

Piano Strutturale

variante generale

settembre 2012

DB.6

Dati di Base

progetto:

ldp [studio]

Stefania Rizzotti

Luca Gentili

con la collaborazione di Stefano Niccolai

indagini geologico-tecniche:

G H E A
ENGINEERING & CONSULTING S.R.L.

Γ E A

Luca Pagliuzzi

con la collaborazione di Serena Vannetti

consulenza per gli aspetti agronomici:

Monica Coletta



Sindaco:

Nazareno Betti

Assessore all'Urbanistica:

Alberto Santini

Responsabile del procedimento:

Simone Resti

Comune di Pian di Scò

Comune segnalato da



COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

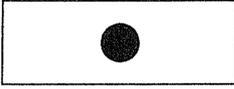
SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 11bis

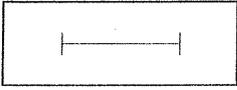
Località: Pian di Scò, Via Dante Alighieri

Tipo e numero: n. 2 Prove penetrometriche statiche CPT
n. 1 Indagine sismica a rifrazione

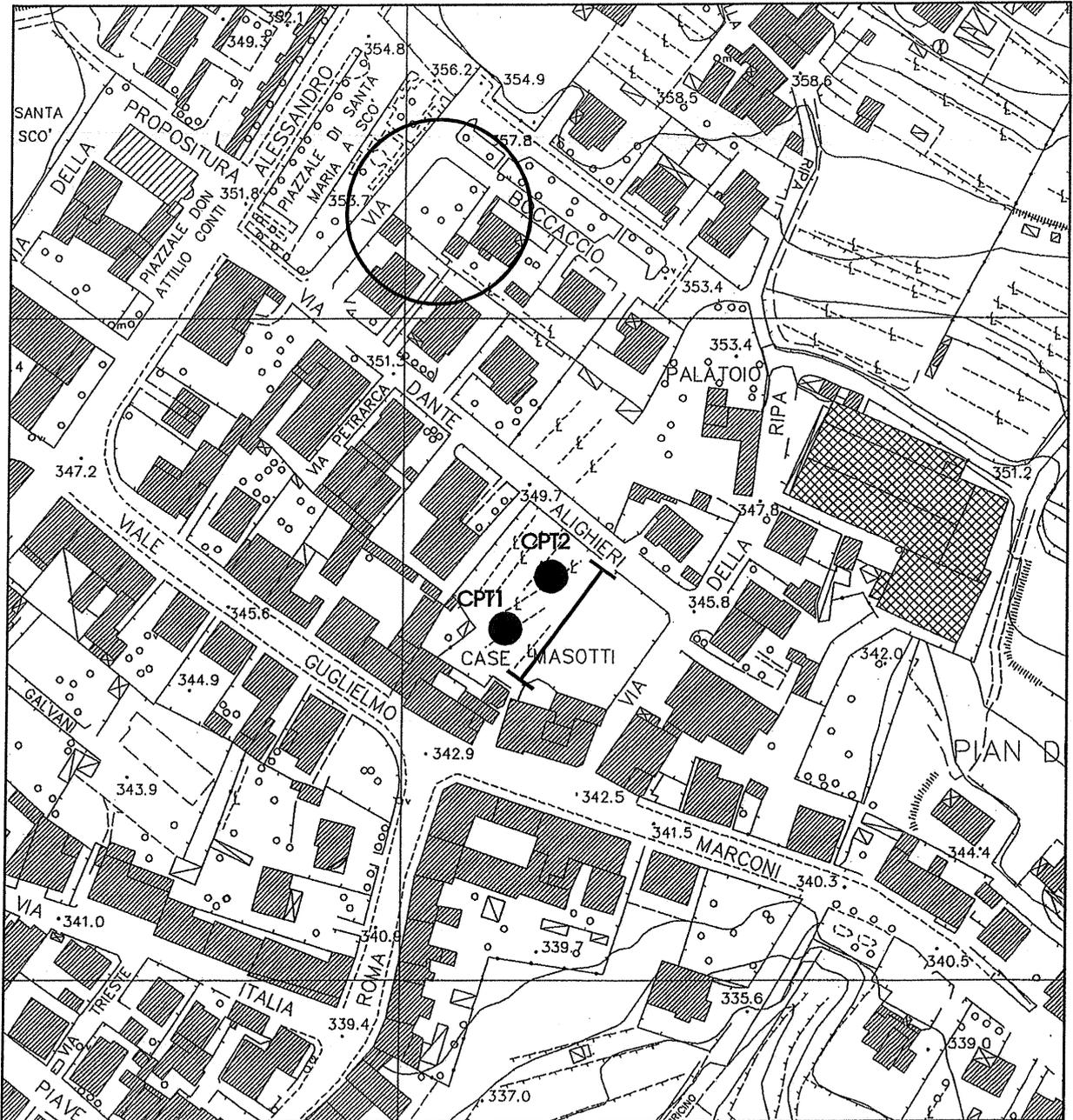
CARTA DELLE PROVE 1:2.000



Prova penetrometrica statica CPT



Indagine sismica



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 1

2.010496-013

- committente :

- lavoro : Costruzione di civile abitazione

- località : Pian di Scò (AR)

- note :

- data : 21/07/2008

- quota inizio : Piano campagna

- prof. falda : Falda non rilevata

- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	1,33	----	1,60	23,0	50,0	23,0	2,87	8,0
0,40	22,0	42,0	22,0	1,20	18,0	1,80	41,0	84,0	41,0	4,53	9,0
0,60	20,0	38,0	20,0	0,40	50,0	2,00	81,0	149,0	81,0	11,13	7,0
0,80	18,0	24,0	18,0	1,20	15,0	2,20	160,0	327,0	160,0	7,87	20,0
1,00	23,0	41,0	23,0	1,20	19,0	2,40	185,0	303,0	185,0	6,27	30,0
1,20	32,0	50,0	32,0	1,67	19,0	2,60	196,0	290,0	196,0	6,47	30,0
1,40	36,0	61,0	36,0	1,80	20,0	2,80	400,0	497,0	400,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

2.010496-013

- committente :
 - lavoro : Costruzione di civile abitazione
 - località : Pian di Scò (AR)
 - note :

- data : 21/07/2008
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	1,67	----	1,20	40,0	120,0	40,0	4,87	8,0
0,40	26,0	51,0	26,0	0,73	35,0	1,40	127,0	200,0	127,0	13,27	10,0
0,60	23,0	34,0	23,0	1,07	22,0	1,60	290,0	489,0	290,0	16,67	17,0
0,80	14,0	30,0	14,0	0,87	16,0	1,80	294,0	544,0	294,0	17,33	17,0
1,00	21,0	34,0	21,0	5,33	4,0	2,00	280,0	540,0	280,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

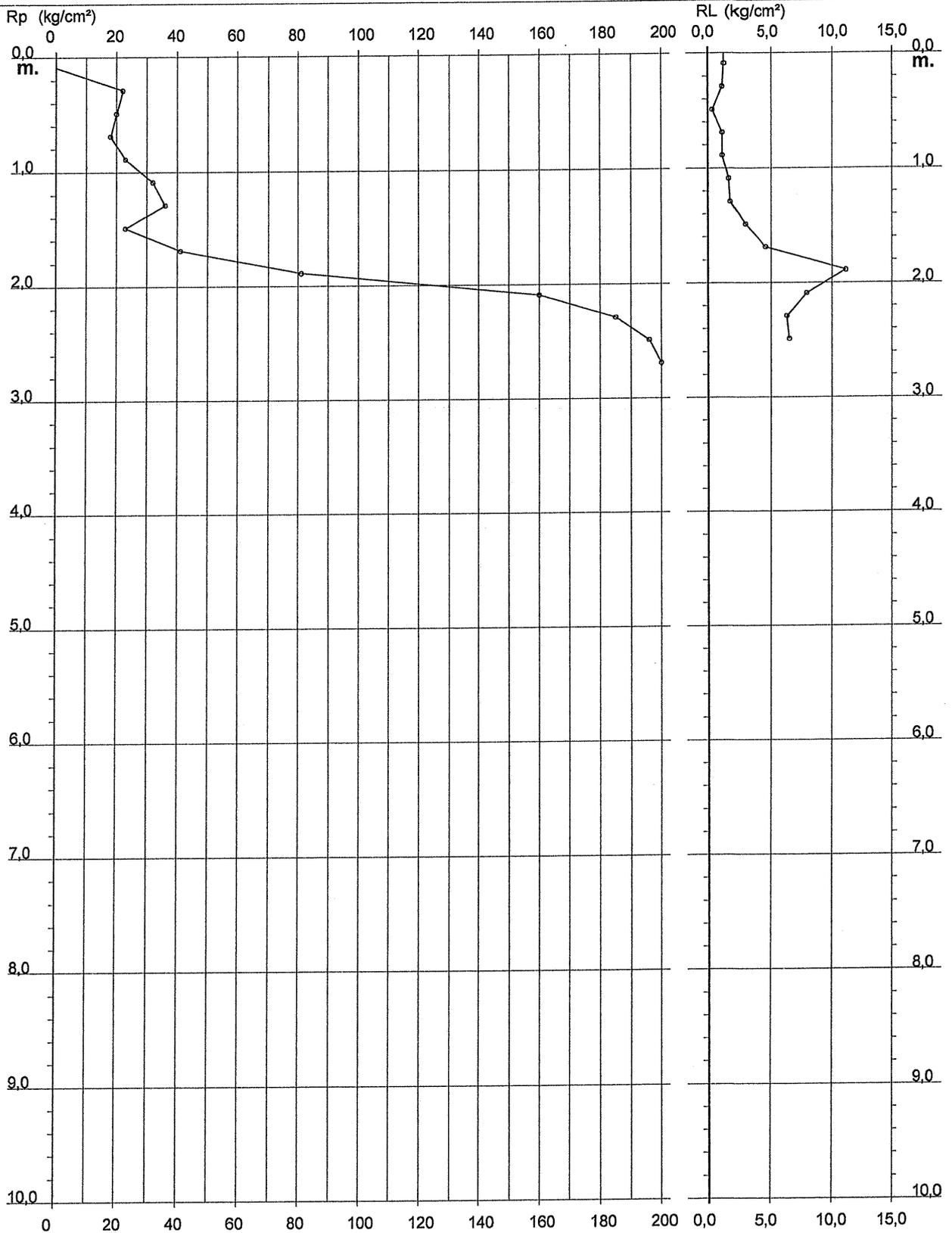
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

2.010496-013

- committente :
 - lavoro : Costruzione di civile abitazione
 - località : Pian di Scò (AR)

- data : 21/07/2008
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



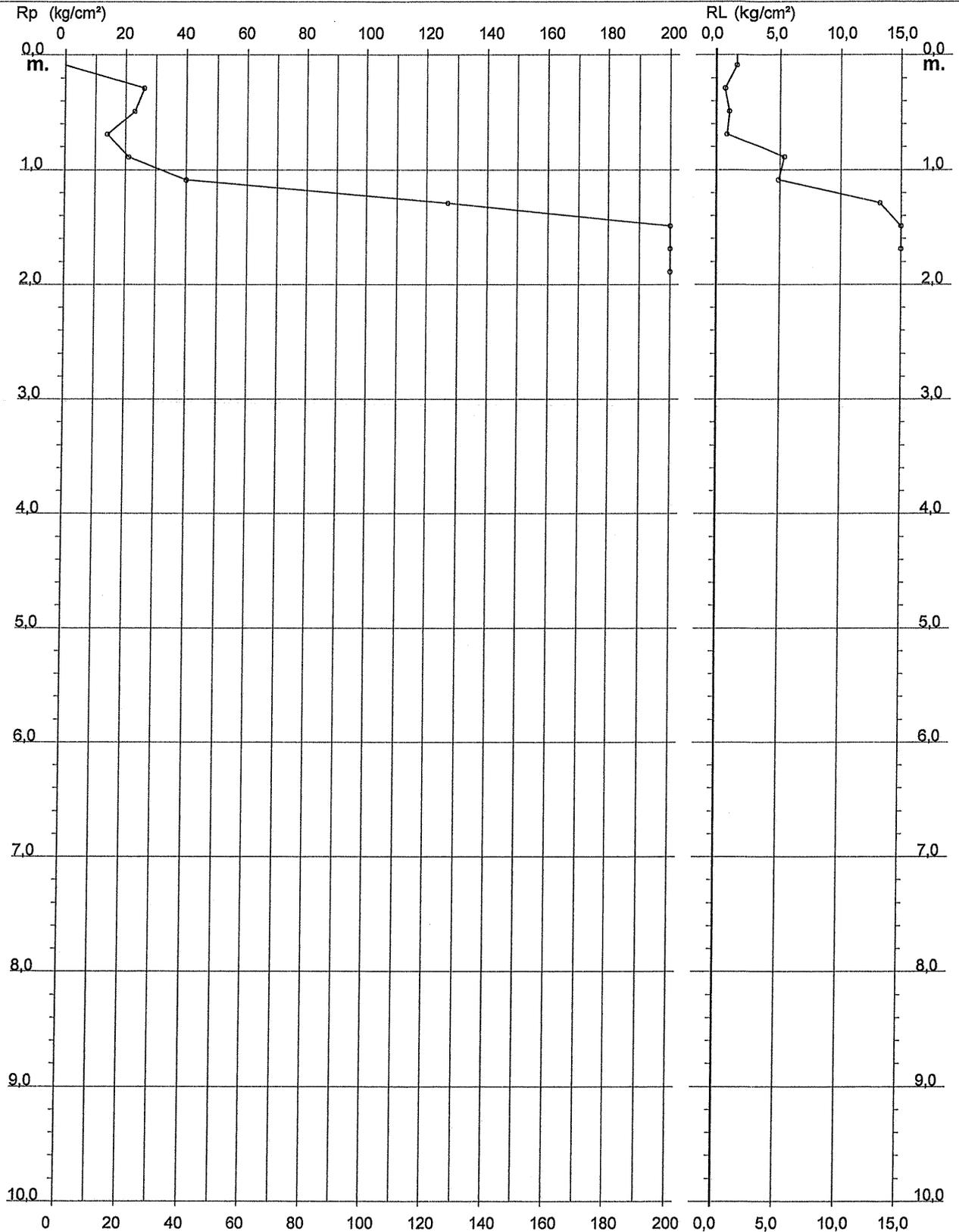
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

2.010496-013

- committente :
 - lavoro : Costruzione di civile abitazione
 - località : Pian di Scò (AR)

- data : 21/07/2008
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



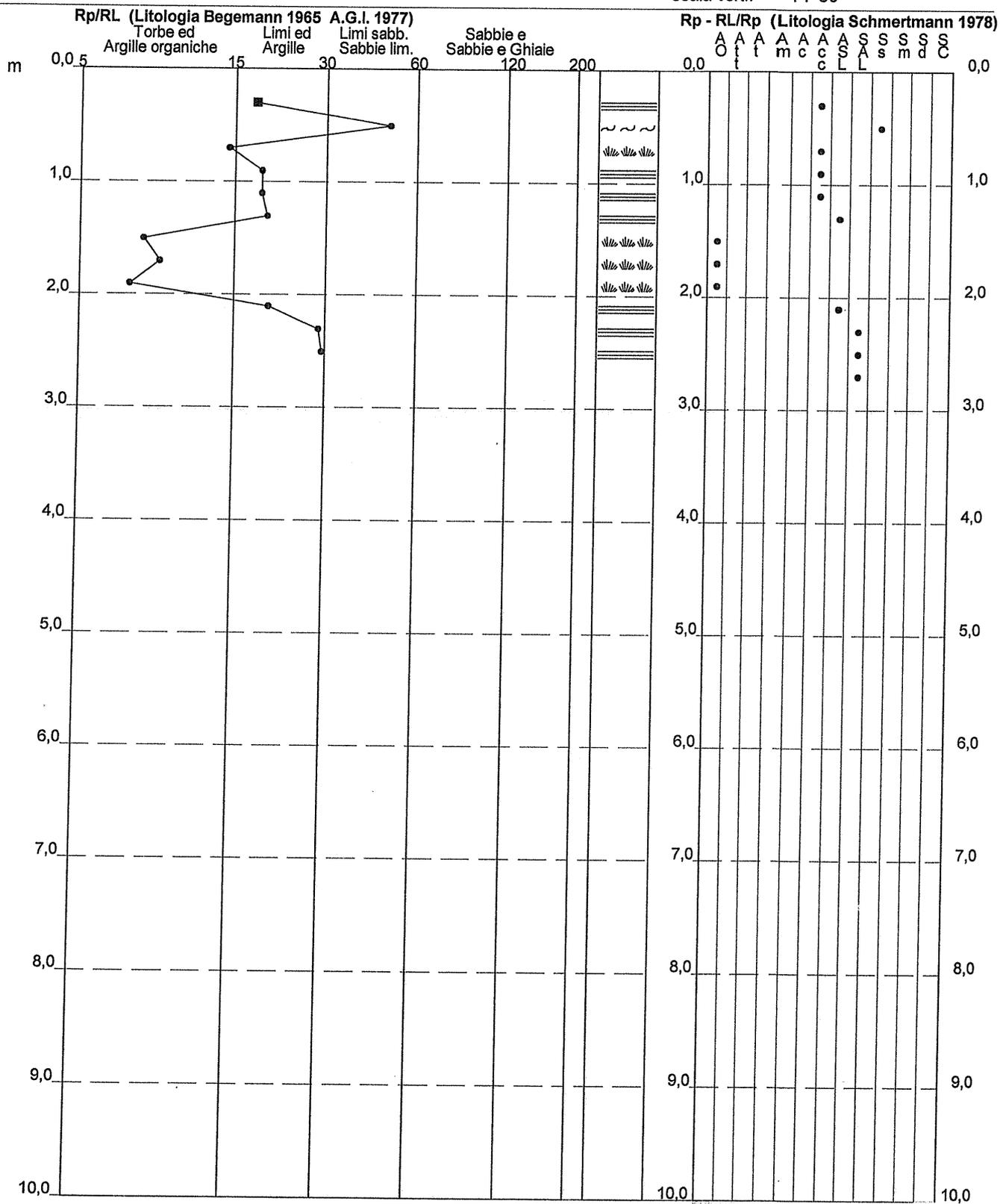
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 1

2.010496-013

- committente :
 - lavoro : Costruzione di civile abitazione
 - località : Pian di Scò (AR)
 - note :

- data : 21/07/2008
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



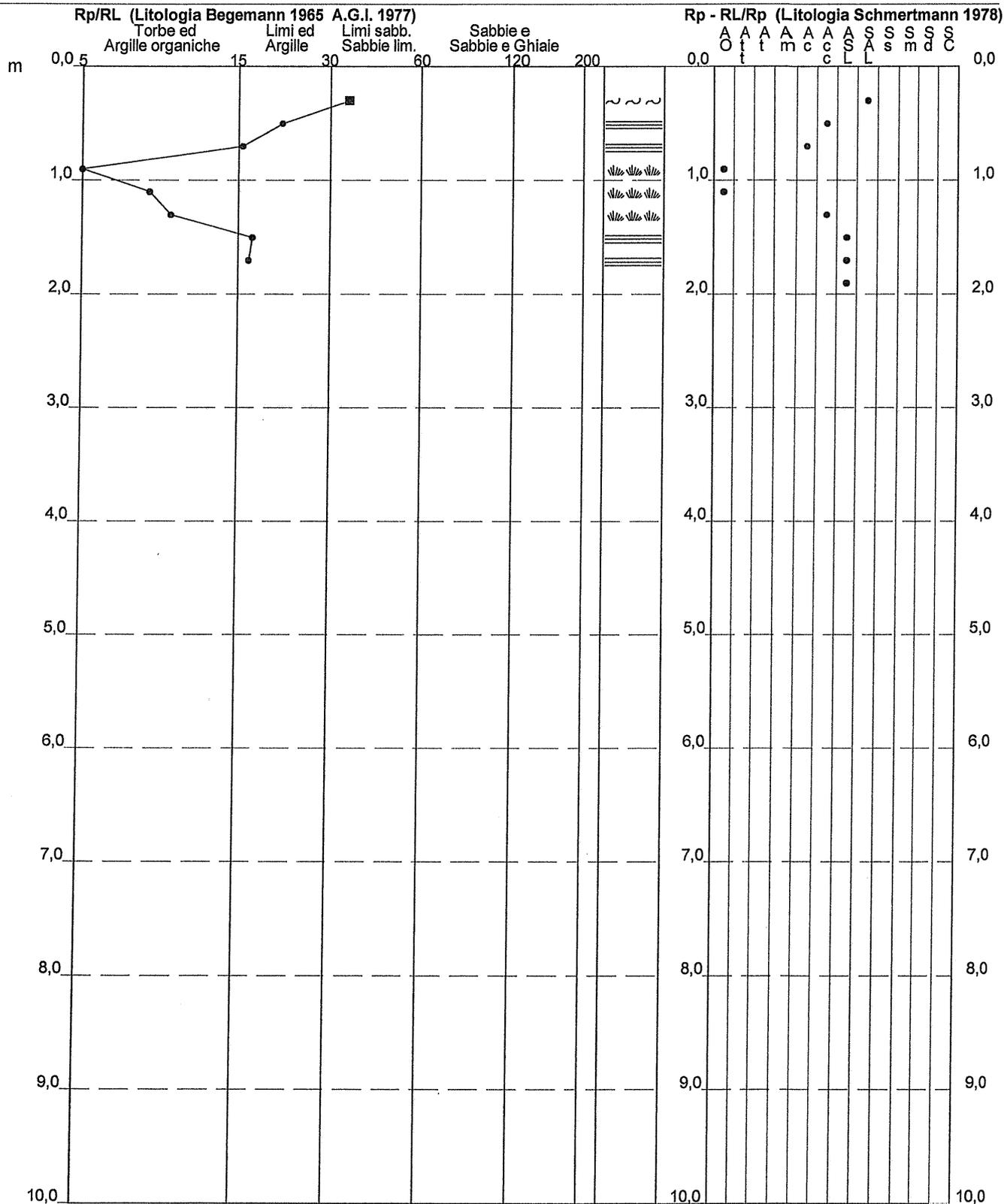
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 2

2.010496-013

- committente :
 - lavoro : Costruzione di civile abitazione
 - località : Pian di Scò (AR)
 - note :

- data : 21/07/2008
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 1

2.010496-013

- committente :
- lavoro : Costruzione di civile abitazione
- località : Pian di Scò (AR)
- note :

- data : 21/07/2008
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	22	18	4/4	1,85	0,07	0,85	99,9	144	216	66	83	40	41	43	45	42	28	0,201	37	55	66	
0,60	20	50	4/4	1,85	0,11	0,80	74,1	136	204	60	70	38	40	42	44	40	27	0,160	33	50	60	
0,80	18	15	2/III	1,85	0,15	0,75	47,7	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	23	19	4/4	1,85	0,19	0,87	43,3	148	221	69	63	37	39	41	43	38	28	0,138	38	58	69	
1,20	32	19	4/4	1,85	0,22	1,07	44,7	181	272	96	70	38	40	42	44	39	29	0,158	53	80	96	
1,40	36	20	4/4	1,85	0,26	1,20	42,7	204	306	108	70	38	40	42	44	39	30	0,159	60	90	108	
1,60	23	8	4/4	1,85	0,30	0,87	24,1	148	221	69	51	35	37	40	42	36	28	0,107	38	58	69	
1,80	41	9	4/4	1,85	0,33	1,37	36,7	232	349	123	68	38	39	41	43	38	30	0,154	68	103	123	
2,00	81	7	4/4	1,85	0,37	2,70	75,3	459	689	243	89	40	42	43	45	40	33	0,220	135	203	243	
2,20	160	20	4/4	1,85	0,41	5,33	99,9	907	1360	480	100	42	43	45	46	43	36	0,258	267	400	480	
2,40	185	30	4/4	1,85	0,44	6,17	99,9	1048	1573	555	100	42	43	45	46	43	37	0,258	308	463	555	
2,60	196	30	4/4	1,85	0,48	6,53	99,9	1111	1666	588	100	42	43	45	46	43	38	0,258	327	490	588	
2,80	400	--	3:::	1,85	0,52	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	667	1000	1200	

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.010496-013

- committente :
- lavoro : Costruzione di civile abitazione
- località : Plan di Scò (AR)
- note :

- data : 21/07/2008
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE																												
					p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²																	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,40	26	35	3:~	1,85	0,07	--	--	--	--	--	89	40	42	44	45	42	28	0,220	43	65	78	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,60	23	22	4:~	1,85	0,11	0,87	82,1	148	221	69	75	39	40	42	44	40	28	0,175	38	58	69	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,80	14	16	2:~	1,85	0,15	0,64	38,9	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,00	21	4	4:~	1,85	0,19	0,82	40,6	140	210	63	60	36	38	41	43	38	27	0,129	35	53	63	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	40	8	4:~	1,85	0,22	1,33	59,0	227	340	120	77	39	41	42	44	40	30	0,181	67	100	120	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	127	10	4:~	1,85	0,26	4,23	99,9	720	1080	381	100	42	43	45	46	44	35	0,258	212	318	381	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	290	17	4:~	1,85	0,30	9,67	99,9	1643	2465	870	100	42	43	45	46	45	40	0,258	483	725	870	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	294	17	4:~	1,85	0,33	9,80	99,9	1666	2499	882	100	42	43	45	46	45	40	0,258	490	735	882	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	280	--	3:~	1,85	0,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	467	700	840	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



IGEA S.A.S.

INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

CODIFICA DOCUMENTO						REV.	FOGLIO
C	DOCUMENTI	2008	SAS2008	28	08	001	1

INDAGINE SISMICA NEL COMUNE DI PIAN DI SCÒ

RELAZIONE TECNICA

IGeA sas
Dott. Geol. Guglielmo Braccesi

1.0	22/07/08	C:/Documenti/2008/sas 2008/28_08_Billi sismica Plan di Scò/ Relazione.doc				
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROVATO	AUTORE

**PREMESSA**

Su incarico del dott. Billi, la soc. IGEA s.a.s. di Guglielmo Braccesi e C. è stata incaricata di svolgere un'indagine di sismica a rifrazione nel comune di Pian di Scò, con acquisizione delle onde Sh su una linea di lunghezza 46 m.

La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in prossimità del sito da investigare, sollecitazioni dinamiche orizzontali per la generazione di onde Sh e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate mediante sensori a componente orizzontale.

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prova è composta delle seguenti parti:

- Sistema sorgente;
- Sistema di ricezione;
- Sistema di acquisizione dati;
- Trigger.

Come sorgente di energia è stato utilizzato un martello dal peso di 10 kg e la linea sismica per l'acquisizione delle onde Sh è stata registrata con 5 energizzazioni, secondo il seguente schema:

- Estremo A a sx (1 metri dal 1° geofono)
- Intermedio D1 a sx (tra 6° e 7° geofono)
- Centrale C (tra 12° e 13° geofono)
- Intermedio D2 a dx (tra 18° e 19° geofono)
- Estremo B a dx (1 metri dal 24° geofono)

Il sistema di ricezione è costituito da 24 geofoni orizzontali per le onde Sh, con frequenza propria di 10 Hz, posizionati ad una distanza intergeofonica pari a 2 m.



CODIFICAZIONE DOCUMENTO						REV.	FOGLIO	
C	DOCUMENTI	2008	SAS2008	28	08	001	1	3

Il trigger consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e la produzione di un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e parte la sollecitazione dinamica.

Il sistema di acquisizione dati è un sismografo marca AMBROGEO, modello ECHO 12/24, sistema multicanale (24 canali) in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica a 16 bit.

Esso è collegato a ciascuno dei trasduttori di velocità al trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le vibrazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger.

Le elaborazioni hanno condotto alla rappresentazione di una sezione sismostratigrafica, del profilo di velocità e di una sezione tomografica per le onde Sh, oltre ad una valutazione delle Vs30.



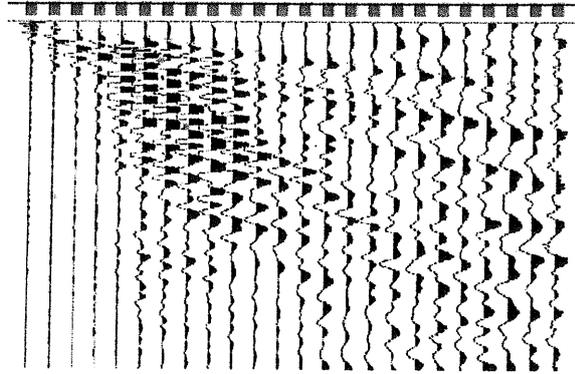
Schema delle indagini geofisiche - scala 1:2000



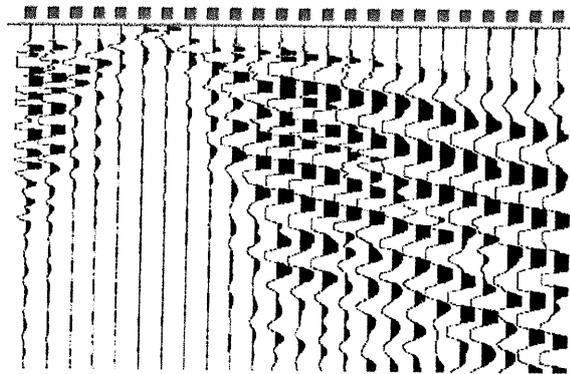
LINEA SISMICA 1

ONDE Sh: STAMPA ISTANTANEA DELLE REGISTRAZIONI DI CAMPAGNA

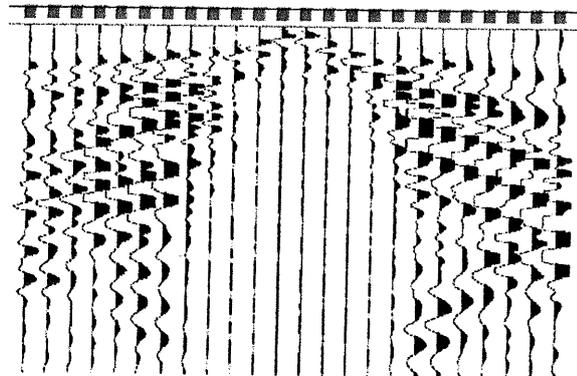
TIRO ESTREMO SX A



TIRO INTERMEDIO SX D1



TIRO CENTRALE C

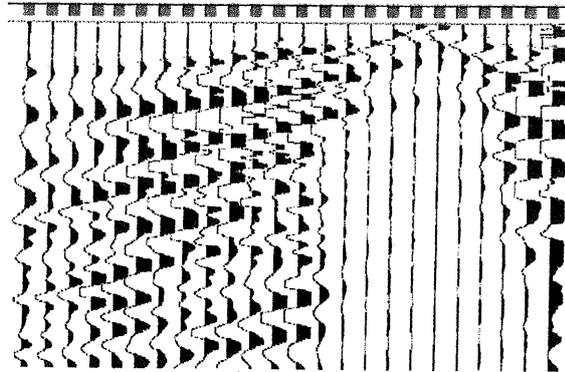




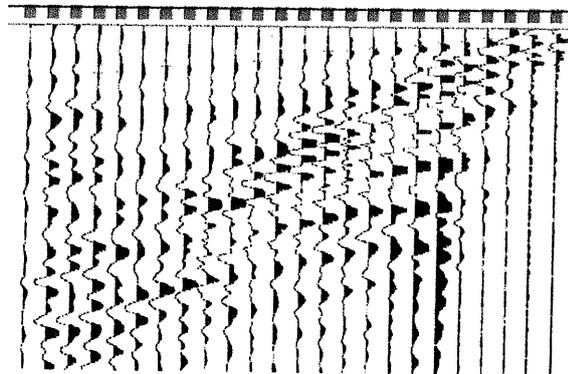
LINEA SISMICA 1

ONDE Sh: STAMPA ISTANTANEA DELLE REGISTRAZIONI DI CAMPAGNA

TIRO INTERMEDIO DX D2



TIRO ESTREMO DX B



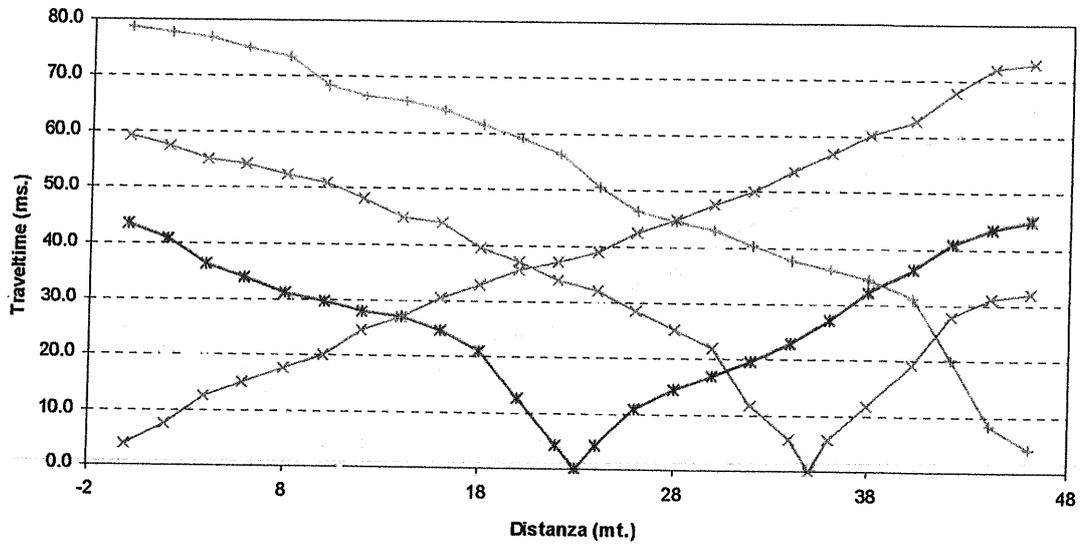


LINEA SISMICA 1
TEMPI DI PROPAGAZIONE ONDE Sh

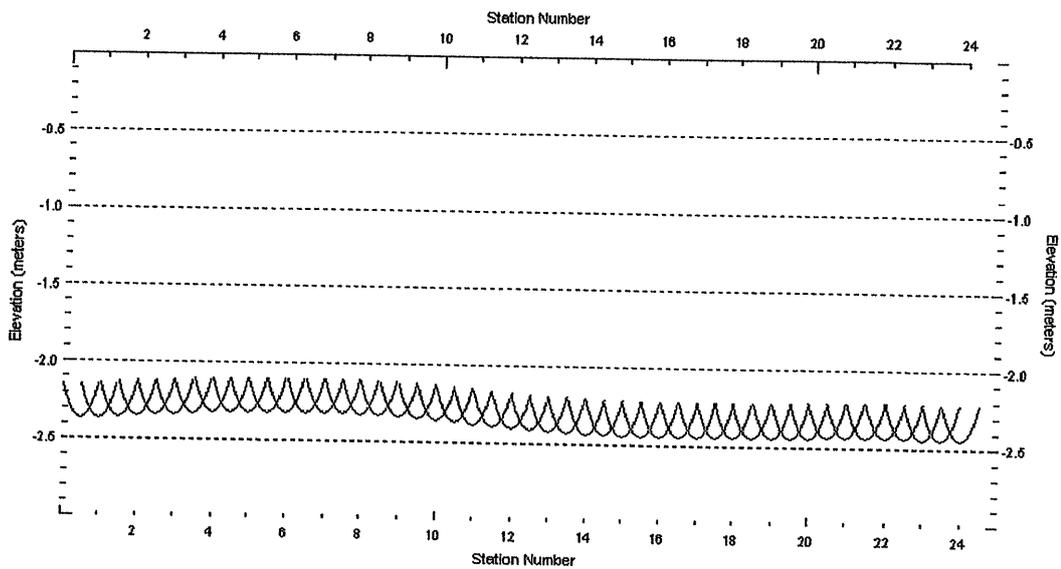
geofono	Tempo di arrivo				
	A	D1	C	D2	B
1	4.00	24.50	43.30	59.30	78.40
2	7.40	21.10	40.70	57.60	77.60
3	12.50	19.40	36.40	55.10	76.70
4	15.10	16.80	33.90	54.20	75.00
5	17.70	10.00	31.30	52.50	73.30
6	20.20	3.30	29.60	50.80	68.20
7	24.50	4.20	27.90	48.30	66.50
8	27.10	11.70	27.10	44.90	65.70
9	30.50	16.80	24.50	44.00	64.00
10	33.10	21.90	21.10	39.70	61.40
11	35.60	23.60	12.50	37.20	58.90
12	37.30	25.40	4.20	33.80	56.30
13	39.00	29.60	4.20	32.10	50.40
14	42.40	33.00	10.80	28.60	46.10
15	45.00	35.60	14.30	25.20	44.40
16	47.50	39.90	16.80	21.80	42.70
17	50.10	44.10	19.40	11.60	40.20
18	53.50	46.70	22.80	5.70	37.60
19	56.90	50.10	27.10	5.70	35.90
20	60.30	53.50	32.20	11.70	34.20
21	62.80	57.70	36.40	19.30	30.80
22	67.90	60.30	40.70	27.80	19.80
23	72.20	62.00	43.30	31.30	8.00
24	73.00	64.50	45.00	32.10	4.00



LINEA SISMICA 1
DROMOCRONE ONDE Sh

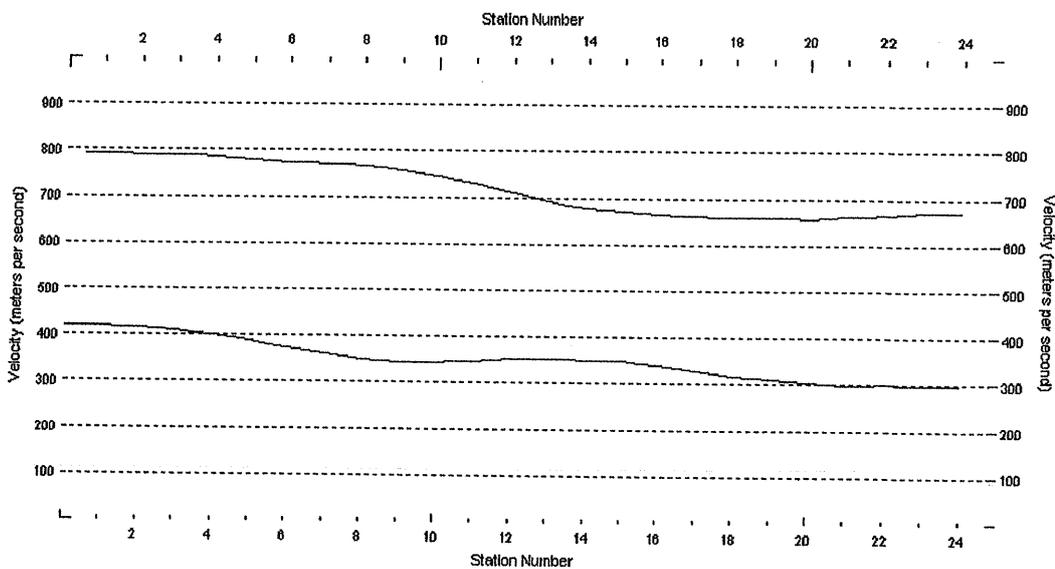


SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA ONDE Sh

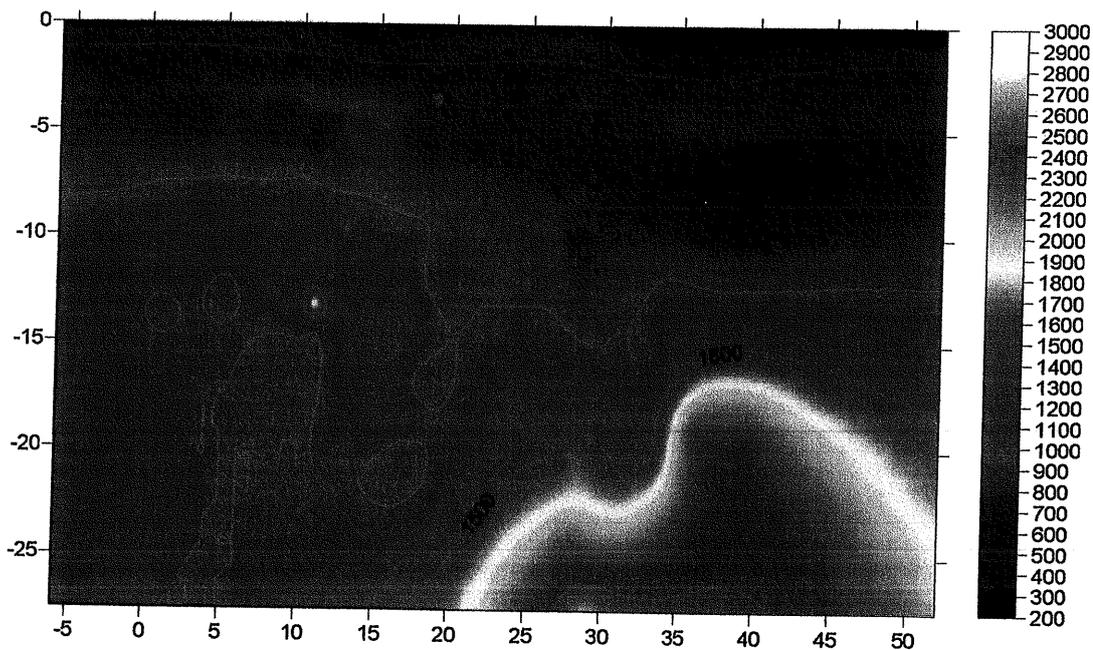




LINEA SISMICA 1
PROFILO DI VELOCITÀ ONDE Sh



TOMOGRAFIE ONDE Sh - Metodo DELTATV



**CALCOLO DELLE V_{s30}**

Per V_{s30} s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Considerando le velocità degli strati e gli spessori rilevati, le V_{s30} , in base all'Ord. P.C.M. 3274/03, sono riassumibili come di seguito esposto.

La Normativa Italiana (Ordinanza 3274), coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della stessa. Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} , compresi fra 360 m/s e 800 m/s ($N_{spt} > 50$ o coesione non drenata > 250 kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi fra 180 e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < cu < 250$ kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{sp} < 15$, $cu < 70$ kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di V_{s30} simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.



In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E. Alle cinque categorie descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare.

Classe	Descrizione
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($IP > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < cu < 20$ kPa).
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

La V_{s30} è stata calcolata riferendosi ai valori di V_{sh} ottenuti al centro della sezione tomografica ottenuta.

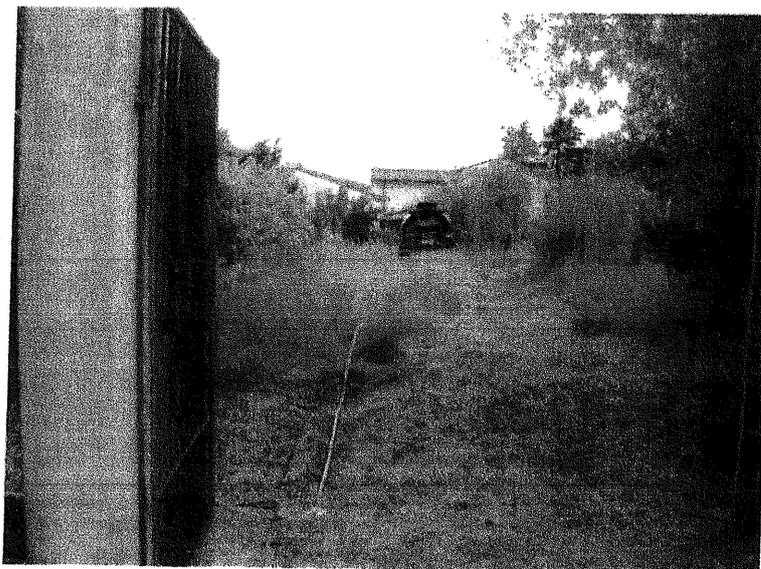
La velocità risultante è pari a 1034.18 m/s e la classe risultante è la A.

IGEA sas

Dott. Geol. Guglielmo Braccesi



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 38bis

Località: Pian di Scò, San Miniato

Tipo e numero: n. 1 Sondaggio a carotaggio continuo
n. 2 Prove penetrometriche dinamiche DPSH
n. 1 Indagine sismica MASW

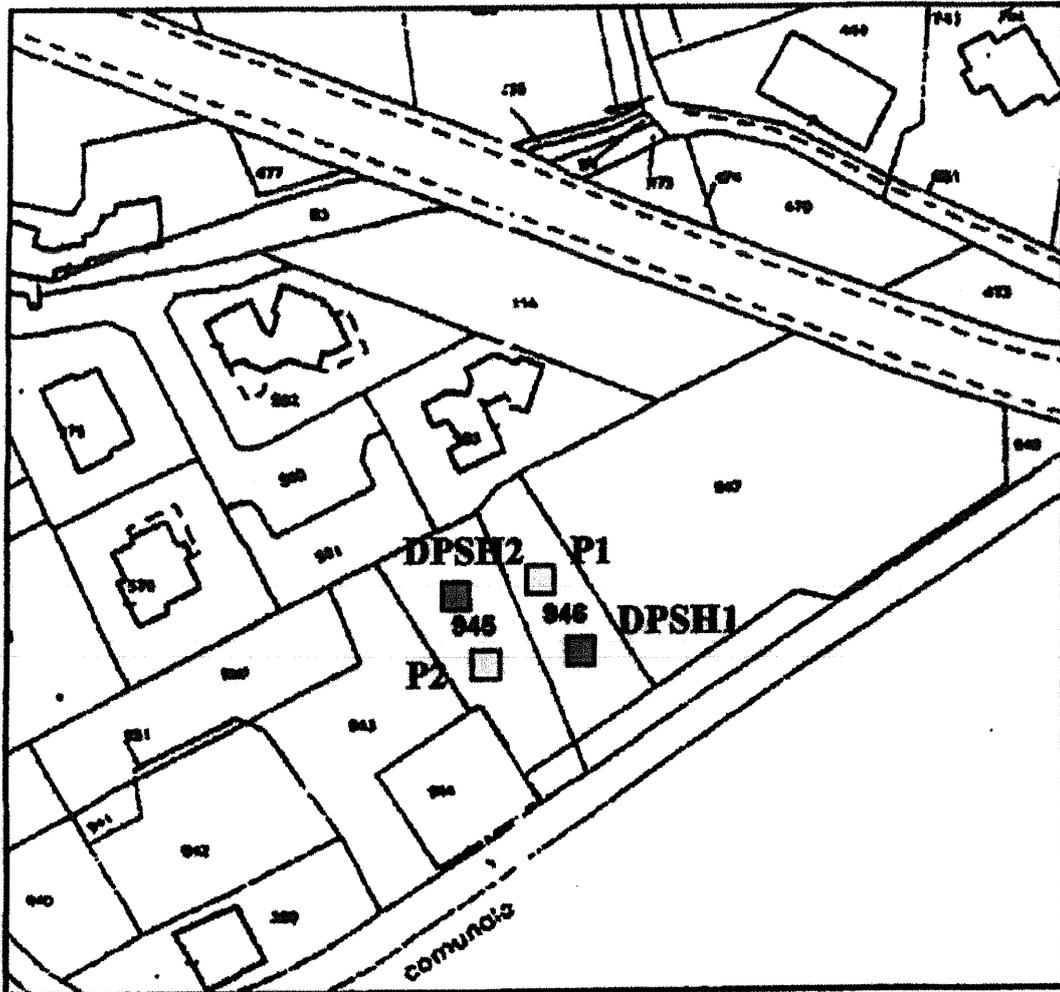


Fig 1 – Planimetria catastale in scala 1:2000. Particelle 945 e 946 del Foglio n. 13.

INTRODUZIONE

La presente relazione geologica e geotecnica viene redatta per la realizzazione di un fabbricato plurifamiliare nel lotto n° 2 della Lottizzazione residenziale “R2”, in località San Miniato nel Comune di Pian di Scò (AR). L'area in oggetto, di proprietà della Ditta Riillo Immobiliare Srl, è individuata catastalmente nelle particelle n° 945 e 946 del Foglio di Mappa n° 13 del Comune di Pian di Scò (Fig. 1).

La presente relazione si atterrà alle norme tecniche riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”, concernente le indagini, le osservazioni, le misure e le verifiche sui terreni ed in particolare alle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche in oggetto, riportate nella Circolare Min. LL.PP. del 2.2.2009, n. 617. Saranno inoltre applicate le norme introdotte dalla D.C.R. n. 12

ALLEGATI

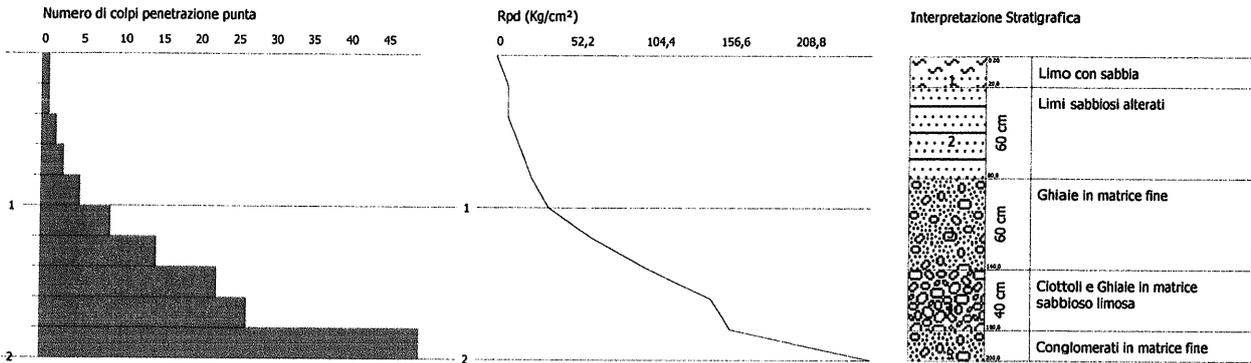
- PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1
- STIMA CATEGORIA SOTTOSUOLO DA DPSH1
- PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2
- STIMA CATEGORIA SOTTOSUOLO DA DPSH2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 13/05/2011

Scala 1:50



STIMA CATEGORIA SUOLO

Stima categoria di sottosuolo secondo le norme tecniche per le Costruzioni 14-01-2008 (NTC 2008).

Prova n. DPSH1

Profondità (m)	Descrizione	Nr. Colpi	Coeff. correlazione	Tipo	Nspt (N/30)	Vs (Otha e Goto 1978) (m/s)	Cu (Kg/cm ²)
0,2	Limi	1	1,504	Incoerente	1,5	53,79	--
0,8	Limi sabb.	2	1,504	Incoerente	3,01	79,29	--
1,4	Ghiaie sabb.	9,67	1,504	Incoerente	14,54	116	--
1,8	Ciott. E Gh.	25	1,504	Incoerente	37,6	143,51	--
2	Conglom.	50	1,504	Incoerente	75,2	165,12	--

Vs,30 97,77 m/s
Nspt,30 5,16

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della risposta sismica locale (RSL) (C7.11.3.1 NTC 2008) determinando la categoria di sottosuolo specifica del sito.

Individuazione categoria di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) secondo: **Nspt,30**

Categoria suolo tipo: **D**

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

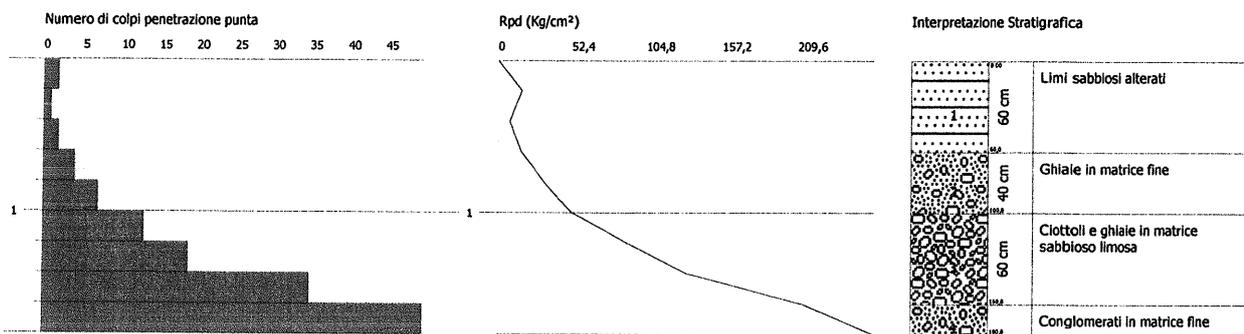
Dott. Geol. Gianfranco Buccianti
Piazzale Trieste, 4 - Terranuova Bracciolini (AR)
Tel 3356546025 - Mail: geologia@teknogeo.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 13/05/2011

Scala 1:50



STIMA CATEGORIA SUOLO

Stima categoria di sottosuolo secondo le norme tecniche per le Costruzioni 14-01-2008 (NTC 2008).

Prova n.

DPSH2

Profondità (m)	Descrizione	Nr. Colpi	Coeff. correlazione	Tipo	Nspt (N/30)	Vs (Otha e Goto 1978) (m/s)	Cu (Kg/cm ²)
0,6	Limi sabb.	1,67	1,504	Coesivo	2,51	72,69	0,16
1	Ghiaie sabb.	5,5	1,504	Incoerente	8,27	98,59	--
1,6	Ciott. E Gh.	22,33	1,504	Incoerente	33,59	137,58	--
1,8	Conglom.	50	1,504	Incoerente	75,2	161,8	--

Vs,30 100,51 m/s
Nspt,30 5,85
Cu,30 0,16 Kg/cm²

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della risposta sismica locale (RSL) (C7.11.3.1 NTC 2008) determinando la categoria di sottosuolo specifica del sito.

Individuazione categoria di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) secondo: **Vs,30**

Categoria suolo tipo: D

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

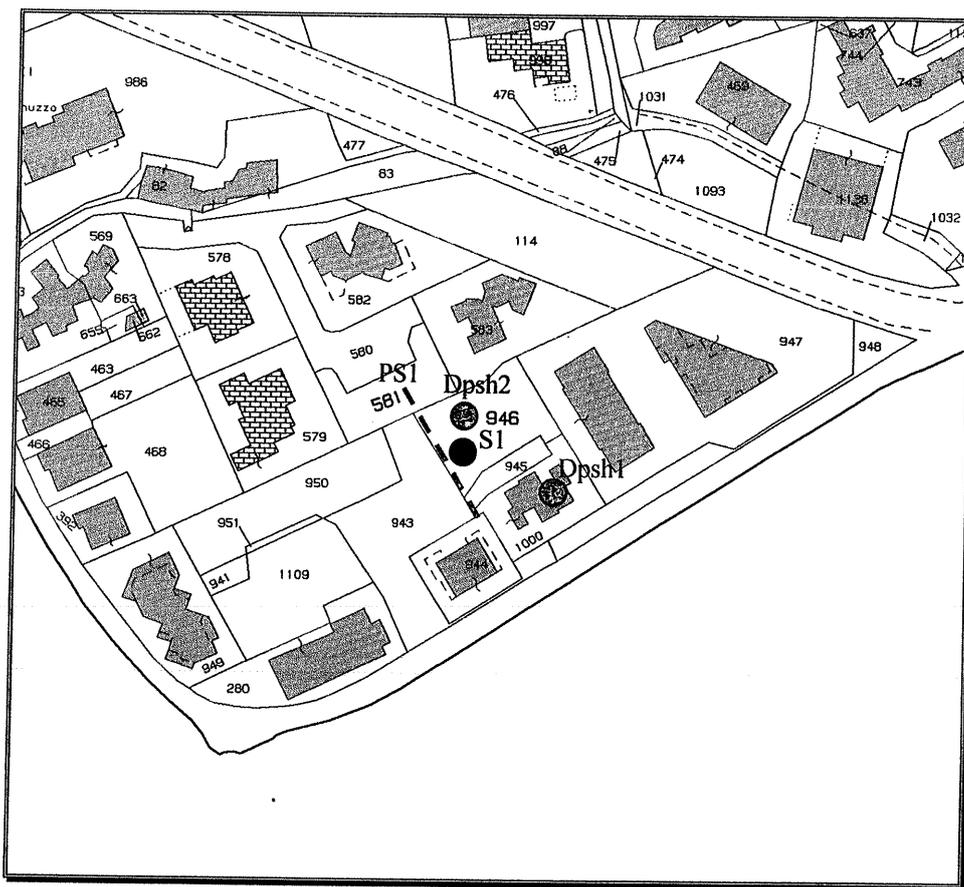


Fig 1 – Planimetria catastale in scala 1:2000. Particelle 945 e 946 del Foglio n. 13 con ubicazione indagini.

LEGENDA

- Dpshn - Prova penetrometrica dinamica continua
- Sn - Sondaggio a carotaggio continuo con prove SPT e prelievo campione
- PSn - Rilievo sismico di superficie

INTRODUZIONE

La presente relazione geologica e geotecnica viene redatta per la realizzazione di un fabbricato plurifamiliare nel lotto n° 2 della Lottizzazione residenziale “R2”, in località San Miniato nel Comune di Pian di Scò (AR). L'area in oggetto, di proprietà della Ditta Riillo Immobiliare Srl, è individuata catastalmente nelle particelle n° 945 e 946 del Foglio di Mappa n° 13 del Comune di Pian di Scò (Fig. 1).

La presente relazione si atterrà alle norme tecniche riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”, concernente le indagini, le osservazioni, le misure e le verifiche sui terreni ed in particolare alle Istruzioni per l'applicazione

ALLEGATI

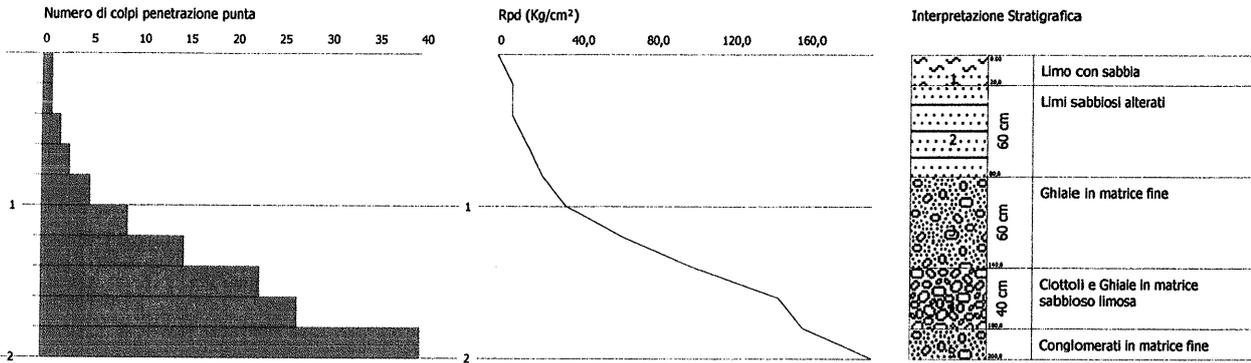
- Prove Penetrometriche -
- Stratigrafia Sondaggio -
- Relazione Indagine Sismica di superficie -
- Sezione Litostratigrafica di Progetto -
- Calcoli Geotecnici -

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1
 Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Costruzioni F.lli Rillo S.r.l.
 Cantiere: San Miniato
 Località: Pian di Scò

Data: 13/05/2011

Scala 1:50

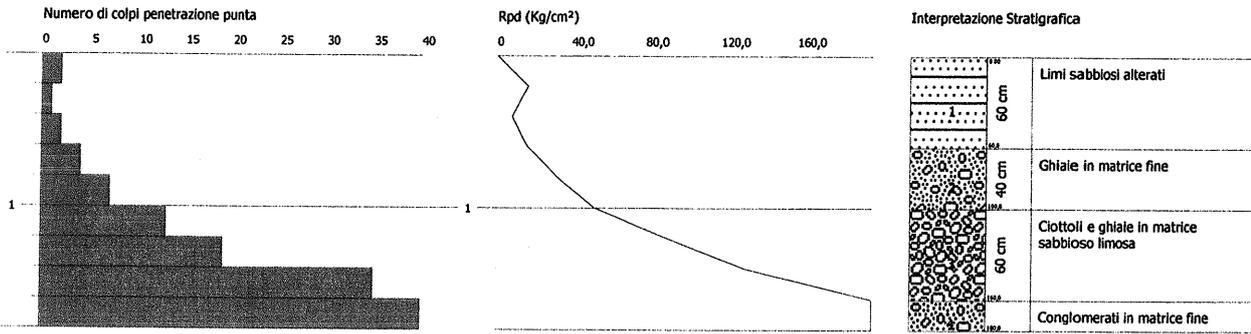


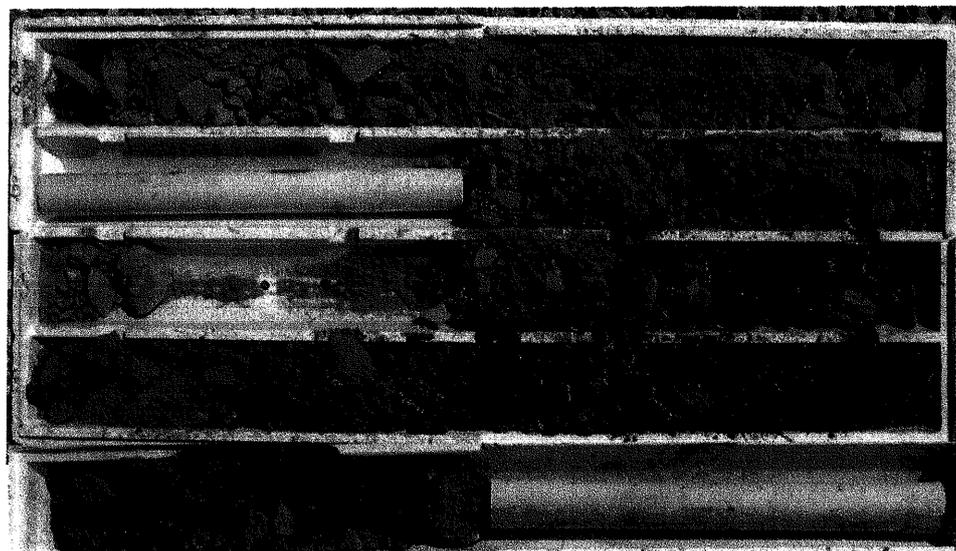
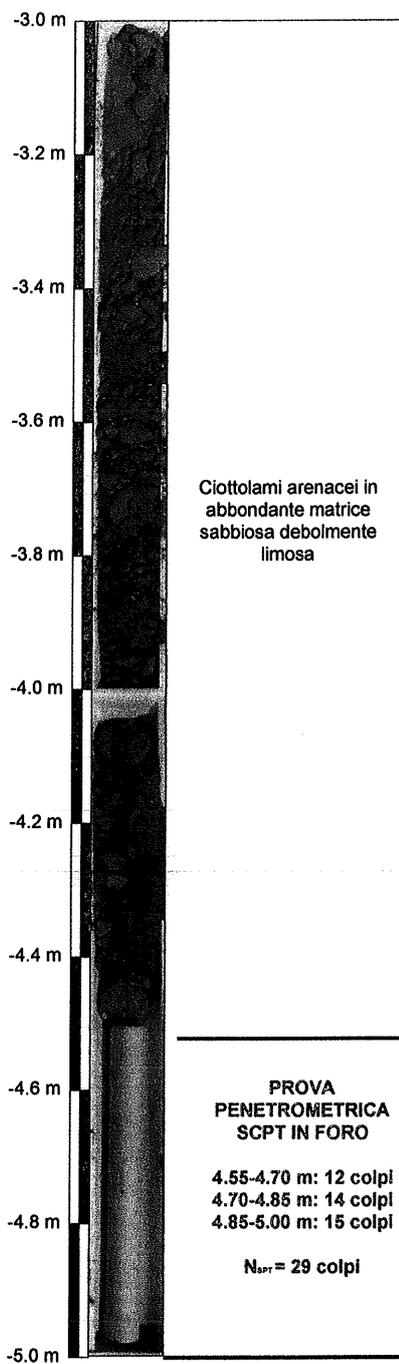
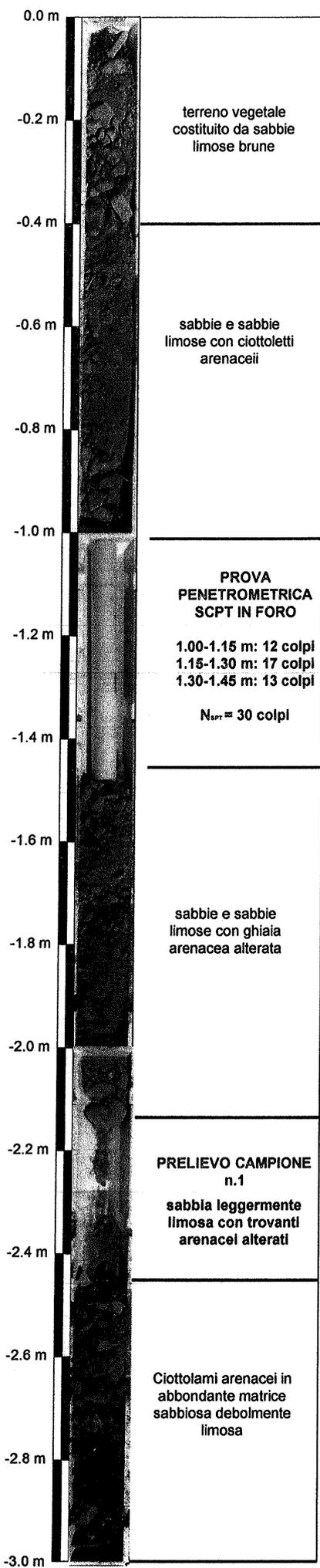
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Costruzioni F.lli Rillo S.r.l.
Cantiere: San Miniato
Località: Pian di Scò

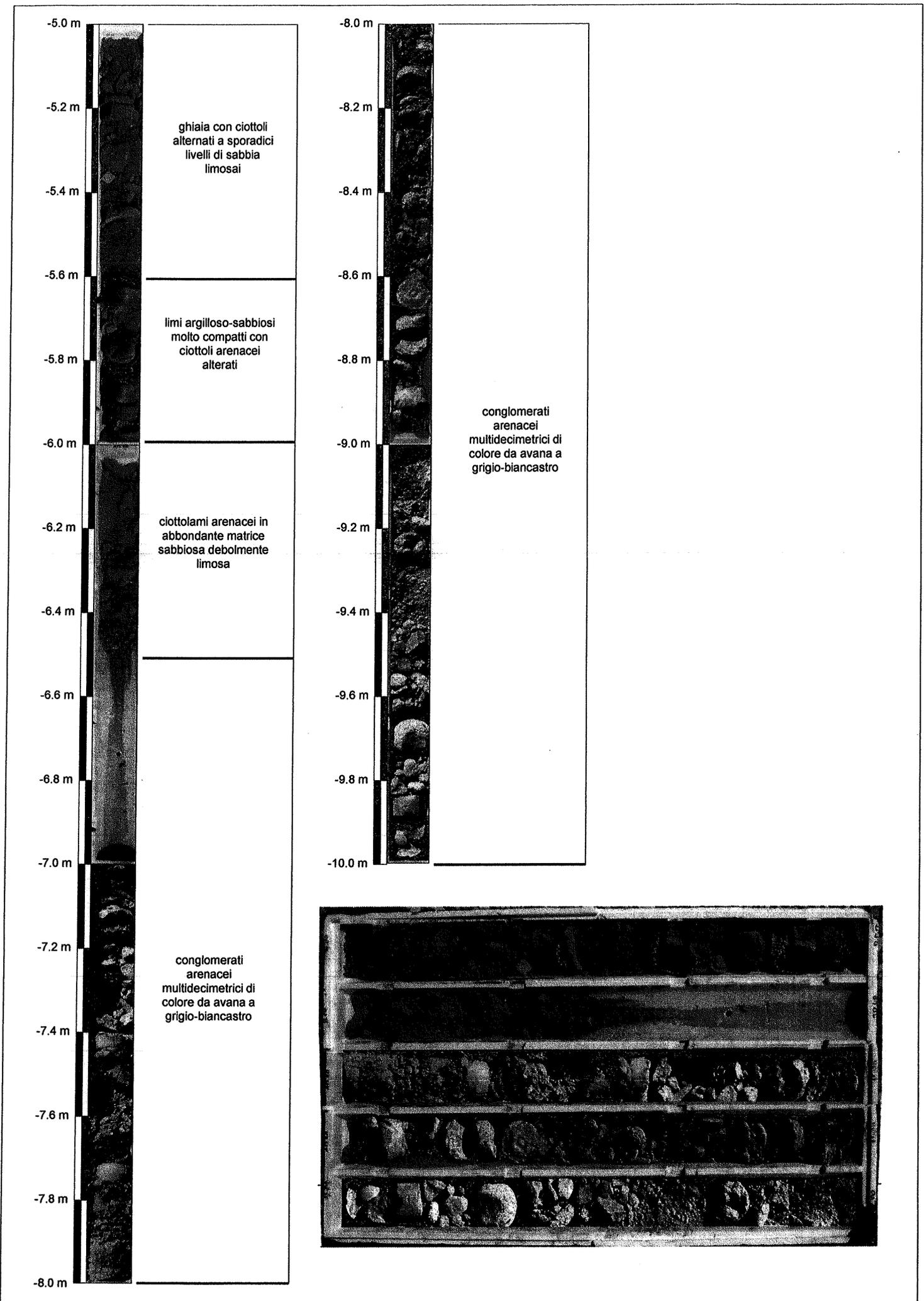
Data: 13/05/2011

Scala 1:50





SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1 DAL P.C. A -5.00 m



SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1 DA -5.00 m A -10.00 m

2011

GEOMA

di Marco Marzupini

Cell.328-7255608

Email: marzupinimarco@gmail.com

Dom: Via Laparelli Pitti, 10

Arezzo (AR) 52100

Res Fisc via delle Cicogne 28

Capoterra (CA) 09012

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA 03318000928

**INDAGINE GEOFISICA SISMICA M.A.S.W.
(Multichannel Analysis of Surface Waves)**

LOCALITÀ: PIAN DI SCO'

DATA: 13/07/11

PREMESSA

L'indagine MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), eseguita in località *Via di San Miniato, 52026 Pian di Sco' AR* in data 13/07/2011, (Illustrazione 1) con obiettivo di valutare la velocità media di propagazione delle onde elastiche per la definizione del parametro VS30 nei primi 30 metri.

