



# FIRENZE PARCHEGGI S.P.A.

Sede Legale: Via G. La Pira 21 - 50121 Firenze  
Telefono 055/27.20.11 - Fax 055/27.20.134

## NUOVO EDIFICIO POLIVALENTE E NUOVO INGRESSO AL PLESSO DIDATTICO DELLA FACOLTA' DI ARCHITETTURA

**VARIANTE AI PROGETTI**  
Concessione Edilizia lotta 1 n. 81/2012  
Concessione Edilizia lotta 2 n. 426/2015

**RG**

DESCRIZIONE ELABORATO

### RELAZIONE GEOLOGICA

☐ PRELIMINARE ☐ DEFINITIVO ☒ ESECUTIVO

PROG. N.

DATA

AGOSTO 2016

SCALA

SOTTOSCRIVE IL N.

AGG.

DATA

FIRMA

AGG.

DATA

FIRMA

Responsabile del procedimento

Dr. Arch. Richard A. Cammarano

Committente

FIRENZE PARCHEGGI SPA  
via G. La Pira 21 - Firenze

Progettisti

Prof. Arch. Alberto Breschi, Prof. Arch. Guido Ferraro  
Dr. Arch. Nicola Ferrara, Dr. Arch. Elisabetta Lami,  
Dr. Arch. Giovanni Todesca, Dr. Arch. Matteo Zetti

Varianti 2012 (2015)

Prof. Arch. Alberto Breschi

Strutture

Prof. Arch. Giacomo Tempesta

Impianti

P.L. Giovanni Ghini

Piano di sicurezza

Arch. Tommaso Chiti

Collaboratori

Arch. Claudia Gianconi, Arch. Michele Argioles, Arch. Gianluca Chisari



*Alberto Breschi*

Studio di Geologia Applicata

Dot. G. Frosinini - Dot. F. Bulgarelli

Off. - Via del Cardellino n° 75 (Arezzo)

☎/fax - 0573/380938

E-mail: [ingeo@studio.it](mailto:ingeo@studio.it)

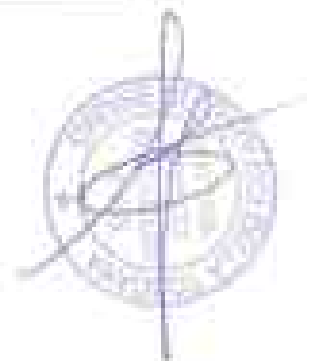
## COMUNE DI FIRENZE

Progetto: realizzazione di un edificio polivalente

Località: Firenze, Piazza Ghiberti

Committente: FIRENZE PARCHEGGI S.p.A.

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**



## **RELAZIONE GEOLOGICA**

### **① - PREMESSA**

Il sottosuolo di Piazza Ghiberti-Via della Madonna, è stato indagato con numerosi sondaggi geognostici, prove SPT in loco, e analisi di laboratorio su campioni di terreno, a supporto del progetto per il garage sotterraneo.

I risultati a suo tempo acquisiti sono da ritenersi ancora del tutto validi e senz'altro utilizzabili, in quanto l'area d'intervento del nuovo edificio con due piani in elevazione è adiacente al confine meridionale del manufatto, ed in prossimità dei citati punti d'indagine.

Si è ritenuto pertanto di integrare i dati già acquisiti con l'esecuzione di un'indagine sismica atta a determinare il parametro "V<sub>s30</sub>" richiesto dalla nuova normativa (NTC 2008).

Nel vigente Piano Strutturale, all'intera zona è stata attribuita una classe di pericolosità geologica bassa e una pericolosità sismica media.

### **② - LINEAMENTI GEOLOGICO-STRATIGRAFICI**

Nell'area d'intervento, la formazione geologica presente è quella dei "Depositi fluviali di ghiaie, ciottoli e sabbie sabbiose" del Quaternario recente, che occupa l'intera piana alluvionale di Firenze.

Il modello stratigrafico del sottosuolo è stato ricostruito facendo riferimento ai dati acquisiti con i sondaggi "G3-G4-G5-G6" eseguiti dalla Sinf Tosi di Arcore (ottobre 1998) e con quelli "S03-S04-S05" della Sogeco di Ferrara (agosto 2000).

In appendice è riportata la planimetria con le ubicazioni dei singoli punti d'indagine e le relative stratigrafie con le quote sono stati individuati nel sottosuolo, i seguenti 3 distretti floreali:

1° livello m 0,0 + 2,3	limo sabbioso con inclusi elementi fluidi eteromorfici e rari laterici
2° livello m 2/3 + 12/14	ghiaia eteromorfica con ciottoli in matrice sabbiosa e limosa
3° livello m 12/14 + 30	substrato costituito da alternanze di argilliti morte, sabbie e calcareniti (formazioni della Piemontina)

I diversi spessori della lamina ghiaioso-ciottulosa sono dovuti ai diversi (e topografici) confronti al contatto con il sottostante bedrock, probabilmente generati da dislocazioni tettoniche avvenute nel corso della tarda fase dell'orogenezia appenninica, sulla parte basale dell'antica conca intramontana Docetina, successivamente colmata dagli apporti solidi dell'Arno e dei suoi affluenti.

#### ④ - SITUAZIONE IDROGEOLOGICA

Le misurazioni delle profondità della falda fatta nell'ottobre 1988, all'interno dei fori di sondaggio "Soil Test" attrezzati a piezometro, danno i seguenti risultati:

Q1 <sub>h,20</sub>	m 5,97
Q4 <sub>h,20</sub>	m 5,36
Q5 <sub>h,20</sub>	m 2,45
Q6 <sub>h,20</sub>	m 3,40

Con analoghe misurazioni eseguite nel mese di agosto 2000, nel sondaggio "BUNGTIO" fanno seguito i seguenti dati:

SN <sub>h,20</sub>	m 4,63
SN <sub>h,20</sub>	m 4,50
SN <sub>h,20</sub>	m 4,50

Questo acquedotto consiste di classificare il corpo idrico sotterraneo come falda libera o cui livello fluisce, dovuto ad un modestissimo gradiente idraulico ( $\sim 1,2 \text{ ‰}$ ), ha una direzione di scorr. da Sud-est a Nord-ovest.

## ④ - INDAGINI IN SITU

### 4a) Prova Standard Penetration Test

Le prove SPT sono state fatte nei medesimi punti di sondaggio con attrezzatura dotata di punta conica da  $20 \text{ cm}^2$ , e di maglio da  $63,5 \text{ Kg}$ , con altezza di caduta di  $76 \text{ cm}$ .

Le prove hanno interessato gli intervalli di profondità riportati nelle tabelle, infreggendo nel terreno la punta del penetrometro per  $45 \text{ cm}$  e contando il numero di colpi di maglio relativi agli ultimi  $30 \text{ cm}$  ( $N_{60}$ ).

Quando si è avuto il rifiuto all'infrusione del penetrom.  $55 \text{ cm}$  dalla punta del penetrometro, con  $50$  colpi di maglio, si è utilizzato il valore convenzionale  $N_{60} = 100$ .

Sond. 03 (m 28)	Sond. 04 (m 28)	Sond. 05 (m 39)	Sond. 06 (m 28)
m 3,8 $N_{60} = 42$	m 2,8 $N_{60} = 34$	m 3,0 $N_{60} = 100$	m 2,7 $N_{60} = 8$
m 4,3 $N_{60} = 42$	m 4,0 $N_{60} = 100$	m 4,0 $N_{60} = 110$	m 4,0 $N_{60} = 150$
m 5,2 $N_{60} = 47$	m 5,5 $N_{60} = 60$	m 5,0 $N_{60} = 71$	m 5,0 $N_{60} = 100$
m 11,0 $N_{60} = 75$	m 12,0 $N_{60} = 30$	m 11,0 $N_{60} = 100$	m 12,0 $N_{60} = 100$
	m 13,0 $N_{60} = 100$	m 13,2 $N_{60} = 100$	m 13,0 $N_{60} = 100$
			m 18,0 $N_{60} = 100$

Sond. 07 (m 31)	Sond. 08 (m 21)	Sond. 09 (m 19)
m 3,4 $N_{60} = 45$	m 2,5 $N_{60} = 39$	m 3,0 $N_{60} = 11$
m 4,8 $N_{60} = 34$	m 4,0 $N_{60} = 40$	m 4,5 $N_{60} = 37$
m 6,0 $N_{60} = 11$	m 5,0 $N_{60} = 49$	m 5,0 $N_{60} = 41$
m 12,0 $N_{60} = 87$	m 12,0 $N_{60} = 41$	m 12,0 $N_{60} = 34$

### 2b) Analisi di campioni di terreno

Dagli allegati certificati del Laboratorio di Geotecnica dell'Università di Firenze - Dipartimento di Ingegneria Civile risultano le seguenti classificazioni relative ai 7 campioni esaminati:

		Sondaggio G3			Sondaggio G5		Sondaggio G6	
		m 1,7-2	m 2,7-3	m 3-3,3	m 1,3-6	m 11,6-12	m 18-19,7	m 17-17,5
Conte Siltoso	Sp	32%	50%	30%	-	24%	-	40%
Conte fango	Wp	20%	18%	18%	-	17%	-	25%
Indice plasticità	Ip	11	12	12	-	7	-	13
Classificazione	(I.S.C.A.)	CL	SC	SC	GW-OC	GM-OC	GW-OC	CL

CL = argilla (magenta e bassa plasticità)

Sc = sabbia argillosa

GW = ghiaia ben pulita e ben gradata

OC = ghiaia argillosa

GM = ghiaia limosa

I risultati per il campione prelevato a m 17 (sond G6) caratterizzano un masso esclusivo argilloso del bedrock.

