

# COMUNE DI CARPI

PROVINCIA DI MODENA

CAPO V° Città da trasformare

Art. 61 Zone di trasformazione direzionale-commerciale (tipo F)

(Var. 17 C.C. n°51/2008 - Var. 19 C.C. n°114/2009 - Var. 24 C.C. n°133/2011)

## PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA COMPARTO F10

PROPRIETA'

FINIMCAR s.r.l.

Via dei Terrazzieri 2/4 - 41012 Carpi (MO)

P.IVA 01986070363

Legale rappresentante: GUIZZARDI DUILIO

COPERNICO S.r.l.

Via Pisacane 2 - 41012 Carpi (MO)

P.IVA 02895630362

Legale rappresentante: ZACCARINI FAUSTINO

FORONI PAOLO

Via Nuova Ponente 17 - 41012 Carpi (MO)

C.F. FRNPLA57D28B819D

FORONI GIANCARLO

Via San Francesco 17 - 41012 Carpi (MO)

C.F. FRNGCR61E02B819U

FORONI TIZIANA

Via Mozart 6 - 41012 Carpi (MO)

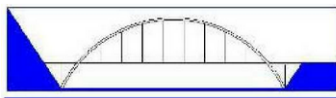
C.F. FRNTZN63M56B819V

BENETTI ALMA

Via Nuova Ponente 17 - 41012 Carpi (MO)

C.F. BNTLMA28M64B819O

(rappresentata da Foroni Paolo con procura Notaio Fiori Aldo del 16/12/2013)



**ENSER** srl  
SOCIETA' DI INGEGNERIA

CONSULENTE

Viale Baccarani, 29 - 48018 Faenza (RA) - Web [www.enser.it](http://www.enser.it)

email [enser@enser.it](mailto:enser@enser.it) - Tel. +36.0546.663423 - P.IVA 02058800398

COORDINATORE GENERALE DELLA PROGETTAZIONE

STUDIO TECNICO RIGHETTI Geometra MARCO - Via Arno 34 - 41019 Soliera (MO) - P.IVA 02346930361

3387137142 - email [geometrarihettimarco@gmail.com](mailto:geometrarihettimarco@gmail.com)

ELABORATO

G/3

DESCRIZIONE

RELAZIONE GEOTECNICA



DATA

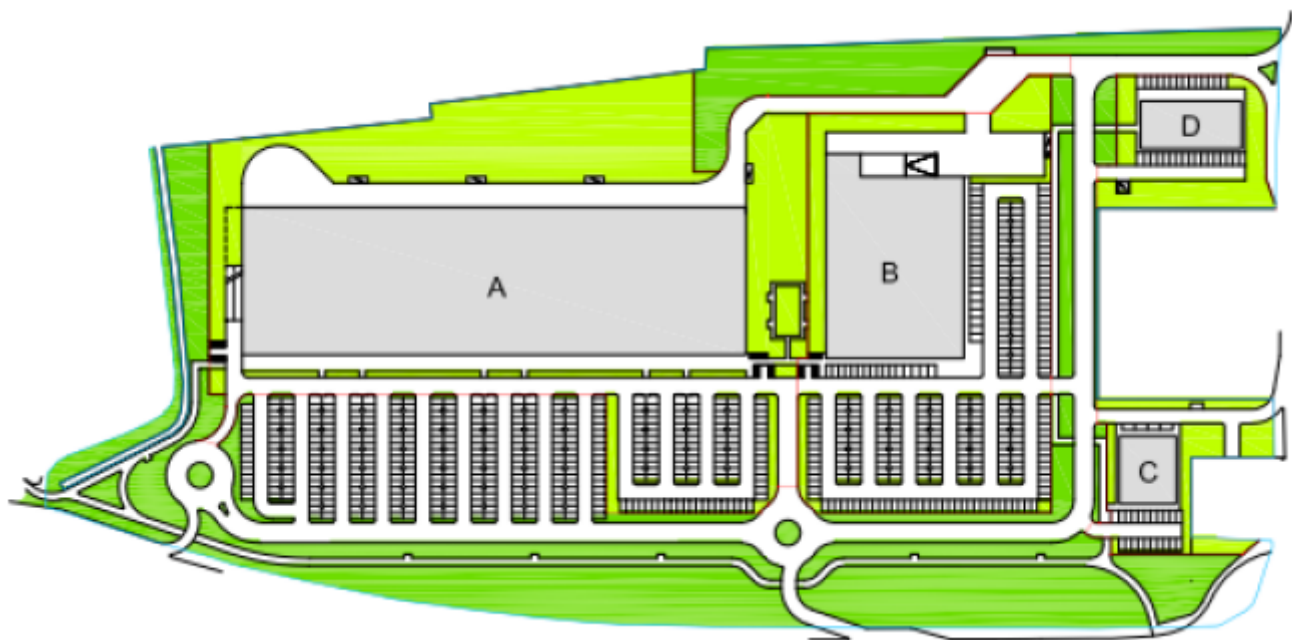
2015.10.20

AGGIORNAMENTO

REV. 0

## FINIMCAR S.r.l.

### PROGETTO DI URBANIZZAZIONE INDUSTRIALE DEL COMPARTO COMMERCIALE-DIREZIONALE F10 SITO IN CARPI



## RELAZIONE GEOTECNICA

Dott. Ing. Gianfranco Marchi

Codice S14026-CT-RE-004-1

Rev.	Data	Redatto	Controllato
0	15.06.2015	Stefano Ferro	Gianluca Benedetti
1	02.10.2015	Stefano Ferro	Gianluca Benedetti
2			

Approvato
Gianfranco Marchi
Gianfranco Marchi



Sede Principale:  
Viale Baccarini, 29  
48018 FAENZA (RA)  
Tel. 0546 663423/56  
Fax 0546 663428

Sede di Bologna:  
Via Zacconi, 16  
40127 BOLOGNA (BO)  
Tel. 051 245663  
Fax 051 242251

Sede di Santarcangelo:  
Via Andrea Costa, 115  
47822 SANTARCANGELO DI  
ROMAGNA (RN)  
Tel. 0541 1832933  
Fax 0541 1832936

 <b>ENSER</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	<b>Codice:</b> S14026-CT-RE-004-1 <b>Data:</b> 02/10/2015

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>RIFERIMENTI</b> .....	<b>6</b>
2.1	NORMATIVA .....	6
2.2	BIBLIOGRAFIA .....	6
<b>3.</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE</b> .....	<b>7</b>
3.1	INDAGINI IN SITO .....	7
3.2	INDAGINI DI LABORATORIO .....	9
<b>4.</b>	<b>UNITÀ GEOTECNICHE</b> .....	<b>11</b>
<b>5.</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</b> .....	<b>14</b>
5.1	CRITERI PER LA STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI .....	14
5.2	PARAMETRI GEOTECNICI.....	14
<b>6.</b>	<b>CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI DIRETTE</b> .....	<b>23</b>
6.1	CRITERI DI CALCOLO.....	23
6.1.1	<i>Condizioni Drenate</i> .....	25
6.1.2	<i>Condizioni Non Drenate</i> .....	26
6.2	RISULTATI DELLE ANALISI.....	28
6.2.1	<i>Diagrammi di interazione in Condizione Statica – Drenata</i> .....	29
6.2.2	<i>Diagrammi di interazione in Condizione Statica – Non Drenata</i> .....	30
6.2.3	<i>Diagrammi di interazione in Condizione Sismica – Non Drenata</i> .....	31
<b>7.</b>	<b>STIMA DEI CEDIMENTI DI FONDAZIONI DIRETTE</b> .....	<b>33</b>
7.1	GENERALITÀ .....	33
7.2	STIMA DEL CEDIMENTO PER TERRENI INCOERENTI .....	35
7.3	STIMA DEL CEDIMENTO PER TERRENI COESIVI.....	35
7.4	TIPI DI CEDIMENTO .....	35
7.5	VALUTAZIONE TEORICA DEI VARI TIPI DI CEDIMENTO .....	36
7.6	RISULTATI DELLE ANALISI.....	37
<b>8.</b>	<b>CAPACITÀ PORTANTE DEL SINGOLO PALO</b> .....	<b>39</b>
8.1	CRITERI DI CALCOLO PER PALO SINGOLO SOGGETTO A CARICHI ASSIALI .....	39
8.1.1	<i>Terreni a comportamento prevalentemente coesivo</i> .....	41
8.1.2	<i>Terreni a comportamento prevalentemente incoerente</i> .....	42
8.2	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO .....	44
8.3	CAPACITÀ PORTANTE DEL PALO SINGOLO SOGGETTO A CARICHI ASSIALI .....	44

## TABELLE

TABELLA 3.1.	QUADRO RIASSUNTIVO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	9
TABELLA 3.2.	QUADRO RIASSUNTIVO DELLE INDAGINI DI LABORATORIO .....	9
TABELLA 3.3.	RISULTATI DEL LABORATORIO GEOTECNICO .....	10
TABELLA 5.1.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA. ....	15
TABELLA 6.2.	CARICHI LIMITE FINALIZZATI ALLA DETERMINAZIONE DEI DOMINI PER L'EDIFICIO D. .....	29

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

TABELLA 8-1: VALORI INDICATIVI DELL'ADESIONE $Q_A = \alpha C_U$ PER PALI IN TERRENI COESIVI (AGI – 1984) .....	42
TABELLA 8-2: STRATIGRAFIA E PARAMETRI DI CALCOLO. ....	44

## FIGURE

FIGURA 1.1. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO RELATIVO AL COMPARTO COMMERCIALE– DIREZIONALE F10.....	4
FIGURA 3.1. PLANIMETRIA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	8
FIGURA 4.1. SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA A-A' (SCALA GRAFICA).....	12
FIGURA 4.2. SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA B-B' (SCALA GRAFICA).....	13
FIGURA 5.1. TERRENI COESIVI. COESIONE NON DRENATA $C_U$ (KPA) DA PROVE CPT/CPTU. ....	16
FIGURA 5.2. TERRENI COESIVI. RAPPORTO DI SOVRACONSOLIDAZIONE OCR DA PROVE CPT/CPTU.....	17
FIGURA 5.3. TERRENI COESIVI. MODULO DI RIGIDEZZA MONODIMENSIONALE PER TERRENI NORMALCONSOLIDATI (MPA) DA PROVE CPT/CPTU.....	18
FIGURA 5.4. TERRENI COESIVI. MODULO DI RIGIDEZZA MONODIMENSIONALE PER TERRENI SOVRACONSOLIDATI (MPA) DA PROVE CPT/CPTU.....	19
FIGURA 5.5. TERRENI INCOERENTI. ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO ( $^\circ$ ) DA PROVE CPT/CPTU. ..	20
FIGURA 5.6. TERRENI INCOERENTI. DENSITÀ RELATIVA (%) DA PROVE CPT/CPTU. ....	21
FIGURA 5.7. TERRENI INCOERENTI. MODULO DI RIGIDEZZA MONODIMENSIONALE (MPA) DA PROVE CPT/CPTU. ....	22
FIGURA 6.1. DEFINIZIONE DELLE COMPONENTI DI CARICO .....	24
FIGURA 6.2. DOMINIO DI INTERAZIONE ADIMENSIONALE IN CONDIZIONI DRENATE SECONDO BRINCH-HANSEN, 1970 E MEYEROF, 1953 .....	25
FIGURA 6.3. DOMINIO DI INTERAZIONE ADIMENSIONALE IN CONDIZIONI NON DRENATE SECONDO GOURVENEC, 2007.....	26
FIGURA 7.1. STIMA DEI CEDIMENTI DI CONSOLIDAZIONE PER LE FONDAZIONI DIRETTE DEL LOTTO C. ....	38
FIGURA 8-1: COEFFICIENTI $N_q^*$ CORRISPONDENTI ALL'INSORGERE DELLE DEFORMAZIONI PLASTICHE DELLA PUNTA (BEREZANTZEV, 1963 - AGI).....	43
FIGURA 8-2: PALO CFA Ø800MM – CAPACITÀ PORTANTE A COMPRESSIONE.....	45
FIGURA 8-3: PALO CFA Ø800MM – CAPACITÀ PORTANTE A TRAZIONE. ....	46
FIGURA 8-4: PALO CFA Ø1000MM – CAPACITÀ PORTANTE A COMPRESSIONE.....	47
FIGURA 8-5: PALO CFA Ø1000MM – CAPACITÀ PORTANTE A TRAZIONE.....	48
FIGURA 8-6: PALO CFA Ø1200MM – CAPACITÀ PORTANTE A COMPRESSIONE. ....	49
FIGURA 8-7: PALO CFA Ø1200MM – CAPACITÀ PORTANTE A TRAZIONE.....	50

## APPENDICI

APPENDICE A: INDAGINI GEOTECNICHE DI LABORATORIO .....	51
--	----

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

## 1. PREMESSA

La presente relazione geotecnica viene redatta nell'ambito dell'incarico conferito agli Scriventi per la consulenza geologica, geotecnica e sismica a supporto del progetto di urbanizzazione industriale del comparto commerciale-direzionale F10 sito in Carpi (MO), angolo via Nuova Ponente – tangenziale Bruno Losi.

Tale intervento urbanistico prevede la realizzazione di diversi fabbricati, tra cui un centro commerciale (A), un edificio commerciale (B), un edificio ad uso ristorazione (C), nonché uno ad uso direzionale/uffici (D).

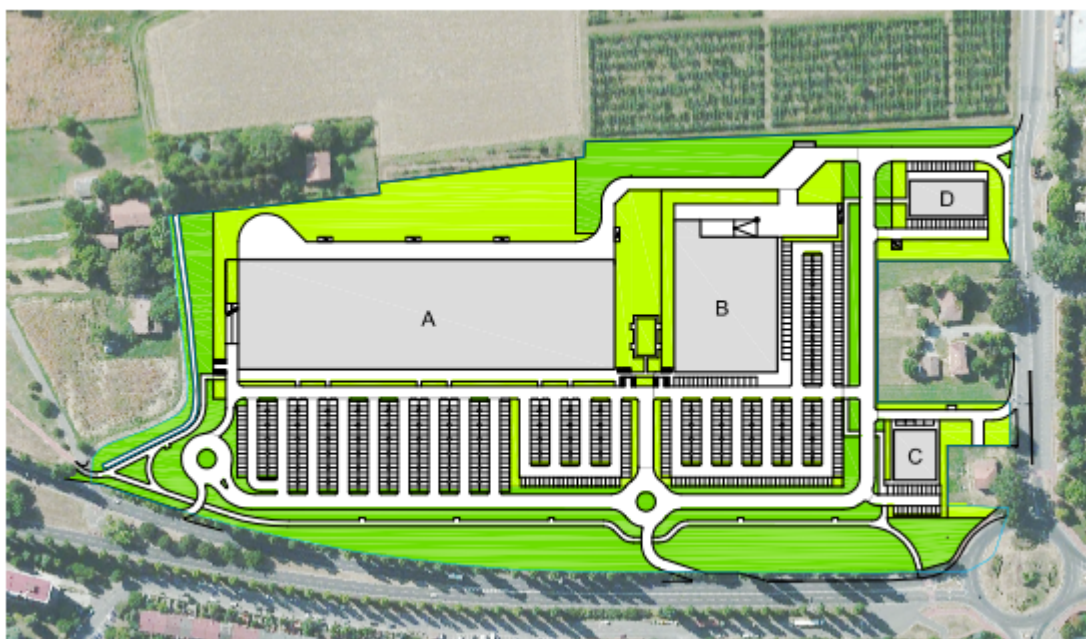


Figura 1.1. Localizzazione dell'intervento relativo al comparto commerciale-direzionale F10.

In base alle indicazioni fornite dai progettisti strutturali, per la realizzazione degli edifici sopra descritti si prevedono le seguenti tipologie di fondazione:

- Lotto A, da adibirsi a centro commerciale e costituito da un fabbricato 7/8.00 mt di altezza, con fondazioni tipo plinti su pali;
- Lotto B, costituito da una palazzina fuori terra di altezza 7/8.00 mt, si prevedono fondazioni tipo plinti su pali;
- Lotto C, da adibirsi a locale uso ristorazione e costituito da un unico piano fuori terra di altezza 5.50 mt, si prevede la realizzazione di una platea di fondazione, con quota di imposta a circa -1.50 mt;
- Lotto D: costituito da una palazzina fuori terra di 15.00 mt di altezza, si prevedono fondazioni tipo plinti su pali.

Sulla base delle risultanze della campagna di indagini geognostiche realizzate in sito tra nei mesi di Giugno 2014 e Aprile 2015, delle indagini di laboratorio geotecnico eseguite sui campioni di terreno prelevati ed in riferimento ai contenuti della

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

Relazione Geologica (S14026-CT-RE-002-1) e della Relazione di Modellazione Sismica (S14026-CT-RE-003-1) redatte nell'ambito della presente attività di progettazione, di seguito si tratteranno i seguenti punti:

- sintesi delle indagini e dei riferimenti bibliografici disponibili;
- descrizione delle indagini geognostiche in sito e di laboratorio;
- caratterizzazione stratigrafica del sito;
- caratterizzazione geotecnica delle unità litostratigrafiche;
- verifiche agli stati limite ultimi di capacità portante del terreno di fondazione per fondazioni dirette;
- stima dei cedimenti per fondazioni dirette;
- determinazione delle curve di capacità portante in funzione della lunghezza per pali di fondazione con  $\varnothing=800$  mm,  $\varnothing=1000$  mm e  $\varnothing=1200$  mm.

Per quanto concerne gli aspetti sismici connessi alla progettazione geotecnica, con particolare riferimento alla definizione dell'azione sismica di riferimento e alle valutazioni in merito al rischio di liquefazione si rimanda alla Relazione di Modellazione Sismica (S14026-CT-RE-003-1).

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

## 2. RIFERIMENTI

### 2.1 Normativa

I calcoli e le verifiche sono stati condotti in accordo alle seguenti norme:

- [Rif1] O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 e s.m.i., "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni.
- [Rif2] O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- [Rif3] Delib. G.R. 30 marzo 2004, n. 15/31, "Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" ".
- [Rif4] D.M. 14.01.2008, "Norme tecniche per le costruzioni".
- [Rif5] D.M. 06.05.2008, integrazione al D.M. 14 gennaio 2008.
- [Rif6] Circ. Min. II.TT. 02.02.2009, n. 617, "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14.01.2008".
- [Rif7] Circ. Min. II.TT. 05.08.2009, "Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 - Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248".
- [Rif8] UNI EN 1997-1 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- [Rif9] UNI EN 1997-2 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.
- [Rif10] UNI ENV 1997-3 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 3: Progettazione assistita con prove in sito.
- [Rif11] UNI EN 1998-5 - Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

### 2.2 Bibliografia

- [Rif12] Raccomandazioni AGI maggio 1994, "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio".
- [Rif13] Linee guida AGI 2005, "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica".
- [Rif14] J. Bowles "Foundation Analysis and design", Ed. McGraw-Hill, 1988;

 <b>ENSER</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	<b>Codice:</b> S14026-CT-RE-004-1 <b>Data:</b> 02/10/2015

### 3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

#### 3.1 Indagini in sito

A supporto delle attività di progettazione, nei mesi di giugno 2014 e marzo 2015 è stata eseguita una campagna di attività geognostiche volta a caratterizzare dal punto di vista stratigrafico i terreni in sito.

Le indagini in campo, ubicate così come riportato in Figura 3.1, si sono articolate nelle seguenti attività:

- realizzazione di n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (BH01÷BH02) spinti sino a 30,00 m dal p.c.;
- esecuzione di n.10 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU01÷CPTU09, CPTU12) spinte sino a profondità variabili comprese tra i 20 e i 37 m circa dal p.c..
- esecuzione di n.2 prove penetrometriche statiche elettriche (CPTU10÷CPTU11) spinte sino alla profondità di 20 m circa dal p.c..
- esecuzione di n.2 misure di rumore ambientale mediante sismica passiva (tipo H/V o HVSR), con tromografo digitale e finestra di registrazione pari a 20 minuti;
- esecuzione di n.2 profili a sismici a rifrazione di tipo MASW, ciascuno di lunghezza pari a circa 50 m.

Nel corso di esecuzione dei sondaggi geognostici sono state eseguite prove speditive di consistenza sui materiali in cassetta, n.6 prove in foro di tipo *Standard Penetration Test* e sono stati inoltre prelevati n.6 campioni indisturbati per le successive analisi di laboratorio geotecnico.

Il sondaggio BH2 è stato inoltre attrezzato con una verticale piezometrica a tubo aperto (tipo Norton), installato sino alla profondità di 12 m da p.c. per il monitoraggio nel tempo della falda freatica superficiale. Il piezometro, costituito da tubo in PVC  $\varnothing = 2"$ , presenta un tratto fenestrato da -3.00 m a -12.00 da p.c., risultando invece cieco nei primi 3 metri di profondità.

In Tabella 3.1 si riporta in quadro riassuntivo dei sondaggi e delle penetrometrie realizzate, con dettaglio delle relative profondità investigate e dei livelli di falda misurati al termine delle indagini.





**ENSER** srl  
SOCIETA' DI INGEGNERIA

**Committente:**  
FINIMCAR S.r.l.

**Lavoro:**  
COMPARTO F10 - CARPI (MO)

**Documento:**  
Relazione Geologica

**Codice:** S14026-CT-RE-004-1  
**Data:** 02/10/2015

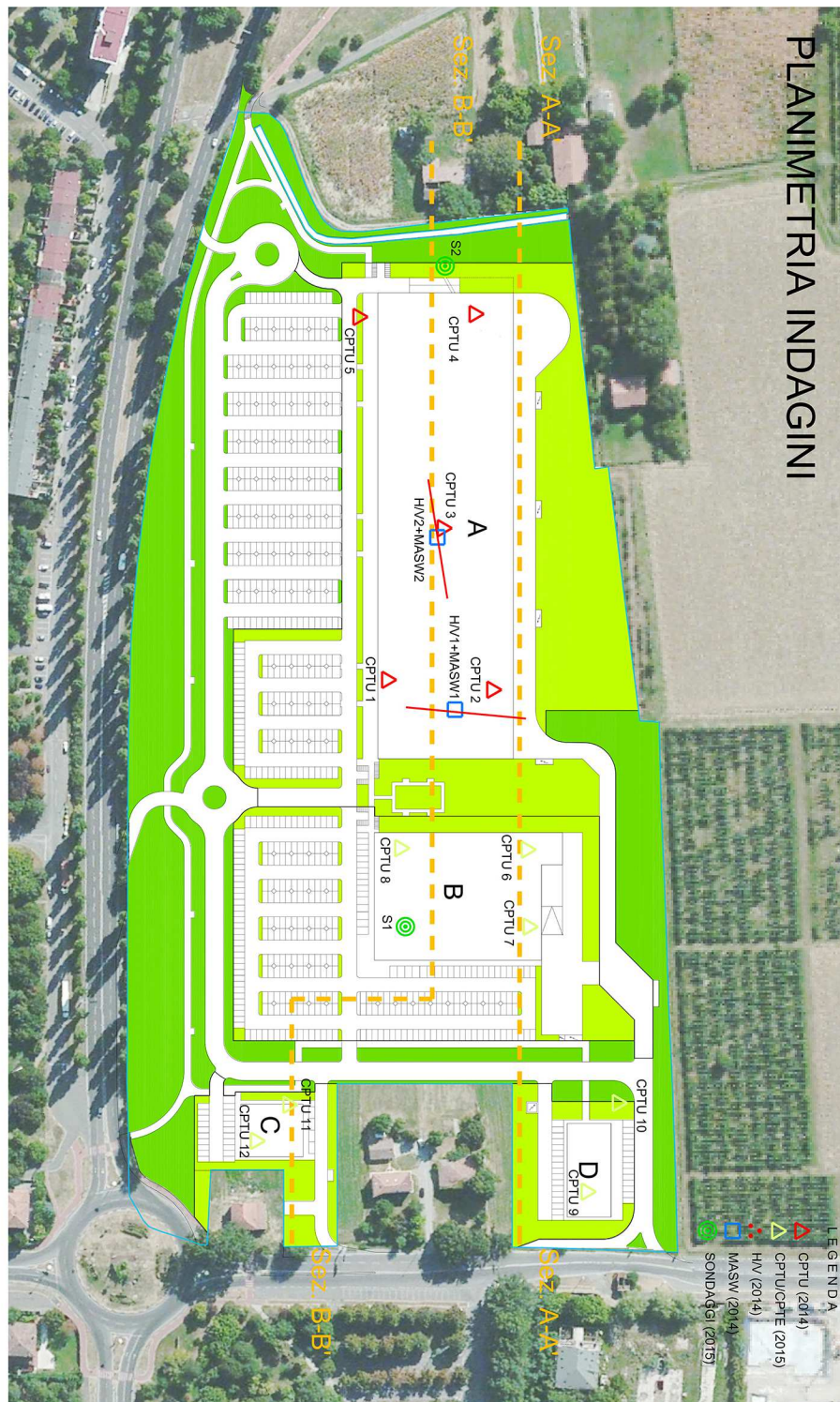


Figura 3.1. Planimetria di ubicazione delle indagini geonostiche.

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

Tabella 3.1. Quadro riassuntivo delle indagini geognostiche

Prova	Data	Profondità raggiunta [m da p.c.]	Profondità falda [m da p.c.]
BH01	20-21/05/2015	30.00	n.d.
BH02	21-22/05/2015	30.00	n.d.
CPTU01	09/06/2014	30.00	1.30
CPTU02	09/06/2014	20.00	1.60
CPTU03	09/06/2014	30.00	1.80
CPTU04	09/06/2014	30.00	1.90
CPTU05	09/06/2014	20.00	2.20
CPTU06	21/04/2015	37.00	1.00
CPTU07	21/04/2015	16.00	0.90
CPTU08	21/04/2015	18.00	0.90
CPTU09	21/04/2015	30.00	1.00
CPTE10	21/04/2015	20.00	1.00
CPTE11	21/04/2015	20.00	1.70
CPTU12	21/04/2015	30.00	2.20

I rapporti di prova delle indagini eseguite in sito sono forniti in Appendice.

## 3.2 Indagini di laboratorio

Sui campioni di terreno prelevati in fase di indagine geognostica sono state effettuate le prove geotecniche di laboratorio elencate nella seguente Tabella 3.2, i cui rapporti di prova sono forniti in Appendice alla presente relazione.

Tabella 3.2. Quadro riassuntivo delle indagini di laboratorio

PROVE DI LABORATORIO													
SONDAGGIO DENOMINAZIONE DEL CAMPIONE PROFONDITÀ DI PRELIEVO DEL CAMPIONE DA m (m dal p.c.) A m LITOLOGIA	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S2	S2	QUANTITÀ ESEGUITE
	1 SPT1	2 SPT2	3 SPT3	1 SPT1	2 SPT2	3 SPT3	1 SPT1	2 SPT2	3 SPT3	1 SPT1	2 SPT2	3 SPT3	
	3.20	4.40	6.00	7.40	8.80	10.10	4.30	4.90	7.50	8.10	13.50	18.00	
	3.70	4.85	6.60	7.85	9.40	10.55	4.90	5.35	8.10	8.55	13.95	18.60	
DESCRIZIONE DELLE PROVE DI LABORATORIO													
Apertura campione rimaneggiato: estrazione da sacchetto o altro contenitore, descrizione e preparazione; cadauna:	X		X		X		X		X	X			6
Apertura della fustella o altro contenitore, foto digitale, descrizione, pocket pen. e vane test, determinazione delle caratteristiche volumetriche (contenuto d'acqua, peso di volume umido e secco); per ogni campione:	X		X		X		X		X			X	6
Determinazione dei limiti di Atterberg liquido e plastico congiuntamente e degli indici; cadauna:	X		X				X		X				4
Classificazione del materiale e determinazione dell'indice di gruppo secondo le norme CNR-UNI o USCS; cadauna	X		X		X		X		X			X	6
Analisi granulometrica mediante vagliatura, per via secca, con l'uso di almeno 8 setacci; per ogni determinazione:		X		X		X		X					4
Analisi granulometrica per aerometria, compresa la vagliatura del trattenuto al setaccio n.200; cadauna:	X		X		X		X		X			X	6
Analisi granulometrica cumulativa (aerometria + setacciatura per via umida); per ogni campione:										X	X		2
Prova di taglio diretta con scatola di Casagrande del tipo consolidata - lenta (CD) (su 3 provini); cadauna:	X		X				X		X				4

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

In particolare, i test di laboratorio hanno evidenziato le seguenti risultanze:

Tabella 3.3. Risultati del laboratorio geotecnico

Dati campione			Caratteristiche volumetriche			Limiti di Atterberg			Granulometria				Taglio diretto	
Sond.	ID	Prof. [m]	W <sub>N</sub> [%]	γ <sub>NAT</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	γ <sub>DRY</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	c' [kPa]	φ' [°]
S1	C1	3.20÷3.70	25.89	1.96	1.55	-	-	-	0.2	89.8	7.2	2.8	34.0	6.9
S1	SPT1	4.40÷4.85	-	-	-	-	-	-	0.1	78.9	14.2	6.9	-	-
S1	C2	6.00÷6.60	31.86	1.97	1.50	28.6	17.3	11.3	0.0	28.0	51.9	20.1	30.6	42.0
S1	SPT2	7.40÷7.85	-	-	-	-	-	-	0.5	27.4	52.0	20.1	-	-
S1	C3	8.80÷9.40	23.32	2.08	1.69	-	-	-	0.6	45.4	46.5	7.5	-	-
S1	SPT3	10.10÷10.55	-	-	-	-	-	-	0.7	37.2	49.3	12.8	-	-
S2	C1	4.30÷4.90	31.03	1.96	1.50	27.3	17.6	9.7	0.3	40.8	42.1	16.8	29.4	9.7
S2	SPT1	4.90÷5.35	-	-	-	-	-	-	0.2	47.3	42.2	10.3	-	-
S2	C2	7.50÷8.10	31.93	1.98	1.50	28.4	17.4	11.0	0.6	36.6	53.2	9.5	26.4	26.7
S2	SPT2	8.10÷8.55	-	-	-	-	-	-	1.6	44.7	47.5	6.2	-	-
S2	SPT3	13.50÷13.95	-	-	-	-	-	-	0.2	86.1	12.2	1.5	-	-
S2	C3	18.00÷18.60	35.81	1.91	1.41	75.5	25.4	51.0	0.0	5.3	44.3	50.4	-	-

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	<b>Codice:</b> S14026-CT-RE-004-1 <b>Data:</b> 02/10/2015

## 4. UNITÀ GEOTECNICHE

Con riferimento ai risultati delle indagini disponibili e alle tracce delle sezioni riportante in planimetria di Figura 3.1, sono stati ricostruiti i profili litostratigrafici del terreno (Figura 4.1 e Figura 4.2) ed individuate, limitatamente all'area in oggetto, le unità geotecniche descritte nel seguito.

In particolare si individuano:

- **UNITÀ R (da p.c. fino a 1.0 m di profondità):** Suolo agrario limoso-argilloso, sovraconsolidato per essiccamento;
- **UNITÀ 1A (da 1.0 m a 18.0÷19.0 m circa da p.c.):** Argille, argille limose e limi argillosi a bassa consistenza. All'interno dell'unità si rinvencono localmente intercalazioni limoso-sabbiose discontinue;
- **UNITÀ 1B (da 18.0÷19.0 m a 33.5 m circa da p.c.):** Argille, argille limose e limi argillosi mediamente consistenti. All'interno dell'unità si rinvencono sporadiche e discontinue intercalazioni limose e sabbiose;
- **UNITÀ 2 (a quote varie):** Limi sabbiosi e sabbie limose, da debolmente argillosi ad argillosi, in lenti isolate e discontinue all'interno dell'unità 1);
- **UNITÀ 3 (oltre i 33.5 m di profondità):** Sabbie e sabbie limose mediamente addensate.

Per una rappresentazione più dettagliata ed una corretta interpretazione della stratigrafia dell'area, si rimanda alle sezioni litostratigrafiche di seguito riportate.

In tali sezioni viene rappresentato inoltre il livello della falda freatica rilevato in fase di indagine geognostica in sito, posto mediamente ad una profondità di -1.5 m da p.c.

Sezione A-A' (scala H/V = 50/1)

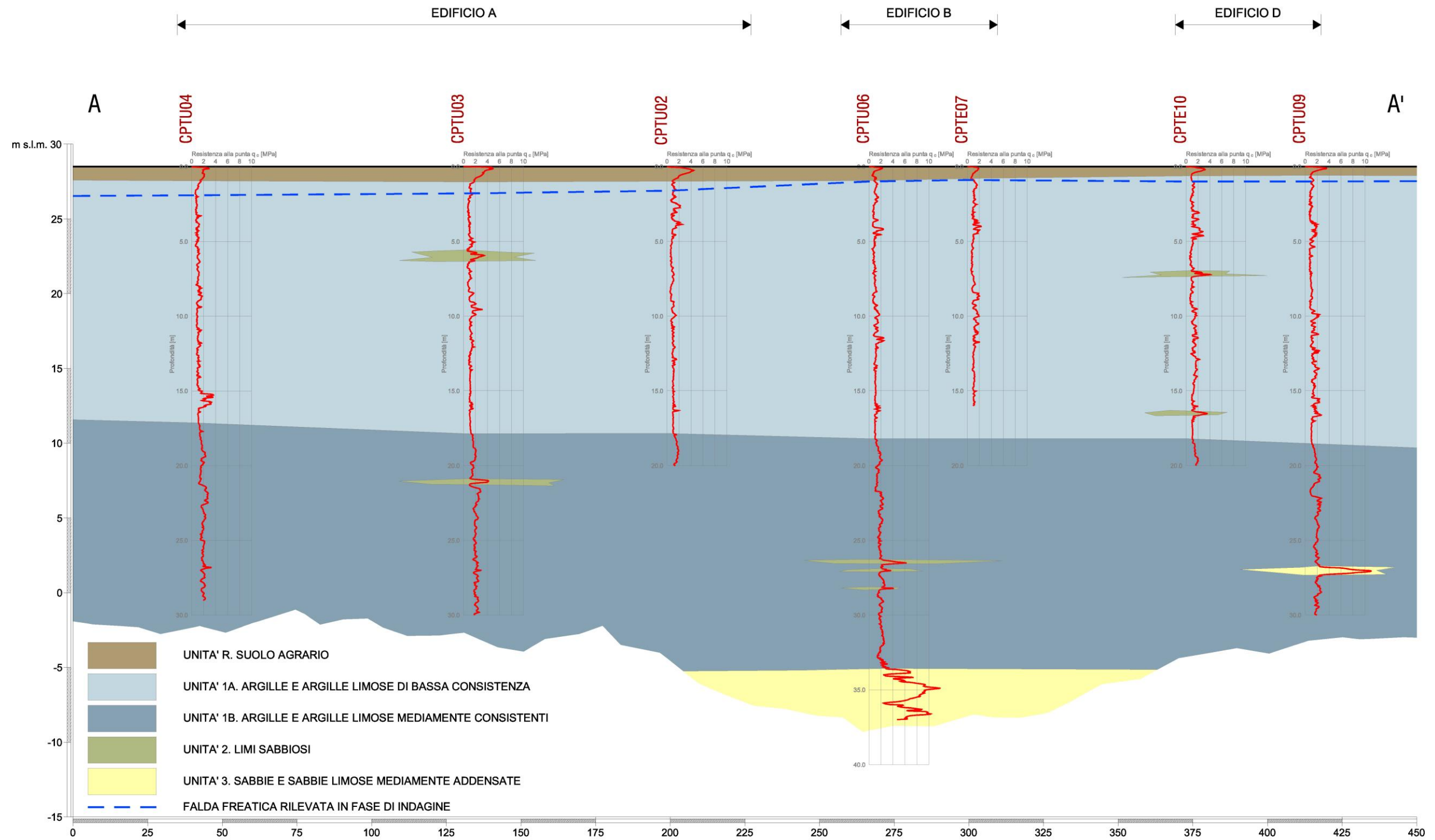


Figura 4.1. Sezione litostратigrafica A-A' (scala grafica).

