

# REGIONE EMILIA ROMAGNA

## UNIONE DELLA ROMAGNA FAENTINA COMUNE DI FAENZA

Piano Particolareggiato relativo alla scheda di PRG n.146  
"AREA DEL CASELLO AUTOSTRADALE" comparto C e  
completamento delle opere di urbanizzazione primaria di cui  
al P.d.C. 170/2006 in ottemperanza alla convenzione del  
19/01/2006 Rep. 133944/11587

Ubicazione: via Giovanni Falcone



studio architetti associati

arch. Chiara  
Greggio

arch. Diego  
Lombardi

Progettisti:  
P.zza Matilde di Canossa, 7 \_ 42026  
Ciano d'Enza di Canossa (RE)  
P.IVA 02194580359  
Tel. 0522878212 \_ Fax 0522878036  
e-mail: c.greggio@cd-architect.com

Committente:  
PES REAL ESTATE SRL  
Via R.Bendandi, 14 - 47122 Forlì (FC)  
P.IVA03589290406  
Tel. +39-0543/757011  
e-mail: pesrealestate@legalmail.it

Descrizione \_ RELAZIONE GEOLOGICA

R. 3

Comune \_ Faenza Foglio \_ 63  
Foglio \_ 64 mapp. \_ 284-285-512-514-516-517  
mapp. \_ 230

FIRMA

31/10/2020

Con la consulenza specialistica di:

RETE FOGNARIE - LAMINAZIONE  
RETE ACQUEDOTTO

STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO - VALSAT

GEOLOGIA

ILLUMINAZIONE PUBBLICA

RILIEVO TOPOGRAFICO

PRISMA INGEGNERIA SRL

Ing. Conti Franca

Dott. Geol. Marabini Stefano

Energia studio di progettazione impiantistica

Studio Associato di Ingegneria GEOTECNO

Faenza, 23/10/2020

**OGGETTO:** Attestazione di validità dei dati inseriti nella relazione geologica (R.3) redatta il giorno 22/07/2020 per il Piano Particolareggiato relativo alla scheda di PRG n.146 "AREA CASELLO AUTOSTRADALE" COMPARTO C

Il sottoscritto dott. Stefano Marabini, iscritto all'ordine dei geologi della regione Emilia-Romagna al n. 209, avendo preso visione del nuovo Piano Particolareggiato per l'area in oggetto (Allegato A – planimetria nuovo progetto), con conseguente cambio di destinazione d'uso da produttivo a direzionale, attesta la validità dei dati riportati nella suddetta relazione.



dott. Stefano Marabini



arch. Chiara Greggio (per presa visione)

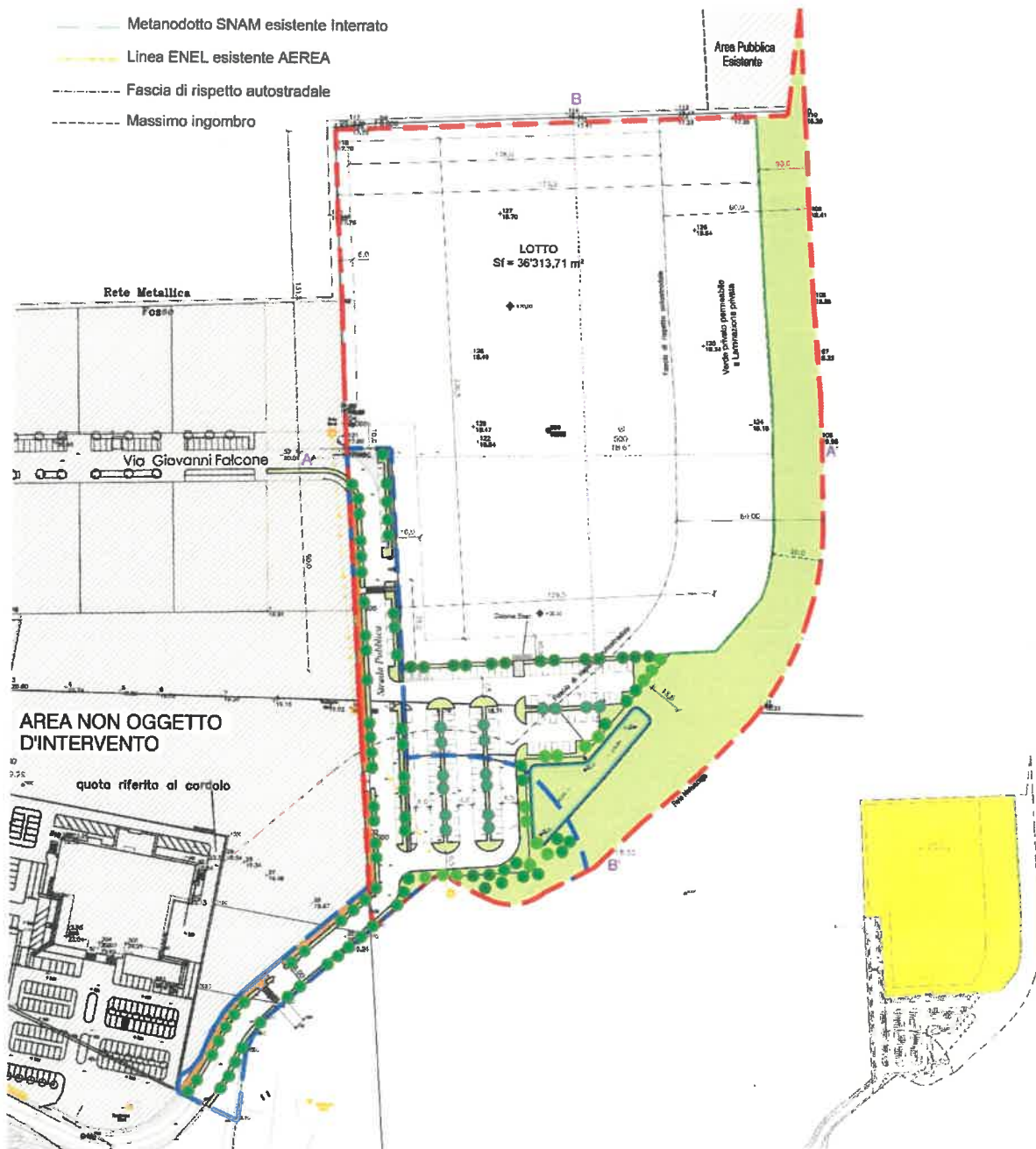
# ALLEGATO A – PLANIMETRIA NUOVO PROGETTO

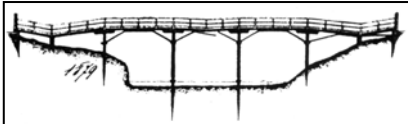
POTENZIALITA' EDIFICATORIA COMPARTO C - SF = 55'781,00 mq							
Art. 12.6 PRG Zone produttive miste di nuovo impianto		Sul max = 50% Sf		Sul max realizz. = 27'890,50 mq			
		Standard pubblico = 1 mq/1 mq Sul (art. 12.6.3 PRG)		Sul di progetto = 16'500,00 mq			
		Verde = 60% Sul		Verde min = 9'900,00 mq			
		Park = 40% Sul		Park min = 6'600,00 mq			
Lotto Privato	Sup. Fondiaria	SUL di progetto	H max esecut. Vol. teorici (art. 12.6.2 - PRG)	Permeabilità = 30% Sf (art. 4.4.4. Spazi e verde privato - PRG)	Destinazione d'uso (art. 12.6.3 PRG)	Verde pubblico progetto	Park pubblico progetto
1	36'270,00 mq	16'500,00 mq	12,00 ml	10'881,00 mq	b2) Funz. Dirazionale	9'964 mq	6'620,40 mq
						+64 mq rispetto a Verde min.	+20,40 mq rispetto a Park min.

## LEGENDA

- Perimetro sub comparto C  
Scheda di PRG 146 "Area del Casello Autostradale"
- Perimetro relativo al completamento delle opere di  
urbanizzazione primaria di cui al progetto Unitario PdC  
170/2006 in ottemperanza alla convenzione Rep.  
133944/11587 del 19/102006

- Metanodotto SNAM esistente interrato
- Linea ENEL esistente AEREA
- Fascia di rispetto autostradale
- Massimo ingombro





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

**ZAMA G. & C. s.n.c.**

**PIANO PARTICOLAREGGIATO**  
relativo alla  
**SCHEDA P.R.G. n.146**  
**“AREA CASELLO**  
**AUTOSTRADALE” -**  
**COMPARTO C”**  
**(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 1:5.000  
TAV. 2 Carta idrogeologica 1:5.000  
TAV. 3 Carta geotecnica 1:1.000
- n. 3 + 7 grafici e tabelle di penetrometrie statiche (CPT)
  - n. 2 stratigrafie di trivellate geognostiche
  - Rapporto di indagine sismica mediante *tromografo*
  - n. 1 stratigrafia di carotaggio 40m (*Archivio Geognostico Regione E-R*)



Faenza, 22 luglio 2019



## **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. 146 “AREA CASELLO AUTOSTRADALE - Comparto C” (Comune di Faenza – Ra)**, il quale prevede nuova edificazione di tipo produttivo in **n.2 lotti** di superficie complessiva pari a circa 4,2 ha (v. **PROGETTO dello Studio CAVINA-MONTEVECCHI-PAGANI di Faenza e TAVV. 1, 2 , 3**).

In considerazione dei caratteri geologici generali noti per l’ambito di pianura in oggetto posto alcuni km a nord di Faenza, e in riferimento alle Normative Tecniche vigenti (**D.M. 17/01/2018, DGR 2193/2015**), per definire la fattibilità geologica dell’intervento urbanistico 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. 3 penetrometrie statiche (CPT1, CPT 2, CPT 3)** appositamente effettuate all’interno dell’area di studio nel 2019 e **n. 7 penetrometrie statiche (CPT 1-7/00)** parimenti effettuate all’interno della medesima in occasione di un precedente **Progetto Urbanistico**, spinte a profondità massima di -20m all’interno del substrato alluvionale compatto.
- **n. 2 trivellate geognostiche (T1, T2)** perforate all’interno dell’area di studio sino a profondità di 6/7m per un accertamento litologico diretto dei terreni superficiali di fondazione.
- **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**.
- **n. 1 sondaggio a carotaggio (Cdx)** perforato nel 1986 sino a profondità di -40m a poca distanza in adiacenza al tracciato autostradale (da **Archivio Geognostico Regione Emilia-Romagna, internet**) (v. **ubicazione in TAV. 1**).

L’analisi del rischio sismico è stata inoltre 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**.



### **Relazione Geologica**

In particolare, considerando il microlievo naturale del terreno, si deduce che l’**“AREA CASELLO AUTOSTRADALE” (Comparto C)** si colloca “a cavallo” del limite occidentale del largo **paleodosso fluviale** entro cui scorre, poche centinaia di metri più a est, l’attuale **scolo Fiume Vetro**, il cui nome suggerisce il tracciato di un antico paleoalveo fluviale abbandonato in epoca storica dal F. Lamone. L’argine sinistro relitto del paleoalveo costituisce attualmente una piatta dorsale allungata che si eleva per un metro o poco più rispetto alla piana alluvionale situata ad ovest (**v. TAV. 1**).

L’area presenta una superficie topografica pianeggiante e notevolmente regolarizzata dall’attività agricola, a quota compresa tra 21,5/22,5m s.l.m, con una pendenza media intorno allo 0,2% sufficiente per lo scolo delle acque superficiali in direzione dei fossi pubblici situati a nord-ovest (sistema dello *Scolo Cantrighella*) (**v. TAV. 2**).

#### **2.1 LITOSTRATIGRAFIA.**

Per quanto concerne la litostratigrafia del primo sottosuolo dell’**“AREA CASELLO AUTOSTRADALE” (Comparto C)** si dispone, in base alle informazioni geognostiche acquisite (**v. cap. 3**) e a quelle bibliografiche (**v. ubicazione in FIG. 1 delle indagini dell’Archivio Geognostico Regionale**), di un quadro attendibile di riferimento sino a profondità di una trentina di metri per un congruo intorno dell’area di studio, così sintetizzabile:

- a) **orizzonte alluvionale superiore**, relativamente continuo e omogeneo, costituito da prevalenti limi più o meno sabbiosi e argillosi, mediamente compatti, di spessore medio intorno a 7/8m.  
I terreni di questo strato, che sono correlabili con depositi di tracimazione pertinenti a paleoalvei preistorici/storici del F. Lamone e di corsi d’acqua minori situati a occidente (*Rio Cantrighella*), sono riferibili alla porzione superiore e più recente del **Subsistema di Ravenna – AES8 (Unità di Modena–AES8a p.p.)** come definito nella **“Carta Geologica Regione Emilia-Romagna” (v. FIG. 1)**.
- b) **orizzonte alluvionale inferiore**, da profondità di -7/-8m sin oltre la trentina di metri, costituito da una successione di prevalenti terreni sabbiosi più o meno limosi, in genere discretamente addensati, entro cui a profondità di oltre -20m si intercalano anche sottili livelli ghiaiosi.

### **Relazione Geologica**

I terreni di questo strato, che sono correlabili con depositi di piana alluvionale e di canale fluviale del conoide tardo Pleistocenico-Olocenico del F. Lamone, sono riferibili alla porzione inferiore e più antica del **Subsistema di Ravenna – AES8** e in parte forse al **Subsistema di Villa Verrucchio – AES7**.

A motivo del suddetto contesto geologico, che all'interno dell'area di studio si caratterizza per variazioni litologiche modeste e graduali, non si è ritenuto significativo effettuare un tentativo di ricostruzione geometrica dei suddetti strati alluvionali, che nell'insieme possono quindi assimilarsi ad un assetto tabulare sostanzialmente omogeneo.

### **2.3 IDROGEOLOGIA SOTTERRANEA.**

Per quanto concerne l'idrogeologia sotterranea dell'“**AREA CASELLO AUTOSTRADALE” (Comparto C)** è da considerare in primo luogo che il primo sottosuolo è costituito da terreni fini la cui granulometria, e quindi anche il grado di permeabilità, variano discretamente con la profondità. In particolare si individua un evidente limite di permeabilità intorno a -2/-4m di profondità, ove i terreni limosi sciolti più superficiali poggiano su terreni limoso-argillosi più compatti e quindi meno permeabili (**v. stratigrafie al par. 3.2**).

Lo specifico assetto litostratigrafico, abbinato alla ridotta pendenza, determina quindi una scarsa soggiacenza della falda freatica, che nel dicembre 2000 (dopo un periodo asciutto) evidenziò un livello statico a profondità tra -2,4/-3,9m.

D'altra parte, sulla base dei seguenti dati freatimetrici di **n.15 pozzi freatici** misurati negli immediati dintorni nell'aprile 2001 (dopo un periodo piovoso), sono state appositamente ricostruite le isofreatiche di **TAV. 2** :

pozzi USL	profondità livello freatico (aprile 2001)	quota livello falda (metri s.l.m.)
1	-1,0	22,5
2	-0,9	22,5
3	-1,2	22,1
4	-1,25	22,3
5	-1,9	22,1
6	-1,3	20,7

### **Relazione Geologica**

7	-2,1	21,9
8	-1,2	22,7
9	-1,1	21,6
152	-1,1	20,7
247	-1,3	22,1
815	-1,2	21,0
1130	-2,0	21,3
1150	-1,5	21,8
1186	-1,3	22,4

In conclusione, considerando ulteriori controlli freaticometrici di aggiornamento effettuati nel 2019, si ritiene di poter così riassumere le caratteristiche della circolazione idrica subsuperficiale nell' "AREA CASELLO AUTOSTRADALE- Comparto C":

- a) Il deflusso della falda freatica subsuperficiale si dirige nel complesso abbastanza regolarmente verso nord/nord-ovest, influenzato in parte dalle eteropie granulometriche subsuperficiali tra orizzonti limosi più o meno sabbiosi e orizzonti limosi più argillosi.
- b) E' identificabile una direzione principale di deflusso idrico subsuperficiale in corrispondenza della porzione occidentale dell'area, quella più prossima allo *Scolo Cantrighella*, mentre la zona orientale sembra piuttosto corrispondere a una sorta di "alto freatico".
- c) E' accertata una oscillazione media pari a 1,5/1,8m tra i livelli freatici conseguenti a periodi siccitosi e quelli conseguenti invece a periodi di forti precipitazioni.
- d) In sintesi si prospetta che, in concomitanza con periodi di forte piovosità, la profondità minima del livello piezometrico possa risalire sino a profondità di ≤1m rispetto alla superficie topografica naturale, con evidenti implicazioni per la fattibilità e funzionalità di assetti fondali.

