COMUNE DI CASTELLARANO

- CADIROGGIO -

AREA INTEGRATA SPORTIVA E RESIDENZIALE

Variante specifica al P.R.G. - Decreto Presidente della Provincia n.19 del 19.2.2015

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

con planivolumetrico

Variato come da prescrizioni dell'Amministrazione Provinciale
e da richieste dell'Amministrazione Comunale in carica

PROPRIETA' Mussini Silvana
via Farosi, 3 - Sassuolo

Foglio 10 - Mappale 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775,776, 778, 779 780, 781, 782, 787, 788, 789, 790, 792, 793, 794, 796,797, 798, 799, 800, 802, 803, 804, 808

ANALISI GEOTECNICA E SISMICA DEI TERRENI

Elaborato 24

30 settembre 2015

Geologo:
Gemelli Franco
Via Milano 21, Sassuolo

Sommario

PREMESSA **3**

QUADRO GEOLOGICO **4**

MORFOLOGIA 4

GEOLOGIA 5

FALDA 7

IDROGEOLOGIA 31

RISCHIO SISMICO **34**

CATEGORIA SISMICA DEL SITO 35

AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA 37

MAGNITUDO 49

ACCELERAZIONE SUBSTRATO 49

ACCELERAZIONE AL SUOLO. 50

LIQUEFAZIONE 50

CEDIMENTI POST-SISMICI 51

COEFFICIENTI SISMICI 59

PROVE HVSR 59

SPETTRO ELASTICO 66

GEOTECNICA **68**

GEODINAMICA 78

CONCLUSIONI **82**

PREMESSA

In località Cadiroggio (Castellarano , RE), l'area identificata alle coordinate WGS84 : LONG.10.745 e LAT. 44.55, è oggetto PUA .

Al fine di individuare le caratteristiche stratigrafiche – geotecniche del sottosuolo sono state fatte sette prove CPT (*Penetrometro Pagani TG 73 100 kN con cella di carico elettrica*) mentre a livello sismico sono state fatti due stendimenti sismici ReMi (*sismografo PASI 16S24 e geofoni da 4,5 Hz*) per definire la Vs30 e n.2 prove HVSR per definire la frequenza di risonanza del terreno.

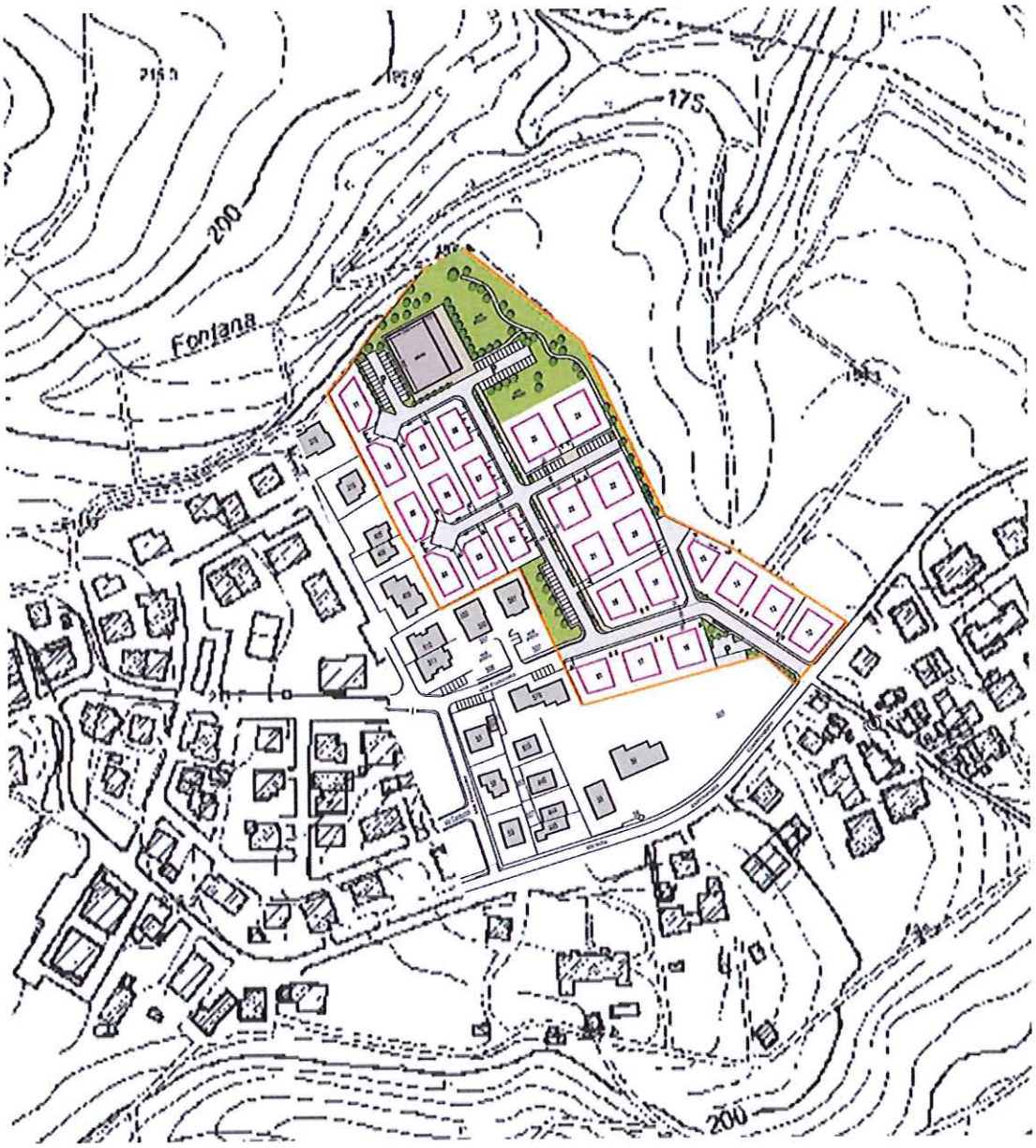


Figura 1- ubicazione dell'area in questione

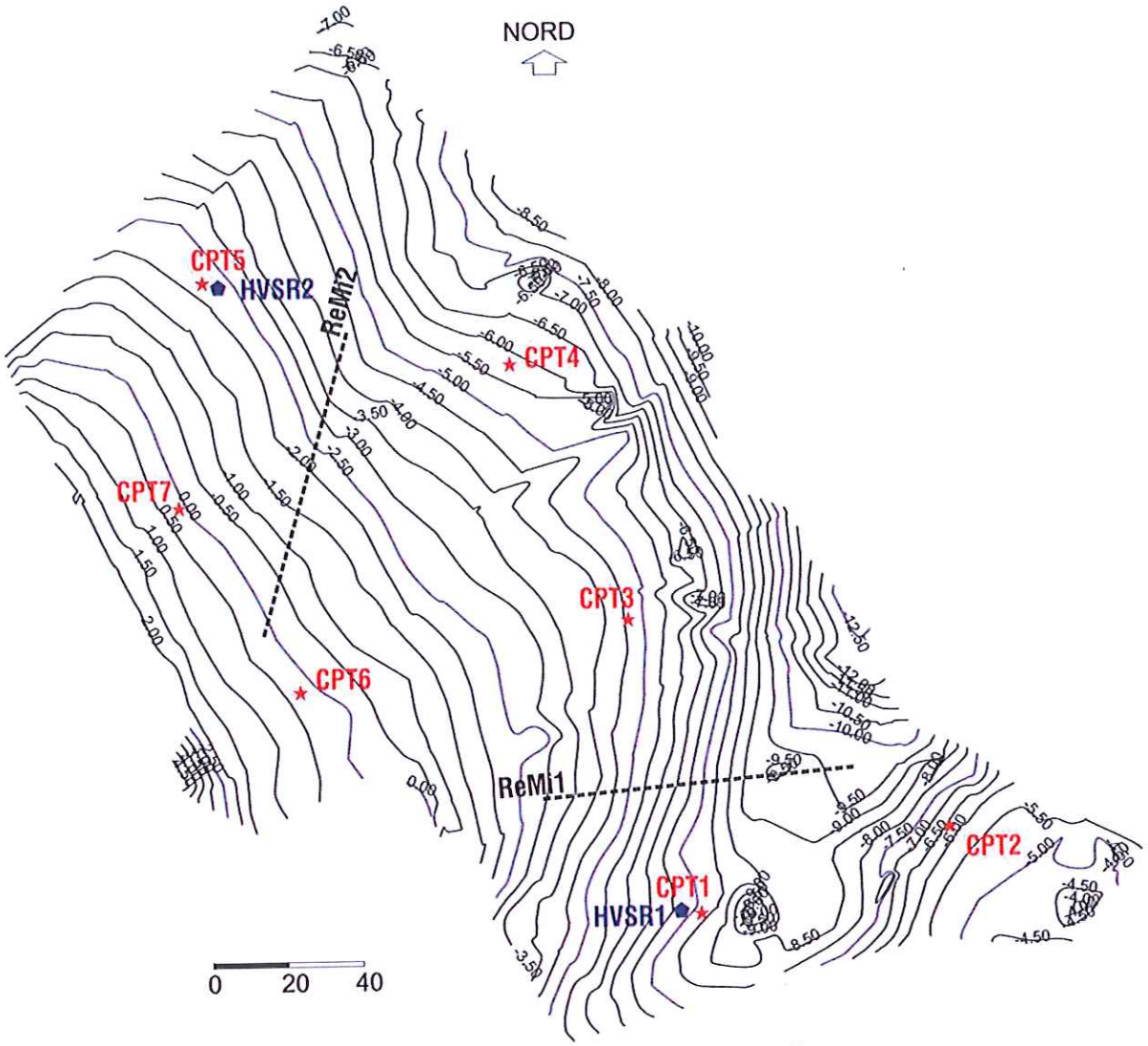


Figura 2 - ubicazione dei sondaggi su rilievo topografico

QUADRO GEOLOGICO

Morfologia

Il sito in oggetto costituisce un paleo-terrazzo del F.Secchia.

E' caratterizzato da una morfologia sub-pianeggiante con leggera immersione verso Nord-Est.

A Nord il Rio Fontana ha inciso profondamente i terreni lasciando in posto una forma valliva stretta con fianchi piuttosto ripidi e intensamente contrassegnati da una folta vegetazione.

Sul lato NE, la parte apicale di un'ampia vallecola che si sviluppa verso Nord sino a confluire nel Rio Fontana fa si che la parte pianeggiante dei terreni risulti interrotta da una leggera depressione topografica in asse della quale scorre il sistema fognario di servizio ai fabbricati esistenti.

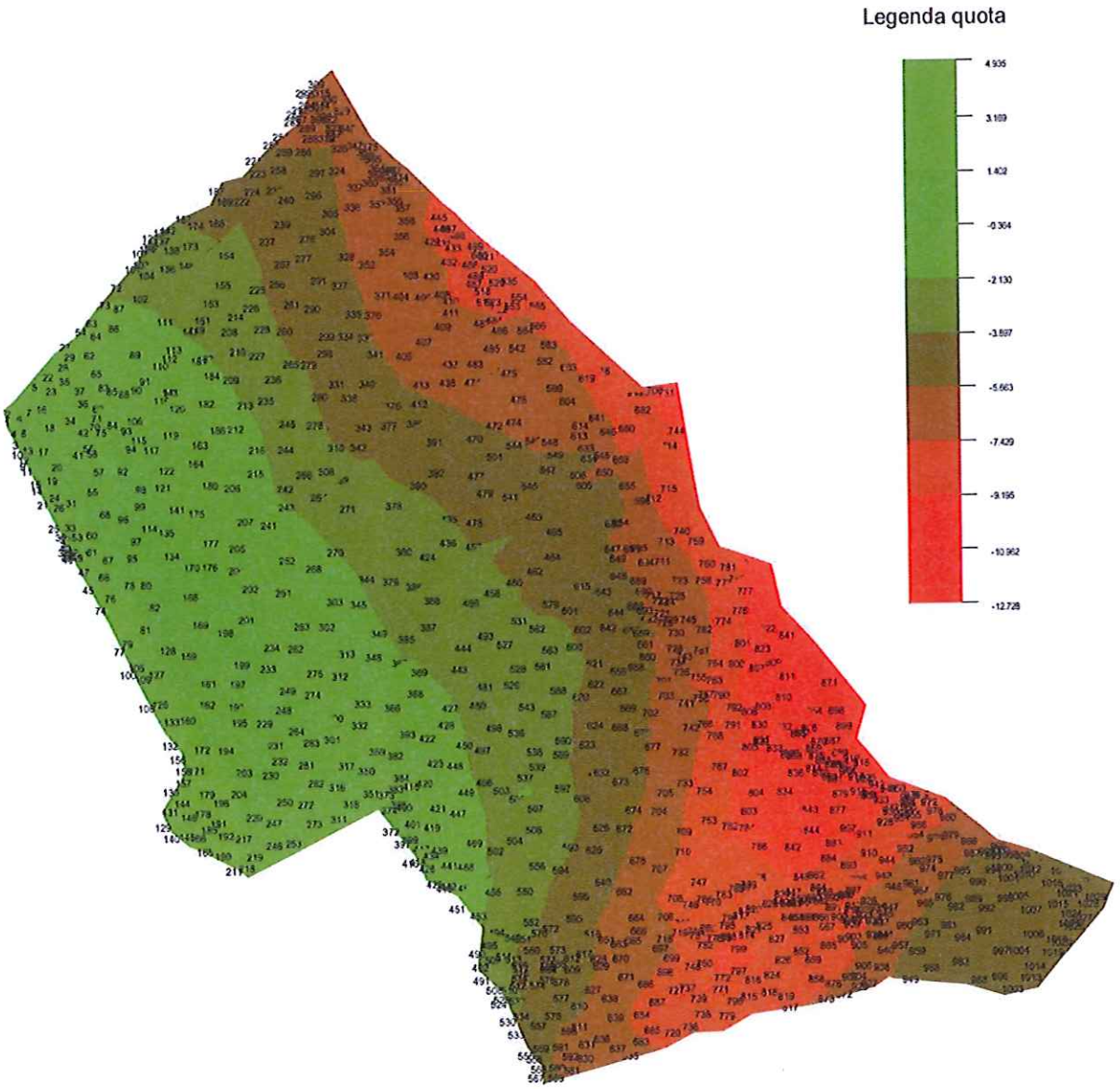


Figura 3 - classi di quota

geologia

Gli affioramenti che contraddistinguono l'area sono :

- Una base formata dalle argille plioceniche (FAA) .

Sono costituite da argille, argille marnose e marne argillose, molto bioturbate e siltose, con stratificazione generalmente indistinta e di colore grigio o grigio-azzurro.
All'interno di questi litotipi sono presenti accumuli di Bivalvi e Gasteropodi. Nelle argille si intercalano siltiti ed arenarie in strati generalmente sottili in particolare verso la chiusura della fase sedimentaria.

- Unità di Niviano (AES7a)
  Unità formata in prevalenza da limi, sabbie ed argille che si alternano e si intersecano senza ordine. Sono depositi legati all'attività fluviale e rappresentano la parte più superficiale della serie stratigrafica locale quindi si sovrappone alle FAA basali.

  I sette sondaggi CPT hanno confermato quanto sopra esposto e in più hanno messo in rilievo che il passaggio con le FAA avviene attraverso uno strato ghiaio – ciottoloso il cui spessore varia dai 3 ai 7/8 m come risulta da un pozzo esistente a NE lungo la vallecola che porta verso il Rio Fontana.

  La posizione delle ghiaie di transizione varia dagli 8.00 m nella zona depressa sita a SE a 12.00 m per tutta la parte NE dell'area e a 15.00 m per la fascia SW in aderenza ai fabbricati esistenti. Con riferimento alla linea di riferimento 0,00 (ved. profili stratigrafici) la loro posizione costituisce di fatto un piano orizzontale.

  Si tratta di terreni per lo più compatti dove le resistenze penetrometriche "qc" raramente scendono al di sotto dei 20 Kg/cm^2 mentre sono frequenti i livelli che offrono resistenze dell'ordine dei 30-40 Kg/cm^2.

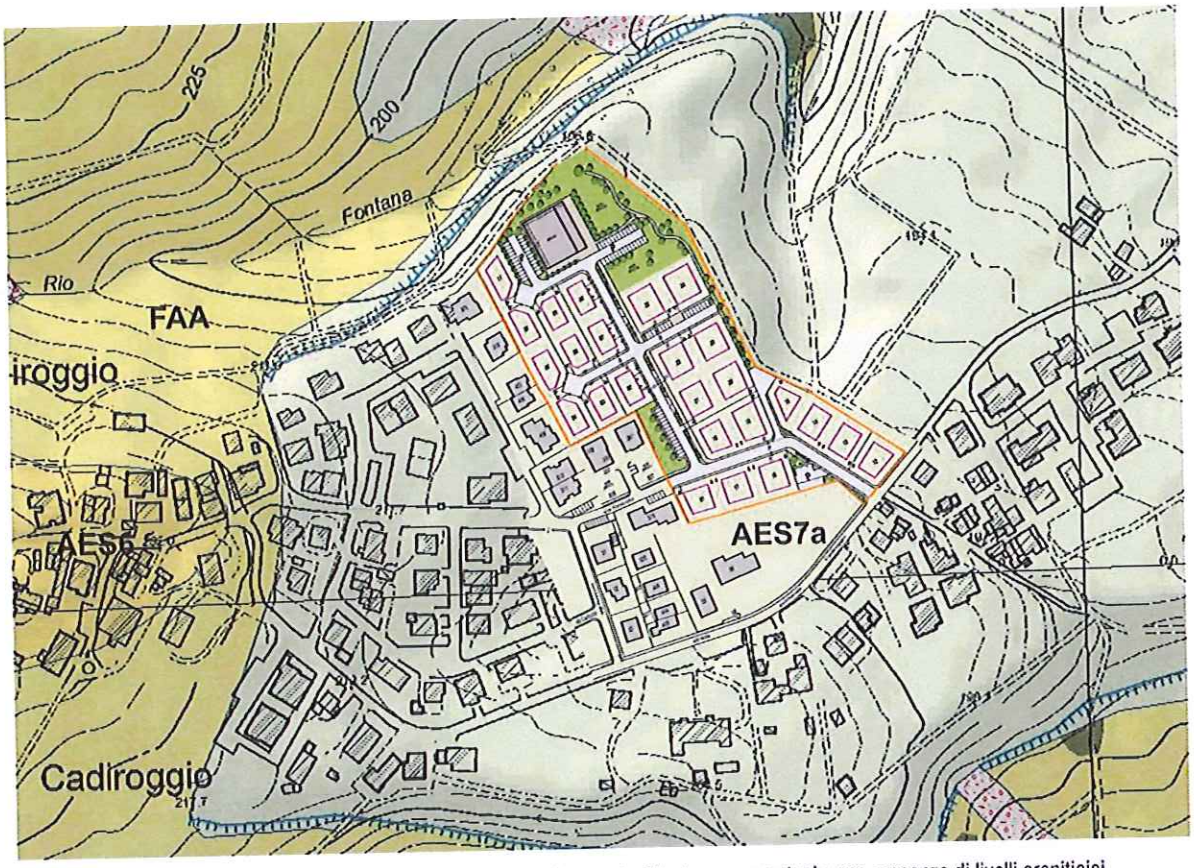
  Le sabbie, in genere, formano piccoli livelletti sparsi nella matrice argillo-limosa. Solo in corrispondenza del "S2" formano una lente che va dai 4.00 m sino alle ghiaie.

- Subsistema di Bazzano (AES6).

  è un'unità alluvionale con depositi di conoide prossimale e depositi intravallivi terrazzati. È costituita da granulometrie grossolane passanti a limi con rare intercalazioni di sabbia.

Da un punto di vista geodinamico non si rilevano attività evolutive. Anche il fianco Est del Rio Fontana, pur acclive, è caratterizzato da un'ottima stabilità dei terreni.

Soltanto in asse della vellecola che si snoda a NE della lottizzazione , nel tratto che tende al Rio Fontana, ricca in materiale detritico, si rileva una predisposizione al dissesto del medesimo.



FAA -Argille, argille marnose e argille siltose strutturalmente ordinate, stratificate, con eventuale rara presenza di livelli areniticici (pliocene)
AES6 - subsistema di Bazzano
AES7a - Unità di Niviano
[da RER]

Figura 4 - geologia del sito (da RER)

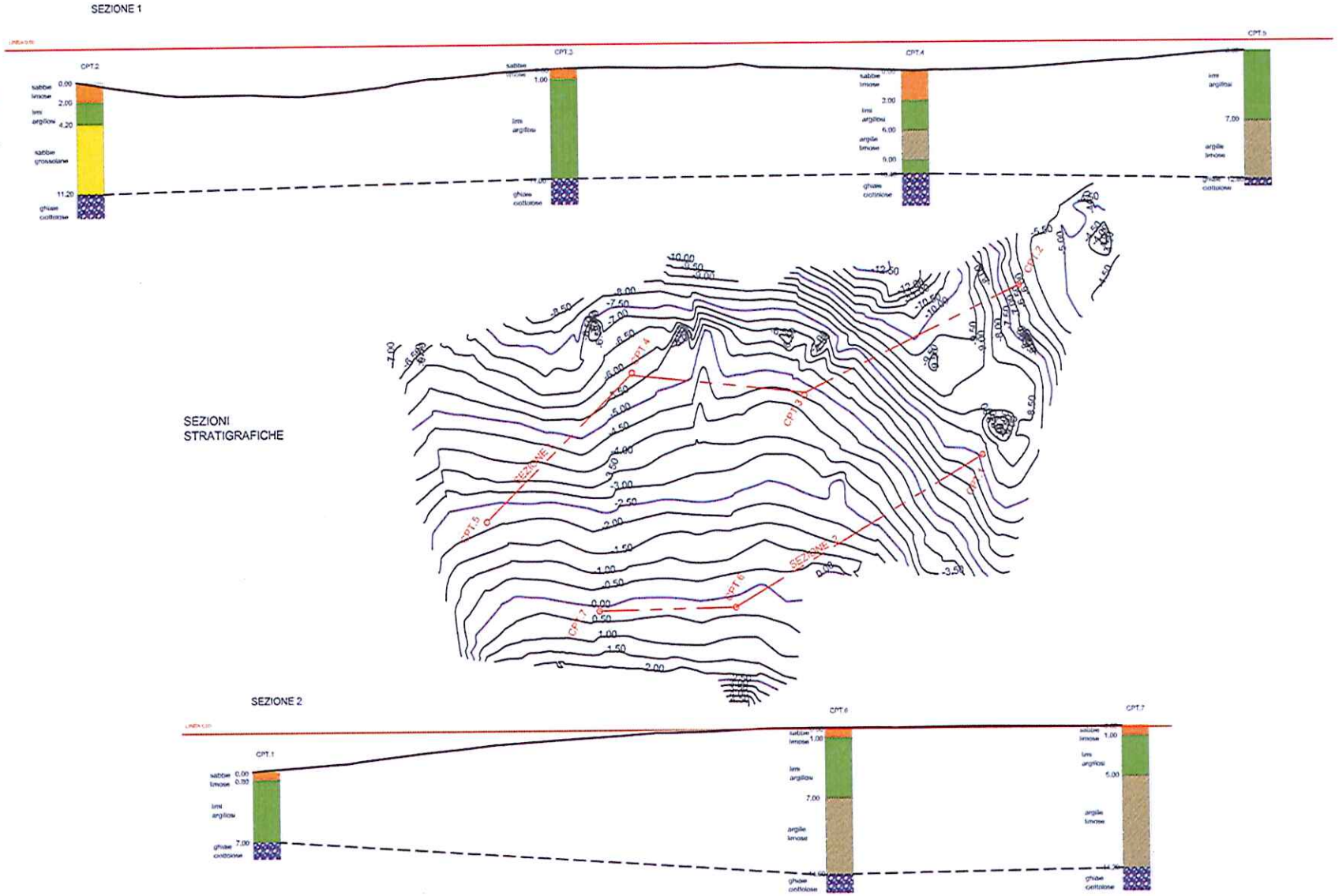
L'area oggetto del presente studio si sviluppa interamente nei depositi fluviali AES7a.

Falda

I sondaggi non hanno rilevato acqua.

Figura 5- profondità delle ghiaie dal p.c.

Figura 6 - stratigrafia



Committente **Mussini Silvana**

Dott.Geol. GEMELLI FRANCO Sondaggio **1**

Viale Milano 21, Sassuolo (MO). Tel. 0536 - 870085 Località **Ca diroggio**

Falda **NR**

Le variabile sono espresse in Kg/cm²

Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs
0.2											
0.4											
0.6	23	38	1.00								
0.8	28	58	2.00								
1	28	67	2.60								
1.2	27	66	2.60								
1.4	28	69	2.73								
1.6	26	67	2.73								
1.8	20	57	2.47								
2	19	51	2.13								
2.2	20	52	2.13								
2.4	19	51	2.13								
2.6	20	50	2.00								
2.8	23	46	1.53								
3	19	54	2.33								
3.2	25	38	0.87								
3.4	26	38	0.80								
3.6	30	39	0.60								
3.8	29	61	2.13								
4	25	54	1.93								
4.2	28	49	1.40								
4.4	31	55	1.60								
4.6	30	60	2.00								
4.8	36	67	2.07								
5	38	71	2.20								
5.2	31	59	1.87								
5.4	28	62	2.27								
5.6	38	60	1.47								
5.8	35	64	1.93								
6	40	67	1.80								
6.2	42	72	2.00								
6.4	42	71	1.93								
6.6	35	67	2.13								
6.8	38	65	1.80								
7	45	66	1.40								
7.2	330	378	3.20								
7.4	220	241	1.40								
7.6	344	366	1.47								
7.8	180	272	6.13								
8	600	850	16.67								

L1 = lettura che si riferisce alla resistenza alla punta "qc"

L2 = lettura che si riferisce alla somma della resistenza "qc" alla punta e di quella sul manicotto "RL"

fs = resistenza laterale locale = (L2-L1)*10/150

Figura 7 - letture di campagna CPT1

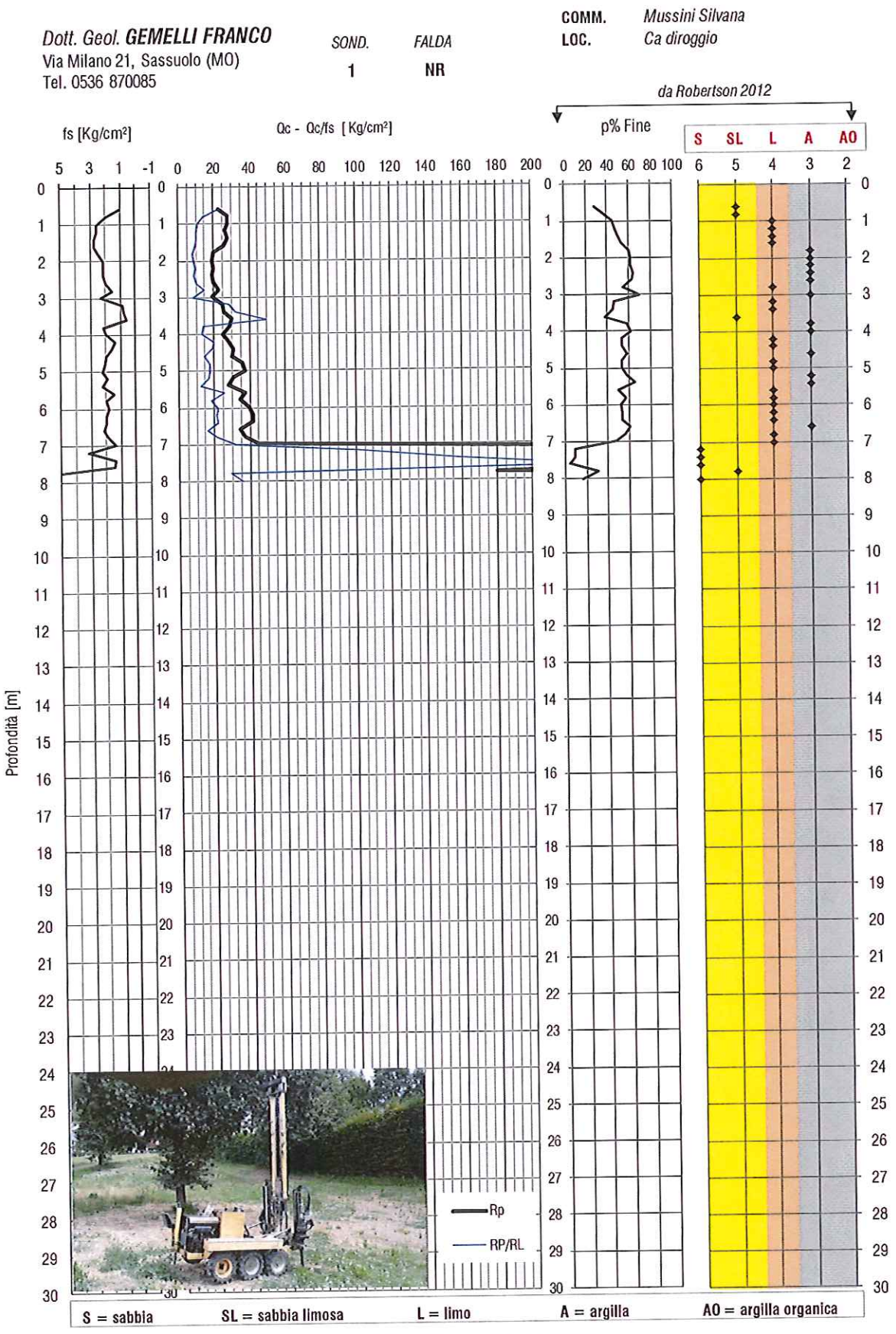


Figura 8- resistenza e stratigrafia CPT.1

SONDAGGIO	*1*
Committente	*Mussini Silvana*
Località	*Ca diroggio*

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**
Via Milano 21, Sassuolo (MO)- 0536 870085

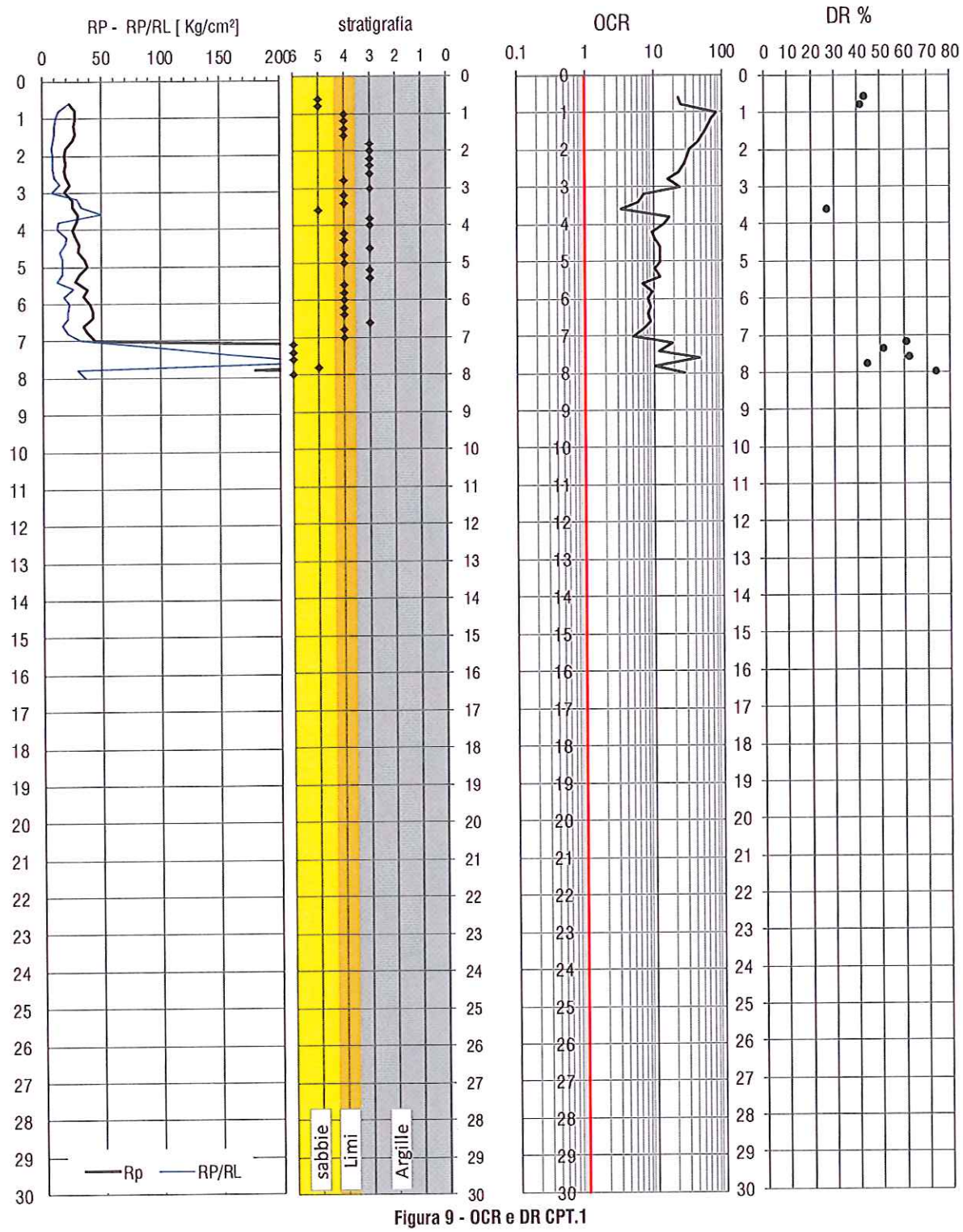


Figura 9 - OCR e DR CPT.1

Committente **Mussini Silvana**

Dott.Geol. GEMELLI FRANCO Sondaggio **2**

Viale Milano 21, Sassuolo (MO). Tel. 0536 - 870085 Località **Cadiroggio**

Falda **NR**

Le variabile sono espresse in Kg/cm²

Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs
0.2				10.2	136	159	1.53				
0.4				10.4	124	182	3.87				
0.6	13	23	0.67	10.6	141	183	2.80				
0.8	21	33	0.80	10.8	12	27	1.00				
1	26	49	1.53	11	32	60	1.87				
1.2	25	60	2.33	11.2	87	120	2.20				
1.4	19	55	2.40	11.4	396	450	3.60				
1.6	36	68	2.13								
1.8	39	83	2.93								
2	37	91	3.60								
2.2	33	72	2.60								
2.4	32	65	2.20								
2.6	31	67	2.40								
2.8	39	74	2.33								
3	29	62	2.20								
3.2	27	56	1.93								
3.4	35	62	1.80								
3.6	38	66	1.87								
3.8	48	82	2.27								
4	42	79	2.47								
4.2	39	96	3.80								
4.4	72	116	2.93								
4.6	72	120	3.20								
4.8	85	113	1.87								
5	72	96	1.60								
5.2	73	99	1.73								
5.4	106	124	1.20								
5.6	84	113	1.93								
5.8	84	126	2.80								
6	79	124	3.00								
6.2	79	114	2.33								
6.4	66	113	3.13								
6.6	72	116	2.93								
6.8	65	118	3.53								
7	66	107	2.73								
7.2	63	97	2.27								
7.4	69	98	1.93								
7.6	65	93	1.87								
7.8	68	101	2.20								
8	79	112	2.20								
8.2	74	104	2.00								
8.4	70	91	1.40								
8.6	75	99	1.60								
8.8	67	110	2.87								
9	99	144	3.00								
9.2	88	116	1.87								
9.4	118	142	1.60								
9.6	128	152	1.60								
9.8	120	187	4.47								
10	108	151	2.87								