Tale parametro permette la definizione del comportamento sismico dei terreni presenti nell'area di intervento, secondo la recente normativa antisismica O.P.C.M. 3274/03 e il DM 19.09.2005.



Illustrazione 1: Ubicazione dello stendimento (stendimento non in scala)

TEORIA ALLA BASE DELLA TECNICA MASW E SULL'ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH

Il M.A.S.W. è una tecnica d'indagine recente che sfrutta le onde superficiali di Rayleigh e Love (in questo studio verranno utilizzate solamente le prime).

Il metodo mira ad una caratterizzazione sismica del sottosuolo basandosi sull'analisi della dispersione geometrica delle onde di superficie.

Le onde superficiali si creano quando il fronte d'onda nel terreno incontra una discontinuità fisica, che può essere sia la superficie terreno-atmosfera (il nostro caso), sia il passaggio areato-consolidato (*Thorne L & Wallace T.C, 1995,. Modern Global Seismology*).

Nella discontinuità, la somma del moto delle onde riflesse e rifratte, dà origine alle onde superficiali.

ONDE DI RAYLEIGH

L'interazione delle onde P e SV sulla superficie libera dà origine alle onde di Rayleigh (Illustrazione 2) che si muovono con un movimento ellittico delle particelle nello strato superficiale avente un asse dell'ellisse parallelo alla direzione dell'onda e l'altro ortogonale alla superficie libera.

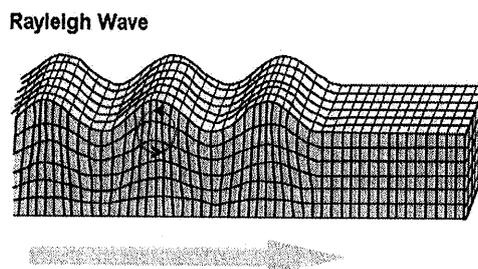


Illustrazione 2: Onde di Rayleigh

ONDE DI LOVE

La riflessione totale delle onde SH dà origine alle onde di Love (Illustrazione 3), che si muovono con moto delle particelle perpendicolare alla direzione di propagazione, ma polarizzato nel piano orizzontale.

Love Wave

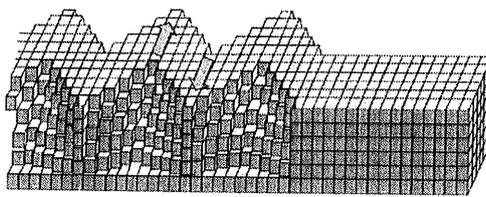


Illustrazione 3: Onde di Love

Le onde superficiali, a differenza di quelle di volume (P ed S), hanno le seguenti proprietà:

Sono dispersive in mezzi non omogenei (perché variano la propria velocità a seconda della frequenza).

La velocità di propagazione è lievemente più bassa rispetto alle onde S.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Love e Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati.

Un'ulteriore proprietà importante è la diminuzione dell'ampiezza che diminuisce con radice quadrata della distanza dalla sorgente.

Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è l'inverso della lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione.

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE ESEGUITA

L'analisi M.A.S.W. è stata condotta in due fasi principali:

1. La prima fase è avvenuta in campagna con l'acquisizione multicanale dei segnali sismici, mediante il sismografo DoReMi a 20 canali della SARA electronic instruments s.r.l.

L'acquisizione è stata effettuata mediante 20 geofoni verticali da 4,5 Hz distanziati di 1,5 m. per una lunghezza totale dello stendimento di 28,5 metri.

Lo stendimento è stato eseguito parallelo al confine lungo il giardino con direzione N. .Le energizzazioni, eseguite mediante una mazza, sono state effettuate con offset (dal primo geofono) di -2 m, -5 m e una opposta a +3 (37,5 m dal geofono 1°) e +8 (42,5 m dal geofono 1°) ed è stata scelta quella a +3 m perché ritenuta di migliore qualità.

Il valore della $V_s 30$ verrà calcolato dalla quota delle fondazione dell'infrastruttura che si trova a -2 m dal livello di campagna..

La configurazione dello stendimento è riportata (Illustrazione 4).

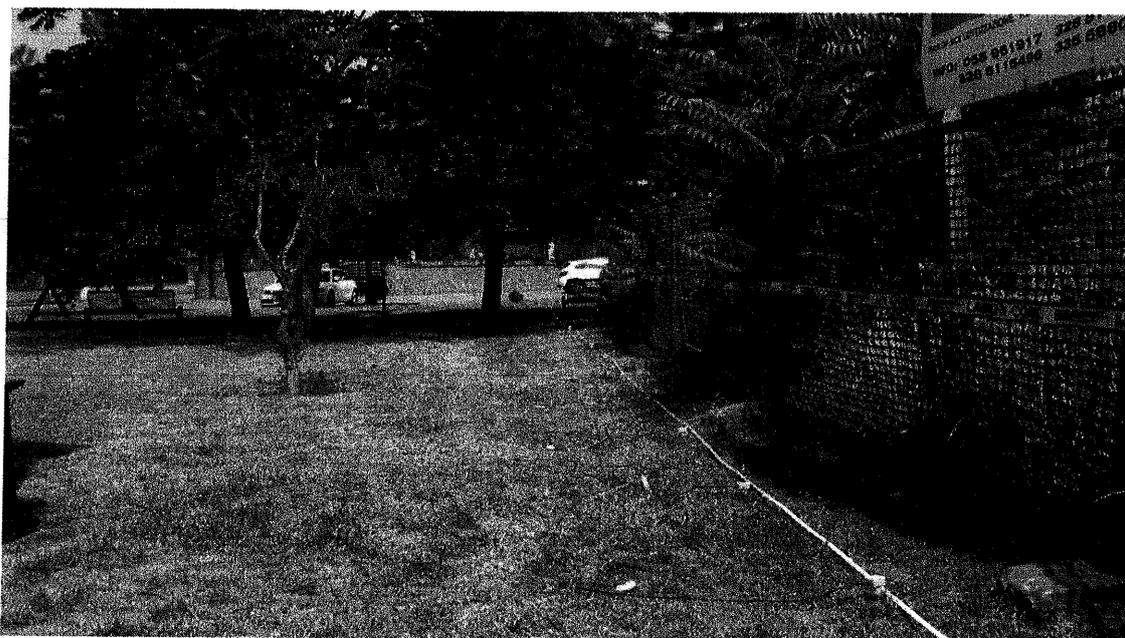


Illustrazione 4: Foto dello stendimento

2. La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software winMASW 4.3 STANDARD della EliaSoft.

Il programma, dopo il calcolo dello spettro di velocità, richiede il picking della curva di dispersione che poi mediante inversioni e modellizzazioni permetterà di ricostruire il profilo delle velocità del terreno.

Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito .

Qui di seguito vengono riportati i più importanti passaggi dell'elaborazione (Illustrazione 5 e Illustrazione 6):

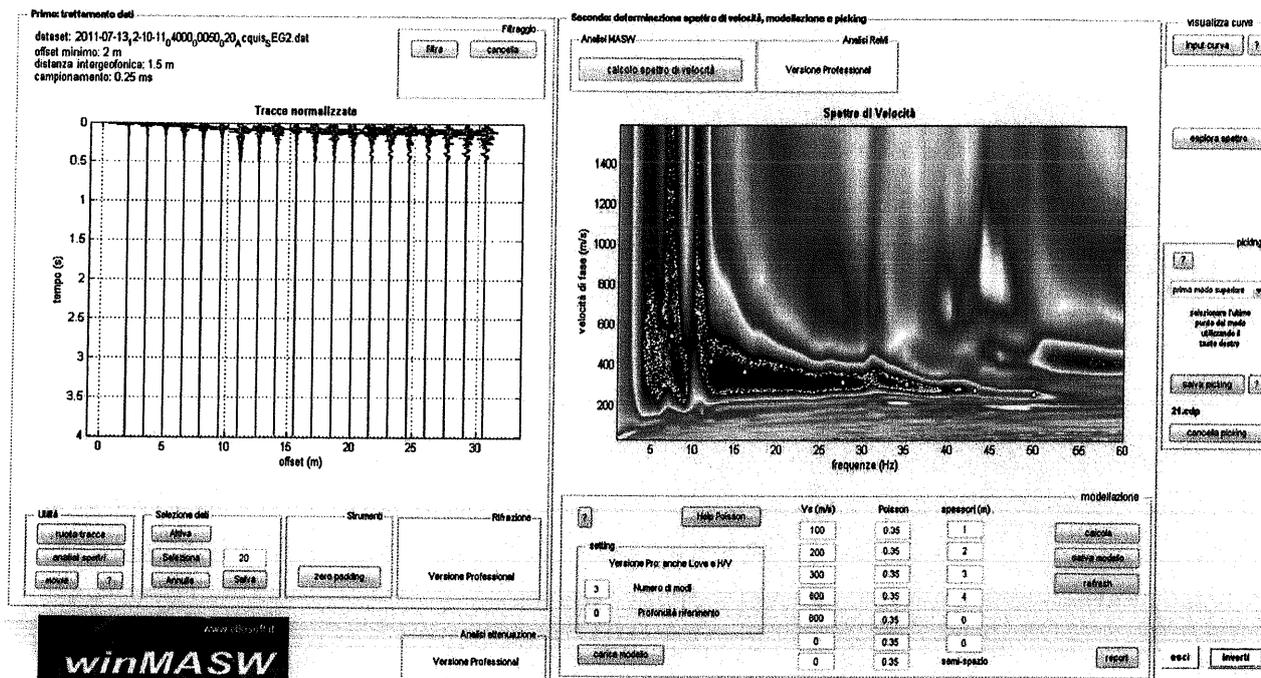


Illustrazione 5: A sinistra sismogramma e a destra picking della curva di dispersione

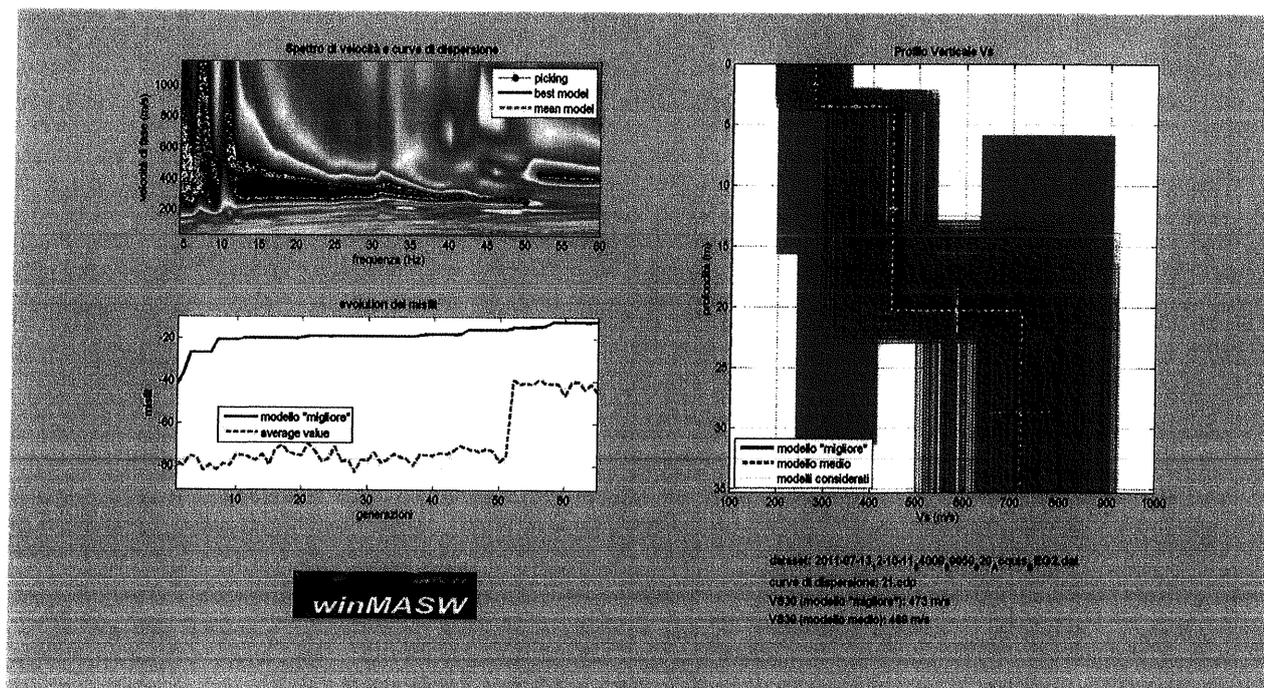


Illustrazione 6: Inversione della curva di dispersione

NORMATIVA

La nuova normativa sismica italiana OPCM, così come il nuovo DM 15/09/2005 “Testo Unico sulle Costruzioni” stabilisce l’azione sismica di progetto, in assenza di ulteriori analisi specifiche, sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria sismica di suolo su cui sarà realizzata l’opera.

La norma divide il territorio nazionale in 4 zone sismiche (tab. 1), definite dal valore a_g dell’accelerazione di picco al suolo (PGA), normalizzata rispetto all’accelerazione di gravità.

CLASSIFICAZIONE SISMICA tab. 1		
zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g] PGA	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni, i valori da utilizzare per V_s , NSPT e C_u sono valori medi):

- A - Formazioni litoidi o terreni omogenei caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).

- C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media rigidezza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < \text{NSPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
- D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s ($\text{NSPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).
- E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s.
- S₁ - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($\text{PI} > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s ($10 < c_u < 20$ kPa);
- S₂ - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti Vs30 è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

CONCLUSIONI

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (M.A.S.W.) ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS

- La sezione ottenuta mostra un primo sismostrato con una velocità delle onde S di circa 276 m/s fino alla profondità di circa 1,5 m
- Un secondo strato a 445 m/s per uno spessore di 16,8 m
- La sezione sismostratigrafica evidenzia, al di sotto dei 18,3 m di profondità, velocità delle onde di taglio (Vs) che aumentano fino a circa 721 m/s alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e sismo-stratigrammi (Illustrazione 7)

Tabella 1: PROFILO SISMICO E DATI

VS30 e PARAMETRI ELASTICI						
Profondità livello fondazione	2		Profondità livello campagna	0		Profondità (m) dal liv fond
Strato	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Rapporto (Vp/Vs)	Spessore (m)	da	a
1	276	573	2,08	3,5	0	-1,5
2	445	936	2,1	16,8	-1,5	-18,3
3	721	1498	2,08	9,7	-18,3	-30
Strato	Poisson v	Densità (g/cm ³)	Shear G (kPa)	Bulk Ev (kPa)	Young E (kPa)	
1	0,35	1,92	146257,92	435381,12	394588,91	
2	0,35	2,04	403971	1248607,84	1093936,63	
3	0,35	2,15	1117658,15	3334397,73	3015996,72	
1	0,005			1	0,005	
2	0,038			1	0,038	
3	0,016				0,043	
VS 30		504,92		Vs copertura del substrato (attenzione quando inferiore 360 m/s)	VS 30	Rapporto Vs substrato / Vs copertura (attenzione quando > 2.2)
				0	0	0

Illustrazione 7: Sismostratigramma rispetto livello di fondazione

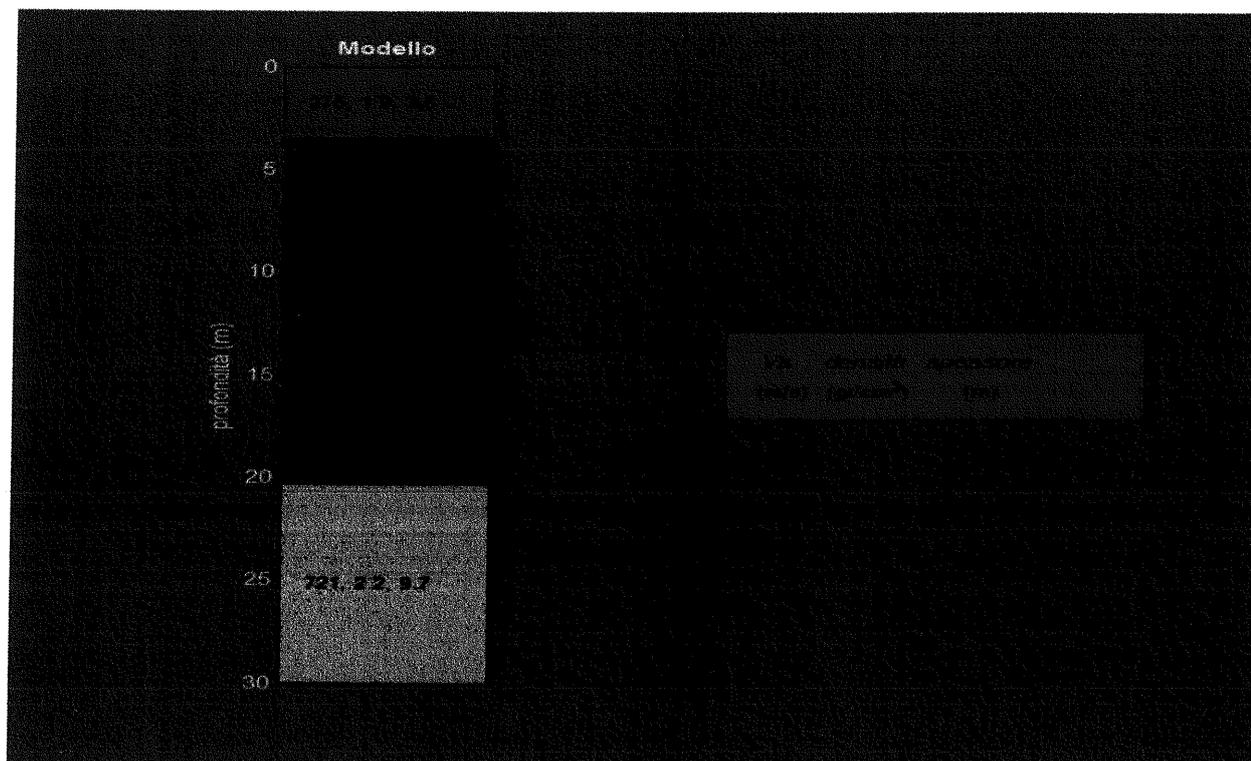
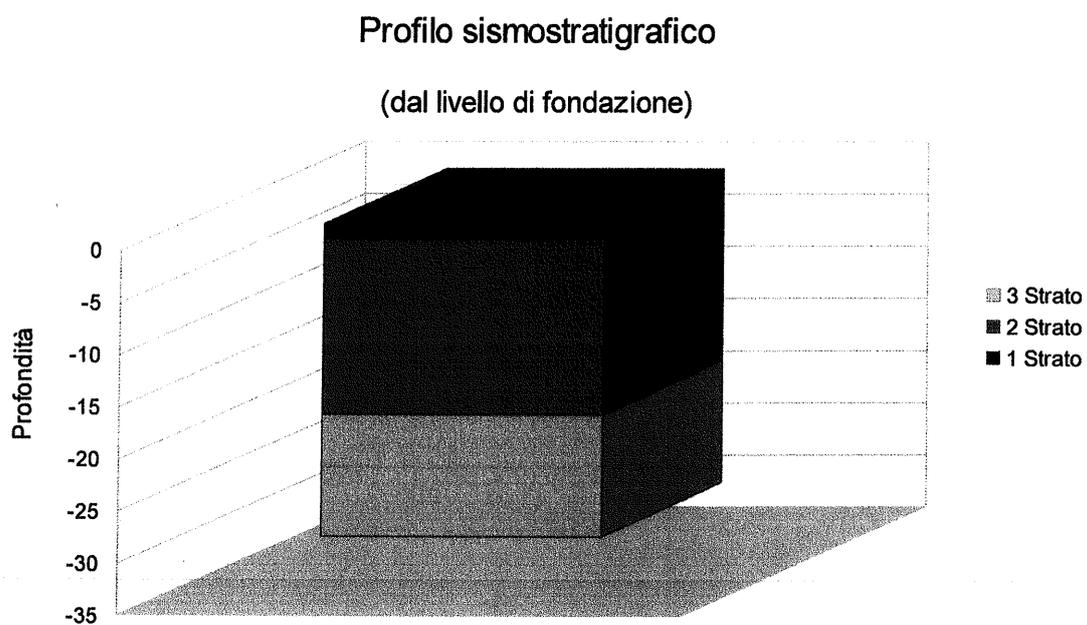


Illustrazione 8: Sismostratigramma dal livello campagna

Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (V_{s30}) è risultato :

$$VS30 = 504 \text{ m/s}$$

che comporta una classificazione del suolo in categoria (consigliata):

B

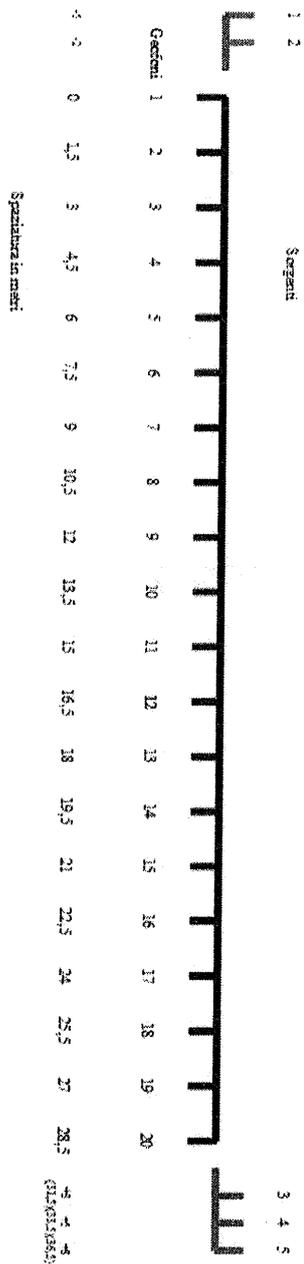
B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Nota

La suddetta classificazione del suolo è determinata mediante l'elaborazione di dati acquisiti in campagna.

A causa delle semplificazioni intrinseche della modellizzazione matematica adottata, si rimanda al geologo, grazie all'esperienza maturata e alle conoscenze del sito, dare la classificazione che ritiene più idonea (PER ULTERIORI APPROFONDIMENTI CONSULTARE Tabella 1)

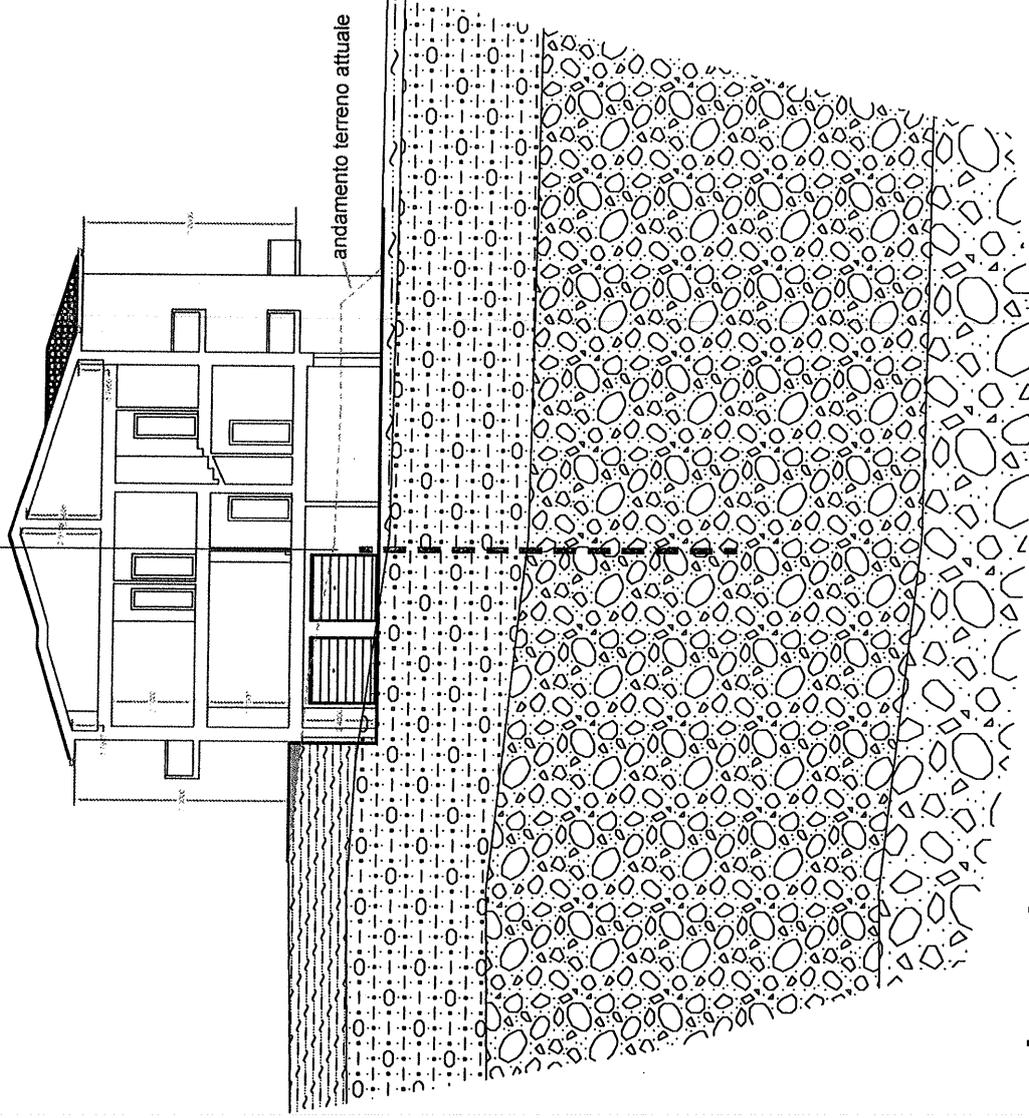
Disegno 1: ALLEGATO (CONFIGURAZIONE DELLO STENDIMENTO)



NO

Sondaggio S1

SE



Legenda

 Sabbie e sabbie limose con ciottolotti arenacei

 Conglomerati arenacei multidecimetrici con segni di alterazione ($V_s=445$ m/s)

 Sabbia e sabbia limosa con ghiaia e ciottoli ($V_s=276$ m/s)

 Massa conglomeratica inalterata molto compatta o basamento roccioso alterato individuato dalla sismica ($V_s=721$ m/s)

Scala 1:250

Sezione litostratigrafica di progetto B-B'

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 45bis

Località: Piandiscò, San Lorenzo

Tipo e numero: n. 1 Sondaggio a carotaggio continuo
Analisi e prove geotecniche di laboratorio
n. 1 Indagine sismica in foro
n. 5 Prove penetrometriche dinamiche DPSH

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E TRACCIA SEZIONE STRATIGRAFICA

SCALA 1:500

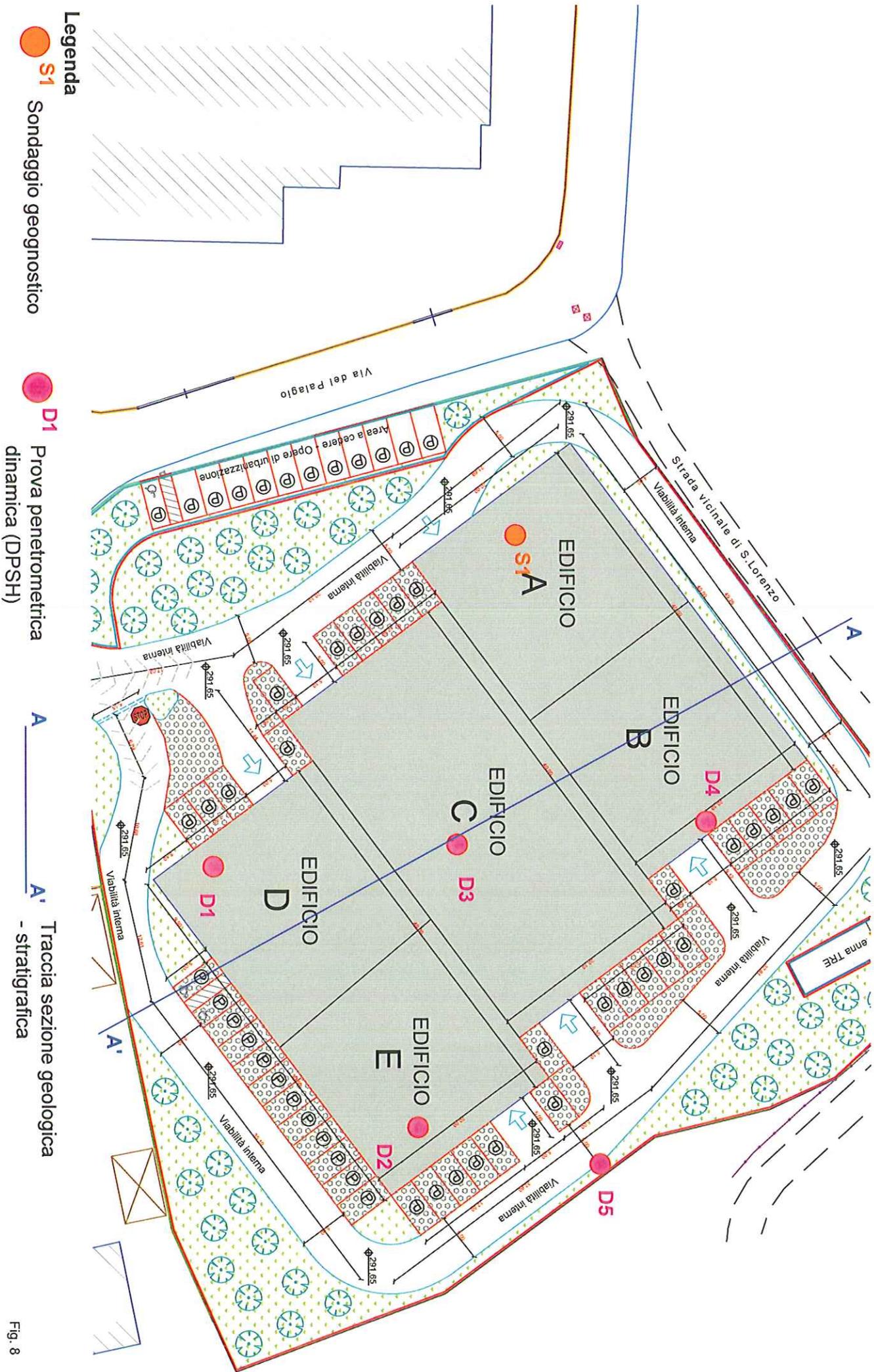


Fig. 8

Committente: ING3+ Ass. Prof.

Data: Agosto 2012

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Scala 1:100

Cantiere: Loc. Palagio - Strada San Lorenzo - Plan di Scò (AR)

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.	Pocket	falda	Descrizione	Osservazioni
0 m				Terreno vegetale <i>Terreno vegetale costituito prevalentemente da sabbie limose di colore ocra.</i>	
-1,00 m					
		3.0			
		3.5			
		3.5			
		3.2		Sabbie limose con ghiaie <i>Alternanza di sabbie limose e limi sabbiosi da mediamente addensati a molto addensati. Colore giallo ocra tendente al grigio. Presenza di ghiaie angolari arenacee (Disfacimento della Formazione del Macigno). Fra 3m e 6 m presenza di livelli di sabbie grossolane compatte a tratti cementate con resti carboniosi.</i>	Campione S1C1 tra -2,50 m e -3,00 m da p.c.
		3.5			
		3.0			
		3.5			
		3.5			
-5,00 m					



Committente: ING3+ Ass. Prof.

Data: Agosto 2012

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Scala 1:100

Cantiere: Loc. Palagio - Strada San Lorenzo - Pian di Scò (AR)

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.	Pocket	Falda	Descrizione	Osservazioni
-5,00 m		3.0		<p>Sabbie limose con ghiaie Alternanza di sabbie limose e limi sabbiosi da mediamente addensati a molto addensati. Colore giallo ocra tendente al grigio. Presenza di ghiaie angolari arenacee (Disfacimento della Formazione del Macigno). Fra 3m e 6 m presenza di livelli di sabbie grossolane compatte a tratti cementate con resti carboniosi.</p>	<p>Campione S1C2 tra -6,20 m e -6,60 m da p.c.</p>
		3.5			
		3.5			
		3.2			
-7,50 m		3.5		<p>CIOTTOLAMI CON GHIAIE E SABBIE Ciottolami con ghiaie e sabbie di natura arenacea alterati in matrice sabbiosa limosa grossolana. Ben addensati.</p>	
		5			
		4,5			
		5			
-10,00 m		5			

Committente: ING3+ Ass. Prof.

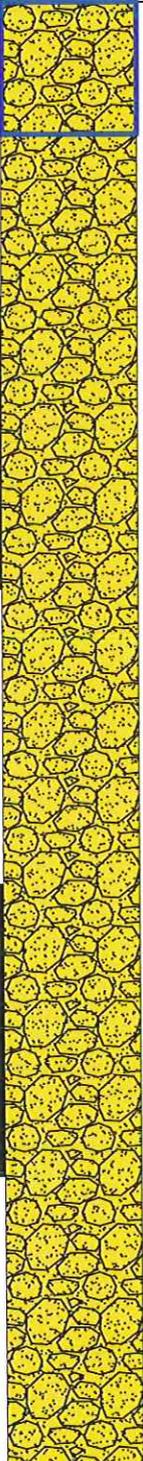
Data: Agosto 2012

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Scala 1:100

Cantiere: Loc. Palagio - Strada San Lorenzo - Pian di Scò (AR)

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.	Pocket	Falda	Descrizione	Osservazioni
-10,00 m		5		<p>CIOTTOLAMI CON GHIAIE E SABBIE <i>Ciottolami con ghiaie e sabbie di natura arenacea alterati in matrice sabbiosa limosa grossolana. Ben addensati.</i></p>	
SPT3 (15 -28 - Rif.)		4,5			
		5			
		5			
		4			
		4			
		4,5			
		5			
		5			
		4,5			
-15,00 m					

Committente: ING3+ Ass. Prof.

Data: Agosto 2012

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Scala 1:100

Cantiere: Loc. Palagio - Strada San Lorenzo - Pian di Scò (AR)

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.	Pocket	Falda	Descrizione	Osservazioni
-15,00 m		4		<p>CIOTTOLAMI CON GHIAIE E SABBIE <i>Ciottolami con ghiaie e sabbie di natura arenacea alterati in matrice sabbiosa limosa grossolana. Ben addensati.</i></p>	
		4,5			
		5			
		5			
		4,5			
		5			
		4,5			
		5			
		5			
		4			
-20,00 m					

Committente: ING3+ Ass. Prof.

Data: Agosto 2012

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Scala 1:100

Cantiere: Loc. Palagio - Strada San Lorenzo - Pian di Scò (AR)

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.	Pocket	Falda	Descrizione	Osservazioni
-20,00 m		5		<p>CIOTTOLAMI CON GHIAIE E SABBIE <i>Ciottolami con ghiaie e sabbie di natura arenacea alterati in matrice sabbiosa limosa grossolana. Ben addensati.</i></p>	
SPT4 (22 -25 -Rif.)		4,5			
		5			
		5			
		4			
		4			
		4,5			
		5			
		5			
-25,00 m		4,5			

Committente: ING3+ Ass. Prof.

Data: Agosto 2012

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Scala 1:100

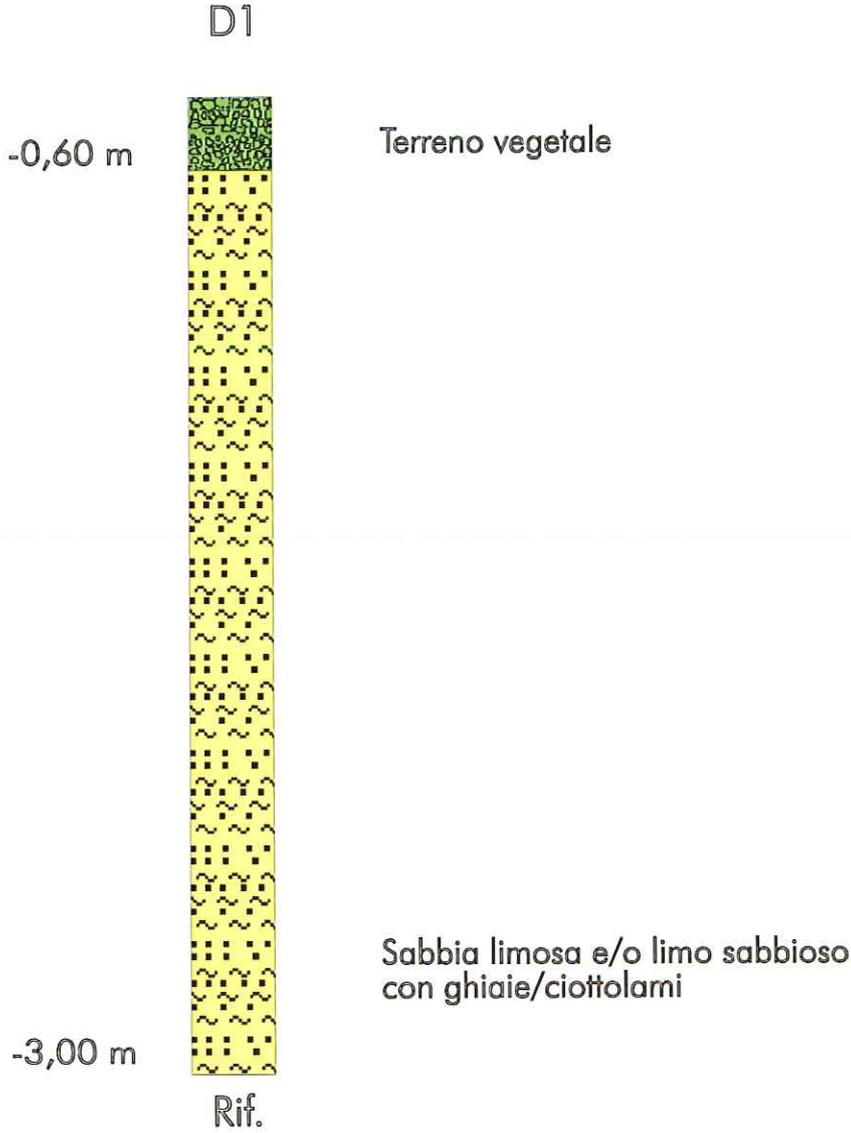
Cantiere: Loc. Palagio - Strada San Lorenzo - Pian di Scò (AR)

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.	Pocket	Falda	Descrizione	Osservazioni
-25,00 m		4		<p>CIOTTOLAMI CON GHIAIE E SABBIE <i>Ciottolami con ghiaie e sabbie di natura arenacea alterati in matrice sabbiosa limosa grossolana. Ben addensati.</i></p>	
		4,5			
		5			
		5			
		4,5			
		5			
		4,5			
		5			
		5			
		4			

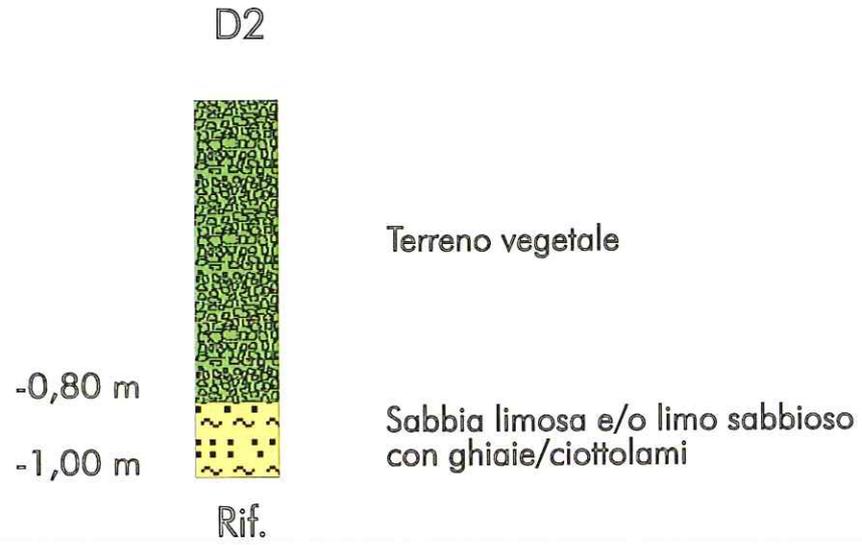
STRATIGRAFIA SCHEMATICA

Scala 1:20



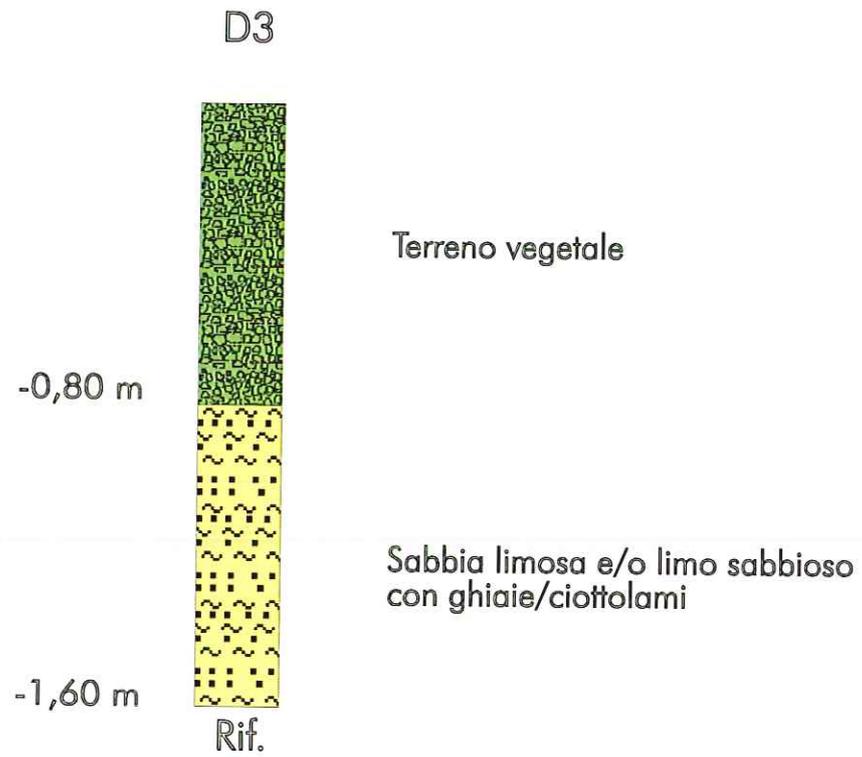
STRATIGRAFIA SCHEMATICA

Scala 1:20



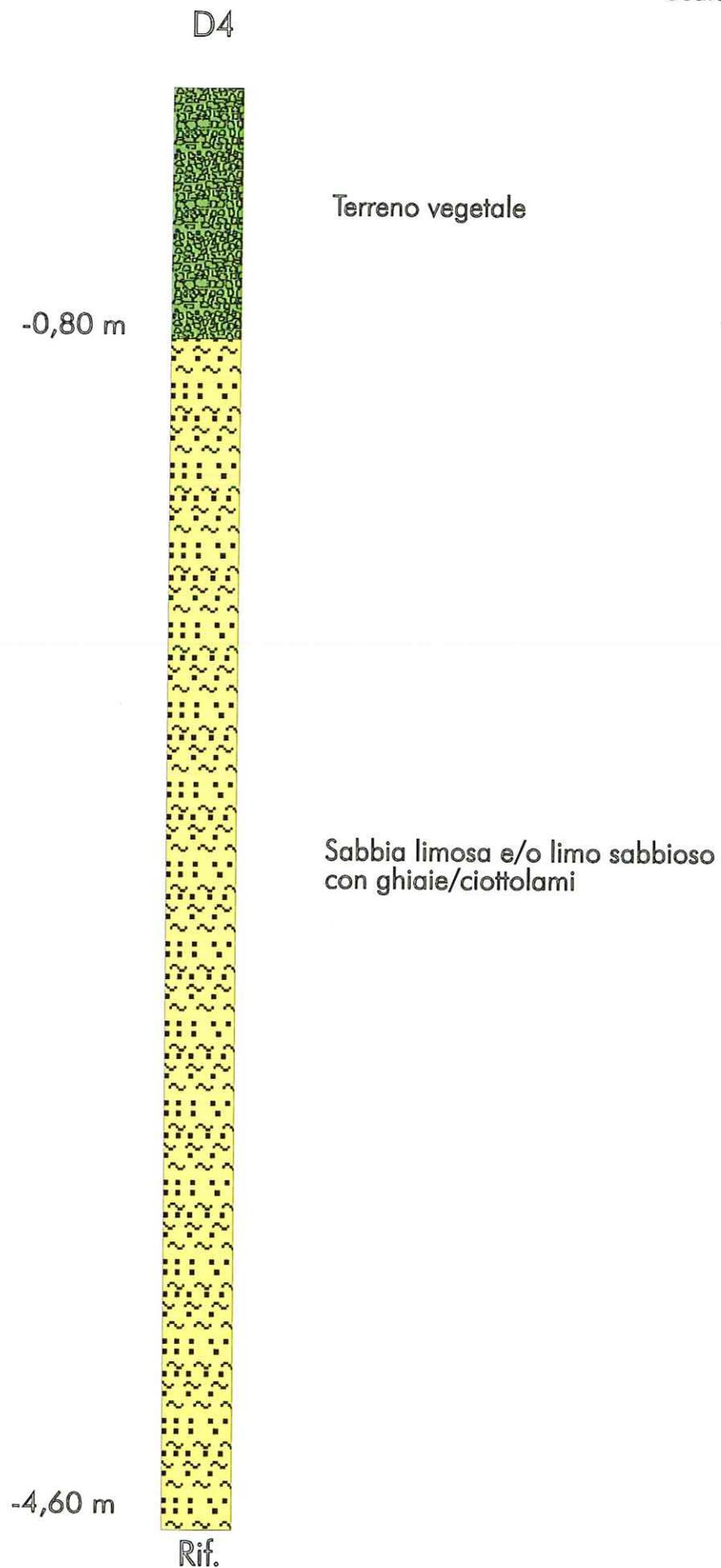
STRATIGRAFIA SCHEMATICA

Scala 1:20



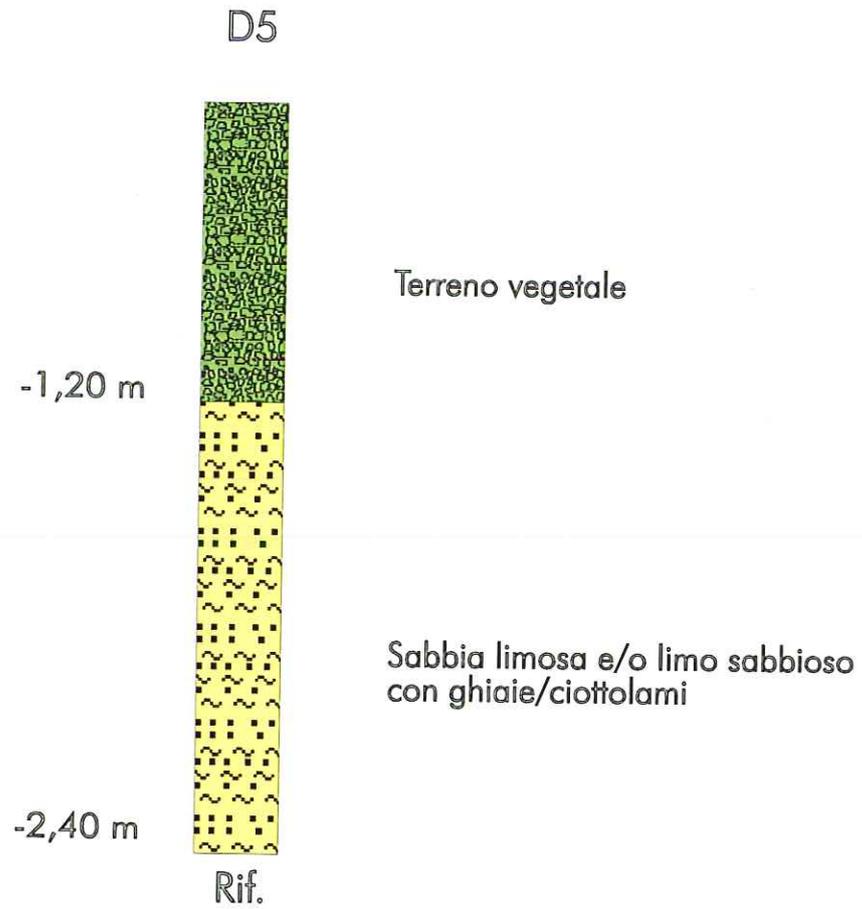
STRATIGRAFIA SCHEMATICA

Scala 1:20



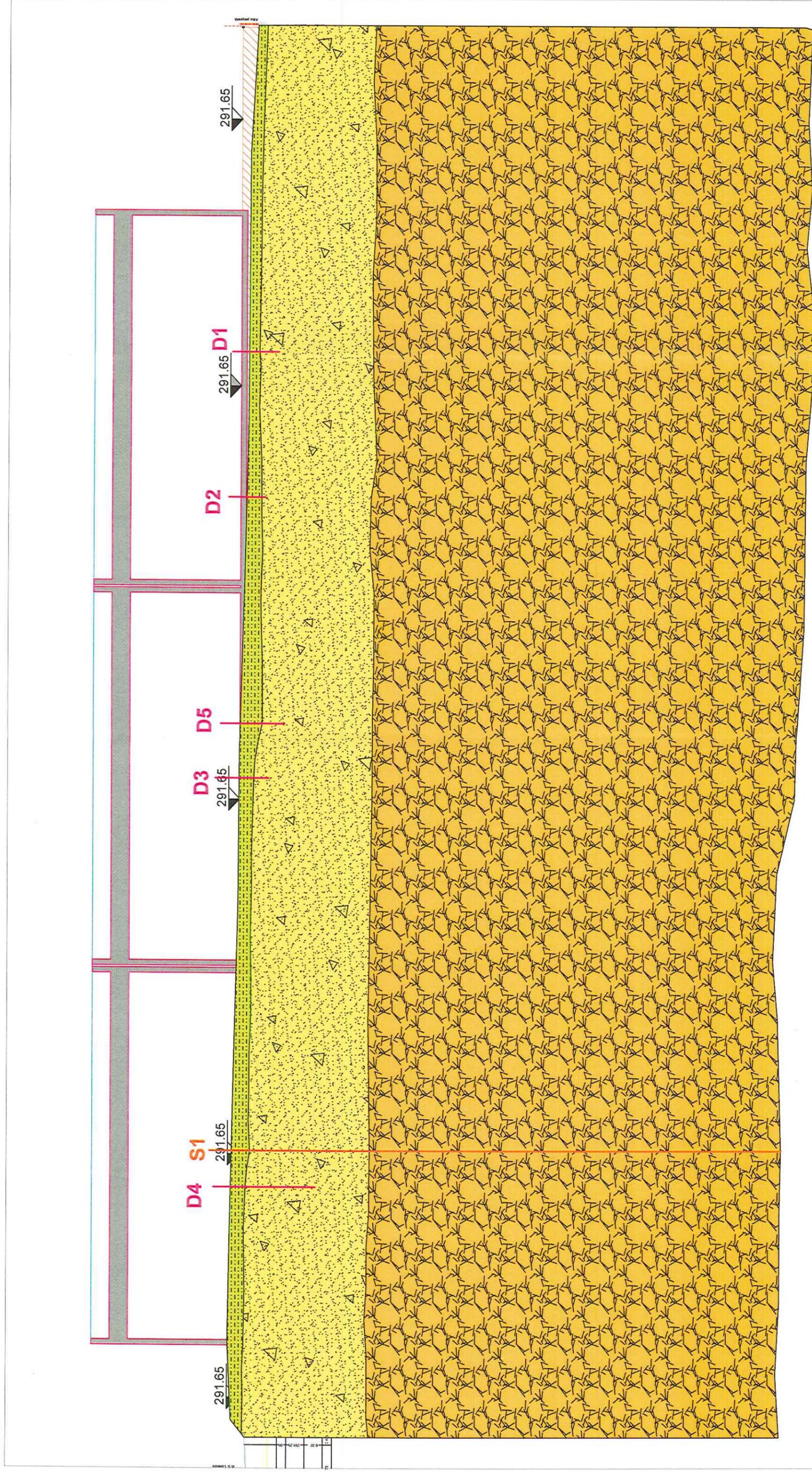
STRATIGRAFIA SCHEMATICA

Scala 1:20

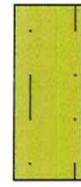


SEZIONE GEOLOGICA STRATIGRAFICA

SCALA 1:200



Legenda



Terreno vegetale



Sabbie limose con ghiaie



Ciottolami con ghiaie e sabbie

Prova Penetrometrica Dinamica - Penetrometro Super Heavy

Pagina n.1

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: **Idrogeo Service S.r.l.**

Località: **Palagio - Pian di Scò (FI)**

Note sulla committenza: ==

Note relative alla prova: ==

Falda rilevata alla profondità di cm: ==

Indagine: **VA-182-12** Certificato: **322-12** Prova n° **1**

in data: **07/08/2012**

Numero aste alla profondità iniziale: **2**

Z	N colpi	N aste	Rd
20	4	2	39,02
40	10	2	97,55
60	15	2	146,33
80	17	2	165,84
100	16	2	156,09
120	10	3	89,47
140	8	3	71,58
160	7	3	62,63
180	11	3	98,42
200	12	3	107,37
220	13	4	107,42
240	32	4	264,41
260	25	4	206,57
280	30	4	247,88
300	100	4	826,27

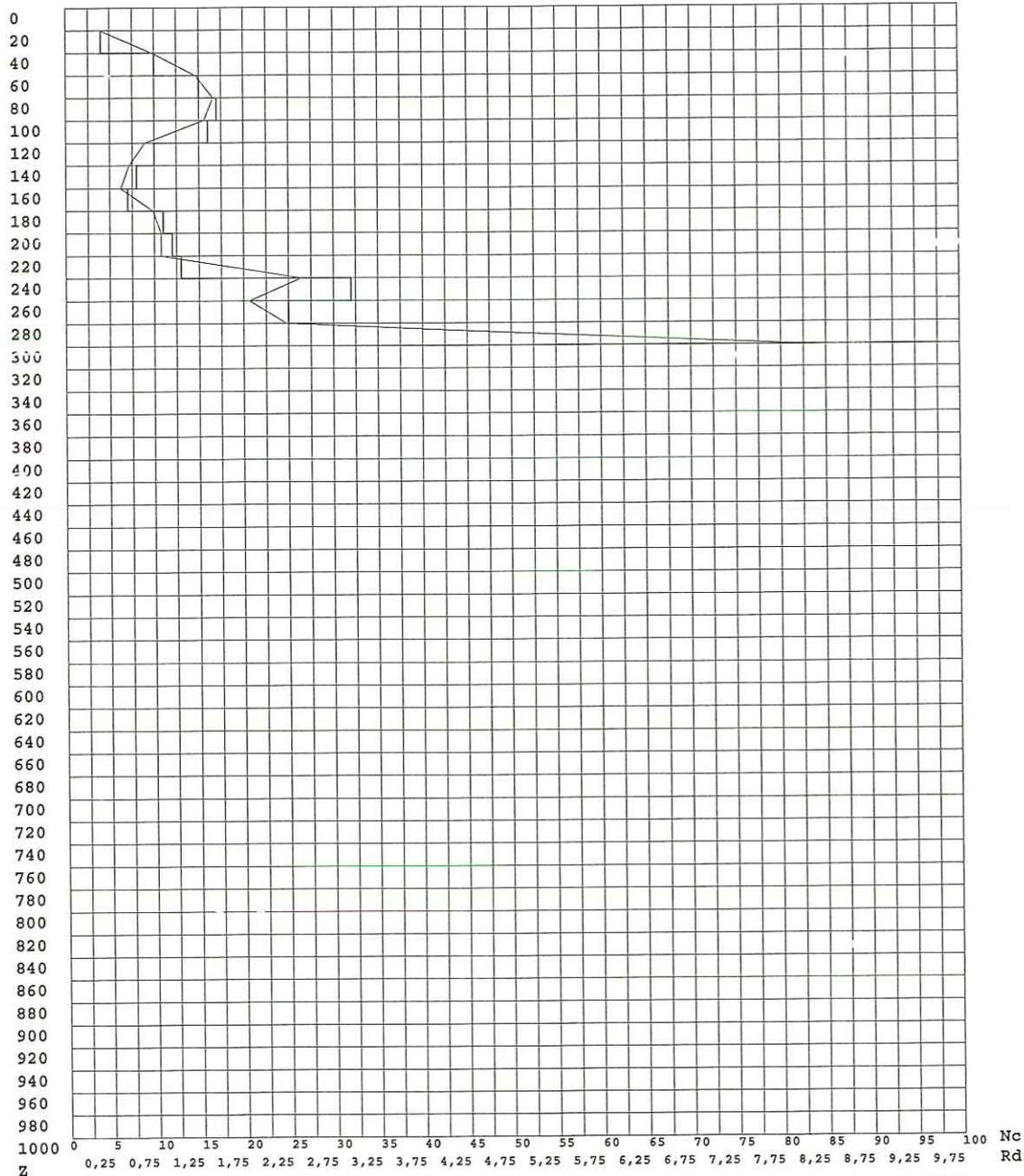
Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm) . N - Numero di colpi.

Rd - Resistenza penetr. dinamica (in Kg/cm²) ottenuta tramite formula olandese estesa. Aste - Num. aste alla profondità Z.

Diagramma Z(N) - Rd(N)

Committente : Idrogeo Service S.r.l.
 Note : ==
 Indagine : VA-182-12 - Certificato di prova : 322-12
 Località : Palagio - Pian di Scò (FI)
 Numero prova : 1
 Data prova : 07/08/2012
 Note operative : ==
 Profondità falda : == (cm)
 Num. aste inizio : 2



Legenda

Ascisse : Nc - numero di colpi (tratto grafico marcato)
 : Rd - resistenza penetrazione dinamica (in Kg/cm²)
 Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
 Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
 Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Prova Penetrometrica Dinamica - Penentrometro Super Heavy

Pagina n.1

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: Idrogeo Service S.r.l.

Indagine: VA-182-12 Certificato: 323-12 Prova n° 2

Località: Palagio - Pian di Scò (FI)

in data: 07/08/2012

Note sulla committenza: ==

Note relative alla prova: ==

Falda rilevata alla profondità di cm: ==

Numero aste alla profondità iniziale: 2

Z	N colpi	N aste	Rd
20	8	2	78,04
40	16	2	156,09
60	16	2	156,09
80	14	2	136,57
100	100	2	975,54

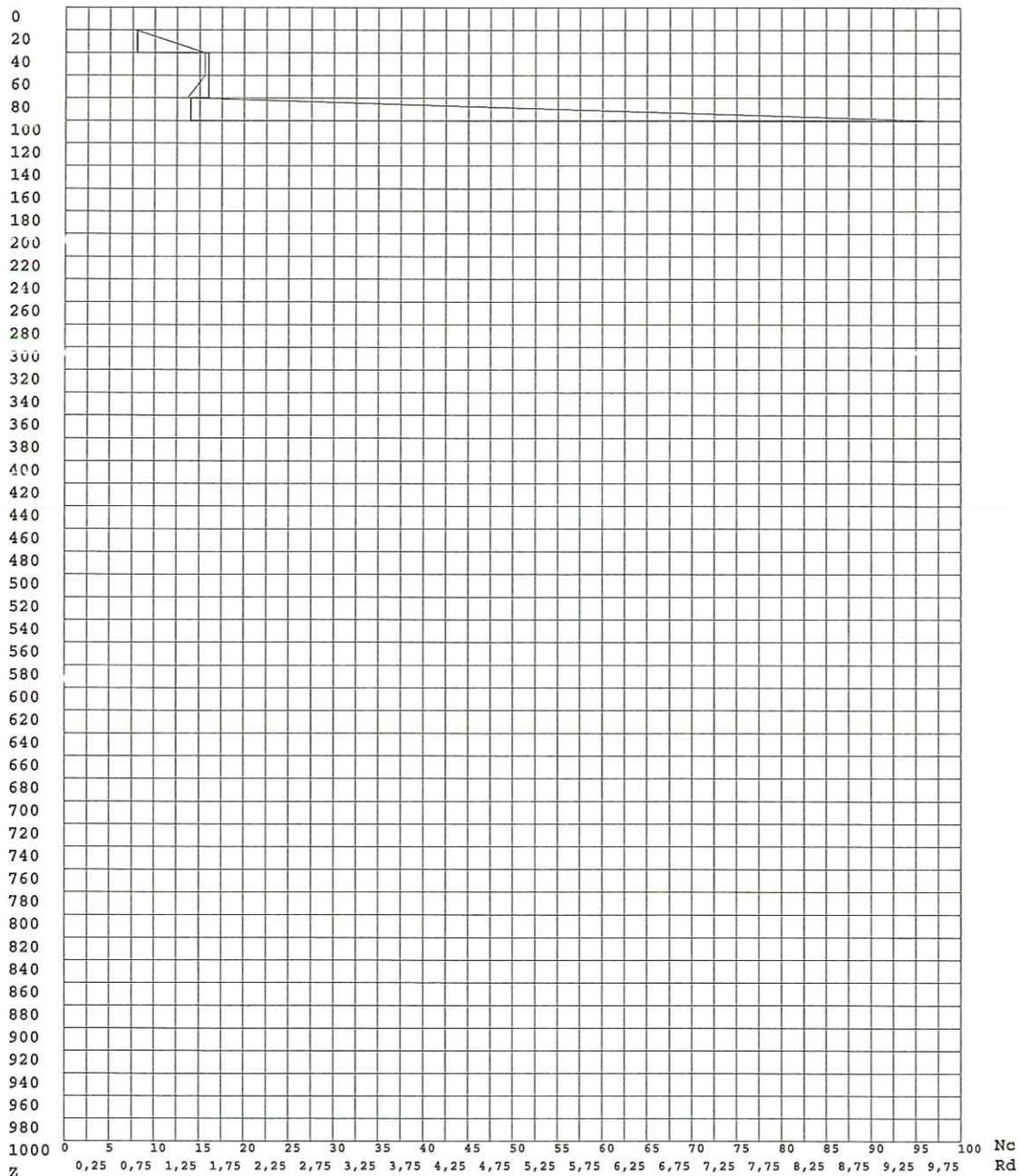
Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm) . N - Numero di colpi.

Rd - Resistenza penetr. dinamica (in Kg/cm2) ottenuta tramite formula olandese estesa. Aste - Num. aste alla profondità Z.

Diagramma Z(N) - Rd(N)

Committente : Idrogeo Service S.r.l.
 Note : ==
 Indagine : VA-182-12 - Certificato di prova : 323-12
 Località : Palagio - Pian di Scò (FI)
 Numero prova : 2
 Data prova : 07/08/2012
 Note operative : ==
 Profondità falda : == (cm)
 Num. aste inizio : 2



Legenda

Ascisse : Nc - numero di colpi (tratto grafico marcato)
 : Rd - resistenza penetrazione dinamica (in Kg/cm²)
 Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
 Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
 Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Prova Penetrometrica Dinamica - Penetrometro Super Heavy

Pagina n.1

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: Idrogeo Service S.r.l.
Località: Palagio - Pian di Scò (FI)
Note sulla committenza: ==
Note relative alla prova: ==
Falda rilevata alla profondità di cm: ==

Indagine: VA-182-12 Certificato: 324-12 Prova n° 3
in data: 07/08/2012

Numero aste alla profondità iniziale: 2

Z	N colpi	N aste	Rd
20	3	2	29,27
40	16	2	156,09
60	13	2	126,82
80	13	2	126,82
100	42	2	409,72
120	30	3	268,42
140	26	3	232,63
160	100	3	894,72

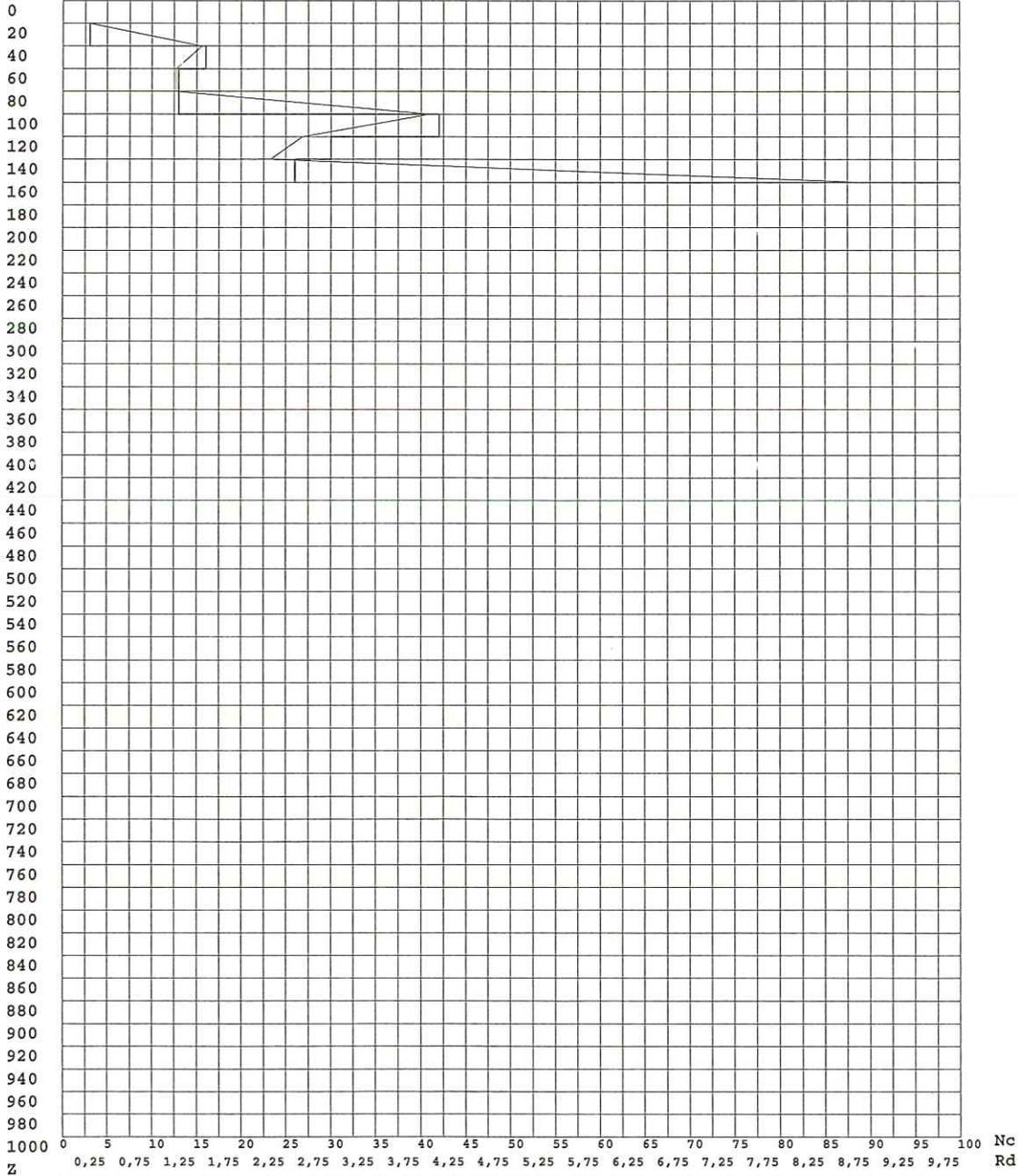
Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm) . N - Numero di colpi.

Rd - Resistenza penetr. dinamica (in Kg/cm²) ottenuta tramite formula olandese estesa. Aste - Num. aste alla profondità Z.