## **Relazione Geologica**

### **3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE.**

#### **3.1 PENETROMETRICHE STATICHE ( CPT )**

Nella TAV. 3 sono indicati i siti di **n. 7 penetrometrie statiche (CPT)** eseguite all'interno dell'”AREA CASELLO AUTOSTRADALE- Comparto C” nel 2000 in occasione di un precedente studio urbanistico e di **n. 3 penetrometrie statiche (CPT)** effettuate per ulteriore verifica nel 2019.

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*)**
- **parametri geomeccanici:**
  - $\gamma$  = peso dell'unità di volume
  - $c_u$  = coesione non drenata
  - $\varphi'$  = angolo di resistenza al taglio

#### **3.2 TRIVELLATE GEOGNOSTICHE ( T )**

Nella TAV. 3 sono anche indicati i siti di **n. 2 trivellate geognostiche** perforate nel 2019 all'interno dell'”AREA CASELLO AUTOSTRADALE- Comparto C”, allo scopo di verificare, considerando anche che l'area in anni recenti è stata soggetta a livellamenti topografici, 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:

<b>TRIVELLATA 1 zona ovest (2019)</b>	
suolo limoso misto con fanghi biancastri di riporto ( = paleosuolo rimaneggiato ? )	0 m p.c.
limi leggermente sabbiosi bruno-giallastri con conchiglie, frustoli carboniosi centimetrici, frammenti vari di laterizi e ceramiche, ... ( = paleosuolo/colmamento paleoalveo ? )	- 0,80



### **Relazione Geologica**

_____	- 1,80
limo sabbioso giallastro, “tenero”	
_____	- 2,10
alternanza di limi e limi argillosi bianco-giallastri con screziature grigie, con abbondanti concrezioni, variamente compatti	
_____	- 3,30
limi leggermente sabbiosi bianco-giallastri con screziature grigie, con abbondanti concrezioni, variamente compatti	
_____	3,90
alternanza di limi più o meno argillosi bianco-giallastri, mediamente compatti	
_____	4,30
limi argillosi bianco-giallastri, compatti	
_____	5,70
argille limose grigio-azzurre con sparsi frammenti carboniosi (-7m), plastiche	
_____	- 7,10 fine
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p><b>TRIVELLATA 2</b> <b>zona est (2019)</b></p> </div>	
_____	0 m p.c.
suolo limoso misto con fanghi biancastri di riporto	
_____	- 0,75
limi grigio-giallastri con frammenti di laterizi ( = <b>paleosuolo rimaneggiato ?</b> )	
_____	- 1,20
limo giallastro con concrezioni calcaree, mediamente compatto	
_____	- 1,75
limo leggermente sabbioso giallastro, poco compatto	
_____	- 1,90
limi più o meno sabbiosi, giallastri	
_____	- 2,10
alternanza di limi più o meno argillosi con limi leggermente sabbiosi giallastri con screziature grigie, con sparse concrezioni, variamente compatti	
_____	- 3,20
limi più o meno argillosi giallastri con screziature grigie, con abbondanti concrezioni, variamente compatti	
_____	5,30
limi più o meno argillosi grigi, variamente compatti	
_____	-- 6,00 fine

### **3.3 SINTESI DEI RISULTATI GEOGNOSTICI.**

Sulla base dei dati penetrometrici e della taratura litologica fornita dalle **trivellate geognostiche**, nei diagrammi penetrometrici sono sintetizzate le seguenti suddivisioni litostratigrafiche del primo sottosuolo dall’alto verso il basso, al di sotto dell’orizzonte superficiale di suolo agrario intensamente rimaneggiato in anni recenti (anche con miscelazione di fanghi biancastri di provenienza esterna):

### **Relazione Geologica**

- **strato superficiale (strato A e B)**, con base a profondità di **-7/-8m**, costituito essenzialmente da terreni fini mediamente compatti ( **$R_p \geq 15 \text{ daN/cmq}$** ), che superiormente sino a profondità di **-2/-3m** risultano in prevalenza limoso-sabbiosi (**strato A**) e inferiormente in prevalenza limoso-argillosi (**strato B**).
- **strato intermedio (strati C e D)**, a profondità compresa tra **-7/-8m** e **circa -15m**, costituito da terreni prevalentemente sabbiosi fini e limoso-sabbiosi, saturi e poco addensati ( **$R_p \geq 10 \text{ daN/cmq}$** ). Il contatto basale è abbastanza netto con l'unità sottostante.
- **strato profondo (strato E)**, a partire da profondità di **circa -15m** sin oltre la trentina di metri, costituito da terreni prevalentemente sabbiosi e discretamente addensati ( **$R_p \geq 30 \text{ daN/cmq}$** ), entro cui si intercalano sottili livelli ghiaiosi a profondità tra **-20/-25m**.

## **4 - ANALISI GEOTECNICA.**

L'intervento urbanistico previsto nel **PIANO PARTICOLAREGGIATO relativo alla SCHEDA PRG n. 146 "AREA CASELLO AUTOSTRADALE- Comparto C"** è sintetizzabile in una edificazione di tipo produttivo in n.2 lotti di superficie complessiva pari a circa 4,2 ha (v. TAV. 3).

L'analisi geologico-tecnica di fattibilità edificatoria, in considerazione del quadro geognostico propedeuticamente definito, è stata sostanzialmente riferita all'interpretazione critica dei risultati penetrometrici disponibili e finalizzata alla valutazione di fattibilità di assetti fondali superficiali.

Nella **Planimetria** di TAV. 3 sono riportati, in corrispondenza dei siti penetrometrici 2019, i valori medi di  **$R_p$  (daN/cmq)** dei terreni posti rispettivamente a profondità compresa tra **-1,6/-4m (porzione inferiore strato A)** rispetto al piano topografico attuale che è stato parzialmente modificato rispetto al 2000, in sostanza nell'“intervallo di profondità” su cui potrà più ragionevolmente essere progettato l'appoggio di fondazioni superficiali nell'“**AREA CASELLO AUTOSTRADALE- Comparto C**”.

### ***Relazione Geologica***

In considerazione della distribuzione areale sostanzialmente uniforme dei suddetti valori di **R<sub>p</sub>** per i terreni di fondazione superficiale (anche considerando i dati penetrometrici del 2000), si ritiene opportuno proporre, all'interno dell' "**AREA CASELLO AUTOSTRADALE- Comparto C**", la seguente unica **classe di edificabilità** (v. TAV. 3):

#### **ZONA A: terreni superficiali di fondazione caratterizzati da valori costanti di R<sub>p</sub> medio ≥ 15daN/cm<sup>q</sup>**

Inoltre si constata che i terreni relativamente compatti della **porzione mediana dello strato A**, raggiungibili su tutta l'area a **profondità intorno a -2/-2,5m**, si configurano geomeccanicamente particolarmente idonei per l'appoggio di **fondazioni superficiali su plinti**.

Per quanto riguarda una valutazione preliminare di **Pressione Ammissibile** dei terreni superficiali di fondazione dell' "**AREA CASELLO AUTOSTRADALE- Comparto C**" in relazione alla suddetta soluzione fondale, si ritiene attendibile, in rapporto ai valori penetrometrici e alla litologia dei medesimi, di considerare un valore massimo di **coefficiente di correzione = 14** a partire da un valore medio prudenziale di **R<sub>p</sub>** (v. **teorie sperimentali di Sanglerat e di L'Herminier**), e si prospetta quindi il seguente quadro preliminare di riferimento per la portanza dei terreni di fondazione superficiali:

- **fondazioni su plinti poggiate a profondità di circa -2m :**

$$\begin{aligned} \text{P.Amm. (Pressione Ammissibile) minima} &= R_p / 14 \\ &= 16,5 / 14 \\ &= 1,2 \text{ daN/cm}^q \end{aligned}$$

Il suddetto valore di portanza risulta compatibile anche in termini di compressibilità dei terreni, come si deduce indicativamente dalla seguente stima indicativa dei cedimenti ottenuta considerando per la diffusione dei carichi in profondità il grafico di Boussinesq-Westergaard, e in particolare **un sovraccarico effettivo di 0,4daN/cm<sup>q</sup>** trasmesso da un **plinto 3x 3 m poggiato a profondità di -2m :**

<b>VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI</b>	
mv =	1 / (a · R <sub>p</sub> ) = coeff. compressibilità
in cui:	a = coeff. terreno
	R <sub>p</sub> = 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> )

### **Relazione Geologica**

<b>PENETROMETRIA STATICA CPT 2</b>			
strati	$\delta p$	mv	$\delta h$
-2 /-3,5m	0,40	0,009	0,56
-3,5/-5,0m	0,28	0,010	0,41
-5,0/-6,5m	0,07	0,010	0,11
-6,5/-8m	0,04	0,013	0,08
-8/-11m	0,02	0,017	0,10
-11/-14m	0,01	0,021	0,08

$$\Sigma \delta h = \underline{\underline{1,34cm}}$$

<b>PENETROMETRIA STATICA CPT 4</b>			
strati	$\delta p$	mv	$\delta h$
-2 /-3,5m	0,40	0,009	0,56
-3,5/-5,0m	0,28	0,010	0,41
-5,0/-6,5m	0,07	0,008	0,08
-6,5/-8m	0,04	0,009	0,06
-8/-11m	0,02	0,011	0,07
-11/-14m	0,01	0,019	0,07

$$\Sigma \delta h = \underline{\underline{1,24cm}}$$

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

Allo scopo di definire in termini di rischio sismico la fattibilità degli interventi edificatori in progetto nell’”**AREA CASELLO AUTOSTRADALE- Comparto C**”, 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 rivisitazione e 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

### **Relazione Geologica**

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.

Di seguito si riportano gli estratti delle carte MOPS e di microzonazione sismica relativi all’”**AREA CASELLO AUTOSTRADALE- Comparto C**”:

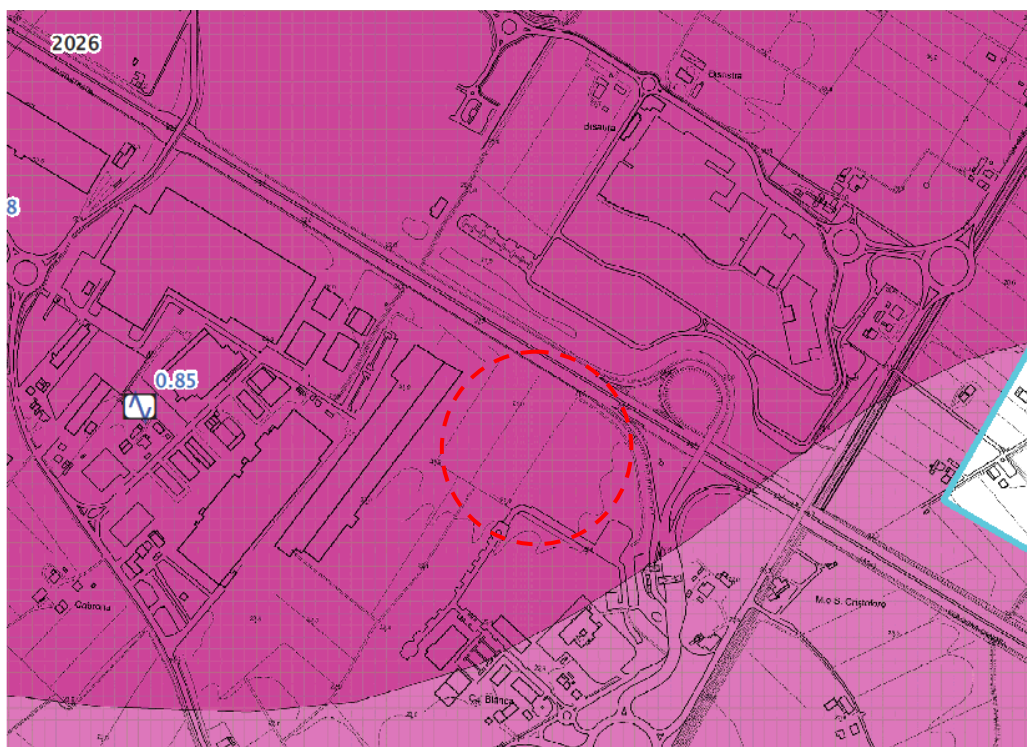
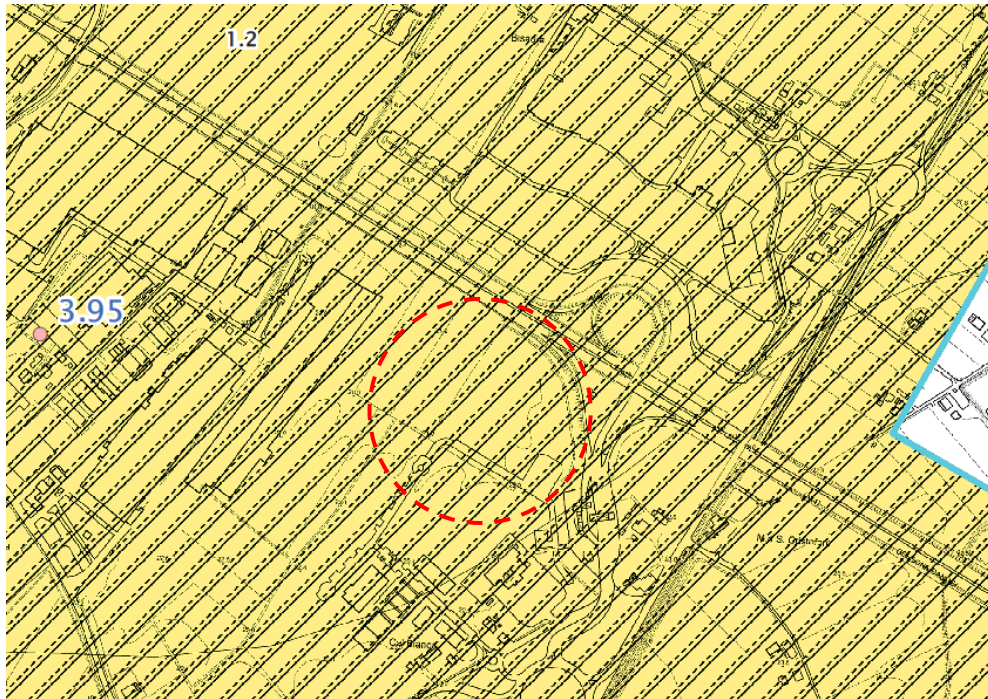