L1 = lettura che si riferisce alla resistenza alla punta "qc"

L2 = lettura che si riferisce alla somma della resistenza "qc" alla punta e di quella sul manicotto "RL"

fs = resistenza laterale locale = (L2-L1)*10/150

Figura 10 - letture di campagna CPT.2

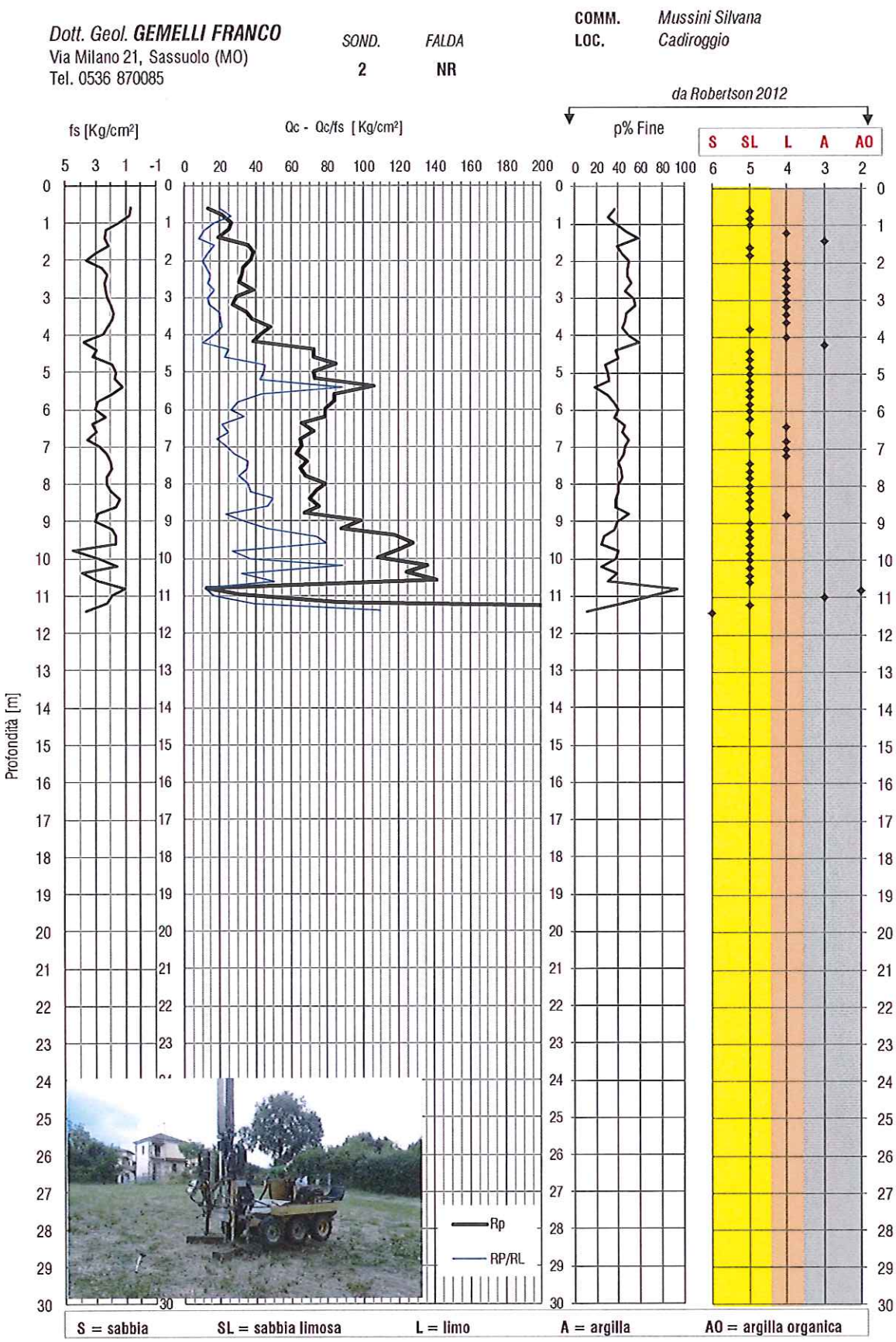


Figura 11- resistenza e stratigrafia CPT.2

SONDAGGIO *2*

Committente *Mussini Silvana*

Località *Cadiroggio*

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**
Via Milano 21, Sassuolo (MO)- 0536 870085

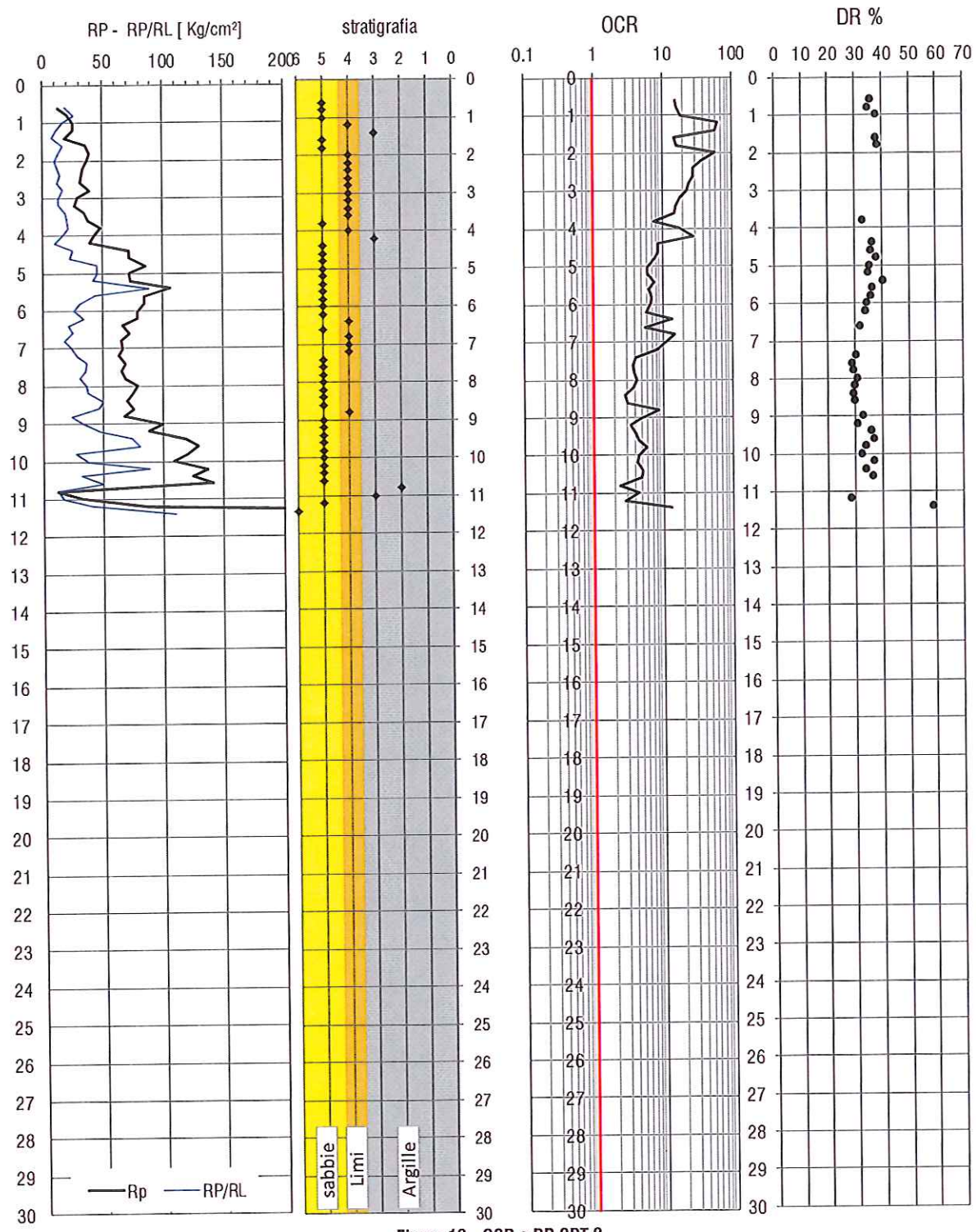


Figura 12 - OCR e DR CPT.2

Committente **Mussini Silvana**

Dott.Geol. GEMELLI FRANCO Sondaggio **3**

Viale Milano 21, Sassuolo (MO). Tel. 0536 - 870085 Località **Cadiroggio**

Falda **NR** Le variabile sono espresse in Kg/cm²

Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs
0.2				10.2	45	85	2.67				
0.4				10.4	51	70	1.27				
0.6	13	23	0.67	10.6	38	76	2.53				
0.8	19	35	1.07	10.8	37	69	2.13				
1	21	42	1.40	11	28	37	0.60				
1.2	17	41	1.60	11.2	431	455	1.60				
1.4	21	51	2.00	11.4	332	355	1.53				
1.6	24	51	1.80	11.6	165	213	3.20				
1.8	27	56	1.93	11.8	260	279	1.27				
2	28	56	1.87	12	85	197	7.47				
2.2	29	63	2.27	12.2	430	550	8.00				
2.4	30	66	2.40								
2.6	39	79	2.67								
2.8	33	75	2.80								
3	49	91	2.80								
3.2	58	108	3.33								
3.4	49	101	3.47								
3.6	47	98	3.40								
3.8	60	104	2.93								
4	53	95	2.80								
4.2	34	86	3.47								
4.4	42	72	2.00								
4.6	21	42	1.40								
4.8	16	41	1.67								
5	15	37	1.47								
5.2	28	37	0.60								
5.4	13	23	0.67								
5.6	19	37	1.20								
5.8	15	28	0.87								
6	12	24	0.80								
6.2	14	30	1.07								
6.4	14	34	1.33								
6.6	31	43	0.80								
6.8	30	48	1.20								
7	19	42	1.53								
7.2	28	42	0.93								
7.4	25	35	0.67								
7.6	17	33	1.07								
7.8	30	47	1.13								
8	41	55	0.93								
8.2	47	70	1.53								
8.4	52	96	2.93								
8.6	49	95	3.07								
8.8	58	104	3.07								
9	58	106	3.20								
9.2	61	118	3.80								
9.4	77	129	3.47								
9.6	72	134	4.13								
9.8	59	122	4.20								
10	35	86	3.40								

L1 = lettura che si riferisce alla resistenza alla punta "qc"

L2 = lettura che si riferisce alla somma della resistenza "qc" alla punta e di quella sul manicotto "RL"

fs= resistenza laterale locale = (L2-L1)*10/150

Figura 13 - letture di campagna CPT.3

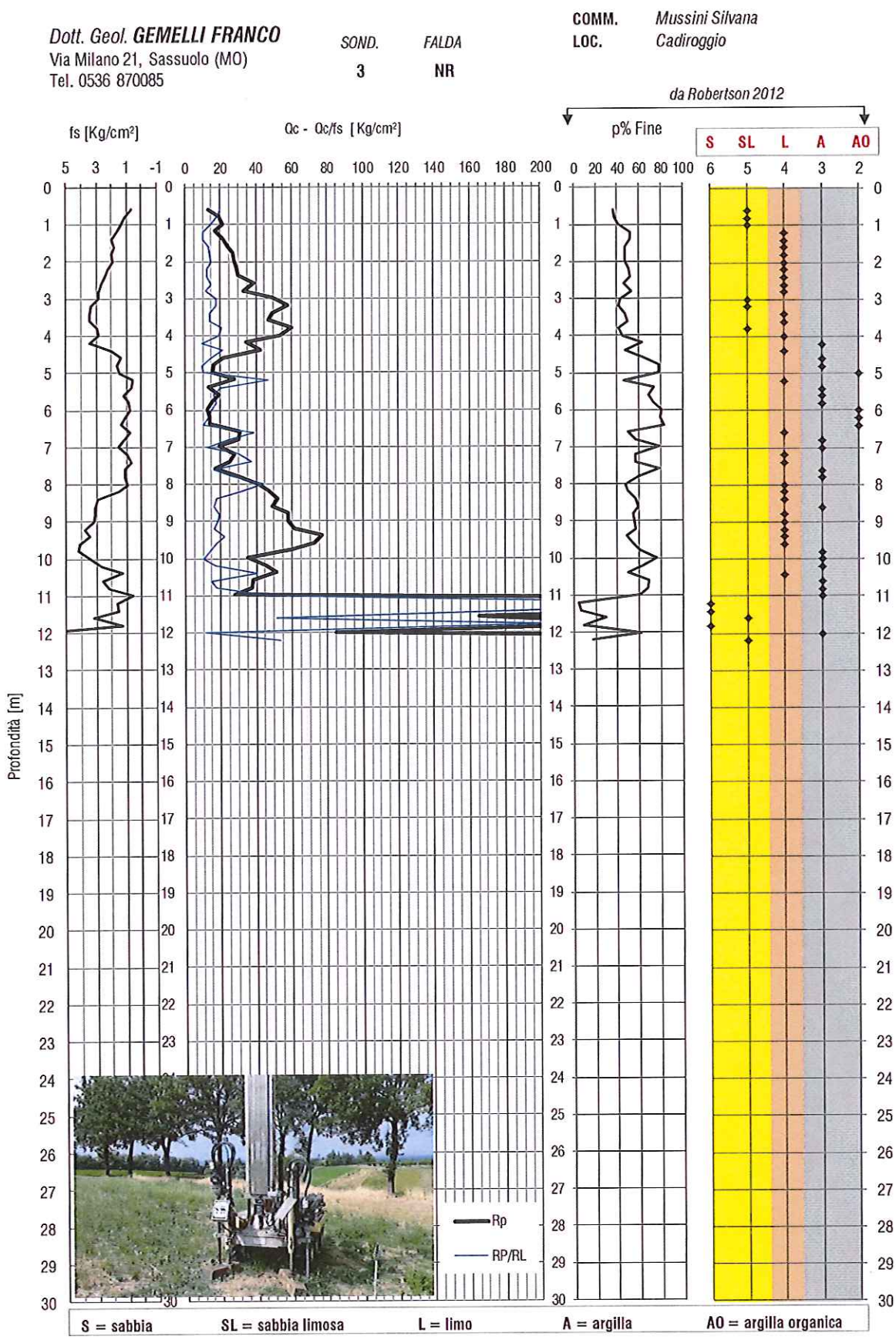


Figura 14- resistenza e stratigrafia CPT.3

SONDAGGIO	*3*
Committente	*Mussini Silvana*
Località	*Cadiroggio*

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**
Via Milano 21, Sassuolo (MO)- 0536 870085

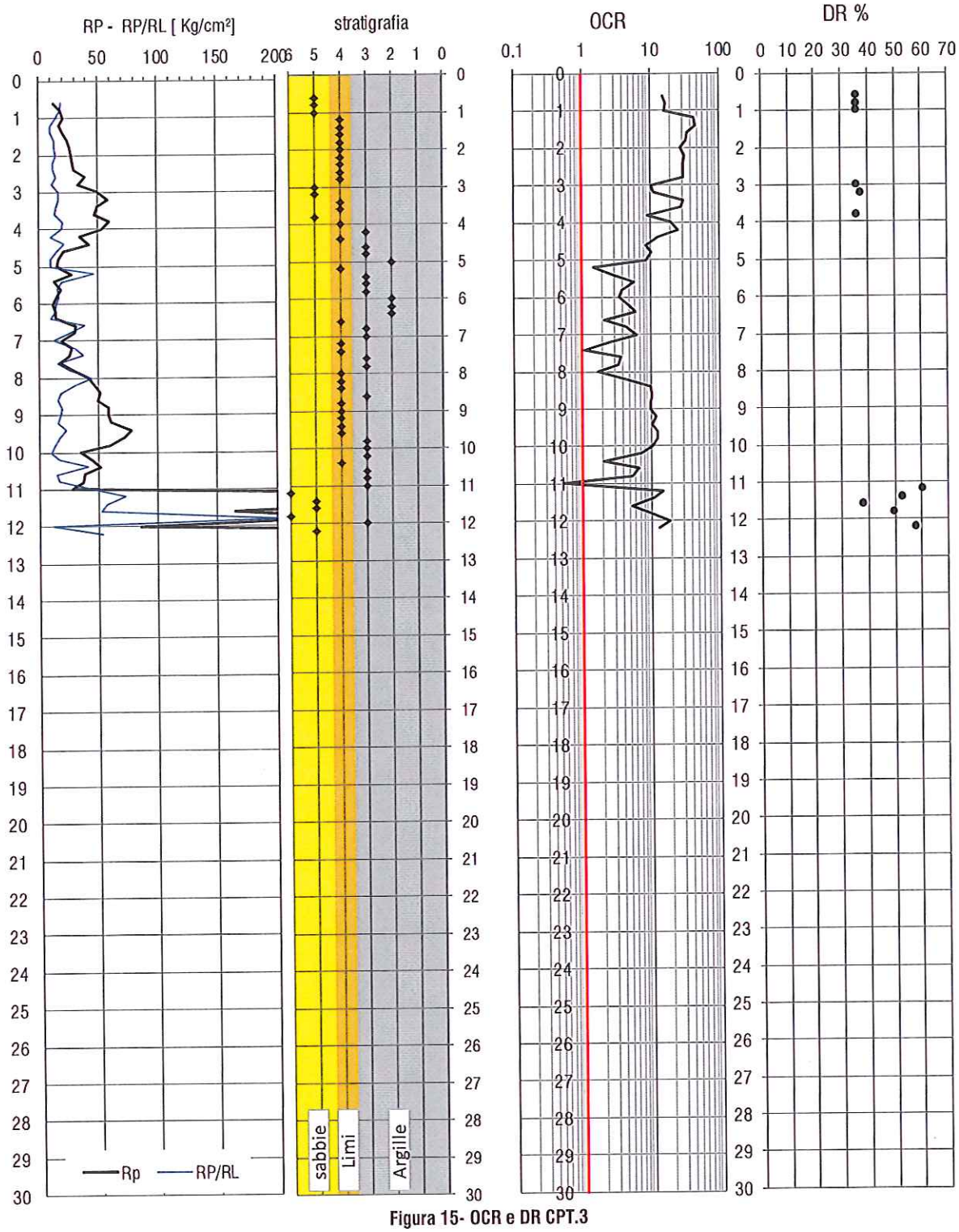


Figura 15- OCR e DR CPT.3

Committente **Mussini Silvana**

Dott.Geol. GEMELLI FRANCO Sondaggio **4**

Viale Milano 21, Sassuolo (MO). Tel. 0536 - 870085 Località **Cadiroggio**

Falda **NR**

Le variabile sono espresse in Kg/cm²

Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs
0.2				10.2	58	131	4.87				
0.4				10.4	64	148	5.60				
0.6	23	39	1.07	10.6	320	348	1.87				
0.8	21	46	1.67								
1	25	58	2.20								
1.2	34	79	3.00								
1.4	33	92	3.93								
1.6	56	107	3.40								
1.8	46	100	3.60								
2	57	123	4.40								
2.2	67	147	5.33								
2.4	73	160	5.80								
2.6	79	199	8.00								
2.8	86	178	6.13								
3	73	199	8.40								
3.2	78	171	6.20								
3.4	61	157	6.40								
3.6	71	145	4.93								
3.8	59	139	5.33								
4	66	156	6.00								
4.2	84	128	2.93								
4.4	45	107	4.13								
4.6	47	98	3.40								
4.8	40	73	2.20								
5	40	64	1.60								
5.2	36	56	1.33								
5.4	36	67	2.07								
5.6	35	61	1.73								
5.8	56	87	2.07								
6	119	126	0.47								
6.2	26	43	1.13								
6.4	32	69	2.47								
6.6	38	58	1.33								
6.8	45	79	2.27								
7	41	90	3.27								
7.2	39	85	3.07								
7.4	30	60	2.00								
7.6	25	50	1.67								
7.8	28	47	1.27								
8	30	46	1.07								
8.2	44	58	0.93								
8.4	42	74	2.13								
8.6	44	88	2.93								
8.8	51	99	3.20								
9	57	113	3.73								
9.2	69	126	3.80								
9.4	68	116	3.20								
9.6	71	136	4.33								
9.8	77	143	4.40								
10	80	151	4.73								

L1 = lettura che si riferisce alla resistenza alla punta "qc"

L2 = lettura che si riferisce alla somma della resistenza "qc" alla punta e di quella sul manicotto "RL"

fs= resistenza laterale locale = (L2-L1)*10/150

Figura 16 - letture di campagna CPT.4

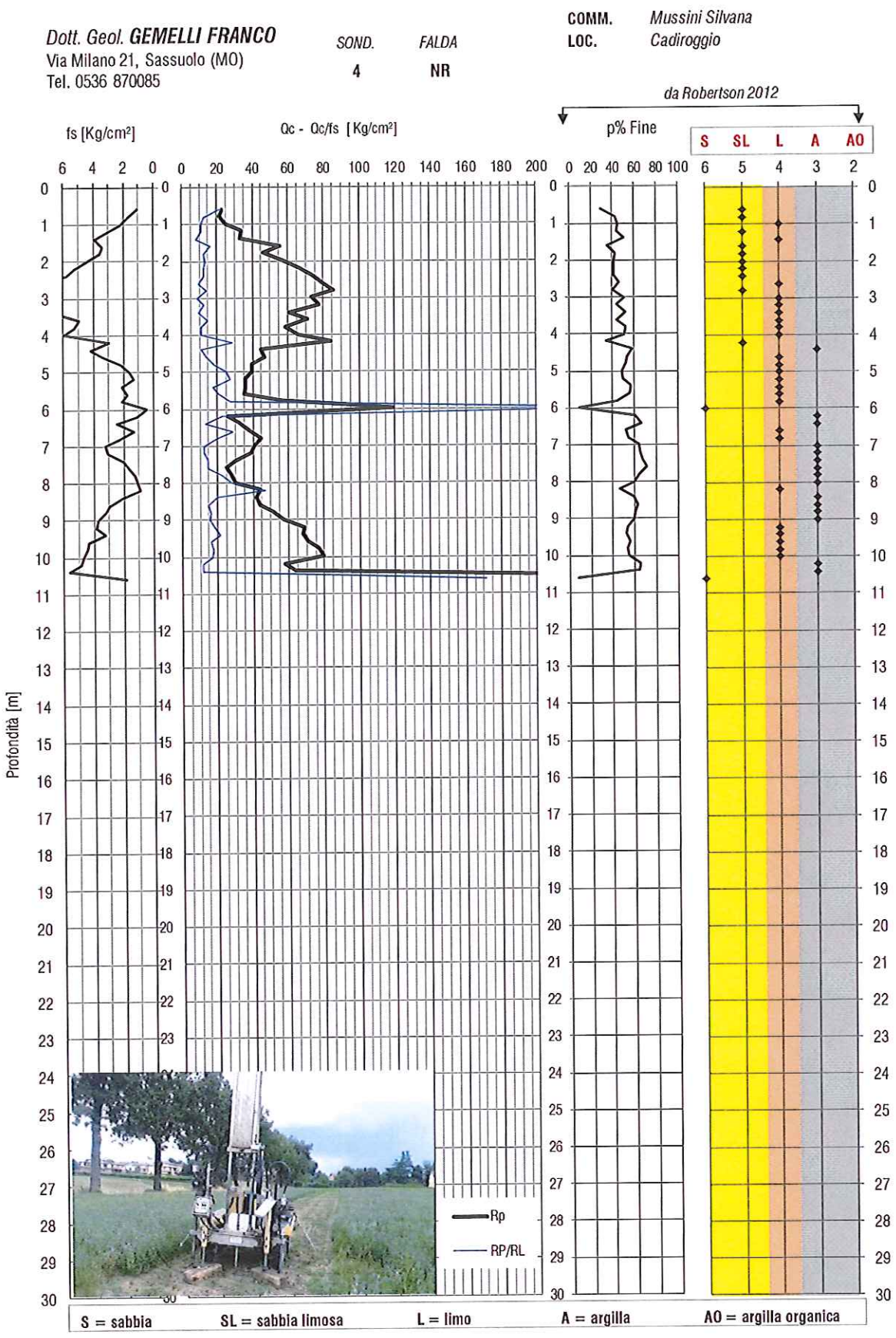


Figura 17- resistenza e stratigrafia CPT.4

SONDAGGIO *4*

Committente *Mussini Silvana*

Località *Cadiroggio*

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**
Via Milano 21, Sassuolo (MO)- 0536 870085

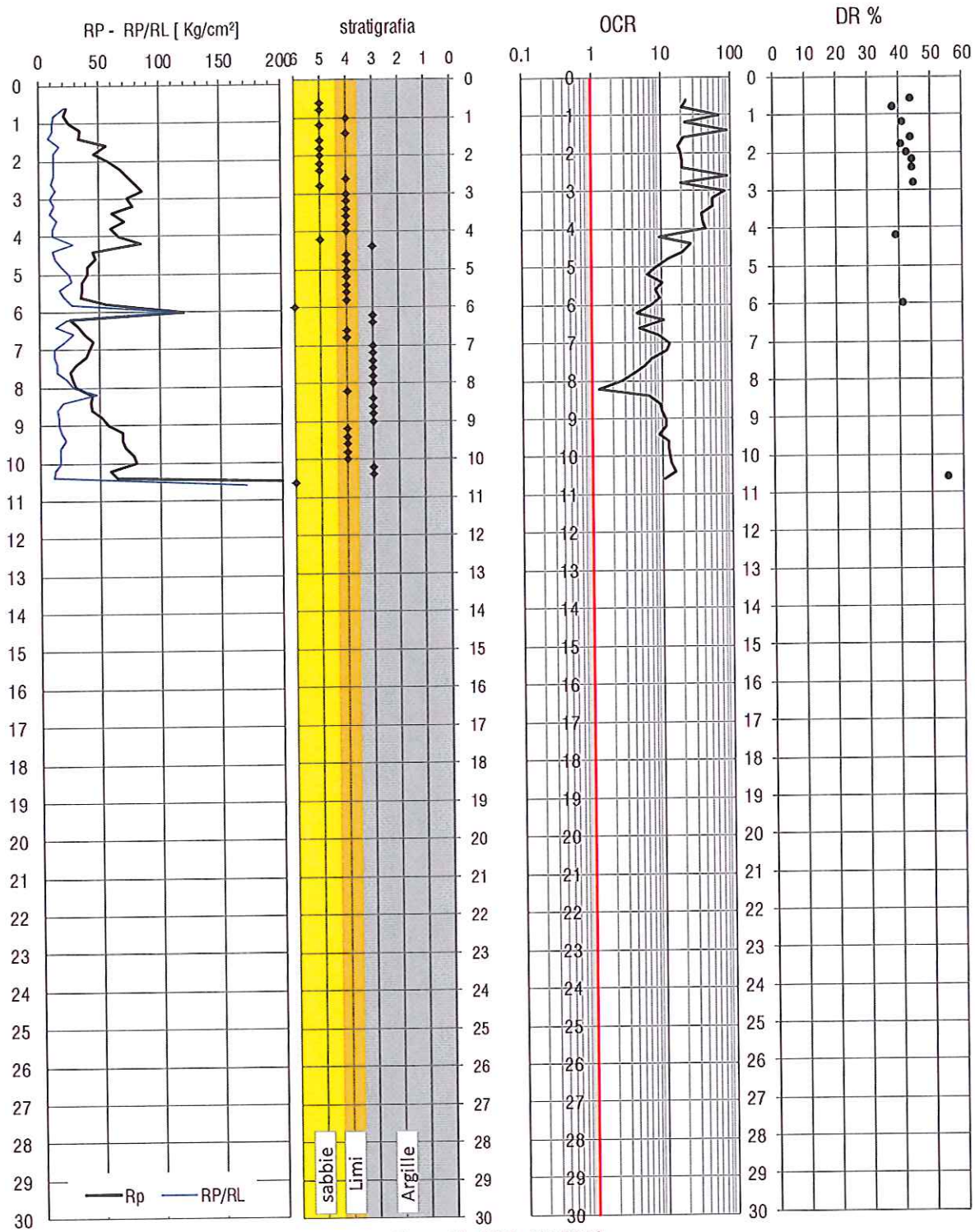


Figura 18 - OCR e DR CPT.4

Committente **Mussini Silvana**

Dott.Geol. GEMELLI FRANCO Sondaggio **5**

Viale Milano 21, Sassuolo (MO). Tel. 0536 - 870085 Località **Cadiroggio**

Falda **NR** Le variabile sono espresse in Kg/cm²

Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs
0.2				10.2	61	123	4.13				
0.4				10.4	75	133	3.87				
0.6	27	34	0.47	10.6	75	125	3.33				
0.8	14	36	1.47	10.8	65	119	3.60				
1	11	25	0.93	11	43	100	3.80				
1.2	14	31	1.13	11.2	51	98	3.13				
1.4	17	37	1.33	11.4	55	93	2.53				
1.6	16	40	1.60	11.6	74	99	1.67				
1.8	22	52	2.00	11.8	60	90	2.00				
2	33	62	1.93	12	48	81	2.20				
2.2	36	73	2.47	12.2	42	68	1.73				
2.4	36	81	3.00	12.4	29	53	1.60				
2.6	42	90	3.20	12.6	36	58	1.47				
2.8	42	84	2.80	12.8	42	59	1.13				
3	36	85	3.27	13	314	350	2.40				
3.2	31	72	2.73	13.2	550	724	11.60				
3.4	29	64	2.33								
3.6	36	67	2.07								
3.8	47	79	2.13								
4	54	96	2.80								
4.2	57	113	3.73								
4.4	61	124	4.20								
4.6	66	143	5.13								
4.8	111	196	5.67								
5	84	184	6.67								
5.2	77	204	8.47								
5.4	104	200	6.40								
5.6	59	167	7.20								
5.8	68	144	5.07								
6	79	157	5.20								
6.2	76	159	5.53								
6.4	72	172	6.67								
6.6	90	182	6.13								
6.8	76	175	6.60								
7	56	142	5.73								
7.2	56	143	5.80								
7.4	70	135	4.33								
7.6	86	98	0.80								
7.8	47	122	5.00								
8	50	112	4.13								
8.2	37	92	3.67								
8.4	59	101	2.80								
8.6	109	118	0.60								
8.8	196	205	0.60								
9	157	174	1.13								
9.2	49	82	2.20								
9.4	32	58	1.73								
9.6	40	68	1.87								
9.8	54	96	2.80								
10	48	96	3.20								

L1 = lettura che si riferisce alla resistenza alla punta "qc"

