

**R.3**

**UNIONE DELLA ROMAGNA FAENTINA**  
**Comune di Faenza**

**Studio Tecnico geom.CAVINA-MONTEVECCHI**

**corso Matteotti 27**  
**Faenza**

**arch.PAGANI**

**fax 0546-680247**

**tel.0546-28197**

**Piano Particolareggiato**  
**relativo alla scheda di PRG n.37**  
**"Area Via Reda 2" - COMPARTI 1-4**

**UBICAZIONE: Via Reda - Via Soldata**

**COMMITTENTE**

**PINO s.r.l.**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**Fg.176 Mapp.170-294-92-193-195**  
**194-196-205**

**Rapp. 1:1000**

**PROGETTISTA**

Con la consulenza specialistica di:

TOPOGRAFIA

VALUTAZIONE AMBIENTALE ED ACUSTICA

GEOLOGIA

RETI FOGNARIE-IDRICHE  
ILLUMINAZIONE PUBBLICA

-Studio Topografico Faenza

-Ing. Conti Franca

-Dott. Geol. Marabini Stefano

-Studio Energia



**Studio Geologico**  
**dott. Stefano Marabini**  
Via San Martino, 1  
48018 FAENZA (RA)  
tel. : 348 2680965  
e-mail: stemarabini@libero.it

**PINO s.r.l.**

**PIANO PARTICOLAREGGIATO**  
**relativo alla**  
**SCHEDA P.R.G. n.37**  
**“AREA VIA REDA 2”**  
**COMPARTI 1-4**  
**(Comune di Faenza - Ra)**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

(D.M. 17/01/2018, DGR 2193/2015):

- 1 - GENERALITA'.
- 2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.
- 3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE.
- 4 - ANALISI GEOLOGICO-TECNICA.
- 5 - ANALISI DEL RISCHIO SISMICO.
- 6 - CONCLUSIONI.

**Allegati:**

**TAV. 1 Carta geologica 1:10.000**

**TAV. 2 Carta geotecnica e idrogeologica 1:1.000**

**TAV. 3 Sezione geologico-tecnica 1:1.000**

- n. 4+2 grafici e tabelle di penetrometrie statiche (CPT)
- n. 2 stratigrafie di trincee geognostiche
- Rapporto di indagine sismica mediante *tromografo*



*Relazione Geologica*

## **1 - GENERALITA'.**

Su incarico della Proprietà è stata effettuata una analisi geologico-tecnica e del rischio sismico a supporto del **PIANO PARTICOLAREGGIATO relativo alla SCHEDA PRG n. 37 "AREA VIA REDA 2" – COMPARTI 1-4 (Comune di Faenza – Ra)**, il quale prevede la realizzazione di lotti per fabbricati a uso produttivo/artigianale su una superficie di circa **2,7ha** (v. **PROGETTO dello Studio CAVINA-MONTEVECCHI-PAGANI di Faenza e TAVV. 1, 2 e 3** ).

In considerazione dei caratteri geologici generali noti per l'ambito di piana terrazzata in oggetto posto alla periferia est di Faenza (v. **ad es. Cartografia Geologica Regione Emilia-Romagna**), e in riferimento alle Normative Tecniche vigenti (**D.M. 17/01/2018, DGR 2193/2015**), per definire la fattibilità geologica dell'intervento urbanistico in progetto sono stati effettuati rilievi morfostratigrafici e idrogeologici e, in particolare, si sono acquisiti i risultati delle seguenti indagini geognostiche e geofisiche *in situ* (v. **allegati**) :

- **n. 4 penetrometrie statiche (CPT 1, 2, 3 e 4)** effettuate in data 11/03/2019 all'interno dell'area di studio e spinte a rifiuto tecnico in corrispondenza di uno strato ghiaioso compatto sino a profondità massima di -16m, e per ulteriore controllo areale anche **n. 2 penetrometrie statiche (CPT 2/08, 5/08)** effettuate nel 2008 nell'adiacente "AREA VIA REDA 1".
- **n. 2 trincee geognostiche** scavate a profondità di -4/-5 metri per un accertamento litologico e idrogeologico diretto dei terreni superficiali, rispettivamente posizionate al centro dell'area di studio ( **T 1** ) e al limite meridionale ( **T 2** ).
- **n. 1 sessione di misure geofisiche mediante tromografo**, per la determinazione della **Vs 30** e della **Categoria sismica dei terreni** a partire dalla frequenza di risonanza del terreno.

Inoltre, l'analisi del rischio sismico è stata integrata con l'acquisizione critica dei risultati dello studio di microzonazione sismica (**D.A.L. 112/2007**) recentemente commissionato dal Comune di Faenza, che sono stati aggiornati in coerenza con quanto richiesto dalla **DGR 2193/2015**.

I risultati complessivi dell'analisi geologico-tecnica e sismica sono illustrati nella presente **Relazione Geologica**, che è corredata dei seguenti elaborati cartografici e grafici:

- **TAV. 1 Carta geologica 1:10.000**
- **TAV. 2 Carta geotecnica e idrogeologica 1:1.000**
- **TAV. 3 Sezione geologico-tecnica 1:1.000**

*Relazione Geologica*

## **2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.**

### **2.1 Geomorfologia e idrogeologia superficiale.**

L'“**AREA VIA REDA 2**” si colloca, a quota compresa tra 33/35 m s.l.m. e leggermente elevata rispetto alla piana di fondovalle attuale posta alcune centinaia di metri più a nord (*Unità di Modena – AES8a*), integralmente nell'ambito del vasto semiconoide orientale del sistema F.Lamone/Marzeno di età Pleistocene superiore/Olocene antico (*Subsistema di Ravenna – AES8*), la cui superficie piana costituisce il *terrazzo del Borgo Durbecco* (v. TAV. 1).

In particolare, questa porzione di piana terrazzata presenta un pendenza regolare di circa 0,7% verso nord-est che garantisce condizioni di buona efficienza per il deflusso idrico superficiale delle acque meteoriche per un adeguato intorno.

L'elemento del reticolo idrografico minore più prossimo all'area di studio è costituito dallo *Scolo Cerchia*, il cui alveo artificiale e rettilineo (parzialmente intubato) costeggia la Via Reda che delimita a ovest l'area di studio (v. TAVV. 1, 2).

### **2.2 Litostratigrafia.**

Nell'ambito dell' “**AREA VIA REDA 2**”, attualmente adibita a coltivi (eccetto un modesto fabbricato zootecnico da demolirsi), affiora estesamente uno spesso suolo vegetale omogeneo di colore bruno, a tessitura prevalentemente limosa e decarbonatato (tipo suoli *Tegagna* nella Classificazione Regione E-R), le cui caratteristiche di elevata evoluzione documentano una stabilità geomorfologica “storica” dell'area (in pratica che non è stata soggetta ad alluvionamenti da alcuni millenni).

Per quanto riguarda la litostratigrafia dei depositi sedimentari del primo sottosuolo, le informazioni geognostiche bibliografiche (v. **ubicazione in FIG.1 delle indagini dell'Archivio Geognostico Regionale**) e quelle di nuova acquisizione (v. **par. 3.1**), consentono di delineare un quadro attendibile sino a profondità di una ventina di metri, così sintetizzabile (v. **anche Sezione geologico-tecnica di TAV. 3**):

- a) **orizzonte superficiale (strati A e B)**, di spessore intorno 7/9m, costituito da terreni fini a prevalente granulometria limoso-argillosa e limoso-sabbiosa, da normalmente consolidati a notevolmente addensati e/o concrezionati. Nella porzione superiore di questo strato alluvionale fine, la cui deposizione è riconducibile al *Pleistocene finale – Olocene antico* (circa 10.000 anni fa), sono presenti sottili orizzonti di paleosuoli sepolti, tra cui il cosiddetto *Paleosuolo San Martino*, individuato per la prima volta proprio tra questa zona e Santa Lucia

### *Relazione Geologica*

delle Spianate durante i lavori per l'Acquedotto di Romagna nei passati anni '80 (Marabini S., Lenaz R., Vai G.B., 1987 - Pleistocene superiore e Olocene del margine pedepenninico romagnolo: rapporto preliminare, Rend. Soc. Geol. It., 10, pp.33-37).

- b) **orizzonte profondo (strato C)**, a profondità compresa tra 7/9m e 13/15m, costituito da alternanza di prevalenti sabbie più o meno limose e limi argilloso-sabbiosi, tendenzialmente addensati.
- c) **orizzonte basale (strato D)**, a partire da profondità intorno -13/15m sino ad almeno una ventina di metri, costituito da terreni ghiaioso-sabbiosi molto addensati.

La geometria tabulare degli orizzonti alluvionali del primo sottosuolo dell'“**AREA VIA REDA 2**”, che è schematizzata nella **Sezione geologico-tecnica** di **TAV. 3** sulla base dei risultati geognostici, non evidenzia in generale il rischio di discontinuità tali da rappresentare criticità geologico-tecniche per la fattibilità di “normali” assetti fondali per gli edifici in progetto (quali potrebbe essere la presenza di paleoalvei colmati con “terreni molli”).

### **2.3 Idrogeologia sotterranea.**

Per quanto riguarda l'idrogeologia sotterranea in corrispondenza dell'“**AREA VIA REDA 2**” è innanzitutto da considerare che il primo sottosuolo è caratterizzato, sino a profondità di almeno una decina di metri, dalla presenza di orizzonti decimetrici/metrici di alluvioni fini e poco permeabili tali da indurre, nel loro insieme, un discreto rallentamento per la filtrazione verticale delle acque meteoriche e quindi situazioni locali di potenziale ristagno idrico subsuperficiale.

Allo scopo di inquadrare con attendibile progettualità preliminare l'idrogeologia sotterranea dell'area di studio, sono state comunque elaborate le isofreatiche di **TAV. 2**, integrando i seguenti dati freaticometrici acquisiti entro i fori penetrometrici del marzo 2019, dopo un periodo invernale di modeste precipitazioni meteoriche:

penetrometrie statiche (CPT)	profondità falda (11 marzo 2019)
<b>CPT 1</b>	<b>-5,8m</b>
<b>CPT 2</b>	<b>-5,9m</b>
<b>CPT 3</b>	<b>-5,9m</b>
<b>CPT 4</b>	<b>-5,1m</b>

### *Relazione Geologica*

Questi valori sono coerenti con i dati freaticometrici dell'Archivio Geognostico Regionale e in particolare con la CARTA IDROGEOLOGICA DEL PRG. '98 del Comune di Faenza, elaborata sulla base della CARTA ISOPIEZE 1:10.000 (a firma dr. geol. F.Foschi, dr. geol. G.Ortelli, dr. geol. O.Zani) contenuta in: USL N.37 - FAENZA - INDAGINE IDROGEOLOGICA E IDROCHIMICA FINALIZZATA ALLA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLE ACQUE DELLA FALDA FREATICA NEI COMUNI DI FAENZA, CASTELBOLOGNESE, SOLAROLO, novembre 1993, in cui per questa zona fu stimata una profondità minima del livello della falda freatica prossima a -5/m rispetto al piano campagna naturale.

In sintesi, sulla base delle informazioni idrogeologiche disponibili, si possono così inquadrare i caratteri idrogeologici sotterranei in corrispondenza dell'“**AREA VIA REDA 2**”, i quali rappresentano implicazioni obiettivamente marginali in termini di interferenza per l'edificazione:

- a) Il deflusso della falda freatica si esplica con prevalente gradiente verso nord-est, cioè lungo l'asse del semiconoide, apparendo condizionato dalla geometria lenticolare degli orizzonti di terreni alluvionali subsuperficiali meno permeabili, concentrati soprattutto nella zona occidentale.
- b) Interpretando la forma dei grafici penetrometrici e i dati geognostici stratigrafici, si desume, indicativamente, che la profondità minima raggiunta dal livello piezometrico negli ultimi secoli, nei periodi climatici molto piovosi, abbia comunque oscillato a profondità di oltre -3/-3,5m.

## **3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE.**

### **3.1 Prove penetrometriche statiche.**

Nella TAV. 2 sono indicati i siti delle **n. 4 penetrometrie statiche** (CPT1, CPT2, CPT3, CPT4) appositamente eseguite nel marzo 2019 all'interno dell'“**AREA VIA REDA 2**”, oltre che delle **n. 2 penetrometrie statiche** (CPT 2/08 e CPT 5/08) eseguite nel settembre 2008 nell'adiacente “**AREA VIA REDA 1**” a monte.

Nei grafici e nelle tabelle delle penetrometrie statiche, eseguite con attrezzatura da 20t utilizzando punta meccanica (*friction jacket cone*), sono tabulati in particolare i seguenti parametri:

- **Rp ( kg/cmq): Resistenza punta**
- **RI (kg/cmq): Resistenza laterale locale**
- **Rp / Rf (*rapporto di Begemann*)**

### *Relazione Geologica*

- **parametri geomeccanici:**

$\gamma$  = peso dell'unità di volume

$c_u$  = coesione non drenata

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio

$E'$  = modulo di deformabilità per incremento netto di tensione

### **3.2 Trincee geognostiche.**

Nella **TAV. 2** sono anche indicati i siti delle **n. 2 trincee geognostiche** scavate con pala meccanica allo scopo di verificare direttamente litologia e caratteri idrogeologici dei terreni di potenziale appoggio per fondazioni superficiali.

Le osservazioni di dettaglio relative alle trincee geognostiche sono riassunte nelle seguenti colonne stratigrafiche:

#### **TRINCEA 1 : zona nord**



### Relazione Geologica

	0 m
suolo arativo limoso non calcareo	
	-0,50
limo chiaro (= orizzonte calcico alla base del suolo)	
	-0,80
limo sabbioso e sabbia limosa giallastra, asciutti	
	-1,40
limo giallastro con sparse concrezioni calcaree	
	-1,75
limo bruno-giallastro, compatto (= <i>paleosuolo</i> ?)	
	-1,90
limo giallastro, asciutto e compatto	
	-2,10
limi scuro, asciutto e compatto (= <i>paleosuolo</i> )	
	-2,20
limo sabbioso giallo screziato "tenero"	
	-2,40
sabbia media gialla asciutta	
	-2,70
alternanza di limi e limi argillosi di colore screziato grigiastri-ocracei, con concrezioni calcaree, compatti	
	-4,00 fine scavo

#### TRINCEA 2 : zona sud

	0 m
suolo limoso bruno, non calcareo	
	- 0,70
limo biancastro, concrezionato da abbondanti patine calcaree e calcinelli, molto compatto (= orizzonte calcico alla base del suolo)	
	-1,90
sabbie limose chiare, asciutte, molto compatte	
	-2,10
sabbie chiare con subordinati livelli decimetrici di limo, molto compatte e parzialmente concrezionate ( quasi cementate a -2,8m)	
	2,80
sabbie da medio grossolane a fini, giallastre, asciutte e molto compatte	
	4,70
limi sabbiosi giallastri, asciutti e compatti	
	5,00 fine scavo

### 3.3 Sintesi dei risultati geognostici.

Sulla base dei valori penetrometrici e della taratura litologica fornita dalle **trincee geognostiche**, nei diagrammi penetrometrici sono sintetizzate le seguenti suddivisioni litostratigrafiche dei terreni del primo sottosuolo all'interno



### *Relazione Geologica*

dell'“AREA VIA REDA 2”, al di sotto del suolo agrario (v. anche Sezione geologico-tecnica di TAV. 3):

**strato A (superficiale)** : con base a profondità di **-3/-3,5m**, costituito da terreni prevalentemente fini (limi e sabbie fini parzialmente concrezionate di calcare), asciutti e tendenzialmente resistenti (**Rp medio  $\geq 20-25\text{daN/cm}^2$** ).

Si tratta di antichi terreni alluvionali consolidatesi naturalmente a seguito di processi di essiccamento e pedogenetici, localmente con discreto sviluppo di concrezionamento carbonatico.

**strato B (subsuperficiale)** : a profondità compresa tra **-3/-3,5m** e **-7/-8,5m**, costituito da alternanza di terreni prevalentemente limoso-argillosi e limoso-sabbiosi, parzialmente saturi e mediamente resistenti (**Rp medio  $\approx 20\text{daN/cm}^2$** ).

**strato C (profondo)** : a profondità compresa tra **-7/-8,5m** e **-13,5/-14,5m**, costituito da terreni prevalentemente sabbiosi più o meno limosi, saturi e a grado di addensamento tendenzialmente elevato (**Rp medio  $\geq 20-25\text{daN/cm}^2$** ).

**strato D (basale)** : a profondità di oltre **-13,5/-14,5m**, costituito da terreni ghiaioso-sabbiosi resistenti (**Rp medio  $\gg 100\text{daN/cm}^2$** ).

## **4 - ANALISI GEOLOGICO-TECNICA.**

Allo scopo di definire la fattibilità geologico-tecnica degli interventi edificatori in progetto nell' “AREA VIA REDA 2” è stata effettuata una specifica analisi preliminare, tenendo innanzitutto conto che l'analisi morfostratigrafica e idrogeologica non ha obiettivamente evidenziato situazioni di particolare criticità geologica per l'edificabilità della medesima.

In particolare, l'analisi geologico-tecnica è stata quindi indirizzata alla definizione di fattibilità di **fondazioni superficiali**, e a tale scopo in **TAV. 2** sono riportati, in corrispondenza dei singoli punti di indagine penetrometrica, valori medi e cautelativi di **Rp (daN/cm<sup>2</sup>)** per i terreni posti rispettivamente a **-1,6/-2,6m** e **-2,6/-4m**, cioè negli intervalli di profondità di appoggio fondale per edifici privi o muniti di piani interrati.

*Relazione Geologica*

In considerazione di valori penetrometrici arealmente omogenei e tendenzialmente elevati che sono stati riscontrati, non si è ritenuto di proporre, all'interno dell'area di studio, alcuna zonazione di edificabilità, individuando la seguente unica **classe unica di edificabilità** (v. TAV. 2):

**ZONA A** : **terreni superficiali di fondazione a buone caratteristiche geomeccaniche ( $R_p$  medio  $\geq 18 \text{ daN/cm}^2$ ).**

Sulla base di questa constatazione, si prospettano come particolarmente idonee le seguenti soluzioni di assetto fondale superficiale:

**Fabbricati privi di piano interrato:** **fondazioni nastriformi e/o a plinti con piano di appoggio a profondità di -1,5/-2m**

**Fabbricati muniti di piano interrato:** **fondazioni a platea con piano di appoggio a profondità di -3/3,5m**

Per quanto riguarda una stima preliminare di **Pressione Ammissibile** dei terreni superficiali di fondazione dell'"AREA VIA REDA 2", si ritiene attendibile e prudentiale, in rapporto ai valori penetrometrici obiettivamente buoni e alla litologia limosa e sabbiosa dei medesimi, di considerare comunque un valore massimo di **coefficiente di correzione = 14** a partire dai valori medi prudentiali di  **$R_p$**  (v. **teorie sperimentali di Sanglerat e di L'Herminier**).