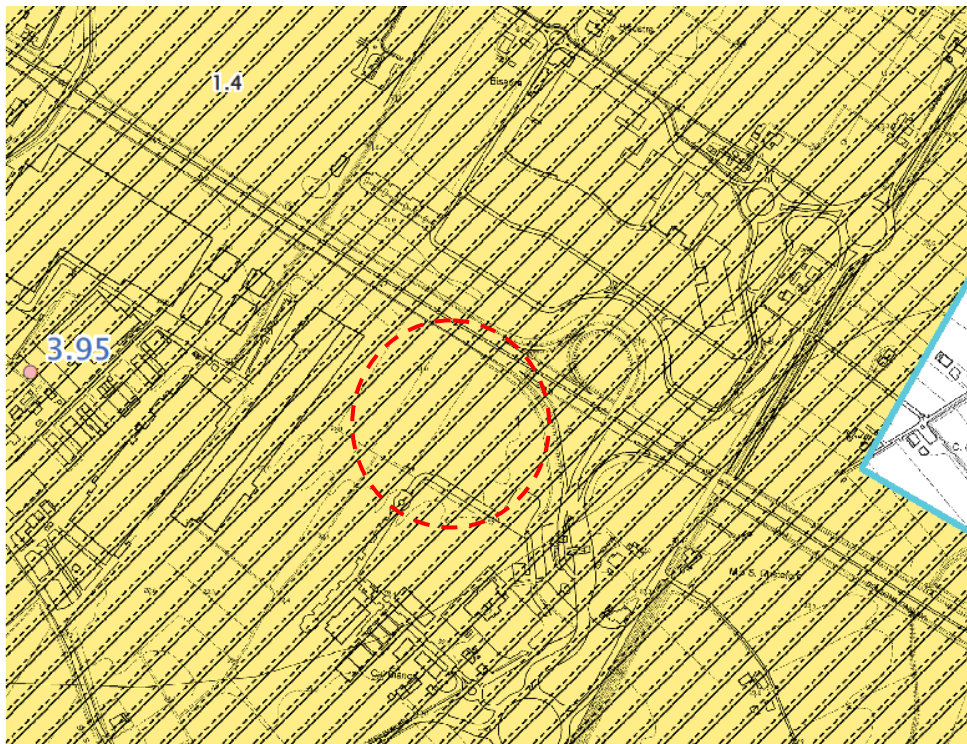
Fig. 1: Carta delle MOPS



### **Relazione Geologica**



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



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



### **Relazione Geologica**

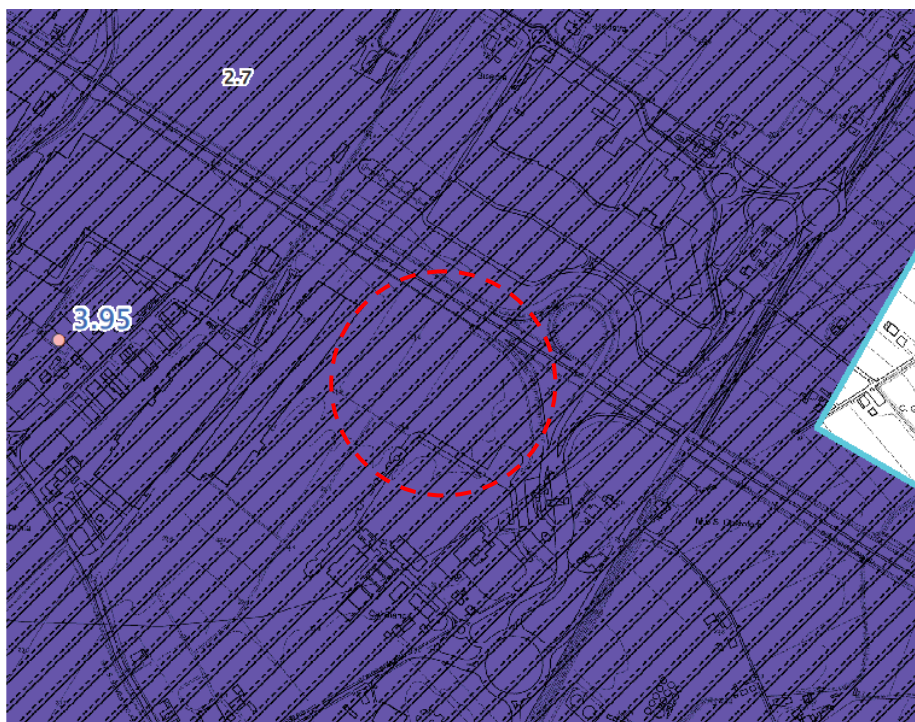


Fig. 4: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FH<sub>0,5-1s</sub>

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:

**Relazione Geologica**

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 CASELLO AUTOSTRADALE- Comparto C**”. 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  $0.5 < T_0 < 1.5s$** , che risulta importante per edifici particolarmente elevati e/o caratterizzati da periodi di vibrazione più alti.

<b>CLASSIFICAZIONE GEOLOGICA-TECNICA:</b>	<b>CL pi – Tessiture prevalenti nei primi 6 metri: argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille limose e argille sabbiose</b> <b>Ambienti deposizionali di piana inondabile (pi)</b>
<b>FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI:</b>	<b><math>F_0 \approx 0.80 \div 0.85</math> Hz</b>
<b>MICROZONA SISMICA OMOGENEA (MOPS):</b>	<b>ZA_LQ1 - Zona di attenzione per liquefazione.</b> <b>Zona 2026 – Bassa pianura con successioni di alluvioni prevalentemente fini (AES8, AES8a), con locali intervalli di sabbie sature nei primi 30 m. Substrato sismico alluvionale "non rigido" a profondità <math>\geq 120</math> m (Pianura 2).</b>
<b>VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO:</b>	<b><math>V_{s30} \approx 200</math> m/s</b>
<b>MICROZONAZIONE SISMICA</b> <b>Zone suscettibili di amplificazione locale:</b>	<b>Amplificazione da modelli numerici (shake 2000):</b> <b>FA Pga =1.2</b> <b>FA SI =1.4 (<math>0.1s &lt; T_0 &lt; 0.5s</math>)</b> <b>FA SI =2.7 (<math>0.5s &lt; T_0 &lt; 1.0s</math>)</b> <b>FA SI =2.6 (<math>0.5s &lt; T_0 &lt; 1.5s</math>)</b>
<b>MICROZONAZIONE SISMICA</b> <b>Zone di attenzione per instabilità:</b>	<b>ZS_LQ - Zona di suscettibilità per liquefazioni (<math>2 &lt; IL \leq 5</math>)</b> <b>Rischio potenziale “medio”</b>

**Relazione Geologica****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 acquisite, come detto, **misure geofisiche con tromografo** (v. allegato).

Queste misure geofisiche, convertite in attendibili profili **Vs (velocità onde di taglio)/Profondità**, forniscono un modello sismostratigrafico per una profondità di **oltre 30m** (v. allegato), e sono sintetizzate nei seguenti parametri sismici principali comparabili e maggiormente prudenziali rispetto alle risultanze di cui al precedente par. 5.1:

-  $V_s 30 = 223 \pm 50 \text{ m/s}$

- **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

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

Per l’**AREA CASELLO AUTOSTRADALE - Comparto C** 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.**

In considerazione della classificazione dell’area di studio entro: **“ZS\_LQ - Zona di suscettibilità per liquefazioni ( $2 < IL \leq 5$ ) : Rischio potenziale “medio”** (v. tabella par. 5.1), per quanto concerne un approfondimento della valutazione del rischio di liquefazione dei terreni dell’**“AREA CASELLO AUTOSTRADALE - Comparto C”** in caso di sisma, si ritiene opportuno, innanzitutto, considerare la seguente descrizione concettuale (Quaderni de "La Ricerca Scientifica", n.114, C.N.R. 1986):

### **Relazione Geologica**

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 CASELLO AUTOSTRADALE - Comparto C**” è costituito essenzialmente da terreni di deposizione plurimillennaria con discreta frazione fine e discretamente coesivi (v. grafici penetrometrici), si può ragionevolmente stimare **poco probabile il rischio di liquefazione** dei medesimi in caso di sisma (v. anche D.M. 17/01/2018, par. 7.11.3.4.2).

A maggior approfondimento di questo aspetto progettuale è comunque di seguito fornita una **verifica analitica alla liquefazione** il cui risultato è così sintetizzabile :

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

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

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

$50 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 160 \rightarrow CRR_{7,5} = 93[(q_{c1N})_{cs} / 1000]^2 + 0.08$

$(q_{c1N})_{cs}$  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 = 1m

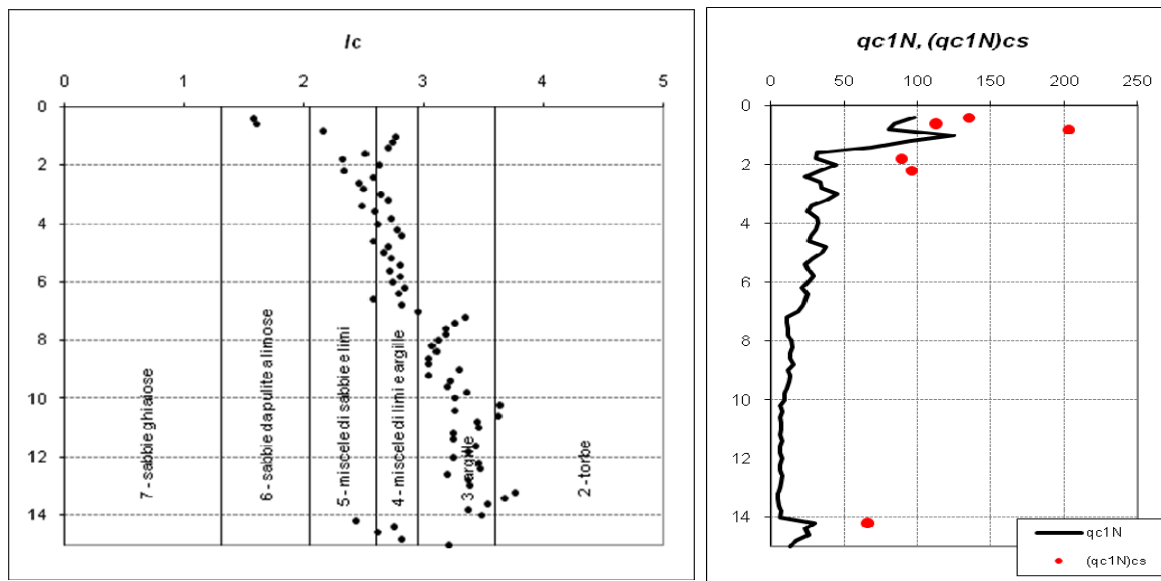
$\gamma$  terreno = 1,85 t/mc

$\gamma$  acqua = 1,0 t/mc

$M$  (magnitudo) = 6,14

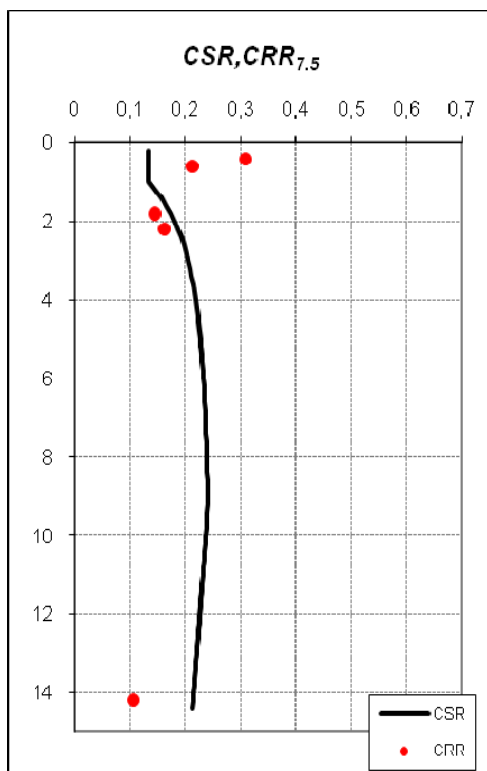
, si ottengono i seguenti risultati grafici :

**Relazione Geologica**



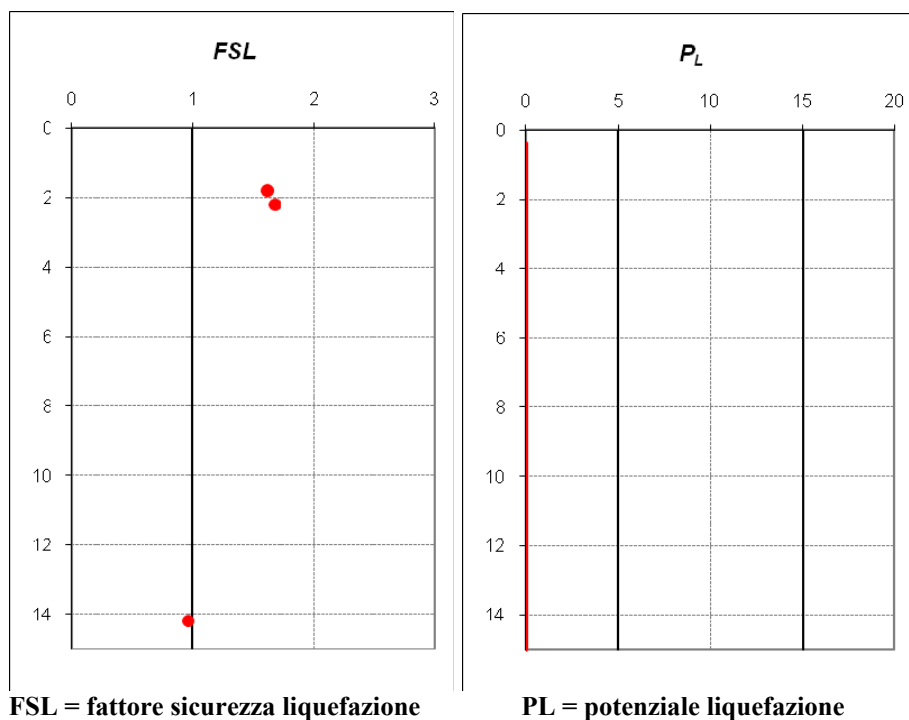
**Ic = indice classificazione terreno proposto da Robertson (1990)**

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



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

### 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 del **PIANO PARTICOLAREGGIATO relativo alla SCHEDA PRG n. 146 “AREA CASELLO AUTOSTRADALE - Comparto C” (Comune di Faenza – Ra)**, il quale prevede edificazione di tipo produttivo in n.2 lotti di superficie complessiva pari a circa 4,2 ha (v. **PROGETTO dello Studio CAVINA-MONTEVECCHI-PAGANI di Faenza e TAVV. 1, 2 , 3**).

Innanzitutto, si è riscontrato che l’**“AREA CASELLO AUTOSTRADALE - Comparto C”** corrisponde con una porzione pianeggiante ed omogenea della fascia esterna del semiconoide formatosi in età Tardiglaciale/Olocene antico per l’azione deposizionale del F. Lamone (*Subsistema di Ravenna – AES8 nella “Cartografia Geologica Regione Emilia-Romagna”*), nella quale non si individuano situazioni geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche tali da condizionare negativamente “normali” interventi urbanistico/edificatori come quelli in Progetto (v. **cap.2**).



### **Relazione Geologica**

Nel dettaglio, i risultati penetrometrici hanno documentato una sufficiente omogeneità e qualità geomeccanica dei terreni del primo sottosuolo per l'intera "AREA CASELLO AUTOSTRADALE- Comparto C", i quali sono caratterizzati da valori medi di  $R_p \geq 15 \text{ daN/cm}^2$  e quindi possono considerarsi come **terreni idonei per fondazioni superficiali**.

Per quanto concerne l'idrogeologia sotterranea si stima che la profondità minima del livello delle acque sotterranee, nei periodi maggiormente piovosi, abbia raggiunto **profondità di  $\leq 1 \text{ m}$**  rispetto al piano campagna originario.

In sintesi, si prospetta il seguente quadro di riferimento preliminare per quanto attiene "normali" assetti fondali superficiali:

- **fondazioni su plinti poggiati a profondità di -2m:**

- **P. Amm. (Pressione Ammissibile) minima = 1,2 daN/cm<sup>2</sup>**  
(equivalente a Pressione SLU  $\approx 1,8 \text{ daN/cm}^2$ )

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

- **Categoria sismica del suolo = C** ( $V_s 30 = 223 \pm 50 \text{ m/s}$ )

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

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

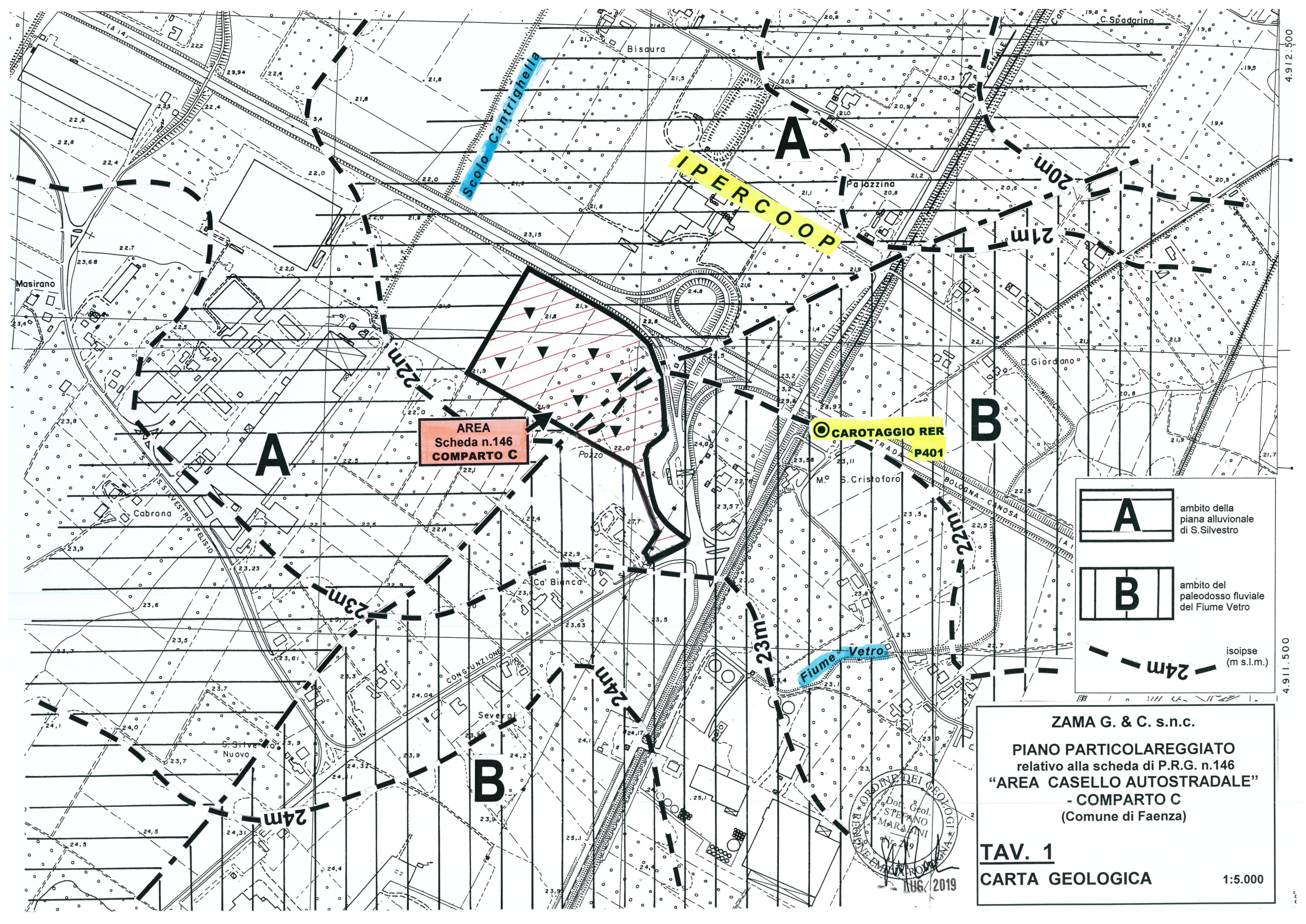
- **St (Fattore di amplificazione topografica) = 1 (T = 1).**

- **PL (Potenziale liquefazione) = 0**

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







**AREA**  
Scheda n.146  
**COMPARTO C**

**CAROTAGGIO RER**  
**P401**

<b>A</b>	ambito della piana alluvionale di S.Silvestro
<b>B</b>	ambito del paleodosso fluviale del Fiume Vetro
- - - 24m - - -	isopse (m s.l.m.)