Diagramma Z (N) - Rd (N)

Committente : Idrogeo Service S.r.l.
 Note : ==
 Indagine : VA-182-12 - Certificato di prova : 324-12
 Località : Palagio - Pian di Scò (FI)
 Numero prova : 3
 Data prova : 07/08/2012
 Note operative : ==
 Profondità falda : == (cm)
 Num. aste inizio : 2



Legenda

Ascisse : Nc - numero di colpi (tratto grafico marcato)
 : Rd - resistenza penetrazione dinamica (in Kg/cm²)
 Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
 Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
 Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Prova Penetrometrica Dinamica - Penetrometro Super Heavy

Pagina n.1

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: Idrogeo Service S.r.l.	Indagine: VA-182-12 Certificato: 325-12 Prova n° 4
Località: Palagio - Pian di Scò (FI)	in data: 07/08/2012
Note sulla committenza: ==	
Note relative alla prova: ==	
Falda rilevata alla profondità di cm: ==	Numero aste alla profondità iniziale: 2

Z	N colpi	N aste	Rd
20	10	2	97,55
40	15	2	146,33
60	15	2	146,33
80	19	2	185,35
100	23	2	224,37
120	17	3	152,10
140	20	3	178,94
160	34	3	304,21
180	45	3	402,62
200	44	3	393,68
220	46	4	380,09
240	42	4	347,03
260	30	4	247,88
280	29	4	239,62
300	26	4	214,83
320	25	5	191,89
340	25	5	191,89
360	23	5	176,54
380	28	5	214,91
400	21	5	161,19
420	16	6	114,66
440	14	6	100,33
460	100	6	716,63

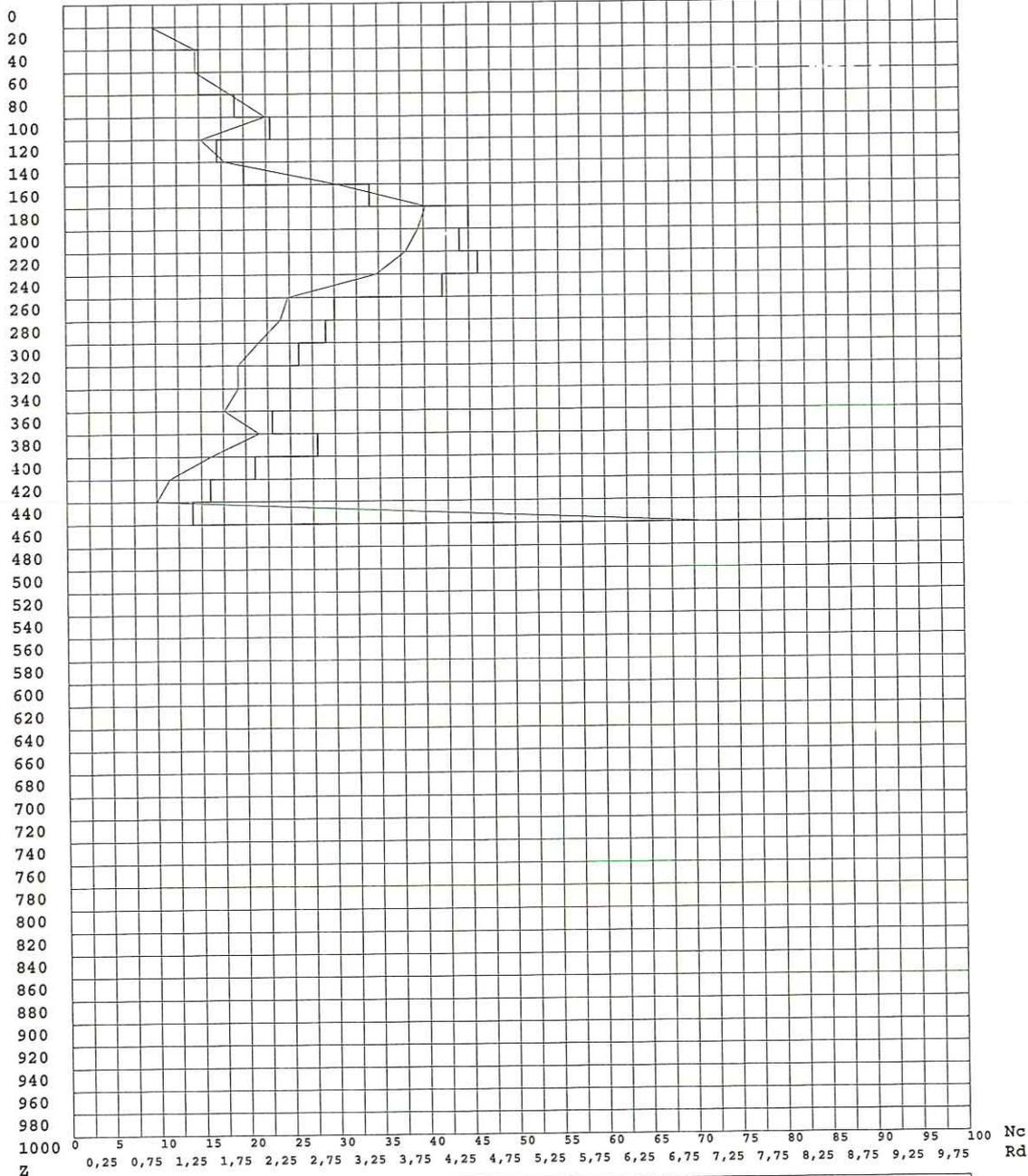
Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm) . N - Numero di colpi.

Rd - Resistenza penetr. dinamica (in Kg/cm2) ottenuta tramite formula olandese estesa. Aste - Num. aste alla profondità Z.

Diagramma Z(N) - Rd(N)

Committente : Idrogeo Service S.r.l.
 Note : ==
 Indagine : VA-182-12 - Certificato di prova : 325-12
 Località : Palagio - Pian di Scò (FI)
 Numero prova : 4
 Data prova : 07/08/2012
 Note operative : ==
 Profondità falda : == (cm)
 Num. aste inizio : 2



Legenda

Ascisse : Nc - numero di colpi (tratto grafico marcato)
 : Rd - resistenza penetrazione dinamica (in Kg/cm²)
 Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
 Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
 Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Prova Penetrometrica Dinamica - Penetrometro Super Heavy

Pagina n.1

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: Idrogeo Service S.r.l.

Località: Palagio - Pian di Scò (FI)

Note sulla committenza: ==

Note relative alla prova: ==

Falda rilevata alla profondità di cm: ==

Indagine: VA-182-12 Certificato: 326-12 Prova n° 5

in data: 07/08/2012

Numero aste alla profondità iniziale: 2

Z	N colpi	N aste	Rd
20	6	2	58,53
40	3	2	29,27
60	3	2	29,27
80	7	2	68,29
100	7	2	68,29
120	8	3	71,58
140	18	3	161,05
160	26	3	232,63
180	32	3	286,31
200	41	3	366,84
220	39	4	322,25
240	100	4	826,27

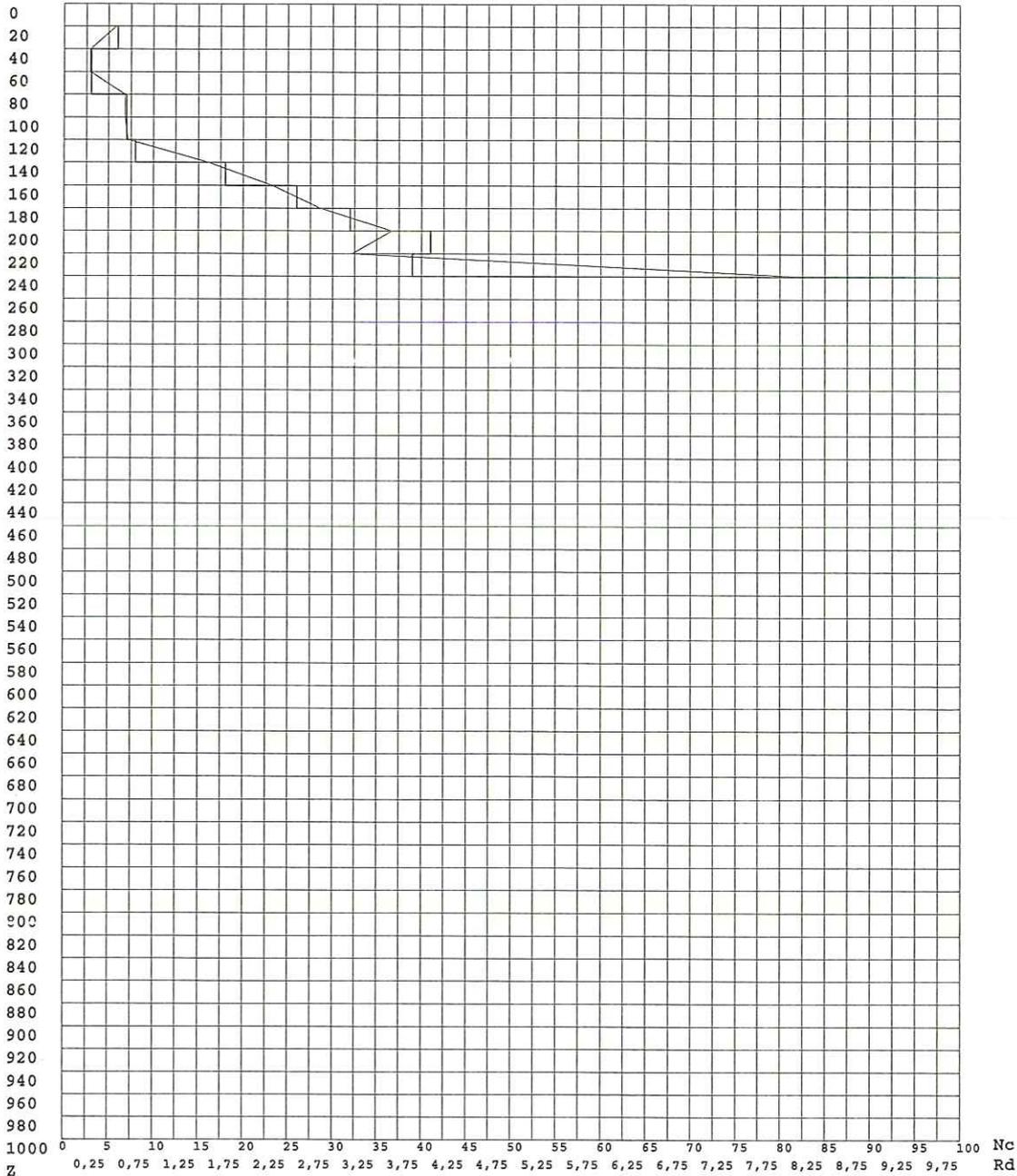
Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm) . N - Numero di colpi.

Rd - Resistenza penetr. dinamica (in Kg/cm²) ottenuta tramite formula olandese estesa. Aste - Num. aste alla profondità Z.

Diagramma Z (N) - Rd (N)

Committente : Idrogeo Service S.r.l.
 Note : ==
 Indagine : VA-182-12 - Certificato di prova : 326-12
 Località : Palagio - Pian di Scò (FI)
 Numero prova : 5
 Data prova : 07/08/2012
 Note operative : ==
 Profondità falda : == (cm)
 Num. aste inizio : 2



Legenda

Ascisse : Nc - numero di colpi (tratto grafico marcato)
 : Rd - resistenza penetrazione dinamica (in Kg/cm²)
 Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
 Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
 Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415



IGETECMA s.a.s. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC
Esecuzione e certificazione prove geotecniche – settore A
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71
Prove e controlli su strutture e materiali da costruzione – settore A

Rapporto di Prova n°206/12/S

Montelupo Fiorentino 09/08/2012

SETTORE: Geofisica – sismica down-hole

COMMITTENTE: Idrogeo Service S.r.l.

CANTIERE: Pian di Scò (AR)

D.L.: Geol. S. Fiaschi

RIFERIMENTO: R.P.E. n°262/12

Indice:

Premessa

- 1 Correlazione tra velocità delle onde sismiche e parametri elastici e geomeccanici
- 2 Procedure di campagna
- 3 Metodo di elaborazione dei dati
- 4 Presentazione dei dati
- 5 Risultati dell'indagine
- 6 Calcolo del parametro Vs30
- 7 Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio
Ing. F. Politi

Il Tecnico
Geol. L. Gambassi

Premessa

Su incarico della Idrogeo Service S.r.l. e con la D.L. del Geol. S. Fiaschi, è stata eseguita una prospezione sismica in foro, con onde P ed SH presso la zona industriale San Lorenzo a Pian di Scò (AR), all'interno di un sondaggio spinto fino alla profondità di 30 m. Scopo dell'indagine è stato il calcolo dei parametri elastico dinamici e del parametro Vs30.

1 Correlazione fra velocità delle onde sismiche e parametri elastico-dinamici

Secondo i principi dell'elasticità dei materiali e le leggi che associano le deformazioni subite da un corpo agli sforzi ad esso applicati, è possibile stabilire relazione che forniscono i parametri elastici di un materiale conoscendo i valori di velocità delle onde sismiche di compressione P e di taglio S.

Poiché le tensioni e le deformazioni che si generano sotto l'azione del campo d'onda sismico sono di modesta entità, anche il terreno e le rocce sollecitate in questo ambito possono essere considerati in prima approssimazione come materiali omogenei, isotropi ed elastici, ed è quindi applicabile la legge di Hook (proporzionalità tra lo sforzo applicato σ_{ij} e la deformazione prodotta ϵ_{kl}) espressa come:

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \epsilon_{kl}$$

nella quale le costanti di proporzionalità C_{ijkl} sono dette Moduli Elastici. Tali costanti definiscono le proprietà dei materiali, ed assumendo materiali isotropi ed elastici, diminuiscono da 81 a 5, di cui quattro hanno un preciso significato fisico (G , E , K , ν), mentre λ rappresenta una semplificazione nelle formule.

In senso più generale possono essere definite le costanti di Lamè λ e μ come caratteristiche elastiche indipendenti dalle direzioni lungo cui vengono applicate le tensioni o lungo cui vengono registrate le deformazioni. Queste due costanti sono definite dalle relazioni:

$$\lambda = (\nu E) / [(1 + \nu) (1 - 2\nu)] \quad \mu = E / 2 (1 + \nu)$$

Analogamente i due moduli E e ν possono essere espressi in funzione delle costanti di Lamè:

$$E = \mu (3\lambda + 2\nu) / (\lambda + \nu) \quad \nu = \lambda / 2 (\lambda + \nu)$$

Dimensionalmente i moduli elastici G , E , K e le due costanti di Lamè esprimono il rapporto tra una forza ed una superficie e sono quindi delle pressioni, mentre il rapporto di Poisson è adimensionale.

La costante E viene definita come rapporto tra sollecitazione e conseguente deformazione longitudinale rappresenta il modulo elastico del materiale (Modulo di Young). E' importante sottolineare che in campo dinamico si parla di modulo elastico dinamico, non statico, proprio perché tale modulo è ricavato dalle velocità delle onde sismiche.

La misura della resistenza del materiale al taglio viene definita come il rapporto tra deformazione e sforzo applicato, ed è chiamata Modulo di Taglio, G .

Il rapporto tra la tensione idrostatica e la deformazione cubica definisce il Modulo di compressione volumetrica o Bulk, k . Il Modulo di Poisson ν è definito come rapporto tra la deformazione trasversale e quella longitudinale. Un'ultima costante entra a far parte delle relazioni tra caratteristiche elastiche e velocità, la densità ρ del materiale.

Le velocità sismiche possono essere espresse tramite le costanti elastiche con le seguenti relazioni:

$$V_p = ((\lambda + 2\nu) / \rho)^{1/2}$$
$$V_s = (\nu / \rho)^{1/2}$$

Pertanto avendo determinato i valori di V_p e V_s ed il valore ρ della densità del materiale attraversato, è possibile calcolare i valori delle costanti elastiche dinamiche che caratterizzano i terreni esaminati con le seguenti relazioni.

$$\nu = (V_p^2 - 2 V_s^2) / (2 (V_p^2 - V_s^2))$$
$$G = \rho V_s^2$$
$$E = 2 \rho V_s^2 (1 + \nu)$$
$$K = (2 \rho V_s^2 (1 + \nu)) / (3 (1 - 2 \nu))$$

Merita di essere ricordato infine che i parametri ricavati da misure dinamiche, cioè mediante l'utilizzo delle velocità delle onde sismiche, hanno in genere valori superiori a quelli ricavati da prove statiche di laboratorio proprio per il diverso campo di sforzo applicato e deformazione raggiunta: le intense ma brevi sollecitazioni provocate dalla propagazione delle onde sismiche si mantengono, infatti, nel campo elastico delle deformazioni del materiale, per cui sebbene in teoria il modulo di Poisson sia considerato stress-indipendente ed i suoi valori risultino compresi tra 0.25 e 0.33, nei porous-media esso risulta stress-dipendente, e presenta un campo di variabilità più esteso e può addirittura arrivare, secondo GREGORY (1976), a valori negativi.

I valori più bassi, in natura, si registrano per litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione litostatica e gas saturati, in alcuni sedimenti incoerenti e saturi i valori possono risultare uguali o superiori a 0.49; nelle sospensioni assume il valore di 0.50

Il rapporto fra V_p e V_s non è costante e dipende dallo stato di saturazione e dalla pressione interstiziale dei pori, in Tabella I sono riportati valori medi delle V_p per i principali litotipi e il range di V_s relative comprese fra i rapporti di V_p/V_s di 3.5 e 1.9; questi valori sono da ritenere indicativi in quanto in particolari condizioni il rapporto V_p/V_s può aumentare.

Materiale	V P m/sec	V SH m/sec.	
		VP/SH 3.5-1.9	VP/SH 3.5-1.9
Detrito superficiale alterato	300 - 600	86 - 158	171 - 316
Ghiaia, pietrisco, sabbia asciutta	500 - 900	143 - 263	257 - 474
Sabbia bagnata	600 - 1800	171 - 316	514 - 947
Argilla	900 - 2700	257 - 474	771 - 1421
Acqua	1430 - 1680	-	-
Acqua salata	1460 - 1530	-	-
Arenaria	1800 - 4000	514 - 947	1143 - 2105
Scisti argillosi	2500 - 4200	714 - 1316	1200 - 2211
Calcare	2000 - 6000	571 - 1053	1714 - 3158
Sale	4200 - 5200	1200 - 2211	1486 - 2737
Granito	4000 - 6000	1143 - 2105	1714 - 3158
Rocce metamorfiche	3000 - 7000	857 - 1579	2000 - 3684

Tabella I – Velocità delle onde sismiche nei principali materiali.

2 Procedure di campagna

Per la registrazione delle onde di compressione e delle onde di taglio in profondità viene utilizzato un geofono da pozzo munito di un ricevitore costituito da tre sensori sensibili alle componenti del moto lungo tre direzioni: uno verticale e due orizzontali ortogonali fra loro.

Il geofono da pozzo, munito di un sistema teleguidato di orientazione azimutale e di ancoraggio meccanico alle pareti del rivestimento, viene calato all'interno del foro di sondaggio, preventivamente attrezzato con un tubo di rivestimento, e ad intervalli determinati vengono registrati i treni d'onda prodotti dalle energizzazioni poste in superficie.

L'orientazione è garantita da una bussola posta all'interno del geofono che posiziona la terna con il 1° sensore orizzontale disposto secondo il Nord.

Energizzando su una piastra posta a diretto contatto con il terreno vengono generate predominanti onde P di compressione, mentre per le onde SH di taglio si utilizza una trave di legno posta a diretto contatto col terreno, gravata dal peso di un automezzo, che viene colpita lateralmente: le battute destra e sinistra vengono sommate con polarità scambiata in modo da migliorare l'individuazione dell'onda di taglio polarizzata in senso orizzontale che viene generata; orientando la sorgente di energizzazione in superficie a 45° rispetto ad punto cardinale, si può così avere un completo controllo nell'analisi del treno d'onda che attraversa i terreni da investigare. In questo modo per ogni punto di energizzazione si hanno due treni d'onda diversi: uno per le onde P e l'altro per le onde SH.

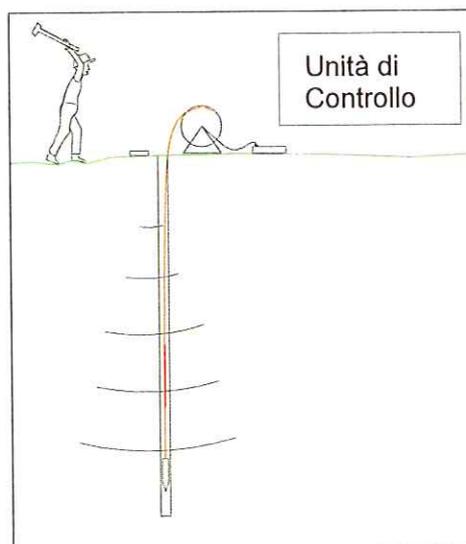


Fig. 1 – Schema del sistema d'acquisizione

Un'unità esterna di controllo gestisce le fasi di ancoraggio e registrazione del geofono da pozzo, mentre le tracce sismiche relative ad ogni intervallo di profondità vengono registrate mediante un sismografo digitale per la loro successiva elaborazione. La distanza sorgente-boccaforo è stata fissata in 3.5 m e il passo delle registrazioni è stato di 1 m.

In Allegato sono riportate le registrazioni di campagna separate per onde P e SH, per le prove down-hole.

3 Metodo di elaborazione dei dati

Questa tecnica di prospezione sismica prevede la misura dei tempi di propagazione delle onde di compressione P e di taglio SH tra il punto di energizzazione posto in superficie ed il punto di ricezione situato in profondità nel foro di sondaggio.

I tempi letti sui sismogrammi devono poi essere corretti poiché le onde sismiche non percorrono tragitti verticali tra la sorgente in superficie ed il sensore nel foro, ma inclinati rispetto alla verticale: indicando con t_z il tempo d'arrivo, con d la distanza orizzontale tra sorgente ed il boccaforo e con z la profondità del sensore, il tempo di arrivo corretto t_c alla profondità z sarà dato dalla relazione:

$$t_c = t_z * \cos (\alpha z)$$

$$\alpha z = \arctang (d / z)$$

La velocità delle onde P e delle onde SH viene calcolata mediante la pendenza della dromocrona.

Tali valori di velocità vengono quindi diagrammati per visualizzare le variazioni di velocità con la profondità, ed utilizzati per ricavare i moduli dinamici, secondo le formule di paragrafo 1. Dalla

variazione delle velocità e dei parametri elastici con la profondità si risale al tipo di materiale in cui sta passando il treno d'onda a quella profondità.

In Allegato sono riportati i grafici delle dromocrone corrette e delle velocità delle onde P e delle onde SH rispetto alla profondità, e le Tabelle numeriche con i moduli elastici dinamici (rapporto di Poisson ν , modulo di Taglio G, di Young E, di rigidità volumetrica K espressi in MPa); i valori di peso di volume utilizzati nei calcoli sono stimati sulla base delle litologie.

4 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- tabulati numerici dei tempi d'arrivo, delle velocità sismiche e dei parametri geofisici
- grafici delle dromocrone dei tempi di arrivo e delle velocità V_p e V_{sh}
- registrazioni di campagna effettuate e rimontate separatamente per le onde P ed SH

5 Risultati dell'indagine

S1 (30 m): da 0 m a 2 m di profondità la velocità media delle onde di compressione è di 1526 m/s e quella delle onde di taglio è di 302 m/s, riferibili, secondo la stratigrafia fornita dalla D.L., a terreno areato e sabbie. Da 3 m a 15 m di profondità la velocità media delle onde di compressione è di 978 m/s, e tra 16 m e 30 m è di 1459 m/s; le onde di taglio non mostrano variazioni di rilievo tra 3 m e 30 m di profondità, con una velocità media di 612 m/s.

Il diverso comportamento fra le velocità delle onde di compressione e di taglio è riferibile ad una diversa resistenza dei materiali alla compressione ed al taglio e alle variazioni delle pressioni interstiziali dei fluidi.

6 Calcolo del parametro V_{s30}

In riferimento all'Ordinanza P.C.M. n°3274/04 il calcolo del parametro V_{s30} è dato da:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i/V_i)$$

dove h_i è lo spessore dello strato i -esimo e V_i è la velocità in m/sec. dello strato i -esimo.

Il valore del parametro V_{s30} è 562 m/s.

Per i contrasti di velocità presenti e i rapporti stratigrafici individuati dal sondaggio, la zona in esame rientra nella categoria B dei suoli di fondazione.

Categorie di Suolo di Fondazione	$V_s 30$ m/s	$N_{spt} - C_u$
A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	$V_{s30} > 800$	

<p>B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero N_{spt}30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu > 250 kPa nei terreni a grana fine)</p>	<p>360 < V_s30 < 800</p>	<p>N_{spt} > 50 C_u > 250 kPa</p>
<p>C Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero 15 < N_{spt} < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu < 250 kPa nei terreni a grana fina)</p>	<p>180 < V_s30 < 360</p>	<p>15 < N_{spt} < 50 70 < C_u < 250 kPa</p>
<p>D Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/sec (ovvero N_{spt} < 15 nei terreni a grana grossa e cu < 70 kPa nei terreni a grana fina)</p>	<p>V_s30 < 180</p>	<p>N_{spt} < 15 C_u < 70 kPa</p>
<p>E Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento con Vs > 800 m/sec.</p>	<p>V_s30 < 360</p>	
<p>S1 Depositati costituiti da Vs30 inferiori a 100m/s (ovvero 10 < cu < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche</p>	<p>V_s30 < 100</p>	<p>10 < C_u < 20 kPa</p>
<p>S2 Depositati di terreni suscettibili a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.</p>		

Tabella II – Categorie di suolo di fondazione

7 Caratteristiche della strumentazione

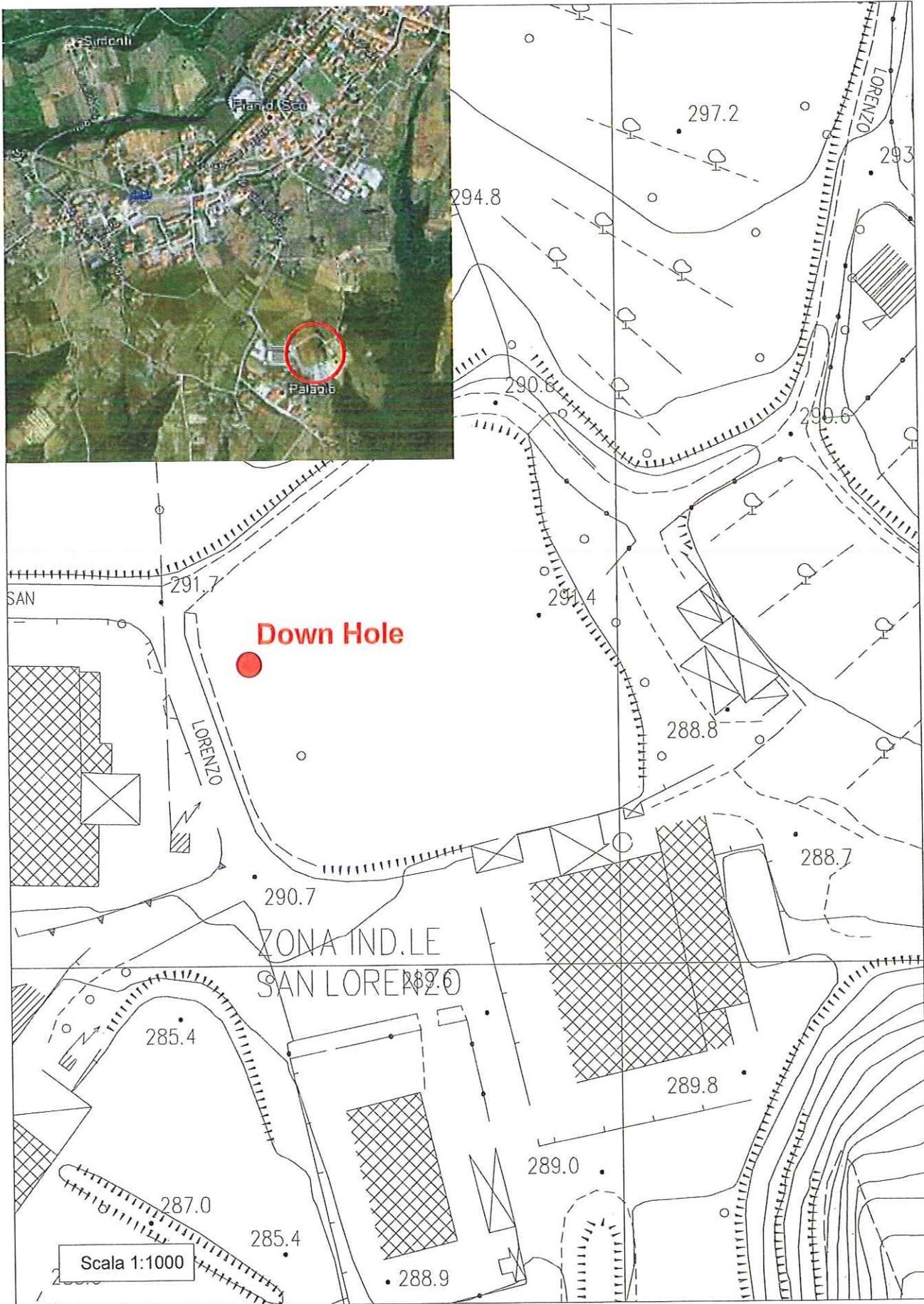
Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagini è composto da un sistema modulare della Geometrics così configurato:

Sismografo GEODE 48 canali (2 moduli a 24 canali) con Controller Stratavisor NZC:

- Risoluzione segnale A/D 24 bit
- Escursione dinamica 144 dB, 110 dB istantanea a 2 ms
- Passo di campionamento da 0.02 a 16 msec indipendente dal tempo d'acquisizione
- Fino a 64.000 campioni per traccia
- Distorsione 0.0005% a 2 msec, 1.75 – 208 Hz
- Amplificazione del segnale da 0 a 36 dB
- Filtri analogici anti-aliasing a 90 dB della frequenza di Nyquist
- Filtri digitali low-cut, high-cut, notch a 24 o 48 dB/oct
- Precisione trigger in sommatoria 1/32 del passo di campionamento

- Pre-trigger fino a 4096 campioni, delay sino a 10000 msec
 - Salvataggio dati in formato SEG-2 su hard-disk incorporato
 - Sistema di starter mediante accelerometro
 - Mazza da 5 Kg
 - Modulo di controllo GEOSTUFF mod. BHGC-1
 - Geofono da pozzo a con 2 terne di geofoni con frequenza propria di 10 Hz e spaziatura 1 m
-
-

Ubicazione delle indagini



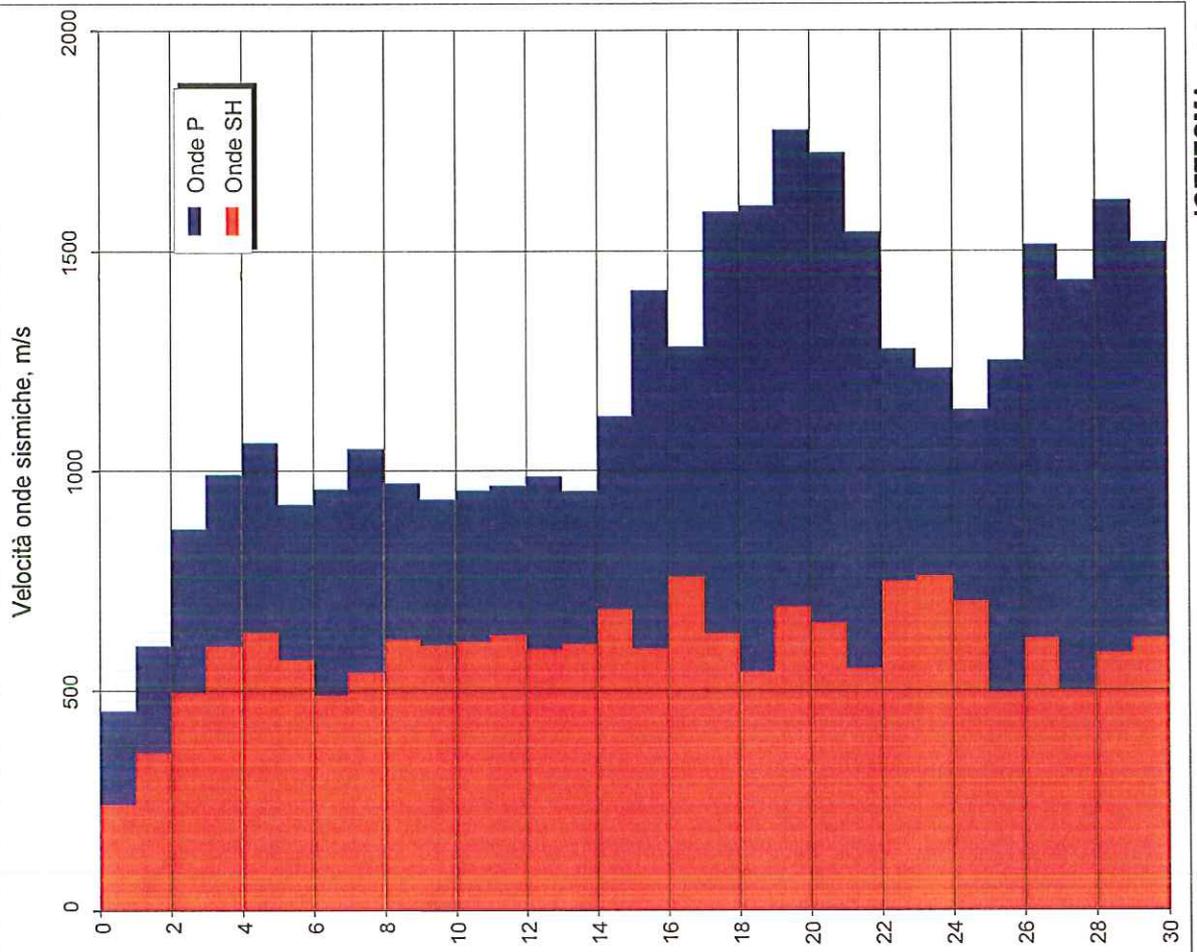
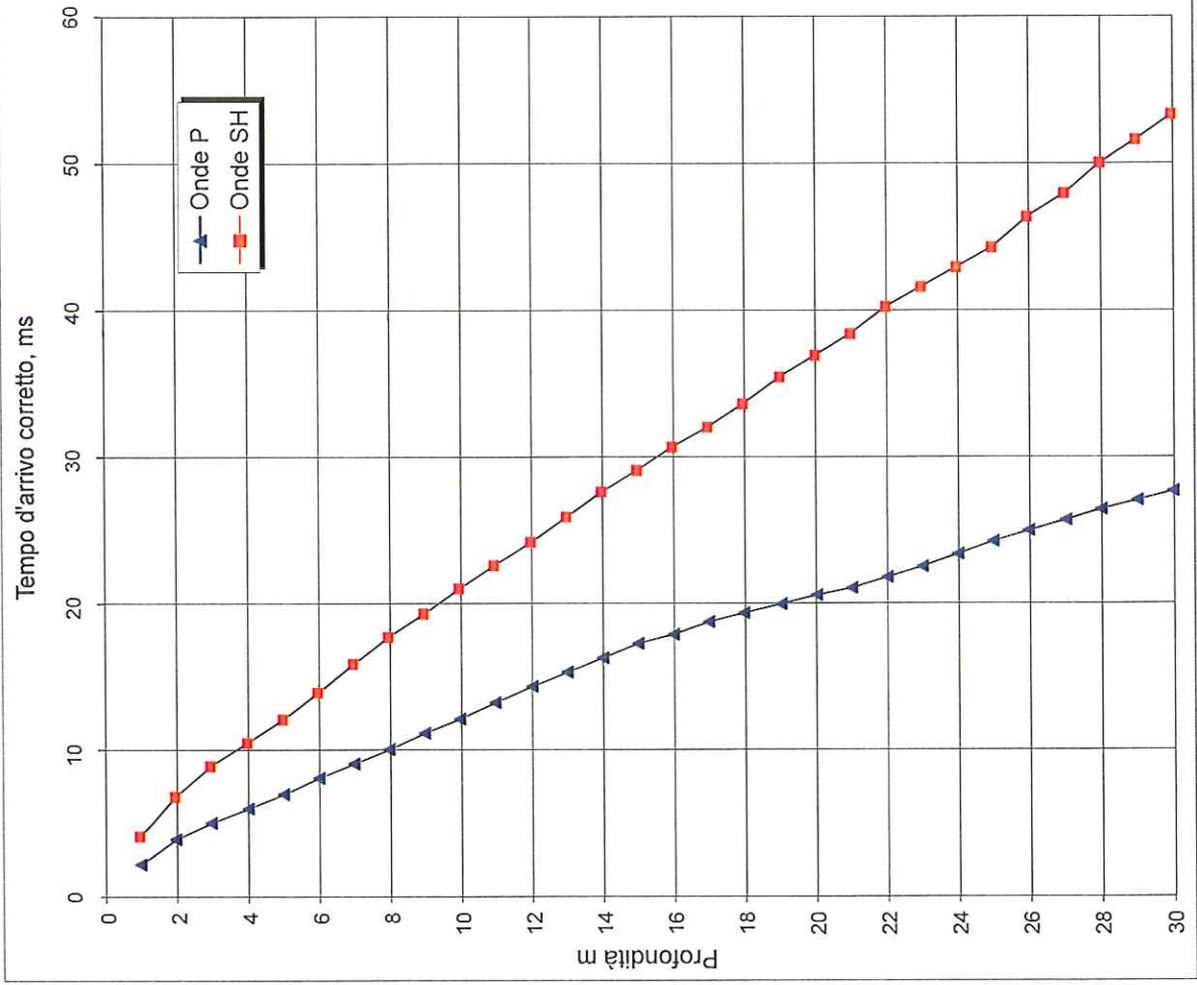
Pian di Scò (AR) - S1

Z m	Tp ms	Ts ms	Tp Corr. ms	Ts Corr. ms	VP m/sec.	VS m/sec.	ρ t / m ³	ν -	G MPa	E MPa	K MPa
1	8.01	14.97	2.20	4.11	454	243	1.7	0.30	101	261	217
2	7.81	13.86	3.87	6.88	597	362	1.8	0.21	236	570	328
3	7.72	13.65	5.02	8.88	870	498	1.8	0.26	447	1123	767
4	8.02	14.03	6.04	10.56	989	597	1.9	0.21	677	1642	954
5	8.52	14.82	6.98	12.14	1059	632	1.9	0.22	759	1857	1119
6	9.34	16.09	8.07	13.90	919	569	1.9	0.19	615	1464	785
7	10.19	17.81	9.11	15.93	956	492	1.9	0.32	460	1215	1121
8	10.99	19.40	10.07	17.77	1048	542	1.9	0.32	559	1472	1341
9	11.91	20.81	11.10	19.40	969	617	1.9	0.16	723	1676	822
10	12.90	22.31	12.18	21.06	930	602	1.9	0.14	687	1567	726
11	13.88	23.81	13.23	22.69	952	613	1.9	0.15	714	1635	769
12	14.86	25.31	14.27	24.30	962	622	1.9	0.14	734	1677	781
13	15.82	26.91	15.28	25.98	990	593	1.9	0.22	668	1629	971
14	16.83	28.50	16.33	27.65	951	601	1.9	0.17	686	1602	804
15	17.68	29.87	17.22	29.09	1124	695	1.9	0.19	917	2183	1176
16	18.35	31.50	17.93	30.77	1411	594	1.9	0.39	670	1866	2890
17	19.10	32.76	18.71	32.09	1280	761	1.9	0.23	1099	2697	1645
18	19.70	34.30	19.34	33.67	1587	632	1.9	0.41	759	2133	3772
19	20.30	36.10	19.96	35.50	1597	545	1.9	0.43	565	1621	4090
20	20.84	37.50	20.53	36.94	1773	696	1.9	0.41	921	2596	4746
21	21.40	39.00	21.11	38.47	1722	653	1.9	0.42	811	2296	4551
22	22.03	40.80	21.76	40.29	1544	548	1.9	0.43	571	1631	3769
23	22.80	42.11	22.54	41.63	1275	748	1.9	0.24	1062	2630	1674
24	23.60	43.41	23.35	42.96	1231	755	1.9	0.20	1082	2595	1435
25	24.47	44.81	24.23	44.38	1135	703	1.9	0.19	940	2235	1196
26	25.26	46.81	25.03	46.39	1249	496	1.9	0.41	468	1317	2340
27	25.91	48.41	25.70	48.01	1513	619	1.9	0.40	727	2035	3382
28	26.60	50.41	26.39	50.02	1429	497	1.9	0.43	469	1343	3257
29	27.21	52.10	27.01	51.72	1615	587	1.9	0.42	654	1864	4080
30	27.86	53.70	27.67	53.34	1519	620	1.9	0.40	730	2044	3411

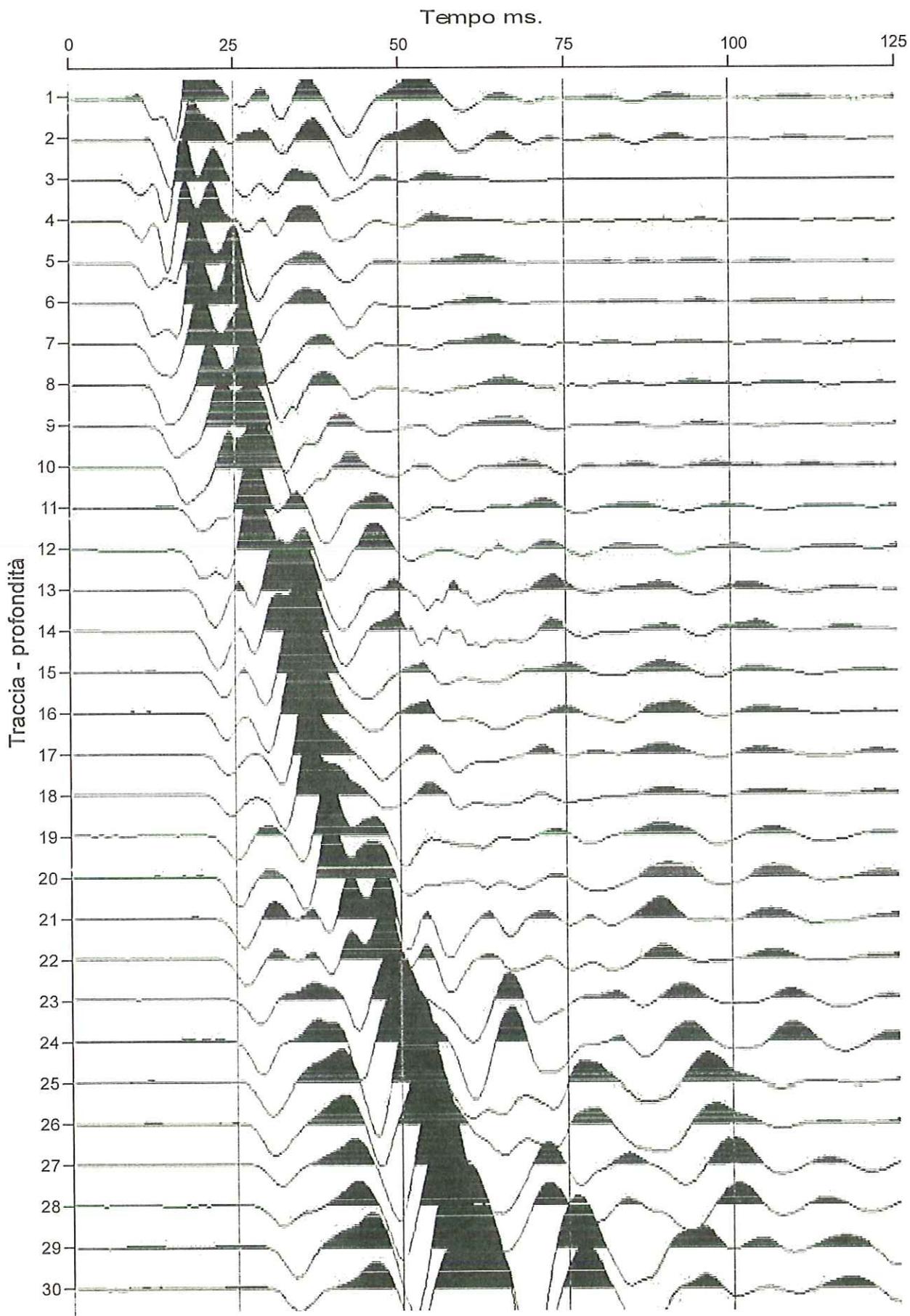
Z	Profondità
Tp	Tempo di arrivo onde di compressione
Ts	Tempo di arrivo onde di taglio
Tp Corr.	Tempo di arrivo corretto onde di compressione
Ts Corr.	Tempo di arrivo corretto onde di taglio
ρ	Densità
ν	Modulo di Poisson
G	Modulo taglio
E	Modulo di Young
K	Modulo di rigidità volumetrica

Distanza sorgente-boccaforo: 3.5 m

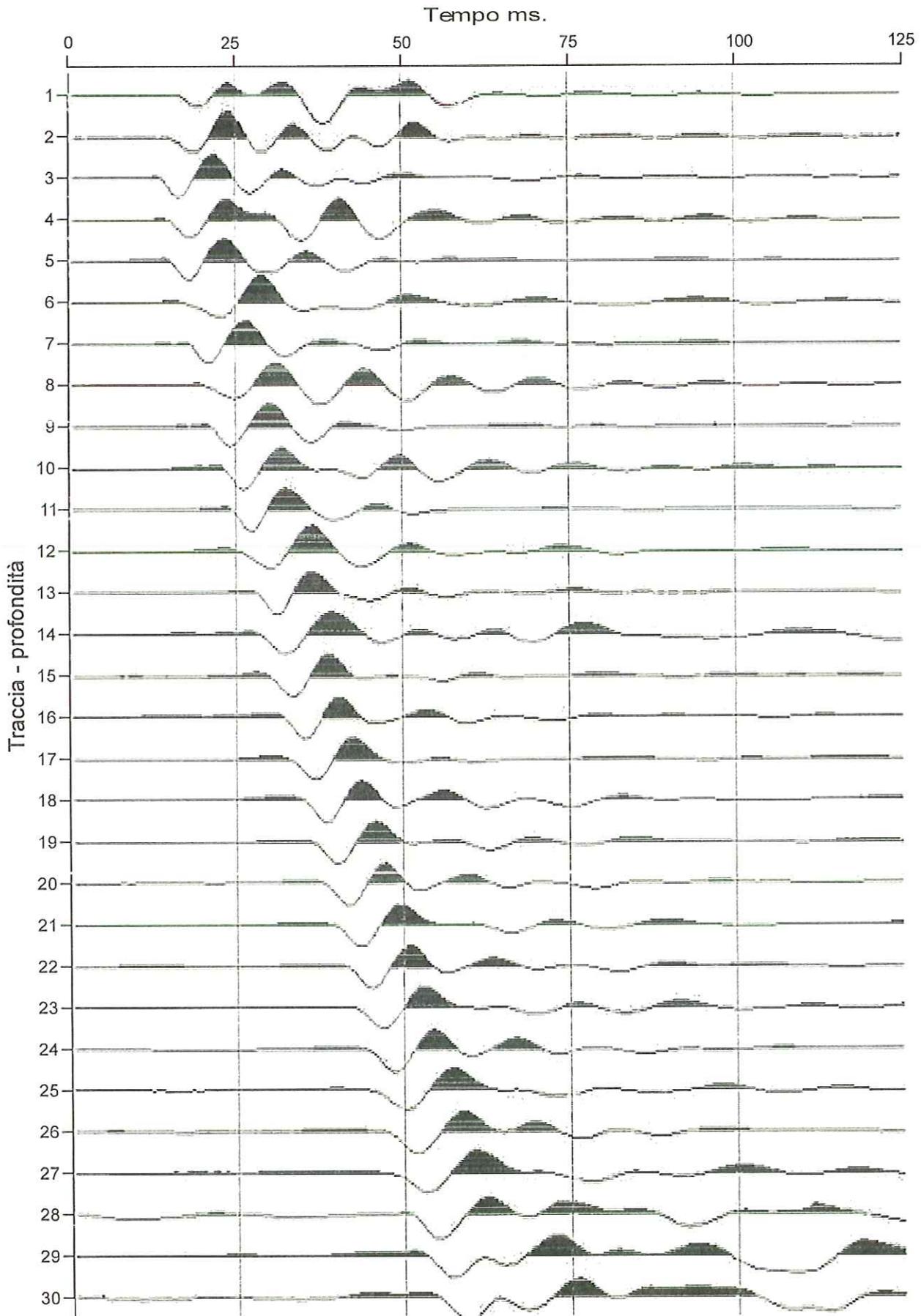
Pian di Scò (AR) - S1



Pian di Scò (AR) - S1 - Onde P - geofono verticale



Pian di Scò (AR) - S1 - Onde SH - Somma geofoni orizzontali



Documentazione fotografica





PANGEEO S.n.c.

di Campatelli Leonardo & C.

Laboratorio e Uffici: Via Sangallo 110/A - 53036 Poggibonsi (SI)

Tel 0577983450 - Fax 0577992537 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 00857076 052 7 Iscr. C.C.I.A.A n° 96924

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005

Setore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell' art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

Committente: Idrogeo Service s.r.l.

Cantiere: Pian di Sco (AR) Palagio

Data consegna: 08/08/2012 **Data apertura:** 08/08/2012

V.Acc. N.: 236/12 **del** 08/08/2012

Sigla: SIC1

Prof. (m): 2.50-3.00

Modalità di campionatura: Camp. Shelby

Qualità campione (se dichiarata): n.d.

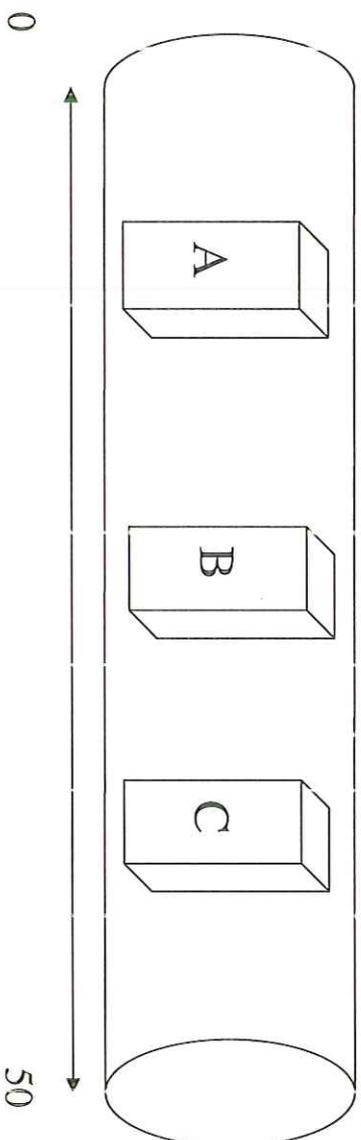
Descrizione visuale:

Sabbia con limo marrone

(Rif. Munsell 10YR4/4 Dark Yellowish Brown)

arrossato e concrezionato

Alto



A	Provino per:	Taglio diretto
B	Provino per:	Taglio diretto
C	Provino per:	Taglio diretto

Prove richieste:
Prova di taglio diretto Casagrande

Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

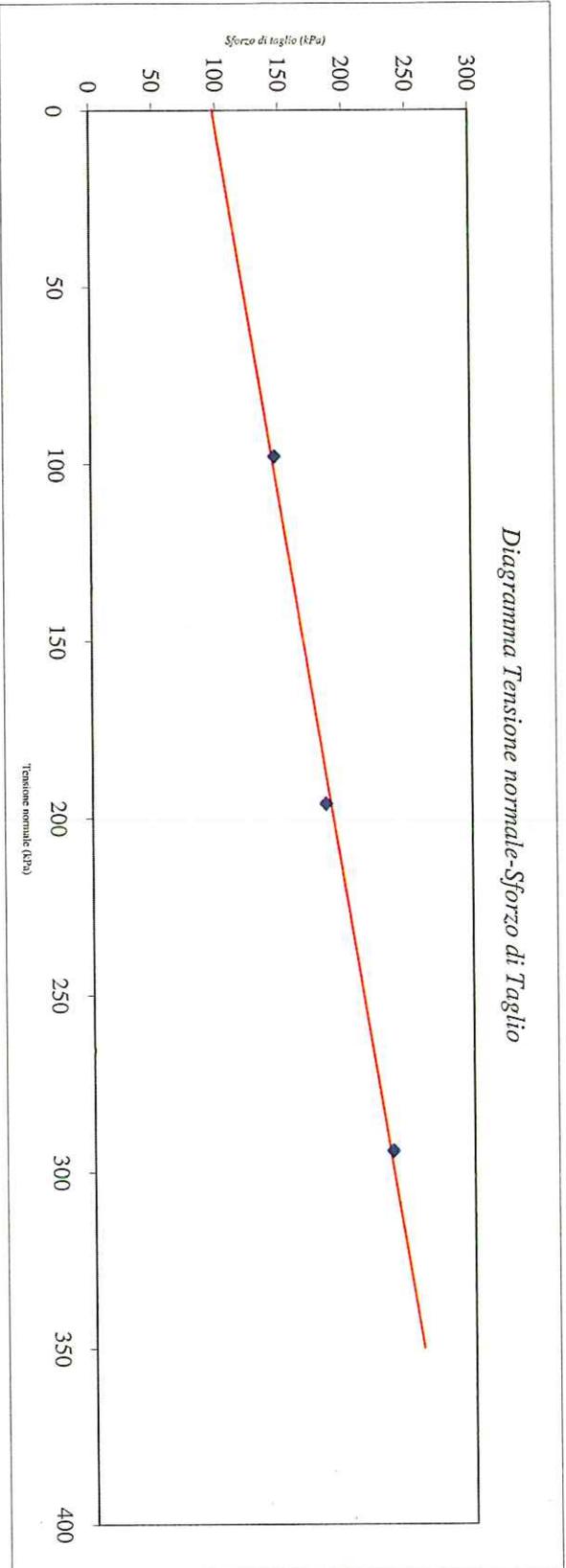
Committente: Idrogeo Service s.r.l.
Cantiere: Pian di Seo (AR) Palagio
Sigla: SIC1
Prof: (m) 2.50-3.00

Massa volumica apparente media
 Massa volumica apparente secca media
 Umidita media del campione (%)

ρ (Mg/m³) 1.93
 ρ_d (Mg/m³) 1.65
 16,08%

Provino		A	B	C
Tensione verticale σ_v (kPa)		98,07	196,14	294,21
Sforzo di taglio max. τ_f (kPa)		144,99	184,12	235,52
Deformazione provino (%)		4,422	6,897	7,723
Abbassamento (mm)		0,172	0,151	-0,401

Attrito Interno ϕ' 24,8°
 Coesione c' (kPa) 97,680





PANGEO

PANGEO s.r.l. di Campitelli Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici: Via Sangallo 10/A - 53036 Poggione (SI)
Tel. 0577983450 - Fax 057797537 - www.pangeo.it
C.F. P. IVA e Reg. Imprese CCIAA SI 0087076 052.7 - REA SI 96924
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committente: Idrogeo Service s.r.l.

Cantiere: Pian di Sco (AR) Palagio

Data consegna campione: 08/08/2012

Data apertura campione: 08/08/2012

Verb. Acc. N. 236/12

Sigla: SIC1

Prof. (m) 2.50-3.00

del 08/08/2012

Descrizione Sabbia con limo marrone

(Rif. Munsell 10YR4/4 Dark Yellowish Brown)

Data inizio prova 08/08/2012

Data fine prova 11/08/12

Velocità di deform. media : (mm/min) 0,002

Dimensione dei provini(L,l,h) : (mm) 60*60*20

Umidità media del campione: 16,1%

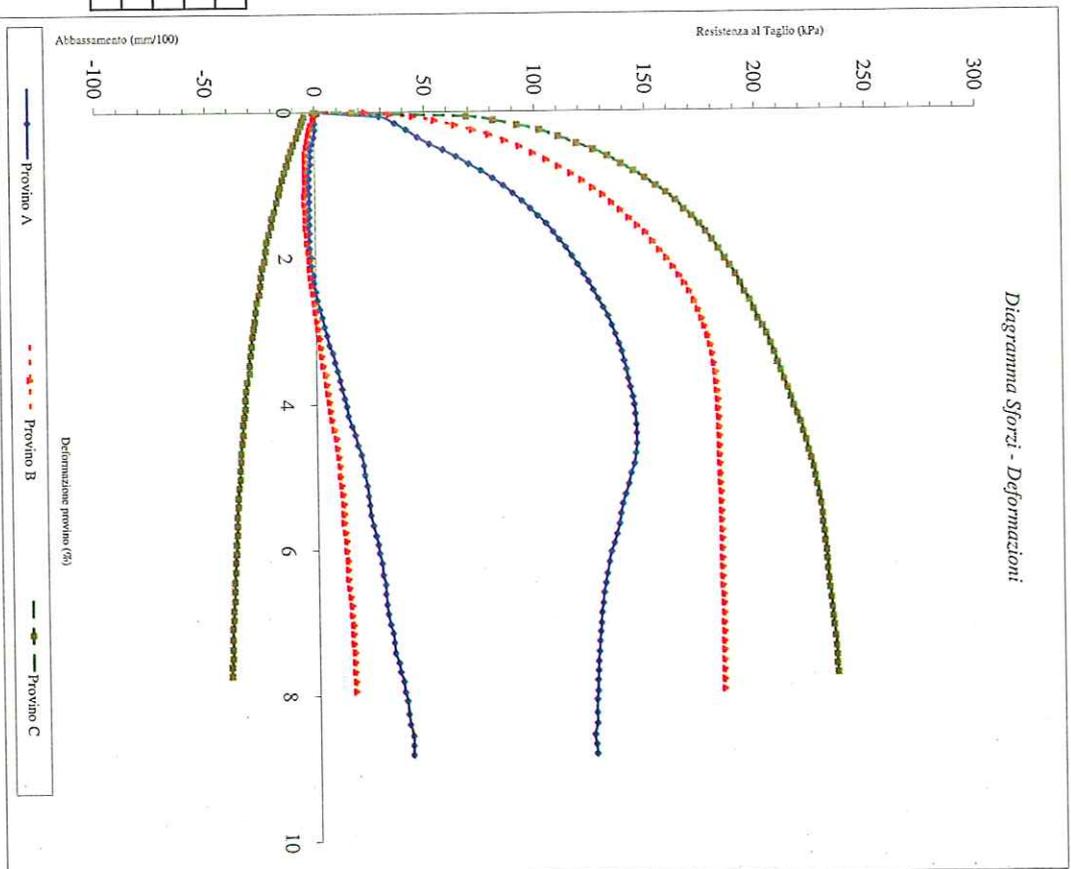
	Provino		Iniziale	A	B	C
	W in.	W fin.				
Umidità naturale				17,66%	15,30%	17,88%
Umidità naturale				16,45%	14,13%	16,85%
Massa volumica apparente			ρ (Mg/m ³)	1,92	1,94	1,94
Massa volumica apparente secca			pd (Mg/m ³)	1,63	1,68	1,64

Certificato Ufficiale n° 414 pag. 1 di 1

Data Certificato: 10/08/2012

Lo Sperimentatore:

Prova di Taglio Diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005)



Il Direttore del Laboratorio:



PANGEO S.n.c.

di *Campanelli Leonardo & C.*

Laboratorio e Uffici: Via Sangallo 110/A - 53036 Poggibonisi (SI)

Tel 0577983450 - Fax 0577997537 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 0087076 052 7 Iscr. C.C.I.A.A. n° 96924

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005

Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

Commitente: Idrogeo Service s.r.l.

Cantiere: Pian di Sco (AR) Palagio

Data consegna: 08/08/2012 **Data apertura:** 08/08/2012

V.Acc. N.: 237/12 **del** 08/08/2012

Sigla: SIC2

Prof. (m): 6.20-6.60

Modalità di campionatura: Camp. Spezzone

Qualità campione (se dichiarata): n.d.

Descrizione visuale:

Limo con sabbia marrone

(Rif. Munsell 10YR5/6 Yellowish Brown)

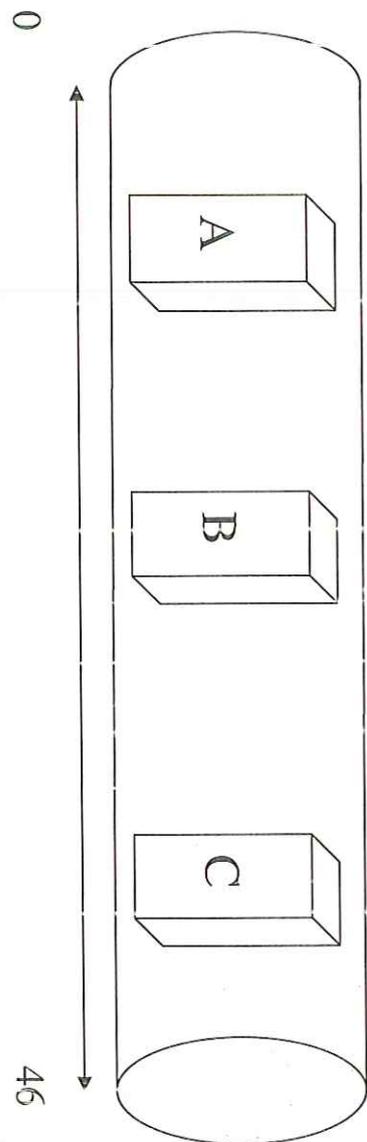
a tratti cementato, rari frammenti litici.

Prove richieste:

Prova di taglio diretto Casagrande

- A *Provino per:* Taglio diretto
- B *Provino per:* Taglio diretto
- C *Provino per:* Taglio diretto

Alto



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio:

Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committente: Idrogeo Service s.r.l.
Cantiere: Pian di Sco (AR) Palagio
Sigla: SIC2
Prof. (m) 6.20-6.60

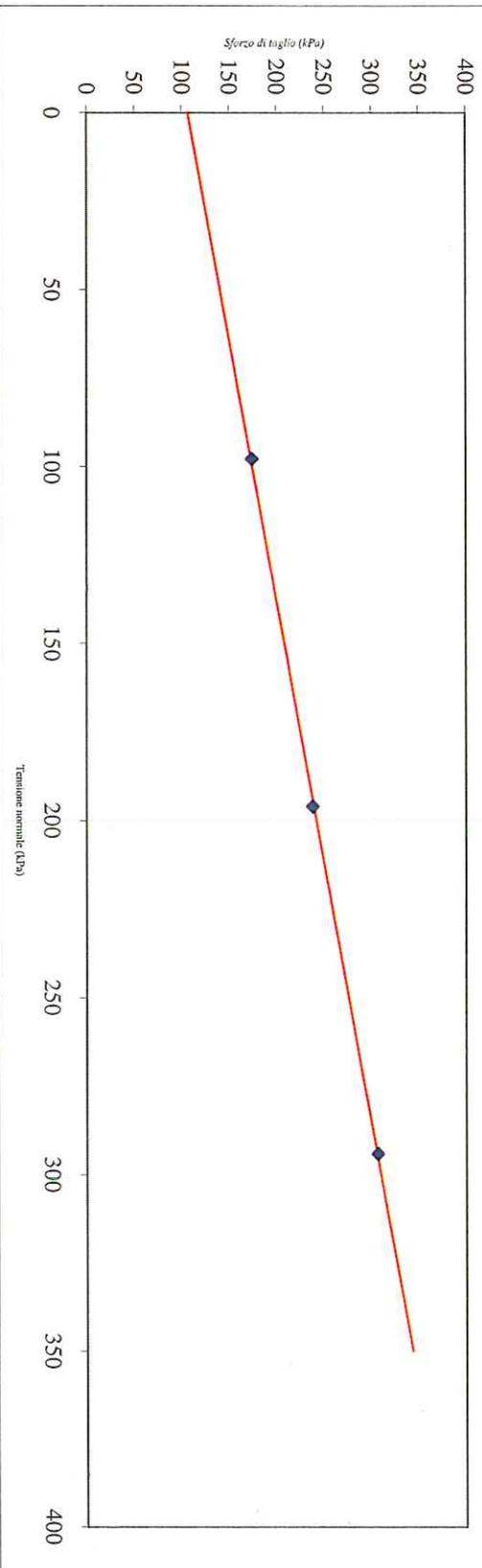
Massa volumica apparente media
 Massa volumica apparente secca media
 Umidità media del campione (%)

ρ (Mg/m³) 2.06
 ρ_d (Mg/m³) 1.79
 15.02%

Provino		A	B	C
Tensione verticale σ_v (kPa)		98.07	196.14	294.21
Sforzo di taglio max. τ_f (kPa)		173.86	238.29	306.62
Deformazione provino (%)		3.561	3.136	3.603
Abbassamento (mm)		0.132	0.109	-0.032

Attrito Interno ϕ' 34.1°
 Coesione c' (kPa) 106.828

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio



Committente: Idrogeo Service s.r.l.