L2 = lettura che si riferisce alla somma della resistenza "qc" alla punta e di quella sul manicotto "RL"

fs= resistenza laterale locale = (L2-L1)*10/150

Figura 19- letture di campagna CPT.5

Dott. Geol. ***GEMELLI FRANCO***
Via Milano 21, Sassuolo (MO)
Tel. 0536 870085

SOND.	FALDA
5	NR

COMM. *Mussini Silvana*
LOC. *Cadiroggio*

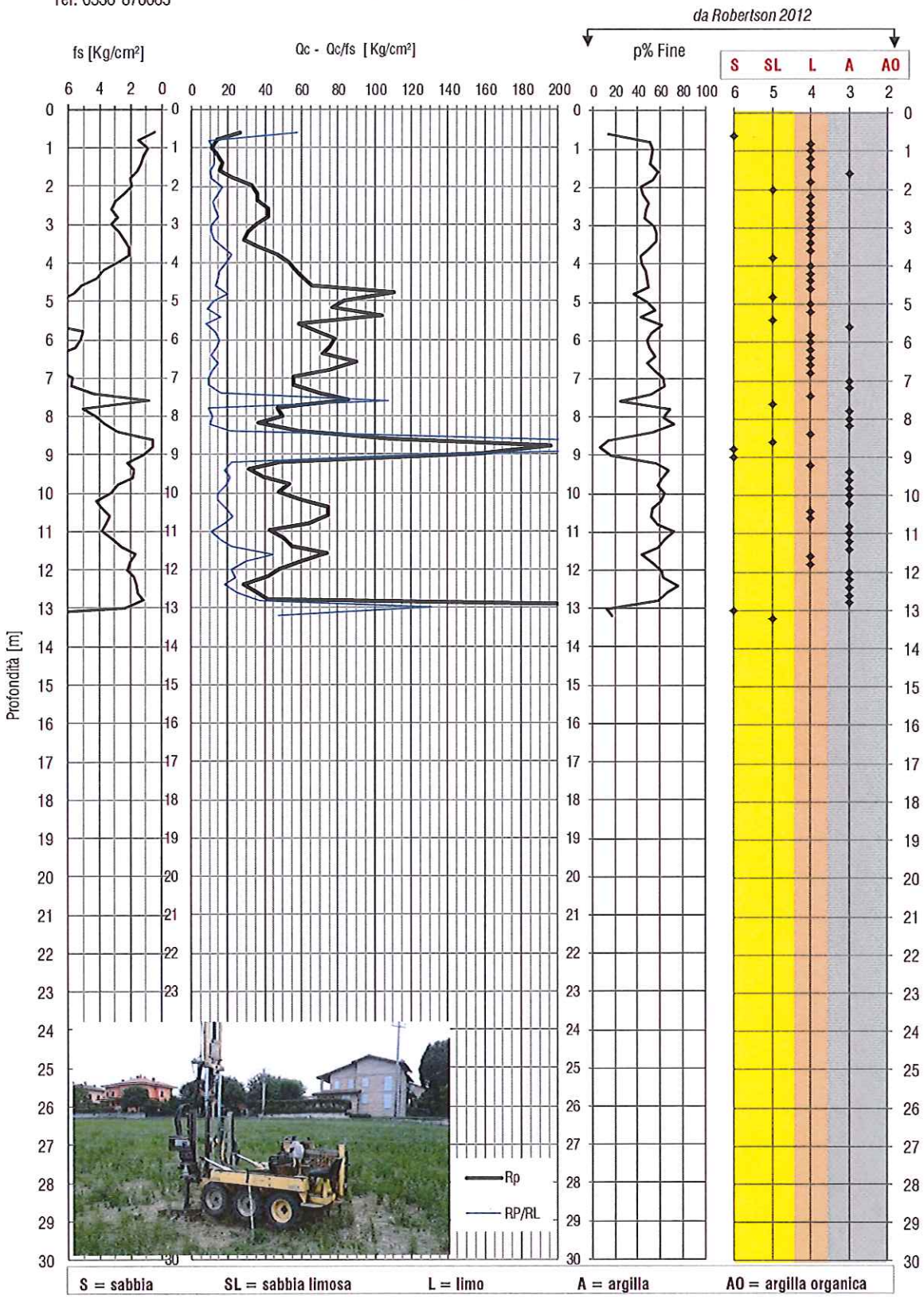


Figura 20 - resistenza e stratigrafia CPT.5

SONDAGGIO	*5*
Committente	*Mussini Silvana*
Località	*Cadiroggio*

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**
Via Milano 21, Sassuolo (MO)- 0536 870085

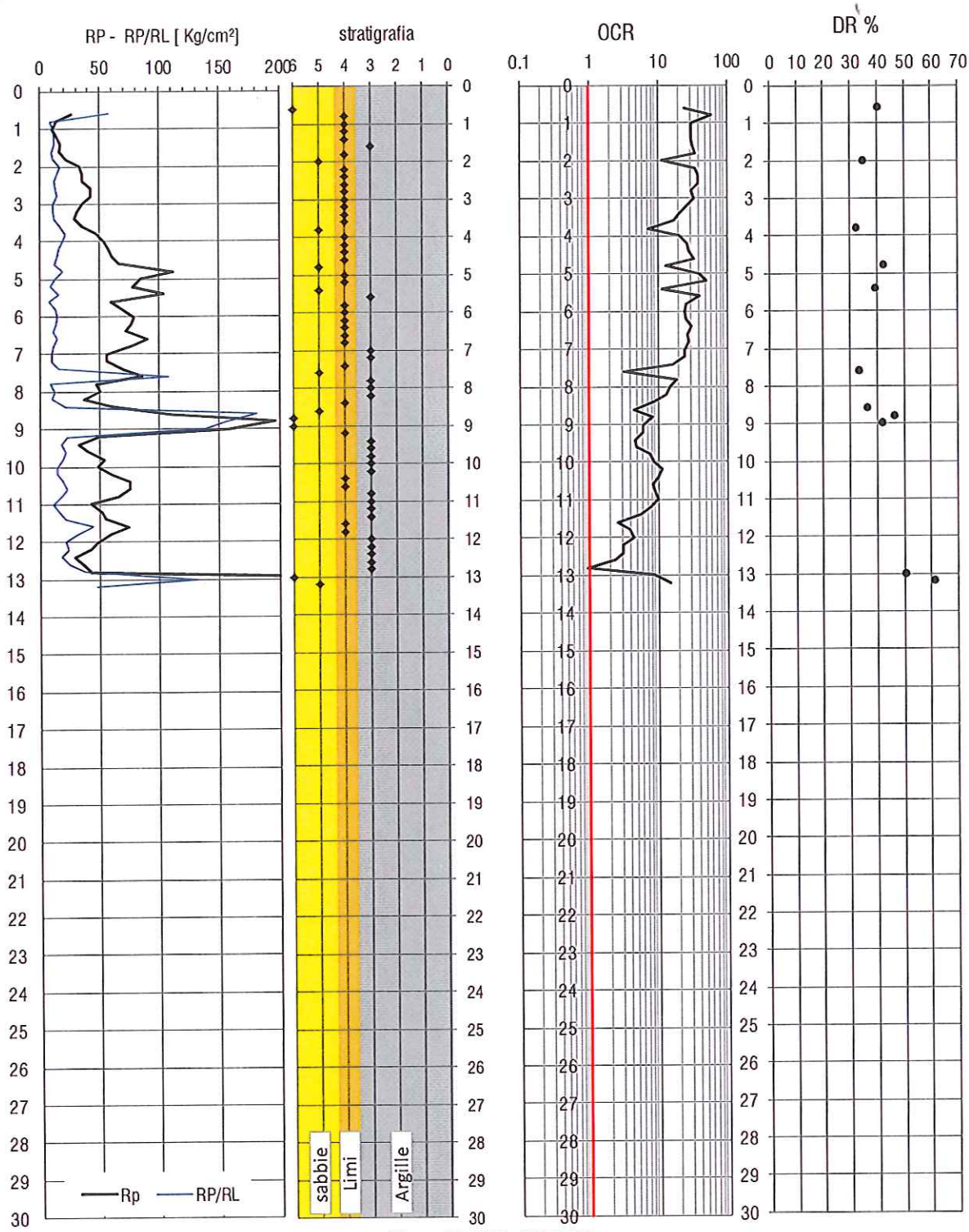


Figura 21- OCR e DR CPT.5

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**
Viale Milano 21, Sassuolo (MO). Tel. 0536 - 870085

Committente **Mussini Silvana**
Sondaggio **6**
Località **Cadiroggio**

Falda **NR**

Le variabile sono espresse in Kg/cm²

Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs
0.2				10.2	35	57	1.47				
0.4				10.4	33	59	1.73				
0.6	54	57	0.20	10.6	33	56	1.53				
0.8	48	68	1.33	10.8	32	55	1.53				
1	44	91	3.13	11	35	69	2.27				
1.2	33	84	3.40	11.2	34	60	1.73				
1.4	17	49	2.13	11.4	37	59	1.47				
1.6	16	29	0.87	11.6	61	78	1.13				
1.8	17	37	1.33	11.8	45	63	1.20				
2	20	44	1.60	12	35	54	1.27				
2.2	25	51	1.73	12.2	24	46	1.47				
2.4	39	70	2.07	12.4	27	47	1.33				
2.6	43	80	2.47	12.6	29	45	1.07				
2.8	34	75	2.73	12.8	33	49	1.07				
3	31	65	2.27	13	44	65	1.40				
3.2	32	58	1.73	13.2	50	84	2.27				
3.4	37	68	2.07	13.4	76	108	2.13				
3.6	39	69	2.00	13.6	75	108	2.20				
3.8	47	87	2.67	13.8	71	140	4.60				
4	32	75	2.87	14	84	126	2.80				
4.2	43	93	3.33	14.2	78	147	4.60				
4.4	36	58	1.47	14.4	75	140	4.33				
4.6	37	69	2.13	14.6	64	115	3.40				
4.8	35	67	2.13	14.8	143	169	1.73				
5	37	79	2.80	15	360	420	4.00				
5.2	47	79	2.13								
5.4	41	82	2.73								
5.6	46	86	2.67								
5.8	47	80	2.20								
6	43	87	2.93								
6.2	37	68	2.07								
6.4	43	70	1.80								
6.6	38	67	1.93								
6.8	31	57	1.73								
7	26	48	1.47								
7.2	29	48	1.27								
7.4	33	51	1.20								
7.6	24	49	1.67								
7.8	29	48	1.27								
8	32	56	1.60								
8.2	33	58	1.67								
8.4	111	132	1.40								
8.6	85	112	1.80								
8.8	34	80	3.07								
9	24	42	1.20								
9.2	23	47	1.60								
9.4	30	48	1.20								
9.6	24	40	1.07								
9.8	28	46	1.20								
10	27	45	1.20								

L1 = lettura che si riferisce alla resistenza alla punta "qc"

L2 = lettura che si riferisce alla somma della resistenza "qc" alla punta e di quella sul manicotto "RL"

fs= resistenza laterale locale = (L2-L1)*10/150

Figura 22- letture di campagna CPT.6

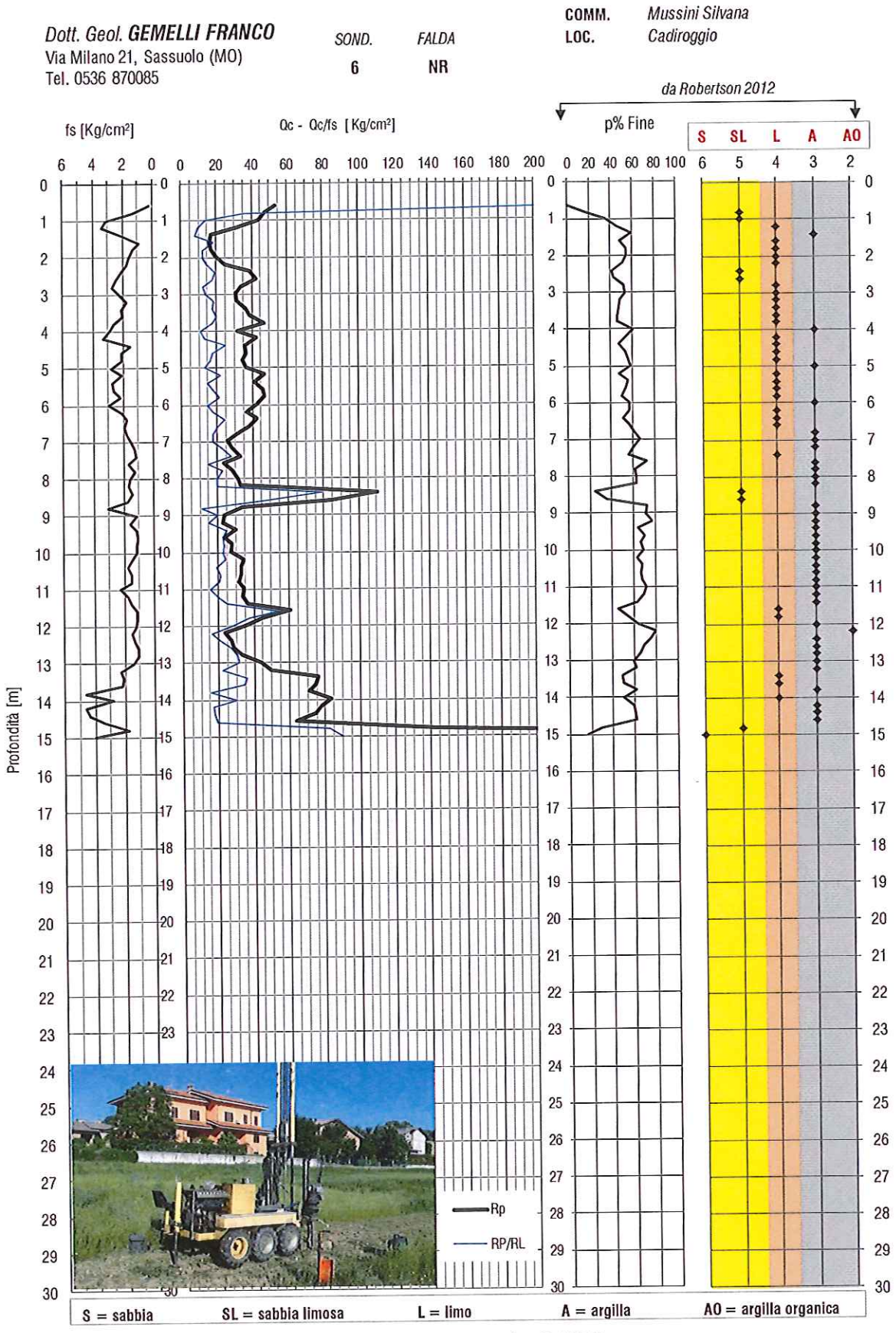


Figura 23- resistenza e stratigrafia CPT.6

SONDAGGIO	*6*
Committente	*Mussini Silvana*
Località	*Cadiroggio*

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**
Via Milano 21, Sassuolo (MO)- 0536 870085

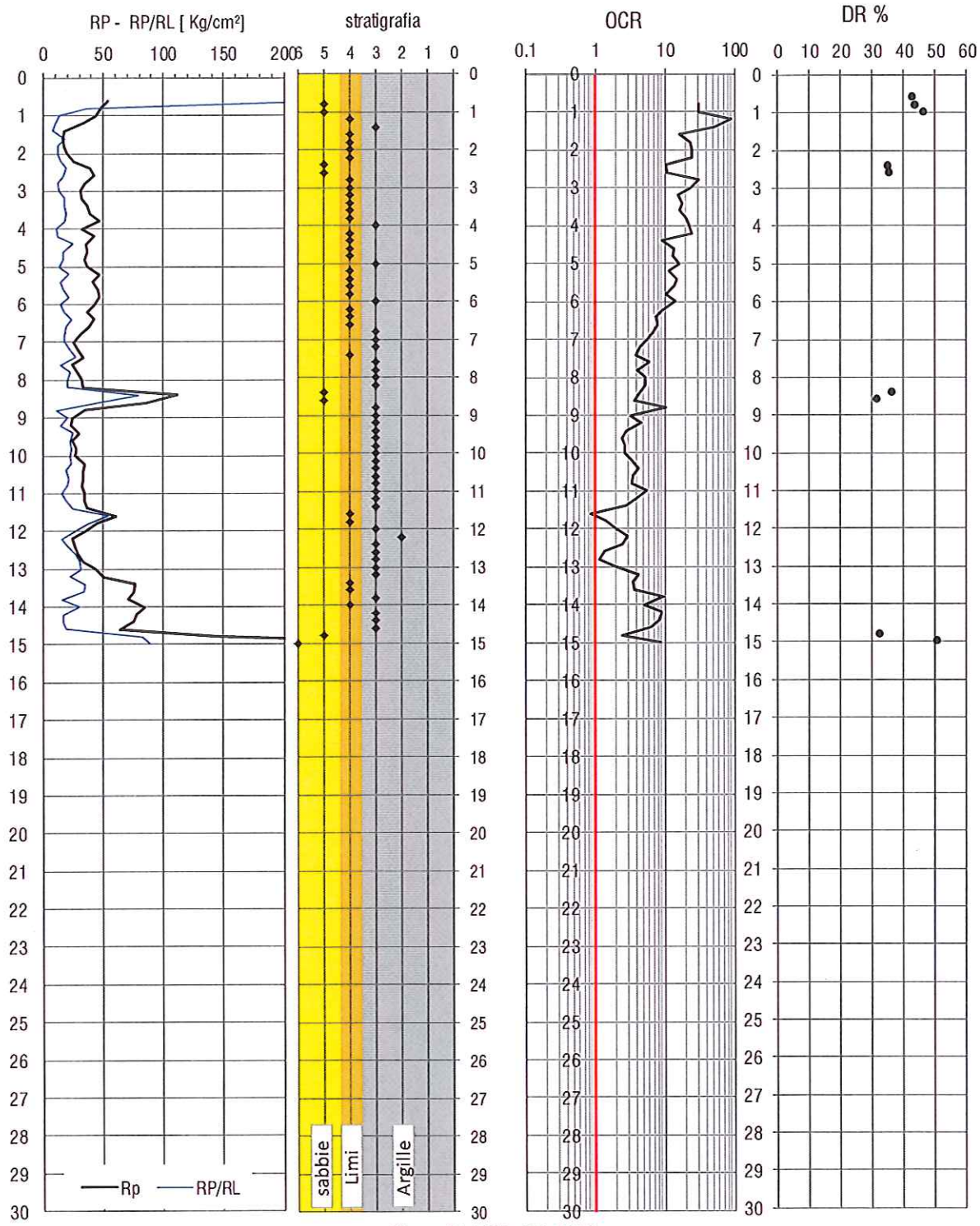


Figura 24- OCR e DR CPT.6

Committente **Mussini Silvana**

Dott.Geol. GEMELLI FRANCO Sondaggio **7**

Viale Milano 21, Sassuolo (MO). Tel. 0536 - 870085 Località **Cadiroggio**

Falda **NR** Le variabile sono espresse in Kg/cm²

Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs	Prof	L1 qc	L2 qc+RL	fs
0.2				10.2	21	30	0.60				
0.4				10.4	21	29	0.53				
0.6	22	28	0.40	10.6	28	46	1.20				
0.8	28	46	1.20	10.8	37	52	1.00				
1	22	46	1.60	11	32	52	1.33				
1.2	19	42	1.53	11.2	38	59	1.40				
1.4	20	46	1.73	11.4	31	57	1.73				
1.6	22	46	1.60	11.6	35	57	1.47				
1.8	22	55	2.20	11.8	23	52	1.93				
2	23	64	2.73	12	19	30	0.73				
2.2	49	83	2.27	12.2	28	33	0.33				
2.4	35	78	2.87	12.4	22	35	0.87				
2.6	44	88	2.93	12.6	26	34	0.53				
2.8	39	88	3.27	12.8	28	45	1.13				
3	44	93	3.27	13	29	49	1.33				
3.2	45	84	2.60	13.2	26	41	1.00				
3.4	45	91	3.07	13.4	24	47	1.53				
3.6	47	92	3.00	13.6	19	37	1.20				
3.8	49	94	3.00	13.8	25	39	0.93				
4	45	93	3.20	14	35	46	0.73				
4.2	35	85	3.33	14.2	33	53	1.33				
4.4	32	76	2.93	14.4	148	179	2.07				
4.6	36	70	2.27	14.6	363	420	3.80				
4.8	42	71	1.93								
5	33	67	2.27								
5.2	31	68	2.47								
5.4	28	56	1.87								
5.6	28	57	1.93								
5.8	28	49	1.40								
6	24	50	1.73								
6.2	24	46	1.47								
6.4	37	56	1.27								
6.6	40	56	1.07								
6.8	33	55	1.47								
7	30	54	1.60								
7.2	35	50	1.00								
7.4	29	51	1.47								
7.6	31	50	1.27								
7.8	30	54	1.60								
8	160	189	1.93								
8.2	48	93	3.00								
8.4	27	69	2.80								
8.6	29	51	1.47								
8.8	22	32	0.67								
9	14	28	0.93								
9.2	21	28	0.47								
9.4	20	31	0.73								
9.6	16	29	0.87								
9.8	26	36	0.67								
10	18	40	1.47								

L1 = lettura che si riferisce alla resistenza alla punta "qc"

L2 = lettura che si riferisce alla somma della resistenza "qc" alla punta e di quella sul manicotto "RL"

fs= resistenza laterale locale = (L2-L1)*10/150

Figura 25 - letture di campagna CPT.7

Dott. Geol. ***GEMELLI FRANCO***
Via Milano 21, Sassuolo (MO)
Tel. 0536 870085

SOND.	FALDA	COMM.	LOC.
7	NR	*Mussini Silvana*	*Cadiroggio*

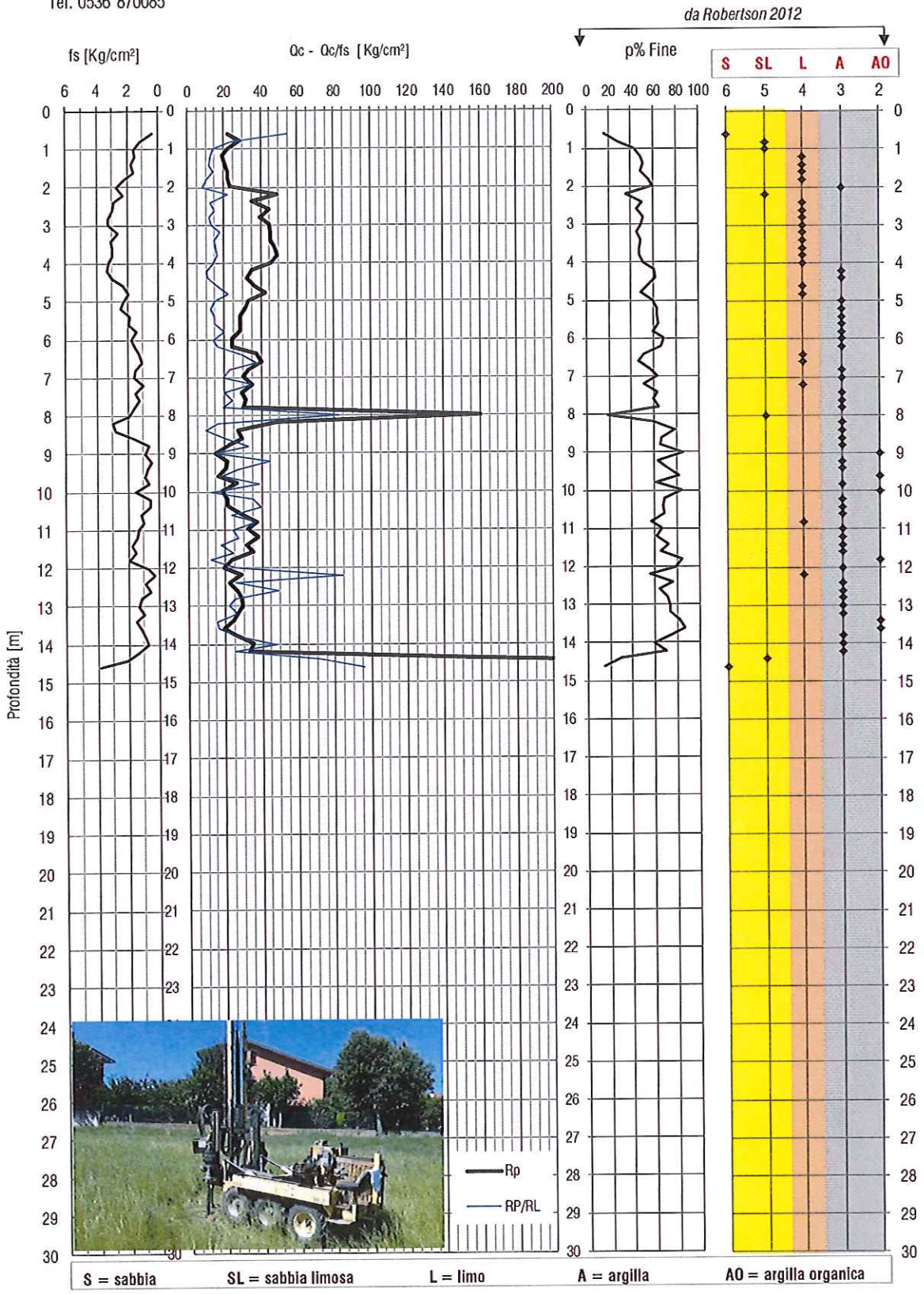


Figura 26 - resistenza e stratigrafia CPT.7

SONDAGGIO 7

Committente *Mussini Silvana*

Località *Cadiroggio*

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**
Via Milano 21, Sassuolo (MO)- 0536 870085

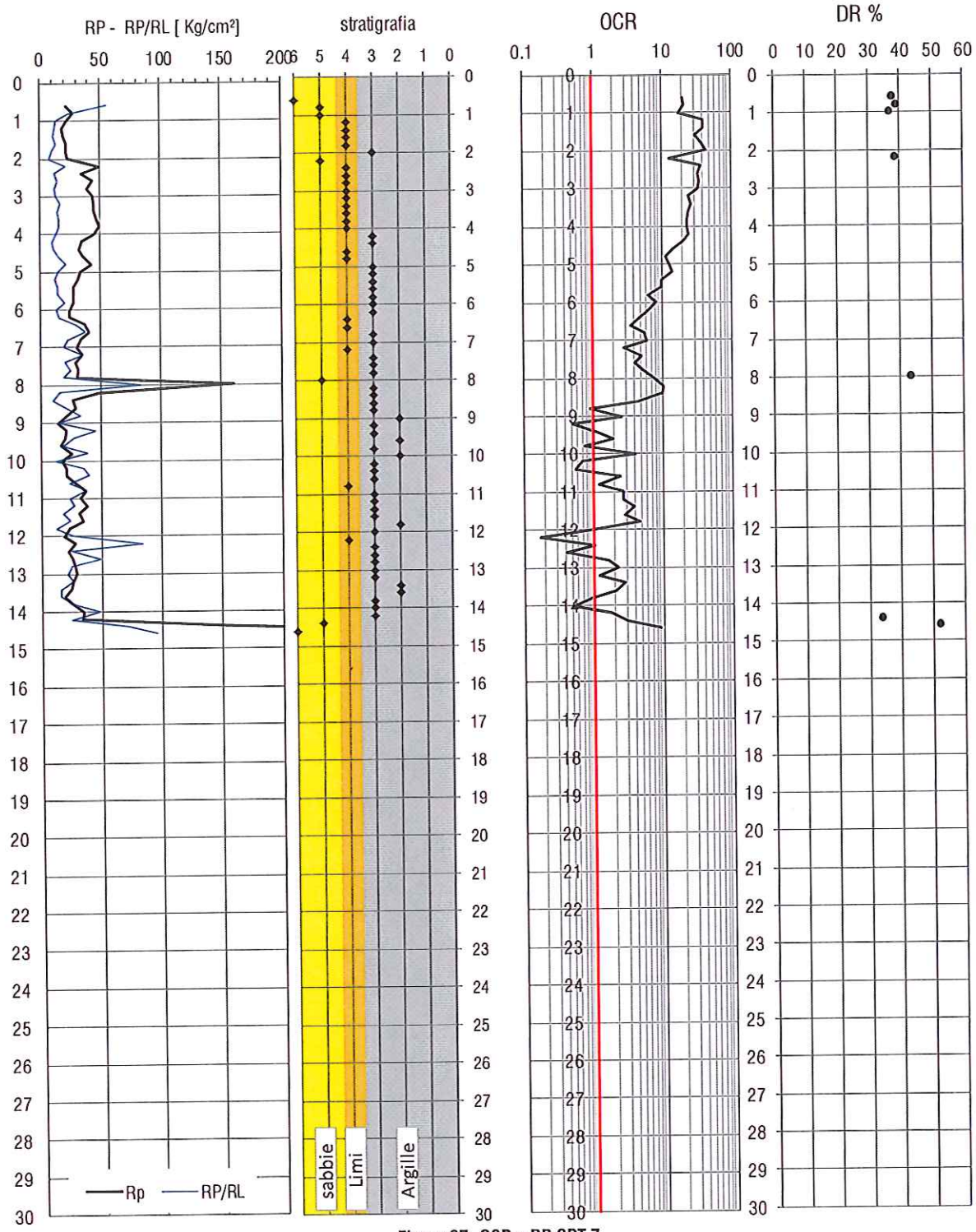


Figura 27- OCR e DR CPT.7

Idrogeologia

I sondaggi non hanno rilevato acqua di conseguenza, anche in presenza di interrati, non ci sarà nessuna interferenza con il corpo idrico sotterraneo.

Gli aspetti da considerare sono allora quelli relativi al controllo delle acque superficiali.
Al momento non è possibile valutare gli apporti ai collettori di raccolta in quanto mancano notizie sulle aree coperte (piazzali, strade, tetti) e quelli scoperti (giardini, parchi...) nell'ambito dei vari lotti.
Si può comunque fornire un dato che riguarda la piovosità e quindi la quantità d'acqua che interessa il comporto che sono da gestire attraverso collettori.

I dati pluviometrici vengono estrapolati dallo studio fatto da IDROSER (*progetto di piano per la salvaguardia e l'utilizzo ottimale delle risorse idriche in Emilia Romagna*) per la stazione di Sassuolo che , vista la vicinanza con Cadiroggio, possono essere considerati validi anche per il caso in oggetto.

Di seguito l'analisi statistica dei dati.

Il periodo di riferimento è centennale per cui:

$$H \text{ (in mm)} = 49{,}4 * t^{0.2716}$$

Dove con "t" si intende la durata in ore delle precipitazioni.

Una volta stabilito l'altezza della pioggia si può determinare la quantità d'acqua da defluire da ogni lotto attraverso la seguente relazione:

$$Q = h * A * Cr$$

Dove:
h = precipitazione critica [m]
A = area [m^2]
Cr = coefficiente di scorrimento posto uguale a 0,9 per le coperture , 0,8 per i piazzali e 0,48 per la parte verde

Tabella 1 - Valori per ciascuna durata t, della media $\mu(h)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(h)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

N =	14	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		21.21	30.17	38.82	53.68	73.85
$\sigma(h_t)$		10.71	10.29	10.16	13.11	18.28
$\alpha_t = 1{,}283/\sigma(h_t)$		0.12	0.12	0.13	0.10	0.07
$u_t = \mu(h_t) - 0{,}45\sigma(h_t)$		16.40	25.54	34.25	47.78	65.63

Tabella 2 - Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	h_{max} =	35.17	43.59	52.07	70.77	97.68
30 anni	h_{max} =	44.64	52.68	61.06	82.36	113.83
50 anni	h_{max} =	48.95	56.84	65.16	87.65	121.21
100 anni	h_{max} =	54.78	62.44	70.69	94.78	131.15
200 anni	h_{max} =	60.58	68.02	76.20	101.89	141.06

Tabella 3 -

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$
10 anni	→ h=32.395xt^0.3202
30 anni	→ h=40.606xt^0.2924
50 anni	→ h=44.353xt^0.2827
100 anni	→ h=49.406xt^0.2716
200 anni	→ h=54.44xt^0.2624

Figura 28 - elaborazione statistica dei dati pluviometrici

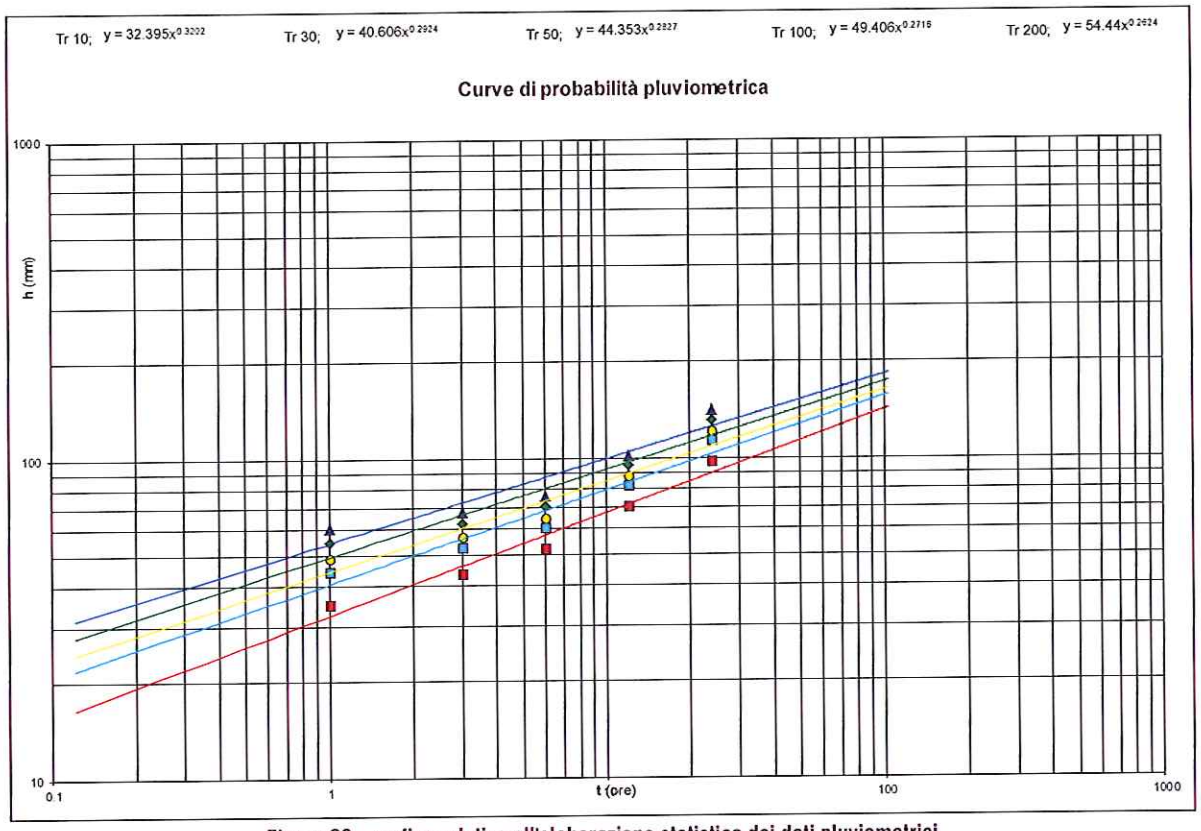


Figura 29 - grafico relativo all'elaborazione statistica dei dati pluviometrici

RISCHIO SISMICO

La carta che segue è un estratto del PTCP di 2010 della Provincia di Reggio Emilia.
Da essa risulta che la zona dell'intervento cade in un settore per il quale viene richiesta la determinazione dell'amplificazione stratigrafica.

