m 00000

PROVA SISMICA DO N HOLE N.: DH00H0SR0

DATA: 00 Settembre 0000





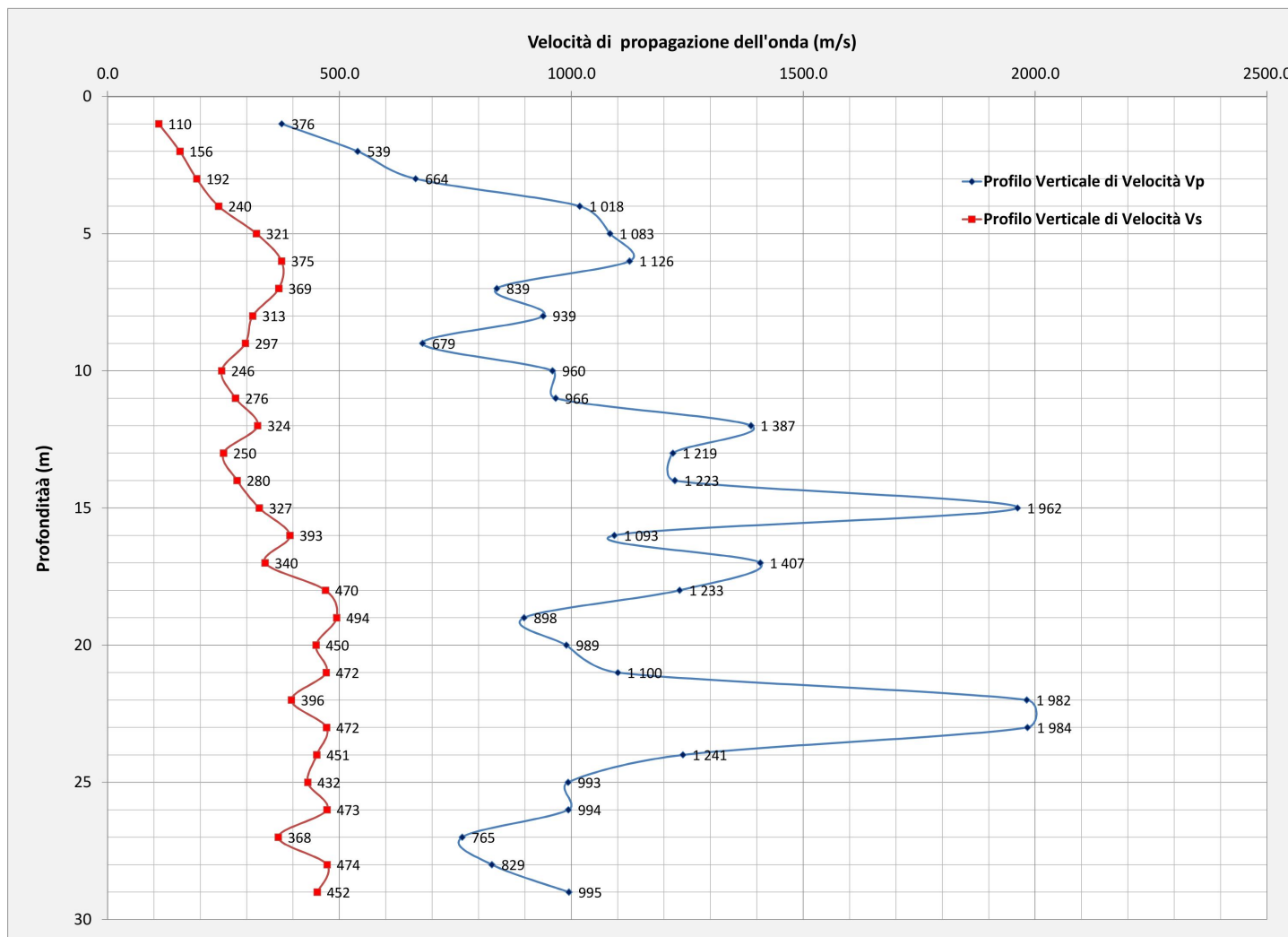
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□