Cantiera: Pian di Sco (AR) Palagio

Data consegna campione: 08/08/2012

Data apertura campione: 08/08/2012

Verb. Acc. N. 237/12

Sigla: S1C2

Prof: (m) 6.20-6.60

del 08/08/2012

Descrizione Limo con sabbia marrone

(Rif. Munsell 10YR5/6 Yellowish Brown)

Data inizio prova 08/08/2012

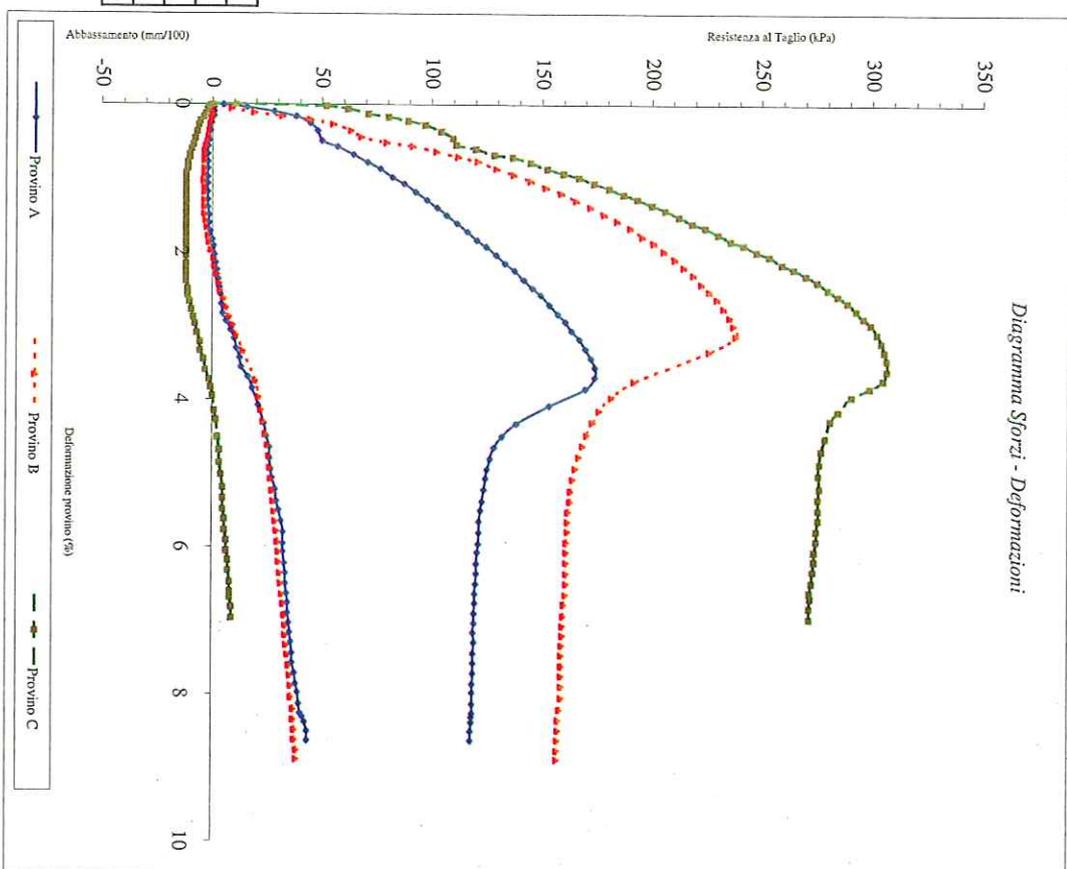
Data fine prova 11/08/12

Velocità di deform. media : (mm/min) 0.002

Dimensione dei provini(L,l,h) : (mm) 60*60*20

Umidità media del campione: 15.0%

	Provino		Iniziale	A	B	C
	W in.	W fm.				
Umidità naturale				17.57%	13.78%	14.48%
Umidità naturale			finale	16.31%	12.64%	13.22%
Massa volumica apparente			ρ (Mg/m ³)	2.02	2.08	2.09
Massa volumica apparente secca			ρ_d (Mg/m ³)	1.71	1.83	1.82





ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Contatti | Mappa | Ricerca

Indagini nel
sottosuolo (L. 464/84)

Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984)

Scheda indagine

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Codice: 184836
Regione: TOSCANA
Provincia: AREZZO
Comune: PIAN DI SCO
Tipologia: PERFORAZIONE
Uso: DOMESTICO
Profondità (m): 92.00
Quota pc slm (m): 291
Anno realizzazione: 2005
Numero diametri: 0
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): ND
Portata esercizio (l/s): ND
Numero falde: 1
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): ND
Numero strati: 3
Longitudine ED50 (dd): 11.542223
Latitudine ED50 (dd): 43.636391
Longitudine WGS84 (dd): 11.541272
Latitudine WGS84 (dd): 43.635412

(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	66	78	12

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
MAR / 2005	40			

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	60	60.0		SABBIE LIMOSE CON ARGILLA
2	60	66	6.0		ARGILLA GRIGIA
3	66	92	26.0		CIOTTOLAMI CON SABBIA



Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984)

Scheda indagine

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Codice: 184822
Regione: TOSCANA
Provincia: AREZZO
Comune: PIAN DI SCO
Tipologia: PERFORAZIONE
Usò: DOMESTICO
Profondità (m): 140.00
Quota pc slm (m): 278
Anno realizzazione: 2003
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 0.7
Portata esercizio (l/s): 0.5
Numero falde: 2
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 1
Longitudine ED50 (dd): 11.543889
Latitudine ED50 (dd): 43.633335
Longitudine WGS84 (dd): 11.542938
Latitudine WGS84 (dd): 43.632356



(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	140	140	254

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	85	97	12
2	110	128	18

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	81	136	55	160

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
NOV / 2003	55	72	17	0.5

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	140	140.0	PLEISTOCENE	CIOTTOLAMI ARENACEI ETEROMETRICI

Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984)

Scheda indagine

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Codice: 184906
Regione: TOSCANA
Provincia: AREZZO
Comune: PIAN DI SCO
Tipologia: PERFORAZIONE
Usò: DOMESTICO
Profondità (m): 75.00
Quota pc slm (m): 300
Anno realizzazione: 2004
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 0.17
Portata esercizio (l/s): 0.17
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): ND
Numero strati: 4
Longitudine ED50 (dd): 11.543889
Latitudine ED50 (dd): 43.637779
Longitudine WGS84 (dd): 11.542938
Latitudine WGS84 (dd): 43.636800



(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	75	75	250

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	47	49	2

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	20	55	35	ND

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
AGO / 2004	23	28	5	0.17

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	20	20.0		SABBIA GIALLASTRA E CIOTTOLAMI CON LIVELLI SABBIOSO ARGILLOSI
2	20	45	25.0		SABBIA GIALLASTRA E CIOTTOLAMI PREVALENTI IN MATRICE LIMO ARGILLOSA
3	45	55	10.0		SABBIA GIALLASTRA E CIOTTOLAMI IN MATRICE SABBIOSO LIMOSA
4	55	75	20.0		LIMI E SABBIE ARGILLOSE

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 64bis

Località: Vaggio, Via Umbria

Tipo e numero: n. 2 Prove penetrometriche statiche CPT
n. 1 Analisi e prova geotecnica di laboratorio
n. 1 Indagine sismica MASW

Tavola 1

UBICAZIONE TOPOGRAFICA DELL'INTERVENTO

(Estratta da: CTR della Provincia di Firenze)

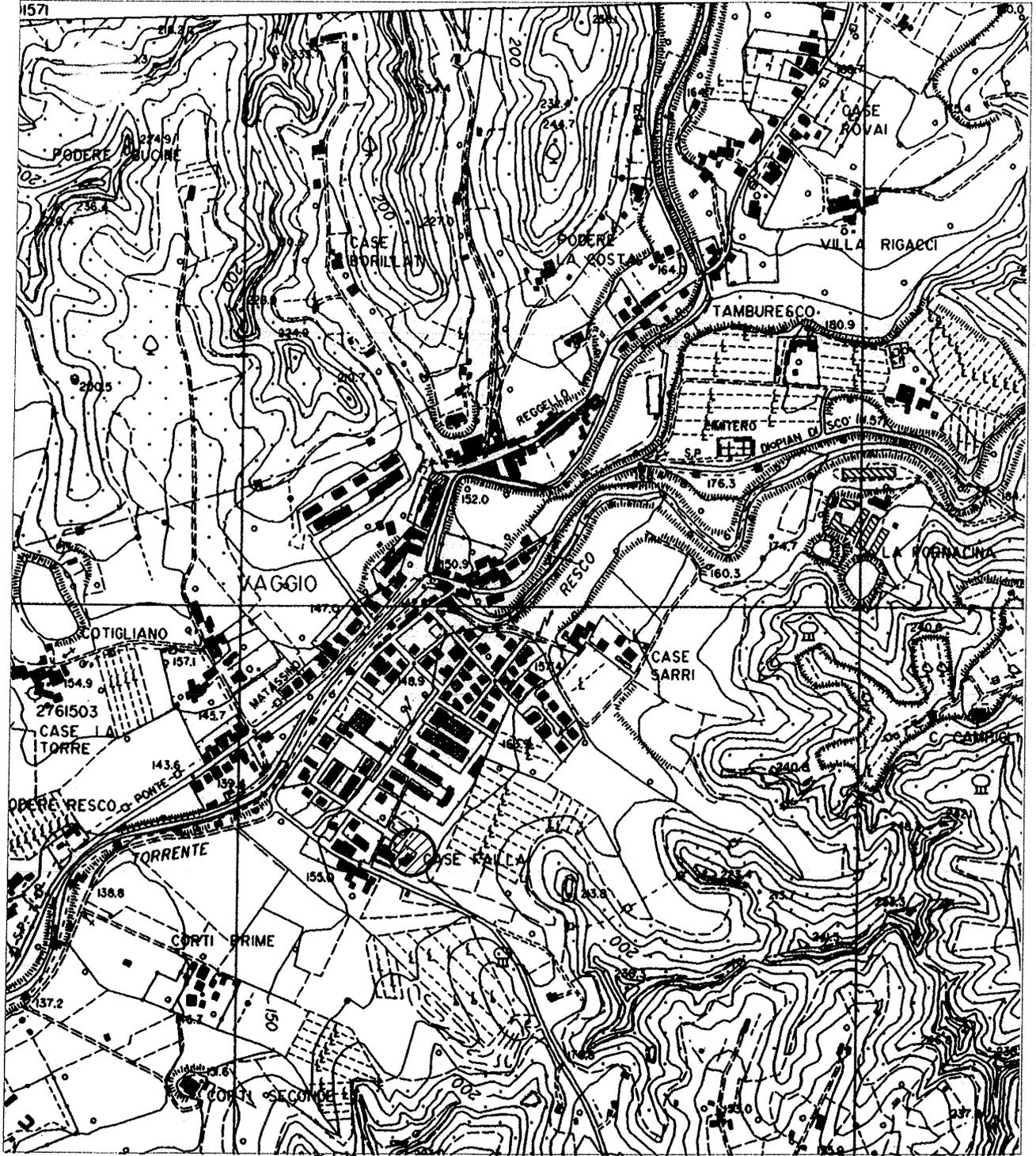
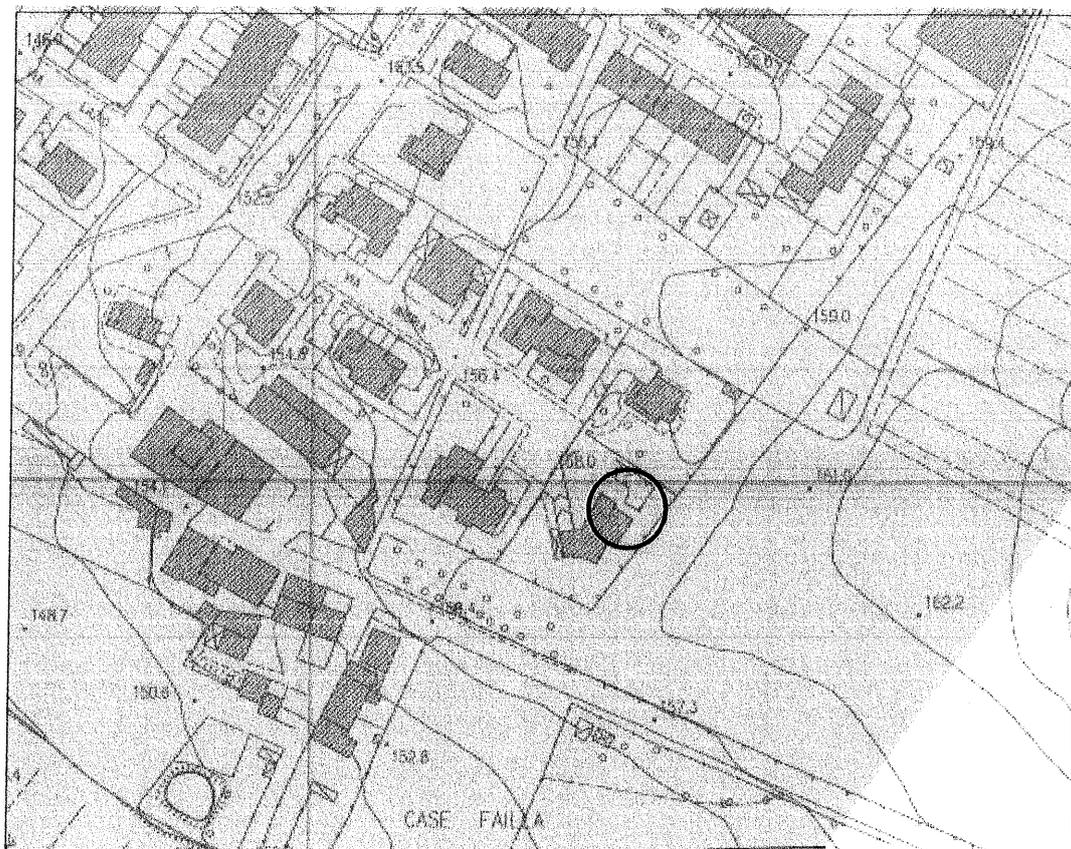


Tavola 2

CARTA LITOTECNICA

(Estratta da: Tav.3.3 del Piano Strutturale Comunale 2007)



Scala 1 : 2.000



Unità E2 : depositi alluvionali in evoluzione (b) e terrazzati (b1,b2,b3).
granulometria dominante: ghiaie



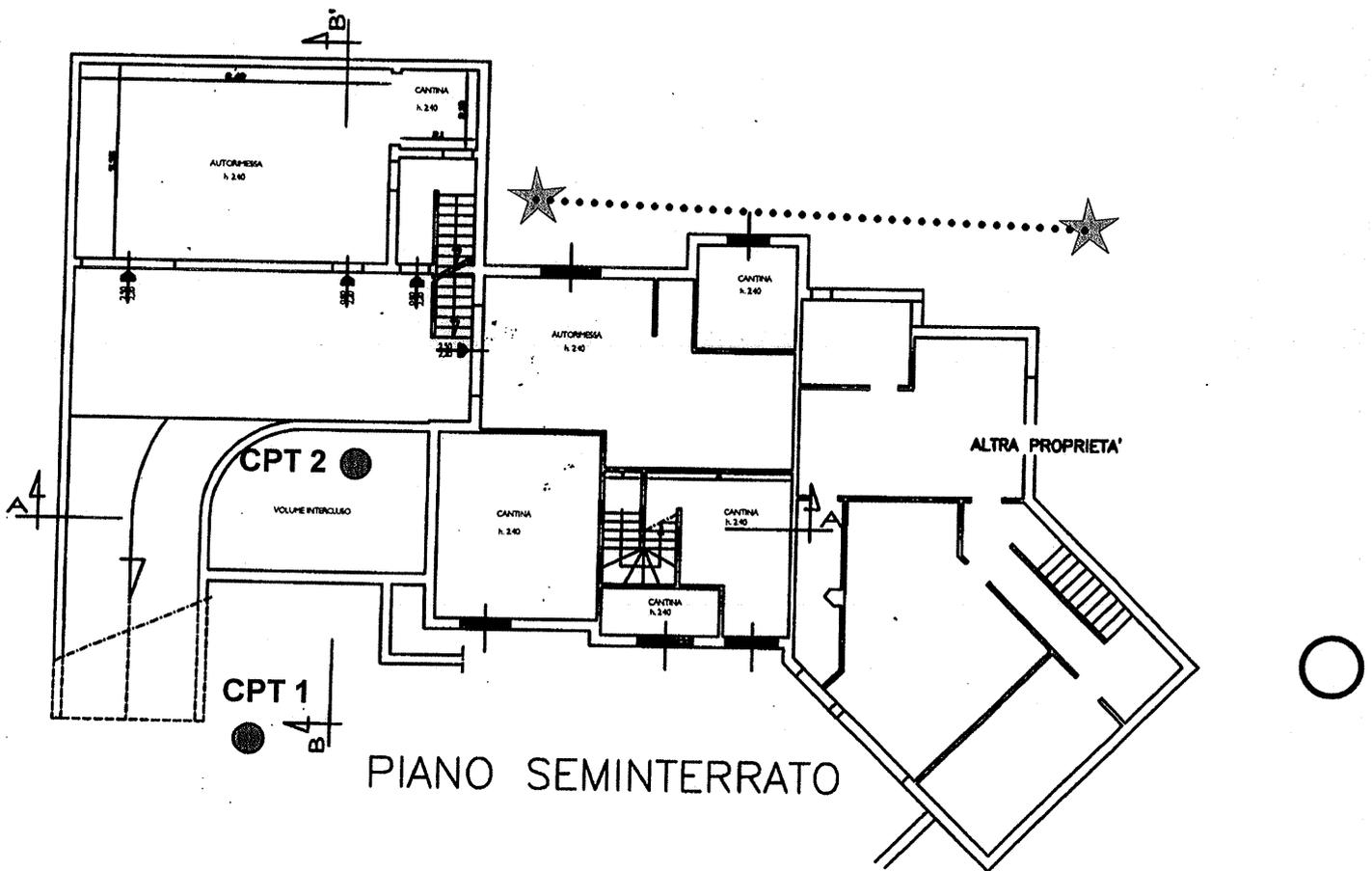
intervento

Tavola 3

PLANIMETRIA DELL'INTERVENTO IN PROGETTO CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

(Da elaborato progettuale, piano semi-interrato-stato di progetto)

- prove penetrometriche statiche (CPT)
- pozzo con litostratigrafia nota
- A-----A' sezione geologica
- ★ Indagine masw



Scala 1: 200

ANALISI GRANULOMETRICA MEDIANTE SETACCIATURA

Dati generali:

DATA CAMPIONAMENTO: 28 giugno 2010

LOCALITA': Vaggio (Pian di Scò)

CAMPIONE: **CPT 2** (ampliamento abitazione)

PROFONDITA': 1,8 m

GEOLOGIA: Depositi alluvionali terrazzati; falda idrica non riscontrata

Dati campione:

PESO NATURALE: 62,19 gr

PESO SECCO: 54,55 gr

UMIDITA': 7,64 gr (12,3 %)

GRANULOMETRIA MEDIANTE SETACCIATURA				
Diametro setacci	Terreno	Trattenuto (grammi)	Trattenuto (% in peso)	Terreno
6.3 mm	ghiaia media	0	0	Ghiaie 3.30 %
2.0 mm	ghiaia fine	1.8	3.3	
0.6 mm	sabbia grossa	1.6	2.93	Sabbie 62.76 %
0.2 mm	sabbia media	8.2	15.03	
0.06 mm	sabbia fine	24.45	44.8	
< 0.06 mm	limi e argille	18.5	33.94	Limi e argille 33.94 %
Terreno: sabbia limoso-argillosa				

Greve in Chianti, 28 Giugno 2010

Lo sperimentatore:
Dott. Geol. **Andrea Garuglieri**

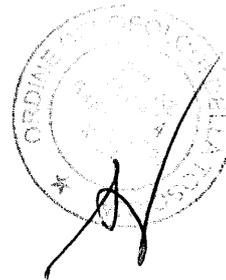


Legenda Prova statica

Profondità	Profondità del punto di misura
Litologia	Litologia del materiale in base al Rapporto di Begemann
Rp MPa	Resistenza alla punta
RL MPa	Resistenza laterale
Rp/RL	Rapporto di Begemann
σ'_{vo} kPa	Tensione verticale efficace
γ kN/m³	Peso di volume del materiale
Su kPa	Coesione non drenata
M	Modulo confinato (1/mv) MPa
Dr%	Densità relativa
ϕ'	Angolo di attrito interno (Begemann 1974)
Et kg/cm²	Modulo di elasticità tangenziale

Ampliamento Vaggio
CPT 1 - Strato 1
angolo di attrito drenato (ϕ')

DATI	DISTRIBUZIONE
22,00	0,12591
24,70	0,12433
23,50	0,13968
23,20	0,13988
26,90	0,06337
27,30	0,05259
27,60	0,04513
27,30	0,05259
22,00	0,12591
18,90	0,04223
15,50	0,00327
16,60	0,00874
22,80	0,13774
23,80	0,13795
23,20	0,13988
22,80	0,13774
23,80	0,13795
24,10	0,13474
22,40	0,13300
24,10	0,13474
24,90	0,11986
24,40	0,13015
24,70	0,12433
23,50	0,13968
22,80	0,13774
23,31	MEDIA
2,84989	DEV.ST.

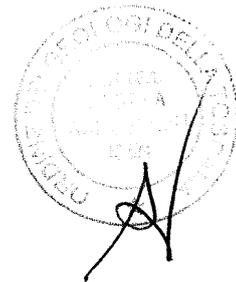


Ampliamento Vaggio
CPT 2 - Strato 1
angolo di attrito drenato (ϕ')

DATI	DISTRIBUZIONE
20,70	0,12371
22,40	0,15275
20,70	0,12371
21,10	0,13506
21,60	0,14582
23,20	0,14568
22,00	0,15100
25,70	0,06862
27,30	0,02621
29,80	0,00275
23,20	0,14568
21,60	0,14582
24,10	0,12347
18,20	0,04202
21,60	0,14582
18,20	0,04202
18,20	0,04202
19,50	0,08260
21,60	0,14582
22,80	0,15093
23,50	0,13969
23,20	0,14568
22,40	0,15275
23,80	0,13220
23,50	0,13969

22,40
2,61174

MEDIA
DEV.ST.



Committente: Dr. Andrea Garuglieri per Failli G. **Certificato n°:** 080610-4
Località: Piandi Scò **UTM (WGS 84)**
Intervento: Ampliamento abitazione **Precisione (m)**
Data: 8/6/10

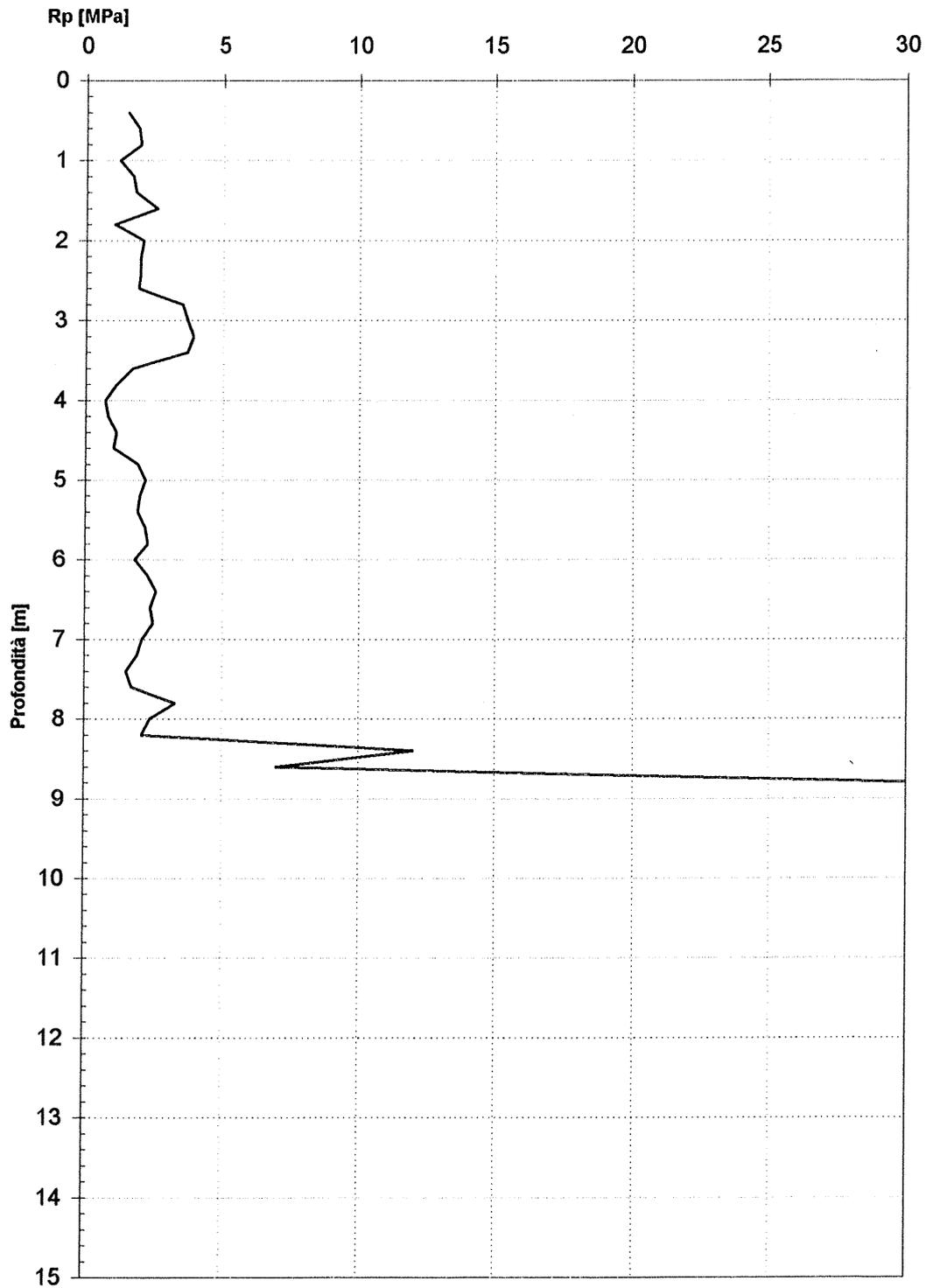
Prova 1 Tabella riassuntiva

Livello freatico (m) da p.c. n.p.

Profondità	Dati di campagna kg/cm ²			litologia	Rp MPa	RL MPa	Rp/RL	σvo kPa	γ kN/m ³	Su kPa	M MPa		Dr%	φ'	Et
	Punta	P+L	(P+L)-P								Argilla	Limo			
0,2															
0,4	15	45	30		1,5	0,20	13,2	6,626	17,54	49,78	--	--	-	-	35,00
0,6	19	36	17		1,9	0,11	28,5	10,238	18,06	62,99	5,70	--	85	22,81	44,33
0,8	20	30	10		2	0,07	13,0	13,876	18,19	66,20	--	--	-	-	46,67
1	12	35	23		1,2	0,15	12,0	17,306	17,15	39,42	--	--	-	-	28,00
1,2	17	32	15		1,7	0,10	19,6	20,866	17,80	55,97	5,10	--	72	22,04	39,67
1,4	18	31	13		1,8	0,09	12,3	24,452	17,93	59,18	--	--	-	-	42,00
1,6	26	48	22		2,6	0,15	19,5	28,246	18,97	85,73	4,55	--	80	24,96	60,67
1,8	10	30	20		1	0,13	7,9	31,624	16,89	32,28	--	--	-	-	23,33
2	21	40	19		2,1	0,13	17,5	35,288	18,32	68,82	3,68	--	70	23,51	49,00
2,2	20	38	18		2	0,12	12,0	38,926	18,19	65,37	--	--	-	-	46,67
2,4	20	45	25		2	0,17	18,8	42,564	18,19	65,25	3,50	--	66	23,17	46,67
2,6	19	35	16		1,9	0,11	10,6	46,176	18,06	61,79	--	--	-	-	44,33
2,8	35	62	27		3,5	0,18	15,4	50,204	20,14	114,99	6,13	--	80	26,93	81,67
3	37	71	34		3,7	0,23	29,2	54,284	20,40	121,52	6,48	--	80	27,29	86,33
3,2	39	58	19		3,9	0,13	25,4	58,416	20,66	128,05	6,83	--	81	27,63	91,00
3,4	37	60	23		3,7	0,15	29,2	62,496	20,40	121,25	6,48	--	78	27,29	86,33
3,6	17	36	19		1,7	0,13	25,5	66,056	17,80	54,46	5,10	--	55	22,04	39,67
3,8	11	21	10		1,1	0,07	20,6	69,46	17,02	34,35	3,30	--	42	18,91	25,67
4	7	15	8		0,7	0,05	17,5	72,76	16,50	20,91	2,10	--	28	15,54	16,33
4,2	8	14	6		0,8	0,04	20,0	76,086	16,63	24,13	2,40	--	32	16,55	18,67
4,4	11	17	6		1,1	0,04	10,3	79,49	17,02	34,02	--	--	-	-	25,67
4,6	10	26	16		1	0,11	9,4	82,868	16,89	30,57	--	--	-	-	23,33
4,8	19	32	13		1,9	0,09	21,9	86,48	18,06	60,45	5,70	--	54	22,81	44,33
5	22	36	14		2,2	0,09	23,6	90,17	18,45	70,33	3,85	--	58	23,83	51,33
5,2	20	38	18		2	0,12	16,7	93,808	18,19	63,54	3,50	--	55	23,17	46,67
5,4	19	35	16		1,9	0,11	17,8	97,42	18,06	60,09	5,70	--	53	22,81	44,33
5,6	22	36	14		2,2	0,09	23,6	101,11	18,45	69,96	3,85	--	56	23,83	51,33
5,8	23	38	15		2,3	0,10	23,0	104,826	18,58	73,17	4,03	--	57	24,13	53,67
6	18	30	12		1,8	0,08	22,5	108,412	17,93	56,39	5,40	--	50	22,44	42,00
6,2	23	33	10		2,3	0,07	34,5	112,128	18,58	-	--	10,35	56	24,13	53,67
6,4	26	40	14		2,6	0,09333	27,857	115,922	18,97	82,8026	4,55	--	59,27	24,95971	60,6667
6,6	24	39	15		2,4	0,1	24	119,664	18,71	76,0112	4,2	--	56,52	24,41885	56
6,8	25	40	15		2,5	0,1	25	123,432	18,84	79,2189	4,375	--	57,25	24,69527	58,3333
7	21	35	14		2,1	0,09	22,5	127,096	18,32	65,76	3,68	--	52	23,51	49,00
7,2	19	33	14		1,9	0,09	20,4	130,708	18,06	58,98	5,70	--	49	22,81	44,33
7,4	15	29	14		1,5	0,09	16,1	134,216	17,54	45,53	4,50	--	41	21,15	35,00
7,6	17	26	9		1,7	0,06	28,3	137,776	17,80	52,07	5,10	--	45	22,04	39,67
7,8	33	34	1		3,3	0,01	70,0	141,752	19,88	-	--	--	63	26,54	77,00
8	24	38	14		2,4	0,09333	25,714	145,494	18,71	75,1502	4,2	--	53,72	24,41885	56
8,2	21	43	22		2,1	0,14667	14,318	149,158	18,32	65,0281	--	--	-	-	49
8,4	120	150	30		12	0,2	60	153,558	22	-	--	--	99,08	34,36983	280
8,6	70	130	60		7	0,4	17,5	157,958	22	228,068	12,25	--	83,22	31,25524	163,333
8,8	300	350	50		30	0,33333	70	162,358	22	-	--	--	100	39,17461	700

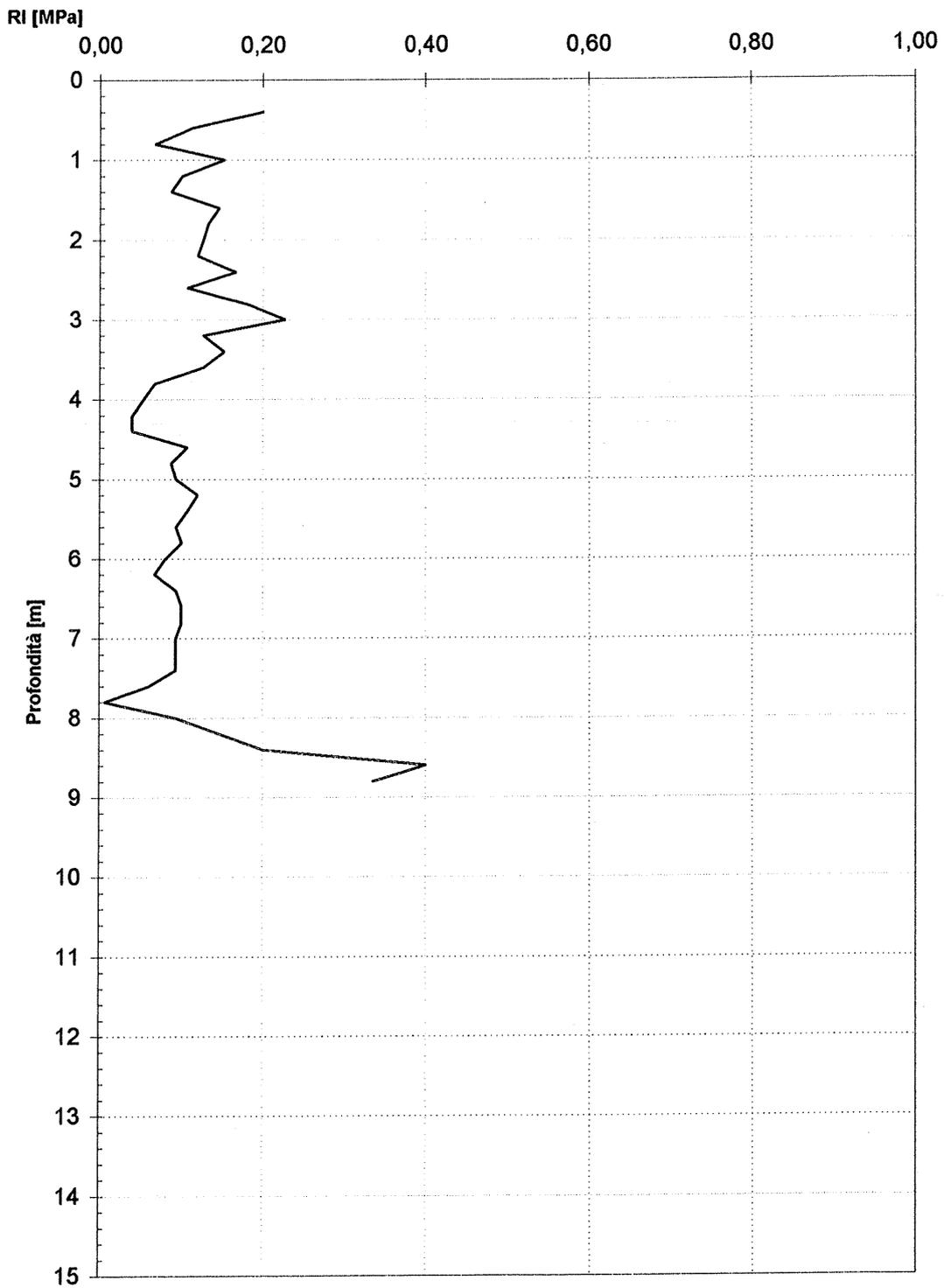
Committente:	Dr. Andrea Garuglieri per Failli G.	Prova	1
Località:	Piandi Scò	Certificato n°	080610-4
Intervento:	Ampliamento abitazione		
Data:	8/6/10		

Resistenza alla Punta - Profondità



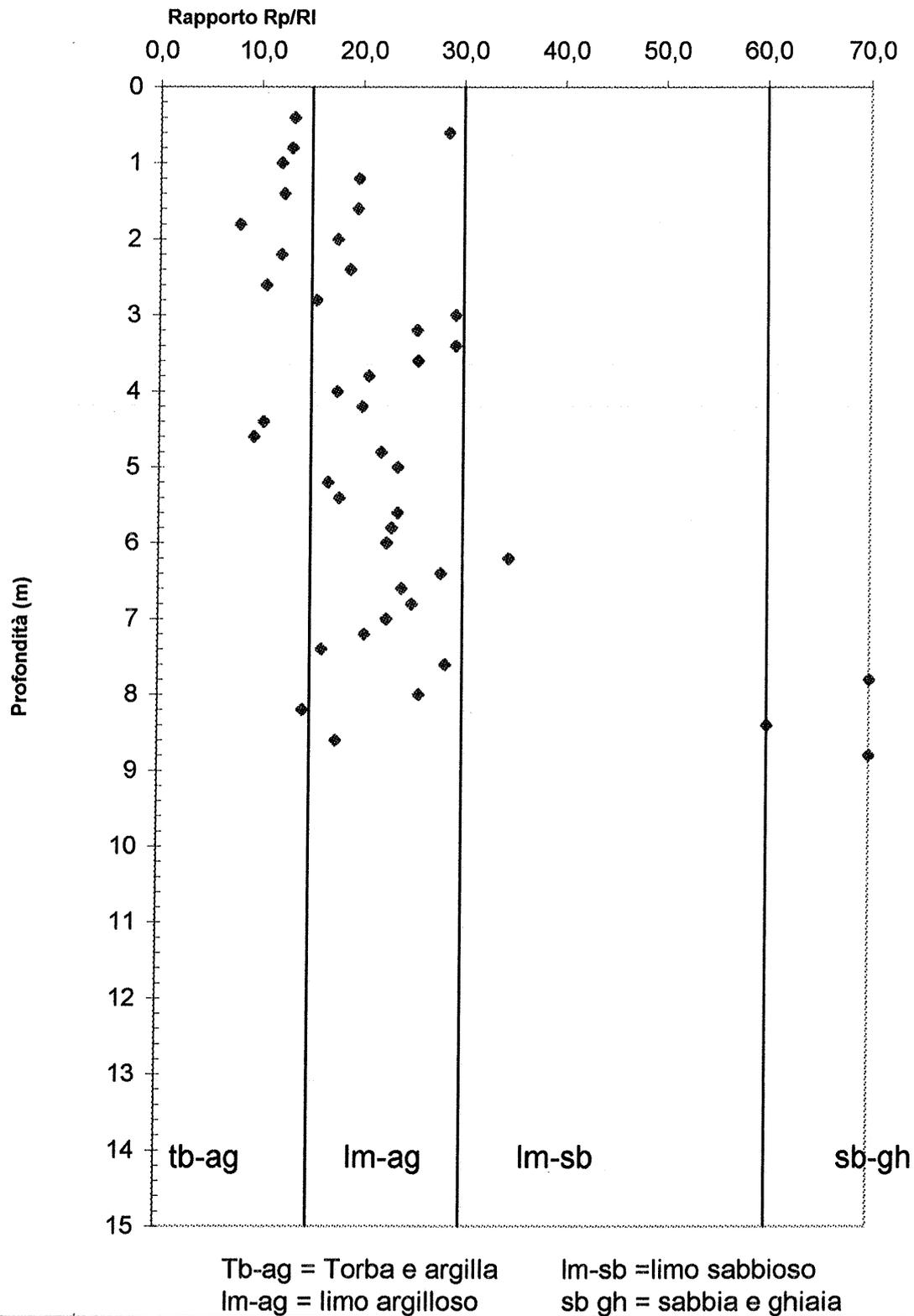
Committente: Dr. Andrea Garuglieri per Failli G. **Prova** 1
Località: Vaggio-Piandi Scò **Certificato n°** 080610-4
Intervento: Ampliamento abitazione
Data: 8/6/10

Resistenza laterale - Profondità



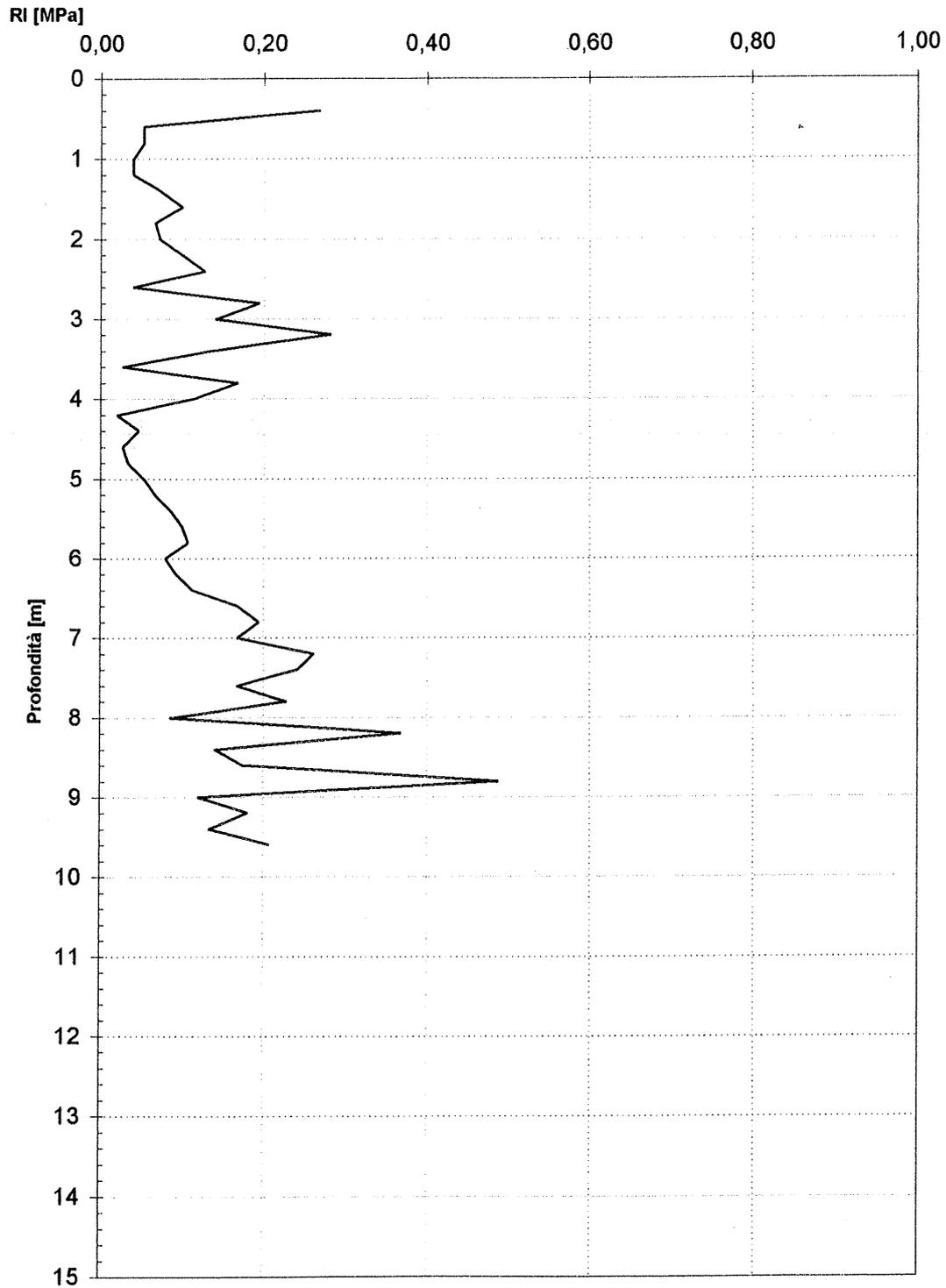
Committente:	Dr. Andrea Garuglieri per Failli G.	Prova	1
Località:	Piandi Scò	Certificato n°	080610-4
Intervento:	Ampliamento abitazione		
Data:	8/6/10		

Rapporto di Begemann -Profondità



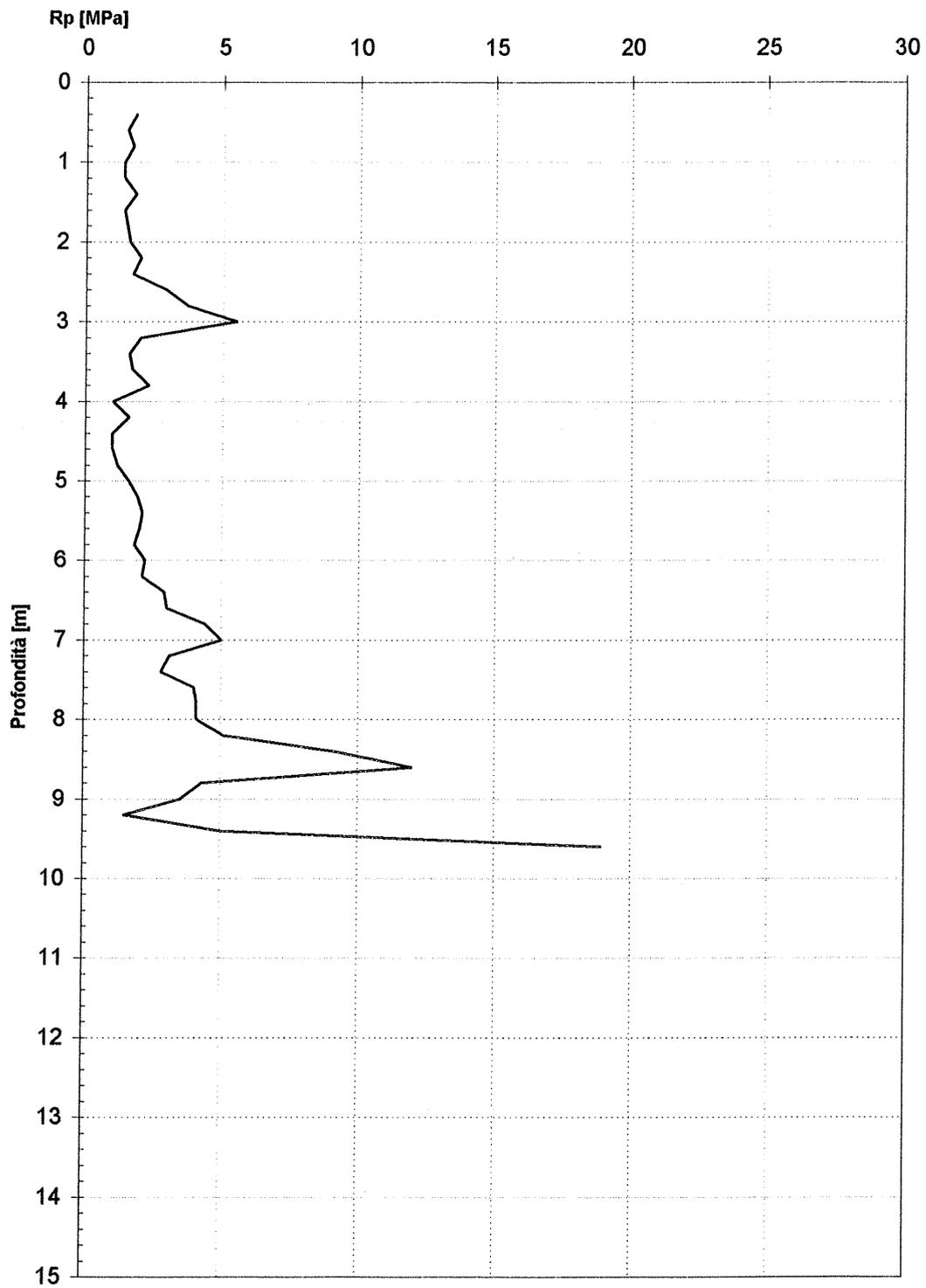
Committente: Dr. Andrea Garuglieri per Failli G. **Prova** 2
Località: Vaggio-Piandi Scò **Certificato n°** 080610-5
Intervento: Ampliamento abitazione
Data: 8/6/10

Resistenza laterale - Profondità



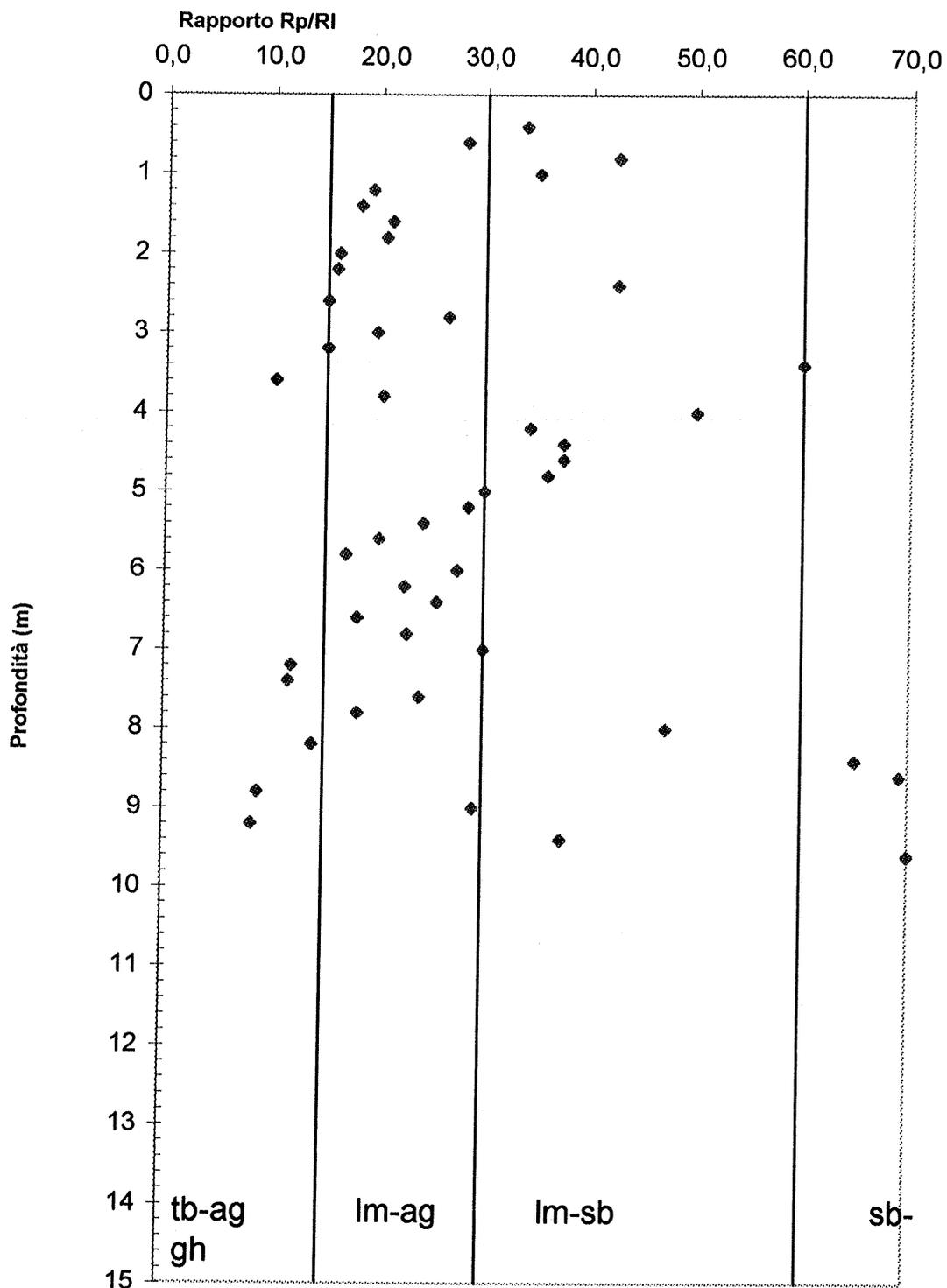
Committente: Dr. Andrea Garuglieri per Failli G. Prova 2
Località: Vaggio-Piandi Scò Certificato n° 080610-5
Intervento: Ampliamento abitazione
Data: 8/6/10

Resistenza alla Punta - Profondità



Committente:	Dr. Andrea Garuglieri per Failli G.	Prova	2
Località:	Vaggio-Piandi Scò	Certificato n°	080610-5
Intervento:	Ampliamento abitazione		
Data:	8/6/10		

Rapporto di Begemann -Profondità



Tb-ag = Torba e argilla
 Im-ag = limo argilloso

Im-sb = limo sabbioso
 sb gh = sabbia e ghiaia

Dott. Geol. Alberto Iotti – n° 1438 - OdG Regione Toscana

Località Castiglioni 56 50068 Rufina (FI)

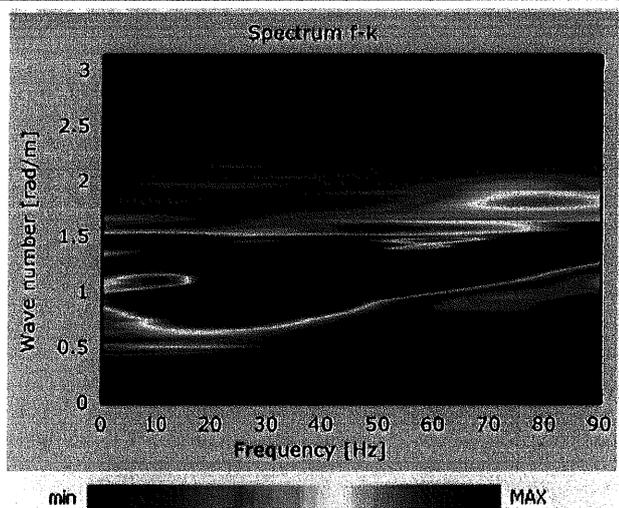
Tel. 055/8397382 Fax: 055/8397382

C.F. TTI LRT 67 S04 F 704I Part.IVA 02574710964

Comune di Pian di Scò

Loc. Vaggio

Indagine MASW



Committente:

Gianna Failli

Direzione Lavori indagini:

Dott. Geol. Andrea Garuglieri

FIRENZE, GIUGNO 2010

PREMESSA

Su incarico del Dott. Geol. Andrea Garuglieri è stata condotta un'indagine sismica mediante metodo MASW per la valutazione della velocità di propagazione delle onde V_s di taglio finalizzata alla definizione del tipo di suolo presente nell'area in esame, posta in via Umbria 26 nella frazione di Vaggio, ai sensi di quanto previsto dalla vigente normativa. Di seguito sono riportati i risultati dell'analisi svolta.

1.1 Indagine MASW

È stato eseguito uno stendimento per l'acquisizione dei dati da sottoporre ad una elaborazione MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la valutazione dell'andamento della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m V_{s30} . È stato impiegato il metodo *attivo* che consente in genere di ottenere una velocità di fase (quindi una curva di dispersione) sperimentale apparente nell'intervallo di frequenza compreso tra 5 e 70 Hz che da quindi informazioni sulla fascia più superficiale di terreno.

Le fasi prevedono del procedimento applicato prevedono:

1. calcolo della velocità di fase e ricostruzione della curva di dispersione
2. calcolo della velocità di fase apparente numerica
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali v_s per interazione e confronto con i dati sperimentali fino ad una sovrapposizione ottimale
4. calcolo della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità
5. Riconoscimento della categoria sismica del suolo secondo la normativa sismica OPCM 3274 e le NTC 2008.

1.1.1 Acquisizione dei dati

I dati sono stati acquisiti con un sismografo Dolang 24 bit 24 canali lungo una linea sismica con interasse geofonico pari a 2 m intervallo di campionamento di 2 ms e finestra di campionamento pari a 2 s. La Figura 1 riporta le tracce registrate dei dati acquisiti.

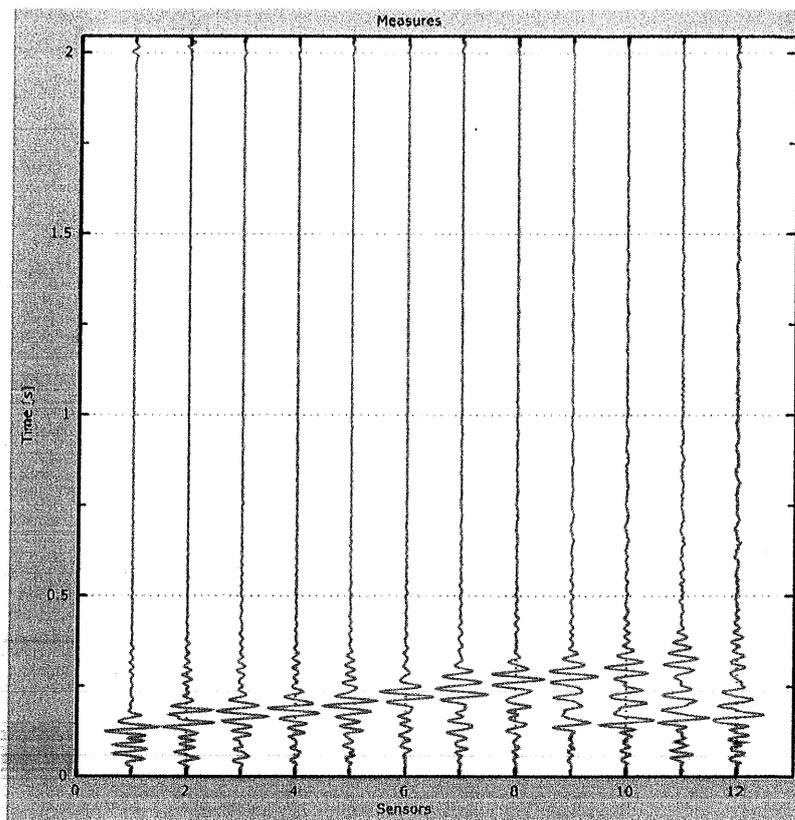


Figura 5 - Tracce dei dati acquisiti

1.1.2 Ricostruzione della curva di dispersione

A partire dalla rappresentazione delle velocità verticali dell'intero campo di moto nel dominio frequenza numero d'onda (Figura 2) viene estratta la curva di dispersione apparente sperimentale nell'intervallo di frequenza compreso tra 2 e 70 Hz che come detto caratterizza gli strati più superficiali (30 m) di terreno (Figura 3).

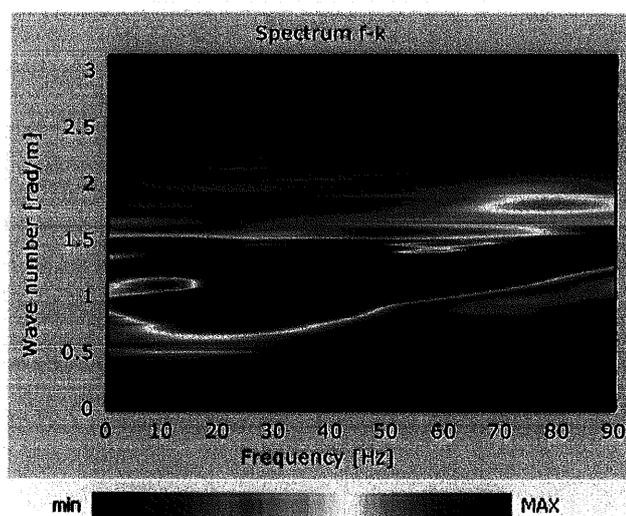


Figura 2 - Spettro delle velocità verticali dell'intero campo di moto

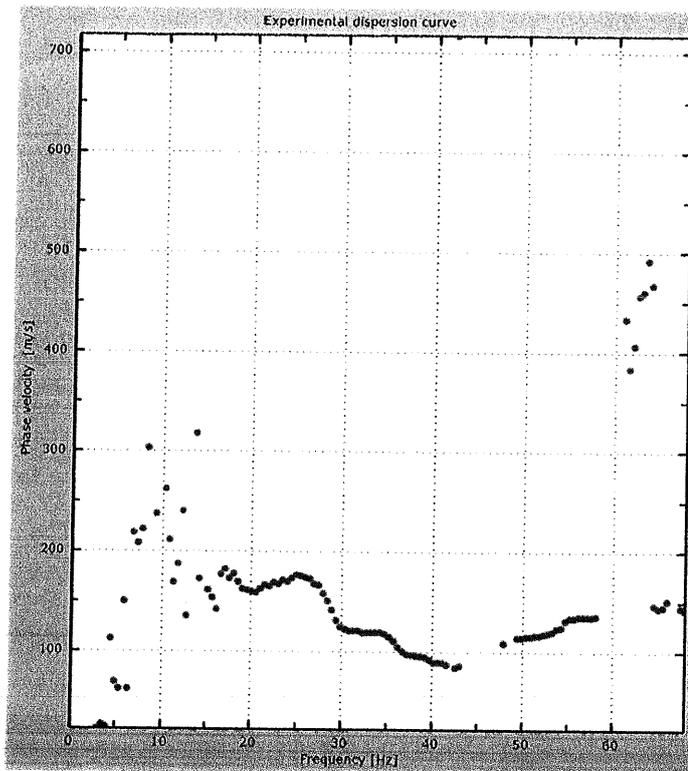


Figura 3 – Curva di dispersione apparente sperimentale estratta dalla rappresentazione spettrale dell'intero campo di moto e sua discretizzazione

1.1.3 Confronto tra la curva sperimentale e quelle calcolata

Una volta ricostruita e discretizzata la curva di dispersione sperimentale ne viene generata una calcolata e sovrapposta a quella sperimentale modificando la curva calcolata fino ad avere una buona sovrapposizione con quella sperimentale (Figura 4).

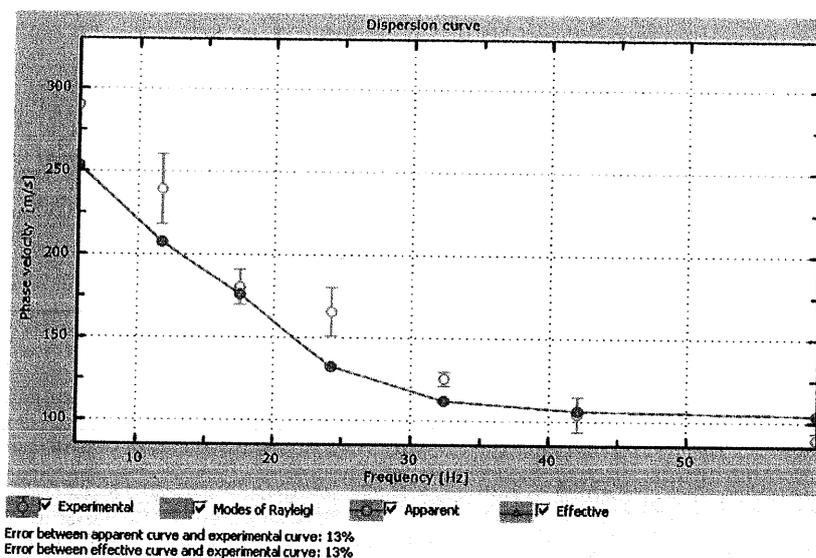


Figura 4 - Confronto tra la curva sperimentale e quella calcolata

È a questo punto possibile passare a definire un profilo di velocità del substrato sul quale calcolare la V_s 30 (Figura 5).

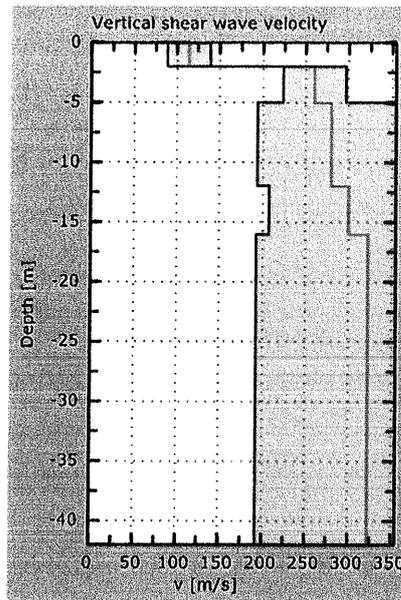


Figura 5 – Andamento della velocità Vs con la profondità

1.1.4 Riconoscimento della Vs 30 e del profilo di appartenenza

La velocità Vs 30 per il terreno in esame è pari a 325 m/s per quanto concerne la velocità di propagazione delle onde di taglio il terreno può essere considerato come **un suolo di categoria c** che prevede velocità delle onde Vs comprese tra 180 e 360 m/s.

Firenze giugno '10

Dott. Alberto Iotti

N° 1438 Ordine dei Geologi della Regione Toscana



Alberto Iotti

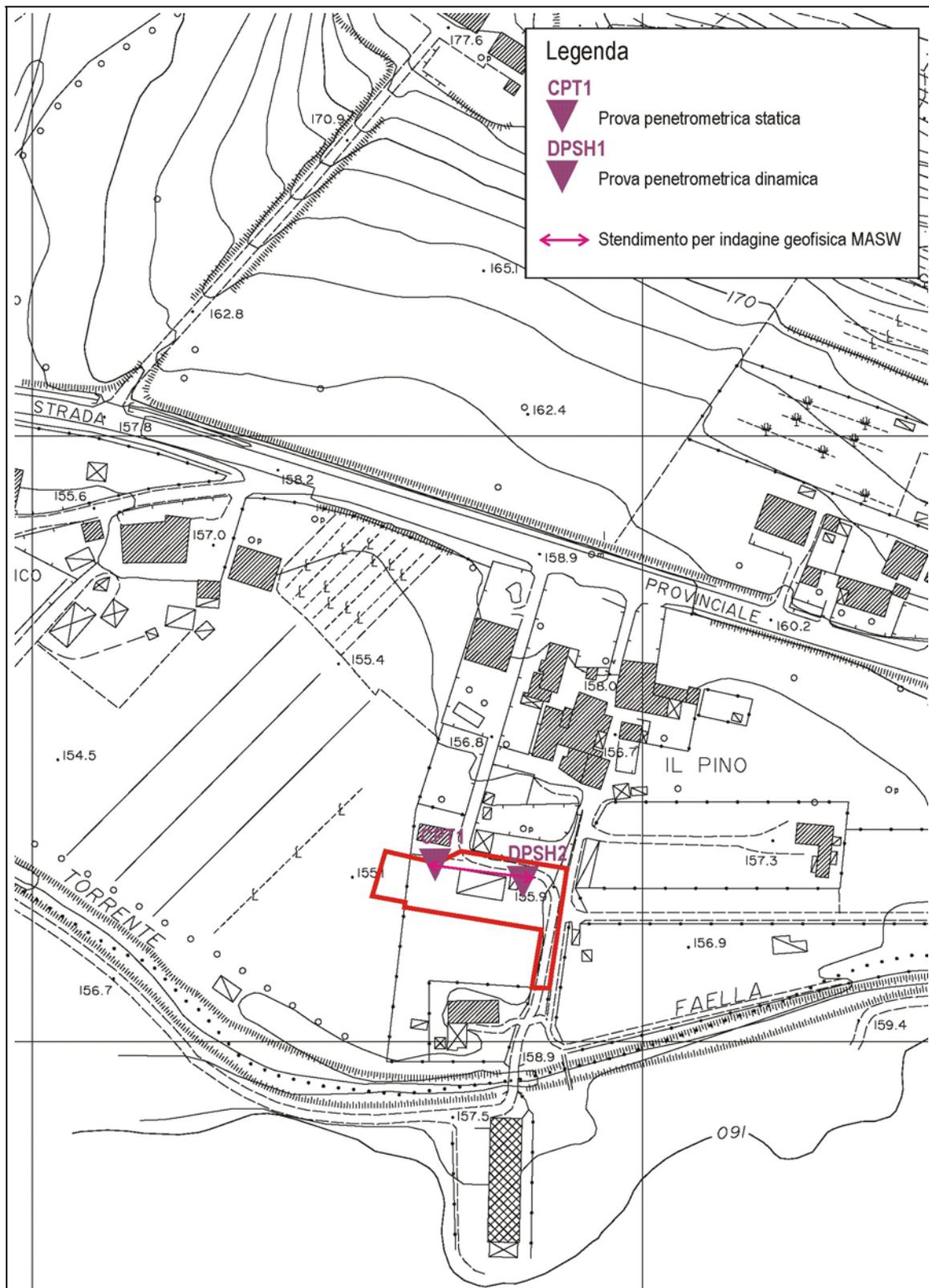
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 72bis

Località: Faella, Il Pino

Tipo e numero: n. 1 Prova penetrometrica statica CPT
n. 1 Prova penetrometrica dinamica DPSH
n. 1 Indagine sismica MASW



Ubicazione delle indagini geognostiche su estratto del Foglio 17M35, in scala 1:2.000, della Carta Tecnica Regionale.

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg) / LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta $R_p \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = (\text{L. punta}) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale $R_L \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale $R_t \text{ (Kg)} = (\text{L. totale}) C_t$

$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale R_L viene computata 20 cm sopra la punta.