A
B
C
D
E
F
G
H

		EFFETTI ATTESI				
		AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
CLASSI	A	X		X		
	B	X	X	X		
	C	X				
	D	X	X			
	E		X			
	F	X				X
	G	X			X (potenziale)	
	H					

da PTCP 2010 di RE

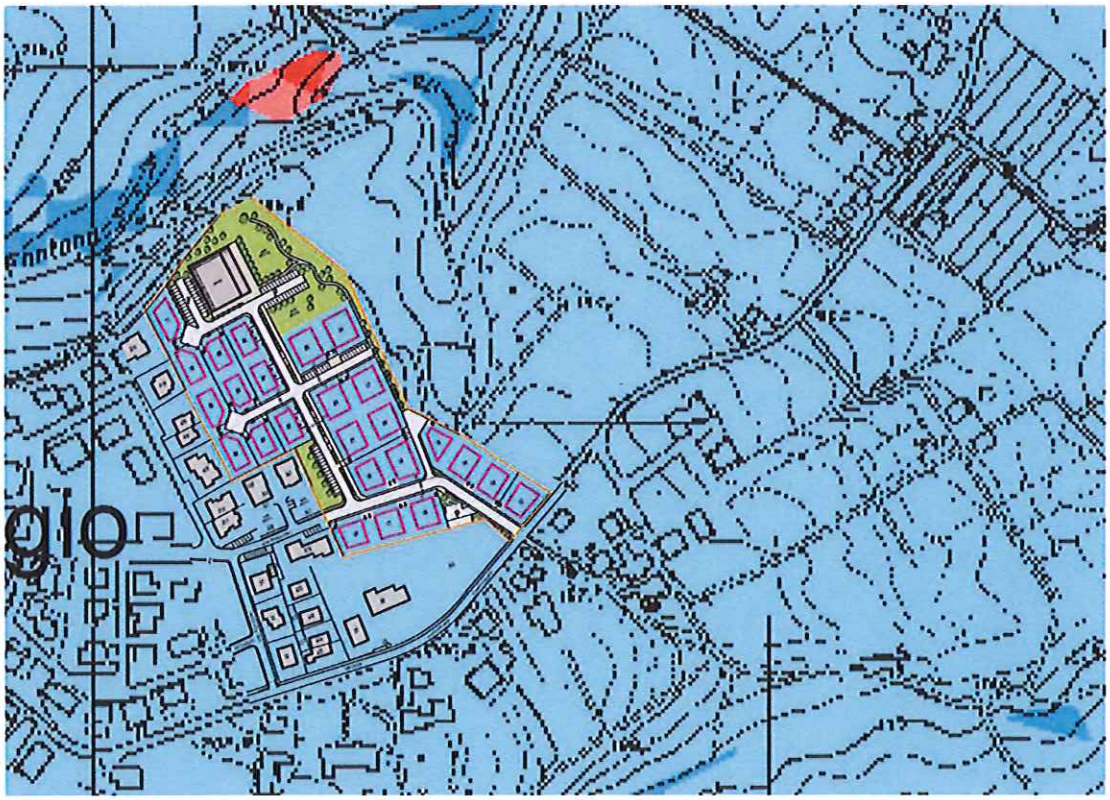
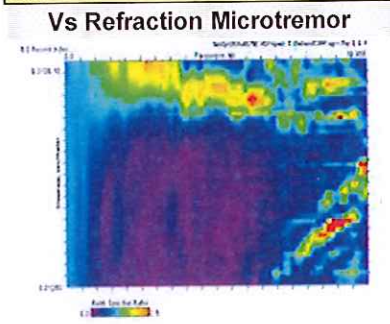


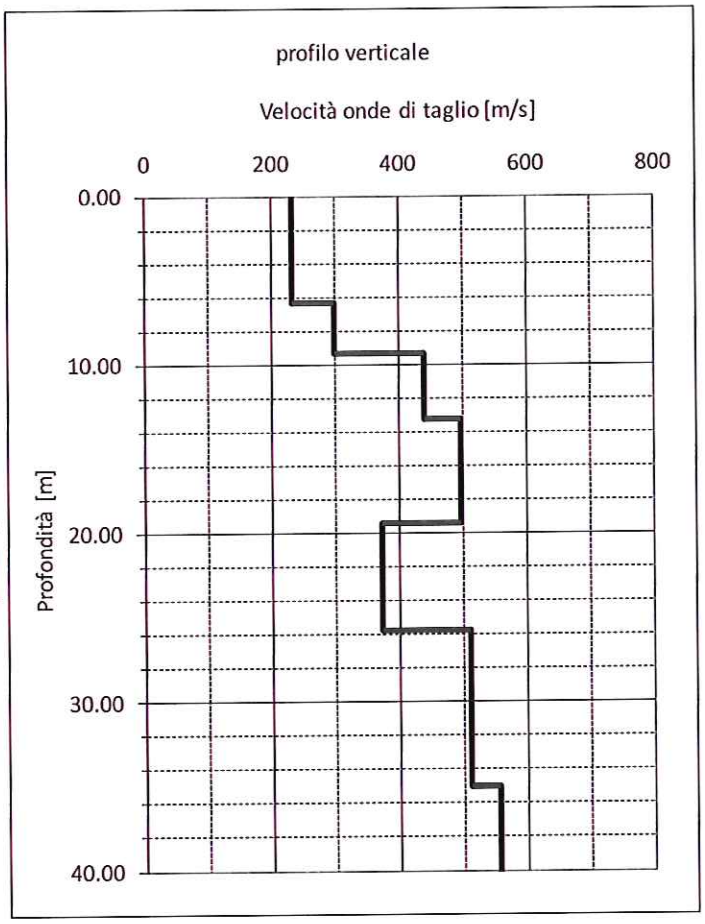
Figura 30- rischio sismico (da PTCP 2010 di RE)

Categoria sismica del sito

I tabulati che seguono restituiscono una Vs_{30} che varia da 370 a 372 m/s pertanto la categoria del sito è "B".

strati	Prof.	H	Vs	tempi
1	6.31	5.31	234	0.0226928
2	9.34	3.02	300	0.0100675
3	13.24	3.91	441	0.0088646
4	19.45	6.20	498	0.0124491
5	25.80	6.36	375	0.016969
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
ULTIMO	31.00	5.20	512	0.0101425
Somma tempi				0.0811855
Vs30				370
CLASSE				B





località Cadiroggio Prof. Posa Fond. 1 Sond. N° N.1

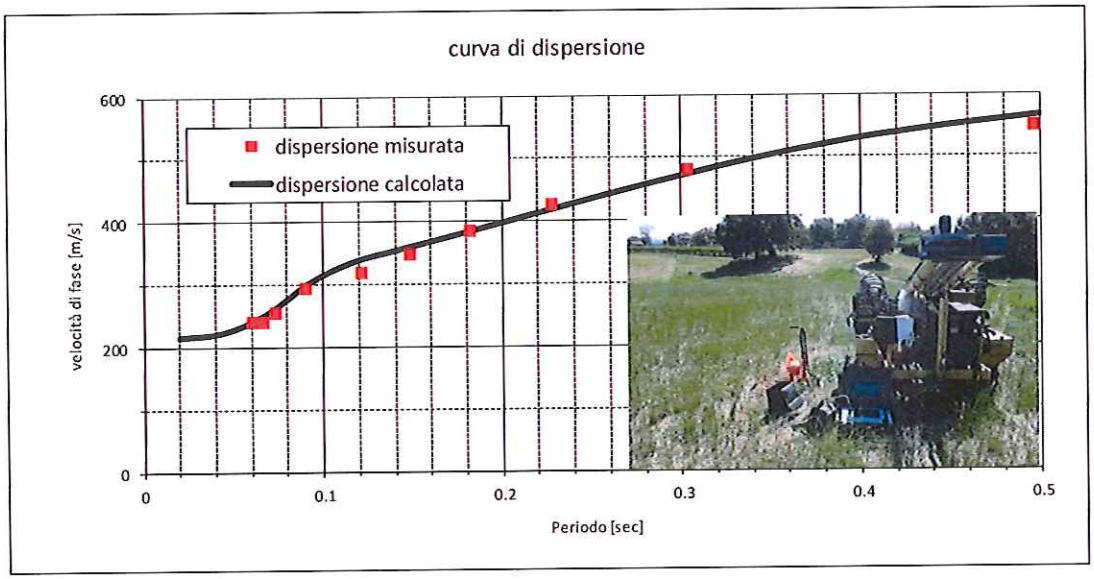
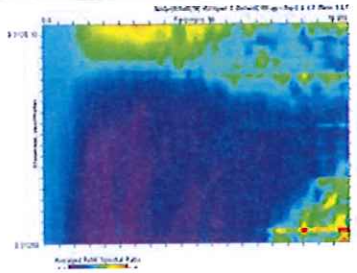
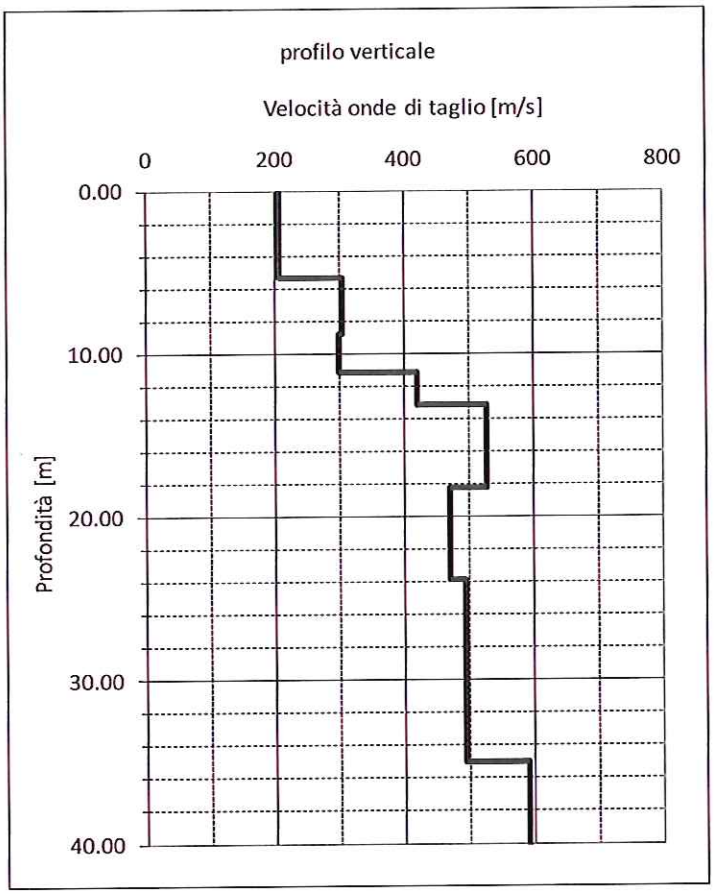


Figura 31 - Vs30 Remi n.1

strati	Prof.	H	Vs	tempi
1	5.32	4.32	207	0.0208107
2	8.83	3.51	305	0.0115104
3	11.11	2.29	301	0.0076072
4	13.16	2.05	422	0.004854
5	18.23	5.07	529	0.0095805
6	23.87	5.64	471	0.0119616
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
ULTIMO	31.00	7.13	496	0.0143733
Somma tempi				0.0806976
Vs30				372
CLASSE				B

Vs Refraction Microtremor





località Cadiroggio Prof. Posa Fond. 1 Sond. N° N.2

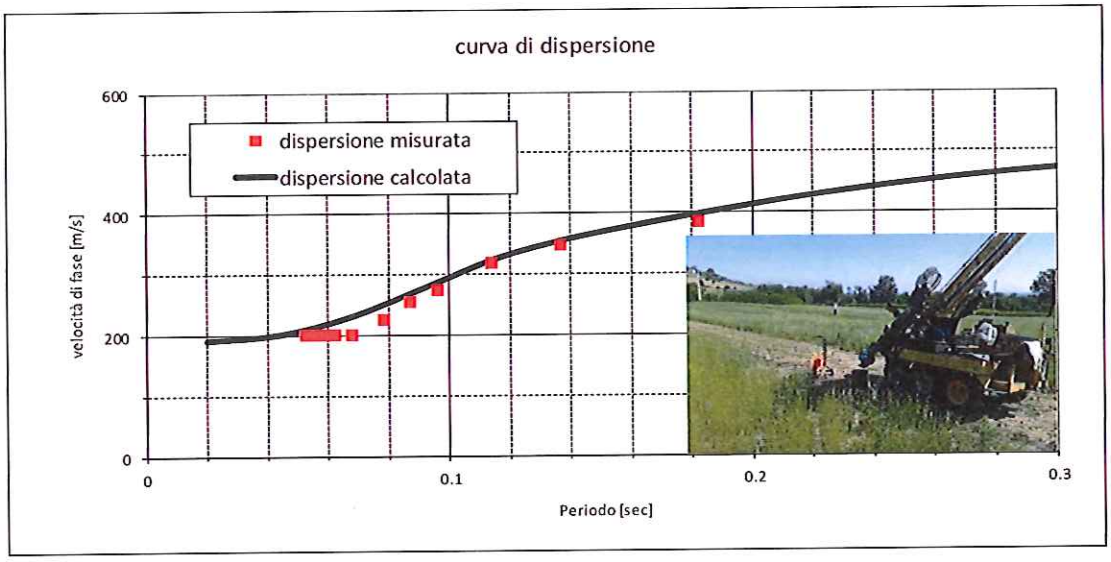


Figura 32- Vs30 da ReMi n.2

Come si può osservare , le "Vs" subiscono una repentina crescita a partire dai 10-12.00 m, ossia dal momento in cui si incontrano le ghiaie grossolane e il substrato pliocenico che comunque restituisce valori di "Vs" mai superiori agli 800 m/s.

Amplificazione stratigrafica

Si ricorre a due metodologie:

1) tabelle emanate dalla Regione Emilia Romagna (2007) utilizzando quella che si riferisce al substrato avente "Vs" inferiore agli 800 m/s.

Ricorrendo alle relazioni che legano "qc" a "Vs" (*Mayne, Robertson,Baldi, Hegazy*) si determina per ogni sondaggio il valore medio di "Vs" della copertura limo-argillosa e/o sabbiosa considerando rigide le ghiaie grossolane dense che si trovano a contatto con le argille plioceniche.

Successivamente si valuta l'amplificazione per ogni sondaggio.

Di seguito i tabulati .

Risultati:

SONDAGGI	1	2	3	4	5	6	7
FA PGA	2	2.3	2.3	2	1.8	2	2.3

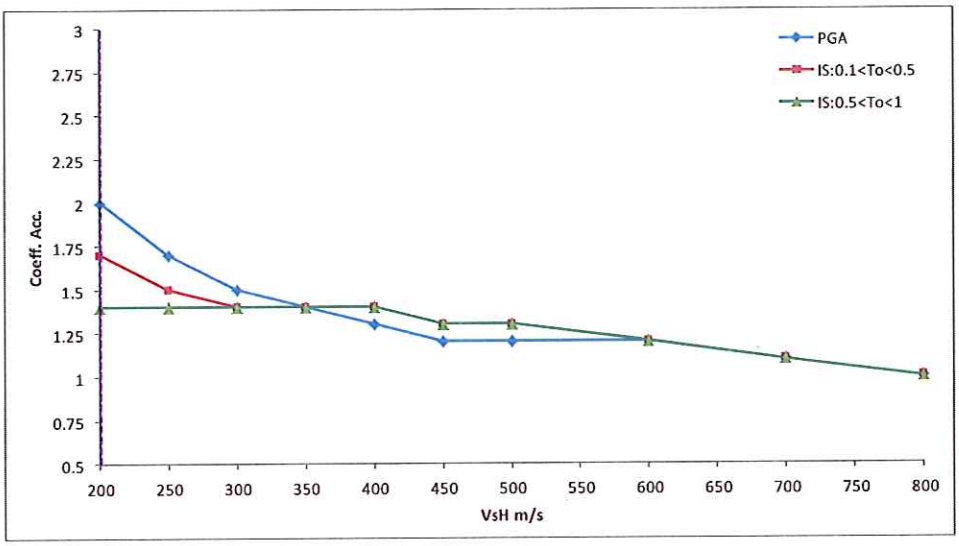
Figura 33 - amplificazione sismica stratigrafica

	Vs (m/s) della copertura						
prof	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
0.6	112	98	98	113	103	101	98
0.8	135	113	116	126	152	134	124
1	217	133	128	204	135	158	131
1.2	217	207	171	158	153	241	178
1.4	223	189	192	248	170	178	186
1.6	219	160	203	182	171	161	193
1.8	197	173	216	183	199	173	201
2	192	263	220	198	163	190	211
2.2	197	245	229	212	252	210	179
2.4	195	239	235	221	258	175	254
2.6	199	240	266	397	278	185	282
2.8	206	264	251	235	277	253	272
3	201	234	197	389	265	241	287
3.2	204	226	209	391	247	239	286
3.4	207	251	305	355	238	259	291
3.6	163	261	300	370	258	265	297
3.8	238	202	214	346	199	295	303
4	224	281	313	368	315	255	296
4.2	228	285	268	230	332	292	270
4.4	241	226	278	306	346	254	258
4.6	244	231	206	307	365	266	265
4.8	264	223	190	278	265	261	279
5	272	217	184	271	416	275	258
5.2	248	221	217	257	411	297	255
5.4	244	225	164	267	274	288	239
5.6	265	231	199	261	366	301	241
5.8	263	243	178	322	376	300	235
6	277	245	163	233	402	298	227
6.2	286	240	178	226	399	273	224
6.4	286	359	183	263	397	287	262
6.6	269	247	236	268	434	275	268
6.8	274	362	241	300	408	253	255
7	289	357	208	300	357	233	248
7.2		346	231	293	358	241	255
7.4		241	216	255	382	253	244
7.6		240	195	235	231	231	248
7.8		247	243	240	332	243	251
8		253	273	244	335	258	271
8.2		250	300	282	296	262	320
8.4		241	330	296	347	254	256
8.6		248	324	310	240	253	248
8.8		367	347	332	275	282	210
9		276	349	353	267	228	183
9.2		261	362	382	318	231	201
9.4		267	397	375	264	249	205
9.6		271	392	392	291	227	192
9.8		302	363	407	339	244	226
10		285	292	417	328	241	211
10.2		276	314	368	369	271	207
10.4		302	312	388	400	269	206
10.6		298	294		396	267	245
10.8		179	287		376	264	270
11		270	234		322	283	261
11.2					339	274	281
11.4					343	280	265
11.6					377	338	274
11.8					350	299	241
12					323	272	206
12.2					301	239	227
12.4					260	248	222
12.6					281	251	228
12.8					293	264	249
13						302	256
13.2						331	240
13.4						391	242
13.6						391	218
13.8						405	236
14						418	265
14.2						422	271
14.4						414	
14.6						381	
14.8						306	
media Vs (m/s)	*227*	*247*	*246*	*287*	*302*	*266*	*239*
H (m)	*7.00*	*11.00*	*11.00*	*10.40*	*12.80*	*14.80*	*14.20*

Figura 34 - determinazione delle VS dalle prove CPT

Appennino e margine appenninico con "Vs" substrato minore di 800 m/s Tabella RER -2007

VsH m/s	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
PGA	2	1.70	1.50	1.40	1.30	1.20	1.20	1.20	1.10	1.00
IS:0.1<To<0.5	1.7	1.50	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30	1.20	1.10	1.00
IS:0.5<To<1	1.4	1.40	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30	1.20	1.10	1.00
H (m)	7		VsH (m/s)	227						

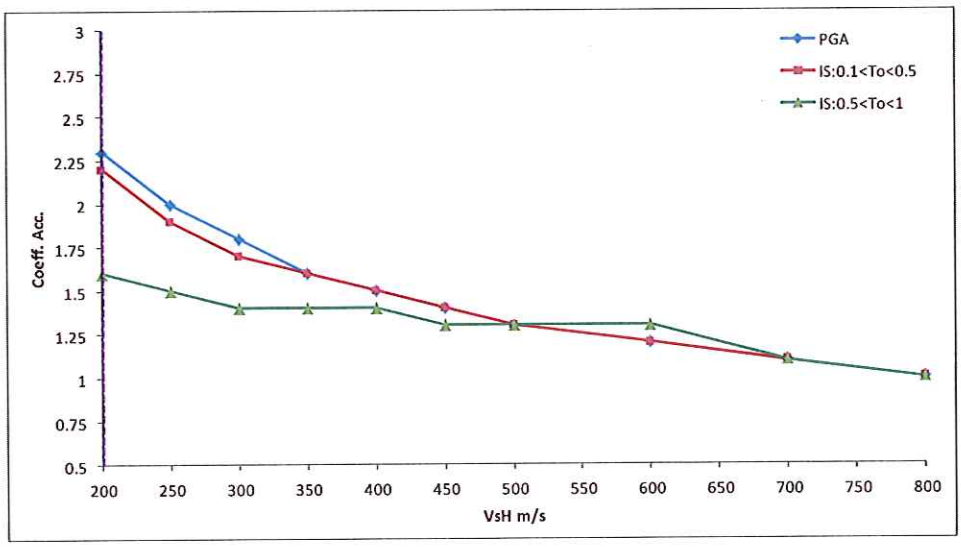


Risultati	PGA	2.00	IS:0.1<To<0.5	1.70	IS:0.5<To<1	1.40

Figura 35 - FA PGA (da RER) per la CPT.1

Appennino e margine appenninico con "Vs" substrato minore di 800 m/s Tabella RER -2007

VsH m/s	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
PGA	2.3	2.00	1.80	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
IS:0.1<To<0.5	2.2	1.90	1.70	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
IS:0.5<To<1	1.6	1.50	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30	1.30	1.10	1.00
H (m)	11		VsH (m/s)	247						

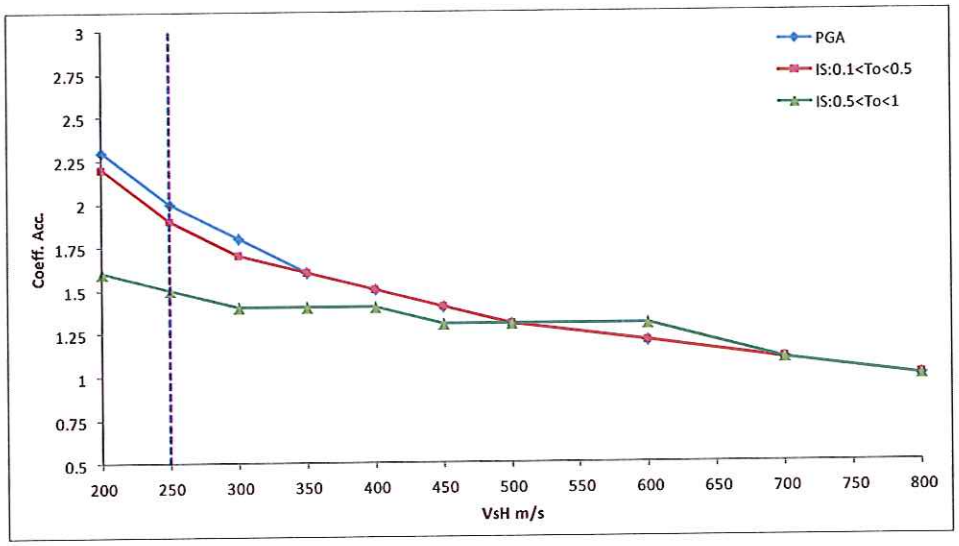


Risultati	PGA	2.30	IS:0.1<To<0.5	2.20	IS:0.5<To<1	1.60

Figura 36- FA PGA (da RER) per la CPT.2 e CPT.3

Appennino e margine appenninico con "Vs" substrato minore di 800 m/s Tabella RER -2007

VsH m/s	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
PGA	2.3	2.00	1.80	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
IS:0.1<To<0.5	2.2	1.90	1.70	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
IS:0.5<To<1	1.6	1.50	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30	1.30	1.10	1.00
H (m)	10.4		VsH (m/s)	287						

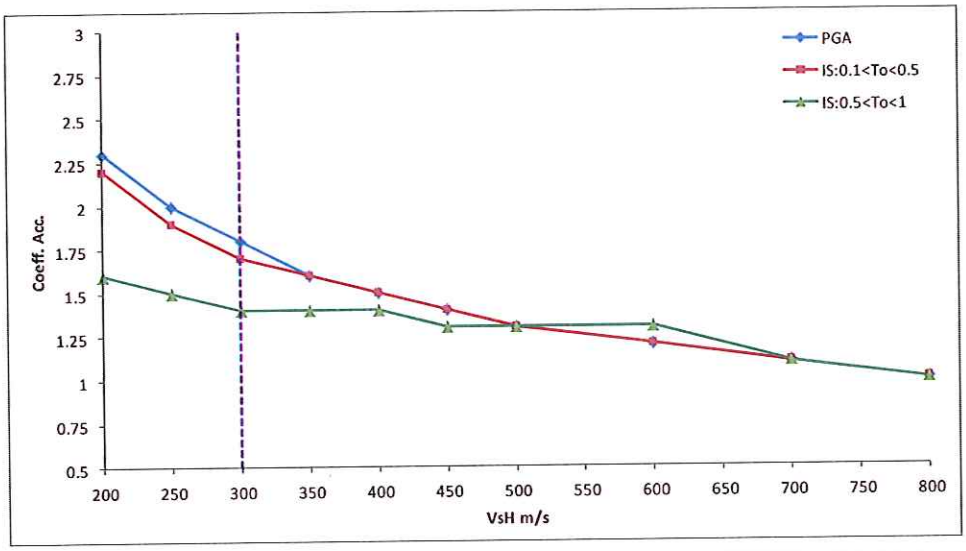


Risultati	PGA	2.00	IS:0.1<To<0.5	1.90	IS:0.5<To<1	1.50

Figura 37 - FA - PGA (da RER) per la CPT.4

Appennino e margine appenninico con "Vs" substrato minore di 800 m/s Tabella RER -2007

VsH m/s	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
PGA	2.3	2.00	1.80	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
IS:0.1<To<0.5	2.2	1.90	1.70	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
IS:0.5<To<1	1.6	1.50	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30	1.30	1.10	1.00
H (m)	12.8		VsH (m/s)	302						

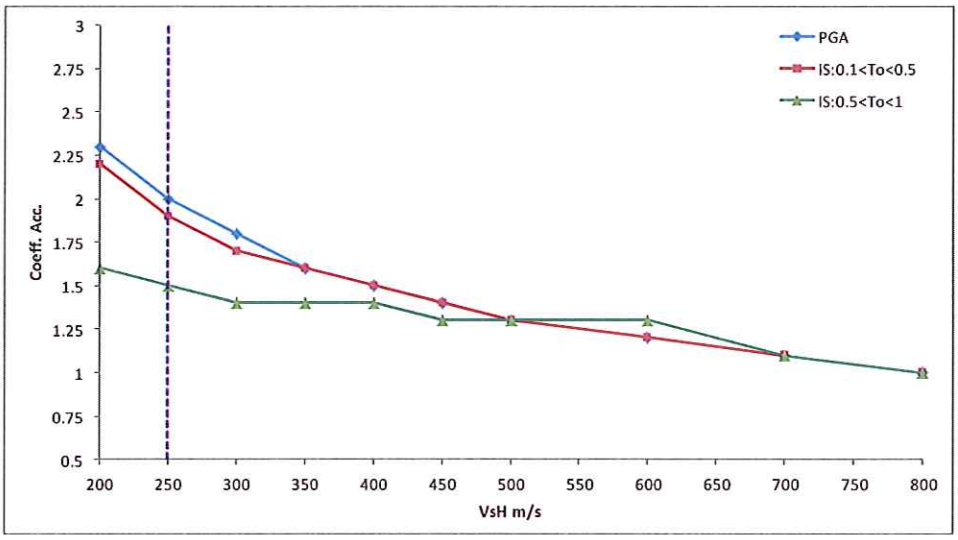


Risultati	PGA	1.80	IS:0.1<To<0.5	1.70	IS:0.5<To<1	1.40

Figura 38 - FA PGA (da RER) per la CPT.5

Appennino e margine appenninico con "Vs" substrato minore di 800 m/s Tabella RER -2007

VsH m/s	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
PGA	2.3	2.00	1.80	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
IS:0.1<To<0.5	2.2	1.90	1.70	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
IS:0.5<To<1	1.6	1.50	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30	1.30	1.10	1.00
H (m)	14.8		VsH (m/s)	266						

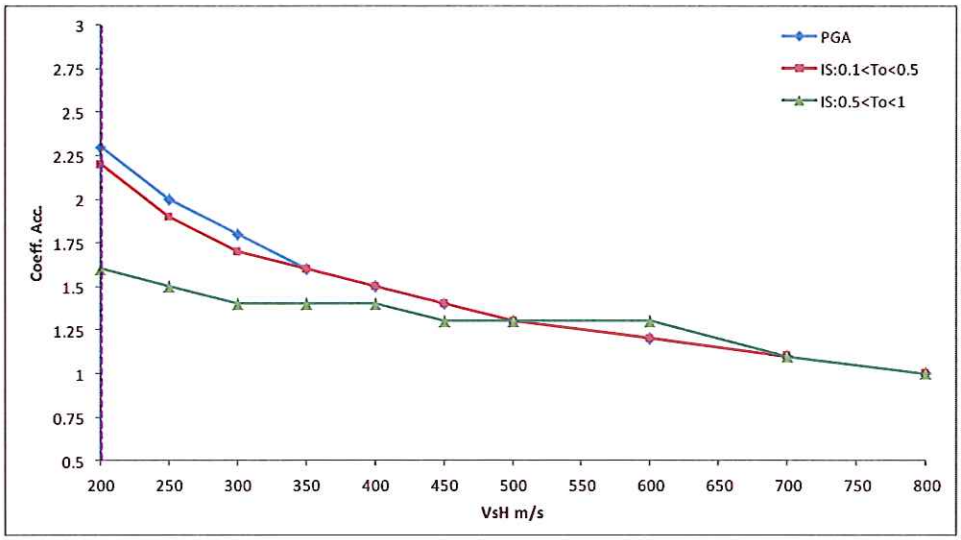


Risultati	PGA	2.00	IS:0.1<To<0.5	1.90	IS:0.5<To<1	1.50

Figura 39 - FA PGA (da RER) per la CPT.6

Appennino e margine appenninico con "Vs" substrato minore di 800 m/s Tabella RER -2007

VsH m/s	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
PGA	2.3	2.00	1.80	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
IS:0.1<To<0.5	2.2	1.90	1.70	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
IS:0.5<To<1	1.6	1.50	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30	1.30	1.10	1.00
H (m)	14.2		VsH (m/s)	239						



Risultati	PGA	2.30	IS:0.1<To<0.5	2.20	IS:0.5<To<1	1.60

Figura 40 - FA PGA (da RER) per la CPT.7

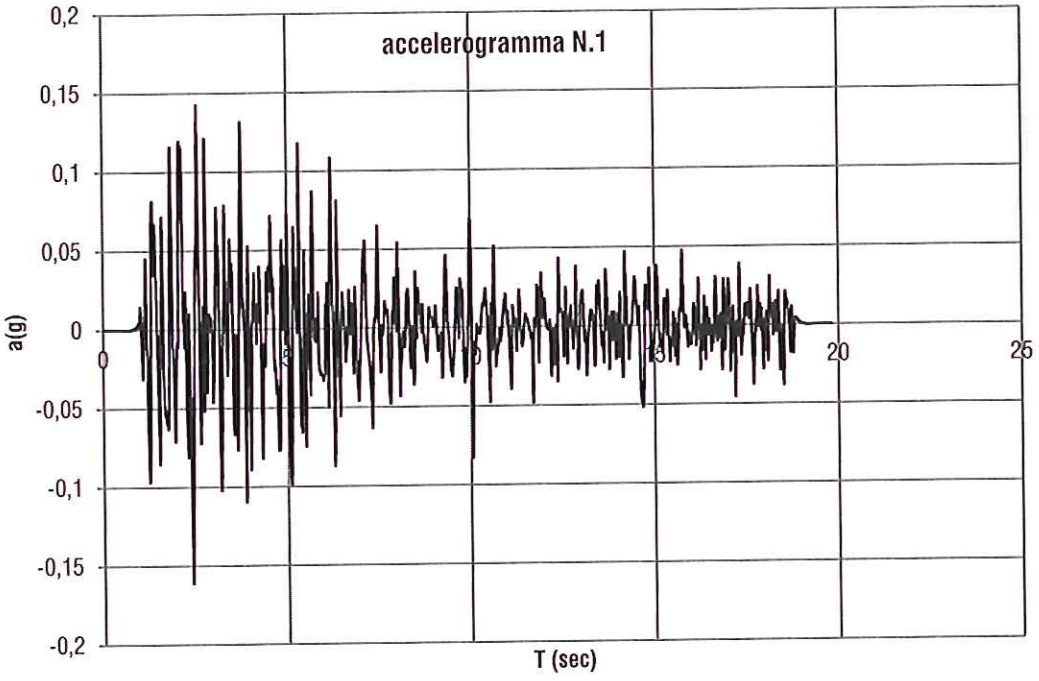
2) analisi accelerogrammi RER

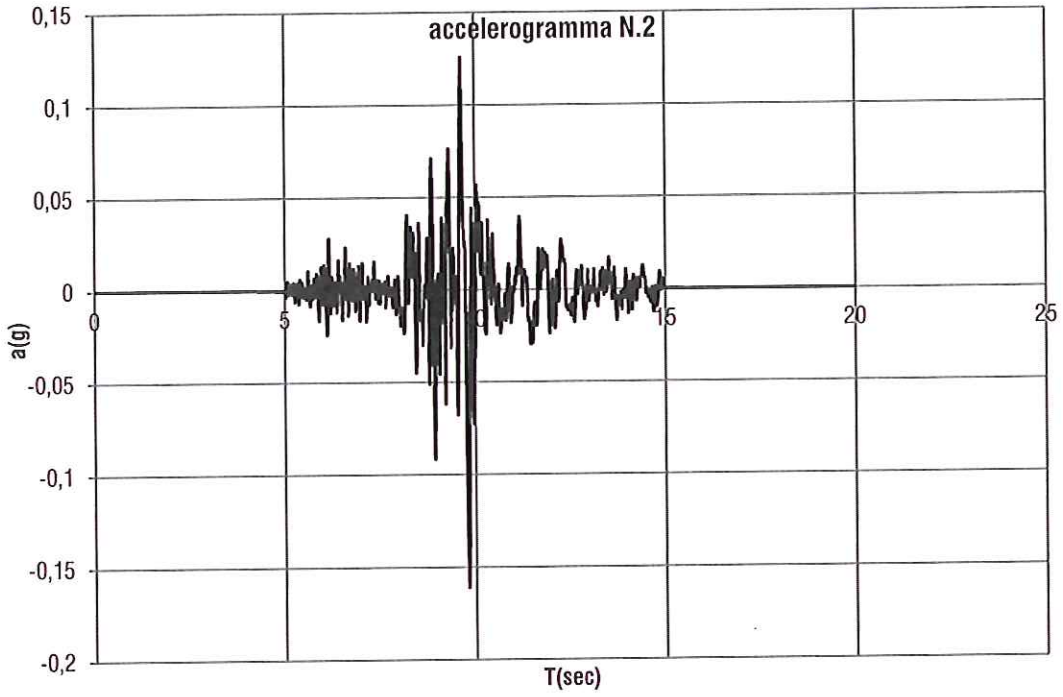
Si adotta il software EERA (*Bardet et al. 2000*) con i dati di due sondaggi: la CPT1 che identifica uno spessore della copertura in 7.00 m circa e la CPT7 che lo rileva verso i 15.00 m .