Sezione B-B' (scala H/V = 50/1)

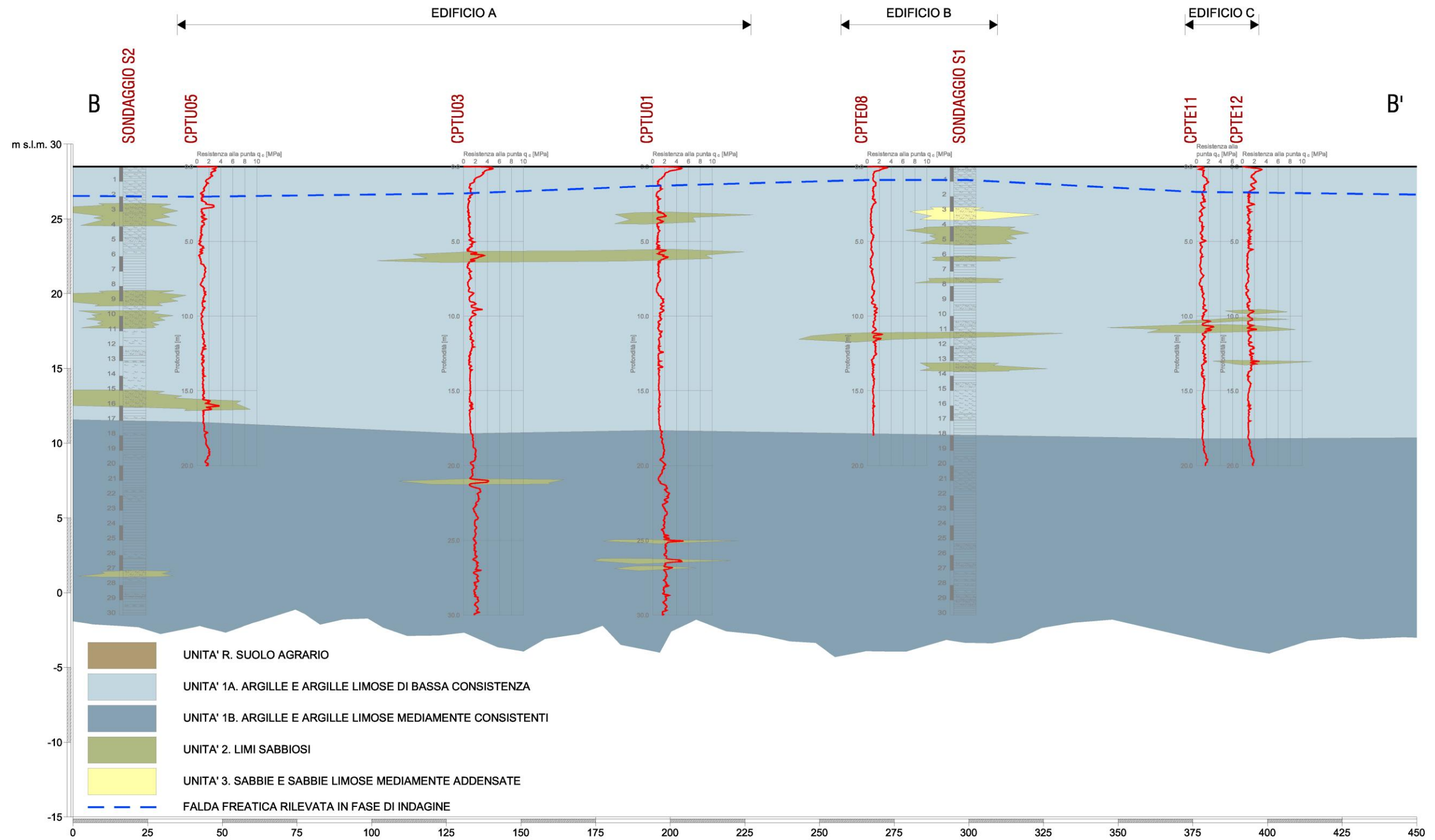


Figura 4.2. Sezione litostратigrafica B-B' (scala grafica).

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	<b>Codice:</b> S14026-CT-RE-004-1 <b>Data:</b> 02/10/2015

## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 5.1 Criteri per la stima dei parametri geotecnici

#### CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

La litologia dei terreni esaminati è stata determinata sulla base di:

- 1) Sondaggio stratigrafico a carotaggio continuo.
- 2) Analisi granulometriche di laboratorio eseguite su campioni di terreno.
- 3) Correlazioni tra la litologia del terreno ed i valori di resistenza alla punta e di rapporto di frizione ricavati da prove penetrometriche statiche (CPTU) [Robertson, 2009; Olsen e Farr, 1986].

#### DENSITÀ RELATIVA DI TERRENI GRANULARI

I valori percentuali di densità relativa sono stati determinati sulla base di:

- 1) Correlazione tra la densità relativa ed i valori di resistenza alla punta ricavati da prove penetrometriche statiche (CPTU) [Jamiolkowsky, 1985].

#### ANGOLO DI ATTRITO INTERNO

I valori dell'angolo di attrito sono stati determinati sulla base di:

- 1) Correlazione tra l'angolo di attrito interno ed i valori di resistenza alla punta ricavati da prove penetrometriche statiche (CPTU) [Dorgunoglu, 1975].
- 2) Prove di laboratorio di taglio diretto.

#### MODULO EDOMETRICO

I valori del modulo edometrico sono stati determinati sulla base delle correlazione tra il modulo di deformazione del terreno ed i valori di resistenza alla punta ricavati da prove penetrometriche statiche (CPTU) [Lunne T-Christoffersen H.P., 1985, Mitchell e Gardner, 1975].

### 5.2 Parametri geotecnici

Le caratteristiche geotecniche dei terreni dell'area in esame sono state definite sulla base dell'esame dei rapporti sulle indagini geognostiche di cui al capitolo 3.

I parametri ottenuti per le diverse unità geotecniche individuate sono rappresentati da Figura 5.1 a Figura 5.7, dove si riportano:

- le caratteristiche fisiche;
- i parametri di resistenza al taglio;
- i parametri di deformabilità;

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

Gli intervalli di riferimento dei parametri geotecnici per le varie unità sono riportati nella seguente Tabella 5.1, con il seguente significato dei simboli:

- $\gamma$  peso naturale dell'unità di volume del terreno;
- $c'$  coesione;
- $c_u$  coesione non drenata;
- $\phi'$  angolo di attrito del terreno;
- $D_r$  densità relativa (per i materiali incoerenti);
- OCR grado di sovraconsolidazione;
- M Modulo Edometrico

Tabella 5.1. Caratterizzazione geotecnica.

Strato	Descrizione	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$D_r$ [%]	$c_u$ [kPa]	OCR [-]	M [MPa]
<b>R</b>	Suolo agrario	0.0÷1.0	18.0	---	26÷30	---	---	---	2-3
<b>1A</b>	Argille limose Limi argillosi	1.0÷9.0	19.0	3÷5	23÷25	---	50÷60	3÷5	4÷6
		9.0÷18.0					60÷70	2÷3	6÷8
<b>1B</b>	Argille limose Limi argillosi	18.0÷21.0	19.0	6÷9	23÷25	---	70÷90	1÷2	7÷10
		21.0÷33.5					80÷100	1÷2	10÷12
<b>2</b>	Limi sabbiosi	in lenti sottili a quote varie	19.5	---	28÷30	20÷40	---	---	5÷8
<b>3</b>	Sabbie	33.5÷37.0	20.0	---	29÷31	40÷50	---	---	18÷22

Qualora le risultanze delle indagini non siano state sufficienti alla definizione dei parametri geotecnici, si è fatto riferimento a dati reperibili in letteratura e a pregresse esperienze su terreni analoghi.





## Carpi - Comparto F10

### Coesione non drenata - $c_u$ [kPa]

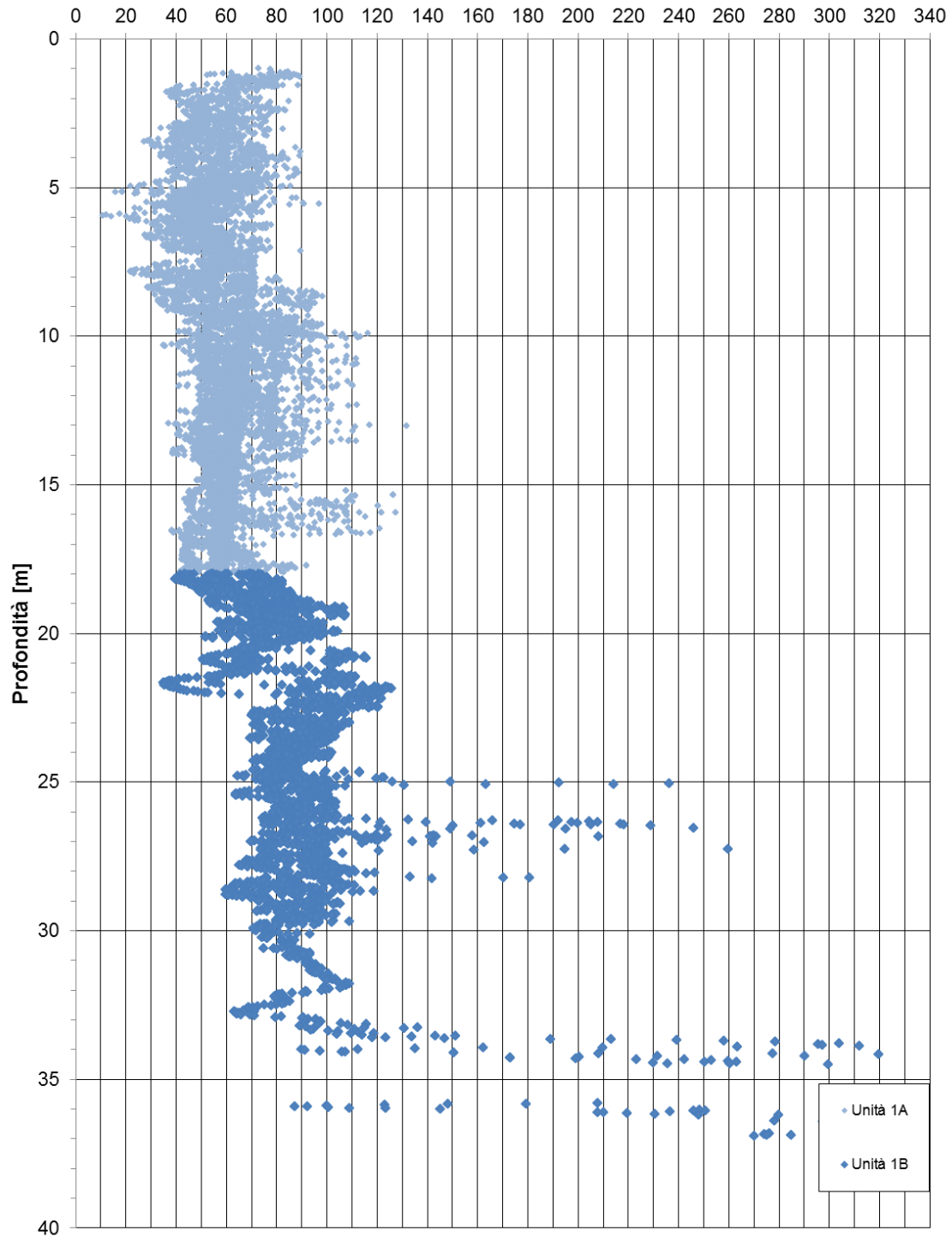


Figura 5.1. Terreni coesivi. Coesione non drenata  $c_u$  (kPa) da prove CPTe/CPTU.

 <b>ENSER</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

**Carpi - Comparto F10**  
**Rapporto di sovraconsolidazione - OCR**

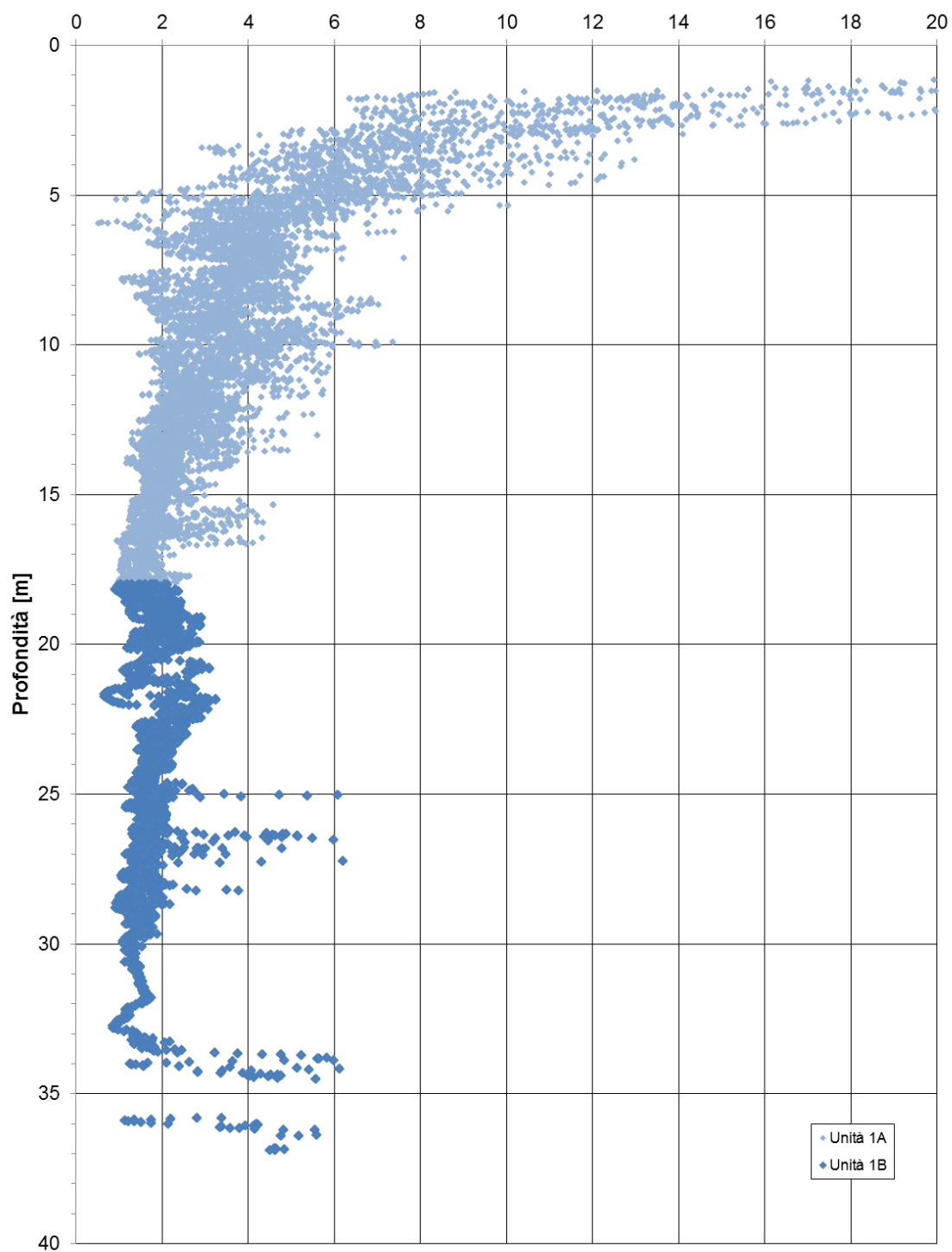


Figura 5.2. Terreni coesivi. Rapporto di sovraconsolidazione OCR da prove CPTE/CPTU.

 <b>ENSER</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	<b>Codice:</b> S14026-CT-RE-004-1 <b>Data:</b> 02/10/2015

## Carpi - Comparto F10

### Modulo di Rigidezza Monodimensionale terreni normalconsolidati - M [MPa]

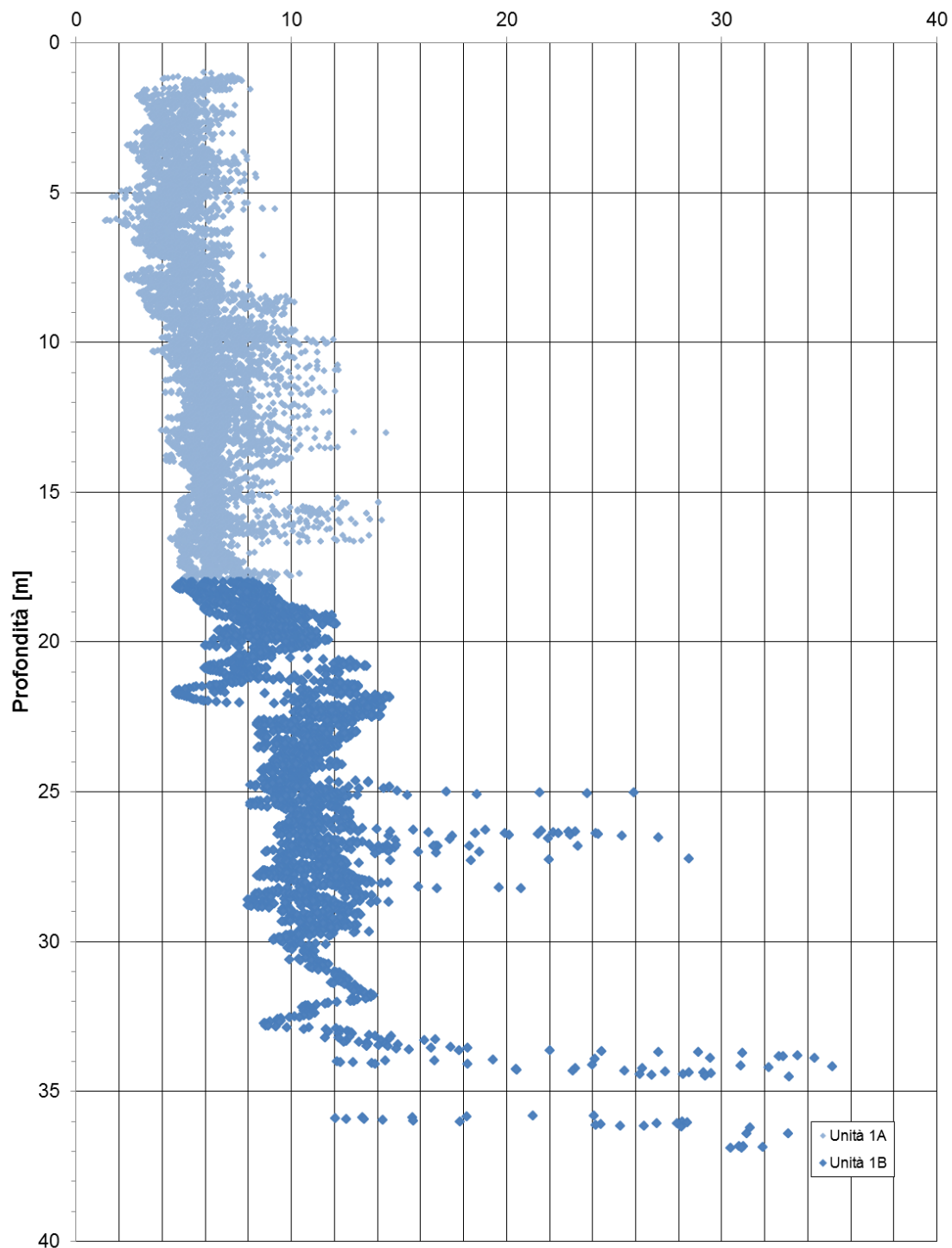


Figura 5.3. Terreni coesivi. Modulo di rigidezza monodimensionale per terreni normalconsolidati (MPa) da prove CPT/CPTU.

 <b>ENSER</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	<b>Codice:</b> S14026-CT-RE-004-1 <b>Data:</b> 02/10/2015

## Carpi - Comparto F10

### Modulo di Rigidezza Monodimensionale terreni sovraconsolidati - M [MPa]

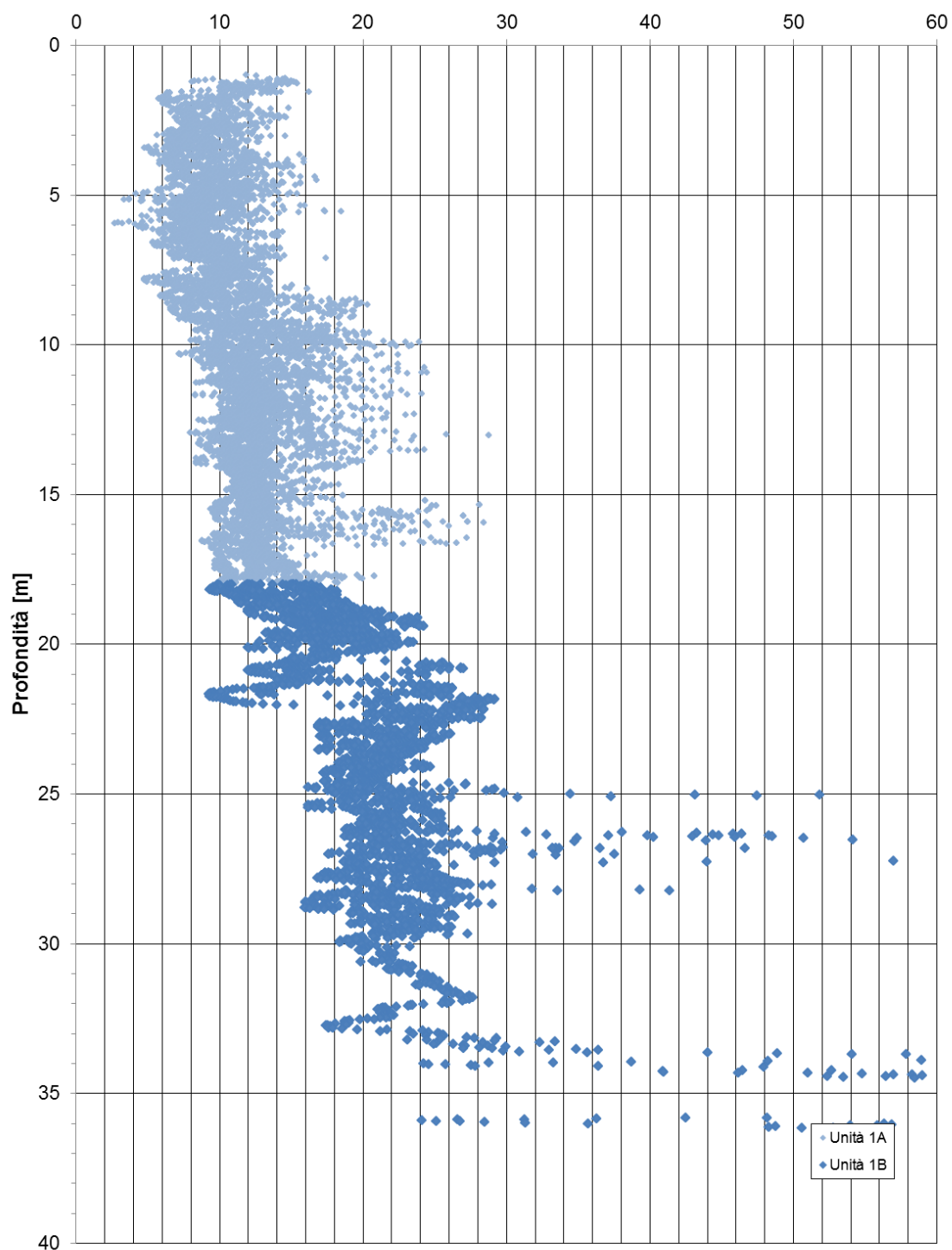


Figura 5.4. Terreni coesivi. Modulo di rigidezza monodimensionale per terreni sovraconsolidati (MPa) da prove CPT/CPTU.

 <b>ENSER</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

**Carpi - Comparto F10**  
**Angolo di attrito di picco -  $\phi$  [°]**

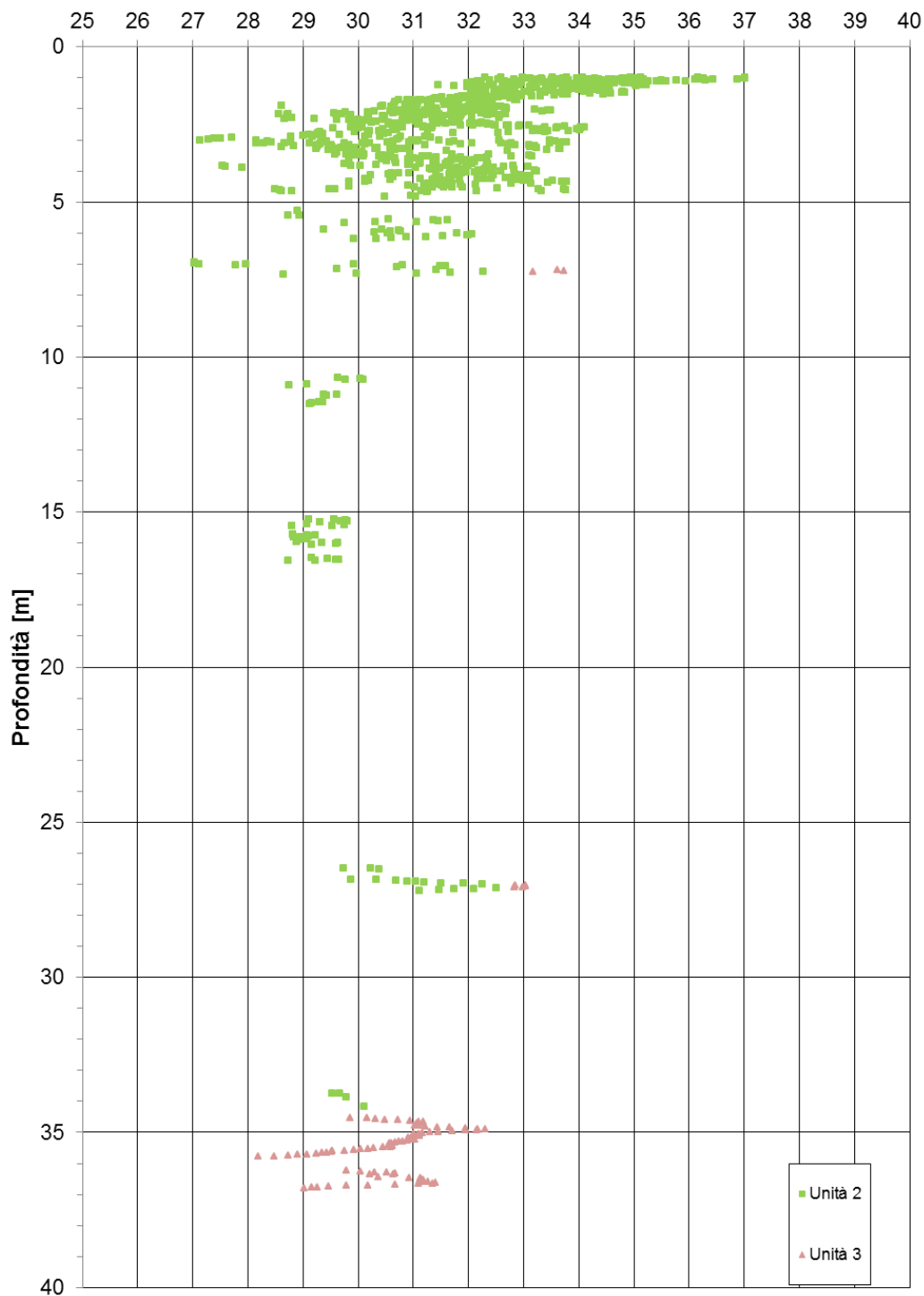


Figura 5.5. Terreni incoerenti. Angolo di attrito di picco (°) da prove CPT/CPTU.

 <b>ENSER</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

### Carpi - Comparto F10

Densità Relativa - Dr [%]

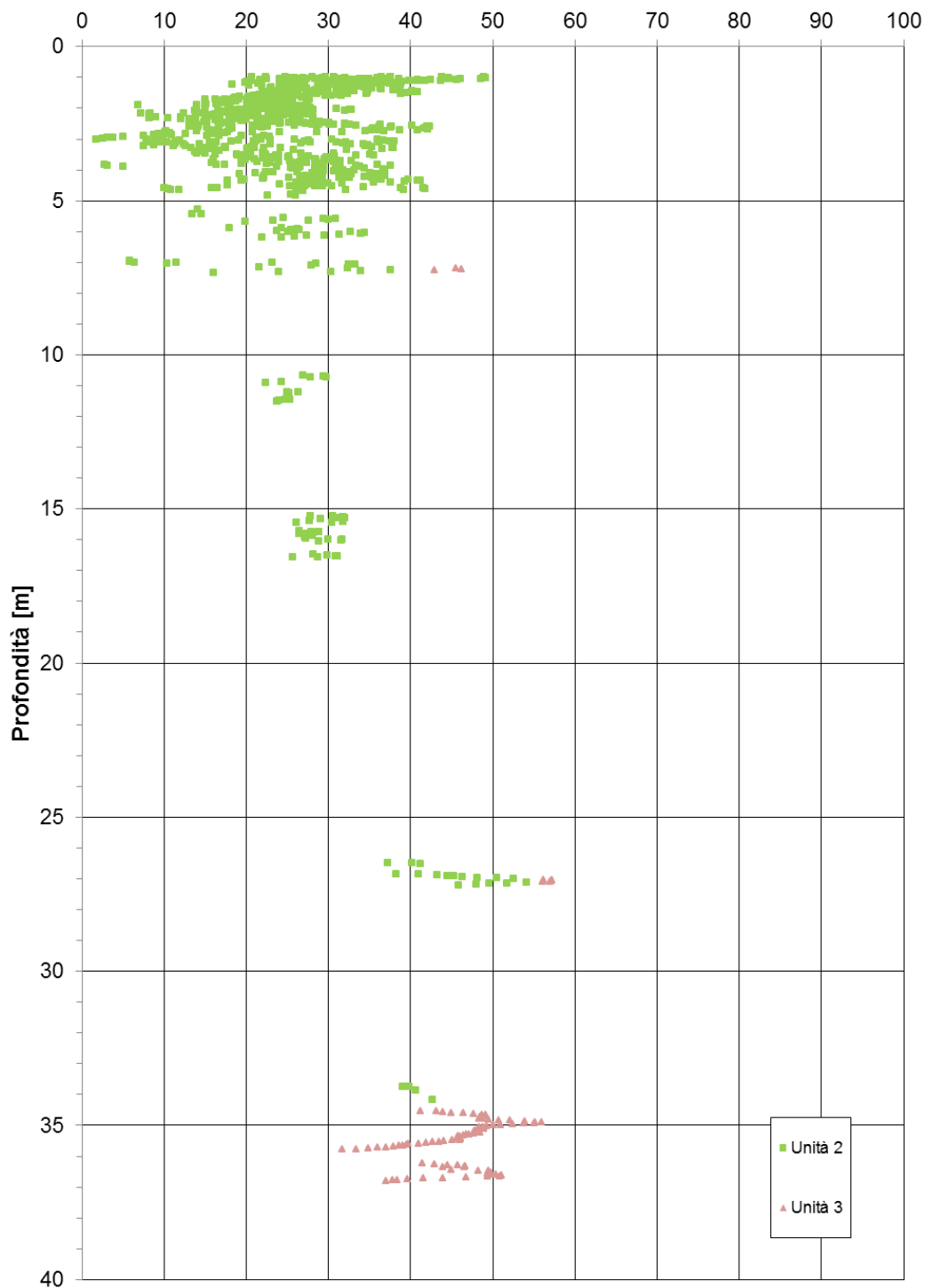


Figura 5.6. Terreni incoerenti. Densità relativa (%) da prove CPT/CPTU.

 <b>ENSER</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

**Carpi - Comparto F10**  
**Modulo di rigidità monodimensionale- M [MPa]**

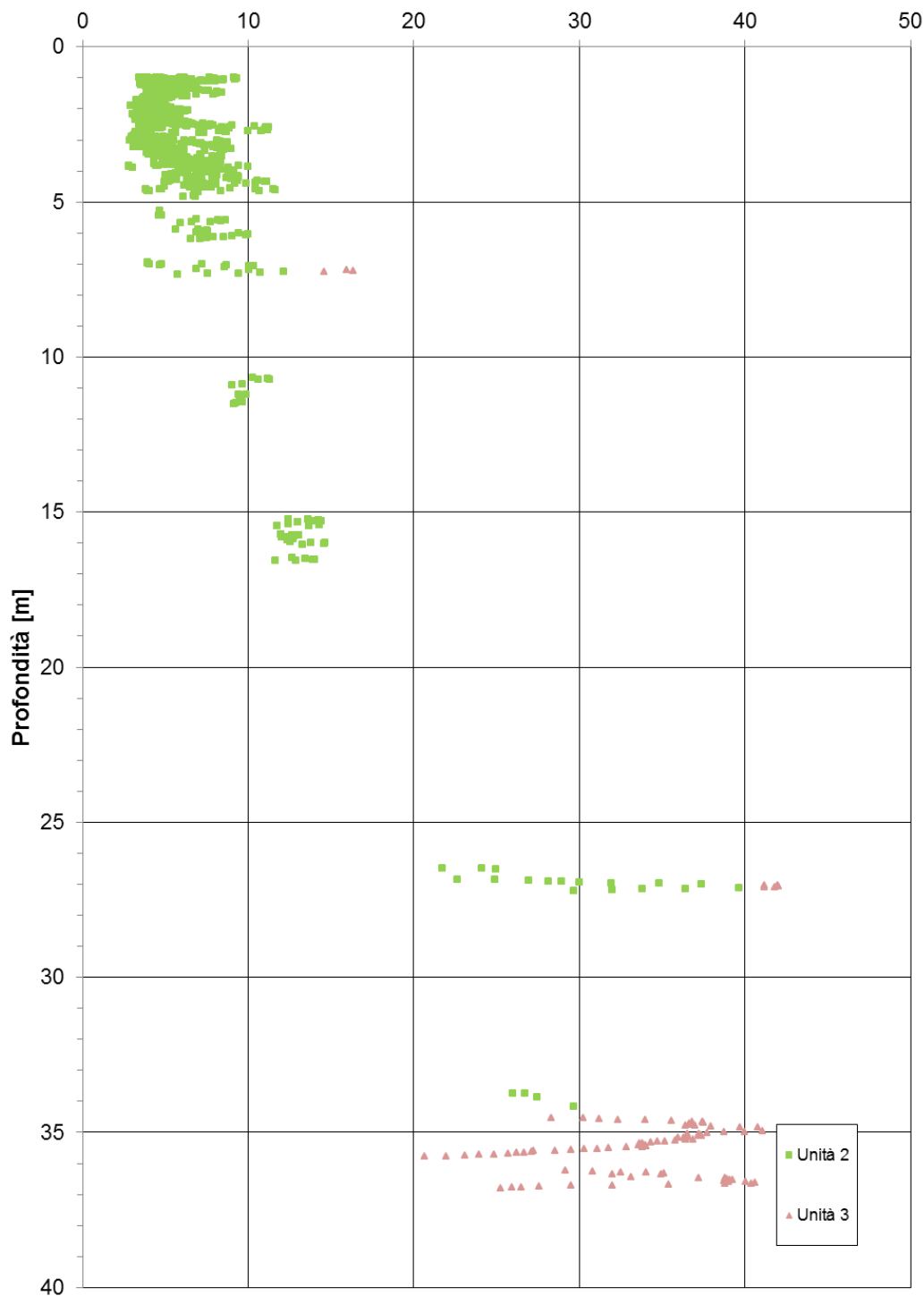


Figura 5.7. Terreni incoerenti. Modulo di rigidità monodimensionale (MPa) da prove CPT/CPTU.

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

## 6. CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI DIRETTE

Le valutazioni di capacità portante sono state condotte per le seguenti geometrie di fondazione:

- Lotto C: fondazione a platea L=25 m x B=24 m, con quota di imposta circa -1.50 m dall'attuale piano campagna.

Conservativamente, i calcoli di capacità portante sono stati condotti in riferimento ad un livello di falda coincidente con il piano di campagna.

### 6.1 Criteri di calcolo

La valutazione della capacità portante delle fondazioni superficiali è stata effettuata con i criteri suggeriti da Terzaghi ed introducendo i più recenti suggerimenti per il calcolo dei coefficienti correttivi per le condizioni di carico eccentrico (metodi di calcolo di Terzaghi, Meyerhof, Hansen, De Beer).

In particolare, si farà riferimento alla formulazione di Brinch - Hansen per condizioni drenate nel caso statico.

$$p_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

con:

- $N_\gamma, N_c, N_q$ : fattori di capacità portante;
- $s_\gamma, s_c, s_q$ : fattori di forma della fondazione;
- $i_\gamma, i_c, i_q$ : fattori correttivi che considerano l'inclinazione del carico;
- $b_\gamma, b_c, b_q$ : fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione;
- $g_\gamma, g_c, g_q$ : fattori correttivi che considerano l'inclinazione del piano campagna;
- $d_c, d_q$ : fattori che dipendono dalla profondità del piano di posa.

Per la valutazione di tali coefficienti si rimanda a quanto riportato in JOSEPH E. BOWLES (1992) - "Fondazioni - Progetto e analisi", McGraw-Hill, Giugno 1992.

Il valore della pressione limite di contatto sul terreno in condizioni non drenate si ottiene mediante la seguente formulazione:.

$$p_{lim} = (2 + \pi) \cdot c_u \cdot N_c \cdot (1 + d_c - s_c - i_c - b_c - g_c) + q$$

Con il medesimo significato della simbologia adottata.

In condizione sismica l'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale). In un'analisi pseudo-statica, model-



	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

lando l'azione sismica attraverso la sola componente orizzontale, tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati  $K_{hi}$  e  $K_{hk}$ , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito. I valori  $K_{hk}$  possono essere valutati facendo riferimento ai valori di normativa specificati per i pendii.

L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico  $K_{hi}$  e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa.

L'effetto cinematico è preso in considerazione mediante i coefficienti riduttivi  $z_q$ ,  $z_c$ ,  $z_g$  e dei fattori di capacità portante proposti da Paolucci e Pecker (1997) che sono in funzione del parametro  $K_{hk}$ .

La valutazione della capacità resistente di una fondazione superficiale nastriforme di larghezza  $B$  può essere infine affrontata tramite la costruzione del relativo diagramma di interazione nello spazio tridimensionale delle componenti di carico, che delimita le combinazioni ammissibili, al suo interno, da quelle semplicemente inammissibili, al suo esterno.

La risultante dei carichi applicati  $Q$  può essere infatti scomposta nelle sue componenti staticamente equivalenti che, nel caso piano, sono costituite dalla componente verticale  $V$ , orizzontale  $H$  e dal momento  $M$ , così definite (Figura 6.1):

$$V = Q \cdot \cos \alpha \quad H = Q \cdot \sin \alpha \quad M = Q \cdot e \cdot \cos \alpha$$

ed il problema della capacità portante può essere così risolto verificando che le diverse possibili combinazioni delle componenti di carico ( $V$ ,  $M$ ,  $H$ ) ricadano all'interno del diagramma di interazione di riferimento.