Quindi, facendo un riferimento critico alla distribuzione areale dei valori medi di  **$R_p$**  (v. TAV. 2), si prospetta il seguente quadro preliminare di riferimento per la portanza dei terreni di fondazione superficiali:

- **fondazioni nastriformi e/o a plinti**

**con piano di appoggio a profondità minima pari a -1,5m:**

$$\begin{aligned} \text{P.Amm. (Pressione Ammissibile) minima} &= R_p / 14 \\ &= 21/14 \\ &= 1,5 \text{ daN/cm}^2 \end{aligned}$$

- **fondazioni a platea**

**con piano di appoggio a profondità di -3/3,5m :**

$$\begin{aligned} \text{P.Amm. (Pressione Ammissibile) massima} &= R_p / 14 \\ &= 18/14 \\ &= 1,25 \text{ daN/cm}^2 \end{aligned}$$

I suddetti valori di portanza sono compatibili anche in termini di compressibilità dei terreni, come si desume indicativamente dalla seguente stima dei cedimenti ottenuta considerando per la diffusione dei carichi il **grafico di**

### Relazione Geologica

Boussinesq-Westergaard, e in particolare : **a) sovraccarico di 0,6daN/cm<sup>q</sup> (1,5daN/cm<sup>q</sup> - pressione di sovraconsolidamento stimata equivalente al peso di uno strato di terreno di spessore 5m) per fondazioni nastroforni larghe 1m e poggiate a -1,5m; b) sovraccarico di 0,25daN/cm<sup>q</sup> (1,25daN/cm<sup>q</sup> - pressione di sovraconsolidamento stimata come equivalente al peso di uno strato di terreno di spessore 5m) per una platea con "nervature" larghe 2m e poggiate a -3m :**

VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI	
mv =	1 / (a · Rp) = coeff. compressibilità
in cui:	a = coeff. terreno
	Rp = Resistenza statica punta (daN/cm <sup>q</sup> )
Σδh = Σh · mv · δp	= cedimento totale (cm)
in cui:	δh = cedimento parziale (cm)
	h = spessore strato singolo (cm)
	δp = incremento carico (daN/cm <sup>q</sup> )

#### FONDAZIONI NASTRIFORMI POGGIATE A -1,5 m

PENETROMETRIA STATICA CPT 1			
strati	δp	mv	δh
-1,5/-2,5m	0,60	0,007	0,40
-2,5/-3,5m	0,33	0,006	0,20
-3,5/-4,5m	0,18	0,008	0,14
-4,5/-5,5m	0,12	0,008	0,10
-5,5/-6,5m	0,10	0,008	0,08
-6,5/-7,5m	0,08	0,008	0,06
-7,5/-8,5m	0,07	0,005	0,03
-8,5/-9,5m	0,06	0,007	0,04
-9,5/-10,5m	0,05	0,006	0,03

$$\Sigma\delta h = \underline{1,07\text{cm}}$$

PENETROMETRIA STATICA CPT 3			
strati	δp	mv	δh
-1,5/-2,5m	0,60	0,007	0,40
-2,5/-3,5m	0,33	0,006	0,21
-3,5/-4,5m	0,18	0,007	0,13
-4,5/-5,5m	0,12	0,007	0,08
-5,5/-6,5m	0,10	0,007	0,07
-6,5/-7,5m	0,08	0,008	0,07
-7,5/-8,5m	0,07	0,006	0,04
-8,5/-9,5m	0,06	0,007	0,04
-9,5/-10,5m	0,05	0,007	0,04

$$\Sigma\delta h = \underline{1,08\text{cm}}$$

#### FONDAZIONI A PLATEA POGGIATE A -3,5 m

PENETROMETRIA STATICA CPT 1			
strati	δp	mv	δh
-3,5/-5,5m	0,25	0,008	0,39
-5,5/-7,5m	0,14	0,008	0,22
-7,5/-9,5m	0,08	0,006	0,08
-9,5/-11,5m	0,05	0,005	0,05
-11,5/-13,5m	0,04	0,003	0,03
-13,5/-15,5m	0,03	0,002	0,01

$$\Sigma\delta h = \underline{0,78\text{cm}}$$

PENETROMETRIA STATICA CPT 3			
strati	δp	mv	δh
-3,5/-5,5m	0,25	0,007	0,35
-5,5/-7,5m	0,14	0,008	0,21
-7,5/-9,5m	0,08	0,007	0,10
-9,5/-11,5m	0,05	0,007	0,07
-11,5/-13,5m	0,04	0,006	0,05
-13,5/-15,5m	0,03	0,003	0,02

$$\Sigma\delta h = \underline{0,80\text{cm}}$$

*Relazione Geologica*

## **5 - ANALISI DEL RISCHIO SISMICO.**

Allo scopo di definire in termini di rischio sismico la fattibilità degli interventi edificatori in progetto nell'“AREA VIA REDA 2”, è stata sviluppata, così come richiesto dal D.M. 17/01/18, una specifica analisi indirizzata all'esame dei seguenti aspetti:

- **Elementi generali di Microzonazione sismica.**
- **Classificazione sismica del sito.**
- **Valutazione del rischio di liquefazione**

### **5.1 Elementi generali di Microzonazione sismica (D.G.R. 2193/2015)**

Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 1919/2013 la Regione Emilia-Romagna ha finanziato gli studi di microzonazione sismica del territorio dell'Unione della Romagna Faentina, e in particolare nel Comune di Faenza è stato condotto uno studio di microzonazione sismica – approfondimento di livello 3 (Sangiorgi S., Righini T., Milito A., 2015), nell'ambito del quale si è proceduto ad una completa implementazione dei precedenti livelli di approfondimento (PSC 2009), al fine di adeguarli agli standard di archiviazione informatica (Standard MS 3.0 - Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2013).

Nell'aprile 2018 tali studi hanno ottenuto la certificazione di conformità da parte della Regione Emilia-Romagna. Gli elaborati che costituiscono gli studi di microzonazione sismica certificati sono consultabili sul sito della Regione Emilia-Romagna al seguente link: <http://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/pnsrs/>. Gli studi, basati su dati di sottosuolo pregressi e su ulteriori e specifiche indagini geognostiche e geofisiche appositamente eseguite, hanno consentito di espletare importanti approfondimenti relativamente ai seguenti effetti cosismici:

- risposta sismica locale (amplificazione) → attraverso l'elaborazione di modelli numerici monodimensionali di RSL elaborati con il noto software SHAKE 2000;
- verifiche della liquefacibilità dei sedimenti granulari e poco coesivi saturi → mediante approcci semplificati da prove penetrometriche CPTU (Idriss & Boulanger, 2008) e prove dinamiche di laboratorio (taglio semplice ciclico);

, sulla base dei quali sono stati prodotti i seguenti elaborati cartografici:

- Carta delle indagini
- Carta geologico-tecnica
- Carta delle frequenze naturali dei terreni
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – MOPS
- Carta delle velocità delle onde di taglio Vs
- Carte della microzonazione sismica.

### Relazione Geologica

Di seguito si riportano gli estratti delle carte MOPS e di microzonazione sismica relativi all'“AREA VIA REDA 2”:

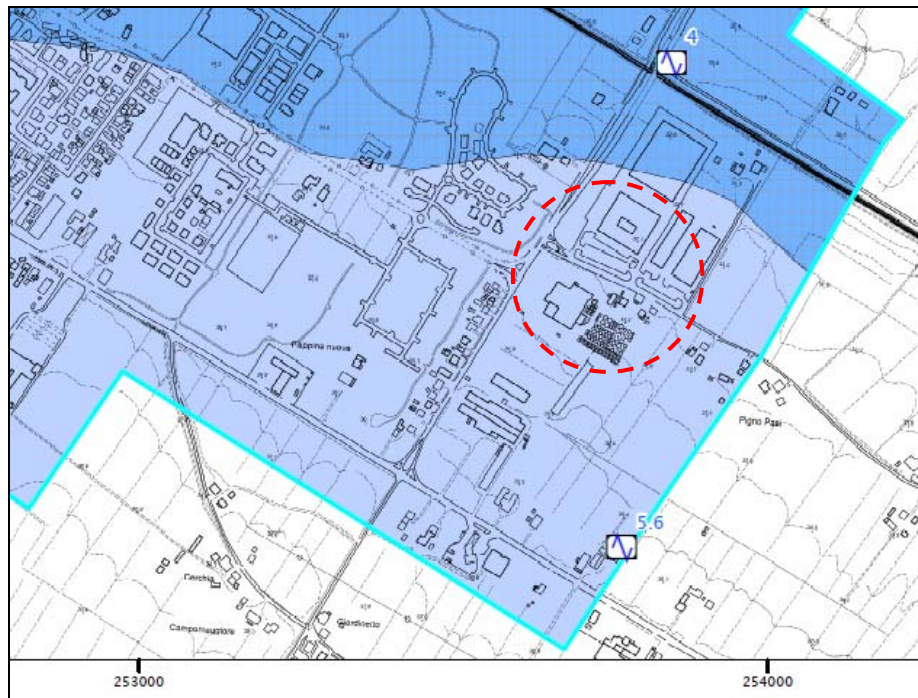


Fig. 1: Carta delle MOPS

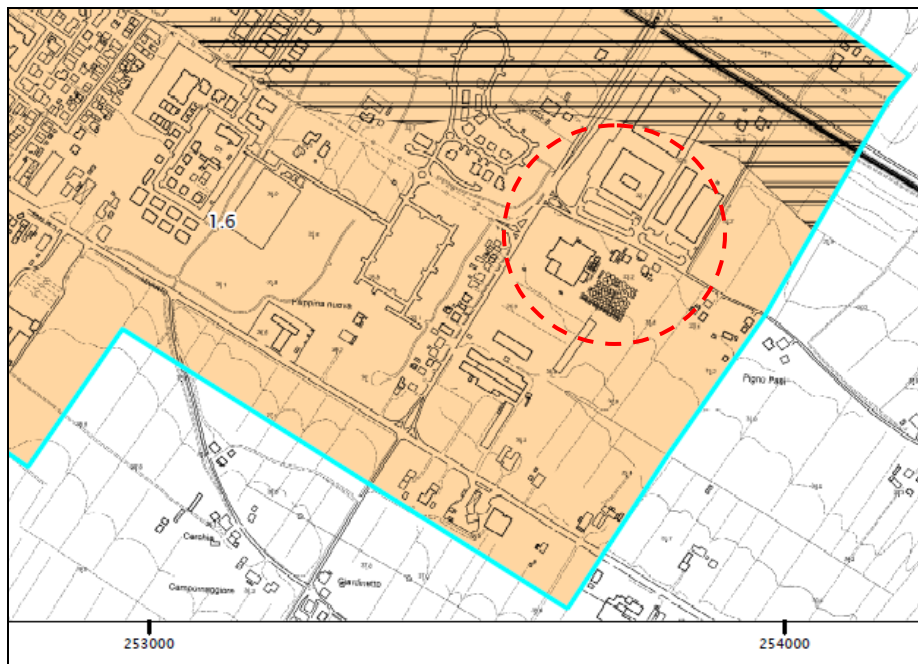


Fig. 2: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FHPGA.



### Relazione Geologica



Fig. 3: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FH<sub>0,1-0,5s</sub>

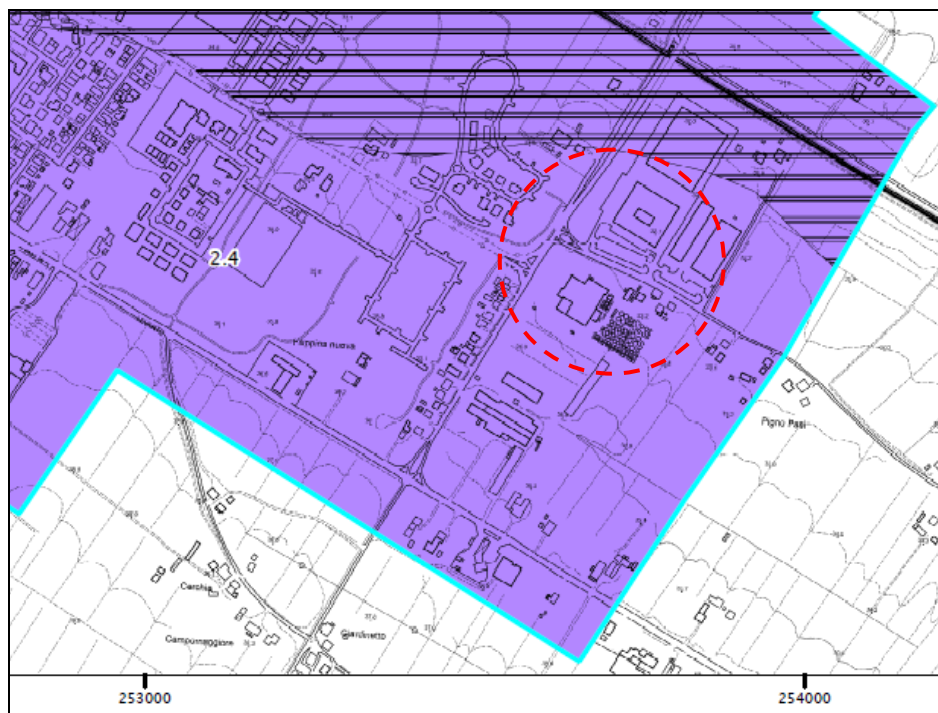


Fig. 4: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FH<sub>0,5-1s</sub>

### *Relazione Geologica*

Con la D.G.R. 2193/2015 è stato introdotto, da parte della Regione, un sostanziale aggiornamento degli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica (D.A.L. 112/2007). Tali aggiornamenti tengono conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/1/2008), delle ulteriori esperienze derivate da oltre otto anni di applicazione della D.A.L. 112/2007 e delle specifiche esperienze seguite agli eventi sismici italiani di L'Aquila 2009 e della pianura emiliana del 2012. In sintesi, le principali novità contenute nella D.G.R. 2193/2015 consistono:

- nelle rimodulazioni degli abachi di microzonazione sismica da considerarsi per le analisi semplificate ("livello 2");
- nella definizione di un ulteriore parametro di amplificazione riferito all'intensità spettrale di Housner (per l'intervallo di periodo T compreso tra 0,5 s e 1,5 s);
- nella definizione dell'input sismico ( $a_g$  al sito di riferimento) che ora è definito in base ai valori di pericolosità sismica elaborati dall'INGV per tutto il territorio nazionale sui punti di una griglia di passo pari a  $0,05^\circ$  (reticolo analogo a quello previsto per le NTC 2008);
- nella predisposizione di cartografie delle frequenze naturali (per gli studi territoriali "livello 1");
- nello stralcio degli approfondimenti di "livello 3" per la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Per quanto riguarda gli **approfondimenti di "livello 3"** espletati per il Comune di Faenza, le analisi elaborate risultano complessivamente coerenti con i contenuti della DGR 2193/2015 in quanto:

1. le analisi di Risposta Sismica Locale numerica approfondiscono la caratterizzazione dell'amplificazione semplificata ricavabile dagli abachi aggiornati. Gli accelerogrammi utilizzati per le modellazioni numeriche di RSL sono stati scalati tenendo già conto del reticolo INGV. Tuttavia, non sono stati stimati i valori di FA SI per l'intervallo di periodo T compreso tra 0,5 s e 1,5 s;
2. le verifiche di liquefazione sono state eseguite secondo i criteri metodologici congrui con gli indirizzi regionali riportati nella DGR 2193/2015, inoltre considerando gli input di scuotimento (Pga) ricavati dalla modellazione numerica di RSL.

Per una migliore e immediata comprensione, nella sottostante tabella si riporta la sintesi dei dati di microzonazione sismica relativi all'"**AREA VIA REDA 2**". In particolare, in coerenza con quanto richiesto dalla DGR 2193/2015, è stato calcolato anche il **FA SI (Intensità spettrale di Housner)** per il nuovo intervallo di **periodo  $0.5 < T < 1.5s$** , che risulta importante per edifici particolarmente elevati e/o caratterizzati da periodi di vibrazione più alti.

*Relazione Geologica*

<b>CLASSIFICAZIONE GEOLOGICA-TECNICA:</b>	<b>CL pi</b> – Tessiture prevalenti nei primi 6 metri: argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille limose e argille sabbiose. Ambienti deposizionali di piana inondabile (pi).
<b>FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI:</b>	<b><math>F_0 \approx 5.60</math> Hz</b>
<b>MICROZONA SISMICA OMOGENEA (MOPS):</b>	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali. <u>Zona 2021</u> – Conoide terrazzata con successioni irregolari di alluvioni fini più o meno consistenti, con livelli sabbiosi insaturi (AES8), sovrastanti ghiaie e/o ghiaie sabbiose a profondità variabili tra 10-20 m. Substrato sismico alluvionale "non rigido" a profondità $\geq 120$ m ( <b>Pianura 2</b> ).
<b>VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO:</b>	<b><u><math>V_{s30} \approx 323</math> m/s</u></b>
<b>MICROZONAZIONE SISMICA</b> Zone suscettibili di amplificazione locale:	Amplificazione da modelli numerici (shake 2000): <b>FA Pga = 1.6</b> <b>FA SI = 2 (0.1s &lt; T 0 &lt; 0.5s)</b> <b>FA SI = 2.4 (0.5s &lt; T 0 &lt; 1.0s)</b> <b>FA SI = 2.7 (0.5s &lt; T 0 &lt; 1.5s)</b>
<b>MICROZONAZIONE SISMICA</b> Zone di attenzione per instabilità:	Nessuna (no zona di suscettibilità per liquefazioni)

## 5.2 Classificazione sismica del sito

Per una verifica di ulteriore dettaglio per quanto concerne la valutazione di risposta sismica locale del sito di Progetto, si sono anche appositamente acquisite, come detto, **misure geofisiche con tromografo** (v. allegato).