### 2c) Permeabilità del terreno

Nel medesimo furo di sondaggio Spilant all'epoca sono state fatte prove di saturamento Lefranc da cui sono stati ricavati i coefficienti "K" (cm/sec) che consentono di attribuire al primo livello una permeabilità medio-bassa e agli altri due una permeabilità elevata.

		1° liv.	2° liv.	3° liv.
		m 0 - 3	3 - 14	14 - 24
Sond G 3	K =	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,2 \times 10^{-5}$	$2,2 \times 10^{-5}$
Sond G 4	"	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-5}$
Sond G 5	"	-	$2,0 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$
Sond G 6	"	-	$2,0 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-5}$

#### 4.4) Indagine sismica

L'attrezzatura utilizzata e le modalità esecutive vengono illustrate nel rapporto tecnico riportato in appendice.

Con il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è stato determinato il modello sismo-stratigrafico dell'area, che è risultato del tutto confrontabile con quelli ottenuti con i sondaggi geofisici.

La velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità,  $V_{s30}$ , è risultata pari a 547 m/sec.

La frequenza caratteristica di risonanza del sito, pari a 8 Hz, è stata determinata tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

#### 5 - Caratterizzazione geomeccanica

L'angolo di resistenza al taglio " $\varphi$ " è stato determinato in ciascun tratto indagato con le prove SPT con la seguente relazione, e assunto  $\varphi = 45^\circ$  per  $N_{60} > 50$ :

$$\varphi = 6,3 \times N_{60} + 27$$

Sond G1 (m 20)	Sond G4 (m 20)	Sond G5 (m 30)	Sond D6 (m 20)
m 1,0 $\varphi = 39^\circ$	m 2,5 $\varphi = 37^\circ$	m 3,0 $\varphi = 41^\circ$	m 2,7 $\varphi = 39^\circ$
m 4,5 $\varphi = 39^\circ$	m 6,0 $\varphi = 45^\circ$	m 6,0 $\varphi = 45^\circ$	m 6,0 $\varphi = 41^\circ$
m 9,0 $\varphi = 40^\circ$	m 9,0 $\varphi = 45$	m 9,0 $\varphi = 45^\circ$	m 9,0 $\varphi = 45^\circ$
m 11,0 $\varphi = 45^\circ$	m 11,0 $\varphi = 39^\circ$	m 12,0 $\varphi = 45^\circ$	m 12,0 $\varphi = 45^\circ$
	m 11,0 $\varphi = 45^\circ$	m 13,2 $\varphi = 45^\circ$	m 13,0 $\varphi = 45^\circ$
			m 16,0 $\varphi = 45^\circ$

Sond B4Q (m 21)	Sond B4R (m 21)	Sond B2S (m 17)
m 3,0 $\varphi = 40^\circ$	m 3,0 $\varphi = 40^\circ$	m 3,0 $\varphi = 31^\circ$
m 6,0 $\varphi = 37^\circ$	m 6,0 $\varphi = 39^\circ$	m 6,0 $\varphi = 34^\circ$
m 9,0 $\varphi = 31^\circ$	m 9,0 $\varphi = 41^\circ$	m 9,0 $\varphi = 40^\circ$
m 12,0 $\varphi = 45^\circ$	m 12,0 $\varphi = 33^\circ$	m 12,0 $\varphi = 40^\circ$

Il valore caratteristico " $\varphi_c$ " è stato determinato con la relazione:

$$\varphi_c = \varphi_m (1 - 1,615 \sqrt{\varphi})$$

con:

$\varphi_m$  = valore medio dell'angolo di attrito,

$\sqrt{\varphi}$  = rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di  $\varphi$

L'indagine sismica ha fornito dati relativi alla densità ( $\rho$ ) e ai moduli di taglio ( $G$ )

Per l'area d'intervento si ritengono idonei i seguenti parametri geotecnici:

	$\varphi_m$	$\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$G$ (Mpa)
1° livello (in 0 m-3)	28	1,8	53
2° livello (in 3-3 m [2-4])	40	2,0	496
3° livello (in 12-14 m [30])	45	2,1	867



## RELAZIONE GEOTECNICA

### ① - PREMESSA

Le norme vigenti norme tecniche per le costruzioni richiedono che la sicurezza e le prestazioni di un'opera devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale della stessa.

Lo stato limite è la condizione superata la quale la struttura non risponde più alle esigenze per la quale è stata progettata.

Per l'accertamento della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.), eseguite con il "metodo dei coefficienti parziali", si deve verificare la relazione:

$$R_d \geq E_d$$

$R_d$  = resistenza di progetto;

$E_d$  = azione di progetto.

### ② - VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Il nuovo fabbricato rientra tra gli interventi ordinati per i quali è prevista una  $V_n$  nominale ( $V_n$ ) = 50 anni.

La vita nominale di una struttura definisce il periodo di tempo nel quale potrà essere utilizzata in sicurezza, purché soggetta a normali manutenzioni.

Per il tipo di fabbricato si ritiene adeguata una Classe d'uso III da cui deriva un Coefficiente d'uso, ( $C_U$ ) = 1,5.

Le azioni sismiche dovranno essere portate valutate in relazione al Periodo di riferimento ( $V_r$ ) pari a:

$$V_r = V_n \pm C_U = 50 \pm 1,5 = 75 \text{ anni}$$

#### ④ - CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Il suolo di fondazione, con  $V_{s30}=547$  m/sec, è inserito nella Categoria "B" di cui all'OP.CM.20-03-03 n. 3274, e pertine alla m. 1 da piano campagna.

L'area d'intervento, completamente pianeggiante, rientra nella Categoria topografica T1 per la quale vale un coefficiente d'Amplificazione topografica  $S_T=1$ .

#### ⑤ - SISMICITÀ, STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

La stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio "auto dipendente".

Dalla cosiddetta "regola lunga", composta da quattro punti della gerarchia d'accelerazione, si ottengono i seguenti parametri spettrali:

$a_g$  = accelerazione massima del sito;

$P_s$  = valore massimo del fattore d'amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_s$  = periodo di inizio tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nel caso specifico, i valori dei parametri caratteristici per il calcolo delle azioni sismiche sono:

Sito in esame	Piazza Ghisetti - Firenze
Latitudine	43.773376
Longitudine	11.268798
Classe	1
Vita sismica	125

Siti di riferimento			
Sito 1	ID: 20058	Lat: 43,7626 Lon: 11,2057	Distanza 5157,700
Sito 2	ID: 20059	Lat: 43,7640 Lon: 11,2749	Distanza 939,739
Sito 3	ID: 19837	Lat: 43,8139 Lon: 11,2731	Distanza 4744,372
Sito 4	ID: 19836	Lat: 43,8126 Lon: 11,2039	Distanza 6941,378

#### Parametri sismici

Categoria suolo:	B
Categoria topografica:	T1
Periodi di riferimento:	75 anni
Coefficiente C <sub>s</sub> :	1,5

<b>Operatività (SI.O)</b>	
Probabilità di superamento:	81 %
T <sub>r</sub> :	45 anni
a <sub>g</sub> :	0,055 g
F <sub>u</sub> :	2,582
T <sub>e</sub> *:	0,264 s

<b>Danno (SI.D)</b>	
Probabilità di superamento:	61 %
T <sub>r</sub> :	75 anni
a <sub>g</sub> :	0,065 g
F <sub>u</sub> :	2,601
T <sub>e</sub> *:	0,277 s

<b>Salvaguardia della vita (SI.V)</b>	
Probabilità di superamento:	10 %
T <sub>r</sub> :	712 anni
a <sub>g</sub> :	0,152 g
F <sub>u</sub> :	2,794
T <sub>e</sub> *:	0,307 s

<b>Prevenzione del collasso (SI.C)</b>	
Probabilità di superamento:	5 %
T <sub>r</sub> :	1462 anni
a <sub>g</sub> :	0,191 g
F <sub>u</sub> :	2,399
T <sub>e</sub> *:	0,313 s

Coefficienti sismici	
SLO:	
Ss:	1,200
Cs:	1,440
St:	1,000
Kh:	0,013
Kv:	0,007
Amax:	0,646
Beta:	0,200
SLD:	
Ss:	1,200
Cs:	1,420
St:	1,000
Kh:	0,016
Kv:	0,008
Amax:	0,720
Beta:	0,200
SLV:	
Ss:	1,200
Cs:	1,190
St:	1,000
Kh:	0,044
Kv:	0,022
Amax:	1,793
Beta:	0,240
SLU:	
Ss:	1,200
Cs:	1,3500
St:	1,000
Kh:	0,055
Kv:	0,027
Amax:	2,247
Beta:	0,240

#### **8. PIANO DI FONDAZIONE E CARICHI DI AEROTRATTO**

La particolare collocazione del fabbricato posizionato su area adiacente al diaframma in c.a. profondo ~ m 6 che delimita il garage

sotterranea, richiede una particolare attenzione per la scelta del tipo di fondazione.