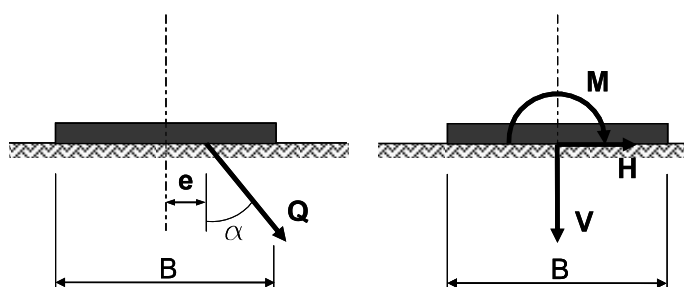


Figura 6.1. Definizione delle componenti di carico

I luoghi di rottura (o diagrammi di interazione) di una fondazione, opportunamente adimensionalizzati, possono essere definiti mediante le formulazioni di **Brinch-Hansen (1970)** e **Meyerhof (1953)** per condizioni drenate e di **Gourvenec (2007)** per condizioni non drenate.

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

Nel seguito si riportano le formulazioni scelte per la determinazione dei domini in condizioni drenate e non drenate.

### 6.1.1 Condizioni Drenate

Le caratteristiche di sollecitazione limite (V; H; M) agenti in corrispondenza del piano di posa della fondazione, vengono normalizzate rispetto a  $V_{max}$  (carico limite a lungo termine per condizioni di carico verticale e centrato) come segue:

$$v = \frac{V}{V_{max}}, \quad h = \frac{H}{V_{max}}, \quad m = \frac{M}{B \cdot V_{max}}$$

L'interazione è quindi esplicitabile sul piano V-H mediante la nota formula di Brinch-Hansen (1970); sul piano V-M mediante la formulazione di Meyerhof (1953). Nel piano delle componenti di carico M-H è possibile ricorrere ad una combinazione quadratica, che, seppur semplificata, rappresenta un'approssimazione accettabile della superficie determinata sperimentalmente (Gottardi et al., 1999). Il sistema di equazioni che esprimono il dominio è riportato di seguito:

$$\begin{cases} \bar{h} = \frac{10}{7} \cdot v \cdot (1-v)^{1/5} \\ \bar{m} = 0.5 \cdot v \cdot (1-\sqrt{v}) \\ \left(\frac{h}{\bar{h}}\right)^2 + \left(\frac{m}{\bar{m}}\right)^2 = 1 \end{cases}$$

Il dominio di interazione così ricavabile è rappresentabile con la superficie tridimensionale riportata in Figura 6.2.

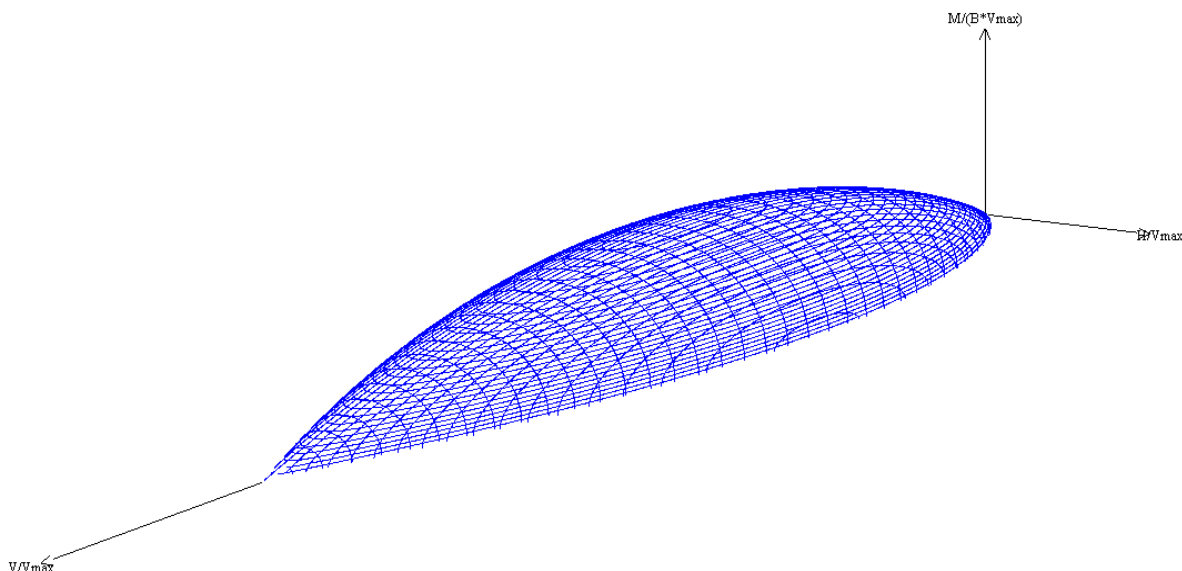


Figura 6.2. Dominio di interazione adimensionale in condizioni drenate secondo Brinch-Hansen, 1970 e Meyerhof, 1953

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

### 6.1.2 Condizioni Non Drenate

Le caratteristiche di sollecitazione limite (V; H; M) agenti in corrispondenza del piano di posa della fondazione, vengono normalizzate rispetto a  $V_{max}$ ,  $H_{max}$ ,  $M_{max}$ , (carico limite a breve termine per condizioni di carico verticale e centrato, carico orizzontale limite a breve termine e momento flettente limite a breve termine) come segue:

$$v = \frac{V}{V_{max}}, \quad h = \frac{H}{H_{max}}, \quad m = \frac{M}{M_{max}}$$

L'interazione è quindi esplicitabile mediante la formulazione proposta da Gourvenec (2007) nel piano delle componenti di carico V-H e V-M e da una combinazione quadratica nel piano delle componenti di carico M-H. Il sistema di equazioni che esprimono il dominio è riportato di seguito:

$$\left\{ \begin{array}{l} h^* = 4 \cdot (v - v^2) \Leftrightarrow 0.5 \leq v \leq 1 \quad \& \quad h^* = 1 \Leftrightarrow 0 \leq v < 0.5 \\ m^* = 4 \cdot (v - v^2) \\ \left(\frac{h}{h^*}\right)^2 + \left(\frac{m}{m^*}\right)^2 = 1 \end{array} \right.$$

Il dominio di interazione così ricavabile è rappresentabile con la superficie tridimensionale riportata nella figura seguente.

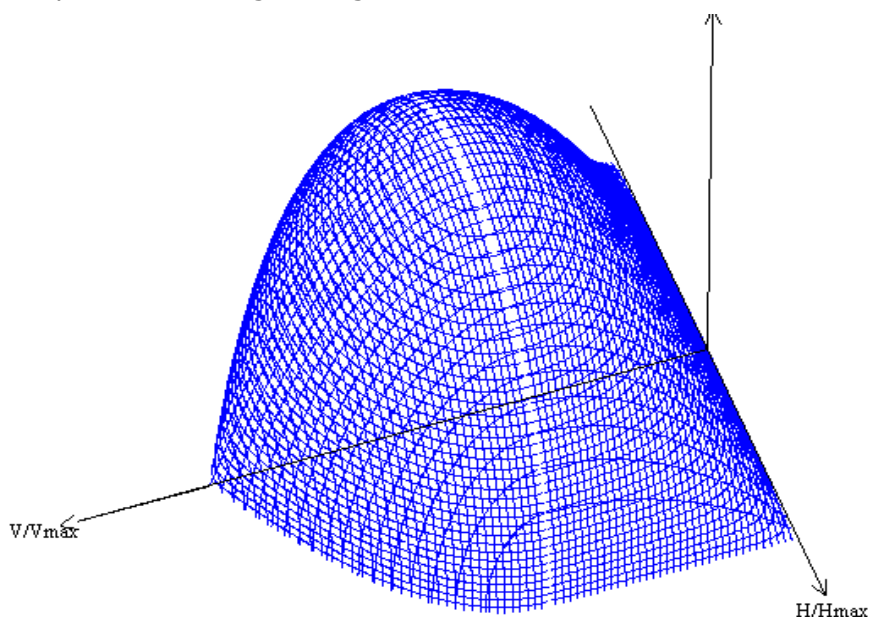


Figura 6.3. Dominio di interazione adimensionale in condizioni non drenate secondo Gourvenec, 2007

Il calcolo dei diagrammi di interazione è stato condotto, in riferimento al DM 14/01/2008, utilizzando i parametri del terreno fattorizzati con i coefficienti  $\gamma_M$  riportati in Tab. 6.2.II e decreto sopracitato; nelle seguenti condizioni di calcolo:

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

- Condizione statica a breve termine (calcolo in termini di parametri non drenati delle unità coesive);
- Condizione statica a lungo termine (calcolo in termini di parametri drenati dei terreni);
- Condizione sismica (calcolo in termini di parametri non drenati delle unità coesive).

Nei seguenti paragrafi sono riportati i diagrammi di interazione per le condizioni precedentemente descritte.

**Per la verifica della capacità portante della fondazione, per ciascuna combinazione di carico analizzata, il progettista dovrà seguire la seguente procedura coerentemente con le combinazioni di fattori  $\gamma_A$ ,  $\gamma_M$  e  $\gamma_R$  contemplate da normativa:**

- 1) si determina la terna delle azioni sollecitanti di progetto agenti in fondazione ( $V_{ED}$ ,  $H_{ED}$ ,  $M_{ED}$ );
- 2) si verifica che il valore dell'azione verticale sollecitante di progetto  $V_{ED}$  sia inferiore al valore di  $V_{max} = V_{RD}$  fornito (vedi paragrafi seguenti);
- 3) dal dominio di interazione nel piano V-H, si determina il valore dell'azione orizzontale  $H_{RD}$  corrispondente al valore dell'azione verticale sollecitante di progetto  $V_{ED}$  per la quale si fornisce l'equazione:

$$H_{RD} = \frac{10}{7} \cdot V_{ED} \left( 1 - \left( \frac{V_{ED}}{V_{max}} \right)^{1/5} \right) \text{ in condizioni drenate;}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} H_{RD} = 4 \cdot H_{max} \cdot \left[ \frac{V_{ED}}{V_{max}} - \left( \frac{V_{ED}}{V_{max}} \right)^2 \right] \Leftrightarrow 0.5 \leq \frac{V_{ED}}{V_{max}} \leq 1 \\ H_{RD} = H_{max} \Leftrightarrow 0 \leq \frac{V_{ED}}{V_{max}} < 0.5 \end{array} \right. \text{ in condizioni non drenate;}$$

- 4) dal dominio di interazione nel piano V-M, si determina il valore del momento flettente  $M_{RD}$  corrispondente al valore dell'azione verticale sollecitante di progetto  $V_{ED}$  per il quale si fornisce l'equazione:

$$M_{RD} = 0.5 \cdot B \cdot V_{ED} \left( 1 - \sqrt{\frac{V_{ED}}{V_{max}}} \right) \text{ in condizioni drenate;}$$

$$M_{RD} = 4 \cdot M_{max} \cdot \left[ \frac{V_{ED}}{V_{max}} - \left( \frac{V_{ED}}{V_{max}} \right)^2 \right] \text{ in condizioni non drenate;}$$

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

5) Come primo requisito è necessario che la terna delle azioni sollecitanti di progetto agenti in fondazione ( $V_{ED}$ ,  $M_{ED}$ ,  $H_{ED}$ ) analizzata soddisfi la seguente disuguaglianza:

$$\left(\frac{H_{ED}}{H_{RD}}\right)^2 + \left(\frac{M_{ED}}{M_{RD}}\right)^2 < 1;$$

6) Per garantire inoltre che siano rispettati i margini di sicurezza imposti da normativa attraverso i coefficienti  $\gamma_R$  riportati in tabella Tab. 6.4.I del DM 14/01/2008, si richiede di verificare come illustrato ai punti 2, 3, 4 e 5 del presente elenco anche le terne di sollecitazione così composte:

- ( $V_{ED} \cdot \gamma_R; H_{ED}; M_{ED}$ ) adottando i coefficienti  $\gamma_R$  relativi alle verifiche di capacità portante
- ( $V_{ED}; H_{ED} \cdot \gamma_R; M_{ED}$ ) adottando i coefficienti  $\gamma_R$  relativi alle verifiche di scorrimento.

La verifica della fondazione può considerarsi soddisfatta ove siano contemporaneamente soddisfatti i requisiti riportati al punto 5 ed al punto 6.

## 6.2 Risultati delle analisi

Nelle seguenti tabelle e figure si riportano i valori di  $V_{max}$ ,  $H_{max}$ ,  $M_{max}$  di riferimento per le combinazioni di calcolo analizzate, parametri fondamentali per la costruzione dei domini di interazione.  $V_{max}$  rappresenta la capacità portante limite per condizioni di carico verticale centrato,  $H_{max}$  è il carico orizzontale limite in assenza di carico verticale e momento flettente (determinabile esclusivamente in condizioni non drenate), infine  $M_{max}$  rappresenta il momento flettente limite il corrispondenza di un carico verticale pari a  $0.5 \cdot V_{max}$ .

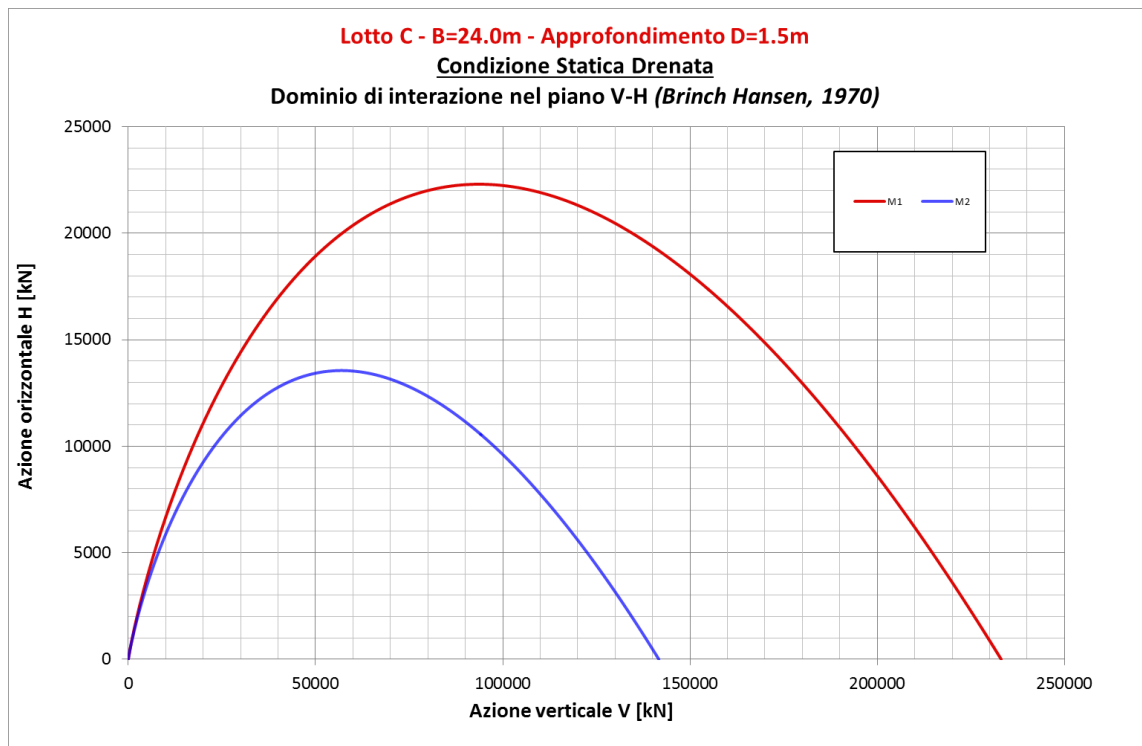
Per la valutazione della capacità portante in condizione sismica, coerentemente con quanto utilizzato nella progettazione della struttura in elevazione, si è utilizzato una accelerazione pari a  $0.258g$ , come da Relazione di Modellazione Sismica (S14026-CT-RE-003-1).

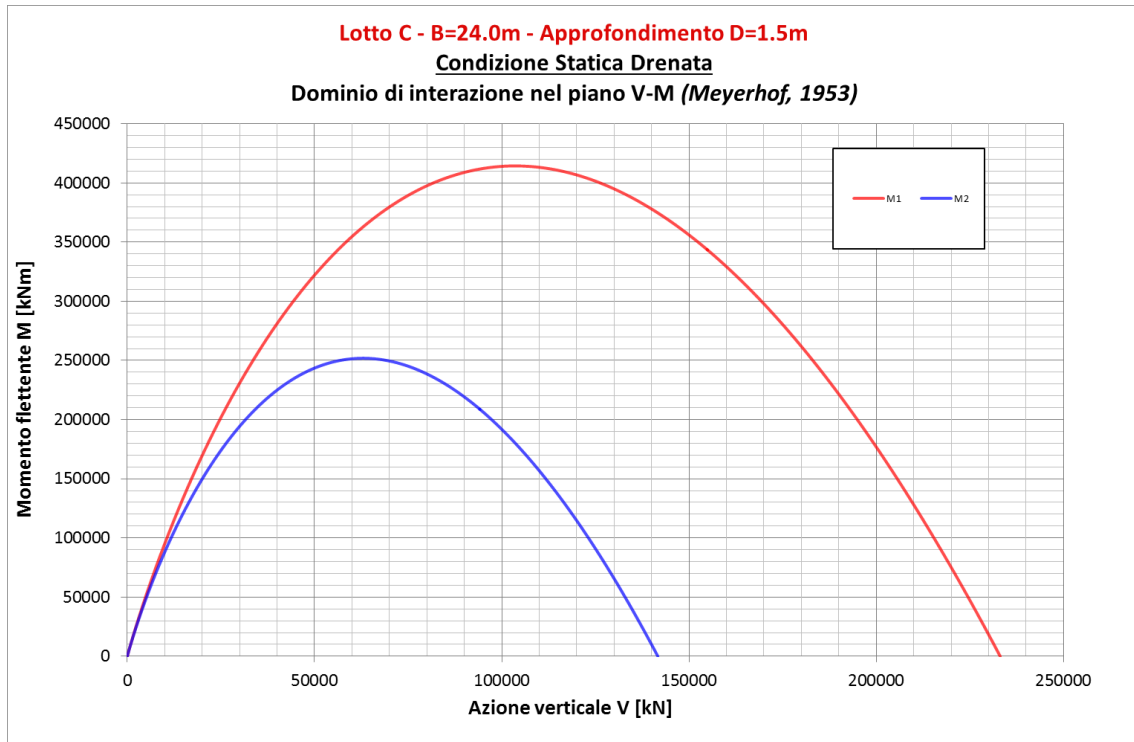
 <b>ENSER</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

Tabella 6.1. Carichi limite finalizzati alla determinazione dei domini per l'edificio D.

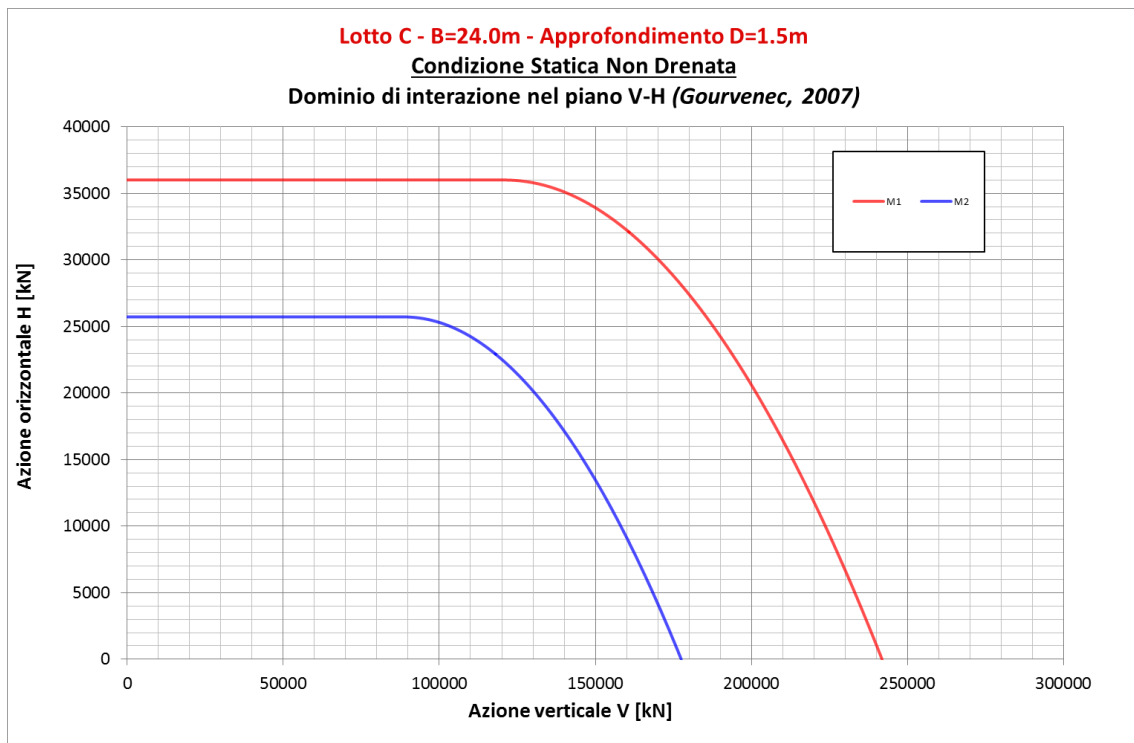
	Stat-D	Stat-U	Sisma
$V_{max,M1}$ [kN]	233084	241844	241844
$H_{max,M1}$ [kN]	-	36000	36000
$M_{max,M1}$ [kNm]	-	552960	552960
$V_{max,M2}$ [kN]	141666	177503	177503
$H_{max,M2}$ [kN]	-	25714	25714
$M_{max,M2}$ [kNm]	-	394971	394971

## 6.2.1 Diagrammi di interazione in Condizione Statica - Drenata





## 6.2.2 Diagrammi di interazione in Condizione Statica - Non Drenata





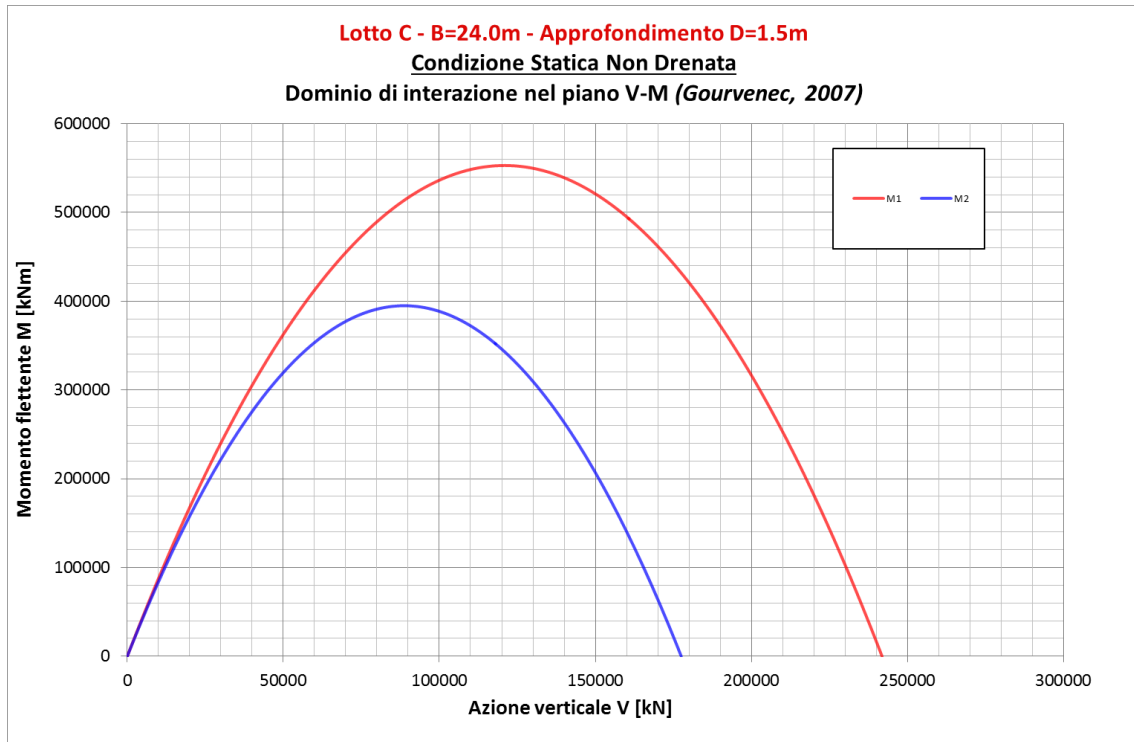
**ENSER**  
SOCIETA' DI INGEGNERIA

**Committente:**  
FINIMCAR S.r.l.

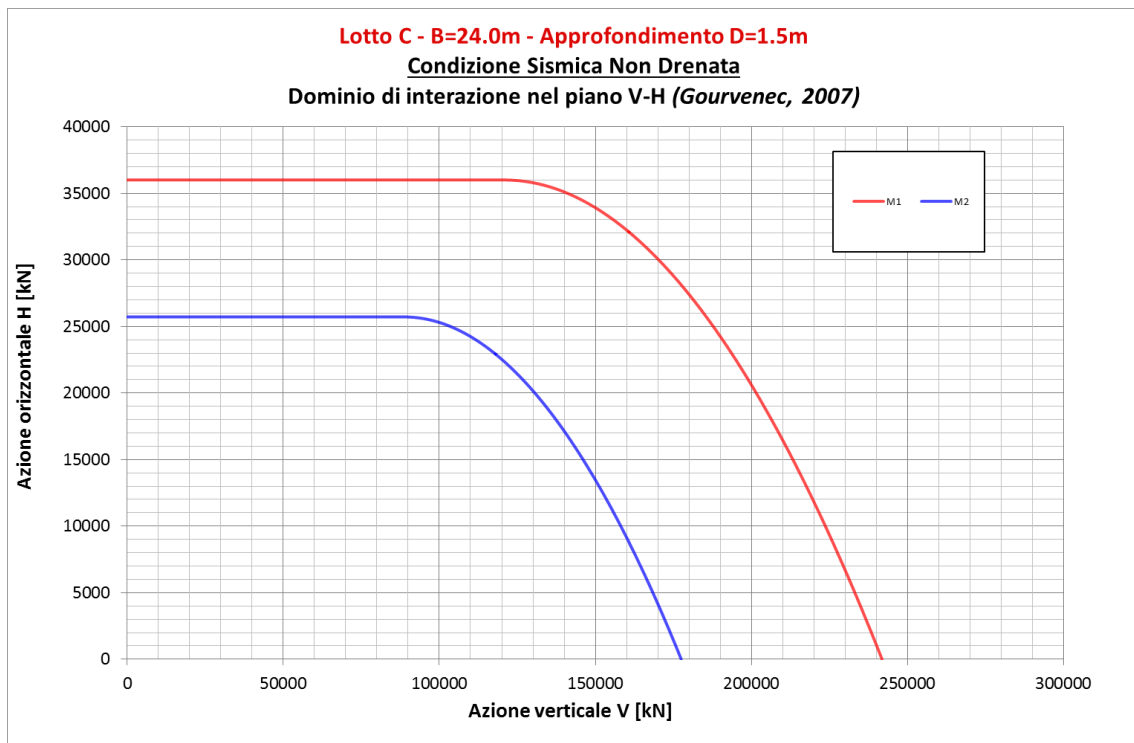
**Lavoro:**  
COMPARTO F10 - CARPI (MO)

**Documento:**  
Relazione Geologica

**Codice:** S14026-CT-RE-004-1  
**Data:** 02/10/2015



### 6.2.3 Diagrammi di interazione in Condizione Sismica – Non Drenata







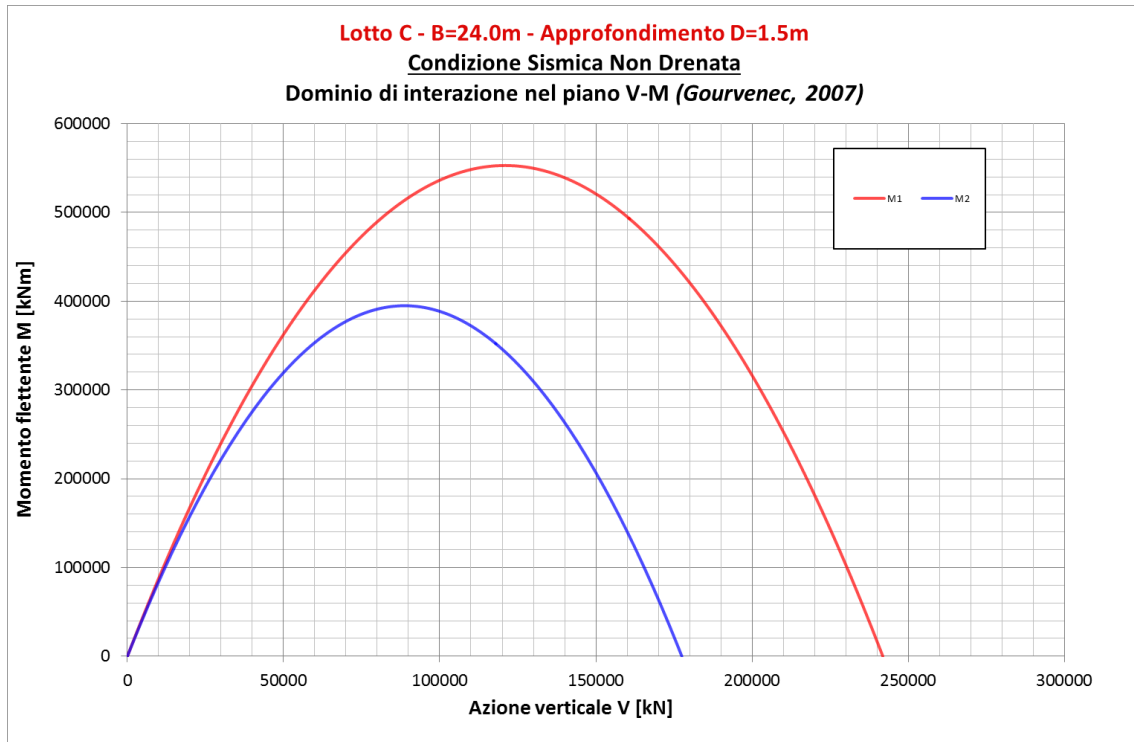
**ENSER**  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

**Committente:**  
FINIMCAR S.r.l.

**Documento:**  
Relazione Geologica

**Lavoro:**  
COMPARTO F10 - CARPI (MO)

**Codice:** S14026-CT-RE-004-1  
**Data:** 02/10/2015



	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

## 7. STIMA DEI CEDIMENTI DI FONDAZIONI DIRETTE

### 7.1 Generalità

La valutazione dell'incremento delle tensioni normali, verticali ed orizzontali indotto nel terreno da carichi applicati e la conseguente deduzione dei cedimenti teorici attesi ( $\delta$ ) viene condotta con riferimento a soluzioni basate sulle seguenti ipotesi semplificatrici:

- il terreno è schematizzato come un semispazio elastico lineare, omogeneo ed isotropo (modello di Boussinesq);
- l'area di carico è posta sulla superficie del semispazio ed è supposta di rigidità nulla.

In tale approccio di calcolo il legame fra la componente di deformazione verticale ( $\varepsilon_z$ ) e gli incrementi di tensione ( $\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_y, \Delta\sigma_x$ ) è ricavato utilizzando la legge di Hooke:

$$\varepsilon_z = [\Delta\sigma_z - \nu (\Delta\sigma_y + \Delta\sigma_x)] / E$$

essendo:

$E$  = modulo elastico

$\nu$  = coefficiente di Poisson

Per una generica condizione di carico viene eseguita una discretizzazione in un numero finito di superfici rettangolari sulle quali è applicata una pressione uniforme. Per ogni direttrice di calcolo del cedimento vengono valutati gli incrementi di tensione indotti da ogni singola superficie di carico componendo poi gli effetti.

La soluzione base impiegata è quella di Ohde che fornisce gli incrementi di tensione in corrispondenza di una verticale passante per lo spigolo di un'area di carico rettangolare:

Condizioni non drenate:

Coefficiente di Frölich  $\mu = 1 + 1/\nu = 3$

$$\Delta\sigma_x = \frac{\sigma_0}{2\pi} \left( \arctan \frac{a \cdot b}{z \cdot C} - \frac{a \cdot b}{A^2} \cdot \frac{z}{C} \right)$$

$$\Delta\sigma_y = \frac{\sigma_0}{2\pi} \left( \arctan \frac{a \cdot b}{z \cdot C} - \frac{a \cdot b}{B^2} \cdot \frac{z}{C} \right)$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{\sigma_0}{2\pi} \left[ \arctan \frac{a \cdot b}{z \cdot C} + a \cdot b \cdot \left( \frac{1}{A^2} + \frac{1}{B^2} \right) \cdot \frac{z}{C} \right]$$

Condizioni drenate

Coefficiente di Frölich  $\mu = 1 + 1/\nu = 4$

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

$$\Delta\sigma_x = \frac{\sigma_0}{4\pi} \left( \frac{a^3}{A^3} \arctan \frac{b}{A} + \frac{b}{B} \arctan \frac{a}{B} - \frac{a \cdot b}{A^2} \cdot \frac{z^2}{C^2} \right)$$

$$\Delta\sigma_y = \frac{\sigma_0}{4\pi} \left( \frac{b^3}{B^3} \arctan \frac{a}{B} + \frac{a}{A} \arctan \frac{b}{A} - \frac{a \cdot b}{B^2} \cdot \frac{z^2}{C^2} \right)$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{\sigma_0}{2\pi} \left[ \left( 1 + \frac{z^2}{2A^2} \right) \frac{a}{A} \arctan \frac{b}{A} + \left( 1 + \frac{z^2}{2B^2} \right) \frac{b}{B} \arctan \frac{a}{B} + \frac{a \cdot b}{2} \left( \frac{1}{A^2} + \frac{1}{B^2} \right) \frac{z^2}{C^2} \right]$$

dove:

$$A^2 = a^2 + z^2$$

$$B^2 = b^2 + z^2$$

$$C^2 = a^2 + b^2 + z^2$$

$\sigma_0$  = pressione applicata;

a = dimensione dell'area di carico in direzione x;

b = dimensione dell'area di carico in direzione y;

z = profondità.

$\Delta\sigma_z$  = incremento di tensione verticale;

$\Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$  = incrementi di tensione orizzontale.

Il cedimento totale (S) viene valutato, dopo avere individuato n strati, in base alla seguente relazione:

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_i}{E_i} \times \{ \Delta\sigma_{Zi} - \nu_i \times (\Delta\sigma_{Xi} + \Delta\sigma_{Yi}) \}$$

nella quale:

$E_i$  = modulo di deformabilità dello strato i-esimo;

$\Delta H_i$  = altezza dello strato i-esimo;

$\nu_i$  = coefficiente di Poisson dello strato i-esimo;

Il calcolo dei cedimenti è limitato agli strati di terreno che realisticamente risentono del carico applicato in superficie. Ciò è individuato entro la profondità  $H_c$  per la quale:

$$\Delta\sigma_z / \sigma'_{v0} > 0,10.$$

essendo :

$\Delta\sigma_z$  = incremento di tensione verticale,

$\sigma'_{v0}$  = tensione verticale efficace litostatica.

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

Conservativamente si considera la falda ad un livello posto ad una profondità di -1.00m dal piano di campagna.

## 7.2 Stima del cedimento per terreni incoerenti

Il cedimento in terreni incoerenti può essere determinato ricorrendo alla teoria dell'elasticità ed alla seguente espressione:

$$s_t = \sum_1^n \frac{(\Delta\Delta_z - v'(\Delta\Delta_x + \Delta\Delta_y)) \cdot h_i}{E'_i}$$

essendo:

$s_t$ = cedimento immediato	(L)
$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$ = tensioni indotte dal carico	(FL <sup>-2</sup> )
$h_i$ = altezza dello strato i-esimo	(L)
$n$ = numero di strati incoerenti nella zona compressibile ( $H_c$ )	(-)
$E'_i$ = modulo di Young drenato dello strato i-esimo	(FL <sup>-2</sup> )
$v'$ = rapporto di Poisson	(-)

Lo spessore della zona compressibile ( $H_c$ ) viene definito in base alla profondità a cui l'incremento delle tensioni verticali ( $\Delta\sigma_z$ ) risulta inferiore a  $(0.10-0.20) \cdot \sigma_{v0}'$ ; nel caso in esame è stato adottato il coefficiente 0.10.

Il decorso del cedimento nel tempo può essere considerato rapido, praticamente contemporaneo alla costruzione dell'opera.

## 7.3 Stima del cedimento per terreni coesivi

Per la valutazione dei cedimenti di fondazioni in terreni costituiti prevalentemente da materiali limoso/argillosi saturi e in terreni stratificati, ovvero costituiti da materiali argillosi intercalati da lenti sabbiose, il calcolo viene sviluppato con riferimento ai seguenti aspetti principali:

- descrizione dei diversi tipi di cedimento (immediato e di consolidazione primaria);
- determinazione teorica dell'entità dei diversi tipi di cedimento.

## 7.4 Tipi di cedimento

L'applicazione di un carico di dimensioni finite su un deposito costituito da materiali argillosi saturi comporta un processo deformativo nel terreno che tradizionalmente può essere riassunto nei seguenti punti:

- data la bassa permeabilità ( $k$ ) del terreno, la fase di carico avviene in condizioni non drenate con generazione di sovrappressioni interstiziali ( $\Delta u$ ); i ma-

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

teriali argillosi si deformano allora a volume costante ed il cedimento che ne consegue è indicato come cedimento immediato;

- Il trasferimento del carico dall'acqua allo scheletro solido comporta ulteriori cedimenti, la cui velocità nel tempo è legata principalmente alle caratteristiche di permeabilità dell'argilla e alle condizioni di drenaggio. Il processo è noto come consolidazione primaria ed il cedimento conseguente a tale processo è indicato come cedimento di consolidazione primaria.

