



GEURO  
GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE  
ANALISI GEOTECNICHE & AMBIENTALI - STUDI GEOTERRITORIALI

SEDE LEGALE  
VIA I. SALVIANI, 8 - 06012 CITTÀ DI CASTELLO (PG) - ITALY  
SEDI OPERATIVE:  
VIA XX SETTEMBRE, 16 - 52037 SANSEPOLCRO (AR) - ITALY  
VIA VITTORINI LOC. CERBARA - 06011 CITTÀ DI CASTELLO (PG) - ITALY

COMUNE DI  
SAN GIUSTINO

Provincia di Perugia

## RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

### **PROGETTO ESECUTIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER IL RECUPERO DI RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI - COSTRUZIONE EDIFICIO**

Committenza

Carbonella Srl

Estremi catastali

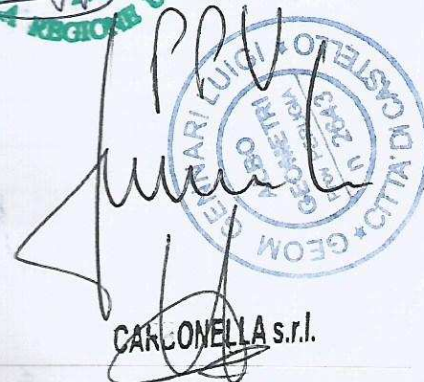
F. n° 75 del Comune di San Giustino  
Part.le Cat.li n° 37, 293 e 294

Località

Loc. Santa Maria - Selci

Città di Castello, 21/07/2014

Dott. Federico DEL GAIA  
GEOLOGO



CARBONELLA s.r.l.

## **INDICE**

1.0		<b>RELAZIONE GENERALE SULL'INTERVENTO</b>
	1.1	Premessa
	1.2	Localizzazione dell'area di Interesse
	1.3	Normativa di riferimento
2.0		<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>
	2.1	Caratteristiche geomorfologiche e geologiche
	2.2	Caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche
	2.3	Indagine geognostica
	2.4	Zoning Geologico
	2.5	Azione sismica
	2.6	Assetto litostratigrafico e modello geologico
3.0		<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>
	3.1	Parametrizzazione e modello geotecnico
	3.2	Verifica e calcoli geotecnici
	3.3	Relazione di calcolo del carico limite e della resistenza di progetto
	3.4	Cedimenti
	3.5	Analisi di stabilità dei fronti di scavo
	3.6	Verifica alla liquefazione dei terreni
4.0		<b>CONCLUSIONI ED EDIFICABILITA'</b>

<b>ALLEGATO 1: ELABORATI CARTOGRAFICI</b>		
Carta Geologica	scala	1:1000
Rilevamento Topografico d'Italia	scala	1:25000
Carta Tecnica Regione Umbria	scala	1:10000
Planimetria Catastale	scala	1:1000
Carta delle indagini in situ	scala	1:5000
Carta delle indagini in situ	scala	1:1000
Carta dello Zoning	scala	1:1000
Carta della Edificabilità	scala	1:1000
<b>ALLEGATO 2: INDAGINI GEOTECNICHE</b>		



## 1.0 - RELAZIONE GENERALE SULL'INTERVENTO

### 1.1 – PREMESSA

Su incarico e per conto della Ditta CARBONELLA S.R.L. è stata eseguita un'indagine geologica e geotecnica finalizzata all'individuazione dei parametri meccanici e sismici, dei terreni sui quali è prevista la REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER IL RECUPERO DI RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI – COSTRUZIONE EDIFICIO (fig. 1).

Si specifica che le verifiche di calcolo progettuale sono state condotte su una tipologia fondale a plinto.

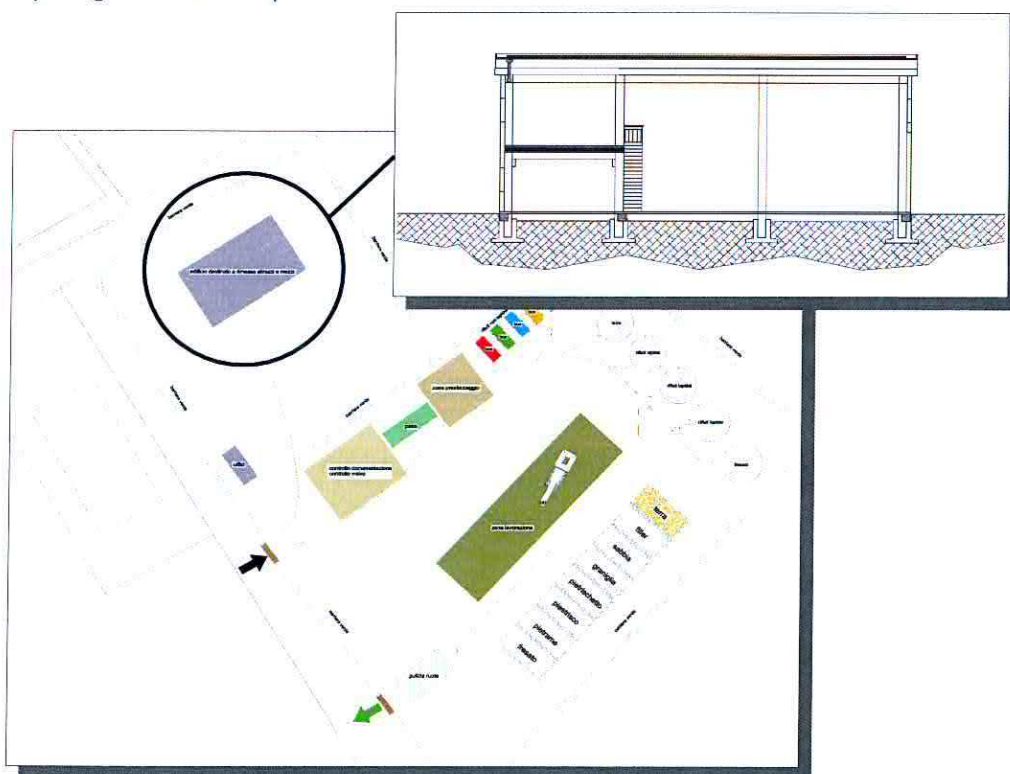


Figura 1: Schema dell'impianto con particolare costruttivo

I dettagli sono riportati nell'allegata relazione geotecnica – vedi Cap. 3.3.

#### NOTE:

Il suolo e altro materiale allo stato naturale non contaminati movimentati per l'attuazione del progetto, sono soggetti all'art. 185 comma 1 lett. c del D.L. 152/06 e successive modifiche ed integrazioni, solo se riutilizzati in sito.

Per ogni altro utilizzo, in relazione a quanto disposto dall'art. 266, comma 7, del DL. 152/2006, i materiali da scavo di cui all'articolo 1, comma 1, lettera b) del DL 161/12, sono normati dall'art. 41 comma 2 e dall'art. 41-bis della L. 98/2013 e quindi sottoposti al regime di cui all'articolo 184-bis, comma 2 e comma 2-bis del DL. 152/2006 .

## 1.2 – LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE

L'area di studio si trova in Loc. Santa Maria, Selci, nel Comune di San Giustino (PG).

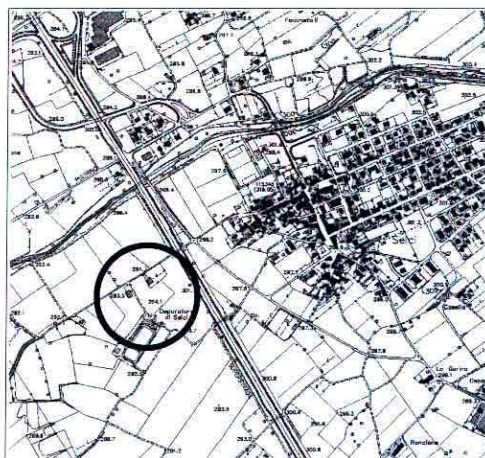


Figura 2: CARTA TECNICA REGIONE UMBRIA

Nella Carta Topografica d'Italia, alla scala 1:25000, è ubicata nella porzione sud orientale della tavoletta "Sansepolcro" F°115 IV SE.

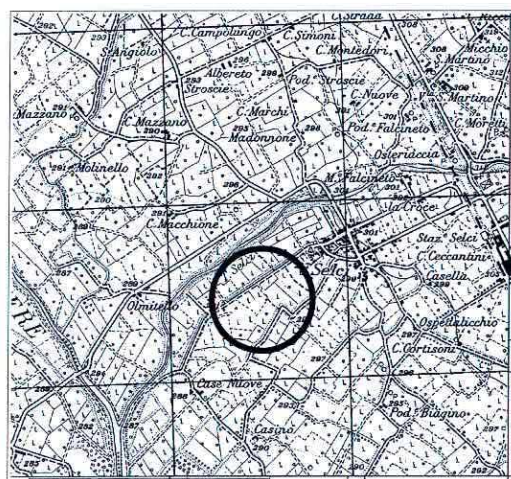


Figura 3: CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA

Nella planimetria catastale l'area in oggetto ha come riferimento il Foglio n. 75 Part.le Cat.li n. 37, 293 e 294 del Comune di San Giustino (PG).



Figura 4: PLANIMETRIA CATASTALE



### 1.3 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

Lo studio è stato eseguito in ottemperanza a quanto indicato dalle seguenti norme:

<b>NORMATIVA NAZIONALE</b>
<b>NORME DISCIPLINARI</b>
<u>Circolare n. 252 del 15/10/1996</u> Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il Calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento Armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9 gennaio 1996. (G.U. 26/11/96 n. 277)
<u>Circolare n. 156 del 04/07/1996</u> Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996. (G.U. 16/09/1996 n. 217)
<u>Circolare n. 30787 del 04/01/1989</u> Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento.
<u>Legge n. 1086 del 05/11/1971</u> Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica. (G. U. 21/12/1971 n. 321).
<b>NORME TECNICHE</b>
<u>Circolare n. 617 del 02/02/2009</u> Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
<u>Decreto Ministeriale 14/01/2008</u> Norme tecniche per le costruzioni. (G.U. 04/02/2008 n. 29 - Suppl. Ord. n. 30)
Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 06/06/2001 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. (G. U. 20/10/2001 n. 245 – Suppl. Ord. n. 239)

Decreto Ministeriale 09/01/1996

Ministero dei Lavori Pubblici Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

(G. U. 05/02/96 n. 29)

Circolare n. 30483 del 24/09/1988

Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

Decreto Ministeriale 11/03/1988

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

(G.U. 01/06/1988 n. 127 Sup. Ord.)

Decreto Ministeriale 03/12/1987

Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.

Decreto Ministeriale 20/11/1987

Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.

(G.U. 02/12/1987 n. 285)

**NORME SISMICHE**

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/2006

Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 03/05/2005

Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, 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".

(G.U. 10/05/2005 n. 107)

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 21/10/2003

Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, 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".



<u>Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02/10/2003</u>
Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, 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". (G.U. 10/10/2003 n. 236)
<u>Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003</u>
Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
<u>Circolare n. 65 del 10/04/1997</u>
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al d.m. 16 gennaio 1996.
<u>Decreto Ministeriale 16/01/1996</u>
Ministero dei Lavori Pubblici Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
<u>Circolare n. 218/24/3 del 09/01/1996,</u>
Legge 2 febbraio 1974, n. 64 - Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica. (G. U. 05/02/96 n. 29 Sup. Ord. n. 19)
<u>Legge n. 64 del 02/02/1974</u>
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche. (G.U. 21/03/74 n. 76)

<b>NORMATIVA REGIONALE</b>
<b>NORME TECNICHE</b>
<u>L.R. n. 11 del 22/02/2005</u>
Norme in materia di governo del territorio: pianificazione urbanistica comunale (B.U .Regione Umbria. 09/03/05 n.11 – S.S. n.1)
<u>L.R. n. 1 del 18/02/04</u>
Norme per l'attività edilizia (B.U .Regione Umbria. 25/01/04 n. 8)
<u>L.R. n. 31 del 21/10/1997</u>
Disciplina della pianificazione urbanistica comunale e norme di modificazione della L.R. 2 settembre 1974, n. 53, della L.R. 18 aprile 1989, n. 26, della L.R. 17 aprile 1991, n. 6 e della L.R. 10 aprile 1995, n. 28 (2). (B.U .Regione Umbria. 29/10/97 n. 52 – Supp. Ord. n. 1)
<u>D.G.R. n. 3806 del 18/06/1985</u>

Direttive e Criteri metodologici di carattere geologico-tecnico per le indagini da eseguire a corredo dei piani urbanistici di grado subordinato.
<u>D.G.R. n. 2739 del 19/05/1982</u> Criteri relativi al tipo, ampiezza di studi ed indagini di carattere geologico geotecnico o da effettuare sia per la formazione degli strumenti urbanistici generali che per quelli attuativi. Art. 5 della legge Regionale n. 25/1982.
<b>NORME SISMICHE</b>
D.G.R. n. 1111 del 18/09/2012 Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria B.U. Regione Umbria 03/010/2012 n. 43
D.G.R. n. 377 del 08/03/2010 Criteri per esecuzione degli studi di microzonazione sismica B.U. Regione Umbria 31/03/2010 n. 15
D.G.R. n. 1700 del 19/11/2003 Specificazione della D.G.R. n. 852 del 18/06/2003 di classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria e attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003, art. 2, commi 3, 4 e 5.
D.G.R. n. 852 del 18/06/2003 Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria B.U. Regione Umbria 30/06/2003 n. 31
D.G.R. n. 226 del 14/03/2001 Criteri per esecuzione degli studi di microzonazione sismica a supporto della redazione degli strumenti urbanistici. B.U. Regione Umbria 04/04/2001 n. 16



## 2.0 - RELAZIONE GEOLOGICA

---

### 2.1 – CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLOGICHE

---

L'area di progetto si trova nella porzione centrale della valle alluvionale del Fiume Tevere, alla quota topografica di circa 294 m s.l.m..

Il rilevamento geomorfologico di campagna ha mostrato che il sito di studio e le zone ad essa limitrofe sono caratterizzate da pendenze basse, con leggero declivio verso la porzione centrale della valle alluvionale del F. Tevere.

Dal punto di vista morfologico la zona è caratterizzata da un terrazzo Wurmiano, sopraelevato di circa 11 metri sull'alveo attuale del Fiume Tevere.



Figura 5: Carta Geologica – CTR Sez. 289070 – Selci-Lama -

I depositi alluvionali sono costituiti da sabbie limose e limi sabbiosi e argille limose alternate ad orizzonti ghiaiosi, con spessori eterogenei e progressivo arricchimento della frazione sottile spostandoci verso l'alveo attuale del Fiume Tevere, vedi figura 5.