Per la nuova costruzione è prevista la realizzazione oltre che degli elementi verticali anche di una struttura scolulare centrale a sostegno della copertura quadrata con tutti e quattro i lati appettenti della lunghezza di 22 metri.

La successione stratigrafica locale si contraddistingue per un'uniforme distribuzione areale e verticale di sedimenti, tutti strettamente comprensibili e tali comunque da escludere significativi contrasti sia di tipo assoluto che differenziale, per una normale pressione unitaria d'esercizio esercitata da un edificio a due piani.

L'aspetto più delicato è tuttavia quello relativo ai fenomeni d'interferenza dovuti ai nuovi carichi nei confronti dell'adiacente garage sotterraneo.

Per minimizzare gli effetti si ritiene necessario assumere i nuovi carichi di presenza all'interno dei triangoli delle forze attive di spinta nel dissestimento.

Poiché si ha ragione di ritenere che per le distanze in gioco, tale condizione non possa essere verificata con fondazioni di tipo superficiale, si consiglia la realizzazione di una fondazione in pali di lunghezza maggiore rispetto al basamento del garage, situato a circa m. 5 da piano strada.

La presenza delle potenti banchi di sedimenti ghiaiosi con ciottolame in matrice sabbiosa finissima, e quella di una falda freatica con profondità variabile fra m. 4,7 - 5,9, consiglia l'impiego di una rivista con elica continua.

Tale struttura permette interventi in sicurezza, con posizioni precise e controllate, e nei terreni sotto falda soggetti a frantumazioni e non

rende necessario l'impiego di tubazioni di rivestimento del foro o di funghi bentonitici per i quali si deve successivamente provvedere allo smaltimento.

Al termine di ciascuno scavo, in fase di recupero della colonna di trivellazione, il calcestruzzo viene iniettato a pressione controllata attraverso il foro centrale dell'elica, garantendo così la continuità del getto.

Subito dopo viene inserita l'armatura metallica e se necessario, è previsto l'impiego di un piccolo vibratore applicato alla testa della gabbia.

## **● - VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)**

Non essendo noti i dati di progetto le verifiche della relazione  $R_d \leq F_d$ , saranno fatte dal Progettista delle strutture.

Di seguito viene determinata la portata limite laterale ( $P_{h,lim}$ ) e di base ( $P_{b,lim}$ ) per un palo previsto di lunghezza "L" pari a 8 metri, del diametro "Ø" di m. 0,5, e con testa a 1,0 metro da boccafora:

$$P_{h,lim} = \alpha \sum A_l \times C_u + \sum A_l \times K \times \gamma_g \times P_v - W_p$$

$$P_{b,lim} = A_b \times P_{vb} \times N_q - W_p$$

dove:

$W_p$  = peso del palo (ton);

$A_l$  = area laterale del tratto considerato ( $m^2$ );

$A_b$  = area di base del palo ( $m^2$ );

$P_v, P_{vb}$  = pressioni verticali efficaci ( $ton/m^2$ );

$N_q$  = fattore di capacità portante;

$\alpha$  = coefficiente di mobilitazione dell'aderione;

$\varphi$  = angolo di attrito;

$K$  = coefficiente di spinta orizzontale.

Dalla tabella di calcolo risulta:

$$P_{h,lim} = 29,89 \text{ ton}$$

$$P_{b,lim} = 129,02 \text{ ton}$$

POSTAGE TOTALS (JANUARY 1995) = \$10.44

Le resistenze caratteristiche laterali e di base ( $R_{clim}$ ;  $R_{climB}$ ) si ricavano dividendo le suddette portate limite per un coefficiente funzione del numero di verticali esplorate, nel caso in esame pari a 1,45, avendo fatto riferimento a 7 sondaggi geognostici:

$$R_{clim} = 20,61 \text{ ton}$$

$$R_{climB} = 88,97 \text{ ton}$$

Con l'approccio 2 combinazione I (A1-M1-R3) si hanno le seguenti resistenze di progetto laterali e di base ( $R_{dlim}$  -  $R_{dlimB}$ ) ottenute con l'applicazione dei seguenti coefficienti di riduzione parziali:

$$R_{dlim} = 20,61 / 1,15 = 17,92 \text{ ton}$$

$$R_{dlimB} = 88,97 / 1,35 = 65,91 \text{ ton}$$

Risulta evidente come circa l'80% del carico totale vada ad interessare il terreno a 9 metri di profondità, 3 metri circa al di sotto del basamento del garage.

## ● - VALUTAZIONE DEGLI STATI LIMITE ESERCIZIO (SLE)

Il cedimento ( $W$ ) del palo è stato valutato facendo riferimento al metodo di Meyerhof, che tiene conto dei risultati di numerosissime prove di carico su pali di diverse dimensioni, realizzati in terreni con diverse caratteristiche.

$$W = 1/30 \times \beta \times P_{limB}/P_{lim}$$

$$P_{lim} = P_{limB}/2,5 = 155,14/2,5 = 62,06 \text{ ton.}$$

$$W = 1/30 \times 50 \times 62,06/155,14 = 0,67 \text{ cm.}$$

Stante la destinazione d'uso del nuovo edificio, pur ritenendo il risultato praticamente ininfluenza per le strutture in elevazione, si consiglia di eseguire una verifica con almeno una prova di carico all'apertura del cantiere.



## ● - NOTAZIONI CONCLUSIVE

La situazione rilevata fa ritenere l'intervento in progetto fattibile e del tutto compatibile con l'area in esame.

Ad inizio lavori di trivellazione dei pali si dovrà verificare in maniera più puntuale ed in via definitiva quanto rilevato con la presente indagine.

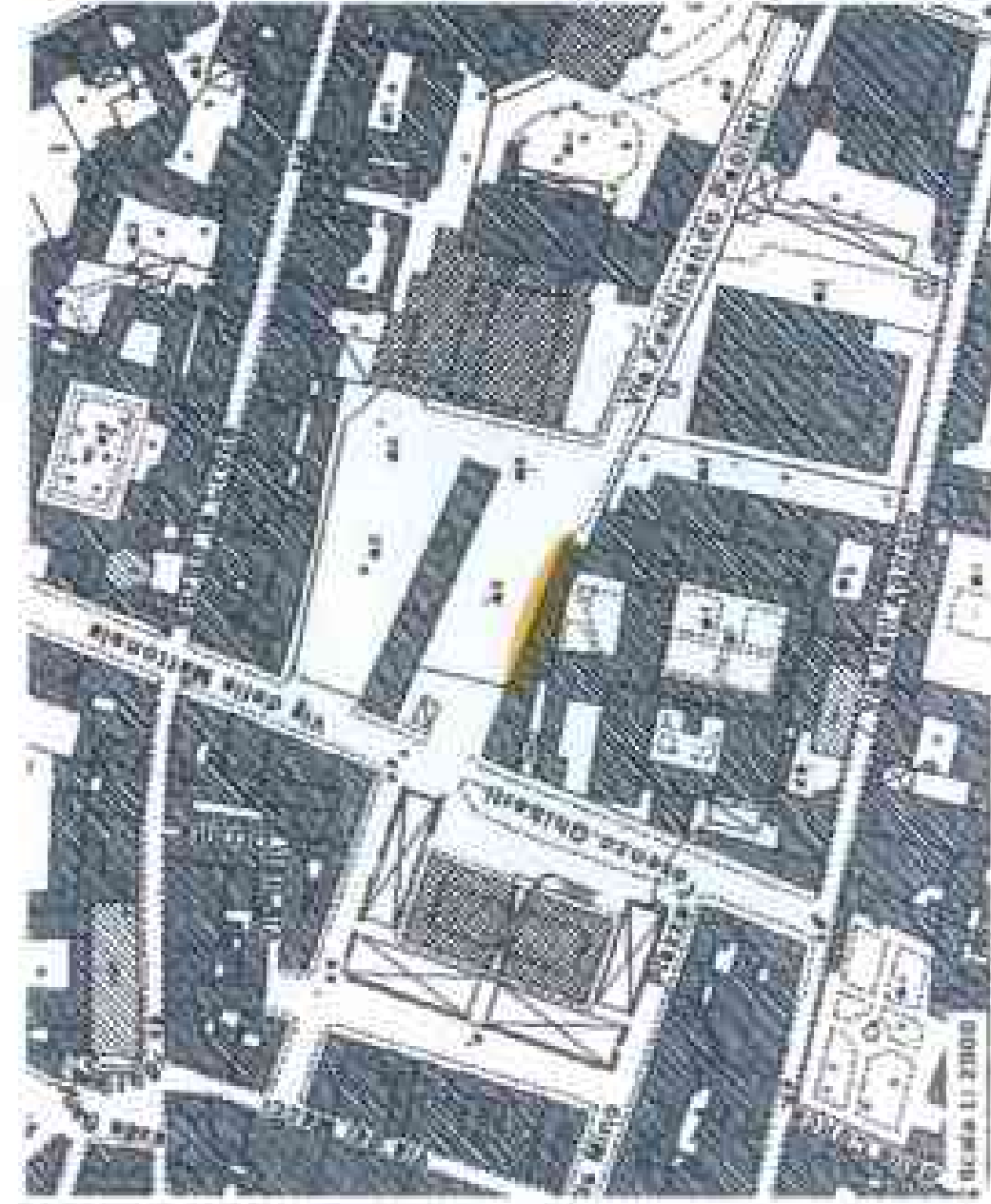
*Dott. Geol. Franco Bulgarelli*

*Arescon, 5 marzo 2011*

### *Allegati:*

- 1. Carta Geologica (1:2.000);*
- 2. Planimetria catastale (1:1.000);*
- 3. Stratigrafie n° 4 sondaggi Soft Test (G3 - G4 - G5 - G6);*
- 4. Stratigrafie n° 3 sondaggi Sogreu (SN3 - SN4 - SN5);*
- 5. Prove di assorbimento "Le Franc" (G3 - G4 - G5 - G6);*
- 6. Elaborati indagine geofisica.*