## 7.5 Valutazione teorica dei vari tipi di cedimento

### Cedimento immediato

Con riferimento alla teoria dell'elasticità il cedimento immediato in argille viene stimato con la seguente espressione:

$$s_i = \sum_1^n \frac{(\Delta\sigma_z - \nu_u(\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \cdot h_i}{E_{ui}}$$

essendo:

- $s_i$  = cedimento immediato (L)
- $\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$  = tensioni indotte dal carico (FL-2)
- $h_i$  = altezza dello strato i-esimo (L)
- $n$  = numero di strati in cui è suddivisa la zona compressibile ( $H_c$ ) (-)
- $E_{ui}$  = modulo di Young non drenato dello strato i-esimo (FL-2)
- $\nu_u$  = rapporto di Poisson = 0.5 (-)

Lo spessore della zona compressibile ( $H_c$ ) viene stabilito secondo gli stessi criteri illustrati al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

### Cedimento di consolidazione

Con riferimento alla teoria dell'elasticità il cedimento di consolidazione primaria viene stimato con la seguente espressione:

$$s_c = \sum_1^n \frac{(\Delta\sigma_z - \nu'(\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \cdot h_i}{E'_i}$$

essendo:

- $s_c$  = cedimento di consolidazione primaria (L)
- $\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$  = tensioni indotte dal carico (FL<sup>-2</sup>)
- $h_i$  = altezza dello strato i-esimo (L)
- $n$  = numero di strati in cui è suddivisa la zona compressibile ( $H_c$ ) (-)
- $E'_i$  = modulo di Young drenato dello strato i-esimo (FL<sup>-2</sup>)
- $\nu'$  = rapporto di Poisson = 0.3 (-)

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

Lo spessore della zona compressibile ( $H_c$ ) viene stabilito in accordo ai criteri illustrati in precedenza. Il cedimento totale è dato dalla somma tra  $s_c$  e  $s_i$ .

## 7.6 Risultati delle analisi

La stima dei cedimenti del terreno di fondazione è stata condotta mediante l'ausilio del software GGU-Settle Version 3.00, che consente di considerare un terreno stratificato e variabile nello spazio.

Il software consente di modellare diverse aree di carico anche con geometrie complesse riconducendosi a singole fondazioni di forma triangolare. L'area di carico è posta sulla superficie del semispazio ed è supposta di rigidità nulla.

Le analisi sono state condotte in riferimento alla stratigrafia precedentemente descritta, ai parametri geotecnici individuati in Tabella 5.1 ed ipotizzando l'applicazione dei seguenti valori di pressione trasmessa la piano di imposta delle fondazioni:

- Lotto C: 20 kPa.

Le analisi evidenziano quanto segue:

- l'entità dei cedimenti immediati risulta molto modesta ed inferiore a 0.5 cm. Tenuto inoltre in considerazione che gran parte di tale contributo al cedimento totale si esplicherà in corso d'opera, e quindi in gran parte assorbito in fase costruttiva, nel complesso si ritengono trascurabili gli effetti dovuti ai cedimenti immediati;
- relativamente ai cedimenti di consolidazione, le analisi evidenziano cedimenti massimi pari a circa 1.5 cm al centro della fondazione (Figura 7.1) e praticamente nulli ai vertici (0.3 cm).



**ENSER**  
SOCIETA' DI INGEGNERIA

**Committente:**  
FINIMCAR S.r.l.

**Documento:**  
Relazione Geologica

**Lavoro:**  
COMPARTO F10 - CARPI (MO)

**Codice:** S14026-CT-RE-004-1  
**Data:** 02/10/2015

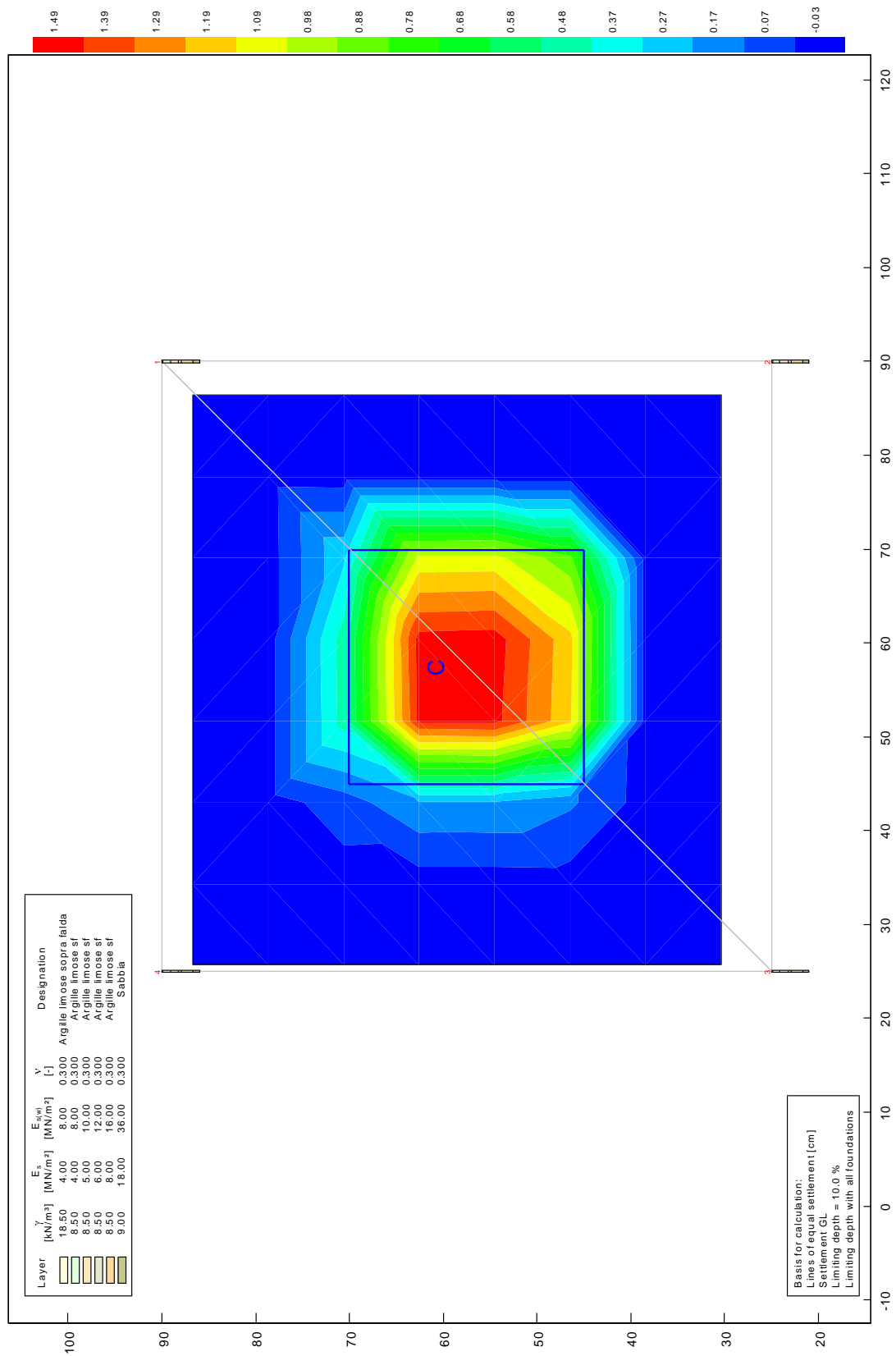


Figura 7.1. Stima dei cedimenti di consolidazione per le fondazioni dirette del Lotto C.

 <b>ENSER</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

## 8. CAPACITÀ PORTANTE DEL SINGOLO PALO

Nell'ambito degli interventi in progetto, la soluzione fondale prevista per la realizzazione dei fabbricati denominati Lotto A, Lotto B e Lotto D è del tipo plinti su pali. Nel seguito si riporta la stima di capacità portante del singolo palo di fondazione, considerato trivellato ai sensi delle NTC 2008, soggetto a carichi assiali di compressione e di trazione.

Le valutazioni sono state eseguite per pali con  $\varnothing=800$  mm,  $\varnothing=1000$  mm e  $\varnothing=1200$  mm.

### 8.1 Criteri di calcolo per palo singolo soggetto a carichi assiali

Il calcolo è stato condotto secondo i seguenti approcci con riferimento al DM 14/01/2008 Par.6.4.3:

- Approccio 1: combinazioni A1+M1+R1 e A2+M1+R2;
- Approccio 2: combinazione A1+M1+R3;

e con riferimento alla seguente bibliografia:

- AGI – Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);
- Poulos, Davis – Analisi e progettazione di fondazioni su pali.

La resistenza di progetto a compressione dei pali soggetti a carichi assiali è pari a:

$$R_{c,d} = \left( \frac{R_{cs,k}}{\gamma_s} + \frac{R_{cb,k}}{\gamma_b} \right) - \Delta W \cdot \gamma_{G1}$$

Con:

- $R_{c,k} = \min \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$
- $\Delta W$ : peso efficace del palo al netto del peso del terreno asportato;
- $\gamma_{G1}$ : coefficiente parziale per le azioni;
- $\xi_3$  e  $\xi_4$ : coefficienti che dipendono dal numero di verticali di indagini considerate per la singola opera, sulla base dell'affidabilità della caratterizzazione geotecnica nel volume significativo; nel caso in esame sono stati adottati i coefficienti relativi n.4 verticali.



	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

La resistenza di progetto a trazione dei pali soggetti a carichi assiali è pari a:

$$R_{t,d} = \frac{R_{ts,k}}{\gamma_s} + W \cdot \gamma_{G1}$$

Con:

- $R_{t,k} = \min \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$
- W: peso efficace del palo;
- $\gamma_{G1}$  : coefficiente parziale per le azioni (unitario nel caso in esame per gli approcci di riferimento);
- $\xi_3$  e  $\xi_4$ : coefficienti che dipendono dal numero di verticali di indagini considerate per la singola opera, sulla base dell'affidabilità della caratterizzazione geotecnica nel volume significativo; nel caso in esame sono stati adottati i coefficienti relativi n.4 verticali.

I coefficienti parziali per le azioni, per i parametri geotecnici e per le resistenze caratteristiche sono riportati nelle tabelle seguenti, tratte dal DM 14/01/2008.

**Tabella 6.2.I** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 6.2.II** – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_\phi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	<b>Codice:</b> S14026-CT-RE-004-1 <b>Data:</b> 02/10/2015

**Tabella 6.4.II** – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	$\gamma_t$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Nel seguito si riportano le indicazioni in merito alle correlazioni impiegate per la valutazione della resistenza calcolata del singolo palo.

### 8.1.1 Terreni a comportamento prevalentemente coesivo

Con riferimento alle Raccomandazioni AGI sui pali di fondazione la resistenza di base e laterale può essere determinata come segue.

- Resistenza di base calcolata –  $R_{b,cal}$ :

$$q_b = C_{uk} \cdot N_c + \sigma_v$$

con:

- $q_b$  = resistenza calcolata specifica di base;
- $N_c$  = fattore di capacità portante adimensionale (si adotta generalmente  $N_c = 9$ );
- $C_{uk}$  = coesione non drenata caratteristica;
- $\sigma_v$  = tensione verticale totale alla profondità  $z$ .

Pertanto la resistenza di base calcolata è pari a:

$$R_{b,cal} = \frac{1}{4} \pi \phi^2 q_b$$

- Resistenza laterale calcolata –  $R_{s,cal}$ :

$$\tau_{ik} = \alpha \cdot C_{uik}$$

con:

- $\tau_{ik}$  = resistenza calcolata specifica laterale dello strato  $i$ -esimo,  $\tau_{lim} = 100$  kPa (AGI);
- $C_{uik}$  = coesione caratteristica non drenata dello strato  $i$ -esimo;

 <b>ENSER</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

- $\alpha$  = coefficiente empirico, dipendente dal tipo di terreno, dal metodo di installazione del palo e dal materiale costituente il palo (Tabella 8-1).

Pertanto la resistenza laterale calcolata è pari a:

$$R_{s,cal} = \pi\phi \sum_i^n \tau_{ik} h_i$$

Tabella 8-1: Valori indicativi dell'adesione  $q_a = \alpha C_u$  per pali in terreni coesivi (AGI - 1984)

Materiale		$c_u$ (kPa)	$q_a$	$q_{a,max}$ (kPa)
PALI INFISSI	CLS	$\leq 25$	$c_u$	120
		25 + 50	$0.85 c_u$	
		50 + 75	$0.65 c_u$	
		$\geq 75$	$0.50 c_u$	
PALI INFISSI	ACCIAIO	$\leq 25$	$c_u$	100
		25 + 50	$0.80 c_u$	
		50 + 75	$0.65 c_u$	
		$> 75$	$0.50 c_u$	
TRIVELLATI	CLS	$\leq 25$	$0.90 c_u$	100
		25 + 50	$0.80 c_u$	
		50 + 75	$0.60 c_u$	
		$\geq 75$	$0.40 c_u$	

### 8.1.2 Terreni a comportamento prevalentemente incoerente

- Resistenza di base calcolata -  $R_{b,cal}$ :

Con riferimento alle Raccomandazioni AGI sui pali di fondazione la resistenza di base può essere determinata come segue.

$$q_b = N_q^* \cdot \sigma'_v$$

dove:

- $N_q^*$  è assunto secondo Berezantzev (Figura 8-1);
- $\sigma'_v$  rappresenta la tensione verticale efficace alla profondità  $z$ .

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

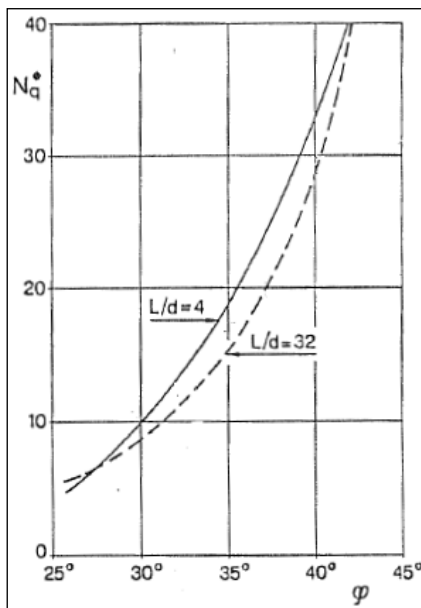


Figura 8-1: Coefficienti  $N_q^*$  corrispondenti all'insorgere delle deformazioni plastiche della punta (Berezantzev, 1963 - AGI)

Pertanto la resistenza di base calcolata è pari a:

$$R_{b,cal} = \frac{1}{4} \pi \phi^2 q_b$$

- Resistenza laterale calcolata –  $R_{s,cal}$ :

Nei terreni granulari costituiti da sabbie e ghiaie la portata unitaria per attrito laterale ( $\tau_i$ ) è ricavabile dalla seguente espressione (U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration – "Drilled shafts: Construction procedures and design methods" – Publication No. FHWA-IF-99-025):

$$\tau_i = \beta_i \cdot \sigma_v^i$$

con:

$$\beta_i = 1.5 - 0.245 \cdot [z_i(m)]^{0.5} \quad (-)$$

in cui:

- $z_i$  = distanza verticale in metri da piano campagna a metà dello strato considerato;
- $0.25 \leq \beta_i \leq 1.20$ ;
- $\sigma_{voi}^i$  = pressione verticale efficace geostatica alla profondità  $z_i$  ( $FL^{-2}$ )

	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

- $\tau_i^{lim}$  = valore massimo possibile dell'aderenza laterale limite ( $FL^{-2}$ ). Il valore massimo possibile dell'aderenza laterale limite ( $\tau_i^{lim}$ ) è assunto = 150 kPa.

Pertanto la resistenza laterale calcolata è pari a:

$$R_{s,cal} = \pi\phi \sum_i^n \tau_{ik} h_i$$

## 8.2 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Nella tabella seguente sono riportati i parametri geotecnici di calcolo, caratteristici per quanto concerne quelli di resistenza al taglio, e la stratigrafia da testa palo considerata nelle elaborazioni; la testa palo è stata considerata a -1.0 m dal livello medio del piano di campagna attuale.

Le stratigrafie ed i grafici riportati nel seguito sono riferiti a testa palo.

Tabella 8-2: Stratigrafia e parametri di calcolo.

Strato	Descrizione	Profondità da÷a [m da p.c.]	Profondità da÷a [m da testa palo]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$C_u$ [kPa]	$\phi'$ [°]
<b>1A</b>	Argille limose	1.0÷9.0	0.0÷8.0	18.5	50	---
		9.0÷18.0	8.0÷17.0		60	---
<b>1B</b>	Argille limose	18.0÷21.0	17.0÷20.0	18.5	70	---
		21.0÷33.5	20.0÷40.0		80	---
<b>3</b>	Sabbie	34.0÷38.0	33.0÷37.0	19.0	---	30

## 8.3 Capacità portante del palo singolo soggetto a carichi assiali

Nelle figure seguenti sono riportate le curve di capacità portante per sforzi assiali di compressione e di trazione per pali trivellati di diametro 800, 1000 e 1200 mm. I grafici sono riferiti a testa palo.



**NTC del 14/01/2008**  
**Capacità portante a compressione - Pali Trivellati  $\phi$  800mm**

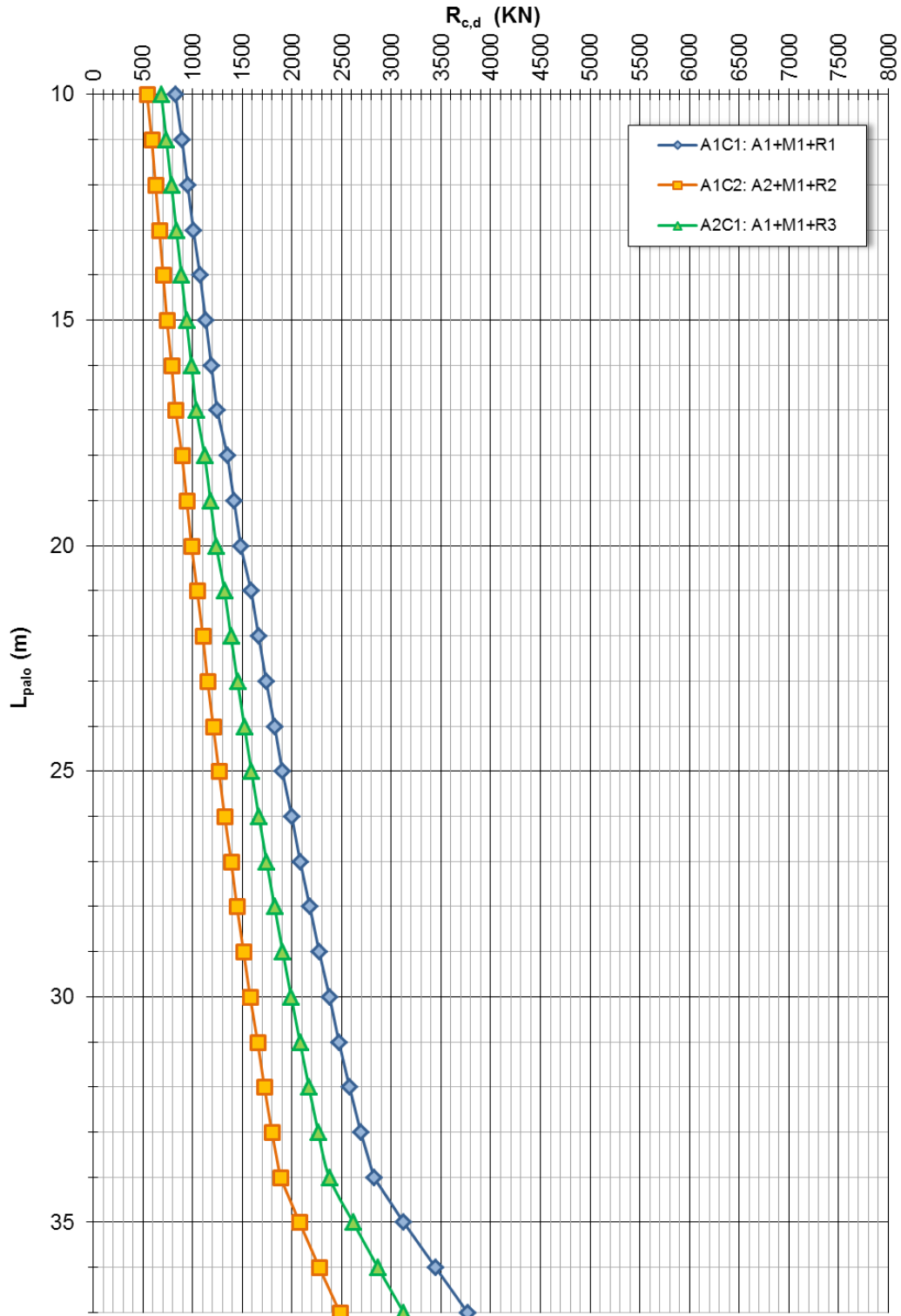


Figura 8-2: Palo CFA  $\phi$ 800mm - Capacità portante a compressione.



**NTC del 14/01/2008**  
**Capacità portante a trazione - Pali Trivellati  $\phi$  800mm**

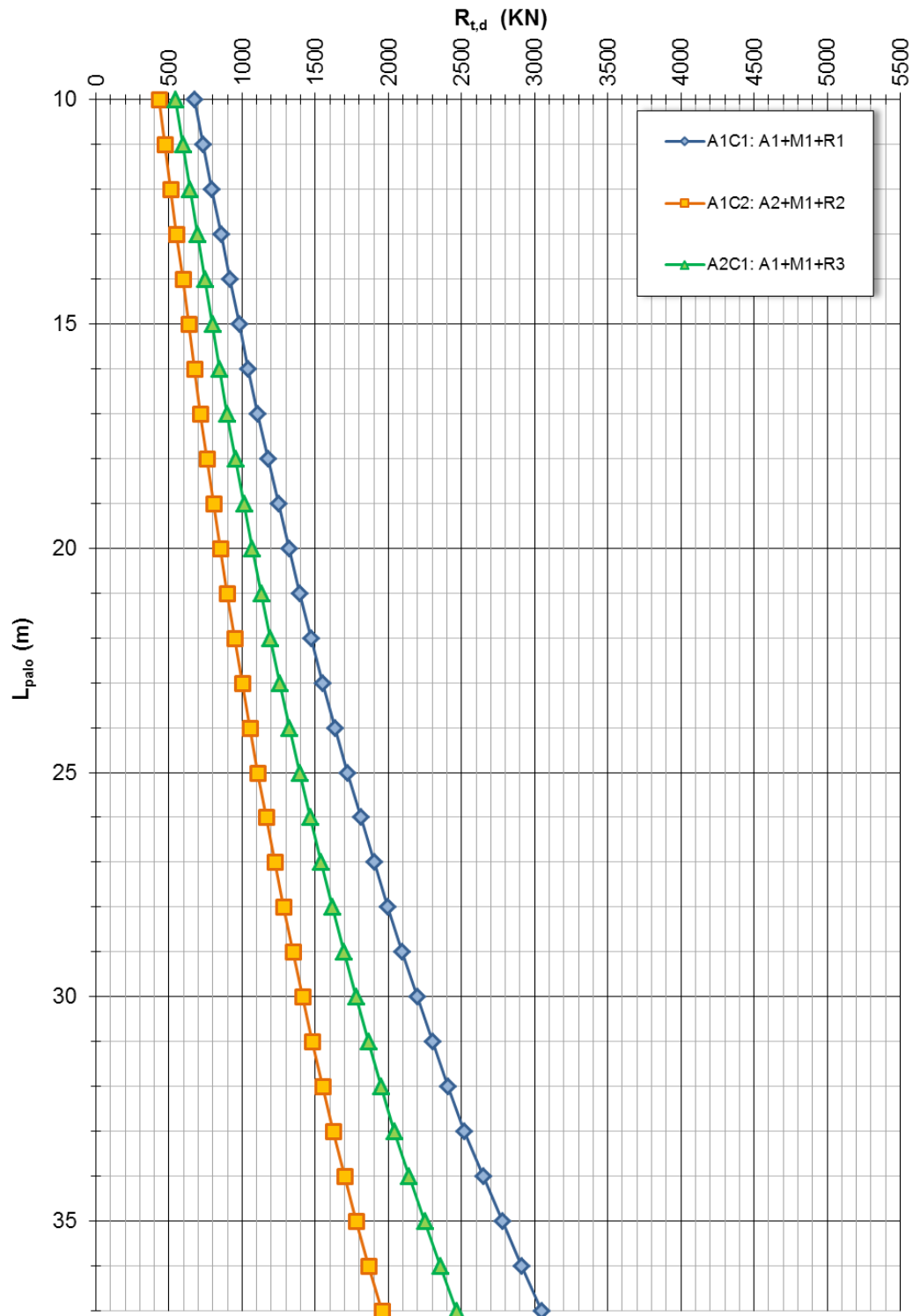


Figura 8-3: Palo CFA  $\phi$ 800mm - Capacità portante a trazione.



**NTC del 14/01/2008**  
**Capacità portante a compressione - Pali Trivellati  $\phi$  1000mm**

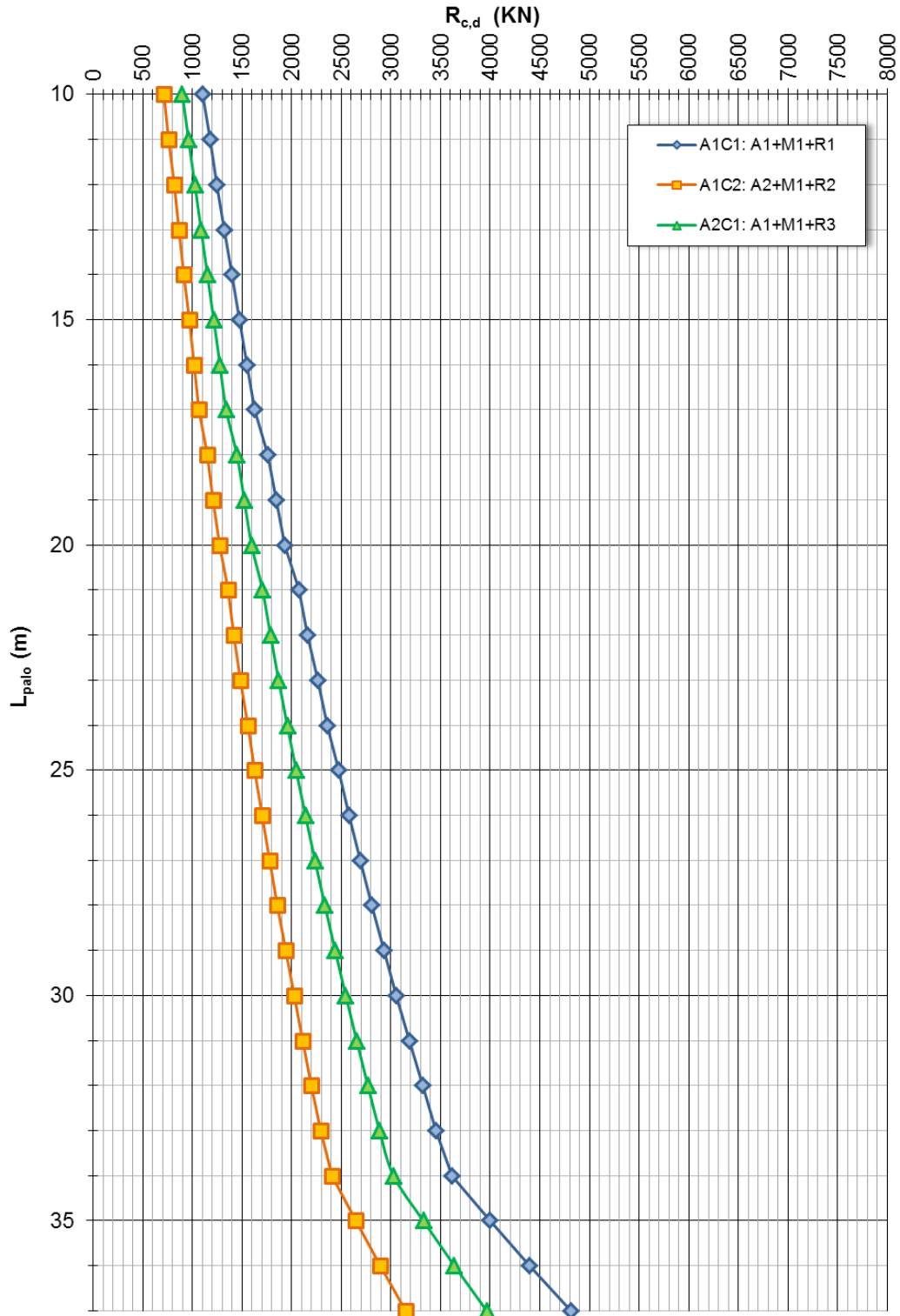


Figura 8-4: Palo CFA  $\phi$ 1000mm - Capacità portante a compressione.





**NTC del 14/01/2008**  
**Capacità portante a trazione - Pali Trivellati  $\phi$  1000mm**

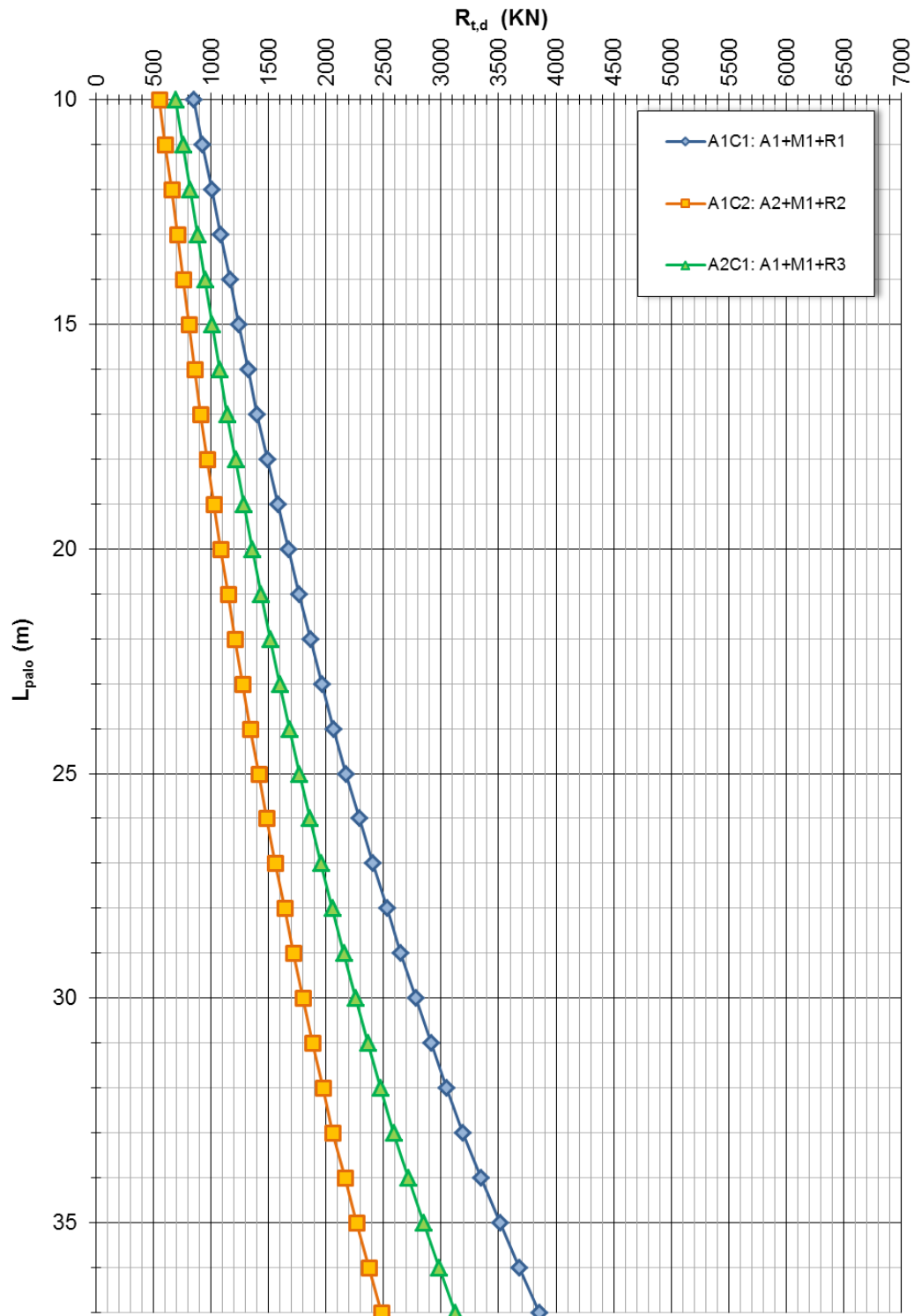


Figura 8-5: Palo CFA  $\phi$ 1000mm - Capacità portante a trazione.



**NTC del 14/01/2008**  
**Capacità portante a compressione - Pali Trivellati  $\phi$  1200mm**

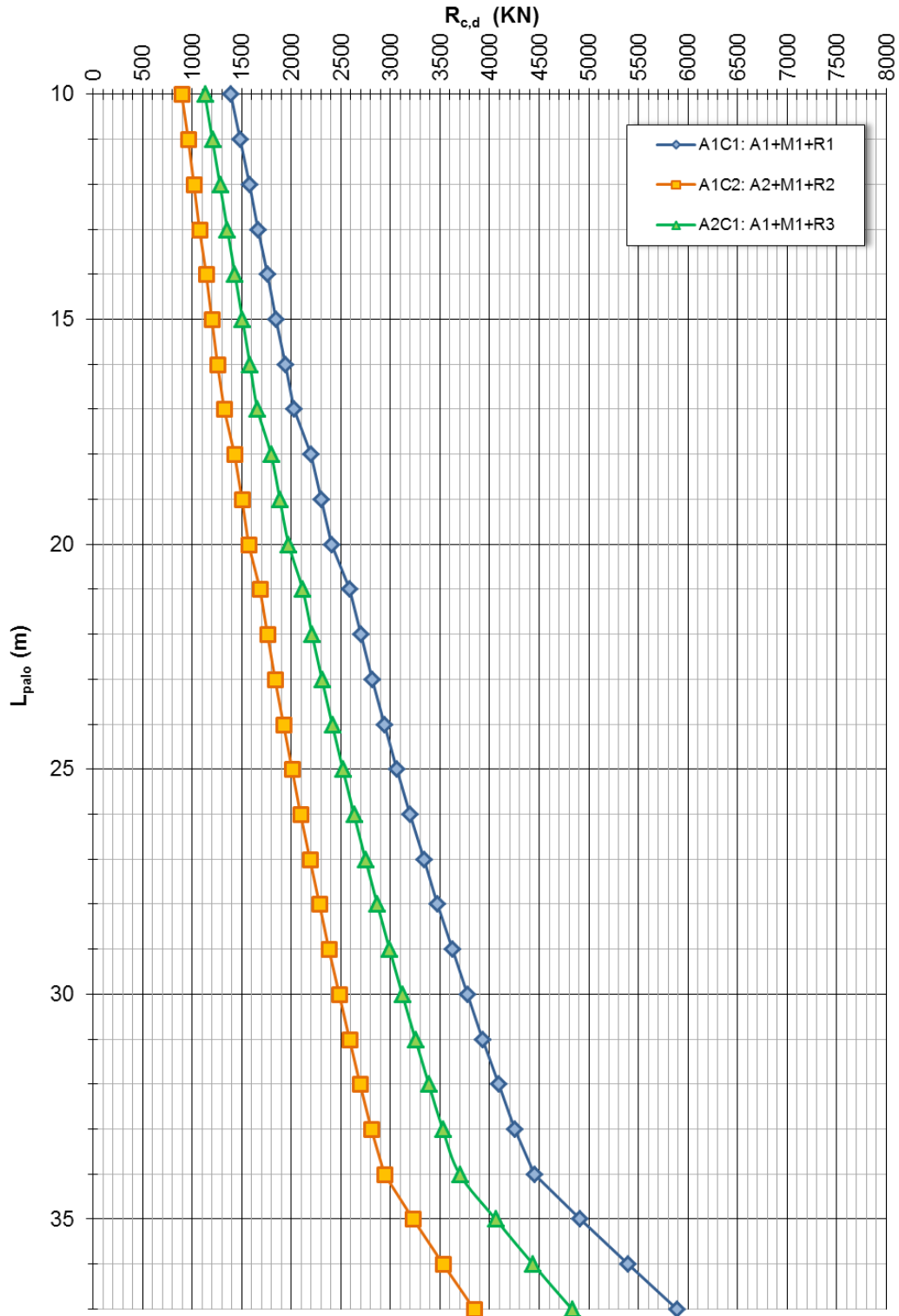


Figura 8-6: Palo CFA  $\phi$ 1200mm - Capacità portante a compressione.