Le misure geofisiche, convertite in attendibili profili **Vs (velocità onde di taglio)/Profondità**, forniscono un modello sismostratigrafico per una profondità di **oltre 30m** e sono sintetizzate nei seguenti parametri sismici principali che confermano in termini di maggior sicurezza le risultanze di cui al precedente **par. 5.1**:

-  $V_s 30 = 257$  m/s

- Cc (Fattore di amplificazione sismica) DGR 2193/2015 =

Vs30	150	200	<b>250</b>	300	350	400
F.A. P.G.A	1.6	1.6	<b>1.6</b>	1.6	1.6	1.5
F.A SI1	1.9	1.9	<b>1.9</b>	1.8	1.7	1.6
F.A SI2	2.9	2.8	<b>2.5</b>	2.3	2.1	2.0
F.A SI3	3.3	3.1	<b>2.7</b>	2.4	2.2	2.0



### Relazione Geologica

- **St (Fattore di amplificazione topografica) = 1 (T = 1)**

Per il sito di Progetto si prospetta quindi con buona attendibilità, considerando anche la buona coerenza tra sismostratigrafia e stratigrafie penetrometriche, la seguente classificazione dei terreni di fondazione ai sensi del **DM 17/01/2018**:

**categoria C**: *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate e/o di argille di media consistenza, con spessore variabile da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di  $V_s$  30 tra 180-370m/s ( $15 < N_{pt} < 50$ )*

### 5.3 Valutazione del rischio di liquefazione.

A ulteriore verifica per quanto concerne la valutazione del rischio di liquefazione dei terreni dell'“**AREA VIA REDA 2**” in caso di sisma, si ritiene opportuno, innanzitutto, considerare alla seguente descrizione concettuale (Quaderni de "La Ricerca Scientifica", n.114, C.N.R. 1986):

Col termine liquefazione si intende generalmente la perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso.

Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero. Questo fenomeno si verifica soprattutto nelle sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme. [...] I casi di liquefazione dovuti a terremoti riscontrati nella realtà riguardano soprattutto depositi fluviali e marini recenti, terreni di riporto sabbiosi, depositi deltaici, bordi di terrazzi alluvionali, e in genere sedimenti recenti di notevole spessore costituiti da materiali granulari saturi non consolidati e a granulometria uniforme.

Quindi, già solo considerando che il primo sottosuolo dell'“**AREA VIA REDA 2**” è costituito da terreni ad abbondante frazione fine e discretamente coesivi e resistenti (v. grafici penetrometrici), si può ragionevolmente **escludere il rischio di liquefazione** dei medesimi in caso di sisma, a conferma delle risultanze di cui al par. 5.1 (v. anche D.M. 17/01/2018, par. 7.11.3.4.2).

In ogni caso a maggior supporto progettuale è di seguito fornita anche una **verifica analitica alla liquefazione** il cui risultato è così sintetizzabile :

- **potenziale alla liquefazione ( PL ) = 0**

### Relazione Geologica

In particolare, per la verifica si è proceduto in base al **metodo di Robertson e Wride (1997)**, che parte dai risultati delle **CPT**, per giungere a un fattore di sicurezza calcolato sulla stima dei seguenti parametri :  **$FS = (CRR / CSR) \cdot MSF \geq 1,25$**

CRR = resistenza ciclica del terreno

CSR = rapporto tensionale ciclico

MSF = fattore di scala della magnitudo = 1,69 (5,5) – 1,48 (6,0) – 1,30 (6,5) – 1,14 (7,0) – 1,00 (7,5) – 0,88 (8,0)

$(q_{c1N})_{cs} < 50 \rightarrow CRR_{7,5} = 0.833[(q_{c1N})_{cs} / 1000] + 0.05$

$50 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 160 \rightarrow CRR_{7,5} = 93[(q_{c1N})_{cs} / 1000]^3 + 0.08$

$(q_{c1N})_{cs}$  resistenza penetrometrica in sabbia normalizzata alla pressione di 100 kPa

$CSR = 0.65 \cdot (a_{max} / g) \cdot \sigma_v / \sigma'_v \cdot r_d$

$A_{max}$  = accelerazione massima al p.c.

$G$  = accelerazione di gravità (9,8 m/s<sup>2</sup>)

$\sigma_v$   $\sigma'_v$  = pressioni verticali totale ed efficace

$R_d$  = coefficiente in funzione della profondità

Inserendo quindi in apposito foglio di calcolo i seguenti parametri :

$A_{max} = 0,2063$

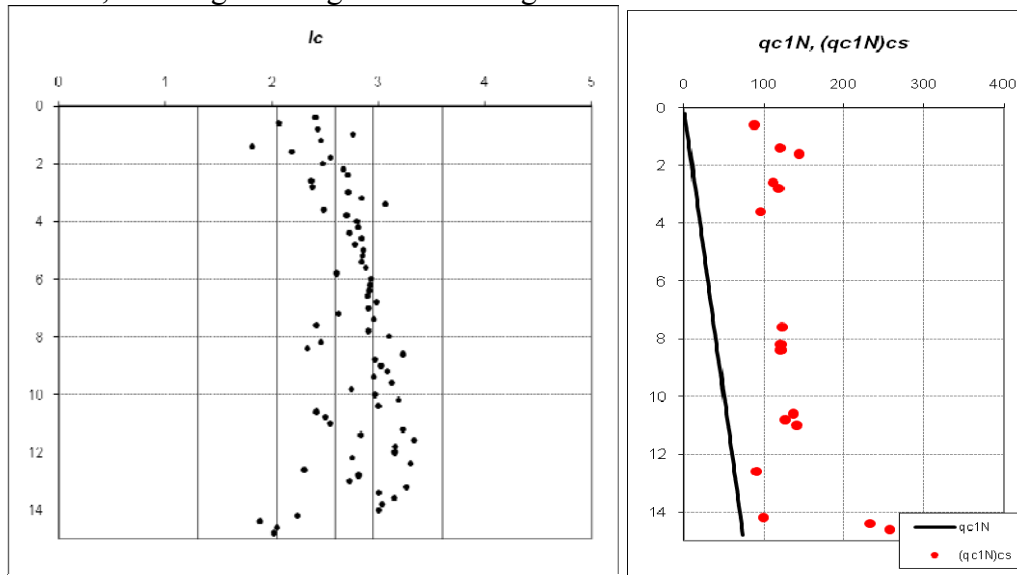
profondità falda = 3m

$\gamma_{\text{terreno}} = 1,85 \text{ t/mc}$

$\gamma_{\text{acqua}} = 1,0 \text{ t/mc}$

$M$  (magnitudo) = 6,14

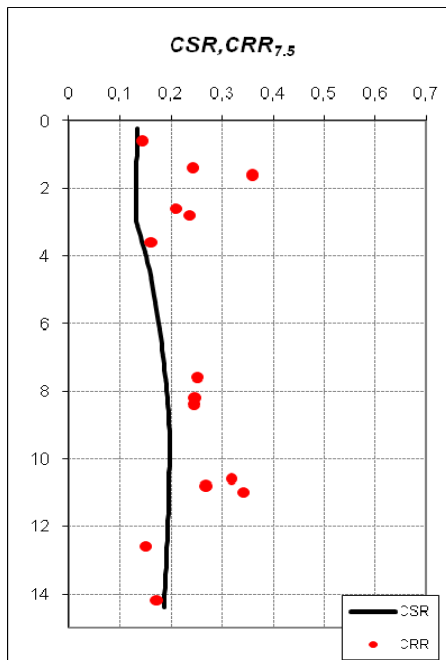
, si ottengono i seguenti risultati grafici :



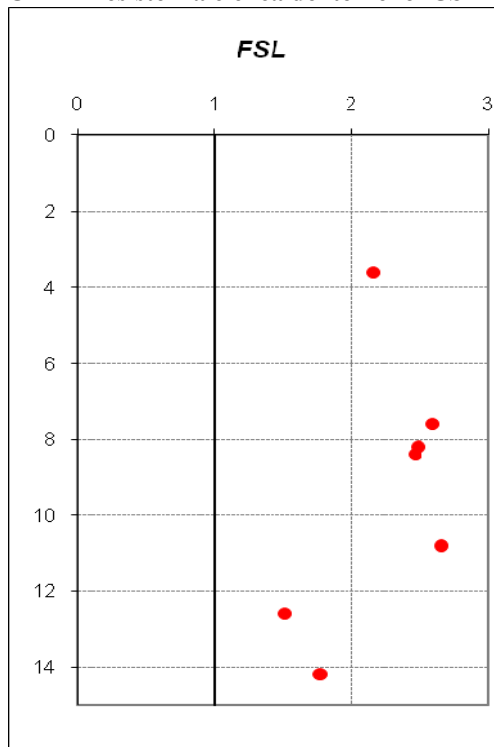
**$I_c$**  = indice classificazione terreno proposto da Robertson (1990)

**$qc1N$**  = resistenza penetrometrica di punta in sabbia normalizzata alla pressione di 100 kPa

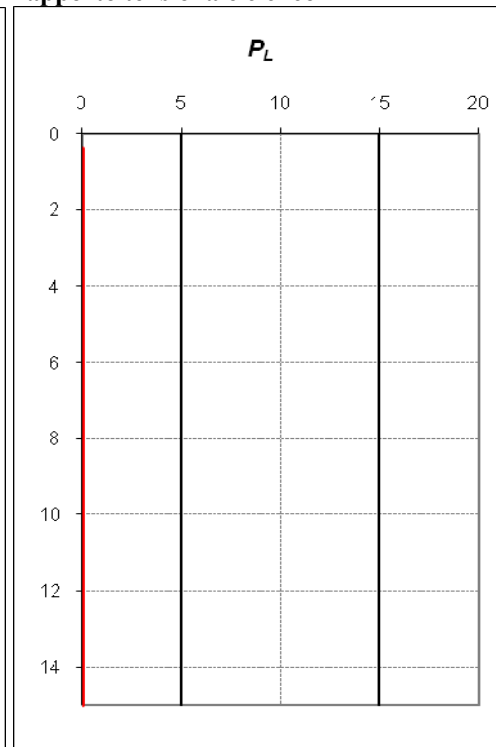
*Relazione Geologica*



**CRR = resistenza ciclica del terreno CSR = rapporto tensionale ciclico**



**FSL = fattore sicurezza liquefazione**



**PL = potenziale liquefazione**

*Relazione Geologica*

## **6 - CONCLUSIONI.**

A conclusione di una analisi geologica geologico-tecnica e del rischio sismico, adeguatamente supportata da informazioni geognostiche e geofisiche, si ritiene di aver definito positivamente, e con sufficiente attendibilità, la fattibilità per l'edificazione a uso produttivo/artigianale prevista dal **PIANO PARTICOLAREGGIATO relativo alla SCHEDA PRG n. 37 "AREA VIA REDA 2" – COMPARTI 1-4 (Comune di Faenza – RA)**, il quale interessa una superficie di circa **2,7ha** alla periferia est di Faenza (v. **PROGETTO dello Studio CAVINA-MONTEVECCHI-PAGANI di Faenza e TAVV. 1, 2 e 3**).

In generale si è accertato che l'“**AREA VIA REDA 2**” corrisponde con una porzione pianeggiante e morfostratigraficamente omogenea del semiconoide destro del sistema F. Lamone e T. Marzeno (*terrazzo del Borgo Durbecco*), i cui terreni di antica deposizione fluviale non evidenziano caratteristiche geometriche e idrogeologiche tali da condizionare e/o pregiudicare “normali” interventi urbanistico/edificatori.

Nel dettaglio i risultati geognostici hanno documentato una buona omogeneità e qualità geomeccanica complessiva dei terreni del primo sottosuolo per l'intera “**AREA VIA REDA 2**”, i quali sono costantemente caratterizzati da valori medi di  **$R_p \geq 18 \text{ daN/cm}^2$**  e quindi possono considerarsi **senz'altro idonei per fondazioni superficiali**.

Per quanto concerne l'idrogeologia sotterranea si stima che la profondità minima raggiunta dal livello piezometrico negli ultimi secoli, nei periodi climatici molto piovosi, abbia comunque oscillato a profondità di oltre **-3/-3,5m**.

In sintesi, per gli assetti fondali dei fabbricati produttivo/artigianali in progetto all'interno dell' “**AREA VIA REDA 2**”, si prospetta il seguente quadro di riferimento preliminare :

- **fondazioni nastriformi e/o a plinti**  
**con piano di appoggio a profondità minima pari a -1,5m:**

**P.Amm. (Pressione Ammissibile) =  $1,7 \text{ daN/cm}^2$**   
(equivalente a Pressione SLU  $\approx 2,5 \text{ daN/cm}^2$ )

- **fondazioni a platea**  
**con piano di appoggio a profondità di -3/3,5m :**

**P.Amm. (Pressione Ammissibile) massima =  $1,25 \text{ daN/cm}^2$**   
(equivalente a Pressione SLU  $\approx 1,9 \text{ daN/cm}^2$ )

Per quanto concerne la valutazione del rischio sismico dell'area di studio, si prospettano preliminarmente i seguenti parametri:

- **Categoria sismica del suolo = C ( $V_s 30 = 257 \text{ m/s}$ )**

*Relazione Geologica*

- **Cc (Fattore di amplificazione sismica) :**

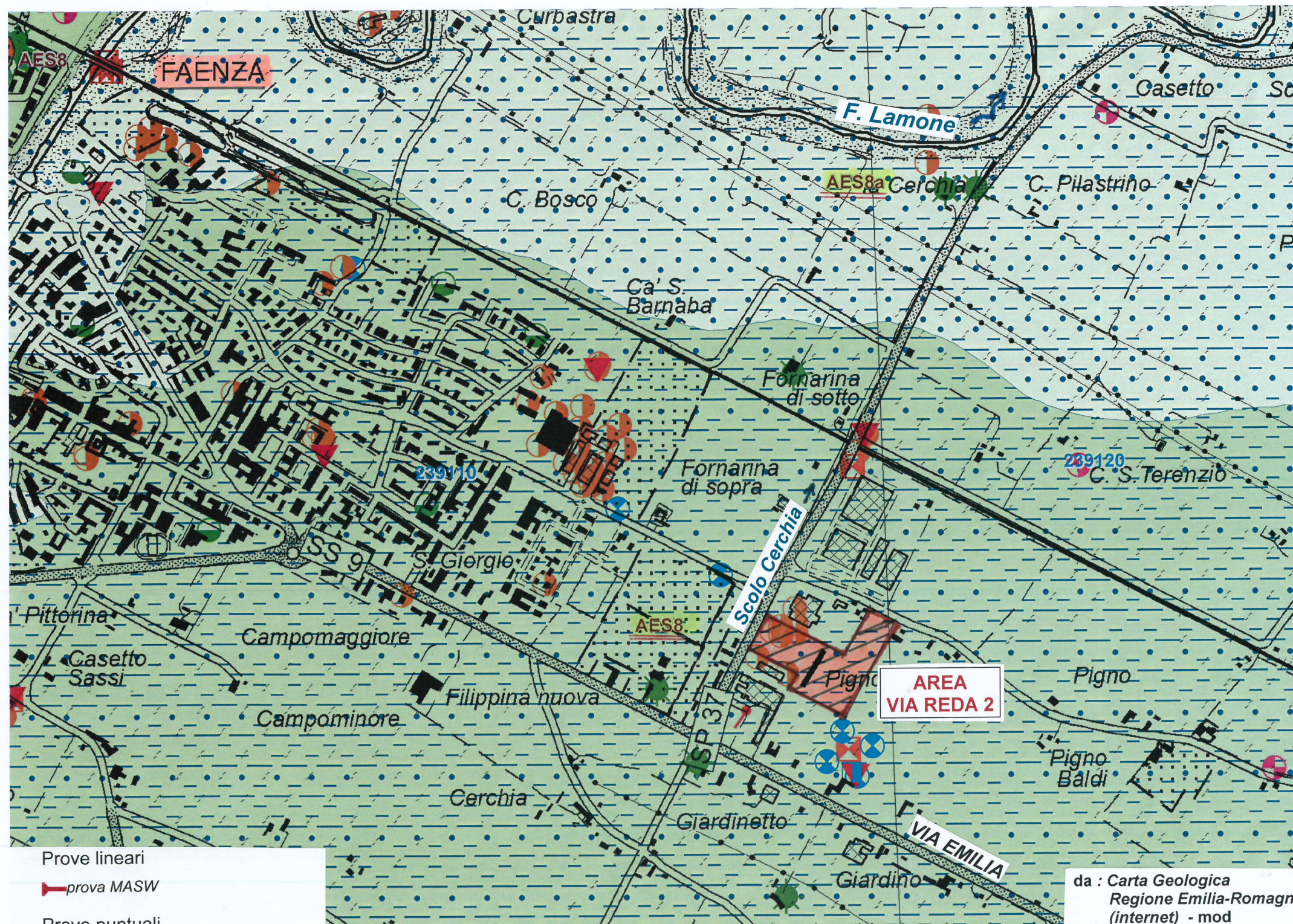
Vs30	150	200	<b>250</b>	300	350	400
F.A. P.G.A	1.6	1.6	<b>1.6</b>	1.6	1.6	1.5
F.A SI1	1.9	1.9	<b>1.9</b>	1.8	1.7	1.6
F.A SI2	2.9	2.8	<b>2.5</b>	2.3	2.1	2.0
F.A SI3	3.3	3.1	<b>2.7</b>	2.4	2.2	2.0

- **St (Fattore di amplificazione topografica ) = 1 (T = 1).**

Infine, si rammenta che sono in ogni caso demandati alla fase di progettazione esecutiva dei singoli fabbricati produttivo/artigianali, in ottemperanza alla Normative Tecniche vigenti (**D.M. 17/01/2018, DGR 2193/2015**), gli approfondimenti geologico-tecnici per la determinazione puntuale dei parametri di fondazione.







Coperture quaternarie (10K)

AES8 - Subsistema di Ravenna  
(alluvioni di fondovalle)

AES8a - Unità di Modena  
(terrazzo del Borgo Durbecco)

Prove lineari

prova MASW

Prove puntuali

carotaggio continuo

misure di microtremore a stazione  
singola (HVSr)

pozzo per acqua

prova CPT con punta elettrica

prova CPT con punta elettrica con  
piezocono

prova CPT con punta meccanica

prova DOWN HOLE

prova dinamica generica

da : Carta Geologica  
Regione Emilia-Romagna  
(internet) - mod

18 APR. 2019



PINO s.r.l.

PIANO PARTICOLAREGGIATO  
relativo alla  
SCHEDA P.R.G. n.37  
"AREA VIA REDA 2"  
COMPARTI 1-4  
(Comune di Faenza, Ra)

TAV. 1

CARTA GEOLOGICA

1:10.000



NORD

isofreatiche ( m s.l.m. )  
e direzioni indicative di flusso  
della falda (marzo 2019)

profondità falda freatica ( m )  
(marzo 2019)

-5,8

comparto 4  
Area a verde privato

CPT 1

26  
26

-5,8

6

S.f. MQ.6.377,26

CPT 4

23  
24

-5,1

S.f. MQ.3.408,27

CPT 2

23  
20

-5,9

4

S.f. MQ.2.521,37

2

S.f. MQ.4.696,66

3

S.f. MQ.7.243,13

CPT 3

24  
27

-5,9

23  
20

valore medio di Rp  
(Resistenza punta: Kg/cmq)  
dei terreni a profondità  
-1,6/-2,6m e -2,6/-4m

A

**ZONA A**  
area con terreni di fondazione  
superficiali caratterizzati  
da Rp media  $\geq 18$  daN/cmq

AREA  
VIA REDA 1

CPT 2/8

CPT 5/8

T 2

CPT

penetrometrie statiche  
(CPT)

T

trincee  
geognostiche

PINO s.r.l.