# COMUNE DI FIRENZE PIAZZA Ghiberti



## CARTA GEOLOGICA

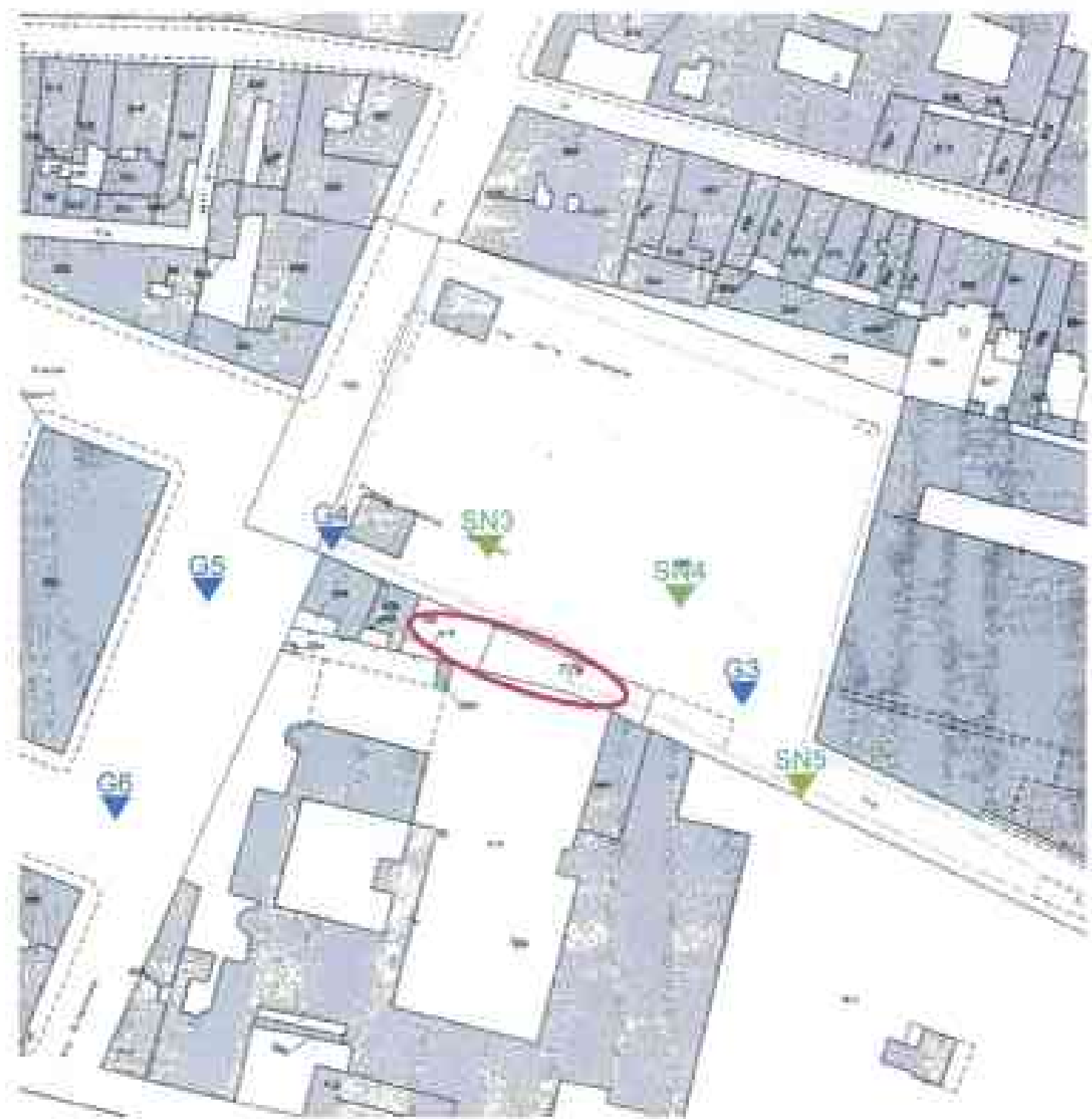


Depositi fluviali di ghiaie,  
ciottoli e argille sabbiose



Area interessata dall'intervento

1:2.000



## PLANIMETRIA CATASTALE

1:1.000

Foglio n° 168

Particelle n° 415 - 779 - 780



Sondaggi geognostici eseguiti dalla Soil Test s.r.l.



Sondaggi geognostici eseguiti dalla Songeo s.r.l.



Area interessata dall'intervento

# SOIL TEST

10/10/2020

10/10/2020 N. 10/10/2020

10/10/2020

10/10/2020

10/10/2020

CANTIERE DI LAVORAZIONE									
DATA	DESCRIZIONE	QUANTITA'	UNITA'	VALORE	VALORE TOTALE	VALORE UNITARIO	VALORE TOTALE	VALORE UNITARIO	VALORE TOTALE
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10/10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	100



Downloaded from <http://ajphaphapublications.org/>

— 2010-2011 —

1000

\_\_\_\_\_

© 2000 Blackwell Science Ltd, *Journal of Internal Medicine* 247: 399–405

100

\_\_\_\_\_

Copyright © 2004 John Wiley & Sons, Inc.

Country	Year	Value
China	1990	1.0
China	1991	1.0
China	1992	1.0
China	1993	1.0
China	1994	1.0
China	1995	1.0
China	1996	1.0
China	1997	1.0
China	1998	1.0
China	1999	1.0
China	2000	1.0
China	2001	1.0
China	2002	1.0
China	2003	1.0
China	2004	1.0
China	2005	1.0
China	2006	1.0
China	2007	1.0
China	2008	1.0
China	2009	1.0
China	2010	1.0
China	2011	1.0
China	2012	1.0
China	2013	1.0
China	2014	1.0
China	2015	1.0
China	2016	1.0
China	2017	1.0
China	2018	1.0
China	2019	1.0
China	2020	1.0
China	2021	1.0
China	2022	1.0
China	2023	1.0
China	2024	1.0
China	2025	1.0
China	2026	1.0
China	2027	1.0
China	2028	1.0
China	2029	1.0
China	2030	1.0
China	2031	1.0
China	2032	1.0
China	2033	1.0
China	2034	1.0
China	2035	1.0
China	2036	1.0
China	2037	1.0
China	2038	1.0
China	2039	1.0
China	2040	1.0
China	2041	1.0
China	2042	1.0
China	2043	1.0
China	2044	1.0
China	2045	1.0
China	2046	1.0
China	2047	1.0
China	2048	1.0
China	2049	1.0
China	2050	1.0
China	2051	1.0
China	2052	1.0
China	2053	1.0
China	2054	1.0
China	2055	1.0
China	2056	1.0
China	2057	1.0
China	2058	1.0
China	2059	1.0
China	2060	1.0
China	2061	1.0
China	2062	1.0
China	2063	1.0
China	2064	1.0
China	2065	1.0
China	2066	1.0
China	2067	1.0
China	2068	1.0
China	2069	1.0
China	2070	1.0
China	2071	1.0
China	2072	1.0
China	2073	1.0
China	2074	1.0
China	2075	1.0
China	2076	1.0
China	2077	1.0
China	2078	1.0
China	2079	1.0
China	2080	1.0
China	2081	1.0
China	2082	1.0
China	2083	1.0
China	2084	1.0
China	2085	1.0
China	2086	1.0
China	2087	1.0
China	2088	1.0
China	2089	1.0
China	2090	1.0
China	2091	1.0
China	2092	1.0
China	2093	1.0
China	2094	1.0
China	2095	1.0
China	2096	1.0
China	2097	1.0
China	2098	1.0
China	2099	1.0
China	2100	1.0
China	2101	1.0
China	2102	1.0
China	2103	1.0
China	2104	1.0
China	2105	1.0
China	2106	1.0
China	2107	1.0
China	2108	1.0
China	2109	1.0
China	2110	1.0
China	2111	1.0
China	2112	1.0</

1. *Journal of Management Education*, 2000, 24(1), 1-10.

Copyright © 2004 John Wiley & Sons, Ltd.

\_\_\_\_\_

Source: *Internet Public Library*.

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

Form 4 - 10-1-60 (Rev. 1-1-60)									
1		2		3		4		5	
6		7		8		9		10	
11		12		13		14		15	
16		17		18		19		20	
21		22		23		24		25	
26		27		28		29		30	
31		32		33		34		35	
36		37		38		39		40	
41		42		43		44		45	
46		47		48		49		50	
51		52		53		54		55	
56		57		58		59		60	
61		62		63		64		65	
66		67		68		69		70	
71		72		73		74		75	
76		77		78		79		80	
81		82		83		84		85	
86		87		88		89		90	
91		92		93		94		95	
96		97		98		99		100	

Copyright © 2004 John Wiley & Sons, Inc.