**NTC del 14/01/2008**  
**Capacità portante a trazione - Pali Trivellati  $\phi$  1200mm**

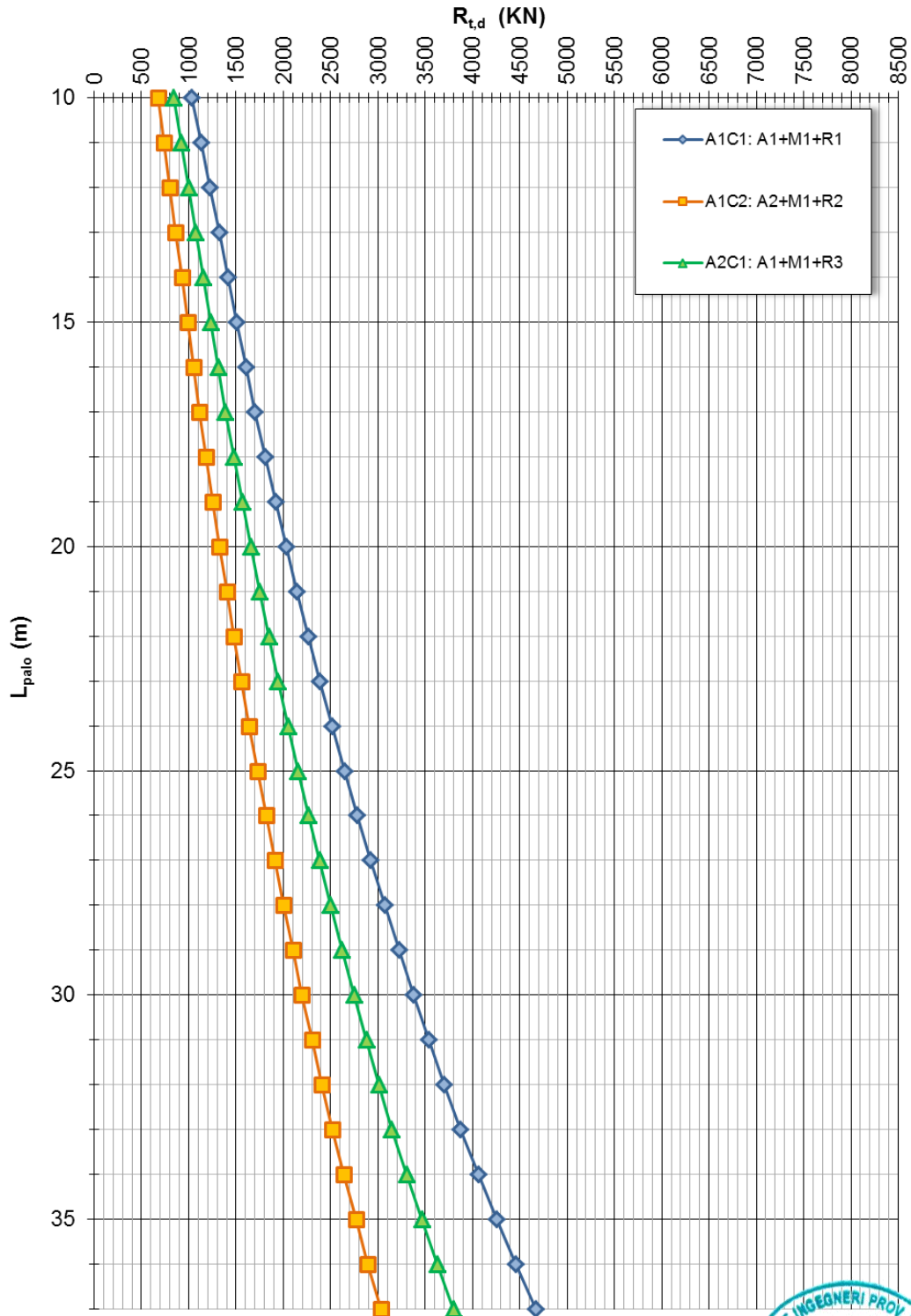


Figura 8-7: Palo CFA  $\phi$ 1200mm - Capacità portante a trazione.



	<b>Committente:</b> FINIMCAR S.r.l.	<b>Documento:</b> Relazione Geologica
	<b>Lavoro:</b> COMPARTO F10 - CARPI (MO)	Codice: S14026-CT-RE-004-1 Data: 02/10/2015

APPENDICE A: Indagini geotecniche di laboratorio



## LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>3,20</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>3,70</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	078/15
Data certificati	18.05.2015	Procedura operativa	

### SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG		
Contenuto in acqua	Wn	<b>25,89</b>	%	Limite di liquidità	LL	%
Peso di volume umido	$\gamma$	<b>1,96</b>	g/cm <sup>3</sup>	Limite di plasticità	LP	%
Peso di volume secco	$\gamma_d$	<b>1,55</b>	g/cm <sup>3</sup>	Limite di ritiro	LR	%
Peso specifico	G		g/cm <sup>3</sup>	Indice liquido	IL	
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	
Umidità di saturazione	Wsat		%	Indice di ritiro	IS	
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A	
Tenore CaCO <sub>3</sub>			%	Sensibilità	St	
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE		
Ciottoli	C		%	Compressione semplice	sc	kg/cm <sup>2</sup>
Ghiaia	G	<b>0,2</b>	%		Deformazione a rottura	ev
Sabbia	S	<b>89,8</b>	%	PP-VT		
Limo+argilla	L+A		%		da	a
Limo	L	<b>7,2</b>	%	Pocket penetrometer	PP	<b>0</b> kg/cm <sup>2</sup>
Argilla	A	<b>2,8</b>	%	Vane Test	VT	<b>0</b> kg/cm <sup>2</sup>
Coeff. di uniformità	U	<b>4,12</b>				
Classificazione CNR-UNI 10006		<b>A 3</b>				
PROVA DI TAGLIO DIRETTO						
Test CD	Angolo di attrito	f'	<b>34</b>	°	Coesione efficace	c' <b>0,069</b> kg/cm <sup>2</sup>
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>		°	Coesione non drenata	cu kg/cm <sup>2</sup>
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>r</sub>		°	Coesione residua	cr kg/cm <sup>2</sup>
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE						
Test CD	Angolo di attrito	f'		°	Coesione efficace	c' kg/cm <sup>2</sup>
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>		°	Coesione non drenata	ccu kg/cm <sup>2</sup>
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>uu</sub>		°	Coesione non drenata	cuu kg/cm <sup>2</sup>
PROVA EDOMETRICA						
Modulo edometrico	Ed		kg/cm <sup>2</sup>	Gradino di carico	s	kg/cm <sup>2</sup>
Coeff. di consolidazione	Cv		cm <sup>2</sup> /sec	Indice di rigonfiamento	Cs	
Coeff. di compress. edom.	Mv		cm <sup>2</sup> /kg	Coeff. di cons. second.	Ca	%
Coeff. di permeabilità	K		cm/sec			

Note:



Lo Sperimentatore  
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>6,60</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	080/15
Data certificati	18.05.2015	Procedura operativa	

**SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE**

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	<b>31,86</b>	%	Limite di liquidità	LL	<b>28,6</b>	%
Peso di volume umido	$\gamma$	<b>1,97</b>	g/cm <sup>3</sup>	Limite di plasticità	LP	<b>17,3</b>	%
Peso di volume secco	$\gamma_d$	<b>1,50</b>	g/cm <sup>3</sup>	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cm <sup>3</sup>	Indice liquido	IL	<b>1,29</b>	
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	<b>11,3</b>	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC		
Umidità di saturazione	W <sub>sat</sub>		%	Indice di ritiro	IS		
Grado di saturazione	S <sub>r</sub>		%	Grado di attività	A		
Tenore CaCO <sub>3</sub>			%	Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice	sc		kg/cm <sup>2</sup>
Ghiaia	G		%		Deformazione a rottura	ev	
Sabbia	S	<b>28</b>	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%				
Limo	L	<b>52</b>	%				
Argilla	A	<b>20,1</b>	%				
Coeff. di uniformità	U			Pocket penetrometer	PP	<b>1,3</b>	<b>1,4</b> kg/cm <sup>2</sup>
Classificazione CNR-UNI 10006		<b>A 6</b>		Vane Test	VT	<b>0,5</b>	<b>0,6</b> kg/cm <sup>2</sup>
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	f'	<b>30,6</b>	°	Coesione efficace	c'	<b>0,42</b> kg/cm <sup>2</sup>
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>		°	Coesione non drenata	cu	kg/cm <sup>2</sup>
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>r</sub>		°	Coesione residua	cr	kg/cm <sup>2</sup>
PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE							
Test CD	Angolo di attrito	f'		°	Coesione efficace	c'	kg/cm <sup>2</sup>
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>		°	Coesione non drenata	ccu	kg/cm <sup>2</sup>
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>uu</sub>		°	Coesione non drenata	cuu	kg/cm <sup>2</sup>
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed		kg/cm <sup>2</sup>	Gradino di carico	s		kg/cm <sup>2</sup>
Coeff. di consolidazione	Cv		cm <sup>2</sup> /sec	Indice di rigonfiamento	Cs		
Coeff. di compress. edom.	Mv		cm <sup>2</sup> /kg				
Coeff. di permeabilità	K		cm/sec	Coeff. di cons. second.	Ca		%

Note:

Lo Sperimentatore  
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000

Cert. SGS n. IT05/1218

Ass. Laboratori Geotecnici Italiani

A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>8,80</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>9,40</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	082/15
Data certificati	18.05.2015	Procedura operativa	

**SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE**

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG		
Contenuto in acqua	Wn	<b>23,32</b>	%	Limite di liquidità	LL	%
Peso di volume umido	$\gamma$	<b>2,08</b>	g/cmc	Limite di plasticità	LP	%
Peso di volume secco	$\gamma_d$	<b>1,69</b>	g/cmc	Limite di ritiro	LR	%
Peso specifico	G		g/cmc	Indice liquido	IL	
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	
Umidità di saturazione	Wsat		%	Indice di ritiro	IS	
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A	
Tenore CaCO <sub>3</sub>			%	Sensibilità	St	
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESIONE		
Ciottoli	C		%	Compressione semplice	sc	kg/cmq
Ghiaia	G	<b>0,6</b>	%		Deformazione a rottura	ev
Sabbia	S	<b>45,4</b>	%	PP-VT		
Limo+argilla	L+A		%		da	a
Limo	L	<b>46,5</b>	%	Pocket penetrometer	PP	<b>0,8 3</b> kg/cmq
Argilla	A	<b>7,5</b>	%	Vane Test	VT	<b>0,4 1,1</b> kg/cmq
Coeff. di uniformità	U	<b>28,57</b>				
Classificazione CNR-UNI 10006		<b>A 4 - A 6</b>				
PROVA DI TAGLIO DIRETTO						
Test CD	Angolo di attrito	f'	°	Coesione efficace	c'	kg/cmq
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>	°	Coesione non drenata	cu	kg/cmq
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>r</sub>	°	Coesione residua	cr	kg/cmq
PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE						
Test CD	Angolo di attrito	f'	°	Coesione efficace	c'	kg/cmq
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>	°	Coesione non drenata	ccu	kg/cmq
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>uu</sub>	°	Coesione non drenata	cuu	kg/cmq
PROVA EDOMETRICA						
Modulo edometrico	Ed		kg/cmq	Gradino di carico	s	kg/cmq
Coeff. di consolidazione	Cv		cmq/sec	Indice di rigonfiamento	Cs	
Coeff. di compress. edom.	Mv		cmq/kg	Coeff. di cons. second.	Ca	%
Coeff. di permeabilità	K		cm/sec			

Note:

Lo Sperimentatore  
Dr. *Marino* MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. *Marino* Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,30</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,90</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	084/15
Data certificati	18.05.2015	Procedura operativa	

**SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE**

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	<b>31,02</b>	%	Limite di liquidità	LL	<b>27,3</b>	%
Peso di volume umido	$\gamma$	<b>1,96</b>	g/cm <sup>3</sup>	Limite di plasticità	LP	<b>17,6</b>	%
Peso di volume secco	$\gamma_d$	<b>1,50</b>	g/cm <sup>3</sup>	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cm <sup>3</sup>	Indice liquido	IL	<b>1,38</b>	
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	<b>9,7</b>	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC		
Umidità di saturazione	Wsat		%	Indice di ritiro	IS		
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A		
Tenore CaCO <sub>3</sub>			%	Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice	sc		kg/cm <sup>2</sup>
Ghiaia	G	<b>0,3</b>	%		Deformazione a rottura	ev	
Sabbia	S	<b>40,8</b>	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%				
Limo	L	<b>42,1</b>	%				
Argilla	A	<b>16,8</b>	%				
Coeff. di uniformità	U			Pocket penetrometer	PP	<b>0,4</b>	<b>1,2</b> kg/cm <sup>2</sup>
Classificazione CNR-UNI 10006		<b>A 4</b>		Vane Test	VT	<b>0,2</b>	<b>0,5</b> kg/cm <sup>2</sup>
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	f'	<b>29,4</b>	°	Coesione efficace	c'	<b>0,097</b> kg/cm <sup>2</sup>
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>		°	Coesione non drenata	cu	kg/cm <sup>2</sup>
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>r</sub>		°	Coesione residua	cr	kg/cm <sup>2</sup>
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE							
Test CD	Angolo di attrito	f'		°	Coesione efficace	c'	kg/cm <sup>2</sup>
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>		°	Coesione non drenata	ccu	kg/cm <sup>2</sup>
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>uu</sub>		°	Coesione non drenata	cuu	kg/cm <sup>2</sup>
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed		kg/cm <sup>2</sup>	Gradino di carico	s		kg/cm <sup>2</sup>
Coeff. di consolidazione	Cv		cm <sup>2</sup> /sec	Indice di rigonfiamento	Cs		
Coeff. di compress. edom.	Mv		cm <sup>2</sup> /kg				
Coeff. di permeabilità	K		cm/sec	Coeff. di cons. second.	Ca		%

Note:

Lo Sperimentatore  
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni





## LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>7,50</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,10</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	086/15
Data certificati	18.05.2015	Procedura operativa	

### SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	<b>31,93</b>	%	Limite di liquidità	LL	<b>28,4</b>	%
Peso di volume umido	γ	<b>1,98</b>	g/cmc	Limite di plasticità	LP	<b>17,4</b>	%
Peso di volume secco	γ <sub>d</sub>	<b>1,50</b>	g/cmc	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cmc	Indice liquido	IL	<b>1,32</b>	
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	<b>11</b>	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC		
Umidità di saturazione	W <sub>sat</sub>		%	Indice di ritiro	IS		
Grado di saturazione	S <sub>r</sub>		%	Grado di attività	A		
Tenore CaCO <sub>3</sub>			%	Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice	sc		kg/cm <sup>2</sup>
Ghiaia	G	<b>0,6</b>	%		Deformazione a rottura	ev	
Sabbia	S	<b>36,6</b>	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%		da	a	
Limo	L	<b>53,2</b>	%	Pocket penetrometer	PP	<b>0,6</b>	<b>1,1</b> kg/cm <sup>2</sup>
Argilla	A	<b>9,5</b>	%	Vane Test	VT	<b>0,3</b>	<b>0,5</b> kg/cm <sup>2</sup>
Coeff. di uniformità	U	<b>32,5</b>					
Classificazione CNR-UNI 10006		<b>A 6</b>					
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	f'	<b>26,4</b>	°	Coesione efficace	c'	<b>0,267</b> kg/cm <sup>2</sup>
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>		°	Coesione non drenata	cu	kg/cm <sup>2</sup>
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>r</sub>		°	Coesione residua	cr	kg/cm <sup>2</sup>
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE							
Test CD	Angolo di attrito	f'		°	Coesione efficace	c'	kg/cm <sup>2</sup>
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>		°	Coesione non drenata	ccu	kg/cm <sup>2</sup>
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>uu</sub>		°	Coesione non drenata	cuu	kg/cm <sup>2</sup>
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed		kg/cm <sup>2</sup>	Gradino di carico	s		kg/cm <sup>2</sup>
Coeff. di consolidazione	C <sub>v</sub>		cm <sup>2</sup> /sec	Indice di rigonfiamento	C <sub>s</sub>		
Coeff. di compress. edom.	M <sub>v</sub>		cm <sup>2</sup> /kg				
Coeff. di permeabilità	K		cm/sec	Coeff. di cons. second.	Ca		%

Note:



Lo Sperimentatore  
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



## LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>18,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>18,60</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	089/15
Data certificati	18.05.2015	Procedura operativa	

### SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	<b>35,81</b>	%	Limite di liquidità	LL	<b>75,5</b>	%
Peso di volume umido	γ	<b>1,91</b>	g/cm <sup>3</sup>	Limite di plasticità	LP	<b>24,5</b>	%
Peso di volume secco	γ <sub>d</sub>	<b>1,41</b>	g/cm <sup>3</sup>	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cm <sup>3</sup>	Indice liquido	IL	<b>0,22</b>	
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	<b>51</b>	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	<b>0,78</b>	
Umidità di saturazione	W <sub>sat</sub>		%	Indice di ritiro	IS		
Grado di saturazione	S <sub>r</sub>		%	Grado di attività	A		
Tenore CaCO <sub>3</sub>			%	Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice	sc		kg/cm <sup>2</sup>
Ghiaia	G		%		Deformazione a rottura	ev	
Sabbia	S	<b>5,3</b>	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%		da	a	
Limo	L	<b>44,3</b>	%	Pocket penetrometer	PP	<b>1,3</b>	<b>2</b> kg/cm <sup>2</sup>
Argilla	A	<b>50,4</b>	%	Vane Test	VT	<b>0,6</b>	<b>1,1</b> kg/cm <sup>2</sup>
Coeff. di uniformità	U						
Classificazione CNR-UNI 10006		<b>A 7-5</b>					
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	f'	°	Coesione efficace	c'		kg/cm <sup>2</sup>
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>	°	Coesione non drenata	cu		kg/cm <sup>2</sup>
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>r</sub>	°	Coesione residua	cr		kg/cm <sup>2</sup>
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE							
Test CD	Angolo di attrito	f'	°	Coesione efficace	c'		kg/cm <sup>2</sup>
Test CU	Angolo di attrito	f <sub>cu</sub>	°	Coesione non drenata	ccu		kg/cm <sup>2</sup>
Test CR	Angolo di attrito	f <sub>uu</sub>	°	Coesione non drenata	cuu		kg/cm <sup>2</sup>
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed		kg/cm <sup>2</sup>	Gradino di carico	s		kg/cm <sup>2</sup>
Coeff. di consolidazione	Cv		cm <sup>2</sup> /sec	Indice di rigonfiamento	Cs		
Coeff. di compress. edom.	Mv		cm <sup>2</sup> /kg	Coeff. di cons. second.	Ca		%
Coeff. di permeabilità	K		cm/sec				

Note:



Lo Sperimentatore  
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>3,20</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>3,70</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	078/15
Data esecuzione prova	23.04.2015	Procedura operativa	IST 06/01

**APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)**

Contenitore	Fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	45 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
				Volumetriche	10 cm	Sabbia medio-fine nocciola-marrone sciolta. Presenza di inclusi carboniosi brunastri.
				Granulom. Cumulativa	20 cm	
				Taglio CD	30 cm	
					40 cm	
					50 cm	
					60 cm	
					70 cm	
					80 cm	
					90 cm	
					100 cm	

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**Certificato n. **078/15.1**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino MularoniData certificato **18.05.2015**

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>3,20</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>3,70</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	078/15
Data esecuzione prova	23.04.2015	Procedura operativa	

**PARAMETRI CALCOLATI***sulla base dei risultati di prova*

## DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	$\gamma$	<b>1,96</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>Umidità allo stato naturale</i>	<b>W</b>	<b>25,89</b>	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	<b>T</b>	20	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	$\gamma_r$		Mg/m <sup>3</sup>

## ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	$\delta_w$	1,00	Mg/m <sup>3</sup>
----------------------------------	------------	------	-------------------

## PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	$\gamma_w$		Mg/m <sup>3</sup>
<i>peso di volume secco</i>	$\gamma_d$	<b>1,55</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>indice dei vuoti</i>	<b>e</b>		
<i>grado di saturazione</i>	<b>S<sub>r</sub></b>		%

Certificato n. **078/15.2**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>3,20</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>3,70</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	078/15
Data esecuzione prova	23.04.2015	Procedura operativa	IST 06.03

**PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)**

<i>volume (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso umido (g)</i>
84,81	165,88
84,81	166,13

Peso di volume                      ρ                      **1,96** Mg/m<sup>3</sup>



Certificato n.                      **078/15.2**

Data certificato                      18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>3,20</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>3,70</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	078/15
Data esecuzione prova	23.04.2015	Procedura operativa	IST 06.02

**UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
165,88	131,99
166,13	131,74

Umidità allo stato naturale **W 25,89 %**



Certificato n. **078/15.2**

Data certificato **18.05.2015**

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



### LABORATORIO GEOTECNICO

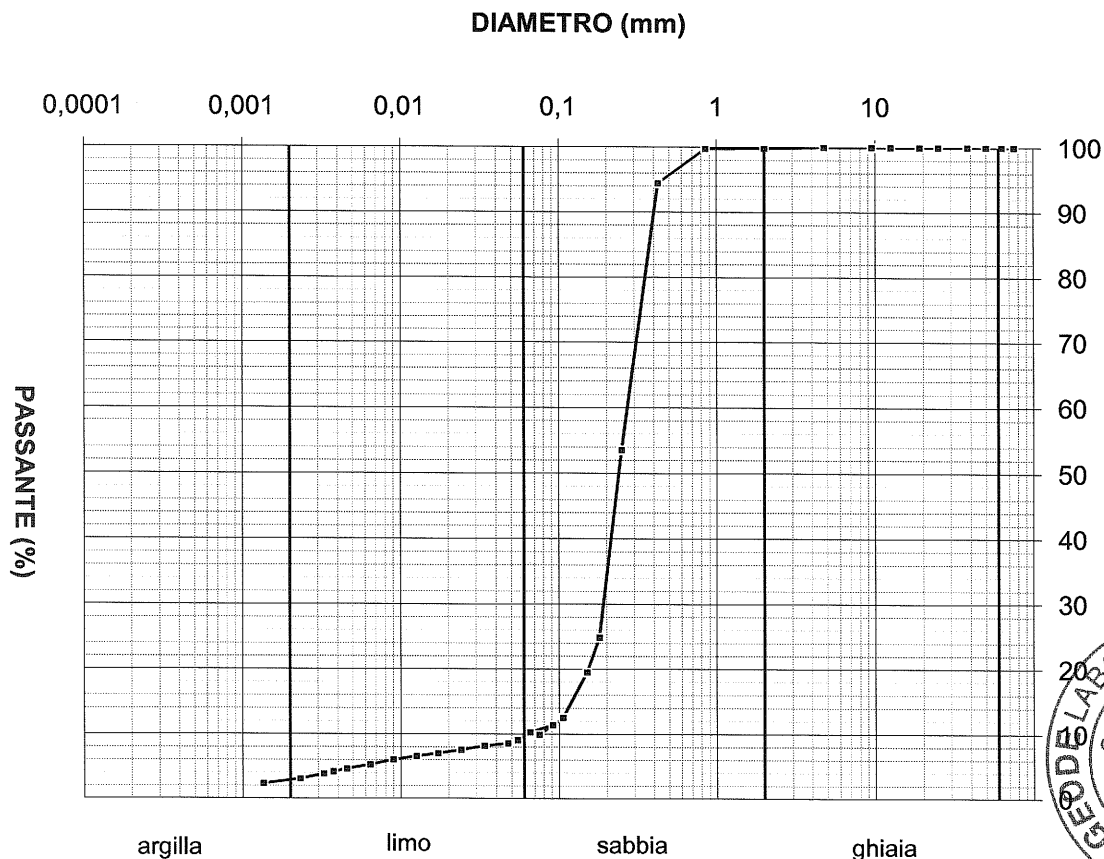
del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>3,20</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>3,70</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	078/15
Data esecuzione prova	27.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

### ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63) - CURVA CUMULATIVA



Descrizione AGI	<b>SABBIA DEB. LIMOSO</b>	d10 (mm)	0,0680	d15 (mm)	0,1400
		d60 (mm)	0,2800	d85 (mm)	0,3800
Classificazione UNI-CNR 10006	<b>A 3</b>	Coefficiente di uniformità (d60/d10) <b>U =</b>	<b>4,12</b>		

Certificato n. **078/15.3**  
Data certificato **18.05.2015**

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>3,20</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>3,70</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	078/15
Data esecuzione prova	27.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

peso campione alla sedimentazione (g):	40,00	densimetro utilizzato:	ASTM 151 H
temperatura di prova (°C):	22,0	peso specifico:	2,66

tempo (min')	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,091	26,60	11,37
0,5	0,066	24,30	10,25
0,75	0,054	21,80	9,03
1	0,047	20,90	8,59
2	0,034	20,10	8,20
4	0,024	18,80	7,57
8	0,017	17,70	7,03
15	0,013	16,80	6,59
30	0,009	15,70	6,06
60	0,006	14,10	5,28
120	0,005	12,80	4,64
180	0,004	11,90	4,20
240	0,003	11,20	3,86
480	0,002	9,60	3,08
1440	0,001	8,10	2,35

\*correzioni applicate:

 $C_m = 0,5$  $C_d = 5$  $C_t = 1,2$ 

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,2</b>
% sabbia	<b>89,8</b>
% limo	<b>7,2</b>
% argilla	<b>2,8</b>

Certificato n. **078/15.3**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 18.05.2015



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>3,20</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>3,70</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	078/15
Data esecuzione prova	27.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA**peso terreno setacciato (g): **300**

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	300,00	100,00
63	0,00	300,00	100,00
50	0,00	300,00	100,00
38,1	0,00	300,00	100,00
25	0,00	300,00	100,00
19	0,00	300,00	100,00
12,5	0,00	300,00	100,00
9,5	0,00	300,00	100,00
4,75	0,00	300,00	100,00
2	0,60	299,40	99,80
0,85	0,80	299,20	99,73
0,425	16,60	283,40	94,47
0,25	139,40	160,60	53,53
0,18	225,30	74,70	24,90
0,15	241,50	58,50	19,50
0,106	262,40	37,60	12,53
0,075	270,40	29,60	9,87

Certificato n. **078/15.3**Data certificato **18.05.2015**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1219  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	1
CANTIERE		CAMPIONE	1
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	3,20
RIF.	G15-072	a m.	3,70
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	078/15
Data esecuzione Prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.11

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

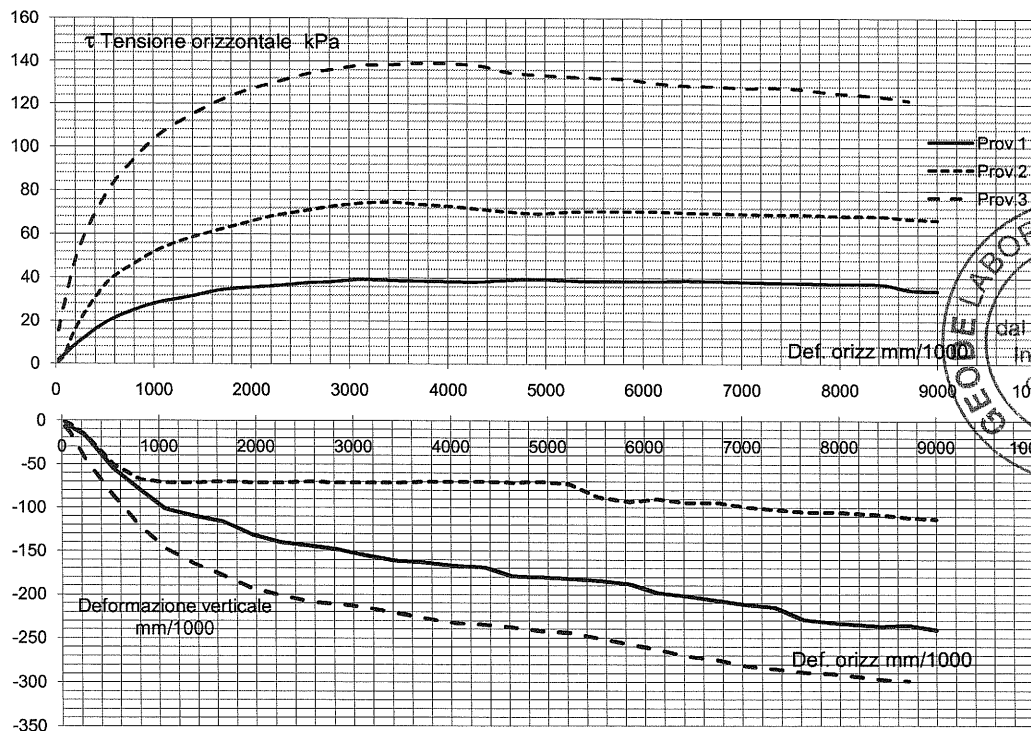
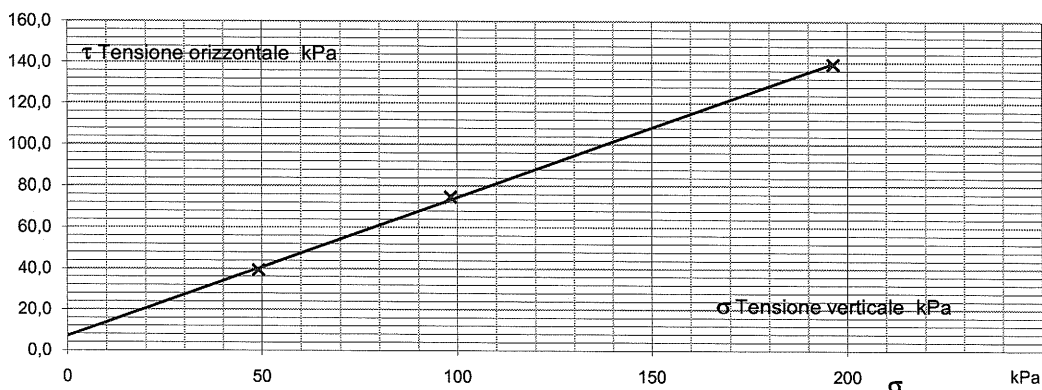
I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione). La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO  $\tau$ - $\sigma$   $C' =$  (kPa) **6,9**

Regressione Lineare  $\phi' =$  (°) **34,0**

Scelta valori manuale SI/NO: NO

Sforzo a rottura	39	75	139
Deformazione a rottura	4,609	5,052	5,5



Certificato n. 078/15.5

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	1
CANTIERE		CAMPIONE	1
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	3,20
RIF.	G15-072	a m.	3,70
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	078/15
Data esecuzione Prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

PROVINI ( Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	ricostituito	
Diametro iniziale	mm	$\phi_0$	67,7	67,7	67,7	
Altezza iniziale	mm	$h_0$	20	20	20	
Sezione iniziale	mm <sup>2</sup>	$A_0$	3600	3600	3600	
Volume iniziale	mm <sup>3</sup>	$V_0$	71994	71994	71994	
Peso di volume iniziale	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_0$	2,02	2,01	1,94	
Contenuto d'acqua iniziale	%	$W_i$	37,7	27,1	24,5	
Peso di volume secco	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$	1,464	1,58	1,56	1,53
Peso specifico dei grani	gr/cm <sup>3</sup>	G	2,710	2,710	2,710	2,71
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	0,85	0,71	0,74	0,77
Porosità	%	n	45,98	41,53	42,60	43,4
Umidità di saturazione	%	Wsat	31,41	26,21	27,39	28,3
Grado saturazione	%	Sr	119,89	103,42	89,49	104,3

**CONSOLIDAZIONE - PROVA**

Pressione di cella	KPa	$\sigma_v$	49	98	196	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,006	0,006	0,006	
Altezza inizio prova (post consolidaz)	mm	h	19,62	19,60	19,60	
Tempo per 50 % consolid.	min	t50	5	23	22	
Tempo per arrivare a rottura (stimato)	min	t <sub>f</sub>	244	1139	1119	
Deformazione a rottura (stimata)	mm	df		3,0		

**FASE DI ROTTURA**

<p>           Criterio di rottura (1 =Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 %)            Deformazione a rottura            Deformazione a rottura            Tempo rottura effettivo            Velocità media a rottura            Tensione di rottura         </p>	<p>           mm            %            min            mm/min            KPa         </p>	<p>           1            3,12            4,6            550            0,0057            39         </p>	<p>           3,42            5,1            600            0,0057            75         </p>	<p>           3,72            5,5            650            0,0057            139         </p>
--	--	--	---	--



Note: Macchine Utilizzate:  
Taglio Casagrande Tecnoctest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05; Provino 3 TG06

Certificato n. 078/15.5

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1219  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROF. Da m	<b>3,20</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m.	<b>3,70</b>
Data ricevimento Campione	<b>23.04.2015</b>	Numero di accettazione	<b>078/15</b>
Data esecuzione Prova	<b>30.04.2015</b>	Procedura operativa	<b>IST 06.11</b>

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)****PROVINO 2**

tempo min	Def. orizz. mm	e %	Def. Vert. mm	Sforzo N	Tensione Orizz kPa
10,0	0,029	0	-0,002	3	0,83
20,0	0,087	0,13	-0,005	15	4,2
50,0	0,24	0,35	-0,017	71	19,7
100	0,52	0,77	-0,05	135	37,5
150	0,8	1,18	-0,068	167	46,4
200	1,06	1,57	-0,071	191	53,1
250	1,36	2,01	-0,071	209	58,1
300	1,65	2,44	-0,07	222	61,7
350	1,95	2,88	-0,071	235	65,3
400	2,25	3,32	-0,071	247	68,6
450	2,56	3,78	-0,07	255	70,8
500	2,83	4,18	-0,071	262	72,8
550	3,12	4,61	-0,071	267	74,2
600	3,42	5,05	-0,071	269	74,7
650	3,72	5,49	-0,07	265	73,6
700	4,03	5,95	-0,07	262	72,8
750	4,34	6,41	-0,07	257	71,4
800	4,63	6,84	-0,071	253	70,3
850	4,93	7,28	-0,07	250	69,5
900	5,22	7,71	-0,073	253	70,3
950	5,52	8,15	-0,088	254	70,6
100	5,84		-0,093	254	70,6
1050	6,13		-0,09	254	70,6
1100	6,43		-0,094	252	70,0
1150	6,74		-0,094	251	69,7
1200	7,04		-0,099	250	69,5
1250	7,33		-0,102	249	69,2
1300	7,63		-0,105	249	69,2
1350	7,94		-0,105	247	68,6
1400	8,42		-0,108	246	68,3
1450	8,71		-0,111	242	67,2
1500	9		-0,113	240	66,7

Certificato n. **078/15.5**Data certif. **18.05.2015**Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano RonciIL Direttore  
Dott. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	1
CANTIERE		CAMPIONE	1
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	3,20
RIF.	G15-072	a m.	3,70
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	078/15
Data esecuzione Prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

**PROVINO 3**

tempo min	Def. orizz. 1000	e %	Def. Vert. mm	Sforzo N	Tensione Orizz kPa
10,0	0,029	0,02	-0,007	55	15,3
20,0	0,087	0,01	-0,015	100	27,8
50,0	0,24	0,21	-0,045	193	53,6
100	0,52	0,35	-0,086	283	78,6
150	0,8	0,45	-0,122	339	94,2
200	1,06	0,56	-0,147	380	105,6
250	1,36	0,74	-0,165	410	113,9
300	1,65	0,90	-0,178	435	120,8
350	1,95	1,16	-0,193	454	126,1
400	2,25	1,39	-0,201	468	130,0
450	2,56	1,62	-0,209	482	133,9
500	2,83	1,84	-0,211	490	136,1
550	3,12	2,00	-0,215	497	138,1
600	3,42	2,20	-0,221	498	138,3
650	3,72	2,37	-0,227	501	139,2
700	4,03	2,67	-0,233	500	138,9
750	4,34	2,87	-0,235	496	137,8
800	4,63	3,24	-0,238	485	134,7
850	4,93	3,48	-0,242	481	133,6
900	5,22	3,71	-0,244	478	132,8
950	5,52	3,98	-0,25	476	132,2
100	5,84		-0,257	474	131,7
1050	6,13		-0,263	467	129,7
1100	6,43		-0,271	463	128,6
1150	6,74		-0,275	462	128,3
1200	7,04		-0,282	459	127,5
1250	7,33		-0,285	460	127,8
1300	7,63		-0,289	457	127,0
1350	7,94		-0,291	451	125,3
1400	8,42		-0,297	445	123,6
1450	8,71		-0,299	438	121,7



Certificato n. 078/15.5

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

Il Direttore  
Dott. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**  
 del Dr. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

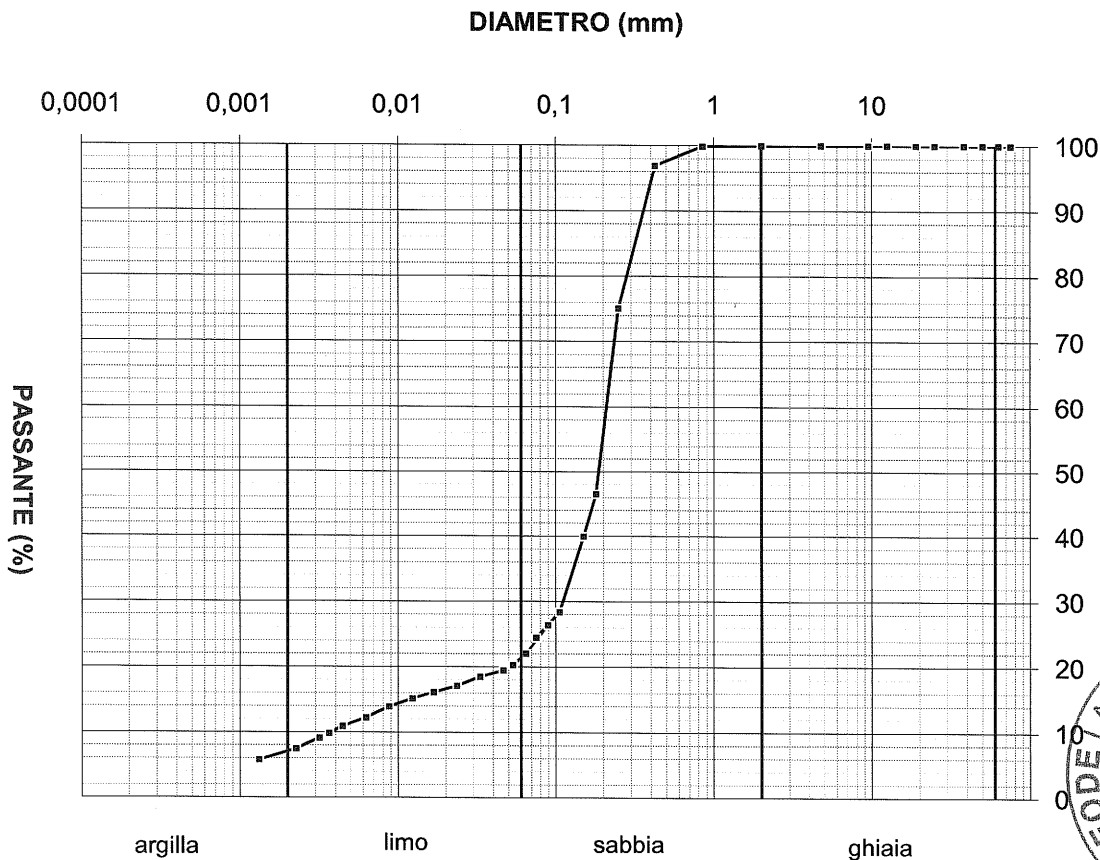
Azienda certificata ISO 9001:2000  
 Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>SPT 1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,40</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,85</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	079/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63) - CURVA CUMULATIVA**