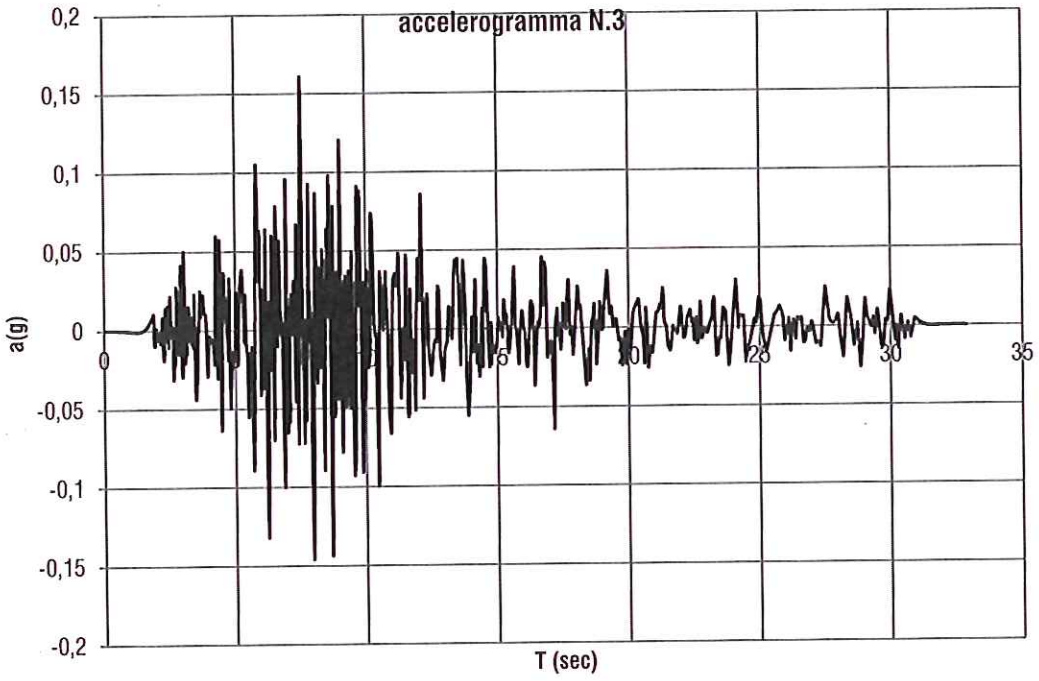
In questo caso a livello di input vengono inseriti i parametri (p.s. ; Vs; spessori delle facies..) specifici di ogni sondaggio.

Dei tre accelerogrammi (*banca dati accelerometrica "European Strong Motion database*) messi a disposizione dalla RER per Castellarano , incrociando un po' i dati, per il calcolo è stato utilizzato l'accelerogramma n.1 con la CPT1 e l'accelerogramma n.3 per la CPT7 .

accelerogrammi (RER)




accelerogramma N.2
0,15
0,1
0,05
0
-0,05
-0,1
-0,15
-0,2
a(g)
0
5
15
20
25
T(sec)


accelerogramma N.3
0,2
0,15
0,1
0,05
0
-0,05
-0,1
-0,15
-0,2
a(g)
0
30
35
T (sec)

Parametri di calcolo

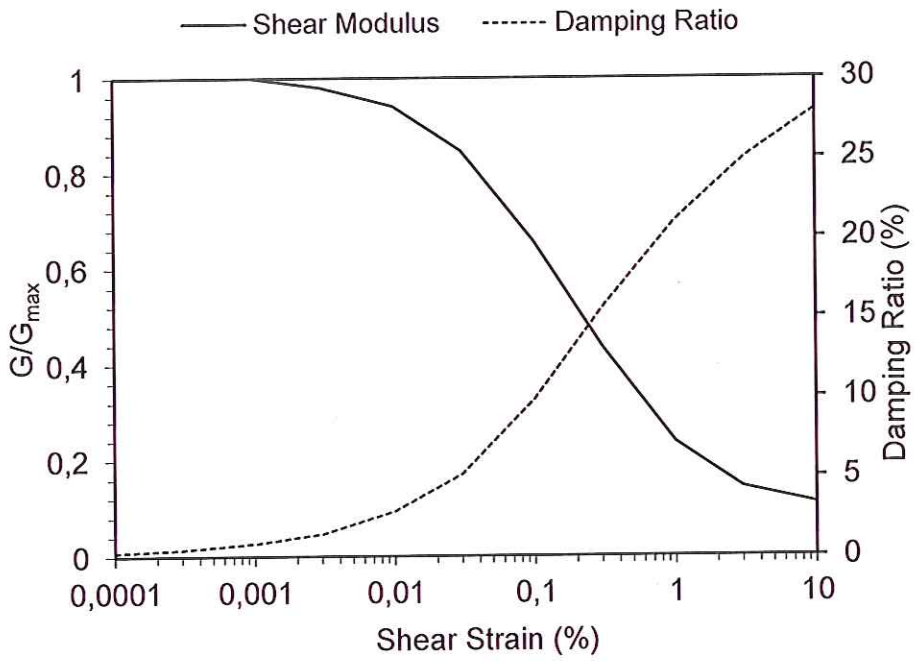


Figura 41- decadimento del modulo terreno argilloso

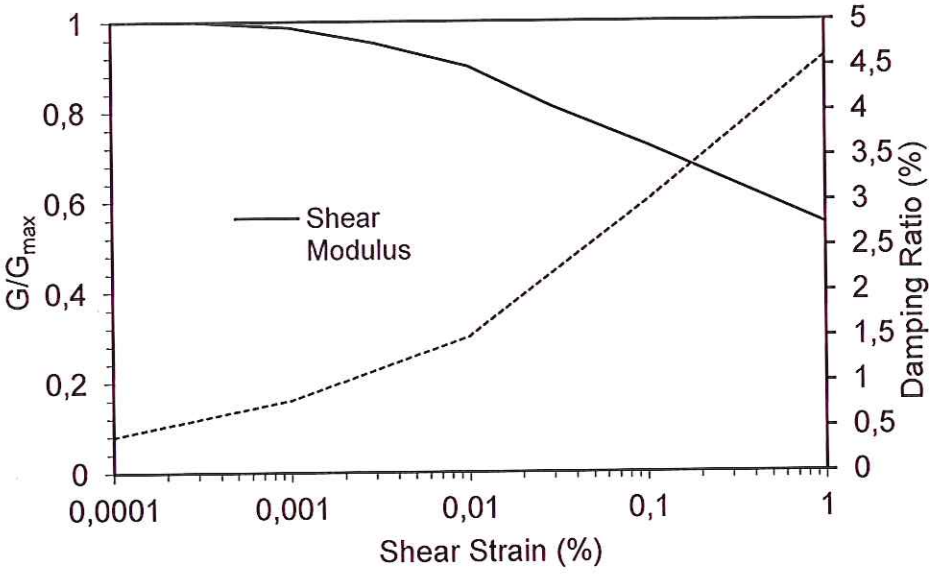
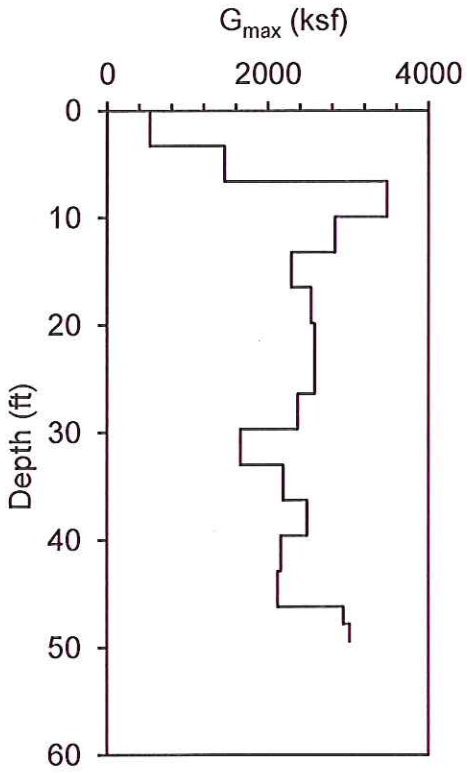


Figura 42- decadimento modulo substrato



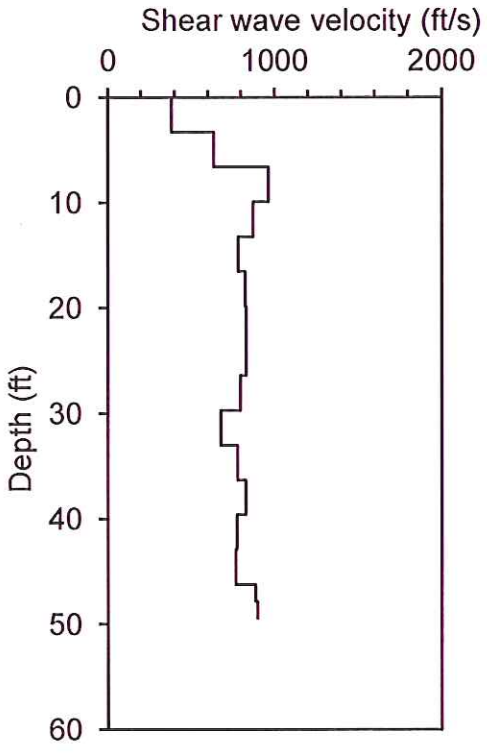
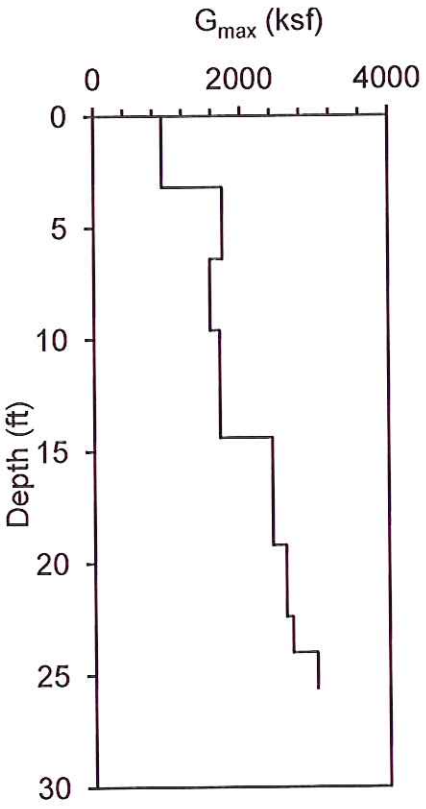


Figura 43- andamento di Gmax. e Vs con la profondità CPT.7



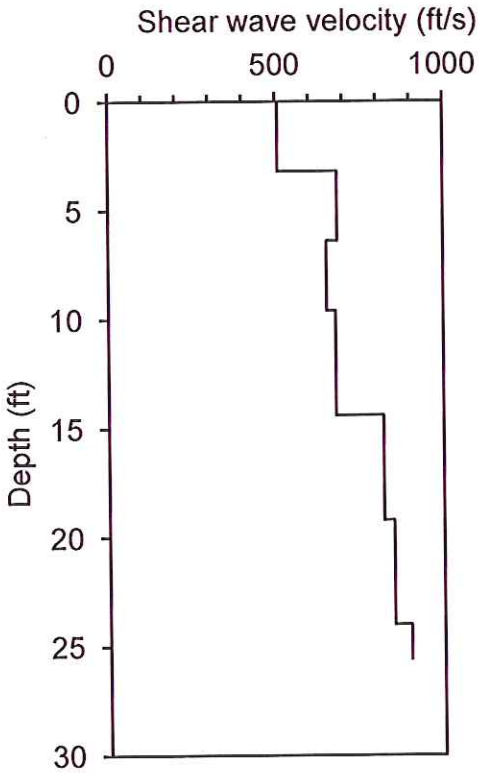
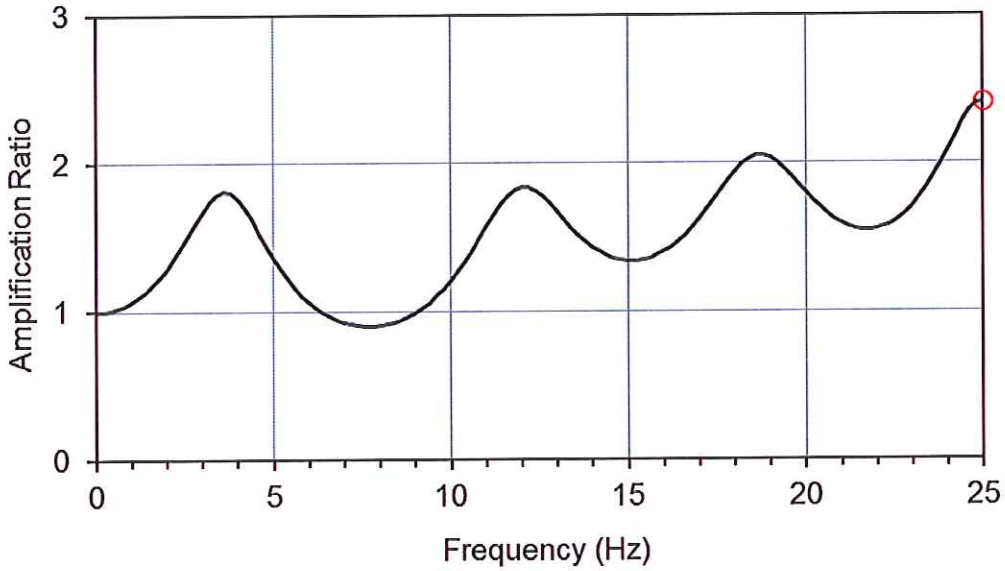
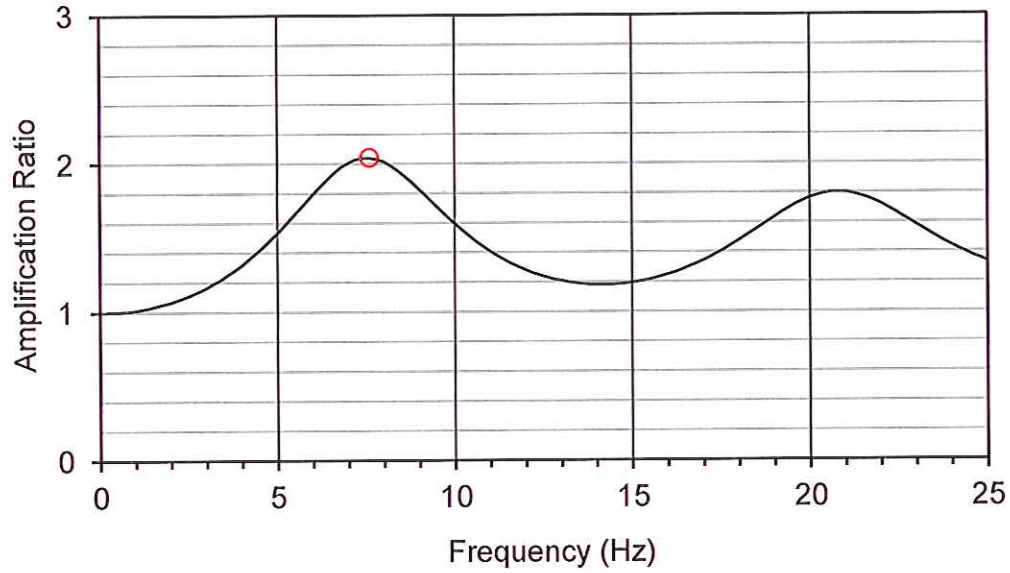


Figura 44- andamento di Gmax. e Vs con la profondità CPT.1

Determinazione dell'amplificazione stratigrafica con CPT 7 (spessore copertura) 15.00 m .



Determinazione dell'amplificazione stratigrafica con CPT 1 (spessore copertura) 7.00 m .



Confrontando questi valori con quelli determinati al punto 1) si evince che c'è una perfetta corrispondenza . Questo significa che anche per gli altri punti non valutati i valori trovati e riportati a PAG.38 sono considerarsi attendibili.

Magnitudo

Dal DISS 3.1. dell'INGV, di cui di seguito un estratto, il sito in oggetto si colloca all'interno della sorgente sismogenetica ITCS046 Langhirano – Sassuolo per la quale è prevista una magnitudo di 5,9.

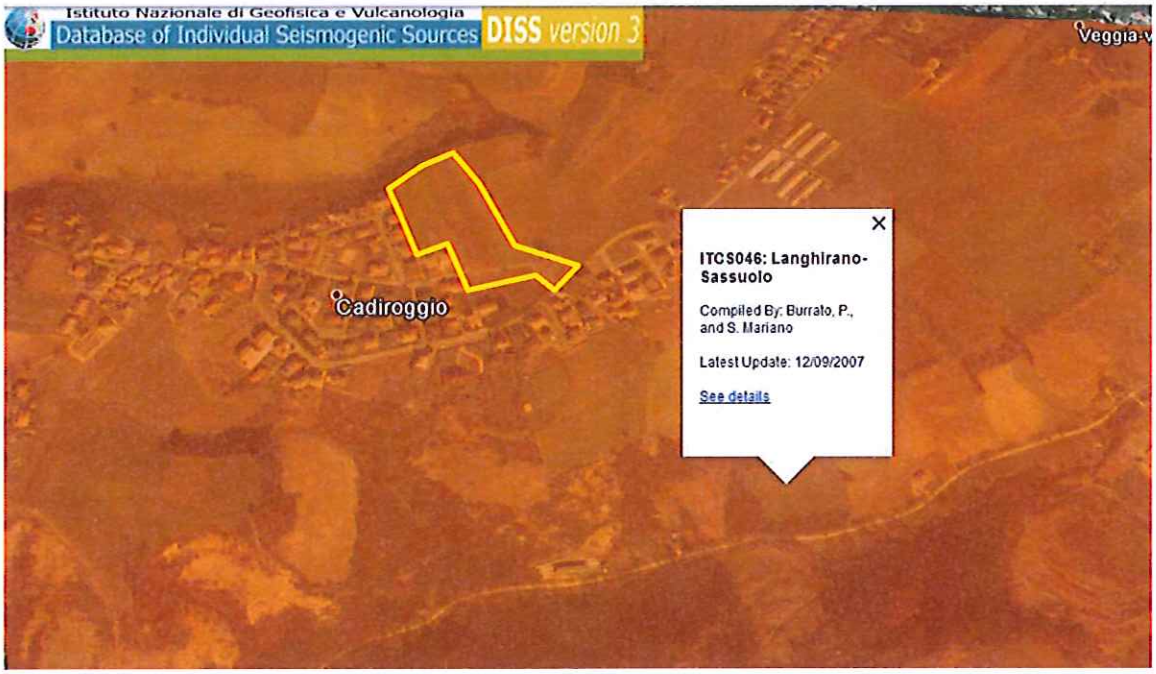


Figura 45 - sorgente sismogenetica (da INGV)

Accelerazione substrato.

La figura che segue è un estratto della mappa della pericolosità sismica redatta dall'INGV.

Essa riporta i *range* dell'accelerazione al substrato rigido : a(g) = 0,15 – 0,175.

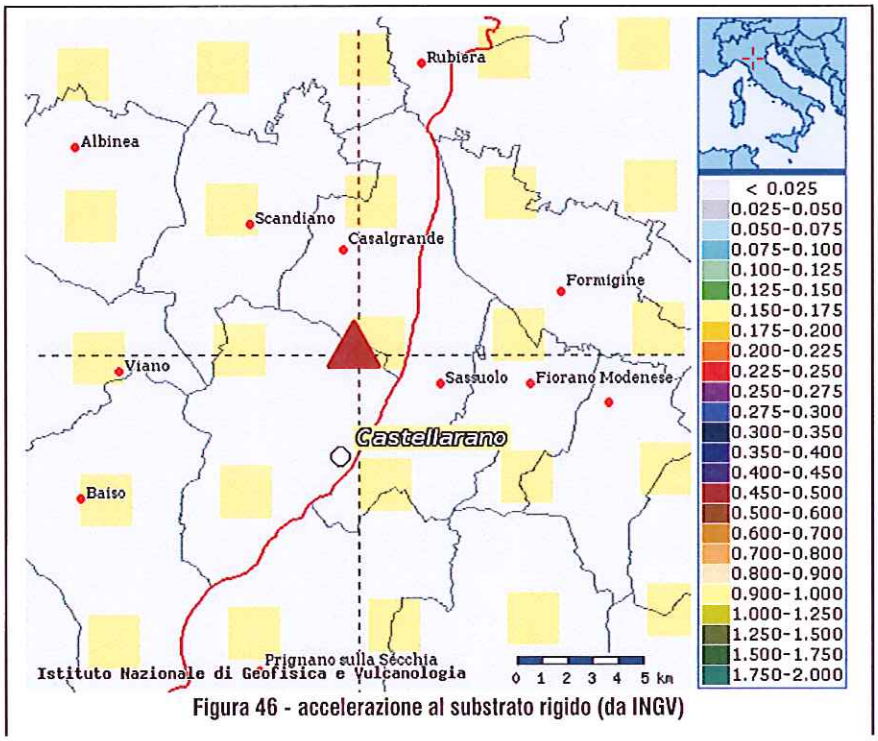


Figura 46 - accelerazione al substrato rigido (da INGV)

Secondo le NTC 2008 il comune di Castellarano presenta la seguente sismicità di base:

VITA DELLA STRUTTURA			
Vita nominale	V_N	50	[anni]
Classe d'uso	C_U	II	
Vita di riferimento	V_R	50	[anni]

CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO		
Topografia		T1
Coeff. topografico	S_T	1.0
Categoria suolo		B

	SL	P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_C^*
sle	Operatività	81%	30	0.525	2.48	0.25
sle	Danno	63%	50	0.653	2.49	0.26
slu	Salv. Vita	10%	475	1.617	2.42	0.29
slu	Collasso	5%	975	2.034	2.42	0.30

Figura 47 - sismicità di base caratteristica di Castellarano (NTC 2008)

L'accelerazione che riguarda il substrato rigido è pari a 0.167, ossia un valore compreso nella forbice sopra riportata.

Accelerazione al suolo.

Il valore al suolo si ottiene :

$a(g)_{SUOLO} = a(g)_{SUBSTRATO} * ST * SS$

dove $a(g)_{SUBSTRATO} =$ 0.1617

SS = varia come da tabella riportata a PAG. 37

ST = 1.00 in quanto l'area è pianeggiante

liquefazione

Il fenomeno della liquefazione avviene quando la magnitudo del sisma è uguale o superiore a 5.5 , quando l'accelerazione al suolo a(g) è uguale o superiore a 0,2 , quando i depositi sabbiosi a bassa densità relativa si trovano a profondità inferiori o uguale a 15 m e quando la falda è superficiale (nei primi 3.00 m).

Nel caso specifico è una verifica non necessaria perché manca la falda.

Cedimenti post-sismici

La presenza di sabbia, a meno che non sia cementata o altamente addensata, in caso di sisma comporta sempre dei cedimenti POST-SISMICI *per addensamento* , ma anche i limi e le argille sotto-consolidate , sia pure in forma più modesta, vanno soggetti allo stesso fenomeno (*riconsolidazione per la dissipazione delle pressioni neutre*).

Per questa verifica si ricorre alla prova CPT seguendo il metodi di *C.Y.Lee* per le sabbie sature, le *NTC 2008* per quelle non sature e *Robertson* per le argille .

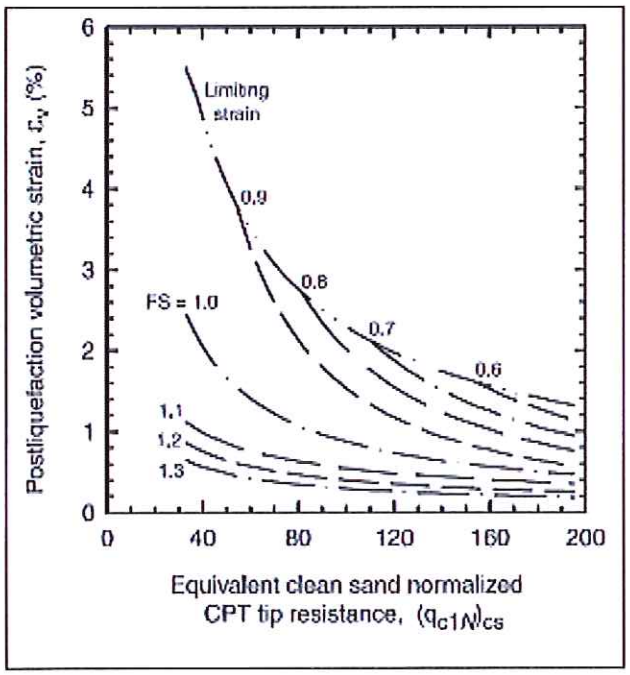
Il cedimento si trova:

$W = \varepsilon_v * \Delta H$

Dove:

- ε_v = *deformazione post-sismica indotta (p%)*
- ΔH = *spessore dello strato sabbioso (20 cm).*

Per le sabbie "ε_v " viene calcolata in funzione della resistenza penetrometrica normalizzata e del fattore di sicurezza a liquefazione. A tal riguardo si usa il grafico che segue (*da Zhang e Altri, 2002*).



Per le argille il parametro "ε_v" viene determinato secondo *Robertson*.

$$\varepsilon v = \frac{0.8 - 2.66\mathrm{Log}(FS)}{\dfrac{OCR}{[10 - 9\mathrm{Log}(OCR)] * Qt^2 * \sigma v'}} * \sigma v'$$

Dove:

FS = CRR/CSR (CRR = resistenza al taglio del terreno; CSR = sollecitazione sismica)

OCR = rapporto di sovraconsolidazione

Q_t = resistenza alla punta normalizzata

$\sigma v'$ = pressione litostatica efficace

Figura 48- stima dei cedimenti post-sismici SOND.1

Risultati (ved. tabulati a seguire):

sondaggi	1	2	3	4	5	6	7
W (cm)	0	0.26	0.04	0	0	0	0.61

Una facies coerente e/o semicoerente molto consistente e sabbie in assenza di falda fanno sì che i cedimenti siano di fatto nulli.

