

COMUNE DI SCANDICCI

-----  
PIANO UNITARIO ATTUATIVO DELLE PREVISIONI  
EDILIZIE ALL'INTERNO DELL'AREA DI TRASFORMAZIONE  
TR12c - S. VINCENZO A TORRI - UTOE n°12

Oggetto:

**NOTA INTEGRATIVA ALLA RELAZIONE  
DI FATTIBILITA' GEOLOGICA**

(ai sensi del D.P.G.R. n°53/R del 25.10.2011 "Regolamento di attuazione dell'art.62 della LR 01/2005 in materia di indagini geologiche")

## 1 - PREMESSA

Con la presente nota si intende rispondere - per quanto di competenza - alla richiesta di documentazione integrativa del Genio Civile, trasmessa dal Comune di Scandicci in allegato alla comunicazione del 19.04.2018 (protocollo 18385). In tale documento - tra l'altro - viene richiesto quanto segue:

Esaminando i contenuti della scheda di trasformazione del RU si evince che la Fattibilità F3, correttamente confermata a livello di PU, scaturisce dalla seguente prescrizione:

"F.S.3: in fase di elaborazione del Progetto Unitario sono necessari approfondimenti per gli aspetti di liquefazione e amplificazione stratigrafica, da eseguirsi mediante indagini geofisiche e geognostiche".

Si rileva come tale aspetto sia stato sviluppato solo e parzialmente (nessuna verifica alla liquefazione è stata effettuata) attraverso indagini eseguite in lotti adiacenti a quello in esame. Si chiede quindi di integrare la documentazione secondo le indicazioni della scheda eseguendo le indagini all'interno del comparto e coerentemente con gli interventi da realizzare.

## 2 - INDAGINI GEOGNOSTICHE

In considerazione di quanto sopra esposto, sono state effettuate nel comparto in esame le seguenti indagini geognostiche e sismiche, propedeutiche alla campagna geognostica che dovrà essere effettuata in fase edilizia:

- n°2 prove penetrometriche statiche spinte sino alla profondità di 10,00 mt dal piano di campagna, effettuate grazie ad un penetrometro statico da 20 tonn su mezzo semovente cingolato, dotato di punta Begemann con manicotto laterale ("friction jacket"). Questo consente la misurazione sia della resistenza alla punta  $R_p$  che della resistenza per attrito laterale  $R_l$ : dall'elaborazione di queste due grandezze è possibile

risalire - tramite appositi abachi - alla natura ed alla consistenza dei vari terreni attraversati.

- n.2 stazioni di misura sismica con metodologia HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio). E' questa una tecnica di sismica "passiva" che si basa sulla misura delle vibrazioni del terreno indotte da sorgenti non controllate, attraverso un apparato di registrazione dotato di 3 velocimetri disposti nelle tre direzioni dello spazio, e sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali (H) e verticali (V) di quello che viene definito "rumore sismico".

L'ubicazione delle varie indagini è visibile nei report della ditta esecutrice allegati in Appendice.

### **3 - VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

Grazie ai dati penetrometrici acquisiti, è possibile valutare in modo speditivo il potenziale di liquefazione del sottosuolo, grazie ad un apposito programma di calcolo basato sul **Metodo di Robertson e Wride** (1997). Questo utilizza i risultati di prove CPT (*Cone Penetration Test*) ed utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo **I<sub>C</sub>** che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$I_c = \left[ (3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5}$$
$$Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$
$$R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100$$

dove:

**q<sub>c</sub>** è la resistenza alla punta misurata

**Pa** è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di  $\sigma'_{vo}$

**f<sub>s</sub>** è l'attrito del manicotto

**n** è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume  $n = 1$ , come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di **I<sub>C</sub>**. Si verificano le seguenti ipotesi:

- Se  $I_C > 2,6$  il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma. Il terreno non si considera a rischio di liquefazione.
- Se  $I_C \leq 2,6$  vuol dire che l'ipotesi assunta è errata, il suolo è di natura granulare, **Q** verrà ricalcolato usando come esponente  $n = 0,5$ .
- Se è ancora  $I_C \leq 2,6$ , significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.
- Se invece  $I_C > 2,6$ , l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso. **Q** deve essere nuovamente ricalcolato  $n = 0,75$ .

Calcolato **I<sub>C</sub>**, si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata **q<sub>c</sub>** mediante la seguente espressione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

Dove l'esponente di sforzo  $n$  è lo stesso utilizzato nel calcolo di  $I_C$ . La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene determinata dalla seguente procedura:

### Robertson e Wride classico

$$(q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N}$$

$$K_c = -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21,63 I_c^2 + 33,75 I_c - 17,88$$

### Robertson e Wride modificato

$$(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N}$$

$$\Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N}$$

dove  $K_c$  dipende dal contenuto di fine, FC(%):

$K_c = 0$	per $FC \leq 5$
$K_c = 0,0267(FC - 5)$	per $5 < FC \leq 35$
$K_c = 0,8$	per $FC > 35$

FC (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$FC(\%) = 1,75(I_C)^{3,25} - 3,7$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (**CRR<sub>7,5</sub>**) si calcola con le espressioni seguenti:

se  $(q_{c1N})_{cs} < 50$

$$CRR = 0,833 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05$$

se  $50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$

$$CRR = 93 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08$$

Il Rapporto di Tensione Ciclica per eventi sismici di magnitudo 7,5 (**CSR<sub>7,5</sub>**) si determina dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

Per magnitudo diverse occorre introdurre il fattore correttivo **MSF** (*Magnitude Scaling Factor*) come raccomandato dal **NCEER** (vedi Tabella 1)

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF}$$

**Tabella 1-** *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo  $r_d$  vengono utilizzate le formule raccomandate da un gruppo di esperti del **NCEER** (National Center for Earthquake Engineering Research):

per  $z < 9,15$  m

$$r_d = 1,0 - 0,00765 z$$

per  $9,15 \leq z < 23$  m

$$r_d = 1,174 - 0,00267 z$$

Il fattore di sicurezza alla liquefazione **FS** viene determinato dalla relazione:

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono calcolati con il metodo di **Iwasaki et alii** (1978; 1984).