PIANO PARTICOLAREGGIATO  
relativo alla  
SCHEDA P.R.G. n.37  
"AREA VIA REDA 2"  
COMPARTI 1-4  
(Comune di Faenza, Ra)

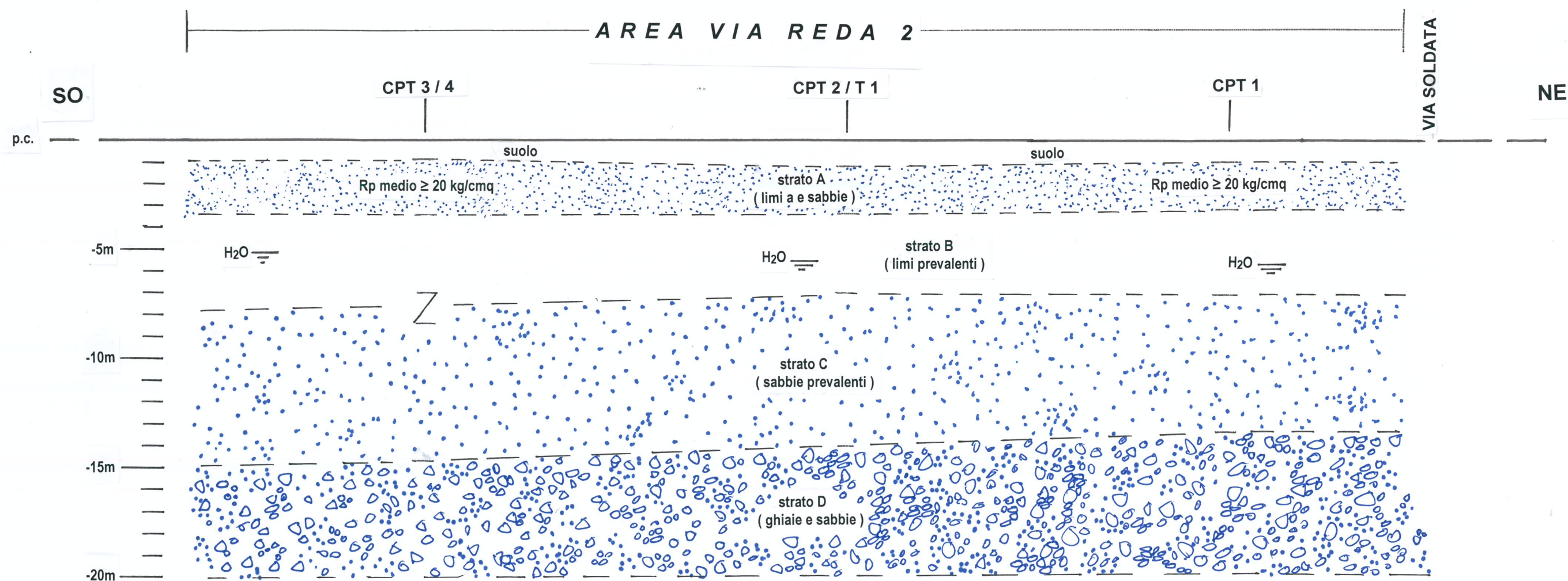
TAV. 2

CARTA GEOTECNICA  
E IDROGEOLOGICA

1:1.000







18 APR. 2019

**PINO s.rl.**

**PIANO PARTICOLAREGGIATO**  
relativo alla  
**SCHEDA P.R.G. n.37**  
**"AREA VIA REDA 2"**  
**COMPARTI 1-4**  
(Comune di Faenza, Ra)

**TAV. 3**

**SEZIONE**  
**GEOLOGICO-TECNICA**

1:1.000

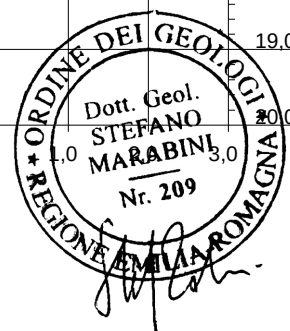
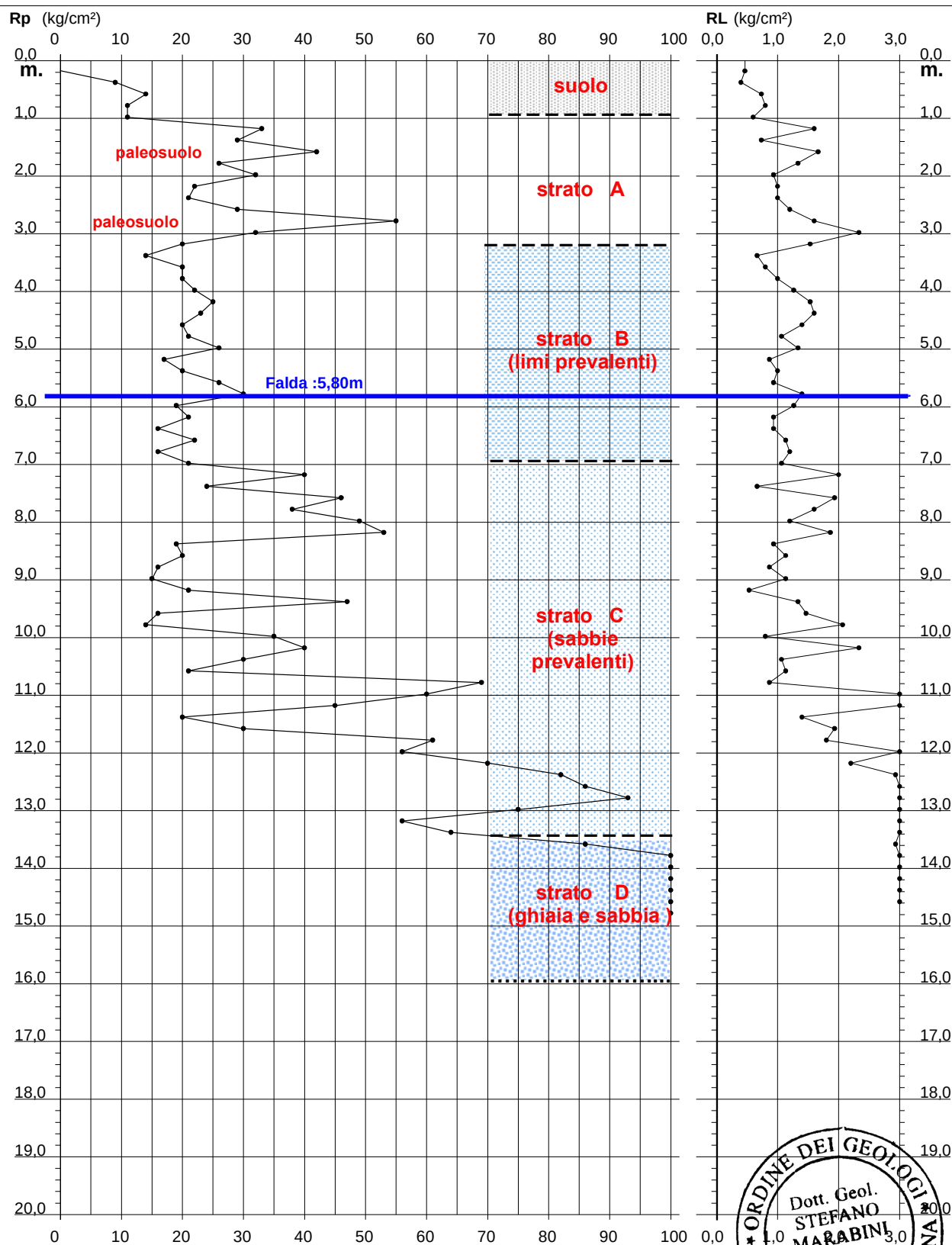


# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : progetto urbanistico  
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)

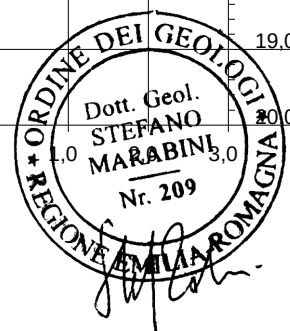
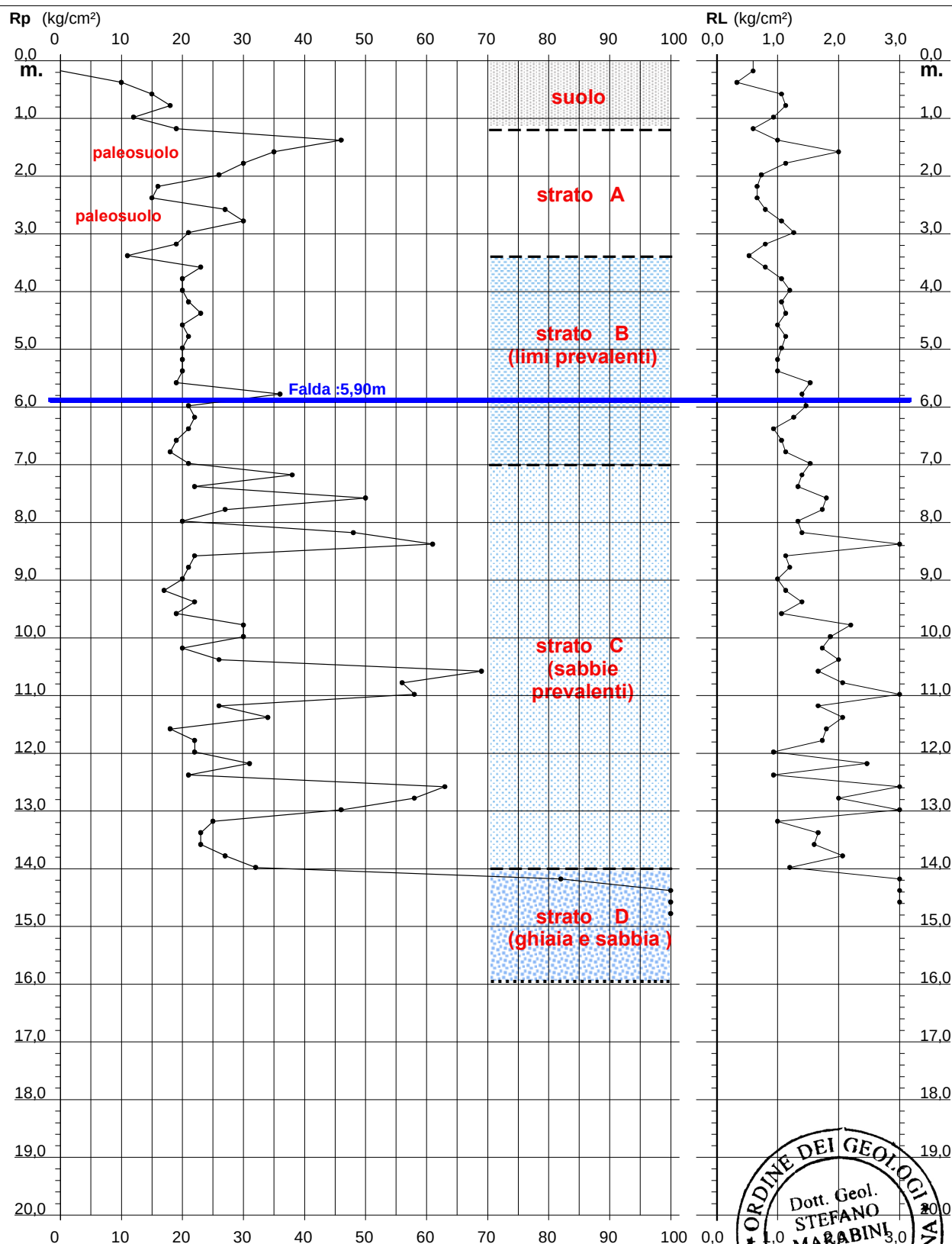
- data : 11/03/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,80 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA****CPT 2**

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : progetto urbanistico  
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)

- data : 11/03/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,90 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100

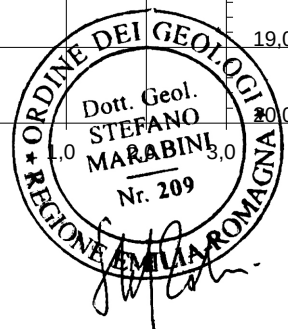
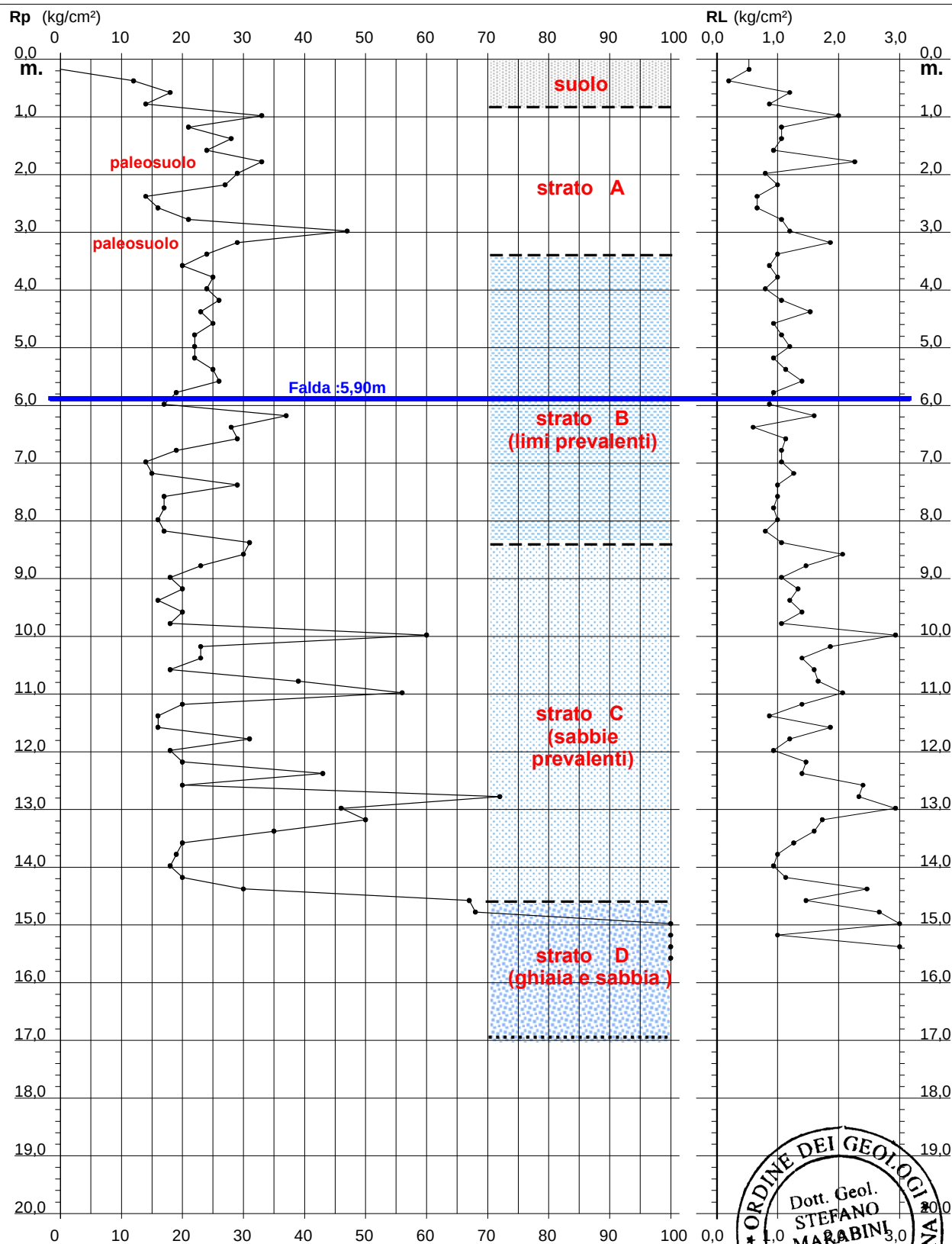


## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 3**

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : progetto urbanistico  
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)

- data : 11/03/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,90 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100

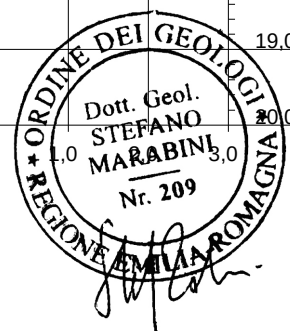
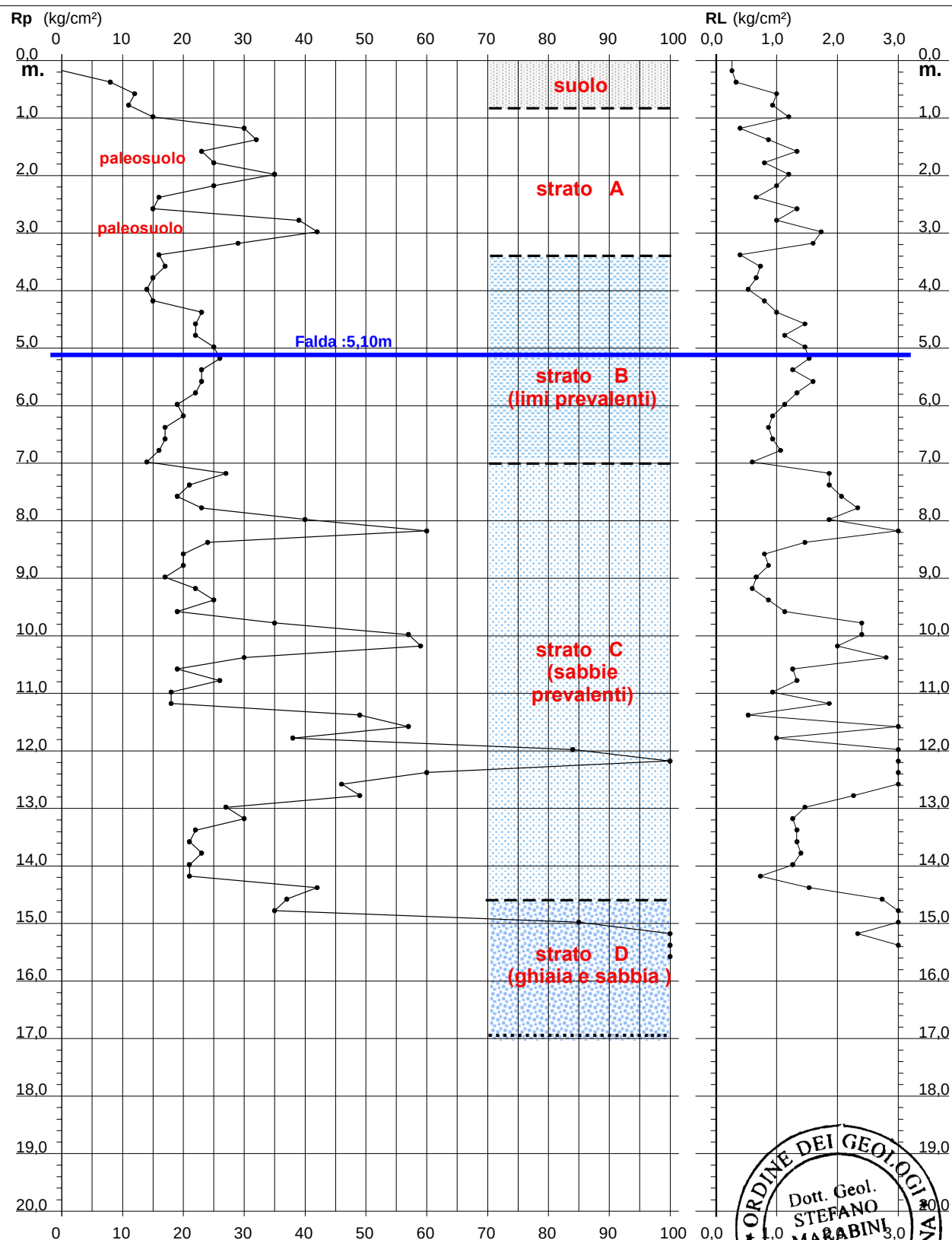


## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 4**

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : progetto urbanistico  
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)

- data : 11/03/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,10 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100

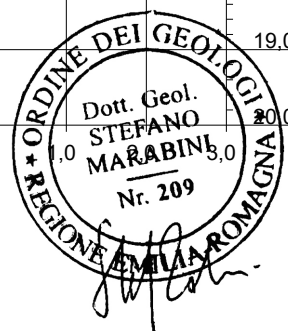
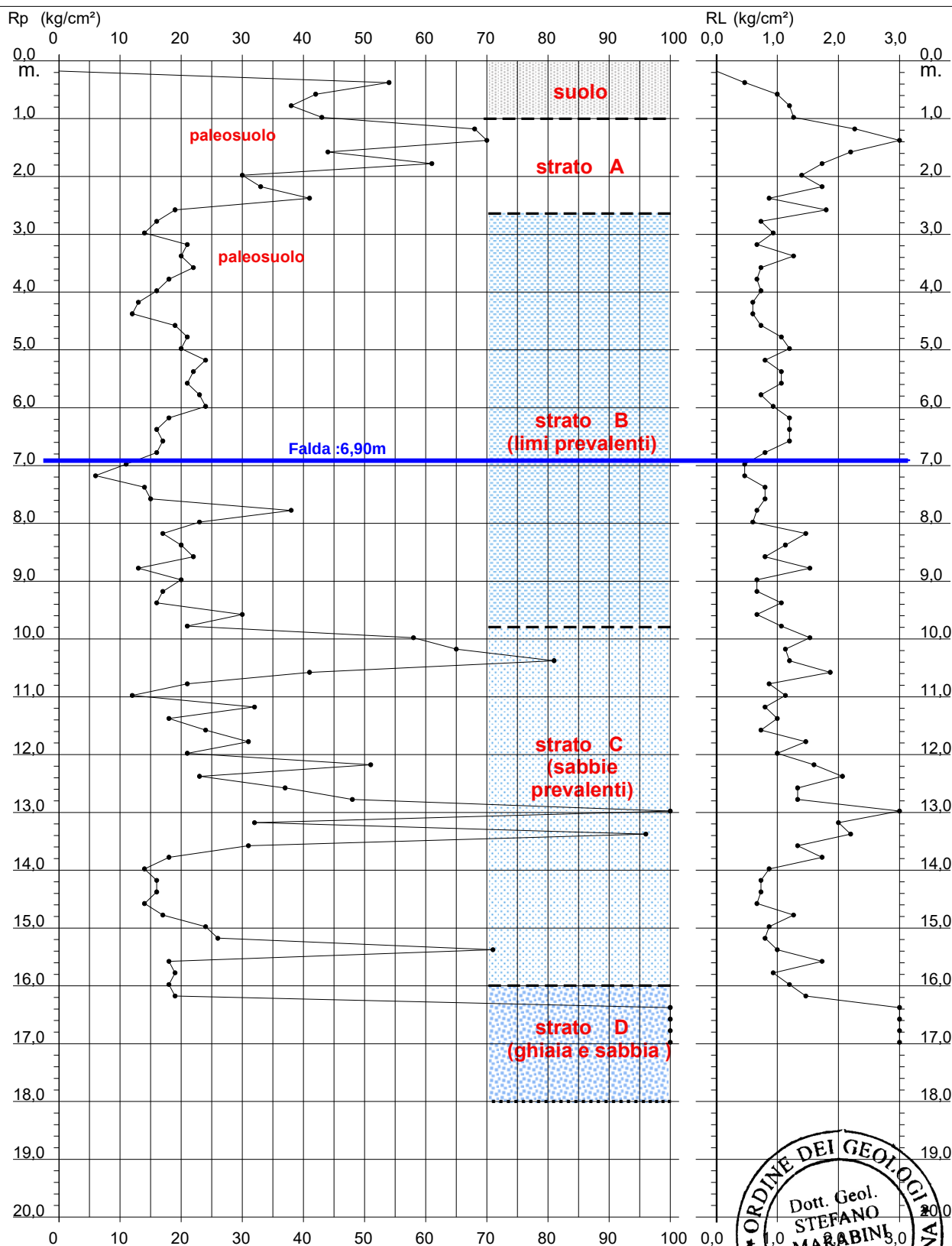


# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2/08

- committente : dr.geol. Marabini Stefano  
- lavoro : Piano particolareggiato  
- località : via Emilia, via Reda - Faenza (RA)

- data : 03/09/2008  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 6,90 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100

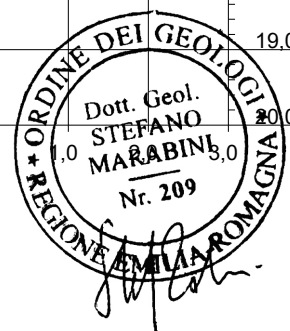
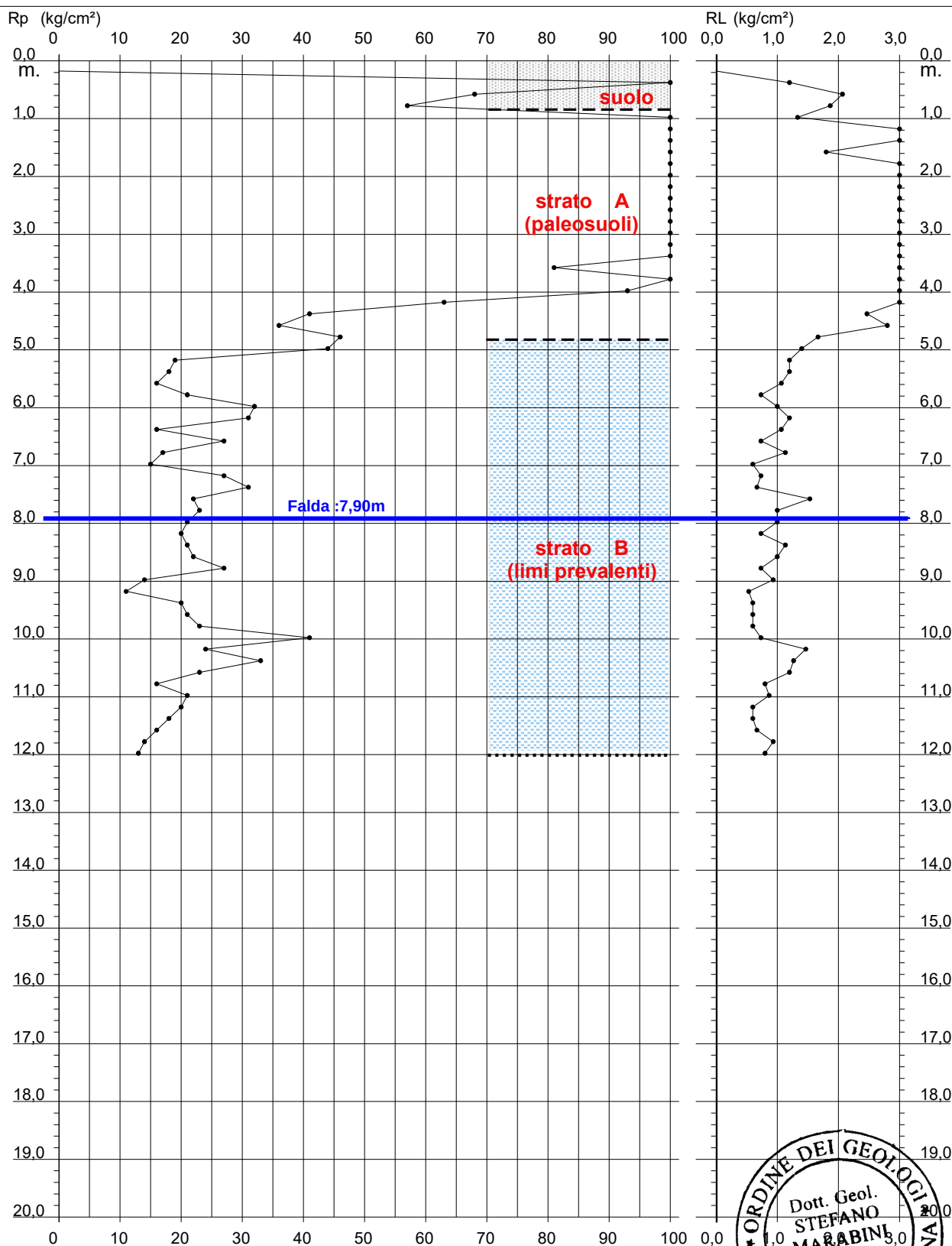


# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 5/08**

- committente : dr.geol. Marabini Stefano  
 - lavoro : Piano particolareggiato  
 - località : via Emilia, via Reda - Faenza (RA)

- data : 03/09/2008  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 7,90 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



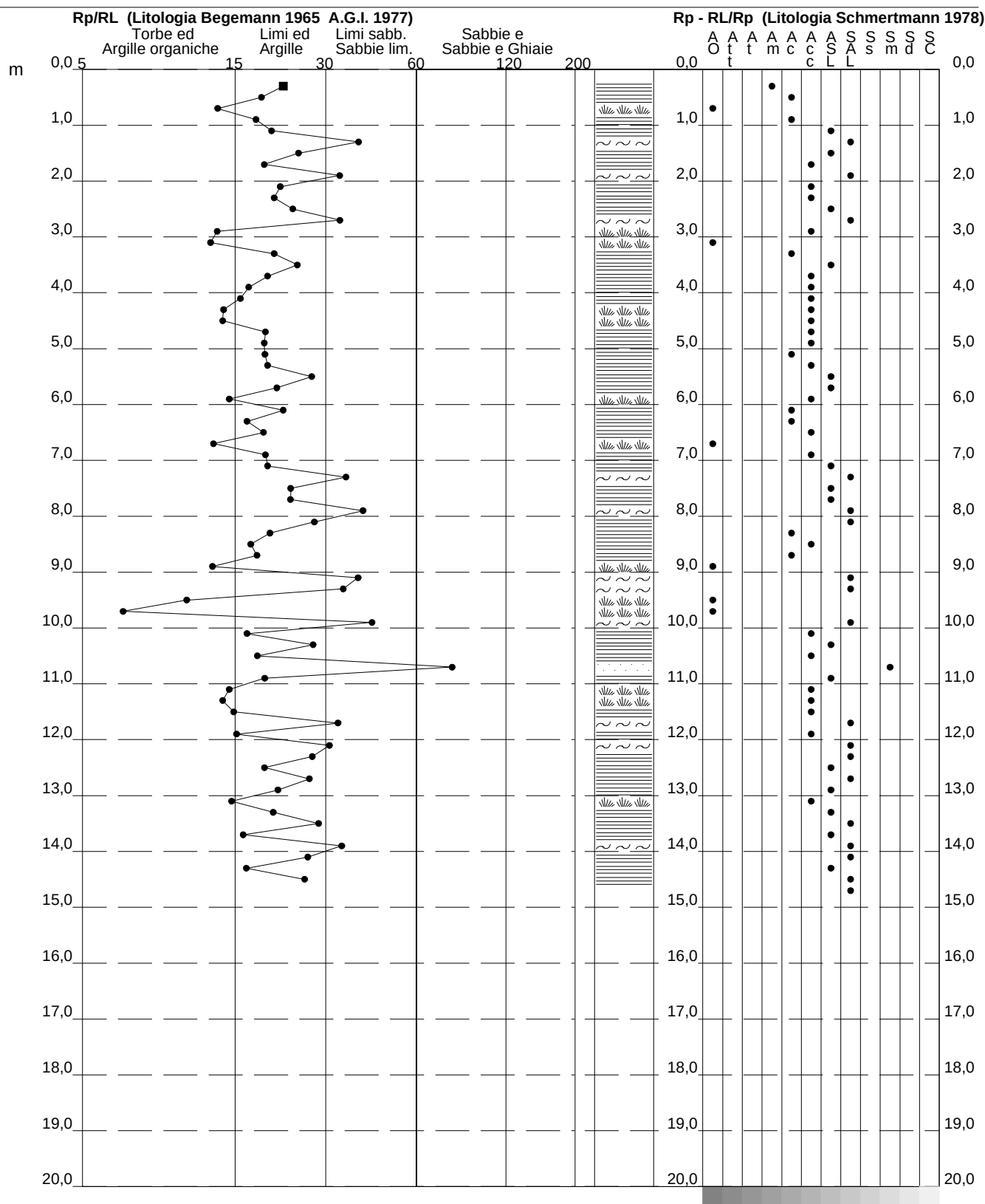
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 1

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini
- lavoro : progetto urbanistico
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)
- note :

- data : 11/03/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 5,80 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



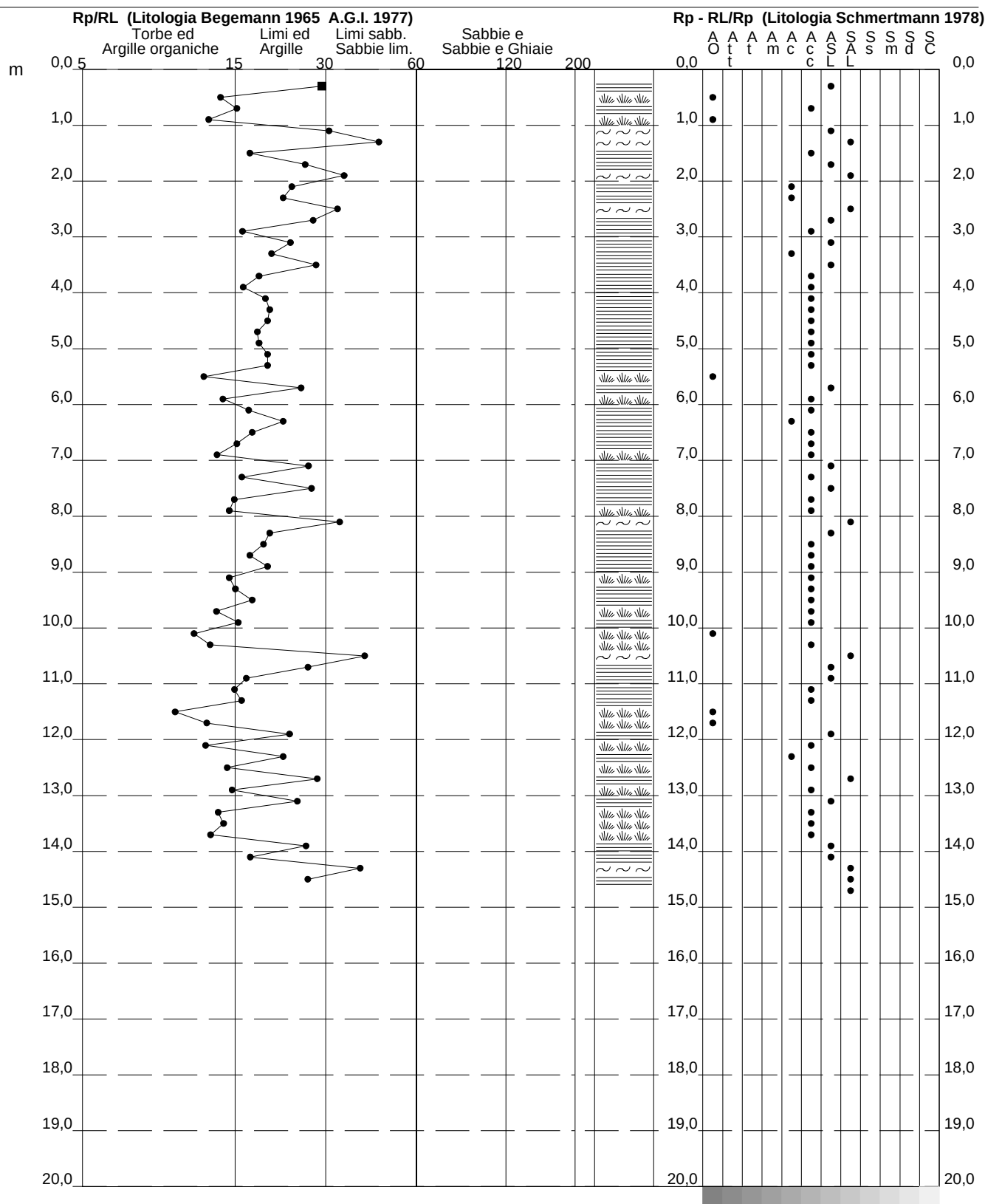
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 2

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini
- lavoro : progetto urbanistico
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)
- note :

- data : 11/03/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 5,90 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100