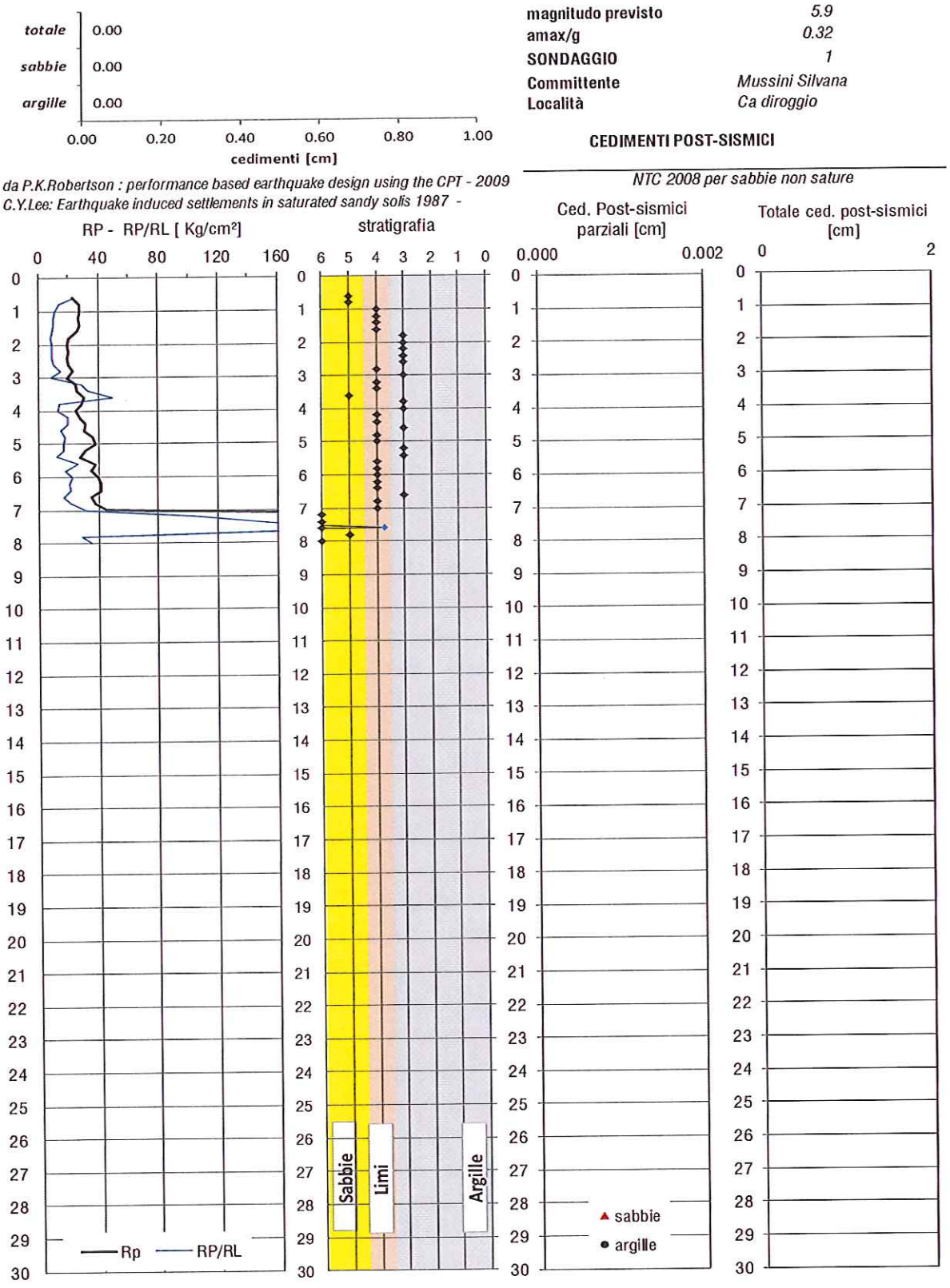


Figura 49 - cedimenti post-sismici CPT.1

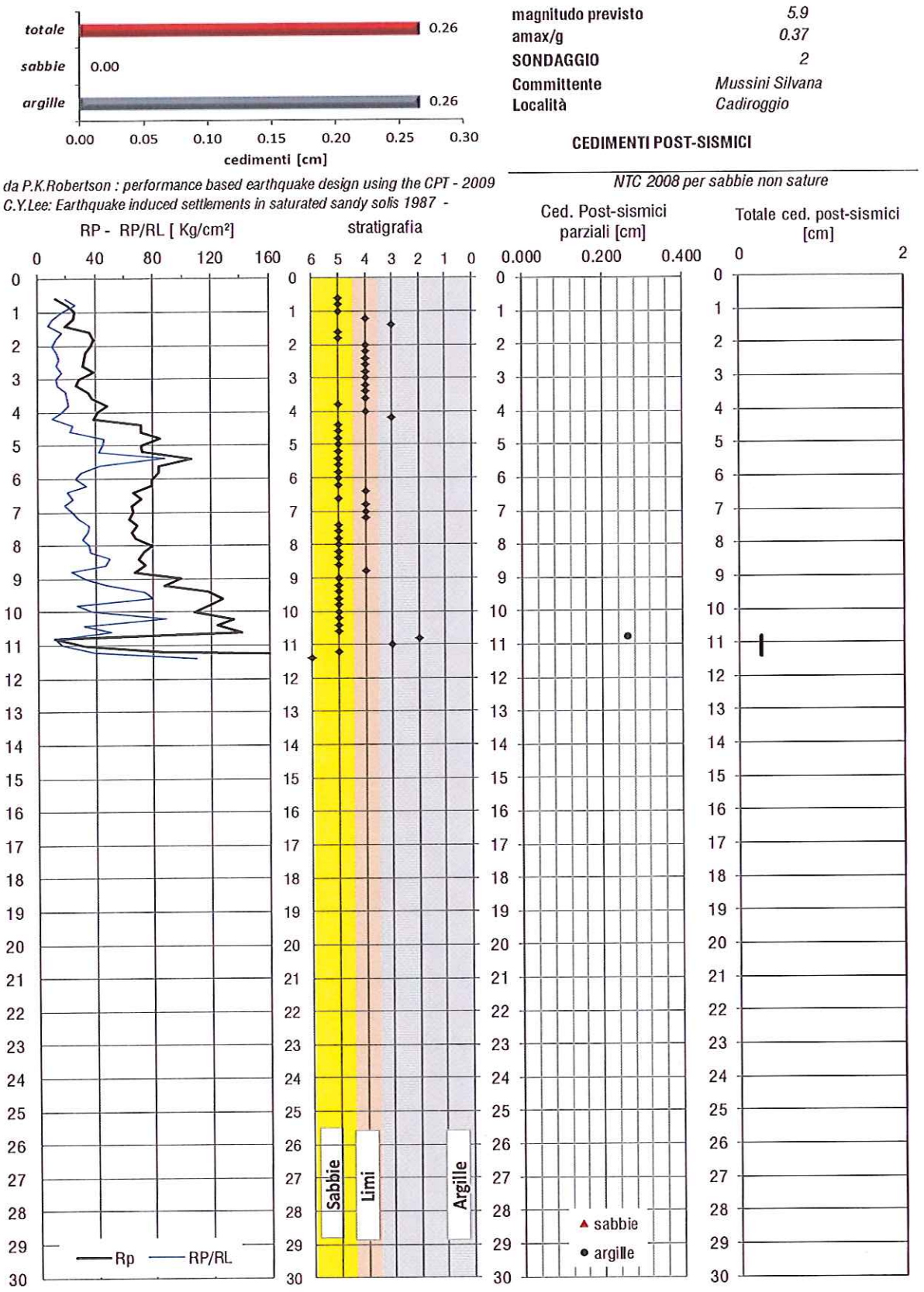


Figura 50 - cedimenti post-sismici CPT.2

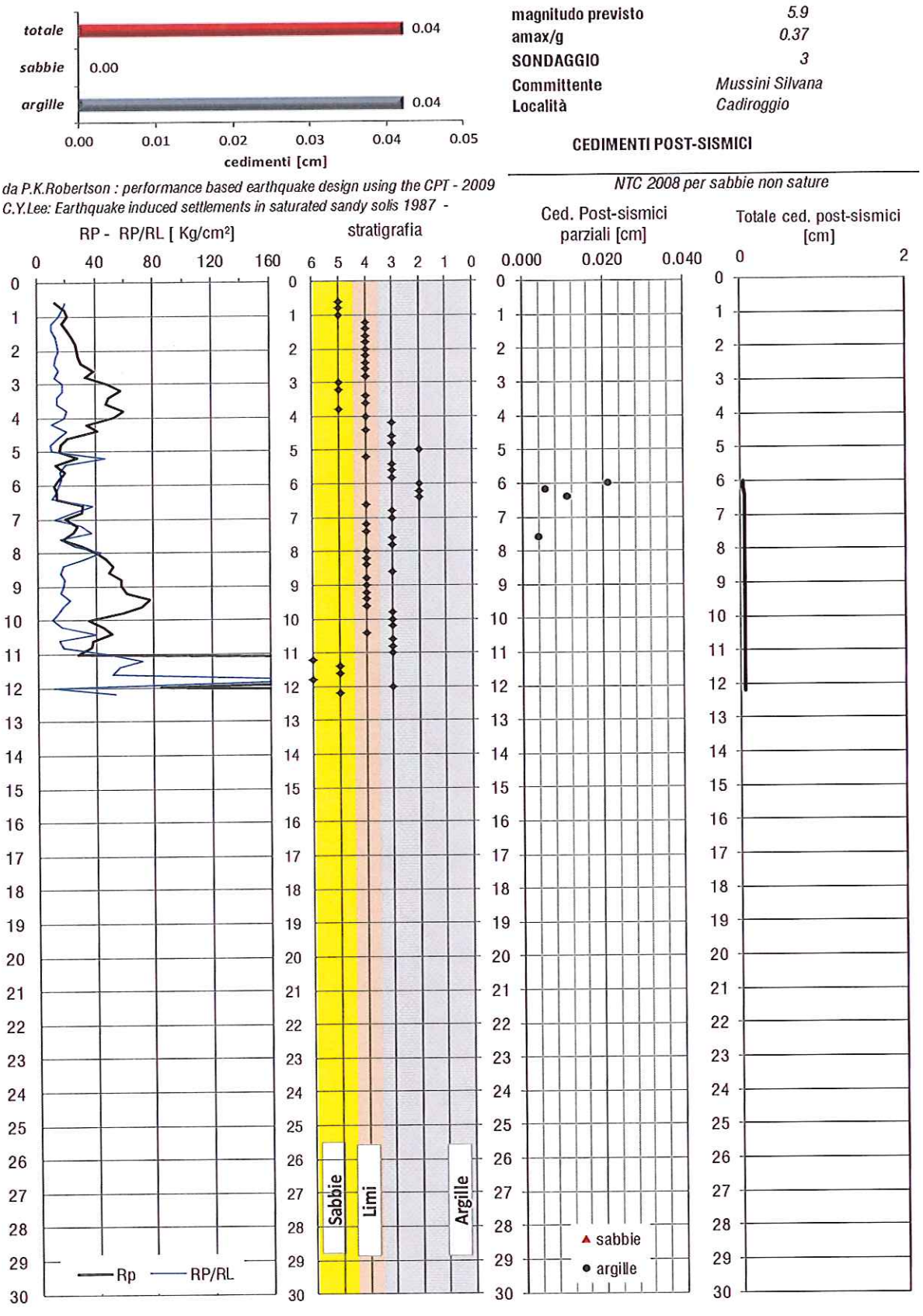


Figura 51 - cedimenti post-sismici CPT.3

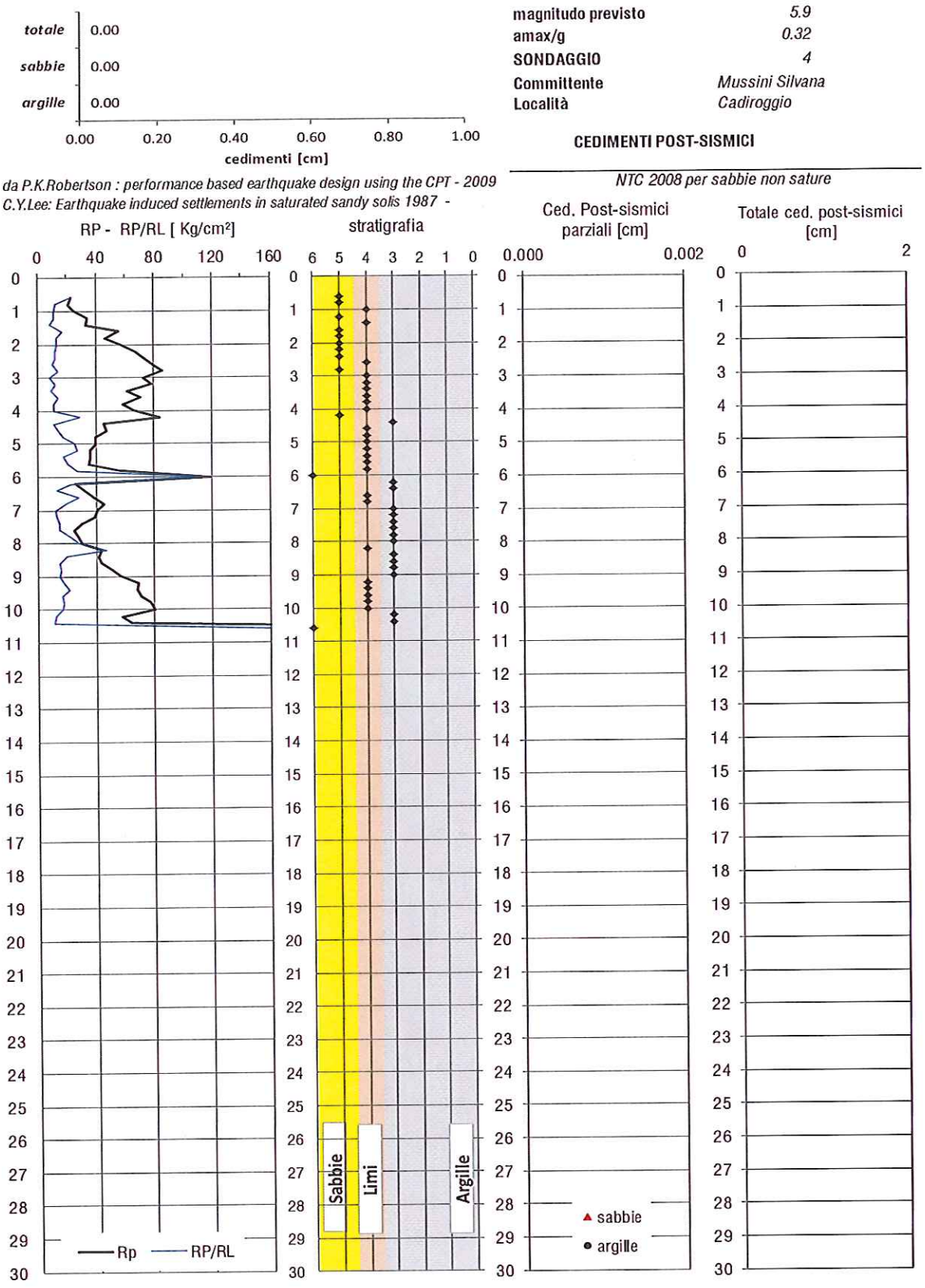


Figura 52 - cedimenti post-sismici CPT.4

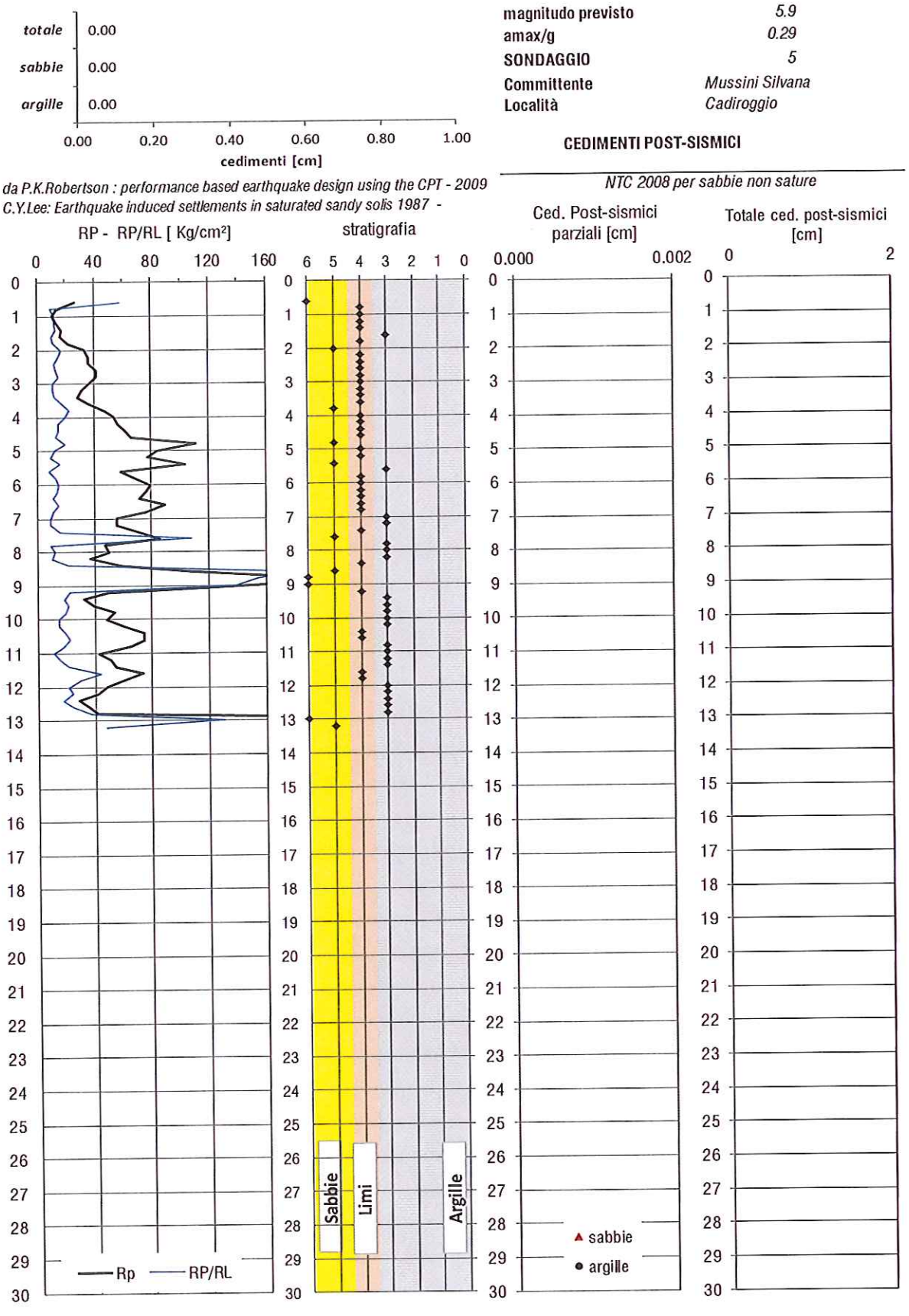


Figura 53 - cedimenti post-sismici CPT.5

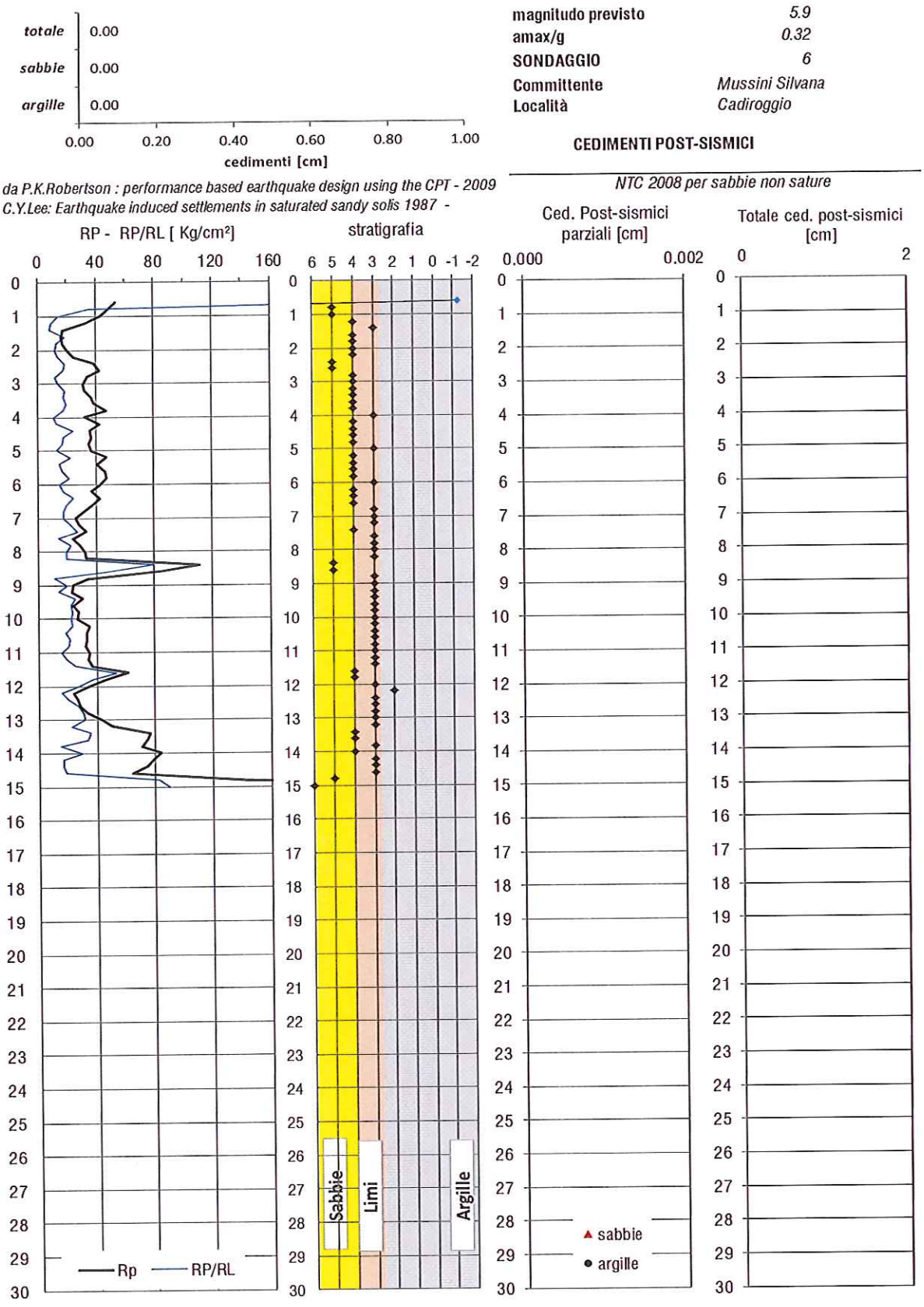
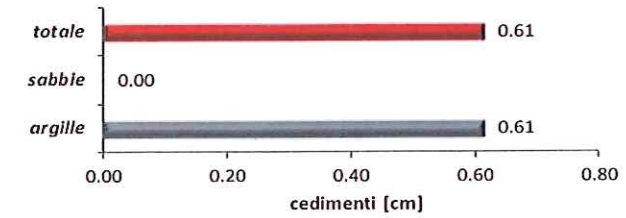


Figura 54 - cedimenti post-sismici CPT.6



magnitudo previsto	*5.9*
amax/g	*0.36*
SONDAGGIO	*7*
Committente	*Mussini Silvana*
Località	*Cadiroggio*

CEDIMENTI POST-SISMICI

da P.K.Robertson : performance based earthquake design using the CPT - 2009
C.Y.Lee: Earthquake induced settlements in saturated sandy solis 1987 -

NTC 2008 per sabbie non sature

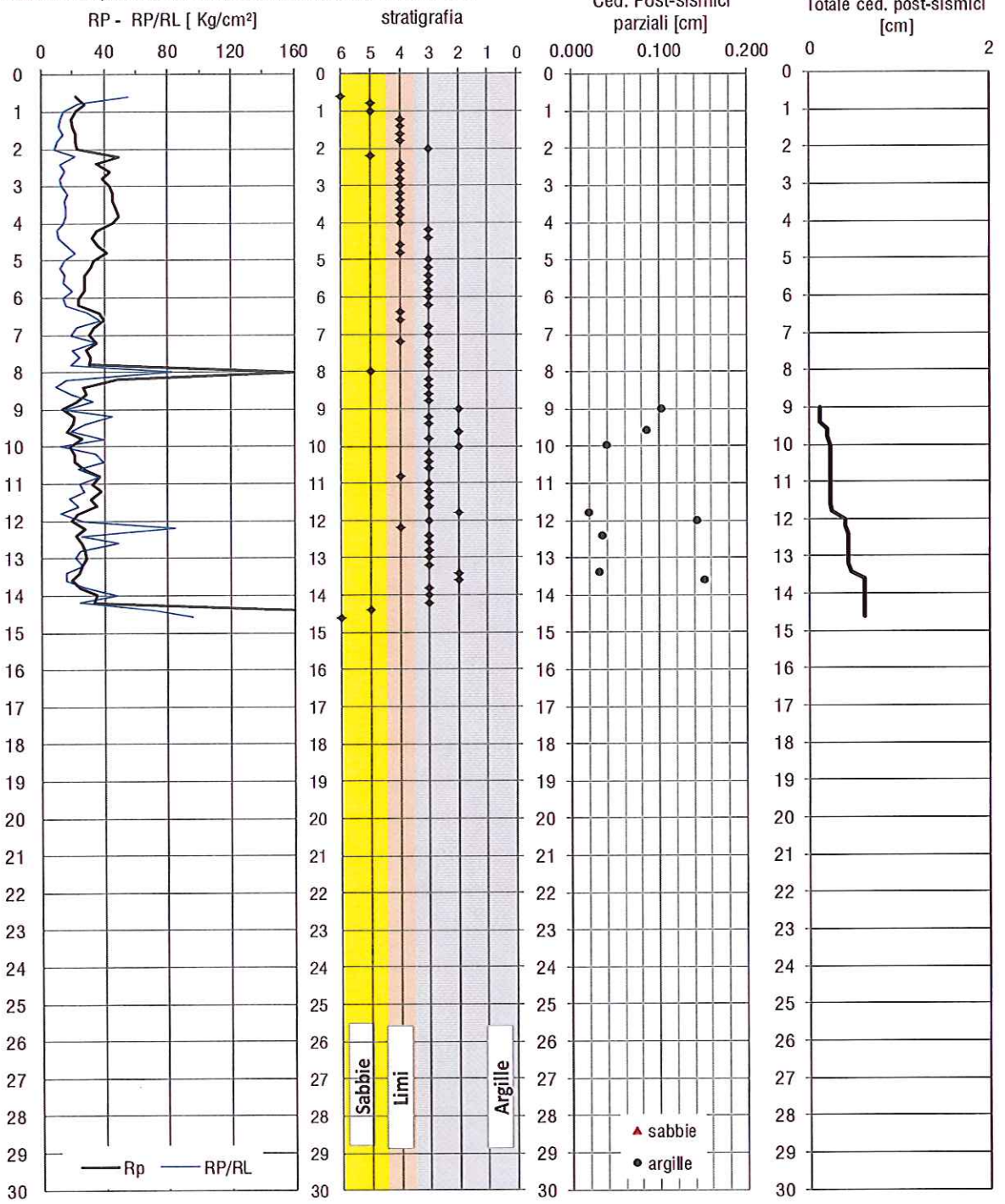


Figura 55 - cedimenti post-sismici CPT.7

Coefficienti sismici

Il coefficiente sismico orizzontale KH = β*a(g)$_{SUOLO}$ e quello verticale KV = KH*0,5.

Dato che a(g)$_{SUOLO}$ è superiore a 0,20, β=0.28.

Prove HVSR

L'indagine HVSR (Horizzontal to Vertical Spectral Ratio) fatta con con tromografo di rumore sismico ambientale di fondo (microtremore), si pone come obiettivo preminente l'individuazione delle diverse frequenze di risonanza del terreno, il tutto nell'ottica di valutare eventuali fenomeni di amplificazione del moto sismico nel terreno d'indagine.

La registrazione è stata effettuata tramite tromografo digitale *Tromino* della *Micromed s.p.a.*
*T*ale strumento permette sia l'acquisizione digitale in alta risoluzione in modo passivo/non intrusivo che il pre-processing dei dati. Esso è costituito da tre velocimetri elettrodinamici ortogonali (N-S, E-W e UP-DOWN) auto-bloccanti in fase di non acquisizione.

L'elaborazione dei dati è stata effettuata tramite il software *Grilla vers. 6.1* in dotazione allo strumento; esso permette di definire gli spettri delle singole componenti (N-S, E-W e UP-DOWN), di effettuare le analisi H/V e di valutare la VS30.

Sono state effettuate n° 2 acquisizioni di 20 min ciascuna.

L'elaborazione dei dati ha permesso di ottenere i diagrammi specifici ovvero gli spettri delle singole componenti (N-S, E-W e UP-DOWN) e lo spettro del moto del suolo (H/V) (vedi elaborato specifico).

In fase di elaborazione dati, inoltre, è stata eseguita anche un'analisi H/V con una percentuale di *smoothing* inferiore ovvero pari all'1% (qui non riportata) in modo tale da individuare i vari i picchi antropici e le loro frequenze; tale analisi conferma, sostanzialmente, che i picchi H/V alle frequenze individuate sono di natura stratigrafica.

Si deve tener presente che i picchi rilevati a frequenze maggiori di 20-30 Hz non sono significativi per l'interesse ingegneristico/strutturale delle costruzioni (1-10 Hz), e sono dovuti a disturbi superficiali/locali.

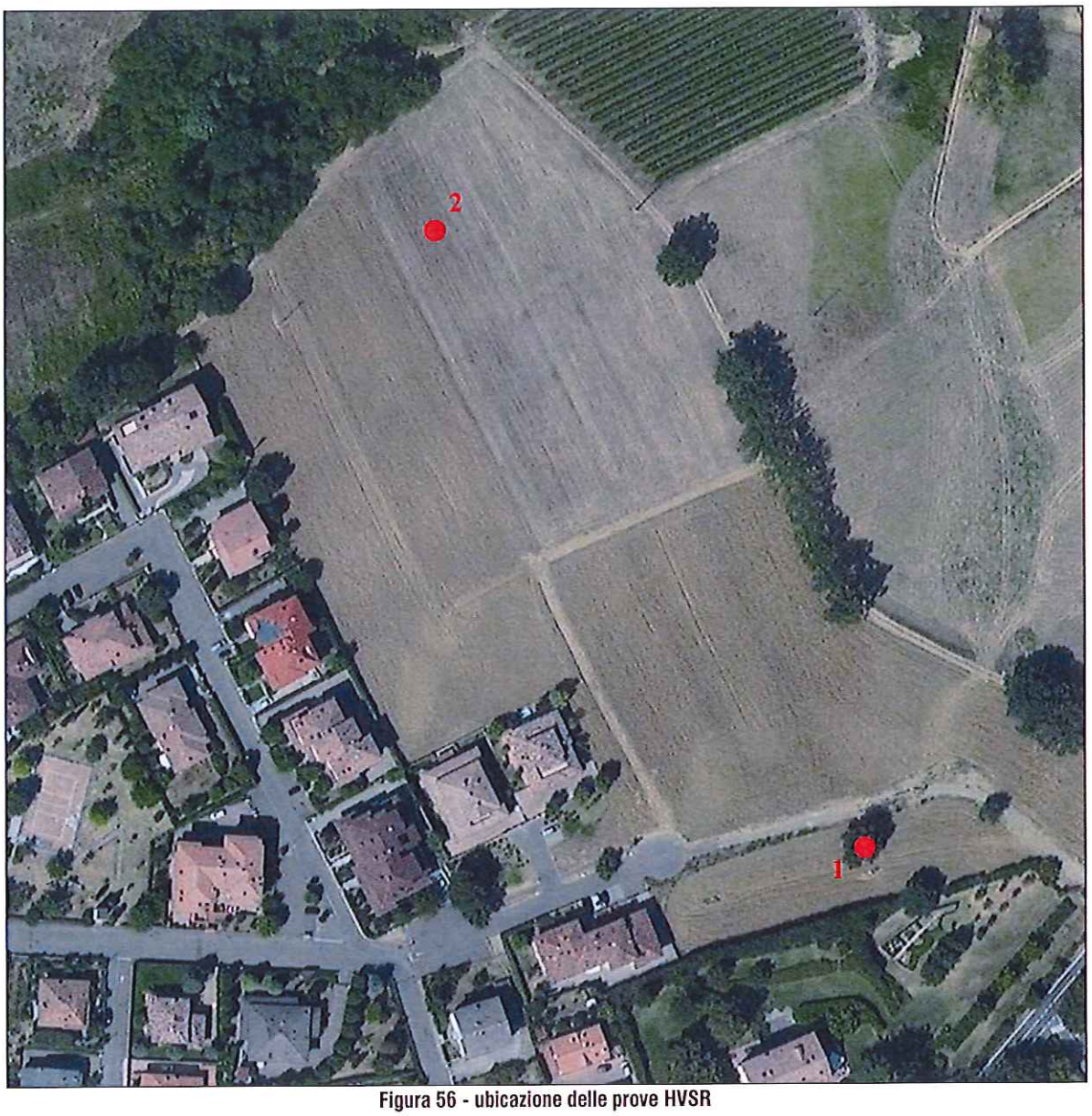


Figura 56 - ubicazione delle prove HVSR

Hvsr n° 1

Hvsr n° 2

Hvsr 1

La curva H/V mostra, seppur non in modo netto e non molto pronunciato (H/V ≈ 2.32), un picco principale di risonanza intorno a 7.5 Hz; l'analisi degli spettri delle singole componenti permette di confermare la natura stratigrafica di questo picco.

Il picco presente a poco meno di 30 Hz non è significativo dal punto di vista ingegneristico.

Hvsr 2

La curva H/V mostra un picco principale di risonanza intorno a 6.88 Hz; (H/V ≈ 2.63); questo picco seppur più netto è confrontabile in termine di frequenza e quindi di profondità di contrasto d'impedenza con il picco dell'Hvsr 1.

Altro picco secondario intorno ai 20 Hz ma non significativo dal punto di vista ingegneristico

Di seguito il grafico che pone in evidenza la fascia di vulnerabilità degli edifici rispetto alla frequenza del sito.