Prova sismica in □ro di sondaggio □Do□n Hole



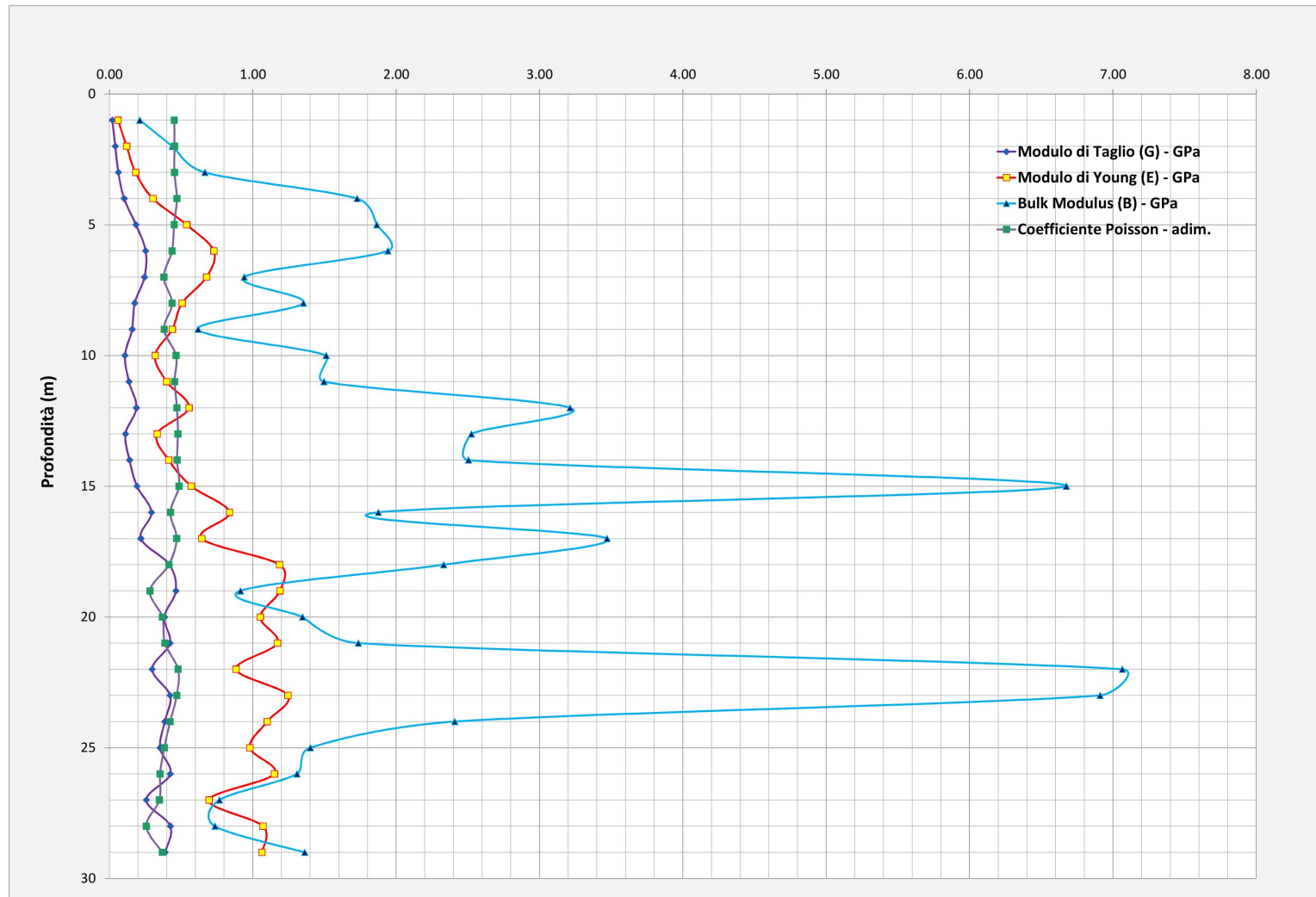
STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno 0m 00000

PROVA SISMICA DOWN HOLE N.: DH00H0SR0

DATA: 00 Settembre 0000



Prova sismica in foro di sondaggio Down Hole



STUDIO MATTIOLI

COMMITTENTE: RFI Rete Ferroviaria Italiana S.P.A.