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N \approx 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (MegaPascal) = 1 MN/m² = 1000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t / m² = 10 kg/cm²

kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: **$F = (R_p / R_L)$**

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = R_p / R_L$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di R_p e di $FR = (R_L / R_p) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

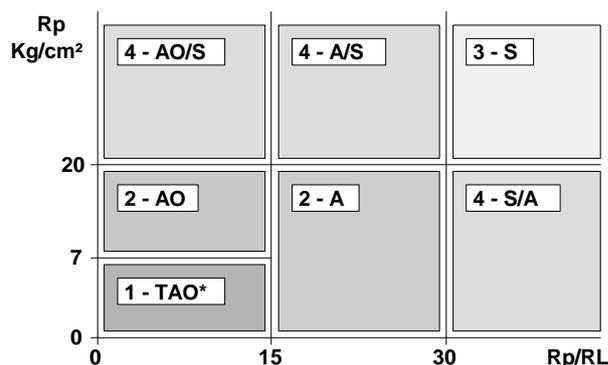
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto R_p / R_L (Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(R_p / R_L) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(R_p / R_L) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - R_p - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - R_p]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - R_p]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - R_p - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - R_p - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- \emptyset' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : \emptyset' - D_r - R_p - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 \emptyset'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme \emptyset'_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 \emptyset'_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata \emptyset'_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 \emptyset'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. \emptyset'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl	- data : 14/06/2012
- lavoro : Realizzazione intervento edificatorio	- quota inizio : Piano Campagna
- località : Comune di Piandiscò, frazione Faella, loc. Il Pino	- prof. falda : Falda non rilevata
- note : Prova non conclusa causa rifiuto Rp: 480 kg/cm ²	- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	1,27	----	2,40	168,0	381,0	168,0	4,47	38,0
0,40	16,0	35,0	16,0	0,13	120,0	2,60	61,0	128,0	61,0	0,73	83,0
0,60	8,0	10,0	8,0	0,13	60,0	2,80	8,0	19,0	8,0	0,40	20,0
0,80	7,0	9,0	7,0	0,13	52,0	3,00	16,0	22,0	16,0	2,27	7,0
1,00	3,0	5,0	3,0	2,47	1,0	3,20	19,0	53,0	19,0	1,20	16,0
1,20	21,0	58,0	21,0	0,47	45,0	3,40	12,0	30,0	12,0	1,93	6,0
1,40	77,0	84,0	77,0	3,47	22,0	3,60	12,0	41,0	12,0	10,47	1,0
1,60	107,0	159,0	107,0	0,20	535,0	3,80	51,0	208,0	51,0	7,53	7,0
1,80	77,0	80,0	77,0	1,33	58,0	4,00	218,0	331,0	218,0	7,67	28,0
2,00	9,0	29,0	9,0	4,93	2,0	4,20	480,0	595,0	480,0	-----	----
2,20	48,0	122,0	48,0	14,20	3,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

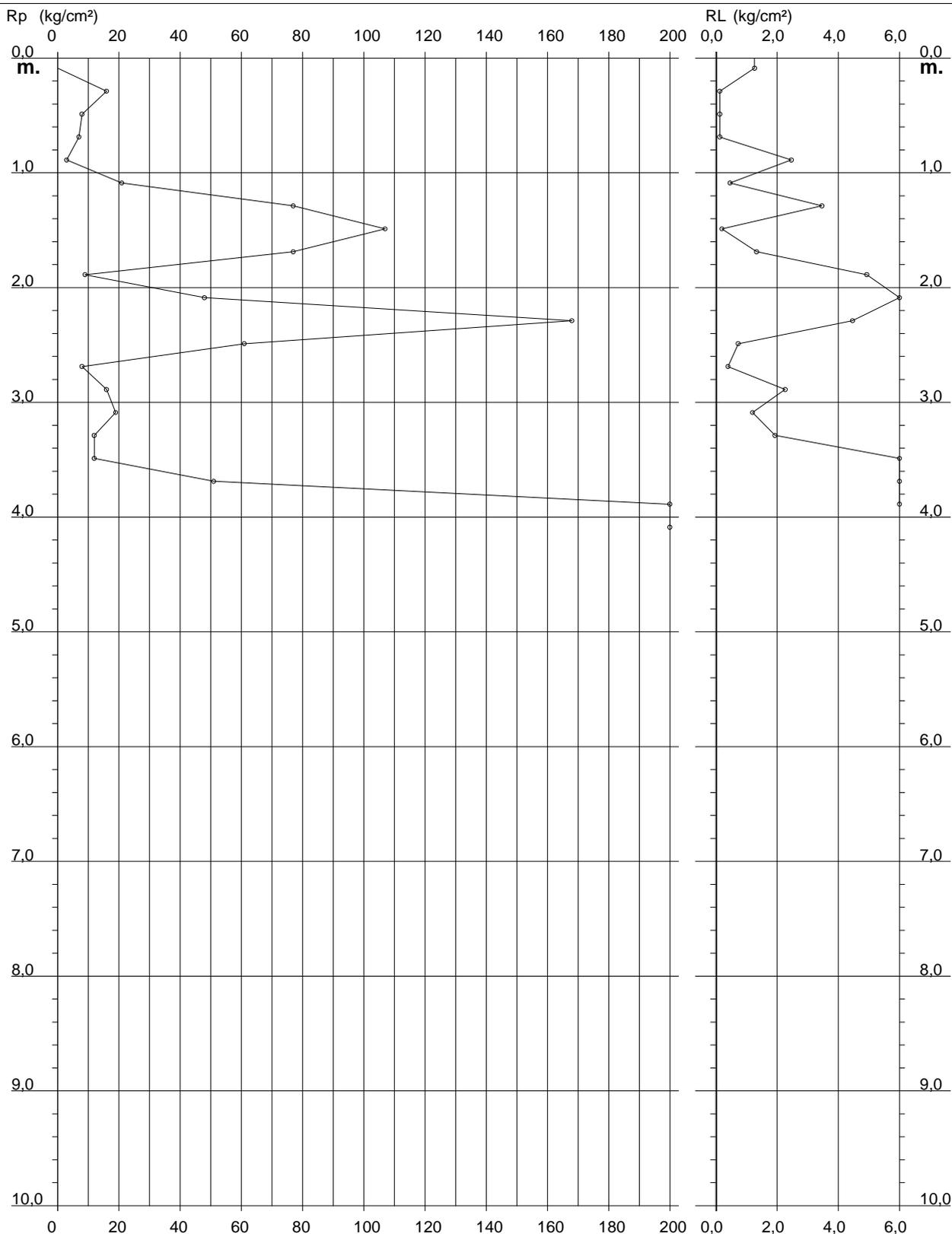
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl
 - lavoro : Realizzazione intervento edificatorio
 - località : Comune di Piandiscò, frazione Faella, loc. Il Pino
 - note : Prova non conclusa causa rifiuto Rp: 480 kg/cm²

- data : 14/06/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



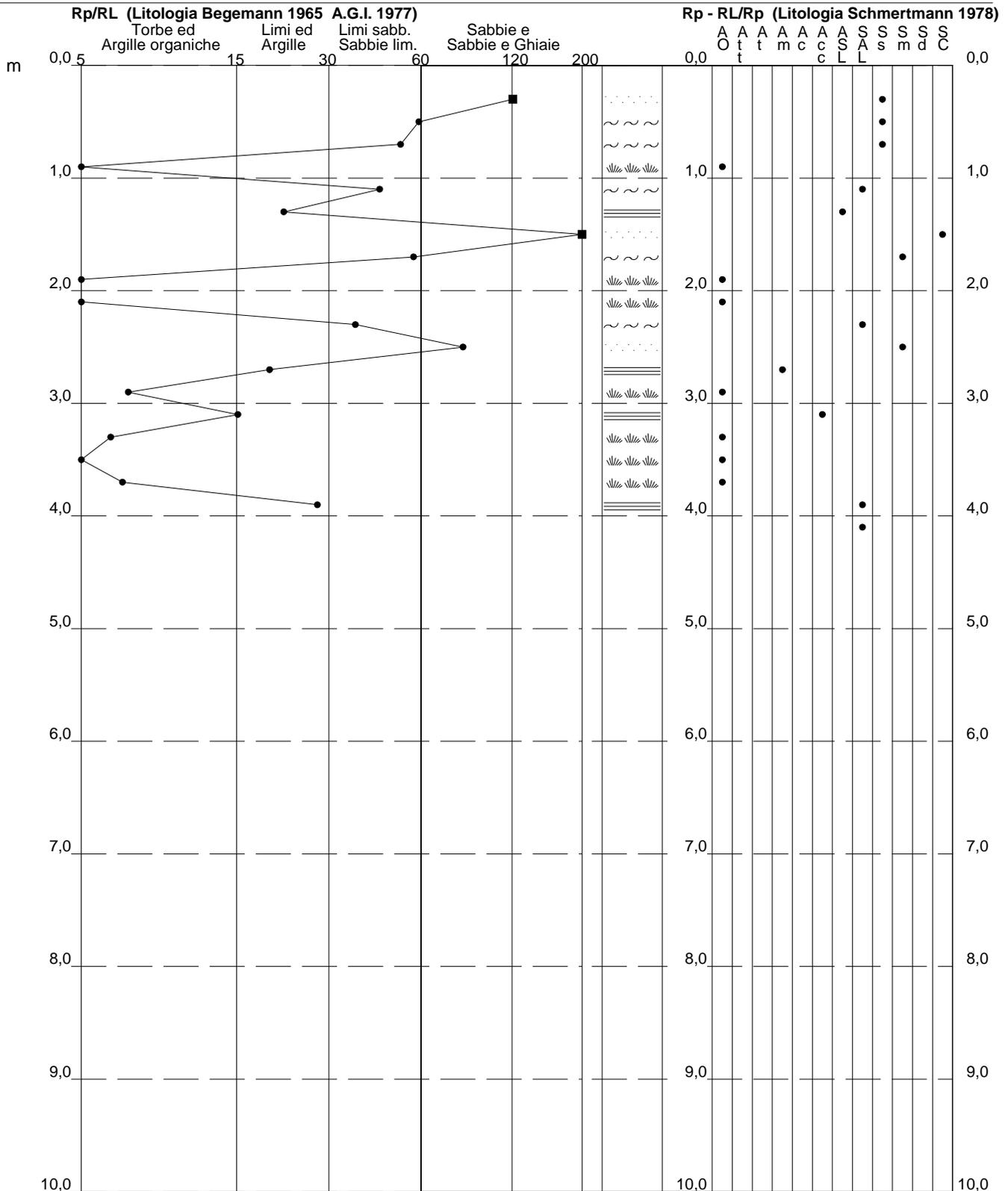
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl
 - lavoro : Realizzazione intervento edificatorio
 - località : Comune di Piandiscò, frazione Faella, loc. Il Pino
 - note : Prova non conclusa causa rifiuto Rp: 480 kg/cm²

- data : 14/06/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI****CPT 1**

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl
 - lavoro : Realizzazione intervento edificatorio
 - località : Comune di Piandiscò, frazione Faella, loc. Il Pino
 - note : Prova non conclusa causa rifiuto Rp: 480 kg/cm²

- data : 14/06/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	16	120	4/:	1,85	0,07	0,70	99,9	118	177	52	73	38	40	42	44	40	27	0,167	27	40	48	
0,60	8	60	4/:	1,85	0,11	0,40	31,2	68	102	35	39	33	36	38	41	35	26	0,077	13	20	24	
0,80	7	52	4/:	1,85	0,15	0,35	18,4	59	89	32	27	32	35	37	40	33	26	0,052	12	18	21	
1,00	3	1	1***	1,85	0,19	0,15	4,8	10	14	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	21	45	3:::	1,85	0,22	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	37	27	0,117	35	53	63	
1,40	77	22	4/:	1,85	0,26	2,57	99,9	436	655	231	96	41	43	44	46	42	33	0,244	128	193	231	
1,60	107	535	3:::	1,85	0,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	34	0,258	178	268	321	
1,80	77	58	3:::	1,85	0,33	--	--	--	--	--	90	41	42	44	45	41	33	0,223	128	193	231	
2,00	9	2	2:///	1,85	0,37	0,45	8,0	89	133	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,20	48	3	4/:	1,85	0,41	1,60	34,8	272	408	144	69	38	39	41	43	38	31	0,155	80	120	144	
2,40	168	38	3:::	1,85	0,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	37	0,258	280	420	504	
2,60	61	83	3:::	1,85	0,48	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	38	32	0,168	102	153	183	
2,80	8	20	2:///	1,85	0,52	0,40	4,5	144	217	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,00	16	7	2:///	1,85	0,55	0,70	8,3	132	198	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,20	19	16	2:///	1,85	0,59	0,78	8,8	140	210	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,40	12	6	2:///	1,85	0,63	0,57	5,6	170	255	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,60	12	1	2:///	1,85	0,67	0,57	5,2	183	274	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,80	51	7	4/:	1,85	0,70	1,70	18,9	289	434	153	57	36	38	40	43	35	31	0,123	85	128	153	
4,00	218	28	4/:	1,85	0,74	7,27	99,9	1235	1853	654	100	42	43	45	46	42	38	0,258	363	545	654	
4,20	480	--	3:::	1,85	0,78	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	800	1200	1440	

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,91 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente : Nspt = $\beta_t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine :	Committente Ghea Engineering & Consulting Srl	- data :	14/06/2012
- cantiere :	Realizzazione intervento edificatorio	- quota inizio :	piano campagna
- località :	Comune di Piandiscò, frazione Faella, loc. Il Pino	- prof. falda :	1,00 m da quota inizio
- note :	Pareti foro parz.crollate ad estrazione aste	- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r) asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r) asta		
0,00 - 0,20	11	81,9	----	1	3,40 - 3,60	5	30,1	----	4
0,20 - 0,40	12	89,4	----	1	3,60 - 3,80	5	30,1	----	4
0,40 - 0,60	11	81,9	----	1	3,80 - 4,00	9	51,0	----	5
0,60 - 0,80	6	44,7	----	1	4,00 - 4,20	22	124,6	----	5
0,80 - 1,00	3	20,7	----	2	4,20 - 4,40	7	39,6	----	5
1,00 - 1,20	2	13,8	----	2	4,40 - 4,60	5	28,3	----	5
1,20 - 1,40	2	13,8	----	2	4,60 - 4,80	5	28,3	----	5
1,40 - 1,60	2	13,8	----	2	4,80 - 5,00	15	80,1	----	6
1,60 - 1,80	1	6,9	----	2	5,00 - 5,20	13	69,5	----	6
1,80 - 2,00	1	6,4	----	3	5,20 - 5,40	15	80,1	----	6
2,00 - 2,20	6	38,6	----	3	5,40 - 5,60	21	112,2	----	6
2,20 - 2,40	10	64,3	----	3	5,60 - 5,80	14	74,8	----	6
2,40 - 2,60	3	19,3	----	3	5,80 - 6,00	18	91,0	----	7
2,60 - 2,80	2	12,9	----	3	6,00 - 6,20	15	75,9	----	7
2,80 - 3,00	3	18,1	----	4	6,20 - 6,40	12	60,7	----	7
3,00 - 3,20	4	24,1	----	4	6,40 - 6,60	50	252,9	----	7
3,20 - 3,40	6	36,1	----	4					

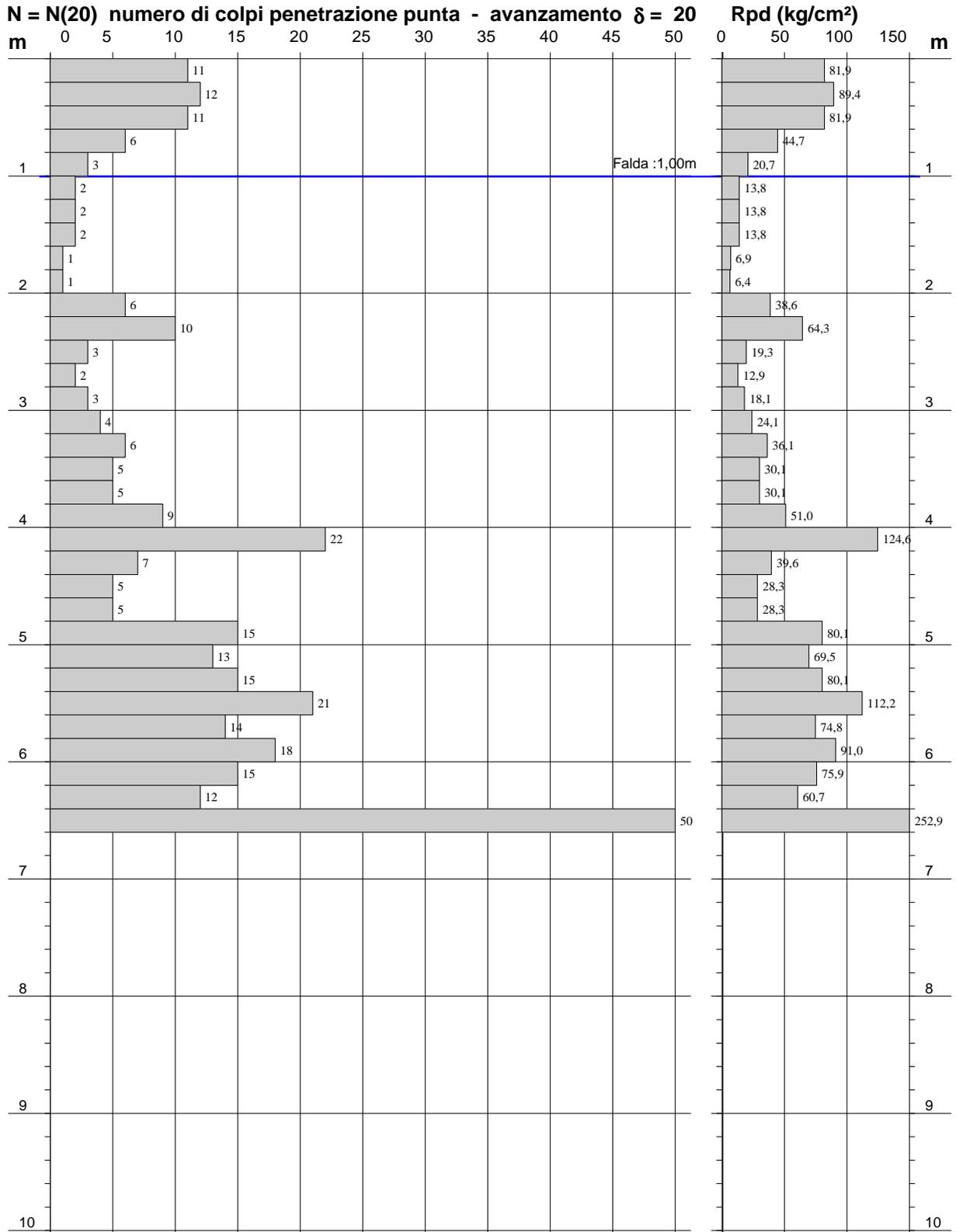
- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° 2

Scala 1: 50

- indagine : Committente Ghea Engineering & Consulting Srl - data : 14/06/2012
 - cantiere : Realizzazione intervento edificatorio - quota inizio : piano campagna
 - località : Comune di Piandiscò, frazione Faella, loc. Il Pino - prof. falda : 1,00 m da quota inizio

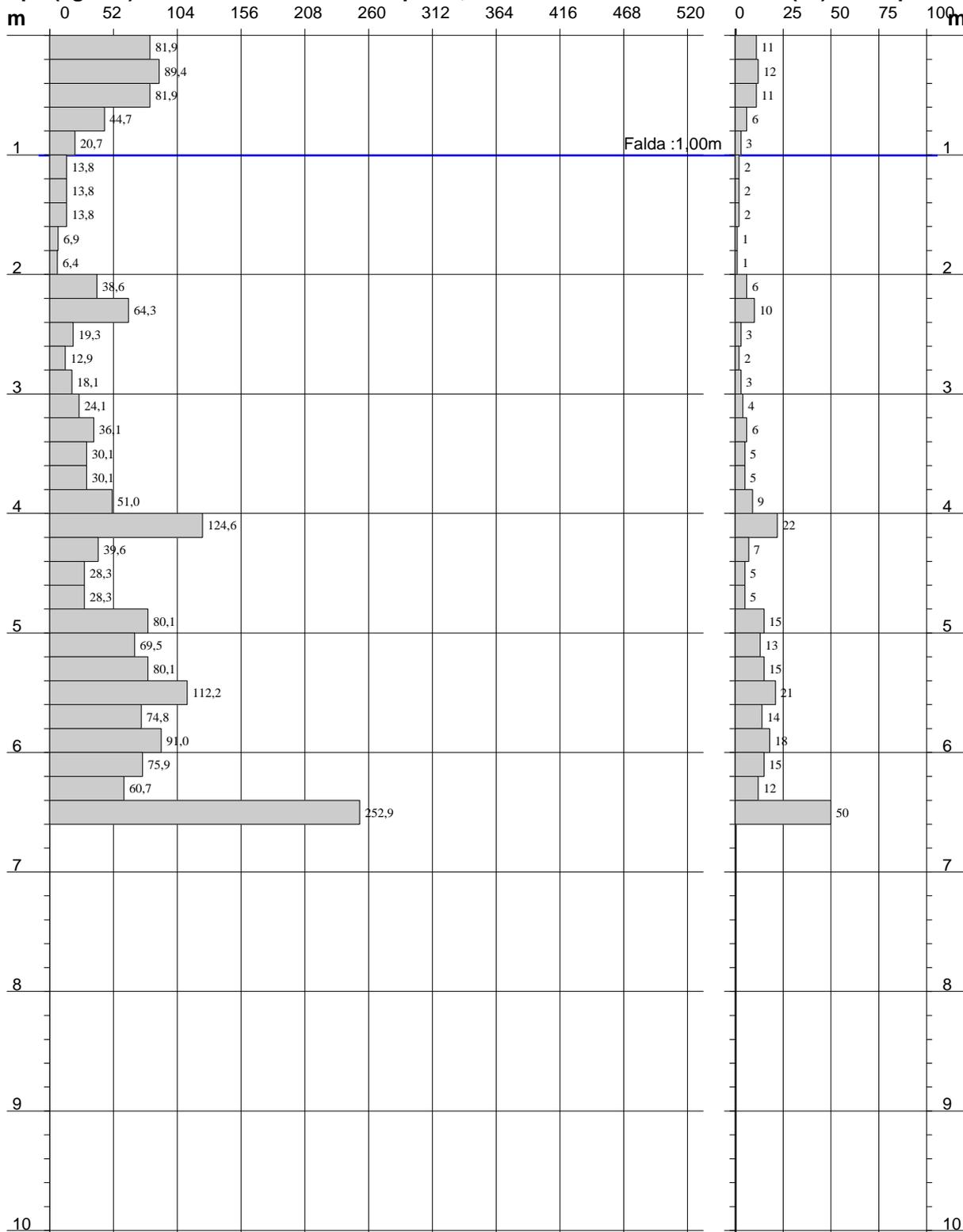


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

n° 2
Scala 1: 50

- indagine : Committente Ghea Engineering & Consulting Srl - data : 14/06/2012
- cantiere : Realizzazione intervento edificatorio - quota inizio : piano campagna
- località : Comune di Piandiscò, frazione Faella, loc. Il Pino - prof. falda : 1,00 m da quota inizio

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi δ = 20



2012

GEOMA

di Marco Marzupini

Cell.328-7255608

Email: marzupinimarco@gmail.com

Skype: Geoma.Marzupini

Dom: Via Laparelli Pitti, 10

Arezzo (AR) 52100

Res Fisc via delle Cicogne 28

Capoterra (CA) 09012

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA 03318000928

INDAGINE GEOFISICA SISMICA M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

LOCALITÀ: PIAN DI SCO'

DATA: 29/06/12

Geoma di Marco Marzupini Cell: 3287255608 Piva 03318000928

1

PREMESSA

In località *Pian di Scò Faella (AR)* in data 29/06/2012 (Illustrazione 1) è stata eseguita un'indagine M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves), con obiettivo la valutazione della velocità media di propagazione delle onde elastiche per la definizione del parametro VS30 nei primi 30 metri. Tale parametro permette la definizione del comportamento sismico dei terreni presenti nell'area di intervento, secondo la recente normativa antisismica DM 14.01.2008.

Illustrazione 1: Ubicazione dello stendimento (stendimento non in scala)



TEORIA ALLA BASE DELLA TECNICA M.A.S.W. E SULL'ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH

Il M.A.S.W. è una tecnica d'indagine recente che sfrutta le onde superficiali di Rayleigh e Love (in questo studio verranno utilizzate solamente le prime). Il metodo mira ad una caratterizzazione sismica del sottosuolo basandosi sull'analisi della dispersione geometrica delle onde di superficie. Le onde superficiali si creano quando il fronte d'onda nel terreno incontra una discontinuità fisica, che può essere sia la superficie terreno-atmosfera (il nostro caso), sia il passaggio areato-consolidato (Thorne L & Wallace T.C, 1995., *Modern Global Seismology*). Nella discontinuità, la somma del moto delle onde riflesse e rifratte, dà origine alle onde superficiali.

ONDE DI RAYLEIGH

L'interazione delle onde P e SV sulla superficie libera dà origine alle onde di Rayleigh (Illustrazione 2) che si muovono con un movimento ellittico delle particelle nello strato superficiale avente un asse dell'ellisse parallelo alla direzione dell'onda e l'altro ortogonale alla superficie libera.

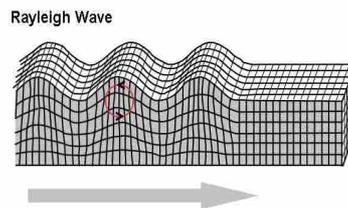


Illustrazione 2: Onde di Rayleigh

ONDE DI LOVE

La riflessione totale delle onde SH dà origine alle onde di Love (Illustrazione 3), che si muovono con moto delle particelle perpendicolare alla direzione di propagazione, ma polarizzato nel piano orizzontale.

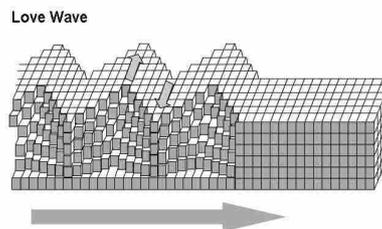


Illustrazione 3: Onde di Love

Le onde superficiali, a differenza di quelle di volume (P ed S), hanno le seguenti proprietà:

Sono dispersive in mezzi non omogenei (perché variano la propria velocità a seconda della frequenza). La velocità di propagazione è lievemente più bassa rispetto alle onde S. La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Love e Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. Un'ulteriore proprietà importante è la diminuzione dell'ampiezza che diminuisce con radice quadrata della distanza dalla sorgente. Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è l'inverso della lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione.

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE

L'analisi M.A.S.W. viene condotta in due fasi principali:

PRIMA FASE

La prima fase avviene in campagna con l'acquisizione multicanale dei segnali sismici, mediante il sismografo DoReMi a 24 canali della SARA electronic instruments s.r.l.

L'acquisizione viene effettuata mediante 24 geofoni verticali da 4,5 Hz distanziati di 1,5 m per una lunghezza totale dello stendimento di 34,5 metri.

Le energizzazioni, eseguite mediante una mazza, vengono effettuate con offset (dal primo geofono) di -3 m, -6 m, -9 m e dal ventiquattresimo geofono a +3, +6. L'indagine geofisica viene eseguita sul livello di campagna, ma il valore della V_s 30 verrà calcolato dalla quota delle fondazioni dell'infrastruttura che verrà posta a -1 m dal livello di campagna.

Illustrazione 4: Stendimento



SECONDA FASE

La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software WinMASW 5,0 ACADEMY della EliaSoft.

Il programma, dopo il calcolo dello spettro di velocità, richiede il picking della curva di dispersione che poi mediante inversioni e modellizzazioni permetterà la ricostruzione del profilo delle velocità delle onde s nel terreno.

Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati, ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito.

Qui di seguito vengono riportati i più importanti passaggi dell'elaborazione (Illustrazione 5 e Illustrazione 6):

Illustrazione 5: A sinistra sismogramma e a destra picking della curva di dispersione

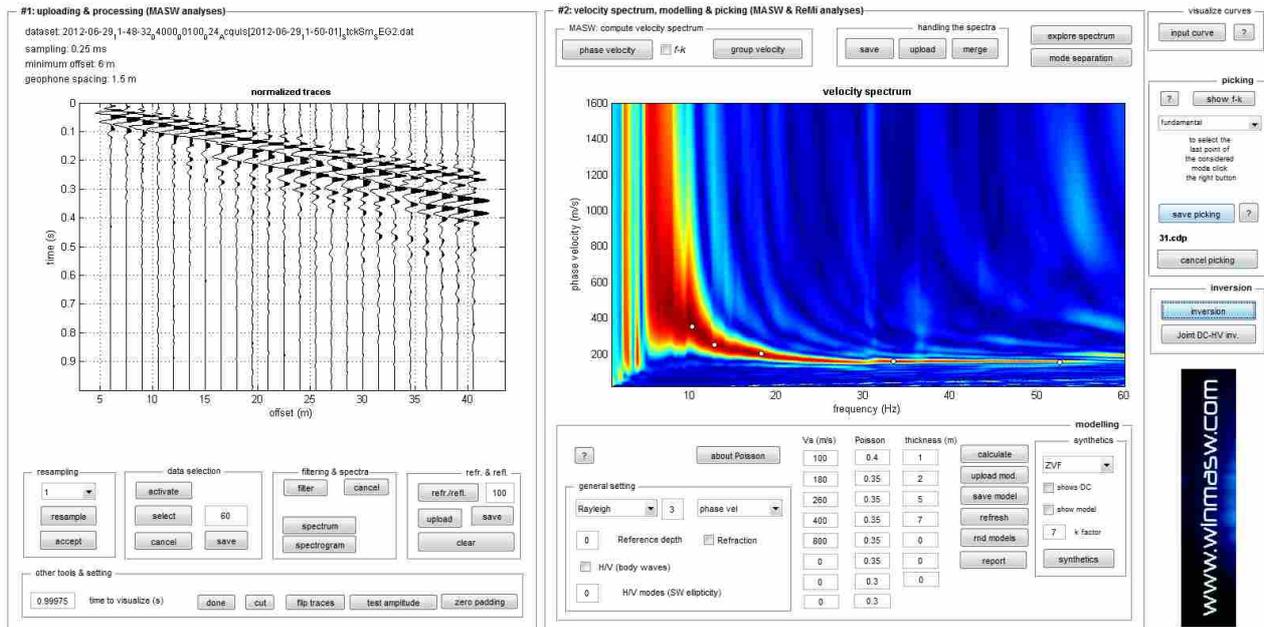
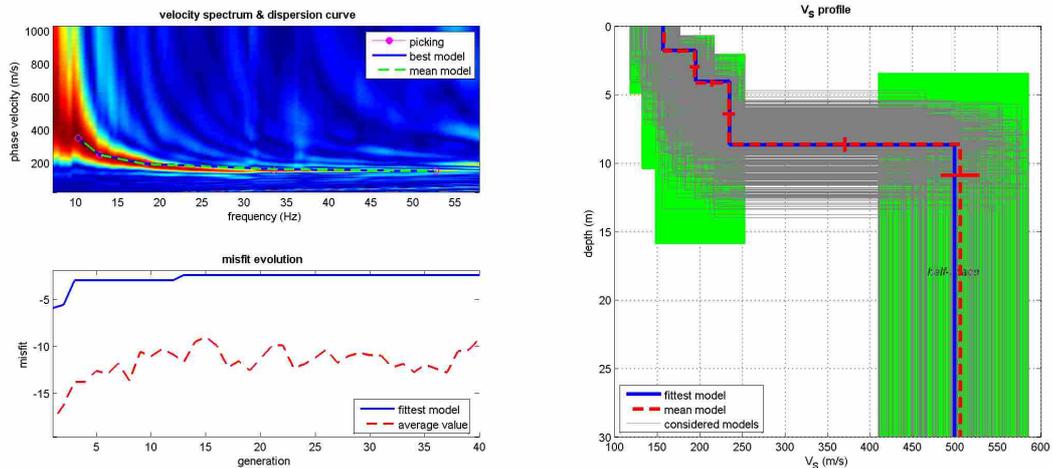


Illustrazione 6: Inversione della curva di dispersione



www.winmasw.com

dataset: 2012-06-29_1-48-32_4000_0100_24_acquis[2012-06-29_1-50-01]_tckSm_EG2.dat
 dispersion curve: 31.cdp
 Vs30 (best model): 351 m/s
 Vs30 (mean model): 353 m/s

NORMATIVA

La nuova normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008) stabilisce l'azione sismica di progetto, in assenza di ulteriori analisi specifiche, sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria sismica del suolo su cui sarà realizzata l'opera.

La norma divide il territorio nazionale in 4 zone sismiche (tab. 1), definite dal valore a_g dell'accelerazione di picco al suolo (PGA), normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità.

CLASSIFICAZIONE SISMICA tab. 1		
zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g] PGA	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni, i valori da utilizzare per V_s , NSPT e C_u sono valori medi):

- A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.
- B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).

- C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche, con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < \text{cu30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).
- D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero $\text{NSPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $\text{cu30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine).
- E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $\text{VS} > 800$ m/s).
- S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero $10 < \text{cuS30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.
- S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti. .

Nelle definizioni precedenti la V_{s30} è la velocità media di propagazione entro i 30 m di profondità delle onde di taglio che viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

CONCLUSIONI

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (M.A.S.W.) ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS

- La sezione ottenuta mostra un primo sismo-strato con una velocità delle onde S di circa 158 m/s fino alla profondità di circa 0,8 m
- Un secondo sismo-strato con velocità 194 m/se spessore 2,3 m
- Un terzo sismo-strato con velocità 234 m/se spessore 4,5 m
- La sezione sismo-stratigrafica evidenzia, al di sotto dei 7,6 di profondità, velocità delle onde di taglio (Vs) che aumentano fino a circa 505 m/s alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e sismo-stratigrammi

Tabella 1: PROFILO SISMICO E DATI

VS30 e PARAMETRI ELASTICI						
Profondità livello fondazione		1	Profondità livello campagna	0	Profondità (m) dal liv fond	
Strato	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Rapporto (Vp/Vs)	Spessore (m)	da	a
1	158	387	2,45	1,8	0	-0,8
2	194	404	2,08	2,3	-0,8	-3,1
3	234	487	2,08	4,5	-3,1	-7,6
4	505	1051	2,08	21,4	-7,6	-30
Strato	Poisson v	Densità (g/cm ³)	Shear G (kPa)	Bulk Ev (kPa)	Young E (kPa)	
1	0,40	1,82	45434,48	212000,27	127215,45	
2	0,35	1,83	68873,88	206853,44	185980,32	
3	0,35	1,88	102941,28	308622,68	277923,34	
4	0,35	2,07	527901,75	1582655,07	1425240,15	
1	0,005			1	0,005	
2	0,012			2	0,010	
3	0,019			3	0,009	
4	0,044					
	0,08				0,024	
VS 30		372,64		Vs copertura del substrato (attenzione quando inferiore 360 m/s)	VS 30	Rapporto Vs substrato / Vs copertura (attenzione quando > 2.2)
				0	0	0

Illustrazione 7: Sismo-stratigramma dal livello campagna

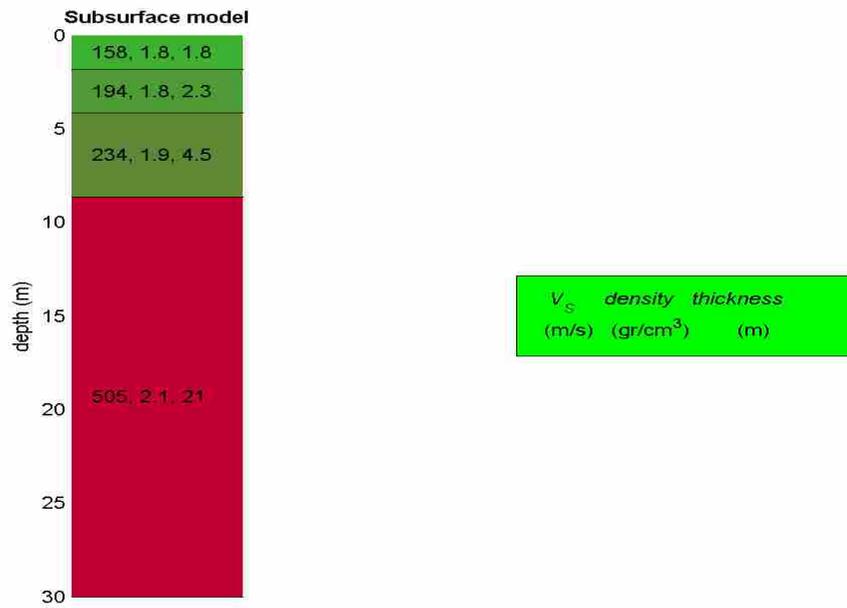
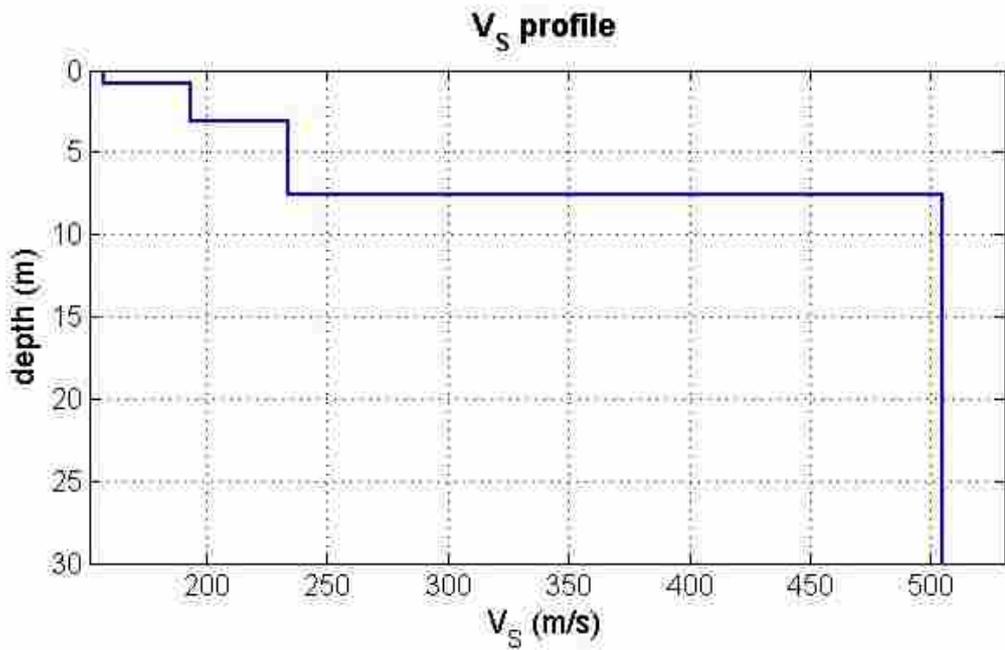


Illustrazione 8: Sismo-stratigramma dal livello di fondazione



Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (Vs30) dal livello delle fondazioni è risultato :

$$\mathbf{VS30 = 372 \text{ m/s}}$$

che comporta una classificazione del suolo in categoria:

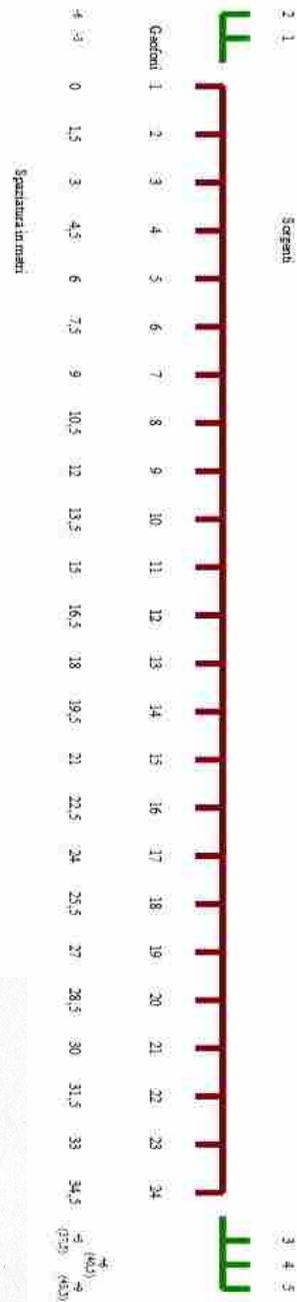
B

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Nota

La suddetta classificazione del suolo è determinata mediante l'elaborazione di dati acquisiti in campagna. A causa delle semplificazioni intrinseche della modellizzazione matematica adottata, si rimanda al geologo, grazie all'esperienza maturata e alle conoscenze del sito, dare la classificazione che ritiene più idonea .

Disegno 1: ALLEGATO (CONFIGURAZIONE DELLO STENDIMENTO)



GEOMA di Marco Marzupini
 Res. Fisc.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
 Dom.: Via Laparelli Pitti, 10 - 52100 Arezzo (AR)
 Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
 C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928

29/06/2012

Dott. Marco Marzupini

Id 28251290612224 V 2,2,4

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 75bis

Località: Faella, Il Casato

Tipo e numero: n. 1 Indagine sismica MASW (n. 3 stendimenti)
n. 1 Indagine sismica a rifrazione (n. 4
stendimenti)

2012

GEOMA
di Marco Marzupini

Cell.328-7255608

Email: marzupinimarco@gmail.com

Sede: Via Laparelli Pitti, 10

Arezzo (AR) 52100

Res Fiscale Via delle cicogne 28

Capoterra (CA) 09012

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA 03318000928



INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE E MASW
(Sismica a Rifrazione per Onde Sh)

LOCALITÀ: **PIAN DI SCO' - Località Faella (AR)**

DATA: **15/03/2012**

Indice generale

PREMESSA.....	3
TEORIA ALLA BASE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE.....	4
SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE Sh).....	6
TEORIA ALLA BASE DELLA TECNICA M.A.S.W. E SULL' ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH.....	7
ONDE DI RAYLEIGH.....	7
INDAGINI.....	8
MASW.....	9
STRUMENTAZIONE.....	9
ELABORAZIONE SOFTWARE.....	10
PRIMA FASE.....	10
SECONDA FASE	12
CONCLUSIONI MASW 01.....	14
CONCLUSIONI MASW 02.....	17
CONCLUSIONI MASW 03.....	20
RIFRAZIONE.....	22
STRUMENTAZIONE.....	22
ELABORAZIONE SOFTWARE.....	23
RIF 01.....	24
CONCLUSIONI.....	31
RIF 02.....	33
CONCLUSIONI.....	40
RIF 03.....	42
CONCLUSIONI.....	48
RIF 04.....	50
CONCLUSIONI.....	56
RIASSUNTO FINALE	58

ALLEGATI

- DATI ELABORATI
- FOTO
- CAD
- PDF
- STENDIMENTI

PREMESSA

In località *Pian di Scò (AR)* nei giorni 8-9-12/03/2012 (Illustrazione 1) sono state eseguite delle indagine sismiche:

MASW	SISMICA A RIFRAZIONE
<ul style="list-style-type: none">Masw 01 di 34,5 m	<ul style="list-style-type: none">Rifrazione 01 a onde SH di 92 m
<ul style="list-style-type: none">Masw 02 di 34,5 m	<ul style="list-style-type: none">Rifrazione 02 a onde SH di 92 m
<ul style="list-style-type: none">Masw 03 di 34,5 m	<ul style="list-style-type: none">Rifrazione 03 a onde SH di 103,5 m
	<ul style="list-style-type: none">Rifrazione 04 a onde SH di 103,5 m

L'obbiettivo dell'indagine è la valutazione della velocità media di propagazione delle onde elastiche per la definizione del parametro VS30 nei primi 30 metri. che permette la definizione del comportamento sismico dei terreni presenti nell'area di intervento, secondo la recente normativa antisismica *DM 14.01.2008*.

Illustrazione 1: Ubicazione indagine sismica (non in scala)



TEORIA ALLA BASE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

La sismica a rifrazione ha lo scopo di determinare direttamente la velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame sia mediante onde di compressione (onde P) sia di taglio (onde Sh).

Tale tecnica si basa sulla misurazione di onde sismiche in un punto del terreno rilevando l'arrivo, lungo uno stendimento mediante ricevitori equidistanziati (geofoni). Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della birifrazione delle onde sismiche a seguito del fronte d'onda conico. Le onde prodotte da una sorgente artificiale che verranno analizzate in questa indagine, saranno quelle birifratte, cioè quelle che giungono a incidere con un angolo critico in una discontinuità sismica (intesa come variazione di impedenza acustica). Tali onde verranno rifratte con un angolo di 90° che si propagano parallelamente alla discontinuità fino a venire rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza. Supponiamo di avere un suolo composto da solo due strati (velocità V_1 , e V_2), una sorgente puntiforme che genera onde elastiche e uno stendimento di geofoni. Generando onde elastiche mediante una energizzazione del suolo si avrà che le onde, che incontreranno i geofoni disposti lungo uno stendimento, saranno le onde dirette poi, quando l'onda rifratta avrà percorso una certa distanza alla velocità V_2 , essa arriverà prima dell'onda diretta. Riportando tutto in ora un diagramma spazio – tempo (dromocrone Illustrazione 2), con in ascisse la distanza x ed in ordinate il tempo di percorrenza dell'onda, avremo che l'onda diretta è una retta passante per l'origine e con pendenza uguale a $1/V_1$, mentre l'onda rifratta è una retta con pendenza pari a $1/V_2$ che interseca l'asse dei tempi in un punto (chiamato intercetta o tempo di intersezione) di ordinata pari a $2h \cos ic/V_1$

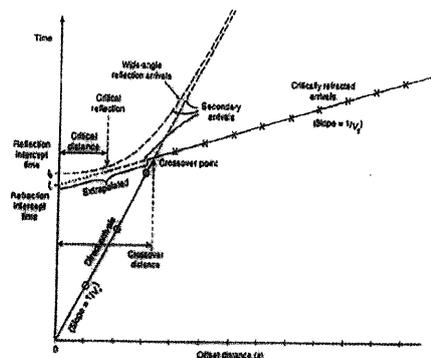


Illustrazione 2: Dromocrone

I due arrivi si intersecano in corrispondenza di un'ascissa x_c (detta distanza critica o di ginocchio) per la quale i tempi di percorrenza dell'onda diretta e rifratta sono uguali, cioè

$$x_c = 2h \cdot \sqrt{\frac{v_2 + v_1}{v_2 - v_1}}$$

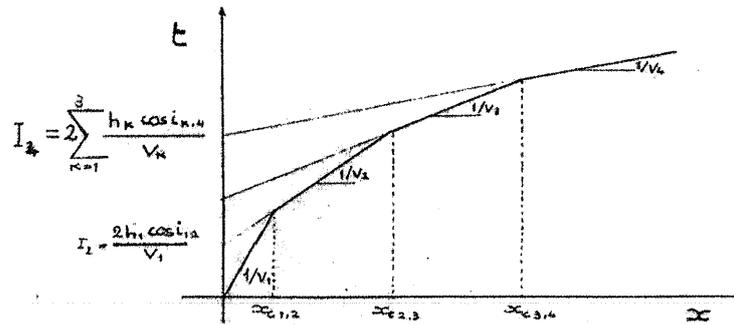
Per $x < x_c$ arriverà ai ricevitori prima l'onda diretta e poi l'onda rifratta mentre per $x > x_c$ giungerà prima l'onda rifratta. Se il terreno presenterà più di due strati (Illustrazione 3)(la maggior parte dei casi) si adopererà la formula :

$$t_n = 2 \sum_{k=1}^{n-1} \frac{h_k \cos i_{(k,n)}}{V_k} + \frac{x}{V_n} = I_n + \frac{x}{V_n}$$

Tale espressione in x è l'equazione di una retta con pendenza pari a $1/V_n$.

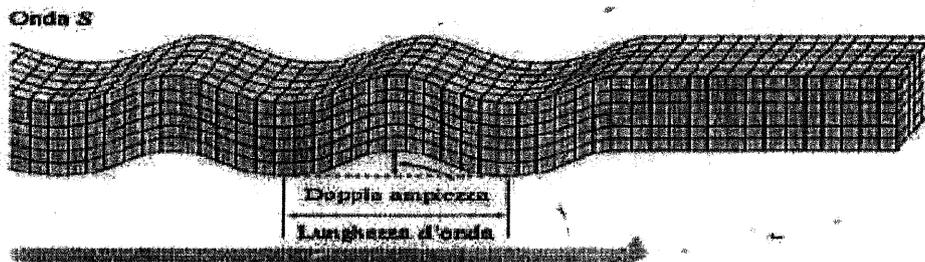
Il diagramma spazio – tempo (dromocrona) sarà quindi costituito da n^o rette, la prima delle quali passante per l'origine è relativa all'onda diretta ed ha pendenza pari a $1/V_1$, mentre le altre, con pendenza $1/V_k$ ($k=\dots n$), rappresentano le onde rifratte da ciascuno strato: tali rette intersecheranno l'asse dei tempi in un'ordinata data dal primo termine del 2° membro detto “tempo intercetto”.

Illustrazione 3: Dromocrone a più strati



SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE Sh)

La sismica a rifrazione per onde Sh si basa sulla misurazione dei tempi, dei primi arrivi delle onde sismiche di tipo trasversale Sh. Tali onde vengono misurate mediante uno stendimento di 24 geofoni orizzontali da 4.5 Hz. La energizzazione per la creazione di onde di taglio viene eseguita battendo una mazza di 8 kg su un lato di una trave (traversina) adeguatamente appesantita per aumentarne l'attrito con il terreno. Nelle onde Sh, cioè trasversali di taglio, il moto delle particelle avviene nella direzione perpendicolare alla direzione di propagazione; esse sono più lente delle onde P e la loro velocità dipende solamente dal modulo di rigidità μ e non si propagano nei fluidi.



TEORIA ALLA BASE DELLA TECNICA M.A.S.W. E SULL'ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH

Il M.A.S.W. è una tecnica d'indagine recente che sfrutta le onde superficiali di Rayleigh e Love (in questo studio verranno utilizzate solamente le prime). Il metodo mira ad una caratterizzazione sismica del sottosuolo basandosi sull'analisi della dispersione geometrica delle onde di superficie. Le onde superficiali si creano quando il fronte d'onda nel terreno incontra una discontinuità fisica, che può essere sia la superficie terreno-atmosfera (il nostro caso), sia il passaggio areato-consolidato (*Thorne L & Wallace T.C, 1995,. Modern Global Seismology*). Nella discontinuità, la somma del moto delle onde riflesse e rifratte, dà origine alle onde superficiali.

ONDE DI RAYLEIGH

L'interazione delle onde P e SV sulla superficie libera dà origine alle onde di Rayleigh si muovono con un movimento ellittico delle particelle nello strato superficiale avente un asse dell'ellisse parallelo alla direzione dell'onda e l'altro ortogonale alla superficie libera.

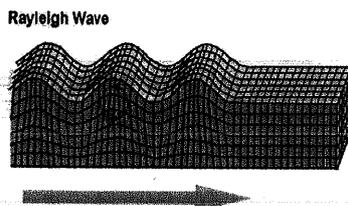


Illustrazione 4: Onde di Rayleigh

INDAGINI

Per il conseguimento di questa campagna d'indagine geofisica sono state eseguite:

- **Masw 01 di 34,5 m eseguita nella zona a S dell'area**
- **Masw 02 di 34,5 m eseguita nella zona a SSE dell'area**
- **Masw 03 di 34,5 m eseguita nella zona a E dell'area**
- **Rif 01 sismica a rifrazione a onde Sh di 92 m ubicata sopra al campino di calcio**
- **Rif 02 sismica a rifrazione a onde Sh di 92 m ubicata nella zona est dell'area**
- **Rif 03 sismica a rifrazione a onde Sh di 103,5 m ubicata parallela alla scarpata**
- **Rif 04 sismica a rifrazione a onde Sh di 103,5 m perpendicolare alla R3**

GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fisc.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
Dom.: Via Laparelli Pitti, 10 - 52100 Arezzo (AR)
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928



MASW

Per ogni indagine Masw è stata utilizzata la seguente attrezzatura e fasi di elaborazione:

STRUMENTAZIONE

- Un sistema di energizzazione per le onde P: le onde P vengono create mediante utilizzo di una massa battente (maglio) del peso di 8 kg su una piastra di alluminio del diametro di 20 cm resa aderente con il terreno .
- Un sistema composto da 24 geofoni con movimento della massa verticale da 4,5 Hz del tipo elettromagnetico (Geospace GS11D 4.5Hz 4k Ω). .
- Due cavi telemetrici modulari di 60 m l'uno con convertitori A/D a 16 bit equidistanziati ogni 5 m.
- Un sistema di raccolta dati collegato a un notebook mediante cavo seriale, nel quale è stato installato il programma di acquisizione dati.
- Un sistema trigger composto da un geofono da 4.5 H

ELABORAZIONE SOFTWARE

L'analisi M.A.S.W. è stata condotta in due fasi principali:

PRIMA FASE

La prima fase è avvenuta in campagna con l'acquisizione multicanale dei segnali sismici, mediante il sismografo DoReMi a 24 canali della SARA electronic instruments s.r.l.

Le acquisizioni sono state effettuate con le seguenti caratteristiche:

- 1. MASW 01 mediante 24 geofoni verticali da 4,5 Hz distanziati di 1,5 m. per una lunghezza totale dello stendimento di 34,5 metri. Le energizzazioni, eseguite mediante una mazza, sono state effettuate con offset (dal primo geofono) di --3 m, -6 m, -9 m e una opposta a +3m e +6 m.**
- 2. MASW 02 mediante 24 geofoni verticali da 4,5 Hz distanziati di 1,5 m. per una lunghezza totale dello stendimento di 34,5 metri .Le energizzazioni, eseguite mediante una mazza, sono state effettuate con offset (dal primo geofono) di --3 m, -6 m, -9 m e una opposta a +3m e +6 m.**
- 3. MASW 03 mediante 24 geofoni verticali da 4,5 Hz distanziati di 1,5 m. per una lunghezza totale dello stendimento di 34,5 metri .Le energizzazioni, eseguite mediante una mazza, sono state effettuate con offset (dal primo geofono) di --3 m, -6 m, -9 m e una opposta a +3m e +6 m.**

Illustrazione 5: Stendimento masw 01



Illustrazione 6: Stendimento masw 02



Illustrazione 7: Stendimento masw 03



SECONDA FASE

La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software WinMASW 5,0 ACADEMY della Eliosoft.

Il programma, dopo il calcolo dello spettro di velocità, richiede il picking della curva di dispersione che poi, mediante inversioni e modellizzazioni, permetterà la ricostruzione del profilo delle velocità delle onde s nel terreno.

Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati, ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito.

Qui di seguito vengono riportati i più importanti passaggi dell'elaborazione (Masw 01):

Illustrazione 8: A sinistra sismogramma e a destra picking della curva di dispersione

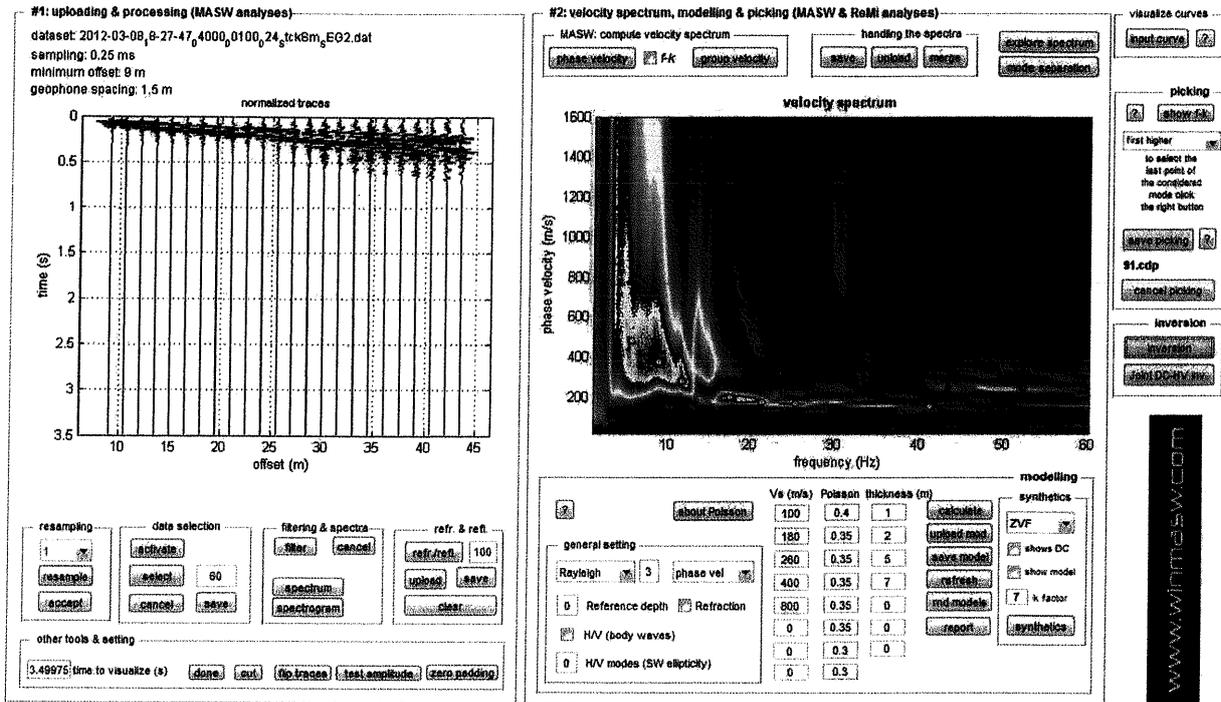
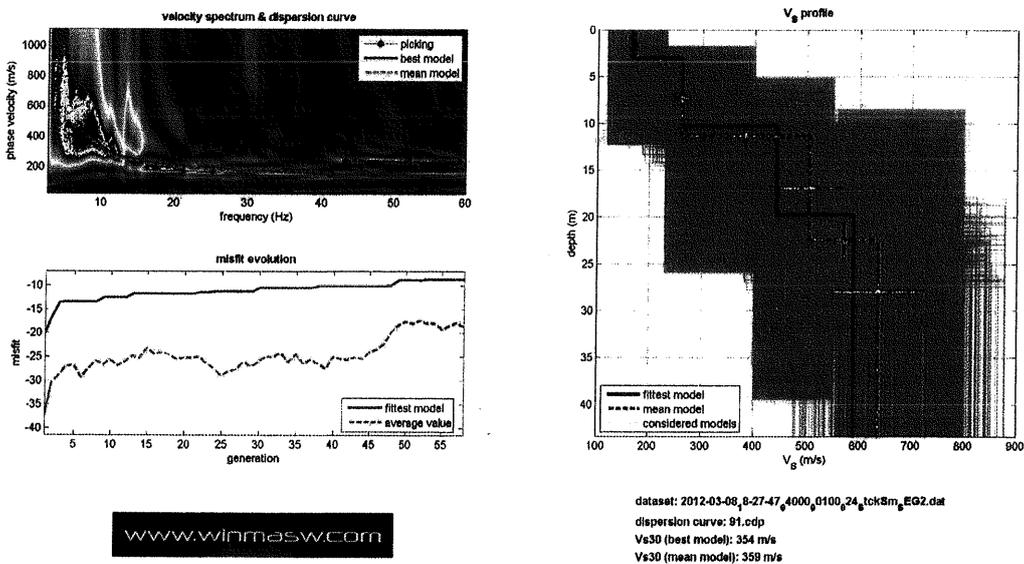


Illustrazione 9: Inversione della curva di dispersione



CONCLUSIONI MASW 01

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (M.A.S.W.) ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS:

- La sezione ottenuta mostra un primo sismostrato con una velocità delle onde S di circa 168 m/s fino alla profondità di circa 2,9 m
- Un secondo strato a 251 m/s per uno spessore di 8,5 m
- La sezione sismostratigrafica evidenzia, al di sotto dei 11,4 m di profondità, velocità delle onde di taglio (Vs) che aumentano fino a circa 584 m/s alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e un sismo-stratigramma:

Tabella 1: PROFILO SISMICO E DATI

VS30 e PARAMETRI ELASTICI						
Profondità livello fondazione		Profondità livello campagna		Profondità (m) liv fond		
Strato	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Rapporto (Vp/Vs)	Spessore (m)	da	a
1	168	393	2,34	2,9	0	-2,9
2	251	530	2,11	8,5	-2,9	-11,4
3	584	1202	2,06	18,6	-11,4	-30

Strato	Poisson v	Densità (g/cm ³)	Shear G (kPa)	Bulk Ev (kPa)	Young E (kPa)
1	0,39	1,83	51649,92	213775,11	143400,8
2	0,36	1,90	119701,9	374107,47	324496,37
3	0,35	2,10	716217,6	2079131,6	1927342,95

1	0,02	1	0,02
2	0,03	2	0,03
3	0,03		0,05
	0,08		
VS 30		361,55	0

Illustrazione 10: Sismostratigramma rispetto livello di fondazione



Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (V_{s30}) è risultato

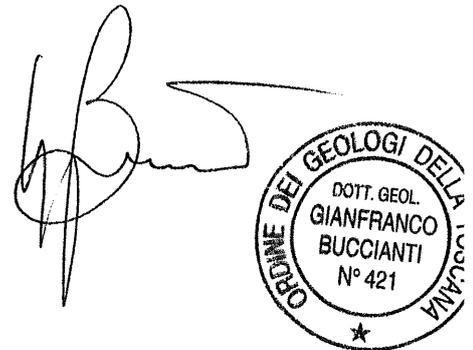
$$VS30 = 361 \text{ m/s}$$

che comporta una classificazione del suolo in categoria:

B

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).

GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fisc.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
Dom.: Via Lanquilli Pitti, 10 - 52100 Arezzo (AR)
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928



Qui di seguito vengono riportati i più importanti passaggi dell'elaborazione (Masw 02):

Illustrazione 11: A sinistra sismogramma e a destra picking della curva di dispersione

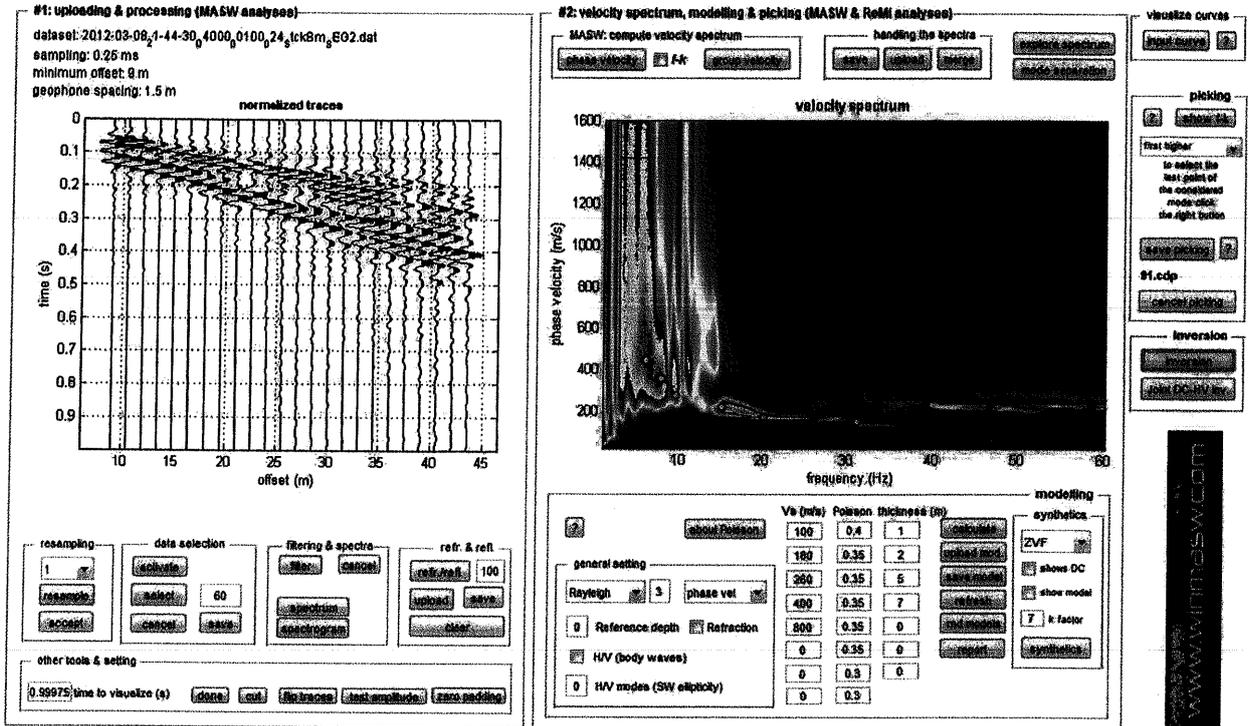
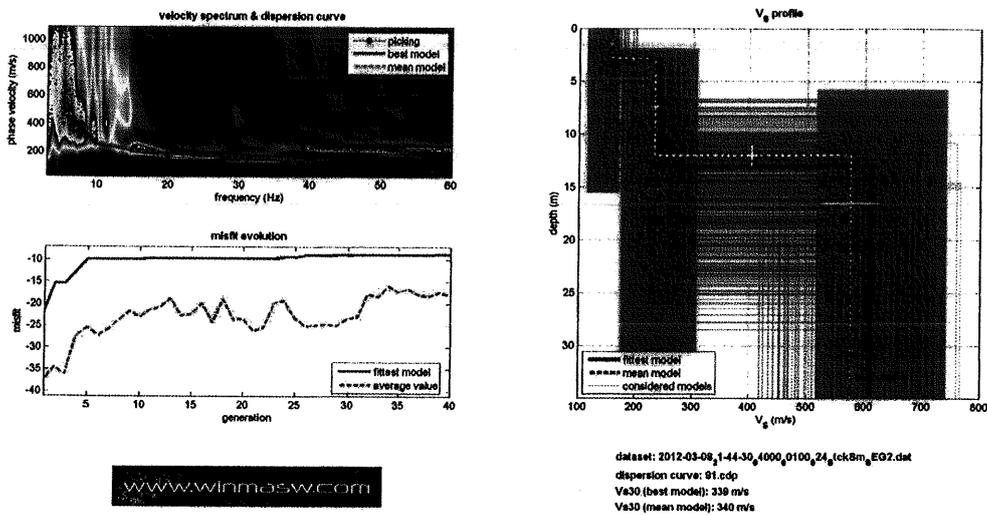


Illustrazione 12: Inversione della curva di dispersione



CONCLUSIONI MASW 02

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (M.A.S.W.) ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS:

- La sezione ottenuta mostra un primo sismostrato con una velocità delle onde S di circa 158 m/s fino alla profondità di circa 2,8 m
- Un secondo strato a 234 m/s per uno spessore di 9,2 m
- La sezione sismostratigrafica evidenzia, al di sotto dei 12 m di profondità, velocità delle onde di taglio (Vs) che aumentano fino a circa 576 m/s alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e un sismo-stratigramma:

Tabella 2: PROFILO SISMICO E DATI

VS30 e PARAMETRI ELASTICI						
Profondità livello fondazione		Profondità livello campagna			Profondità (m) liv fond	
Strato	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Rapporto (Vp/Vs)	Spessore (m)	da	a
1	158	370	2,34	2,8	0	-2,8
2	234	514	2,2	9,2	-2,8	-12
3	576	1269	2,2	18	-12	-30

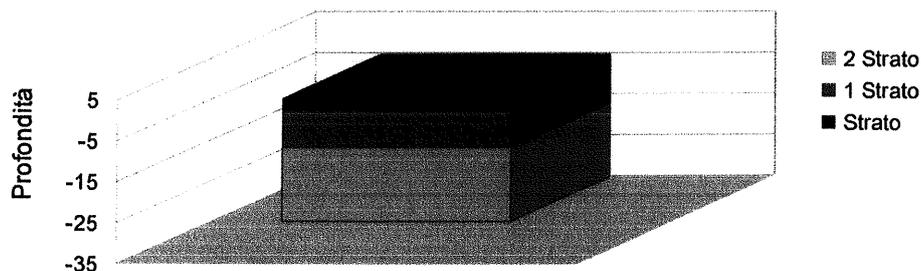
Strato	Poisson v	Densità (g/cm ³)	Shear G (kPa)	Bulk Ev (kPa)	Young E (kPa)
1	0,39	1,81	45184,84	187542,55	125477,38
2	0,37	1,89	103488,84	361345,32	283410,39
3	0,37	2,11	700047,36	2464465,23	1918488,99

1	0,02	1	0,02
2	0,04	2	0,04
3	0,03		0,06
	0,09		
VS 30		339,8	0

Illustrazione 13: Sismostratigramma rispetto livello di fondazione

Profilo sismostratigrafico

(dal livello di fondazione)



Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (V_{s30}) è risultato

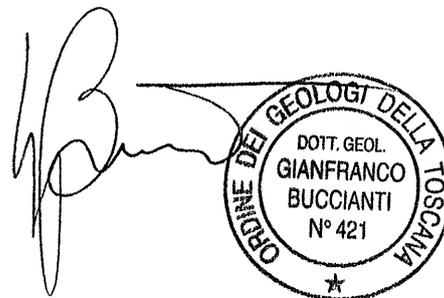
$$VS30 = 339,8 \text{ m/s}$$

che comporta una classificazione del suolo in categoria:

C

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fisc.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
Dom.: Via Lapo de' Pili, 10 - 52100 Arezzo (AR)
CoM. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928



Qui di seguito vengono riportati i più importanti passaggi dell'elaborazione (Masw 03):

Illustrazione 14: A sinistra sismogramma e a destra picking della curva di dispersione

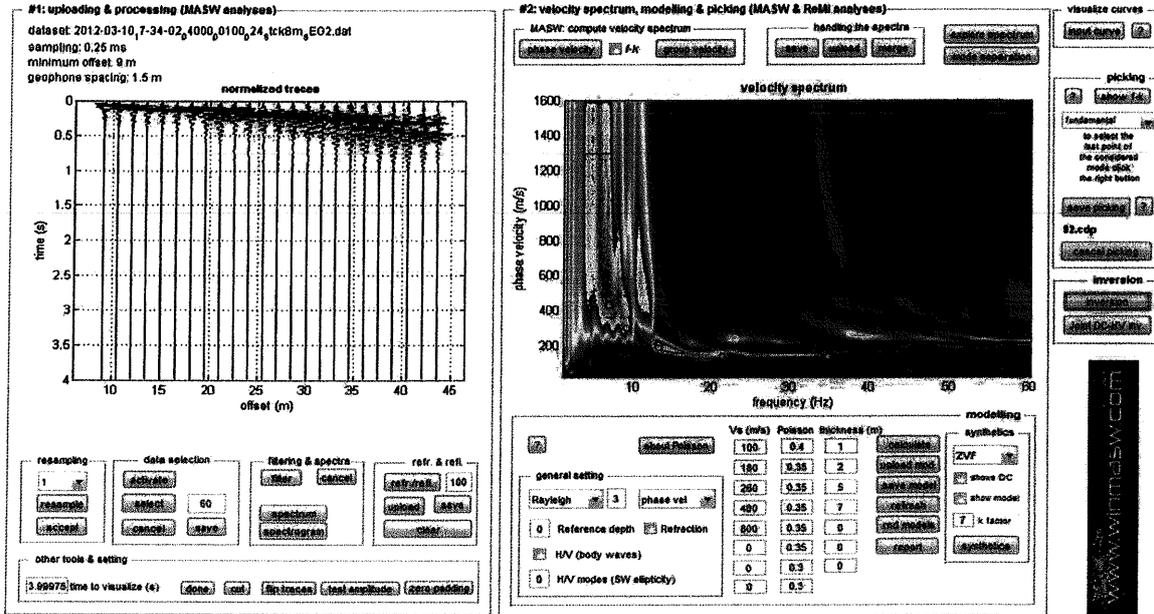
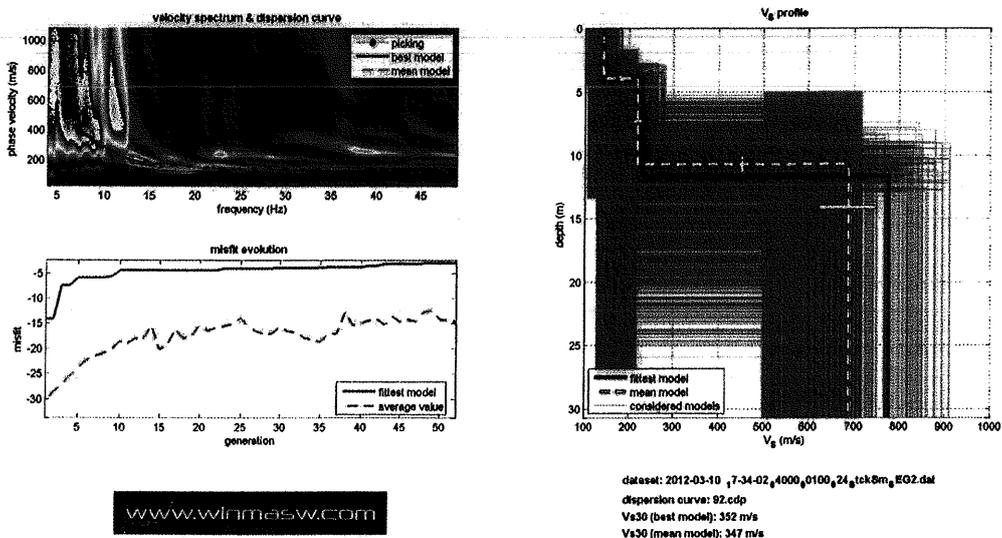


Illustrazione 15: Inversione della curva di dispersione



CONCLUSIONI MASW 03

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (M.A.S.W.) ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS:

- La sezione ottenuta mostra un primo sismostrato con una velocità delle onde S di circa 143 m/s fino alla profondità di circa 3,9 m
- Un secondo strato a 220 m/s per uno spessore di 6,8 m
- La sezione sismostratigrafica evidenzia, al di sotto dei 10,7 m di profondità, velocità delle onde di taglio (Vs) che aumentano fino a circa 687 m/s alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e un sismo-stratigramma:

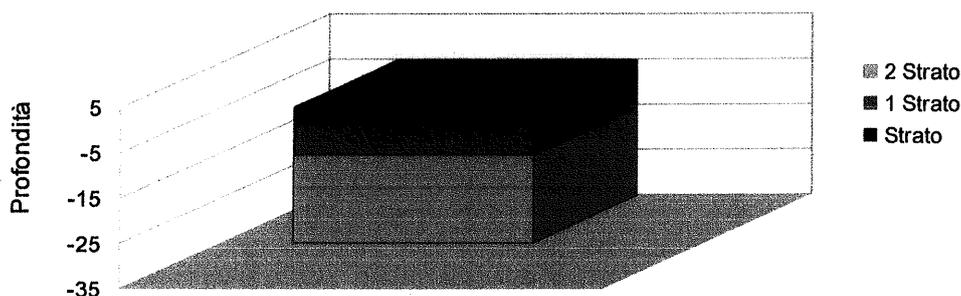
Tabella 3: PROFILO SISMICO E DATI

VS30 e PARAMETRI ELASTICI						
Profondità livello fondazione	0		Profondità livello campagna	0		Profondità (m) liv fond
Strato	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Rapporto (Vp/Vs)	Spessore (m)	da	a
1	143	368	2,57	3,9	0	-3,9
2	220	505	2,3	6,8	-3,9	-10,7
3	687	1659	2,41	19,3	-10,7	-30
Strato	Poisson v	Densità (g/cm³)	Shear G (kPa)	Bulk Ev (kPa)	Young E (kPa)	
1	0,41	1,81	37012,69	195767,19	104455,14	
2	0,38	1,89	91476	360029,25	253000,59	
3	0,4	2,11	995854,59	4479506,79	2781446,14	
1	0,03			1	0,03	
2	0,03			2	0,03	
3	0,03				0,06	
	0,09					
VS 30		347,73		0	0	

Illustrazione 16: Sismostratigramma rispetto livello di fondazione

Profilo sismostratigrafico

(dal livello di fondazione)



Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (V_{s30}) è risultato

$$VS30 = 347 \text{ m/s}$$

che comporta una classificazione del suolo in categoria:

C

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).

GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fisc.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
Dom.: Via Leporelli Pitti, 10 - 52100 Arezzo (AR)
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928



RIFRAZIONE

Per ogni indagine sismica a rifrazione a onde Sh è stata utilizzata la seguente attrezzatura e fasi di elaborazione:

STRUMENTAZIONE

- Un sistema di energizzazione delle onde Sh La sorgente è costituita da una mazza di 8 kg battente orizzontalmente su parallelepipedo (traversina ferroviaria) disposto ortogonalmente allo stendimento e parallelo alla direzione di acquisizione dei geofoni.

Per aumentare l'attrito fra il terreno e la trave e di conseguenza diminuire la dispersione del colpo, viene posto un carico addizionale sopra essa.

- Un sistema composto da 24 geofoni con movimento della massa orizzontale
- Due cavi telemetrici modulari di 60 m l'uno con convertitori A/D a 16 bit equidistanziati ogni 5 m.
- Un sistema di raccolta dati collegato a un notebook mediante cavo seriale, nel quale è stato installato il programma di acquisizione dati.
- Un sistema trigger composto da un geofono da 4.5 H

ELABORAZIONE SOFTWARE

L'elaborazione e la seguente modellizzazione dei dati è stata eseguita mediante il programma INTERSISM 2.1 della Geo&Soft International e può essere riassunta nelle seguenti fasi fondamentali:

1. Aggiornamento delle headers e creazione dei database. In questa fase vengono caricati i sismogrammi e impostate le caratteristiche dello stendimento: quote, offset ecc.. Questo stadio è uguale sia per lo studio delle onde P che per le onde S essendo identico lo stendimento.
2. Picking dei primi arrivi sia per le tracce delle onde P che le onde Sh. Prima di questa fase, se presente, vengono adottati dei filtri per eliminare o ridurre eventuali rumori o segnali non ritenuti utili. Ricostruzione e traslazione delle dromocrone
3. Modellizzazione e calcolo di un profilo del sottosuolo mediante il Metodo Reciproco Generalizzato GRM o/e Plus Minus .
4. Fra una fase e l'altra vengono eseguiti dei controlli tali da garantire la qualità e la congruenza fra il modello di sottosuolo ottenuto e la geologia nota (stratigrafia e caratteristiche geotecniche)

RIF 01

Per l'acquisizione delle onde Sh è stato adottato uno stendimento lungo 92 m che, con direzione Ovest -Est, con inizio dall'angolino del campino di calcio (compresi gli shots esterni) (Illustrazione 17 e Disegno 1).

Illustrazione 17: Stendimento



L'adozione di queste dimensioni è stata quella ritenuta con il miglior compromesso: qualità del segnale – spazio che nel punto di massima lunghezza è risultato di 172 m compresi gli scoppi esterni.

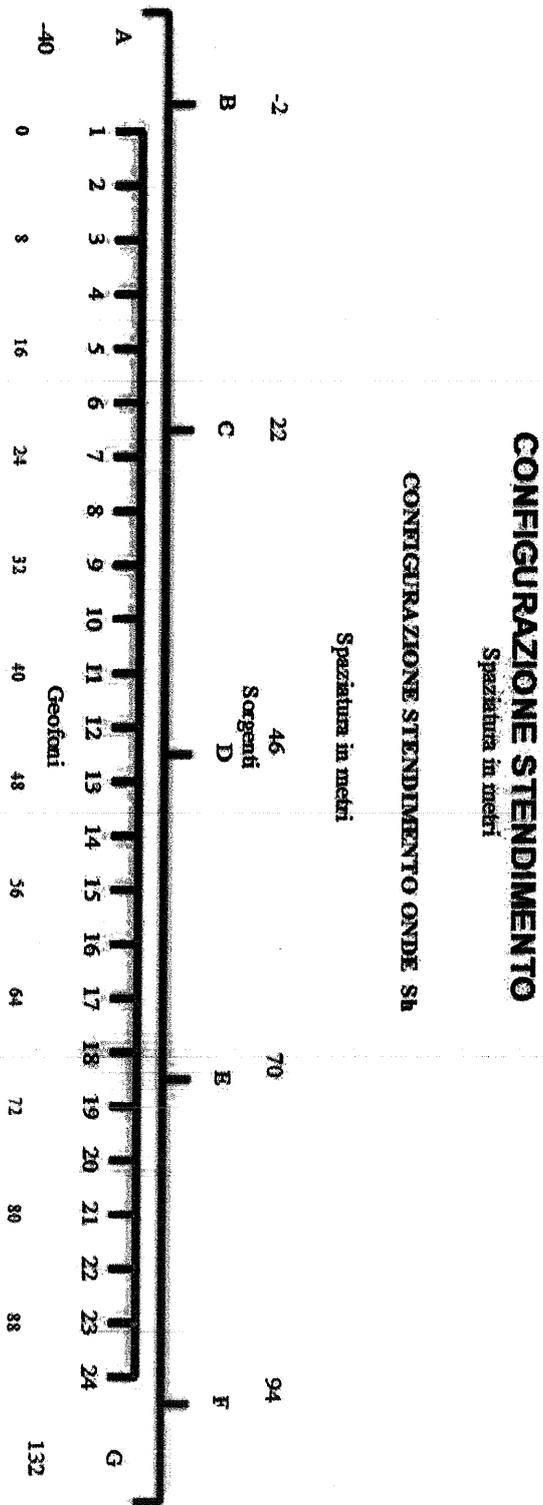
Il terreno presenta delle variazioni di quota che sono state misurate e poi utilizzate durante l'elaborazione per apportare le dovute correzioni al fine di portare tutti i ricevitori e sorgenti allo stesso datum (livello di fondazione). Al fine di ridurre il rumore e migliorare il segnale utile, è stato necessario eseguire diverse energizzazioni per ogni scoppio che poi sono state sommate (stacking);

inoltre sono state eseguite delle variazioni nell'amplificazione dei guadagni (gain) per ottimizzare anche il segnale proveniente dai geofoni con offset più elevati.

Lo stendimento è stato coperto per mezzo di 24 geofoni orizzontali con distanza intergeofonica di 4 m con sette punti di energizzazione disposti nel seguente modo:

- 2 end-shots (SCOPPIO A e G) posti a - 40 m e 132 m dal primo geofono
- 2 shots posti a mezza distanza intergeofonica dal primo e ultimo geofono (SCOPPIO B e F) posti a -2 m e 94 m dal primo geofono
- 2 shots intermedi posti fra il 5° e il 6° geofono e tra il 17° e il 18° geofono (SCOPPIO C e E) posti a 22 m e 70 m
- 1 centrale tra il 11° e il 12° geofono (SCOPPIO D) posti a 46 m

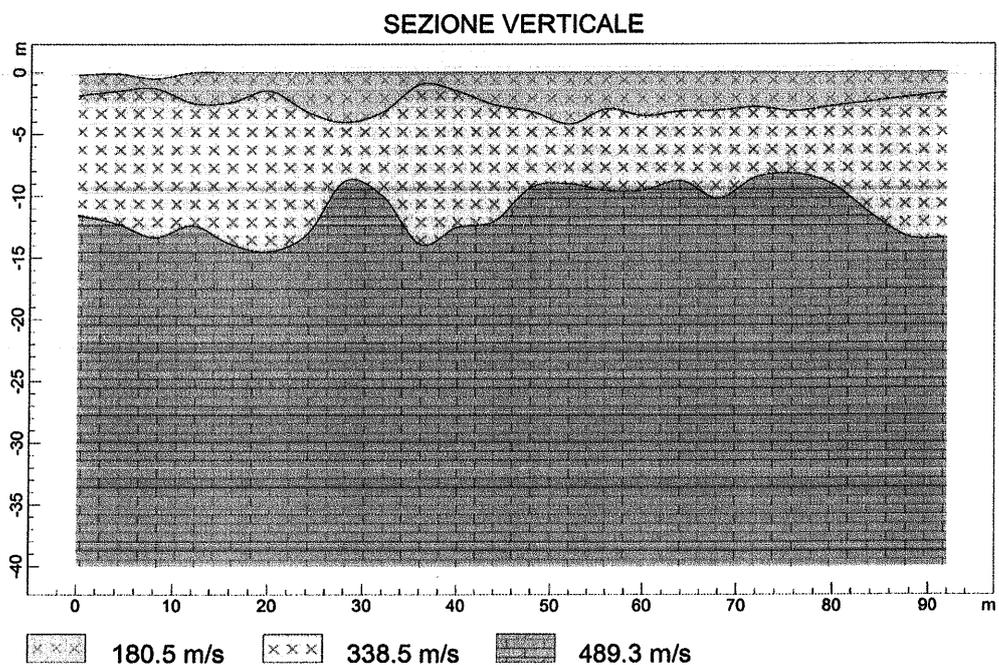
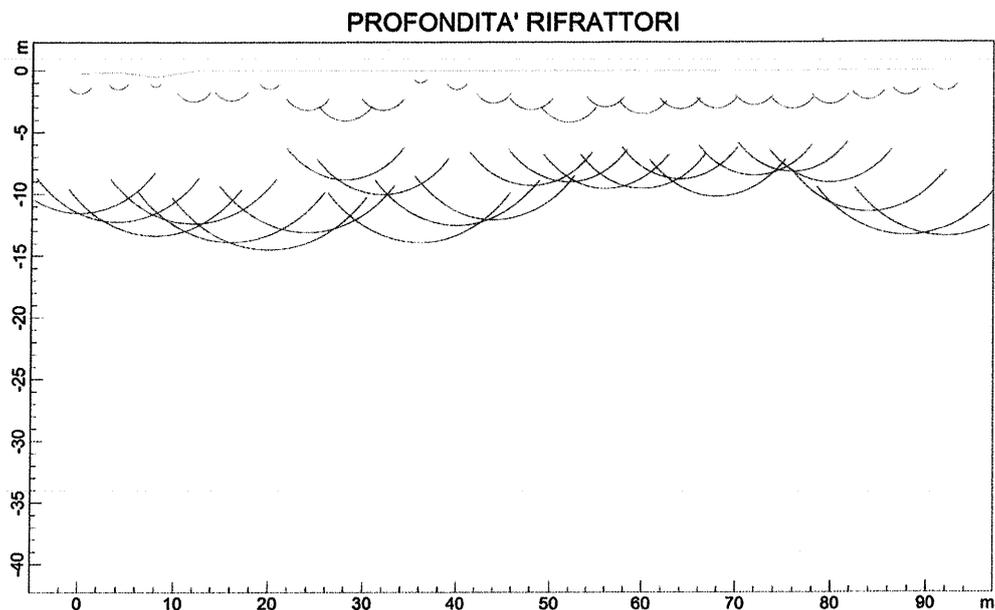
Disegno 1: Configurazione stendimento



Qui di seguito vengono riportati il sismostratigramma e vari valori calcolati durante l'elaborazione:
velocità, profondità delle onde Sh :

Illustrazione 18: Profilo sismico onde Sh

SISMICA A ONDE SH RIF 01



www.geoandsoft.com

SISMICA A ONDE SH RIF 01

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-40.00	-1.00	01 (1).dat
-2.00	0.00	01 (2).dat
22.00	0.00	01 (3).dat
46.00	0.00	01 (4).dat
70.00	0.00	01 (5).dat
94.00	0.00	01 (6).dat
134.00	0.00	01 (7).dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -40 [ms]	FBP da -2 [ms]	FBP da 22 [ms]	FBP da 46 [ms]	FBP da 70 [ms]	FBP da 94 [ms]	FBP da 134 [ms]
1	0.00	-.20	133.20	17.60	57.05	121.45	188.63	255.81	348.84
2	4.00	-.10	142.60	33.40	54.45	108.53	186.05	250.65	343.67
3	8.00	-.50	150.40	45.40	52.20	105.94	180.88	248.06	338.50
4	12.00	0.00	164.20	70.60	49.95	100.78	165.37	232.56	328.17
5	16.00	0.00	170.40	83.80	25.50	93.02	167.96	229.97	320.41
6	20.00	0.00	179.20	89.00	0.40	82.69	155.04	219.64	310.08
7	24.00	0.00	189.60	118.86	15.50	67.18	152.45	204.13	302.33
8	28.00	0.00	200.60	121.45	41.40	67.18	149.87	196.38	291.99
9	32.00	0.00	210.20	131.78	64.60	51.68	118.86	188.63	284.24
10	36.00	0.00	206.00	131.78	49.00	56.85	113.70	183.46	279.07
11	40.00	0.00	216.60	142.12	69.77	22.80	98.19	170.54	263.57
12	44.00	0.00	227.20	155.04	80.10	19.00	98.19	155.04	258.40
13	48.00	0.00	232.56	165.37	95.61	12.92	87.86	149.87	248.06
14	52.00	0.00	240.31	170.54	111.11	33.59	82.69	147.29	242.89
15	56.00	0.00	242.89	180.88	118.86	57.00	62.02	129.20	229.97

16	60.00	0.00	260.98	196.38	129.20	74.80	59.43	121.45	224.81
17	64.00	0.00	268.73	204.13	136.95	62.02	41.34	111.11	211.89
18	68.00	0.00	271.32	201.55	147.29	80.80	25.84	98.19	201.55
19	72.00	0.00	279.07	214.47	149.87	85.27	11.20	85.27	195.20
20	76.00	0.00	286.82	224.81	167.96	93.02	31.01	77.52	193.80
21	80.00	0.00	297.16	227.39	167.96	100.78	31.01	59.43	191.21
22	84.00	0.00	304.91	245.48	186.05	103.36	38.76	41.20	183.40
23	88.00	0.00	312.66	245.48	193.80	111.11	55.20	24.60	173.00
24	92.00	0.00	323.00	250.65	204.13	113.70	73.60	15.00	165.20

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	1.7	11.3
2	1.4	12.1
3	0.8	12.9
4	2.5	12.4
5	2.4	13.9
6	1.5	14.5
7	3.2	13.1
8	4.0	8.8
9	3.2	10.0
10	1.0	13.9
11	1.5	12.5
12	2.6	12.1
13	3.2	9.3
14	4.2	9.0
15	3.0	9.6
16	3.5	9.5
17	3.1	8.8
18	3.1	10.2

19	2.8	8.5
20	3.1	8.2
21	2.7	9.1
22	2.4	11.4
23	2.0	13.3
24	1.6	13.4

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	180.5
2	338.5
3	489.3

GEOMA di Marco Marzapini
 Res. Fisc.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
 Dom.: Via Laparelli Pini, 16 - 52100 Arezzo (AR)
 Cell. 328-7256608 - marzapinimarco@gmail.com
 C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928




CONCLUSIONI

L'analisi delle onde Sh ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS 30 dal livello di fondazione (gli spessori sono calcolati facendo la media degli strati nel profilo):

- La sezione ottenuta mostra un primo sismostrato con una velocità delle onde S di circa 180,5 m/s fino alla profondità di circa 2,52 m
- Un secondo strato a 338,5 m/s per uno spessore di 8,64 m
- La sezione sismostratigrafica evidenzia, al di sotto dei 11,16 m di profondità, velocità delle onde di taglio (Vs) che aumentano fino a circa 489,3 m/s alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e un sismo-stratigramma:

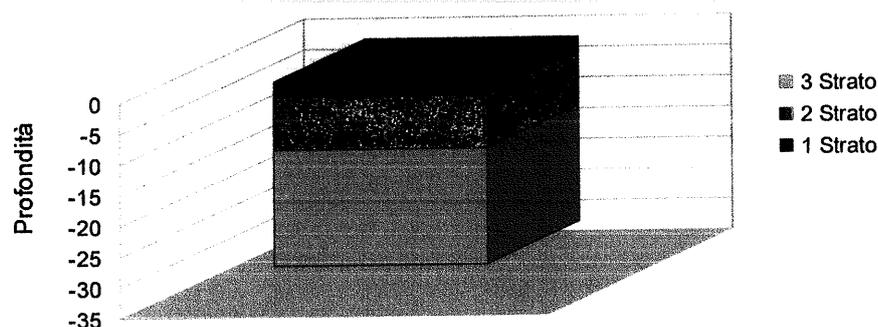
Tabella 4: PROFILO SISMICO E DATI

VS30 e PARAMETRI ELASTICI					
Profondità livello fondazione	0	Profondità livello campagna	0	Profondità (m) liv fond	
Strato	Vs (m/s)		Spessore ONDE S (m)	da	a
1	180,5		2,52	0	-2,52
2	338,5		8,64	-2,52	-11,16
3	489,3		18,84	-11,16	30
1	0,01		1	0,01	
2	0,03		2	0,03	
3	0,04			0,04	
	0,08				
VELOCITA' STRATI SUPERIORE SUBSTRATO > 800 m/					
VS 30	384,67		VEL. STRATI SUP SUB > 800 m/s	VS 30	0
			0		

Illustrazione 19: Sismostratigramma rispetto livello di fondazione

Profilo sismostratigrafico

(dal livello di fondazione)



Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (V_{s30}) è risultato

$$VS30 = 384,67 \text{ m/s}$$

che comporta una classificazione del suolo in categoria:

B

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fisc.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
Dom.: Via Leopardi Pini, 10 - 52100 Arezzo (AR)
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928



RIF 02

Per l'acquisizione delle onde Sh è stato adottato uno stendimento lungo 92 m che, con direzione NE- SO, con inizio dall'angolino al capanno con forno (Illustrazione 20 e Disegno 2).

Illustrazione 20: Stendimento



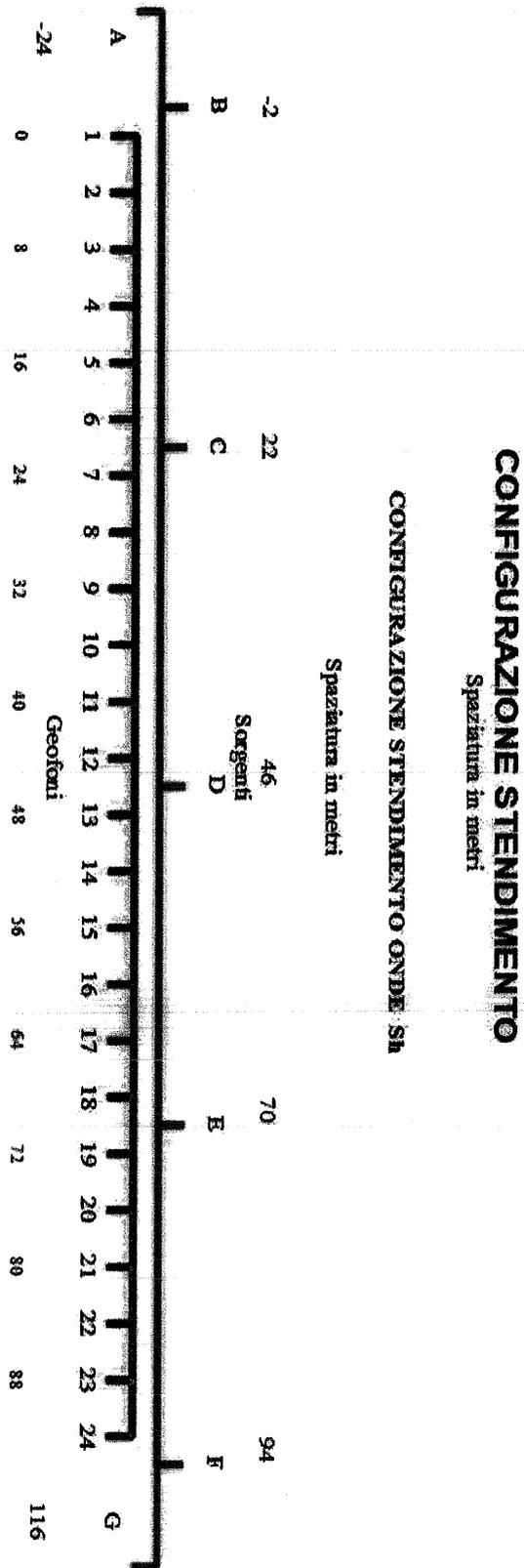
L'adozione di queste dimensioni è stata quella ritenuta con il miglior compromesso: qualità del segnale – spazio che nel punto di massima lunghezza è risultato di 140 m compresi gli scoppi esterni.

Il terreno presenta delle variazioni di quota che sono state misurate e poi utilizzate durante l'elaborazione per apportare le dovute correzioni al fine di portare tutti i ricevitori e sorgenti allo stesso datum (livello di fondazione). Al fine di ridurre il rumore e migliorare il segnale utile, è stato necessario eseguire diverse energizzazioni per ogni scoppio che poi sono state sommate (stacking); inoltre sono state eseguite delle variazioni nell'amplificazione dei guadagni (gain) per ottimizzare anche il segnale proveniente dai geofoni con offset più elevati.

Lo stendimento è stato coperto per mezzo di 24 geofoni orizzontali con distanza intergeofonica di 4 m con sette punti di energizzazione disposti nel seguente modo:

- 2 end-shots (SCOPPIO A e G) posti a – 24 m e 116 m dal primo geofono
- 2 shots posti a mezza distanza intergeofonica dal primo e ultimo geofono (SCOPPIO B e F) posti a -2 m e 94 m dal primo geofono
- 2 shots intermedi posti fra il 5° e il 6° geofono e tra il 17° e il 18° geofono (SCOPPIO C e E) posti a 22 m e 70 m
- 1 centrale tra il 11° e il 12° geofono (SCOPPIO D) posti a 46 m

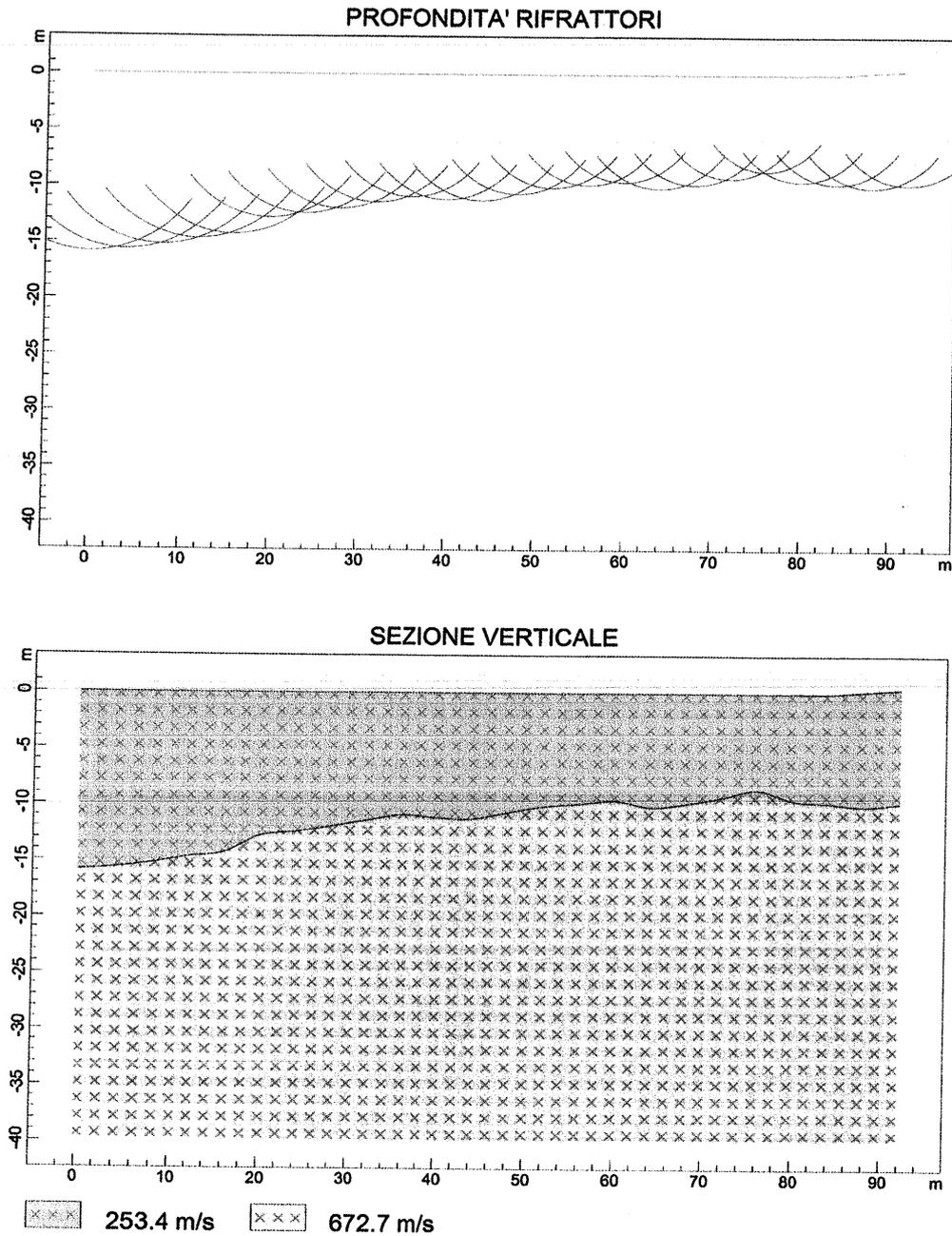
Disegno 2: Configurazione stendimento



Qui di seguito vengono riportati il sismostratigramma e vari valori calcolati durante l'elaborazione:
velocità, profondità delle onde Sh :

Illustrazione 21: Profilo sismico onde Sh

SISMICA A ONDE SH RIF 02



www.geoandsoft.com

SISMICA A ONDE SH RIF 02

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-24,00	0,00	01,dat
-2,00	0,00	02,dat
22,00	0,00	03,dat
46,00	0,00	04,dat
70,00	0,00	05,dat
94,00	0,60	06,dat
116,00	2,00	07,dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N,	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -24 [ms]	FBP da -2 [ms]	FBP da 22 [ms]	FBP da 46 [ms]	FBP da 70 [ms]	FBP da 94 [ms]	FBP da 116 [ms]
1	0,00	0,00	60,80	9,60	63,30	109,55	203,00	245,40	266,15
2	4,00	0,00	67,60	9,80	55,90	104,70	194,60	235,20	255,81
3	8,00	0,00	70,40	20,00	46,05	95,80	184,00	224,80	250,65
4	12,00	0,00	80,00	29,20	35,35	87,50	173,40	222,20	242,89
5	16,00	0,00	89,20	37,40	24,57	75,05	138,00	211,80	232,56
6	20,00	0,00	91,40	46,60	11,35	71,90	127,40	206,80	222,22
7	24,00	0,00	103,20	59,80	14,60	65,00	113,60	196,40	219,64
8	28,00	0,00	107,80	65,80	31,00	54,55	111,20	180,80	211,89
9	32,00	0,00	124,40	74,40	40,40	45,10	99,20	178,20	201,55
10	36,00	0,00	128,20	79,60	52,60	41,70	95,40	180,80	193,00
11	40,00	0,00	136,00	92,60	50,80	34,27	93,80	170,60	194,40
12	44,00	0,00	160,80	108,60	60,20	15,60	95,40	157,60	178,00
13	48,00	0,00	165,40	118,80	65,80	16,40	72,40	160,20	171,20
14	52,00	0,00	178,20	131,80	77,80	33,00	62,02	155,00	166,20
15	56,00	0,00	190,00	155,00	98,20	46,51	62,60	147,20	152,40

16	60,00	0,00	194,20	160,20	92,00	43,60	59,43	139,60	160,40
17	64,00	0,00	209,40	165,40	113,60	67,20	41,34	134,40	143,60
18	68,00	0,00	217,00	178,20	128,20	59,80	18,09	121,40	138,20
19	72,00	0,00	222,20	183,40	133,80	89,40	14,00	111,20	128,60
20	76,00	0,00	245,40	183,46	144,70	88,40	28,42	98,20	131,00
21	80,00	0,00	255,80	198,97	157,62	78,80	54,26	82,60	130,20
22	84,00	0,00	271,32	209,40	175,71	129,20	80,10	49,00	124,80
23	88,00	0,20	273,90	211,89	188,63	147,29	103,36	28,60	111,40
24	92,00	0,40	284,24	219,64	193,80	157,62	131,78	2,60	90,20

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

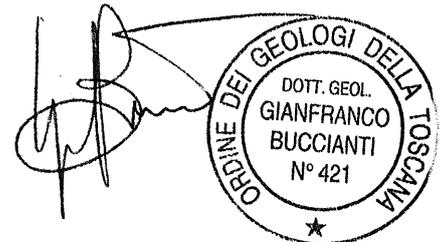
N, Geof,	Dist, Rifr, l [m]
1	15,9
2	15,6
3	15,2
4	14,6
5	14,2
6	12,8
7	12,4
8	11,9
9	11,4
10	10,9
11	11,1
12	11,2
13	10,6
14	10,1
15	9,8
16	9,6
17	10,1
18	9,8

19	9,2
20	8,6
21	9,5
22	9,7
23	10,2
24	10,1

VELOCITA' DEGLI STRATI

N, Strato	Velocità [m/s]
1	253,4
2	672,7

GEOMA di Marco Marzupini
 Res. Fisc.: Via delle Cicogne, 28 - 09013 Capoterra (CA)
 Dom.: Via Lapusoli Pini, 10 - 52100 Arezzo (AR)
 Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
 C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928



CONCLUSIONI

L'analisi delle onde Sh ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS 30 dal livello di fondazione (gli spessori sono calcolati facendo la media degli strati nel profilo):

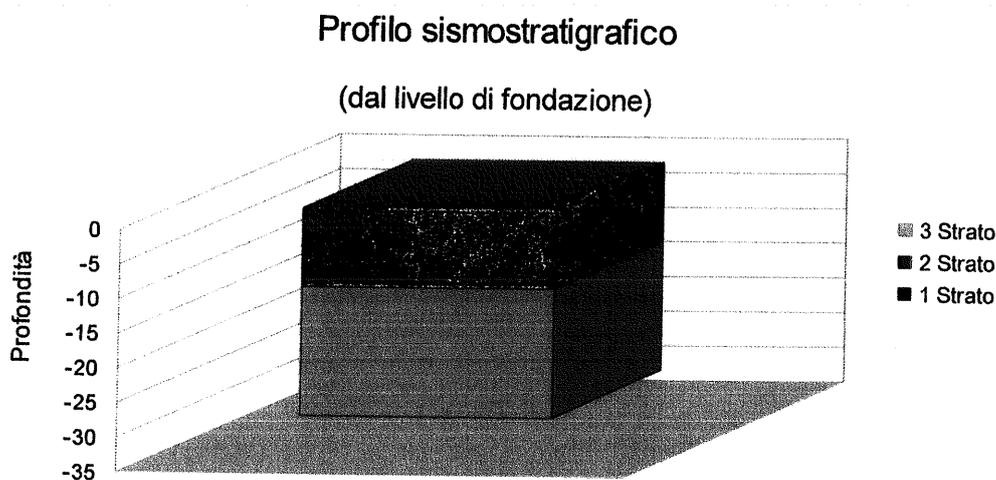
- La sezione ottenuta mostra un primo sismostrato con una velocità delle onde S di circa 253,4 m/s fino alla profondità di circa 11,44 m
- La sezione sismostratigrafica evidenzia, al di sotto dei 18,56 m di profondità, velocità delle onde di taglio (V_s) che aumentano fino a circa 672,7 m/s alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e un sismo-stratigramma:

Tabella 5: PROFILO SISMICO E DATI

VS30 e PARAMETRI ELASTICI				
Profondità livello fondazione	0	Profondità livello campagna	0	Profondità (m) liv fond
Strato	V_s (m/s)		Spessore ONDE S (m)	
1	253,4		11,44	0
2	672,7		18,56	-11,44
				30
1	0,05		1	0,05
2	0,03			0,05
	0,07			
VELOCITA' STRATI SUPERIORE SUBSTRATO > 800 m/				
VS 30	412,45		VEL. STRATI SUP SUB > 800 m/s	VS 30
			0	0

Illustrazione 22: Sismostratigramma rispetto livello di fondazione



Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (Vs30) è risultato

VS30 = 412,45 m/s

che comporta una classificazione del suolo in categoria:

B

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

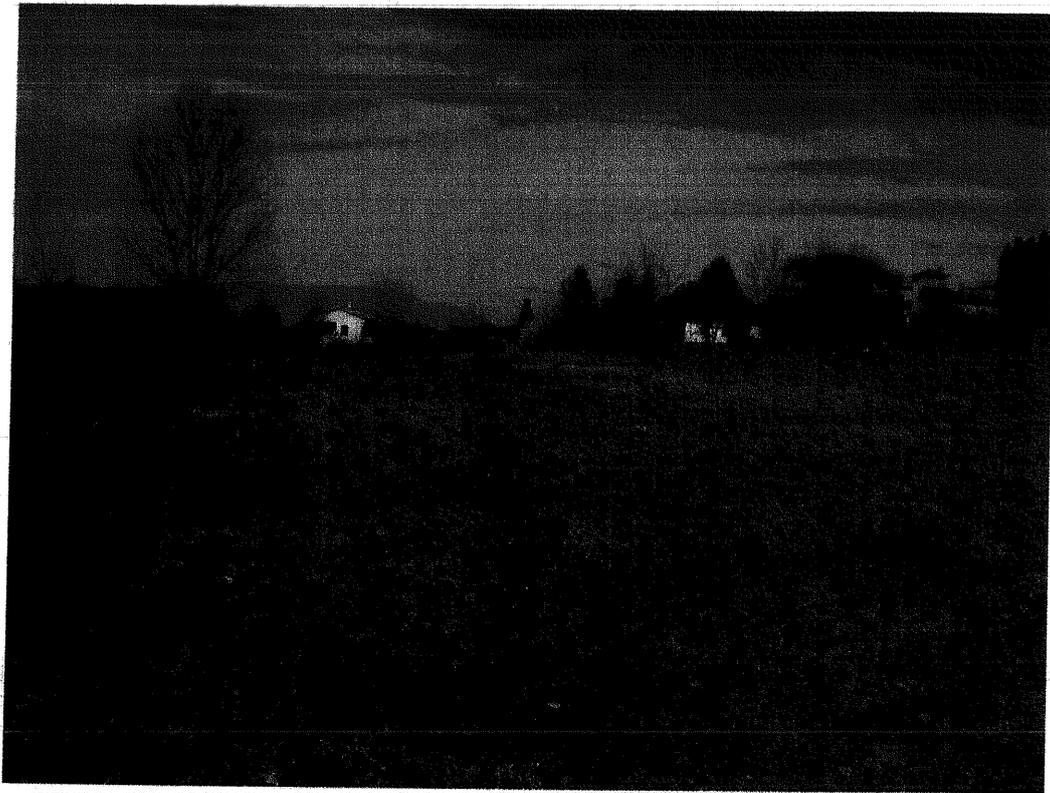
GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fisc.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
Dom.: Via Legnoli Pitti, 10 - 52100 Arezzo (AR)
Cell: 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928



RIF 03

Per l'acquisizione delle onde Sh è stato adottato uno stendimento lungo 103,5 m che, con direzione Ovest -Est, parallelo alla scarpata, si interseca al geofono 4-5° con Rif 04 e a -8 m con la Rif 02 (Illustrazione 23 e Disegno 3).

Illustrazione 23: Stendimento



L'adozione di queste dimensioni è stata quella ritenuta con il miglior compromesso: qualità del segnale – spazio che nel punto di massima lunghezza è risultato di 172 m compresi gli scoppi esterni.

Il terreno presenta delle variazioni di quota che sono state misurate e poi utilizzate durante l'elaborazione per apportare le dovute correzioni al fine di portare tutti i ricevitori e sorgenti allo stesso datum (livello di fondazione). Al fine di ridurre il rumore e migliorare il segnale utile, è stato

necessario eseguire diverse energizzazioni per ogni scoppio che poi sono state sommate (stacking); inoltre sono state eseguite delle variazioni nell'amplificazione dei guadagni (gain) per ottimizzare anche il segnale proveniente dai geofoni con offset più elevati.

Lo stendimento è stato coperto per mezzo di 24 geofoni orizzontali con distanza intergeofonica di 4,5 m con sette punti di energizzazione disposti nel seguente modo:

- 2 end-shots (SCOPPIO A e G) posti a - 40 m e 138,5 m dal primo geofono
- 2 shots posti a mezza distanza intergeofonica dal primo e ultimo geofono (SCOPPIO B e F) posti a -2 m e 105,5 m dal primo geofono
- 2 shots intermedi posti fra il 5° e il 6° geofono e tra il 17° e il 18° geofono (SCOPPIO C e E) posti a 24,75 m e 78,75 m
- 1 centrale tra il 11° e il 12° geofono (SCOPPIO D) posti a 51,75 m

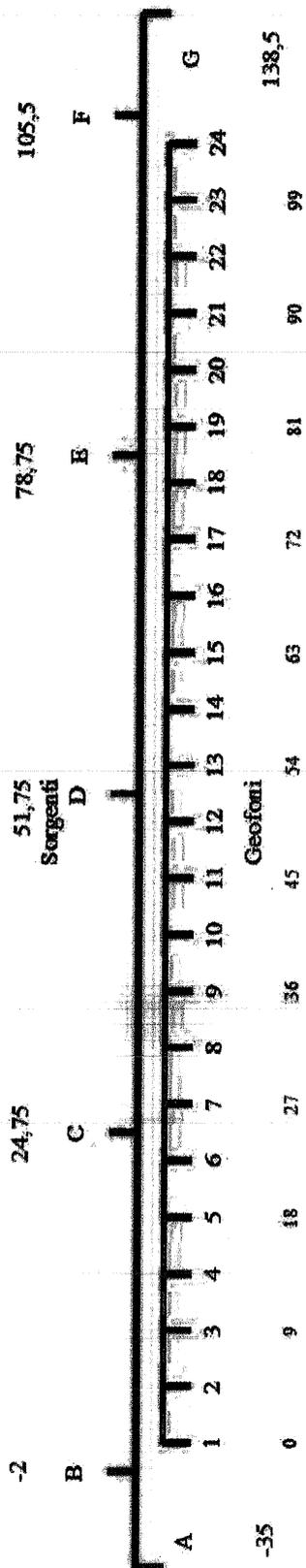
Disegno 3: Configurazione stendimento

CONFIGURAZIONE STENDIMENTO

Spaziatura in metri

CONFIGURAZIONE STENDIMENTO ONDE SH

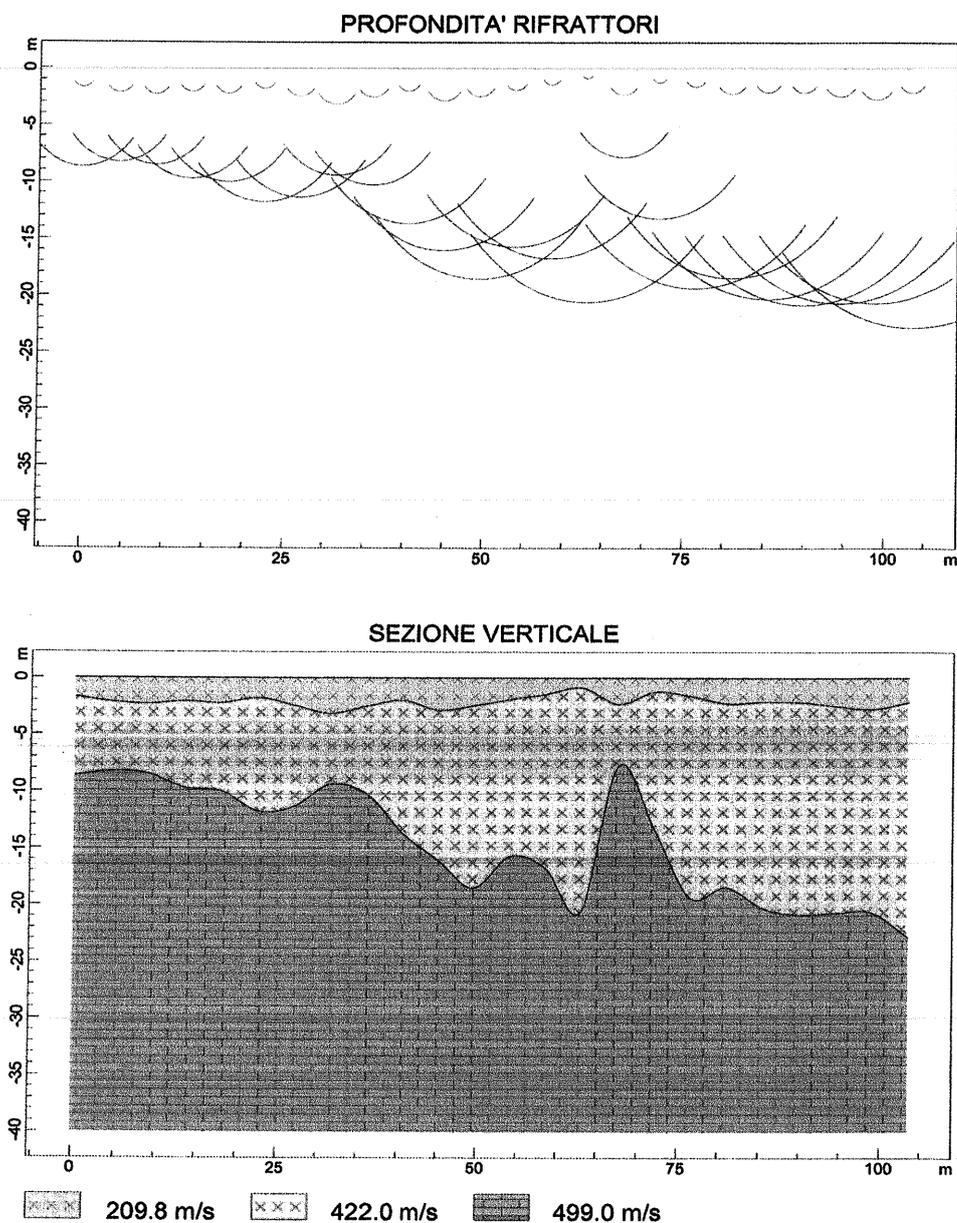
Spaziatura in metri



Qui di seguito vengono riportati il sismostratigramma e vari valori calcolati durante l'elaborazione:
velocità, profondità delle onde Sh :

Illustrazione 24: Profilo sismico onde Sh

SISMICA A ONDE SH RIF 03



www.geoandsoft.com

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

SISMICA A ONDE SH RIF 03

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-35,00	-2,00	01 (1),dat
-2,00	0,00	01 (2),dat
24,75	0,00	01 (3),dat
51,75	0,00	01 (4),dat
78,75	0,00	01 (5),dat
105,50	0,00	01 (6),dat
138,50	0,00	01 (7),dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N,	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -35 [ms]	FBP da -2 [ms]	FBP da 24,75 [ms]	FBP da 51,75 [ms]	FBP da 78,75 [ms]	FBP da 105,5 [ms]	FBP da 138,5 [ms]
1	0,00	0,00	99,80	7,75	77,25	142,80	204,00	266,15	312,55
2	4,50	0,00	111,40	33,80	66,45	128,40	191,60	260,98	310,15
3	9,00	0,00	125,60	41,60	55,25	119,20	184,80	248,06	304,15
4	13,50	0,00	135,40	50,80	36,25	110,40	171,60	237,73	297,10
5	18,00	0,00	144,40	60,00	29,90	103,00	166,20	227,39	294,40
6	22,50	0,00	157,60	74,40	18,90	94,00	144,20	214,47	299,30
7	27,00	0,00	168,60	85,00	28,70	85,40	141,40	206,72	301,85
8	31,50	0,00	179,60	94,60	44,57	72,20	134,80	204,13	272,75
9	36,00	0,00	198,20	111,20	47,40	55,20	109,40	188,63	280,00
10	40,50	0,00	189,40	106,60	53,15	43,93	118,00	186,05	261,90
11	45,00	0,00	208,40	124,20	70,90	24,80	101,40	175,71	230,35
12	49,50	0,00	220,80	133,40	82,85	19,00	90,60	157,62	222,35
13	54,00	0,00	231,80	143,40	92,30	17,50	78,80	140,00	221,45
14	58,50	0,00	235,14	144,40	98,65	40,15	69,00	137,00	216,85
15	63,00	0,00	245,48	147,40	105,40	50,45	60,40	129,40	210,65
16	67,50	0,00	260,98	178,29	129,05	61,25	53,60	103,80	197,40
17	72,00	0,00	266,15	186,05	133,15	69,80	33,59	95,80	184,35
18	76,50	0,00	281,65	196,38	141,55	75,80	7,75	90,00	177,50
19	81,00	0,00	281,65	211,89	158,05	84,85	15,50	78,80	167,35
20	85,50	0,00	291,99	219,64	170,70	93,90	25,84	66,00	157,15

21	90,00	0,00	302,33	232,56	177,65	100,90	41,34	58,00	146,10
22	94,50	0,00	315,25	235,14	196,15	117,70	62,40	50,80	137,05
23	99,00	0,00	333,33	253,23	203,85	135,40	73,40	42,40	125,42
24	103,50	0,00	338,50	258,40	212,15	145,10	83,40	7,75	112,90

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N, Geof,	Dist, Rifr, 1 [m]	Dist, Rifr, 2 [m]
1	1,7	8,7
2	2,1	8,2
3	2,3	8,5
4	2,1	9,7
5	2,2	10,0
6	1,8	11,8
7	2,4	11,4
8	3,2	9,4
9	2,5	10,3
10	2,0	13,7
11	2,8	16,0
12	2,4	18,5
13	1,9	15,7
14	1,4	16,7
15	0,9	20,6
16	2,3	7,8
17	1,2	13,2
18	1,6	19,4
19	2,3	18,4
20	2,1	20,3
21	2,1	20,8
22	2,5	20,7
23	2,7	20,7
24	2,1	22,8

VELOCITA' DEGLI STRATI

GEOMA di Marco Marzupini
 Res. Fleg.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
 Dom.: Via Le Palme 1111, 10 - 52100 Arezzo (AR)
 Cell. 328-7255608 - marzupini.marco@gmail.com
 C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928

N, Strato	Velocità [m/s]
1	209,8
2	422,0
3	499,0



CONCLUSIONI

L'analisi delle onde Sh ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS 30 dal livello di fondazione (gli spessori sono calcolati facendo la media degli strati nel profilo):

- La sezione ottenuta mostra un primo sismostrato con una velocità delle onde S di circa 209,8 m/s fino alla profondità di circa 2,11 m
- Un secondo strato a 422 m/s per uno spessore di 12,61 m
- La sezione sismostratigrafica evidenzia, al di sotto dei 14,72 m di profondità, velocità delle onde di taglio (Vs) che aumentano fino a circa 499 m/s alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e un sismo-stratigramma:

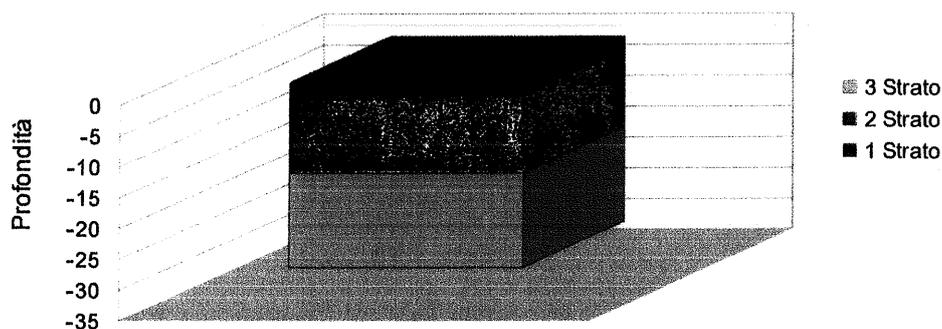
Tabella 6: PROFILO SISMICO E DATI

VS30 e PARAMETRI ELASTICI				
Profondità livello fondazione	0	Profondità livello campagna	0	Profondità (m) liv fond
Strato	Vs (m/s)	Spessore ONDE S (m)	da	a
1	209,8	2,11	0	-2,11
2	422	12,61	-2,11	-14,72
3	499	15,28	-14,72	30
1	0,01	1	0,01	
2	0,03	2	0,03	
3	0,03		0,04	
	0,07	VELOCITA' STRATI SUPERIORE SUBSTRATO > 800 m/s		
VS 30	425,17	VEL. STRATI SUP SUB > 800 m/s		VS 30
		0		0

Illustrazione 25: Sismostratigramma rispetto livello di fondazione

Profilo sismostratigrafico

(dal livello di fondazione)



Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (V_{s30}) è risultato

$$VS30 = 425,17 \text{ m/s}$$

che comporta una classificazione del suolo in categoria:

B

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fisc.: Via delle Cicogne, 28 - 09013 Capoterra (CA)
Dom.: Via Lagorai Fiumi, 10 - 52100 Arezzo (AR)
Cell: 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRG 83B01 A390P - P.I. 03318000928



RIF 04

Per l'acquisizione delle onde Sh è stato adottato uno stendimento lungo 103,5 m che, con direzione Nord – sud, interseca perpendicolarmente la linea Rif 03 (13-14° geofono) (Illustrazione 26 e Disegno 4).

Illustrazione 26: Stendimento



L'adozione di queste dimensioni è stata quella ritenuta con il miglior compromesso: qualità del segnale – spazio che nel punto di massima lunghezza è risultato di 172 m compresi gli scoppi esterni.

Il terreno presenta delle variazioni di quota che sono state misurate e poi utilizzate durante l'elaborazione per apportare le dovute correzioni al fine di portare tutti i ricevitori e sorgenti allo stesso datum (livello di fondazione). Al fine di ridurre il rumore e migliorare il segnale utile, è stato

necessario eseguire diverse energizzazioni per ogni scoppio che poi sono state sommate (stacking); inoltre sono state eseguite delle variazioni nell'amplificazione dei guadagni (gain) per ottimizzare anche il segnale proveniente dai geofoni con offset più elevati.

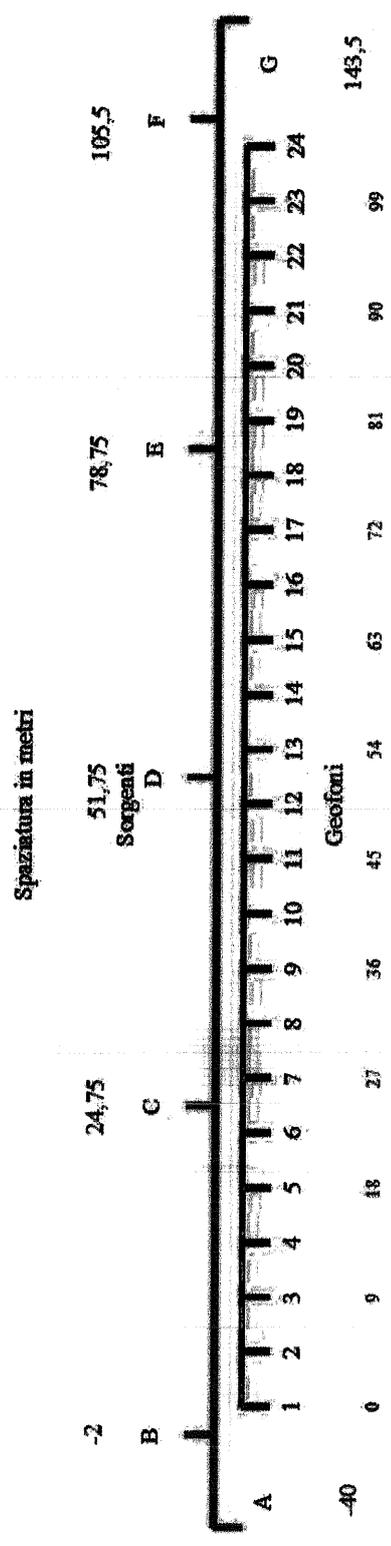
Lo stendimento è stato coperto per mezzo di 24 geofoni orizzontali con distanza intergeofonica di 4,5 m con sette punti di energizzazione disposti nel seguente modo:

- 2 end-shots (SCOPPIO A e G) posti a - 40 m e 138,5 m dal primo geofono
- 2 shots posti a mezza distanza intergeofonica dal primo e ultimo geofono (SCOPPIO B e F) posti a -2 m e 105,5 m dal primo geofono
- 2 shots intermedi posti fra il 5° e il 6° geofono e tra il 17° e il 18° geofono (SCOPPIO C e E) posti a 24,75 m e 78,75 m
- 1 centrale tra il 11° e il 12° geofono (SCOPPIO D) posti a 51,75 m
-

Disegno 4: Configurazione stendimento

CONFIGURAZIONE STENDIMENTO
Spaziatura in metri

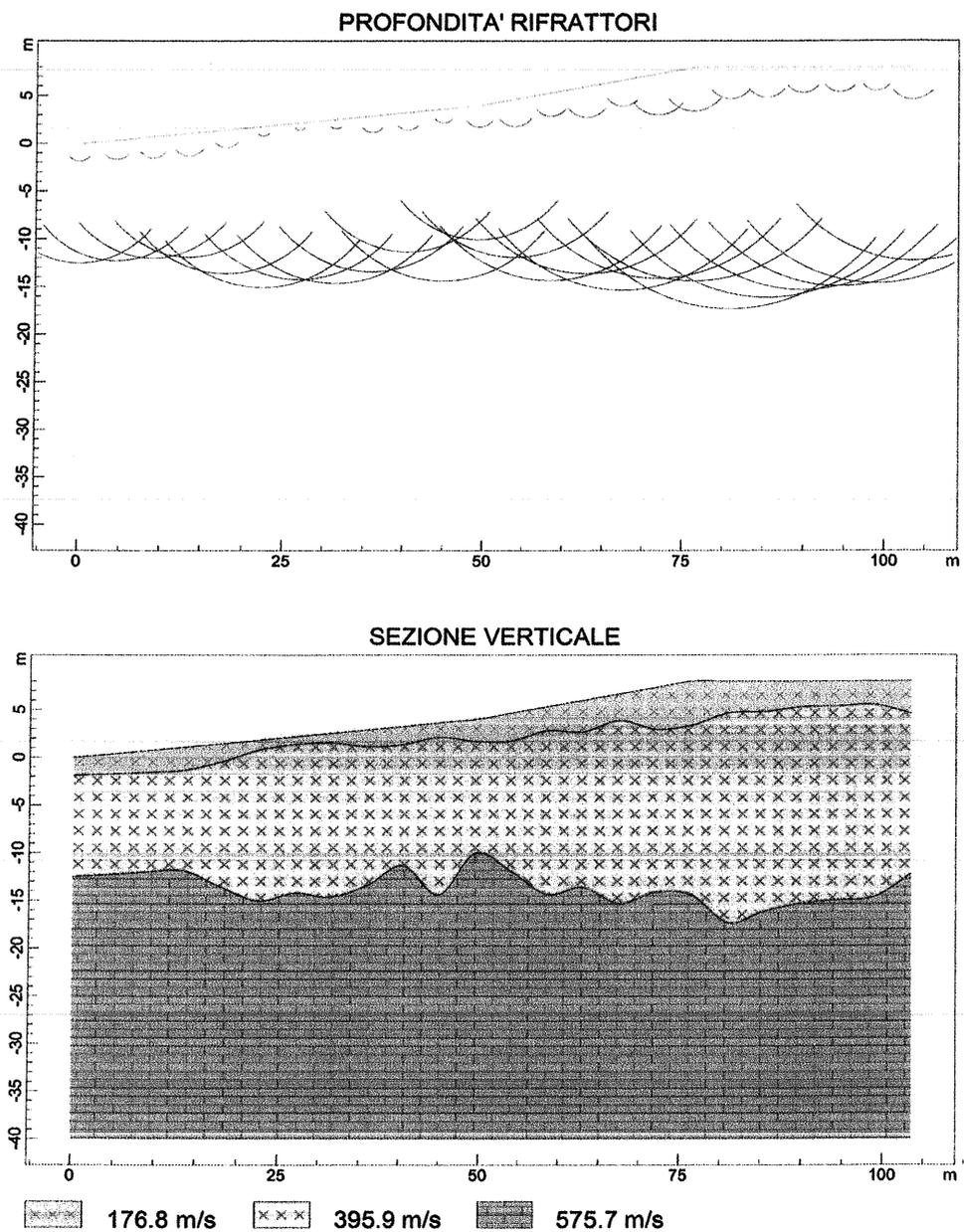
CONFIGURAZIONE STENDIMENTO ONDE SH
Spaziatura in metri



Qui di seguito vengono riportati il sismostratigramma e vari valori calcolati durante l'elaborazione: velocità, profondità delle onde Sh :

Illustrazione 27: Profilo sismico onde Sh

SISMICA A ONDE SH RIF 04



www.geoandsoft.com

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

SISMICA A ONDE SH RIF 04

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-35,00	-4,00	01 (1),dat
-2,00	-,50	01 (2),dat
24,75	2,00	01 (3),dat
51,75	4,00	01 (4),dat
78,75	8,00	01 (5),dat
105,50	8,00	01 (6),dat
138,50	8,00	01 (7),dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N,	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -35 [ms]	FBP da -2 [ms]	FBP da 24,75 [ms]	FBP da 51,75 [ms]	FBP da 78,75 [ms]	FBP da 105,5 [ms]	FBP da 138,5 [ms]
1	0,00	0,00	109,60	21,80	77,00	152,20	209,30	266,15	348,84
2	4,50	0,36	116,60	32,00	73,60	147,60	193,80	268,73	346,25
3	9,00	0,73	129,40	46,00	62,40	136,95	193,80	255,81	335,92
4	13,50	1,09	144,20	56,40	53,80	123,80	183,46	240,31	325,58
5	18,00	1,45	153,20	68,00	46,00	103,20	186,05	232,56	317,83
6	22,50	1,82	166,60	76,80	11,40	93,02	167,96	232,56	312,66
7	27,00	2,18	178,80	87,60	12,92	70,20	157,62	224,81	299,74
8	31,50	2,55	192,60	96,20	36,18	62,00	149,87	214,47	300,00
9	36,00	2,91	215,20	121,40	67,18	46,51	134,37	198,97	280,40
10	40,50	3,27	204,60	115,60	62,00	72,35	139,53	204,13	288,60
11	45,00	3,64	227,20	136,80	77,52	25,84	118,86	186,05	269,80
12	49,50	4,00	239,00	148,60	95,61	9,60	113,70	186,05	258,00
13	54,00	4,67	250,60	161,80	111,11	11,20	100,78	175,71	251,60
14	58,50	5,33	260,40	167,96	116,28	23,26	87,86	157,62	242,60
15	63,00	6,00	271,32	183,46	131,78	49,10	72,35	157,62	232,80
16	67,50	6,67	273,90	193,80	134,37	54,26	56,85	142,12	222,40
17	72,00	7,33	284,24	206,72	147,29	77,52	31,80	131,78	218,00
18	76,50	8,00	294,57	214,47	160,21	93,02	19,20	116,28	206,00
19	81,00	8,00	304,91	222,22	170,54	98,19	21,00	93,02	195,60
20	85,50	8,00	320,41	232,56	188,63	105,94	38,60	85,27	185,80
21	90,00	8,00	325,58	245,48	193,80	126,62	51,80	67,18	176,20
22	94,50	8,00	341,09	255,81	211,89	136,95	69,80	51,68	167,00
23	99,00	8,00	346,25	266,15	214,47	144,70	90,00	41,34	155,04
24	103,50	8,00	343,67	266,15	227,39	162,79	98,19	5,17	144,70

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N, Geof,	Dist, Rifr, 1 [m]	Dist, Rifr, 2 [m]
1	1,9	12,5
2	2,1	12,6
3	2,3	12,7
4	2,4	13,0
5	1,9	15,0
6	1,0	16,9
7	0,8	16,4
8	1,0	17,2
9	1,8	16,3
10	1,9	14,6
11	1,5	18,0
12	2,3	14,0
13	2,9	16,6
14	2,5	19,7
15	3,3	19,6
16	2,8	22,0
17	4,4	21,4
18	4,6	22,4
19	3,3	25,3
20	3,2	24,1
21	2,7	23,3
22	2,6	22,9
23	2,5	22,6
24	3,4	20,2

VELOCITA' DEGLI STRATI

N, Strato	Velocità [m/s]
1	176,8
2	395,9
3	575,7

GEOMA di Marco Marzupini
 Res. Finc.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
 Dom.: Via Lorenzelli Pitti, 10 - 52100 Arezzo (AR)
 Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
 C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928


 ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA
 DOTT. GEOL.
 GIANFRANCO
 BUCCIANTI
 N° 421
 ★

CONCLUSIONI

L'analisi delle onde Sh ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS 30 dal livello di fondazione (gli spessori sono calcolati facendo la media degli strati nel profilo):

- La sezione ottenuta mostra un primo sismostrato con una velocità delle onde S di circa 176,8 m/s fino alla profondità di circa 2,46 m
- Un secondo strato a 395,9 m/s per uno spessore di 15,84 m
- La sezione sismostratigrafica evidenzia, al di sotto dei 18,3 m di profondità, velocità delle onde di taglio (Vs) che aumentano fino a circa 575,7 m/s alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e un sismo-stratigramma:

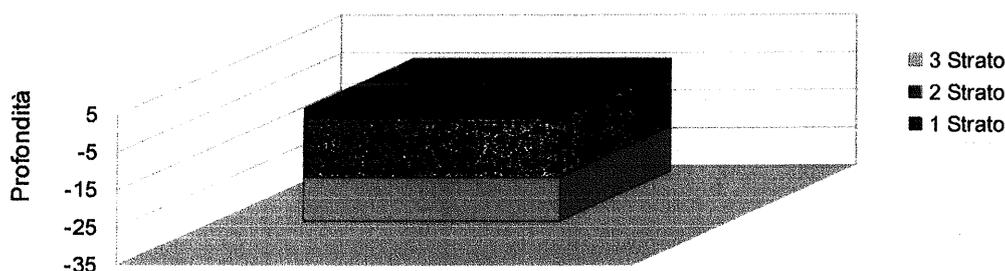
Tabella 7: PROFILO SISMICO E DATI

VS30 e PARAMETRI ELASTICI					
Profondità livello fondazione	0	Profondità livello campagna	0	Profondità (m) liv fond	
Strato	Vs (m/s)	Spessore ONDE S (m)		da	a
1	176,8	2,46		0	-2,46
2	395,9	15,84		-2,46	-18,3
3	575,7	11,7		-18,3	30
1	0,01	1		0,01	
2	0,04	2		0,04	
3	0,02			0,05	
	0,07	VELOCITA' STRATI SUPERIORE SUBSTRATO > 800 m/			
VS 30	404,06	VEL. STRATI SUP SUB > 800 m/s		VS 30	0
		0			

Illustrazione 28: Sismostratigramma rispetto livello di fondazione

Profilo sismostratigrafico

(dal livello di fondazione)



Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (V_{s30}) è risultato

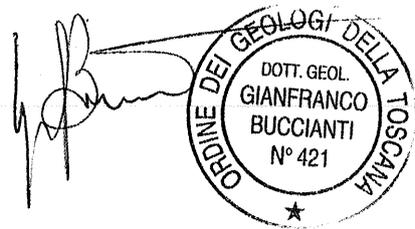
$$V_{s30} = 404,06 \text{ m/s}$$

che comporta una classificazione del suolo in categoria:

B

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina) .

GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fisc.: Via delle Cioeme, 28 - 09012 Capoterra (CA)
Dom.: Via Lagipoli Pitti, 10 - 52100 Arezzo (AR)
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928



RIASSUNTO FINALE

La campagna di indagini può essere riassunta nella seguente tabella:

INDAGINE	TIPO	LUNGHEZZ A	VS30	CATEGORIA	ALLEGATI
MASW 01	Masw	34,5 m	361 m/s	B	M1
MASW 02	Masw	34,5 m	339 m/s	C	M2
MASW 03	Masw	34,5 m	347 m/s	C	M3
RIF 01	Rifrazione a onde Sh	92 m	384,67 m/s	B	Rif 01
RIF 02	Rifrazione a onde Sh	92 m	412,45 m/s	B	Rif 02
RIF 03	Rifrazione a onde Sh	103,5 m	425,17 m/s	B	Rif 03
RIF 04	Rifrazione a onde Sh	103,5 m	404,06 m/s	B	Rif 04

Nota

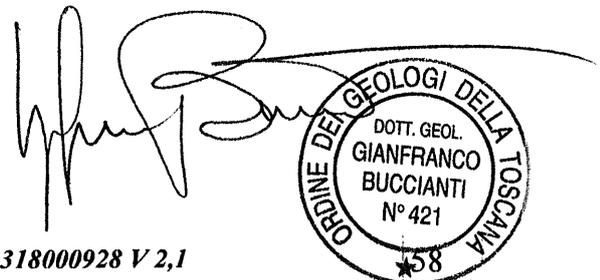
La suddetta classificazione del suolo è determinata mediante l'elaborazione di dati acquisiti in campagna.

