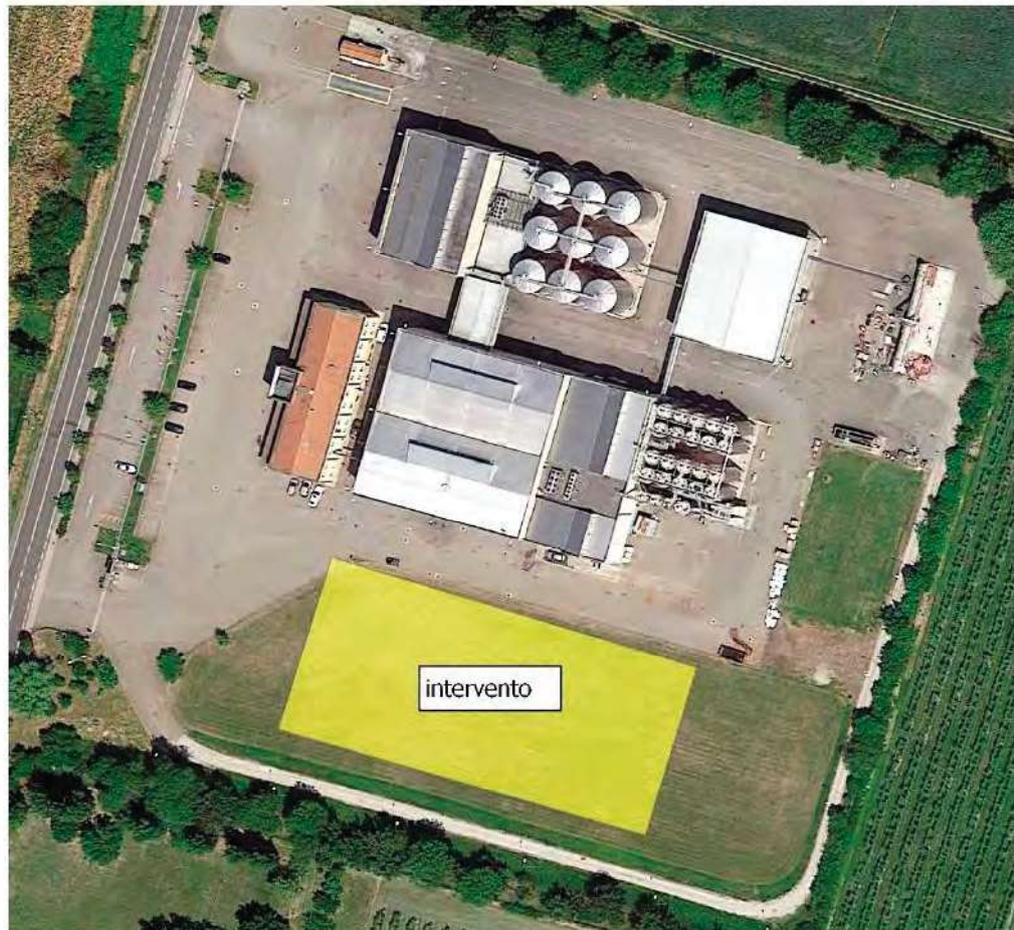


Comm.te

## CANTINA DI CARPI & SORBARA

Via Cavata



### AMPLIAMENTO

# QUADRO GEOLOGICO – SISMICO - GEOTECNICO

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO)

Tel. 0536 – 870085

Email: [gemelli.franco@gmail.com](mailto:gemelli.franco@gmail.com)

# 1 SOMMARIO

---

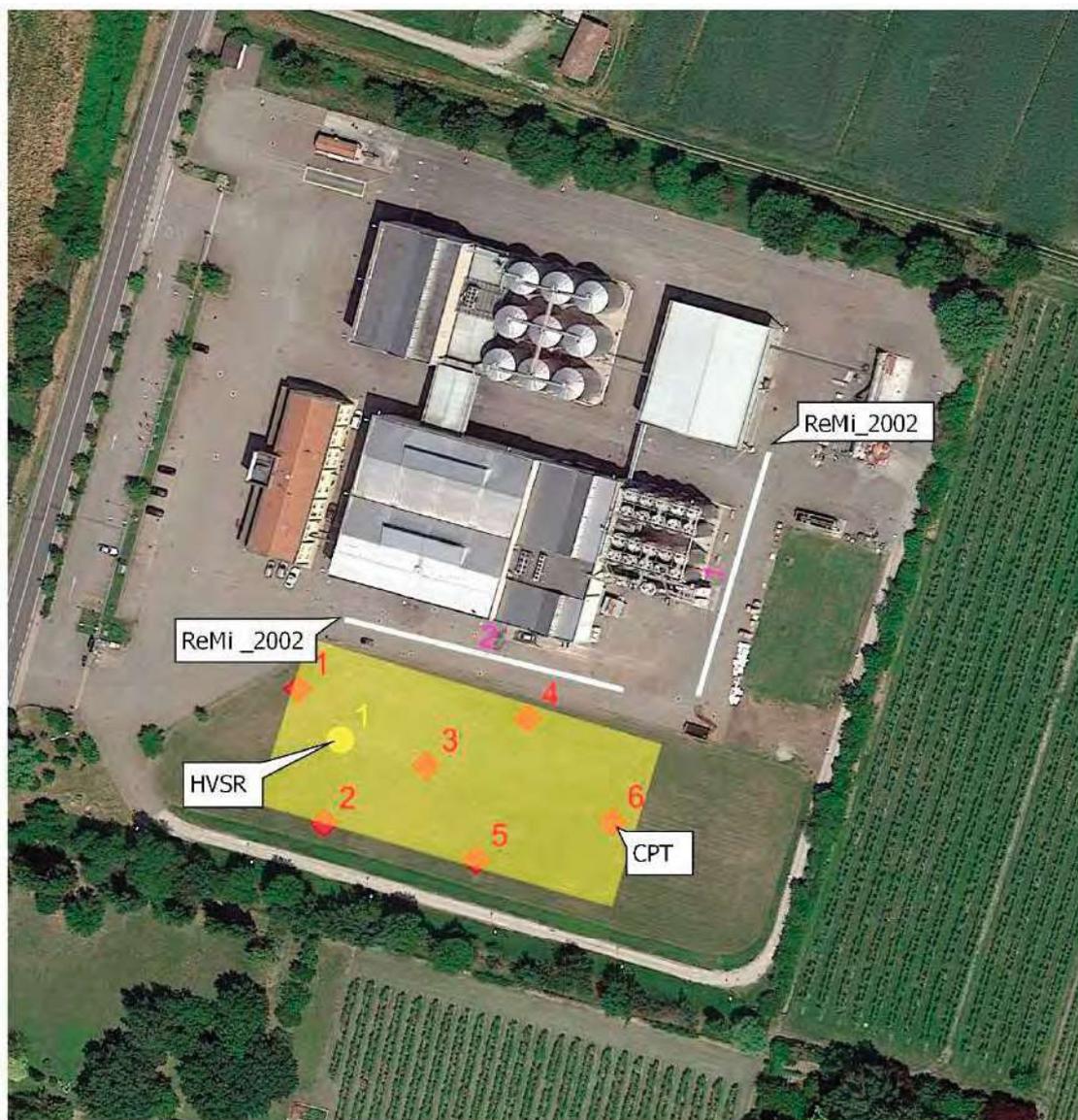
2	PREMESSA.....	3
3	CONTESTO GEOLOGICO.....	4
4	Vs30.....	5
5	frequenza fondamentale.....	8
6	risposta sismica locale.....	12
6.1	accelerogrammi.....	13
6.2	amplificazione spettrale.....	13
6.3	spettro elastico.....	14
6.4	accelerazione al suolo.....	15
6.5	pseudo velocità relativa.....	16
6.6	intensità di housner.....	17
6.7	fattore amplificazione stratigrafico.....	17
7	prove cpt.....	18
7.1	resistenze e facies rilevate.....	18
7.2	parametri geotecnici.....	18
7.3	indice di potenziale liquefazione “IPL” , Liquefaction Severity Number “LSN” e cedimenti post-sismici.”.....	20
8	indicazioni operative.....	22
9	CONCLUSIONI.....	22
10	schede relative ai sei sondaggi.....	23

## 2 PREMESSA

La Cantina di Carpi & Sorbara, con sede in via Cavata di Carpi , Modena, identificata alle seguenti coordinate : LAT. 44.777 , LONG. 10.904, amplia le proprie strutture.

Sono state fatte n. 6 prove CPT per gli accertamenti stratigrafici e n.1 HVSR per definire la frequenza fondamentale “fo”.

Per quanto riguarda la “Vs30” sono state reinterpretate, con software più recente, i dati delle due ReMi fatte dallo scrivente nel 2002 in occasione dei primi lavori per il complesso industriale.



*Figura 1- ubicazione dei sondaggi*

Sempre da un punto di vista sismico è stata valutata, come richiesto dall'Ufficio sismico di Carpi (ved. a seguire) la risposta sismica locale “RSL” con magnitudo 6.14 , effettuati gli accertamenti dei cedimenti post-sismici (*Zang-Robertson*) e determinato l'indice di potenziale liquefazione “IPL” (metodo *Idriss - Boulanger* come suggerito dalla RER). Infine, è stato introdotto il parametro LSN, (Liquefaction Severity Number) secondo *Van Ballegooy*.

RITIENE

per il caso di specie, sulla base della documentazione prevenuta, di esprimersi successivamente al deposito del progetto esecutivo della tettoia e della platea di fondazione, come previsto dall'art.13 della L.R. n.19/2008 richiedendo comunque di soddisfare la seguente prescrizione:

1. alla luce della notevole variabilità dei risultati (IPL e cedimenti), l'aggiornamento della relazione geologica riservando, comunque, particolare attenzione alla rivalutazione del parametro IPL con una magnitudo pari a 6.14 (in luogo di 5, precedentemente usato) e sulla base delle metodologie di calcolo indicate nella DGR n.630/2019 ricordando che il Piano per la Ricostruzione del Comune di Carpi (Il stralcio adottato dal 12/12/2014) prevede nel caso di  $IPL > 2$  per strutture di classe d'uso II, ai sensi dell'art.90, la non ammissibilità dell'approccio semplificato previsto dal 3.2.3.2 NTC18 ma la redazione di un'analisi di risposta sismica locale (unita alla valutazione dei potenziali cedimenti)

Figura 2- specifica richiesta dell'Ufficio sismico

### 3 CONTESTO GEOLOGICO

L'area è caratterizzata da depositi alluvionali ( argille e rare sabbie) il cui spessore complessivo è dell'ordine dei 400 m. A livello di facies superficiali si hanno in prevalenza argille, limi argillosi intercalati da livelli sabbiosi (ved. anche CPT eseguite nel 2002...).



Figura 3- litologia di superficie

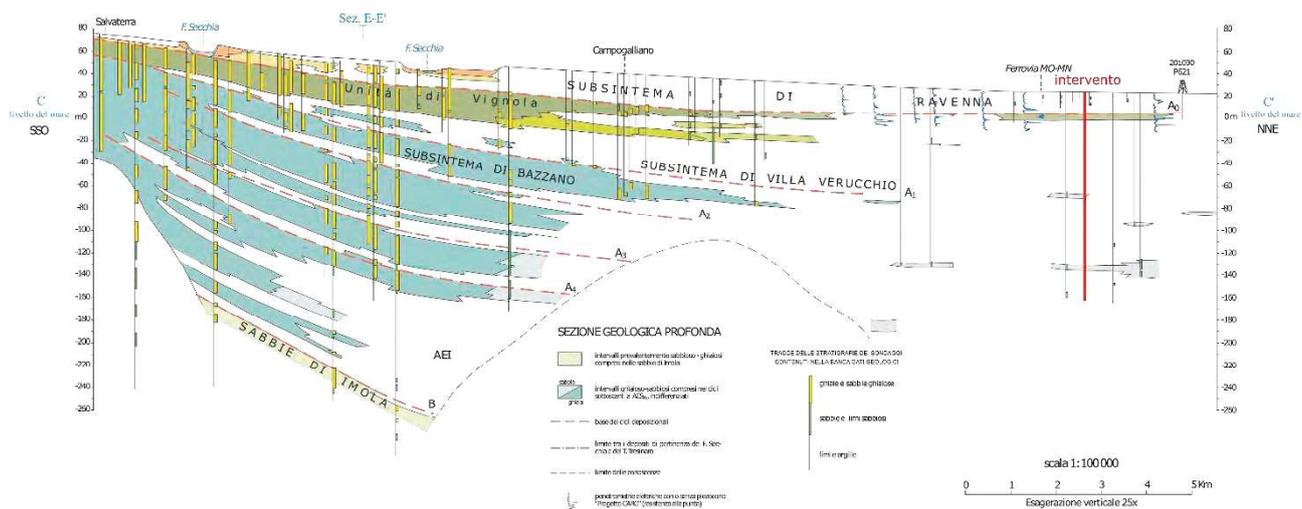


Figura 4- stratigrafia generale del sottosuolo (da RER)

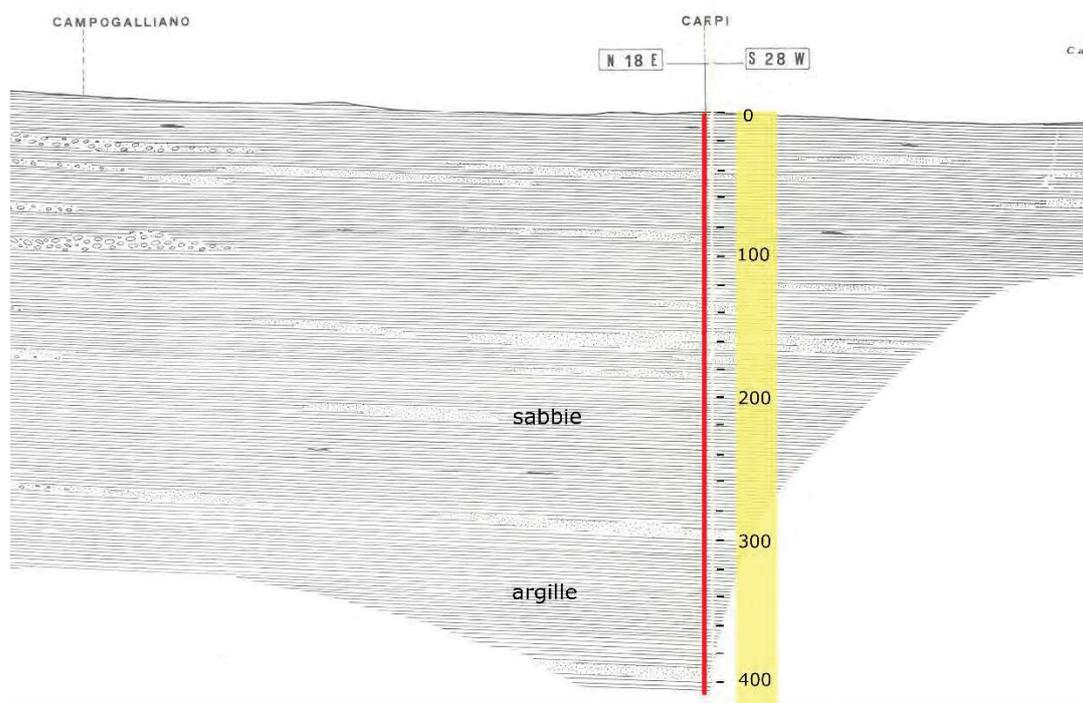


Figura 5- sezione stratigrafica profonda di dettaglio (da quaderni Ist. Ricerca sulle acque)

## 4 Vs30

Come premesso, al riguardo, si riesaminano i dati delle due ReMi fatte nel 2002.

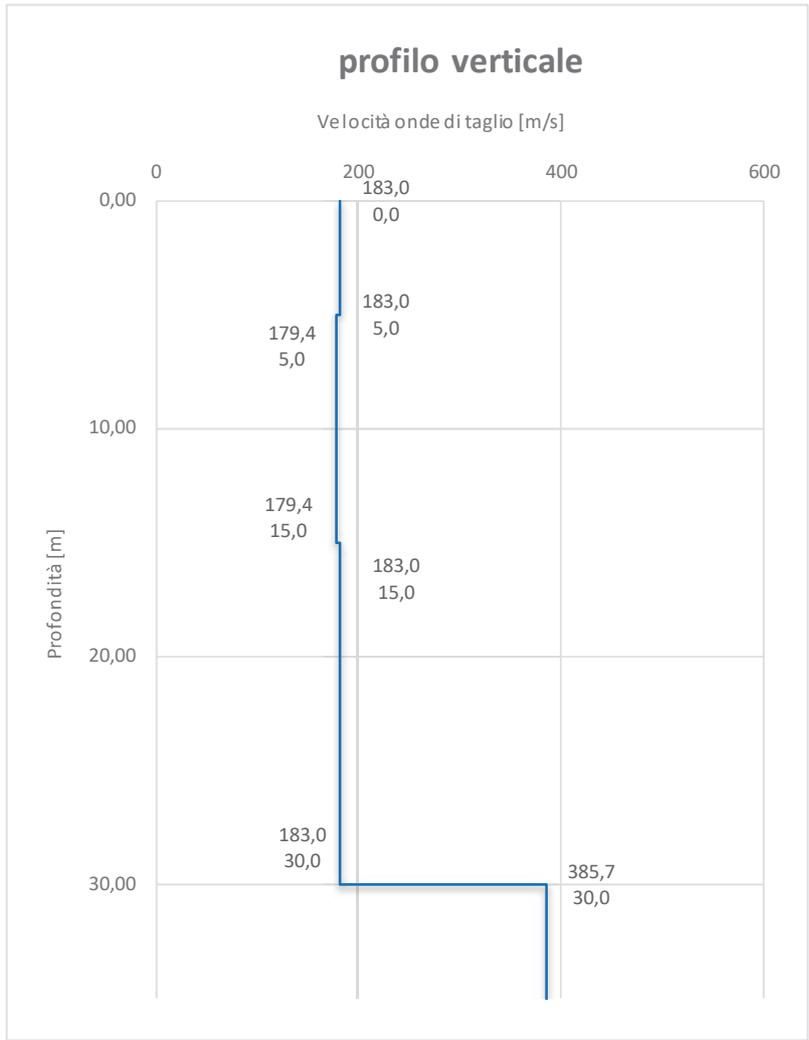
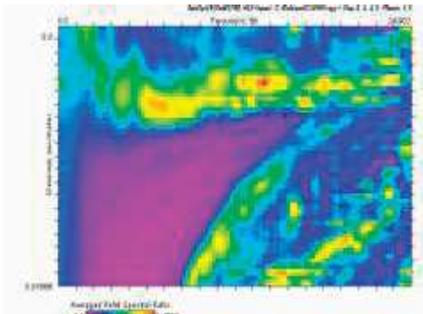
Di seguito i relativi tabulati.

Come si può osservare c'è una lieve differenza fra i due stendimenti ortogonali fra loro (187 m/s nel primo e 273 m/s nel secondo). Una media di 230 m/s conferma il sito in "C".

Non si rilevano salti di "Vs" nell'ambito dei primi 30 m. Solo dopo questa quota si passa dai 200 m/s ai 400 m/s.

strati	Prof.	H	Vs	tempi
1	5,00	3,50	183	0,01912
2	15,00	10,00	179	0,05575
3	30,00	15,00	183	0,08195
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
<b>ULTIMO</b>	31,50	1,50	386	0,00389
Somma tempi				0,16071
<b>Vs30</b>			<b>187</b>	
<b>CLASSE</b>			<b>C</b>	

**Vs Refraction Microtremor**



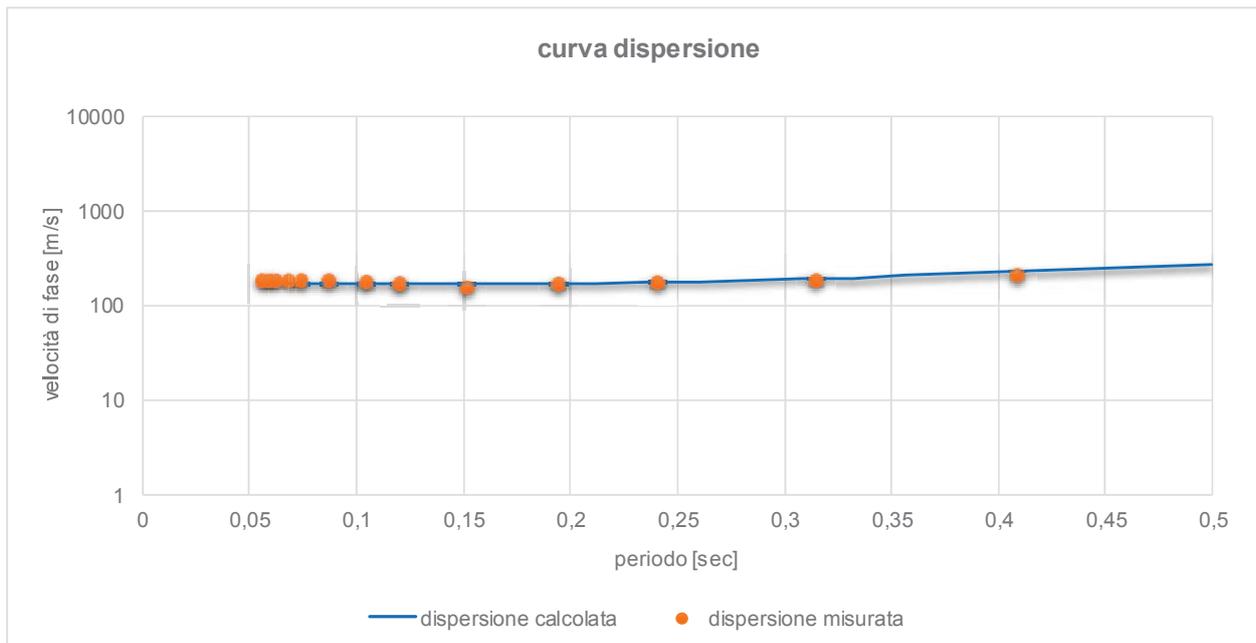
località **Carpi cantina Sorbara**

Prof. Posa Fond.

**1,5**

Sond. N°

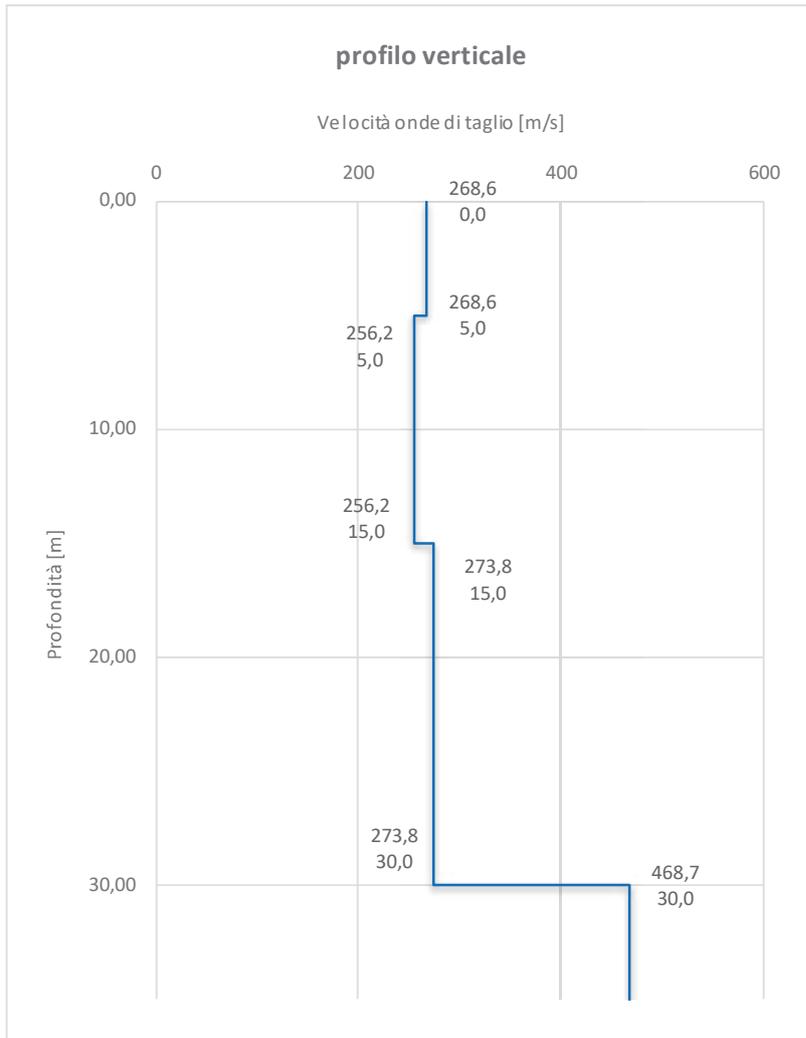
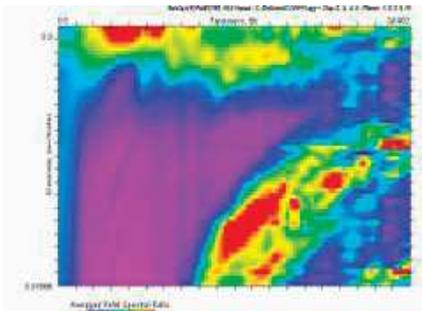
**due**



strati	Prof.	H	Vs	tempi
1	5,00	3,50	269	0,01303
2	15,00	10,00	256	0,03903
3	30,00	15,00	274	0,05477
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ULTIMO	31,50	1,50	469	0,0032
Somma tempi				0,11004
<b>Vs30</b>				<b>273</b>
<b>CLASSE</b>				<b>C</b>

### Vs Refraction Microtremor



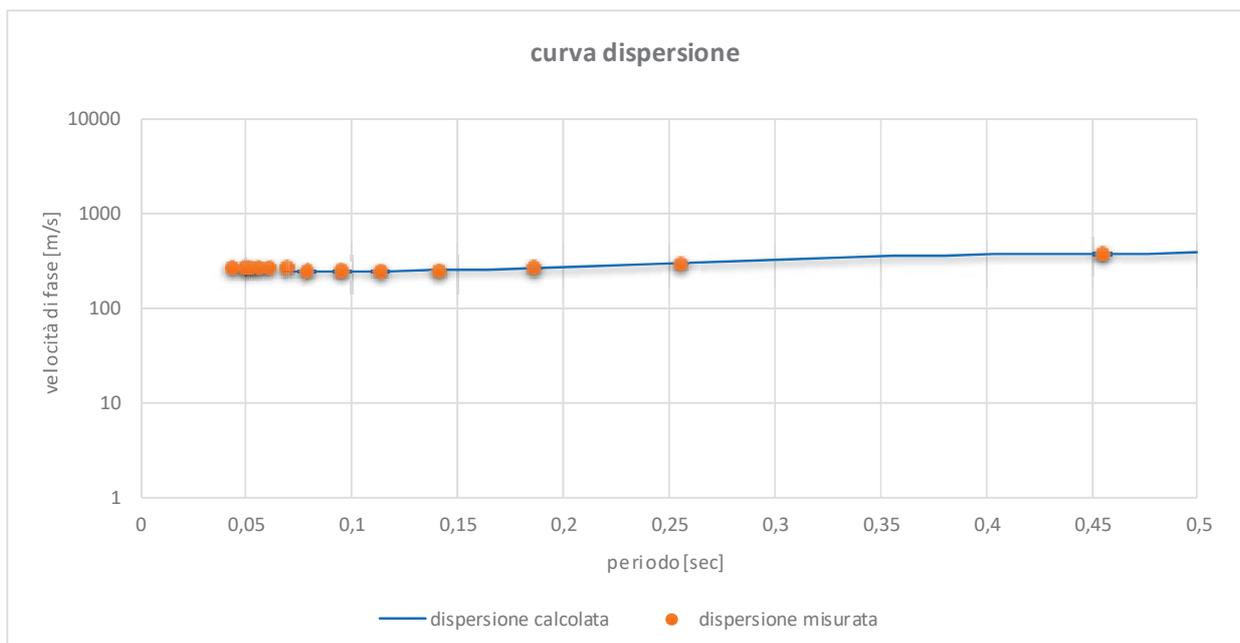
località **Carpi cantina Sorbara**

Prof. Posa Fond.