**ZAMA G. & C. s.n.c.**  
**PIANO PARTICOLAREGGIATO**  
relativo alla scheda di P.R.G. n.146  
**"AREA CASELLO AUTOSTRADALE"**  
- COMPARTO C  
(Comune di Faenza)

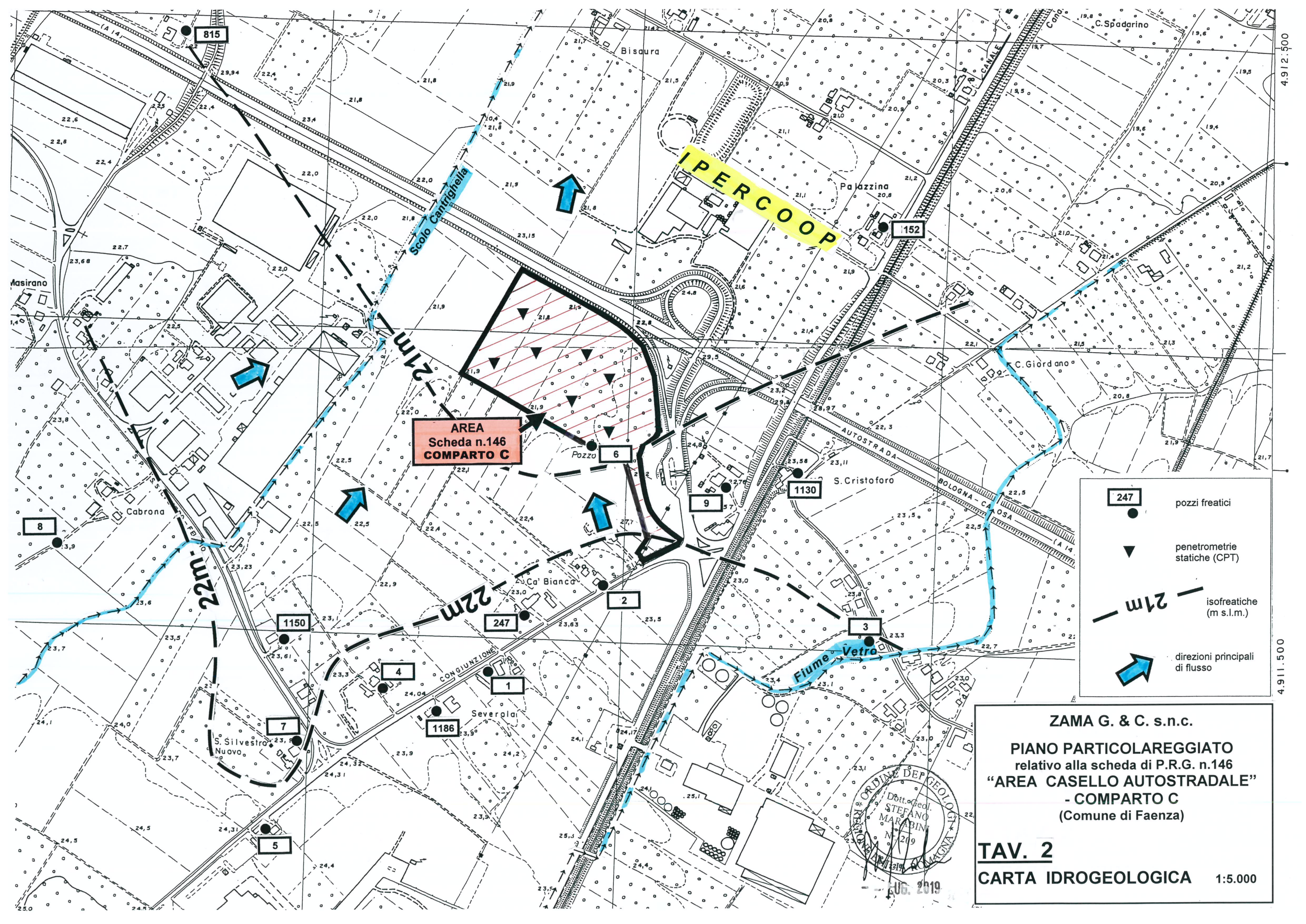
**TAV. 1**  
**CARTA GEOLOGICA** 1:5.000



4.912.500

4.911.500





**AREA  
Scheda n.146  
COMPARTO C**

**IPERCOOP**

- 247 ● pozzi freatici
- ▼ penetrometrie statiche (CPT)
- 21m — isofreatiche (m s.l.m.)
- ➡ direzioni principali di flusso

**ZAMA G. & C. s.n.c.**  
**PIANO PARTICOLAREGGIATO**  
 relativo alla scheda di P.R.G. n.146  
**“AREA CASELLO AUTOSTRADALE”**  
 - COMPARTO C  
 (Comune di Faenza)

**TAV. 2**  
**CARTA IDROGEOLOGICA 1:5.000**

ORDINE DEI GEOLOGI  
 Dott. Geol.  
**STEFANO MARABINI**  
 N. 209  
 06/2019

4.912.500  
4.911.500

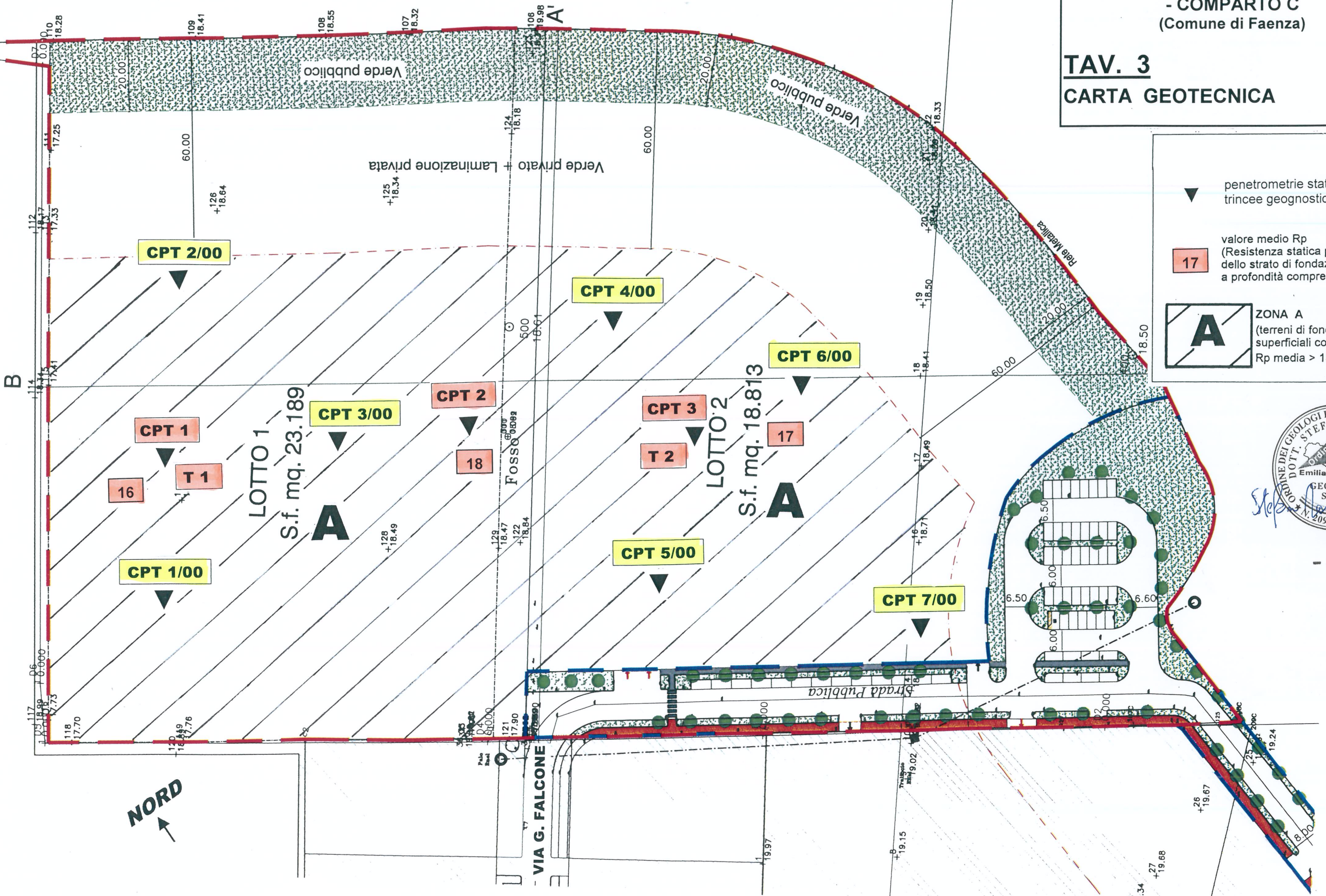


# AUTOSTRADA A14

ZAMA G. & C. s.n.c.  
 PIANO PARTICOLAREGGIATO  
 relativo alla scheda di P.R.G. n.146  
 "AREA CASELLO AUTOSTRADALE"  
 - COMPARTO C  
 (Comune di Faenza)

**TAV. 3**  
**CARTA GEOTECNICA** 1:1.000

- ▼ penetrometrie statiche (CPT)  
trincee geognostiche (T)
- 17 valore medio  $R_p$   
(Resistenza statica punta: kg/cm<sup>2</sup>)  
dello strato di fondazione  
a profondità compresa tra -1,6/-3m
- A** ZONA A  
(terreni di fondazione  
superficiali con  
 $R_p$  media > 15kg/cm<sup>2</sup>)



-- LUG. 2019

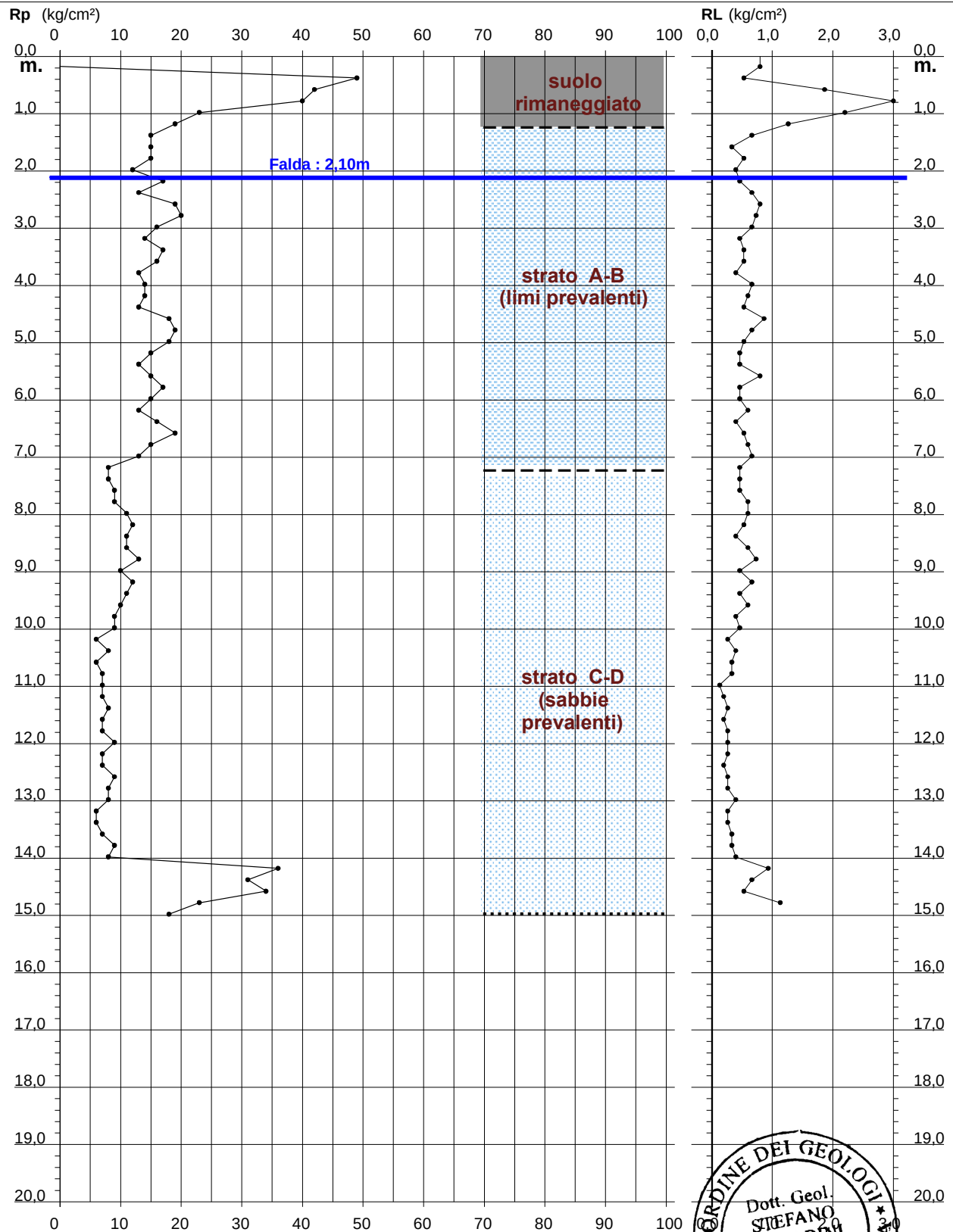


# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Area Casello Autostradale  
- località : via Falcone, Faenza (RA)