A causa delle semplificazioni intrinseche della modellizzazione matematica adottata, si rimanda al geologo, grazie all'esperienza maturata e alle conoscenze del sito, dare la classificazione che ritiene più idonea (PER ULTERIORI APPROFONDIMENTI CONSULTARE Tabella 4)

15/03/12

GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fis.: Via delle Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
Dom.: Via Lazzaroli Pini, 10 - 52100 Arezzo (AR)
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928

Dott. Marco Marzupini



Geoma di Marco Marzupini Cell: 3287255608 Piva 03318000928 V 2,1

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 81bis

Località: Faella, Via Modigliani

Tipo e numero: n. 4 Prove penetrometriche dinamiche
n. 1 Analisi e prove geotecniche di laboratorio
su campione indisturbato
n. 1 Indagine sismica a rifrazione

CARTA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

(Stato attuale)

Legenda

DPSH 1



Prova penetrometrica dinamica

C 1

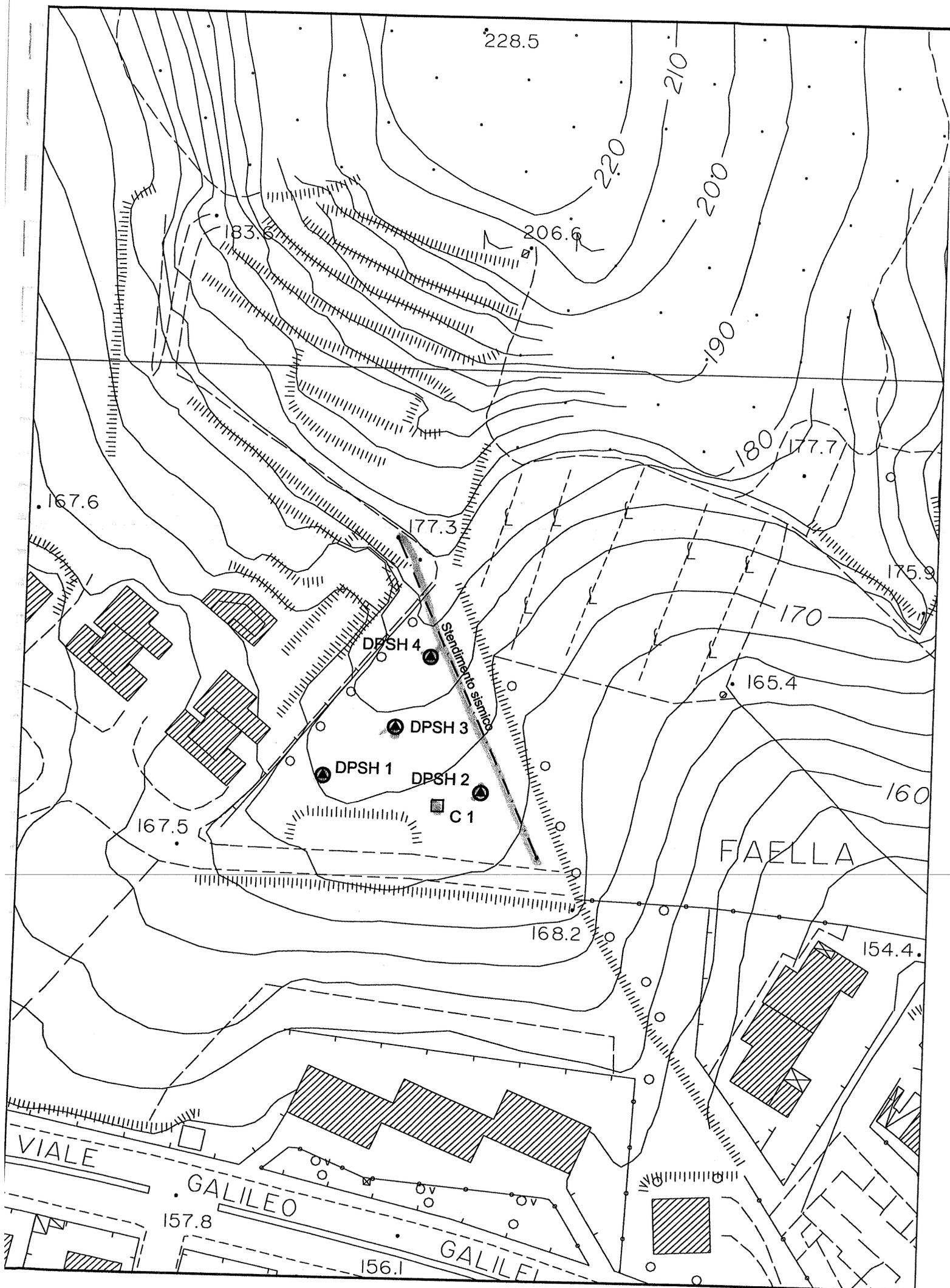


Prelievo di campione indisturbato



Stendimento sismico

Scala 1:1.000



ALLEGATO 1

INDAGINI GEOGNOSTICHE

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
ANALISI DI LABORATORIO SU CAMPIONE INDISTURBATO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- cantiere : Faella
- lavoro : Edificio Civile Abitazione
- località : Faella- Pian di Scò

- data prova : 16/11/2009
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/11/2009

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	1	4,20 - 4,40	9	51,0	5
0,20 - 0,40	4	29,8	1	4,40 - 4,60	9	51,0	5
0,40 - 0,60	9	67,0	1	4,60 - 4,80	10	56,6	5
0,60 - 0,80	9	67,0	1	4,80 - 5,00	7	37,4	6
0,80 - 1,00	11	75,9	2	5,00 - 5,20	13	69,5	6
1,00 - 1,20	15	103,6	2	5,20 - 5,40	13	69,5	6
1,20 - 1,40	11	75,9	2	5,40 - 5,60	7	37,4	6
1,40 - 1,60	14	96,7	2	5,60 - 5,80	7	37,4	6
1,60 - 1,80	10	69,0	2	5,80 - 6,00	12	60,7	7
1,80 - 2,00	7	45,0	3	6,00 - 6,20	17	86,0	7
2,00 - 2,20	10	64,3	3	6,20 - 6,40	12	60,7	7
2,20 - 2,40	8	51,5	3	6,40 - 6,60	15	75,9	7
2,40 - 2,60	9	57,9	3	6,60 - 6,80	13	65,7	7
2,60 - 2,80	8	51,5	3	6,80 - 7,00	16	76,8	8
2,80 - 3,00	9	54,2	4	7,00 - 7,20	30	144,0	8
3,00 - 3,20	10	60,2	4	7,20 - 7,40	18	86,4	8
3,20 - 3,40	12	72,3	4	7,40 - 7,60	14	67,2	8
3,40 - 3,60	15	90,4	4	7,60 - 7,80	15	72,0	8
3,60 - 3,80	10	60,2	4	7,80 - 8,00	21	95,9	9
3,80 - 4,00	15	84,9	5	8,00 - 8,20	29	132,5	9
4,00 - 4,20	15	84,9	5	8,20 - 8,40	45	205,6	9

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

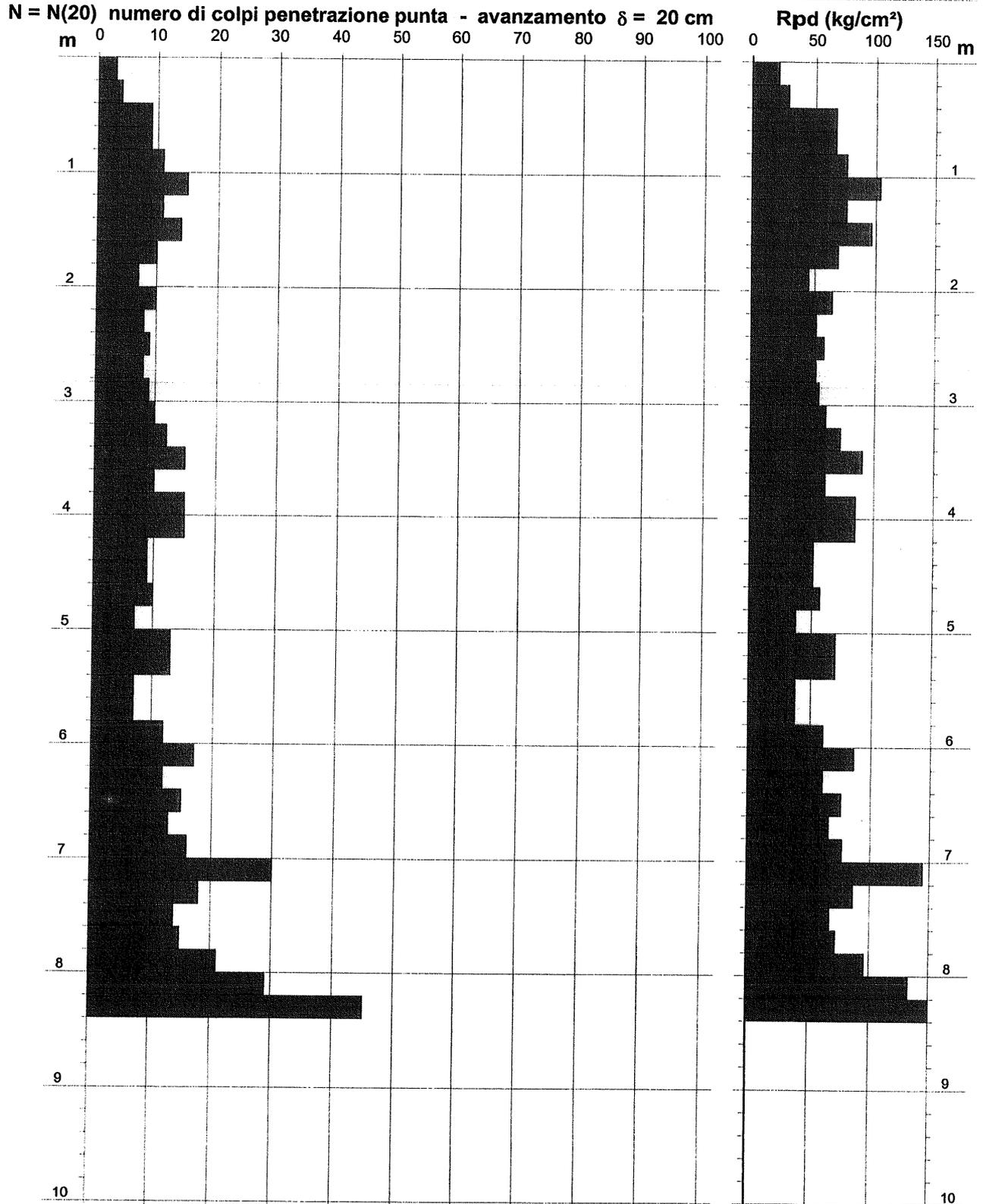
DIN 1

Scala 1: 50

- cantiere : Faella
- lavoro : Edificio Civile Abitazione
- località : Faella- Pian di Scò

- data prova : 16/11/2009
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/01/2010

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- cantiere : Faella
- lavoro : Edificio Civile Abitazione
- località : Faella- Pian di Scò

- data prova : 16/11/2009
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/11/2009

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	4,80 - 5,00	8	42,7	6
0,20 - 0,40	2	14,9	1	5,00 - 5,20	9	48,1	6
0,40 - 0,60	2	14,9	1	5,20 - 5,40	6	32,1	6
0,60 - 0,80	4	29,8	1	5,40 - 5,60	6	32,1	6
0,80 - 1,00	15	103,6	2	5,60 - 5,80	9	48,1	6
1,00 - 1,20	19	131,2	2	5,80 - 6,00	8	40,5	7
1,20 - 1,40	14	96,7	2	6,00 - 6,20	9	45,5	7
1,40 - 1,60	10	69,0	2	6,20 - 6,40	7	35,4	7
1,60 - 1,80	8	55,2	2	6,40 - 6,60	7	35,4	7
1,80 - 2,00	8	51,5	3	6,60 - 6,80	9	45,5	7
2,00 - 2,20	7	45,0	3	6,80 - 7,00	7	33,6	8
2,20 - 2,40	6	38,6	3	7,00 - 7,20	10	48,0	8
2,40 - 2,60	5	32,2	3	7,20 - 7,40	6	28,8	8
2,60 - 2,80	6	38,6	3	7,40 - 7,60	4	19,2	8
2,80 - 3,00	9	54,2	4	7,60 - 7,80	8	38,4	8
3,00 - 3,20	9	54,2	4	7,80 - 8,00	6	27,4	9
3,20 - 3,40	7	42,2	4	8,00 - 8,20	8	36,5	9
3,40 - 3,60	10	60,2	4	8,20 - 8,40	8	36,5	9
3,60 - 3,80	12	72,3	4	8,40 - 8,60	11	50,3	9
3,80 - 4,00	7	39,6	5	8,60 - 8,80	13	59,4	9
4,00 - 4,20	7	39,6	5	8,80 - 9,00	14	61,0	10
4,20 - 4,40	6	34,0	5	9,00 - 9,20	22	95,9	10
4,40 - 4,60	7	39,6	5	9,20 - 9,40	21	91,5	10
4,60 - 4,80	7	39,6	5	9,40 - 9,60	32	139,4	10

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**- Numero Colpi Punta N = N(20) [δ = 20 cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

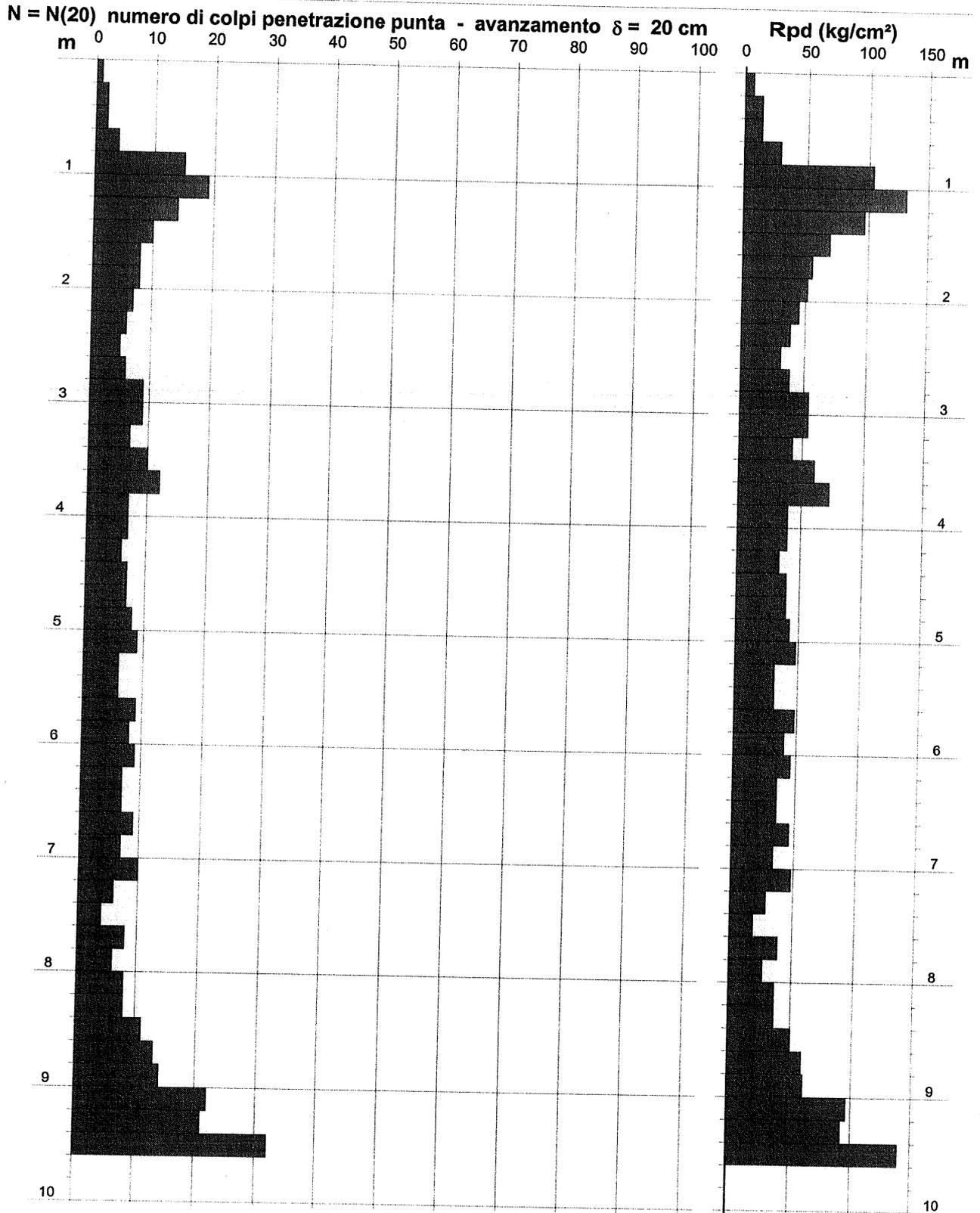
DIN 2

Scala 1: 50

- cantiere : Faella
- lavoro : Edificio Civile Abitazione
- località : Faella- Pian di Scò

- data prova : 16/11/2009
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/11/2009

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- cantiere : Faella
- lavoro : Edificio Civile Abitazione
- località : Faella- Pian di Scò

- data prova : 16/11/2009
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/11/2009

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	3,60 - 3,80	7	42,2	4
0,20 - 0,40	2	14,9	1	3,80 - 4,00	9	51,0	5
0,40 - 0,60	3	22,3	1	4,00 - 4,20	7	39,6	5
0,60 - 0,80	8	59,6	1	4,20 - 4,40	4	22,7	5
0,80 - 1,00	11	75,9	2	4,40 - 4,60	6	34,0	5
1,00 - 1,20	16	110,5	2	4,60 - 4,80	5	28,3	5
1,20 - 1,40	12	82,9	2	4,80 - 5,00	6	32,1	6
1,40 - 1,60	13	89,8	2	5,00 - 5,20	6	32,1	6
1,60 - 1,80	19	131,2	2	5,20 - 5,40	8	42,7	6
1,80 - 2,00	20	128,7	3	5,40 - 5,60	7	37,4	6
2,00 - 2,20	23	148,0	3	5,60 - 5,80	7	37,4	6
2,20 - 2,40	17	109,4	3	5,80 - 6,00	8	40,5	7
2,40 - 2,60	9	57,9	3	6,00 - 6,20	9	45,5	7
2,60 - 2,80	8	51,5	3	6,20 - 6,40	9	45,5	7
2,80 - 3,00	8	48,2	4	6,40 - 6,60	14	70,8	7
3,00 - 3,20	11	66,3	4	6,60 - 6,80	23	116,3	7
3,20 - 3,40	9	54,2	4	6,80 - 7,00	32	153,6	8
3,40 - 3,60	7	42,2	4				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

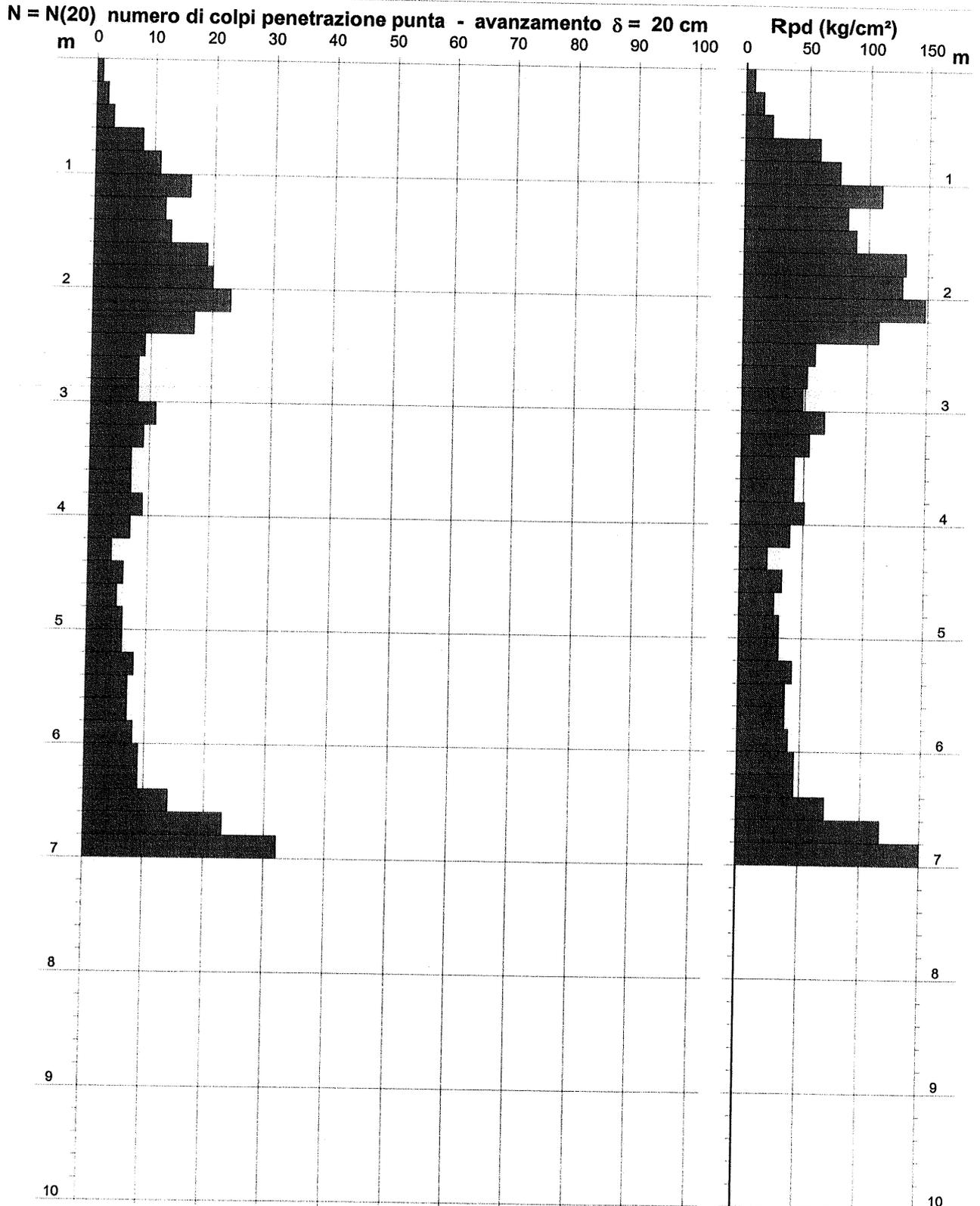
DIN 3

Scala 1 : 50

- cantiere : Faella
- lavoro : Edificio Civile Abitazione
- località : Faella- Pian di Scò

- data prova : 16/11/2009
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/11/2009

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 4

- cantiere : Faella
 - lavoro : Edificio Civile Abitazione
 - località : Faella- Pian di Scò

- data prova : 16/11/2009
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 16/11/2009

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	1	2,60 - 2,80	12	77,2	3
0,20 - 0,40	2	14,9	1	2,80 - 3,00	17	102,4	4
0,40 - 0,60	9	67,0	1	3,00 - 3,20	17	102,4	4
0,60 - 0,80	18	134,1	1	3,20 - 3,40	15	90,4	4
0,80 - 1,00	14	96,7	2	3,40 - 3,60	13	78,3	4
1,00 - 1,20	14	96,7	2	3,60 - 3,80	8	48,2	4
1,20 - 1,40	9	62,1	2	3,80 - 4,00	12	68,0	5
1,40 - 1,60	13	89,8	2	4,00 - 4,20	9	51,0	5
1,60 - 1,80	24	165,7	2	4,20 - 4,40	8	45,3	5
1,80 - 2,00	26	167,3	3	4,40 - 4,60	6	34,0	5
2,00 - 2,20	21	135,1	3	4,60 - 4,80	8	45,3	5
2,20 - 2,40	15	96,5	3	4,80 - 5,00	9	48,1	6
2,40 - 2,60	11	70,8	3	5,00 - 5,20	12	64,1	6

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20 \text{ cm}$]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

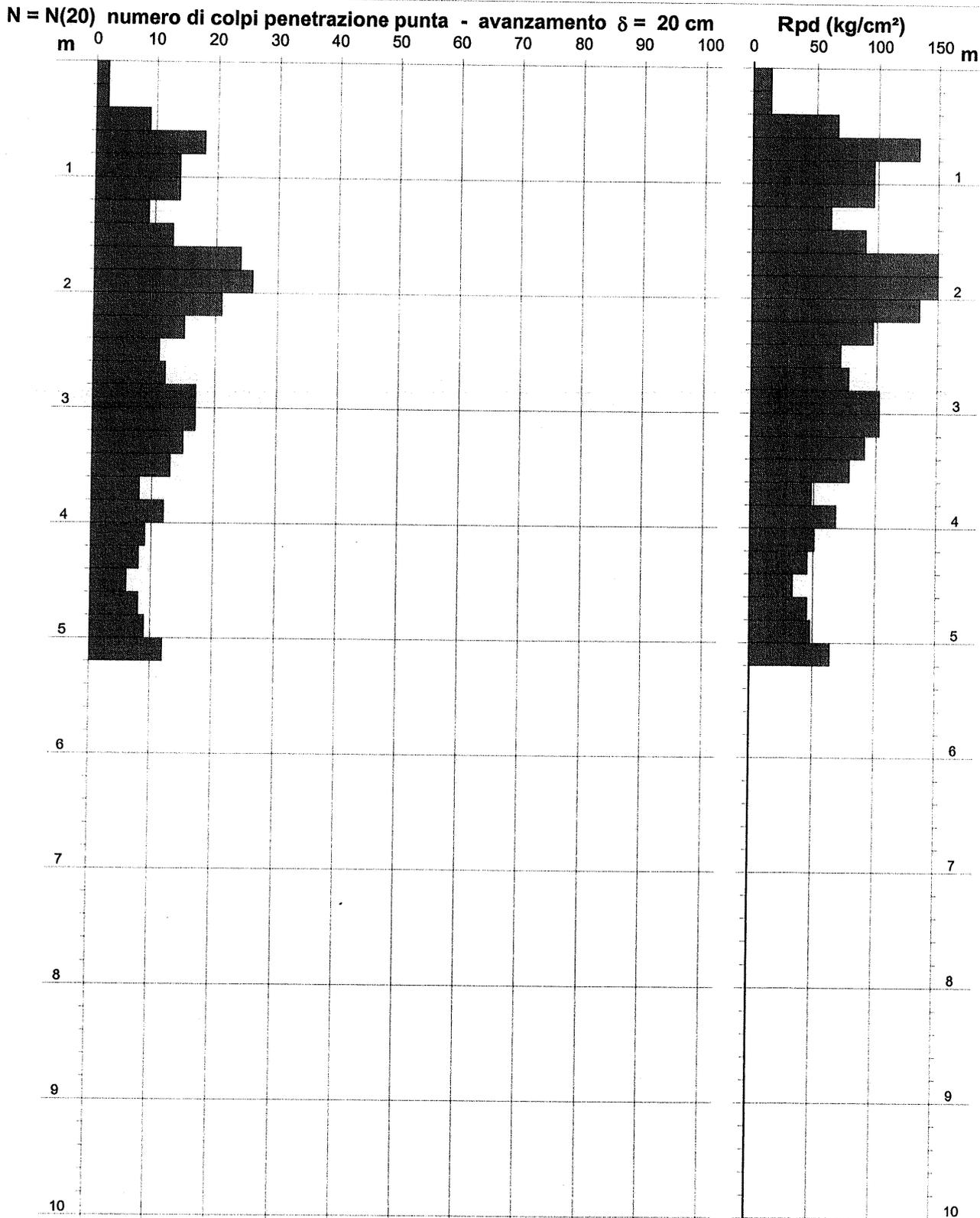
DIN 4

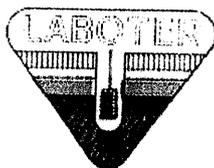
Scala 1: 50

- cantiere : Faella
- lavoro : Edificio Civile Abitazione
- localit  : Faella- Pian di Sc 

- data prova : 16/11/2009
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/11/2009

- note :





LABOTER s.n.c.
Laboratorio geotecnico
A.L.G.I. n. 89



Via Nazario Sauro 440 - 51030 Pontelungo (PT) - Tel. 0573 570566 - Fax. 0573 910056 - e.mail : laboter@laboterpt.it
P. IVA : 00515880474 - C.C.I.A.A. 139089

ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente **Dott. Geologo Gabriele Bonechi**

Località: **Loc. Faella Pian di Scò (AR)**

Accettazione campioni n° **91** del : **12/4/10**

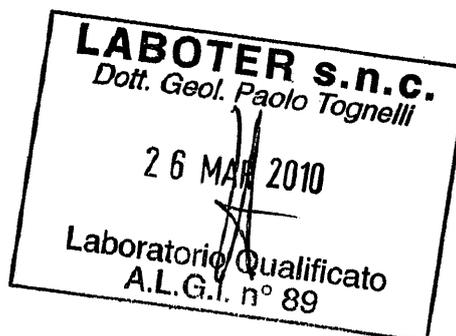
Certificazione del **26-apr-10**

Campioni n° **1**

Prove eseguite :

Apertura campioni (ASTM D2488-93)	X
Contenuto d'acqua (C.N.R. U.N.I. 10008)	X
Peso di volume (A.G.I. 1994-C.N.R. B.U. XII N.63)	X
Analisi granulometrica (C.N.R. B.U. VI N.27 - ASTM D422-63)	X
Limiti di Atterberg (C.N.R. U.N.I. 10014 - ASTM D4318-84)	
Limite di ritiro (A.S.T.M. D 4318)	
Peso specifico dei grani (C.N.R. U.N.I. 10010-10013)	X
Prova di taglio diretto (A.G.I. 1994-Cap.3 - ASTM D3080-72)	X
Prova di compressione ELL (ASTM D2166-85)	
Prova edometrica IL (A.G.I. 1994-Cap.2 - ASTM D2435-90)	
Prova triassiale (A.G.I. 1994-Cap. 4 - ASTM D2850-87)	
Prove di permeabilità (ASTM D2434-68)	
Classificazione U.S.C.S.(ASTM D2487-93)	
Prova di compattazione (C.N.R. B.U. XII N.69 - ASTM D698)	
Equivalente in sabbia (UNI ER 933-8)	
Blu di Metilene (UNI EN 933-9)	

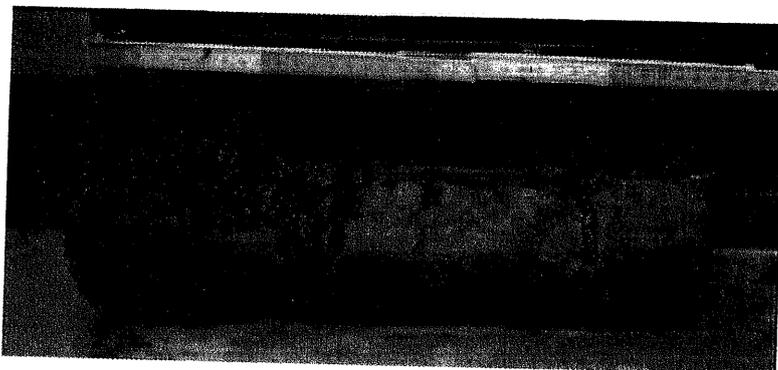
Direttore Laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli
Dott. Paolo Tognelli
GEOLOGO



Committente : Dott. Geologo Gabriele Bonechi
 Cantiere : Loc. Faella Pian di Scò (AR)
 Sond. : Camp. : 1 da.....m.: 1,2-1,8
Rapporto prova n° : 91 del : 26/4/10

Descrizione campione :
 Sabbia con limo leggermente argillosa con litici arenacei degradati

Munsell Soil Color Charts: 10 YR 5/6 marrone giallastro
 Tipo di campione : **Indisturbato** in : **Fustella**
 Lunghezza (cm.) = **36**



Pocket penetrometer kg/cm ²				1	Vane test kg/cm ²				
<i>Caratteristiche fisiche del campione</i>				kN/m ³		<i>Limiti di Atterberg</i>			
Peso di volume g (gr/cm ³) =				1,825		17,9		Class. Casagrande =	
Umidità naturale w (%) =				8,8				Limite Liquido WL % =	
Peso Specifico Gs (gr/cm ³) =				2,577		25,3		Limite Plastico WP % =	
Densità secca Gd (gr/cm ³) =				1,678		16,5		Indice di Plasticità IP =	
Indice dei vuoti e =				0,536				Indice di Consistenza Ic	
Saturazione (%) =				42				Limite Ritiro WR % =	
Porosità n (%) =				35					
<i>Analisi Granulometrica</i>				<i>Taglio Diretto CD</i>				<i>Taglio Diretto UU</i>	
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla	ϕ' (°)	c' (kg/cm ²)	ϕ (°)	cu (kg/cm ²)		
40,3	35,1	14,5	10,0	29	0,16		kPa		
CNR 10006 - AASHO					15,9		kPa		
				<i>Parametri residui</i>		<i>ELL</i>		<i>k</i>	
				ϕ' (°)	c' (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	m/sec		
						0,73			
					kPa	kPa			
						72,0			
<i>Prova di compressione edometrica</i>								<i>Prove eseguite sul campione</i>	
Indice compressibilità Cc =									
PRESS. kg/cm ²	cv cm ² /sec	k cm/sec	E kg/cm ²	E kPa					
0.25-0.5					umidità naturale w		X		
0.5-1.0					peso volume γ		X		
1.0-2.0					peso specifico Gs		X		
2.0-4.0					limiti Atterberg LA		-		
4.0-8.0					granulometria Gr		X		
8.0-16.0					taglio diretto TD		X		
16.0-32.0					compressione ELL		-		
Deformazione di rigonfiamento								edometria ED	
Indice di ricomprensione								permeabilità Pr	
Indice di rigonfiamento								proctor PT	
								triassiale TX	

Committente : Dott. Geologo Gabriele Bonechi
 Cantiere : Loc. Faella Pian di Scò (AR)
 Sond. : Camp. : 1 da.....m.: 1,2-1,8
 Cert. n° : 549 del : 26/4/10 Pagina : 1/1

Munsell Soil Color Charts: 10 YR 5/6 marrone giallastro

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella
 Lunghezza (cm.) = 36

Peso di volume (A.G.I. 1994-C.N.R. B.U. XII N.63)

Peso fustella (g)	210,09	205,49	208,52
Volume fustella (cm³)	65,12	65,12	65,12
Peso di volume γ kN/m³	182,08	17,52	17,97
Valore medio kN/m³	72,52		

Contenuto d'acqua (C.N.R. U.N.I. 10008)

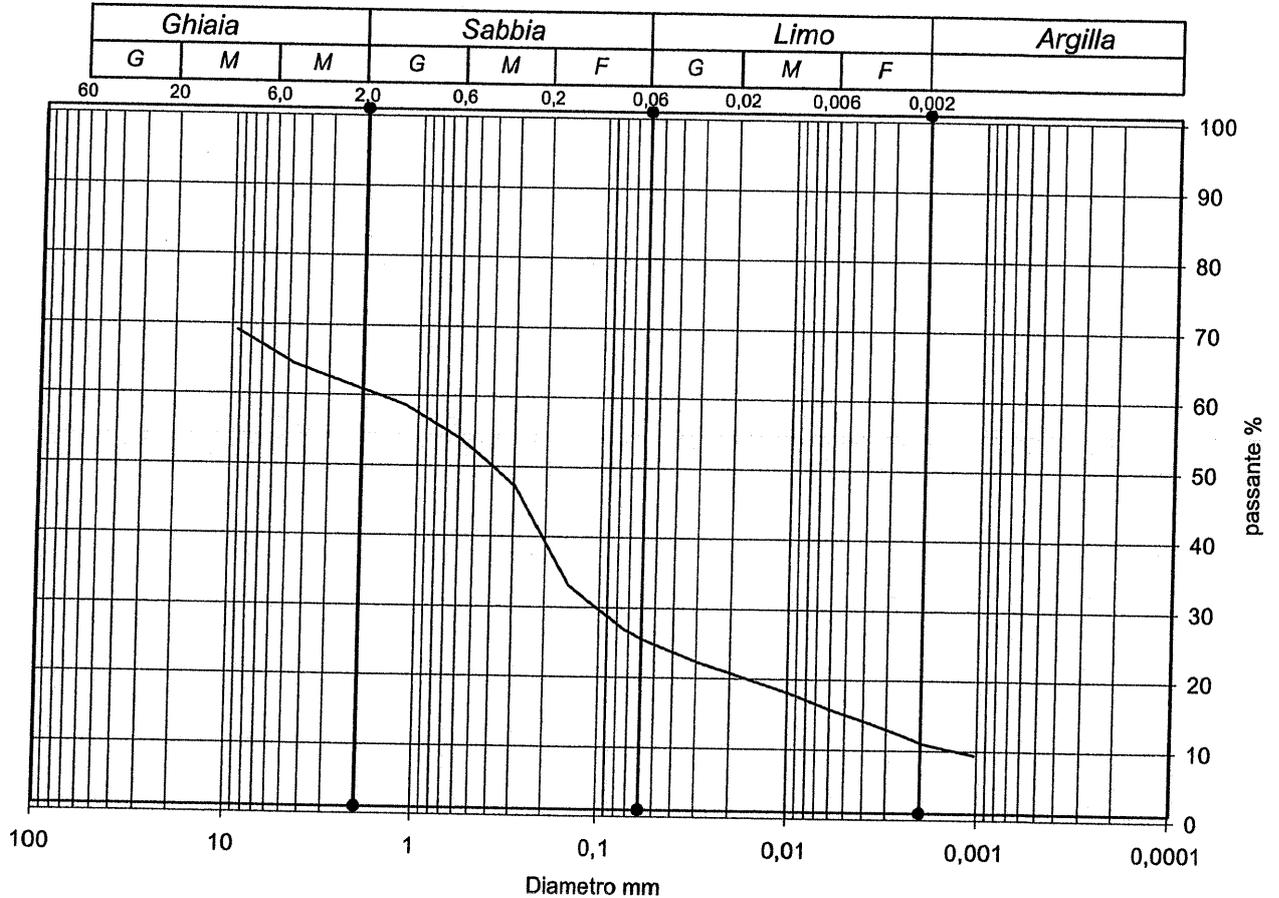
Peso recipiente (g)	10,45	5,9
Recipiente + campione umido (g)	557,21	266,99
Recipiente + campione secco (g)	510,24	247,41
umidità w (%)	9,4	8,1
Valore medio w %	8,8	

Peso specifico dei grani (C.N.R. U.N.I. 10010-10013)

Peso picnometro (g)	145,75	
Peso picnometro + acqua (g)	205,93	
Peso picnometro + terra + acqua (g)	503,57	
Peso specifico kN/m³	25,27	
Valore medio kN/m³	25,27	

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Geologo Gabriele Bonechi
 Cantiere..... Loc. Faella Pian di Scò (AR)
 Sond Camp.... 1 da..... 1,2-1,8
 Cert. n° : 550 del : 26/4/10 Pagina : 1/1



Coeff. d'uniformità Cu =				Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
Coeff. di curvatura Cc =				%	%	%	%
				40,3	35,1	14,5	10,0
Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	D90 =	
25	88,6	0,300	46,2	0,0060	14,7	D60 = 2,1408	
19	81,5	0,150	32,2	0,0035	12,6	D50 = 0,4708	
9,5	68,1	0,075	25,9	0,0025	11,0	D30 = 0,1239	
4,75	63,4	0,0576	24,3	0,0020	10,0	D10 =	
2,36	60,5	0,0402	22,7	0,0010	8,4		
1,18	57,6	0,0284	21,1				
0,6	52,9	0,0095	16,9				

SEDIMENTAZIONE		Taratura aerometro:	Temperatura (°C)	19
Correz. menisco	0,5	Correz. T°+dispendente	-3	Gs (gr/cm³)
Viscosità acqua	2E-05	passante ASTM n.	200	Peso iniziale (gr)
				2,577
				40

Dott. Paolo Tognelli
 Direttore Laboratorio
 Dott. Geologo Paolo Tognelli

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Consolidato drenato CD

Committente..... Dott. Geologo Gabriele Bonechi

Cantiere..... Loc. Faella Pian di Scò (AR)

Sond..... Camp.. 1 da..... 1,2-1,8

Cert. n° : 551 del : 26/4/10 Pagina : 1/3

Provino 1

Provino 2

Provino 3

Def. orizz.	Sforzo										
mm.	kPa										
0,084	1,18	5,266	67,57	0,064	5,68	5,210	111,46	0,067	9,16	5,185	182,50
0,177	2,06	5,350	67,89	0,141	12,95	5,313	112,72	0,145	15,47	5,289	183,45
0,276	2,94	5,452	67,57	0,219	15,16	5,417	112,41	0,231	21,16	5,394	183,14
0,372	3,83	5,550	67,57	0,322	23,37	5,520	112,72	0,331	31,26	5,498	181,56
0,469	4,41	5,644	67,57	0,411	30,63	5,606	114,62	0,418	41,05	5,589	179,03
0,571	5,49	5,742	67,57	0,509	35,36	5,711	114,62	0,506	50,52	5,695	180,93
0,650	6,96	5,852	68,83	0,606	40,73	5,814	114,93	0,603	58,73	5,799	180,93
0,737	8,04	5,944	69,15	0,703	46,42			0,698	65,99	5,888	178,08
0,833	8,92	6,046	69,78	0,802	50,52			0,793	75,15	5,987	176,19
0,923	9,81	6,145	69,78	0,902	55,26			0,892	84,31	6,089	172,08
1,037	10,79	6,235	69,47	1,009	58,73			0,990	93,46	6,187	170,51
1,126	11,47	6,334	71,36	1,112	63,78			1,089	100,41	6,291	168,61
1,228	14,32	6,448	73,57	1,220	69,78			1,200	106,09	6,375	171,45
1,323	15,98	6,544	74,52	1,302	74,52			1,278	116,20		
1,419	17,06	6,631	72,62	1,399	79,25			1,381	121,25		
1,521	16,67	6,729	71,99	1,501	82,10			1,481	123,46		
1,624	16,67	6,829	72,94	1,589	84,62			1,567	125,67		
1,717	16,97	6,921	72,62	1,692	84,31			1,667	128,83		
1,823	17,16			1,792	87,46			1,763	131,67		
1,930	17,95			1,898	91,25			1,873	134,19		
2,012	18,83			1,993	93,46			1,969	136,40		
2,117	19,42			2,089	95,04			2,061	139,88		
2,219	19,52			2,197	98,51			2,169	141,77		
2,300	19,91			2,305	100,09			2,280	141,77		
2,406	19,71			2,403	101,04			2,374	144,30		
2,513	19,22			2,490	106,72			2,466	145,88		
2,610	19,71			2,588	109,88			2,563	147,77		
2,723	19,42			2,682	110,20			2,663	149,35		
2,819	19,61			2,778	111,14			2,760	151,56		
2,936	19,52			2,896	112,41			2,879	153,14		
3,028	19,42			3,006	112,41			2,990	155,03		
3,132	19,42			3,096	112,72			3,076	155,35		
3,234	19,81			3,201	111,78			3,183	155,03		
3,330	20,10			3,299	112,41			3,281	155,98		
3,425	20,01			3,391	112,09			3,374	156,30		
3,545	19,61			3,495	112,41			3,474	155,98		
3,646	19,61			3,598	113,67			3,583	156,93		
3,738	19,91			3,702	114,93			3,686	157,88		
3,831	19,81			3,799	114,62			3,784	159,14		
3,923	19,91			3,912	112,41			3,890	160,72		
4,041	19,81			3,995	112,72			3,978	160,09		
4,134	20,10			4,103	114,62			4,084	161,03		
4,224	20,40			4,200	115,25			4,177	160,40		
4,332	20,01			4,302	115,88			4,282	161,03		
4,435	20,30			4,413	116,51			4,395	161,98		
4,550	20,69			4,501	114,30			4,481	165,45		
4,638	20,99			4,616	113,67			4,594	167,98		
4,745	20,89			4,696	110,83			4,672	171,14		
4,836	20,99			4,805	110,51			4,779	175,56		
4,945	20,69			4,903	110,83			4,877	178,40		
5,053	20,89			5,004	110,51			4,976	181,56		
5,141	20,89			5,110	110,51			5,081	183,45		

Dott. Geologo 
 DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geologo Gabriele Bonechi
 GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Consolidato drenato CD

Committente.....

Dott. Geologo Gabriele Bonechi

Cantiere.....

Loc. Faella Pian di Scò (AR)

Sond....

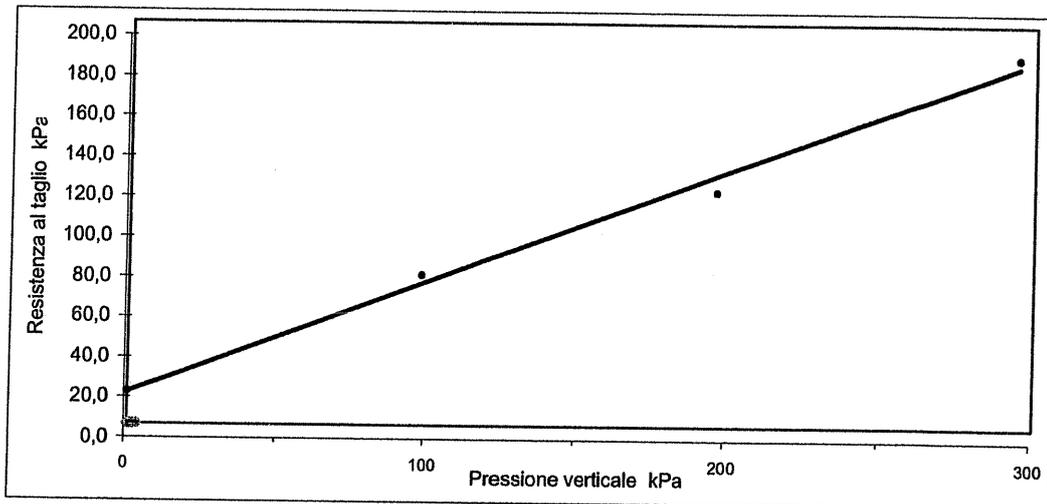
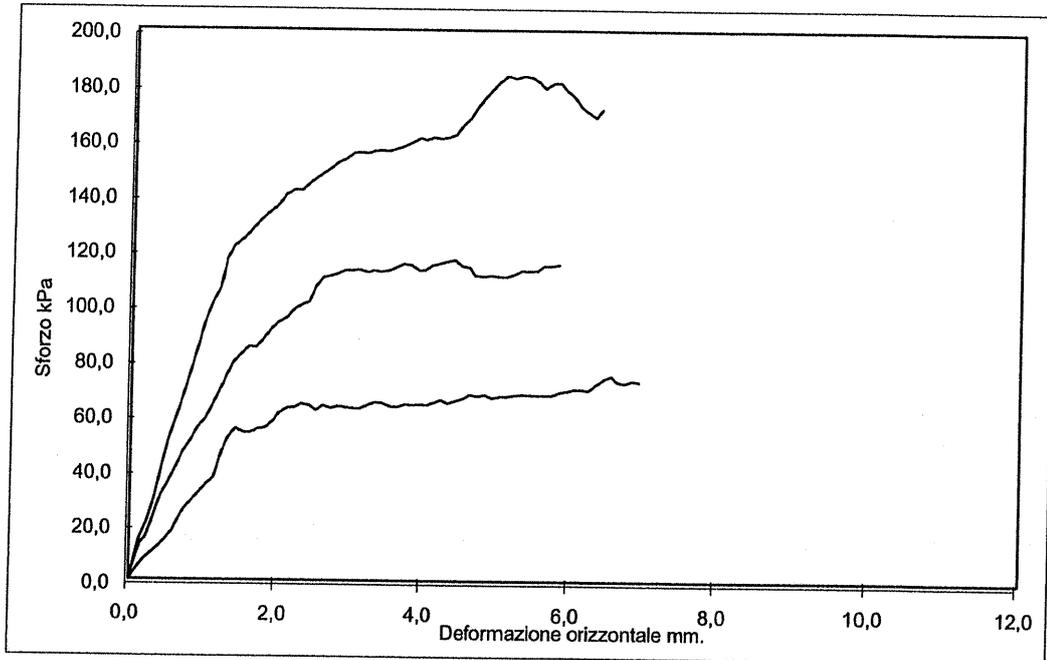
Camp... 1

da..... 1,2-1,8

Cert. n° : 551

del : 26/4/10

Pagina : 3/3



	0,010	PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
		Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Velocità mm/min.	0,010						
Altezza (mm)		20	18,32	20	17,35	20	16,59
Diametro (mm)		63		63		63	
Volume (cm³)		65,12		65,12		65,12	
γ umido (kN/m³)		18,21		17,52		18,99	
γ secco (kN/m³)		16,74		16,11		17,46	
Umidità (%)		8,8	22,4	8,8	21,1	8,8	21,8
PARAMETRI A ROTTURA							
Pressione verticale kPa			98		196		294
Sforzo a rottura kPa			74,52		116,51		183,45
Deformazione verticale consolidazione mm			0,920		1,74		2,45
Deformazione verticale a rottura mm			1,680		2,650		3,410
Deformazione orizzontale a rottura mm			6,921		5,814		6,375

Dott. Paolo Tognelli

Dott. Geologo Paolo Tognelli

ALLEGATO 2

INDAGINI SISMICHE

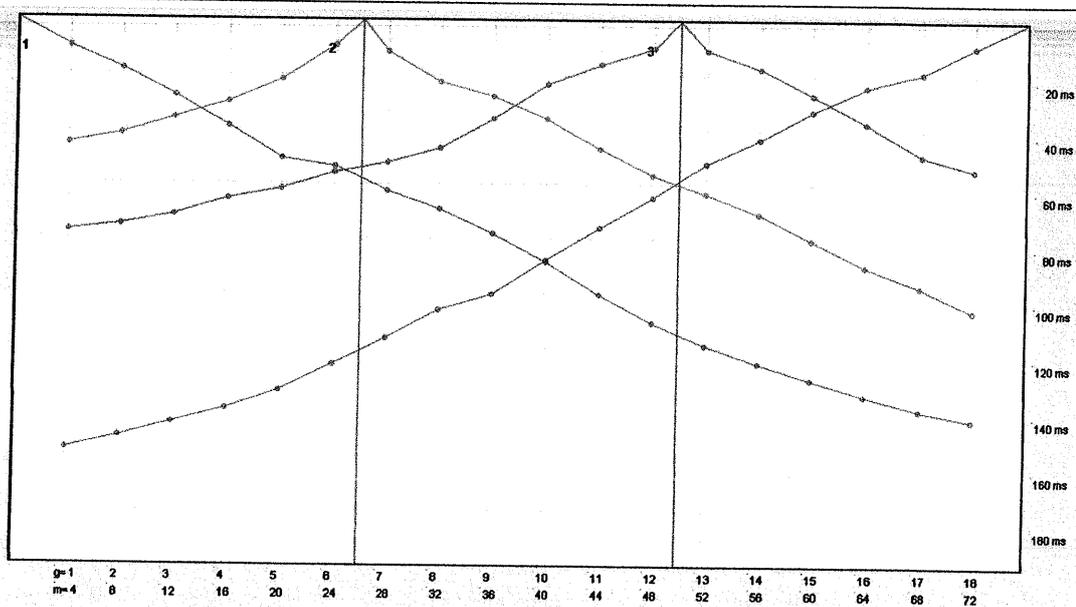
Dott. Geol. Alberto Iotti – n° 1438 - OdG Regione Toscana

Località Castiglioni 56 50068 Rufina (FI)

Tel. 055/8397382 Fax: 055/8397382

C.F. TTI LRT 67 S04 F 704I Part.IVA 02574710964

Comune di Pian di Scò – località Faella
Indagine sismica a rifrazione



Committente:

Sig. Bandinelli

FIRENZE, NOVEMBRE 2009

<u>1</u>	<u>PREMESSA</u>	<u>3</u>
<u>2</u>	<u>INDAGINI SISMICHE</u>	<u>4</u>
2.1	SISTEMA DI ACQUISIZIONE	6
2.2	I RISULTATI NELL'AERA IN ESAME	6
2.2.1	STENDIMENTO ST1	7

1 Premessa

Su incarico del Dott. Gabriele Bonechi è stato eseguito uno stendimento di sismica a rifrazione per la misura delle onde di taglio nel Comune di Pian di Scò località Faella. Vengono di seguito illustrate metodologie e risultati del lavoro svolto.

2 Indagini sismiche

Le onde elastiche provocate da una vibrazione si trasmettono nel suolo con velocità differenti per ogni litotipo. Nella prospezione sismica a rifrazione, si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P), che sono le più veloci fra le diverse onde elastiche per determinare spessori e andamento dei livelli presenti.

La prospezione consiste nel generare un'onda sismica di compressione nel terreno attraverso una determinata sorgente di energia (colpo di mazza o esplosivo etc.) e nel misurare il tempo impiegato da questa a compiere il percorso nel sottosuolo dal punto di energizzazione fino agli apparecchi di ricezione (*geofoni*) seguendo le leggi di rifrazione dell'ottica (*Legge di Snell*). La rifrazione si verifica in corrispondenza delle superfici di separazione tra due strati sovrapposti di densità (o meglio di modulo elastico) crescente.

L'apparecchiatura necessaria per le prospezioni è costituita da una serie di ricevitori (*geofoni*) che vengono spazati lungo un determinato allineamento (stendimento) e da un cronografo che registra l'istante di inizio della perturbazione elastica ed i tempi di primo arrivo delle onde a ciascun geofono. Così, osservando i primi arrivi su punti posti a distanze diverse dalla sorgente energizzante, è possibile costruire una curva tempo-distanza (*dromocrona*) rappresentante la variazione del minimo percorso in funzione del tempo. Attraverso metodi analitici si ricavano quindi le velocità delle onde elastiche longitudinali (V_p) dei mezzi attraversati ed il loro spessore.

La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo presenta ampie variazioni; per lo stesso tipo di roccia essa diminuisce col grado di alterazione, di fessurazione e/o di fratturazione; aumenta per contro con la profondità e l'età geologica. Sensibili differenze si possono avere, in rocce stratificate, tra le velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi. La velocità delle onde compressionali (onde P), diversamente da quelle trasversali (onde S) che non si trasmettono nell'acqua, è fortemente influenzata dalla presenza della falda acquifera e dal grado di saturazione.

Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche compressionali (ad esempio roccia fortemente fratturata e materiale detritico saturo con velocità V_p dell'ordine di 1400÷1700 m/sec), per cui non necessariamente l'interpretazione sismostratigrafica corrisponderà con la reale situazione geologico-stratigrafica.

Il metodo sismico a rifrazione è soggetto inoltre alle seguenti limitazioni:

- un livello può essere evidenziato soltanto se la velocità di trasmissione delle onde longitudinali in esso risulta superiore a quella dei livelli soprastanti (effetto della inversione di velocità);
- un livello di spessore limitato rispetto al passo dei geofoni e alla sua profondità può non risultare rilevabile;
- un livello di velocità intermedia compreso tra uno strato sovrastante a velocità minore ed uno sottostante a velocità sensibilmente maggiore può non risultare rilevabile perché mascherato dagli "arrivi" dallo strato sottostante (effetto dello strato nascosto e "zona oscura");
- aumentando la spaziatura tra i geofoni aumenta la profondità di investigazione, ma può ovviamente ridursi la precisione nella determinazione della profondità dei limiti di passaggio tra i diversi livelli individuati. In presenza di successioni di livelli con velocità (crescenti) di poco differenti tra loro, orizzonti a velocità intermedia con potenza sino anche ad 1/3 del passo adottato possono non essere evidenziati. Il limite tra due orizzonti può quindi in realtà passare "attraverso" un terzo intermedio non evidenziabile;
- analogamente, incrementi graduali di velocità con la profondità danno origine a dromocrone che consentono più schemi interpretativi. Il possibile errore può essere più contenuto potendo disporre di sondaggi di taratura e "cercando" sulle dromocrone delle basi sismiche i livelli che abbiano velocità il più possibile simili a quelle ottenute con le tarature.

Per contro i moderni metodi di elaborazione del dato sismico, come il *Generalized Reciprocal Method* (GRM: PALMER, 2001), consentono di ricostruire la morfologia sepolta di più rifrattori sovrapposti, variamente "accidentati" e con velocità variabili lungo il profilo, anche in presenza di morfologie di superficie non piane: la buona precisione raggiungibile, specie se si dispone di sondaggi di taratura, consente talora di elevare la prospezione sismica da semplice valutazione qualitativa a valido supporto quantitativo dell'indagine geognostica. In particolare nel caso in esame viene proposta una interpretazione di tipo tomografico ottenuta mediante l'impegno del software RAY-FRACT.

2.1 Sistema di acquisizione

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

- sismografo: DOLANG, 24 canali, 24 bit
- sorgente energizzante: cannone e/o mazza 20kg
- trigger: innesco a molla
- apparecchiatura di ricezione: 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 4.5 e 10 Hz.

2.2 I risultati nell'aera in esame

È stato realizzato uno stendimento ubicato secondo quanto riportato in figura 1 della lunghezza complessiva tra gli shot esterni di circa 100m. In particolare è stata eseguita la misura delle onde di tagli "s".

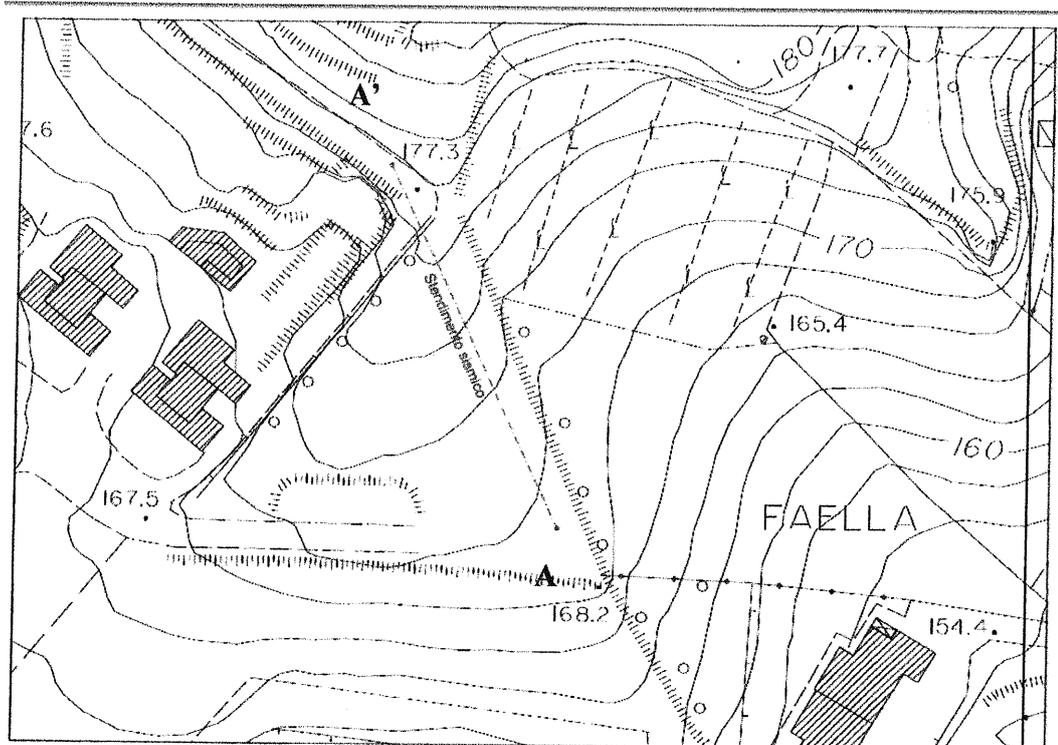


Fig. 1 - Ubicazione degli stendimenti

Le caratteristiche della geometria dello stendimento sono riassunte in Tabella 1.

Stendimento	Lunghezza	N° Shot	Onde	N° geofoni
St1	76	4	Taglio	18

Tabella 1 - Geometria dello stendimento.

L'indagine sismica ha permesso di valutare la presenza di diversi orizzonti rifrattori e l'elaborazione tomografica ha permesso di valutare la presenza di variazioni di velocità di propagazione delle onde Vs all'interno di uno stesso orizzonte.

2.2.1 Stendimento St1

Questo stendimento si allunga lungo l'area con orientazione circa NW-SE. La Figura 2 riporta le dromocrone relative ai primi arrivi per questo stendimento.

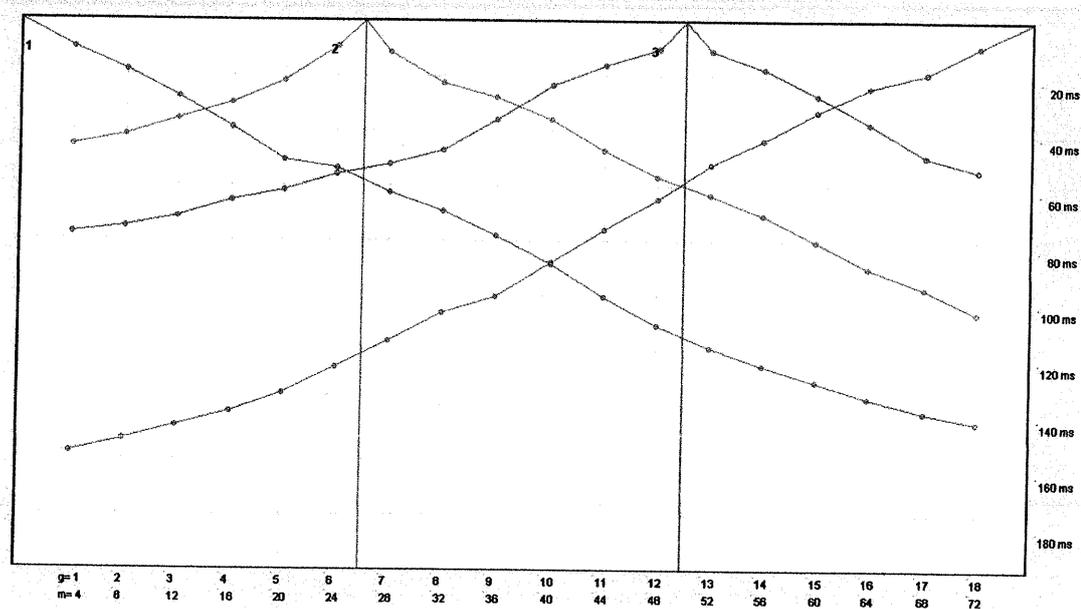


Figura 2 - Dromocrone stendimento St1.

I valori di velocità che si riscontrano mostrano un primo livello con valori più modesti circa 200 m/s molto sottile, segue poi una lente di materiale con velocità di circa 500 m/s con spessore massimo di 5 m seguita da una diminuzione lungo una fascia circa orizzontale di spessore 3-4 m al di sotto si ha una crescita circa costante dei valori di velocità di propagazione delle onde di taglio livello fino alla profondità massima investigata con valori di propagazione delle onde di taglio fino a circa 900-1000 m/s.

La profondità massima raggiunta è pari a circa 22 m a causa della limitata estensione di spazio disponibile per lo stendimento. La velocità media nei primi metri è stata calcolata su una sezione lungo il profilo come in figura 3. per la parte mancante di profilo è stato considerato un incremento costante della velocità con la profondità.

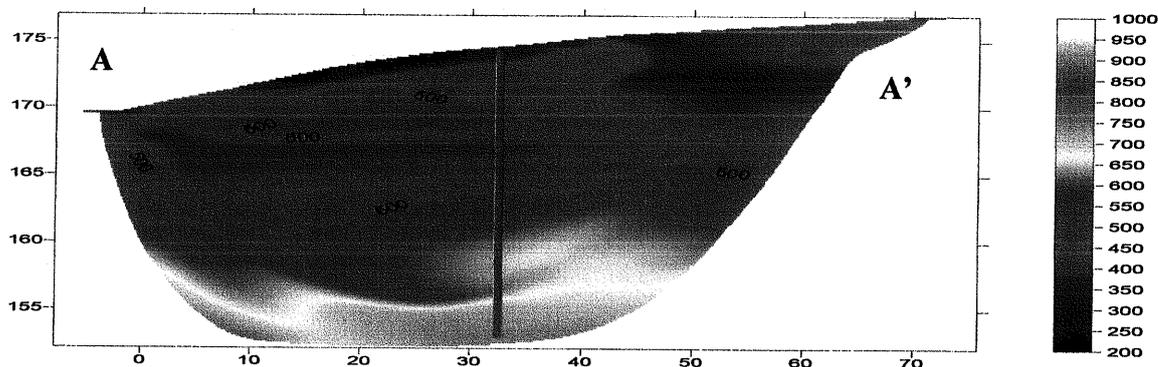


Figura 3 - Tomografia stendimento 1 (distanze e profondità in m).

La Figura 4 riporta l'andamento delle velocità con la profondità nella sezione considerata.