Il calcolo ha dimostrato che la verticale di terreno presa in esame non è liquefacibile, come si evince dal report sottostante.

## DATI GENERALI

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1,25

### FALDA

Profondità falda idrica 5 m

### CARICHI SUL PIANO CAMPAGNA

Base 1 m

Lunghezza 3m

Carico in superficie 100 kPa

Metodo calcolo stato tensionale Westergaard

Coefficiente di Poisson 0,35

### DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,25

Fattore amplificazione 2,413

Tipo Suolo: B - Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti  $V_{s30}=360-800$

Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,2

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1  
 Magnitudo momento sismico (Mw) 5,5  
 Distanza epicentro 10,72 Km  
 Peak ground acceleration (PGA) 0,3

### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0	1,7	18,29	19,5	1863	135	192
2	1,7	4,6	18,85	20	3432	204	349
3	4,6	6,6	19,49	20,5	11571	413	525
4	6,6	20	19,45	20,5	7158	398	448

Correzione per la magnitudo (MSF) 2,21

Prof. dal p.c. (m)	Prex litostatica totale (KPa)	Pressione e verticale effettiva (KPa)	Qc	F(%)	Indice Ic	Corr. prex litostatica a eff. CQ	qc1 (KPa)	Coeff Ridut (rd)	Resist. alla liquefazione (CRR)	(CSR)	Fs	Suscettibilità di liquefazione	Rischio
5,20	97,654	95,693	118,286	3,600	2,260	1,02	207,11	0,960	0,906	0,086	10,487	Non suscettibile	Molto basso
5,40	101,754	97,831	116,986	3,601	2,263	1,01	205,89	0,959	0,892	0,088	10,142	Non suscettibile	Molto basso
5,60	105,854	99,970	115,727	3,602	2,266	1,00	204,72	0,957	0,878	0,089	9,824	Non suscettibile	Molto basso
5,80	109,954	102,109	114,509	3,604	2,269	0,99	203,59	0,956	0,865	0,091	9,531	Non suscettibile	Molto basso
6,00	114,054	104,247	113,328	3,605	2,272	0,98	202,51	0,954	0,852	0,092	9,260	Non suscettibile	Molto basso
6,20	118,154	106,386	112,183	3,606	2,275	0,97	201,46	0,953	0,840	0,093	9,008	Non suscettibile	Molto basso
6,40	122,254	108,525	111,073	3,607	2,278	0,96	200,44	0,951	0,829	0,094	8,775	Non suscettibile	Molto basso
6,60	126,354	110,663	109,994	3,609	2,280	0,95	199,47	0,950	0,818	0,096	8,557	Non suscettibile	Molto basso
6,80	130,454	112,802	108,936	3,613	2,283	0,94	198,50	0,948	0,807	0,097	8,349	Non suscettibile	Molto basso
7,00	134,554	114,941	107,866	3,616	2,286	0,93	197,62	0,946	0,796	0,098	8,146	Non suscettibile	Molto basso
7,20	138,654	117,079	106,813	3,619	2,289	0,92	196,83	0,945	0,785	0,099	7,947	Non suscettibile	Molto basso
7,40	142,754	119,218	105,844	3,622	2,292	0,92	196,11	0,944	0,774	0,099	7,752	Non suscettibile	Molto basso
7,60	146,854	121,357	104,933	3,625	2,295	0,92	195,46	0,943	0,763	0,099	7,561	Non suscettibile	Molto basso
7,80	150,954	123,495	104,069	3,628	2,298	0,92	194,87	0,942	0,752	0,099	7,374	Non suscettibile	Molto basso
8,00	155,054	125,634	103,251	3,631	2,301	0,92	194,34	0,941	0,741	0,099	7,191	Non suscettibile	Molto basso
8,20	159,154	127,773	102,469	3,634	2,304	0,92	193,86	0,940	0,730	0,099	7,012	Non suscettibile	Molto basso
8,40	163,254	129,911	101,713	3,637	2,307	0,92	193,43	0,939	0,719	0,099	6,837	Non suscettibile	Molto basso
8,60	167,354	132,050	101,000	3,640	2,310	0,92	193,04	0,938	0,708	0,099	6,666	Non suscettibile	Molto basso
8,80	171,454	134,189	100,320	3,643	2,313	0,92	192,69	0,937	0,697	0,099	6,499	Non suscettibile	Molto basso
9,00	175,554	136,327	99,671	3,646	2,316	0,92	192,37	0,936	0,686	0,099	6,336	Non suscettibile	Molto basso
9,20	179,654	138,466	99,051	3,649	2,319	0,92	192,08	0,935	0,675	0,099	6,177	Non suscettibile	Molto basso
9,40	183,754	140,605	98,460	3,652	2,322	0,92	191,82	0,934	0,664	0,099	6,022	Non suscettibile	Molto basso
9,60	187,854	142,743	97,897	3,655	2,325	0,92	191,58	0,933	0,653	0,099	5,871	Non suscettibile	Molto basso
9,80	191,954	144,882	97,361	3,658	2,328	0,92	191,36	0,932	0,642	0,099	5,723	Non suscettibile	Molto basso
10,00	196,054	147,021	96,850	3,661	2,331	0,92	191,16	0,931	0,631	0,099	5,578	Non suscettibile	Molto basso
10,20	200,154	149,159	96,363	3,664	2,334	0,92	190,98	0,930	0,620	0,099	5,436	Non suscettibile	Molto basso