**1,5**

Sond. N°

**due**



I 230 m/s trovati sono prossimi a quelli riportati nella tavola della microzonazione sismica del Comune di cui di seguito un estratto.

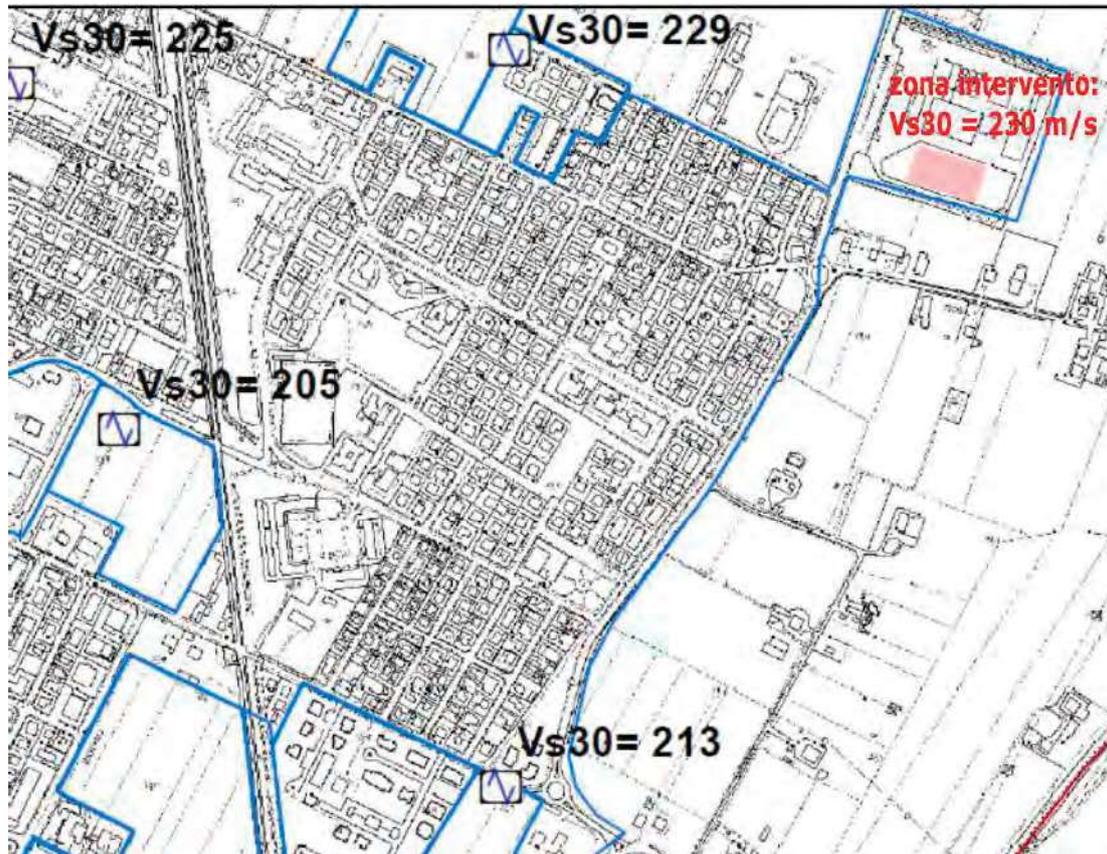


Figura 6- confronto Vs30 scrivente con quelle riportate nella microzonazione sismica

## 5 FREQUENZA FONDAMENTALE

---

il parametro “fo” della frequenza fondamentale del sito è stato definito con una prova HVSR con 40 min. di acquisizione.

La valutazione ricopre il range di frequenze d’interesse ingegneristico, ossia da 0,00 a 10 Hz.

Il software adottato per l’analisi dei dati è GEOPSY 5.0.

Di seguito:

- a) Verifica criteri SESAME per il controllo della validità della prova
- b) Scheda di sintesi
- c) Probabile profondità dello strato ad alta impedenza

Risultato: fo = 0.80 Hz.

**CRITERI SESAME [European Research project,2004]**

$f_0$	<b>0,80</b>
$A_0$	<b>3,80</b>

				criteri
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>				
	<b>Valore</b>	<b>Rif</b>	<b>Esito</b>	
$f_0 > 10/Lw$	0,80	0,40	OK	
$nc(f_0) > 200$	1000,00	200,00	OK	criteri per una curva H/V affidabile devono essere tutti verificati
$\sigma_A(f) \leq 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$ oppure $\sigma_A(f) \leq 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$	superato	0,00	OK	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>				
$f(-) = f_0/4$	0,20			
$f(+) = f_0 * 4$	3,20			
$A_0(f-)$	2,58			
$A_0(f+)$	0,50			
$A_0/A_{h/v}(f-) > 2$	1,47	2,00	NO	
$A_0/A_{h/v}(f+) > 2$	7,64	2,00	OK	
$A_0 > 2$	3,80	2,00	OK	criteri per un picco H/V chiaro
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0,00	0,84	OK	
	0,77	0,76	OK	
dev. standard	1,01			
range di frequenza	0,01			
$\sigma(f_0)$		0,20		
$\sigma f < s(f_0)$			NO	
$\theta(f_0)$		3,00		
$\sigma_A(f_0)$	0,24			
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			OK	

*Figura 7- verifica validità prova*

Etichetta di canale	NS - EW - Verticale	Strumento	PASI 3DLAND
tempo di registrazione	<b>40</b> min.	Software elaborazione	Geopsy, release 3.4.2
tipo Smoothing	Konno & Ohmachi [cost. =40]	Numero finestre	63
tipo filtro	Band pass [0,1 - 40 Hz]	larghezza finestre	25
frequenza	<b>0,80</b> Hz	Ampiezza	<b>3,80</b>

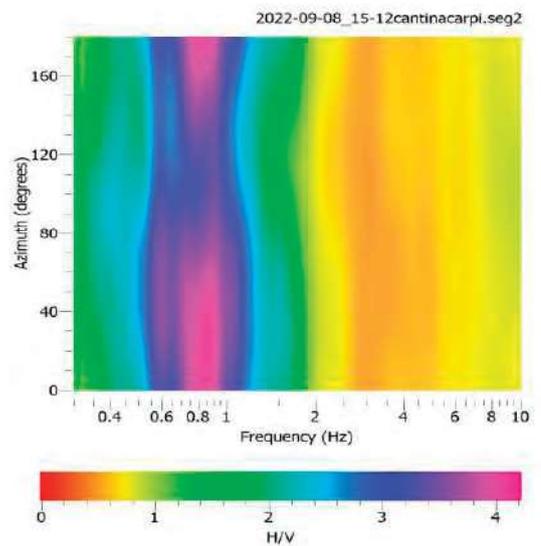
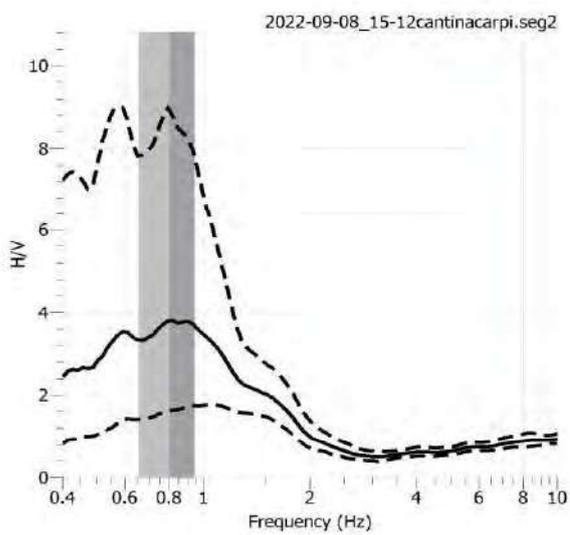


Figura 8- scheda di sintesi della prova HVSR

Anche questo valore è conforme a quelli riportati dalla microzonazione sismica del Comune di cui alla figura che segue.

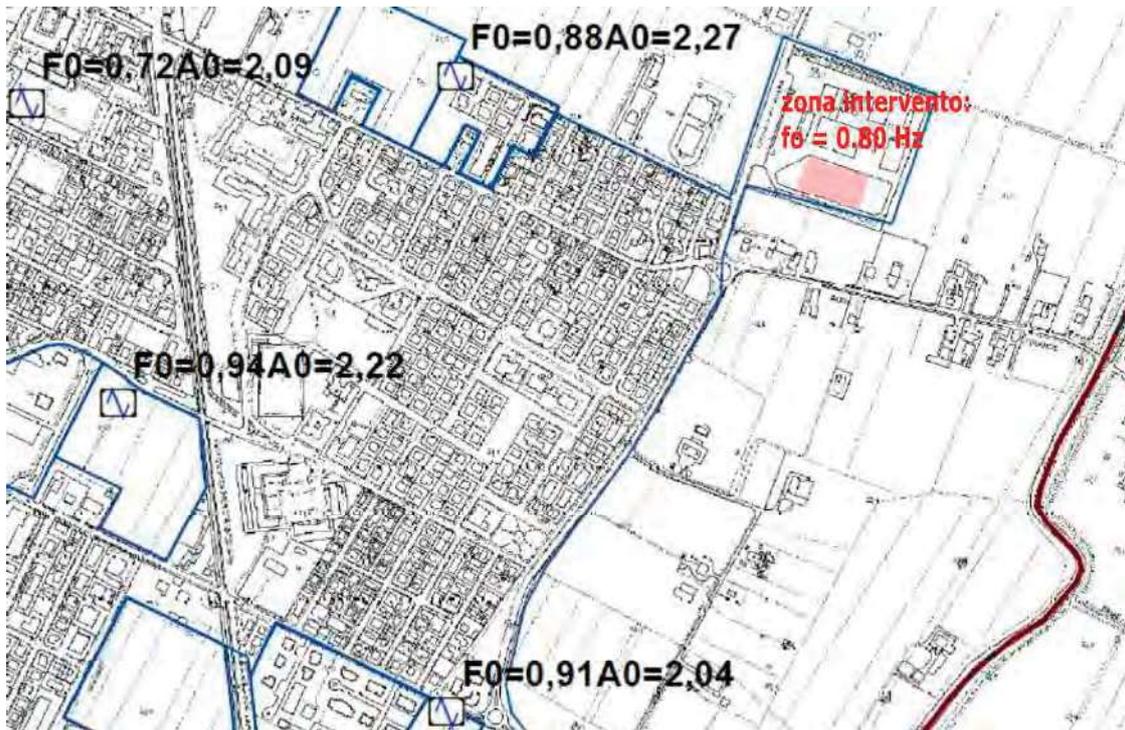


Figura 9- frequenza fondamentale. Confronto con i dati della microzonazione sismica

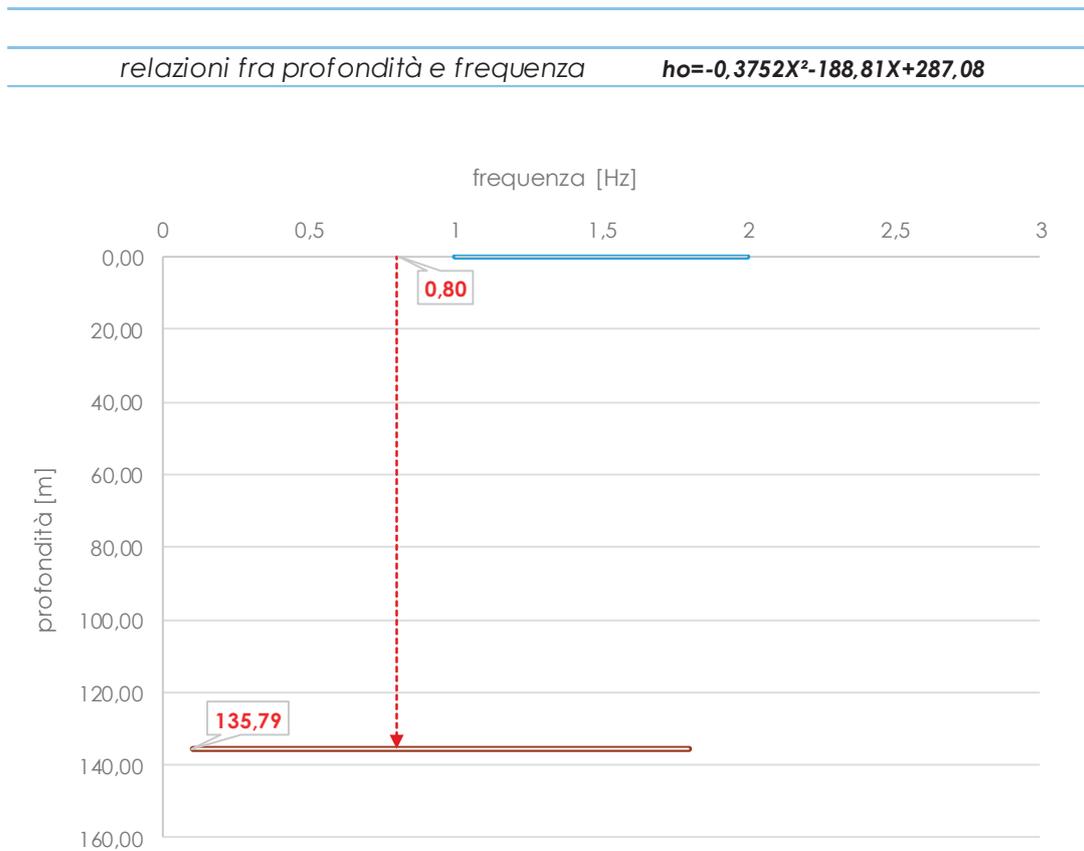


Figura 10- profondità strato ad alta impedenza

Dalle relazioni che legano la “fo” con la profondità del sub-strato ad alta impedenza, si trova che questo strato si colloca a circa 135 m dal p.c., ossia una profondità che rispecchia un po' quelle riportate dalla microzonazione sismica di cui alla FIG.11.

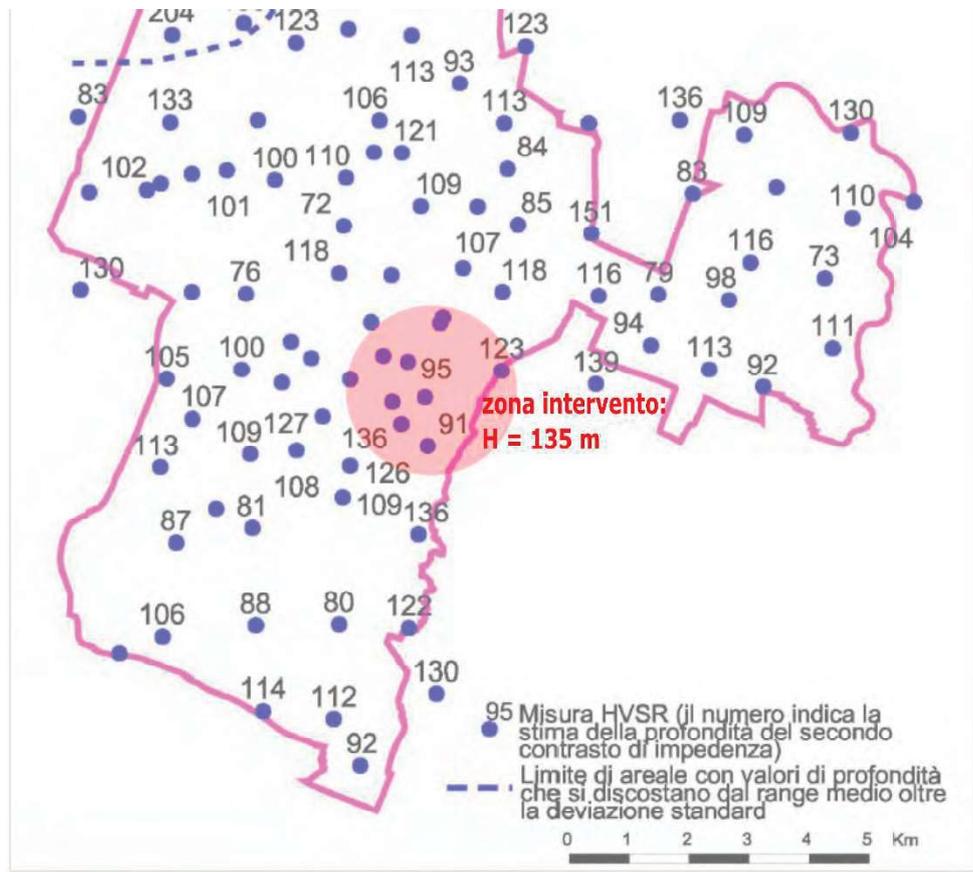


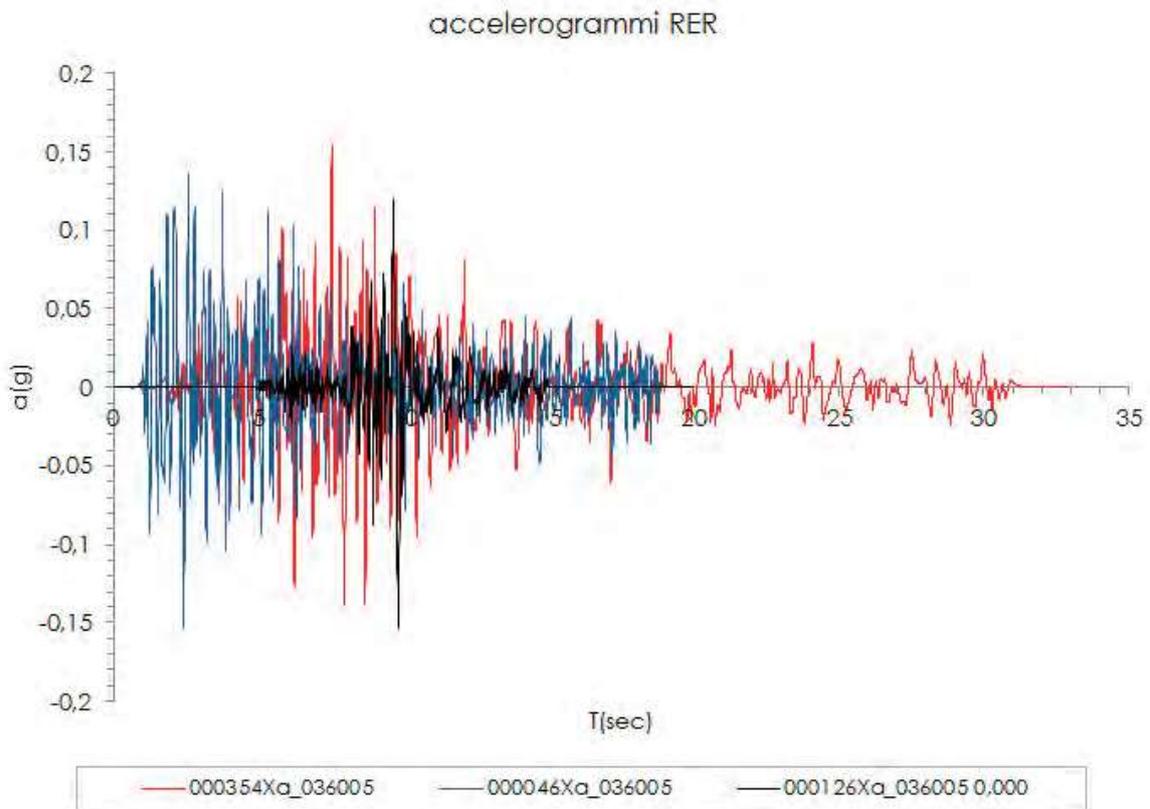
Figura 11- microzonazione sismica. Profondità strato ad alta impedenza

## 6 RISPOSTA SISMICA LOCALE

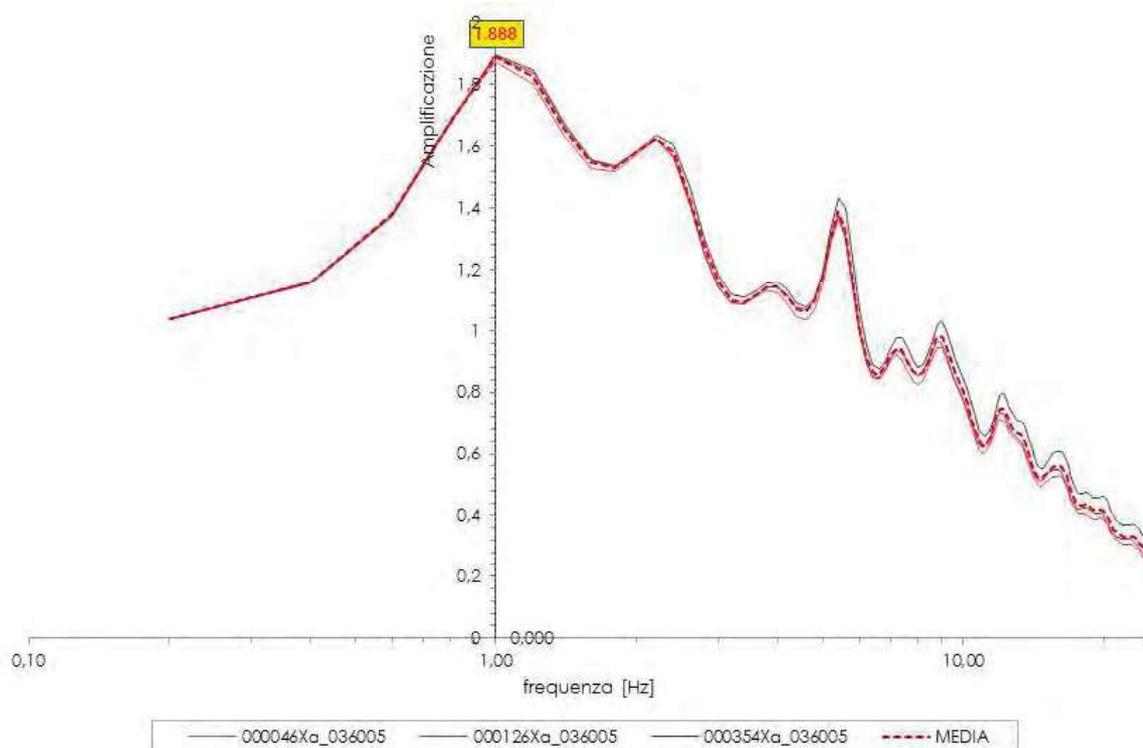
La “RSL” è stata valutata utilizzando:

- gli accelerogrammi regionali per il comune di Carpi
- le velocità “Vs” ricavate dalle ReMi e proiettate al substrato (ipotizzato sui 240 m di profondità in corrispondenza del Sub-sistema di Bazzano , la cui velocità è stata fissata in 700-800 m/s)
- una stratigrafia del sottosuolo ricavata dalla FIG.5. Considerando la rarità delle sabbie e , soprattutto i modesti spessori delle stesse, il sottosuolo è stato ritenuto solo argilloso.
- Il codice di calcolo EERA ( *Bardet et al.*)