- data : 17/07/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100

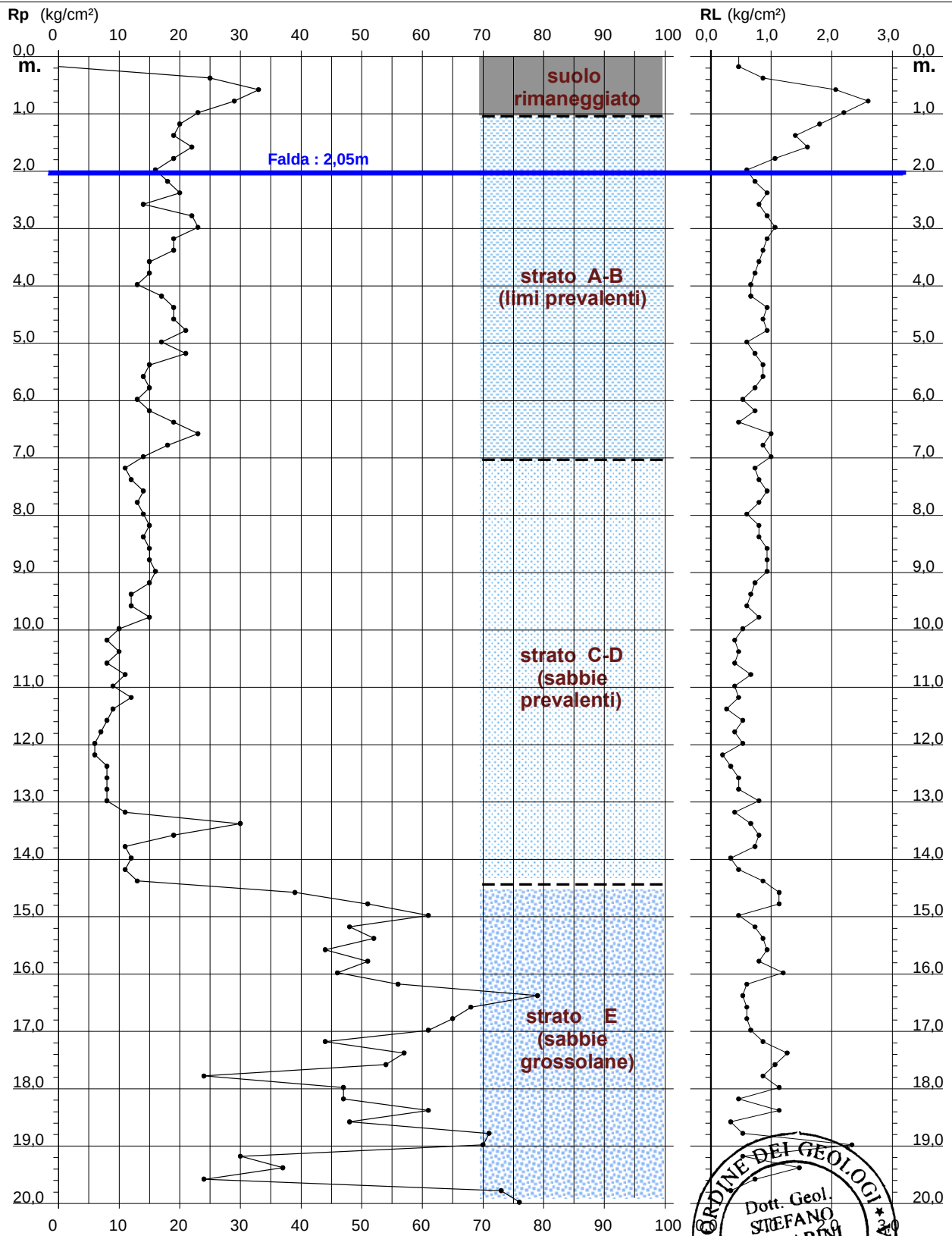


**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 2**

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Area Casello Autostradale  
- località : via Falcone, Faenza (RA)

- data : 17/07/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,05 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



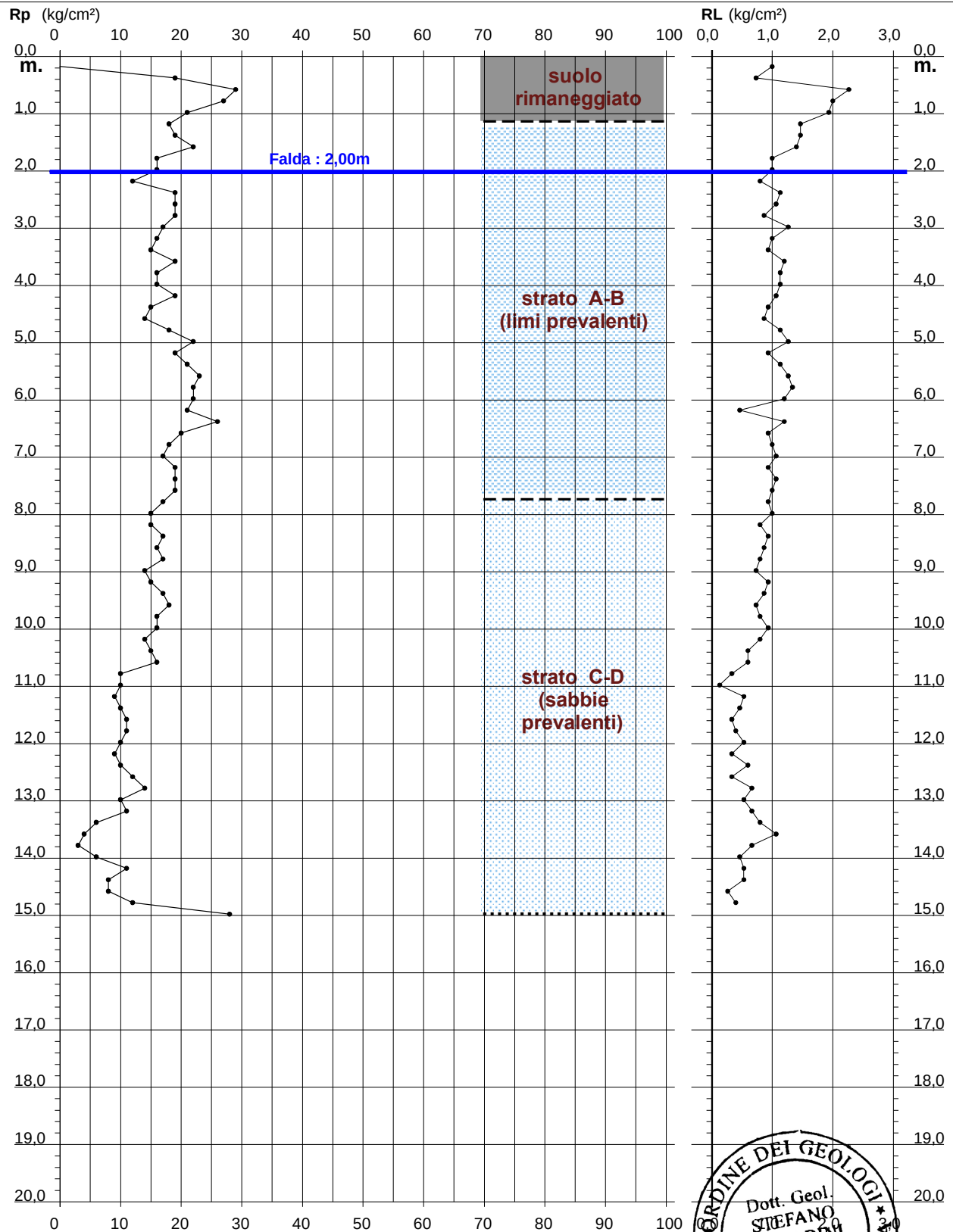


# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Area Casello Autostradale  
- località : via Falcone, Faenza (RA)

- data : 17/07/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,00 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



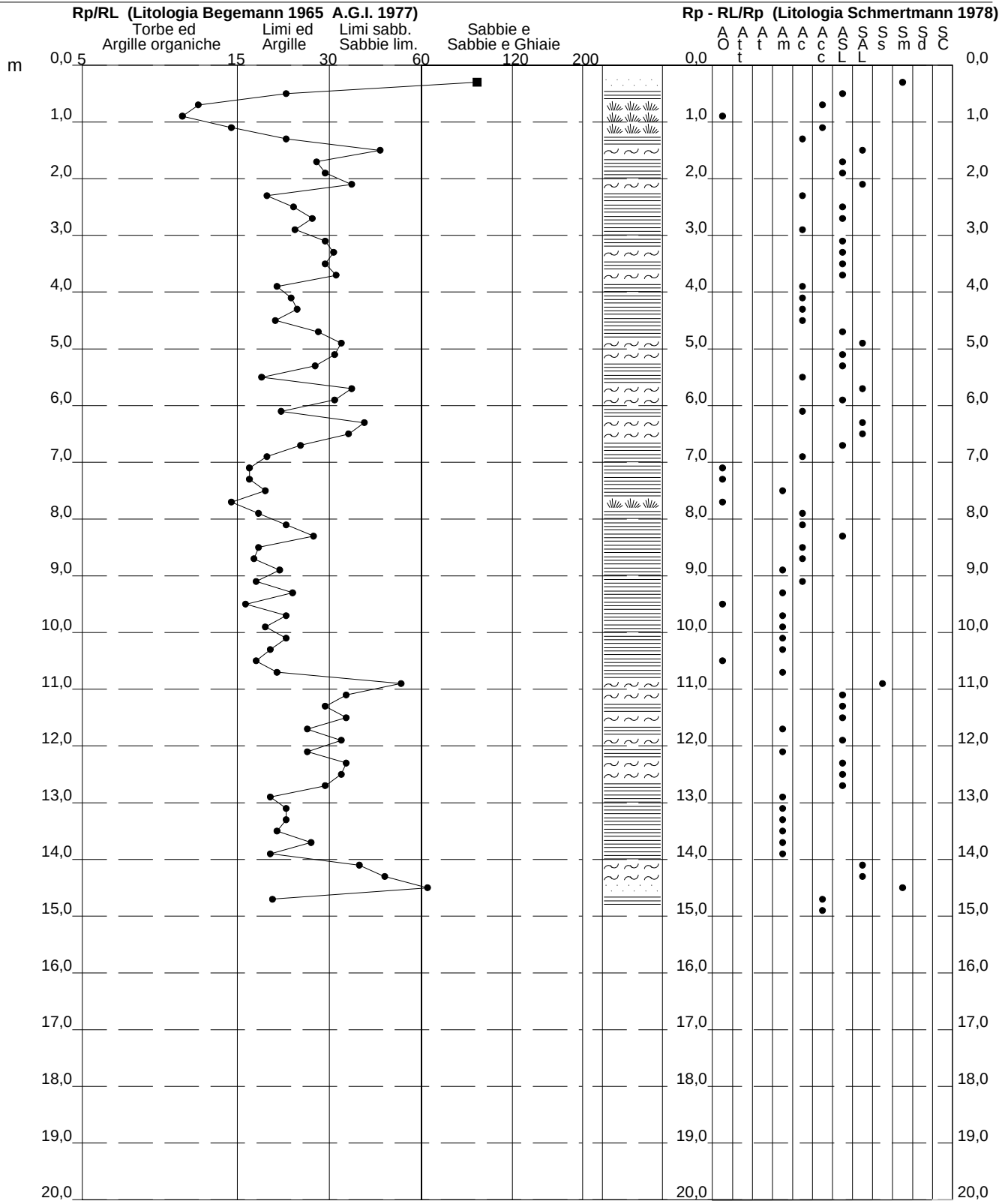
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 1**

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Area Casello Autostradale  
- località : via Falcone, Faenza (RA)  
- note :

- data : 17/07/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100









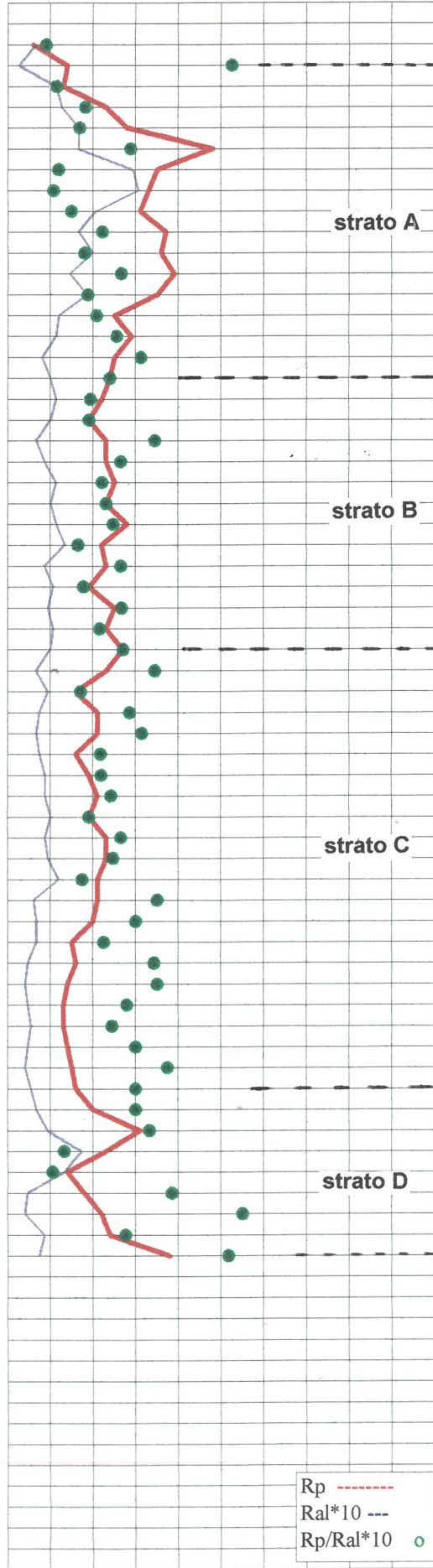






**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

località	FAENZA				data	13/12/00		prova	1	
cantiere	Scheda n.146 PRG (subcomparti B-C)				falda			-3,85		
quota m.	Rp	Rl	Ral	Rp/Ral	valori in kg/cmq			certificato:	n. 3554	
-0,20										
-0,40	6	16	0,67	9,00						
-0,60	14	18	0,27	52,50						
-0,80	13	30	1,13	11,47						
-1,0	23	42	1,27	18,16						
-1,20	28	53	1,67	16,80						
-1,40	48	73	1,67	28,80						
-1,60	35	79	2,93	11,93						
-1,80	33	79	3,07	10,76						
-2,00	31	62	2,07	15,00						
-2,20	37	62	1,67	22,20						
-2,40	36	66	2,00	18,00						
-2,60	39	61	1,47	26,59						
-2,80	35	63	1,87	18,75						
-3,00	25	43	1,20	20,83						
-3,20	29	46	1,13	25,59						
-3,40	25	37	0,80	31,25						
-3,60	24	39	1,00	24,00						
-3,80	22	39	1,13	19,41						
-4,00	19	34	1,00	19,00						
-4,20	23	33	0,67	34,50						
-4,40	23	36	0,87	26,54						
-4,60	25	42	1,13	22,06						
-4,80	23	38	1,00	23,00						
-5,00	28	45	1,13	24,71						
-5,20	22	42	1,33	16,50						
-5,40	23	36	0,87	26,54						
-5,60	19	35	1,07	17,81						
-5,80	25	39	0,93	26,79						
-6,00	23	39	1,07	21,56						
-6,20	27	42	1,00	27,00						
-6,40	23	33	0,67	34,50						
-6,60	16	30	0,93	17,14						
-6,80	21	32	0,73	28,64						
-7,00	21	31	0,67	31,50						
-7,20	16	27	0,73	21,82						
-7,40	19	32	0,87	21,92						
-7,60	21	34	0,87	24,23						
-7,80	19	34	1,00	19,00						
-8,00	23	36	0,87	26,54						
-8,20	23	37	0,93	24,64						
-8,40	21	39	1,20	17,50						
-8,60	21	30	0,60	35,00						
-8,80	20	30	0,67	30,00						
-9,00	15	25	0,67	22,50						
-9,20	16	23	0,47	34,29						
-9,40	14	20	0,40	35,00						
-9,60	13	20	0,47	27,86						
-9,80	13	21	0,53	24,38						
-10,00	14	21	0,47	30,00						
-10,20	15	21	0,40	37,50						
-10,40	16	24	0,53	30,00						
-10,60	20	30	0,67	30,00						
-10,80	31	45	0,93	33,21						
-11,00	23	49	1,73	13,27						
-11,20	14	34	1,33	10,50						
-11,40	18	25	0,47	38,57						
-11,60	22	28	0,40	55,00						
-11,80	24	37	0,87	27,69						
-12,00	38	49	0,73	51,82						
-12,20										
-12,40										
-12,60										
-12,80										
-13,00										
-13,20										
-13,40										
-13,60										
-13,80										
-14,00										
-14,20										
-14,40										
-14,60										
-14,80										
-15,00										