Copyright © 2004 John Wiley & Sons, Ltd.

### Summary of the Future Outlook

**THE UNIVERSITY OF CHICAGO**

**THE UNIVERSITY OF CHICAGO**

NO-2400000 = 45 = Route map to 3. Ambrosio

22

11

U.S. # 44 Comp 10010 0 00000000

[illegible]

33

Complete MP G. 1. Page 10/10

 <b>MINISTERO DELL'INTERNO</b> DIREZIONE REGIONALE REGIONE LIGURIA C.A.P. 16121 16121 GENOVA		<b>DATA EMISSIONE</b> 15/05/2018 <b>QUOTA</b> 1:50.000 <b>PROVA</b> 1:50.000		<b>NUMERO REGIONALE</b> 16121/2018 <b>STATO</b> 16121/2018		<b>BOZZA</b> 16121/2018	
<b>COMITENTE</b> Regione Liguria				<b>PROVA</b> 1:50.000			
<b>LOCALITÀ</b> Genova				<b>PROVA</b> 1:50.000			
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>CAMPIONI</b> 16121/2018 16121/2018 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018		<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2018	
<b>PROVA</b> 1:50.000 16121/2							





[illegible]

**PROVE DI ASSORBIMENTO "LE FRONC"**  
Cantiere Piazza Ghiberti

sondaggio GE

Livello di falda - 5.16 m

tratto di prova (m)	abbassamento (cm)	tempo (sec)
0.00 - 3.00	2	300
6.00 - 9.00	100	14
6.00 - 9.00	assorbimento superiore a 200	1/min
9.00 - 12.00	assorbimento superiore a 200	1/min
9.00 - 12.00	100	22
12.00 - 15.00	200	36
15.00 - 18.00	200	64
18.00 - 21.00	200	49

PROVE PROVE 20/10/1977

PROVE PROVE 20/10/1977

sondaggio C14

Livello di falda - 5,16 m

tratto di prova (m)	abbassamento (cm)	tempo (sec)
0.00 - 2.50	2	100
3.00 - 4.00	150	265
5.00 - 6.00	200	100
6.00 - 9.00	200	35
9.00 - 10.00	assorbimento superiore a 200 l/min	
12.00 - 13.00	700	71
15.00 - 17.00	100	35
18.00 - 19.50	100	15

sondaggio C15

Livello di falda - 5,45 m

tratto di prova (m)	abbassamento (cm)	tempo (sec)
3.50 - 4.50	70	500
6.00 - 7.00	assorbimento superiore a 200 l/min	
8.00 - 9.00	assorbimento superiore a 200 l/min	
12.00 - 13.00	200	120
13.00 - 14.50	assorbimento superiore a 200 l/min	
14.00 - 15.00	assorbimento superiore a 200 l/min	
15.00 - 24.00	200	35

Finmeccanica S.p.A.

Finmeccanica S.p.A.

sondaggio G6

Livello di falda = 5,40 m

tratto di prova (m)	abbassamento (cm)	tempo (sec)
3.00 - 6.00	200	30
6.00 - 9.00	assorbimento superiore a 200 l/min	
12.00 - 13.00	130	2700
15.00 ***	200	450
15.00 - 18.00	200	540

\*\*\* prova a fondo foro

PIRELLA GÖTTSCHE LOWE

PIRELLA GÖTTSCHE LOWE

## **PROVINCIA DI FIRENZE COMUNE DI FIRENZE**

**"STUDIO TRAMITE MASW, REMI ED H/V PER LA  
DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI  
UN TERRENO IN PIAZZA Ghiberti**

**RELAZIONE GEOFISICA**



## PREMESSA

L'indagine è avvenuta con lo scopo di avere informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche sismiche di un terreno in Piazza Ghiberti, Firenze.

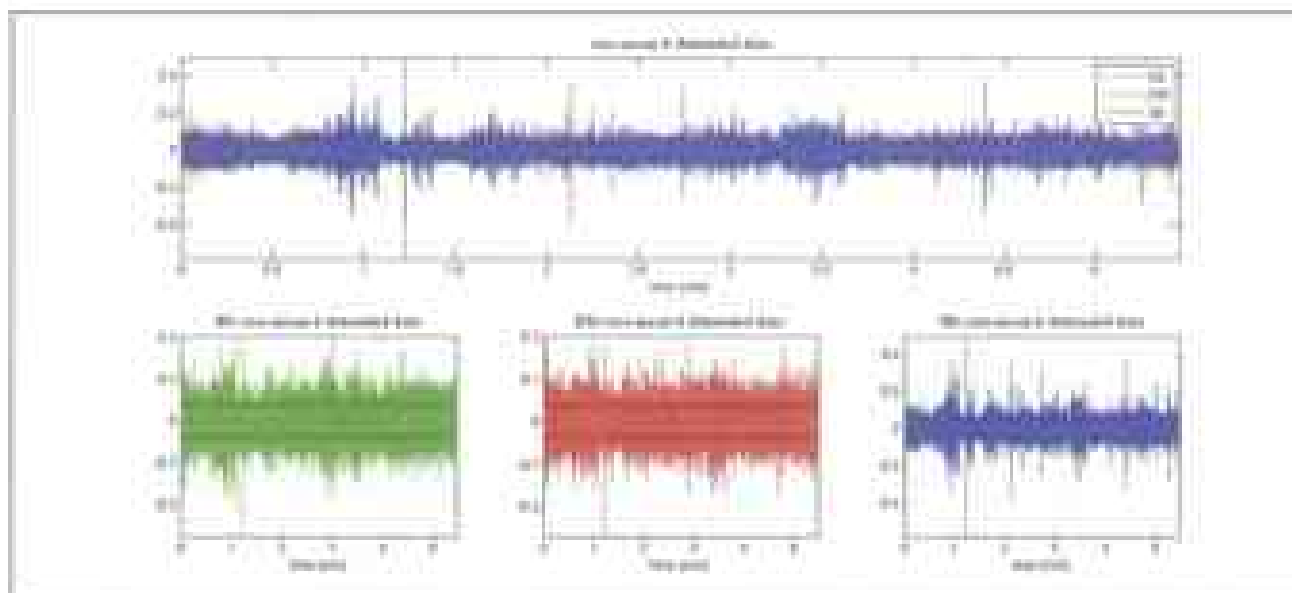
L'indagine è avvenuta per commissione e sotto la direzione tecnica del Dott. Geol. Bulgarelli Franco.

Si è eseguito un masw, una REMI ed una misura del rumore di fondo H/V.