CANTIERE: Ponte Reno □m □□□□□

PRO□A SISMICA DO□ N HOLE N.: DH□□H□SR□

DATA: □□ Settem□re □□□□

| Profondità dei Sensori (m) | Vp (m/s) | Vs (m/s) | Vp/Vs(adim.) | Coefficiente Poisson n | Modulo di Taglio G (GPa) | Modulo di Young E (GPa) | Bulk Modulus B (GPa) |
|----------------------------|----------|----------|--------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1 | 375.5 | 110.5 | 3.4 | 0.45 | 0.020739439 | 0.060254354 | 0.212095327 |
| 2 | 539.2 | 156.1 | 3.5 | 0.45 | 0.04141878 | 0.120468227 | 0.439061886 |
| 3 | 664.1 | 192.2 | 3.5 | 0.45 | 0.062827747 | 0.18273709 | 0.666008735 |
| 4 | 1018.0 | 239.5 | 4.2 | 0.47 | 0.103276235 | 0.303775885 | 1.727725349 |
| 5 | 1083.4 | 321.0 | 3.4 | 0.45 | 0.185467011 | 0.538551576 | 1.865295824 |
| 6 | 1125.7 | 375.2 | 3.0 | 0.44 | 0.253426473 | 0.72860111 | 1.942936293 |
| 7 | 839.4 | 369.3 | 2.3 | 0.38 | 0.245549776 | 0.677697895 | 0.94093592 |
| 8 | 939.3 | 313.1 | 3.0 | 0.44 | 0.176474373 | 0.507363822 | 1.352970193 |
| 9 | 679.2 | 297.2 | 2.3 | 0.38 | 0.158945192 | 0.439210869 | 0.618480611 |
| 10 | 959.5 | 246.0 | 3.9 | 0.46 | 0.108952761 | 0.319190953 | 1.511901147 |
| 11 | 966.1 | 276.0 | 3.5 | 0.46 | 0.137134111 | 0.399212636 | 1.497047384 |
| 12 | 1387.4 | 323.7 | 4.3 | 0.47 | 0.18863185 | 0.555034257 | 3.213157501 |
| 13 | 1219.0 | 250.1 | 4.9 | 0.48 | 0.112548218 | 0.332700874 | 2.524714442 |
| 14 | 1223.1 | 279.6 | 4.4 | 0.47 | 0.140678767 | 0.4142814 | 2.505107839 |
| 15 | 1962.3 | 327.0 | 6.0 | 0.49 | 0.192522192 | 0.572065942 | 6.674102651 |
| 16 | 1092.6 | 393.3 | 2.8 | 0.43 | 0.293947502 | 0.838074589 | 1.876183441 |
| 17 | 1407.4 | 339.7 | 4.1 | 0.47 | 0.219268733 | 0.64424033 | 3.471009124 |
| 18 | 1233.4 | 469.9 | 2.6 | 0.42 | 0.419470869 | 1.187202697 | 2.331121962 |
| 19 | 898.2 | 494.0 | 1.8 | 0.28 | 0.463706873 | 1.190014772 | 0.914639453 |
| 20 | 989.2 | 449.6 | 2.2 | 0.37 | 0.384109859 | 1.052300969 | 1.34694524 |
| 21 | 1100.2 | 471.5 | 2.3 | 0.39 | 0.42239978 | 1.172159389 | 1.736532427 |
| 22 | 1982.0 | 396.4 | 5.0 | 0.48 | 0.298559851 | 0.883239558 | 7.065916467 |
| 23 | 1983.5 | 472.3 | 4.2 | 0.47 | 0.423768173 | 1.245837681 | 6.910246337 |
| 24 | 1240.5 | 451.1 | 2.7 | 0.42 | 0.386632509 | 1.100982096 | 2.408398335 |
| 25 | 993.0 | 431.7 | 2.3 | 0.38 | 0.354158972 | 0.979922376 | 1.401288998 |
| 26 | 993.5 | 473.1 | 2.1 | 0.35 | 0.425273934 | 1.151108039 | 1.308426137 |
| 27 | 764.6 | 368.1 | 2.1 | 0.35 | 0.257504371 | 0.694801973 | 0.767434132 |
| 28 | 828.7 | 473.5 | 1.7 | 0.26 | 0.426026268 | 1.071520614 | 0.736670422 |
| 29 | 994.8 | 452.2 | 2.2 | 0.37 | 0.388468748 | 1.064242507 | 1.362230409 |
| 30 | | | | | | | |