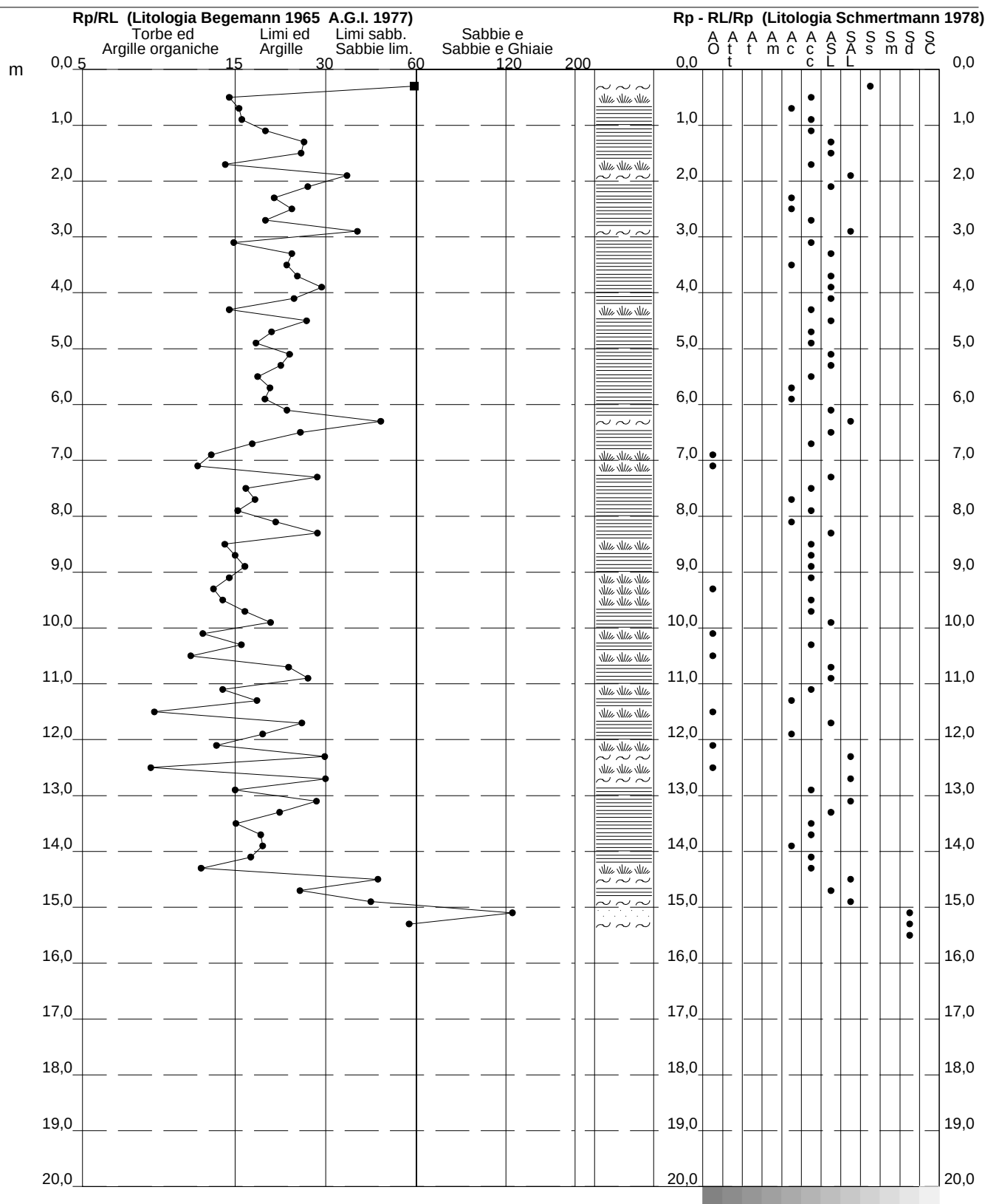
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

### CPT 3

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini
- lavoro : progetto urbanistico
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)
- note :

- data : 11/03/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 5,90 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



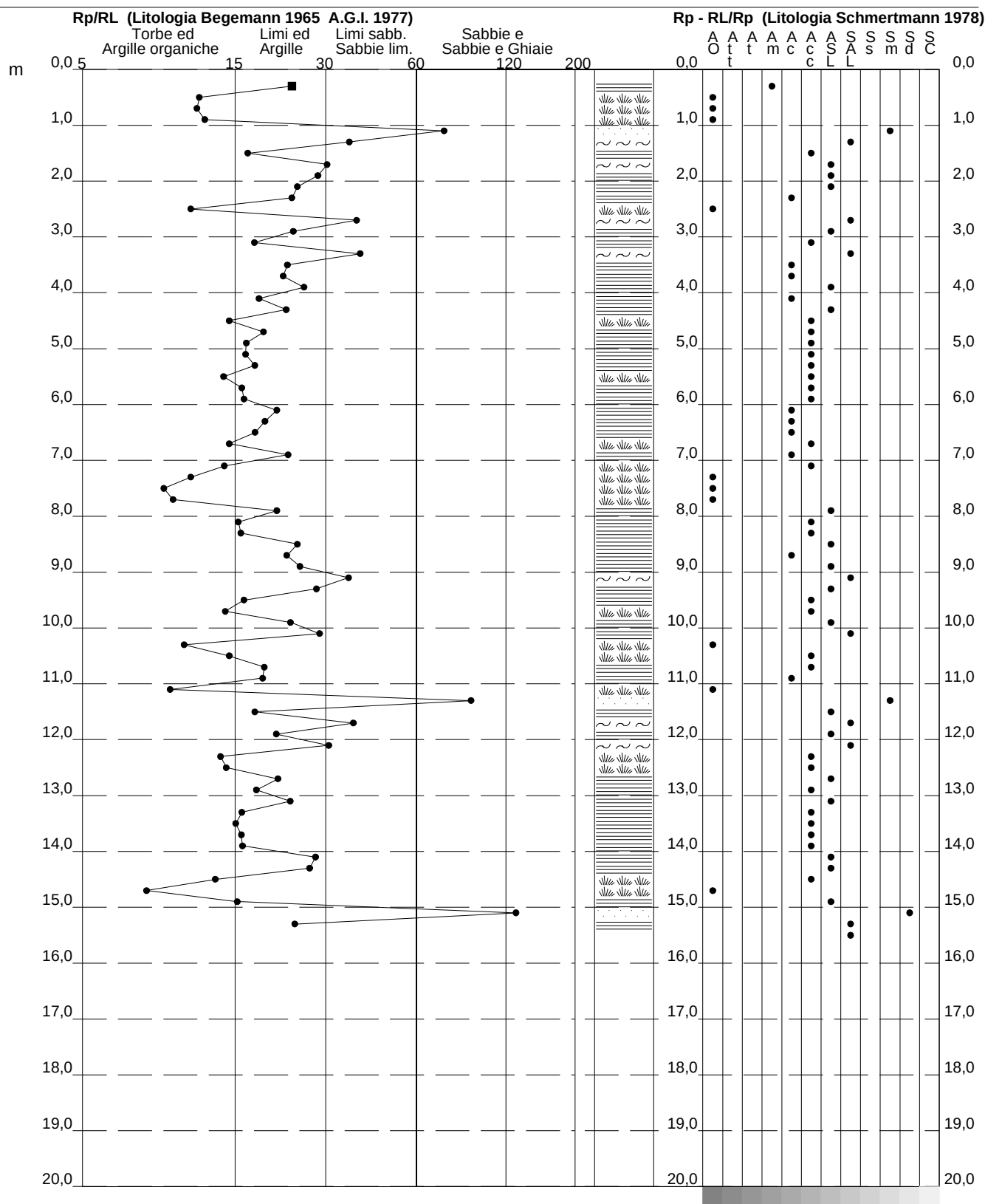
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 4

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini
- lavoro : progetto urbanistico
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)
- note :

- data : 11/03/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 5,10 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : progetto urbanistico  
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)  
- note :

- data : 11/03/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,80 m da quota inizio  
- pagina : 1

					NATURA COESIVA						NATURA GRANULARE														
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	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	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,40	9	22	2/III	1,85	0,07	0,45	60,0	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,60	14	19	2/III	1,85	0,11	0,64	55,7	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,80	11	14	2/III	1,85	0,15	0,54	31,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
1,00	11	18	2/III	1,85	0,19	0,54	23,8	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
1,20	33	21	4/1	1,85	0,22	1,10	46,4	187	281	99	71	38	40	42	44	39	29	0,161	55	83	99				
1,40	29	40	3/III	1,85	0,26	--	--	--	--	--	62	37	39	41	43	38	29	0,137	48	73	87				
1,60	42	25	4/1	1,85	0,30	1,40	43,8	238	357	126	72	38	40	42	44	39	30	0,165	70	105	126				
1,80	26	19	4/1	1,85	0,33	0,93	22,6	158	237	78	53	35	38	40	42	36	28	0,110	43	65	78				
2,00	32	34	3/III	1,85	0,37	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	36	29	0,123	53	80	96				
2,20	22	22	4/1	1,85	0,41	0,85	15,7	144	216	66	42	34	36	39	41	34	28	0,084	37	55	66				
2,40	21	21	4/1	1,85	0,44	0,82	13,6	140	210	63	38	33	36	38	41	33	27	0,076	35	53	63				
2,60	29	24	4/1	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	55	34	3/III	1,85	0,52	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	37	31	0,152	92	138	165				
3,00	32	14	4/1	1,85	0,55	1,07	14,2	181	272	96	47	35	37	39	42	34	29	0,097	53	80	96				
3,20	20	13	4/1	1,85	0,59	0,80	9,1	141	211	60	29	32	35	37	40	31	27	0,057	33	50	60				
3,40	14	21	2/III	1,85	0,63	0,64	6,4	163	245	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
3,60	20	25	4/1	1,85	0,67	0,80	7,9	160	241	60	27	32	34	37	40	30	27	0,051	33	50	60				
3,80	20	20	4/1	1,85	0,70	0,80	7,4	173	260	60	25	32	34	37	40	30	27	0,048	33	50	60				
4,00	22	17	4/1	1,85	0,74	0,85	7,4	182	273	66	27	32	35	37	40	30	28	0,052	37	55	66				
4,20	25	16	4/1	1,85	0,78	0,91	7,6	189	284	75	31	32	35	38	40	31	28	0,059	42	63	75				
4,40	23	14	4/1	1,85	0,81	0,87	6,8	206	310	69	27	32	34	37	40	30	28	0,051	38	58	69				
4,60	20	14	4/1	1,85	0,85	0,80	5,8	227	341	60	21	31	34	37	40	29	27	0,039	33	50	60				
4,80	21	20	4/1	1,85	0,89	0,82	5,7	238	358	63	21	31	34	37	40	29	27	0,040	35	53	63				
5,00	26	19	4/1	1,85	0,93	0,93	6,3	241	361	78	28	32	35	37	40	30	28	0,053	43	65	78				
5,20	17	20	2/III	1,85	0,96	0,72	4,4	269	403	54	17	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
5,40	20	20	4/1	1,85	1,00	0,80	4,8	277	416	60	17	30	33	36	39	28	27	0,032	33	50	60				
5,60	26	28	4/1	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	30	21	4/1	0,96	1,06	1,00	5,9	281	422	90	29	32	35	37	40	30	29	0,056	50	75	90				
6,00	19	15	2/III	0,99	1,08	0,78	4,2	300	450	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
6,20	21	22	4/1	0,93	1,09	0,82	4,4	305	458	63	16	30	33	36	39	28	27	0,031	35	53	63				
6,40	16	17	2/III	0,96	1,11	0,70	3,5	314	471	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
6,60	22	19	4/1	0,93	1,13	0,85	4,4	316	474	66	17	30	33	36	39	28	28	0,032	37	55	66				
6,80	16	13	2/III	0,96	1,15	0,70	3,3	323	484	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
7,00	21	20	4/1	0,93	1,17	0,82	4,1	326	489	63	15	30	33	36	39	27	27	0,028	35	53	63				
7,20	40	20	4/1	1,00	1,19	1,33	7,2	295	442	120	36	33	36	38	41	31	30	0,071	67	100	120				
7,40	24	36	3/III	0,86	1,21	--	--	--	--	--	18	31	33	36	39	28	28	0,035	40	60	72				
7,60	46	24	4/1	1,01	1,23	1,53	8,3	292	438	138	40	34	36	39	41	32	31	0,081	77	115	138				
7,80	38	24	4/1	0,99	1,25	1,27	6,4	323	484	114	33	33	35	38	41	30	30	0,065	63	95	114				
8,00	49	41	3/III	0,92	1,26	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	32	31	0,084	82	123	147				
8,20	53	28	4/1	1,01	1,28	1,77	9,3	307	460	159	44	34	37	39	42	32	31	0,089	88	133	159				
8,40	19	20	2/III	0,99	1,30	0,78	3,3	365	547	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
8,60	20	18	4/1	0,93	1,32	0,80	3,3	371	557	60	10	29	32	35	39	26	27	0,020	33	50	60				
8,80	16	18	2/III	0,96	1,34	0,70	2,8	356	534	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
9,00	15	13	2/III	0,95	1,36	0,67	2,6	350	525	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
9,20	21	39	3/III	0,85	1,38	--	--	--	--	--	11	29	33	36	39	26	27	0,021	35	53	63				
9,40	47	35	3/III	0,91	1,40	--	--	--	--	--	38	33	36	38	41	31	31	0,075	78	118	141				
9,60	16	11	2/III	0,96	1,42	0,70	2,6	365	547	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
9,80	14	7	2/III	0,94	1,43	0,64	2,3	346	520	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
10,00	35	44	3/III	0,89	1,45	--	--	--	--	--	27	32	34	37	40	29	29	0,051	58	88	105				
10,20	40	17	4/1	1,00	1,47	1,33	5,5	398	597	120	31	32	35	38	40	30	30	0,060	67	100	120				
10,40	30	28	4/1	0,96	1,49	1,00	3,8	420	630	90	21	31	34	37	40	28	29	0,040	50	75	90				
10,60	21	19	4/1	0,93	1,51	0,82	2,9	410	615	63	8	29	32	35	39	26	27	0,018	35	53	63				
10,80	69	80	3/III	0,95	1,53	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	33	32	0,101	115	173	207				
11,00	60	20	4/1	1,02	1,55	2,00	8,6	367	551	180	44	34	36	39	41	32	32	0,089	100	150	180				
11,20	45	15	4/1	1,00	1,57	1,50	5,9	417	625	135	34	33	35	38	41	30	31	0,065	75	113	135				
11,40	20	14	4/1	0,93	1,59	0,80	2,7	415	622	60	5	29	32	35	38	25	27	0,013	33	50	60				
11,60	30	16	4/1	0,96	1,61	1,00	3,5	453	679	90	19	31	34	36	40	28	29	0,036	50	75	90				
11,80	61	34	3/III	0,94	1,63	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	32	32	0,087	102	153	183				
12,00	56	16	4/1	1,01	1,65	1,87	7,3	406	609	168	40	34	36	39	41	31	31	0,080	93	140	168				
12,20	70	32	3/III	0,95	1,67	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	32	32	0,097	117	175	210				
12,40	82	28	4/1	1,04	1,69	2,73	11,5	465	697	246	52	35	38	40	42	33	33	0,110	137	205	246				
12,60	86	20	4/1	1,04	1,71	2,87	12,0	487	731	258	54	36	38	40	42	33	33	0,114	143	215	258				
12,80	93	27	4/1	1,04	1,73	3,10	13,0	527	791	279	56	36	38	40	42	34	33	0,120	155	233	279				
13,00	75	22	4/1	1,03	1,75	2,50	9,8	426	639	225	48	35	37	39	42	32	32	0,							

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : progetto urbanistico  
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)  
- note :

- data : 11/03/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,90 m da quota inizio  
- pagina : 1

					NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE													
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	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	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
0,40	10	30	4/..	1,85	0,07	0,50	68,4	85	128	40	56	36	38	40	43	38	26	0,121	17	25	30							
0,60	15	14	2/III	1,85	0,11	0,67	59,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
0,80	18	16	2/III	1,85	0,15	0,75	47,7	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
1,00	12	13	2/III	1,85	0,19	0,57	25,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
1,20	19	32	4/..	1,85	0,22	0,78	30,0	132	198	58	52	35	37	40	42	36	27	0,108	32	48	57							
1,40	46	46	3:..	1,85	0,26	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	40	31	0,184	77	115	138							
1,60	35	18	4/..	1,85	0,30	1,17	34,9	198	298	105	66	37	39	41	43	38	29	0,146	58	88	105							
1,80	30	26	4/..	1,85	0,33	1,00	24,8	170	255	90	57	36	38	40	43	36	29	0,123	50	75	90							
2,00	26	35	3:..	1,85	0,37	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	35	28	0,104	43	65	78							
2,20	16	24	2/III	1,85	0,41	0,70	12,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
2,40	15	22	2/III	1,85	0,44	0,67	10,4	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
2,60	27	34	3:..	1,85	0,48	--	--	--	--	--	45	34	37	39	42	34	28	0,091	45	68	81							
2,80	30	28	4/..	1,85	0,52	1,00	14,3	170	255	90	47	35	37	39	42	34	29	0,096	50	75	90							
3,00	21	17	4/..	1,85	0,55	0,82	10,3	140	210	63	33	33	35	38	41	32	27	0,064	35	53	63							
3,20	19	24	2/III	1,85	0,59	0,78	8,8	140	210	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
3,40	11	21	2/III	1,85	0,63	0,54	5,1	173	259	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
3,60	23	29	4/..	1,85	0,67	0,87	8,7	158	237	69	31	32	35	38	41	31	28	0,061	38	58	69							
3,80	20	19	4/..	1,85	0,70	0,80	7,4	173	260	60	25	32	34	37	40	30	27	0,048	33	50	60							
4,00	20	17	4/..	1,85	0,74	0,80	6,9	186	280	60	24	31	34	37	40	30	27	0,046	33	50	60							
4,20	21	20	4/..	1,85	0,78	0,82	6,8	198	296	63	25	31	34	37	40	30	27	0,047	35	53	63							
4,40	23	20	4/..	1,85	0,81	0,87	6,8	206	310	69	27	32	34	37	40	30	28	0,051	38	58	69							
4,60	20	20	4/..	1,85	0,85	0,80	5,8	227	341	60	21	31	34	37	40	29	27	0,039	33	50	60							
4,80	21	19	4/..	1,85	0,89	0,82	5,7	238	358	63	21	31	34	37	40	29	27	0,040	35	53	63							
5,00	20	19	4/..	1,85	0,93	0,80	5,2	253	380	60	19	31	33	36	39	28	27	0,035	33	50	60							
5,20	20	20	4/..	1,85	0,96	0,80	5,0	266	398	60	18	30	33	36	39	28	27	0,034	33	50	60							
5,40	20	20	4/..	1,85	1,00	0,80	4,8	277	416	60	17	30	33	36	39	28	27	0,032	33	50	60							
5,60	19	12	2/III	1,85	1,04	0,78	4,4	289	434	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
5,80	36	26	4/..	1,85	1,07	1,20	7,2	266	399	108	35	33	35	38	41	31	30	0,069	60	90	108							
6,00	21	14	4/..	0,93	1,09	0,82	4,4	305	457	63	16	30	33	36	39	28	27	0,031	35	53	63							
6,20	22	17	4/..	0,93	1,11	0,85	4,5	310	465	66	17	30	33	36	39	28	28	0,033	37	55	66							
6,40	21	22	4/..	0,93	1,13	0,82	4,2	315	473	63	15	30	33	36	39	28	27	0,030	35	53	63							
6,60	19	18	2/III	0,99	1,15	0,78	3,8	323	484	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
6,80	18	16	2/III	0,98	1,17	0,75	3,6	330	495	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
7,00	21	14	4/..	0,93	1,19	0,82	4,0	331	497	63	14	30	33	36	39	27	27	0,028	35	53	63							
7,20	38	27	4/..	0,99	1,21	1,27	6,7	308	462	114	34	33	35	38	41	31	30	0,067	63	95	114							
7,40	22	16	4/..	0,93	1,23	0,85	4,0	343	514	66	15	30	33	36	39	27	28	0,029	37	55	66							
7,60	50	28	4/..	1,01	1,25	1,67	9,0	295	443	150	43	34	36	39	41	32	31	0,086	83	125	150							
7,80	27	16	4/..	0,95	1,26	0,95	4,4	353	530	81	21	31	34	37	40	28	28	0,040	45	68	81							
8,00	20	15	4/..	0,93	1,28	0,80	3,5	362	542	60	11	29	33	36	39	27	27	0,021	33	50	60							
8,20	48	34	3:..	0,91	1,30	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	31	31	0,081	80	120	144							
8,40	61	20	4/..	1,02	1,32	2,03	10,8	346	519	183	48	35	37	39	42	33	32	0,099	102	153	183							
8,60	22	19	4/..	0,93	1,34	0,85	3,5	378	567	66	13	30	33	36	39	27	28	0,025	37	55	66							
8,80	21	17	4/..	0,93	1,36	0,82	3,4	381	572	63	11	30	33	36	39	27	27	0,022	35	53	63							
9,00	20	20	4/..	0,93	1,38	0,80	3,2	383	574	60	9	29	32	35	39	26	27	0,019	33	50	60							
9,20	17	15	2/III	0,97	1,40	0,72	2,8	370	555	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
9,40	22	16	4/..	0,93	1,42	0,85	3,3	396	594	66	11	30	33	36	39	27	28	0,023	37	55	66							
9,60	19	18	2/III	0,99	1,44	0,78	2,9	388	582	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
9,80	30	14	4/..	0,96	1,45	1,00	3,9	407	611	90	21	31	34	37	40	28	29	0,041	50	75	90							
10,00	30	16	4/..	0,96	1,47	1,00	3,9	414	621	90	21	31	34	37	40	28	29	0,040	50	75	90							
10,20	20	12	4/..	0,93	1,49	0,80	2,9	402	603	60	7	29	32	35	39	26	27	0,015	33	50	60							
10,40	26	13	4/..	0,95	1,51	0,93	3,4	425	638	78	16	30	33	36	39	27	28	0,030	43	65	78							
10,60	69	41	3:..	0,95	1,53	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	33	32	0,101	115	173	207							
10,80	56	27	4/..	1,01	1,55	1,87	7,9	373	560	168	41	34	36	39	41	31	31	0,083	93	140	168							
11,00	58	17	4/..	1,02	1,57	1,93	8,1	376	563	174	42	34	36	39	41	31	31	0,085	97	145	174							
11,20	26	16	4/..	0,95	1,59	0,93	3,2	442	663	78	14	30	33	36	39	27	28	0,028	43	65	78							
11,40	34	16	4/..	0,98	1,61	1,13	4,1	449	674	102	23	31	34	37	40	28	29	0,044	57	85	102							
11,60	18	10	2/III	0,98	1,63	0,75	2,4	403	605	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
11,80	22	13	4/..	0,93	1,65	0,85	2,7	435	652	66	8	29	32	35	39	26	28	0,017	37	55	66							
12,00	22	24	4/..	0,93	1,67	0,85	2,7	437	656	66	7	29	32	35	39	26	28	0,016	37	55	66							
12,20	31	13	4/..	0,97	1,69	1,03	3,4	474	711	93	19	31	34	36	40	28	29	0,036	52	78	93							
12,40	21	22	4/..	0,93	1,70	0,82	2,5	435	652	63	5	29	32	35	38	25	27	0,013	35	53	63							
12,60	63	15	4/..	1,02	1,72	2,10	8,0	414	620	189	43	34	36	39	41	31	32	0,086	105	158	189							
12,80	58	29	4/..	1,02	1,74	1,93	7,1	435	652	174	40	34	36	39	41	31	31	0,079	97	145	174							
13,																												

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : progetto urbanistico  
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)  
- note :

- data : 11/03/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,90 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	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	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	12	60	4/..	1,85	0,07	0,57	80,8	97	146	45	63	37	39	41	43	39	26	0,138	20	30	36
0,60	18	15	2/III	1,85	0,11	0,75	68,4	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	14	16	2/III	1,85	0,15	0,64	38,9	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	33	16	4/..	1,85	0,19	1,10	58,3	187	281	99	75	39	40	42	44	40	29	0,174	55	83	99
1,20	21	20	4/..	1,85	0,22	0,82	32,3	140	210	63	55	36	38	40	42	37	27	0,117	35	53	63
1,40	28	26	4/..	1,85	0,26	0,97	32,5	164	246	84	61	37	39	41	43	37	28	0,134	47	70	84
1,60	24	26	4/..	1,85	0,30	0,89	24,8	151	227	72	53	35	38	40	42	36	28	0,111	40	60	72
1,80	33	15	4/..	1,85	0,33	1,10	28,0	187	281	99	61	37	39	41	43	37	29	0,132	55	83	99
2,00	29	36	3:...	1,85	0,37	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	36	29	0,114	48	73	87
2,20	27	27	4/..	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	14	21	2/III	1,85	0,44	0,64	9,8	108	163	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	16	24	2/III	1,85	0,48	0,70	10,0	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	21	20	4/..	1,85	0,52	0,82	11,2	140	210	63	34	33	35	38	41	32	27	0,067	35	53	63
3,00	47	39	3:...	1,85	0,55	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	36	31	0,132	78	118	141
3,20	29	16	4/..	1,85	0,59	0,98	11,8	167	251	87	42	34	36	39	41	33	29	0,085	48	73	87
3,40	24	24	4/..	1,85	0,63	0,89	9,7	152	228	72	34	33	35	38	41	32	28	0,067	40	60	72
3,60	20	23	4/..	1,85	0,67	0,80	7,9	160	241	60	27	32	34	37	40	30	27	0,051	33	50	60
3,80	25	25	4/..	1,85	0,70	0,91	8,7	167	250	75	33	33	35	38	41	31	28	0,064	42	63	75
4,00	24	30	4/..	1,85	0,74	0,89	7,9	178	267	72	30	32	35	38	40	31	28	0,058	40	60	72
4,20	26	24	4/..	1,85	0,78	0,93	7,8	188	281	78	32	32	35	38	41	31	28	0,062	43	65	78
4,40	23	15	4/..	1,85	0,81	0,87	6,8	206	310	69	27	32	34	37	40	30	28	0,051	38	58	69
4,60	25	27	4/..	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	22	21	4/..	1,85	0,89	0,85	5,9	236	354	66	23	31	34	37	40	29	28	0,043	37	55	66
5,00	22	18	4/..	1,85	0,93	0,85	5,6	249	374	66	22	31	34	37	40	29	28	0,042	37	55	66
5,20	22	24	4/..	1,85	0,96	0,85	5,3	262	393	66	21	31	34	37	40	29	28	0,040	37	55	66
5,40	25	22	4/..	1,85	1,00	0,91	5,6	270	405	75	24	31	34	37	40	29	28	0,046	42	63	75
5,60	26	19	4/..	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	19	20	2/III	1,85	1,07	0,78	4,2	300	450	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	17	20	2/III	0,97	1,09	0,72	3,8	308	462	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	37	23	4/..	0,99	1,11	1,23	7,1	277	415	111	35	33	35	38	41	31	30	0,069	62	93	111
6,40	28	47	3:...	0,87	1,13	--	--	--	--	--	25	32	34	37	40	29	28	0,048	47	70	84
6,60	29	26	4/..	0,96	1,15	0,98	5,2	315	473	87	26	32	34	37	40	29	29	0,050	48	73	87
6,80	19	18	2/III	0,99	1,17	0,78	3,8	329	494	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	14	13	2/III	0,94	1,19	0,64	2,9	320	480	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	15	12	2/III	0,95	1,21	0,67	3,0	329	494	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	29	29	4/..	0,96	1,23	0,98	4,8	340	510	87	24	31	34	37	40	29	29	0,047	48	73	87
7,60	17	17	2/III	0,97	1,24	0,72	3,2	346	519	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	17	18	2/III	0,97	1,26	0,72	3,1	350	524	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	16	16	2/III	0,96	1,28	0,70	2,9	348	521	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	17	21	2/III	0,97	1,30	0,72	3,0	356	535	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	31	29	4/..	0,97	1,32	1,03	4,6	368	552	93	25	31	34	37	40	29	29	0,047	52	78	93
8,60	30	15	4/..	0,96	1,34	1,00	4,3	375	562	90	23	31	34	37	40	29	29	0,045	50	75	90
8,80	23	16	4/..	0,94	1,36	0,87	3,6	384	576	69	14	30	33	36	39	27	28	0,027	38	58	69
9,00	18	17	2/III	0,98	1,38	0,75	2,9	374	561	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	20	15	4/..	0,93	1,40	0,80	3,1	387	580	60	8	29	32	35	39	26	27	0,018	33	50	60
9,40	16	13	2/III	0,96	1,42	0,70	2,6	365	547	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	20	14	4/..	0,93	1,44	0,80	3,0	393	590	60	8	29	32	35	39	26	27	0,017	33	50	60
9,80	18	17	2/III	0,98	1,46	0,75	2,7	385	577	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	60	20	4/..	1,02	1,48	2,00	9,2	351	526	180	45	34	37	39	42	32	32	0,091	100	150	180
10,20	23	12	4/..	0,94	1,49	0,87	3,2	415	623	69	12	30	33	36	39	27	28	0,023	38	58	69
10,40	23	16	4/..	0,94	1,51	0,87	3,1	419	628	69	11	30	33	36	39	26	28	0,023	38	58	69
10,60	18	11	2/III	0,98	1,53	0,75	2,6	394	591	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	39	23	4/..	1,00	1,55	1,30	5,0	428	642	117	29	32	35	37	40	29	30	0,055	65	98	117
11,00	56	27	4/..	1,01	1,57	1,87	7,8	381	571	168	41	34	36	39	41	31	31	0,082	93	140	168
11,20	20	14	4/..	0,93	1,59	0,80	2,7	415	623	60	5	29	32	35	38	25	27	0,013	33	50	60
11,40	16	18	2/III	0,96	1,61	0,70	2,2	382	573	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,60	16	9	2/III	0,96	1,63	0,70	2,2	383	575	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	31	26	4/..	0,97	1,65	1,03	3,5	465	698	93	20	31	34	36	40	28	29	0,037	52	78	93
12,00	18	19	2/III	0,98	1,67	0,75	2,3	407	610	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,20	20	14	4/..	0,93	1,69	0,80	2,5	426	638	60	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,40	43	31	3:...	0,91	1,71	--	--	--	--	--	30	32	35	38	40	29	30	0,058	72	108	129
12,60	20	8	4/..	0,93	1,72	0,80	2,4	429	644	60	3	28	32	35	38	25	27	0,008	33	50	60
12,80	72	31	3:...	0,95	1,74	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	32	32	0,097	120	180	216
13,00	46	16	4/..	1,01	1,76	1,53	5,3	482	723	138	31	32	35	38	41	29	31	0,061	77	115	138
13,20	50	29	4/..	1,01	1,78	1,67</															

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : progetto urbanistico  
- località : area via Reda 2 , Faenza (RA)  
- note :

- data : 11/03/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,10 m da quota inizio  
- pagina : 1

					NATURA COESIVA						NATURA GRANULARE															
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25	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	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
0,40	8	24	2////	1,85	0,07	0,40	51,7	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
0,60	12	12	2////	1,85	0,11	0,57	48,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
0,80	11	12	2////	1,85	0,15	0,54	31,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
1,00	15	12	2////	1,85	0,19	0,67	31,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
1,20	30	75	3:////	1,85	0,22	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	38	29	0,151	50	75	90					
1,40	32	37	3:////	1,85	0,26	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	38	29	0,147	53	80	96					
1,60	23	17	4/:/	1,85	0,30	0,87	24,1	148	221	69	51	35	37	40	42	36	28	0,107	38	58	69					
1,80	25	31	3:////	1,85	0,33	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	35	28	0,107	42	63	75					
2,00	35	29	4/:/	1,85	0,37	1,17	26,4	198	298	105	60	36	38	41	43	37	29	0,131	58	88	105					
2,20	25	25	4/:/	1,85	0,41	0,91	17,1	155	232	75	46	34	37	39	42	34	28	0,095	42	63	75					
2,40	16	24	2////	1,85	0,44	0,70	11,0	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
2,60	15	11	2////	1,85	0,48	0,67	9,4	115	173	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
2,80	39	39	3:////	1,85	0,52	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	35	30	0,119	65	98	117					
3,00	42	24	4/:/	1,85	0,55	1,40	20,0	238	357	126	57	36	38	40	43	35	30	0,121	70	105	126					
3,20	29	18	4/:/	1,85	0,59	0,98	11,8	167	251	87	42	34	36	39	41	33	29	0,085	48	73	87					
3,40	16	40	4/:/	1,85	0,63	0,70	7,1	157	235	52	20	31	34	37	40	29	27	0,039	27	40	48					
3,60	17	23	2////	1,85	0,67	0,72	7,0	167	251	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
3,80	15	22	2////	1,85	0,70	0,67	5,9	187	281	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
4,00	14	26	2////	1,85	0,74	0,64	5,2	203	304	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
4,20	15	19	2////	1,85	0,78	0,67	5,2	213	320	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
4,40	23	23	4/:/	1,85	0,81	0,87	6,8	206	310	69	27	32	34	37	40	30	28	0,051	38	58	69					
4,60	22	15	4/:/	1,85	0,85	0,85	6,2	223	334	66	24	31	34	37	40	29	28	0,045	37	55	66					
4,80	22	19	4/:/	1,85	0,89	0,85	5,9	236	354	66	23	31	34	37	40	29	28	0,043	37	55	66					
5,00	25	17	4/:/	1,85	0,93	0,91	6,1	243	365	75	26	32	34	37	40	30	28	0,050	42	63	75					
5,20	26	17	4/:/	0,95	0,94	0,93	6,2	248	372	78	27	32	35	37	40	30	28	0,052	43	65	78					
5,40	23	18	4/:/	0,94	0,96	0,87	5,5	261	391	69	22	31	34	37	40	29	28	0,043	38	58	69					
5,60	23	14	4/:/	0,94	0,98	0,87	5,4	267	401	69	22	31	34	37	40	29	28	0,042	38	58	69					
5,80	22	16	4/:/	0,93	1,00	0,85	5,1	275	413	66	20	31	34	37	40	29	28	0,038	37	55	66					
6,00	19	17	2////	0,99	1,02	0,78	4,5	285	427	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
6,20	20	21	4/:/	0,93	1,04	0,80	4,5	289	434	60	16	30	33	36	39	28	27	0,030	33	50	60					
6,40	17	20	2////	0,97	1,06	0,72	3,9	297	445	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
6,60	17	18	2////	0,97	1,08	0,72	3,8	303	455	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
6,80	16	15	2////	0,96	1,10	0,70	3,6	309	464	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
7,00	14	23	2////	0,94	1,12	0,64	3,1	308	462	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
7,20	27	14	4/:/	0,95	1,13	0,95	5,0	313	469	81	24	31	34	37	40	29	28	0,045	45	68	81					
7,40	21	11	4/:/	0,93	1,15	0,82	4,1	322	483	63	15	30	33	36	39	27	27	0,029	35	53	63					
7,60	19	9	2////	0,99	1,17	0,78	3,7	331	496	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
7,80	23	10	4/:/	0,94	1,19	0,87	4,2	333	499	69	17	30	33	36	39	28	28	0,033	38	58	69					
8,00	40	21	4/:/	1,00	1,21	1,33	7,1	303	454	120	36	33	36	38	41	31	30	0,070	67	100	120					
8,20	60	16	4/:/	1,02	1,23	2,00	11,5	340	510	180	49	35	37	39	42	33	32	0,102	100	150	180					
8,40	24	16	4/:/	0,94	1,25	0,89	4,1	349	524	72	17	30	33	36	39	28	28	0,033	40	60	72					
8,60	20	25	4/:/	0,93	1,27	0,80	3,5	358	537	60	11	30	33	36	39	27	27	0,022	33	50	60					
8,80	20	23	4/:/	0,93	1,29	0,80	3,5	363	544	60	11	29	33	36	39	27	27	0,021	33	50	60					
9,00	17	25	2////	0,97	1,31	0,72	3,0	357	536	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
9,20	22	37	3:////	0,86	1,32	--	--	--	--	--	13	30	33	36	39	27	28	0,026	37	55	66					
9,40	25	29	4/:/	0,94	1,34	0,91	3,9	377	566	75	17	30	33	36	39	28	28	0,033	42	63	75					
9,60	19	17	2////	0,99	1,36	0,78	3,1	376	564	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
9,80	35	15	4/:/	0,98	1,38	1,17	5,1	381	571	105	28	32	35	37	40	29	29	0,054	58	88	105					
10,00	57	24	4/:/	1,01	1,40	1,90	9,2	333	500	171	44	34	37	39	42	32	31	0,090	95	143	171					
10,20	59	30	4/:/	1,02	1,42	1,97	9,4	340	511	177	45	34	37	39	42	32	32	0,092	98	148	177					
10,40	30	11	4/:/	0,96	1,44	1,00	4,0	403	604	90	22	31	34	37	40	28	29	0,041	50	75	90					
10,60	19	15	2////	0,99	1,46	0,78	2,8	392	588	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
10,80	26	19	4/:/	0,95	1,48	0,93	3,5	418	626	78	16	30	33	36	39	27	28	0,031	43	65	78					
11,00	18	19	2////	0,98	1,50	0,75	2,6	390	586	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
11,20	18	10	2////	0,98	1,52	0,75	2,6	393	589	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--					
11,40	49	92	3:////	0,92	1,54	--	--	--	--	--	37	33	36	38	41	31	31	0,073	82	123	147					
11,60	57	18	4/:/	1,01	1,56	1,90	8,0	374	561	171	42	34	36	39	41	31	31	0,084	95	143	171					
11,80	38	38	3:////	0,90	1,58	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	29	30	0,053	63	95	114					
12,00	84	21	4/:/	1,04	1,60	2,80	12,7	476	714	252	55	36	38	40	42	33	33	0,116	140	210	252					
12,20	116	32	3:////	1,02	1,62	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	35	35	0,146	193	290	348					
12,40	60	14	4/:/	1,02	1,64	2,00	8,1	393	589	180	42	34	36	39	41	31	32	0,085	100	150	180					
12,60	46	15	4/:/	1,01	1,66	1,53	5,7	445	668	138	33	33	35	38	41	30	31	0,064	77	115	138					
12,80	49	22	4/:/	1,01	1,68	1,63	6,1	443	664	147	35	33	35	38	41	30	31	0,068	82	123	147					
13,00	27	18	4/:/	0,95	1,70	0,95	3,0	465	698	81	14	30	33	36	39	27	28	0,027	45	68	81					
13,20	30	24	4/:/	0,96	1,72	1,00																				



**INDAGINE SISMICA mediante la tecnica del rapporto spettrale H/V a  
stazione singola eseguita con tromografo digitale TROMINO-Micromed ed  
elaborazione dei dati mediante software GRILLA-Micromed**

**CANTIERE : “AREA VIA REDA 2” – Faenza (RA)**

**LAVORO : Piano Particolareggiato**

**COMMITTENTE : dr. geol. Stefano Marabini**



*Faenza, Marzo 2019*

*Dr. Geol. Bruno Gardegni*



## INDAGINE GEOFISICA e INTERPRETAZIONE

Scopo della presente relazione è la caratterizzazione sismica dell' **“AREA VIA REDA 2”** (PRG del Comune di Faenza) posta in ambito di piana alluvionale di conoide, a supporto del **“Progetto di Piano Particolareggiato”**.