Descrizione AGI	<b>SABBIA LIMOSA DEB. ARGILLOSA</b>	d10 (mm)	0,0037	d15 (mm)	0,0120
		d60 (mm)	0,2100	d85 (mm)	0,3300

Classificazione UNI-CNR 10006      Coefficiente di uniformità (d60/d10) **U = 56,76**

Certificato n.      **079/15.1**

Lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
 Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**  
del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>SPT 1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,40</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,85</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	079/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

peso campione alla sedimentazione (g): 40,00      densimetro utilizzato: ASTM 151 H  
temperatura di prova (°C): 24,0      peso specifico: 2,66

tempo (min')	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,089	27,00	26,37
0,5	0,065	23,00	22,05
0,75	0,053	21,40	20,32
1	0,046	20,60	19,46
2	0,033	19,70	18,49
4	0,024	18,40	17,08
8	0,017	17,50	16,11
15	0,012	16,60	15,14
30	0,009	15,50	13,95
60	0,006	13,90	12,22
120	0,004	12,70	10,92
180	0,004	11,70	9,84
240	0,003	11,00	9,08
480	0,002	9,50	7,46
1440	0,001	7,90	5,73

\*correzioni applicate:  
C<sub>m</sub> = 0,5  
C<sub>d</sub> = 5  
C<sub>t</sub> = 1,9

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,1</b>
% sabbia	<b>78,9</b>
% limo	<b>14,2</b>
% argilla	<b>6,9</b>



Certificato n. **079/15.1**

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 18.05.2015



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>SPT 1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,40</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,85</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	079/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA**peso terreno setacciato (g): **500**

$\varnothing$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	500,00	100,00
63	0,00	500,00	100,00
50	0,00	500,00	100,00
38,1	0,00	500,00	100,00
25	0,00	500,00	100,00
19	0,00	500,00	100,00
12,5	0,00	500,00	100,00
9,5	0,00	500,00	100,00
4,75	0,00	500,00	100,00
2	0,40	499,60	99,92
0,85	0,80	499,20	99,84
0,425	15,60	484,40	96,88
0,25	124,60	375,40	75,08
0,18	267,30	232,70	46,54
0,15	300,10	199,90	39,98
0,106	358,20	141,80	28,36
0,075	377,60	122,40	24,48

Certificato n. **079/15.1**  
Data certificato 18.05.2015Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>6,60</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	080/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	IST 06/01

**APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)**

Contenitore	Fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	55 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
1,3	1,5		0,5	Volumetriche Granulom. Cumulativa Limiti	10 cm	Limo argilloso grigio con alternanze di limo sabbioso in livelli centimetrici.
					20 cm	
1,3	1,5		0,5	Taglio CD	30 cm	
					40 cm	
1,4	1,5		0,6		50 cm	
					60 cm	
					70 cm	
					80 cm	
					90 cm	
					100 cm	

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



Certificato n. **080/15.1**

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato **18.05.2015**



**LABORATORIO GEOTECNICO**  
del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>6,60</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	080/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	

**PARAMETRI CALCOLATI**  
*sulla base dei risultati di prova*

DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	$\gamma$	<b>1,97</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>Umidità allo stato naturale</i>	<b>W</b>	<b>31,86</b>	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	<b>T</b>	20	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	$\gamma_r$		Mg/m <sup>3</sup>

ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	$\delta_w$	1,00	Mg/m <sup>3</sup>
----------------------------------	------------	------	-------------------

PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	$\gamma_w$		Mg/m <sup>3</sup>
<i>peso di volume secco</i>	$\gamma_d$	<b>1,50</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>indice dei vuoti</i>	<b>e</b>		
<i>grado di saturazione</i>	$S_r$		%



Certificato n. **080/15.2**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>6,60</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	080/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	IST 06.02

**UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
167,12	126,74
167,54	127,06

Umidità allo stato naturale **W 31,86 %**Certificato n. **080/15.2**Data certificato **18.05.2015**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>6,60</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	080/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	IST 06.03

**PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)**

<i>volume (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso umido (g)</i>
84,81	167,12
84,81	167,54

Peso di volume  $\rho$  **1,97** Mg/m<sup>3</sup>Certificato n. **080/15.2**Data certificato **18.05.2015**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



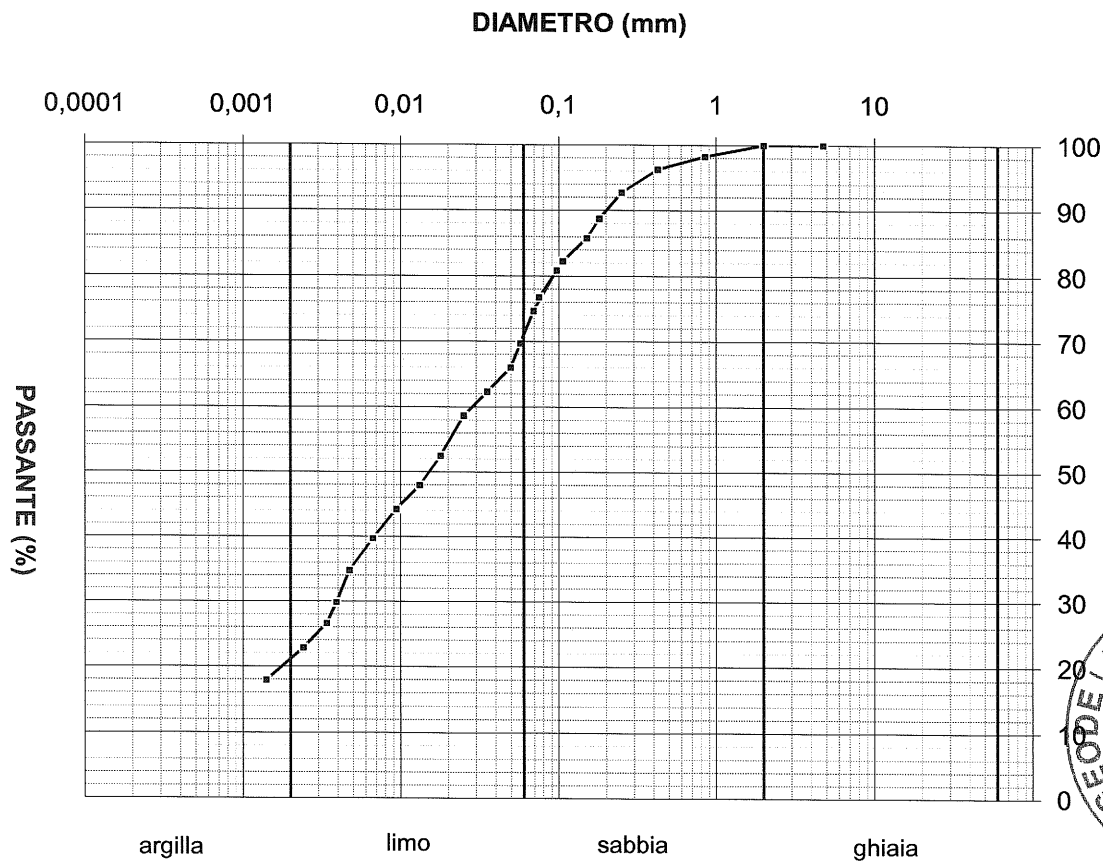
**LABORATORIO GEOTECNICO**  
del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>6,60</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	080/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422-63)**



Descrizione AGI	<b>LIMO CON SABBIA ARGILLOSO</b>	d10 (mm)	0,0000	d15 (mm)	0,0000
		d60 (mm)	0,0290	d85 (mm)	0,1600
Classificazione UNI-CNR 10006	<b>A 6</b>	Coefficiente di uniformità (d60/d10) U =	0,00		

Certificato n.	<b>080/15.3</b>	Lo Sperimentatore	Il Direttore del Laboratorio
Data certificato	18.05.2015	Dr. Geol. Marino Mularoni	Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>6,60</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	080/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422-63)**

peso campione alla sedimentazione (g):	40,00	densimetro utilizzato:	ASTM 151 H
temperatura di prova (°C):	17,0	peso specifico:	2,72

tempo (s)	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,097	24,40	80,83
0,5	0,069	22,90	74,66
0,75	0,057	21,70	69,72
1	0,050	20,80	66,02
2	0,035	19,90	62,32
4	0,025	19,00	58,62
8	0,018	17,50	52,45
15	0,013	16,40	47,93
30	0,009	15,50	44,23
60	0,007	14,40	39,71
120	0,005	13,20	34,77
180	0,004	12,00	29,84
240	0,003	11,20	26,55
480	0,002	10,30	22,85
1440	0,001	9,10	17,91
1440	0,001	9,10	17,91

\*correzioni applicate:

 $C_m = 0,5$  $C_d = 5$  $C_t = -0,2$ 

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,0</b>
% sabbia	<b>28,0</b>
% limo	<b>52,0</b>
% argilla	<b>20,1</b>

Certificato n. **080/15.3**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 18.05.2015

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>6,60</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	080/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)**

## SETACCIATURA

peso terreno setacciato (g): 40

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
4,75	0,00	40,00	100,00
2	0,00	40,00	100,00
0,85	0,70	39,30	98,25
0,425	1,50	38,50	96,25
0,25	2,90	37,10	92,75
0,18	4,50	35,50	88,75
0,15	5,70	34,30	85,75
0,106	7,10	32,90	82,25
0,075	9,30	30,70	76,75

Certificato n. **080/15.3**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>6,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>6,60</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	080/15
Data esecuzione prova	05.05.2015	Procedura operativa	IST 06.07

**LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)**

n° di cadute	limite di liquidità			limite di plasticità		
	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
12	14,46	10,65	35,77	8,27	7,04	17,47
20	28,88	22,08	30,80	17,98	15,36	17,06
24	39,46	30,49	29,42	19,60	16,70	17,4
30						

limite di ritiro			
volume umido (cm <sup>3</sup> )	peso umido (g)	volume secco (cm <sup>3</sup> )	peso secco (g)

(Umidità naturale	W	31,86	%)
-------------------	---	-------	----

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	28,60	%
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	17,30	%
LIMITE DI RITIRO	Wr		%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	11,30	
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	1,29	
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	-0,29	

Certificato n. **080/15.4**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

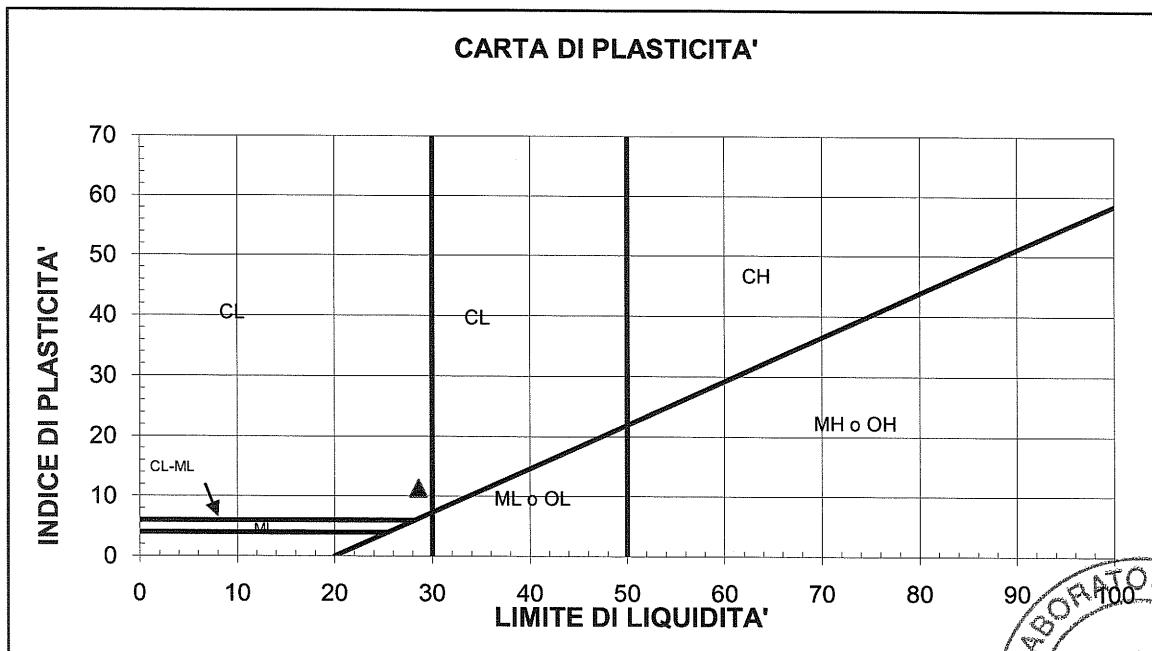
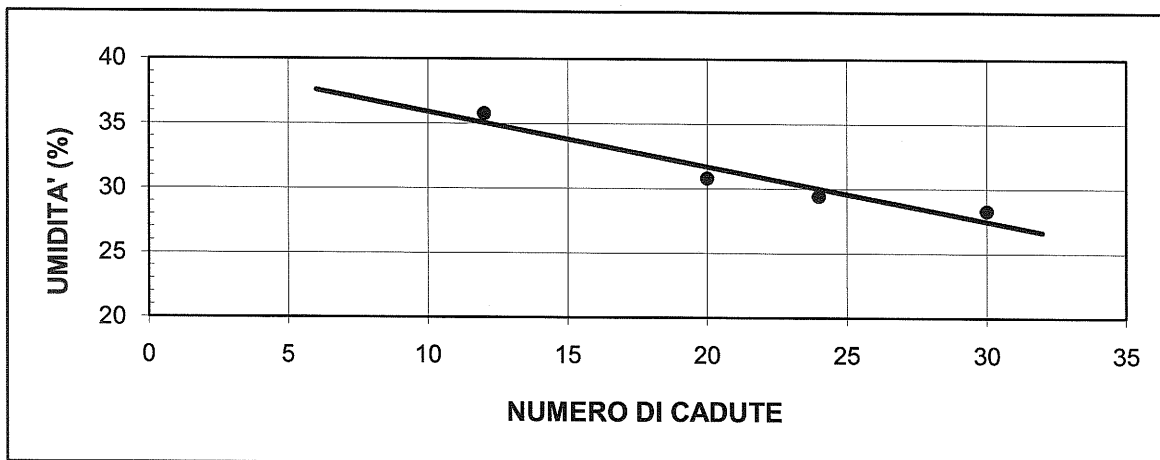


### LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014



M = limi inorganici  
C = argille inorganiche  
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità  
H = alto limite di liquidità



Certificato n. **080/15.4**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	1
CANTIERE		CAMPIONE	2
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	6,00
RIF.	G15-072	a m.	6,60
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	080/15
Data esecuzione Prova	27.04.2015	Procedura operativa	IST 06.11

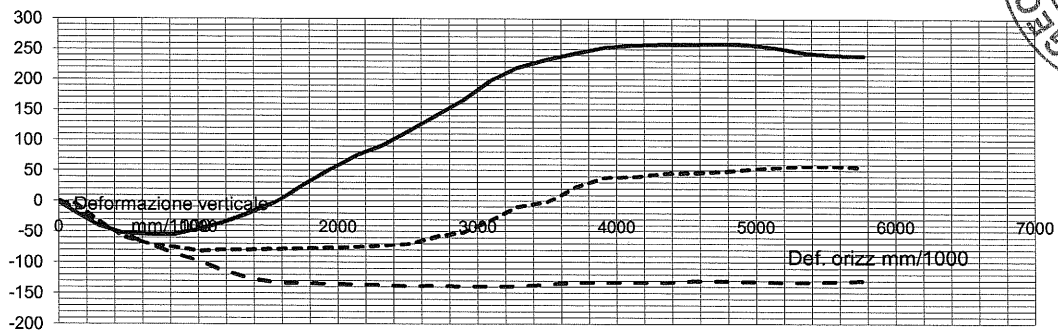
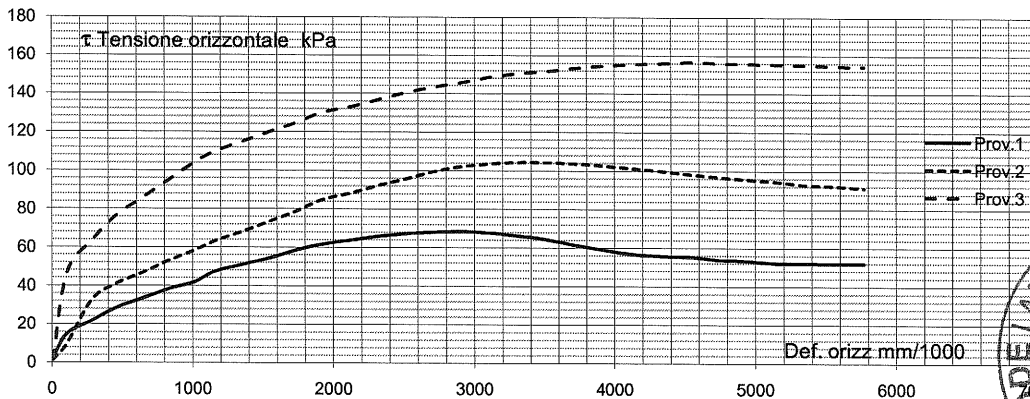
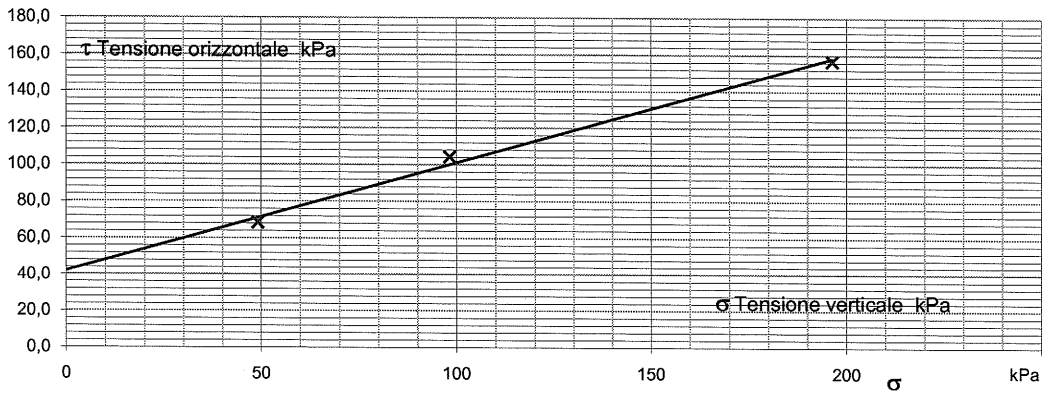
### PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO  $\tau-\sigma$   $C' =$  (kPa) **42,1**  
 Regressione Lineare  $\phi' =$  (°) **30,6**

Scelta valori manuale SI/NO: NO

Sforzo a rottura	68	104	157
Deformazione a rottura	4,284	4,845	6,7



Certificato n. 080/15.4

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1219  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	1
CANTIERE		CAMPIONE	2
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	6,00
RIF.	G15-072	a m.	6,60
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	080/15
Data esecuzione Prova	27.04.2015	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

PROVINI ( Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	ricostituito	
Diametro iniziale	mm	$\phi_0$	67,7	67,7	67,7	
Altezza iniziale	mm	$h_0$	20	20	20	
Sezione iniziale	mm <sup>2</sup>	$A_0$	3600	3600	3600	
Volume iniziale	mm <sup>3</sup>	$V_0$	71994	71994	71994	
Peso di volume iniziale	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_0$	1,90	1,97	1,98	
Contenuto d'acqua iniziale	%	Wi	29,4	27,5	26,4	
Peso di volume secco	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$	1,472	1,54	1,56	1,53
Peso specifico dei grani	gr/cm <sup>3</sup>	G	2,710	2,710	2,710	2,71
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	0,84	0,76	0,73	0,78
Porosità	%	n	45,66	43,09	42,33	43,7
Umidità di saturazione	%	Wsat	31,01	27,94	27,08	28,7
Grado saturazione	%	Sr	94,69	98,32	97,59	96,9

**CONSOLIDAZIONE - PROVA**

Pressione di cella	KPa	$\sigma_v$	49	98	196	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,010	0,010	0,010	
Altezza inizio prova (post consolidaz)	mm	h	19,62	19,60	19,60	
Tempo per 50 % consolid.	min	t50	5	23	22	
Tempo per arrivare a rottura (stimato)	min	tf	244	1139	1119	
Deformazione a rottura (stimata)	mm	df		3,0		

**FASE DI ROTTURA**

<p>Criterio di rottura (1 =Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 %)</p>				1		
Deformazione a rottura	mm		2,90	3,28	4,55	
Deformazione a rottura	%		4,3	4,8	6,7	
Tempo rottura effettivo	min		320	360	480	
Velocità media a rottura	mm/min		0,0091	0,0091	0,0095	
Tensione di rottura	KPa	$\tau$	68	104	157	



Note: Macchine Utilizzate:  
Taglio Casagrande Tecnoctest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05; Provino 3 TG06

Certificato n. 080/15.4

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1219  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	1
CANTIERE		CAMPIONE	2
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	6,00
RIF.	G15-072	a m.	6,60
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	080/15
Data esecuzione Prova	27.04.2015	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

**PROVINO 1**

tempo min	Def. orizz. mm	e %	Def. Vert. mm	Sforzo N	Tensione Orizz kPa
2,0	0,004	0	-0,004	8	2,22
20,0	0,102	0,15	-0,017	53	14,7
40,0	0,28	0,41	-0,04	78	21,7
60	0,45	0,66	-0,053	102	28,3
80	0,64	0,95	-0,055	120	33,3
100	0,83	1,23	-0,055	138	38,3
120	1,01	1,49	-0,046	151	41,9
140	1,16	1,71	-0,036	171	47,5
160	1,36	2,01	-0,02	184	51,1
180	1,55	2,29	-0,003	196	54,4
200	1,74	2,57	0,024	211	58,6
220	1,92	2,84	0,048	222	61,7
240	2,13	3,15	0,074	230	63,9
260	2,32	3,43	0,091	237	65,8
280	2,51	3,71	0,115	242	67,2
300	2,71	4,00	0,141	245	68,1
320	2,9	4,28	0,166	246	68,3
340	3,09	4,56	0,197	244	67,8
360	3,28	4,84	0,219	239	66,4
380	3,5	5,17	0,233	232	64,4
400	3,7	5,47	0,243	222	61,7
420	3,92	5,79	0,253	212	58,9
440	4,14	6,12	0,257	204	56,7
460	4,35	6,43	0,258	201	55,8
480	4,55	6,72	0,258	199	55,3
500	4,75	7,02	0,259	194	53,9
520	4,94	7,30	0,258	192	53,3
540	5,15	7,61	0,252	188	52,2
560	5,36	7,92	0,244	188	52,2
580	5,56	8,21	0,24	187	51,9
600	5,77	8,52	0,239	187	51,9



Certificato n. 080/15.4

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni





LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1219  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	1
CANTIERE		CAMPIONE	2
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	6,00
RIF.	G15-072	a m.	6,60
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	080/15
Data esecuzione Prova	27.04.2015	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

**PROVINO 3**

tempo min	Def. orizz. 1000	e %	Def. Vert. mm	Sforzo N	Tensione Orizz kPa
2,0	0,004	0,02	0,001	4	1,1
20,0	0,102	0,01	-0,012	166	46,1
40,0	0,28	0,21	-0,038	228	63,3
60	0,45	0,35	-0,053	274	76,1
80	0,64	0,45	-0,071	308	85,6
100	0,83	0,56	-0,086	342	95,0
120	1,01	0,74	-0,099	374	103,9
140	1,16	0,90	-0,112	395	109,7
160	1,36	1,16	-0,126	414	115,0
180	1,55	1,39	-0,133	432	120,0
200	1,74	1,62	-0,134	449	124,7
220	1,92	1,84	-0,135	468	130,0
240	2,13	2,00	-0,136	479	133,1
260	2,32	2,20	-0,137	492	136,7
280	2,51	2,37	-0,139	505	140,3
300	2,71	2,67	-0,138	516	143,3
320	2,9	2,87	-0,139	524	145,6
340	3,09	3,24	-0,139	534	148,3
360	3,28	3,48	-0,139	541	150,3
380	3,5	3,71	-0,136	546	151,7
400	3,7	3,98	-0,133	552	153,3
420	3,92		-0,133	557	154,7
440	4,14		-0,133	560	155,6
460	4,35		-0,133	562	156,1
480	4,55		-0,13	564	156,7
500	4,75		-0,13	562	156,1
520	4,94		-0,131	561	155,8
540	5,15		-0,132	560	155,6
560	5,36		-0,132	559	155,3
580	5,56		-0,131	557	154,7
600	5,77		-0,13	556	154,5



Certificato n. 080/15.4

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>SPT 2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>7,40</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>7,85</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	081/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

peso campione alla sedimentazione (g):	40,00	densimetro utilizzato:	ASTM 151 H
temperatura di prova (°C):	24,0	peso specifico:	2,66

tempo (min')	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,089	27,00	83,60
0,5	0,064	24,20	74,01
0,75	0,053	23,20	70,59
1	0,046	22,60	68,53
2	0,033	21,10	63,39
4	0,023	19,80	58,94
8	0,017	18,00	52,78
15	0,012	16,40	47,29
30	0,009	15,00	42,50
60	0,006	12,80	34,96
120	0,004	11,00	28,80
180	0,004	10,50	27,09
240	0,003	9,80	24,69
480	0,002	9,00	21,95
1440	0,001	8,10	18,86

\*correzioni applicate:

 $C_m = 0,5$  $C_d = 5$  $C_t = 1,9$ 

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,5</b>
% sabbia	<b>27,4</b>
% limo	<b>52,0</b>
% argilla	<b>20,1</b>

Certificato n. **081/15.1**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>SPT 2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>7,40</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>7,85</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	081/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA***peso terreno setacciato (g):* **350**

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	350,00	100,00
63	0,00	350,00	100,00
50	0,00	350,00	100,00
38,1	0,00	350,00	100,00
25	0,00	350,00	100,00
19	0,00	350,00	100,00
12,5	0,00	350,00	100,00
9,5	0,00	350,00	100,00
4,75	0,00	350,00	100,00
2	1,90	348,10	99,46
0,85	2,80	347,20	99,20
0,425	4,10	345,90	98,83
0,25	9,20	340,80	97,37
0,18	22,30	327,70	93,63
0,15	32,40	317,60	90,74
0,106	43,10	306,90	87,69
0,075	71,00	279,00	79,71

Certificato n. **081/15.1**  
Data certificato 18.05.2015Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>8,80</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>9,40</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	082/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06/01

**APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)**

Contenitore	Fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	55 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
0,8	1,0	0,4	0,5	Volumetriche Granulom. Cumulativa	10 cm	Alternanza di sabbia limosa e limo sabbioso nocciola e limo argilloso grigio in livelli di 5-10 cm. Frequenti concrezioni calcaree anche centimetriche.
0,9	1,1	0,4	0,5		20 cm	
					30 cm	
					40 cm	
2,5	3,0	1	1,1		50 cm	
					60 cm	
					70 cm	
					80 cm	
					90 cm	DETERMINAZIONI ESEGUITE SULLA PARTE BASALE LIMO-SABBIOSA.
					100 cm	

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

Certificato n. **082/15.1**

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. *M. Mularoni*

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. *M. Mularoni*

Data certificato **18.05.2015**

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>8,80</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>9,40</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	082/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	

**PARAMETRI CALCOLATI***sulla base dei risultati di prova*

## DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	$\gamma$	<b>2,08</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>Umidità allo stato naturale</i>	<b>W</b>	<b>23,32</b>	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	<b>T</b>	20	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	$\gamma_r$		Mg/m <sup>3</sup>

## ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	$\delta_w$	1,00	Mg/m <sup>3</sup>
----------------------------------	------------	------	-------------------

## PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	$\gamma_w$		Mg/m <sup>3</sup>
<i>peso di volume secco</i>	$\gamma_d$	<b>1,69</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>indice dei vuoti</i>	<b>e</b>		
<i>grado di saturazione</i>	<b>S<sub>r</sub></b>		%

Certificato n. **082/15.2**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>8,80</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>9,40</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	082/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.02

**UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
176,78	143,51
176,70	143,13

Umidità allo stato naturale **W 23,32 %**



Certificato n. **082/15.2**  
Data certificato **18.05.2015**

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**  
del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>8,80</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>9,40</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	082/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.03

**PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)**

<i>volume (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso umido (g)</i>
84,81	176,78
84,81	176,70

Peso di volume  $\rho$  **2,08** Mg/m<sup>3</sup>



Certificato n. **082/15.2**  
Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



# LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

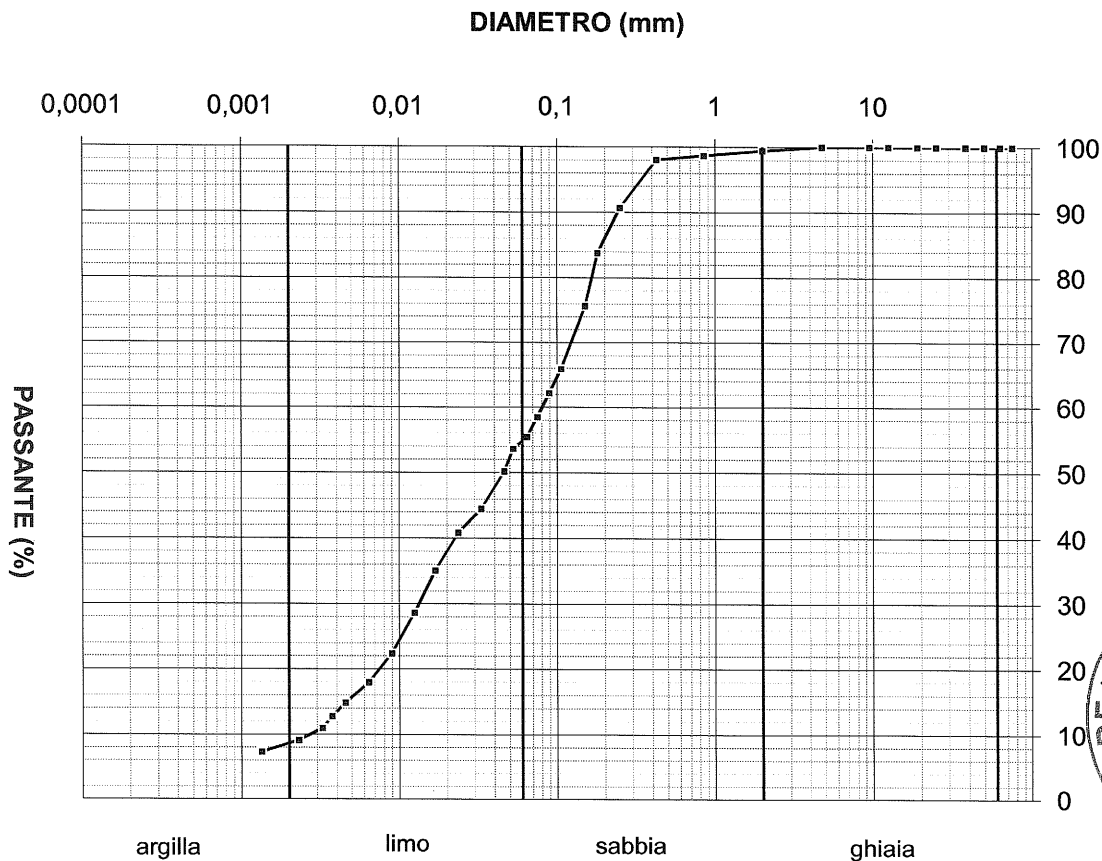
Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>8,80</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>9,40</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	082/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63) - CURVA CUMULATIVA



Descrizione AGI	<b>LIMO CON SABBIA DEB. ARGILLOSO</b>	d10 (mm)	0,0028	d15 (mm)	0,0045
		d60 (mm)	0,0800	d85 (mm)	0,2000
Classificazione UNI-CNR 10006	<b>da A 4 ad A 6</b>	Coefficiente di uniformità (d60/d10) U =	<b>28,57</b>		

Certificato n. **082/15.3**  
Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. *Marino Mularoni*

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. *Marino Mularoni*

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>8,80</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>9,40</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	082/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

peso campione alla sedimentazione (g): 40,00      densimetro utilizzato: ASTM 151 H  
 temperatura di prova (°C): 24,0      peso specifico: 2,66

tempo (min')	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,089	26,50	62,16
0,5	0,064	23,90	55,40
0,75	0,053	23,20	53,58
1	0,046	21,90	50,20
2	0,033	19,70	44,48
4	0,024	18,30	40,84
8	0,017	16,10	35,12
15	0,012	13,60	28,62
30	0,009	11,20	22,38
60	0,006	9,50	17,96
120	0,005	8,30	14,84
180	0,004	7,50	12,76
240	0,003	6,80	10,94
480	0,002	6,10	9,12
1440	0,001	5,40	7,30

\*correzioni applicate:

 $C_m = 0,5$  $C_d = 5$  $C_t = 1,9$ 

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,6</b>
% sabbia	<b>45,4</b>
% limo	<b>46,5</b>
% argilla	<b>7,5</b>

Certificato n. **082/15.3**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 18.05.2015

**GEODE****LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>8,80</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>9,40</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	082/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA***peso terreno setacciato (g):*      **200**

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	200,00	100,00
63	0,00	200,00	100,00
50	0,00	200,00	100,00
38,1	0,00	200,00	100,00
25	0,00	200,00	100,00
19	0,00	200,00	100,00
12,5	0,00	200,00	100,00
9,5	0,00	200,00	100,00
4,75	0,00	200,00	100,00
2	1,20	198,80	99,40
0,85	2,60	197,40	98,70
0,425	3,90	196,10	98,05
0,25	18,60	181,40	90,70
0,18	32,40	167,60	83,80
0,15	48,70	151,30	75,65
0,106	68,20	131,80	65,90
0,075	83,10	116,90	58,45

Certificato n.      **082/15.3**

Data certificato      18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni





**LABORATORIO GEOTECNICO**  
 del Dr. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

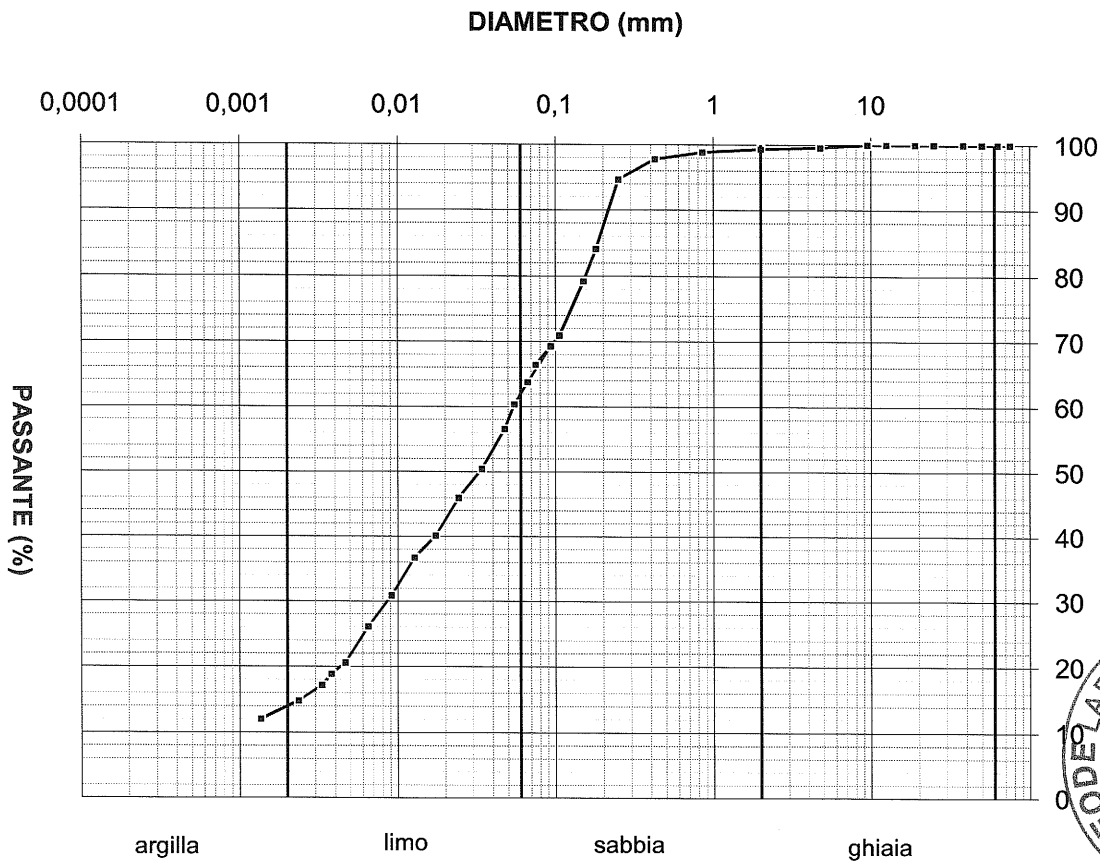
Azienda certificata ISO 9001:2000  
 Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>SPT 3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>10,10</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>10,55</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	083/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63) - CURVA CUMULATIVA**