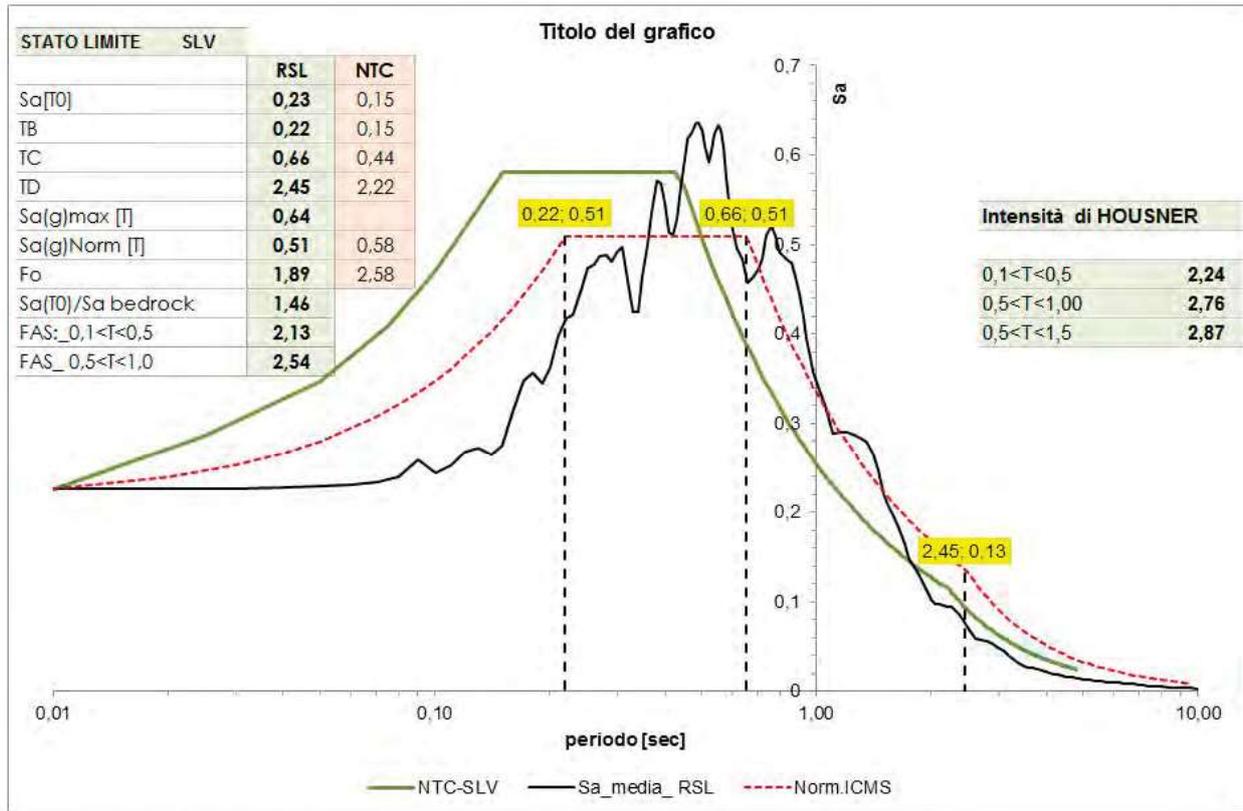
## 6.1 ACCELEROGRAMMI



## 6.2 AMPLIFICAZIONE SPETTRALE



## 6.3 SPETTRO ELASTICO



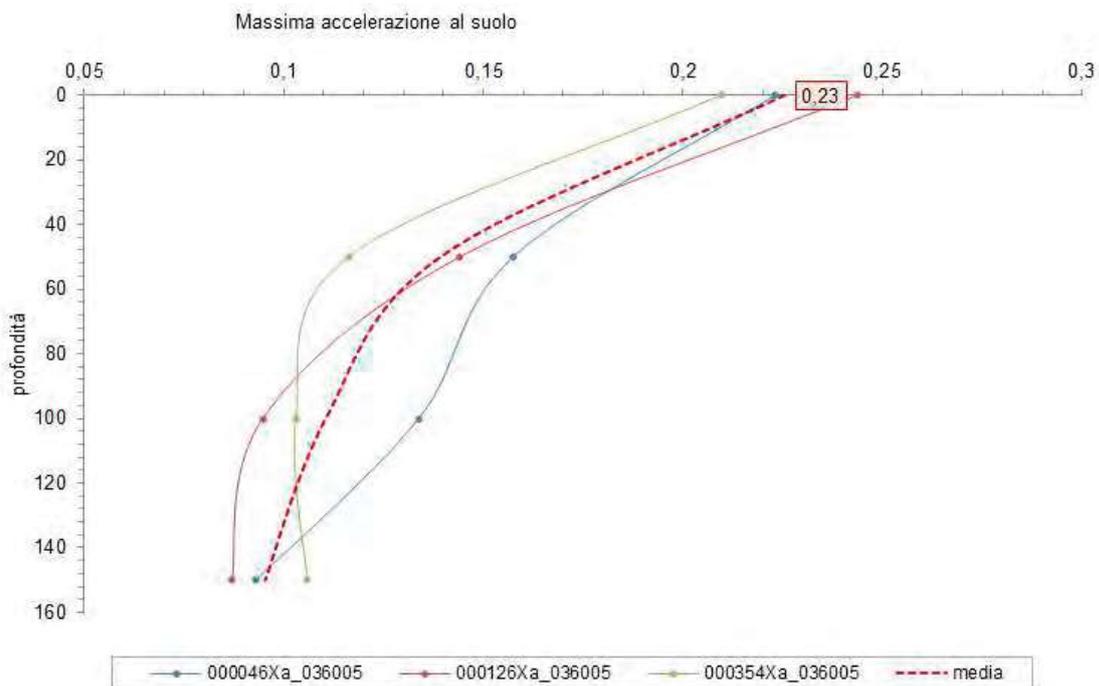
### NORMALIZZAZIONE ICMS

T	Se(g) Norm.						
0,010	0,225	0,390	0,509	0,960	0,348	3,200	0,080
0,020	0,239	0,400	0,509	0,980	0,340	3,300	0,075
0,030	0,253	0,410	0,509	1,000	0,334	3,400	0,071
0,040	0,266	0,420	0,509	1,050	0,318	3,500	0,067
0,050	0,280	0,430	0,509	1,100	0,303	3,600	0,063
0,060	0,293	0,440	0,509	1,150	0,290	3,700	0,060
0,070	0,307	0,450	0,509	1,200	0,278	3,800	0,057
0,080	0,321	0,460	0,509	1,250	0,267	3,900	0,054
0,090	0,334	0,470	0,509	1,300	0,257	4,000	0,051
0,100	0,348	0,480	0,509	1,350	0,247	4,100	0,049
0,110	0,361	0,490	0,509	1,400	0,238	4,200	0,046
0,120	0,375	0,500	0,509	1,450	0,230	4,300	0,044
0,130	0,389	0,510	0,509	1,500	0,222	4,400	0,042
0,140	0,402	0,520	0,509	1,550	0,215	4,500	0,040
0,150	0,416	0,530	0,509	1,600	0,209	4,600	0,039
0,160	0,430	0,540	0,509	1,650	0,202	4,700	0,037
0,170	0,443	0,550	0,509	1,700	0,196	4,800	0,035

0,180	0,457	0,560	0,509	1,750	0,191	4,900	0,034	
0,190	0,470	0,570	0,509	1,800	0,185	5,000	0,033	
0,200	0,484	0,580	0,509	1,850	0,180	5,100	0,031	
0,210	0,498	TB	0,509	1,900	0,176	5,200	0,030	
0,220	0,509	0,620	0,509	1,950	0,171	5,400	0,028	
0,230	0,509	0,640	0,509	TC	2,000	0,167	5,600	0,026
0,240	0,509	0,660	0,506	2,050	0,163	5,800	0,024	
0,250	0,509	0,680	0,491	2,100	0,159	6,000	0,023	
0,260	0,509	0,700	0,477	2,150	0,155	6,200	0,021	
0,270	0,509	0,720	0,463	2,200	0,152	6,400	0,020	
0,280	0,509	0,740	0,451	2,250	0,148	6,600	0,019	
0,290	0,509	0,760	0,439	2,300	0,145	6,800	0,018	
0,300	0,509	0,780	0,428	2,350	0,142	7,000	0,017	
0,310	0,509	0,800	0,417	2,400	0,139	TD	7,200	0,016
0,320	0,509	0,820	0,407	2,500	0,131	7,400	0,015	
0,330	0,509	0,840	0,397	2,600	0,121	7,600	0,014	
0,340	0,509	0,860	0,388	2,700	0,112	7,800	0,013	
0,350	0,509	0,880	0,379	2,800	0,104	8,000	0,013	
0,360	0,509	0,900	0,371	2,900	0,097	8,500	0,011	
0,370	0,509	0,920	0,363	3,000	0,091	9,000	0,010	
0,380	0,509	0,940	0,355	3,100	0,085	9,500	0,009	

stato limite	SLV	Classe d'uso	II	Terreno	T1
--------------	-----	--------------	----	---------	----

## 6.4 ACCELERAZIONE AL SUOLO



La microzonazione sismica (FIG. 12) riporta un valore di “ a(g) “ variabile da 0.16 a 0.24. Quello trovato dallo scrivente ( 0.23 ) rientra nel range .

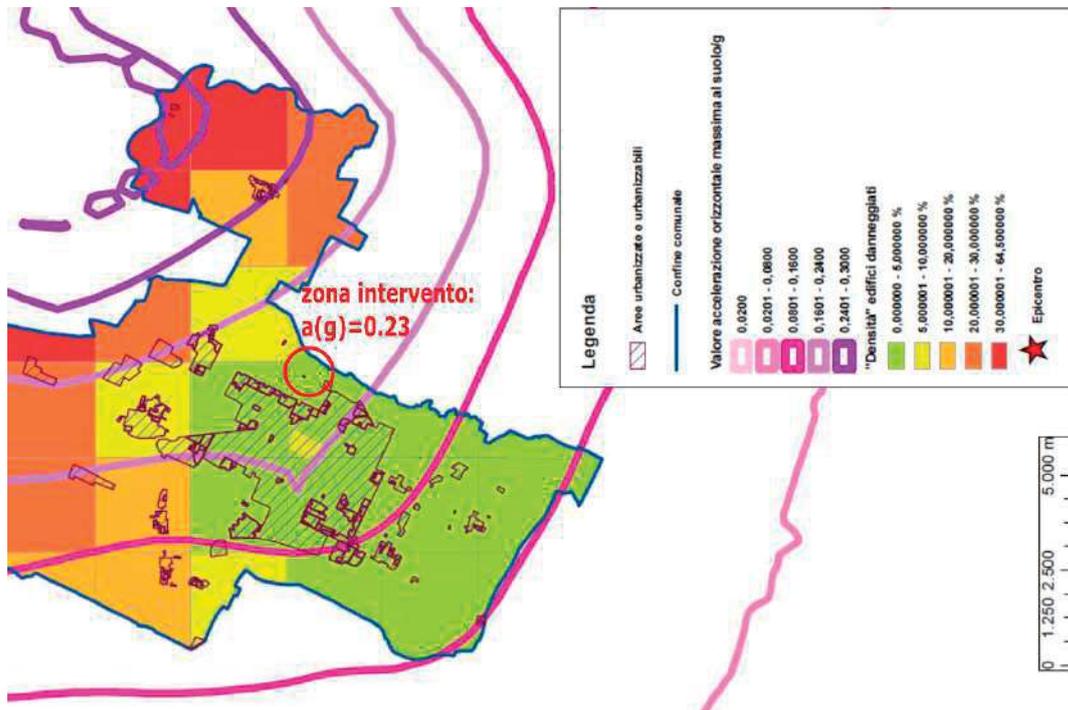
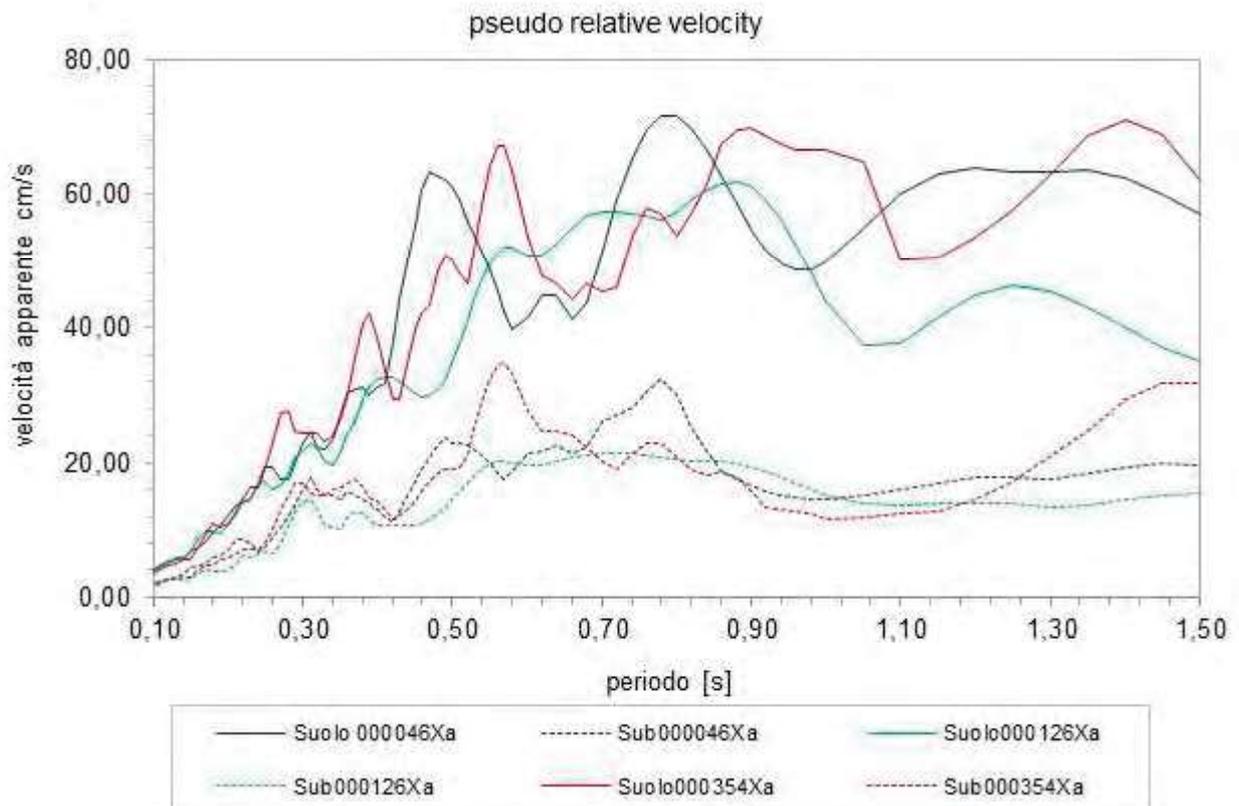
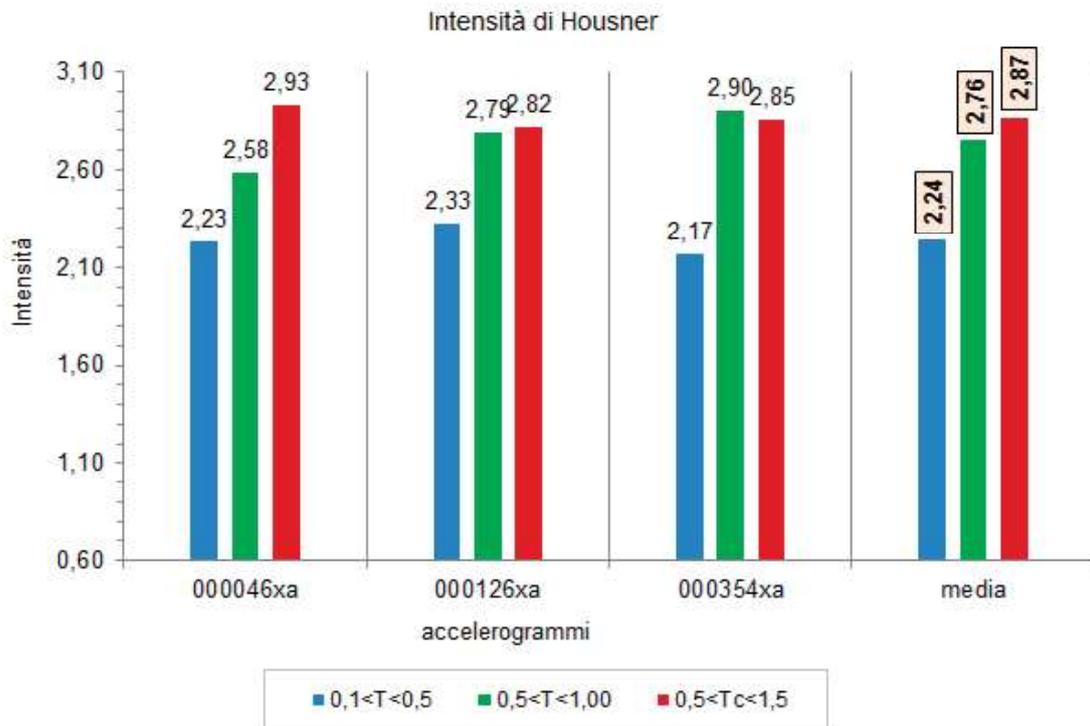


Figura 12- Microzonazione sismica : accelerazione al suolo

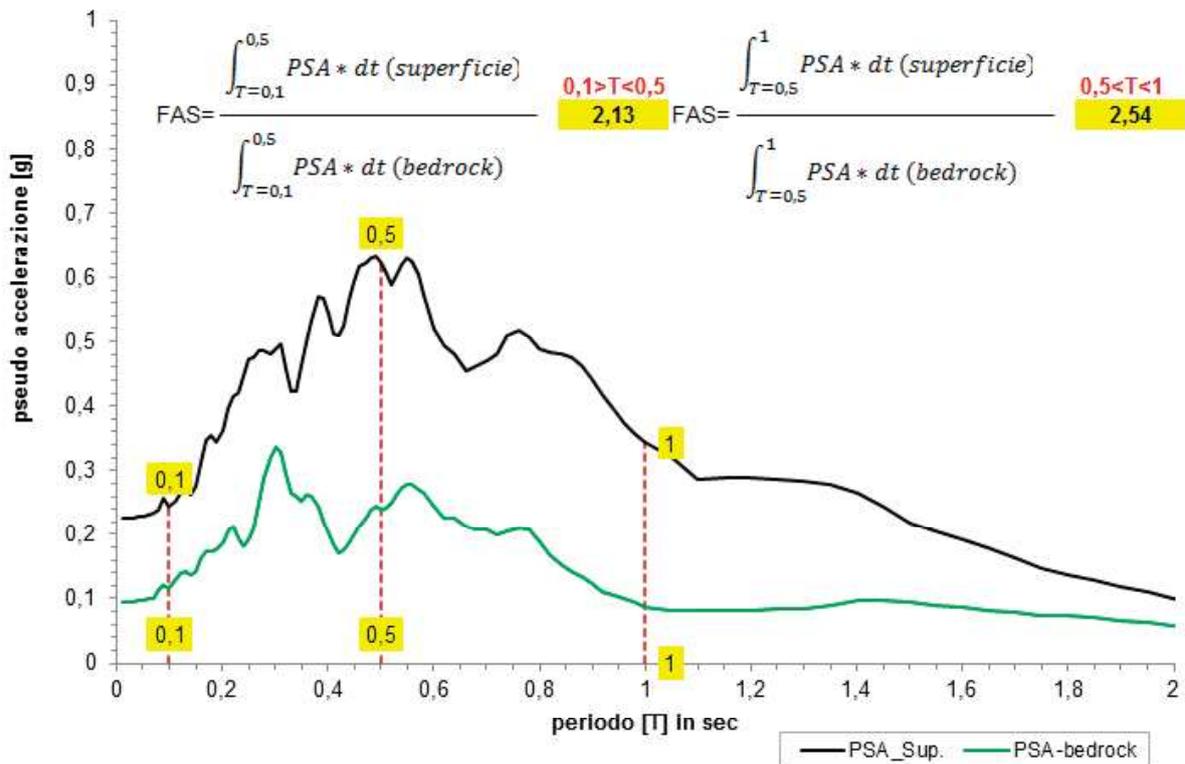
## 6.5 PSEUDO VELOCITÀ RELATIVA



## 6.6 INTENSITÀ DI HOUSNER



## 6.7 FATTORE AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICO



## 7 PROVE CPT

---

Come premesso l'area intervento è stata indagata mediante n.6 prove CPT spinte ai 20 m dal p.c. Di seguito vengono riportate tre tavole grafiche per ogni sondaggio:

### 7.1 RESISTENZE E FACIES RILEVATE

Analizzando i dati , con eccezione dei primi 2.00 m a matrice sabbio-limosa marcatamente preconsolidati per essiccazione<sup>1</sup>, affiora un sottosuolo coerente ( argille) e/o semicoerente (limi) intercalati da frequenti livelli torbosi, soprattutto al di sotto dei 10 m di profondità (FIG.13).

Da segnalare sul lato Nord del lotto, in adiacenza al piazzale, la presenza di materiali grossolani di riporto per oltre 1.00 m.

Rispetto ai sondaggi fatti nel 2002, e successivi, ubicati dove ora sorge il complesso, è stato riscontrato :

- a) un macroscopico abbassamento della freatica che da 1,50 m circa si è spostata sui 4-5.00 m in generale, e , in un punto (sond.5) , a 8.00 m;
- b) una notevole riduzione della frazione sabbiosa in profondità .
- c) la comparsa di frequenti livelli torbosi
- d) un marcato aumento del grado di preconsolidazione dei primi 2.00 m

Le resistenze rilevate , esclusi i primi 2.00 m dove si raggiungono valori dell'ordine 50-80 Kg/cm<sup>2</sup>, si osservano alternanze di strati le cui "Qc" oscillano da 8/10 Kg/cm<sup>2</sup> a 20/25 Kg/cm<sup>2</sup>. In corrispondenza dei livelli torbosi il valore scende a 6/8 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 7.2 PARAMETRI GEOTECNICI

- Peso volume [p.s. in t/m<sup>3</sup>]
- Coesione totale [CU in Kg/cm<sup>2</sup>]
- Coesione efficace [ C' in Kg/cm<sup>2</sup>]
- Angolo di attrito interno [  $\phi$  ]
- Grado di sovraconsolidazione [OCR]
- Coeff. Di sottofondo [ Ko in Kg/cm<sup>2</sup>]
- Modulo edometrico [ Edom. In Kg/cm<sup>2</sup>]
- Densità relativa [ Dr ]
- Coeff. Permeabilità [ K in cm/sec]
- Velocità onde "S" [Vs in m/s]
- Modulo elastico efficace [ E' in Kg/cm<sup>2</sup>]
- Modulo elastico totale [ EU in Kg/cm<sup>2</sup>].

Ogni sondaggio ha una tavola specifica per questi parametri. Essi si riferiscono a sub-livelli aventi le stesse facies e/o a resistenze "Qc" abbastanza similari.

---

<sup>1</sup> La matrice è sì sabbiosa ma occorre pure tener presente che quando il terreno è altamente preconsolidato, anche se di natura coerente, l'attrito laterale locale "fs" strumentale è ridotto come avviene per le sabbie. Ne consegue che in realtà, invece di sole facies sabbiose, il terreno può essere caratterizzato anche da livelli limo-argillosi.

# STRATIGRAFIA

sabbie limose e limi sabbiosi fortemente preconsolidati per essiccazione. A volte, presenza di riporti grossolani

Limi in prevalenza con livelli argillosi di consistenza medio-bassa

Limi argillosi di discreta consistenza

Argille compatte

Argille torbose, torbe

Argille tenere

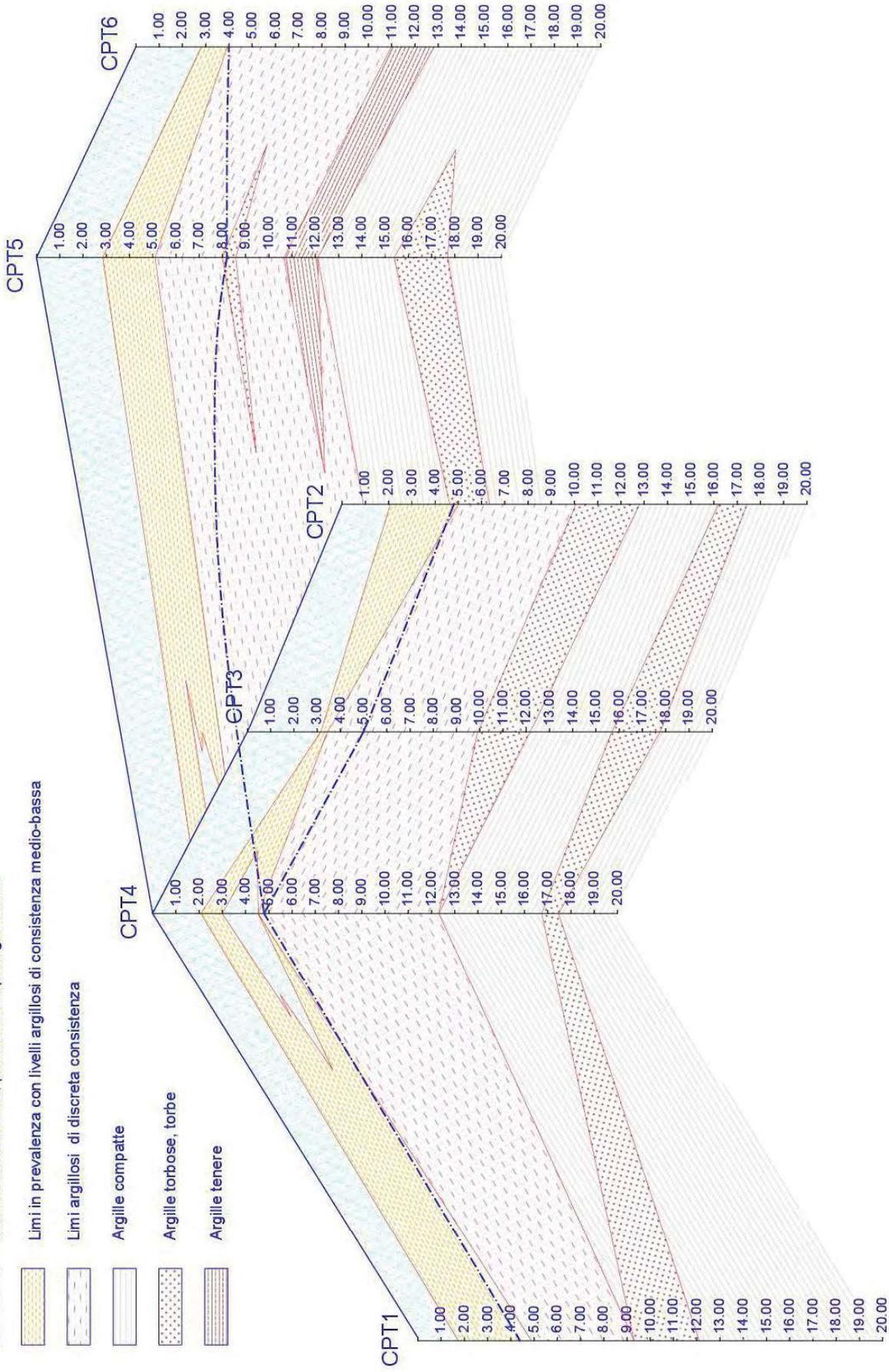
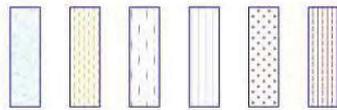


Figura 13- schema stratigrafico dedotto dalle CPT

### 7.3 INDICE DI POTENZIALE LIQUEFAZIONE “IPL” , LIQUEFACTION SEVERITY NUMBER “LSN” E CEDIMENTI POST-SISMICI.”.

Anche in questo caso, ogni sondaggio è corredato da una tavola grafica che illustra i risultati degli accertamenti.

Rispetto alle metodologie seguite nel 2002, 2013... , cambiano alcuni parametri e procedure:

- La magnitudo viene fissata in 6.14
- L’accelerazione al suolo accertata attraverso la risposta sismica locale, è:  $a(g) = 0.23$
- L’indice di potenziale liquefazione IPL viene determinato col metodo di *Idriss-Boulanger*
- Viene introdotto il parametro LSN ( Liquefaction Severity Number) di *Van Ballegooy* che esprime l’entità dei danni a livello superficiale in caso di sisma
- la verifica dei cedimenti post-sismici ha adottato il metodo *Zang-Robertson*.

La figura che segue riassume per ogni sondaggio i risultati degli accertamenti.

#### Risultati

- i valori di “IPL” variano da 0.00 a 0.52 per cui , secondo *Sonmez*, il rischio di liquefazione è nullo o modesto
- I cedimenti post-sismici sono abbastanza contenuti. Raggiungono valori massimi di 5.5/8.8 cm solo dove si riscontrano le torbe
- Il termine LSN è molto basso ( da 0 a 2.59) pertanto la categoria del sito cade in “A”, ossia un sito per il quale , in caso di sisma , le manifestazioni superficiali sono minime.



Figura 14- sintesi accertamenti effetti sismici sul terreno

## 8 INDICAZIONI OPERATIVE

---

Considerando quanto suesposto, si precisa:

1. L'effetto preconsolidazione dei primi due metri del sottosuolo va completamente trascurato. Nei periodi piovosi, infatti, questo effetto sarà destinato a scomparire. Ciò significa che a livello operativo è consigliabile porre le fondazioni, soprattutto se a travi rovesce o plinti., al di sotto, o almeno verso la base, di questo strato, in modo da escluderle dalle variazioni igrometriche e volumetriche stagionali.
2. Da un punto di vista geotecnico, indipendentemente dal tipo di fondazione diretta, è opportuno non considerare i parametri che riguardano lo strato preconsolidato e macrofessurato in quanto suscettibili di riduzioni in condizioni climatiche diverse. Vanno pertanto adottati quelli dello strato successivo. Esaminando i risultati dei sei sondaggi, quello che presenta le resistenze più basse è il n.1, quindi, per il dimensionamento delle fondazioni, si dovranno adottare i parametri di cui alla relativa scheda.