10,40	204,254	151,298	45,961	5,724	2,679	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
10,60	208,354	153,437	45,293	5,727	2,684	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
10,80	212,454	155,575	44,644	5,730	2,688	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
11,00	216,554	157,714	44,013	5,734	2,693	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
11,20	220,654	159,853	43,398	5,737	2,697	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
11,40	224,754	161,991	42,800	5,740	2,701	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
11,60	228,854	164,130	42,217	5,744	2,705	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
11,80	232,954	166,269	41,650	5,747	2,710	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
12,00	237,054	168,407	41,096	5,751	2,714	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
12,20	241,154	170,546	40,557	5,754	2,718	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
12,40	245,254	172,685	40,031	5,757	2,722	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
12,60	249,354	174,824	39,518	5,761	2,726	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
12,80	253,454	176,962	39,017	5,764	2,730	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
13,00	257,554	179,101	38,528	5,768	2,734	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
13,20	261,654	181,240	38,051	5,771	2,738	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
13,40	265,754	183,378	37,585	5,775	2,742	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
13,60	269,854	185,517	37,130	5,778	2,746	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
13,80	273,954	187,656	36,684	5,781	2,749	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
14,00	278,054	189,794	36,250	5,785	2,753	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
14,20	282,154	191,933	35,824	5,788	2,757	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
14,40	286,254	194,072	35,408	5,792	2,761	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
14,60	290,354	196,210	35,001	5,795	2,764	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
14,80	294,454	198,349	34,603	5,799	2,768	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
15,00	298,554	200,488	34,214	5,802	2,772	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
15,20	302,654	202,626	33,832	5,806	2,775	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
15,40	306,754	204,765	33,459	5,809	2,779	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
15,60	310,854	206,904	33,093	5,813	2,782	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
15,80	314,954	209,042	32,735	5,816	2,786	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
16,00	319,054	211,181	32,384	5,820	2,789	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
16,20	323,154	213,320	32,040	5,823	2,793	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
16,40	327,254	215,458	31,703	5,827	2,796	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
16,60	331,354	217,597	31,373	5,830	2,800	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
16,80	335,454	219,736	31,049	5,834	2,803	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
17,00	339,554	221,874	30,731	5,837	2,806	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
17,20	343,654	224,013	30,419	5,841	2,810	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
17,40	347,754	226,152	30,114	5,844	2,813	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
17,60	351,854	228,290	29,814	5,848	2,816	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
17,80	355,954	230,429	29,519	5,851	2,819	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
18,00	360,054	232,568	29,230	5,855	2,823	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
18,20	364,154	234,706	28,946	5,858	2,826	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
18,40	368,254	236,845	28,667	5,862	2,829	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
18,60	372,354	238,984	28,394	5,865	2,832	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
18,80	376,454	241,122	28,125	5,869	2,835	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
19,00	380,554	243,261	27,861	5,872	2,838	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso

19,20	384,654	245,400	27,601	5,876	2,841	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
19,40	388,754	247,538	27,346	5,880	2,844	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
19,60	392,854	249,677	27,096	5,883	2,848	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
19,80	396,954	251,816	26,849	5,887	2,851	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso
20,00	401,054	253,954	26,607	5,890	2,854	0,92	0,00	0,000	2,432	0,099	0,000	Non suscettibile	Molto basso

IPL (Iwasaki) = 0

Zcrit = 20 m

**Rischio = Molto basso**

#### **4 - VALUTAZIONI SULL'AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA**

Per avere informazioni in merito, ci riferiamo alle indagini HVSR effettuate in situ. Al proposito, si ricorda che gli effetti stratigrafici di amplificazione sismica sono influenzati dal rapporto d'impedenza e le frequenze corrispondenti ai massimi della funzione di amplificazione si chiamano "**frequenze (periodi) naturali di vibrazione del deposito**".

Come si legge nel report della ditta esecutrice, "Nell'analisi dei dati HVSR vengono inizialmente individuati eventuali transienti (eventi con eccessiva ampiezza) da rimuovere, e viene poi creato lo spettro di frequenza delle tre componenti (le due orizzontali e quella verticale) ed il rapporto spettrale H/V, dividendo la serie temporale in finestre da 20 secondi, in parziale sovrapposizione.

Dalle curve H/V ottenute con le due stazioni di misura (HVSR 1 e HVSR 2) non risultano evidenti picchi di frequenza statisticamente significativi per lo meno nel range di interesse ingegneristico, per cui **si ritiene di poter escludere amplificazione sismica per motivi stratigrafici**".

Firenze, 16 maggio 2018

Dott. Geol. ROBERTO CHECCUCCI

*APPENDICE I*

*INDAGINI GEOGNOSTICHE*

**Geognostica Fiorentina srl**

Via di Porto, 11-13 • 50018 • Scandicci (FI)

C.F./P.IVA • 05256260489

Tel. e Fax • 055 720195

E-mail • info@geognosticafiorentina.com

Web • www.geognosticafiorentina.com

Rapporto n°:	105-18	
Data:	03/05/2018	
Località:	Strada Provinciale Val di Pesa - Scandicci (FI)	
Coordinate Prova 1:	Latitudine: 43.696661°	Longitudine: 11.101705°
Coordinate Prova 2:	Latitudine: 43.696991°	Longitudine: 11.101423°