Descrizione AGI	<b>LIMO CON SABBIA ARGILLOSO</b>	d10 (mm)	0,0000	d15 (mm)	0,0025
		d60 (mm)	0,0540	d85 (mm)	0,1900

Classificazione UNI-CNR 10006

Coefficiente di uniformità (d60/d10) **U =**

Certificato n. **083/15.1**

Lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
 Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>SPT 3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>10,10</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>10,55</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	083/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

peso campione alla sedimentazione (g):	40,00	densimetro utilizzato:	ASTM 151 H
temperatura di prova (°C):	22,0	peso specifico:	2,66

tempo (min')	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,093	23,50	69,26
0,5	0,067	21,90	63,77
0,75	0,055	20,90	60,35
1	0,048	19,80	56,58
2	0,034	18,00	50,41
4	0,024	16,70	45,96
8	0,017	15,00	40,13
15	0,013	14,00	36,71
30	0,009	12,30	30,88
60	0,006	10,90	26,09
120	0,005	9,30	20,61
180	0,004	8,80	18,89
240	0,003	8,30	17,18
480	0,002	7,60	14,78
1440	0,001	6,80	12,04

\*correzioni applicate:

 $C_m = 0,5$  $C_d = 5$  $C_t = 1,2$ 

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,7</b>
% sabbia	<b>37,2</b>
% limo	<b>49,3</b>
% argilla	<b>12,8</b>

Certificato n. **083/15.1**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 18.05.2015

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>1</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>SPT 3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>10,10</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>10,55</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	083/15
Data esecuzione prova	29.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA***peso terreno setacciato (g):* **450**

$\varnothing$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	450,00	100,00
63	0,00	450,00	100,00
50	0,00	450,00	100,00
38,1	0,00	450,00	100,00
25	0,00	450,00	100,00
19	0,00	450,00	100,00
12,5	0,00	450,00	100,00
9,5	0,00	450,00	100,00
4,75	2,00	448,00	99,56
2	3,20	446,80	99,29
0,85	5,30	444,70	98,82
0,425	10,20	439,80	97,73
0,25	24,10	425,90	94,64
0,18	71,40	378,60	84,13
0,15	93,60	356,40	79,20
0,106	130,80	319,20	70,93
0,075	151,00	299,00	66,44

Certificato n. **083/15.1**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 18.05.2015

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,30</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,90</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	084/15
Data esecuzione prova	04.05.2015	Procedura operativa	IST 06/01

**APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)**

Contenitore	Fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	56 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
0,4	0,5		0,2	Volumetriche Granulom. Cumulativa Limiti Taglio CD	10 cm	Limo sabbioso nocciola. Limo sabbioso con livelli limo-argillosi da grigio a nocciola-giallastro, tenero. La parte superiore è molto soffice.
					20 cm	
0,7	0,8	0,3	0,4		30 cm	
					40 cm	
0,9	1,2	0,4	0,5		50 cm	
					60 cm	
					70 cm	
					80 cm	
					90 cm	DETERMINAZIONI ESEGUITE SULLA PARTE INFERIORE DEL CAMPIONE.
					100 cm	

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**Certificato n. **084/15.1**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino MularoniData certificato **18.05.2015**

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,30</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,90</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	084/15
Data esecuzione prova	04.05.2015	Procedura operativa	

**PARAMETRI CALCOLATI***sulla base dei risultati di prova*

## DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	$\gamma$	<b>1,96</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>Umidità allo stato naturale</i>	<b>W</b>	<b>31,02</b>	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	<b>T</b>	20	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	$\gamma_r$		Mg/m <sup>3</sup>

## ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	$\delta_w$	1,00	Mg/m <sup>3</sup>
----------------------------------	------------	------	-------------------

## PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	$\gamma_w$		Mg/m <sup>3</sup>
<i>peso di volume secco</i>	$\gamma_d$	<b>1,50</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>indice dei vuoti</i>	<b>e</b>		
<i>grado di saturazione</i>	<b>S<sub>r</sub></b>		%

Certificato n. **084/15.2**Data certificato **18.05.2015**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,30</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,90</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	084/15
Data esecuzione prova	04.05.2015	Procedura operativa	IST 06.02

**UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
166,43	127,03
166,14	126,81

**Umidità allo stato naturale    W    31,02    %**Certificato n.                    **084/15.2**

Data certificato                18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,30</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,90</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	084/15
Data esecuzione prova	04.05.2015	Procedura operativa	IST 06.03

**PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)**

<i>volume</i> <i>(cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso</i> <i>umido (g)</i>
84,81	166,43
84,81	166,14

Peso di volume                       $\rho$                       **1,96** Mg/m<sup>3</sup>



Certificato n.                      **084/15.2**

Data certificato                      18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**  
 del Dr. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

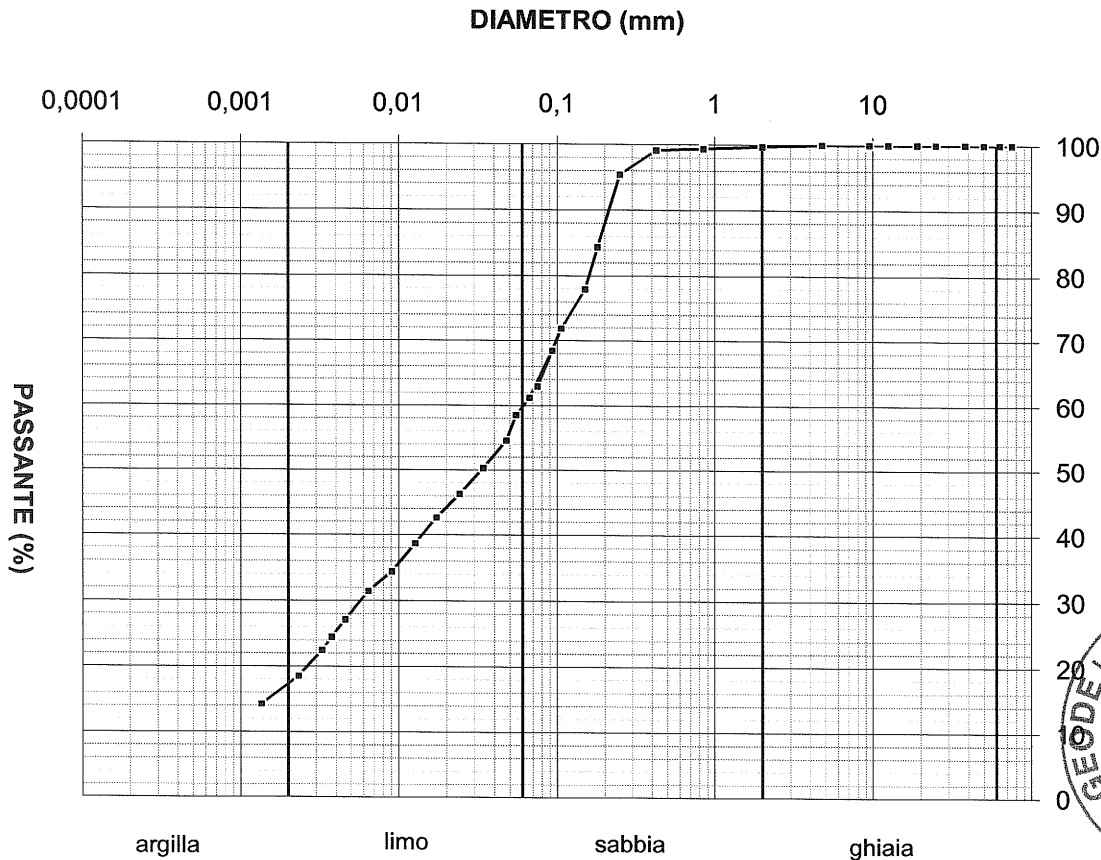
Azienda certificata ISO 9001:2000  
 Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,30</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,90</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	084/15
Data esecuzione prova	04.05.2015	Procedura operativa	IST 06.06

### ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63) - CURVA CUMULATIVA



Descrizione AGI	<b>LIMO CON SABBIA ARGILLOSO</b>	d10 (mm)	0,0000	d15 (mm)	0,0016
		d60 (mm)	0,0600	d85 (mm)	0,1900

Classificazione UNI-CNR 10006	<b>A 4</b>	Coefficiente di uniformità (d60/d10) <b>U =</b>
-------------------------------	------------	---

Certificato n.	<b>084/15.3</b>	Lo Sperimentatore	Il Direttore del Laboratorio
Data certificato	18.05.2015	Dr. Geol. Marino Mularoni	Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,30</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,90</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	084/15
Data esecuzione prova	04.05.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

peso campione alla sedimentazione (g):	40,00	densimetro utilizzato:	ASTM 151 H
temperatura di prova (°C):	22,0	peso specifico:	2,66

tempo (min')	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,093	24,00	68,44
0,5	0,067	21,80	61,17
0,75	0,055	21,00	58,53
1	0,048	19,80	54,56
2	0,034	18,50	50,27
4	0,024	17,30	46,30
8	0,017	16,20	42,67
15	0,013	15,00	38,71
30	0,009	13,70	34,41
60	0,006	12,80	31,44
120	0,005	11,50	27,14
180	0,004	10,70	24,50
240	0,003	10,10	22,52
480	0,002	8,90	18,55
1440	0,001	7,60	14,26

\*correzioni applicate:

C<sub>m</sub> = 0,5C<sub>d</sub> = 5C<sub>t</sub> = 1,2

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,3</b>
% sabbia	<b>40,8</b>
% limo	<b>42,1</b>
% argilla	<b>16,8</b>

Certificato n. **084/15.3**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,30</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,90</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	084/15
Data esecuzione prova	04.05.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA**peso terreno setacciato (g): **300**

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	300,00	100,00
63	0,00	300,00	100,00
50	0,00	300,00	100,00
38,1	0,00	300,00	100,00
25	0,00	300,00	100,00
19	0,00	300,00	100,00
12,5	0,00	300,00	100,00
9,5	0,00	300,00	100,00
4,75	0,00	300,00	100,00
2	0,90	299,10	99,70
0,85	1,90	298,10	99,37
0,425	2,60	297,40	99,13
0,25	13,80	286,20	95,40
0,18	46,90	253,10	84,37
0,15	66,20	233,80	77,93
0,106	84,40	215,60	71,87
0,075	111,20	188,80	62,93

Certificato n. **084/15.3**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,30</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>4,90</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	084/15
Data esecuzione prova	07.05.2015	Procedura operativa	IST 06.07

**LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)**

n° di cadute	limite di liquidità			limite di plasticità		
	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
17	31,93	24,51	30,27	5,66	4,81	17,67
22	37,30	28,71	29,92	15,43	13,10	17,79
30	37,69	30,28	24,47	16,08	13,70	17,4

limite di ritiro			
volume umido (cm <sup>3</sup> )	peso umido (g)	volume secco (cm <sup>3</sup> )	peso secco (g)

(Umidità naturale	W	31,02	%)
-------------------	---	-------	----

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	27,30	%
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	17,60	%
LIMITE DI RITIRO	Wr		%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	9,70	
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	1,38	
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	-0,38	

Certificato n. **084/15.4**

Data certificato 28.05.2015

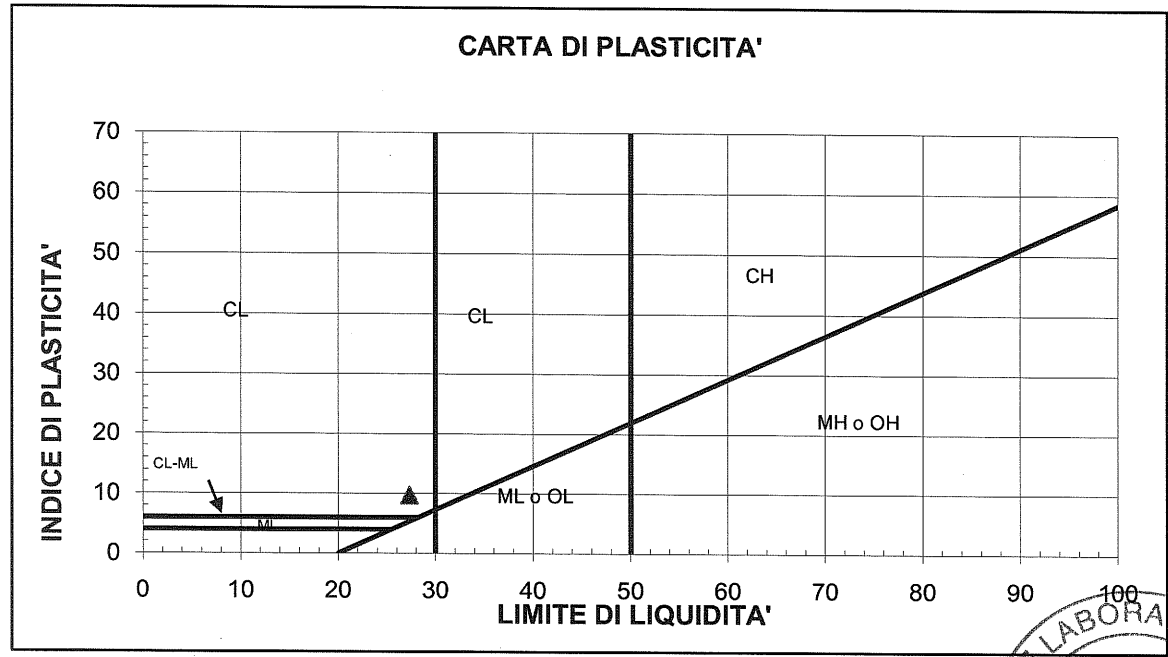
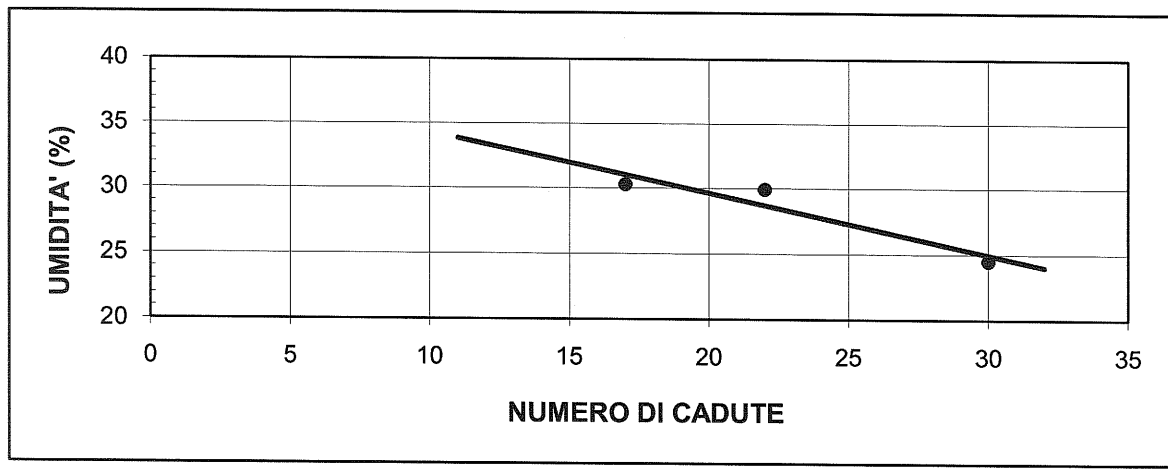
Lo Sperimentatore  
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**  
del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

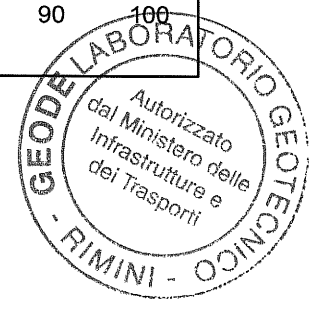
Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014



M = limi inorganici  
C = argille inorganiche  
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità  
H = alto limite di liquidità



Certificato n. **084/15.4**  
Data certificato **18.05.2015**

Lo Sperimentatore  
Dr. Marino Mularoni  
*Signature*

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni  
*Signature*



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	2
CANTIERE		CAMPIONE	1
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	4,30
RIF.	G15-072	a m.	4,90
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	084/15
Data esecuzione Prova	04.05.2015	Procedura operativa	IST 06.11

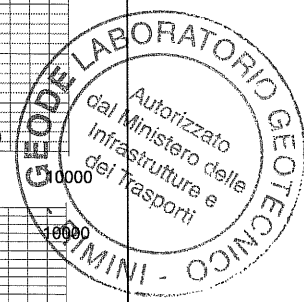
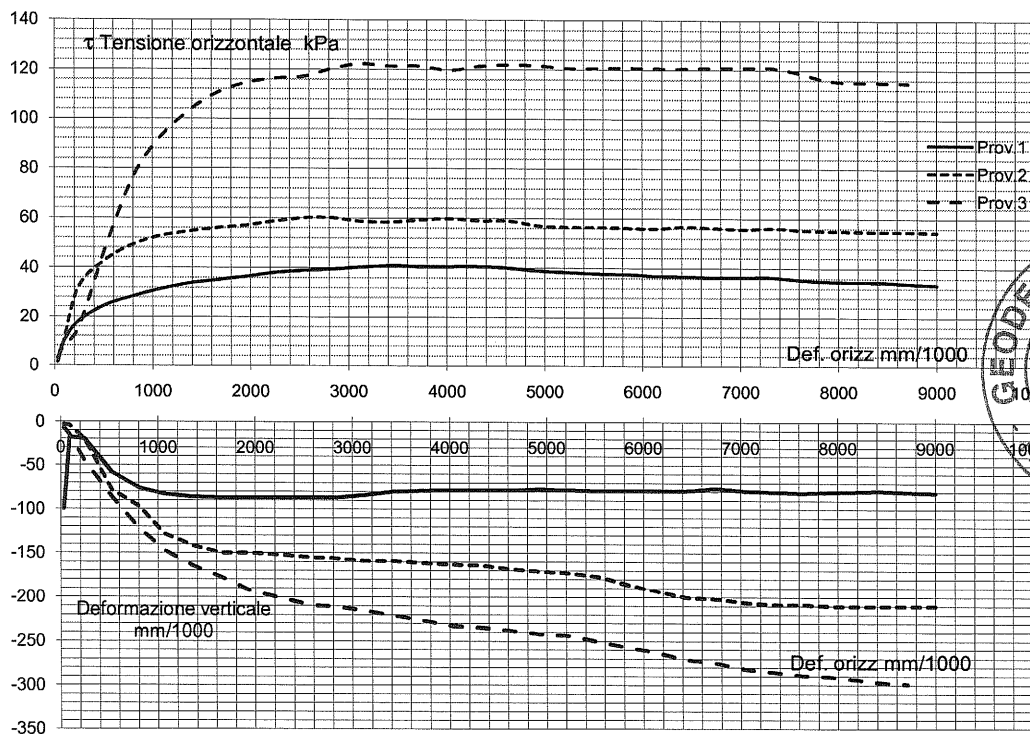
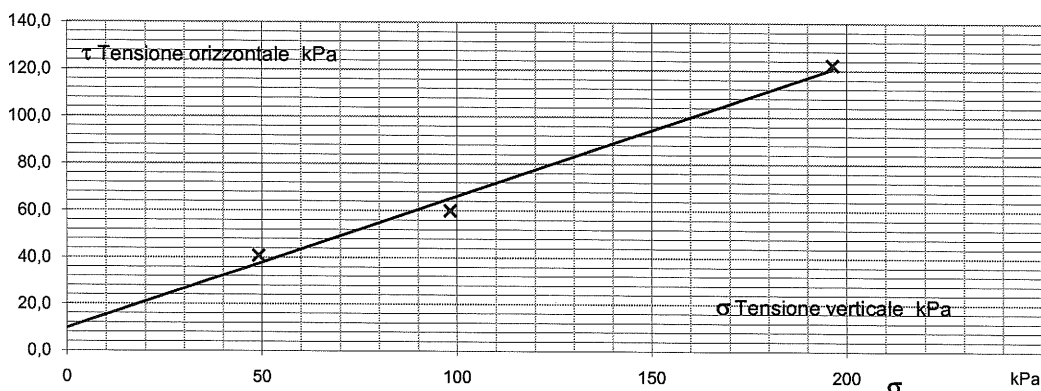
### PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione). La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO  $\tau-\sigma$   $C' =$  (kPa) **9,7**  
Regressione Lineare  $\phi' =$  (°) **29,4**

Scelta valori manuale SI/NO: NO

Sforzo a rottura 41 60 122  
Deformazione a rottura 5,052 3,781 4,6



Certificato n. 084/15.5

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1219  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	2
CANTIERE		CAMPIONE	1
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	4,30
RIF.	G15-072	a m.	4,90
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	084/15
Data esecuzione Prova	04.05.2015	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

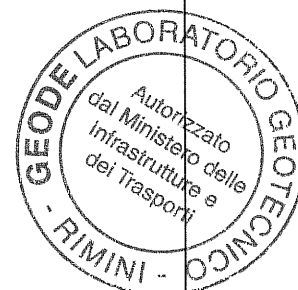
PROVINI ( Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	ricostituito	
Diametro iniziale	mm	$\phi_0$	67,7	67,7	67,7	
Altezza iniziale	mm	$h_0$	20	20	20	
Sezione iniziale	mm <sup>2</sup>	$A_0$	3600	3600	3600	
Volume iniziale	mm <sup>3</sup>	$V_0$	71994	71994	71994	
Peso di volume iniziale	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_0$	2,03	1,99	1,99	
Contenuto d'acqua iniziale	%	$W_i$	31,8	34,5	34,1	
Peso di volume secco	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$	1,539	1,48	1,48	1,50
Peso specifico dei grani	gr/cm <sup>3</sup>	G	2,710	2,710	2,710	2,71
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	0,76	0,83	0,83	0,81
Porosità	%	n	43,22	45,41	45,29	44,6
Umidità di saturazione	%	$W_{sat}$	28,09	30,70	30,54	29,8
Grado saturazione	%	Sr	113,25	112,52	111,55	112,4

**CONSOLOLIDAZIONE - PROVA**

Pressione di cella	KPa	$\sigma_v$	49	98	196	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,006	0,006	0,006	
Altezza inizio prova (post consolidaz)	mm	h	19,62	19,60	19,60	
Tempo per 50 % consolid.	min	t <sub>50</sub>	5	23	22	
Tempo per arrivare a rottura (stimato)	min	tf	244	1139	1119	
Deformazione a rottura (stimata)	mm	df		3,0		

**FASE DI ROTTURA**

Criterio di rottura (1 =Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 %)				1		
Deformazione a rottura	mm		3,42	2,56	3,12	
Deformazione a rottura	%		5,1	3,8	4,6	
Tempo rottura effettivo	min		600	450	550	
Velocità media a rottura	mm/min		0,0057	0,0057	0,0057	
Tensione di rottura	KPa	$\tau$	41	60	122	



Note: Macchine Utilizzate:  
Taglio Casagrande Tecnoctest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05; Provino 3 TG06

Certificato n. 084/15.5

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni











**LABORATORIO GEOTECNICO**  
 del Dr. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

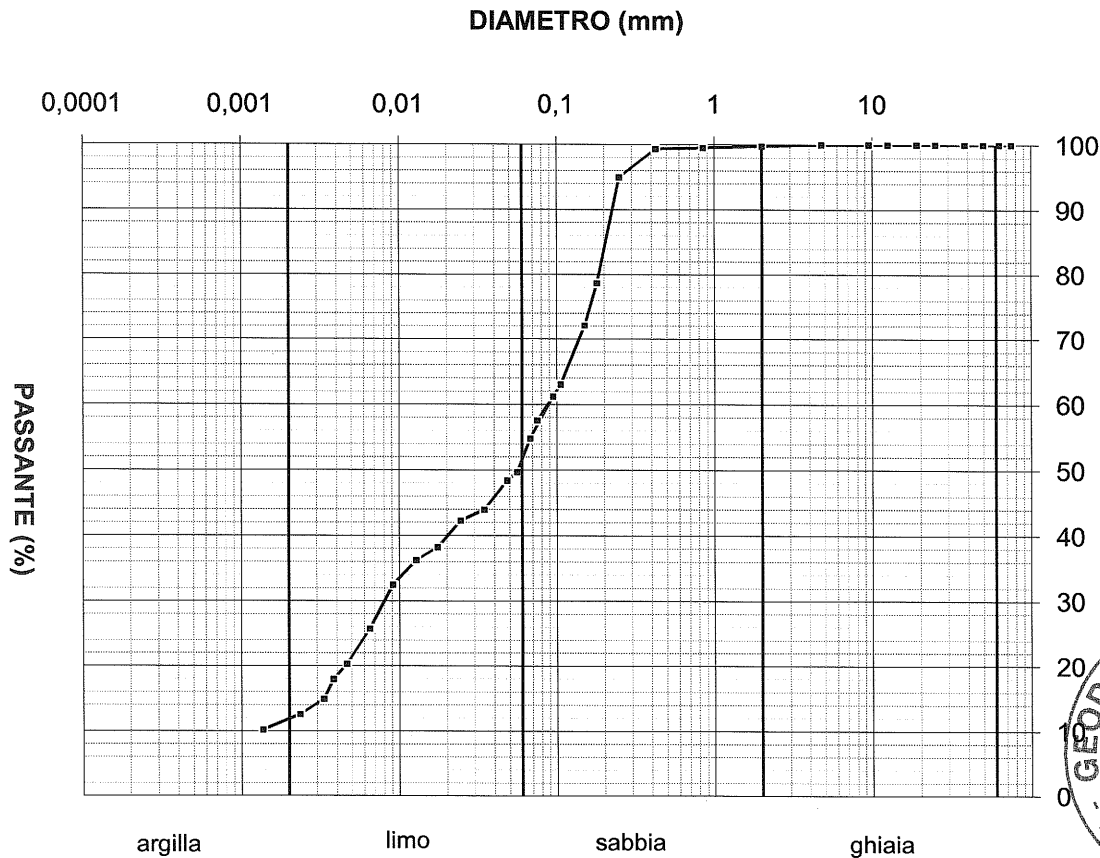
Azienda certificata ISO 9001:2000  
 Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>SPT 1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,90</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>5,45</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	085/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63) - CURVA CUMULATIVA**



Descrizione AGI	<b>SABBIA CON LIMO ARGILLOSA</b>	d10 (mm)	0,0014	d15 (mm)	0,0033
		d60 (mm)	0,0850	d85 (mm)	0,1100

Classificazione UNI-CNR 10006

Coefficiente di uniformità (d60/d10) **U = 60,71**

Certificato n. **085/15.1**

Lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
 Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>SPT 1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,90</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>5,45</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	085/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

peso campione alla sedimentazione (g): 40,00      densimetro utilizzato: ASTM 151 H  
temperatura di prova (°C): 22,0      peso specifico: 2,66

tempo (min')	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,094	21,40	61,22
0,5	0,068	19,50	54,79
0,75	0,056	18,00	49,73
1	0,048	17,60	48,37
2	0,034	16,30	43,98
4	0,024	15,80	42,29
8	0,017	14,60	38,24
15	0,013	14,00	36,21
30	0,009	12,90	32,49
60	0,006	10,90	25,73
120	0,005	9,30	20,33
180	0,004	8,60	17,96
240	0,003	7,70	14,92
480	0,002	7,00	12,55
1440	0,001	6,30	10,19

\*correzioni applicate:  $C_m = 0,5$   
 $C_d = 5$   
 $C_t = 1,2$

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,2</b>
% sabbia	<b>47,3</b>
% limo	<b>42,2</b>
% argilla	<b>10,3</b>

Certificato n. **085/15.1**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>SPT 1</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>4,90</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>5,45</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	085/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA**peso terreno setacciato (g): **500**

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	500,00	100,00
63	0,00	500,00	100,00
50	0,00	500,00	100,00
38,1	0,00	500,00	100,00
25	0,00	500,00	100,00
19	0,00	500,00	100,00
12,5	0,00	500,00	100,00
9,5	0,00	500,00	100,00
4,75	0,00	500,00	100,00
2	1,20	498,80	99,76
0,85	2,40	497,60	99,52
0,425	3,50	496,50	99,30
0,25	25,20	474,80	94,96
0,18	106,60	393,40	78,68
0,15	139,40	360,60	72,12
0,106	184,70	315,30	63,06
0,075	212,30	287,70	57,54

Certificato n. **085/15.1**Data certificato **18.05.2015**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>7,50</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,10</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	086/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06/01

**APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)**

Contenitore	Fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	60 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
0,8	0,9	0,4	0,5	Volumetriche Granulom. Cumulativa Limiti Taglio CD	10 cm	Limo sabbioso grigio che sfuma verso il basso a limo sabbioso nocciola. Presenti frequenti concrezioni calcaree. La parte superiore è molto soffice.
					20 cm	
0,6	0,7		0,3	30 cm		
				40 cm		
0,9	1,1	0,4	0,5	50 cm		
				60 cm		
				70 cm	DETERMINAZIONI ESEGUITE SULLA PARTE INFERIORE LIMOSO-SABBIOSA..	
				80 cm		
				90 cm		
				100 cm		

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**Certificato n. **086/15.1**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino MularoniData certificato **18.05.2015**

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>7,50</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,10</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	086/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	

**PARAMETRI CALCOLATI**

sulla base dei risultati di prova

## DATI MISURATI

Peso di volume naturale	$\gamma$	<b>1,98</b>	Mg/m <sup>3</sup>
Umidità allo stato naturale	<b>W</b>	<b>31,93</b>	%
Temperatura media delle prove	<b>T</b>	20	°C
Peso specifico dei granuli	$\gamma_r$		Mg/m <sup>3</sup>

## ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

Peso specifico dell'acqua	$\delta_w$	1,00	Mg/m <sup>3</sup>
---------------------------	------------	------	-------------------

## PARAMETRI CALCOLATI

peso di volume saturo	$\gamma_w$		Mg/m <sup>3</sup>
peso di volume secco	$\gamma_d$	<b>1,50</b>	Mg/m <sup>3</sup>
indice dei vuoti	<b>e</b>		
grado di saturazione	<b>S<sub>r</sub></b>		%



Certificato n. **086/15.2**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>7,50</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,10</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	086/15
Data esecuzione prova	30,04.2015	Procedura operativa	IST 06.02

**UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
167,78	127,14
167,46	126,96

**Umidità allo stato naturale W 31,93 %**Certificato n. **086/15.2**Data certificato **18.05.2015**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>7,50</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,10</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	086/15
Data esecuzione prova	30,04.2015	Procedura operativa	IST 06.03

**PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)**

<i>volume (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso umido (g)</i>
84,81	167,78
84,81	167,46

Peso di volume                      ρ                      **1,98** Mg/m<sup>3</sup>



Certificato n.                      **086/15.2**

Data certificato                      18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni





**LABORATORIO GEOTECNICO**  
 del Dr. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

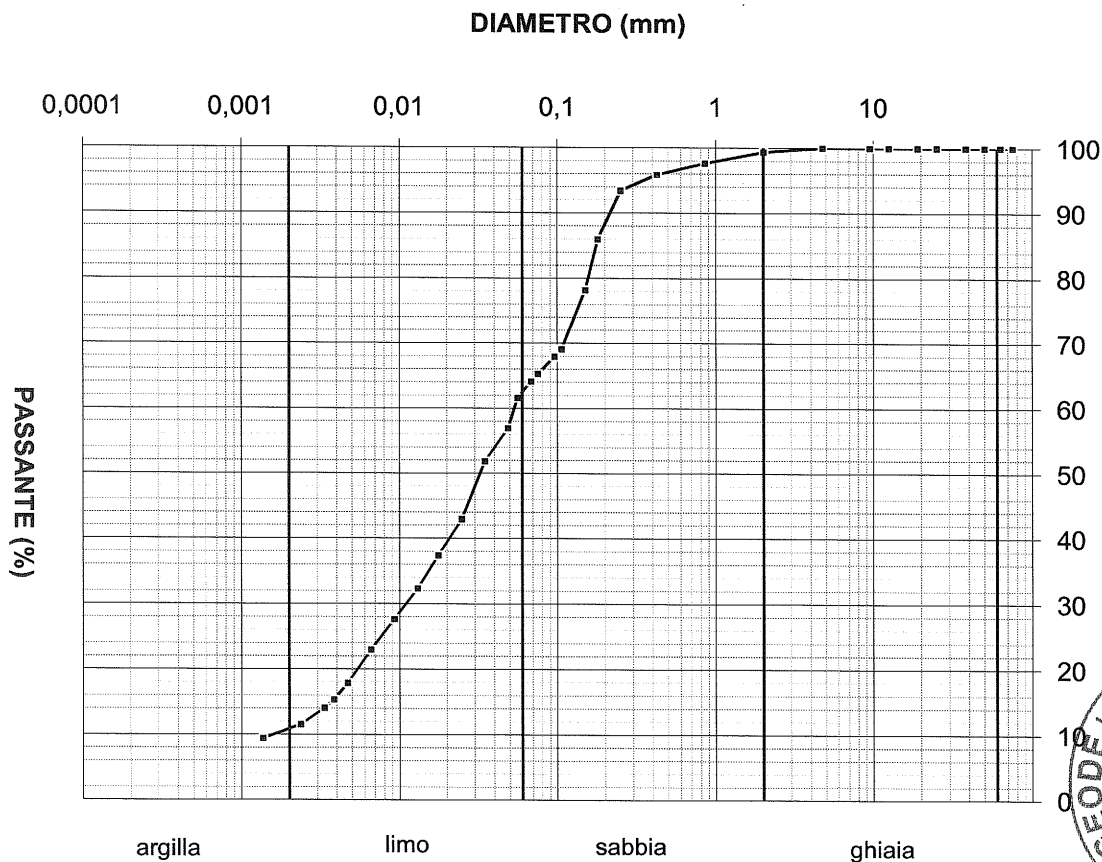
Azienda certificata ISO 9001:2000  
 Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>7,60</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,10</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	086/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63) - CURVA CUMULATIVA**



Descrizione AGI	<b>LIMO CON SABBIA DEB. ARGILLOSO</b>	d10 (mm)	0,0016	d15 (mm)	0,0037
		d60 (mm)	0,0520	d85 (mm)	0,1800

Classificazione UNI-CNR 10006	<b>A 6</b>	Coefficiente di uniformità (d60/d10) <b>U = 32,50</b>
-------------------------------	------------	---

Certificato n. **086/15.3**  
 Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
 Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>7,60</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,10</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	086/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

peso campione alla sedimentazione (g): 40,00      densimetro utilizzato: ASTM 151 H  
 temperatura di prova (°C): 22,0      peso specifico: 2,66

tempo (min')	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,096	19,30	67,95
0,5	0,068	18,40	64,13
0,75	0,056	17,80	61,59
1	0,049	16,70	56,92
2	0,035	15,50	51,83
4	0,025	13,40	42,92
8	0,018	12,10	37,40
15	0,013	10,90	32,31
30	0,009	9,80	27,64
60	0,007	8,70	22,98
120	0,005	7,50	17,88
180	0,004	6,90	15,34
240	0,003	6,60	14,06
480	0,002	6,00	11,52
1440	0,001	5,50	9,40

\*correzioni applicate:

C<sub>m</sub> = 0,5C<sub>d</sub> = 5C<sub>t</sub> = 1,2

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,6</b>
% sabbia	<b>36,6</b>
% limo	<b>53,2</b>
% argilla	<b>9,5</b>

Certificato n. **086/15.3**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. *Mario Mularoni*Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. *Mario Mularoni*

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>7,60</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,10</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	086/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA**peso terreno setacciato (g): **300**

$\emptyset$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	300,00	100,00
63	0,00	300,00	100,00
50	0,00	300,00	100,00
38,1	0,00	300,00	100,00
25	0,00	300,00	100,00
19	0,00	300,00	100,00
12,5	0,00	300,00	100,00
9,5	0,00	300,00	100,00
4,75	0,00	300,00	100,00
2	1,90	298,10	99,37
0,85	7,20	292,80	97,60
0,425	12,40	287,60	95,87
0,25	19,80	280,20	93,40
0,18	42,10	257,90	85,97
0,15	65,40	234,60	78,20
0,106	92,80	207,20	69,07
0,075	104,10	195,90	65,30

Certificato n. **086/15.3**  
Data certificato 18.05.2015Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol.