Ossia:

- $C_U = 0.55 \text{ Kg/cm}^2$
- $C' = 0.17 \text{ Kg/cm}^2$
- $\varphi = 22^\circ$
- $P_s = 1.71 \text{ t/mc}$
- $K_o = 2.2 \text{ Kg/cm}^2$
- $E' = 34 \text{ Kg/cm}^2$
- $E_u = 469 \text{ Kg/cm}^2$

## 9 CONCLUSIONI

---

L'indagine ha messo in evidenza quanto segue:

- **Stratigrafia**  
I primi 2.00 m sono caratterizzati da limi-sabbiosi ma anche da facies semicoerenti molto preconsolidate per essiccazione, inoltre, sul lato Nord del lotto, si rileva pure uno strato di materiale grossolano riportato.  
A Seguire sino ai 20 m, alternanze fra argille e limi. Quasi assenti le sabbie ma presenze abbastanza frequenti di livelli torbosi.  
A livello di consistenza, esclusi i primi due metri dove si toccano 50/80 Kg/cm<sup>2</sup>, si ha un'alternanza di strati le cui "Qc" oscillano da 8/10 Kg/cm<sup>2</sup> a 20/25 Kg/cm<sup>2</sup>. In corrispondenza dei livelli torbosi (soprattutto al di sotto dei 10 m) il valore scende sui 6/8 Kg/cm<sup>2</sup>.
- **Falda**  
Si colloca dai 5.00 agli 8.00 m di profondità. Nel 2002, l'indagine fatta per l'attuale complesso, la rilevava da 1.00 a 1,50 m dal p.c.  
La marcata escursione della medesima va imputata a tre fattori: riduzione piogge/neve, forte impermeabilizzazione dell'area e, per quanto riguarda il presente lotto, all'assenza di sabbie in profondità.
- **Caratteristiche sismiche**
  - $V_{s30} : 230 \text{ m/s}$ . Sito posto in "C"
  - Frequenza fondamentale "fo" : 0.8 Hz
  - a(g) al suolo (dalla RSL) : 0.23

- TB : 0.22 s
  - TC : 0.66 s
  - TD : 2.45 s
  - Sa(g) Normalizzata : 0.51
  - Fo : 1.89
  - FAS 0.1<T<0.5 : 2.13
  - FAS 0.5<T<1.00 : 2.54
  - Intensità di Housner
    - 0.1<T<0.5 : 2.24
    - 0.5<T<1.00 : 2.76
    - 0.5<T<1.5 : 2.87
  - IPL : da 0.00 a 0.52 pertanto rischio di liquefazione da nullo a modesto
  - LSN : categoria "A", ossia manifestazioni minime in caso di sisma
  - W.post\_sisma : da un minimo di 0.96 cm ad un massimo di 8.18 cm.
- Geotecnica
 

Ogni sondaggio è corredato da una scheda riportante i parametri geotecnici del sottosuolo.

A livello operativo si fissa quanto segue:

- Il piano di posa delle fondazioni con tipologia superficiale, come travi rovesce e plinti, deve essere portato il più possibile verso la base dello strato superficiale preconsolidato per essiccazione, per evitare le conseguenze dovute alle variazioni volumetriche allorché si modificherà il contenuto in acqua nei periodi piovosi
- Il dimensionamento delle fondazioni dirette superficiali, indipendentemente dalla loro tipologia, va fatto con i dati geotecnici dello strato posto alla base di quello preconsolidato, e precisamente con quelli del Sond.1 in quanto risulta il peggiore (ved. indicazioni operative) .

Questa condizione va rispettata anche nel caso in cui vengano adottate fondazioni di marcata geometria, tipo piastre o platee. Queste forme, infatti, potrebbero usufruire di valori più alti per il contributo degli strati più resistenti posti in profondità, ma poi si correrebbe il rischio di applicare un carico poco compatibile con il primo strato di media /bassa consistenza posto subito sotto a quello preconsolidato.

Dott. Geol. Gemelli Franco  
Iscr. Albo Reg. Em. Rom. n° 142

## **10 SCHEDE RELATIVE AI SEI SONDAGGI.**

---

Dott. Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO) - Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND.:

1,00

Falda

4,40

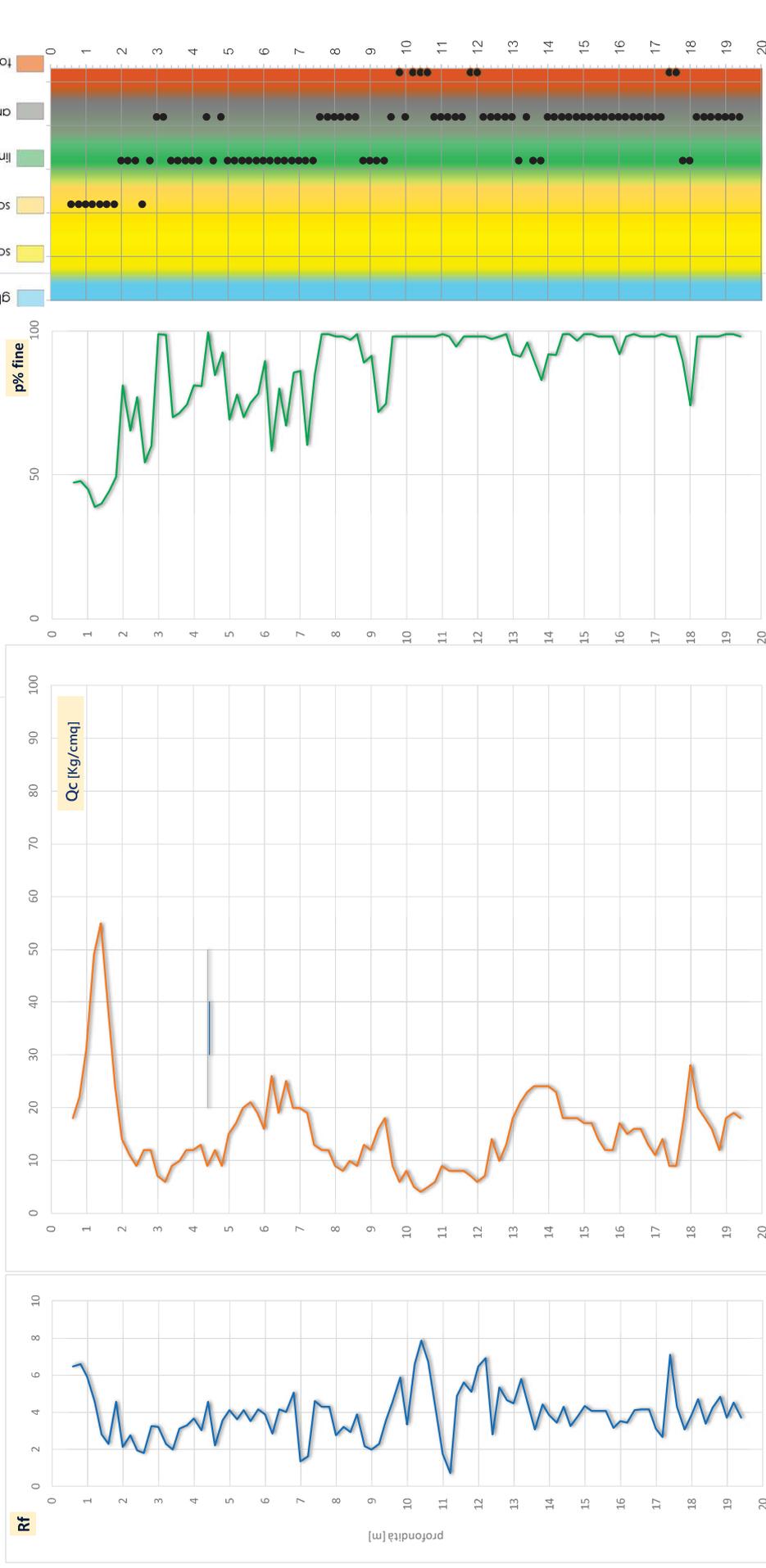
facies

ghiaie-sabbie dense  
sabbie  
sabbie limose  
limi  
argille  
torbe

Comm.te **CANTINA CARPI-SORBARA**

Località

**carpi**



F.Yi - estimating soil fines contents from CPT [2014]

Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]

C.Madialì-G.Vannucchi - M.Baglione - T.Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]

Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

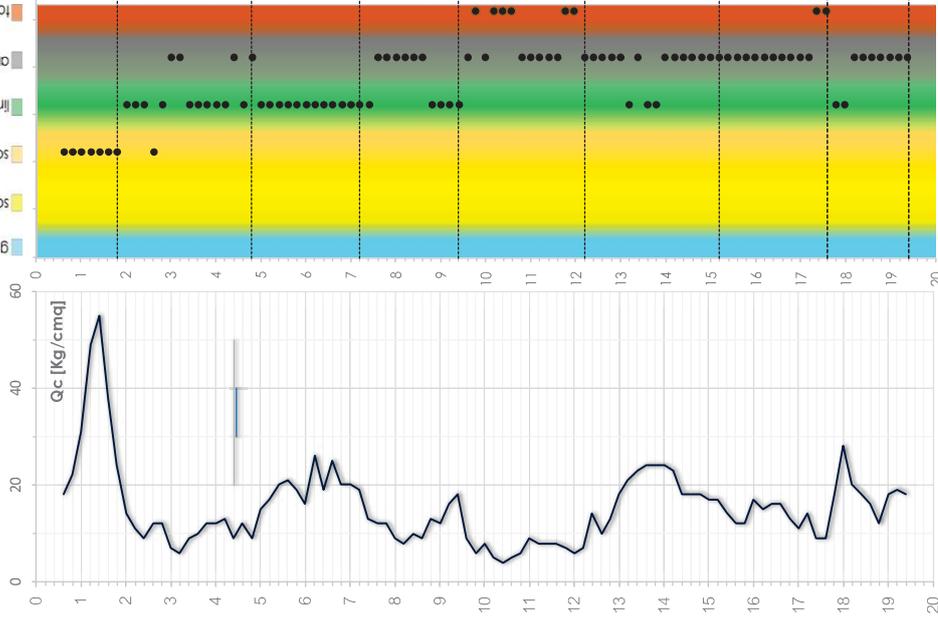
Località **carpi**

N.prova **1,00**

Falda **4,40**

**Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo**

Peso Volume p.s. t/mc	Coesione Totale Cu Kg/cmq	Coesione Eff. C' Kg/cmq	Ang.Atr. Interno Fi °	Grado Sovrac. OCR	Coeff. Sott. Ko Kg/cmcc	Modulo Edom. Eed Kg/cmq	Densità Relat. Dr %	Coeff. Perm. K cm/s	Velocità Onde "S" Vs m/s	Mod.El. Efficace E' Kg/cmq	Mod.El. Totale EU Kg/cmq	facies
1,88	-	-	36	4,8	10,93	109	87	6,35E-05	271	89	-	Sabbie Limose , Torbe
1,71	0,55	0,17	22	2,1	2,25	44	-	3,37E-06	191	34	469	Limi , Argille
1,80	1,12	0,34	21	2,1	3,36	72	-	3,73E-06	230	55	926	Limi , Argille
1,72	0,65	0,19	23	1,6	1,95	60	-	9,30E-07	193	46	538	Argille , Limi
1,68	0,34	0,10	20	1,4	1,02	48	-	8,76E-08	175	37	281	Argille , Torbe
1,81	1,03	0,31	21	1,7	3,09	107	-	4,83E-07	230	82	850	Argille , Limi
1,74	0,68	0,20	21	1,5	2,05	88	-	1,43E-07	209	68	564	Argille , Torbe
1,78	0,98	0,29	21	1,5	2,93	106	-	5,53E-07	221	82	816	Argille , Limi



**Dati bibliografici**

Robertson [ p.s. ] : Lancellotta [DR] : Jacobsen [C] : P.V.Righi [fi] : Robertson [K] : DeBeer [CU] - Kulwary (Arg) e Vrijjaja [Sab] [Ko] : Bowles [Eed] ,Mayne [Vs-OCR] : Teoria elasticità [E] - Duncan [EU]

**Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefatcion Severity Number**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND. **1,00**

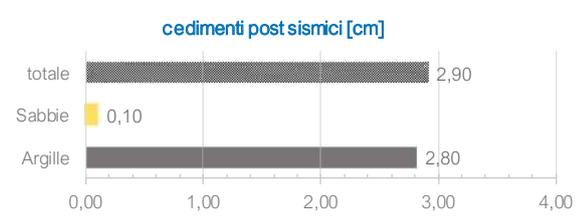
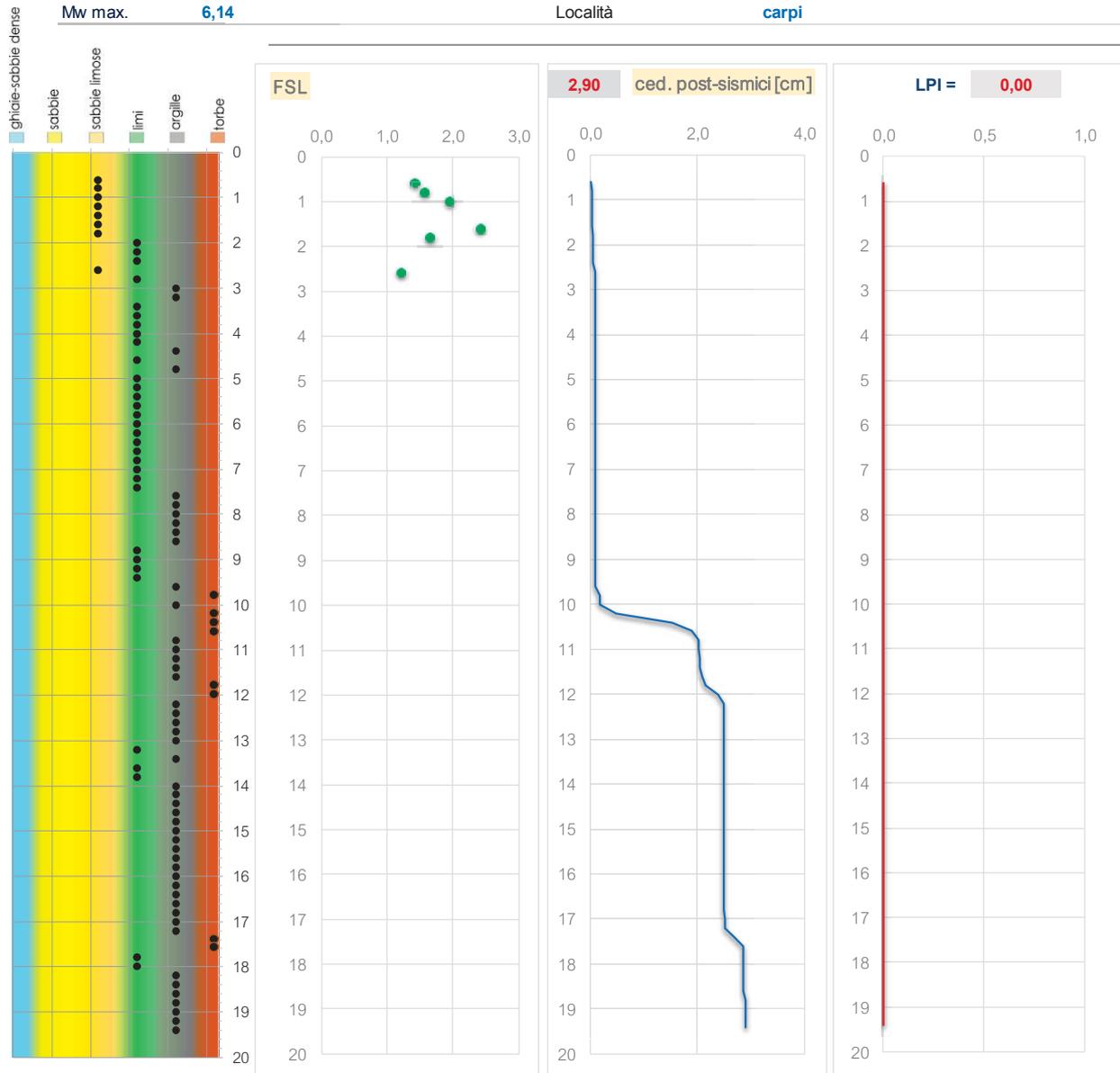
Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

Falda **4,40**

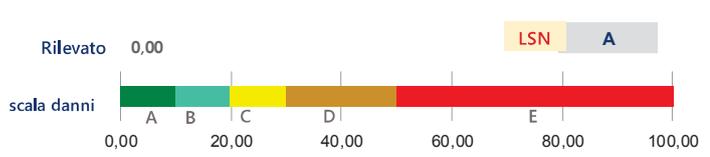
a(g) **0,23**

Mw max. **6,14**

Località **carpi**



- Legenda LSN**
- A** - Manifestazioni minime
  - B** - presenza di sand boils
  - C** - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D** - intense manifestazioni, danni alla superficie , evidenti cedimenti alle strutture
  - E** - liquefazione diffusa e danni gravi alle strutture



**Riferimenti bibliografici - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - Allegato A3 della RER: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)**

Dott. Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO) - Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

**Prova penetrometrica statica CPT**

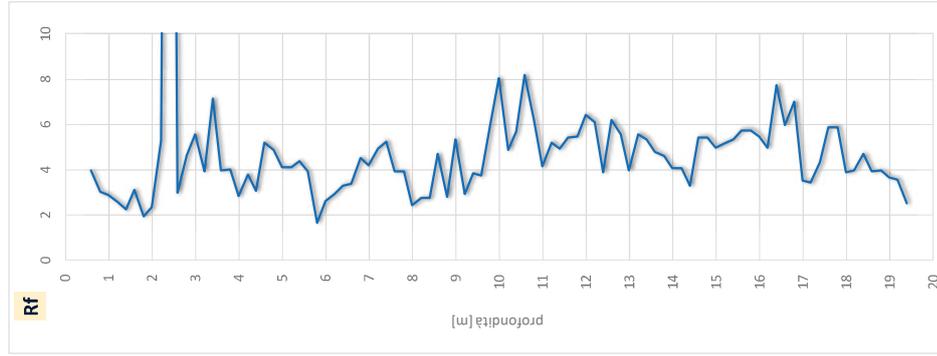
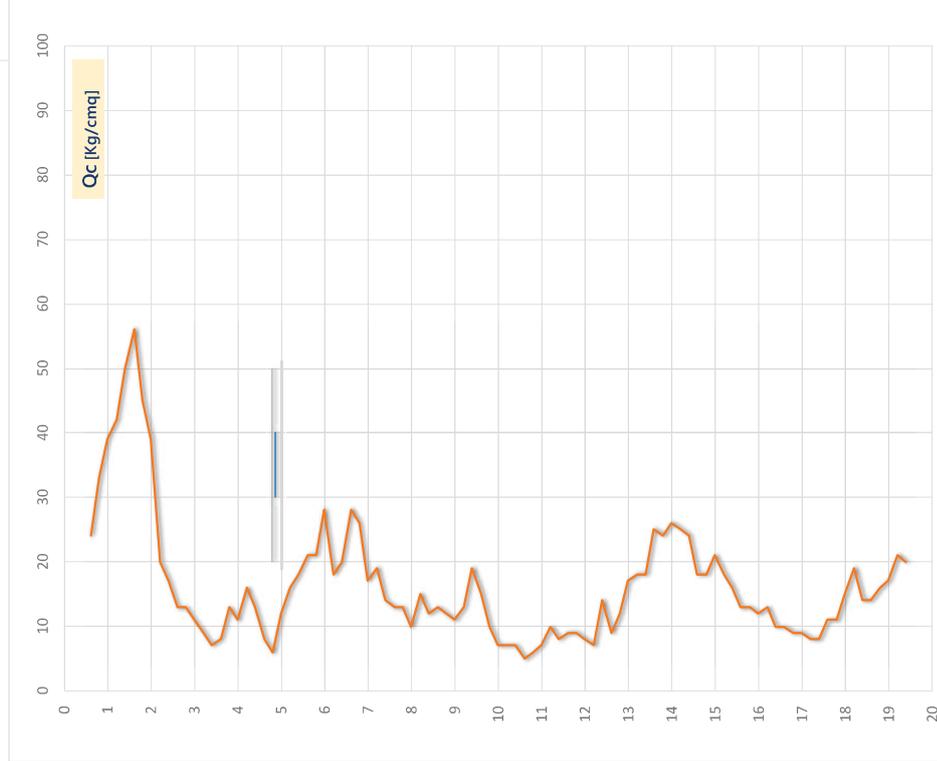
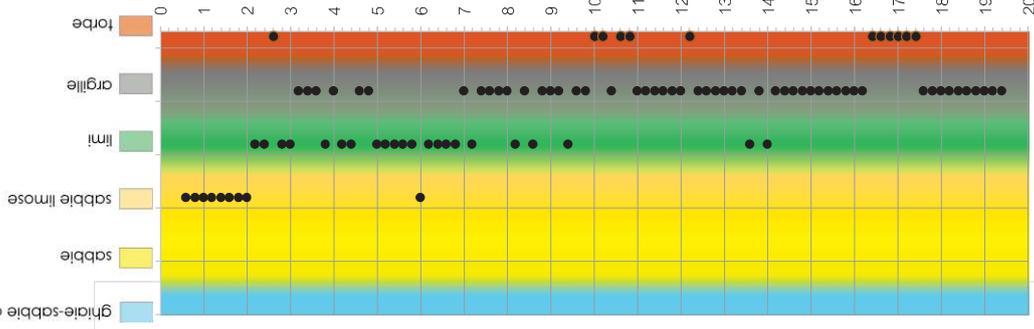
N.ro SOND.:

**2,00**

Falda

**4,80**

facies



F. Vi - estimating soil fines contents from CPT [2014]

Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]

C. Madiai-G. Vannucchi - M. Baglione - T. Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]

Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

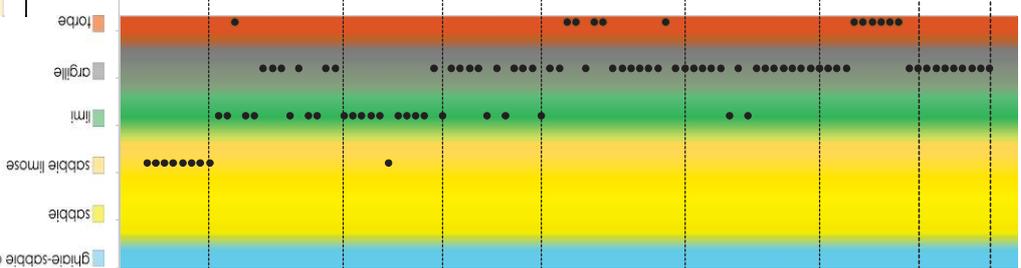
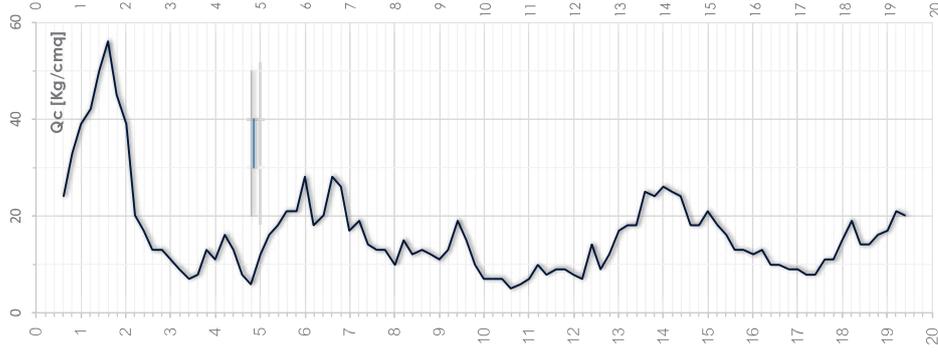
Località **carpi**

N.prova **2,00**

Falda **4,80**

**Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo**

Peso Volume	Coesione Totale		Ang.Atr. Interno	Grado Sovrac.	Coef. Sott.		Modulo Edom.	Densità Relat.	Coef. Perm.	Velocità Onde "S"	Mod.EI. Efficace	Mod.EI. Totale	facies
	p.s. t/mc	Cu Kg/cm <sup>2</sup>			C' Kg/cm <sup>2</sup>	Fi °							
1,86	-	-	37	4,8	11,27	122	93	2,22E-04	260	99	-	Sabbie Limose , Limi	
1,79	0,72	0,22	18	2,3	2,17	56	-	2,06E-06	224	43	522	Limi , Argille	
1,81	1,05	0,31	22	2,1	4,11	80	-	5,97E-06	232	62	956	Limi , Argille	
1,75	0,72	0,22	21	1,7	2,17	73	-	7,61E-07	210	56	599	Argille , Limi	
1,74	0,45	0,13	19	1,5	1,34	60	-	8,63E-08	201	46	368	Argille , Torbe	
1,84	1,08	0,32	19	1,8	3,23	117	-	3,49E-07	242	89	886	Argille , Limi	
1,73	0,51	0,15	20	1,4	1,54	75	-	4,03E-08	204	58	425	Torbe , Argille	
1,76	0,88	0,26	22	1,5	2,64	111	-	1,54E-07	219	86	734	Argille , Argille	