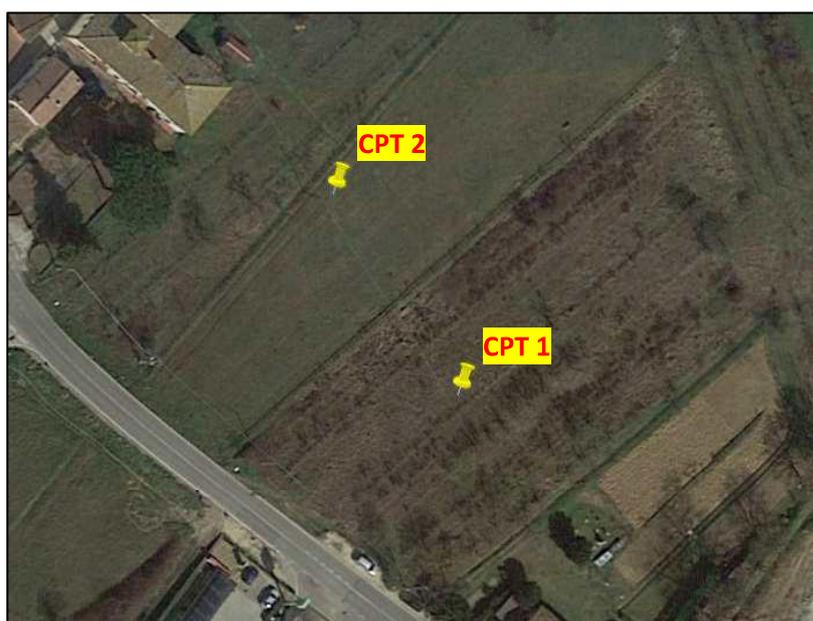
Documentazione fotografica



CPT 1



CPT 2



Ubicazione prova penetrometrica

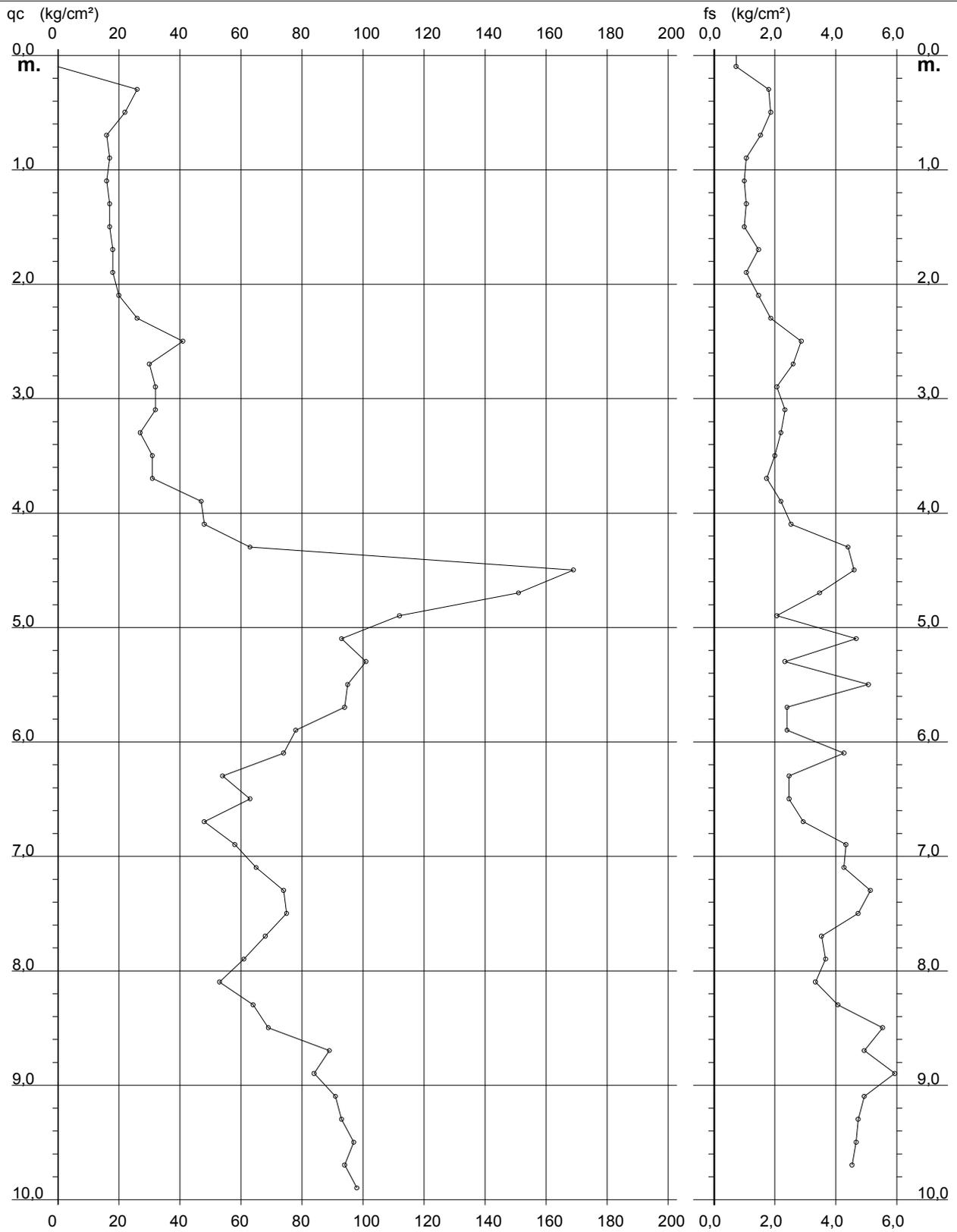
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 1**

2.01PG05-179

- committente : GEODINAMICA  
 - lavoro :  
 - località : S.P. Val di Pesa - Scandicci (FI)