**CPT 1/00**

PERIGEO Indagini Geologiche  
Faenza-v. Masoni 28



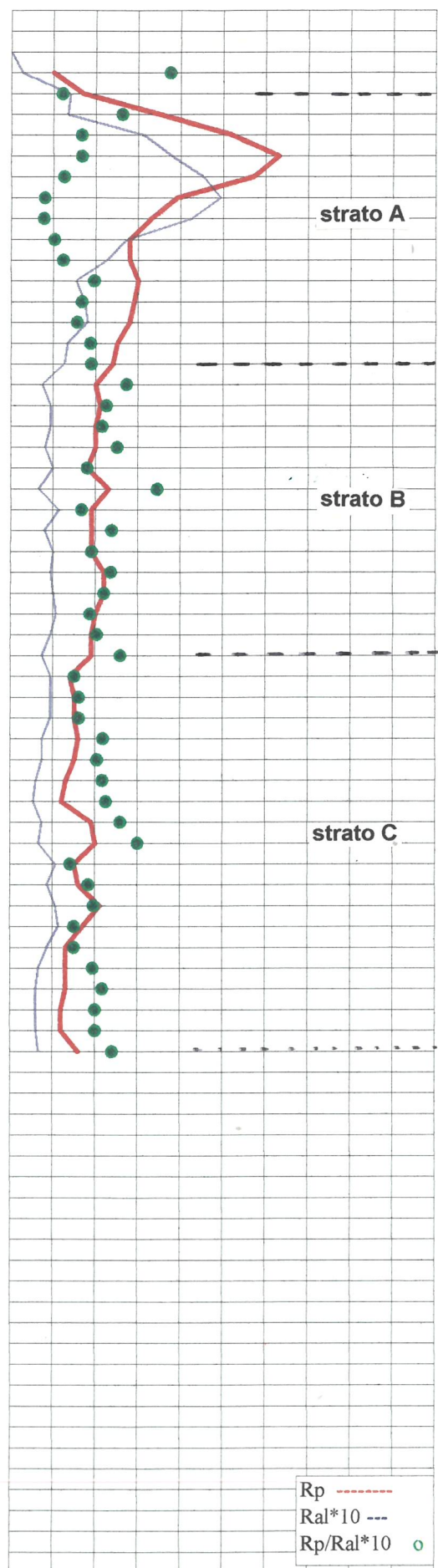
*Stefano Marabini*

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

località : FAENZA data : 13/12/00 prova : 2  
 cantiere : Scheda n.146 PRG (subcomparti B-C) falda : -3,90  
 certificato: n. 3554

quota m.	Rp	Rl	Ral	Rp/Ral
-0,20				
-0,40				
-0,60	10	14	0,27	37,50
-0,80	17	38	1,40	12,14
-1,00	35	55	1,33	26,25
-1,20	52	99	3,13	16,60
-1,40	63	120	3,80	16,58
-1,60	57	125	4,53	12,57
-1,80	39	113	4,93	7,91
-2,00	33	97	4,27	7,73
-2,20	28	69	2,73	10,24
-2,40	28	62	2,27	12,35
-2,60	30	53	1,53	19,57
-2,80	29	55	1,73	16,73
-3,00	28	55	1,80	15,56
-3,20	25	45	1,33	18,75
-3,40	24	43	1,27	18,95
-3,60	20	31	0,73	27,27
-3,80	21	35	0,93	22,50
-4,00	20	34	0,93	21,43
-4,20	20	32	0,80	25,00
-4,40	18	33	1,00	18,00
-4,60	23	33	0,67	34,50
-4,80	19	36	1,13	16,76
-5,00	19	31	0,80	23,75
-5,20	19	34	1,00	19,00
-5,40	22	36	0,93	23,57
-5,60	22	37	1,00	22,00
-5,80	20	36	1,07	18,75
-6,00	19	33	0,93	20,36
-6,20	19	30	0,73	25,91
-6,40	14	28	0,93	15,00
-6,60	15	29	0,93	16,07
-6,80	15	29	0,93	16,07
-7,00	16	27	0,73	21,82
-7,20	15	26	0,73	20,45
-7,40	13	22	0,60	21,67
-7,60	12	20	0,53	22,50
-7,80	19	30	0,73	25,91
-8,00	20	30	0,67	30,00
-8,20	15	31	1,07	14,06
-8,40	16	29	0,87	18,46
-8,60	21	37	1,07	19,69
-8,80	17	34	1,13	15,00
-9,00	13	26	0,87	15,00
-9,20	13	23	0,67	19,50
-9,40	13	22	0,60	21,67
-9,60	12	21	0,60	20,00
-9,80	12	21	0,60	20,00
-10,00	16	26	0,67	24,00
-10,20				
-10,40				
-10,60				
-10,80				
-11,00				
-11,20				
-11,40				
-11,60				
-11,80				
-12,00				
-12,20				
-12,40				
-12,60				
-12,80				
-13,00				
-13,20				
-13,40				
-13,60				
-13,80				
-14,00				
-14,20				
-14,40				
-14,60				
-14,80				
-15,00				



**CPT 2/00**

PERIGEO Indagini Geologiche  
 Faenza-v. Masoni 28



Rp -----  
 Ral\*10 ---  
 Rp/Ral\*10 o

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



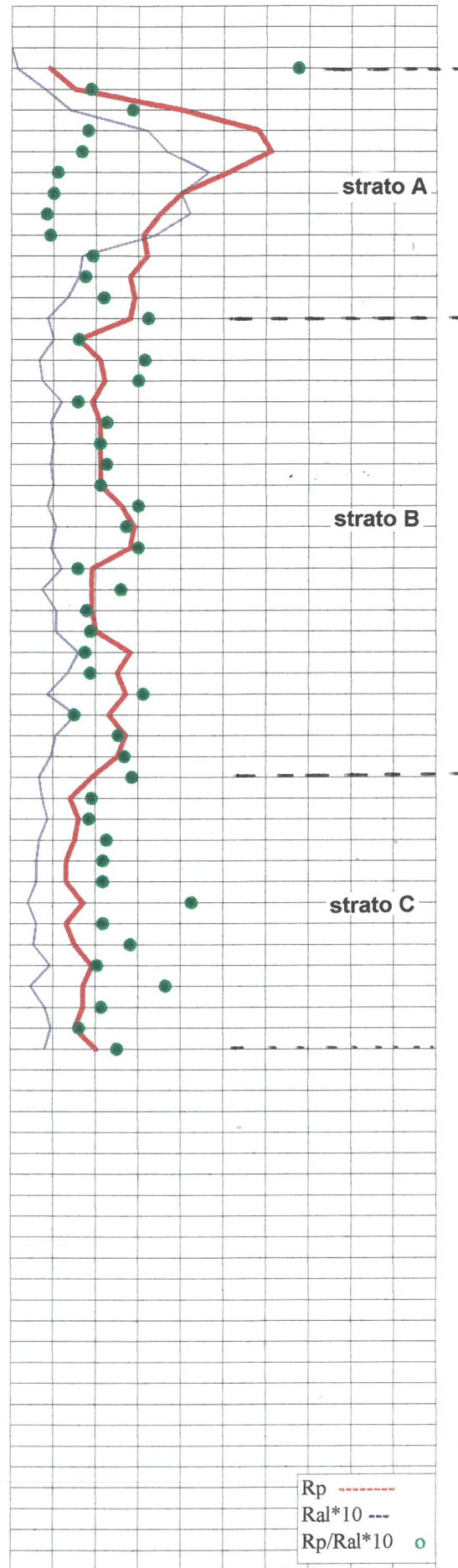
**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

località : FAENZA data : 13/12/00 prova : 3

cantiere : Scheda n.146 PRG (subcomparti B-C) falda : -3,70

quota m. Rp Rl Ral Rp/Ral valori in kg/cmq certificato: n. 3554

quota m.	Rp	Rl	Ral	Rp/Ral
-0,20				
-0,40				
-0,60	9	11	0,13	67,50
-0,80	15	27	0,80	18,75
-1,00	40	61	1,40	28,57
-1,20	58	106	3,20	18,13
-1,40	61	116	3,67	16,64
-1,60	51	121	4,67	10,93
-1,80	40	100	4,00	10,00
-2,00	35	98	4,20	8,33
-2,20	31	82	3,40	9,12
-2,40	32	57	1,67	19,20
-2,60	28	52	1,60	17,50
-2,80	29	49	1,33	21,75
-3,00	28	41	0,87	32,31
-3,20	16	31	1,00	16,00
-3,40	21	31	0,67	31,50
-3,60	22	33	0,73	30,00
-3,80	19	37	1,20	15,83
-4,00	21	35	0,93	22,50
-4,20	21	36	1,00	21,00
-4,40	21	35	0,93	22,50
-4,60	21	36	1,00	21,00
-4,80	26	39	0,87	30,00
-5,00	29	45	1,07	27,19
-5,20	28	42	0,93	30,00
-5,40	19	37	1,20	15,83
-5,60	19	30	0,73	25,91
-5,80	19	35	1,07	17,81
-6,00	20	36	1,07	18,75
-6,20	28	52	1,60	17,50
-6,40	25	45	1,33	18,75
-6,60	27	40	0,87	31,15
-6,80	23	46	1,53	15,00
-7,00	27	43	1,07	25,31
-7,20	25	39	0,93	26,79
-7,40	19	29	0,67	28,50
-7,60	14	25	0,73	19,09
-7,80	16	29	0,87	18,46
-8,00	15	25	0,67	22,50
-8,20	13	22	0,60	21,67
-8,40	13	22	0,60	21,67
-8,60	17	23	0,40	42,50
-8,80	13	22	0,60	21,67
-9,00	15	23	0,53	28,13
-9,20	19	33	0,93	20,36
-9,40	17	24	0,47	36,43
-9,60	17	29	0,80	21,25
-9,80	15	29	0,93	16,07
-10,00	20	32	0,80	25,00
-10,20				
-10,40				
-10,60				
-10,80				
-11,00				
-11,20				
-11,40				
-11,60				
-11,80				
-12,00				
-12,20				
-12,40				
-12,60				
-12,80				
-13,00				
-13,20				
-13,40				
-13,60				
-13,80				
-14,00				
-14,20				
-14,40				
-14,60				
-14,80				
-15,00				



**CPT 3/00**

PERIGEO Indagini Geologiche  
Faenza-v. Masoni 28

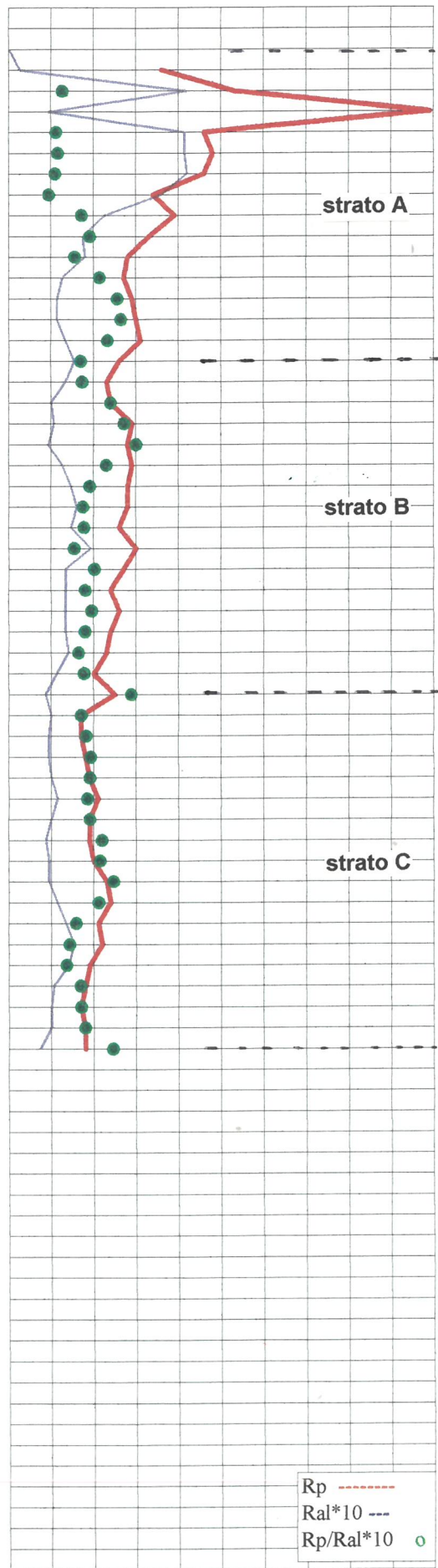


Rp -----  
Ral\*10 ---  
Rp/Ral\*10 o

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

località : FAENZA		data : 13/12/00		prova : 4	
cantiere : Scheda n.146 PRG (subcomparti B-C)		falda : -3,70		certificato: n. 3554	
quota m.	Rp	RI	Ral	Rp/Ral	valori in kg/cmq
-0,20					
-0,40					
-0,60	36	40	0,27	135,00	
-0,80	53	116	4,20	12,62	
-1,00	99	113	0,93	106,07	
-1,20	46	108	4,13	11,13	
-1,40	48	110	4,13	11,61	
-1,60	46	109	4,20	10,95	
-1,80	34	88	3,60	9,44	
-2,00	39	73	2,27	17,21	
-2,20	33	59	1,73	19,04	
-2,40	28	55	1,80	15,56	
-2,60	27	46	1,27	21,32	
-2,80	29	46	1,13	25,59	
-3,00	30	47	1,13	26,47	
-3,20	31	51	1,33	23,25	
-3,40	26	49	1,53	16,96	
-3,60	23	43	1,33	17,25	
-3,80	24	39	1,00	24,00	
-4,00	29	45	1,07	27,19	
-4,20	28	42	0,93	30,00	
-4,40	29	48	1,27	22,89	
-4,60	28	50	1,47	19,09	
-4,80	28	52	1,60	17,50	
-5,00	26	48	1,47	17,73	
-5,20	30	59	1,93	15,52	
-5,40	27	47	1,33	20,25	
-5,60	24	44	1,33	18,00	
-5,80	26	46	1,33	19,50	
-6,00	24	44	1,33	18,00	
-6,20	23	44	1,40	16,43	
-6,40	20	37	1,13	17,65	
-6,60	25	38	0,87	28,85	
-6,80	17	32	1,00	17,00	
-7,00	17	31	0,93	18,21	
-7,20	18	32	0,93	19,29	
-7,40	19	34	1,00	19,00	
-7,60	21	38	1,13	18,53	
-7,80	19	34	1,00	19,00	
-8,00	19	32	0,87	21,92	
-8,20	20	34	0,93	21,43	
-8,40	23	37	0,93	24,64	
-8,60	24	41	1,13	21,18	
-8,80	21	41	1,33	15,75	
-9,00	22	45	1,53	14,35	
-9,20	19	40	1,40	13,57	
-9,40	18	34	1,07	16,88	
-9,60	17	32	1,00	17,00	
-9,80	18	33	1,00	18,00	
-10,00	18	29	0,73	24,55	
-10,20					
-10,40					
-10,60					
-10,80					
-11,00					
-11,20					
-11,40					
-11,60					
-11,80					
-12,00					
-12,20					
-12,40					
-12,60					
-12,80					
-13,00					
-13,20					
-13,40					
-13,60					
-13,80					
-14,00					
-14,20					
-14,40					
-14,60					
-14,80					
-15,00					