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>7,50</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,10</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	086/15
Data esecuzione prova	05.05.2015	Procedura operativa	IST 06.07

**LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)**

n° di cadute	limite di liquidità			limite di plasticità		
	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
17	28,28	21,72	30,20	6,17	5,26	17,30
24	31,47	24,34	29,29	18,23	15,52	17,46
33	27,24	21,61	26,05	17,39	14,81	17,4

limite di ritiro			
volume umido (cm <sup>3</sup> )	peso umido (g)	volume secco (cm <sup>3</sup> )	peso secco (g)

(Umidità naturale)	W	31,93 (%)
--------------------	---	-----------

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	28,40 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	17,40 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	11,00
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	1,32
INDICE DI CONSISTENZA	lc	-0,32

Certificato n. **086/15.4**

Data certificato 18.05.2015

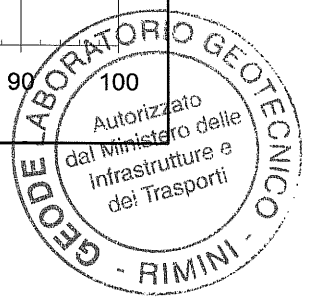
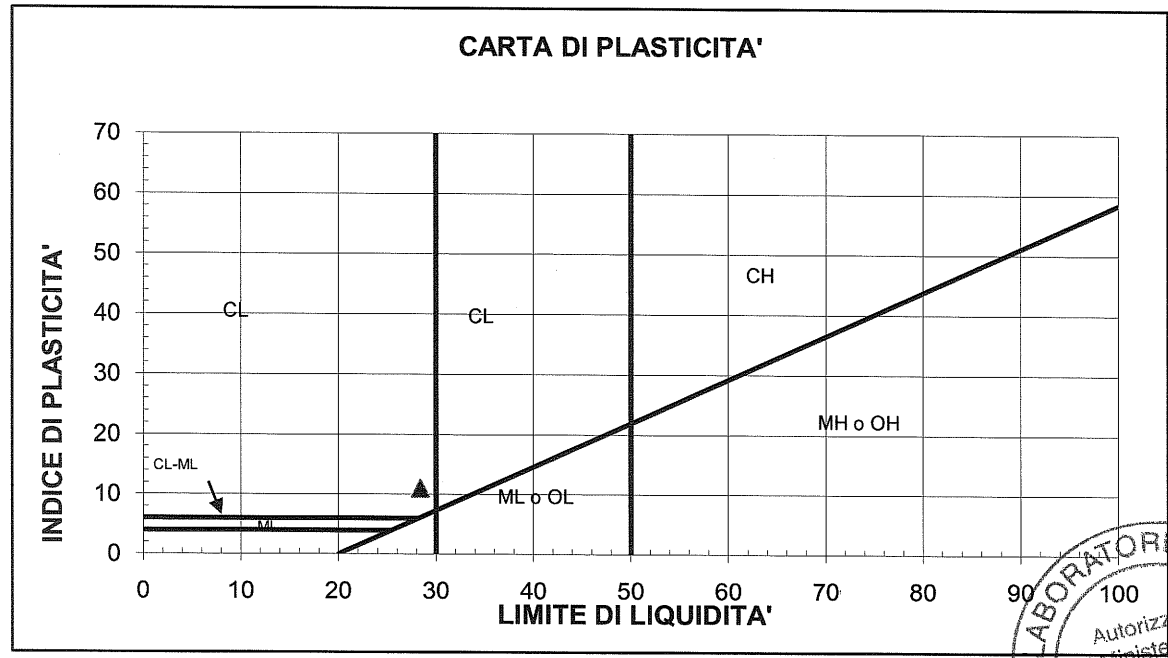
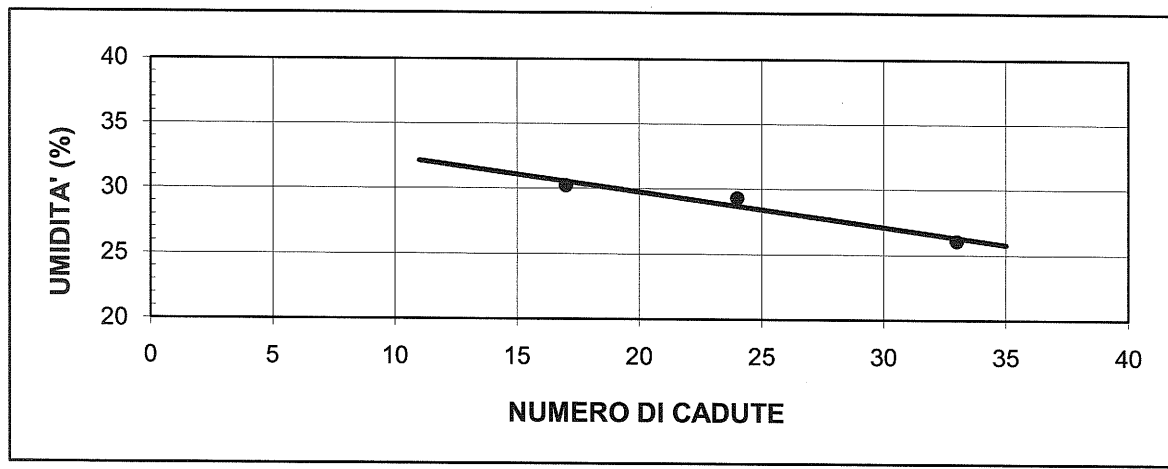
Lo Sperimentatore  
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**  
del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014



M = limi inorganici  
C = argille inorganiche  
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità  
H = alto limite di liquidità

Certificato n. **086/15.4**  
Data certificato **18.05.2015**

Lo Sperimentatore  
Dr. *Mario Mularoni*

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. *Mario Mularoni*



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	2
CANTIERE		CAMPIONE	2
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	7,50
RIF.	G15-072	a m.	8,10
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	086/15
Data esecuzione Prova	07.05.2015	Procedura operativa	IST 06.11

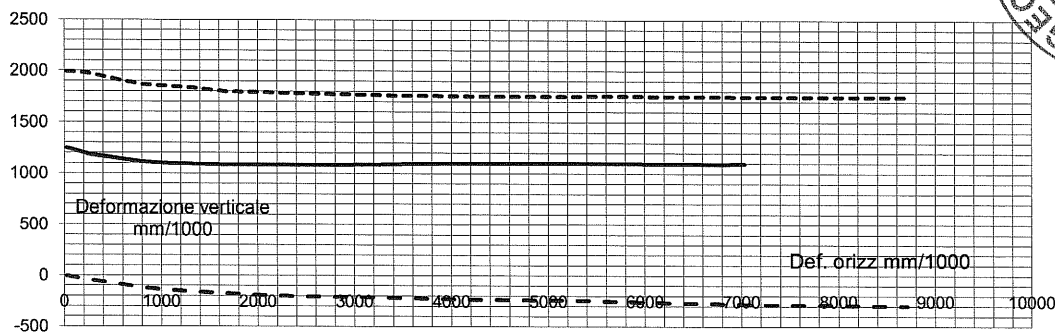
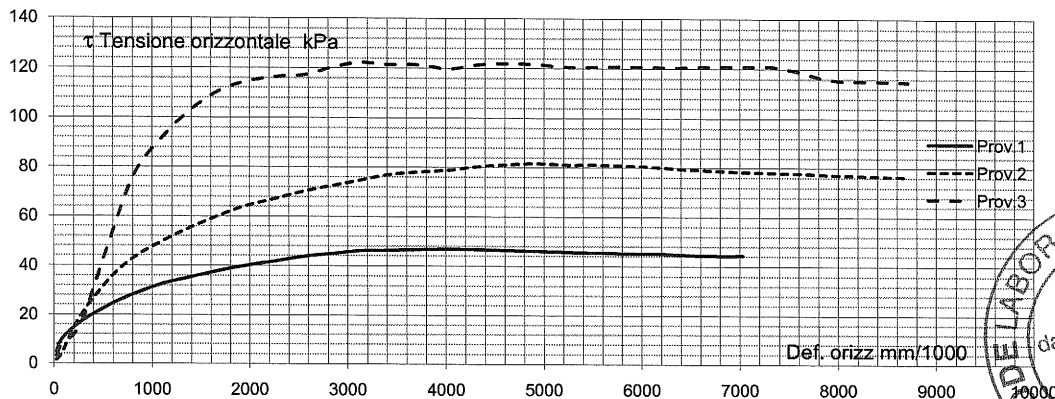
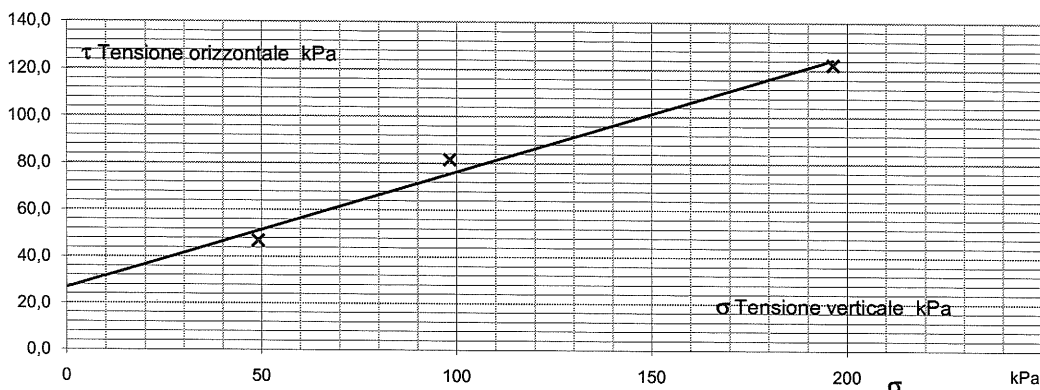
### PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione). La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO  $\tau-\sigma$   $C' = (\text{kPa})$  **26,7**  
Regressione Lineare  $\phi' = (^\circ)$  **26,4**

Scelta valori manuale SI/NO: NO

Sforzo a rottura 47 82 122  
Deformazione a rottura 5,953 7,267 4,6



Certificato n. 086/15.5

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1219  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	2
CANTIERE		CAMPIONE	2
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	7,50
RIF.	G15-072	a m.	8,10
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	086/15
Data esecuzione Prova	07.05.2015	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

PROVINI ( Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	ricostituito	
Diametro iniziale	mm	$\phi_0$	67,7	67,7	67,7	
Altezza iniziale	mm	$h_0$	20	20	20	
Sezione iniziale	mm <sup>2</sup>	$A_0$	3600	3600	3600	
Volume iniziale	mm <sup>3</sup>	$V_0$	71994	71994	71994	
Peso di volume iniziale	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_0$	1,98	1,99	1,97	
Contenuto d'acqua iniziale	%	Wi	31,6	31,2	32,2	
Peso di volume secco	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$	1,508	1,52	1,49	1,51
Peso specifico dei grani	gr/cm <sup>3</sup>	G	2,710	2,710	2,710	2,71
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	0,80	0,79	0,81	0,80
Porosità	%	n	44,37	43,98	44,87	44,4
Umidità di saturazione	%	Wsat	29,43	28,97	30,03	29,5
Grado saturazione	%	Sr	107,51	107,78	107,12	107,5

**CONSOLIDAZIONE - PROVA**

Pressione di cella	KPa	$\sigma_v$	49	98	196	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,006	0,006	0,006	
Altezza inizio prova (post consolidaz)	mm	h	19,62	19,60	19,60	
Tempo per 50 % consolid.	min	t50	5	23	22	
Tempo per arrivare a rottura (stimato)	min	tf	244	1139	1119	
Deformazione a rottura (stimata)	mm	df		3,0		

**FASE DI ROTTURA**

<p>Criterio di rottura (1 =Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 %;</p>				1		
Deformazione a rottura	mm		4,03	4,92	3,13	
Deformazione a rottura	%		6,0	7,3	4,6	
Tempo rottura effettivo	min		700	850	550	
Velocità media a rottura	mm/min		0,0058	0,0058	0,0057	
Tensione di rottura	KPa	$\tau$	47	82	122	



Note: Macchine Utilizzate:  
Taglio Casagrande Tecnoctest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05; Provino 3 TG06

Certificato n. 086/15.5

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO  
del Dott. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1219  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	ENSER	SONDAGGIO	2
CANTIERE		CAMPIONE	2
LOCALITA'	CARPI	PROF. Da m	7,50
RIF.	G15-072	a m.	8,10
Data ricevimento Campione	23.04.2015	Numero di accettazione	086/15
Data esecuzione Prova	07.05.2015	Procedura operativa	IST 06.11

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)**

**PROVINO 1**

tempo min	Def. orizz. mm	e %	Def. Vert. mm	Sforzo N	Tensione Orizz. kPa
10,0	0,024	0	1,247	17	4,72
20,0	0,077	0,11	1,236	35	9,7
50,0	0,26	0,38	1,184	60	16,7
100	0,55	0,81	1,147	85	23,6
150	0,81	1,20	1,113	102	28,3
200	1,1	1,62	1,096	117	32,5
250	1,39	2,05	1,089	127	35,3
300	1,67	2,47	1,085	136	37,8
350	1,96	2,90	1,084	144	40,0
400	2,27	3,35	1,084	151	41,9
450	2,57	3,80	1,084	158	43,9
500	2,85	4,21	1,084	162	45,0
550	3,13	4,62	1,088	166	46,1
600	3,41	5,04	1,09	167	46,4
650	3,71	5,48	1,098	168	46,7
700	4,03	5,95	1,1	169	46,9
750	4,32	6,38	1,101	168	46,7
800	4,62	6,82	1,101	167	46,4
850	4,92	7,27	1,101	166	46,1
900	5,21	7,70	1,101	165	45,8
950	5,51	8,14	1,1	164	45,6
100	5,82	8,60	1,099	163	45,3
1050	6,13	9,05	1,098	163	45,3
1100	6,42	9,48	1,096	161	44,7
1150	6,74	9,96	1,094	160	44,4
1200	7,03	10,38	1,096	160	44,4



Certificato n. 086/15.5

Data certif. 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore  
Dott. Marino Mularoni









**LABORATORIO GEOTECNICO**  
 del Dr. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

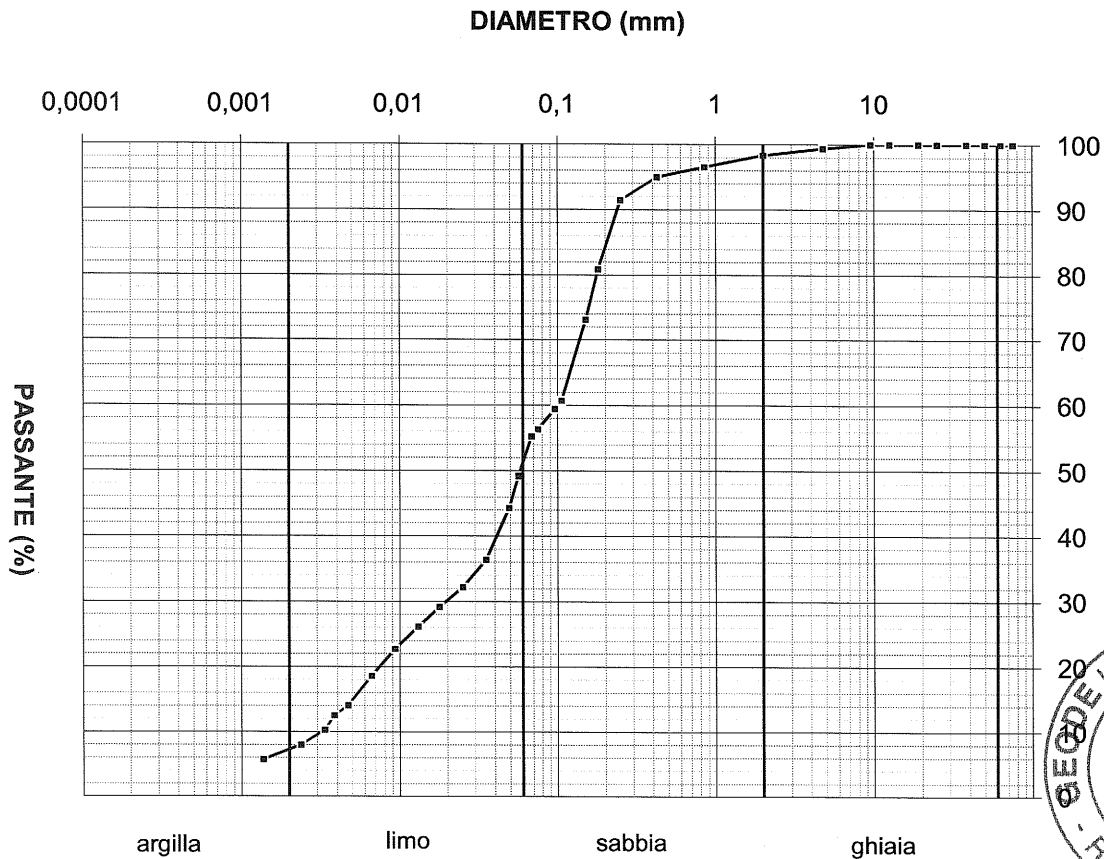
Azienda certificata ISO 9001:2000  
 Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>SPT 2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>8,10</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,55</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	087/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63) - CURVA CUMULATIVA**



Descrizione AGI	<b>LIMO CON SABBIA DEB. ARGILLOSO</b>	d10 (mm)	0,0034	d15 (mm)	0,0050
		d60 (mm)	0,0920	d85 (mm)	0,2100

Classificazione UNI-CNR 10006

Coefficiente di uniformità (d60/d10) **U = 27,06**

Certificato n. **087/15.1**

Lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. *Mario Mularoni*

Il Direttore del Laboratorio  
 Dr. Geol. *Mario Mularoni*

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>SPT 2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>8,10</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,55</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	087/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

peso campione alla sedimentazione (g):	40,00	densimetro utilizzato:	ASTM 151 H
temperatura di prova (°C):	22,0	peso specifico:	2,66

tempo (min')	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,096	19,00	59,44
0,5	0,068	17,90	55,27
0,75	0,056	16,30	49,22
1	0,049	15,00	44,31
2	0,035	12,90	36,36
4	0,025	11,80	32,20
8	0,018	11,00	29,18
15	0,013	10,20	26,15
30	0,009	9,30	22,75
60	0,007	8,20	18,59
120	0,005	7,00	14,05
180	0,004	6,60	12,54
240	0,003	6,00	10,27
480	0,002	5,40	8,00
1440	0,001	4,80	5,73

\*correzioni applicate:

 $C_m = 0,5$  $C_d = 5$  $C_t = 1,2$ 

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>1,6</b>
% sabbia	<b>44,7</b>
% limo	<b>47,5</b>
% argilla	<b>6,2</b>

Certificato n. **087/15.1**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 18.05.2015

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>SPT 2</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>8,10</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>8,55</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	087/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA***peso terreno setacciato (g):*      **500**

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	500,00	100,00
63	0,00	500,00	100,00
50	0,00	500,00	100,00
38,1	0,00	500,00	100,00
25	0,00	500,00	100,00
19	0,00	500,00	100,00
12,5	0,00	500,00	100,00
9,5	0,00	500,00	100,00
4,75	3,10	496,90	99,38
2	8,20	491,80	98,36
0,85	17,30	482,70	96,54
0,425	25,10	474,90	94,98
0,25	42,60	457,40	91,48
0,18	95,80	404,20	80,84
0,15	134,30	365,70	73,14
0,106	196,50	303,50	60,70
0,075	218,30	281,70	56,34

Certificato n.      **087/15.1**

Data certificato      18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**  
 del Dr. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

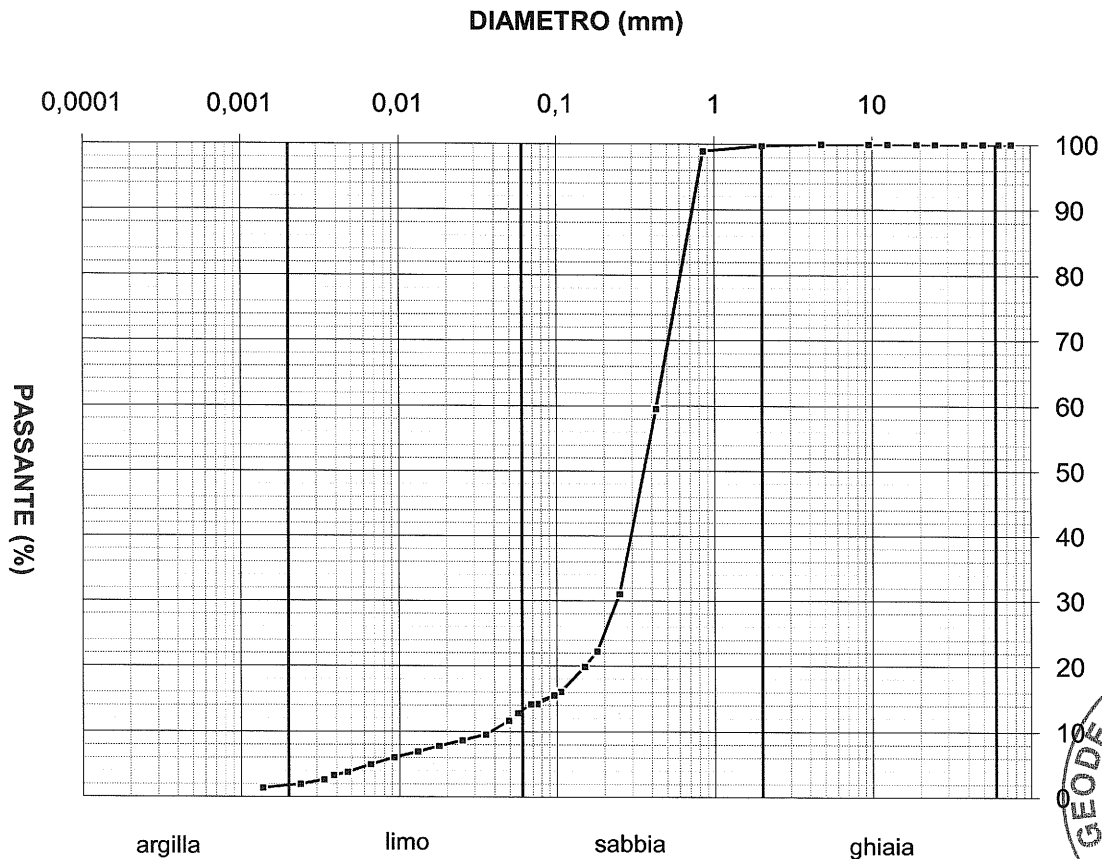
Azienda certificata ISO 9001:2000  
 Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>SPT 3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>13,50</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>13,95</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	088/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63) - CURVA CUMULATIVA**



Descrizione AGI	<b>SABBIA LIMOSA</b>	d10 (mm)	0,0360	d15 (mm)	0,0900
		d60 (mm)	0,4300	d85 (mm)	0,6700
Classificazione UNI-CNR 10006		Coefficiente di uniformità (d60/d10) <b>U =</b>	<b>11,94</b>		

Certificato n. **088/15.1**

Lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
 Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE	<b>0,00</b>	CAMPIONE	<b>SPT 3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>13,50</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>13,95</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Verbale accettazione	088/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

peso campione alla sedimentazione (g):	40,00	densimetro utilizzato:	ASTM 151 H
temperatura di prova (°C):	22,0	peso specifico:	2,66

tempo (min')	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,096	19,20	15,51
0,5	0,068	17,80	14,15
0,75	0,056	16,40	12,78
1	0,049	15,20	11,61
2	0,035	13,10	9,57
4	0,025	12,20	8,69
8	0,018	11,30	7,81
15	0,013	10,40	6,94
30	0,009	9,50	6,06
60	0,007	8,40	4,99
120	0,005	7,20	3,82
180	0,004	6,70	3,33
240	0,003	6,00	2,65
480	0,002	5,30	1,96
1440	0,001	4,70	1,38

\*correzioni applicate:

 $C_m = 0,5$  $C_d = 5$  $C_t = 1,2$ 

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,2</b>
% sabbia	<b>86,1</b>
% limo	<b>12,2</b>
% argilla	<b>1,5</b>

Certificato n. **088/15.1**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>SPT 3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>13,50</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>13,95</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	088/15
Data esecuzione prova	30.04.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA***peso terreno setacciato (g):* **500**

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	500,00	100,00
63	0,00	500,00	100,00
50	0,00	500,00	100,00
38,1	0,00	500,00	100,00
25	0,00	500,00	100,00
19	0,00	500,00	100,00
12,5	0,00	500,00	100,00
9,5	0,00	500,00	100,00
4,75	0,00	500,00	100,00
2	1,20	498,80	99,76
0,85	5,40	494,60	98,92
0,425	202,30	297,70	59,54
0,25	344,60	155,40	31,08
0,18	388,80	111,20	22,24
0,15	400,50	99,50	19,90
0,106	419,70	80,30	16,06
0,075	429,00	71,00	14,20



Certificato n. **088/15.1**  
Data certificato **18.05.2015**

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni



**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>18,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>18,60</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	089/15
Data esecuzione prova	04.05.2015	Procedura operativa	IST 06/01

**APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)**

Contenitore	Fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	58 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
1,3	1,6	0,6	0,8	Volumetriche Aerometria	10 cm	Argilla limosa grigio-scura da consistente a molto consistente.
					20 cm	
1,7	1,8	0,8	1,0		30 cm	
				40 cm		
1,8	2,0	1,0	1,1	50 cm		
				60 cm		
				70 cm		
				80 cm		
				90 cm		
				100 cm		

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**Certificato n. **089/15.1**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino MularoniData certificato **18.05.2015**

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>18,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>18,60</b>
Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	089/15
Data esecuzione prova	04.05.2015	Procedura operativa	

**PARAMETRI CALCOLATI***sulla base dei risultati di prova*

## DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	$\gamma$	<b>1,91</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>Umidità allo stato naturale</i>	<b>W</b>	<b>35,81</b>	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	<b>T</b>	20	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	$\gamma_r$		Mg/m <sup>3</sup>

## ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	$\delta_w$	1,00	Mg/m <sup>3</sup>
----------------------------------	------------	------	-------------------

## PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	$\gamma_w$		Mg/m <sup>3</sup>
<i>peso di volume secco</i>	$\gamma_d$	<b>1,41</b>	Mg/m <sup>3</sup>
<i>indice dei vuoti</i>	<b>e</b>		
<i>grado di saturazione</i>	<b>S<sub>r</sub></b>		%

Certificato n. **089/15.2**Data certificato **18.05.2015**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>18,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>18,60</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	089/15
Data esecuzione prova	04.05.2015	Procedura operativa	IST 06.02

**UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
162,31	119,36
162,31	119,66

Umidità allo stato naturale **W 35,81 %**Certificato n. **089/15.2**Data certificato **18.05.2015**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Mario MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Mario Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>18,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>18,60</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	089/15
Data esecuzione prova	04.05.2015	Procedura operativa	IST 06.03

**PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)**

<i>volume (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso umido (g)</i>
84,81	162,31
84,81	162,31

Peso di volume  $\rho$  **1,91** Mg/m<sup>3</sup>



Certificato n. **089/15.2**

Data certificato **18.05.2015**

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. *M. Mularoni*

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. *M. Mularoni*



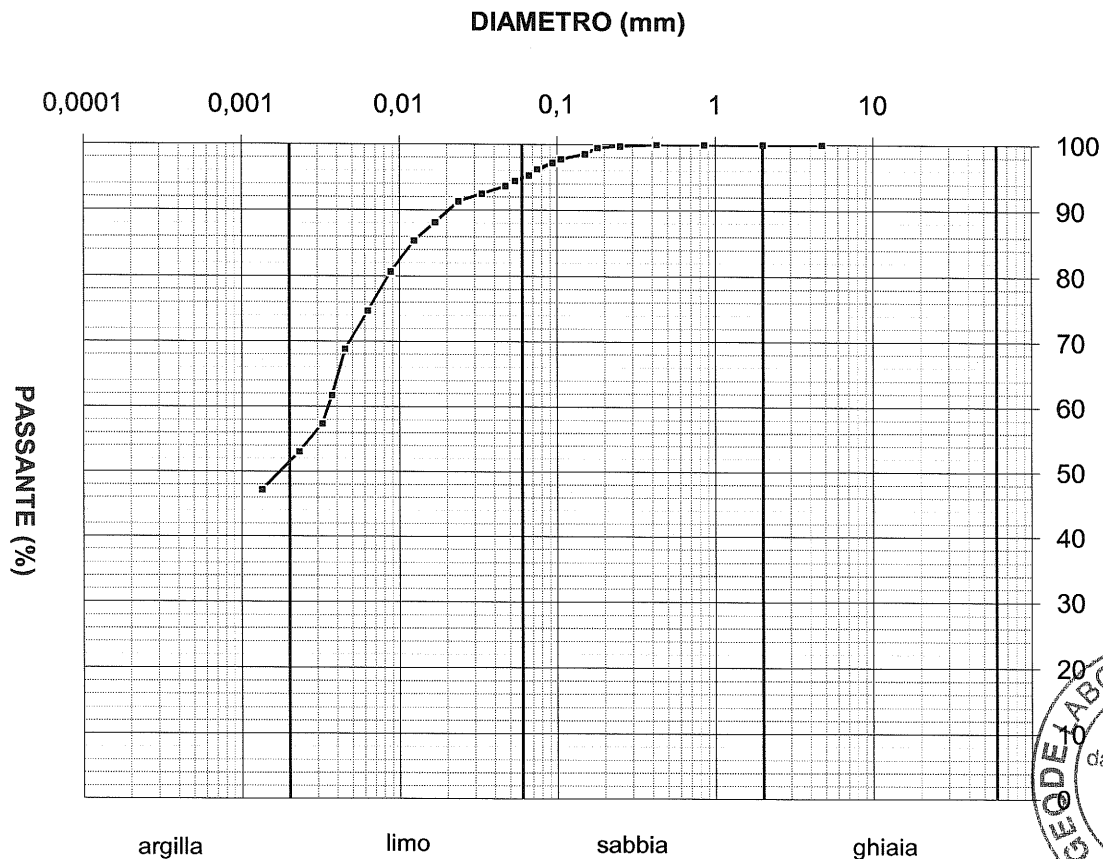
**LABORATORIO GEOTECNICO**  
 del Dr. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
 Cert. SGS n. IT05/1218  
 Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
 A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>18,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>18,60</b>
Data ricevimento campione	23.04.015	Numero accettazione	089/15
Data esecuzione prova	06.05.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422-63)**



Descrizione AGI	<b>ARGILLA CON LIMO DEB. SABBIOSA</b>	d10 (mm)	0,0000	d15 (mm)	0,0000
		d60 (mm)	0,0026	d85 (mm)	0,0130
Classificazione UNI-CNR 10006	<b>A 7-5</b>	Coefficiente di uniformità (d60/d10) U =			

Certificato n. **089/15.3**  
 Data certificato **18.05.2015**

Lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. *Mario Mularoni*

Il Direttore del Laboratorio  
 Dr. Geol. *Mario Mularoni*

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>18,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>18,60</b>
Data ricevimento campione	23.04.015	Numero accettazione	089/15
Data esecuzione prova	06.05.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422-63)**

peso campione alla sedimentazione (g):	40,00	densimetro utilizzato:	ASTM 151 H
temperatura di prova (°C):	17,0	peso specifico:	2,72

tempo (s)	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,094	29,40	97,21
0,5	0,066	28,90	95,24
0,75	0,054	28,70	94,45
1	0,047	28,50	93,66
2	0,033	28,20	92,48
4	0,024	27,90	91,30
8	0,017	27,10	88,14
15	0,012	26,40	85,38
30	0,009	25,20	80,65
60	0,006	23,70	74,74
120	0,004	22,20	68,82
180	0,004	20,40	61,73
240	0,003	19,30	57,39
480	0,002	18,20	53,05
1440	0,001	16,70	47,14
1440	0,001	16,70	47,14

\*correzioni applicate:

 $C_m = 0,5$  $C_d = 5$  $C_t = -0,2$ 

composizione granulometrica	
% ghiaia	<b>0,0</b>
% sabbia	<b>5,3</b>
% limo	<b>44,3</b>
% argilla	<b>50,4</b>

Certificato n. **089/15.3**Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Mularoni

Data certificato 18.05.2015

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>18,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>18,60</b>

Data ricevimento campione	23.04.015	Numero accettazione	089/15
Data esecuzione prova	06.05.2015	Procedura operativa	IST 06.06

**ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)**

## SETACCIATURA

peso terreno setacciato (g): 40

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
4,75	0,00	40,00	100,00
2	0,00	40,00	100,00
0,85	0,00	40,00	100,00
0,425	0,00	40,00	100,00
0,25	0,10	39,90	99,75
0,18	0,20	39,80	99,50
0,15	0,60	39,40	98,50
0,106	0,90	39,10	97,75
0,075	1,50	38,50	96,25

Certificato n. **089/15.3**

Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni  
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000  
Cert. SGS n. IT05/1218  
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	<b>ENSER</b>	SONDAGGIO	<b>2</b>
CANTIERE		CAMPIONE	<b>3</b>
LOCALITA'	<b>CARPI</b>	PROFONDITA' da m	<b>18,00</b>
RIF.	<b>G15-072</b>	a m	<b>18,60</b>

Data ricevimento campione	23.04.2015	Numero accettazione	089/15
Data esecuzione prova	07.05.2015	Procedura operativa	IST 06.07

**LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)**

n° di cadute	limite di liquidità			limite di plasticità		
	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
11	29,31	16,28	80,04	5,43	4,37	24,26
22	29,78	16,97	75,49	16,79	13,48	24,55
35	50,00	28,92	72,89	18,05	14,47	24,7

limite di ritiro			
volume umido (cm <sup>3</sup> )	peso umido (g)	volume secco (cm <sup>3</sup> )	peso secco (g)

(Umidità naturale)	W	35,81 (%)
--------------------	---	-----------

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	75,50 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	24,50 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	51,00
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	0,22
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	0,78



Certificato n. **089/15.4**  
Data certificato 18.05.2015

Lo Sperimentatore  
Dr. Mario MularoniIl Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Mario Mularoni

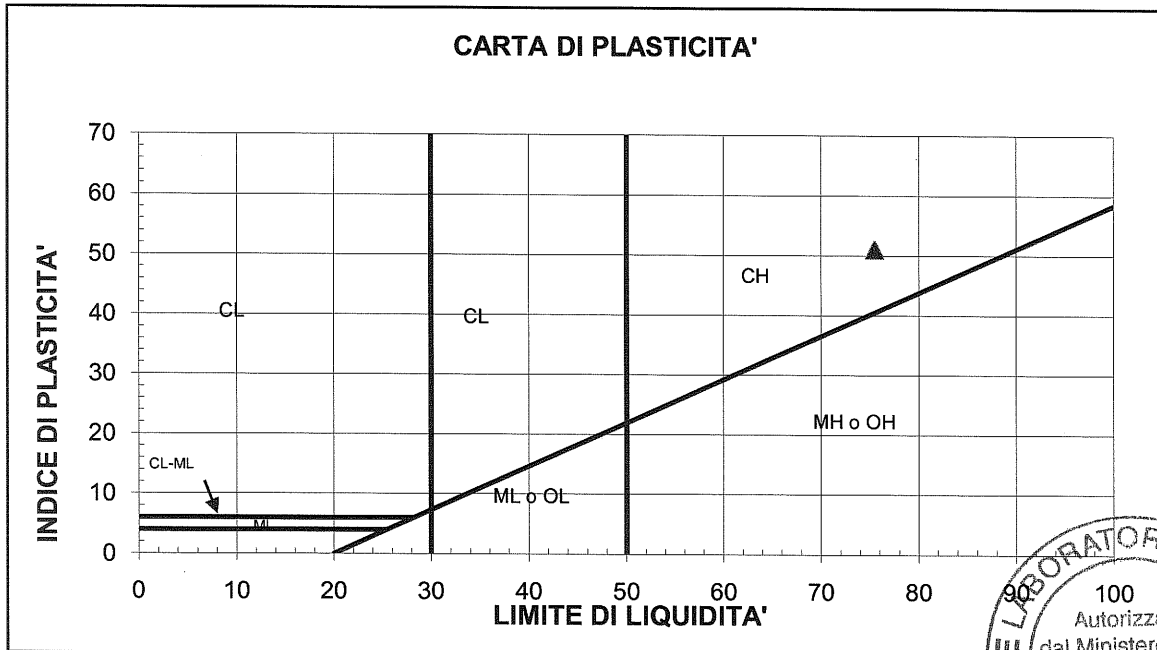
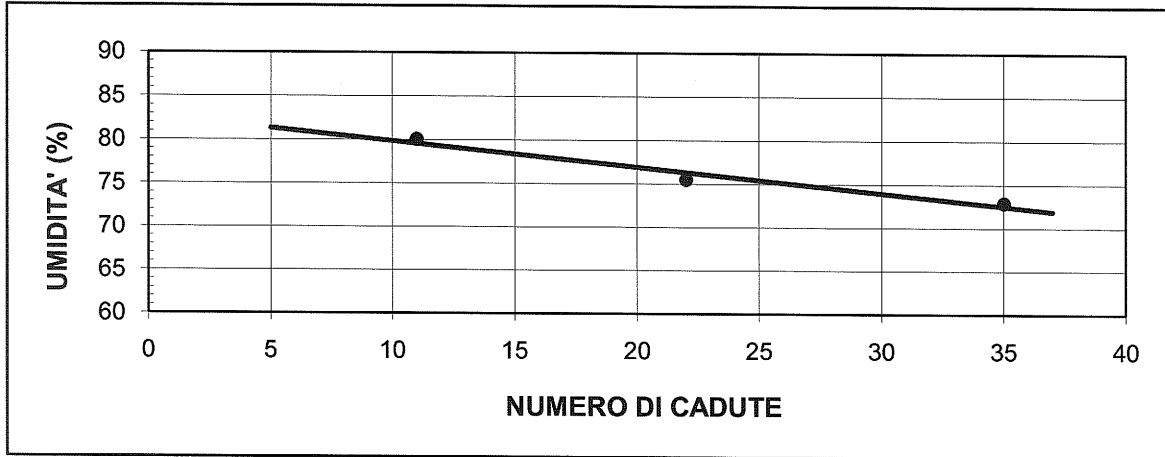




**LABORATORIO GEOTECNICO**  
 del Dr. Geol. M. Mularoni  
 Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000  
 Cert. SGS n. IT05/1218  
 Ass. Laboratori Geotecnici Italiani  
 A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014



M = limi inorganici  
 C = argille inorganiche  
 O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità  
 H = alto limite di liquidità

Certificato n. **089/15.4**

Data certificato **18.05.2015**

Lo Sperimentatore  
 Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio  
 Dr. Geol. Marino Mularoni