- data : 03/05/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



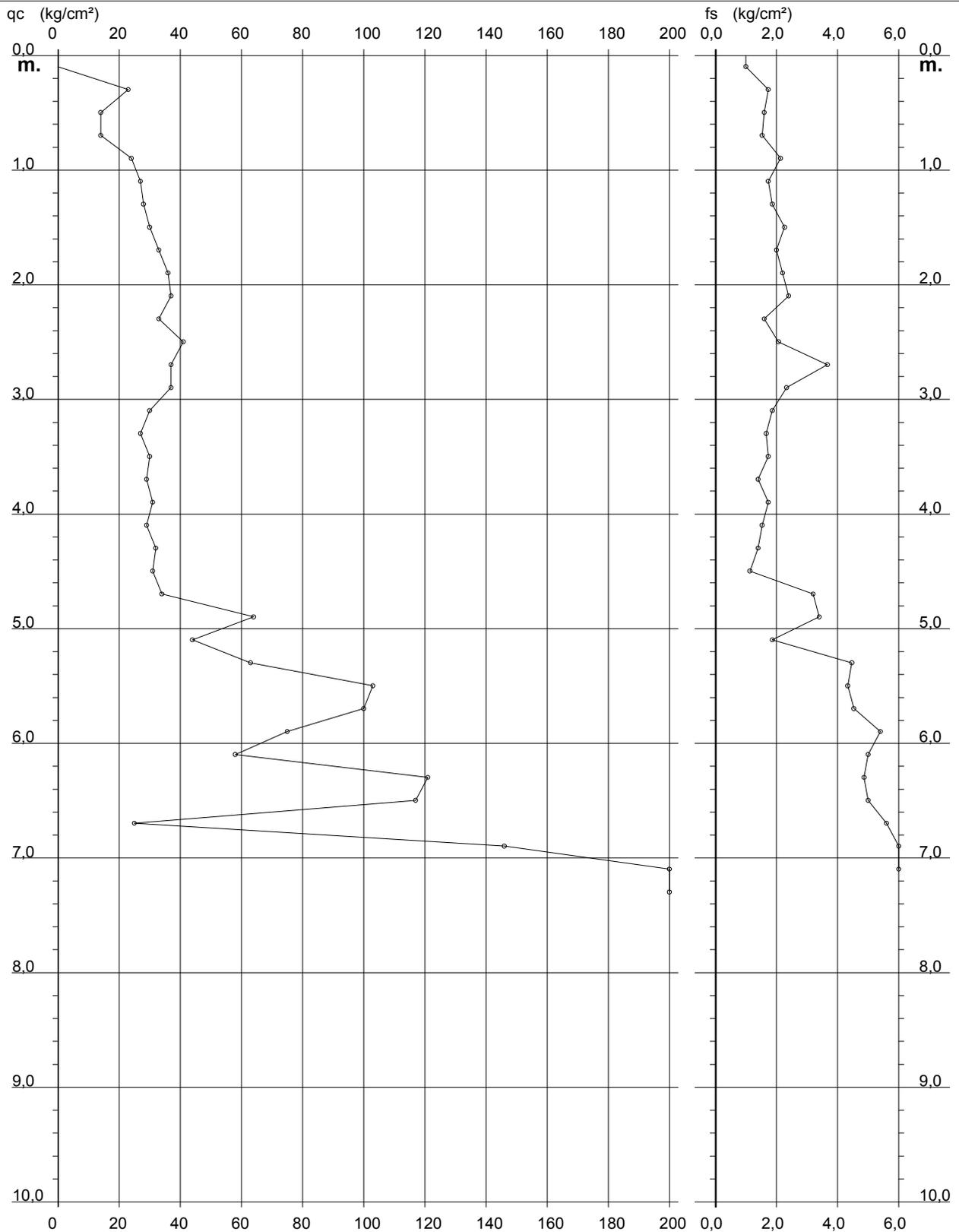
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 2**

2.01PG05-179

- committente : GEODINAMICA  
 - lavoro :  
 - località : S.P. Val di Pesa - Scandicci (FI)

- data : 03/05/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



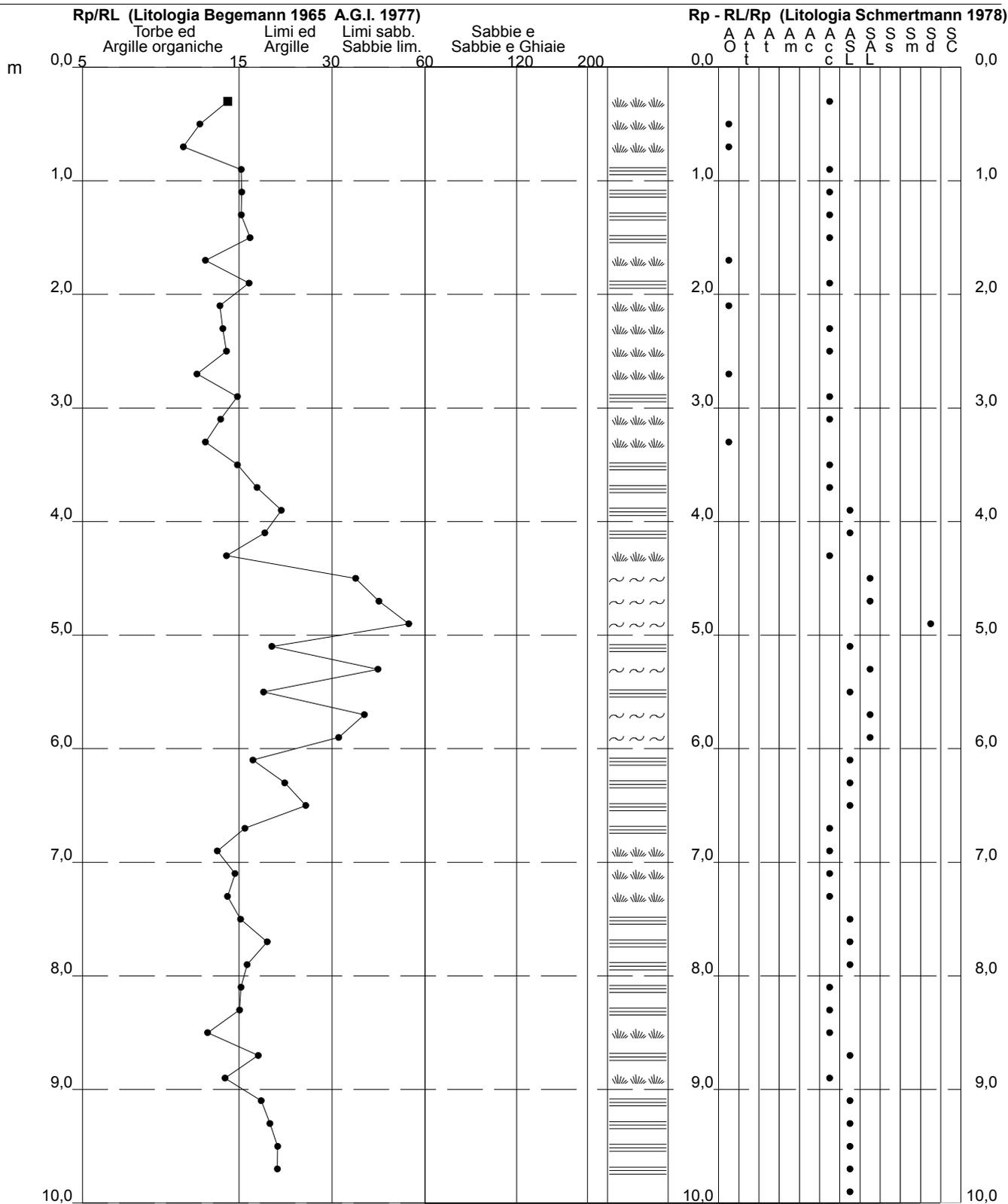
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 1**