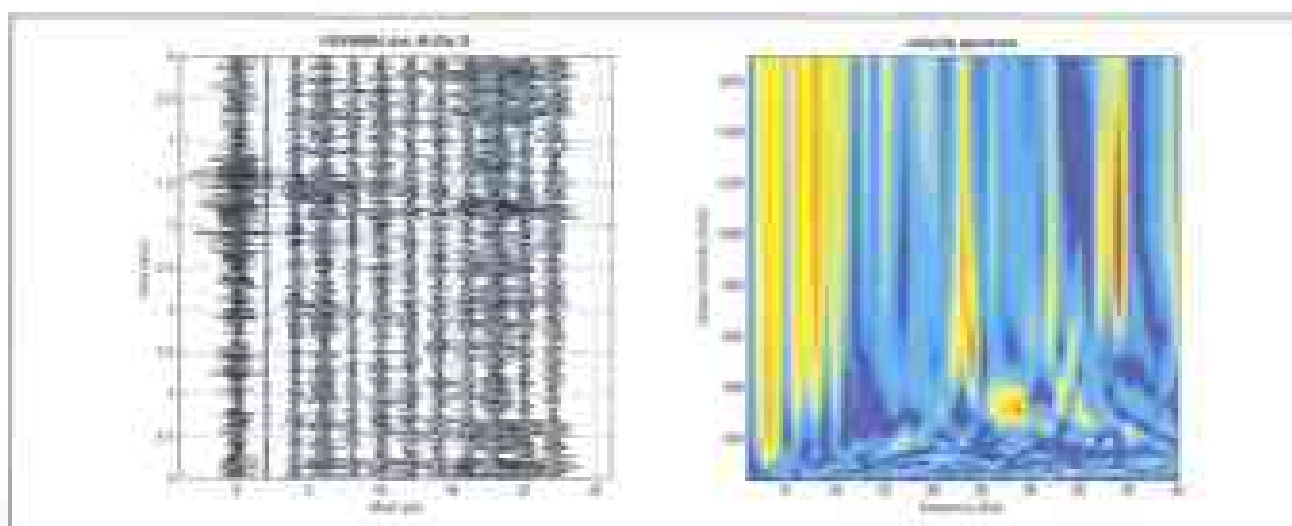


MISURA H/V

RILIEVO MASW - REMI



*Segnale registrato tramite H/V*



*Segnale registrato tramite REMI*



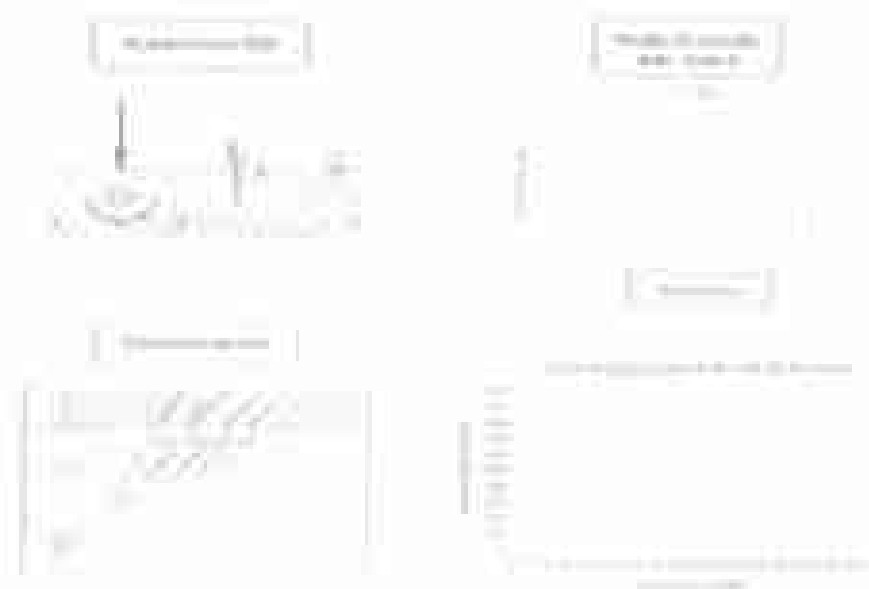
## MASW - CENNI TEORICI

La correlazione dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Pazarian e Stokoe, 1984; Park et al. 1999).

Nel metodo di indagine passivo si registra il rumore di fondo.



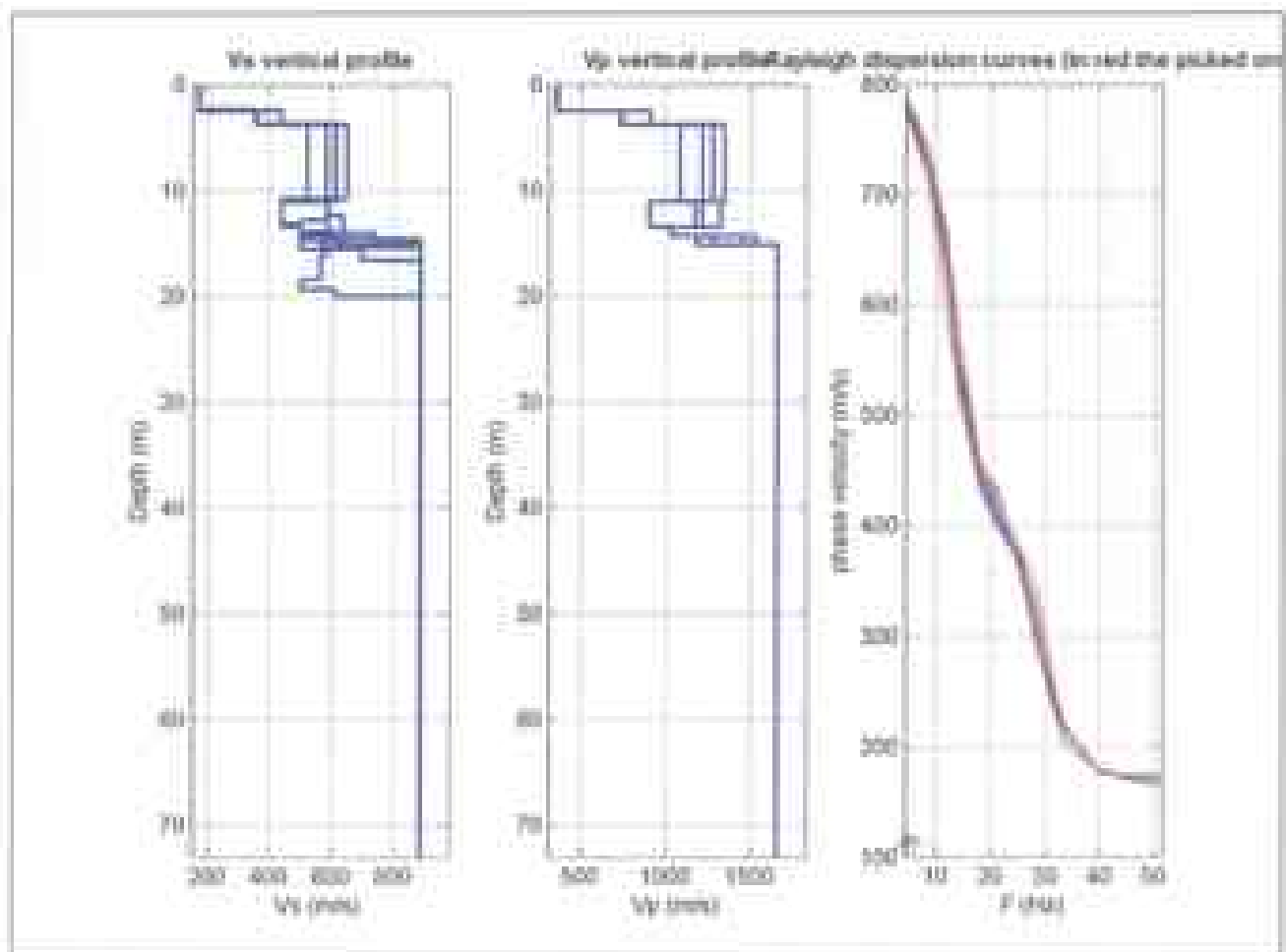
La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in molti casi in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alla onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali compiono una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionario, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando opportuni formalismi è possibile stabilire una relazione (anzitutto complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione

consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali delle curve di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S - profondità".

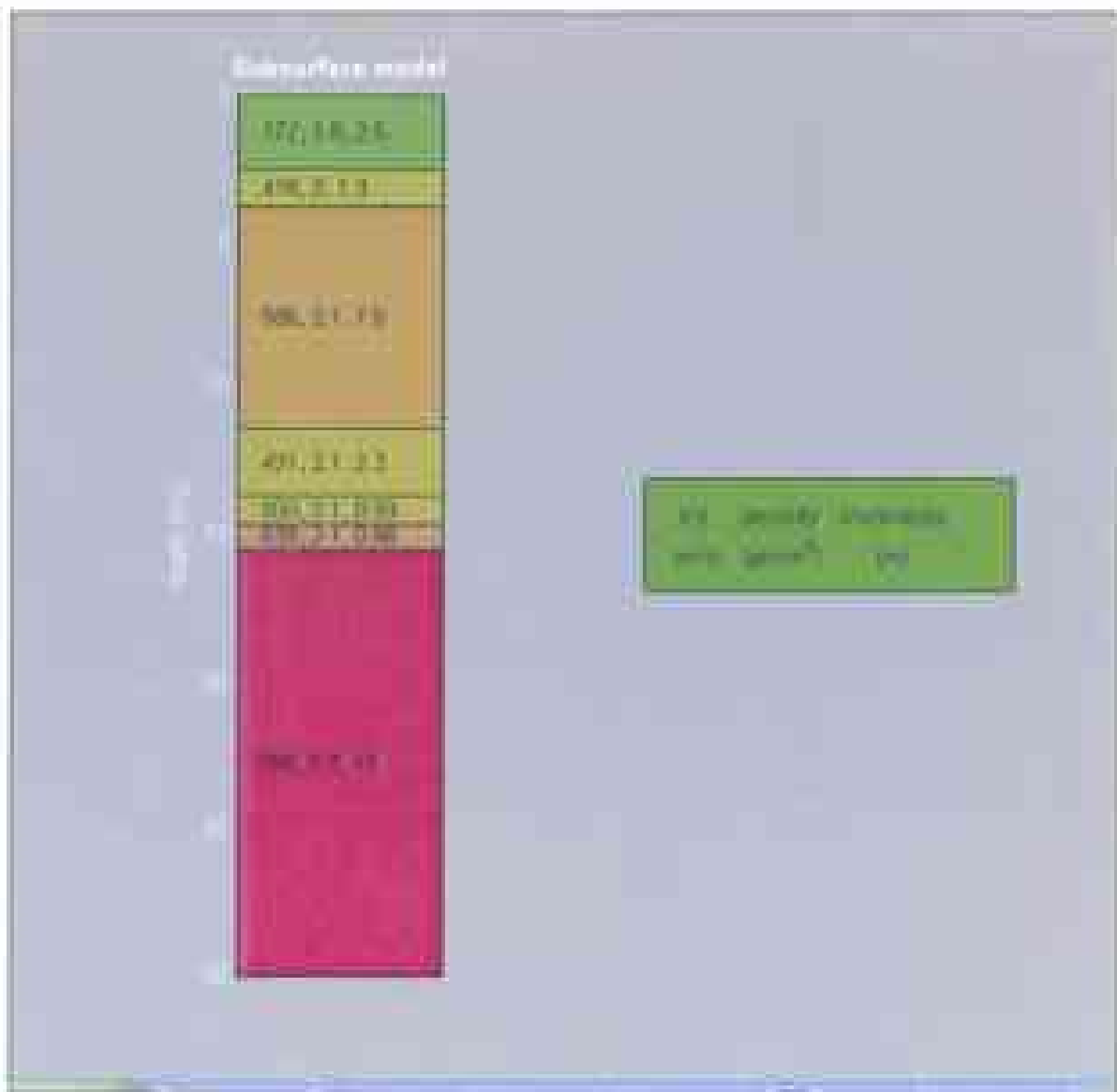
## STRUMENTAZIONE USATA

- Sismografo Fati 16-6s
- Numero dei canali 12
- Geofoni verticali da 4.5 hr



## SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE

—mangiandone per cinque mesi  
Alcova belfante (marza da 8 kg)



### Column stratification proposed

## MODALITA' OPERATIVA MASW

Si sono disposti i geofoni sul terreno quindi si è energizzato tramite mazze da 8 kg.