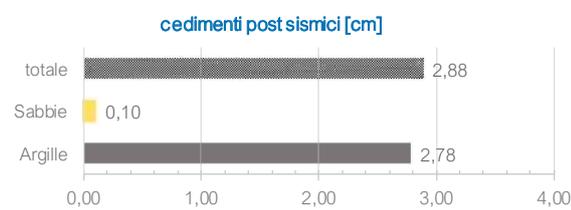
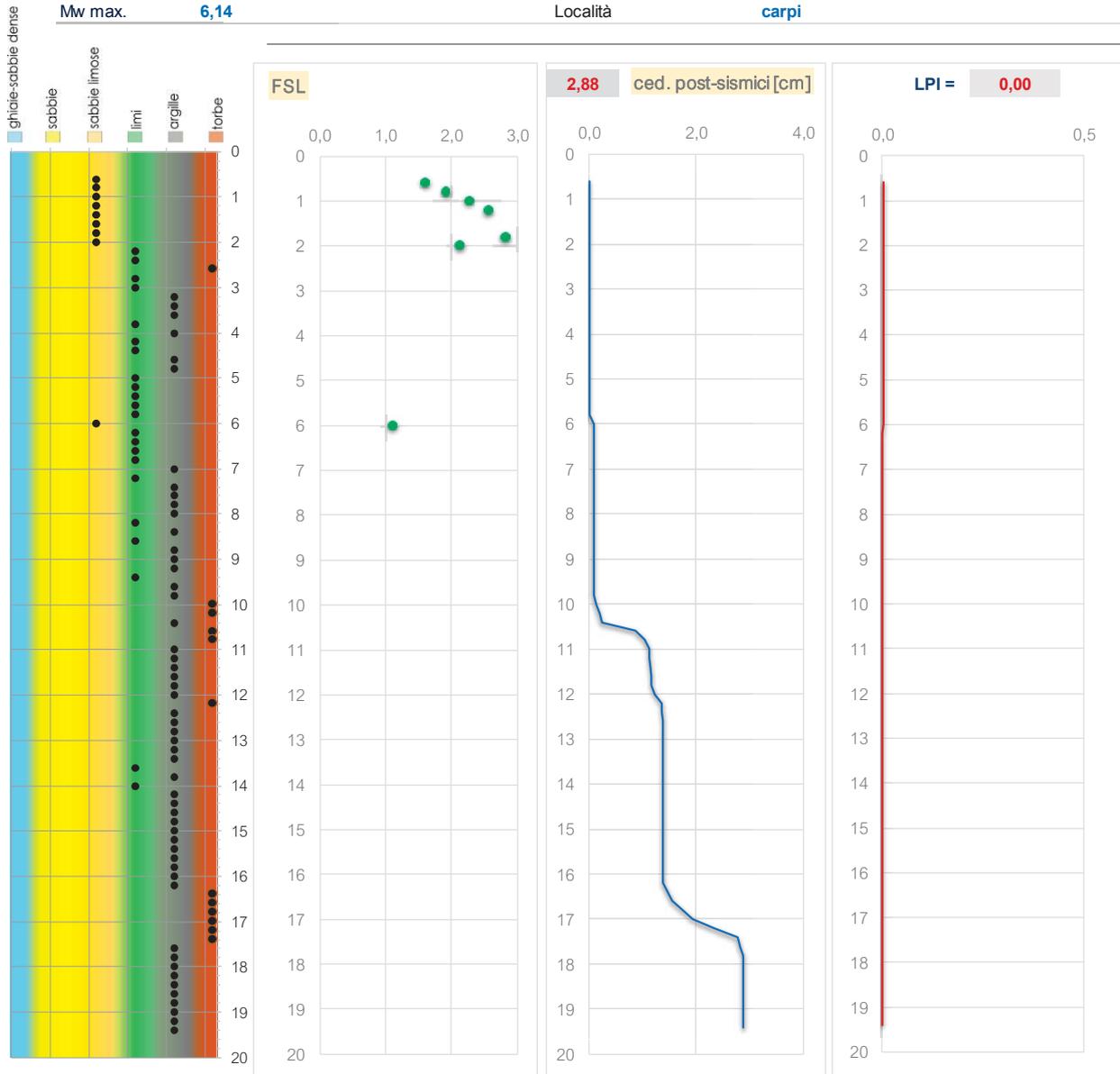
**Dati bibliografici**

Robertson [ p.s. ] : Lancellotta [DR] ; Jacobsen [ C ] ; P.V.Righi [ fi ] ; Robertson [ K ] : DeBeer [CU] - Kulw ay (Arg) e Vitajala [Sab] [Ko] ; Bowles [Ed] ,Mayne [Vs-OCR] ; Teoria elasticità [E] - Duncan [EU]

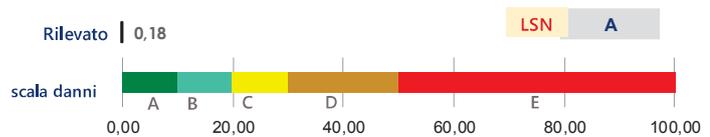
**Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefatcion Severity Number**

<b>Prova penetrometrica statica CPT</b>	N.ro SOND.	<b>2,00</b>
Committente <b>CANTINA CARPI-SORBARA</b>	Falda	<b>4,80</b>
	a(g)	<b>0,23</b>

Mw max. **6,14** Località **carpi**



- Legenda LSN**
- A** - Manifestazioni minime
  - B** - presenza di sand boils
  - C** - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D** - intense manifestazioni, danni alla superficie , evidenti cedimenti alle strutture
  - E** - liquefazione diffusa e danni garvi alle strutture



**Riferimenti bibliografici - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - Allegato A3 della RER: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)**

Dott. Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO) - Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND.:

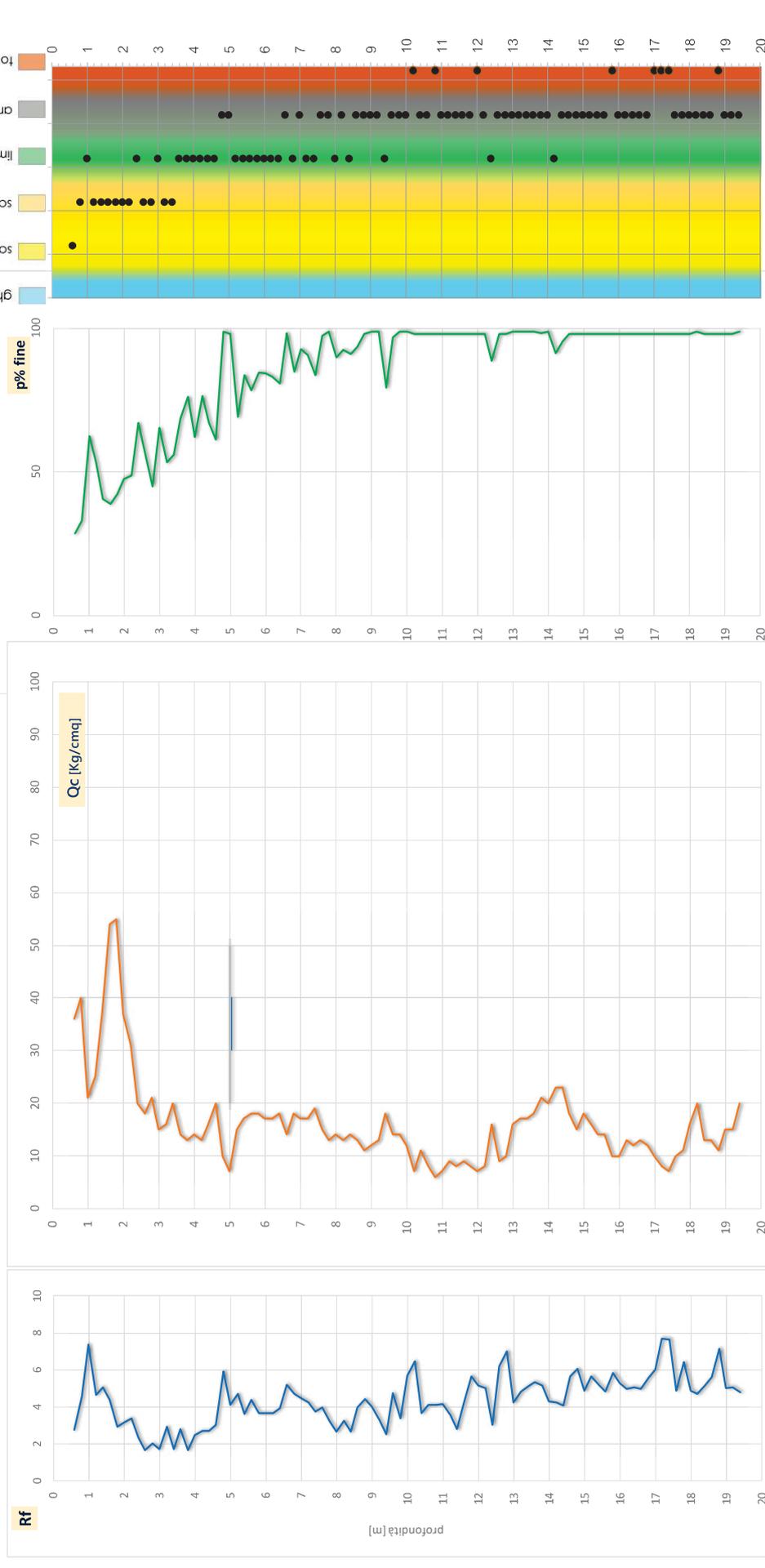
3,00

Falda

5,00

facies

Comm.te **CANTINA CARPI-SORBARA** Località **carpi**



F. Yi - estimating soil fines contents from CPT [2014]

Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]

C.Madialì-G.Vannucchi - M.Baglione - T.Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]

Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

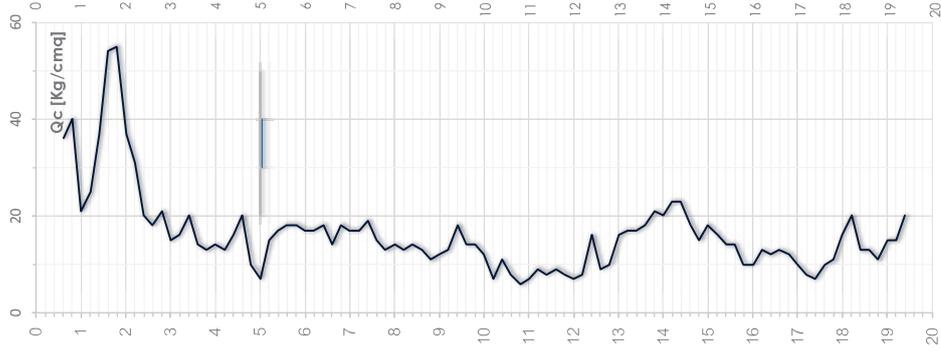
Località **carpi**

N.prova **3,00**

Falda **5,00**

**Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo**

Peso Volume p.s. t/mc	Coesione Totale		Coesione Eff. C' Kg/cm <sup>2</sup>	Ang.Atr. Interno FI °	Grado Sovrac. OCR	Coef. Sott.		Densità Relat. Dr %	Coef. Perm. K cm/s	Velocità Onde "S" Vs m/s	Mod.EI. Efficace E' Kg/cm <sup>2</sup>	Mod.EI. Totale EU Kg/cm <sup>2</sup>	facies
	Cu Kg/cm <sup>2</sup>	Cu Kg/cm <sup>2</sup>				Ko Kg/cm <sup>2</sup>	Eed Kg/cm <sup>2</sup>						
1,85	-	-	32	3,8	9,42	98	77	1,07E-04	247	78	-	Sabbie Limose , Sabbie	
1,72	0,75	0,22	22	1,9	2,24	53	-	3,81E-06	204	41	624	Limi , Argille	
1,80	0,87	0,26	21	1,9	2,60	75	-	9,91E-07	220	57	709	Limi , Argille	
1,72	0,46	0,14	21	1,5	1,39	60	-	1,21E-07	192	46	381	Argille , Torbe	
1,83	0,98	0,29	19	1,7	2,93	112	-	2,33E-07	239	86	807	Argille , Limi	
1,74	0,52	0,16	19	1,4	1,57	76	-	4,09E-08	211	59	436	Argille , Torbe	
1,78	0,79	0,24	19	1,5	2,38	105	-	9,18E-08	226	81	663	Argille , Torbe	



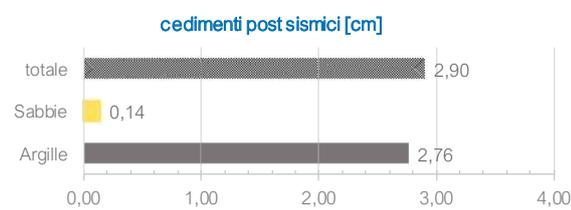
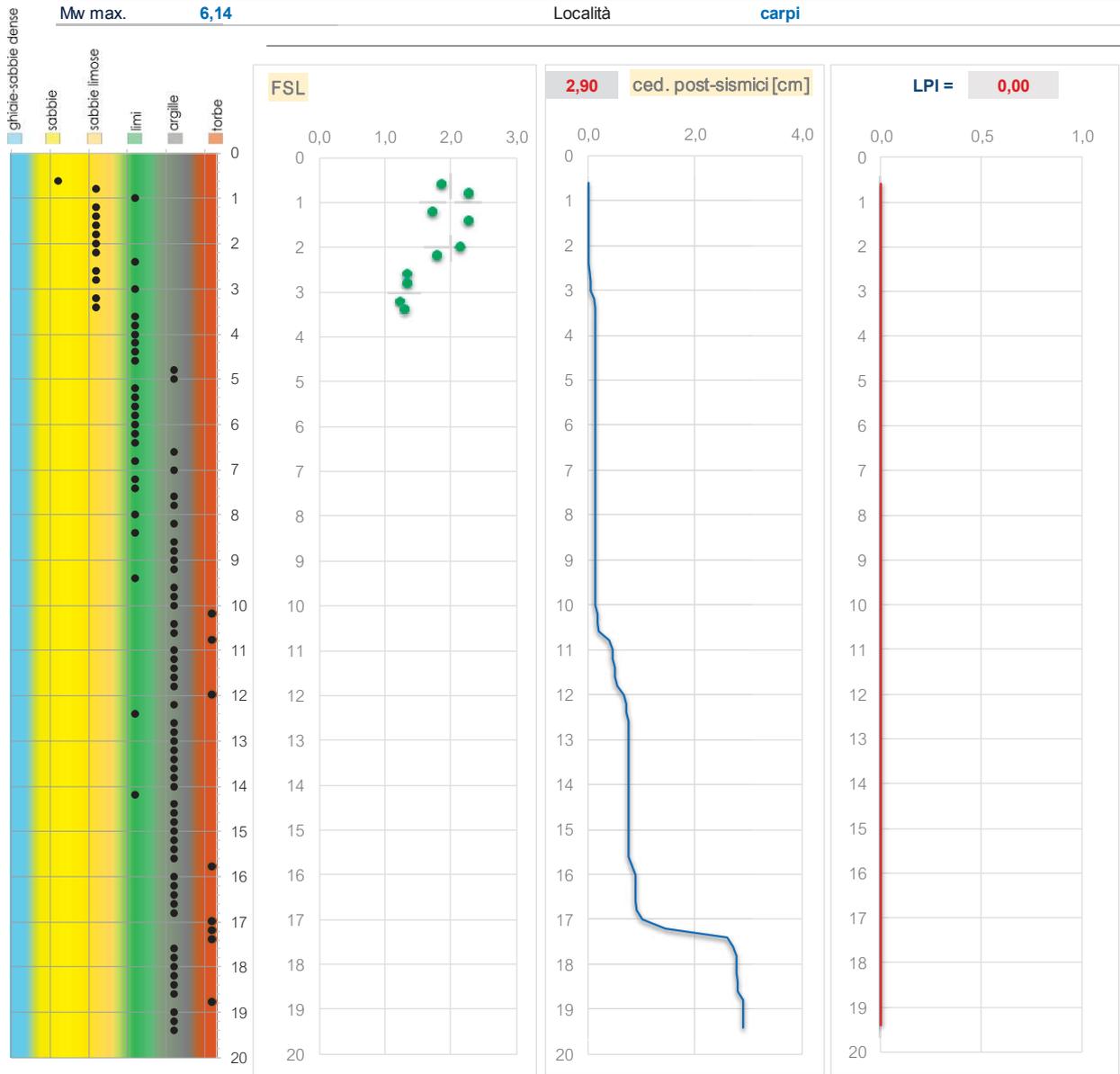
Dati bibliografici

Robertson [ p.s. ] : Lancellotta [DR] ; Jacobsen [ C ] ; P.V.Righi [ fi ] ; Robertson [ K ] : DeBeer [CU] - Kulwary [Arg] e Vitajala [Sab] [Ko] ; Bowles [Ed] ,Mayne [Vs-OCR] ; Teoria elasticità [E] - Duncan [EU]

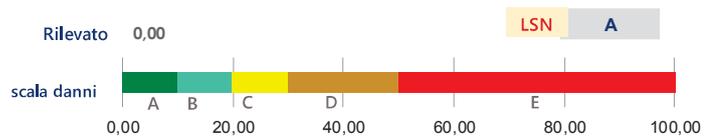
**Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefatcion Severity Number**

<b>Prova penetrometrica statica CPT</b>	N.ro SOND.	<b>3,00</b>
Committente <b>CANTINA CARPI-SORBARA</b>	Falda	<b>5,00</b>
	a(g)	<b>0,23</b>

Mw max. **6,14** Località **carpi**



- Legenda LSN**
- A** - Manifestazioni minime
  - B** - presenza di sand boils
  - C** - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D** - intense manifestazioni, danni alla superficie , evidenti cedimenti alle strutture
  - E** - liquefazione diffusa e danni garvi alle strutture



**Riferimenti bibliografici - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - Allegato A3 della RER: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)**

Dott. Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO) - Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

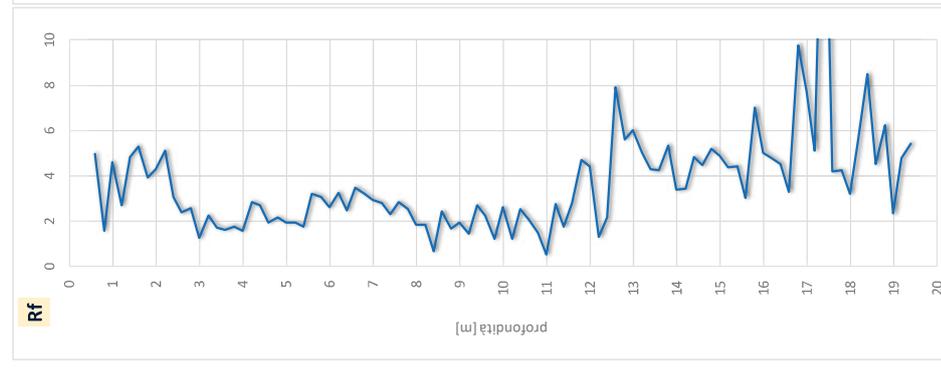
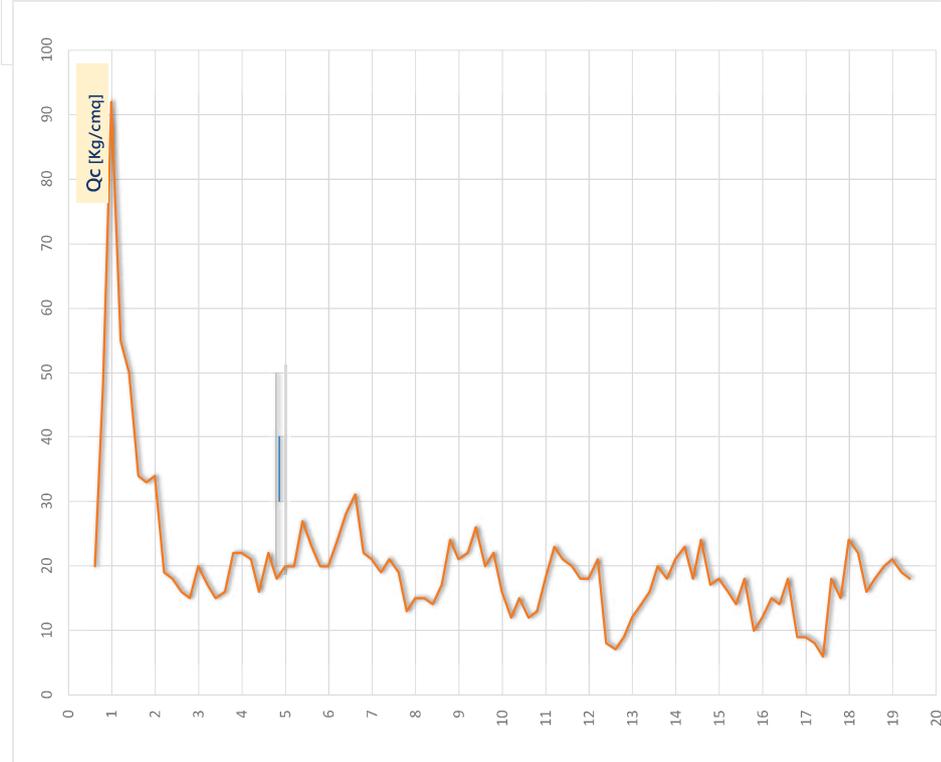
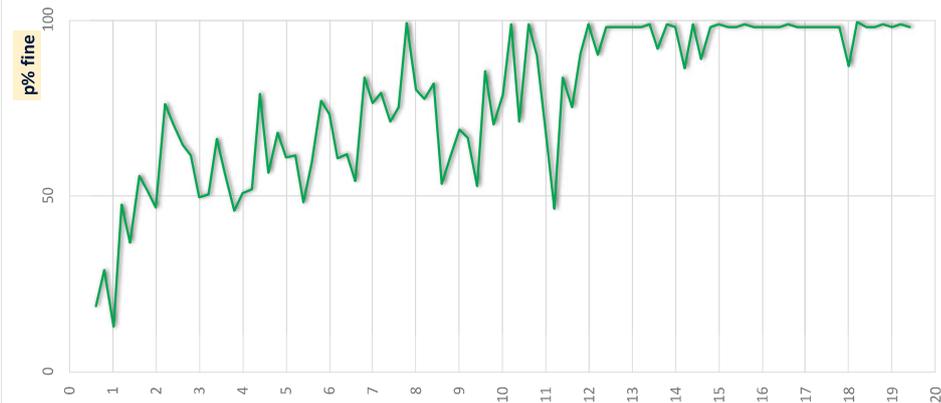
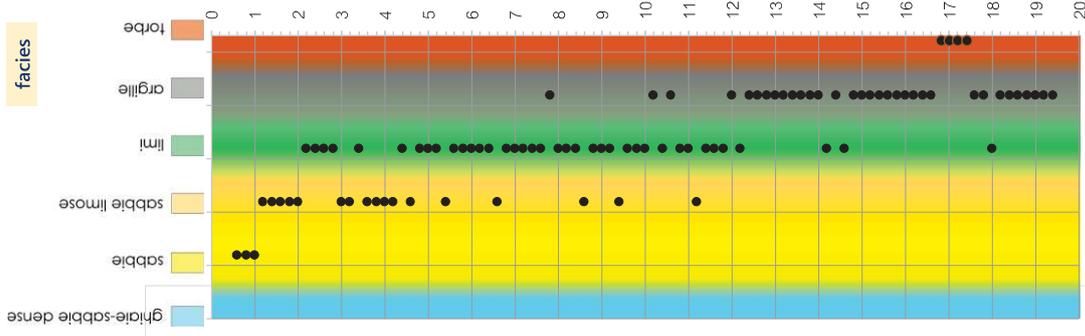
**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND. **4,00**

Falda **4,80**

Comm. te **CANTINA CARPI-SORBARA**

Località **carpi**



F.Yi - estimating soil fines contents from CPT [2014]

Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]

C.Madadi-G.Vannucchi - M.Baglione - Luca Martelli - T.Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]

Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

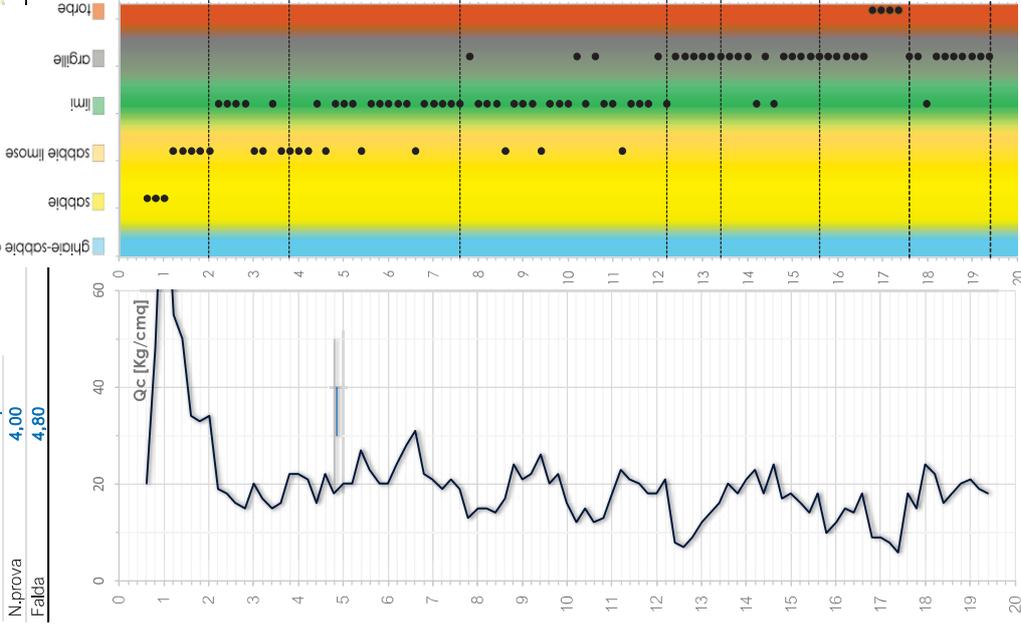
Località **carpi**

N. prova **4,00**

Falda **4,80**

**Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo**

Peso Volume	Coesione Totale		Coesione Eff.	Ang. Atr. Interno	Grado Sovrac.	Coeff. Sott.		Modulo Edom.	Densità Relat.	Coeff. Perm.	Velocità Onde S"	Mod. El. Efficace	Mod. El. Totale	facies
	p.s. t/mc	Cu Kg/cm <sup>2</sup>				C' Kg/cm <sup>2</sup>	FI °							
1,91	-	-	-	37	4,8	11,58	134	95	1,84E-03	255	110	-	Sabbie Limose , Sabbie	
1,73	0,54	0,16	25	2,4	5,87	62	-	1,41E-05	212	49	668	668	Limi , Sabbie Limose	
1,79	0,87	0,26	26	2,1	5,38	78	-	8,60E-06	220	61	966	966	Limi , Sabbie Limose	
1,73	0,84	0,25	25	1,7	3,83	74	-	5,23E-06	194	56	788	788	Limi , Argille	
1,72	0,56	0,17	21	1,5	1,69	73	-	9,44E-08	199	57	474	474	Argille , Argille	
1,81	1,02	0,31	20	1,7	3,07	110	-	3,67E-07	236	85	848	848	Argille , Limi	
1,76	0,61	0,18	19	1,5	1,82	84	-	7,60E-08	216	64	505	505	Argille , Torbe	
1,81	1,03	0,31	20	1,6	3,09	120	-	2,52E-07	237	93	859	859	Argille , Limi	



Dati bibliografici

Robertson [ p.s. ] : Lancellotta [DR] ; Jacobsen [C] ; P.V.Righi [FI] ; Robertson [K] ; DeBeer [CU] - Kulw ay (Arg) e Viallata (Sab) [Ko] ; Bowles [Eed] ; Mayne [Vs-OCR] ; Teoria elasticità [E] - Duncan [EU]

**Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefatcion Severity Number**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND. **4,00**