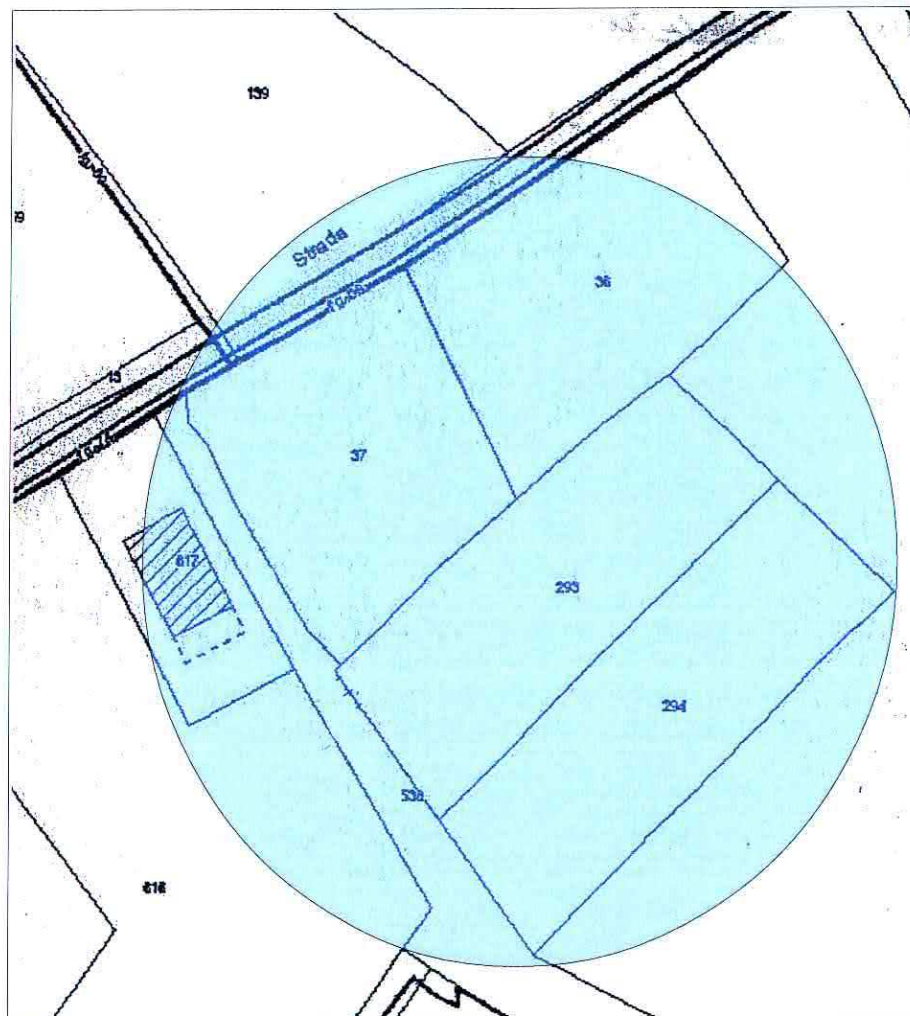
Per la determinazione delle caratteristiche litologiche, stratigrafiche e geometriche dei litotipi interessati dall'intervento sono state realizzate le indagini di cui al Cap. 2.3, a cui si rimanda per la descrizione di dettaglio.

---

## Carta Geologica

Scala 1:1000

---



### Legenda

Alluvioni Wurmiane





## 2.2 – CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

Il sistema idrologico principale è riconducibile al F. Tevere impostato in direzione circa nordovest-sudest, e al Torrente Selci, tributario sinistro del F. Tevere, avente direzione circa nordest-sudovest; l'andamento idrografico è di tipo pseudorettilineo irregolare. L'area strettamente di studio è posta a nord est del punto di confluenza del T. Selci con il F. Tevere.

Le caratteristiche idrografiche del luogo sono individuabili, in particolare per la porzione di sud e sudest, nella presenza di una fitta rete di canalizzazione delle acque di corrivazione grazie all'utilizzo agricolo delle terre.

Tale canalizzazione delle acque meteoriche è in buono stato di conservazione, anche se la discreta percentuale sabbiosa tende a favorire il deflusso ipodermico e profondo a scapito del superficiale.

Ad est del sito d'intervento le caratteristiche idrografiche del luogo sono individuabili in una sviluppata rete fognaria di raccolta delle acque meteoriche.

La realizzazione dei sondaggi tramite scarpetta durante le prove CPT ha permesso di appurare la presenza di % di fluidi stagionali nel tratto compreso tra -0.80 e -1.0 m da p.c. (T3) e a partire da -5.40 m da p.c. (T1 e T2), non direttamente riconducibili a regime circolatorio principale sotterraneo.

La presenza di un pozzo, posto nelle vicinanze dell'area oggetto di studio, ha permesso di appurare l'effettiva quota di circolazione dei fluidi, che risultano caratterizzati da una piezometrica rinvenibile alla profondità di circa 8.60 metri dal p.c..

Il battente individuato è ricollegabile al sistema principale sotterraneo della formazione alluvionale, caratterizzato da discrete oscillazioni della piezometrica in tutto l'arco dell'anno. Il sistema sotterraneo risulta riconducibile ad un acquifero poroso a variabile permeabilità con giustapposizione di lenti e livelli litologici caratterizzati da granulometria compresa fra i limi e le ghiaie.

## 2.3 – INDAGINE GEOGNOSTICA

---

Per l'individuazione dei parametri geotecnici-geomeccanici, per la determinazione dello zoning geologico e l'effettuazione del calcolo della **resistenza di progetto** del terreno in questione, sono state effettuate le seguenti indagini:

- 3 prove penetrometriche con strumentazione CPT, spinte fino alla profondità massima di 10.60 m (T1) dal piano di campagna;
- 3 sondaggi stratigrafici tramite scarpetta per tutto il tratto investigato.

I dati emersi evidenziano che, alla base di una coltre di riporto ed eluviale, avente spessore di circa 0.4/0.8 m, sono presenti livelli caratterizzati sabbie limose, fini, color marrone, poco addensate.

Da quota – 1.0 m da p.c. e per uno spessore di 0.80 m (T3) si rinvencono limi sabbiosi, color marrone, caratterizzati da basso stato di consistenza.

Alla base dei livelli sopra descritti sono state individuati orizzonti caratterizzati da sabbie limose, quarzo-litiche color avana-marrone, poco addensate, che sfumano verso il basso a sabbie limose e limi sabbiosi, color avana-grigio, poco consistenti.

Da quota – 6.2 (T2-T3)/-6.4 (T1) e fino fondo foro sono presenti livelli limo sabbiosi, color avana, con venature grigie, poco consistenti.

I litotipi studiati sono contraddistinti, per l'area strettamente di studio, da discreta uniformità areale, variabili condizioni di addensamento e di grado di compressibilità.

Durante le prove geoinvestigative è stata riscontrata la presenza di % di fluidi stagionali nel tratto compreso tra -0.80 e -1.0 m da p.c. (T3) e a partire da -5.40 m da p.c. (T1 e T2).

Per le indicazioni di dettaglio si rimanda alla stratigrafia riportata nella pagina seguente.



STUDIO GEOTECNICO GEURO					
Via I. Salviani, 8 - 06012 Città di Castello (Pg) - Via XX Settembre, 16 - 52037 – Sansepolcro (Ar) P.IVA :02294590548 - 075/8556789 - Tel.: 0575/734659					
COMMITTENTE: CARBONELLA Srl				SONDAGGIO	
COMUNE: San Giustino		LOCALITA': Selci		STRATIGRAFICO: S1	
QUOTA: 294 m. s.l.m.		PROFONDITA': 10.60 m da p.c..			
DATA: 07/05/09		NOTE: Presenza di acqua di circolazione sotterranea a partire da -5.40 m da p.c..			
QUOTA da p.c. (m)		LITOLOGIA	STRATIGR AFIA	CAM PIONI	% FLUIDI
0.0	0.0				
0.2		coltre di riporto ed eluviale caratterizzata da sabbie poco			
0.4	0.4	limose, color marrone scuro, sciolte			
0.6					
0.8		sabbie limose, fini ,color avana-marrone,			
1.0		poco addensate			
1.2					
1.4	1.4				
1.6					
1.8		sabbie limose, fini ,color avana-marrone,			
2.0		con stato di addensamento medio-basso			
2.2					
2.4					
2.6					
2.8					
3.0					
3.2	3.2				
3.4					
3.6		sabbie quarzo.litiche, limose, color avana-marrone			
3.8		poco addensate			
4.0					
4.2					
4.4	4.4				
4.6					
4.8		sabbie fini limose e limi sabbiosi, color avana-grigio			
5.0					
5.2					
5.4					5.4
5.6					
5.8	5.8				
6.0		sabbie limose, medie, color marrone scuro, poco			
6.2		addensate			
6.4					
6.6					
6.8	6.8				
7.0					
7.2		limi sabbiosi, color avana con venature grigie, poco			
7.4		consistenti			
7.6	7.6				
7.8					
8.0					
8.2					
8.4					
8.6					
8.8		limi sabbiosi e sabbie limose, color avana-grigio,			
9.0		poco consistenti			
9.2					
9.4					
9.6					
9.8					
10.0					
10.2					
10.4					
10.6	10.6				

STUDIO GEOTECNICO GEURO					
Via I. Salviani, 8 - 06012 Città di Castello (Pg) - Via XX Settembre, 16 - 52037 – Sansepolcro (Ar) P.IVA :02294590548 - 075/8556789 - Tel.: 0575/734659					
COMMITTENTE: CARBONELLA Srl				SONDAGGIO	
COMUNE: San Giustino		LOCALITA': Selci		STRATIGRAFICO: S2	
QUOTA: 294 m. s.l.m.		PROFONDITA': 7.00 m da p.c..			
DATA: 07/05/09		NOTE: Presenza di acqua di circolazione sotterranea a partire da -5.40 m da p.c..			
QUOTA da p.c. (m)		LITOLOGIA	STRATIGRAFIA	CAMPIONI	% FLUIDI
0.0_	0.0_				
0.2_		coltre di riporto ed eluviale caratterizzata da sabbie poco			
0.4_		limose, color marrone scuro, sciolte			
0.6_	0.6_				
0.8_		sabbie limose, fini ,color avana-marrone,			
1.0_	1.0_	poco addensate			
1.2_					
1.4_					
1.6_		sabbie limose, fini ,color avana-marrone,			
1.8_		con stato di addensamento medio-basso			
2.0_					
2.2_					
2.4_	2.4_				
2.6_					
2.8_		sabbie quarzo litiche, limose, color avana-marrone			
3.0_		poco addensate			
3.2_					
3.4_					
3.6_					
3.8_	3.8_				
4.0_					
4.2_					
4.4_		sabbie fini limose e limi sabbiosi, color avana-grigio			
4.6_		poco addensate			
4.8_					
5.0_					
5.2_					
5.4_	5.4_				5.4_
5.6_		sabbie limose, medie, color marrone scuro, poco			
5.8_		addensate			
6.0_					
6.2_	6.2_				
6.4_					
6.6_		limi sabbiosi, color avana con venature grigie, con medio			
6.8_		stato di consistenza			
7.0_	7.0_				



# STUDIO GEOTECNICO GEURO

Via I. Salviani, 8 - 06012 Città di Castello (Pg) - Via XX Settembre, 16 - 52037 - Sansepolcro (Ar)  
P.IVA :02294590548 - 075/8556789 - Tel.: 0575/734659

COMMITTENTE: CARBONELLA Srl

SONDAGGIO

COMUNE: San Giustino

LOCALITA': Selci

STRATIGRAFICO: S3

QUOTA: 294 m. s.l.m.

PROFONDITA': 6.60 m da p.c..

DATA: 10/02/14

NOTE: Presenza di % in fluidi nel tratto compreso tra -0.80 m e -1.0 m da p.c..

QUOTA da p.c. (m)	LITOLOGIA	STRATIGR AFIA	CAM PIONI	% FLUIDI
0.0_ 0.0_	coltre di riporto ed eluviale caratterizzata da sabbie poco			
0.2_	limose, color marrone scuro, sciolte			
0.4_ 0.4_				
0.6_	sabbie limose, fini ,color avana-marrone,			
0.8_	poco addensate			
1.0_ 1.0_				
1.2_				
1.4_	limi sabbiosi, color marrone, caratterizzati da basso stato			
1.6_	di consistenza			
1.8_ 1.8_				
2.0_	sabbie limose, color avana-marrone, poco addensate			
2.2_				
2.4_ 2.4_				
2.6_				
2.8_	sabbie quarzo litiche, limose, color avana-marrone			
3.0_	poco addensate			
3.2_				
3.4_				
3.6_				
3.8_ 3.8_				
4.0_				
4.2_				
4.4_	sabbie fini limose e limi sabbiosi, color avana-grigio			
4.6_	poco addensate			
4.8_				
5.0_				
5.2_				
5.4_ 5.4_				
5.6_	sabbie limose, medie, color marrone scuro, poco			
5.8_	addensate			
6.0_				
6.2_ 6.2_				
6.4_	limi sabbiosi, color avana con venature grigie, con medio			
6.6_ 6.6_	stato di consistenza			

## 2.4 – ZONING GEOLOGICO

La realizzazione delle indagini ha permesso di caratterizzare i terreni di fondazione e sub fondazione e definire lo zonizza geologico-tecnico territoriale del sito di studio e precisamente:

### ZONA A RISCHIO GEOLOGICO BASSO

Corrisponde a situazioni geologiche-tecniche stabili, le cui problematiche sono state chiarite in fase di progettazione geologica preliminare; in relazione alla definizione delle caratteristiche specifiche d'intervento dovranno essere indicate le soluzioni geologiche ottimali per l'edificazione e le interazioni terreno-struttura.

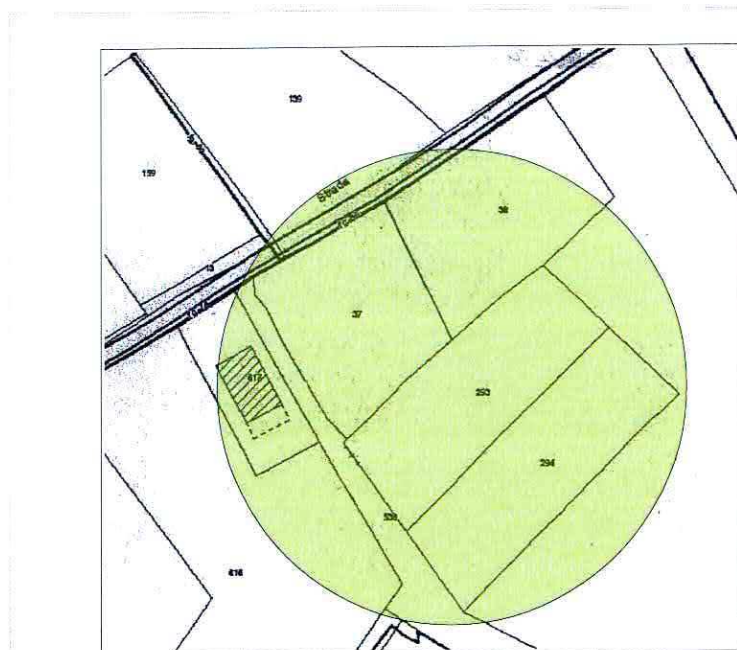


Figura 6: CARTA DELLO ZONING GEOLOGICO

Legenda	
ZONING GEOLOGICO – Rischio BASSO	



## 2.5 – AZIONE SISMICA

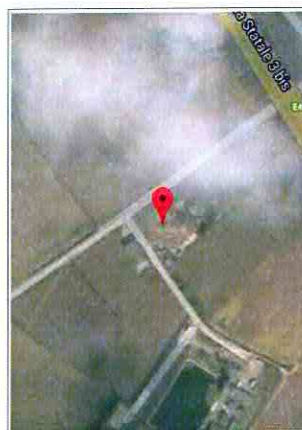
---

Per il calcolo dell'**azione sismica di progetto**, in linea con quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche Costruzioni, si rimanda alla relazione di calcolo del carico limite e della resistenza di progetto contenuta nel Capitolo 3.3.

Si specifica che per il suddetto calcolo sono stati utilizzati i parametri di seguito riportati:

### DATI GENERALI

PARAMETRI	VALORI
Latitudine	43,511263
Longitudine	12,185919
Tipo di opera	2- opere ordinarie
Classe d'uso	Classe II
Coefficiente d'uso (U)	1
Vita nominale (VN)	50
Periodo di riferimento (VR)	50



### PARAMETRI SISMICI SU SITO DI RIFERIMENTO

#### **Categoria topografica**

L'area in oggetto, che presenta pendenze modeste e comprese tra il 1-2 %, ricade in **CATEGORIA TOPOGRAFICA T1**

#### **Categoria di sottosuolo**

Il calcolo della Vs30 è stato effettuato basandosi sulla campagna di indagini geofisiche, realizzate dall'OSSERVATORIO SISMICO A. BINA di Perugia in data 20/05/2010 in area adiacente a quella di studio contraddistinta da medesimo contesto geologico, geomorfologico e geotecnico (vedi Carta delle Indagini in situ scala 1:5000) consistente in:

- 1 prospezione sismica di superficie a rifrazione con onde SH.