2.01PG05-179

- committente : GEODINAMICA  
 - lavoro :  
 - località : S.P. Val di Pesa - Scandicci (FI)  
 - note :

- data : 03/05/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



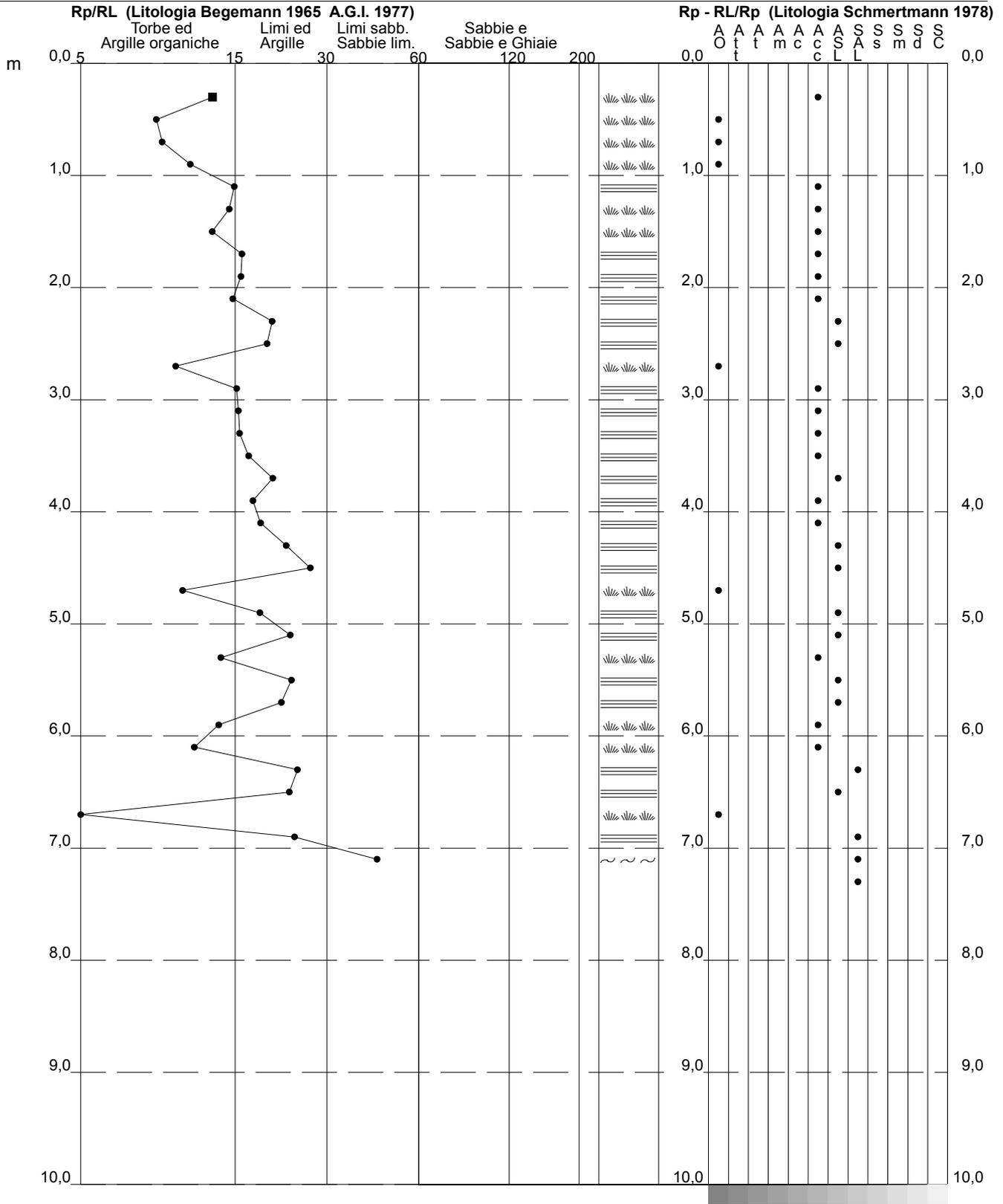
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 2

2.01PG05-179

- committente : GEODINAMICA  
 - lavoro :  
 - località : S.P. Val di Pesa - Scandicci (FI)  
 - note :

- data : 03/05/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50









**GEOGNOSTICA  
FIORENTINA SRL**

**Geognostica Fiorentina srl**

Via di Porto, 11-13 • 50018 • Scandicci (FI)

C.F./P.IVA • 05256260489

Tel. e Fax • 055 720195

E-mail • info@geognosticafiorentina.com

COMUNE DI SCANDICCI  
Provincia di Firenze



Oggetto:

Indagine di sismica passiva mediante  
metodologia HVSR

RELAZIONE TECNICA



Località:

Strada Provinciale Val di Pesa  
Località San Vincenzo a Torri – Scandicci (FI)

Committente:

GEODINAMICA

## Introduzione

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine di sismica passiva, eseguita su n. 2 stazioni di misura, con metodologia HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio) in data 03 Maggio 2018, come concordato con la committenza e con il Dott. Geol. Roberto Checcucci, lungo la Strada Provinciale Val di Pesa in località San Vincenzo a Torri nel Comune di Scandicci (FI).

Di seguito vengono descritte la metodologia d'indagine, lo schema operativo, la strumentazione utilizzata, le modalità di analisi dei dati, ed infine i risultati ottenuti.