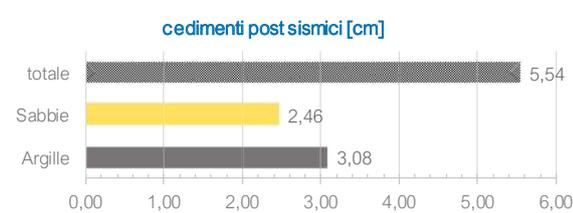
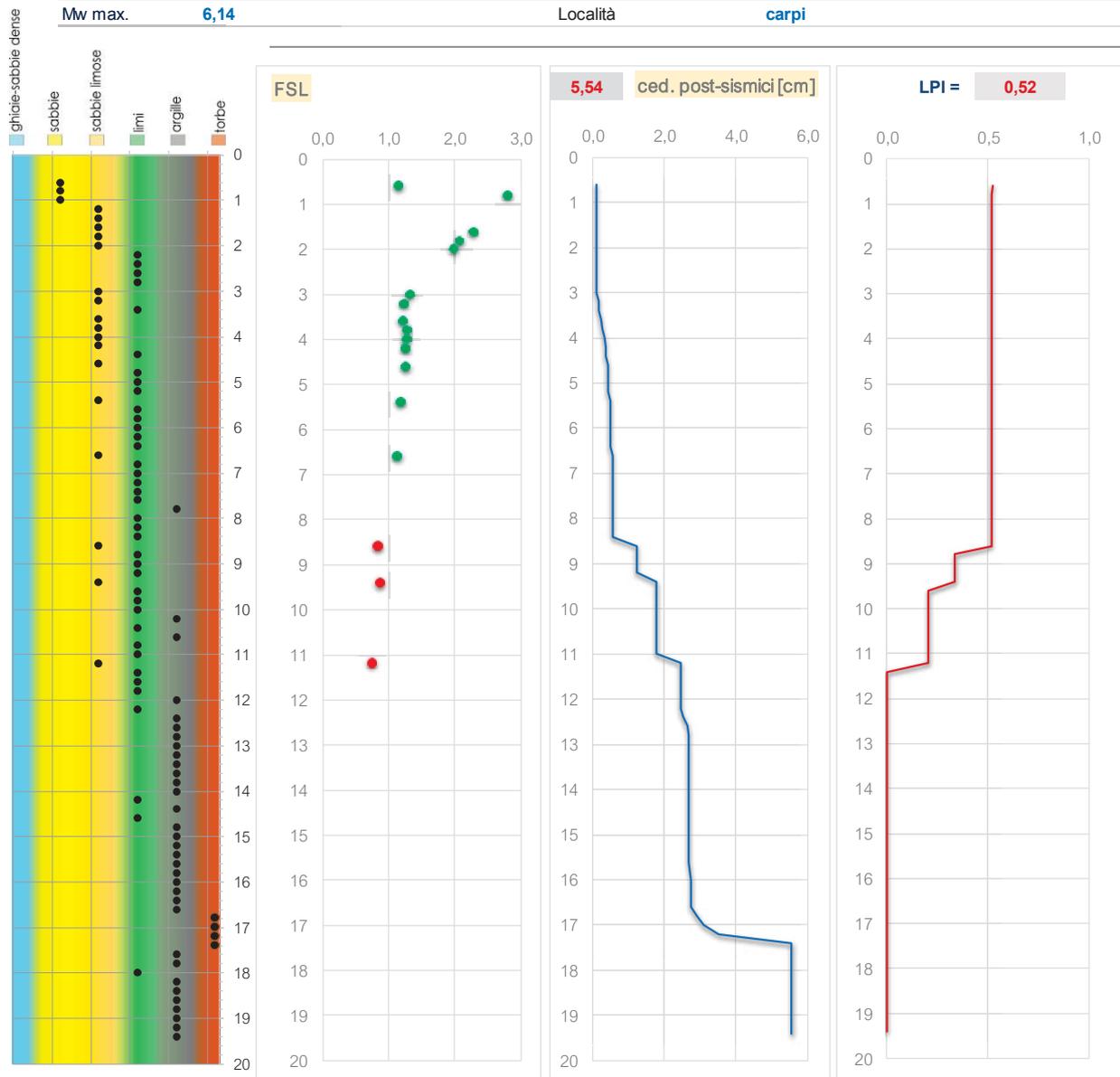
Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

Falda **4,80**

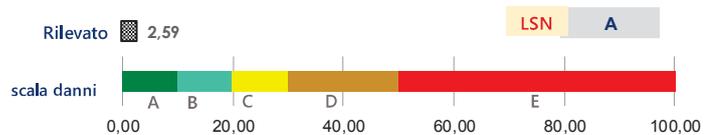
a(g) **0,23**

Mw max. **6,14**

Località **carpi**



- Legenda LSN**
- A** - Manifestazioni minime
  - B** - presenza di sand boils
  - C** - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D** - intense manifestazioni, danni alla superficie , evidenti cedimenti alle strutture
  - E** - liquefazione diffusa e danni gravi alle strutture



**Riferimenti bibliografici** - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - **Allegato A3 della RER**: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)

Dott. Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO) - Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

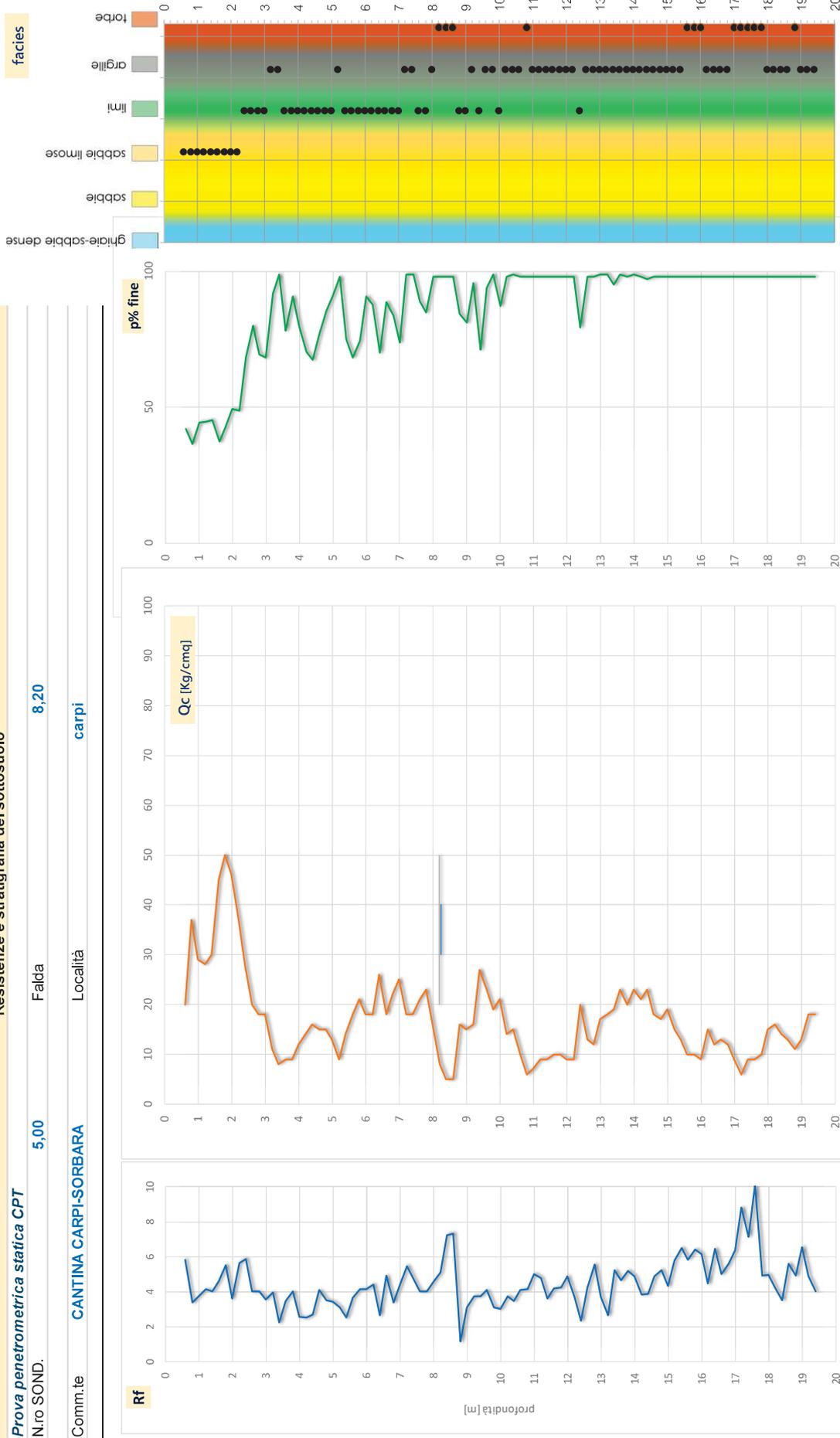
**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND. **5,00**

Falda **8,20**

Comm.te **CANTINA CARPI-SORBARA**

Località **carpi**



F.Yi - estimating soil fines contents from CPT [2014]

Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]

C.Madial-G.Vannucchi - M.Baglione - Luca Martelli - T.Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]

Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

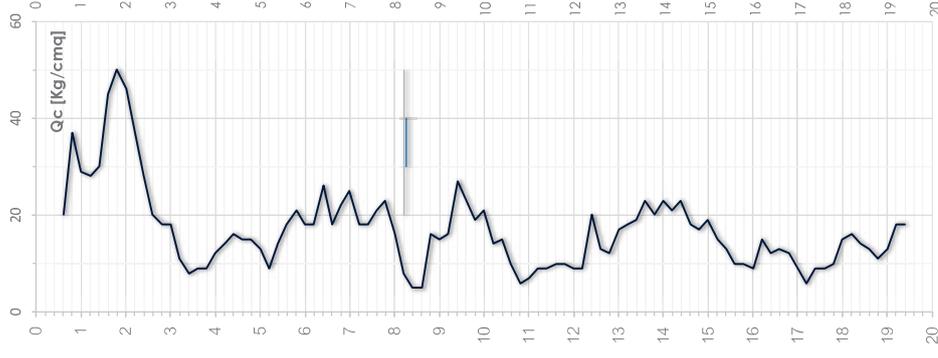
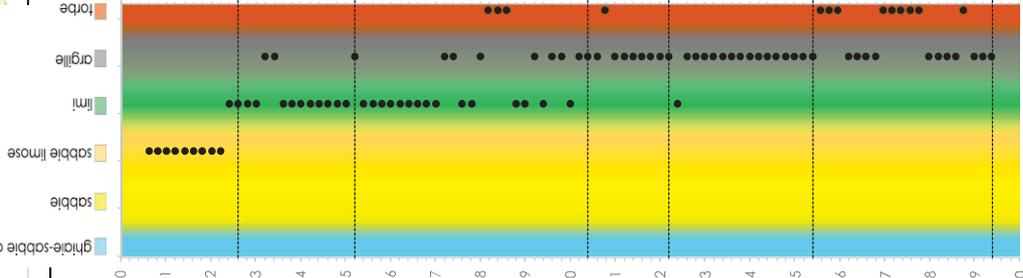
Località **carpi**

N. prova **5,00**

Falda **8,20**

**Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo**

Peso Volume	Coesione Totale		Coesione Eff.	Ang. Atr. Interno	Sovrac. OCR	Coef. Sott.		Modulo Edom.	Densità Relat. Dr	Coef. Perm.	Velocità Onde S" Vs	Mod. EI. Efficace E'	Mod. EI. Totale EU	facies
	p.s. t/mc	Cu Kg/cm <sup>2</sup>				Ko Kg/cm <sup>2</sup>	K cm/s							
1,91	-	-	-	32	4,4	9,99	111	87	6,69E-05	273	89	-	Sabbie Limose , Limi	
1,74	0,73	0,22	21	2,1	2,19	53	-	2,12E-06	210	41	605	605	Limi , Argille	
1,81	0,99	0,30	20	1,8	2,96	84	-	1,26E-06	225	64	808	808	Limi , Argille	
1,70	0,43	0,13	21	1,4	1,29	62	-	4,57E-08	193	48	358	358	Argille , Torbe	
1,82	0,98	0,29	20	1,6	2,94	116	-	2,84E-07	231	89	806	806	Argille , Limi	
1,78	0,59	0,18	19	1,4	1,76	88	-	3,84E-08	215	67	482	482	Argille , Torbe	



Dati bibliografici

Robertson [ p.s. ] : Lancellotta [DR] ; Jacobsen [C] ; P.V.Righi [FI] ; Robertson [K] ; DeBeer [CU] - Kulw ay (Arg) e Vidijata (Sab) [Ko] ; Bowles [Eed] ; Mayne [Vs-OCR] ; Teoria elasticità [E] - Duncan [EU]

**Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefatcion Severity Number**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SONDA. **5,00**

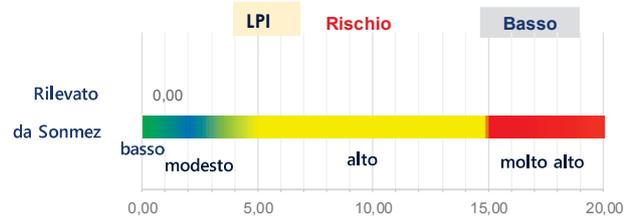
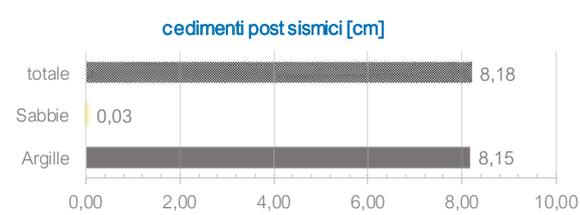
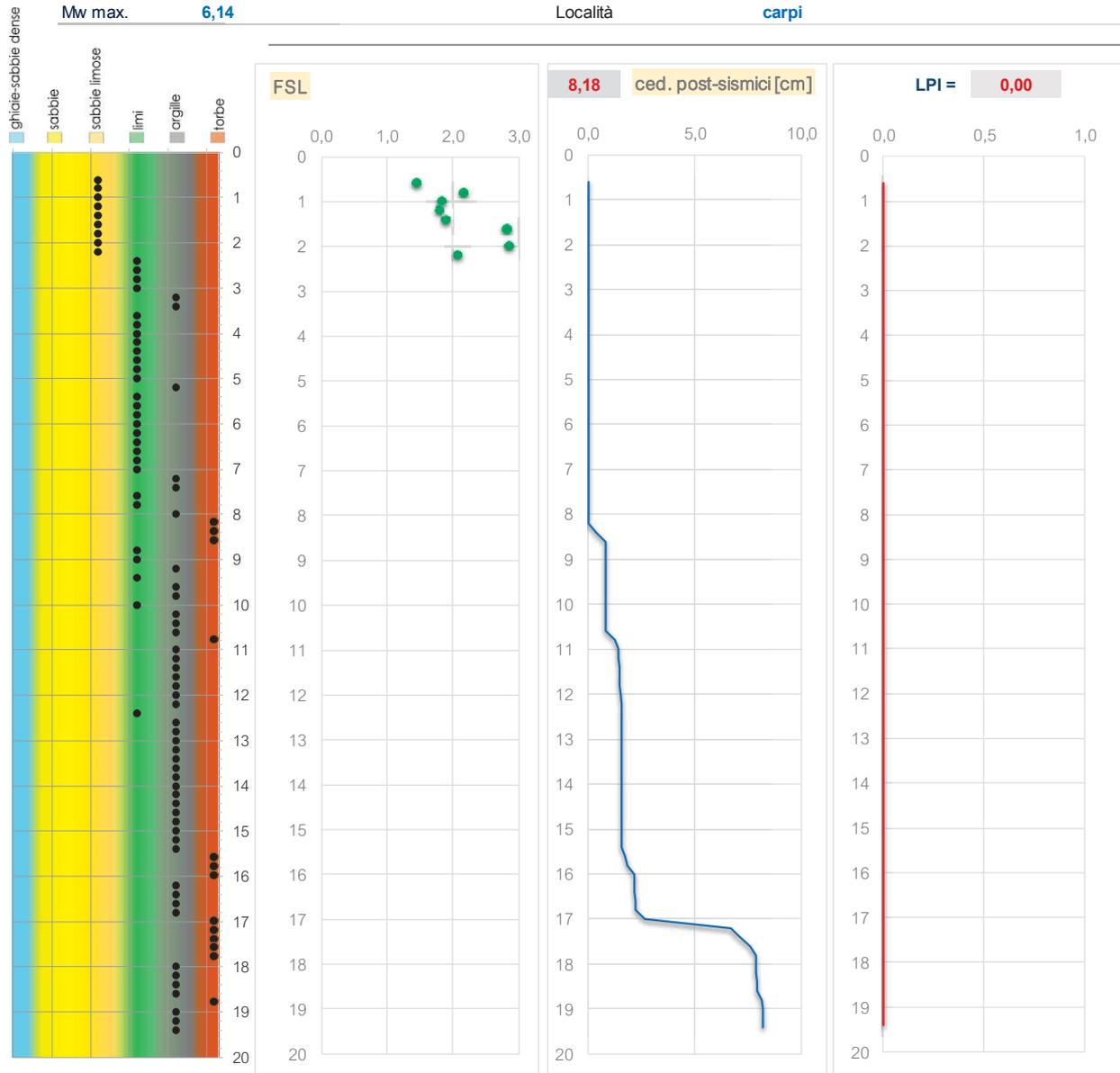
Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

Falda **8,20**

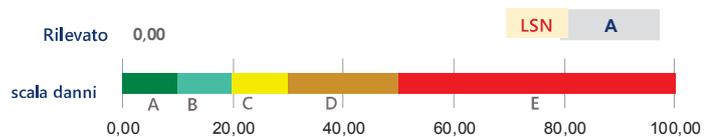
a(g) **0,23**

Mw max. **6,14**

Località **carpi**



- Legenda LSN**
- A** - Manifestazioni minime
  - B** - presenza di sand boils
  - C** - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D** - intense manifestazioni, danni alla superficie , evidenti cedimenti alle strutture
  - E** - liquefazione diffusa e danni gravi alle strutture



**Riferimenti bibliografici** - **Idriss-Boulanger (2014)**: CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - **Allegato A3 della RER**: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - **Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson)** - Liquefaction Severity Number LSN ( **Van Ballegooy 2014**)

Dott. Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO) - Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

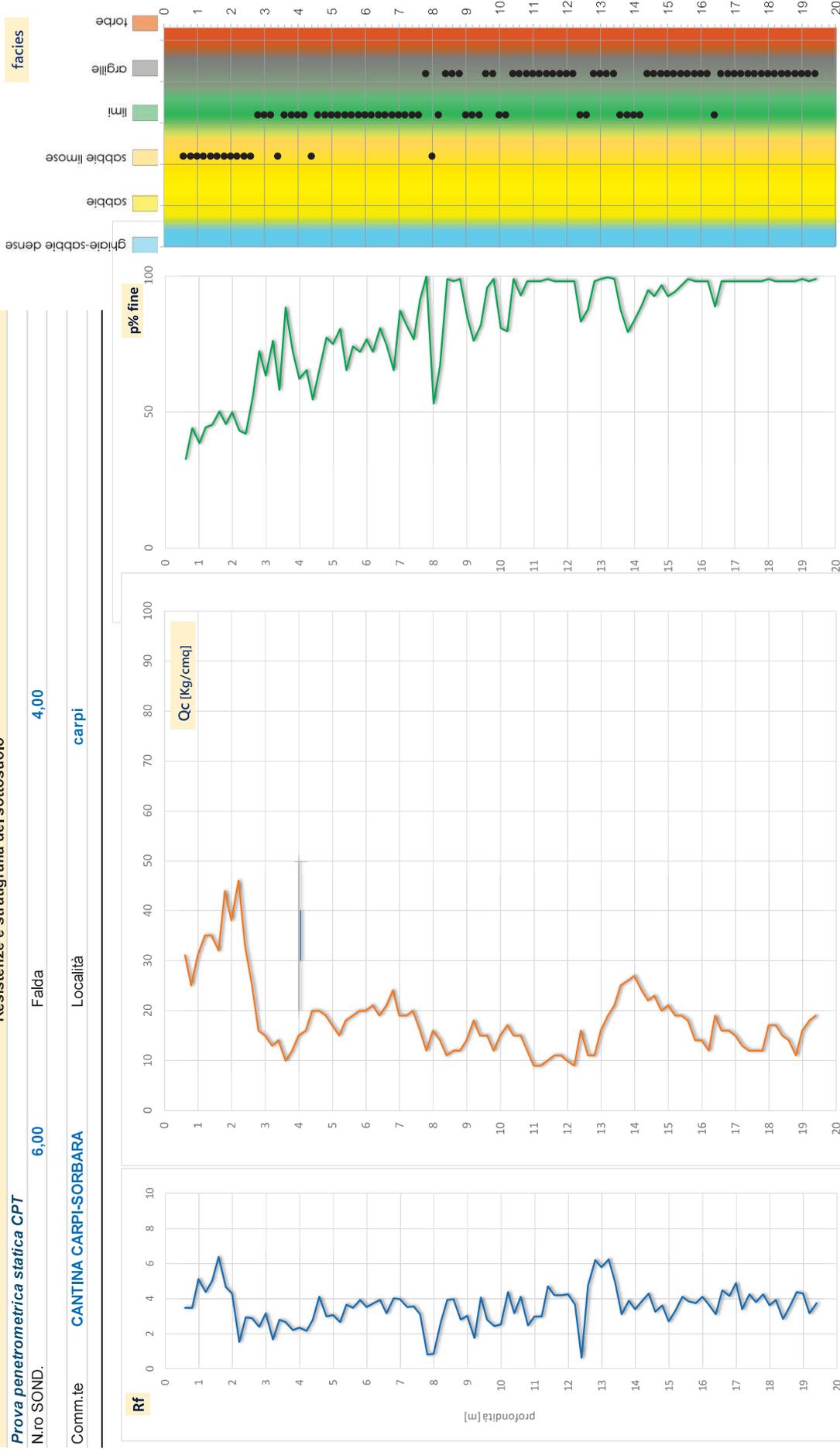
**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND. **6,00**

Falda **4,00**

Comm. te **CANTINA CARPI-SORBARA**

Località **carpi**



F.Yi - estimating soil fines contents from CPT [2014]

Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]

C.Madadi-G.Vannucchi - M.Baglione - Luca Martelli - T.Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]

Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

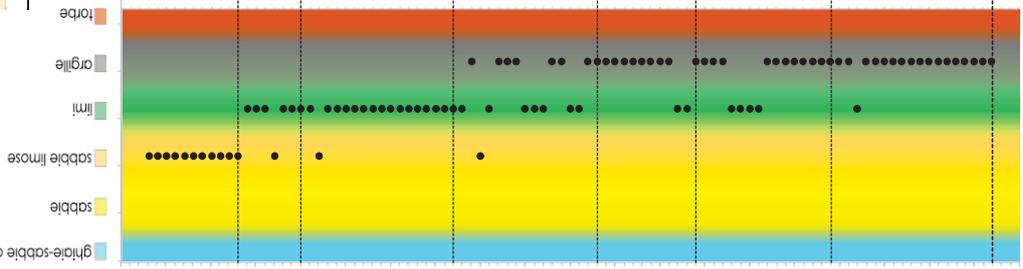
Località **carpi**

N. prova **6,00**

Falda **4,00**

**Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo**

Peso Volume	Coesione Totale		Coesione Eff.	Ang. Altr. Interno	Grado Sovrac.	Coeff. Sott.		Modulo Edom.	Densità Relat.	Coeff. Perm.	Velocità Onde "S"	Mod. Eff.	Mod. El. Totale	facies
	p.s. t/mc	Cu Kg/cm <sup>2</sup>				C' Kg/cm <sup>2</sup>	FI °							
1,89	-	-	-	36	4,4	11,14	113	84	8,52E-05	267	91	-	Sabbie Limose , Torbe	
1,70	0,65	0,20	23	2,1	3,27	49	-	5,06E-06	200	38	638	638	Limi , Sabbie Limose	
1,81	1,03	0,31	22	2,1	3,68	71	-	3,91E-06	227	54	900	900	Limi , Sabbie Limose	
1,74	0,73	0,22	23	1,7	2,78	70	-	2,13E-06	198	54	643	643	Argille , Limi	
1,71	0,57	0,17	22	1,5	1,70	65	-	2,87E-07	189	50	469	469	Argille , Limi	
1,82	1,15	0,35	21	1,8	3,45	114	-	6,14E-07	237	88	949	949	Argille , Limi	
1,76	0,76	0,23	22	1,5	2,29	95	-	1,54E-07	211	73	629	629	Argille , Limi	



Dati bibliografici

Robertson [ p.s. ] : Lancellotta [DR] ; Jacobsen [C] ; P.V.Righi [FI] ; Robertson [K] ; DeBeer [CU] - Kulw ay (Arg) e Vidjajala [Sab] [Ko] ; Bowles [Eed] ; Mayne [Vs-OCR] ; Teoria elasticità [E] - Duncan [EU]

**Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefatcion Severity Number**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND. **6,00**

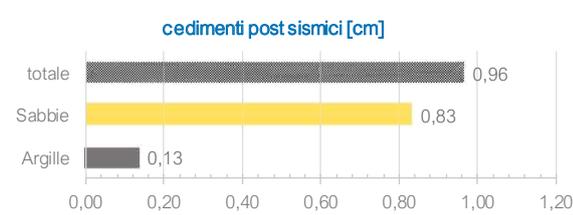
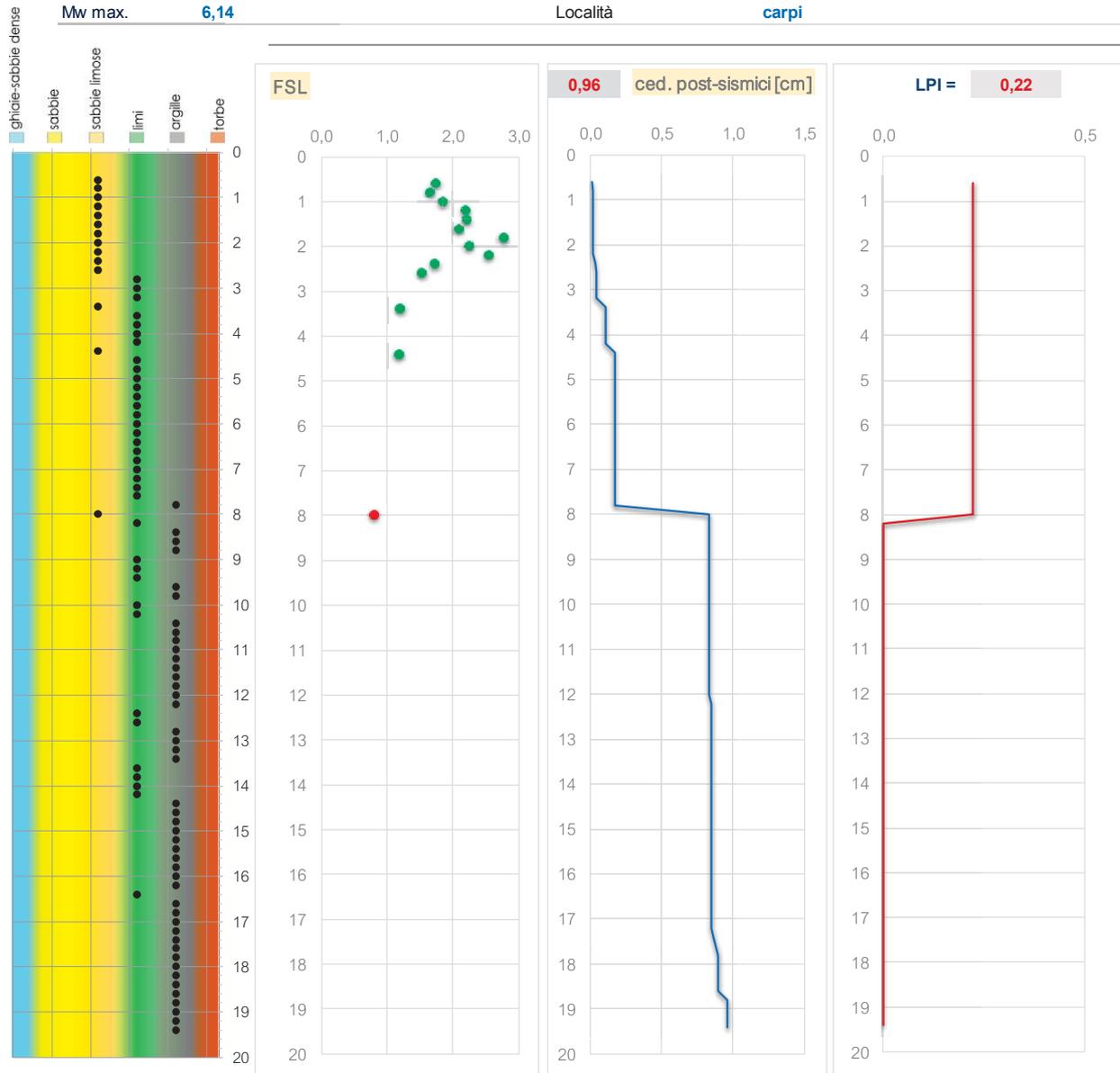
Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