## DATI TECNICI SISMICA DI SUPERFICIE A RIFRAZIONE

Tipo di indagini:	PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE
Strumentazione:	1) Acquisitore PASI mod. 16S/24 (dinamica 24 bit, acquisizione a 24 canali)
Descrizione prove	Per il parametro Vs30: n. 1 stendimento sismico 24 canali in onde S (A-B onde SH lunghezza 120 m)

### DESCRIZIONE INDAGINI

La campagna di sismica a rifrazione, è stata realizzata con lo scopo di ricostruire l'assetto sismostratigrafico dei livelli più superficiali e di fornire la velocità delle onde S entro i primi trenta metri, così come indicato dalle N.T.C. Del 14/01/2008.

Per la valutazione del parametro Vs30, la campagna geofisica è stata eseguita attraverso l'esecuzione di:

- n. 1 stendimento sismico di 120 m. La lunghezza del profilo si è rilevata sufficiente per la valutazione della categoria si sottosuolo.

Il profilo in onde S (SH) è stato effettuato con geofoni 14 Hz orizzontali e con energizzazione per onde SH.

Sono stati realizzati cinque punti di energizzazione. E' stato energizzato con martello pesante con battuta su un piano verticale (su una trave di legno posta con asse maggiore perpendicolare allo stendimento, con contrappeso).

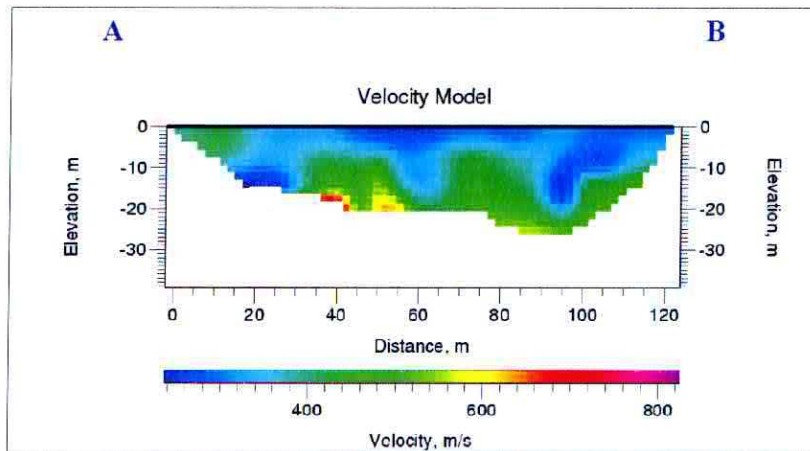
La trave non è stata ancorata a terra ma solamente appoggiata. I sismogrammi sono stati acquisiti con sismografo ad alta dinamica e l'elaborazione è avvenuta in tecnica tomografica.

Il software utilizzato elabora un modello teorico compiendo alcune migliaia di iterazioni sulla base dei primi arrivi delle onde sismiche trasversali. Tale modello viene affinato automaticamente fino a che i dati teorici coincidono il più possibile con quelli acquisiti direttamente nella campagna di indagini sismiche. Attraverso questo tipo di elaborazioni, si riducono sensibilmente gli eventuali errori dovuti a fattori soggettivi di interpretazione.

L'elaborato finale fornisce la velocità relativa a singole celle aventi lati inferiori ai due metri. In questo modo possono essere riconosciute con chiarezza anche anomalie laterali di velocità.



Di seguito viene riportato il profilo sismico a rifrazione con onde SH:



Il valore del parametro Vs30 riportato nella Figura n. 1 risulta pari a **352,06 m/s**, a cui si associa un sottosuolo di **"CATEGORIA C"**.

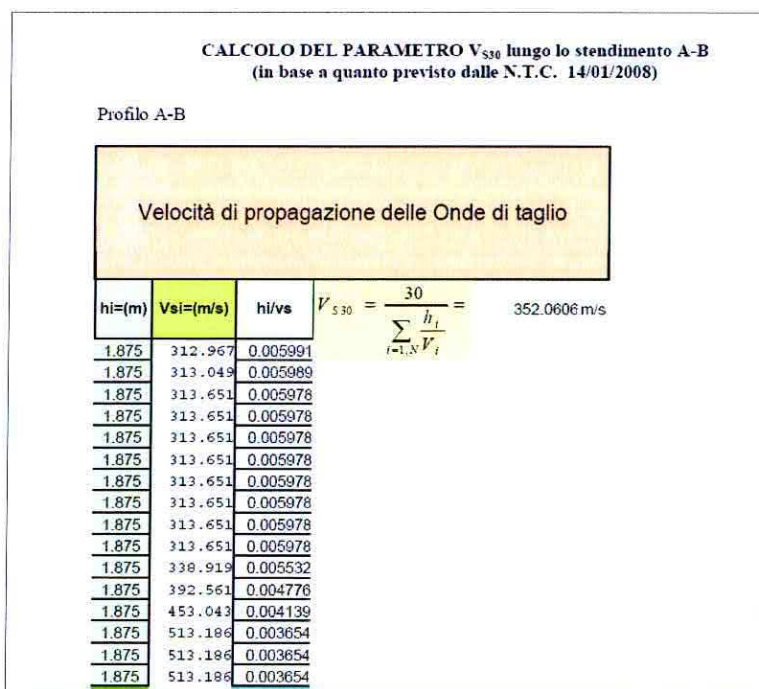


Figura 1: Calcolo del parametro Vs30

## 2.6 – ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO

L'elaborazione dei dati geognostici, stratigrafici e quelli da indagine geologica ed idrogeologica ha permesso di raggiungere le seguenti conclusioni:

- le pendenze sono modeste e comprese tra il 1-2 %;
- nell'area d'intervento sono presenti % di fluidi stagionali nel tratto compreso tra -0.80 e -1.0 m da p.c. (T3) e a partire da -5.40 m da p.c. (T1 e T2) non direttamente riconducibili a regime circolatorio principale sotterraneo;
- la presenza di un pozzo, posto nelle vicinanze dell'area oggetto di studio, ha permesso di appurare l'effettiva quota di circolazione dei fluidi, che risultano caratterizzati da una piezometrica rinvenibile alla profondità di circa 8.60 metri dal p.c.;
- il p.p.f. sarà realizzato, come da esigenze progettuali, alla quota di -1.20 m da p.c.;
- il terreno direttamente interessato dalla posa della fondazione è rappresentato da limi sabbiosi, color marrone, caratterizzati da basso stato di consistenza;
- i litotipi studiati sono contraddistinti, per l'area strettamente di studio, da discreta uniformità areale, variabili condizioni di addensamento e di grado di compressibilità;
- in relazione alle caratteristiche di compressibilità dei litotipi investigati dovrà essere prevista la realizzazione di un magrone di bonifica nell'intervallo compreso fra - 1.20 m e -1.80 m dal p.c., avente la funzione di contenimento dei valori di cedimento differenziale ed assoluto;
- in funzione delle caratteristiche granulometriche dei terreni subsuperficiali, presenti alle quote di posa fondale (per i dettagli stratigrafici si rimanda alle stratigrafie allegate), alle attuali condizioni di addensamento ed in considerazione della profondità della piezometrica, possono essere esclusi fenomeni di liquefazione dei terreni;
- i parametri sismici su sito di riferimento sono caratterizzati da:
  - **CATEGORIA C di sottosuolo;**
  - **CATEGORIA T1 topografica.**



## 3.0 - RELAZIONE GEOTECNICA

---

### 3.1 – PARAMETRIZZAZIONE E MODELLO GEOTECNICO

---

La progettazione geotecnica è stata effettuata con lo scopo di individuare le interazioni esistenti fra la costruzione ed il terreno, nonché lo studio della stabilità del sito nel quale si colloca la costruzione.

Lo studio geotecnico ha avuto quale principale obiettivo la verifica delle condizioni di sicurezza globale e locale del sistema costruzione-terreno, inclusa la determinazione delle sollecitazioni delle strutture a contatto con il terreno agli stati limiti ultimi (SLU).

I caratteri geologici del sito illustrati nella Relazione Geologica, vedi Cap. 2, costituiscono il riferimento per l'impostazione del presente progetto geotecnico.

La scelta tipologica relativa al sistema di fondazione adottato è stata definita in funzione delle verifiche effettuate sulla struttura esistente.

In relazione a tale sistema è stata effettuata la caratterizzazione meccanica dei terreni compresi nel volume significativo, così come definito nel § 3.2.2 delle NTC, in quanto intrinsecamente connesse e reciprocamente dipendenti.

Il piano delle indagini e le prove geotecniche effettuate hanno consentito di ottenere ed interpretare i risultati stratigrafici e geomeccanici, individuando i più appropriati modelli geotecnici di sottosuolo in base, come esposto, alla tipologia di opera e/o intervento, alle tecnologie e alle modalità costruttive previste.

L'insieme di queste attività, unitamente alle analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere, costituiscono l'oggetto del presente progetto geotecnico.

La relazione Geotecnica (vedi § C6.2.2 delle NTC) raccoglie i risultati delle attività effettuate relativamente a:

- indagini e prove effettuati;
- caratterizzazione e modellazione geotecnica;
- analisi eseguite per la verifica delle condizioni di sicurezza.

Non è stata invece eseguita la valutazione delle prestazioni nelle condizioni d'esercizio del sistema costruzione-terreno in quanto rimandata alle competenze di calcolo del progettista - strutturista.

### 3.2 – VERIFICA E CALCOLI GEOTECNICI

Per l'individuazione dei parametri geotecnici e geomeccanici e per l'individuazione della **resistenza di progetto** del terreno in questione, ci si è avvalsi delle seguenti indagini:

- 3 prove penetrometriche con strumentazione CPT, spinte fino alla profondità massima di 10.60 m (T1) dal piano di campagna;
- 3 sondaggi stratigrafici tramite scarpetta per tutto il tratto investigato.

I valori caratteristici del terreno, ricavati dall'elaborazione dei dati raccolti e dei parametri ottenuti dalle prove ed indagini eseguite, da tenere in considerazione ai fini del calcolo strutturale, sono i seguenti:

#### VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

COESIONE EFFICACE	$C' = 0.48 \text{ T/m}^2$
ANGOLO DI ATTRITO INTERNO	$\phi = 24.6^\circ$
PESO DI VOLUME	$\tau = 1.88 \text{ T/m}^3$
PROFONDITA' DI INCASTRO	$D = 0.40 \text{ m}$

In fase di calcolo progettuale, adottando una soluzione fondale di tipo a plinto, sono state applicate le procedure contenute nella relazione di calcolo del carico limite e della resistenza di progetto, di cui al paragrafo 3.3.

La Resistenza di Progetto **Rd**, calcolata utilizzando l'APPROCCIO 2 e il Metodo di Terzaghi, in condizioni dinamiche (SLV) è risultata pari a **146,19 KN/m<sup>2</sup>**.

Nella seguente Tabella 1 sono indicate le combinazioni di calcolo effettuate agli stati limiti ultimi (SLU) per una fondazione a plinto:

STATI LIMITI ULTIMI (SLU)			
SLU di tipo geotecnico GEO – collasso per carico limite fondazione-terreno			
COMBINAZIONE	METODI DI CALCOLO	CARICO LIMITE (kN/m <sup>2</sup> )	RESISTENZA DI PROGETTO (kN/m <sup>2</sup> )
(A1+M1+R3)	Terzaghi	355,02	<b>154,36</b>
(A1+M1+R3) SLV (sisma)	Terzaghi	336,23	<b>146,19</b>

Tabella 1: Combinazioni di calcolo agli stati limiti ultimi (SLU).



### 3.3 – RELAZIONE DI CALCOLO DEL CARICO LIMITE E DELLA RESISTENZA DI PROGETTO

#### DATI GENERALI - FONDAZIONE A PLINTO

```
=====
Azione sismica                NTC 2008
Lat. [ED50]                   43,5112627838091
Long. [ED50]                  12,1859195371802
Larghezza fondazione          1,6 m
Lunghezza fondazione          1,6 m
Profondità piano di posa      1,2 m
Altezza di incastro           0,4 m
Profondità falda               8,6 m
=====
```

#### SISMA

```
=====
Accelerazione massima (ag/g)  0,313
Effetto sismico secondo       Paolucci e Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale 0,0876
=====
```

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

```
Tipo opera:                2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:               Classe II
Vita nominale:              50,0 [anni]
Vita di riferimento:        50,0 [anni]
```

##### Parametri sismici su sito di riferimento

```
Categoria sottosuolo:      C
Categoria topografica:     T1
```

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,68	2,4	0,27
S.L.D.	50,0	0,89	2,35	0,27
S.L.V.	475,0	2,23	2,38	0,3
S.L.C.	975,0	2,84	2,41	0,31

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,02	0,2	0,0208	0,0104
S.L.D.	1,335	0,2	0,0272	0,0136
S.L.V.	3,0668	0,28	0,0876	0,0438
S.L.C.	3,6386	0,28	0,1039	0,0519

## STRATIGRAFIA TERRENO

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; c: Coesione; Ed: Modulo Edometrico

In grassetto sono indicati i valori dei parametri geotecnici caratteristici alla quota d'imposta delle fondazioni

### PROVA PENETROMETRICA T3

DH [m]	Gam [kN/m <sup>3</sup> ]	Gams [kN/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	Ed [kN/m <sup>2</sup> ]
0,4	18,4	18,6	23,0	2,0	1981,0
0,6	18,8	19,3	25,0	3,7	2162,0
<b>0,8</b>	<b>18,8</b>	<b>19,3</b>	<b>24,6</b>	<b>4,8</b>	<b>3324,0</b>
0,6	18,8	19,3	26,0	4,3	4180,0
1,0	18,8	19,3	25,5	3,8	2962,0
0,4	18,8	19,3	25,0	3,7	3818,0
1,6	18,9	19,4	26,0	4,5	4933,0
1,2	18,9	19,4	25,0	6,0	4529,0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	Sisma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
2	Si	1	1	1	1	1	2,3	1,1

## COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE TERZAGHI

Costante di Winkler 13392,75 kN/m<sup>3</sup>



### A1 + M1 + R3

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	12,17
Fattore [Nc]	24,41
Fattore [Ng]	9,24
Fattore forma [Sc]	1,3
Fattore forma [Sg]	0,8
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	355,02 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	154,36 kN/m <sup>2</sup>

### A1 + M1 + R3 (Sisma)

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	12,17
Fattore [Nc]	24,41
Fattore [Ng]	9,24
Fattore forma [Sc]	1,3
Fattore forma [Sg]	0,8
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0,93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0,97

Carico limite	336,23 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	146,19 kN/m <sup>2</sup>

### 3.4 – CEDIMENTI

---

Le caratteristiche del geotopo suggeriscono il contenimento dei valori di cedimento differenziale ed assoluto entro range ottimali.

In relazione alle caratteristiche di compressibilità dei litotipi investigati dovrà essere prevista la realizzazione di un magrone di bonifica nell'intervallo compreso fra - 1.20 m e -1.80 m dal p.c., avente la funzione di contenimento dei valori di cedimento differenziale ed assoluto.

Relativamente al cedimento assoluto massimo  $W_1$  si prescrive il contenimento dei valori e entro i **25 mm**.

In considerazione dei valori max di tensione indotta al terreno e delle possibili distribuzioni dei valori isotensionali definitivi sull'intera area di intervento si suggerisce di adottare valori di distorsione angolare massima **D.A.** non superiori a **1/400**.

Nel caso in cui tali prescrizioni non dovessero risultare rispettate, sarà cura del progettista-strutturista verificare la compatibilità delle eterogeneità tensionali indotte e distribuite dalla fondazione, i corrispondenti valori di cedimento fondale con le caratteristiche di resistenza strutturali del manufatto alle distorsioni generate.