**CPT 4/00**

PERIGEO Indagini Geologiche  
Faenza-v. Masoni 28



Rp -----  
Ral\*10 ---  
Rp/Ral\*10 o

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



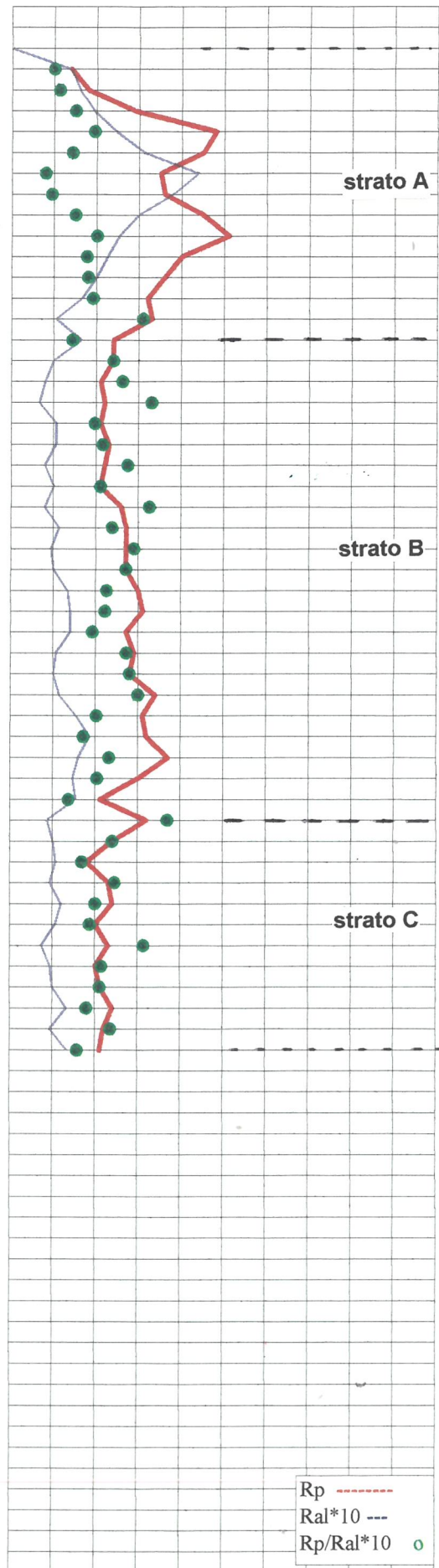
**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

località : FAENZA data : 13/12/00 prova : 5

cantiere : Scheda n.146 PRG (subcomparti B-C) falda : -3,30

quota m. Rp Rl Ral Rp/Ral valori in kg/cmq certificato: n. 3554

quota m.	Rp	Rl	Ral	Rp/Ral
-0,20				
-0,40				
-0,60	14	35	1,40	10,00
-0,80	18	42	1,60	11,25
-1,00	29	58	1,93	15,00
-1,20	48	85	2,47	19,46
-1,40	45	92	3,13	14,36
-1,60	35	101	4,40	7,95
-1,80	36	93	3,80	9,47
-2,00	45	90	3,00	15,00
-2,20	51	89	2,53	20,13
-2,40	40	74	2,27	17,65
-2,60	36	66	2,00	18,00
-2,80	32	57	1,67	19,20
-3,00	33	49	1,07	30,94
-3,20	24	49	1,67	14,40
-3,40	24	39	1,00	24,00
-3,60	21	33	0,80	26,25
-3,80	22	32	0,67	33,00
-4,00	21	37	1,07	19,69
-4,20	23	39	1,07	21,56
-4,40	22	34	0,80	27,50
-4,60	21	36	1,00	21,00
-4,80	26	38	0,80	32,50
-5,00	27	44	1,13	23,82
-5,20	27	41	0,93	28,93
-5,40	27	42	1,00	27,00
-5,60	30	50	1,33	22,50
-5,80	31	52	1,40	22,14
-6,00	27	48	1,40	19,29
-6,20	29	45	1,07	27,19
-6,40	28	43	1,00	28,00
-6,60	34	51	1,13	30,00
-6,80	31	54	1,53	20,22
-7,00	32	60	1,87	17,14
-7,20	37	61	1,60	23,13
-7,40	30	52	1,47	20,45
-7,60	21	44	1,53	13,70
-7,80	32	45	0,87	36,92
-8,00	24	39	1,00	24,00
-8,20	18	34	1,07	16,88
-8,40	23	37	0,93	24,64
-8,60	24	42	1,20	20,00
-8,80	20	36	1,07	18,75
-9,00	23	34	0,73	31,36
-9,20	20	34	0,93	21,43
-9,40	21	36	1,00	21,00
-9,60	24	44	1,33	18,00
-9,80	22	36	0,93	23,57
-10,00	21	41	1,33	15,75
-10,20				
-10,40				
-10,60				
-10,80				
-11,00				
-11,20				
-11,40				
-11,60				
-11,80				
-12,00				
-12,20				
-12,40				
-12,60				
-12,80				
-13,00				
-13,20				
-13,40				
-13,60				
-13,80				
-14,00				
-14,20				
-14,40				
-14,60				
-14,80				
-15,00				



**CPT 5/00**

PERIGEO Indagini Geologiche  
 Faenza-v. Masoni 28



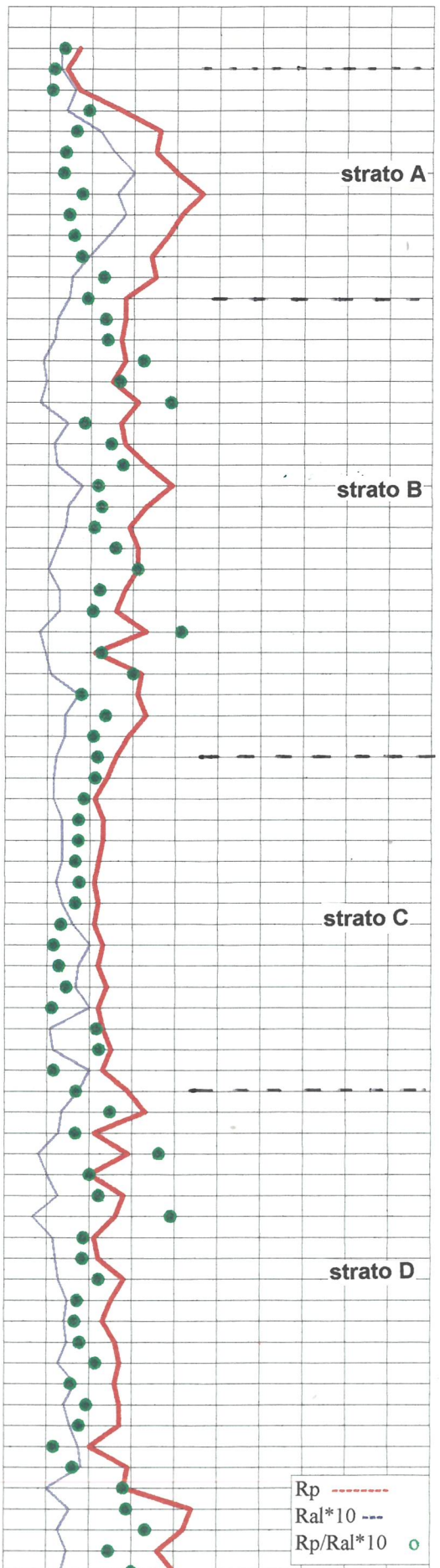
Rp - - - -  
 Ral\*10 - - -  
 Rp/Ral\*10 o

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

località : FAENZA data : 13/12/00 prova : 6  
 cantiere : Scheda n.146 PRG (subcomparti B-C) falda :

quota m.	Rp	Rl	Ral	Rp/Ral	valori in kg/cmq	certificato:
-0,20						n. 3554
-0,40	17	36	1,27	13,42		
-0,60	14	33	1,27	11,05		
-0,80	17	41	1,60	10,63		
-1,00	27	48	1,40	19,29		
-1,20	36	69	2,20	16,36		
-1,40	35	73	2,53	13,82		
-1,60	40	85	3,00	13,33		
-1,80	46	85	2,60	17,69		
-2,00	41	83	2,80	14,64		
-2,20	38	74	2,40	15,83		
-2,40	34	63	1,93	17,59		
-2,60	35	58	1,53	22,83		
-2,80	28	50	1,47	19,09		
-3,00	28	46	1,20	23,33		
-3,20	27	44	1,13	23,82		
-3,40	28	41	0,87	32,31		
-3,60	25	39	0,93	26,79		
-3,80	31	43	0,80	38,75		
-4,00	27	49	1,47	18,41		
-4,20	28	45	1,13	24,71		
-4,40	33	51	1,20	27,50		
-4,60	39	66	1,80	21,67		
-4,80	33	55	1,47	22,50		
-5,00	29	50	1,40	20,71		
-5,20	31	49	1,20	25,83		
-5,40	31	46	1,00	31,00		
-5,60	28	47	1,27	22,11		
-5,80	26	45	1,27	20,53		
-6,00	33	45	0,80	41,25		
-6,20	21	35	0,93	22,50		
-6,40	32	48	1,07	30,00		
-6,60	31	57	1,73	17,88		
-6,80	33	54	1,40	23,57		
-7,00	29	50	1,40	20,71		
-7,20	26	44	1,20	21,67		
-7,40	24	41	1,13	21,18		
-7,60	21	38	1,13	18,53		
-7,80	23	43	1,33	17,25		
-8,00	23	43	1,33	17,25		
-8,20	22	42	1,33	16,50		
-8,40	21	39	1,20	17,50		
-8,60	22	42	1,33	16,50		
-8,80	21	45	1,60	13,13		
-9,00	23	53	2,00	11,50		
-9,20	22	48	1,73	12,69		
-9,40	24	49	1,67	14,40		
-9,60	22	52	2,00	11,00		
-9,80	23	39	1,07	21,56		
-10,00	25	42	1,13	22,06		
-10,20	23	53	2,00	11,50		
-10,40	29	55	1,73	16,73		
-10,60	33	53	1,33	24,75		
-10,80	21	40	1,27	16,58		
-11,00	29	41	0,80	36,25		
-11,20	20	35	1,00	20,00		
-11,40	28	47	1,27	22,11		
-11,60	26	36	0,67	39,00		
-11,80	21	38	1,13	18,53		
-12,00	22	40	1,20	18,33		
-12,20	28	47	1,27	22,11		
-12,40	25	47	1,47	17,05		
-12,60	23	44	1,40	16,43		
-12,80	26	48	1,47	17,73		
-13,00	27	46	1,27	21,32		
-13,20	26	51	1,67	15,60		
-13,40	27	48	1,40	19,29		
-13,60	27	50	1,53	17,61		
-13,80	20	46	1,73	11,54		
-14,00	29	56	1,80	16,11		
-14,20	28	43	1,00	28,00		
-14,40	44	67	1,53	28,70		
-14,60	42	61	1,27	33,16		
-14,80	36	58	1,47	24,55		
-15,00	40	60	1,33	30,00		



**CPT 6/00**

PERIGEO Indagini Geologiche  
 Faenza-v. Masoni 28



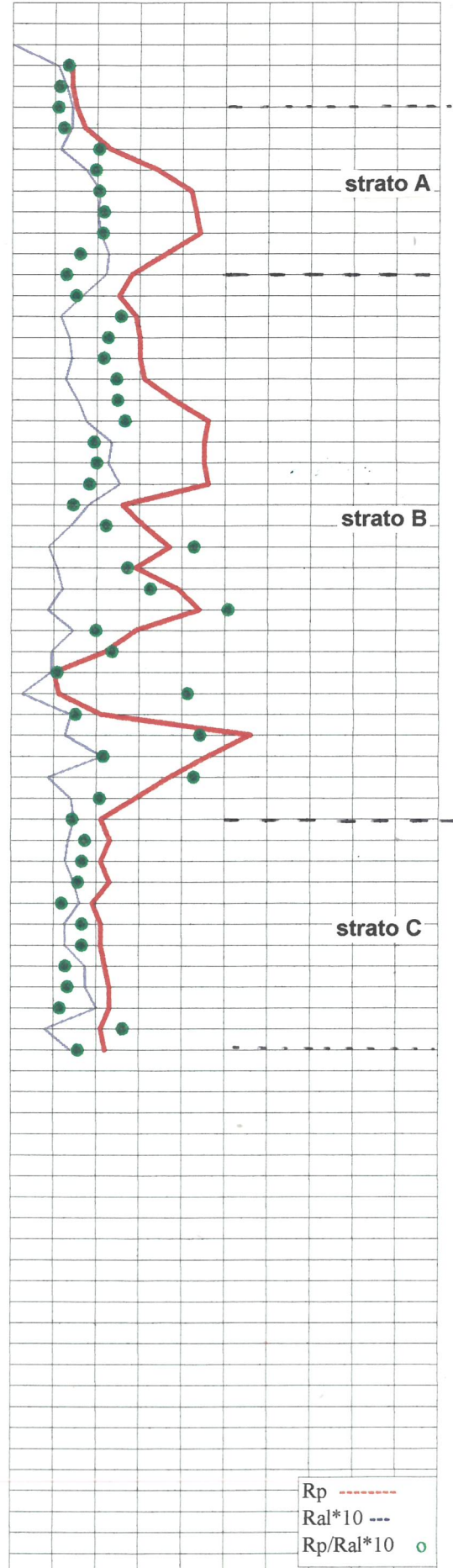
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

località : FAENZA data : 13/12/00 prova : 7  
 cantiere : Scheda n.146 PRG (subcomparti B-C) falda : -2,40  
 certificato: n. 3554

quota m.	Rp	Rl	Ral	Rp/Ral
-0,20				
-0,40				
-0,60	14	30	1,07	13,13
-0,80	14	33	1,27	11,05
-1,00	15	36	1,40	10,71
-1,20	17	38	1,40	12,14
-1,40	23	40	1,13	20,29
-1,60	34	60	1,73	19,62
-1,80	42	73	2,07	20,32
-2,00	43	73	2,00	21,50
-2,20	44	75	2,07	21,29
-2,40	36	70	2,27	15,88
-2,60	28	61	2,20	12,73
-2,80	25	50	1,67	15,00
-3,00	29	46	1,13	25,59
-3,20	30	50	1,33	22,50
-3,40	30	51	1,40	21,43
-3,60	31	50	1,27	24,47
-3,80	38	61	1,53	24,78
-4,00	46	72	1,73	26,54
-4,20	45	80	2,33	19,29
-4,40	45	79	2,27	19,85
-4,60	46	84	2,53	18,16
-4,80	26	53	1,80	14,44
-5,00	31	52	1,40	22,14
-5,20	37	50	0,87	42,69
-5,40	29	45	1,07	27,19
-5,60	39	57	1,20	32,50
-5,80	44	57	0,87	50,77
-6,00	29	51	1,47	19,77
-6,20	22	36	0,93	23,57
-6,40	10	24	0,93	10,71
-6,60	11	15	0,27	41,25
-6,80	21	42	1,40	15,00
-7,00	56	75	1,27	44,21
-7,20	46	78	2,13	21,56
-7,40	37	50	0,87	42,69
-7,60	29	50	1,40	20,71
-7,80	21	43	1,47	14,32
-8,00	23	43	1,33	17,25
-8,20	21	40	1,27	16,58
-8,40	23	45	1,47	15,68
-8,60	19	43	1,60	11,88
-8,80	21	40	1,27	16,58
-9,00	21	40	1,27	16,58
-9,20	22	48	1,73	12,69
-9,40	23	49	1,73	13,27
-9,60	23	53	2,00	11,50
-9,80	21	33	0,80	26,25
-10,00	22	43	1,40	15,71
-10,20				
-10,40				
-10,60				
-10,80				
-11,00				
-11,20				
-11,40				
-11,60				
-11,80				
-12,00				
-12,20				
-12,40				
-12,60				
-12,80				
-13,00				
-13,20				
-13,40				
-13,60				
-13,80				
-14,00				
-14,20				
-14,40				
-14,60				
-14,80				
-15,00				



**CPT 7/00**

PERIGEO Indagini Geologiche  
 Faenza-v. Masoni 28



Rp -----  
 Ral\*10 ---  
 Rp/Ral\*10 o

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100





**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: via Falcone – Faenza (RA)**

**LAVORO: “AREA CASELLO AUTOSTRADALE”**

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



*Faenza, Luglio 2019*

*Dr. Geol. Bruno Gardegni*



## INDAGINE GEOFISICA e INTERPRETAZIONE

Scopo della presente relazione è la caratterizzazione sismica dell' "AREA CASELLO AUTOSTRADALE" – Comparto C (Scheda n. 146 PRG del Comune di Faenza), posta in ambito di piana alluvionale ed interessata da specifico "Piano Particolareggiato".