## HVSR: metodologia d'indagine

Il metodo **HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio)**, è una tecnica di sismica "passiva" che si basa sulla misura delle vibrazioni del terreno indotte da sorgenti non controllate, attraverso un apparato di registrazione dotato di 3 velocimetri disposti nelle tre direzioni dello spazio, e sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali (H) e verticali (V) di quello che viene definito "rumore sismico", "vibrazione ambientale" o "microtremore", costituito da piccole vibrazioni del terreno dell'ordine di  $10^{-4}$ - $10^{-2}$  cm. Gli spettri verticali e orizzontali variano in funzione dell'anisotropia del mezzo attraversato e dei gradienti di impedenza presenti nel sottosuolo:

$$\text{Rapporto di impedenza sismica } I = \rho r V_r / \rho s V_s$$

Dove  $\rho r$  è la densità del substrato e  $\rho s$  del terreno soprastante;  $V_r$  la velocità delle onde di taglio del substrato e  $V_s$  del terreno.

Gli effetti stratigrafici di amplificazione sismica sono influenzati dal rapporto d'impedenza, e le frequenze corrispondenti ai massimi della funzione di amplificazione si chiamano frequenze (periodi) naturali di vibrazioni del deposito. Il periodo proprio di sito è indicato dalla seguente formula:

$$T_0 = 4H/V_s$$

Dove:  $V_s$  è la velocità delle onde di taglio fino al bedrock (inteso come un orizzonte con forte contrasto di  $V_s$  che dà origine ad un picco dell'H/V); H lo spessore dei sedimenti sovrastanti il

bedrock. Di fondamentale importanza risulta la conoscenza della frequenza di sito per il fenomeno della “doppia risonanza”, cioè la corrispondenza tra la frequenza fondamentale del segnale sismico trasmesso in superficie e la frequenza delle strutture in progetto o dei manufatti già esistenti.

### **Schema operativo**

In TAVOLA 1, è riportato un inquadramento dell’area con ubicato i punti di misura effettuati e le foto delle 2 stazioni HVSR. Per ciascuna acquisizione si è adottata la seguente configurazione:

- Acquisizione:

- registrazione: 20 minuti
- frequenza di campionamento: 300 Hz (ricampionato a 64 Hz in fase di elaborazione)

- Elaborazione:

- finestra: 20 secondi
- tapering: 8%
- lisciamento: finestra triangolare (10%)
- Coordinate HVSR 1: 43.696654°; 11.101705°
- Coordinate HVSR 2: 43.696996°; 11.101402°

### **Strumentazione impiegata**

L’acquisizione HVSR è stata effettuata tramite sismografo triassiale SR04C3 - SARA electronic instruments, con geofoni da 4.5 Hz dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, collegato ad un Notebook ASUS ASUS TP200SA. I dati acquisiti mediante software SEISMOLOG-MT, della SARA electronic instruments, ed analizzati mediante WINMASW 2018 Academy della Eliosoft.

### **Analisi e risultati dell’indagine**

Nell’analisi dei dati HVSR vengono inizialmente individuati eventuali transienti (eventi con eccessiva ampiezza) da rimuovere, e viene poi creato lo spettro di frequenza delle tre componenti (le due orizzontali e quella verticale) ed il rapporto spettrale H/V, dividendo la serie temporale in

n finestre da 20 secondi, in parziale sovrapposizione (TAVOLA 2-3).

Dalle curve H/V ottenute con le due stazioni di misura (HVSR\_1 e HVSR\_2) non risultano evidenti picchi di frequenza statisticamente significativi per lo meno nel range di interesse ingegneristico, per cui si ritiene di poter escludere amplificazione sismica per motivi stratigrafici.