Si suggerisce la Direzione dei lavori di carattere Geotecnico, al fine di appurare le proprietà litotecniche e geotecniche dei terreni fondali in tutta l'area di intervento e la loro corrispondenza con le proprietà geotecniche adottate per il progetto.

I tempi d'espletamento del cedimento possono essere considerati di medio-lungo termine.



### 3.5 – ANALISI DI STABILITA' FRONTI DI SCAVO

Le esigenze costruttive implicano la realizzazione di pareti di scavo verticali o prossime alla verticalità. La rapidità esecutiva dell'intervento e i tempi previsti per le operazioni di scavo configurano una situazione tensionale di breve termine (condizioni non drenate).

L'analisi di stabilità del fronte di scavo, eseguita in tensioni totali, è stata effettuata utilizzando il metodo di Taylor applicando i coefficienti parziali indicati al paragrafo 6.8 delle NTC08.

La soluzione di Taylor si basa sul metodo dell'equilibrio limite globale. In essa il margine di sicurezza è espresso nella seguente formula:

$$\frac{R_d}{E_d} = \frac{1}{\gamma_R} \frac{C_u}{\gamma_{C_u}} \frac{1}{N_s \gamma H_c}$$

dove:

$\gamma_R$  = coefficiente riduttivo R2 pari a 1.1

$C_u$  = coesione non drenata

$\gamma_{C_u}$  = coefficiente riduttivo M2 pari a 1.4

$N_s$  = fattore di stabilità ricavato dalla carta di stabilità di Taylor (figura sottostante) con  $\beta = 85^\circ$

$\gamma$  = peso di volume del terreno

$H_c$  = altezza critica del fronte di scavo

La verifica è da ritenersi soddisfatta se  $R_d \geq E_d$ .

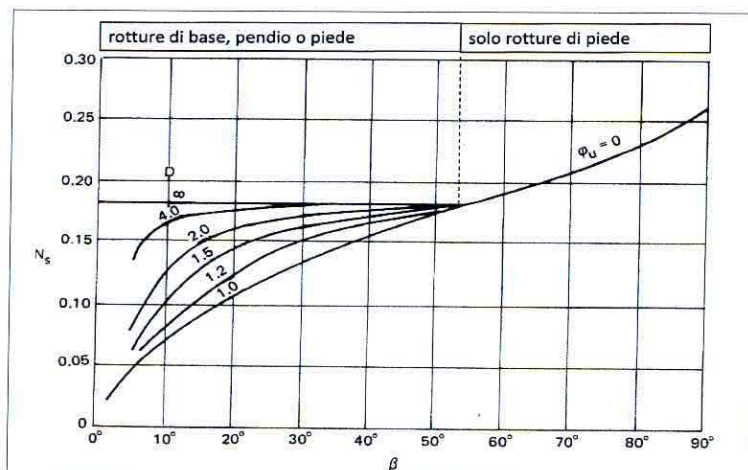


Figura 7: Carta di stabilità di Taylor

Utilizzando il valore minimo di coesione totale tra quelli elaborati dalle indagini, in uno spessore di terreno avente medesima altezza della profondità di scavo, i parametri del terreno e i coefficienti riduttivi, da tenere in considerazione ai fini del calcolo di  $H_c$ , sono i seguenti:

COESIONE TOTALE	$C_u = 1.1 \text{ T/m}^2$
PESO DI VOLUME	$\gamma = 1.90 \text{ T/m}^3$
COEFFICIENTE RIDUTTIVO M2	$\gamma_{cu} = 1.4$
COEFFICIENTE RIDUTTIVO R2	$\gamma_R = 1.1$
FATTORE DI STABILITA'	$N_s = 0.2455$

In fase di calcolo progettuale, nel rispetto dell'ipotesi di lavoro sopra proposta, il valore elaborato è risultato:

$$H_c = 1.53 \text{ m}$$

Per l'intervento in oggetto verrà realizzato un fronte di scavo inferiore a quello elaborato attraverso i calcoli effettuati.

In fase esecutiva i lavori di scavo dovranno essere effettuati comunque per tratti successivi prevedendo l'armatura e/o le strutture di sostegno temporaneo e definitivo del fronte medesimo, al fine di scongiurare il collasso della parete e situazioni di pericolo dell'ambiente di lavoro.

I valori forniti devono essere considerati indicativi e dipendenti dalla situazione idrologica presente al momento dello scavo.



### **3.6 – VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI**

---

Secondo quanto prescritto dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 e dall'Eurocodice 8, in presenza di terreni costituiti da sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa, deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione con uno dei metodi generalmente adottati dall'ingegneria geotecnica (metodologia proposta dal CNR e consigliata dal GNDT).

Le indagini effettuate e le indicazioni ottenute in sede di verifica geostratigrafica e geomeccanica mostrano che il sito d'intervento è caratterizzato, al di sotto del piano fondale pari a -1.20 m da p.c., dalla successione dei seguenti livelli litologici:

sabbie limose, fini contraddistinte da basso stato di addensamento  
 $(N_1)_{60} = 4-7$ ;

limi sabbiosi caratterizzati da uno stato di consistenza tenero-medio (N)  
= 4-6;

limi debolmenti argillosi contraddistinti da stato di consistenza medio  
(N) = 5-8.

limi argillosi contraddistinti da stato di consistenza elevato (N) = 10-14.

Essendo la quota di circolazione dei fluidi presente alla profondità di circa - 8.60 metri dal p.c., i litotipi sotto falda sono risultati caratterizzati esclusivamente da un livello limo sabbiosi e limo-argillosi.

**La stima della suscettibilità a liquefazione** dello strato in presenza di azione sismica e sotto falda è stata effettuata con il **Metodo di Seed e Idriss** e con la condizione che lo spessore dello strato sia superiore ad 1 m.

**VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss**

Svo: Pressione totale di confinamento; S'vo: Pressione efficace di confinamento; T: Tensione tangenziale ciclica; R: Resistenza terreno alla liquefazione; Fs: Coefficiente di sicurezza

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Nspt'	Svo (kN/m <sup>2</sup> )	S'vo (kN/m <sup>2</sup> )	T	R	Fs	Condizione:
1	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	
2	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	
3	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	
4	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	
5	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	
6	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	
7	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
8	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
9	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
10	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
11	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
12	14,00	13,00	7,667	266,967	214,019	0,200	0,262	1,31	Livello non liquefacibile

Da tale calcolo si evince che i terreni del sottosuolo esaminati sono classificabili non liquefacibili.



## **4.0 – CONCLUSIONI ED EDIFICABILITA' DELL' INTERVENTO**

L'intervento previsto, sovrapposto allo zoning geologico-tecnico territoriale individuato ha permesso di definire la condizione di edificabilità, al fine di adottare le opportune misure preventive di attenuazione delle problematiche emerse, come di seguito riportato:

### **ZONA EDIFICABILE (NORMALI VINCOLI).**

In sede di progettazione sono state effettuate le indagini di dettaglio che hanno permesso di definire il sito d'intervento zona edificabile con normali vincoli sotto il profilo geologico e geotecnico e la sopportabilità dei carichi applicati.

In relazione alle caratteristiche di compressibilità dei litotipi investigati dovrà essere prevista la realizzazione di un magrone di bonifica nell'intervallo compreso fra - 1.20 m e -1.80 m dal p.c., avente la funzione di contenimento dei valori di cedimento differenziale ed assoluto.

Non si ravvisa, per quanto di competenza geologica, alcuna controindicazione all'esecuzione del progetto, ma è necessario che l'affidabilità degli strumenti progettuali previsionali sia verificata con un accurato monitoraggio dell'opera in fase costruttiva che, consentendo anche una progressiva calibrazione dei parametri del modello geotecnico elaborato, può costituire uno strumento prezioso per la migliore conduzione dei lavori.

In relazione alle caratteristiche di compressibilità dei litotipi investigati ed alle esigenze di accertamento delle possibili eterogeneità presenti all'interno dell'area di intervento si suggerisce la Direzione dei lavori di carattere Geotecnico. Durante le fasi di scavo saranno appurate le proprietà litotecniche e geotecniche dei terreni fondali e la loro corrispondenza con le proprietà geotecniche adottate per il progetto.