Si sono effettuate registrazioni di 2 secondi

Si sono disposti 12 geofoni da 4.5 hz alla distanza di 2 metri ottenendo così una traccia lunga 24 metri.

L'energizzazione è avvenuta a 2 metri dal primo geofono.

## FASE INTERPRETATIVA

I dati così ottenuti sono stati trattati con Win Mass 4.3 jpro, si è così utilizzata quindi la curva di dispersione del MASW e si è ottenuto il seguente modello sismo stratigrafico:

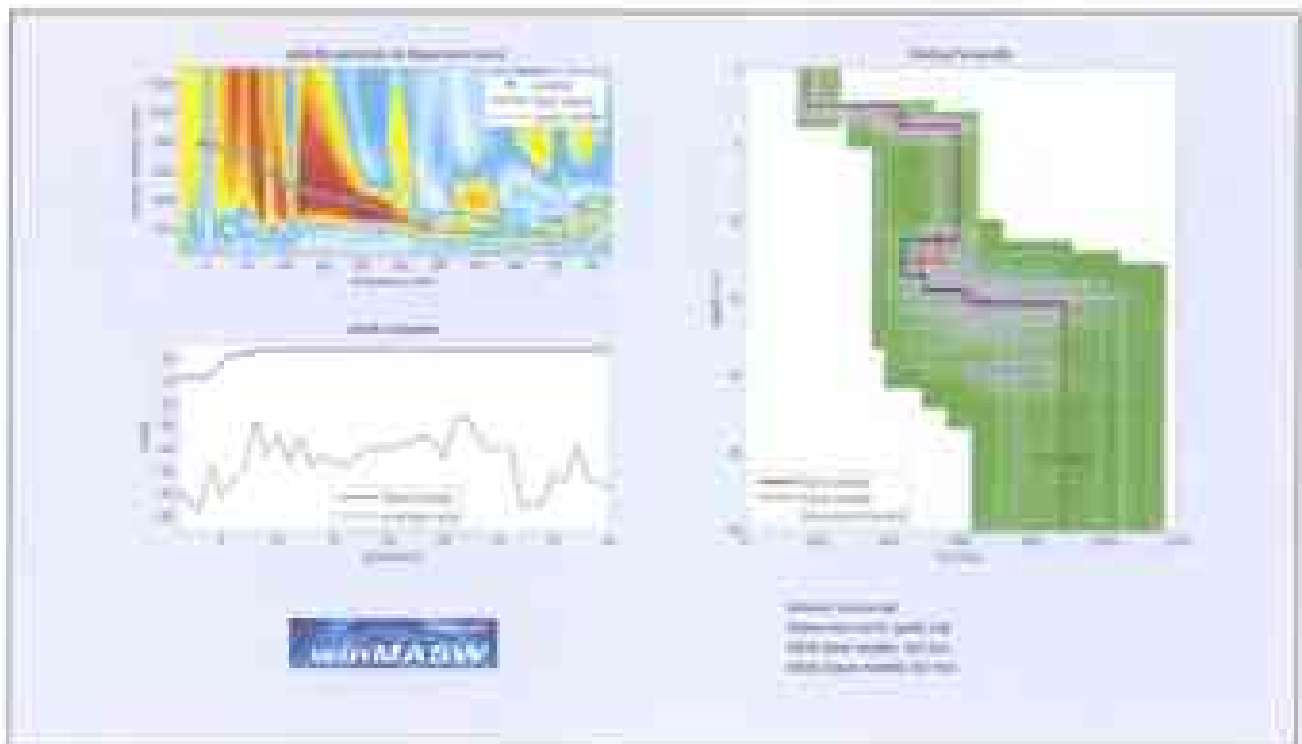
### MEAN MODEL

Vs (m/s)	172	418	588	491	600	839	889
Thickness (m)	2.5	1.3	7.8	1.3	0.9	0.9	
Density (gr/cm3)	1.81	2.02	2.10	2.06	2.06	2.12	2.18
Shear modulus (MPa)	53	353	727	496	516	847	1721

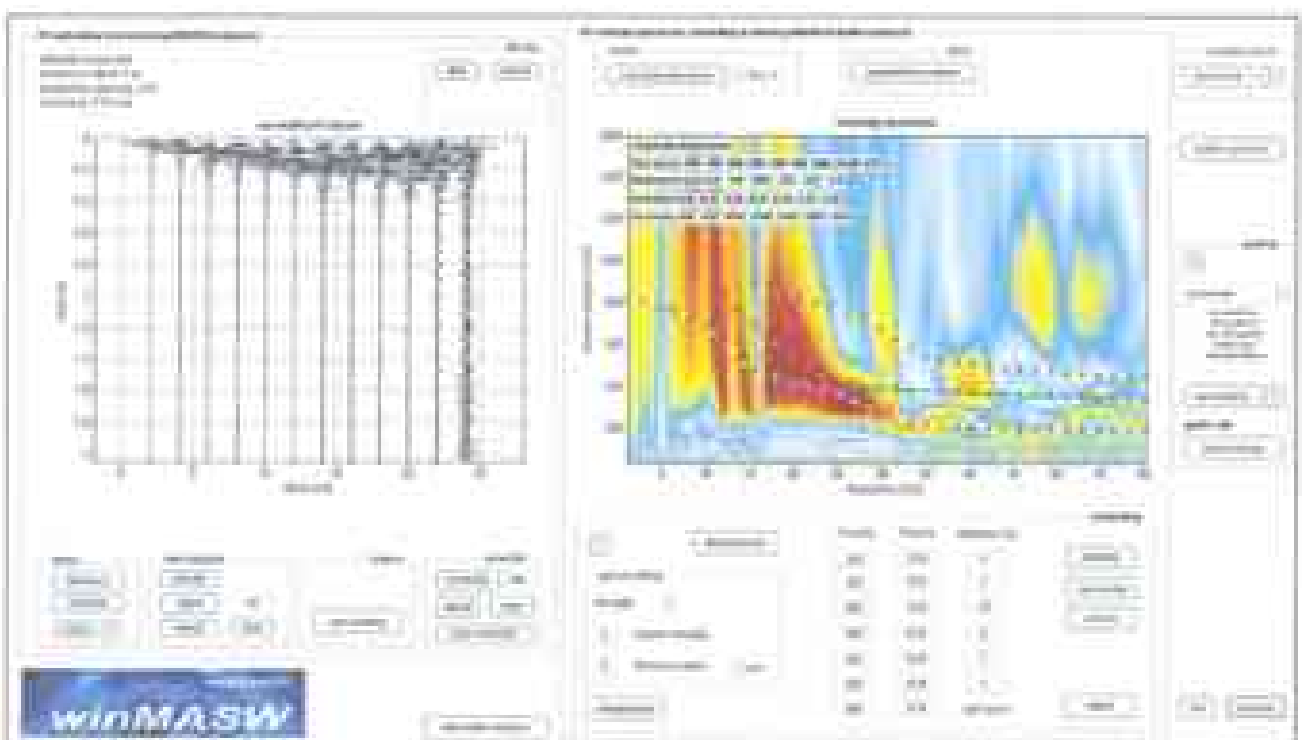
### Mean model

f(Hz)	Vs(m/s)
4.30603	776.3921
5.32328	765.9777
6.13707	757.3543
8.7819	723.0619
11.7318	654.4518
14.3767	551.3044
17.9371	454.4702
20.9888	412.6563
25.5664	371.3129
28.4147	313.6107
33.3991	254.1811
39.9095	178.4574
45.9112	169.9357
51.4043	146.2012