Scandicci, li 15/05/2018

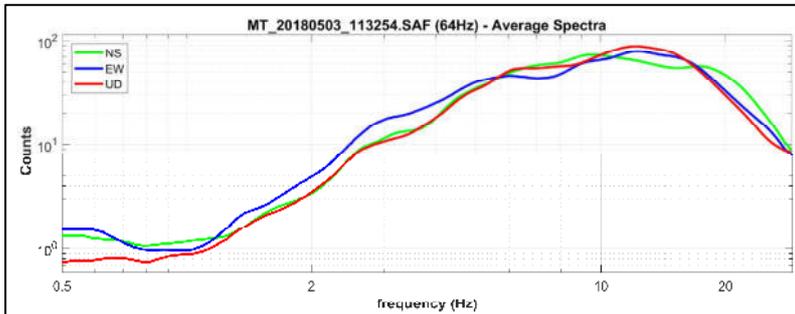
I Tecnici

Dott. Santi Accetta

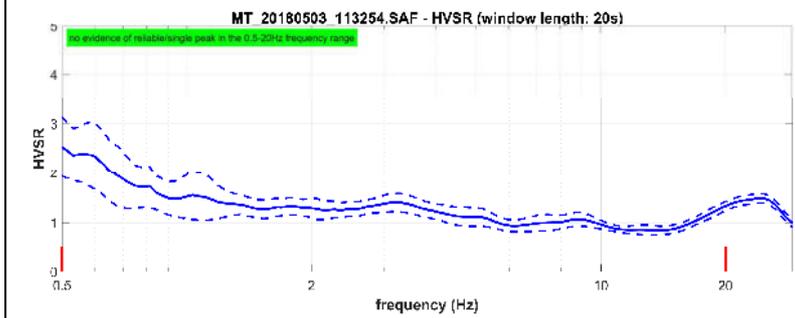
Dott. Silvio Brenna



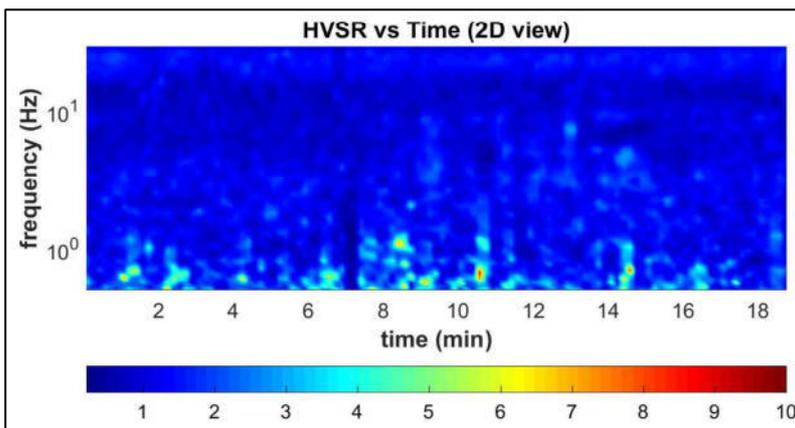
TAVOLA 1



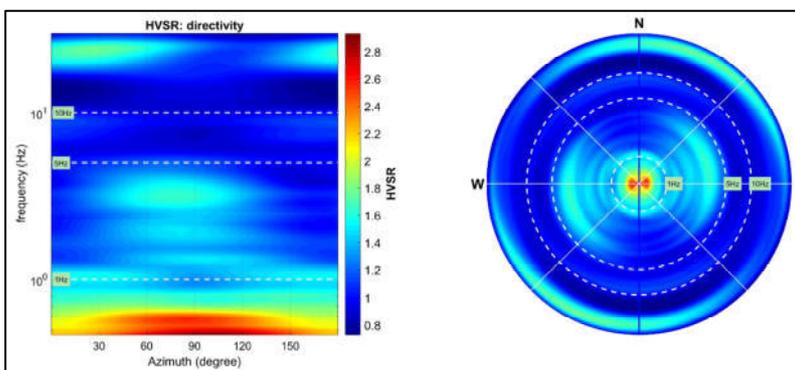
Spettri d'ampiezza delle tre componenti (orizzontali NS-EW e verticali UD)



Rapporto spettrale H/V

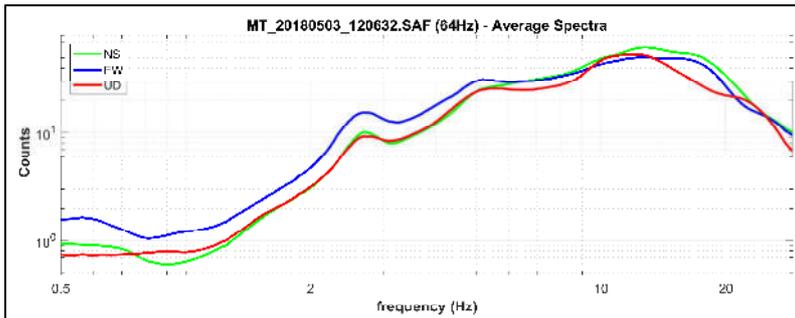


Persistenza del segnale

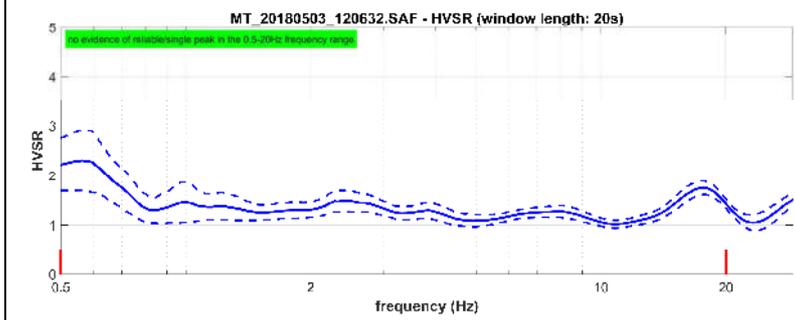


Direttività

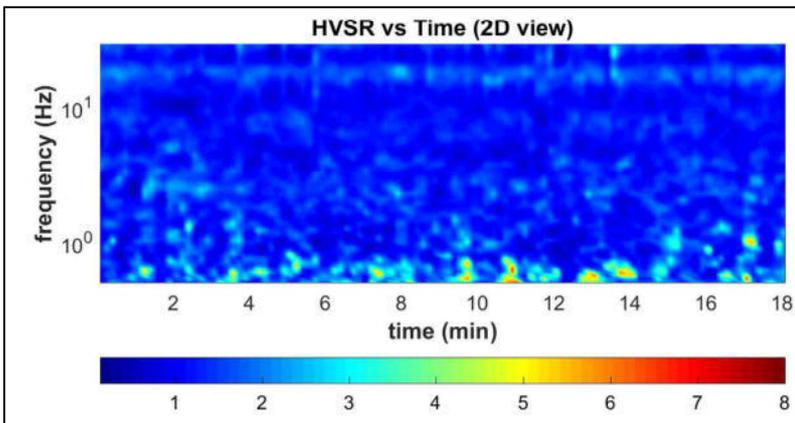
TAVOLA 2 – HVSR 1



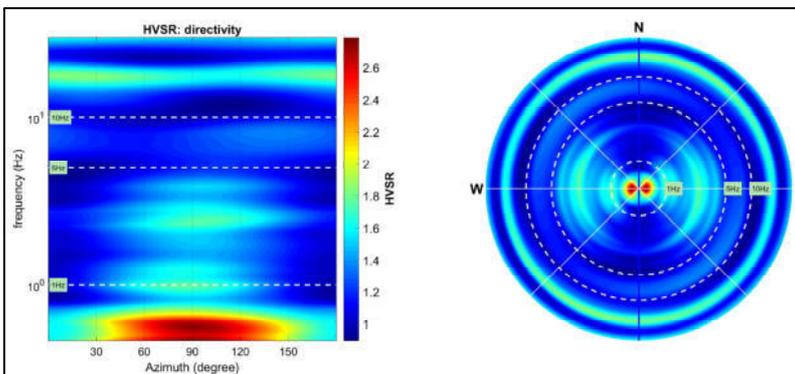
Spettri d'ampiezza delle tre componenti (orizzontali NS-EW e verticali UD)



Rapporto spettrale H/V



Persistenza del segnale



Direttività

TAVOLA 3 – HVSR 2