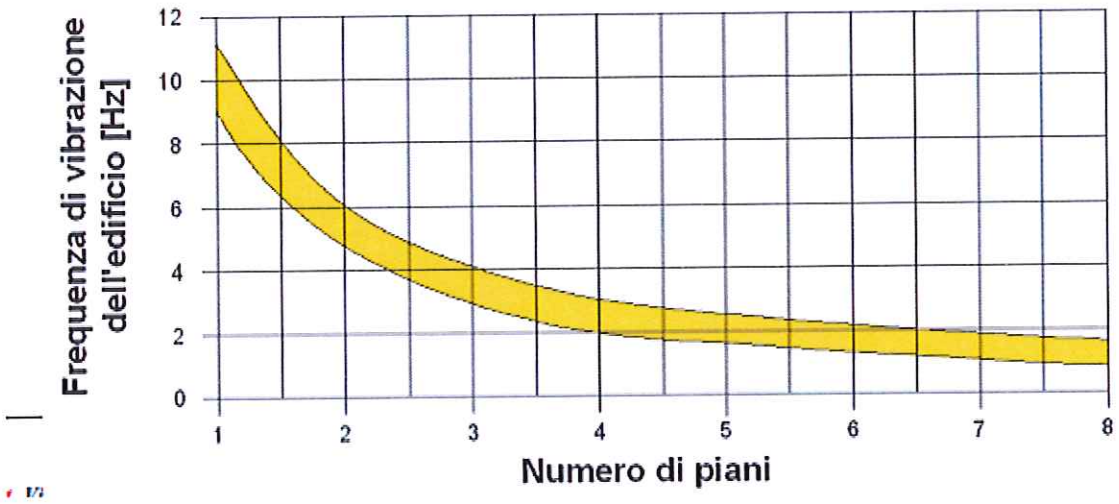


Figura 57 – fascia di vulnerabilità di edifici rispetto alla frequenza di sito- da Pratt

INDAGINE SISMICA – HVSR 1
Cadiroggio, Casalgrande (RE)

Strumento: TRZ-0162/01-11
Inizio registrazione: 16/07/14 08:15:57 Fine registrazione: 16/07/14 08:35:57
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 95% dati (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

Tabella 1

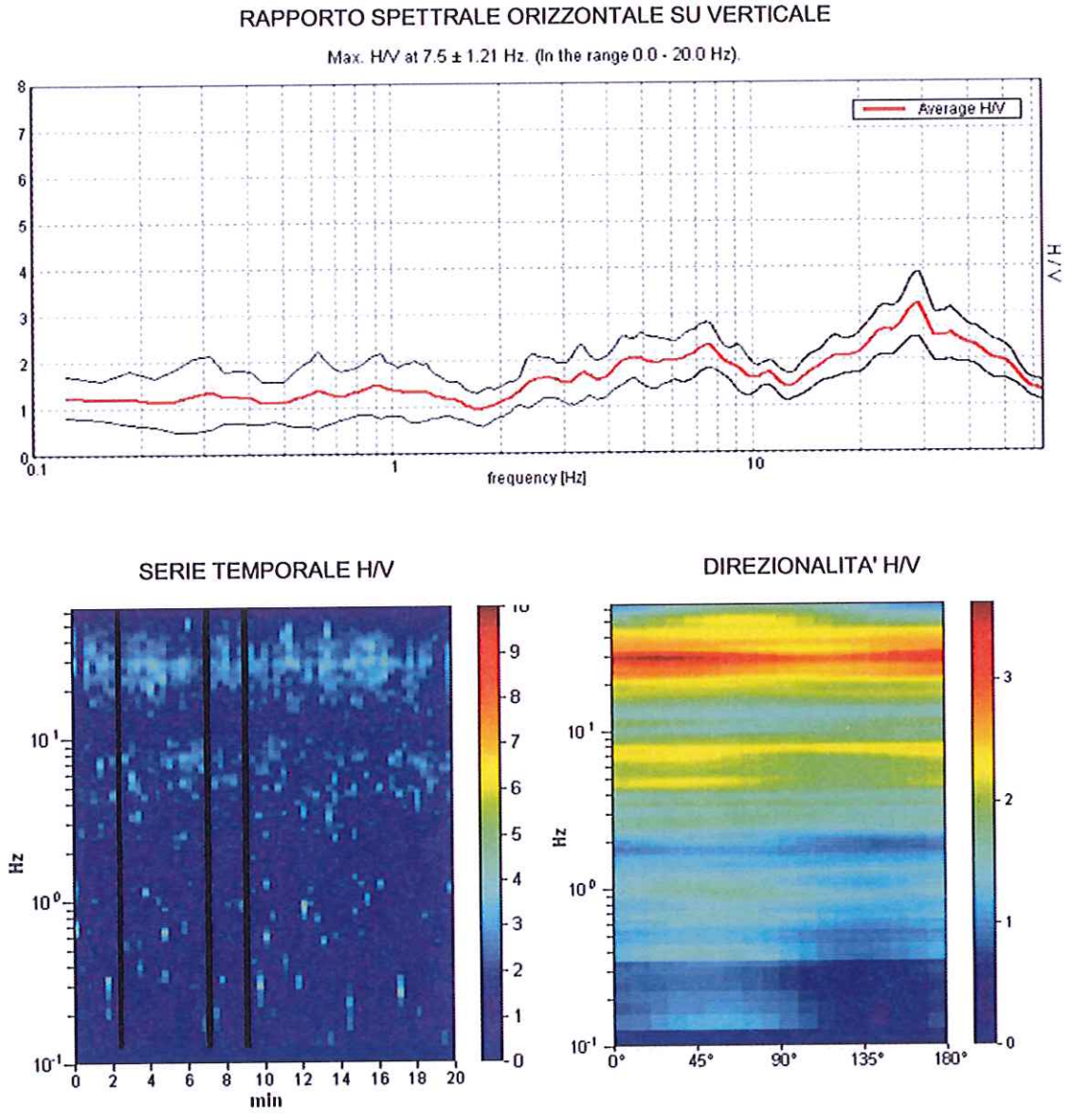
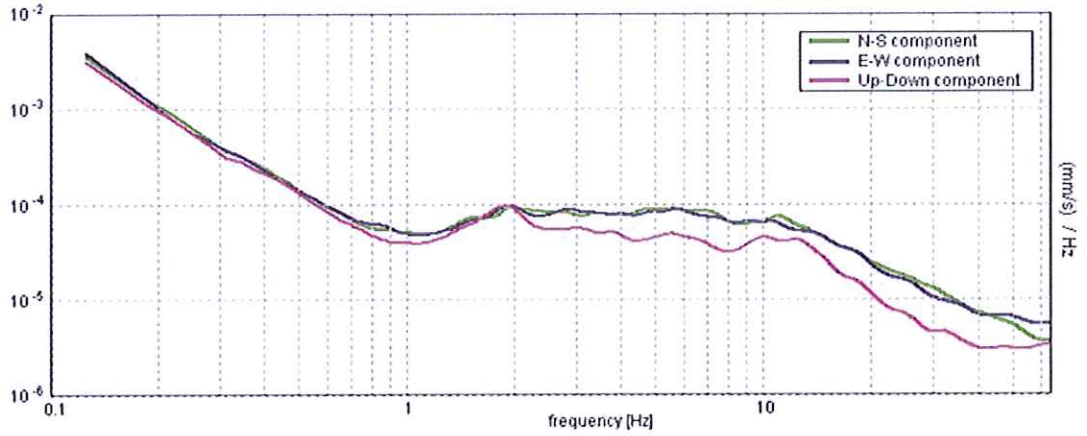


Figura 58- HVSR n.1

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005**Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di** Grilla **prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 7.5 ± 1.21 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	7.50 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	8550.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 361	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.031 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.32 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.07957| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.59679 < 0.375		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2453 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Figura 59- HVSR n.1

INDAGINE SISMICA – HVSR 2
Cadiroggio, Casalgrande (RE)

Strumento: TRZ-0162/01-11
Inizio registrazione: 16/07/14 08:41:08 Fine registrazione: 16/07/14 09:01:08
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 83% (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

Tabella 1

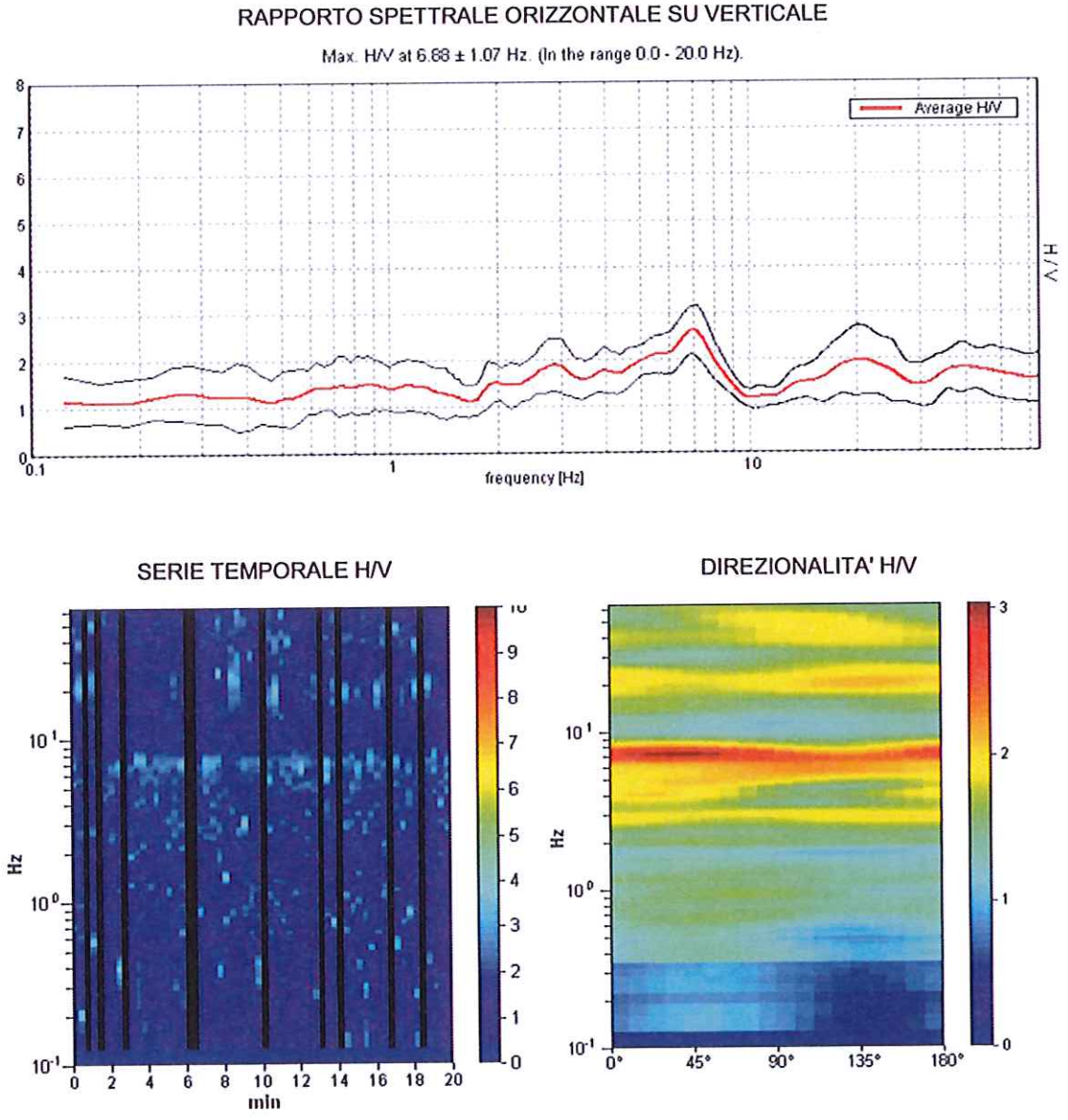
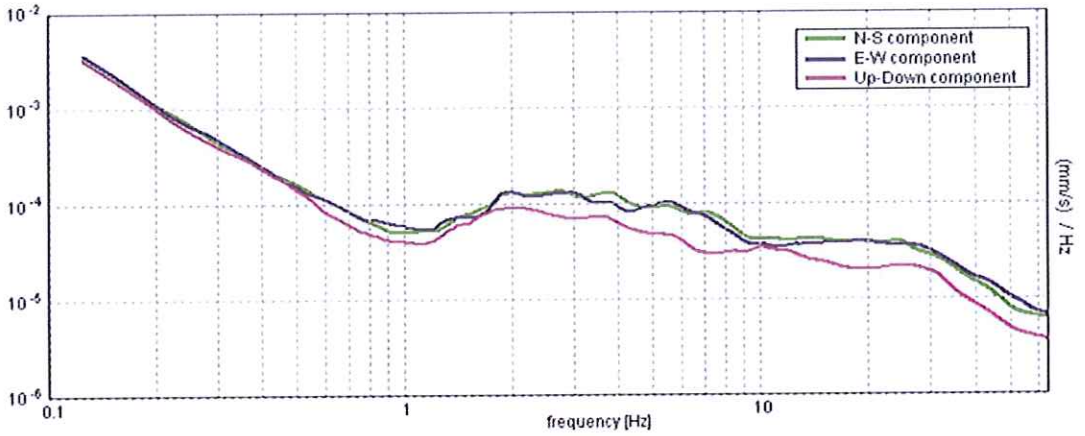


Figura 60- HVSR n.2

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005**Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di** Grilla **prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 6.88 ± 1.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	6.88 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6875.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 331	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.781 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.63 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.07651| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.52598 < 0.34375		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2547 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Figura 61 - HVSR n.2

Spettro elastico

Di seguito vengono riportati i grafici relativi agli spettri elastici secondo le NTC 2008 in condizioni di salvaguardia Vita e limite di collasso.

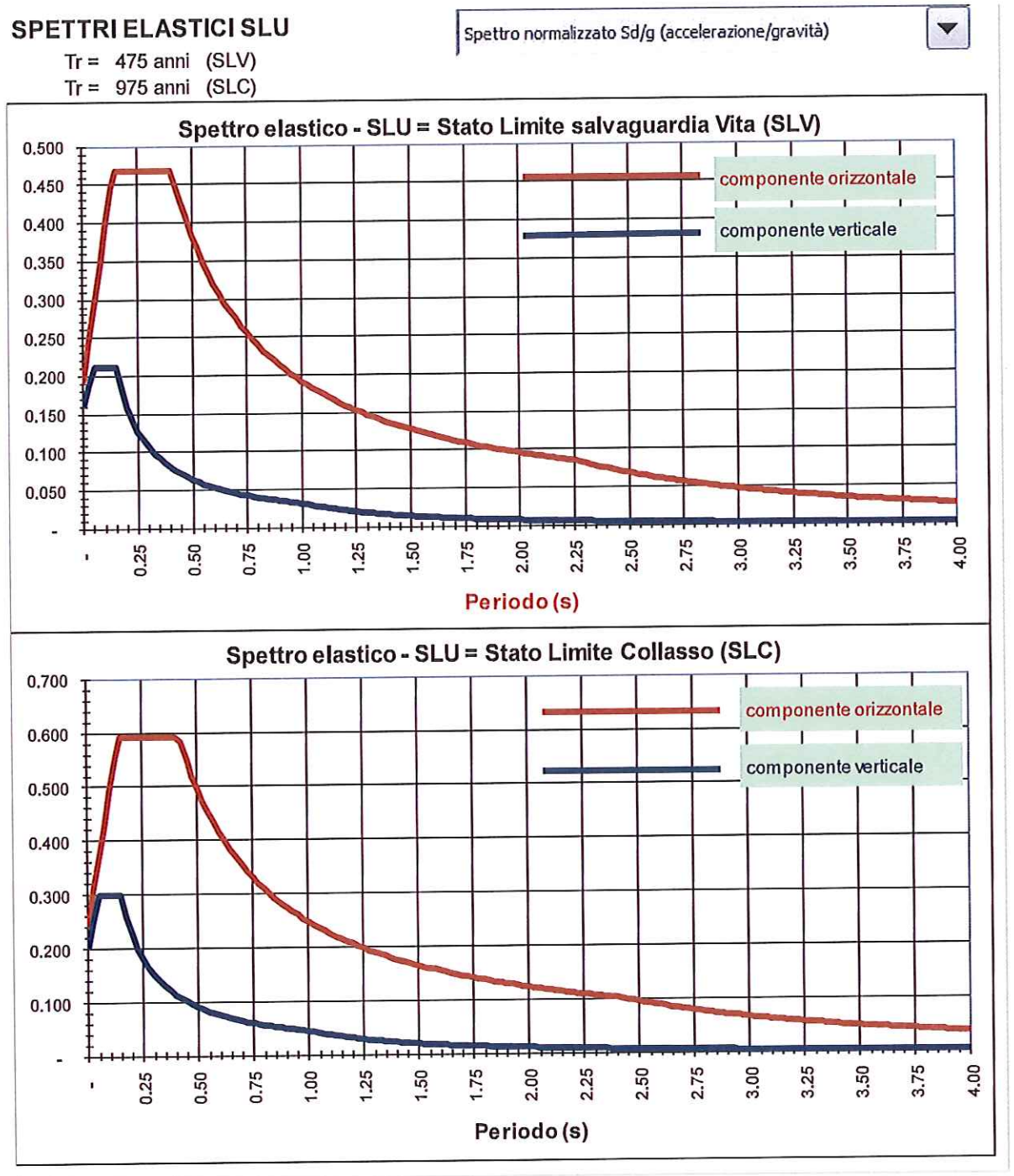


Figura 62 - spettri elastici (da NTC 2088)

Il software REXEL (*I.Iervolino-C.Galasso-E.Chioccarelli 2013*), consente di individuare le combinazioni di accelerogrammi compatibili con lo spettro che non necessitano di essere scalati, pertanto fornisce combinazioni i cui spettri sono simili a quello della normativa.

Il programma analizza le combinazioni di sette spettri definiti dai parametri dell'input (categoria suolo , magnitudo 4 < M < 7 ed epicentro posto sino ad un raggio di 30 Km dal sito) restituendo una lista di quelli il cui spettro medio rispetta la compatibilità con il *target* nell'intervallo di periodi prescelti (0,10 < T < 2) e con la tolleranza prevista.
Di seguito il grafico che illustra lo spettro più compatibile

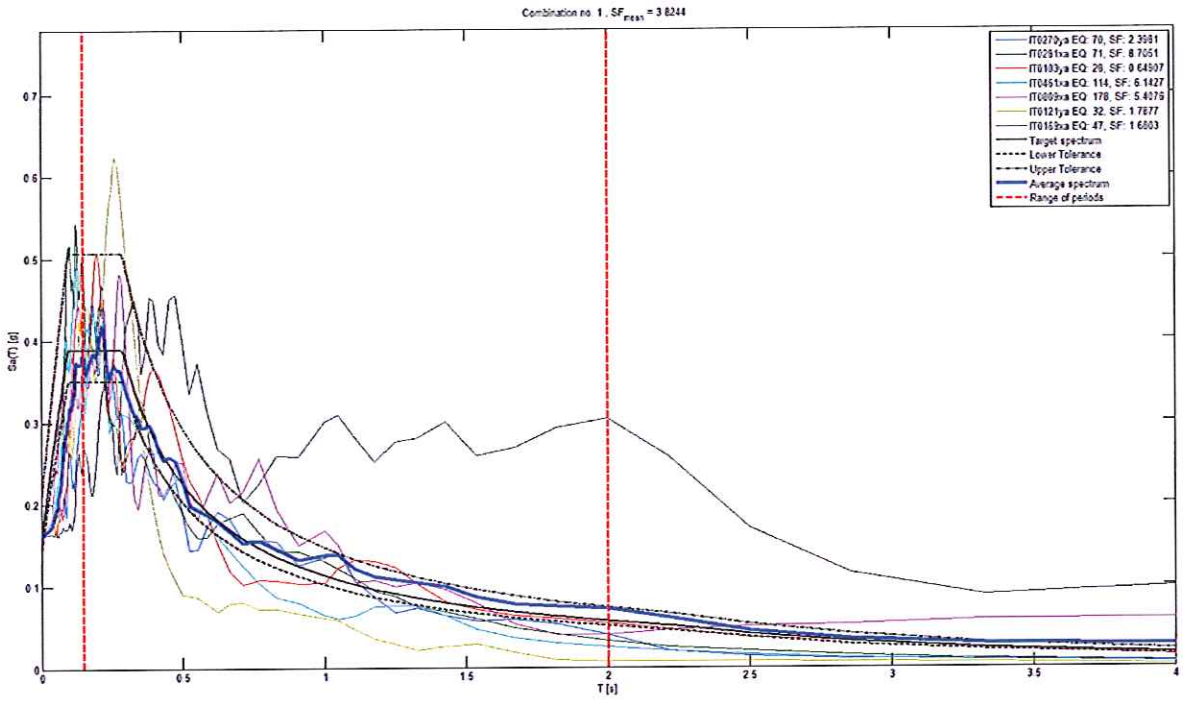


Figura 63- spettro compatibile con le NTC 2008 (software REXEL)

GEOTECNICA

I tabulati sotto-riportati elencano le variabili geotecniche (già elaborate secondo il 5 percentile) per strati omogenei.

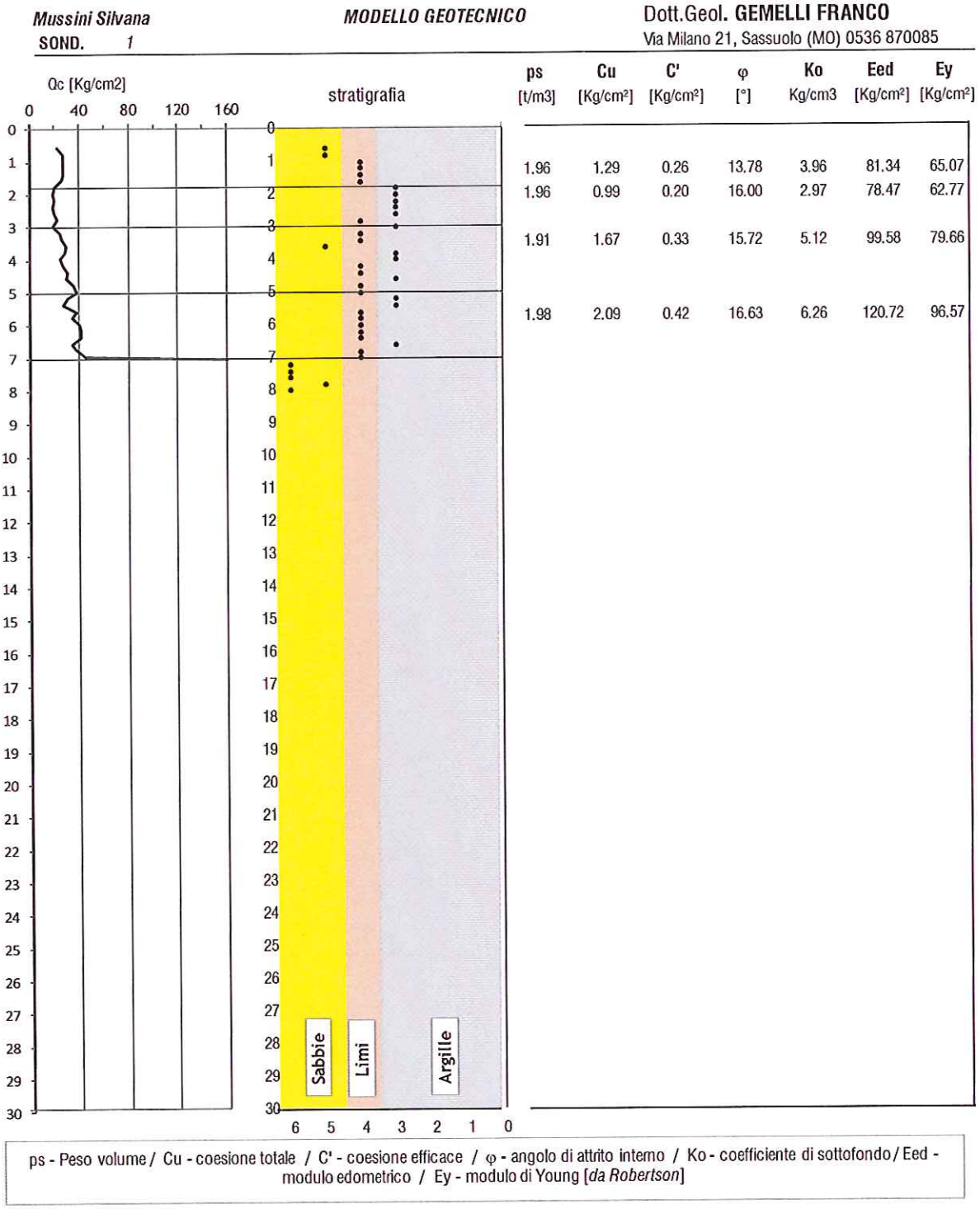
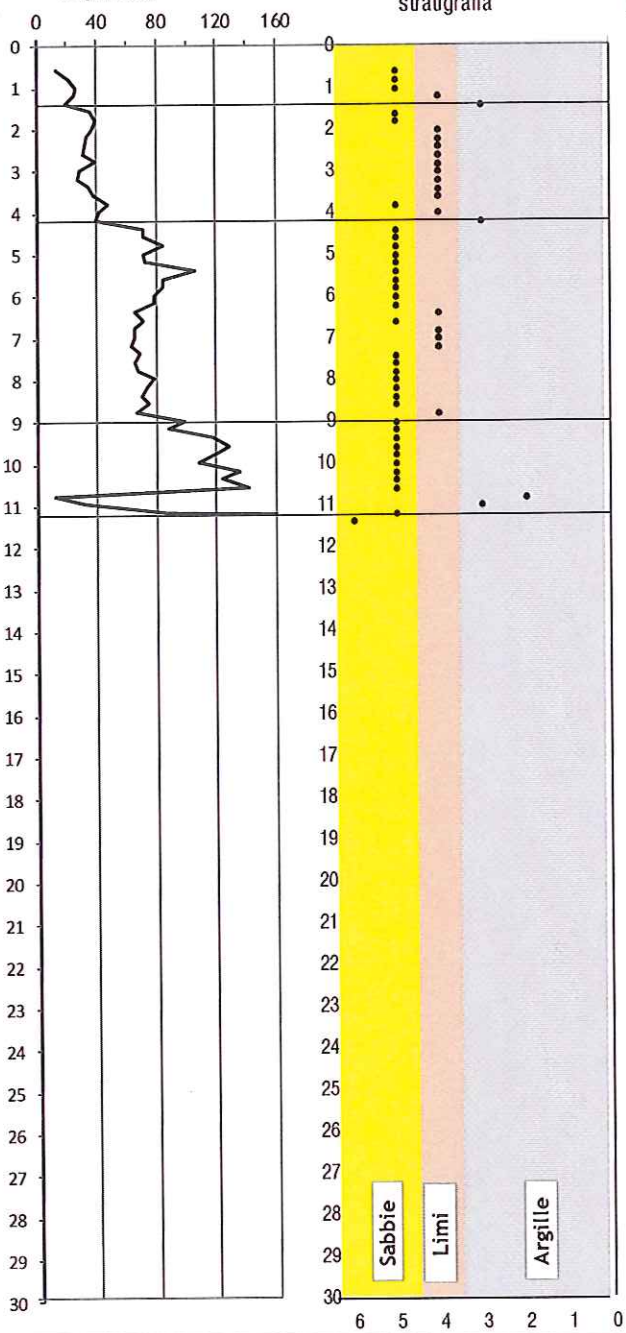


Figura 64 - parametri geotecnici CPT.1

Mussini Silvana
SOND. 2

MODELLO GEOTECNICO

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**
Via Milano 21, Sassuolo (MO) 0536 870085



ps [t/m3]	Cu [Kg/cm²]	C' [Kg/cm²]	φ [°]	Ko Kg/cm3	Eed [Kg/cm²]	Ey [Kg/cm²]
1.87	0.90	0.18	19.98	4.07	55.35	44.28
2.00	1.90	0.38	16.34	6.13	116.01	92.81
2.03	0.00	0.00	30.85	12.64	212.97	170.37
2.00	0.00	0.00	29.20	10.47	233.81	187.05

ps - Peso volume / Cu - coesione totale / C' - coesione efficace / φ - angolo di attrito intemo / Ko - coefficiente di sottofondo / Eed - modulo edometrico / Ey - modulo di Young [*da Robertson*]

Figura 65- parametri geotecnici CPT.2

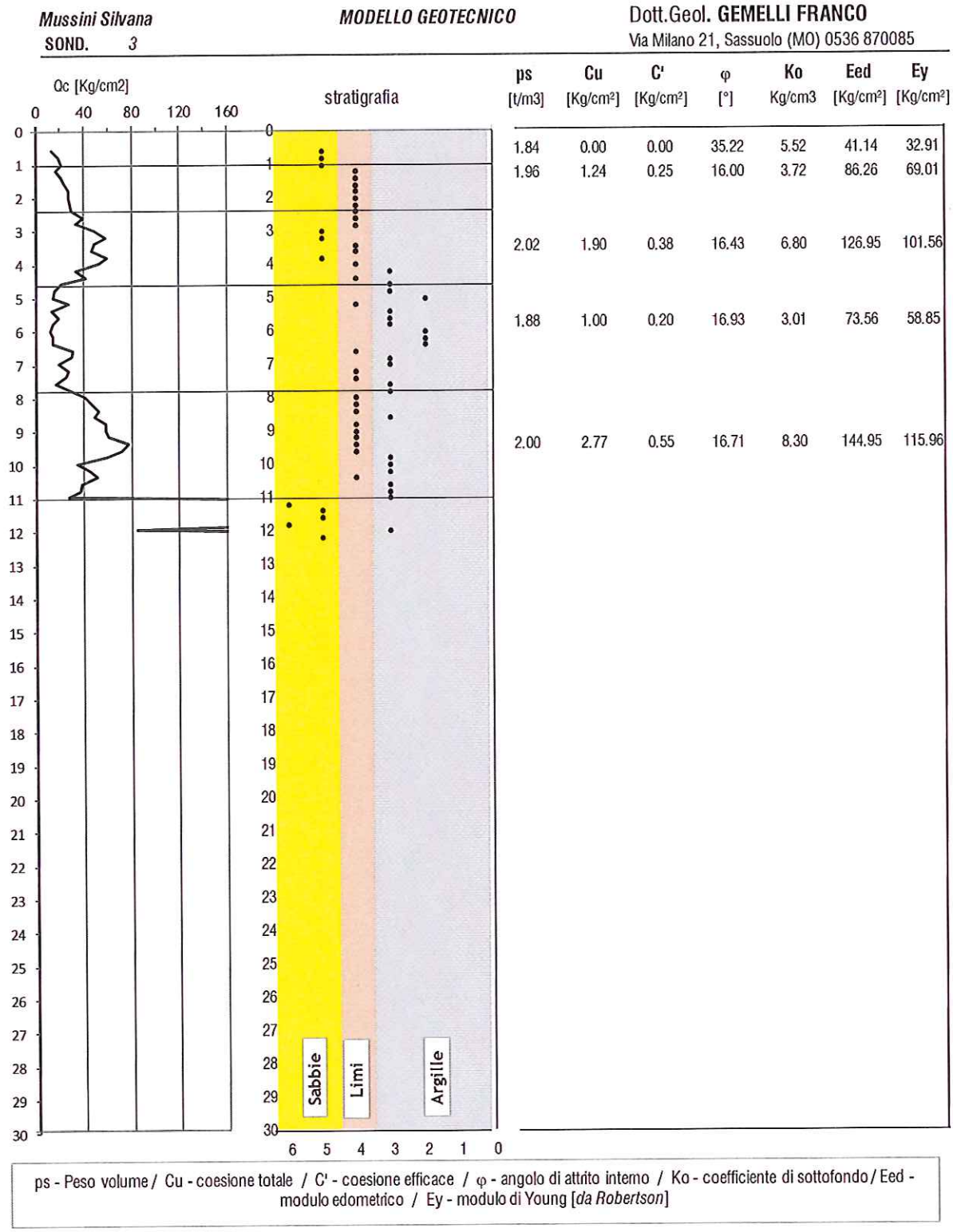


Figura 66- parametri geotecnici CPT.3

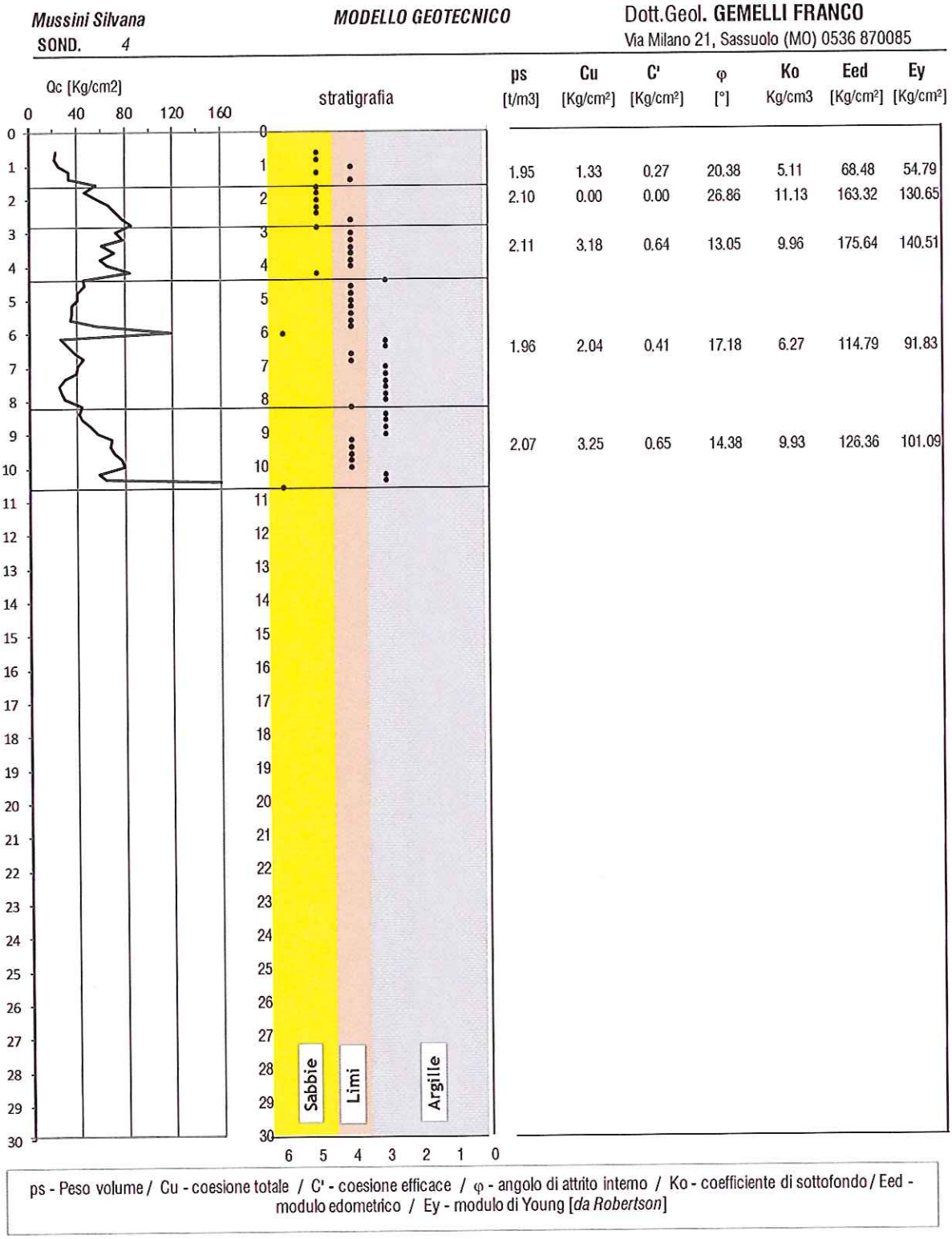
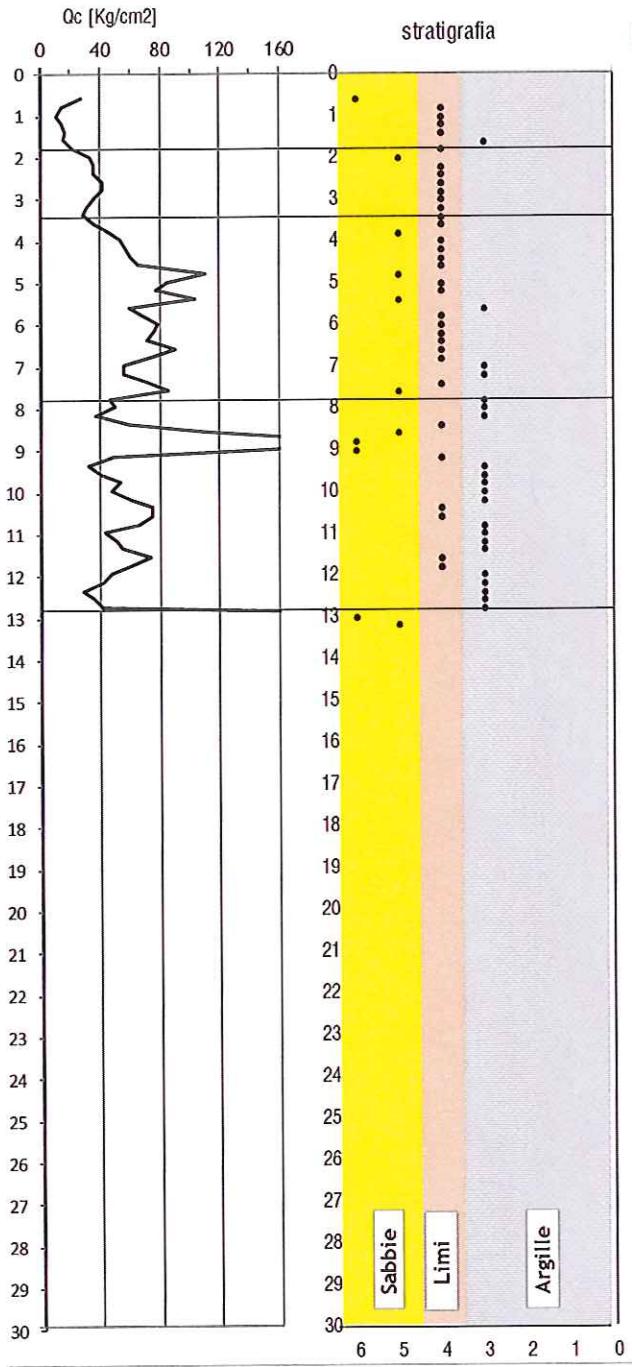