Vs30 (mean model): 547 m/s



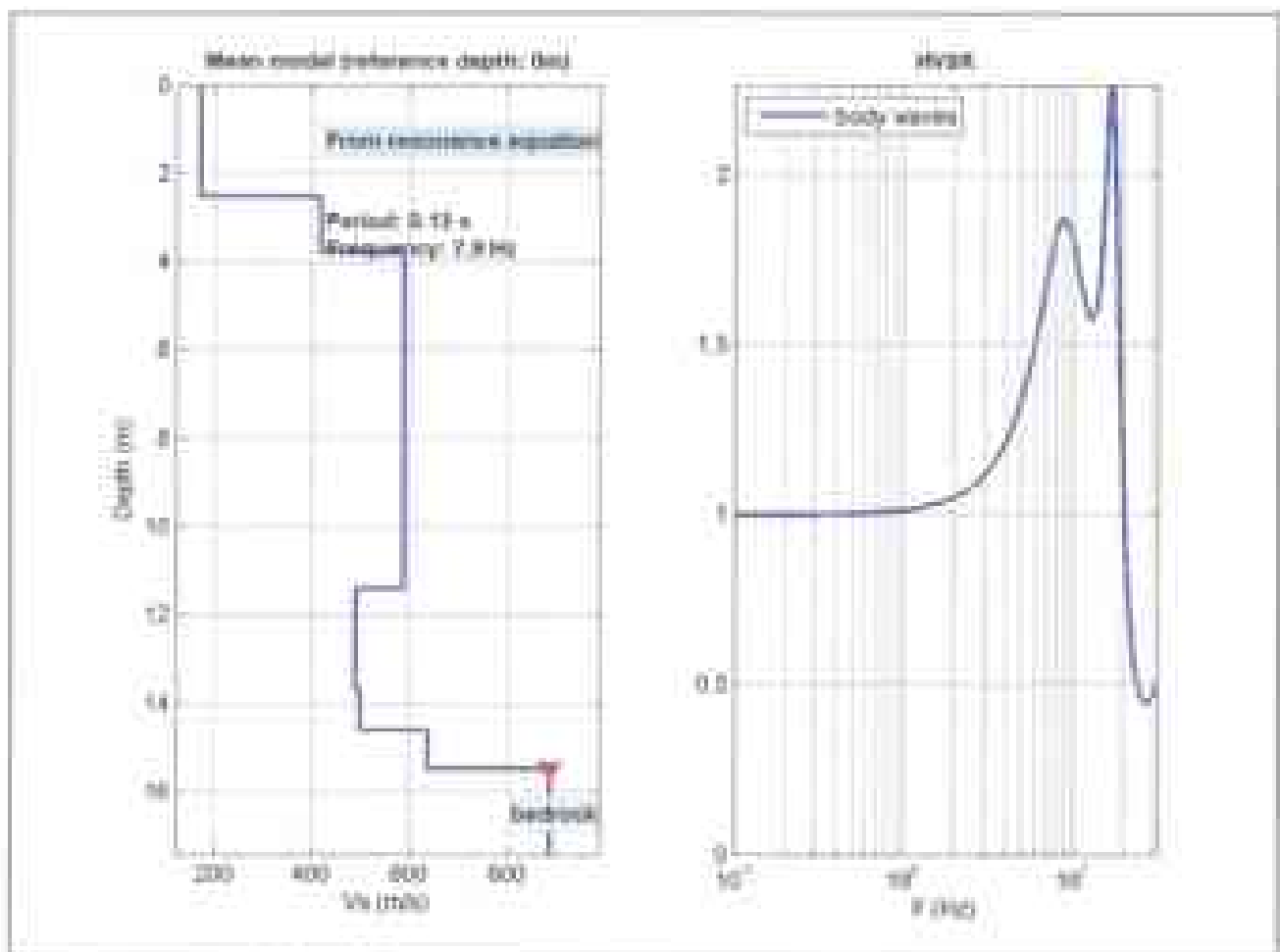
Risultati MASW



Segnale nel dominio dei tempi e delle frequenze

## HVSR

Indagine sismica specifica per lo studio delle frequenze di risonanza di sito; indispensabile negli studi di microzonazione e per la progettazione di edifici antisismici, affidabile per la ricostruzione sismo-stratigrafica del sottosuolo.



**Spettro ricostruito dal modello MASW**

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - Metodo di Nakamura) è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso.

L'utilizzo di algoritmi di calcolo finalizzati ad una modellizzazione sintetica dello spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo (per esempio i cambi litologici). I dati che si possono ricavare sono spessori, profondità e velocità di propagazione delle onde di taglio all'interno del sismo-strato individuato. Tramite l'elaborazione di modi superiori e l'analisi dell'andamento delle tre componenti del moto, è possibile distinguere i picchi di origine naturale da quelli generati dai modi superiori o da artefatti, al fine di garantire una corretta interpretazione dello spettro sismico registrato.

La tecnica dei rapporti spettrali (HVSR) trova la sua massima applicazione negli studi di microzonazione sismica poiché fornisce un parametro fondamentale (frequenza propria di risonanza di sito).

In particolare tale metodologia, attraverso la registrazione dei rumori di fondo (rumore sporco su varie frequenze) riesce a discretizzare come la frequenza propria di sito influisce (essendo presente su ciascun evento in quanto frequenza di risonanza del sito) sui singoli segnali e ad estrapolarla facendo il rapporto fra le componenti orizzontali e verticali.

## STRUMENTAZIONE USATA

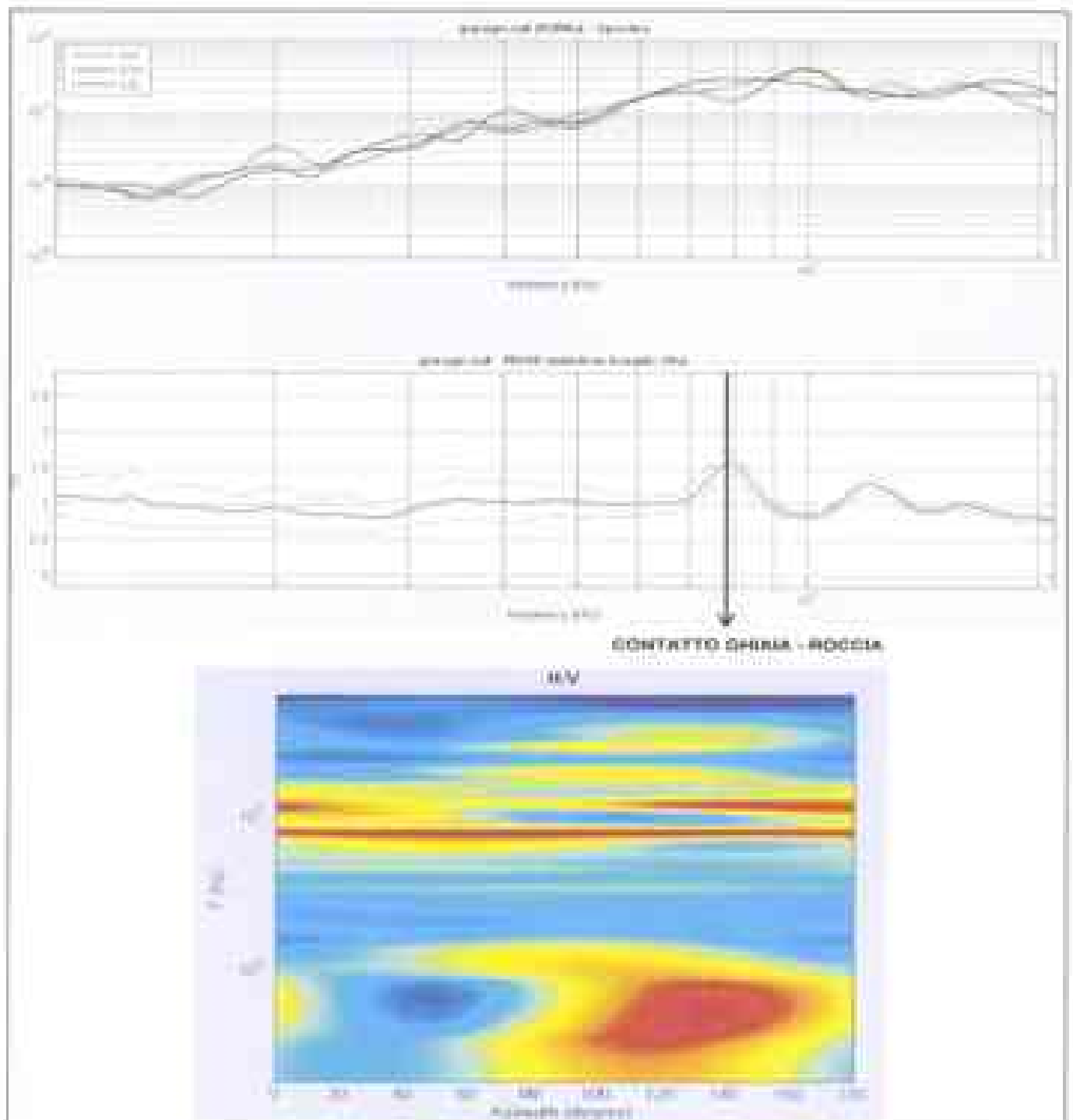
- *Sismografo Post 10 de*
- *Sestione tridimensionale da 4.5 Hz.*

## METODOLOGIA OPERATIVA

Si è posto il geofono in ballo e si è registrato per oltre 20 minuti (20 singole registrazioni da 1 minuto).

I files così ottenuti sono stati ricompilati e tradotti nel formato SAF tramite software di proprietà della GALILEO GEOFISICA.

Si sono quindi registrati i seguenti spettri di risposta:



Valutando le frequenze comprese fra 1 e 10 Hz possiamo notare come vi sia un picco in corrispondenza degli 8 Hz, quindi al contatto ghiaia-roccia.



## RISULTATI OTTENUTI

Si è ottenuto una velocità media delle onde di taglio di 547 m/s per fondazioni al piano del terreno.

Si è considerato inoltre la possibilità di fondare fino a 2.5 metri dal piano di campagna.  
 La classe sismica è stata assegnata seguendo le raccomandazioni della Regione Toscana.

prof. Fond.	0 mt.	1	2	2.5
V <sub>S30</sub>	547	588	650	696
V <sub>800p</sub>	492	444	503	543
F <sub>app</sub>	2.21	2	1.70	1.63
classe	E	B	B	B





AREZZO, 18-11-10

GALILEO GEOFISICA  
Dott. SIMONE SECCI - Dott. LORENZO BATTI