  
Dott. Federico DEL GAIA  
GEOLOGO

---

ALLEGATO 1  
ELABORATI CARTOGRAFICI

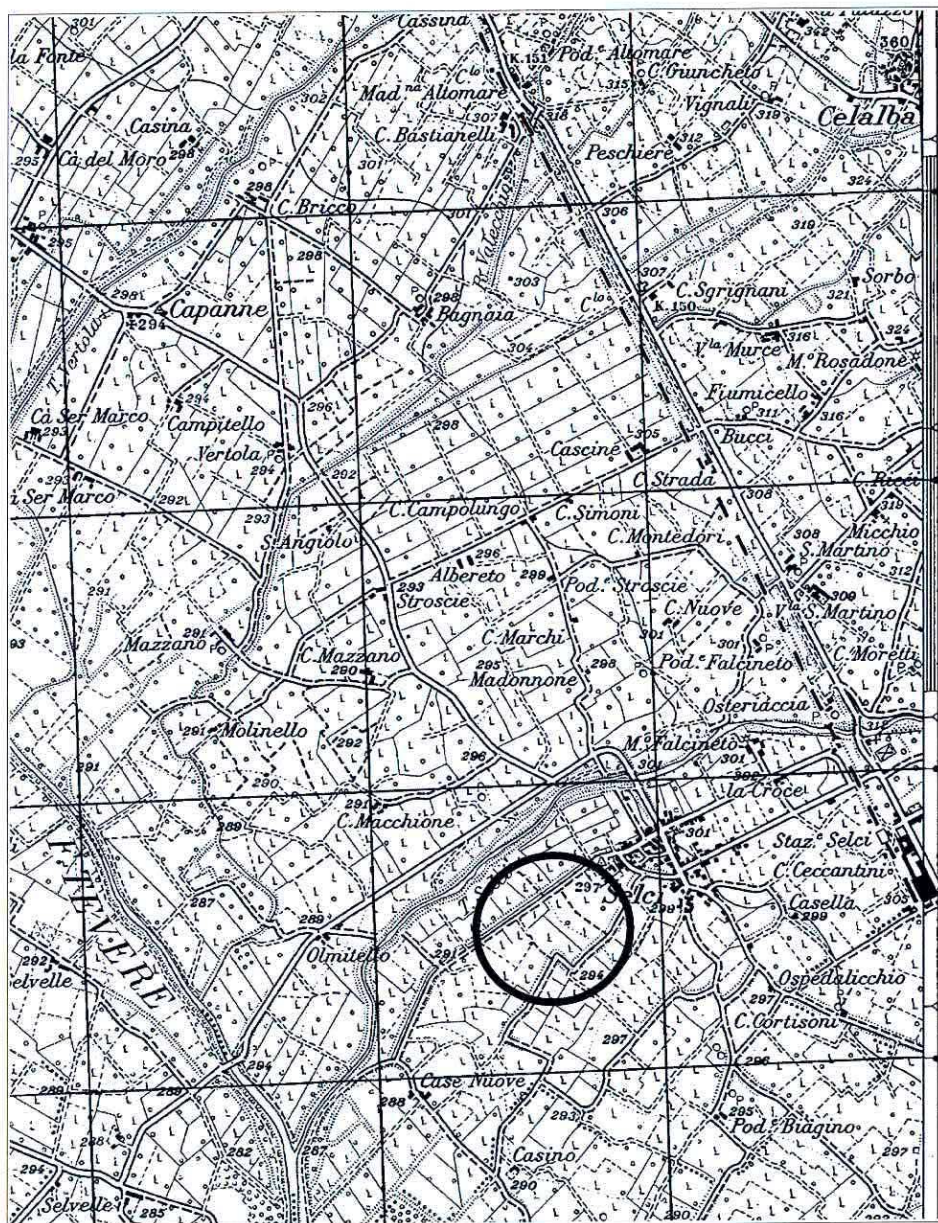
---



## Rilevamento topografico d'Italia

F° 115 IV SE – Sansepolcro -

scala 1:25000





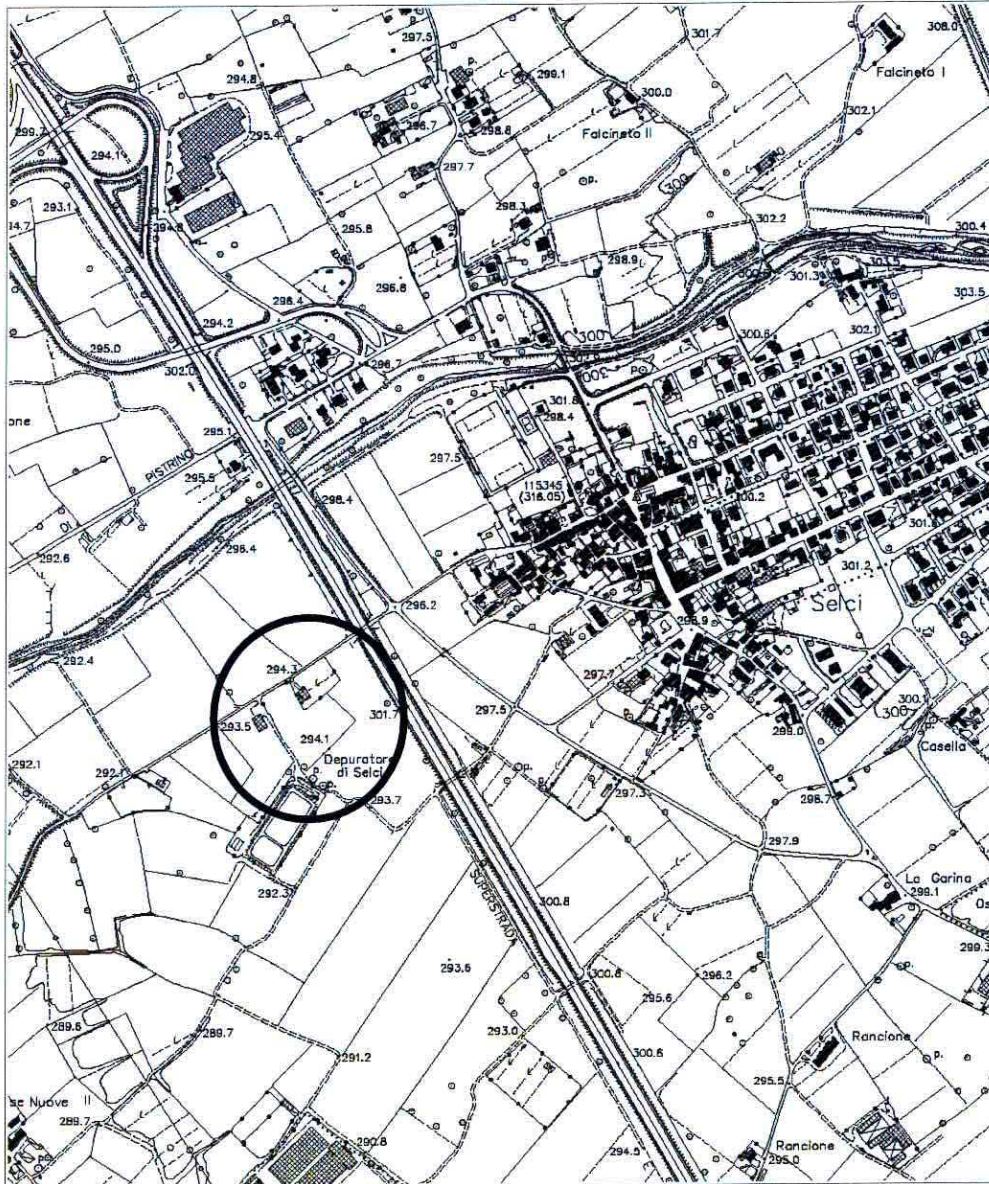
---

## Carta Tecnica Regione Umbria

Foglio N° 289/070 – Selci-Lama-

scala 1:10000

---



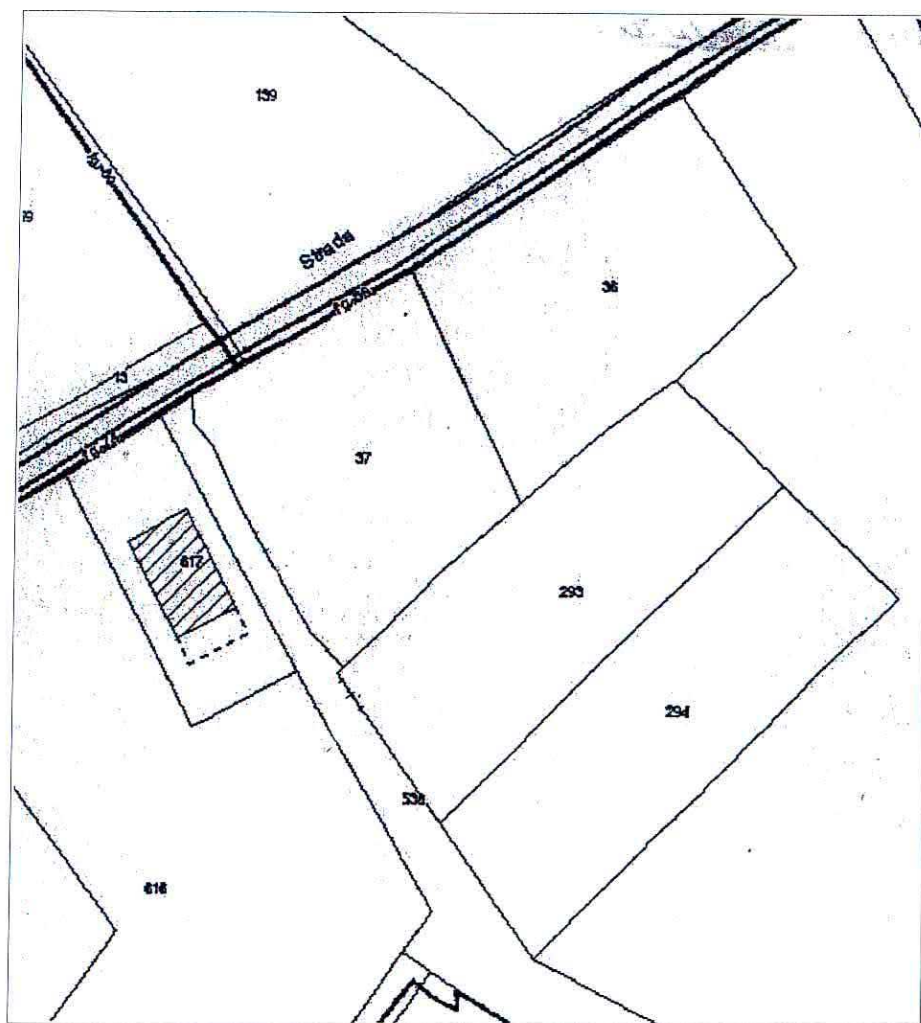
---

**Planimetria catastale scala 1:1000**

**F° 75 del Comune di San Giustino**

**Part.le Cat.li n. 37, 293 e 294**

---





---

## Carta Indagini in Situ

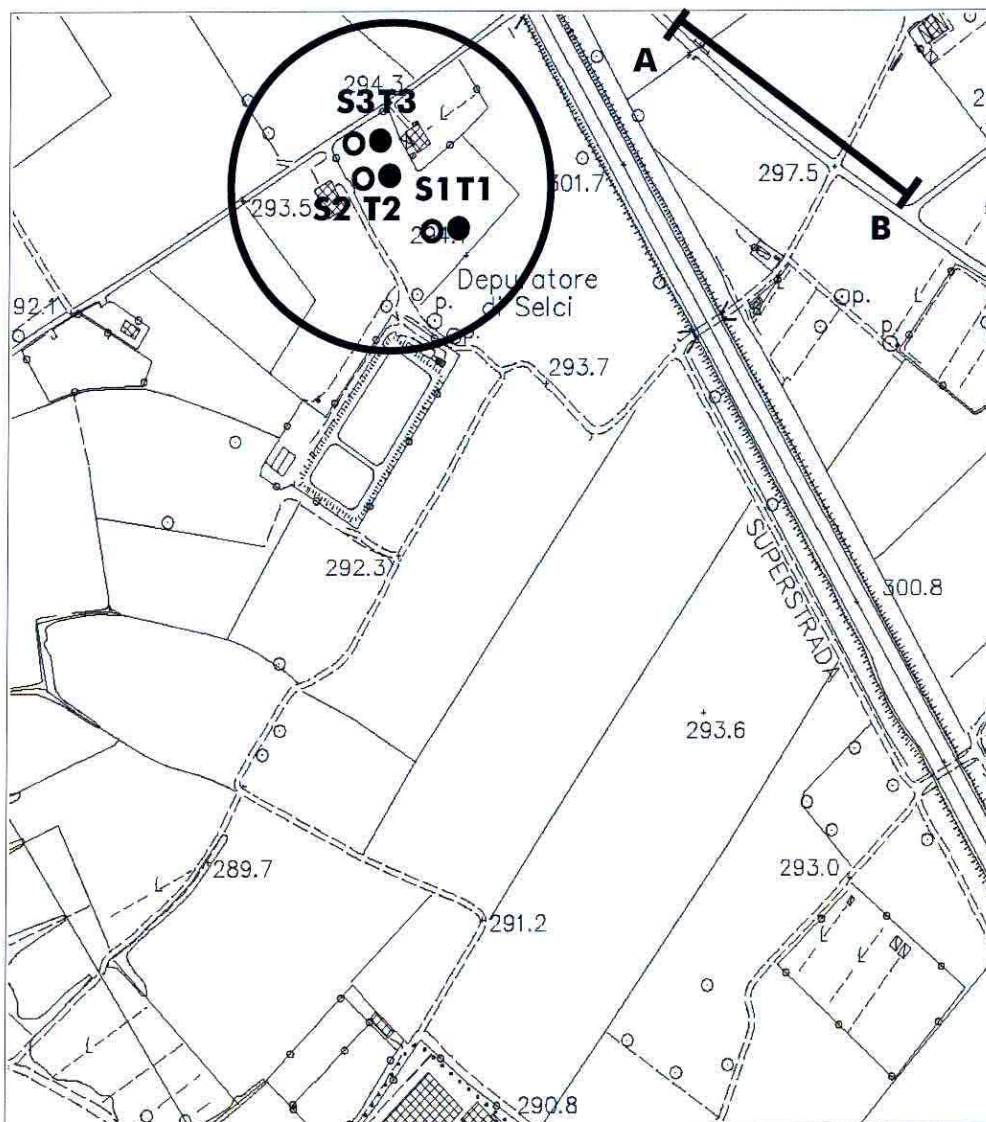
Scala 1:5000

Ubicazione prova CPT T1 - ● -

Ubicazione sondaggio stratigrafico S1 - ○ -

Stendimento sismica a rifrazione - A-B- ———

Ubicazione area d'intervento.....○





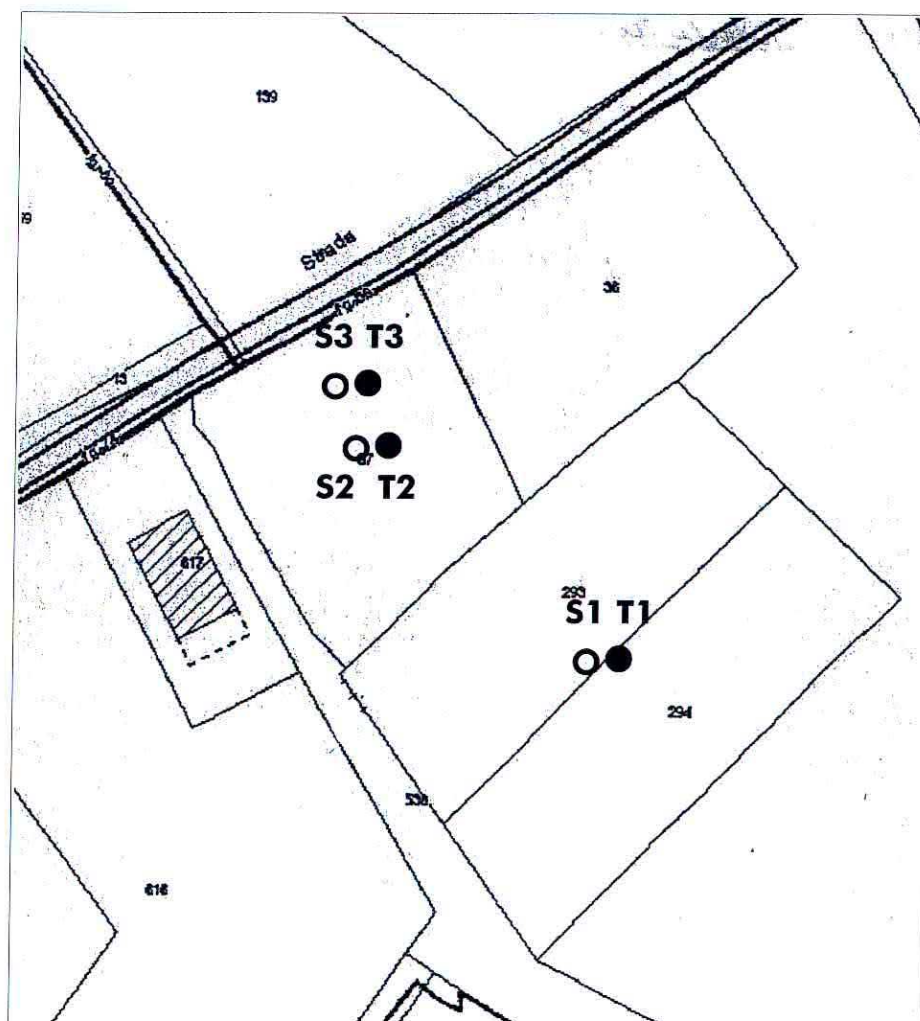
---

## Carta delle Indagini in Situ

Scala 1:1000

Ubicazione prova CPT T1 - ● -

Ubicazione sondaggio S1 - ○



---

## Carta dello Zoning Geologico

Scala 1:1000

---



### ZONING GEOLOGICO



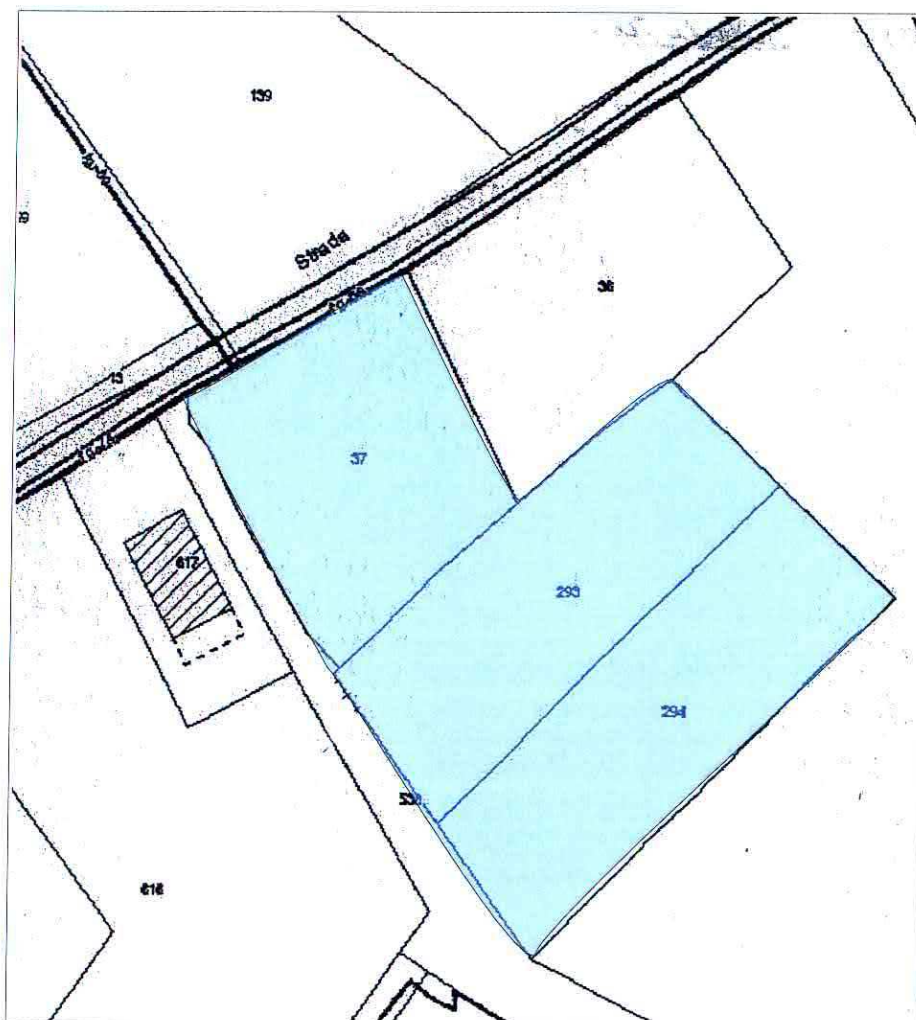
ZONA A RISCHIO GEOLOGICO BASSO

---

## Carta della Edificabilità

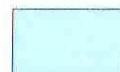
Scala 1:1000

---



### LEGENDA

ZONA EDIFICABILE (NORMALI VINCOLI)





---

ALLEGATO 2  
INDAGINI GEOTECNICHE

---

L'acquifero di studio è stato interessato da un'estrazione totale di volume d'acqua pari a 72.800 litri, realizzata in un periodo di emungimento di 560 minuti.

La prova di pompaggio a media durata (9.33 ore) è stata realizzata prevedendo 3 gradini di portata caratterizzati dai seguenti valori:

Q (mc/sec)	Abbassamenti ( $\Delta$ )
0,00063	0,310
0,0013	0,680
0,0027	1,228

All'inizio del pompaggio il livello statico misurato è risultato pari a -6,14 m da p.c..

Dopo lo spegnimento della pompa e l'interruzione dell'estrazione sono state necessarie 8.77 ore per il raggiungimento della quota iniziale indisturbata, evidenziando un sottosfruttamento dell'acquifero esaminato.

Nelle tabella e grafici allegati sono riportate le misure della prova a gradini di portata, la relativa curva d'abbassamento e di risalita.

#### **4.2 – PROVA DI POMPAGGIO A LUNGA DURATA A PORTATA COSTANTE**

La prova di pompaggio a lunga durata (22.83 ore) è stata realizzata con una portata costante pari a 1.30 l/sec e corrispondente a quella d'esercizio.

La prova è stata realizzata utilizzando l'elettropompa sommersa presente nel pozzo, le cui caratteristiche sono riportate nel par. 3.4 e installata alla profondità di 27 m da p.c.

All'inizio del pompaggio il livello statico misurato è risultato pari a -6,14 m da p.c..