Figura 67- parametri geotecnici CPT4

Mussini Silvana **MODELLO GEOTECNICO** Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**

SOND. *5* Via Milano 21, Sassuolo (MO) 0536 870085



ps [t/m3]	Cu [Kg/cm²]	C' [Kg/cm²]	φ [°]	Ko Kg/cm3	Eed [Kg/cm²]	Ey [Kg/cm²]
1.86	0.70	0.14	12.45	1.94	61.63	49.30
2.01	1.85	0.37	13.36	5.75	111.46	89.17
2.09	3.49	0.70	16.82	10.92	185.69	148.55
2.01	2.81	0.56	18.09	9.09	157.59	126.07

ps - Peso volume / Cu - coesione totale / C' - coesione efficace / φ - angolo di attrito interno / Ko - coefficiente di sottofondo / Eed - modulo edometrico / Ey - modulo di Young [*da Robertson*]

Figura 68 - parametri geotecnici CPT.5

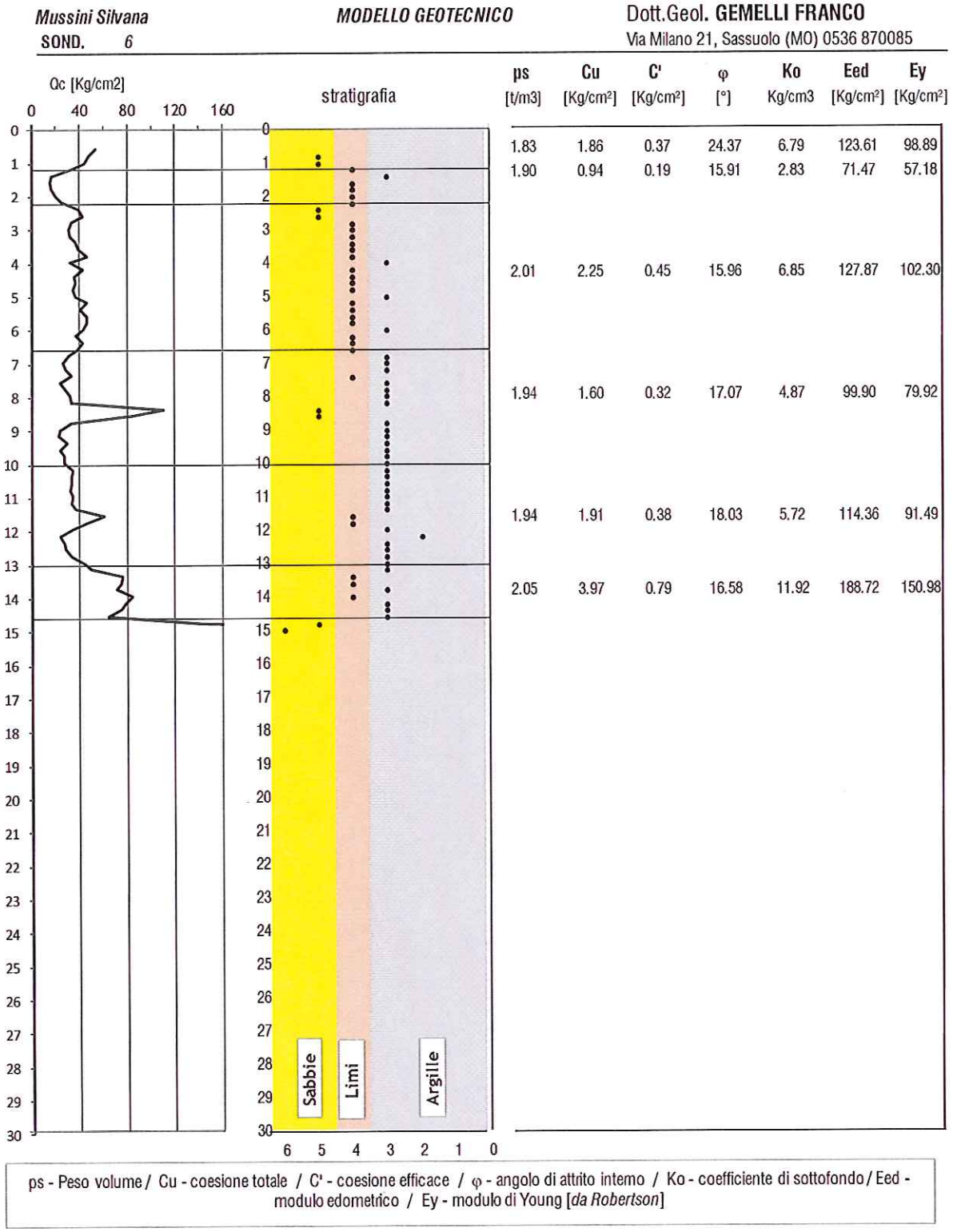


Figura 69 - parametri geotecnici CPT.6

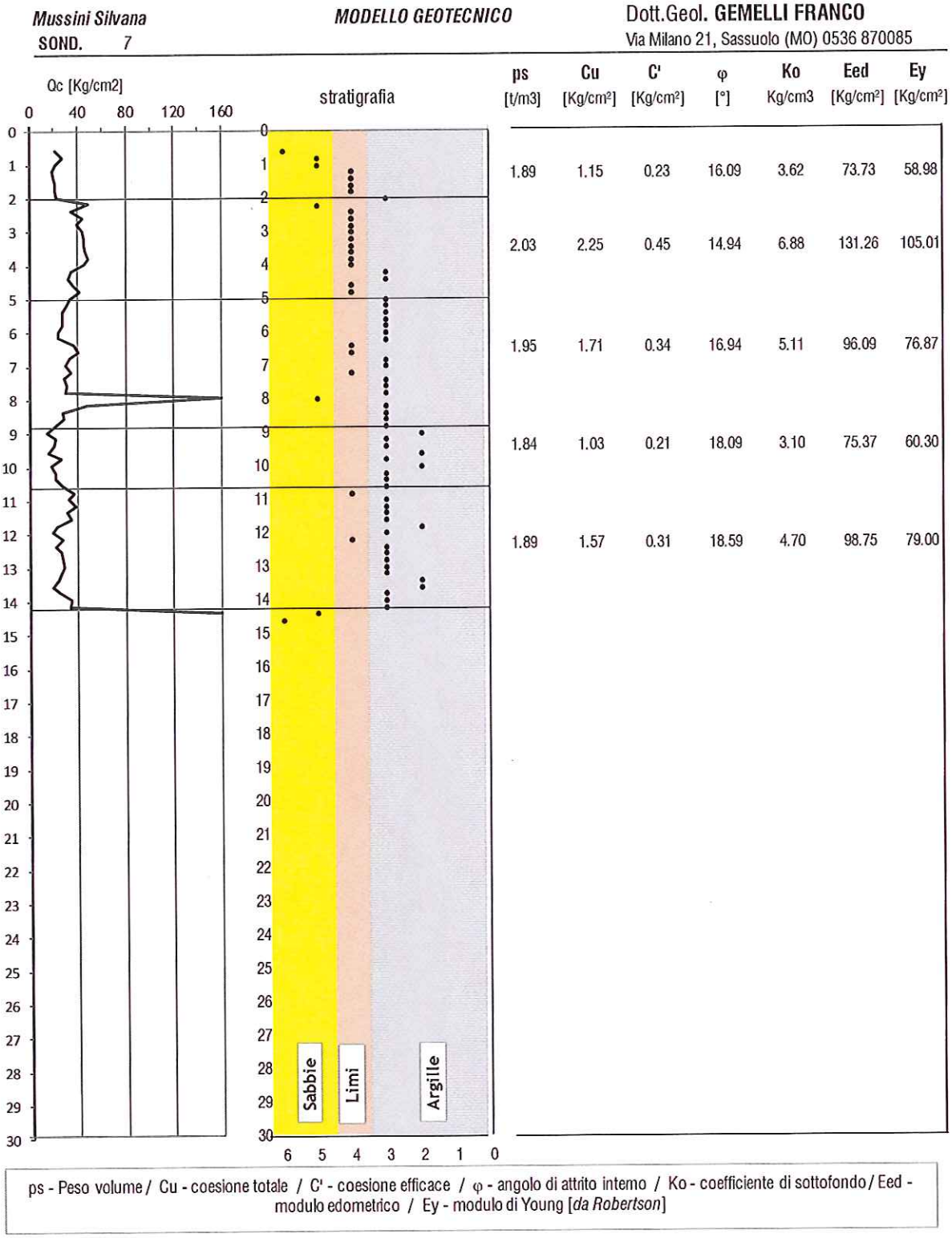


Figura 70 - parametri geotecnici CPT.7

Trattandosi di un sito stratigraficamente molto variabile sia a livello di facies che di resistenza, a parte la posizione delle ghiaie, non si possono definire orizzonti a proprietà costanti, per cui i parametri geotecnici sono stati riportati per ogni sondaggio in modo tale da disporre delle informazioni locali.

Va comunque sottolineato che si tratta di un sottosuolo decisamente compatto (la coesione totale CU, ad .es., escluso il primi 1-1,50 m dove si risente dei rimaneggiamenti dovuti alle attività agricole, sono compresi fra 0.60 e 2.00 Kg/cm^2) e la compressibilità è molto bassa (il modulo edometrico mediamente è superiore ai 100 Kg/cm^2), pertanto si può affermare che si tratta di un sito che ben si presta ad essere urbanizzato.

Tenuto conto di quanto sopra esposto l'edificabilità dei lotti non richiede particolari accorgimenti a livello fondazionale fatta eccezione la necessità di superare i primi 1-1,50m alterati.

Anche in presenza di interrati con profondità dell'ordine dei 2-2,50 m può essere fatta a parete sub-verticale per l'elevata coesione delle argille.

A breve termine non ci sono problemi in quanto anche una coesione CU = 0.60 Kg/cm^2 (valore minore) e un ps = 1.86 t/m^3 si ha:

$$Hc = \frac{4*6}{1.86} = 12.9 \text{ m}$$

A lungo termine, con una coesione C' = 0.15 Kg/cm^2 e un Angolo di Attrito interno $\varphi = 21°$, si ha:

$$Hc = \frac{4*C\prime}{ps} * \left[\frac{Sin\beta*Cos\varphi}{1-Cos(\beta-\varphi)}\right]$$

dove:

β = inclinazione scarpata = 90°
φ = angolo di attrito interno

$$Hc = \frac{4*1.5}{1.86} * \left[\frac{1*0.93}{1-Cos(90-21)}\right] = 4.68 \text{ m}$$

E' chiaro che se gli interrati vengono fatti in aderenza ai muri di contenimento che si trovano sul lato Sud dell'area le condizioni operative (sovraccarichi a livello del p.c.) cambiano per cui in questo caso sarà necessario procedere al sostegno della parete SUD con una paratia in pali (berlinese) trivellati per non produrre vibrazioni pericolose per le opere esistenti.

A livello puramente indicativo per la parte progettuale la portata del sottofondo in condizioni sismiche per fondazioni superficiali a trave rovescia incastrate 1.00 m dal p.c., stabilito un coefficiente di amplificazione stratigrafico medio pari a 2.00, si ha:

- $A(g)_{SUOLO} = 0.1617*2.00*1.00 = 0.32$
- SH = 0.28*0.32 = 0.089 (coeff. Sismico orizzontale)
- SV = 0.5*0.089 = 0.044 (coeff. Sismico verticale)

- CU = 0.80 Kg/cm² (valore conservativo per tener conto delle macrofessurazioni delle argille consolidate)
- C' = 0.15 Kg/cm² (anche in questo caso è stato applicato il principio conservativo visto in precedenza)
- φ = 21°

Dati

larghezza fondazione "B" [m]	0.8	angolo di attrito interno - φ -	0
lunghezza fondazione "L" [m]	10	coesione [Kg/cm²]	0.8
profondità incastro [m]	1	Kh	0.089
p.s. terreno [t/m3]	1.9	Kv	0.0445
		φ matrice	0

da Meyerhof - Sarma

Fattori di capacità portante	**APP.1-C.1**	**APP.1 - C.2**	**APP.2**
$Nq = e^{\pi \tan\varphi} * \tan^2\left(45+\frac{\varphi}{2}\right)$	1.00	1.00	1.00
$Nc = (Nq-1)Ctg\varphi$	5.14	5.14	5.14
$N\gamma = (Nq-1) * Tan(1{,}4\varphi)$	0.00	0.00	0.00
$Sq = 1+\frac{B}{L}Tg\varphi$	1.00	1.00	1.00
$Sc = 1+\frac{Nq}{Nc}*\frac{B}{L}$	1.02	1.02	1.02
$S\gamma = 1-0{,}4*\frac{B}{L}$	0.97	0.97	0.97
$dq = 1+2Tg\varphi*(1-Sin\varphi)*\frac{D}{B}$	1.00	1.00	1.00
con[d]<B:dc=1+0.4$\left(\frac{d}{B}\right)$; con[d]>B:dc=1+0.4$\left(Arctan\frac{d}{B}\right)$	1.36	1.36	1.36
$d\gamma =$	1.00	1.00	1.00
effetto sismico			
$H = \frac{0.5B}{\cos\left(45+\frac{\varphi}{2}\right)}\exp\left(\frac{\pi}{2}tg\varphi\right)+Df$	1.57	1.57	1.57
$D = \frac{C}{\gamma H}$	2.69	1.92	2.69
$h\gamma f = \left(1-\frac{2}{3}Kv\right)\exp\left[-\left(\frac{5.3Kh^{1,1}}{1-Kv}\right)\right]$	0.66	0.66	0.66
$hcf = \exp\left(-4.3*Kh^{1+D}\right)$	1.00	1.00	1.00
$hqf = (1-Kv)\exp\left[-\left(\frac{5.3Kh^{1,2}}{1-Kv}\right)\right]$	0.70	0.70	0.70
Coefficienti di sicurezza "R"	1.00	1.80	2.30
Coesione/angolo di attrito			
CU	0.80	0.57	0.80
φ	0.00	0.00	0.00

Carico limite ultimo

$$Q.\lim.ult = \frac{C(CU)*Nc*Sc*dc*hcf+\gamma H*Nq*Sq*dq*hqf+0.5*B*N\gamma*S\gamma*d\gamma*h\gamma f}{R}$$

Q.lim.ult. [Kg/cm²]	5.80	2.32	2.52
penalizzazione per la matrice	1.00	1.00	1.00
Q.lim.ult. [Kg/cm²]	5.80	2.32	2.52

"Q" definita in condizioni di sforzi **TOTALI**

Figura 71- portata del terreno in condizioni sismiche

Dati

larghezza fondazione "B" [m]	0.8	angolo di attrito interno - φ -	21
lunghezza fondazione "L" [m]	10	coesione [Kg/cm²]	0.15
profondità incastro [m]	1	Kh	0.089
p.s. terreno [t/m3]	1.9	Kv	0.0445
		φ matrice	0

da Meyerhof - Sarma

Fattori di capacità portante	**APP.1-C.1**	**APP.1 - C.2**	**APP.2**
$Nq = e^{\pi tg\varphi} * \tan^2\left(45+\frac{\varphi}{2}\right)$	7.05	4.79	7.05
$Nc = (Nq-1)Ctg\varphi$	15.76	12.35	15.76
$N\gamma = (Nq-1) * \mathrm{Tan}(1{,}4\varphi)$	3.41	1.68	3.41
$Sq = 1+\frac{B}{L}Tg\varphi$	1.03	1.02	1.03
$Sc = 1+\frac{Nq}{Nc}*\frac{B}{L}$	1.04	1.03	1.04
$S\gamma = 1-0{,}4*\frac{B}{l}$	0.97	0.97	0.97
$dq = 1+2Tg\varphi*(1-Sin\varphi)*\frac{D}{B}$	1.62	1.54	1.62
$\mathrm{con[d]<B: dc=1+0.4}\left(\frac{d}{B}\right)\mathrm{;con[d]>B: dc=1+0.4}\left(\mathrm{Arctan}\frac{d}{B}\right)$	1.36	1.36	1.36
$d\gamma =$	1.00	1.00	1.00
effetto sismico			
$H = \frac{0.5B}{\cos\left(45+\frac{\varphi}{2}\right)}\exp\left(\frac{\pi}{2}tg\varphi\right)+Df$	2.29	2.09	2.29
$D = \frac{C}{\gamma H}$	0.34	0.30	0.34
$h\gamma f = \left(1-\frac{2}{3}Kv\right)\exp\left[-\left(\frac{5.3Kh^{1,1}}{1-Kv}\right)\right]$	0.66	0.66	0.66
$hcf = \exp\left(-4.3*Kh^{1+D}\right)$	0.85	0.83	0.85
$hqf = (1-Kv)\exp\left[-\left(\frac{5.3Kh^{1,2}}{1-Kv}\right)\right]$	0.70	0.70	0.70
Coefficienti di sicurezza "R"	1.00	1.80	2.30
Coesione/angolo di attrito			
C	0.15	0.12	0.15
φ	21.00	17.07	21.00

Carico limite ultimo

$$Q.\lim.ult = \frac{C(CU)*Nc*Sc*dc*hcf+\gamma H*Nq*Sq*dq*hqf+0.5*B*N\gamma*S\gamma*d\gamma*h\gamma f}{R}$$

Q.lim.ult. [Kg/cm²]	4.48	1.55	1.95
penalizzazione per la matrice	1.00	1.00	1.00
Q.lim.ult. [Kg/cm²]	4.48	1.55	1.95

"Q" definita in condizioni di sforzi **EFFICACI**

Figura 72- portata del terreno in condizioni sismiche

Il risultato secondo l'approccio 2 : 2.52 Kg/cm² in termini di sforzi totali e 1.95 Kg/cm² in termini efficaci.

Geodinamica

Come premesso, i terreni sono sub-pianeggianti quindi non ci sono rischi frane.

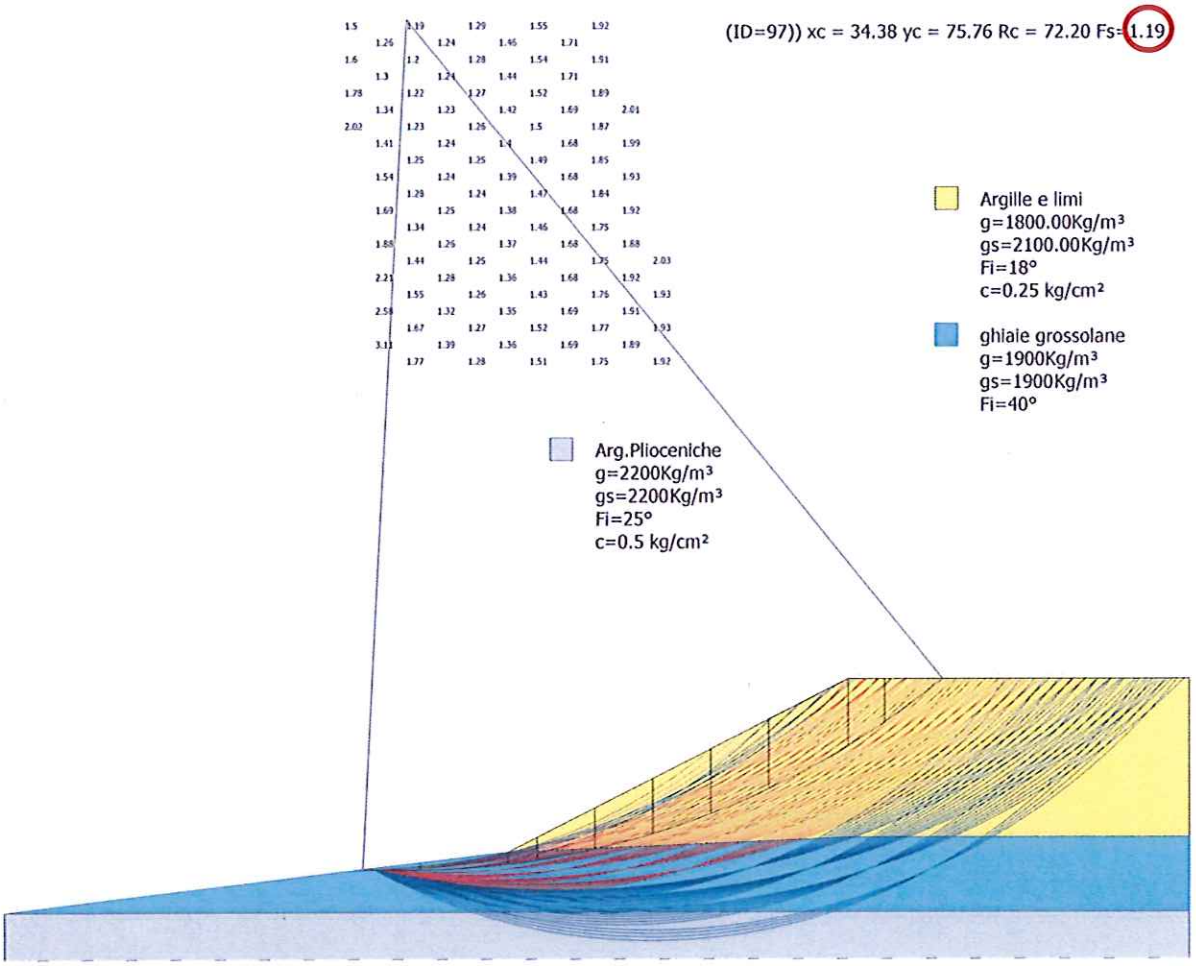
L'unica scarpata si trova sull'estremo lato NO dove la parte pianeggiante del terrazzo si raccorda con il rio Fontana.

Il rilievo fatto ha messo in evidenza la totale assenza di motivi destabilizzanti per cui allo stato in cui i terreni si trovano attualmente la situazione geodinamica risulta positiva.
Si effettua comunque la verifica alla stabilità della scarpata in condizioni sismiche.

I parametri geotecnici vengono desunti alle prove CPT.

strato	p.s. t/m3	C' Kg/cm²	φ
1 argille e limi compatti	1.8	0.25	18
2 ghiaie grossolane	1.9	0	40
3 argille plioceniche.	2.2	0.5	25

Come si può osservare dal grafico che segue la situazione è positiva.



Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

==========

Normativa NTC 2008
Numero di strati 3.0
Numero dei conci 10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile **1.00**
Coefficiente parziale resistenza 1.0
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 8.16 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi 47.25 m
Ascissa vertice destro superiore xs 60.6 m
Ordinata vertice destro superiore ys 75.76 m
Passo di ricerca 10.0
Numero di celle lungo x 10.0
Numero di celle lungo y 10.0

==========

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.084
Coefficiente azione sismica verticale 0.04 2

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	43.0	5.12
3	72.0	19.84
4	101.0	19.8 4

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	43.0	5.12
3	72.37	6.35
4	101.0	6.3 5

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	43.03	0.0
3	101.0	0.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25
Coesione efficace 1.25
Coesione non drenata 1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

==========

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0.25		18	1800.00	2100.00	0.00	Argille e limi	
2	0		40	1900	1900	0.00	ghiaie gros-solane	
3	0.5		25	2200	2200	0.00	Arg.Plioceniche	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

==========

Fs minimo individuato 1.19
Ascissa centro superficie 34.38 m
Ordinata centro superficie 75.76 m
Raggio superficie 72.2 m

==========

Numero di superfici esaminate....(100)

==========

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	31.8	48.7	45.1	3.11
2	34.4	47.3	43.7	1.77
3	37.0	48.7	45.4	1.39
4	39.6	47.3	44.4	1.28
5	42.2	48.7	46.3	1.36
6	44.9	47.3	45.6	1.51
7	47.5	48.7	47.8	1.69
8	50.1	47.3	47.4	1.75
9	52.7	48.7	49.8	1.89
10	55.4	47.3	49.7	1.92
11	31.8	51.5	47.9	2.58
12	34.4	50.1	46.6	1.67
13	37.0	51.5	48.2	1.32
14	39.6	50.1	47.2	1.27
15	42.2	51.5	49.1	1.35
16	44.9	50.1	48.3	1.52
17	47.5	51.5	50.5	1.69
18	50.1	50.1	50.0	1.77
19	52.7	51.5	52.4	1.91
20	55.4	50.1	52.2	1.93
21	31.8	54.4	50.8	2.21
22	34.4	53.0	49.4	1.55
23	37.0	54.4	51.1	1.28
24	39.6	53.0	50.0	1.26
25	42.2	54.4	51.9	1.36
26	44.9	53.0	51.1	1.43
27	47.5	54.4	53.2	1.68
28	50.1	53.0	52.7	1.76
29	52.7	54.4	55.0	1.92
30	55.4	53.0	54.8	1.93

31	31.8	57.2	53.6	1.88
32	34.4	55.8	52.3	1.44
33	37.0	57.2	53.9	1.26
34	39.6	55.8	52.8	1.25
35	42.2	57.2	54.7	1.37
36	44.9	55.8	53.9	1.44
37	47.5	57.2	55.9	1.68
38	50.1	55.8	55.4	1.75
39	52.7	57.2	57.6	1.88
40	55.4	55.8	57.3	2.03
41	31.8	60.1	56.5	1.69
42	34.4	58.7	55.1	1.34
43	37.0	60.1	56.7	1.25
44	39.6	58.7	55.6	1.24
45	42.2	60.1	57.5	1.38
46	44.9	58.7	56.6	1.46
47	47.5	60.1	58.7	1.68
48	50.1	58.7	58.1	1.75
49	52.7	60.1	60.3	1.92
50	31.8	62.9	59.3	1.54
51	34.4	61.5	58.0	1.28
52	37.0	62.9	59.6	1.24
53	39.6	61.5	58.4	1.24
54	42.2	62.9	60.3	1.39
55	44.9	61.5	59.4	1.47
56	47.5	62.9	61.4	1.68
57	50.1	61.5	60.8	1.84
58	52.7	62.9	63.0	1.93
59	31.8	65.8	62.2	1.41
60	34.4	64.4	60.8	1.25
61	37.0	65.8	62.4	1.24
62	39.6	64.4	61.3	1.25
63	42.2	65.8	63.1	1.40
64	44.9	64.4	62.2	1.49
65	47.5	65.8	64.2	1.68
66	50.1	64.4	63.5	1.85
67	52.7	65.8	65.7	1.99
68	29.1	67.2	63.6	2.02
69	31.8	68.6	65.0	1.34
70	34.4	67.2	63.7	1.23
71	37.0	68.6	65.2	1.23
72	39.6	67.2	64.1	1.26
73	42.2	68.6	65.9	1.42
74	44.9	67.2	65.0	1.50
75	47.5	68.6	66.9	1.69
76	50.1	67.2	66.2	1.87
77	52.7	68.6	68.4	2.01
78	29.1	70.1	66.5	1.78
79	31.8	71.5	67.9	1.30
80	34.4	70.1	66.5	1.22
81	37.0	71.5	68.1	1.24
82	39.6	70.1	66.9	1.27
83	42.2	71.5	68.7	1.44

84	44.9	70.1	67.8	1.52
85	47.5	71.5	69.7	1.71
86	50.1	70.1	69.0	1.89
87	29.1	72.9	69.3	1.60
88	31.8	74.3	70.7	1.26
89	34.4	72.9	69.4	1.20
90	37.0	74.3	70.9	1.24
91	39.6	72.9	69.8	1.28
92	42.2	74.3	71.5	1.46
93	44.9	72.9	70.6	1.54
94	47.5	74.3	72.5	1.71
95	50.1	72.9	71.7	1.91
96	29.1	75.8	72.2	1.50
97	34.4	75.8	72.2	1.19
98	39.6	75.8	72.6	1.29
99	44.9	75.8	73.4	1.55
100	50.1	75.8	74.5	1.92

CONCLUSIONI

L'indagine , basata sui risultati di n.7 sondaggi CPT, n.2 stendimenti sismici ReMi e n.2 prove HVSR ha messo in evidenza i seguenti punti:

1. Stratigrafia

   L'area in oggetto è parte di un paleo-terrazzo sub-pianeggiante ed è caratterizzato da depositi quaternari legati all'attività del F.Secchia che hanno ricoperto la formazione basale delle argille plioceniche.

   Si tratta di depositi in prevalenza argillosi e/o limosi intercalati saltuariamente da livelletti sabbiosi (solo nel caso della CPT.2 è stata trovata una lente spessa circa 9.00 m) dotati di accentuata consistenza.
   Alla base, al passaggio con il pliocene, un orizzonte ghiaio-ciottoloso.

   Lo spessore della parte semicoerente varia da 7.00 m nella zona depressa sita a NE a 14,60 m sul lato Sud dell'area.

   Le ghiaie (dati provenienti da un pozzo) sono spesse dai 4.00 ai 6.00 m.

Geodinamica

   Nessuna forma evolutiva è stata cartografata e le verifiche fatte hanno dato esito positivo.

2. idrogeologia

   La copertura semicoerente è priva di falda, quindi nessuna interferenza coi corpi acquiferi anche in caso di interrati.
   Operativamente sono state fornite le indicazioni per dimensionare i collettori per il controllo idrico di superficie al momento non possibile in quanto non sono note le aree impermeabili e permeabili.

In caso di interrato, sarà comunque necessario prevedere opere drenati perimetrali al fabbricato in quanto lo scavo finisce in ogni modo per essere meta di infiltrazioni superficiali.

3. Sismicamente il sito è così caratterizzato:

- Vs_{30} = 370-372 m/s per cui la categoria del sito è "B"
- Magnitudo max. attesa: 5.90
- amplificazione stratigrafica : variabile da 1.80 a 2,30 in funzione dello spessore della copertura
- amplificazione topografica : 1,00
- a(g) al suolo max. attesa: variabile da 0,20 a 0.37 a seconda dell'amplificazione stratigrafica
- Liquefazione : rischio ASSENTE.
- Cedimenti post-sismici.: praticamente nulli
- Le prove HVSR mettono in evidenza, anche se in modo attenuato, una frequenza di risonanza che varia dai 6.88 ai 7.5 Hz

4. caratterizzazione geotecnica.

Il sottosuolo è troppo eterogeneo sia a livello di facies che di consistenza per suddividerlo in orizzonti omogenei. E' stato pertanto tracciato il profilo geotecnico (parametri già elaborati statisticamente secondo il 5 percentile) per ogni sondaggio.

In considerazione della marcata consistenza del sottosuolo non si prevedono particolare accorgimenti a livello fondazionale fatta eccezione per il superamento dei primi 1-1,50 m di terreno alterato.
Anche la presenza di eventuali interrati (scavi dell'ordine dei 2-2,50 m) , a meno di operare in aderenza agli attuali muri di sostegno posti a Sud dell'area, non richiedono interventi di contenimento delle pareti. Un'eccezione va fatta per la zona della CPT.2 dove sin dall'inizio il sottosuolo è apparso sabbioso.

Puramente a livello indicativo è stata valutata la portata del terreno in condizioni sismiche (approccio 2) per una fondazione nastriforme (B = 0.80 m) interrata di 1.00 m dal p.c. : 2,52 Kg/cm² (sforzi totali) e 1.95 Kg/cm² (sforzi efficaci).

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