Falda **4,00**

a(g) **0,23**

Mw max. **6,14**

Località **carpi**



- Legenda LSN**
- A** - Manifestazioni minime
  - B** - presenza di sand boils
  - C** - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D** - intense manifestazioni, danni alla superficie , evidenti cedimenti alle strutture
  - E** - liquefazione diffusa e danni gravi alle strutture

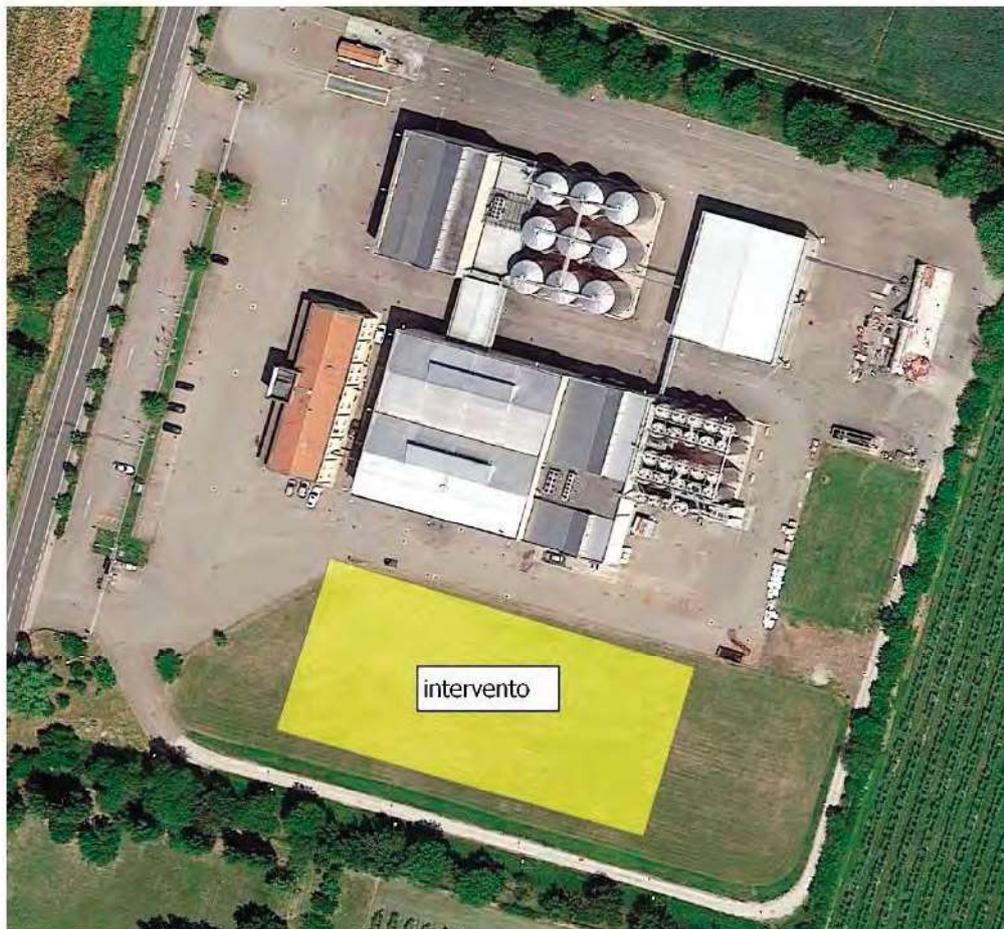


**Riferimenti bibliografici** - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - **Allegato A3 della RER**: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)

Comm.te

# CANTINA DI CARPI & SORBARA

Via Cavata



## AMPLIAMENTO

## QUADRO GEOLOGICO – SISMICO INTEGRAZIONE

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**  
Via Milano 21, Sassuolo (MO)  
Tel. 0536 – 870085  
Email: gemelli.franco@gmail.com



OGGETTO. Cantina di Carpi e Sorbara. **Integrazioni**

RIFERIMENTO : mia documentazione geologica redatta in data 16/09/2022

APPROFONDIMENTI RICHIESTI : vedasi di seguito

Gemelli Franco

Per quel che concerne l'espressione del parere in merito alla riduzione del rischio geologico e sismico di cui all'Art. 5 della L.R. 30 ottobre 2008, n. 19 "Norme per la riduzione del rischio sismico" e ss.mm. e ii, considerando i risultati, le profondità e l'ubicazione delle prove penetrometriche realizzate nel 2003 per la costruzione del complesso esistente e riportate nella "Relazione Geologica" a firma del Dott. Geol. **Thomas Gemelli** e datata maggio 2013, considerata la variabilità degli indici di potenziale liquefazione e dei cedimenti post-sismici calcolati e i procedimenti di calcolo utilizzati, si chiede che la relazione venga integrata con l'esecuzione di nuovi approfondimenti geognostici con calcolo del valore dell'indice di potenziale liquefazione e del rischio conseguente e dei cedimenti post-sismici.

Tali approfondimenti dovranno essere ubicati in corrispondenza degli interventi previsti con il presente procedimento e porre particolare attenzione alle condizioni di stabilità del sito nei confronti della liquefazione, tenendo conto dei sistemi di fondazione adottati e riportando i grafici delle verifiche eseguite. In particolare si prescrive che gli approfondimenti geognostici contengano indagini penetrometriche statiche a punta elettrica (CPTe/CPTu) spinte sino alla profondità di 20 m, con stima dell'indice di potenziale liquefazione e dei cedimenti post-sismici preferibilmente secondo i metodi e le procedure dettati dalla Deliberazione della Giunta della Regione Emilia-Romagna n. 630 del 29.04.2019 e s.m.i. (DGR 476/2021 e 564/2021).

Si chiede inoltre di aggiornare la relazione con calcolo dei fattori di amplificazione richiesti dalla Deliberazione della Giunta della Regione Emilia-Romagna n. 630 del 29.04.2019 e s.m.i. (DGR 476/2021 e 564/2021) secondo le procedure previste per il II Livello di approfondimento.

In particolare si ritiene necessario che tali verifiche vengano realizzate considerando un valore di Magnitudo pari a 6.14 (valore di riferimento per la zona sismogenetica n°912 di appartenenza), indicando il livello della falda considerato ed utilizzando come Amax quella calcolata secondo le procedure previste per il II Livello di approfondimento dalla DGR 630/2019 e s.m.i. Dovranno poi essere riportati in relazione gli elaborati di quantificazione degli indici di rischio, degli spostamenti e dei cedimenti attesi e i relativi grafici. I valori di Amax potranno essere rideterminati con analisi di risposta sismica locale, da realizzare secondo le procedure previste dalle DGR 476/2021 e 564/2021. A tal proposito si rimanda a quanto prescritto dall'Art.90 delle NTA del PRG vigente il quale prescrive al comma 3 punto "b" che: "in presenza di condizioni predisponenti la liquefazione, deve essere sviluppata la valutazione della suscettività alla Liquefazione; in caso di esito positivo devono essere realizzati specifici approfondimenti e stimati anche i cedimenti post-sismici. Se l'Indice del Potenziale di Liquefazione IPL risulterà pari o superiore a 2, per il calcolo dell'azione sismica ai fini della progettazione, non è ammesso l'approccio semplificato e dovranno essere valutati i potenziali cedimenti".

## Punto A)

La documentazione presentata dallo scrivente in data 16/09/2022 ha utilizzato i dati di n.6 sondaggi CPTm (punta meccanica).

Tale scelta venne fatta in considerazione del fatto che le CPTm, con l'introduzione di un fattore correttivo di "0.58" sulla "fs" locale che consente di rilevare con precisione le facies incoerenti oltre che escludere la sovrastima del parametro "CRR", da applicare quando i terreni sono di consistenza medio-bassa, (C.Madai – G.Vannucchi – M.Baglione – Luca Martelli – T.Veronese : *utilizzo delle prove CPT per la stima della liquefazione – Riv.geotecnica*), diventavano a tutti gli effetti equiparate alle CPTe.



Figura 1- prova CPTU

A titolo di confronto, comunque, in data 17/12/2022, è stata fatta una prova CPTU.

Nella pagina a seguire i grafici originali (FIG.2)

I dati, poi, per poterli confrontare con le CPTm, sono stati elaborati e rappresentarli con lo stesso passo di lettura di quest'ultime, ossia di 20 cm.

L'ubicazione della prova è stata posizionata fra la CPTm\_1 e 2 dove l'"ILP" nel precedente lavoro era stato valutato pari a ZERO.

Dalla CPTU è affiorato:

- a) Falda : rilevata sui 4.00 m dal p.c.;
- b) Sabbie: rilevate solo nell'ambito dei primi due metri. In profondità limi ed argille;
- c) Valori di "Qc" variabili da 10 a 20 Kg/cm<sup>2</sup> con punte massime di 30-40 Kg/cm<sup>2</sup> nell'ambito dei primi 2.00 m (preconsolidazione per essiccazione);
- d) Pressioni neutre "U": negative nell'ambito dei primi 2.00 m per la preconsolidazione e con sviluppo verticale senza accentuate variazioni.

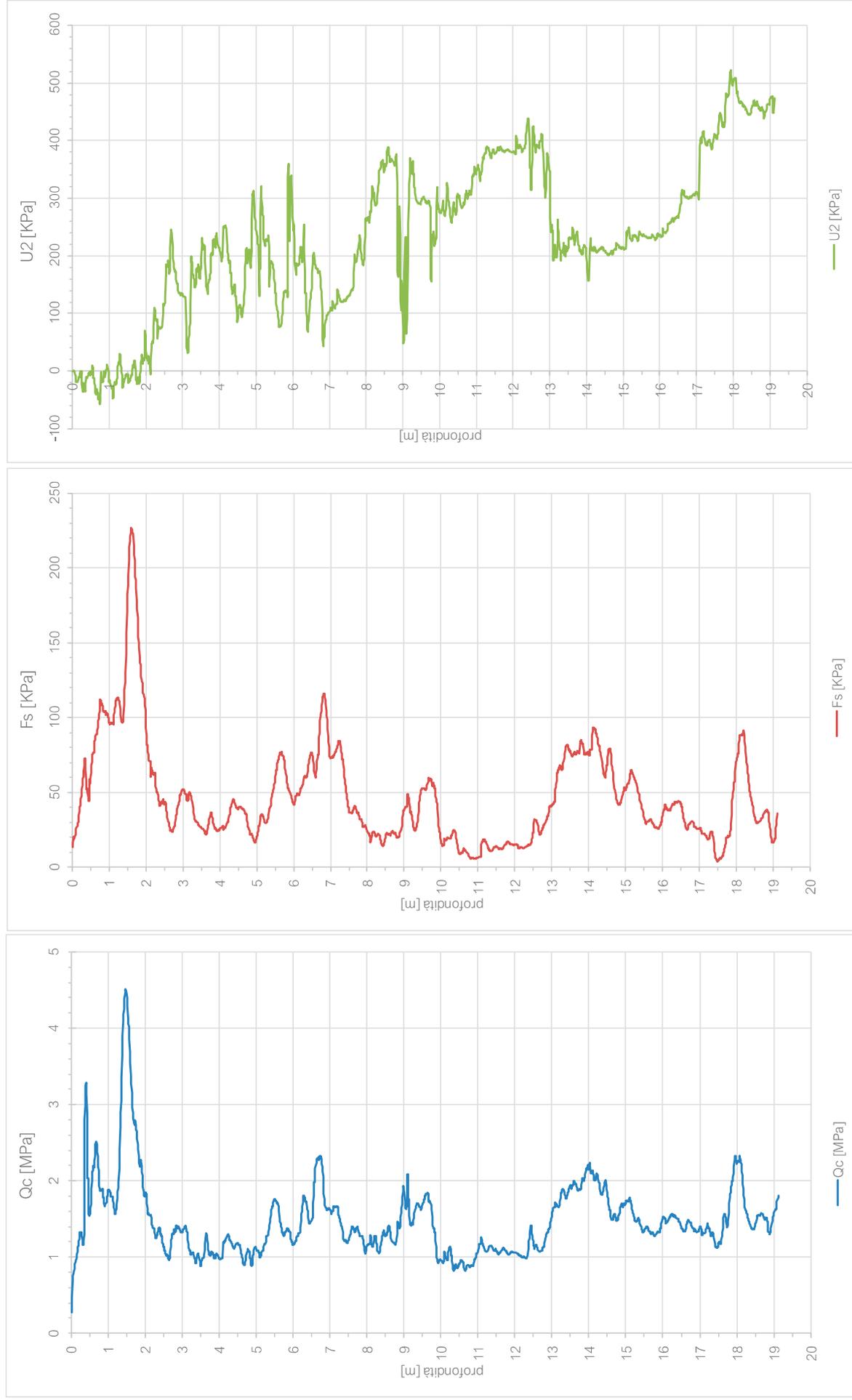


Figura 2- grafici CPTU su schema originale

Dott. Geol. **GEMELLI FRANCO**  
 Via Milano 21, Sassuolo (MO) - Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

Prava penetrometrica statica CPTU - penetrometro Pagani TG63\_100kN  
 Falda

CPTU\_1

4,00

Committente: Cantina di Carpi

Località

Carpi

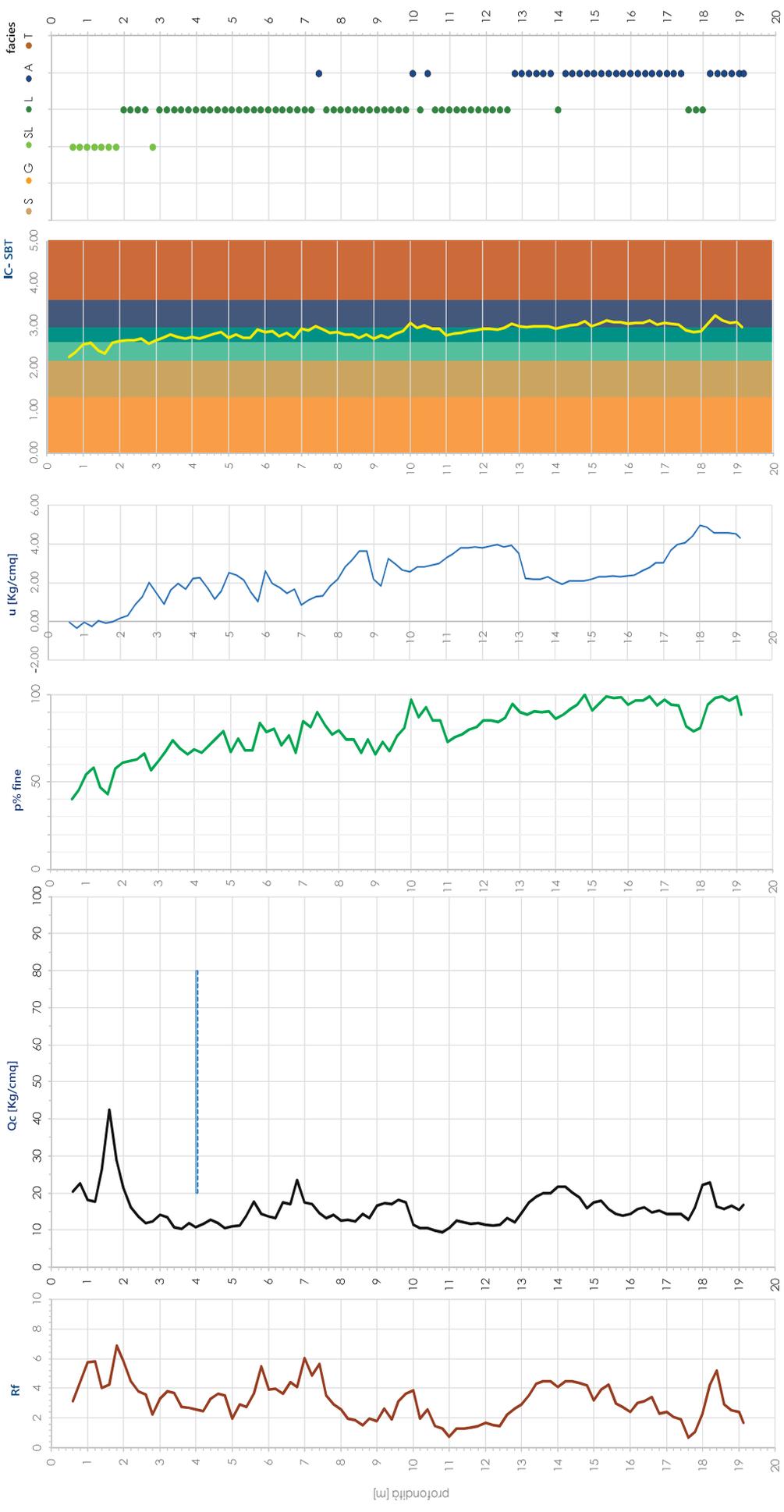


Figura 3- dati CPTU con intervalli di lettura ogni 20 cm

## Punto B

Le “SA”, in effetti, nella documentazione del 16/09/2022 erano mancanti ma gli altri due erano riportati sia pur determinati attraverso una “RSL”.

Comunque, come richiesto dal DGR n.630/ 2019, per un approfondimento di secondo livello, di seguito i suddetti fattori vengono ridefiniti ricorrendo alle tabelle riportate nel DGR 476/2021 .

In esse si entra con due parametri:

- **La Vs30.** Dalle ReMi fatte e riportate nella documentazione del 16/09/2022 , mediamente, è risultato che “Vs30” è dell’ordine dei 230 m/s . Per operare nelle condizioni peggiori, verranno presi i valori della colonna con Vs30 = 200 m/s;
- **Lo spessore del materasso alluvionale.** Dalle stratigrafie disponibili (... quaderni Ist. Ricerca sulle acque), questo, risulta maggiore di 300 m per cui le tabelle da utilizzare sono quelle di Pianura3.

PIANURA 3: settore di pianura caratterizzato da elevati spessori di sedimenti prevalentemente fini e poco consolidati, alternanze di limi, argille e sabbie di ambiente alluvionale e transizionale, con substrato rigido a profondità non inferiore a 300 m da p.c.:

V <sub>s30</sub> (m/s) →	150	200	250	300	350	400
PGA	1,3	1,3	1,3			

Fattore di Amplificazione **PGA**

V <sub>s30</sub> (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SA1	1,3	1,3	1,3			
SA2	2,1	2,1	2,0			
SA3	2,5	2,5	2,4			
SA4	2,4	2,4	2,3			

Fattori di Amplificazione **SA1** (0,1s≤T≤0,5s), **SA2** (0,4s≤T≤0,8s), **SA3** (0,7s≤T≤1,1s), **SA4** (0,5s≤T≤1,5s)

V <sub>s30</sub> (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SI1	1,5	1,5	1,5			
SI2	2,3	2,3	2,2			
SI3	2,6	2,6	2,4			

Fattori di Amplificazione **SI1** (0,1s≤T≤0,5s), **SI2** (0,5s≤T≤1,0s), **SI3** (0,5s≤T≤1,5s)

Figura 4- DGR 476/2021. tabelle per determinare PGA e FA 3ed SI secondo livello di approfondimento

La massima accelerazione spettrale si determina utilizzando il parametro “PGA” dedotto dalle tabelle, ossia 1,30.

Infatti la “PGA” esprime il rapporto fra la max. accelerazione dello spettro di risposta elastico al T=0 in superficie e quella del substrato ( sempre al T=0), per cui ,sapendo che in condizioni di

“SLV” , la  $PGA_0$  (substrato) nella zona di Carpi è pari a 0.156 , a livello di suolo si avrà : a.max.  
=  $0.156 * 1.3 = 0.20$

## Punto C

La magnitudo “ $M_w^1$ ”, nella zona in oggetto vale 6.14. Questo valore venne correttamente usato nella mia precedente relazione.

Il valore di 5.9 , a cui si fa riferimento nelle osservazioni , si riferiva ad un’indagine fatta anni fa (2013 ...) per l’ampliamento delle strutture quando per la sua definizione si utilizzava ancora la mappa della disaggregazione.

## Punto D

Gli A livello di autori a cui fare riferimento, sono stati segnalati *Idriss-Boulanger* in quanto suggeriti anche dal RER per determinare l’indice di liquefazione.

A livello di cedimenti , i riferimenti sono *Zhang* per le sabbie sature , *Pradel* per le sabbie non sature e/o *Robertson* per le argille.

Il software, a livello di restituzione dati, accomuna le frazioni dei cedimenti dovuti alle sabbie sature/insature quindi non è possibile distinguere le due parti. Nel caso specifico, comunque, è un dato poco significativo in quanto il sottosuolo è stato accertato che, a parte i primi 2.00 m, è molto carente , se non privo, di sabbie.

Nel lavoro già fatto , pur usando una “a.max.” = 0.23, ossia un valore maggiore di quello ricavato attraverso le tabelle qui adottate (0.20) , “ILP” non ha superato 0.52.

Valori bassi che trovano la loro giustificazione in tre fattori: la scarsità di sabbie e una falda collocata a notevole profondità (da 4 a 8.00 m).

Per le “CPTm” , rifeffettuare i calcoli con una “a.max”. = **0.20** , è un’operazione inutile in quanto è palese che i valori di “ILP” saranno inferiori.

Per quanto riguarda i cedimenti post-sismici i risultati ottenuti sono in generale valori modesti fatta eccezione per due punti ( CPTm 4 e 5 con  $w = 5$  ed  $8$  cm) causa la presenza di materiale torboso.

A questo punto , adottando “a.max.” = 0.20, si procede al ricalcolo dei “W.post” per le CPTm\_4 , CPTm\_5 per verificarne la riduzione mentre per la CPTU si trovano sì i cedimenti ma anche “ILP”.

Di seguito i grafici.