Allo scopo è stata eseguita in posizione centrale (**CPT 2**) una indagine sismica utilizzando un tomografo digitale Tromino-Micromed, avvalendosi del metodo di Nakamura sul rapporto spettrale H/, che fornisce una valutazione diretta della  $V_{s30}$  in base all'individuazione delle discontinuità sismiche e della profondità della formazione rocciosa.

Questa tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) con apparecchio tomografico **TROMINO** permette inoltre di misurare la frequenza caratteristica di risonanza del sito, parametro che è utilizzabile in termini di risposta sismica locale (RSL) per progettare edifici non con la stessa frequenza di risonanza del terreno, in modo da evitare l'effetto di doppia risonanza pericoloso per la stabilità degli edifici.

La  $V_{s30}$  viene calcolata o meglio stimata mediante un codice di calcolo apposito attraverso il software **GRILLA**, è necessario conoscere la profondità di un riflettore stratigrafico (prova penetrometrica o sondaggio) e riconoscibile dalla curva H/V.

La tecnica HVSR si basa in parte sulla sismica tradizionale dei microtrempi, cioè di oscillazioni molto piccole rispetto al sisma; il metodo di acquisizione dei dati è quindi detto passivo in quanto il rumore non è generato come ad esempio dalle esplosioni della sismica attiva.

I dati sono stati acquisiti con un frequenza base di 128 Hz e convertiti in file ASCII mediante il software Grilla, e il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo di 30 minuti, suddiviso in intervalli della durata di 8 sec.

Successivamente si è operato alla costruzione di un modello teorico HVSR e, tramite un algoritmo, all'adattamento della curva sperimentale e quella teorica. Le acquisizioni rispettano le indicazioni del processo SESAME.

Nel presente studio, che sfrutta la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale  $H/V = 1$ ) con quello misurato in superficie, la frequenza di risonanza del terreno è regolata dalla formula:

$$f = V_s / 4H$$

dove  $f$  è la frequenza e  $H$  lo spessore dello strato sismico.



Di seguito si riportano i dati relativi all'acquisizione sismica:

Inizio registrazione: 25/03/19 17:22:23      Fine registrazione: 25/03/19 17:42:23

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".      Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

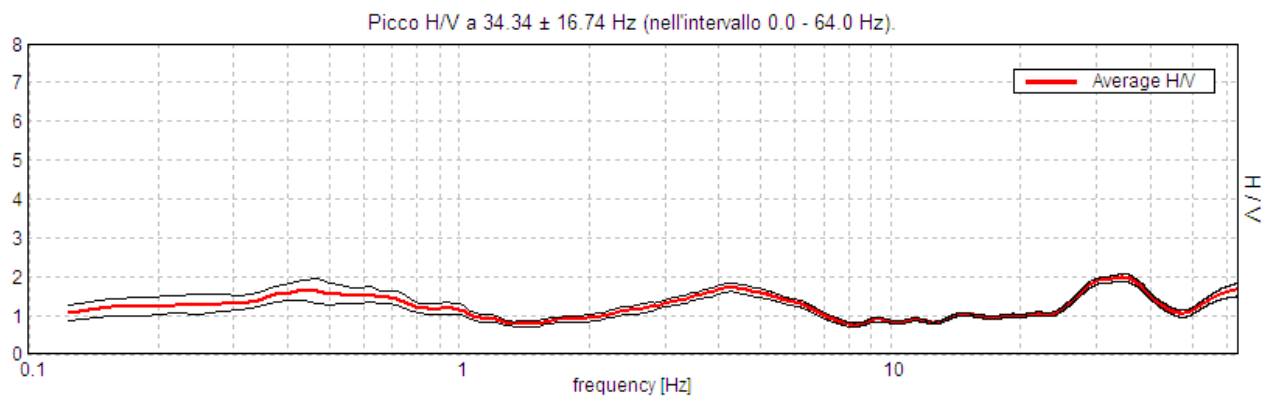
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

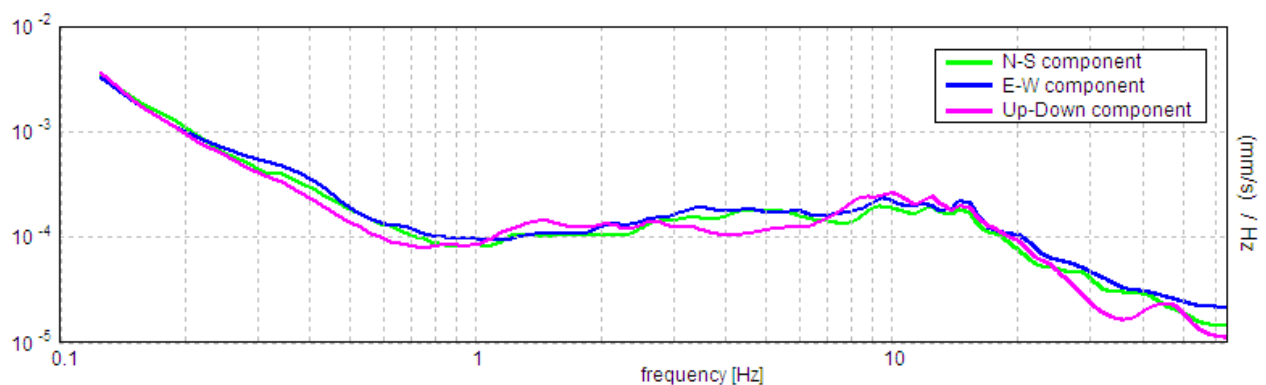
Nel grafico che segue è rappresentata la curva sperimentale H/V frutto dell'elaborazione mediante algoritmo dei microtremori registrato dall'apparecchiatura, in ascissa la frequenza di risonanza del terreno, in ordinata il rapporto H/V:

#### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

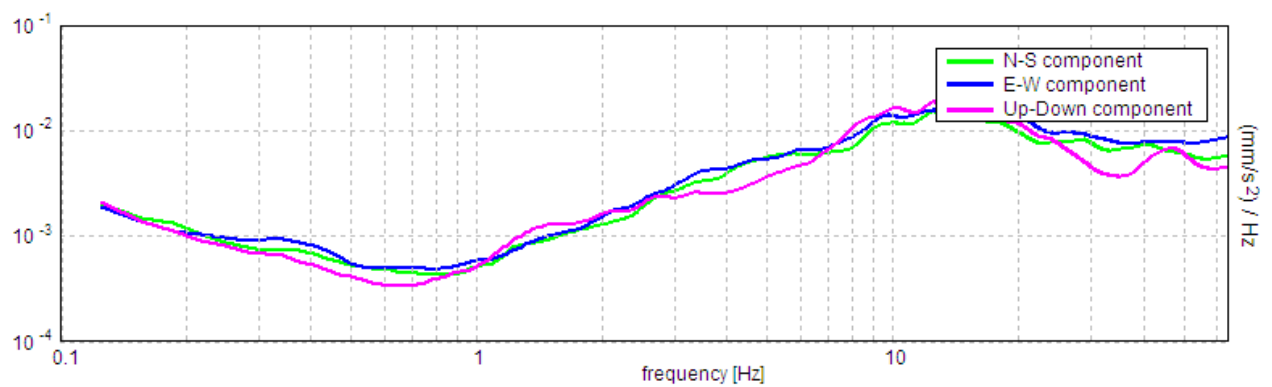


Nei grafici successivi l'andamento della traccia nelle 3 componenti N-S, E-W e verticale:

#### SINGLE COMPONENT SPECTRA (VELOCITA')

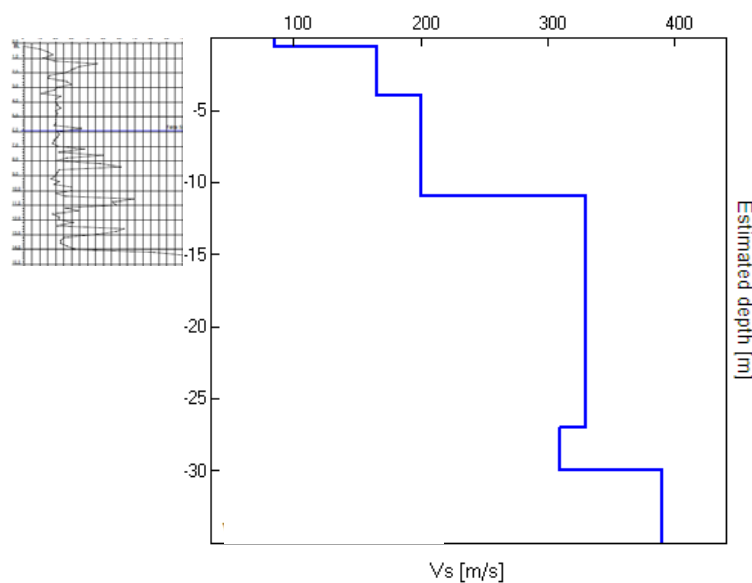
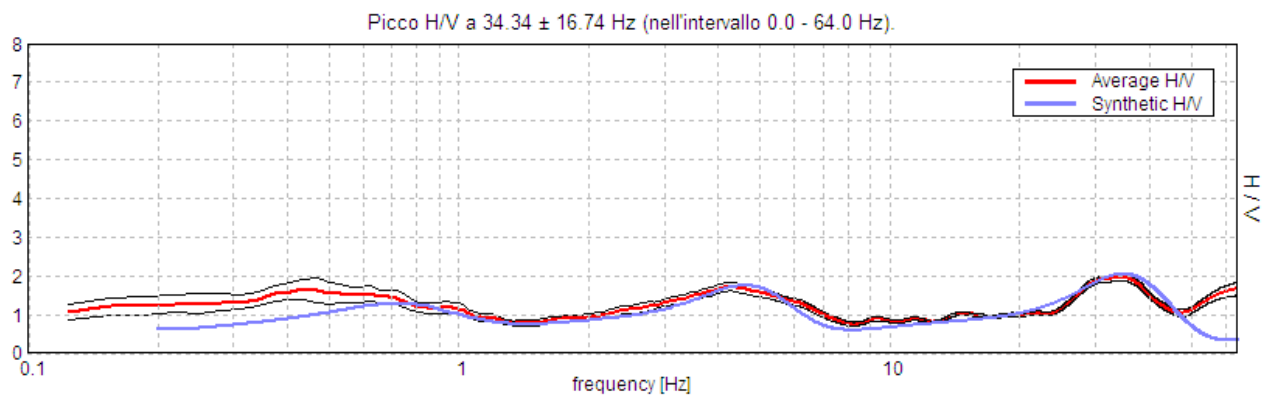


### SINGLE COMPONENT SPECTRA (ACCELERAZIONE)



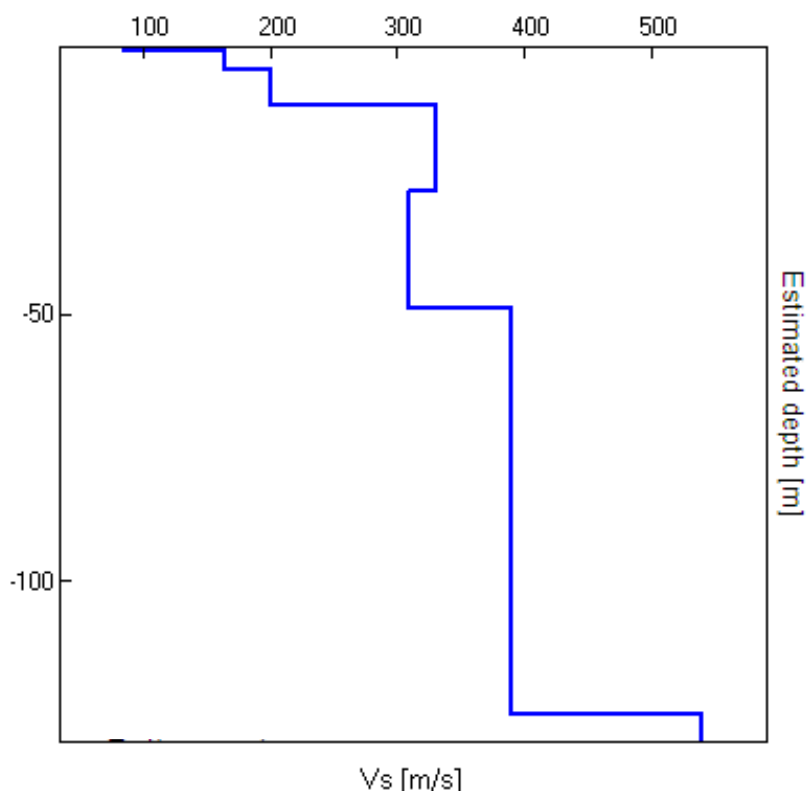
Il grafico sotto rappresenta l'elaborazione della traccia sperimentale da cui si ricava la Vs30 e relativa categoria di suolo, la curva blu è la curva teorica risultato dell'elaborazione, devono essere il più possibile coincidenti;

### EXPERIMENTAL VS SYNTHETIC H/V



A seguire uno schema dei sismostrati nei quali è stato suddiviso il sottosuolo, ciascuno caratterizzato da uno specifico valore  $V_s$ , e quindi il relativo grafico dell'andamento della  $V_s$  in profondità,.

Litologia presunta	Profondità totale [m]	Sismostrati [m]	$V_s$ [m/s]
Terreno vegetale	0.60	0.60	85
Limi e argille tenere	4.00	3.40	165
Limi e argille tenere	11.00	7.00	200
Limi e argille sab. medio-compatte	27.00	16.00	330
Limi e argille sab. medio-compatte	49.00	22.00	310
Limi e argille sab. compatte	125.00	76.00	390
Substrato argilloso non rigido	inf.	inf.	540



Il valore medio risultante dall'elaborazione fornisce la seguente  $V_{s30}$ , valore che non va assunto come dato certo, ma considerando un margine di errore almeno del 20%.

$$V_{s30} = 257 \text{ m/s} \pm 50 \text{ m/s}$$

Il valore ottenuto classifica il terreno come sito C.

	Descrizione del profilo stratigrafico	$V_{s30}$ (m/s)
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.	180 – 360

## ELEMENTI di MICROZONAZIONE SISMICA

L' "AREA VIA REDA 2" è collocata nel territorio comunale di Faenza ed è collocabile tra il margine appenninico padano e la pianura, a monte della stessa abbiamo il territorio collinare pertanto l'area è morfologicamente classificabile come **Margine appenninico-padano di tipo B** caratterizzato da terreni prevalentemente fini sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose); il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine pleistoceniche o da peliti plio-pleistoceniche (substrato non rigido); le prove penetrometriche e la modellazione sismica evidenziano la presenza di depositi alluvionali fini di spessore superiore a 30 m, gli strati grossolani sovrastano altri strati di terreni fini presenti fino al substrato.

Si considerano i coefficienti di amplificazione sismica relativi alla fascia di velocità relativa a 250 m/s

**Tabella per il calcolo dei coefficienti di amplificazione sismica** (DGR n.2193 del 21/12/2015)

**F.A. P.G.A.:** rapporto tra massima ampiezza dell'accelerazione su affioramento rigido ( $a_{max,r}$ ) e massima ampiezza dell'accelerazione alla superficie del deposito ( $a_{max,s}$ ) alla frequenza  $f$ .

**F.A. S.I.:** Intensità spettrale di Housner, indicatore della pericolosità sismica, è definito come l'area sottesa dello spettro di risposta di pseudo velocità relative ai tre intervalli

**MARGINE APPENNINICO-PADANO:** settore di transizione tra la zona collinare (Appennino) e la pianura caratterizzato da terreni prevalentemente fini sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose); il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine pleistoceniche o da peliti plio-pleistoceniche (substrato non rigido); questo settore è suddiviso in:

**MARGINE di tipo A:** caratterizzato da spessore dei terreni fini sovrastanti gli orizzonti grossolani inferiore a 30 m; gli strati grossolani sovrastano direttamente il substrato geologico

**MARGINE di tipo B:** caratterizzato da spessore dei terreni fini superiore a 30 m; gli strati grossolani sovrastano altri strati di terreni fini presenti fino al substrato;

Vs30	150	200	250	300	350	400
F.A. P.G.A.	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5
F.A SI1	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.6
F.A SI2	2.9	2.8	2.5	2.3	2.1	2.0
F.A SI3	3.3	3.1	2.7	2.4	2.2	2.0

## CONCLUSIONI

- Il terreno indagato è classificabile come sito **C**;
- La velocità stimata è pari a  **$V_{s30} = 257$  m/s**;
- La frequenza caratteristica del sito è  $F_0 = 0,9$  Hz;
- L'accelerazione di gravità del sito è  **$a_g = 0,204$  (SLV)**;
- L'accelerazione massima è  **$A_{max} = 2,797$  (SLV)**;
- L'accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per  $T = 0$ , espressa in frazione dell'accelerazione di gravità per il comune di Faenza è  **$g(a_{refg}) = 0,2063$** ;
- La categoria topografica è **T1**;
- L'area è classificabile come **Margine appenninico-padano di tipo B**;
- Si assumono come coefficienti di amplificazione sismica quelli relativi alla fascia di velocità pari a 250 m/s;
- Si riportano i coefficienti di amplificazione sismica su base regionale, tali coefficienti non sono vincolanti ai fini della progettazione:

**P.G.A = 1.6**

**S.I.1 per l'intervallo  $0.1s < T_0 < 0.5s = 1,9$**

**S.I.2 per l'intervallo  $0.5s < T_0 < 1.0s = 2,5$**

**S.I.3 per l'intervallo  $0.5s < T_0 < 1.5s = 2,7$**

*Faenza, Marzo 2019*

*Dr. Geol. Bruno Gardegni*