BARTOCCIONI DR. ALFREDO

Viale Unità d'Italia, 6  
06019 Umbertide (PG)

Rifer. CARB

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA****CPT 1**

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL  
 - lavoro :  
 - località : SELCI, VOC. SANTA MARIA  
 - note :

- data : 07/05/2009  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 5,40 m da quota inizio  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	—	0,33	----	5,60	29,0	63,0	29,0	2,07	14,0
0,40	10,0	15,0	10,0	0,47	21,0	5,80	29,0	60,0	29,0	2,00	14,0
0,60	26,0	33,0	26,0	0,93	28,0	6,00	34,0	64,0	34,0	2,33	15,0
0,80	12,0	26,0	12,0	0,80	15,0	6,20	40,0	75,0	40,0	2,73	15,0
1,00	24,0	36,0	24,0	1,00	24,0	6,40	49,0	90,0	49,0	2,60	19,0
1,20	28,0	43,0	28,0	1,87	15,0	6,60	29,0	68,0	29,0	2,47	12,0
1,40	30,0	58,0	30,0	2,47	12,0	6,80	31,0	68,0	31,0	2,07	15,0
1,60	38,0	75,0	38,0	2,73	14,0	7,00	23,0	54,0	23,0	1,60	14,0
1,80	34,0	75,0	34,0	2,93	12,0	7,20	26,0	50,0	26,0	1,67	16,0
2,00	39,0	83,0	39,0	2,80	14,0	7,40	23,0	48,0	23,0	1,47	16,0
2,20	41,0	83,0	41,0	2,67	15,0	7,60	21,0	43,0	21,0	1,00	21,0
2,40	40,0	80,0	40,0	2,40	17,0	7,80	19,0	34,0	19,0	1,07	18,0
2,60	30,0	66,0	30,0	2,20	14,0	8,00	20,0	36,0	20,0	1,00	20,0
2,80	29,0	62,0	29,0	1,93	15,0	8,20	19,0	34,0	19,0	0,87	22,0
3,00	31,0	60,0	31,0	2,00	16,0	8,40	19,0	32,0	19,0	0,80	24,0
3,20	31,0	61,0	31,0	1,87	17,0	8,60	17,0	29,0	17,0	0,73	23,0
3,40	25,0	53,0	25,0	1,73	14,0	8,80	18,0	29,0	18,0	1,07	17,0
3,60	22,0	48,0	22,0	1,33	16,0	9,00	18,0	34,0	18,0	1,20	15,0
3,80	28,0	48,0	28,0	1,67	17,0	9,20	21,0	39,0	21,0	1,27	17,0
4,00	32,0	57,0	32,0	2,13	15,0	9,40	19,0	38,0	19,0	1,13	17,0
4,20	30,0	62,0	30,0	2,13	14,0	9,60	19,0	36,0	19,0	1,00	19,0
4,40	32,0	64,0	32,0	2,00	16,0	9,80	17,0	32,0	17,0	0,93	18,0
4,60	25,0	55,0	25,0	1,60	16,0	10,00	19,0	33,0	19,0	0,93	20,0
4,80	25,0	49,0	25,0	1,80	14,0	10,20	16,0	30,0	16,0	1,13	14,0
5,00	27,0	54,0	27,0	2,00	14,0	10,40	20,0	37,0	20,0	1,20	17,0
5,20	26,0	56,0	26,0	1,73	15,0	10,60	20,0	38,0	20,0	-----	----
5,40	32,0	58,0	32,0	2,27	14,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

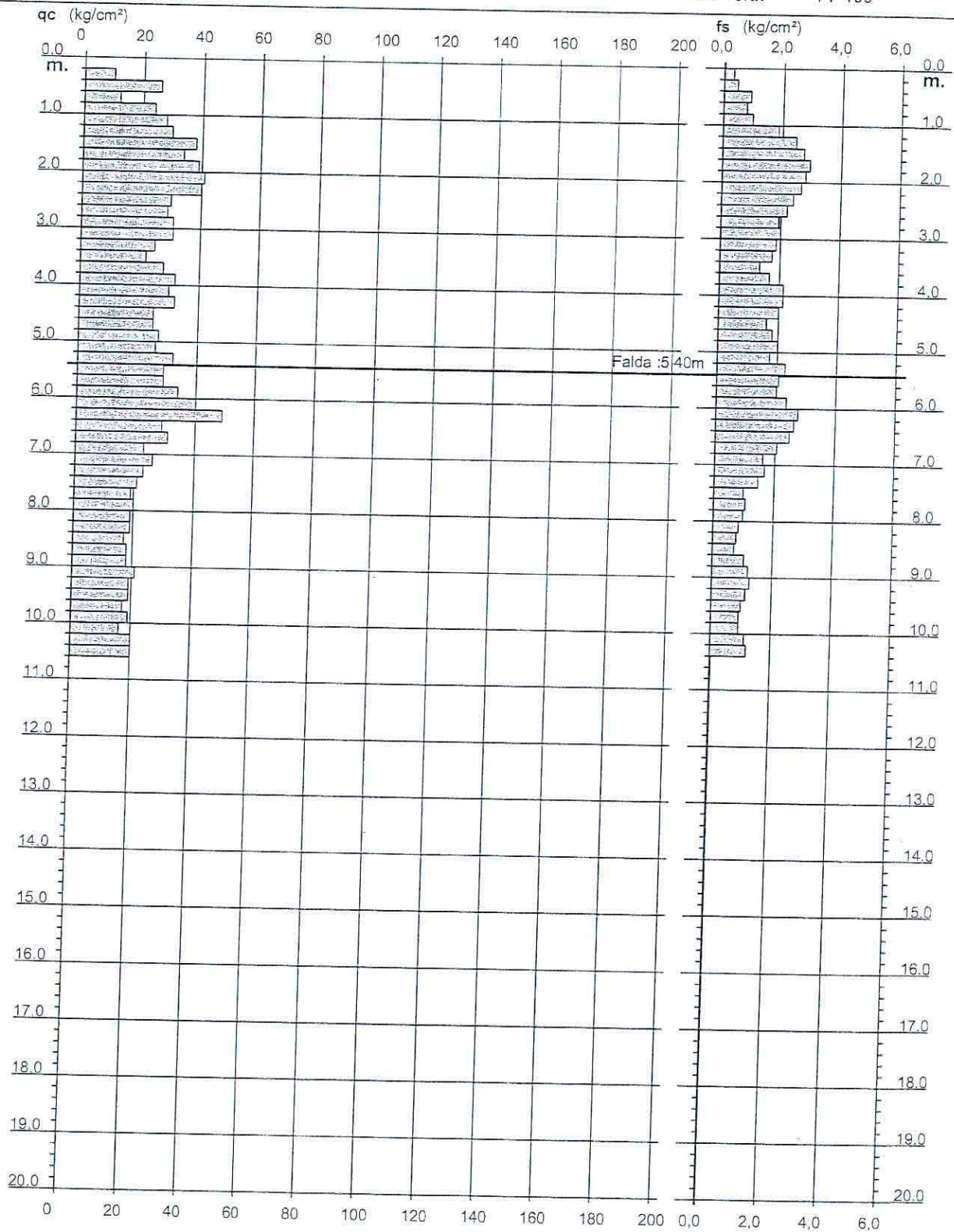


**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA****CPT 1**

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL  
 - lavoro :  
 - località : SELCI, VOC. SANTA MARIA

- data : 07/05/2009  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 5,40 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



BARTOCCIONI DR. ALFREDO

Viale Unità d'Italia, 6  
06019 Umbertide (PG)

Rifer. CARB

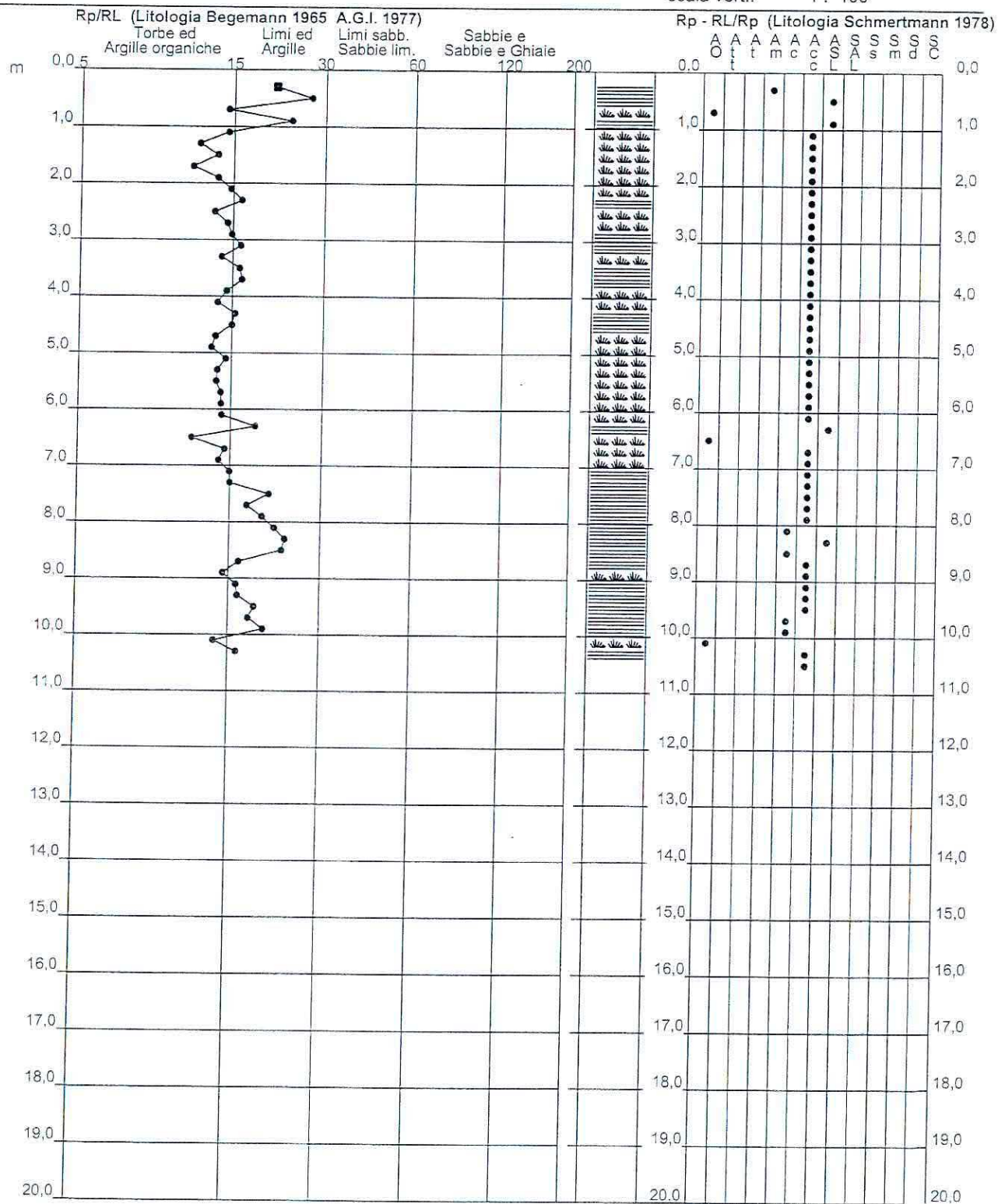
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL  
- lavoro :  
- località : SELCI, VOC. SANTA MARIA  
- note :

- data : 07/05/2009  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,40 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100





BARTOCCIONI DR. ALFREDO

Viale Unità d'Italia, 6  
06019 Umbertide (PG)

Rifer. CARB

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL  
- lavoro :  
- località : SELCI, VOC. SANTA MARIA  
- note :- data : 07/05/2009  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,40 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y <sup>r</sup> t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	adm (°)	amy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0.20	—	—	???	1,85	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.40	10	21	2/III	1,85	0,07	0,50	68,4	85	128	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.60	26	28	4/II	1,85	0,11	0,93	89,3	158	237	78	79	39	41	43	44	41	28	0,188	43	65	78
0.80	12	15	2/III	1,85	0,15	0,57	34,0	97	146	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.00	24	24	4/II	1,85	0,19	0,89	44,7	151	227	72	64	37	39	41	43	38	28	0,142	40	50	72
1.20	28	15	4/II	1,85	0,22	0,97	39,4	164	246	84	64	37	38	41	43	38	28	0,144	47	70	84
1.40	30	12	4/II	1,85	0,26	1,00	34,0	170	255	90	64	37	36	41	43	38	29	0,140	50	75	90
1.60	38	14	4/II	1,85	0,30	1,27	38,6	215	323	114	68	38	39	41	43	38	30	0,154	63	95	114
1.80	34	12	4/II	1,85	0,33	1,13	29,0	193	289	102	62	37	39	41	43	37	29	0,135	57	85	102
2.00	39	14	4/II	1,85	0,37	1,30	30,2	221	332	117	64	37	39	41	43	37	30	0,141	65	98	117
2.20	41	15	4/II	1,85	0,41	1,37	28,5	232	349	123	63	37	39	41	43	37	30	0,140	68	103	123
2.40	40	17	4/II	1,85	0,44	1,33	24,8	227	340	120	60	36	38	41	43	36	30	0,131	67	100	120
2.60	30	14	4/II	1,85	0,48	1,00	15,7	170	255	90	48	35	37	39	42	34	29	0,100	50	75	90
2.80	29	15	4/II	1,85	0,52	0,98	14,0	167	251	87	45	34	37	39	42	34	29	0,093	48	73	87
3.00	31	16	4/II	1,85	0,55	1,03	13,7	176	264	93	46	34	37	39	42	34	29	0,094	52	78	93
3.20	31	17	4/II	1,85	0,59	1,03	12,6	176	264	93	45	34	37	39	42	33	29	0,090	52	78	93
3.40	25	14	4/II	1,85	0,63	0,91	9,9	155	232	75	36	33	36	38	41	32	28	0,070	42	63	75
3.60	22	16	4/II	1,85	0,67	0,85	8,5	158	237	66	30	32	35	38	40	31	28	0,058	37	55	66
3.80	28	17	4/II	1,85	0,70	0,97	9,3	168	252	84	37	33	36	38	41	32	28	0,073	47	70	84
4.00	32	15	4/II	1,85	0,74	1,07	9,9	182	272	96	40	34	36	39	41	32	29	0,080	53	80	96
4.20	30	14	4/II	1,85	0,78	1,00	8,6	184	276	90	37	33	36	38	41	32	29	0,072	50	75	90
4.40	32	16	4/II	1,85	0,81	1,07	8,8	193	289	96	38	33	36	38	41	32	29	0,075	53	80	96
4.60	25	16	4/II	1,85	0,85	0,91	6,8	216	323	75	28	32	35	37	40	30	28	0,054	42	63	75
4.80	25	14	4/II	1,85	0,89	0,91	6,5	229	344	75	27	32	35	37	40	30	28	0,052	42	63	75
5.00	27	14	4/II	1,85	0,93	0,95	6,5	239	368	81	29	32	35	37	40	30	28	0,055	45	68	81
5.20	26	15	4/II	1,85	0,96	0,93	6,0	255	382	78	27	32	35	37	40	30	28	0,051	43	65	78
5.40	32	14	4/II	0,97	0,98	1,07	7,0	247	370	96	33	33	35	38	41	31	29	0,065	53	80	96
5.60	29	14	4/II	0,96	1,00	0,98	6,1	283	394	87	29	32	35	37	40	30	29	0,057	48	73	87
5.80	29	14	4/II	0,96	1,02	0,98	6,0	270	405	87	29	32	35	37	40	30	29	0,056	48	73	87
6.00	34	15	4/II	0,98	1,04	1,13	7,0	261	391	102	34	33	35	38	41	31	29	0,066	57	85	102
6.20	40	15	4/II	1,00	1,06	1,33	8,4	252	378	120	39	33	36	38	41	32	30	0,078	67	100	120
6.40	49	19	4/II	1,01	1,08	1,63	10,5	278	417	147	46	34	37	39	42	33	31	0,093	82	123	147
6.60	29	12	4/II	0,96	1,10	0,98	5,5	298	447	87	27	32	35	37	40	30	29	0,052	48	73	87
6.80	31	15	4/II	0,97	1,12	1,03	5,7	300	451	93	29	32	35	37	40	30	29	0,056	52	78	93
7.00	23	14	4/II	0,94	1,14	0,87	4,5	317	476	69	18	31	33	36	39	28	28	0,035	38	58	69
7.20	26	16	4/II	0,95	1,16	0,93	4,8	321	481	78	22	31	34	37	40	29	28	0,042	43	65	78
7.40	23	16	4/II	0,94	1,17	0,87	4,3	328	492	89	18	30	33	36	39	28	28	0,034	38	58	69
7.60	21	21	4/II	0,93	1,19	0,82	4,0	334	501	63	14	30	33	36	39	27	27	0,027	35	53	63
7.80	19	18	2/III	0,99	1,21	0,78	3,6	342	514	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.00	20	20	4/II	0,93	1,23	0,80	3,7	348	521	60	12	30	33	36	39	27	27	0,023	33	50	60
8.20	19	22	2/III	0,99	1,25	0,78	3,5	352	528	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.40	19	24	2/III	0,99	1,27	0,78	3,4	357	536	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.60	17	23	2/III	0,97	1,29	0,72	3,0	354	531	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.80	18	17	2/III	0,98	1,31	0,75	3,1	362	543	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.00	18	15	2/III	0,98	1,33	0,75	3,1	366	549	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.20	21	17	4/II	0,93	1,35	0,82	3,4	379	568	63	11	30	33	36	39	27	27	0,022	35	53	63
9.40	19	17	2/III	0,99	1,37	0,78	3,1	377	565	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.60	19	19	2/III	0,99	1,39	0,78	3,0	380	571	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.80	17	18	2/III	0,97	1,41	0,72	2,7	372	557	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.00	19	20	2/III	0,99	1,43	0,78	2,9	387	580	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.20	16	14	2/III	0,96	1,45	0,70	2,5	368	552	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.40	20	17	4/II	0,93	1,46	0,80	2,9	398	597	60	7	29	32	35	39	26	27	0,016	33	50	60
10.60	20	—	4/II	0,93	1,48	0,80	2,9	401	601	60	7	29	32	35	39	26	27	0,016	33	50	60



## PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 2

## LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL

- data : 07/05/2009

- lavoro :

- quota inizio : Piano Campagna

- località : SELCI, VOC. SANTA MARIA

- prof. falda : 5,40 m da quota inizio

- note :

- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	---	---	--	0,27	---	3,80	21,0	43,0	21,0	1,73	12,0
0,40	10,0	14,0	10,0	0,40	25,0	4,00	27,0	53,0	27,0	2,07	13,0
0,60	18,0	24,0	18,0	1,20	15,0	4,20	28,0	59,0	28,0	2,13	13,0
0,80	20,0	38,0	20,0	1,53	13,0	4,40	28,0	60,0	28,0	1,80	16,0
1,00	22,0	45,0	22,0	2,07	11,0	4,60	24,0	51,0	24,0	1,60	15,0
1,20	30,0	61,0	30,0	2,20	14,0	4,80	26,0	50,0	26,0	1,73	15,0
1,40	32,0	65,0	32,0	1,80	18,0	5,00	28,0	54,0	28,0	1,87	15,0
1,60	29,0	56,0	29,0	1,80	16,0	5,20	26,0	54,0	26,0	1,33	19,0
1,80	32,0	59,0	32,0	1,80	18,0	5,40	50,0	70,0	50,0	2,13	23,0
2,00	38,0	65,0	38,0	2,13	18,0	5,60	23,0	55,0	23,0	2,60	9,0
2,20	40,0	72,0	40,0	2,20	18,0	5,80	29,0	68,0	29,0	1,60	18,0
2,40	38,0	71,0	38,0	1,60	24,0	6,00	26,0	50,0	26,0	2,27	11,0
2,60	29,0	53,0	29,0	1,93	15,0	6,20	29,0	63,0	29,0	2,07	14,0
2,80	27,0	56,0	27,0	1,93	14,0	6,40	23,0	54,0	23,0	1,67	14,0
3,00	28,0	57,0	28,0	1,80	16,0	6,60	23,0	48,0	23,0	1,60	14,0
3,20	27,0	54,0	27,0	1,60	17,0	6,80	26,0	50,0	26,0	1,47	18,0
3,40	26,0	50,0	26,0	1,60	16,0	7,00	21,0	43,0	21,0	---	---
3,60	22,0	46,0	22,0	1,47	15,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t

- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s

- punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

BARTOCCIONI DR. ALFREDO

Viale Unità d'Italia, 6  
06019 Umbertide (PG)

Rifer. CARBO

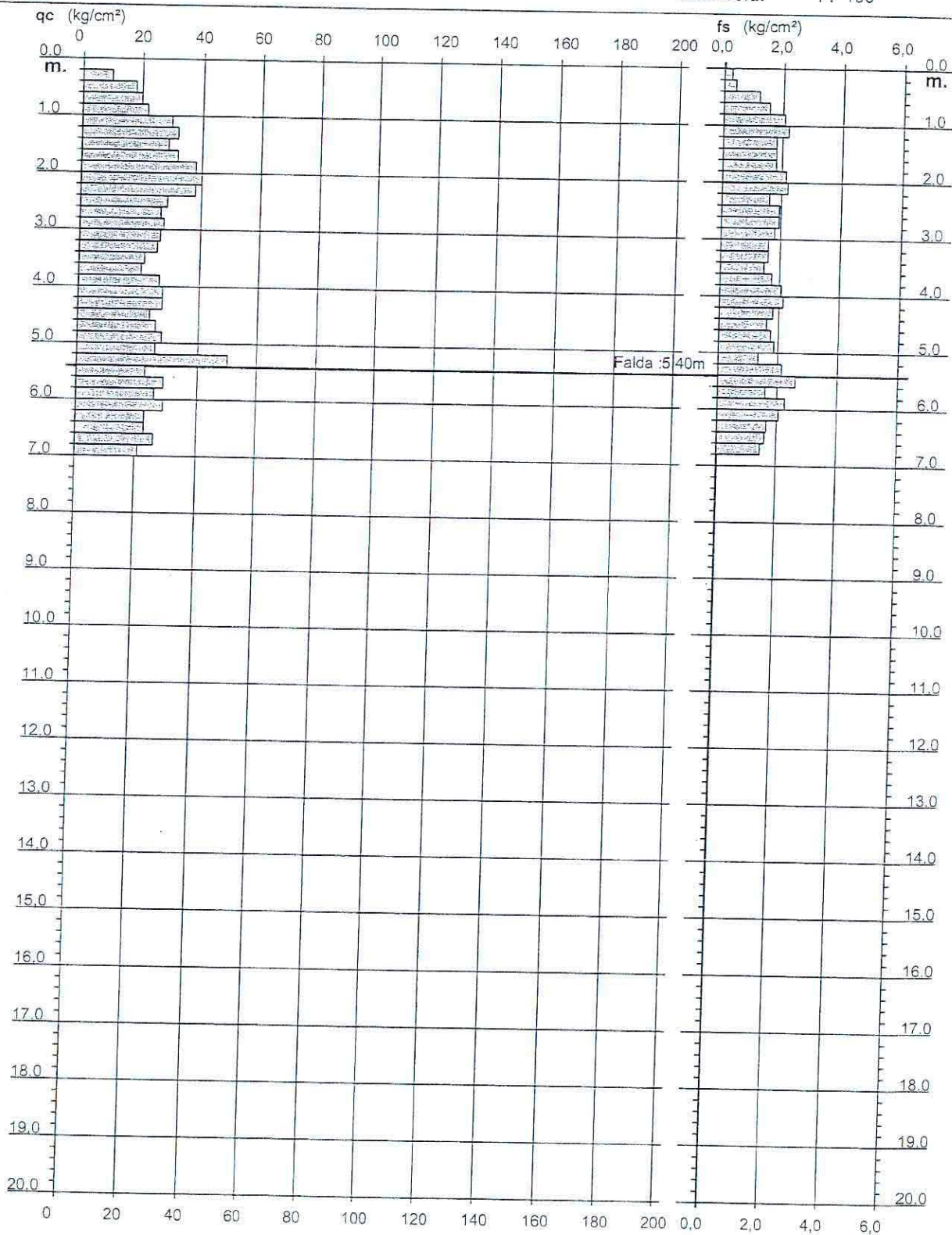
## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL  
- lavoro :  
- località : SELCI, VOC. SANTA MARIA

- data : 07/05/2009  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,40 m da quota inizio  
- scala vert. : 1 : 100





BARTOCCIONI DR. ALFREDO

Viale Unità d'Italia, 6  
06019 Umbertide (PG)

Rifer. CARBO

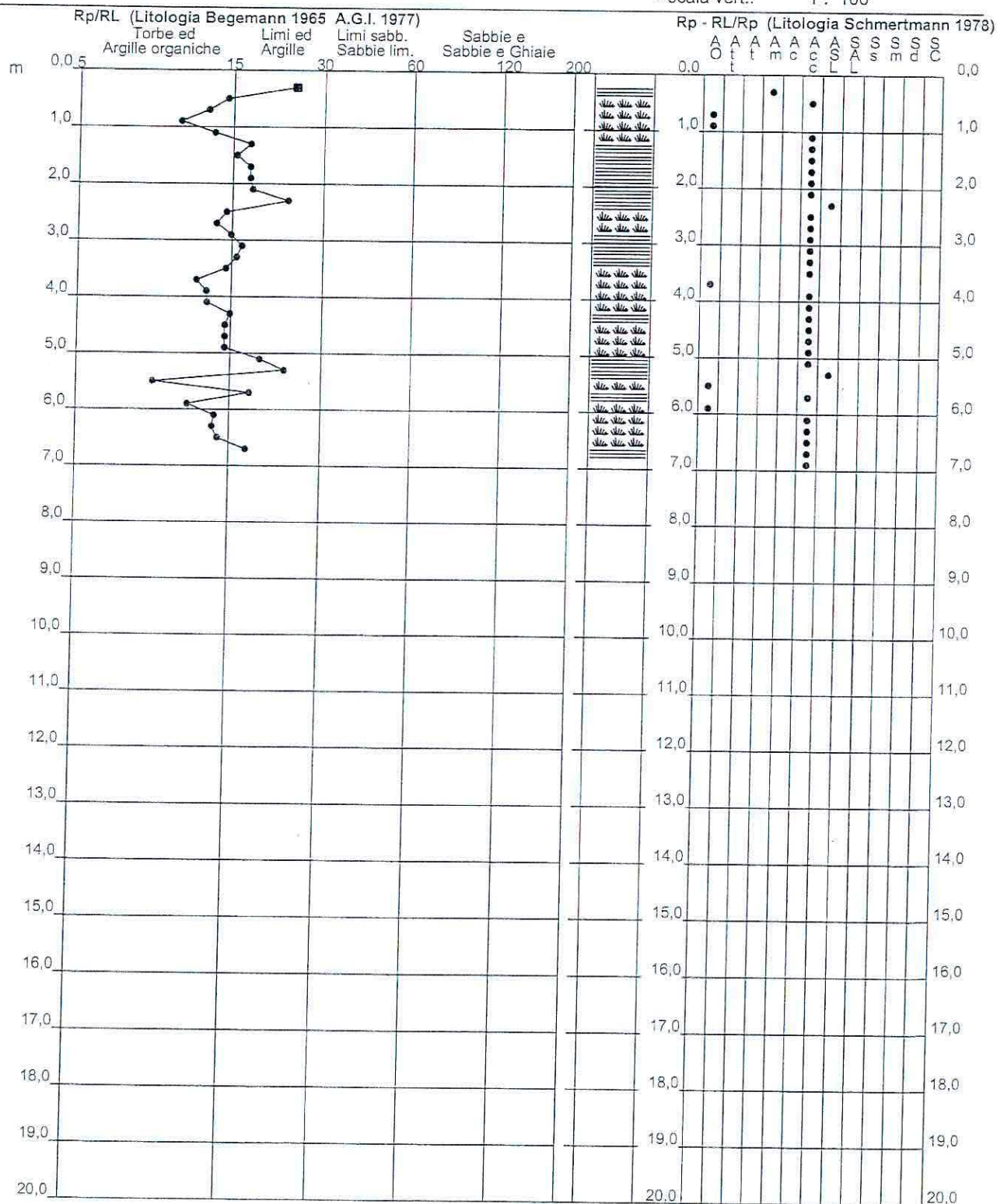
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL  
- lavoro :  
- località : SELCI, VOC. SANTA MARIA  
- note :

- data : 07/05/2009  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,40 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100





## BARTOCCIONI DR. ALFREDO

Viale Unità d'Italia, 6  
06019 Umbertide (PG)

Rifer. CARBO

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL  
- lavoro :  
- località : SELCI, VOC. SANTA MARIA  
- note :- data : 07/05/2009  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,40 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y <sup>-</sup> t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	α1s (°)	α2s (°)	α3s (°)	α4s (°)	αdm (°)	αmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	—	—	???	1,85	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,40	10	25	2/III	1,85	0,07	0,50	68,4	85	128	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,60	18	15	2/III	1,85	0,11	0,75	68,4	128	191	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,80	20	13	4/I	1,85	0,15	0,80	51,7	136	204	60	63	37	39	41	43	38	27	0,140	33	50	60
1,00	22	11	4/I	1,85	0,19	0,85	42,0	144	216	66	61	37	39	41	43	38	28	0,134	37	55	66
1,20	30	14	4/I	1,85	0,22	1,00	41,2	170	255	90	67	37	39	41	43	38	29	0,151	50	75	90
1,40	32	18	4/I	1,85	0,26	1,07	36,8	181	272	96	66	37	39	41	43	38	29	0,147	53	80	96
1,60	29	16	4/I	1,85	0,30	0,98	28,1	167	251	87	59	36	38	40	43	37	29	0,128	48	73	87
1,80	32	18	4/I	1,85	0,33	1,07	26,9	181	272	96	60	36	38	41	43	37	29	0,130	53	80	96
2,00	38	18	4/I	1,85	0,37	1,27	29,2	215	323	114	63	37	39	41	43	37	30	0,139	63	95	114
2,20	40	18	4/I	1,85	0,41	1,33	27,7	227	340	120	62	37	39	41	43	37	30	0,137	67	100	120
2,40	38	24	4/I	1,85	0,44	1,27	23,3	215	323	114	59	36	38	40	43	36	30	0,126	63	95	114
2,60	29	15	4/I	1,85	0,48	0,98	15,3	167	251	87	47	35	37	39	42	34	29	0,097	48	73	87
2,80	27	14	4/I	1,85	0,52	0,95	13,4	161	242	81	43	34	36	39	41	33	28	0,087	45	68	81
3,00	28	16	4/I	1,85	0,55	0,97	12,5	164	246	84	43	34	36	39	41	33	28	0,086	47	70	84
3,20	27	17	4/I	1,85	0,59	0,95	11,3	161	242	81	40	34	36	39	41	33	28	0,079	45	68	81
3,40	26	16	4/I	1,85	0,63	0,93	10,2	158	237	76	37	33	36	38	41	32	28	0,073	43	65	78
3,60	22	15	4/I	1,85	0,67	0,85	8,5	158	237	66	30	32	35	38	40	31	28	0,056	37	55	66
3,80	21	12	4/I	1,85	0,70	0,82	7,7	171	256	83	27	32	34	37	40	30	27	0,052	35	53	63
4,00	27	13	4/I	1,85	0,74	0,85	8,5	176	263	81	34	33	35	38	41	31	28	0,067	45	66	81
4,20	28	13	4/I	1,85	0,78	0,97	8,2	185	278	84	34	33	35	38	41	31	28	0,067	47	70	84
4,40	28	16	4/I	1,85	0,81	0,97	7,8	197	296	84	33	33	35	38	41	31	28	0,065	47	70	84
4,60	24	15	4/I	1,85	0,85	0,89	6,8	218	327	72	27	32	34	37	40	30	28	0,051	40	60	72
4,80	26	15	4/I	1,85	0,89	0,93	6,6	227	341	78	29	32	35	37	40	30	28	0,055	43	65	78
5,00	28	15	4/I	1,85	0,93	0,97	6,6	237	355	84	30	32	35	38	40	30	28	0,058	47	70	84
5,20	26	19	4/I	1,85	0,96	0,93	6,0	255	382	78	27	32	34	37	40	30	28	0,051	43	65	78
5,40	50	23	4/I	1,01	0,98	1,67	12,2	283	425	150	49	35	37	39	42	33	31	0,100	83	125	150
5,60	23	9	4/I	0,94	1,00	0,87	5,3	274	411	68	21	31	34	37	40	29	28	0,041	38	58	69
5,80	29	18	4/I	0,96	1,02	0,98	6,0	270	405	87	29	32	35	37	40	30	29	0,056	48	73	87
6,00	26	11	4/I	0,95	1,04	0,93	5,5	282	423	78	25	31	34	37	40	29	28	0,047	43	65	78
6,20	29	14	4/I	0,96	1,06	0,98	5,7	284	426	87	28	32	35	37	40	30	29	0,054	48	73	87
6,40	23	14	4/I	0,94	1,08	0,87	4,8	299	448	69	20	31	34	36	40	28	26	0,037	38	58	69
6,60	23	14	4/I	0,94	1,10	0,87	4,7	305	457	69	19	31	34	36	40	28	26	0,037	38	58	69
6,80	26	18	4/I	0,95	1,11	0,93	5,0	308	461	78	23	31	34	37	40	29	28	0,044	43	65	78
7,00	21	—	4/I	0,93	1,13	0,82	4,2	315	475	63	15	30	33	36	39	28	27	0,029	35	53	63

# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 3**

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL  
 - lavoro :  
 - località : LOC. SANTA MARIA, SELCI  
 - note :

- data : 10/02/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	18,0	21,0	18,0	0,20	90,0	3,60	24,0	51,0	24,0	1,67	14,0
0,40	7,0	10,0	7,0	0,33	21,0	3,80	23,0	48,0	23,0	1,93	12,0
0,60	12,0	17,0	12,0	0,93	13,0	<b>4,00</b>	30,0	59,0	30,0	2,27	13,0
0,80	14,0	28,0	14,0	1,20	12,0	4,20	31,0	65,0	31,0	2,40	13,0
<b>1,00</b>	15,0	33,0	15,0	1,60	9,0	4,40	31,0	67,0	31,0	2,00	16,0
1,20	20,0	44,0	20,0	1,67	12,0	4,60	27,0	57,0	27,0	1,80	15,0
1,40	22,0	47,0	22,0	1,40	16,0	4,80	29,0	56,0	29,0	1,93	15,0
1,60	20,0	41,0	20,0	1,40	14,0	<b>5,00</b>	31,0	60,0	31,0	2,07	15,0
1,80	22,0	43,0	22,0	1,40	16,0	5,20	29,0	60,0	29,0	1,47	20,0
<b>2,00</b>	26,0	47,0	26,0	1,67	16,0	5,40	56,0	78,0	56,0	2,33	24,0
2,20	27,0	52,0	27,0	1,67	16,0	5,60	26,0	61,0	26,0	2,87	9,0
2,40	26,0	51,0	26,0	1,20	22,0	5,80	32,0	75,0	32,0	1,80	18,0
2,60	20,0	38,0	20,0	1,53	13,0	<b>6,00</b>	29,0	56,0	29,0	2,53	11,0
2,80	18,0	41,0	18,0	1,47	12,0	6,20	32,0	70,0	32,0	2,27	14,0
<b>3,00</b>	19,0	41,0	19,0	1,40	14,0	6,40	26,0	60,0	26,0	1,80	14,0
3,20	18,0	39,0	18,0	1,20	15,0	6,60	26,0	53,0	26,0	-----	---
3,40	18,0	36,0	18,0	1,80	10,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing$  = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

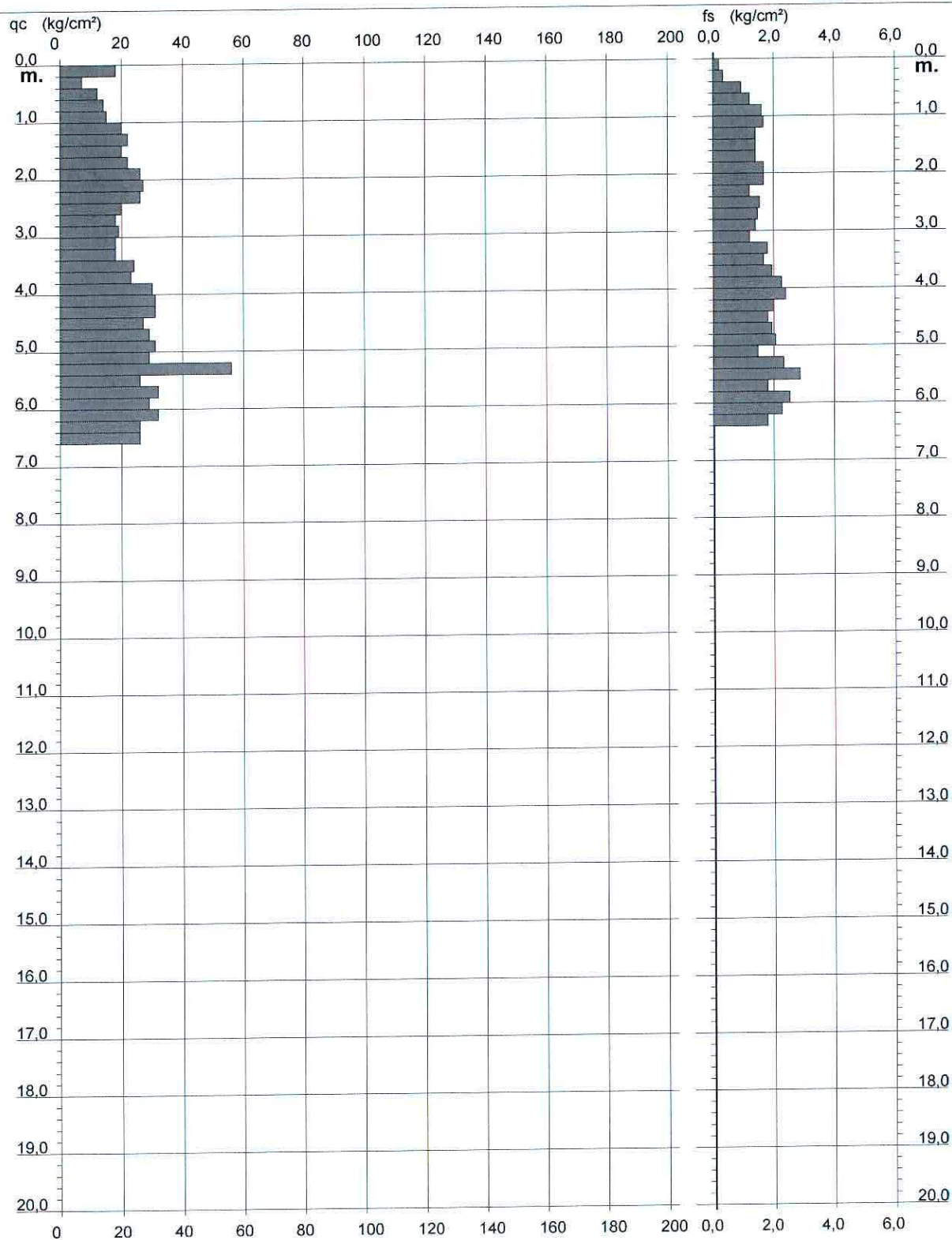
## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 3**

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL  
- lavoro :  
- località : LOC. SANTA MARIA, SELCI

- data : 10/02/2014  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100





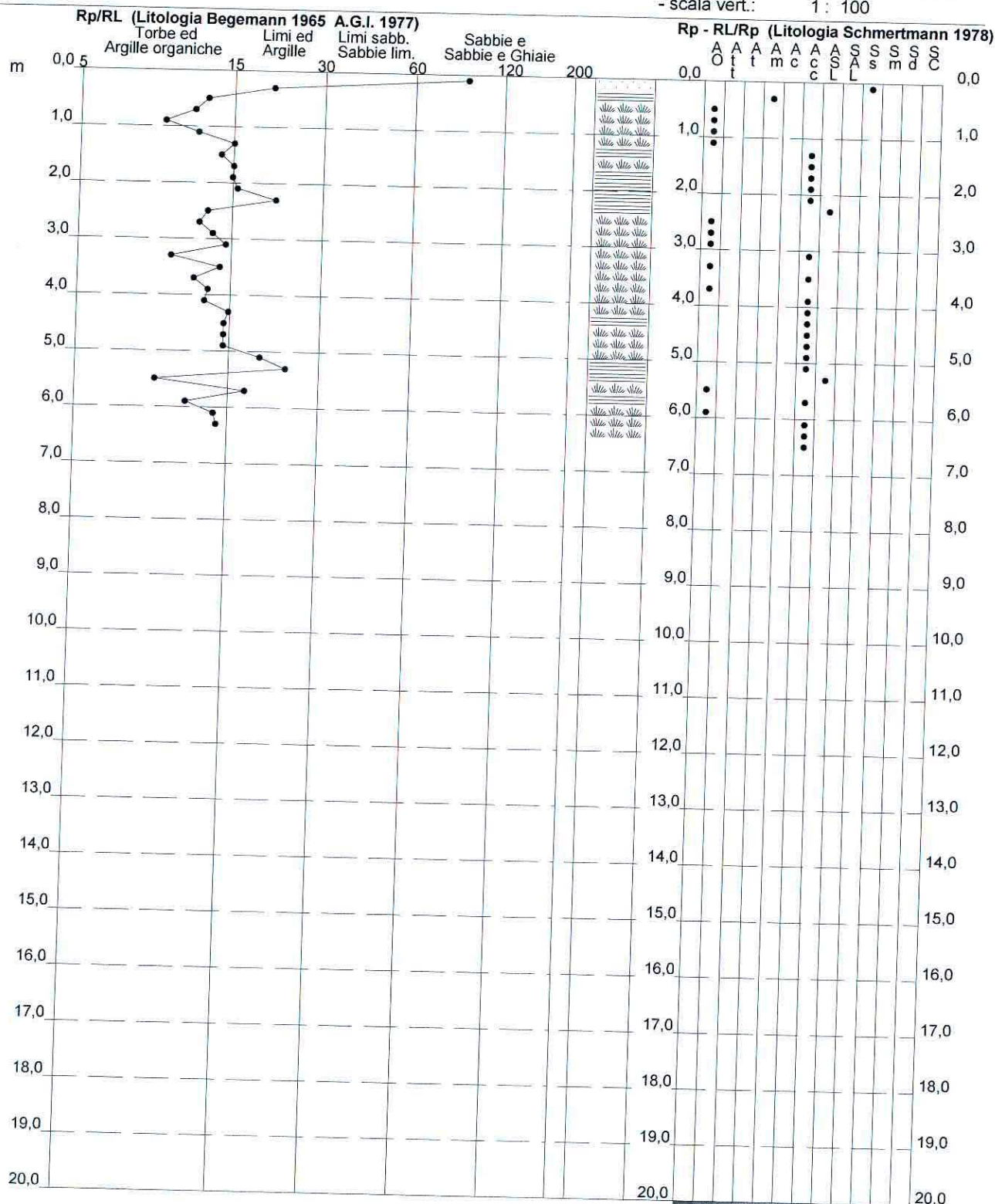
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL  
 - lavoro :  
 - località : LOC. SANTA MARIA, SELCI  
 - note :

- data : 10/02/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 100



# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 3**

2.01PG05-043

- committente : CARBONELLA SRL  
 - lavoro :  
 - località : LOC. SANTA MARIA, SELCI  
 - note :

- data : 10/02/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm³	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0.20	18	90	4/1/1	1.85	0.04	0.75	99.9	128	191	56	93	41	42	44	45	44	27	0.235	30	45	54
0.40	7	21	2/III/1	1.85	0.07	0.35	43.8	59	89	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.60	12	13	2/III/1	1.85	0.11	0.57	48.7	97	146	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.80	14	12	2/III/1	1.85	0.15	0.64	38.9	108	162	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.00	15	9	2/III/1	1.85	0.19	0.67	31.2	113	170	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.20	20	12	4/1/1	1.85	0.22	0.80	31.2	136	204	60	53	35	38	40	42	36	27	0.113	33	50	60
1.40	22	16	4/1/1	1.85	0.26	0.85	27.6	144	216	66	53	35	38	40	42	36	28	0.111	37	55	66
1.60	20	14	4/1/1	1.85	0.30	0.80	21.8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0.095	33	50	60
1.80	22	16	4/1/1	1.85	0.33	0.85	20.1	144	216	66	47	35	37	39	42	35	28	0.096	37	55	66
2.00	26	16	4/1/1	1.85	0.37	0.93	19.8	158	237	78	50	35	37	40	42	35	28	0.104	43	65	78
2.20	27	16	4/1/1	1.85	0.41	0.95	18.1	161	242	81	49	35	37	39	42	35	28	0.101	45	68	81
2.40	26	22	4/1/1	1.85	0.44	0.93	15.8	158	237	78	46	34	37	39	42	34	28	0.093	43	65	78
2.60	20	13	4/1/1	1.85	0.48	0.80	11.9	136	204	60	35	33	35	38	41	32	27	0.067	33	50	60
2.80	18	12	2/III/1	1.85	0.52	0.75	10.0	128	191	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.00	19	14	2/III/1	1.85	0.55	0.78	9.5	133	200	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.20	18	15	2/III/1	1.85	0.59	0.75	8.4	141	211	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.40	18	10	2/III/1	1.85	0.63	0.75	7.8	152	228	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.60	24	14	4/1/1	1.85	0.67	0.89	9.0	158	237	72	33	33	35	38	41	31	28	0.064	40	60	72
3.80	23	12	4/1/1	1.85	0.70	0.87	8.2	168	252	69	30	32	35	38	40	31	28	0.058	38	58	69
4.00	30	13	4/1/1	1.85	0.74	1.00	9.1	176	264	90	38	33	36	38	41	32	29	0.075	50	75	90
4.20	31	13	4/1/1	1.85	0.78	1.03	9.0	184	276	93	38	33	36	38	41	32	29	0.075	52	78	93
4.40	31	16	4/1/1	1.85	0.81	1.03	8.5	193	290	93	37	33	36	38	41	32	29	0.072	52	78	93
4.60	27	15	4/1/1	1.85	0.85	0.95	7.2	212	317	81	31	32	35	38	41	31	28	0.060	45	68	81
4.80	29	15	4/1/1	1.85	0.89	0.98	7.1	221	332	87	32	33	35	38	41	31	29	0.063	48	73	87
5.00	31	15	4/1/1	1.85	0.93	1.03	7.2	230	344	93	34	33	35	38	41	31	29	0.066	52	78	93
5.20	29	20	4/1/1	1.85	0.96	0.98	6.5	249	373	87	30	32	35	38	40	30	29	0.059	48	73	87
5.40	56	24	4/1/1	1.85	1.00	1.87	13.7	317	476	168	52	35	38	40	42	34	31	0.109	93	140	168
5.60	26	9	4/1/1	1.85	1.04	0.93	5.5	281	422	78	25	31	34	37	40	29	28	0.047	43	65	78
5.80	32	18	4/1/1	1.85	1.07	1.07	6.2	281	421	96	31	32	35	38	40	30	29	0.060	53	80	96
6.00	29	11	4/1/1	1.85	1.11	0.98	5.4	302	453	87	27	32	34	37	40	29	29	0.051	48	73	87
6.20	32	14	4/1/1	1.85	1.15	1.07	5.7	308	461	96	29	32	35	37	40	30	29	0.057	53	80	96
6.40	26	14	4/1/1	1.85	1.18	0.93	4.6	330	494	78	22	31	34	37	40	29	28	0.041	43	65	78
6.60	26	-	4/1/1	1.85	1.22	0.93	4.5	341	511	78	21	31	34	37	40	28	28	0.040	43	65	78