Allo scopo è stata eseguita in posizione centrale 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 microtremiti, 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: 13/07/19 09:56:35      Fine registrazione: 13/07/19 10:16:35

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

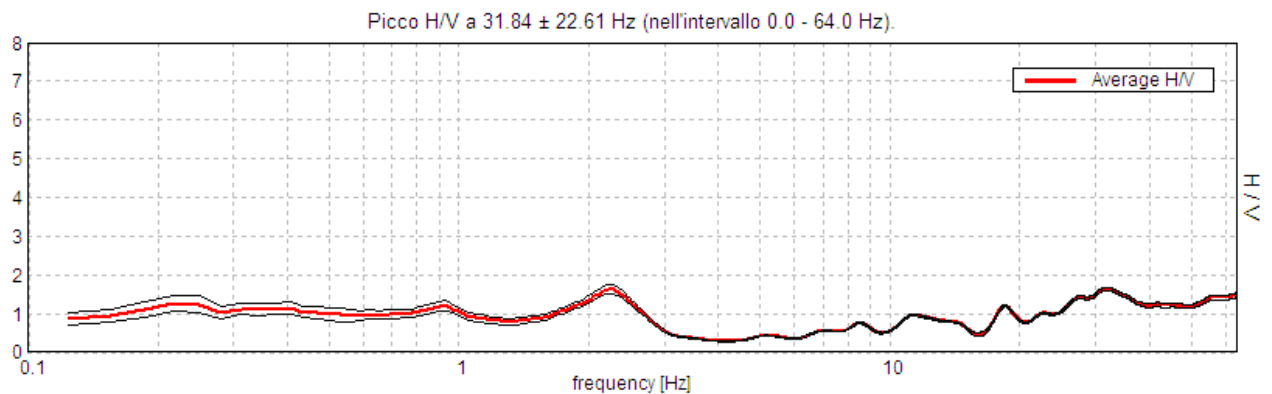
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

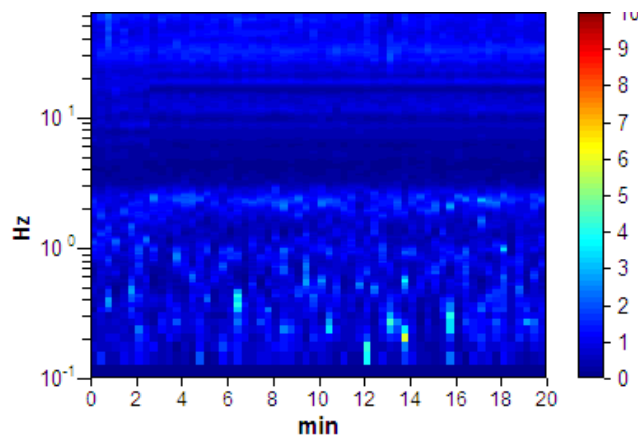
Lisciamento: 10%

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

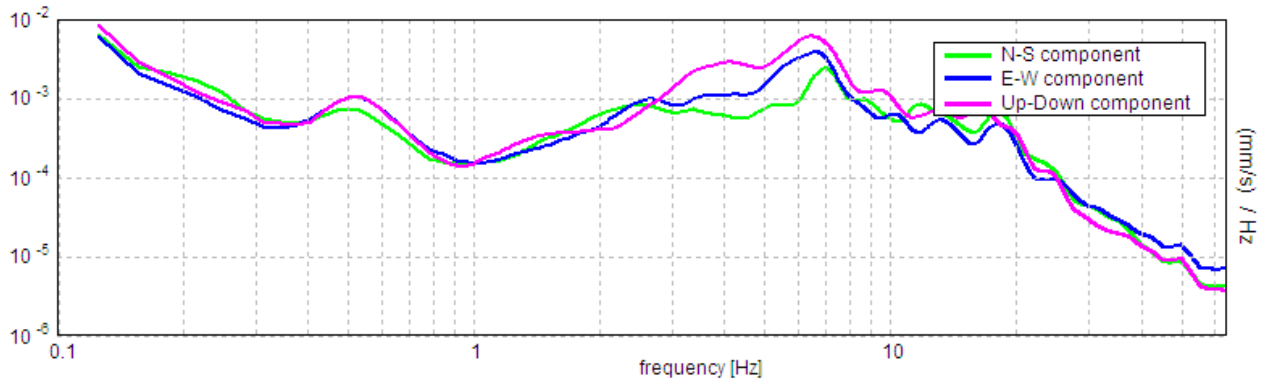


#### H/V TIME HISTORY

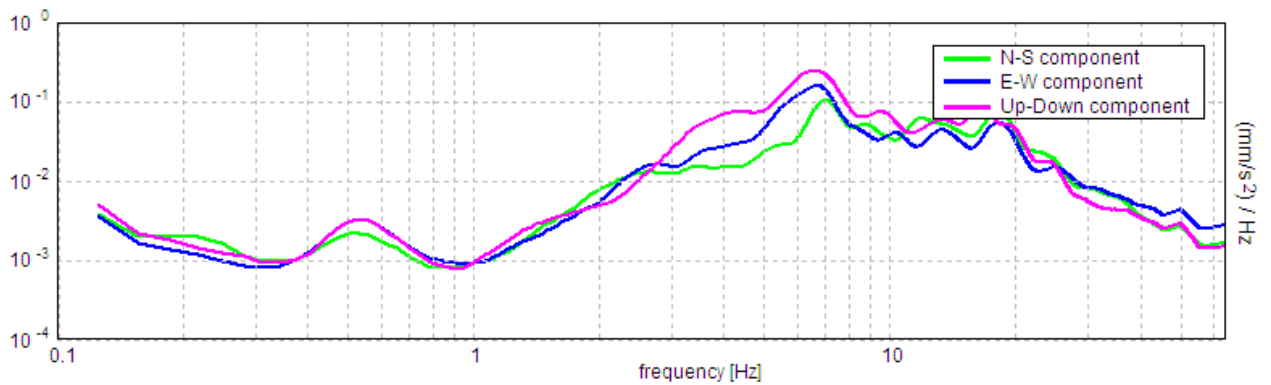


Nei grafici successivi l'andamento della traccia nelle 3 componenti N-S, E-W e verticale:

### SINGLE COMPONENT SPECTRA (VELOCITA')



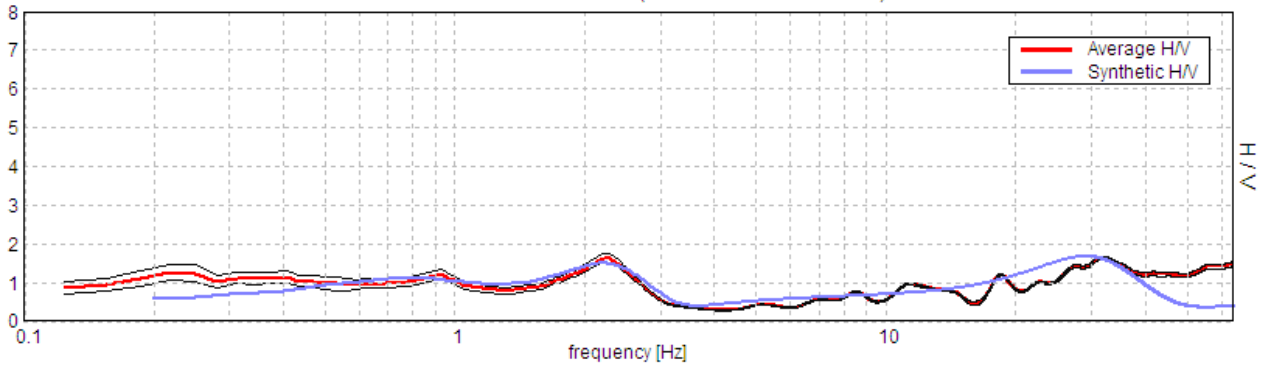
### SINGLE COMPONENT SPECTRA (ACCELERAZIONE)



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;

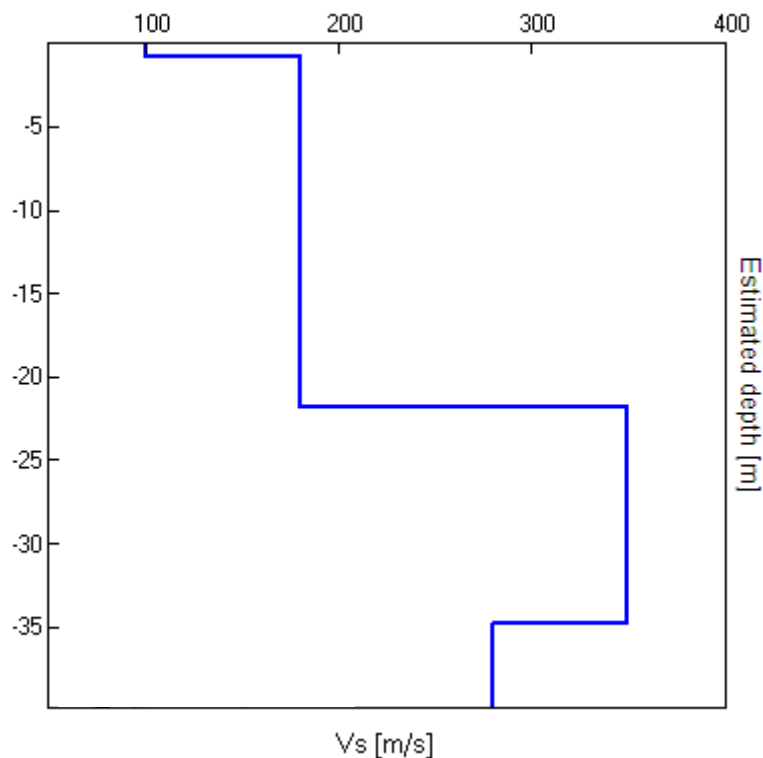
### EXPERIMENTAL VS SYNTHETIC H/V

Picco H/V a  $31.84 \pm 22.61$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



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 indicativa da tabella 1	Profondità totale [m]	Sismostrati [m]	$V_s$ [m/s]
Terreno vegetale	0.80	0.80	100
Limi e argille sab. tenere	21.80	21.00	180
Limi e argille sab. medie	49.80	28.00	350
Limi e argille sab. medie	71.80	22.00	280
Limi e argille sab. medie	104.80	33.00	350
Substrato argilloso non rigido	inf.	inf.	430



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%.

$$V_{s30} = 223\text{m/s} \pm 45\text{m/s}$$

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

La frequenza di risonanza caratteristica o di riferimento del terreno è  $F_0 \cong 2,3$  Hz

## PARAMETRI SISMICI da GEOSTRU

Tipo di elaborazione: FONDAZIONI

### Sito in esame: C

Coordinate espresse in ED50:      Latitudine: 44,324746°      Longitudine: 11,902534°

Coordinate espresse in WGS84:      Latitudine: 44.323807°      Longitudine: 11.901557°

**Classe d'uso II: costruzioni con normale affollamento di persone, assenza di funzioni pubbliche e sociali importanti, industrie con attività non pericolose per l'ambiente, ponti, strade e opere infrastrutturali non ricadenti in classe d'uso III e IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.**

### Siti di riferimento:

	<b>ID</b>	<b>Latitudine °</b>	<b>Longitudine °</b>	<b>Distanza</b>
Sito 1	17626	44,3240	11,8832	1538,024
Sito 2	17627	44,3249	11,9531	4020,057
Sito 3	17405	44,3749	11,9518	6813,376
Sito 4	17404	44,3740	11,8819	5711,488

Categoria suolo: C

Categoria topografica: T1

Vita nominale opera: 50 anni

Coefficiente Cu: 1,0

### Parametri sismici:

	<b>P<sub>VR</sub> %</b>	<b>Tr (anni)</b>	<b>ag (g)</b>	<b>Fo (-)</b>	<b>Tc* (s)</b>
Operatività SLO	81	30	0,063	2,423	0,262
Danno SLD	63	50	0,080	2,410	0,271
Salvaguardia vita SLV	10	475	<b>0,198</b>	2,410	0,305
Prevenzione collasso SLC	5	975	0,251	2,454	0,317

$P_{VR}$  = probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R = 35$  anni

$T_r$  = periodo di riferimento

$a_g$  = accelerazione di gravità

$F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orr.

$T_c$  = periodo di inizio del tratto di velocità costante dello spettro di accelerazione orr.

**Coefficienti sismici:**

	Ss (-)	Cc (-)	St (-)	Kh (-)	Kv (-)	Amax (m/s <sup>2</sup> )	Beta (-)
SLO	1,500	1,630	1,000	0,019	0,009	0,922	0,200
SLD	1,500	1,620	1,000	0,024	0,012	1,175	0,200
SLV	<b>1,410</b>	1,550	<b>1,000</b>	0,067	0,034	<b>2,740</b>	0,240
SLC	1,330	1,530	1,000	0,093	0,047	3,270	0,280

Ss = amplificazione stratigrafica      Cc = coeff. funz. categoria  
 St = amplificazione topografica      Amax = acc. max attesa al sito  
 Kh = coeff, sismico verticale      Kv = coeff. Sismico orizzontale  
 Beta = coeff. riduzione acc.max

Zona 1 = 0,35g      **Zona 2 = 0,25g**      Zona 3 = 0,15g      Zona 4 = 0,05g

**Valore di a<sub>refg</sub> per il comune di Faenza = 0,2022**

dove a<sub>refg</sub> = accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per T = 0, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g (a<sub>refg</sub>)

**Categorie topografiche del terreno**

<b>T1</b>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolate con inclinazione media i < 15°	St = 1
<b>T2</b>	Pendii con inclinazione media i > 15°	St = 1.2
<b>T3</b>	Rilievi con larghezza in cresta minore che alla base e inclinazione media 15° < i < 30°	St = 1.2
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza in cresta minore che alla base e inclinazione media i > 30°	St = 1.4

**Categorie suolo di fondazione**

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

**Parametri per il profilo stratigrafico**

S = 1,25, sabbie e ghiaie mediamente addensate, argille media consistenza, Tipo C;

**ELEMENTI di MICROZONAZIONE SISMICA**

**MARGINE APPENNINICO-PADANO 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	<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



## CONCLUSIONI

- Il terreno indagato è classificabile come **sito C**;
- La velocità stimata è pari a **Vs30 = 223 m/s**;
- Il manufatto previsto è classificato come classe d'uso II;
- La frequenza caratteristica del sito è  $F_0 \cong 2,3$  Hz;
- L'accelerazione di gravità del sito è **ag = 0,198 (SLV)**;
- L'accelerazione massima è **Amax = 2,740 (SLV)**;
- L'accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per  $T = 0$ , espressa in frazione dell'accelerazione di gravità per il comune di è  **$g(a_{refg}) = 0,2022$** ;
- La categoria topografica è **T1**;
- Si assumono come coefficienti di amplificazione sismica quelli relativi alla fascia di velocità pari a 250 m/s;
- Si riportano coefficienti di amplificazione sismica su base regionale, tali coefficienti non sono vincolanti ai fini della progettazione (Margine appenninico-padano di tipo B):  
**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, Luglio 2019

Dr. Geol. Bruno Gardegni



2401

CCIA 125249



**Geotecnica  
EDILPALI**  
40127 BOLOGNA  
Viale della Repubblica 25  
Tel 01 63 62 61 61 69

SONDAGGIO N. **Cdx**

SEZIONE GEOTECNICA

Quota iniziale:

Tipo avanzamento: ROTAZIONE RIVESTIMENTO Ø 127

Data: DICEMBRE 1986

COMMITTENTE:

S. P. E. A. S.p.A. MILANO

LOCALITA': A 14 - Tratto SOLAROLO CESENA

PONTE SUL CANALE NAVIGLIO

SPESSORE STRATI	PROFONDITA (m)	CAMPIONI INDISTURBATI	CAMPIONI RIMANEGGIATI	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE TERRENI	S.P.T.		PENETROMETRO TASCABILE (kg/cm²)	TOR VANE	CAROTTAGGIO %	IDROLOGIA
						Profondità	N colpi x 15 cm				
0.60					GHIAIA E MACERIE						
2.10	1				ARGILLA LIMOSA BRUNA CON UN LIVELLO INTERMEDIO					100	
	2		A .70		DI ARGILLA LIMOSO-SABBIOSA PIÙ CHIARA			1.25			
0.40	3				SABBIA f. DEB. LIMOSA BRUNA			1.50			
1.20	4				ARGILLA LIMOSA O DEB. LIMOSA NOCCIOLA			0.75			
1.80	5				LIMO ARGILLOSO E ARGILLA LIMOSA BRUNA CON LIVELLETTI SABBIOSI			1.00			
	6				ARGILLA E ARGILLA LIMOSA NOCCIOLA E GRIGIA			1.25			
1.80	7		B .00		ARGILLA E ARGILLA LIMOSA NOCCIOLA E GRIGIA			0.75			
	8				ARGILLA E ARGILLA LIMOSA NOCCIOLA E GRIGIA			0.75			
2.70	9		9.00		ARGILLA SABBIOSO LIMOSA NOCCIOLA-GIALLASTRA			1.25			
	10		9.50		ARGILLA SABBIOSO LIMOSA NOCCIOLA-GIALLASTRA			1.25			
0.70	11				SABBIA m. NOCCIOLA - BRUNA						
2.10	12				SABBIA ARGILLOSA E ARGILLA SABBIOSA NOCCIOLA E GRIGIA						
	13				SABBIA ARGILLOSA E ARGILLA SABBIOSA NOCCIOLA E GRIGIA						
0.50	14				ARGILLA LIMOSA MOLLE						
0.50					SABBIA f. E m. BRUNO - NOCCIOLA						50-95
3.50	15				ARGILLA SABBIOSA E SABBIA f. E m. GRIGIA CON LIVELLETTI DI TORBA			1.25			
	16		C .50		ARGILLA SABBIOSA E SABBIA f. E m. GRIGIA CON LIVELLETTI DI TORBA			1.50			
2.00	17				ARGILLA SABBIOSA E SABBIA f. E m. GRIGIA CON LIVELLETTI DI TORBA			1.25			
	18				ARGILLA SABBIOSA E SABBIA f. E m. GRIGIA CON LIVELLETTI DI TORBA			1.50			
2.00	19				ARGILLA SABBIOSO LIMOSA GRIGIA CON PICCOLE TRACCE DI TORBA						
	20		D .30		ARGILLA SABBIOSO LIMOSA GRIGIA CON PICCOLE TRACCE DI TORBA						
1.80	21				SABBIA f. E m. DEB. LIMOSA GRIGIA						
	22				SABBIA f. E m. DEB. LIMOSA GRIGIA						