Risultati:

- Wpost pert le CPTm\_4 e 5 , rispettivamente 4.28 e 6.68 cm
- Wpost CPTU : 0.10 cm
- ILP CPTU : 0.01

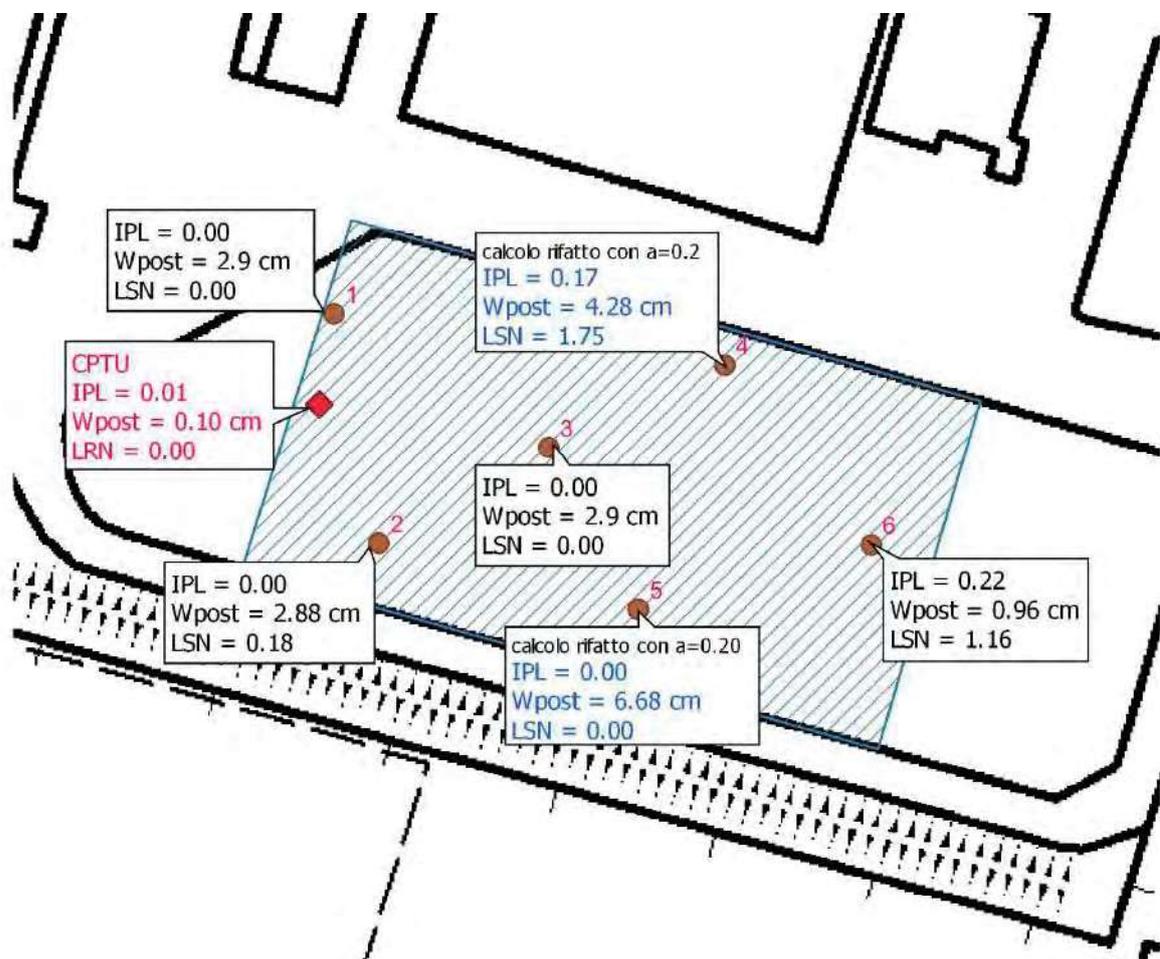
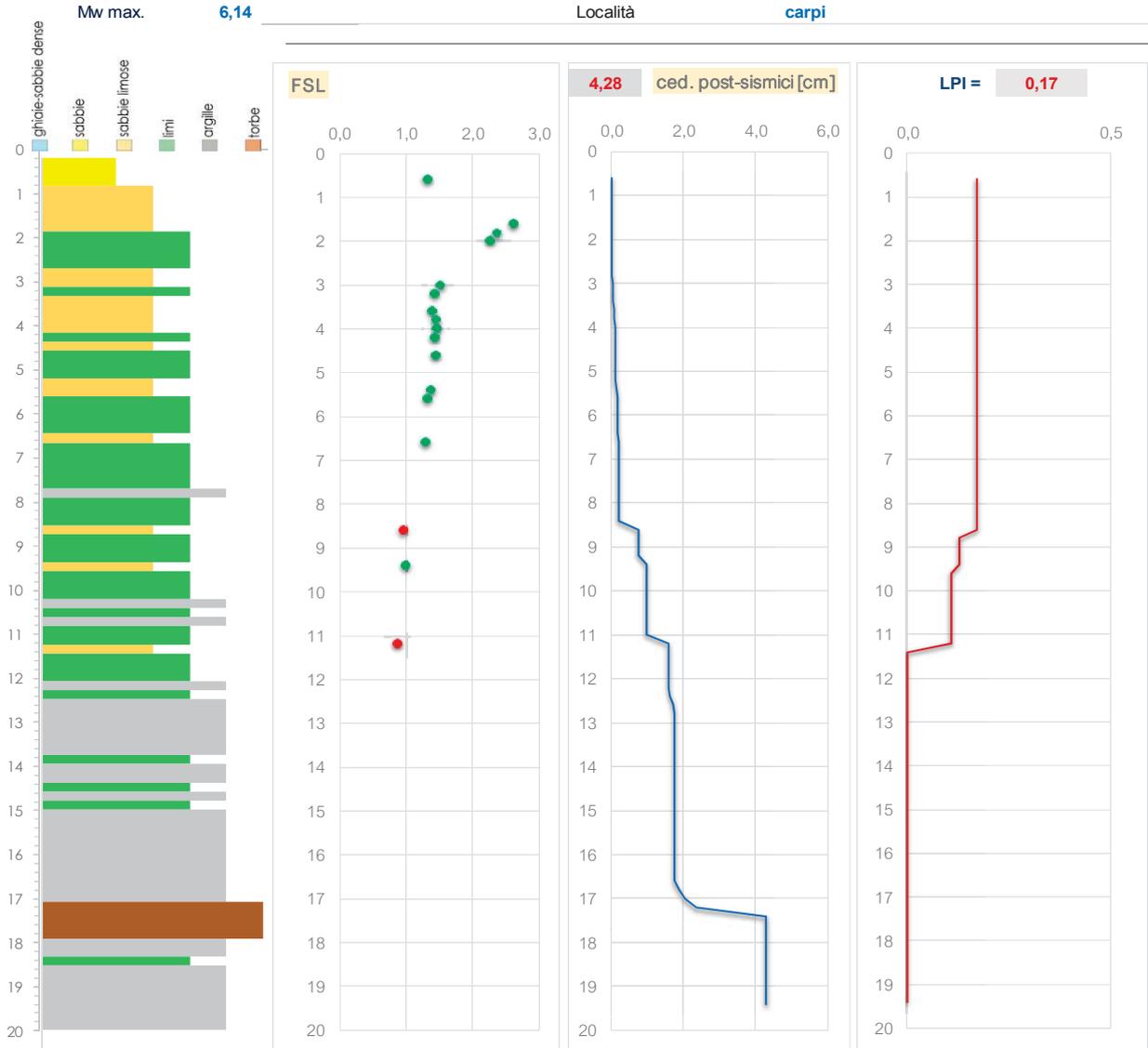


Figura 5- schema di sintesi. Ubicazione dei sondaggi e risultati delle verifiche sismiche

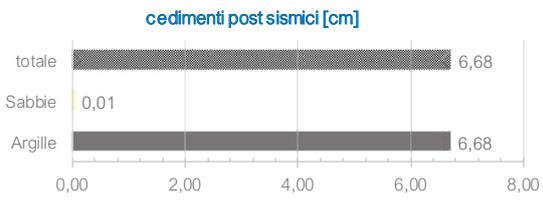
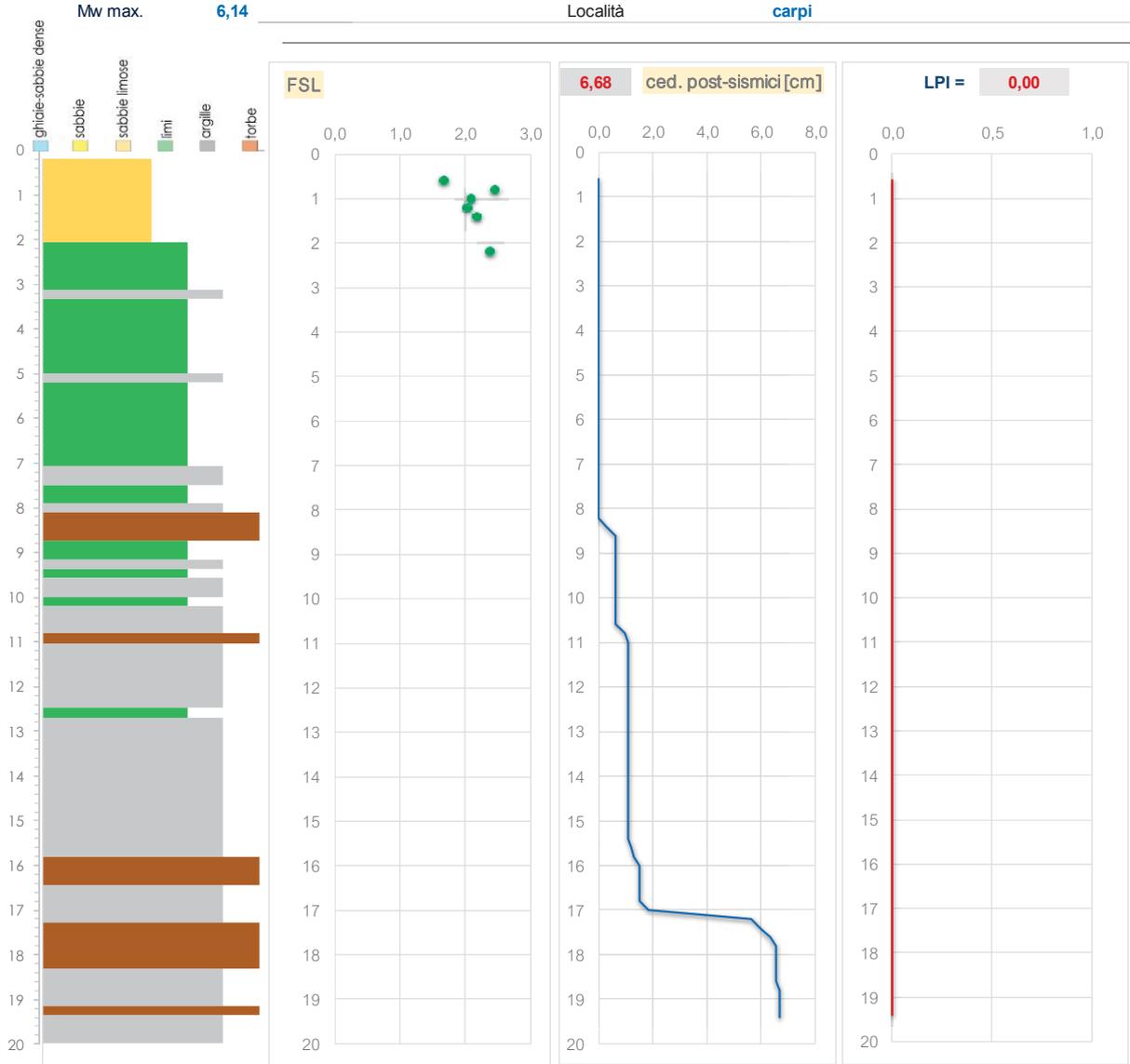
Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefatcion Severity Number			
<b>Prova penetrometrica statica CPT</b>	N.ro SOND.	<b>4,00</b>	
Committente <b>CANTINA CARPI-SORBARA</b>	Falda	<b>4,80</b>	
	a(g)	<b>0,20</b>	
Mw max. <b>6,14</b>	Località <b>carpi</b>		



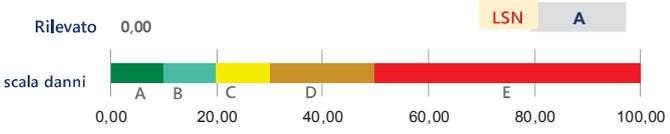
**Riferimenti bibliografici - Idriss-Boulanger (2014):** CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - **Allegato A3 della RER:** procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)

Figura 6- ILP e cedimenti post-sismici CPTm\_4

Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefatcion Severity Number			
Prova penetrometrica statica CPT		N.ro SOND.	5,00
Committente	CANTINA CARPI-SORBARA	Falda	8,20
		a(g)	0,20
Mw max.	6,14	Località	carpi



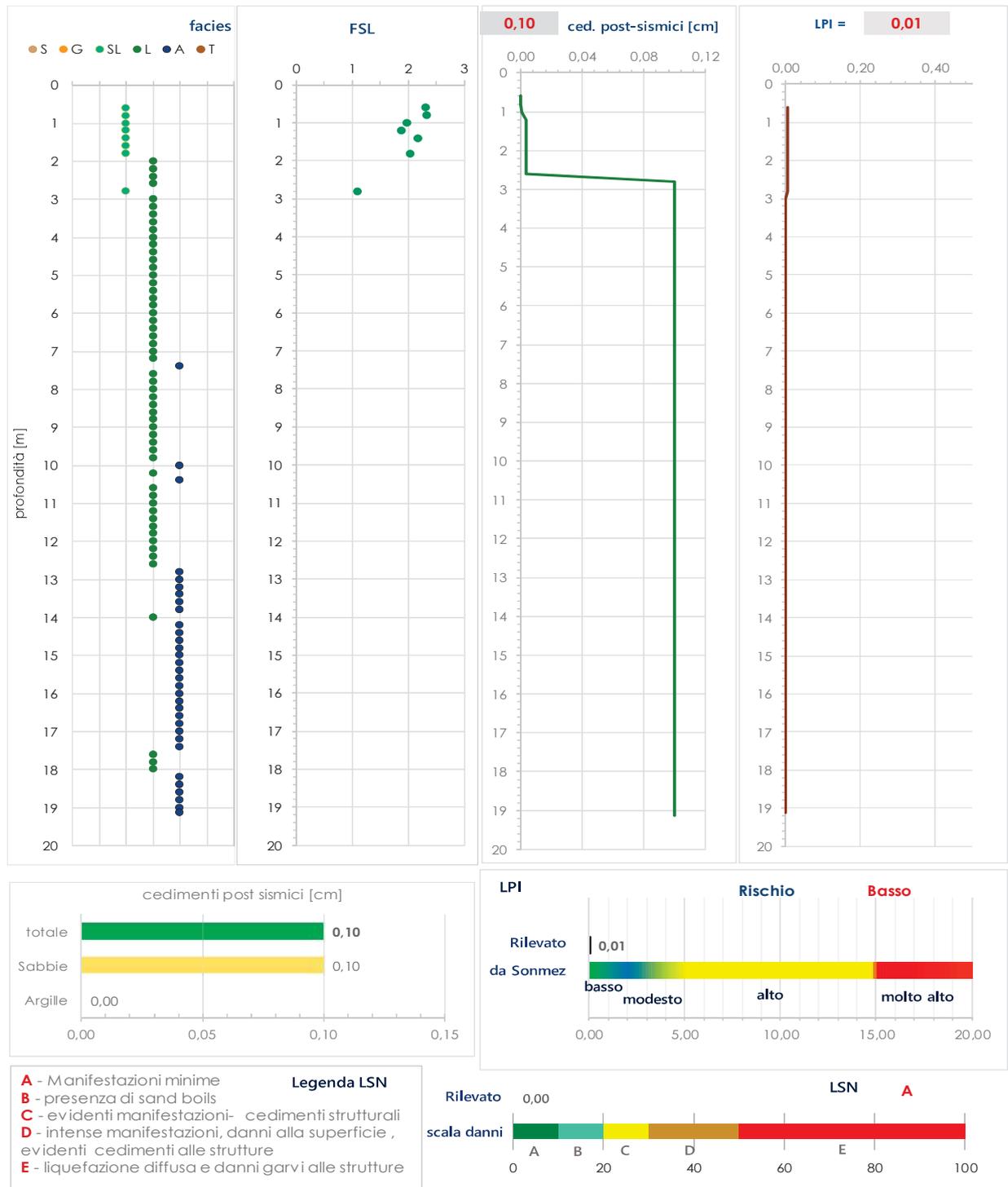
- Legenda LSN**
- A - Manifestazioni minime
  - B - presenza di sand boils
  - C - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D - intense manifestazioni, danni alla superficie , evidenti cedimenti alle strutture
  - E - liquefazione diffusa e danni garvi alle strutture



Riferimenti bibliografici - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - Allegato A3 della RER: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)

Figura 7- ILP e cedimenti post-sismici CPTm\_5

Prova penetrometrica statica CPTU - penetrometro Pagani TG63_100kN		N.ro SOND.	CPTU_1
Committente Cantina di Carpi		Falda	4,00
		$\alpha$ (g)	0,20
Mw max.	6,14	Località	Carpi



**Riferimenti bibliografici - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - Allegato A3 della RER: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)**

Figura 8- prova CPTU. rischio liquefazione e cedimenti post-sismici

## Punto E

Questo punto andava sviluppato nel caso in cui fosse stata accertata la predisposizione alla liquefazione ( $ILP > 2$ ) con la ridefinizione della “a.max.” e con la risposta sismica locale “RSL”.

Nel caso in oggetto, con “ILP” sempre minore di 2.00”, **non era necessaria**.

Tuttavia, dovendo, **da un punto di vista operativo**, fornire indicazioni sullo spettro elastico, è stata ugualmente fatta utilizzando i **sette accelerogrammi** scaricabili da *Eucenter (DGR 476/2021)*, la stratigrafia profonda e le “Vs”.

Il modulo di calcolo EERA.

Seguono tre grafici:

- Accelerazione massima al suolo. In questo caso rappresenta un semplice controllo della validità di quella ricavata dalle tabelle.

Valore ottenuto: 0.206. E' un valore che conferma quello ricavato attraverso le tabelle.

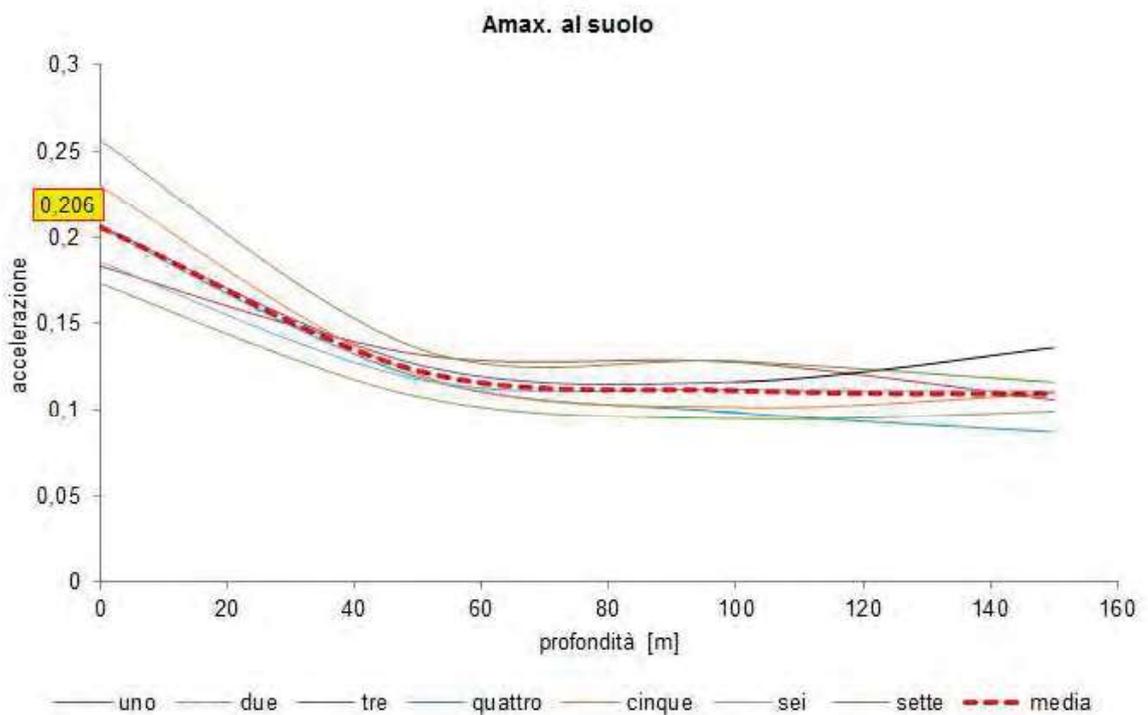


Figura 9- accelerazione max. al suolo da RSL

b) Spettro elastico

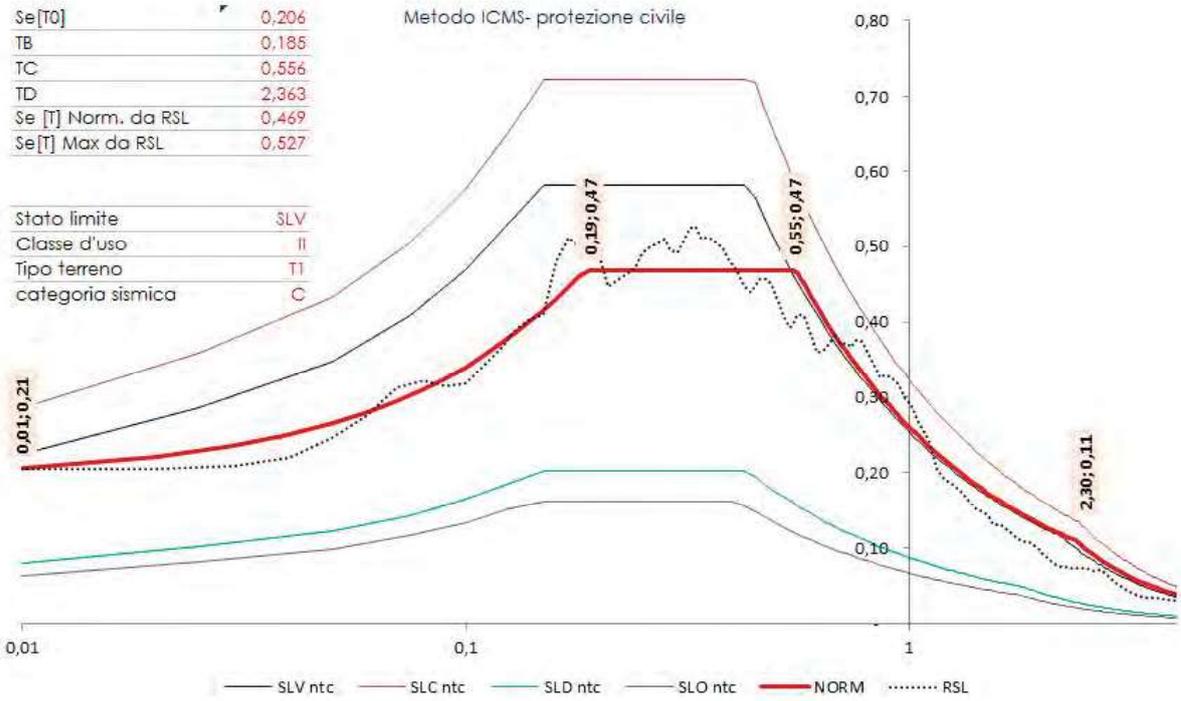
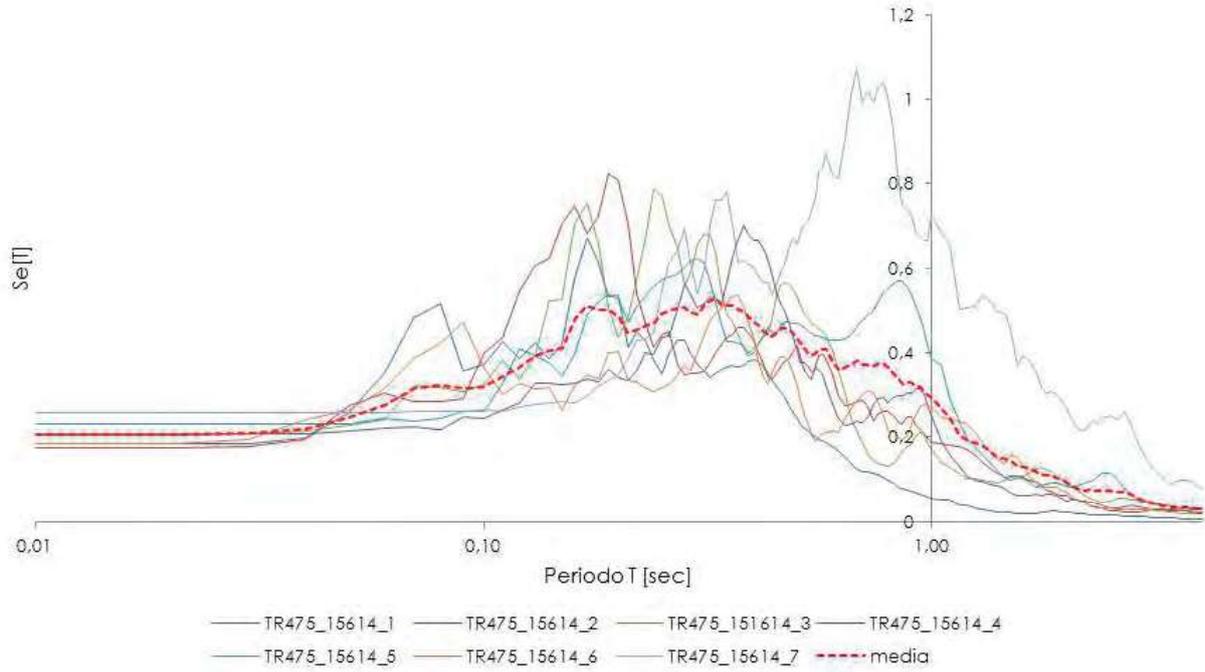


Figura 10- SOPRA: accelerazione dei sette accelerogrammi. SOTTO: spettro elastico normalizzato col metodo ICMS

### c) Amplificazione spettrale

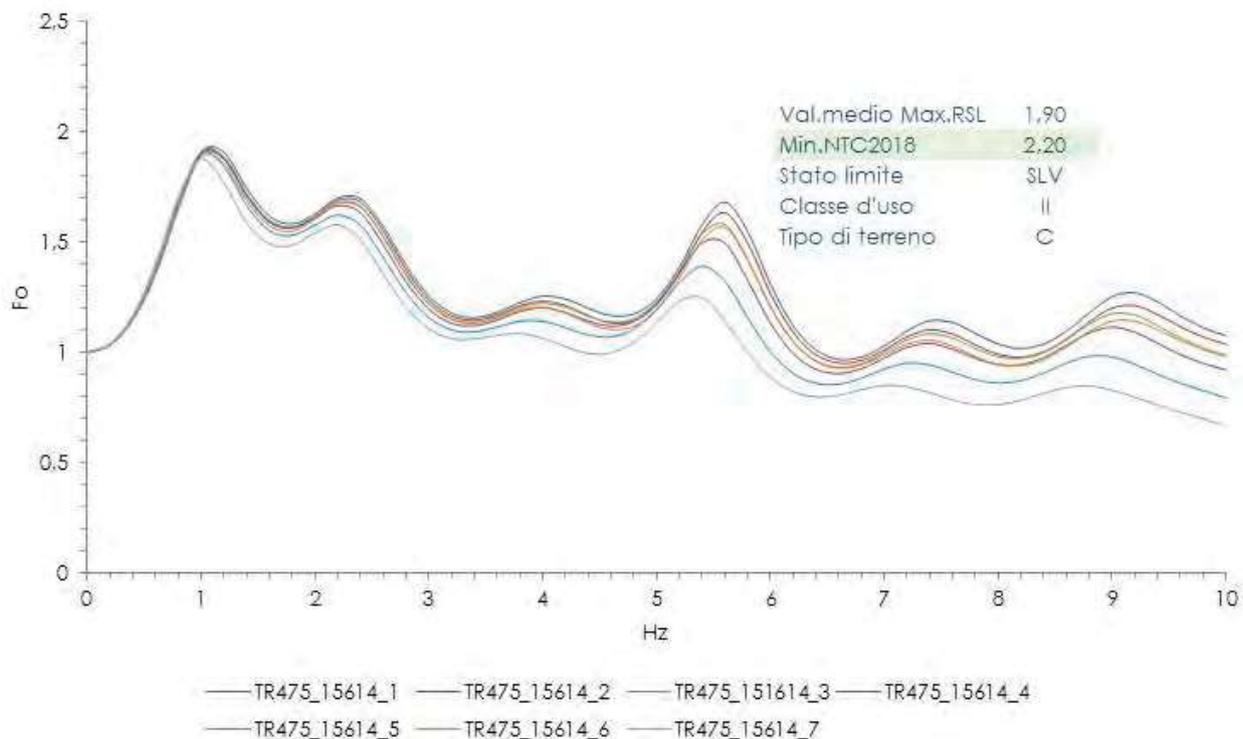


Figura 11- amplificazione spettrale  $F_0$

## Conclusioni

Con riferimento ai vari punti trattati:

- A) **tipologia d'indagine.** La CPTU , fatta a titolo di confronto con i dati ottenuti con le CPTm, ha restituito un quadro stratigrafico e sismico del sottosuolo simile a quello ottenuto con quest'ultime. Qualche piccola differenza è stata rilevata (ad es. la CPTU non ha intercettato torba...), ma tutto ciò è abbastanza normale perché in un terreno alluvionale con frequenti eteropie laterali/verticali, è di fatto impossibile rilevare gli stessi dati in due punti diversi anche se questi sono distanziati di pochi metri.  
Perciò, tutti i dati ottenuti dalle CPTm riportati nella precedente documentazione , vengono confermati;
- B) la massima accelerazione “**a.max.**” al suolo e fattori di **amplificazione FA, SI e PGA** sono stati determinati ricorrendo alle tabelle di cui al DGR 476/2021 come previsto per un approfondimento di secondo livello;
- C) **la massima magnitudo** è confermata in 6.14.