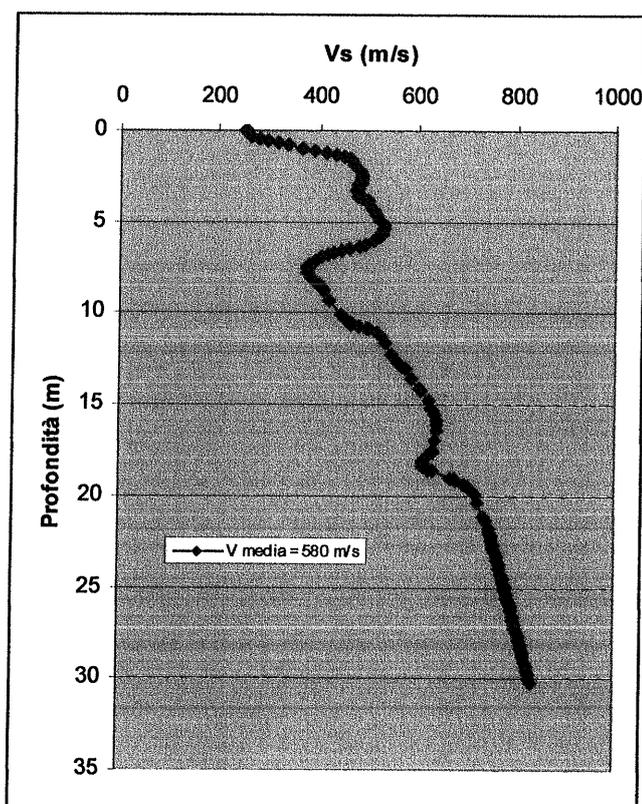
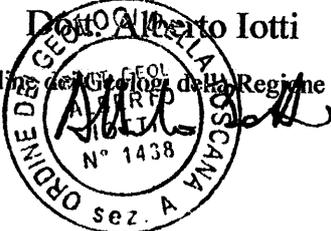


Figura 4 – Andamento della velocità con la profondità nella sezione considerata

In base al valore di velocità misurato il suolo può essere classificato come suolo di **tipo B** che prevede un valore di velocità di propagazione delle onde di taglio compreso tra 360 e 800 m/s

Firenze Novembre '09

Dot. Alberto Iotti
N° 1438 Ordine dei Geologi della Regione Toscana



COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

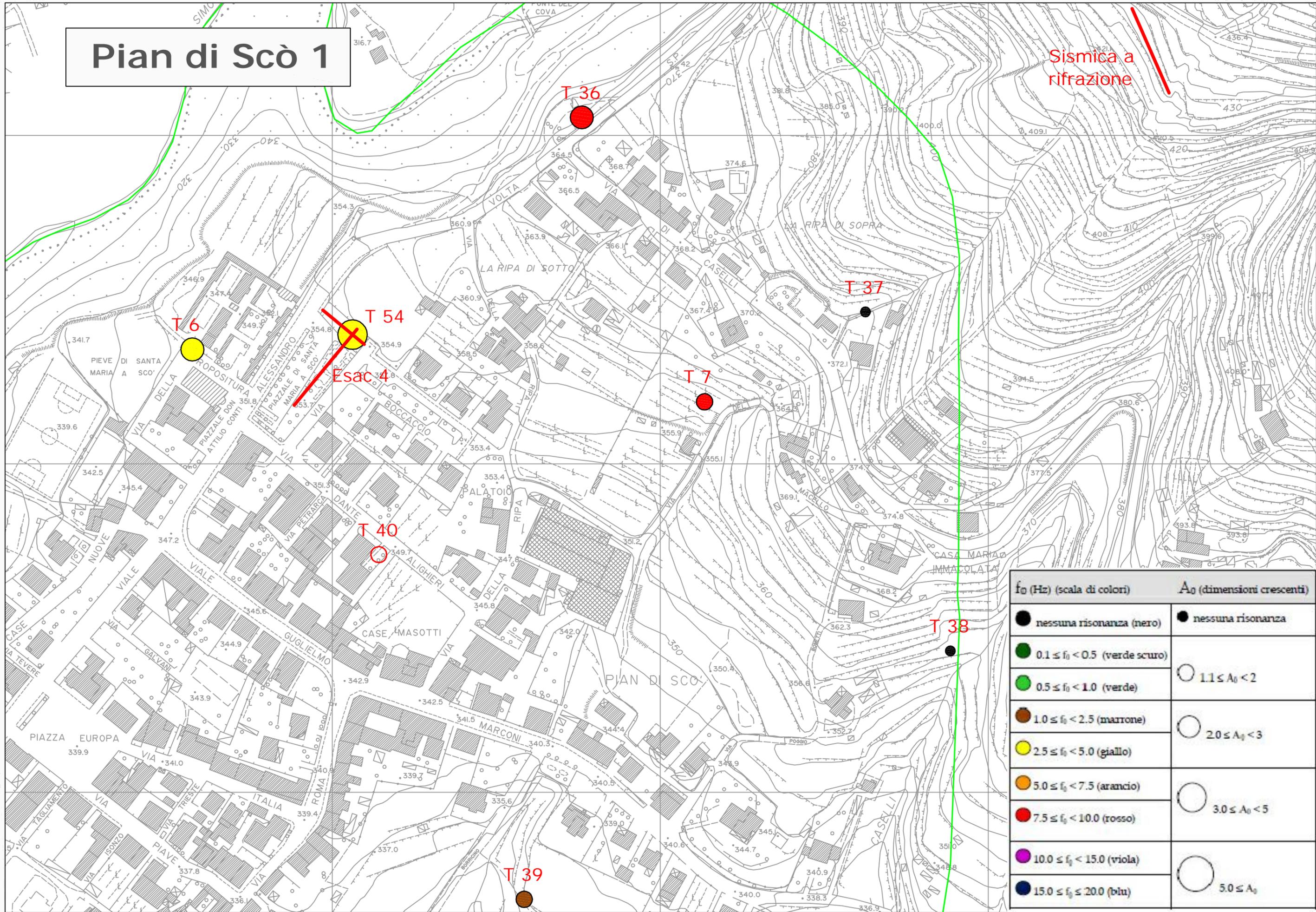
Numero: 124

Località: Piandiscò, a monte Case La Ripa

Tipo e numero: n. 1 Indagine sismica a rifrazione

Pian di Scò 1

Sismica a rifrazione



f_0 (Hz) (scala di colori)	A_0 (dimensioni crescenti)
● nessuna risonanza (nero)	● nessuna risonanza
● $0.1 \leq f_0 < 0.5$ (verde scuro)	○ $1.1 \leq A_0 < 2$
● $0.5 \leq f_0 < 1.0$ (verde)	○ $2.0 \leq A_0 < 3$
● $1.0 \leq f_0 < 2.5$ (marrone)	○ $3.0 \leq A_0 < 5$
● $2.5 \leq f_0 < 5.0$ (giallo)	○ $5.0 \leq A_0$
● $5.0 \leq f_0 < 7.5$ (arancio)	
● $7.5 \leq f_0 < 10.0$ (rosso)	
● $10.0 \leq f_0 < 15.0$ (viola)	
● $15.0 \leq f_0 \leq 20.0$ (blu)	

LINEA ST01

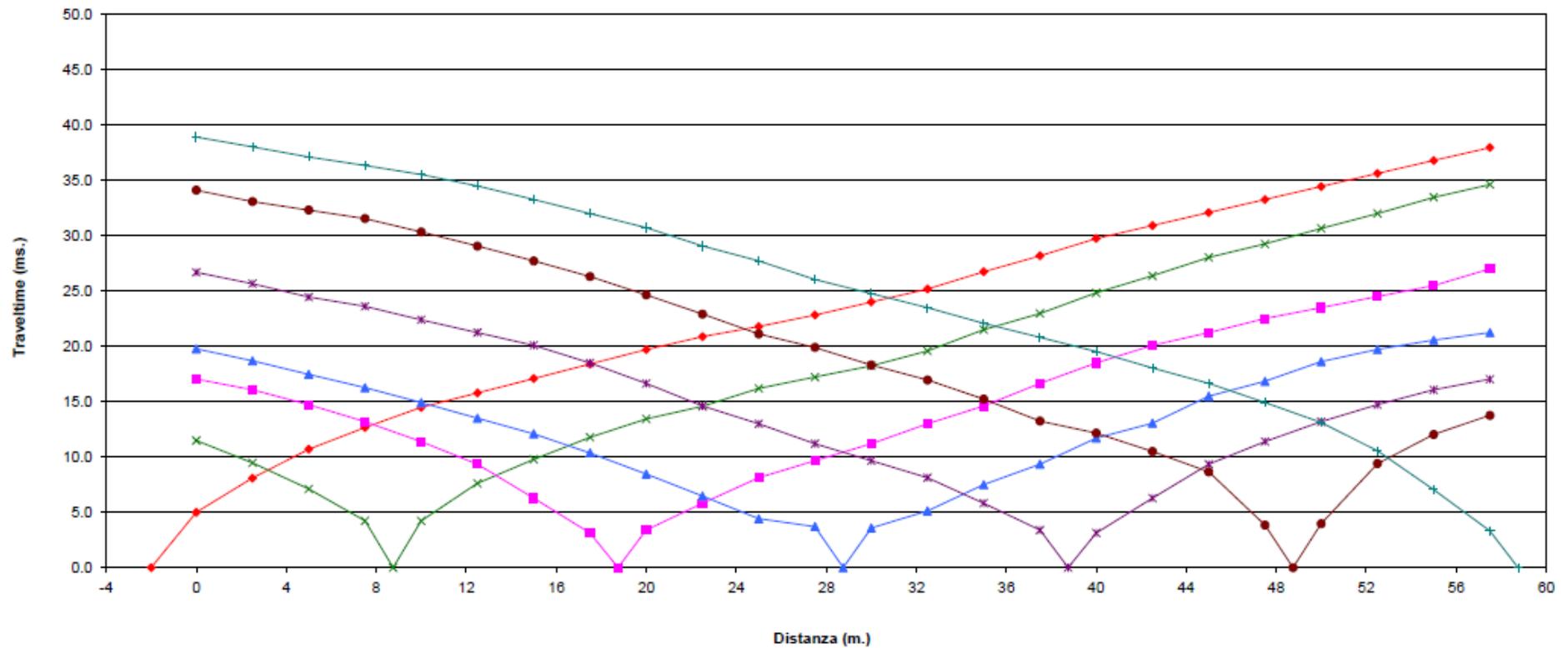
INDAGINE DI SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P e SH SCHEMA DETTAGLIATO DELLA LINEA DI ACQUISIZIONE

GEOFONI N.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA (m)	0	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35	40	42.5	45	47.5	50	52.5	55	57.5	60
DISTANZA PARZIALE (m)	0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
QUOTA (metri s.l.m.)	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00

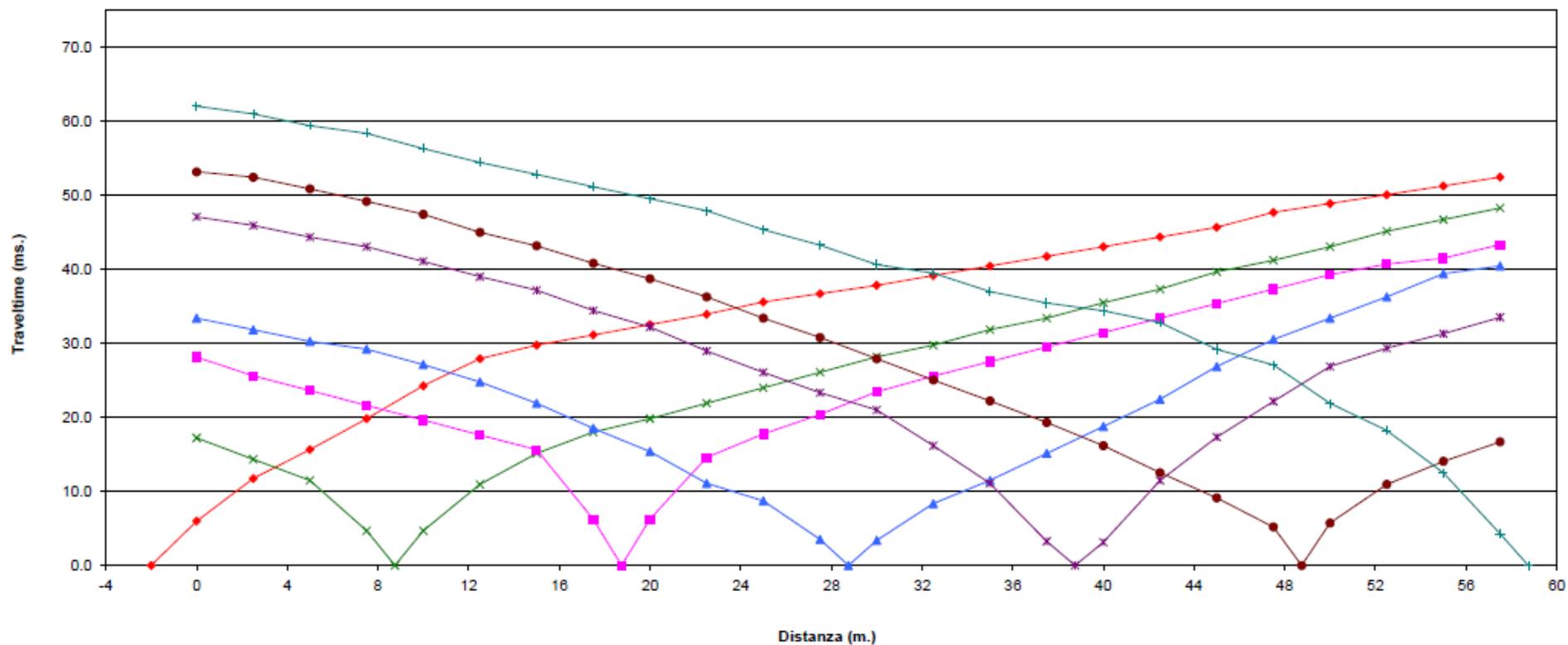
PUNTI DI ENERGIZZAZIONE ONDE P e SH

	SCOPPIO 1	SCOPPIO 2	SCOPPIO 3	SCOPPIO 4	SCOPPIO 5	SCOPPIO 6	SCOPPIO 7
POSIZ. DAL GEOF. N 1 (m)	-1.25	8.75	18.75	28.75	38.75	48.75	58.75
QUOTA (metri s.l.m.)	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00	428.00

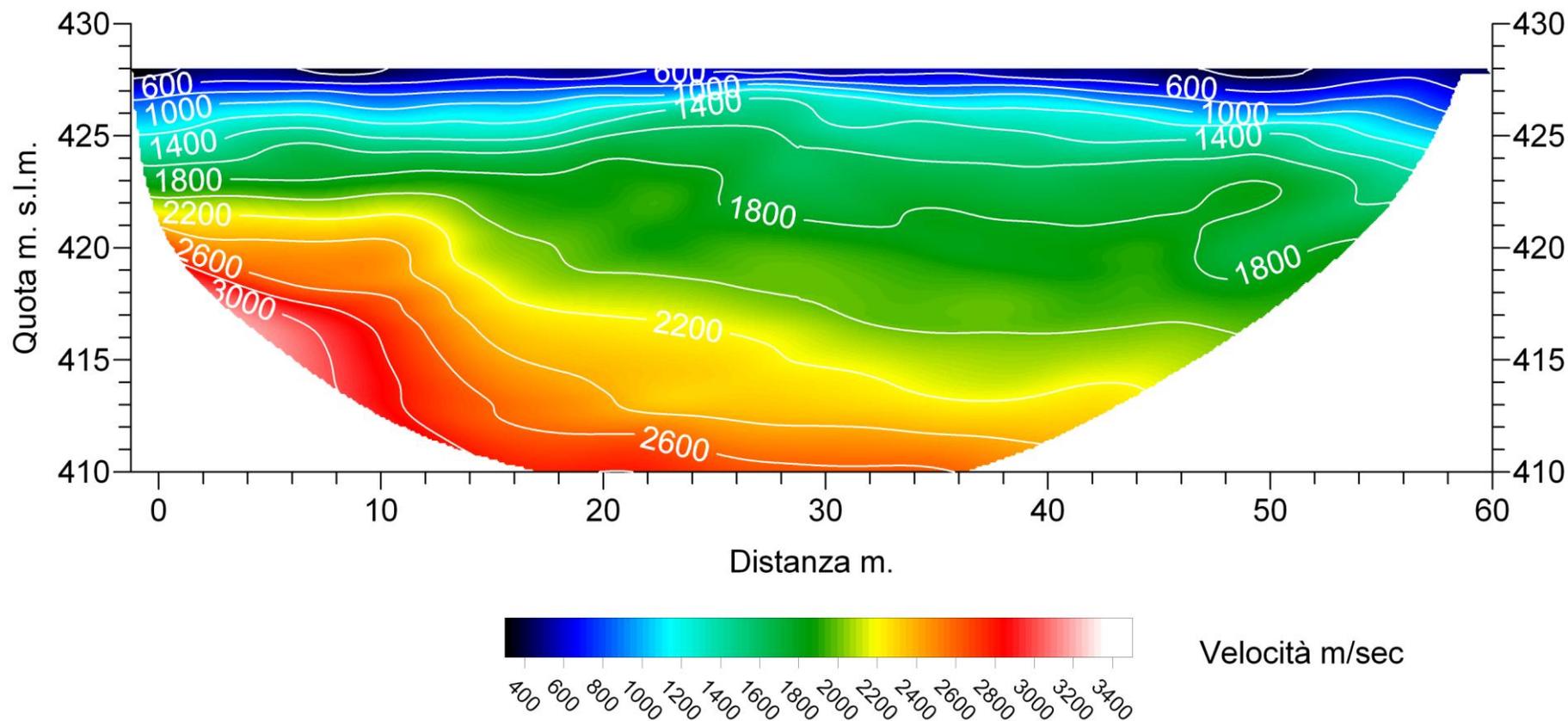
ST01 – DROMOCRONE - ONDE P



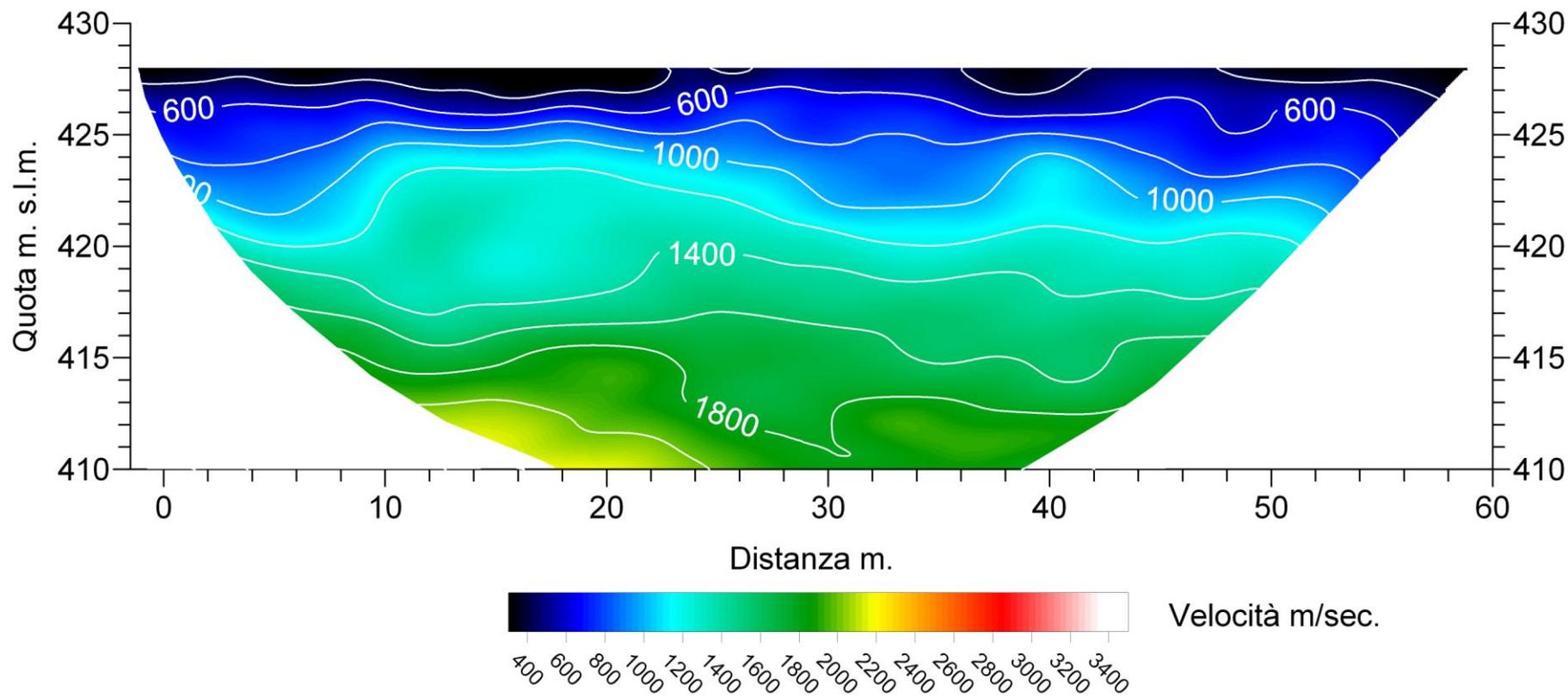
ST01 – DROMOCRONE - ONDE SH



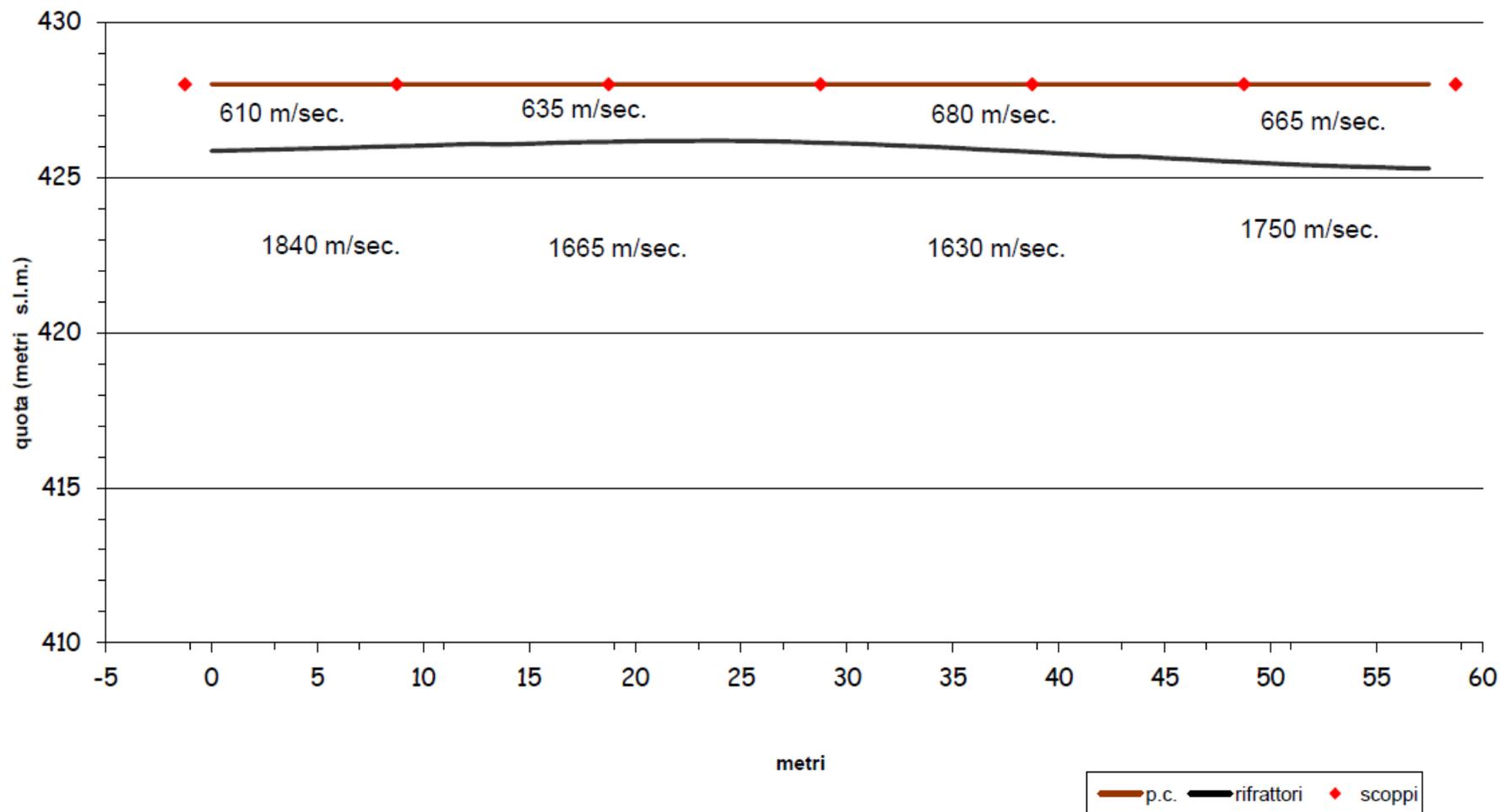
Tomografia sismica ST01 onde P



Tomografia sismica ST01 onde SH



ST01 – SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA - ONDE P



ST01 – SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA - ONDE SH

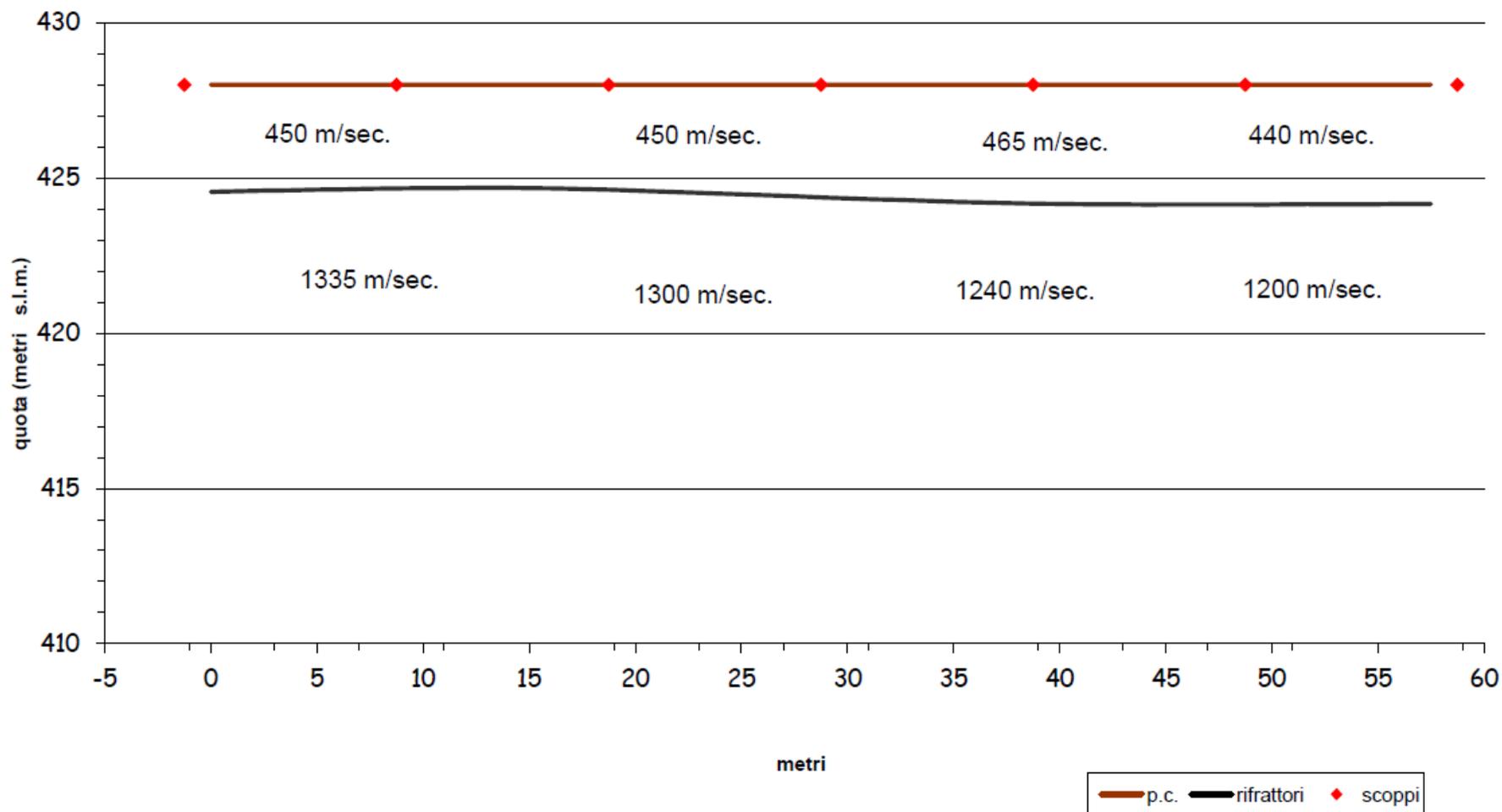


Tabella velocità e spessori Onde				P	Linea	ST01
Distanza dal geof.1	Quota	V1 m/sec	Profondità 1 m.	V2 m/sec	Profondità 2 m.	V3 m/sec
-	428.00	591.3	2.15	1 929.99		
1.25	428.00	596.4	2.13	1 916.99		
2.50	428.00	601.6	2.11	1 903.30		
3.75	428.00	607.4	2.09	1 889.30		
5.00	428.00	613.2	2.07	1 873.34		
6.25	428.00	616.9	2.05	1 855.86		
7.50	428.00	620.7	2.02	1 837.39		
8.75	428.00	617.7	2.00	1 817.90		
10.00	428.00	614.7	1.98	1 797.37		
11.25	428.00	611.5	1.95	1 775.48		
12.50	428.00	608.3	1.93	1 754.77		
13.75	428.00	611.8	1.94	1 765.44		
15.00	428.00	615.3	1.92	1 743.86		
16.25	428.00	618.8	1.89	1 729.80		
17.50	428.00	622.3	1.87	1 718.54		
18.75	428.00	625.9	1.86	1 700.99		
20.00	428.00	629.4	1.84	1 680.89		
21.25	428.00	632.9	1.83	1 660.76		
22.50	428.00	636.4	1.83	1 649.63		
23.75	428.00	639.9	1.82	1 640.90		
25.00	428.00	643.4	1.83	1 632.62		
26.25	428.00	646.9	1.84	1 621.93		
27.50	428.00	650.4	1.86	1 612.16		
28.75	428.00	653.9	1.89	1 604.97		
30.00	428.00	657.4	1.91	1 601.19		
31.25	428.00	660.9	1.94	1 596.36		
32.50	428.00	664.5	1.98	1 594.95		
33.75	428.00	668.0	2.01	1 600.01		
35.00	428.00	671.5	2.05	1 603.80		
36.25	428.00	675.0	2.10	1 613.00		
37.50	428.00	678.5	2.14	1 623.81		
38.75	428.00	684.8	2.18	1 636.74		
40.00	428.00	691.0	2.23	1 654.14		
41.25	428.00	693.2	2.27	1 671.76		
42.50	428.00	695.4	2.32	1 686.78		
43.75	428.00	691.6	2.33	1 668.98		
45.00	428.00	687.7	2.38	1 683.75		
46.25	428.00	686.2	2.42	1 699.29		
47.50	428.00	684.8	2.47	1 713.11		
48.75	428.00	678.8	2.51	1 726.13		
50.00	428.00	672.8	2.55	1 739.12		
51.25	428.00	666.6	2.59	1 752.15		
52.50	428.00	660.4	2.62	1 765.59		
53.75	428.00	652.4	2.65	1 777.38		
55.00	428.00	644.3	2.67	1 790.22		
56.25	428.00	644.8	2.70	1 803.57		
57.50	428.00	645.3	2.71	1 816.03		

Tabella velocità e spessori Onde				SH	Linea	ST01
Distanza dal geof.1	Quota	V1 m/sec	Profondità 1 m.	V2 m/sec	Profondità 2 m.	V3 m/sec
-	428.00	452.0	3.45	1 389.66		
1.25	428.00	452.2	3.43	1 377.20		
2.50	428.00	452.4	3.41	1 363.63		
3.75	428.00	452.1	3.40	1 349.82		
5.00	428.00	451.7	3.38	1 336.88		
6.25	428.00	449.8	3.37	1 324.58		
7.50	428.00	447.8	3.35	1 316.95		
8.75	428.00	445.9	3.34	1 311.58		
10.00	428.00	443.9	3.33	1 308.28		
11.25	428.00	441.9	3.33	1 306.28		
12.50	428.00	439.9	3.32	1 306.42		
13.75	428.00	438.7	3.32	1 309.16		
15.00	428.00	437.5	3.33	1 309.77		
16.25	428.00	438.2	3.34	1 308.31		
17.50	428.00	438.9	3.36	1 303.40		
18.75	428.00	441.4	3.38	1 299.21		
20.00	428.00	443.9	3.41	1 294.56		
21.25	428.00	448.2	3.44	1 290.93		
22.50	428.00	452.6	3.47	1 286.16		
23.75	428.00	455.6	3.50	1 287.88		
25.00	428.00	458.7	3.53	1 287.26		
26.25	428.00	461.0	3.56	1 286.18		
27.50	428.00	463.3	3.59	1 286.38		
28.75	428.00	467.4	3.63	1 285.44		
30.00	428.00	471.5	3.66	1 282.17		
31.25	428.00	469.7	3.69	1 279.22		
32.50	428.00	467.8	3.71	1 277.08		
33.75	428.00	466.1	3.74	1 269.78		
35.00	428.00	464.4	3.77	1 258.09		
36.25	428.00	464.5	3.79	1 245.32		
37.50	428.00	464.6	3.81	1 234.15		
38.75	428.00	464.3	3.83	1 220.18		
40.00	428.00	464.0	3.84	1 206.85		
41.25	428.00	461.7	3.85	1 199.00		
42.50	428.00	459.5	3.85	1 192.29		
43.75	428.00	457.5	3.86	1 186.03		
45.00	428.00	455.4	3.86	1 180.58		
46.25	428.00	454.0	3.86	1 175.52		
47.50	428.00	452.6	3.86	1 171.02		
48.75	428.00	447.3	3.86	1 169.65		
50.00	428.00	442.1	3.86	1 167.41		
51.25	428.00	438.8	3.85	1 168.05		
52.50	428.00	435.6	3.85	1 167.73		
53.75	428.00	431.9	3.85	1 168.39		
55.00	428.00	428.1	3.85	1 171.29		
56.25	428.00	426.9	3.84	1 175.05		
57.50	428.00	425.7	3.84	1 176.30		

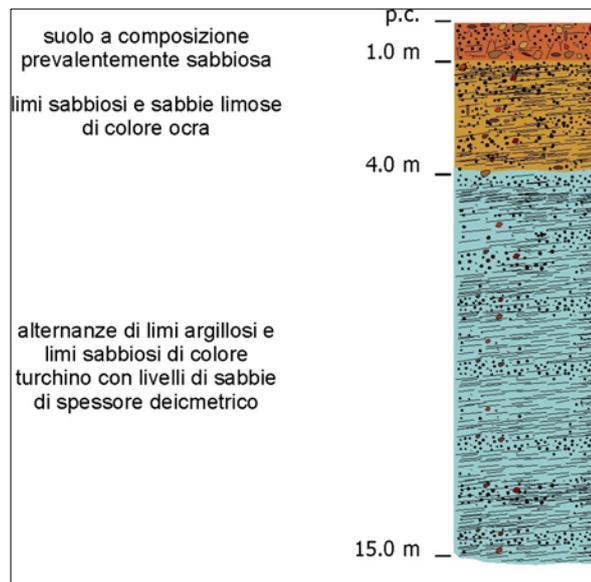
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 125

Località: Faella, Vallimaggiore

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:20.

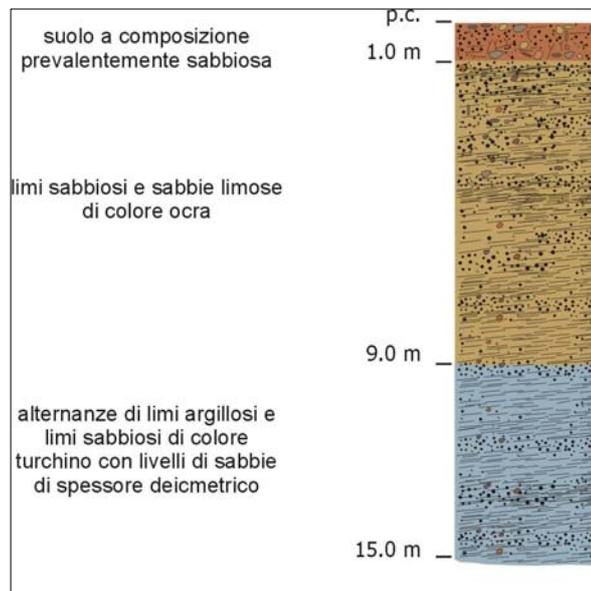
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 126

Località: Faella, Vallimaggiore

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:20.

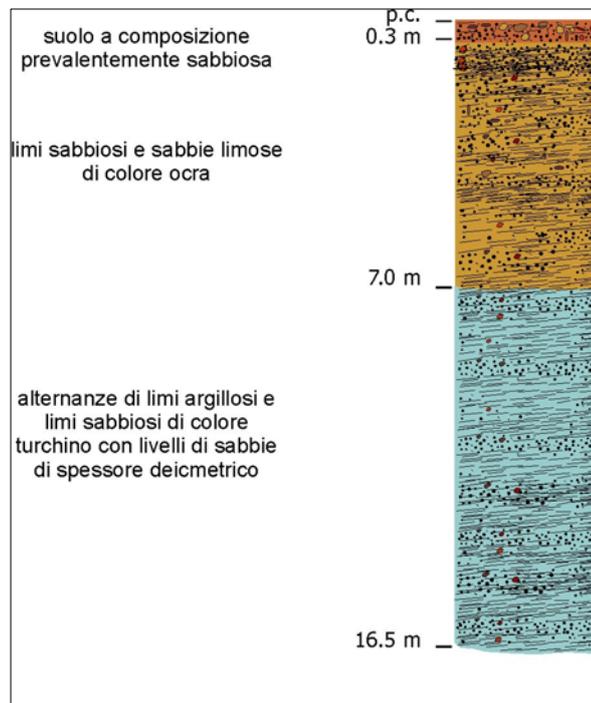
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 127

Località: Faella, Vallimaggiore

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:20.

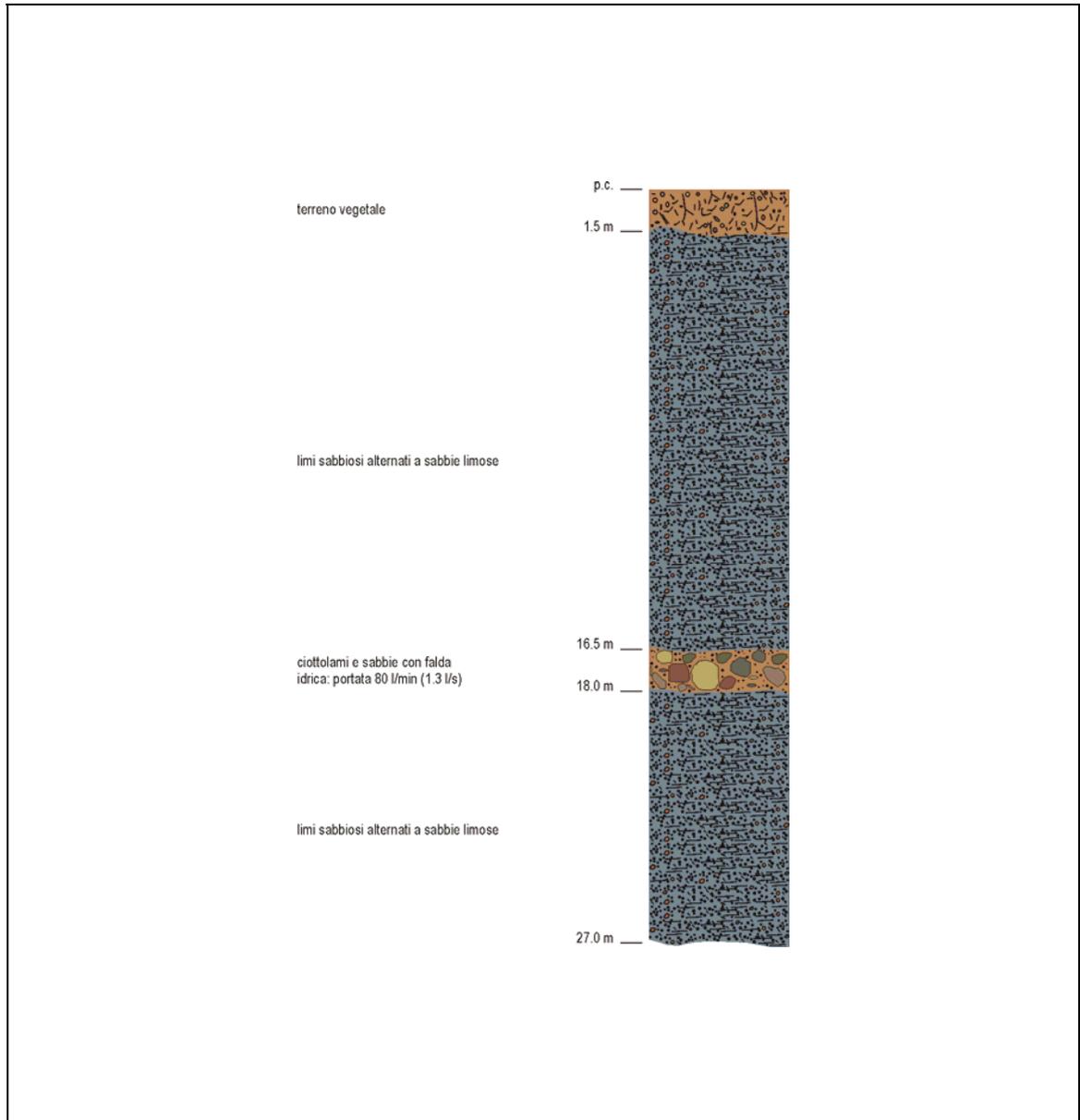
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 128

Località: Faella, Viale Galileo Galilei

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione, in scala 1:250.

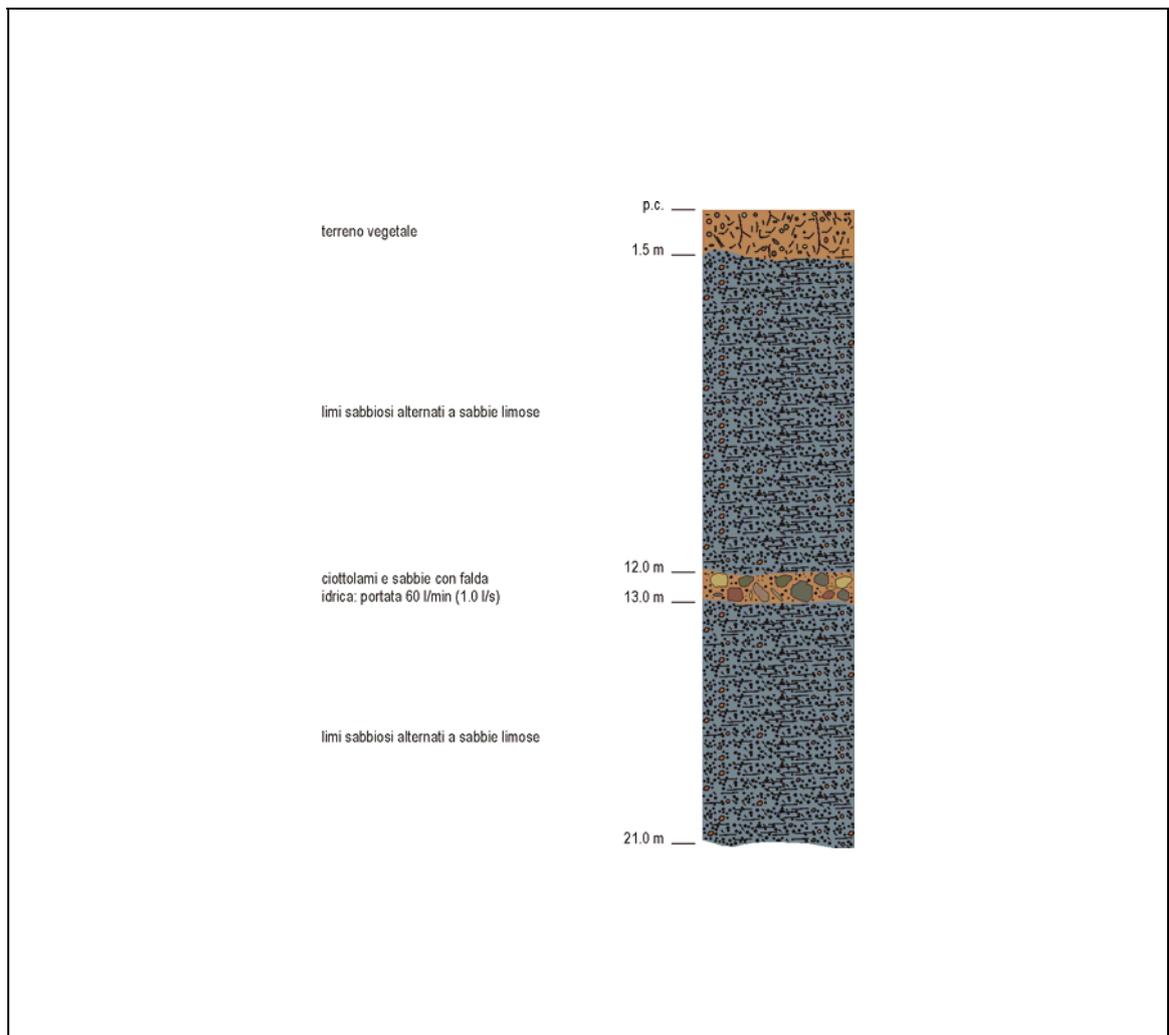
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 129

Località: Faella, Viale Galileo Galilei

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione, in scala 1:250.

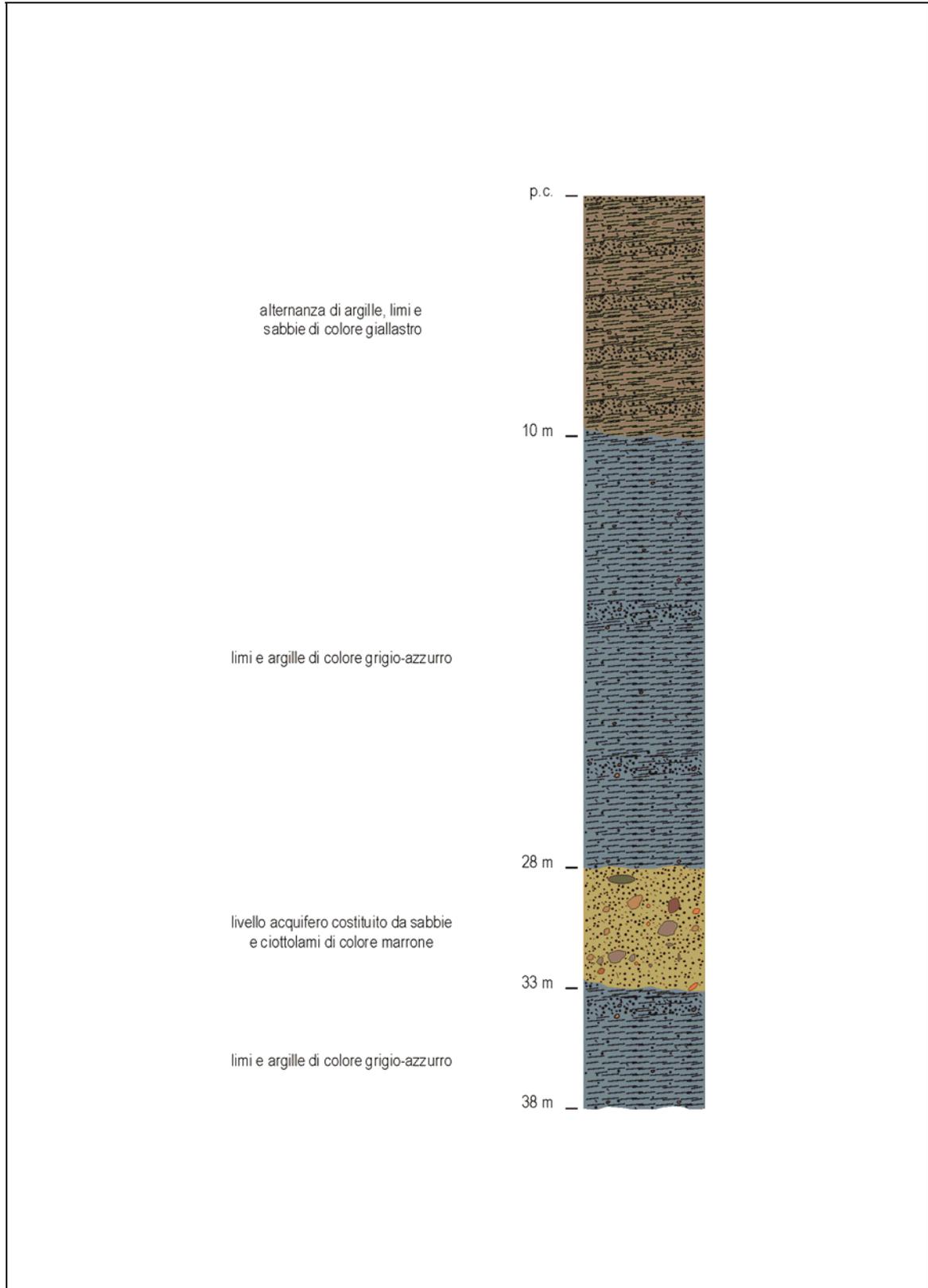
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 130

Località: Vaggio, Case Failla

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:250.

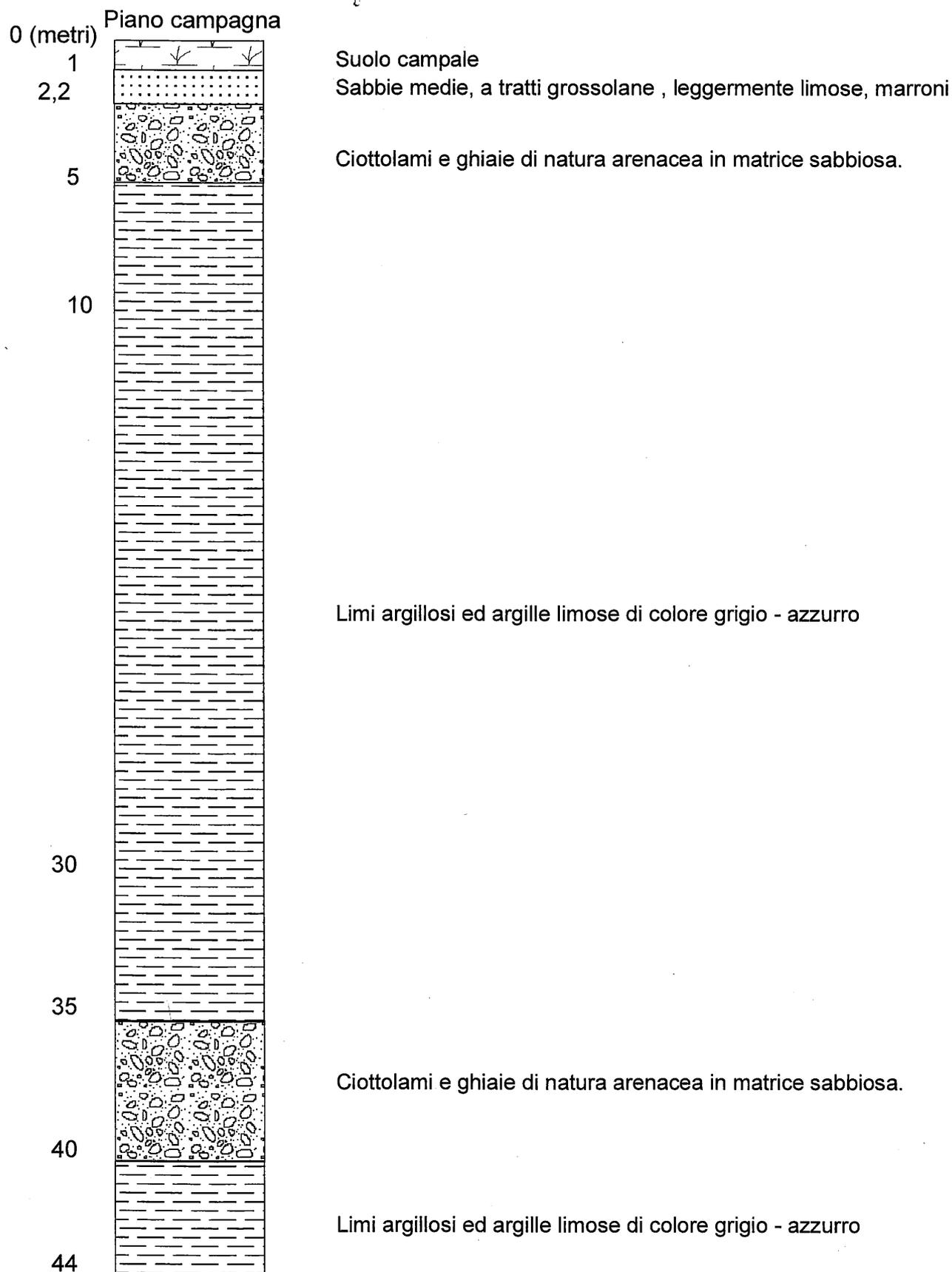
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 131

Località: Vaggio, Via Toscana

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Scala 1:200

Stratigrafia rilevata

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 132

Località: Vaggio

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0046202

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
148	0			
147	1	1		Terreno Vegetale
140		7		Limi Argillosi
	8			
139	9	1		Ghiaia
136		3		Limi Argillosi
	12			

Powered by >ARTEL

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 133

Località: Vaggio, Via Liguria

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0051599

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
151	0			
146		5		Limi Argillosi Marrone Giallo
	5			
137		9		Argilla Grigio Celeste
	14			
135		2		Sabbia Limosa Grigia
	16			
134		1		Argilla Celeste
	17			

Powered by >ARTEL

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 134

Località: Vaggio, Via Liguria

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0049457

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
153	0			
146		7		Limi Argilloso Sabbiosi
	7			
145	8	1		Limi Sabbiosi
138		7		Argilla Limosa
	15			
137	16	1		Argilla Sabbiosa
133		4		Argilla Limosa
	20			

Powered by >ARTEL

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 135

Località: Montalpero

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0045178

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
129	0			
127	2	2		Terreno Vegetale
114	15	13		Limi Sabbiosi con Ghiaia
113	16	1		Sabbie con Ghiaia
109	20	4		Limi Argillosi

Powered by >ARTEL

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

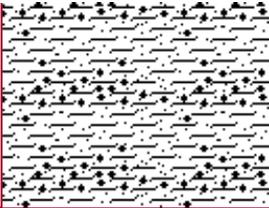
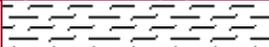
Numero: 136

Località: Montalpero

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0053646

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
130 122	0	8		Limi Sabbiosi Con Livelli Di Ghiaia
120	8 10	2		Limi Argillosi Azzurri

Powered by >ARTEL

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 137

Località: Faella, Le Chiuse

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0046280

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
137 130	0 7	7		Sabbie Limose
117	7 20	13		Limi Argillosi

Powered by >ARTEL

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 138

Località: Faella, Torrente Faella

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0052950

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
139	0			
138	1	1		Terreno Superficiale con Materiale Veg.
131		7		Ghiaia e Sabbia
	8			
125		6		Argilla Debolmente Sabbiosa
	14			

Powered by >ARTEL

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 139

Località: Faella, Viale Galileo Galilei

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0046958

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
150	0			
149	1	1		Terreno Vegetale
148	2	1		Limi Sabbiosi
145	5	3		Sabbie con Ghiaia
140	10	5		Limi Argillosi
135	15	5		Limi Argillosi

Powered by >ARTEL

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 140

Località: Faella, Viale Galileo Galilei, incrocio

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0049032

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
148	0			
144		4		Sabbie Limose
	4			
137		7		Argilla Limosa
	11			
136	12	1		Ghiaia Sabbiosa
129		7		Argilla Limoso Sabbiosa
	19			

Powered by >ARTEL

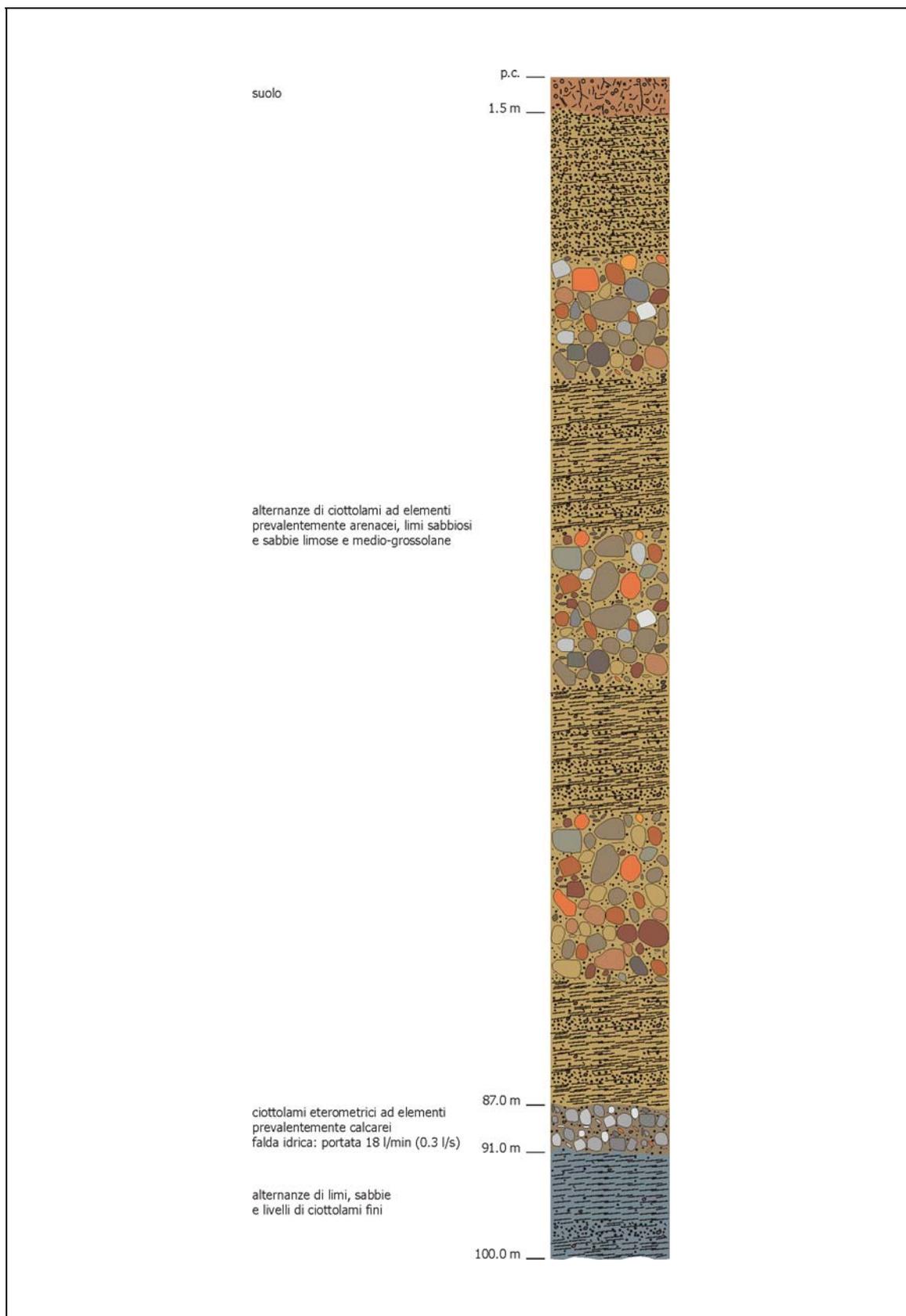
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 141

Località: Pian di Scò, San Miniato

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:500.

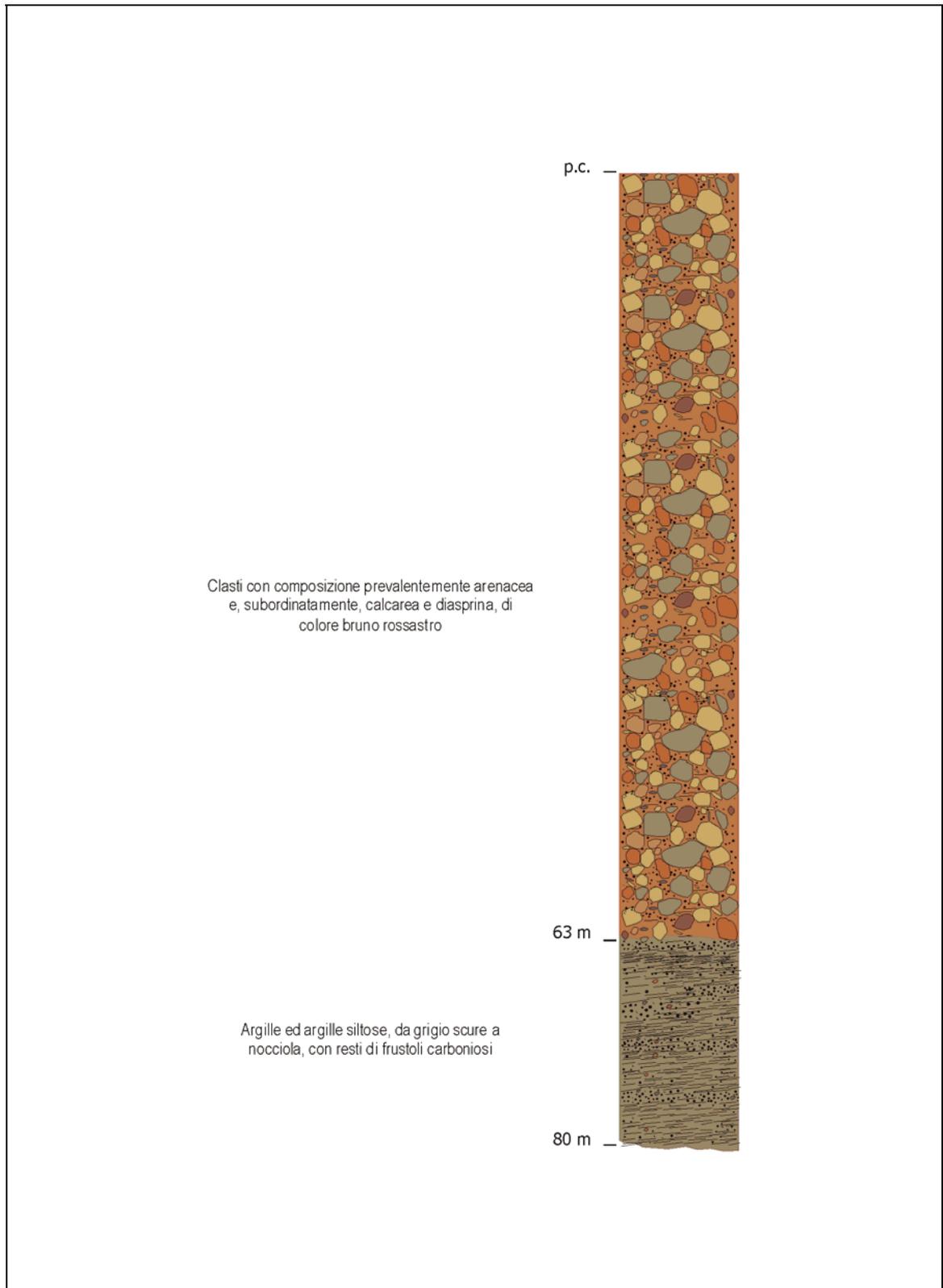
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 142

Località: Pian di Scò, San Miniato

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:500.

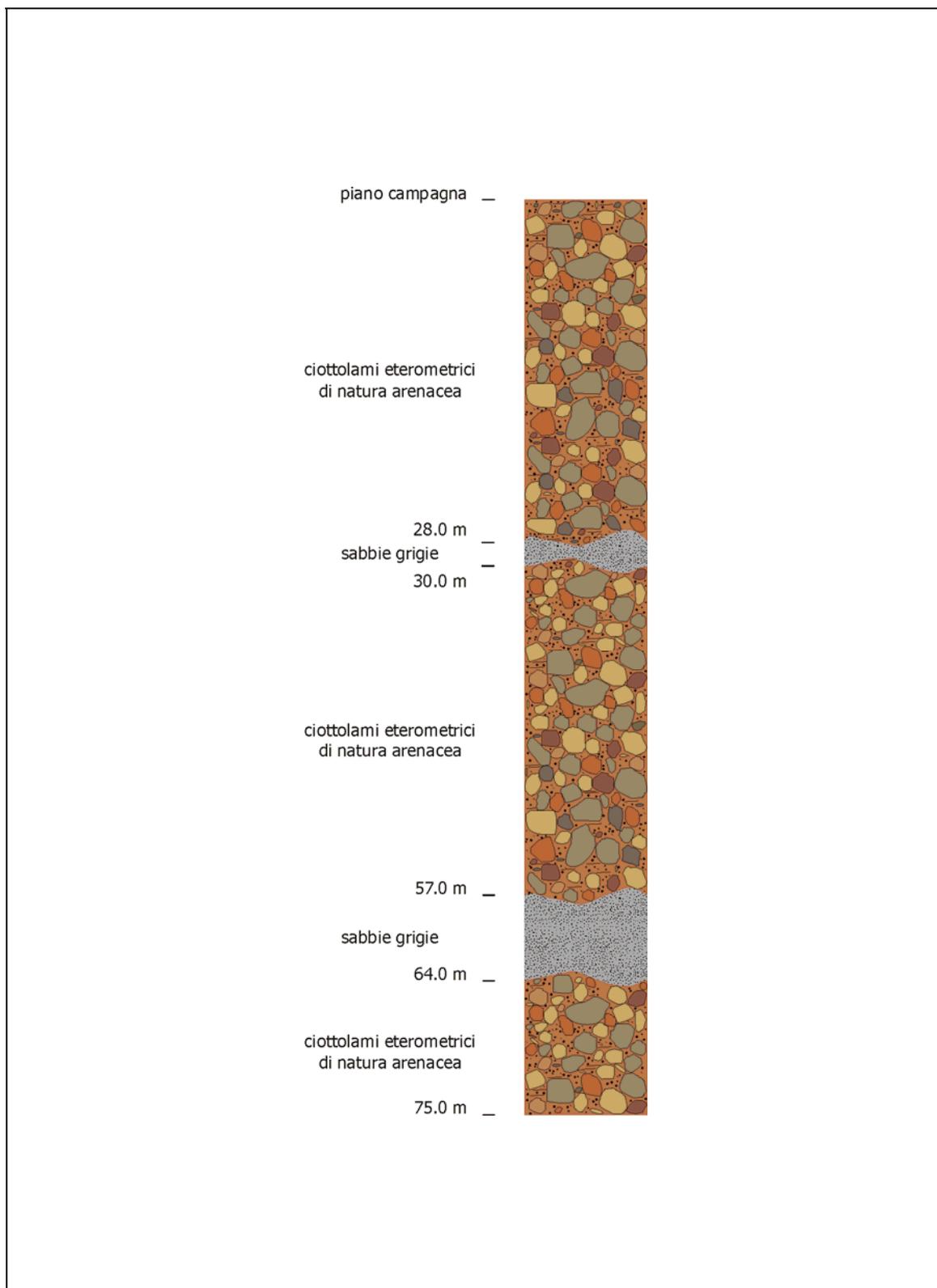
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 143

Località: Pian di Scò, San Miniato, Oami

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:500.

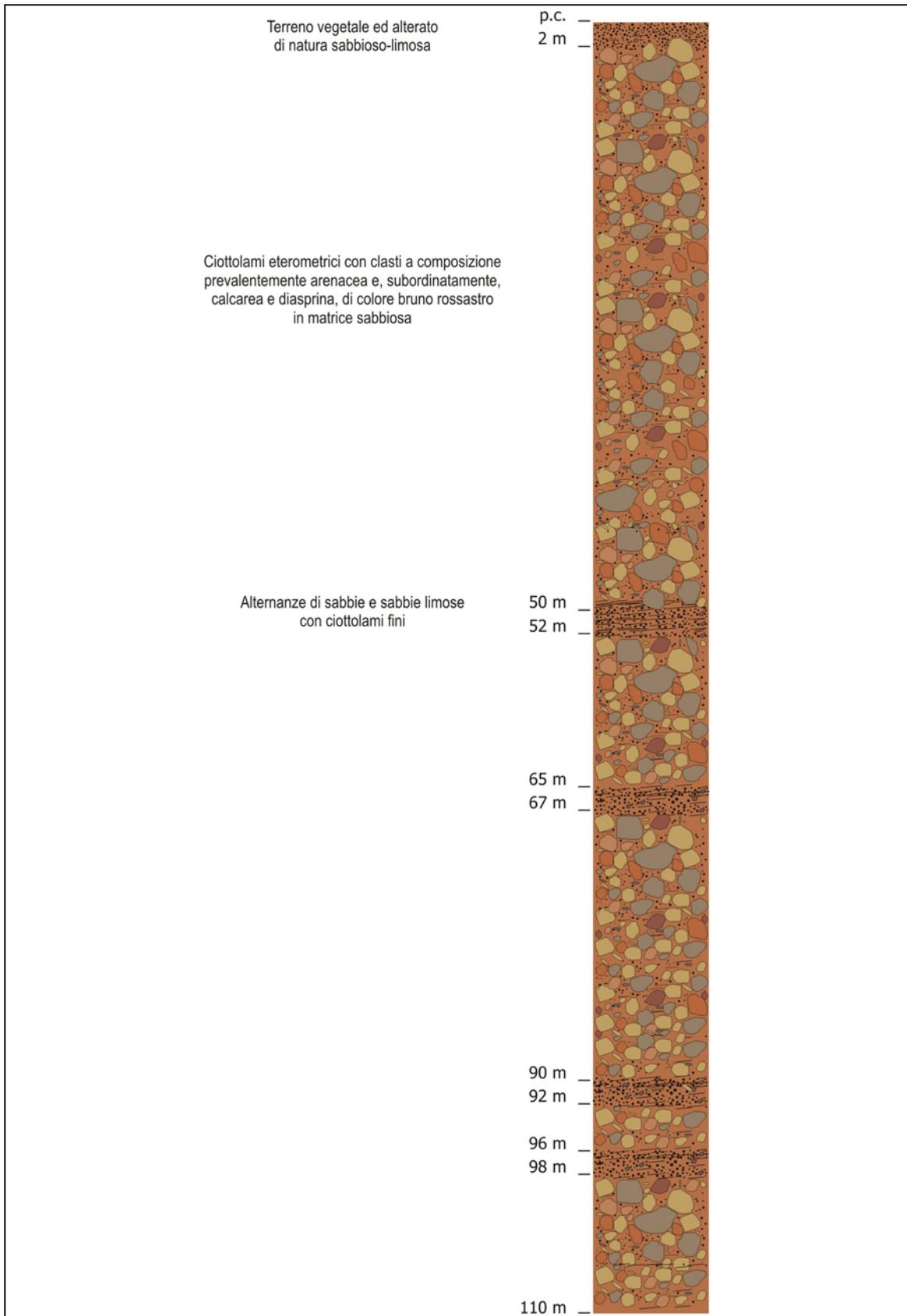
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 144

Località: Pian di Scò, Il Palagio

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:500.

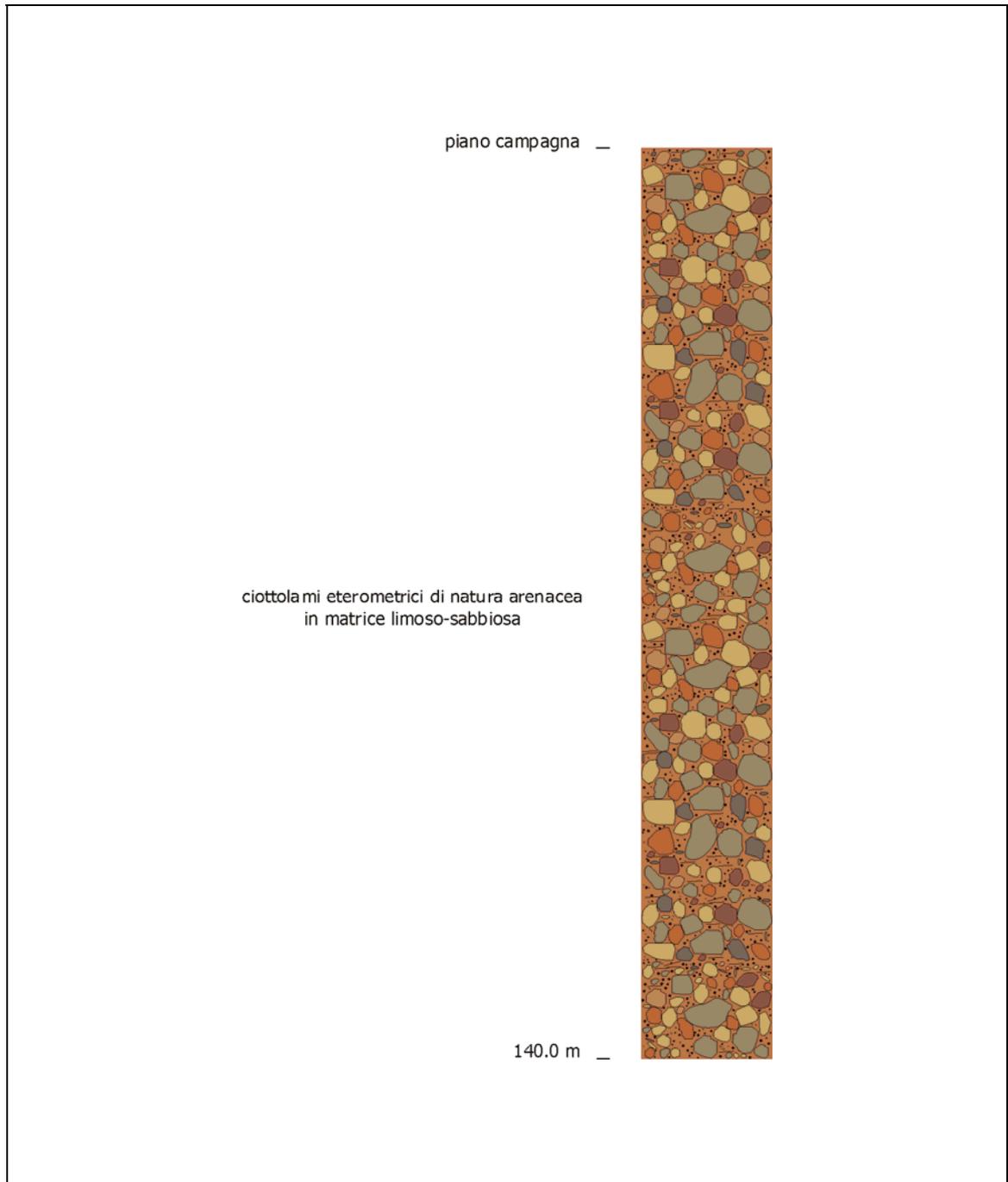
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 145

Località: Pian di Scò, Il Palagio

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:1000.

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 146

Località: Pian di Scò, Casalivo

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione, in scala 1:500.

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 147

Località: Pian di Scò, Via delle Case Nuove

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:500.

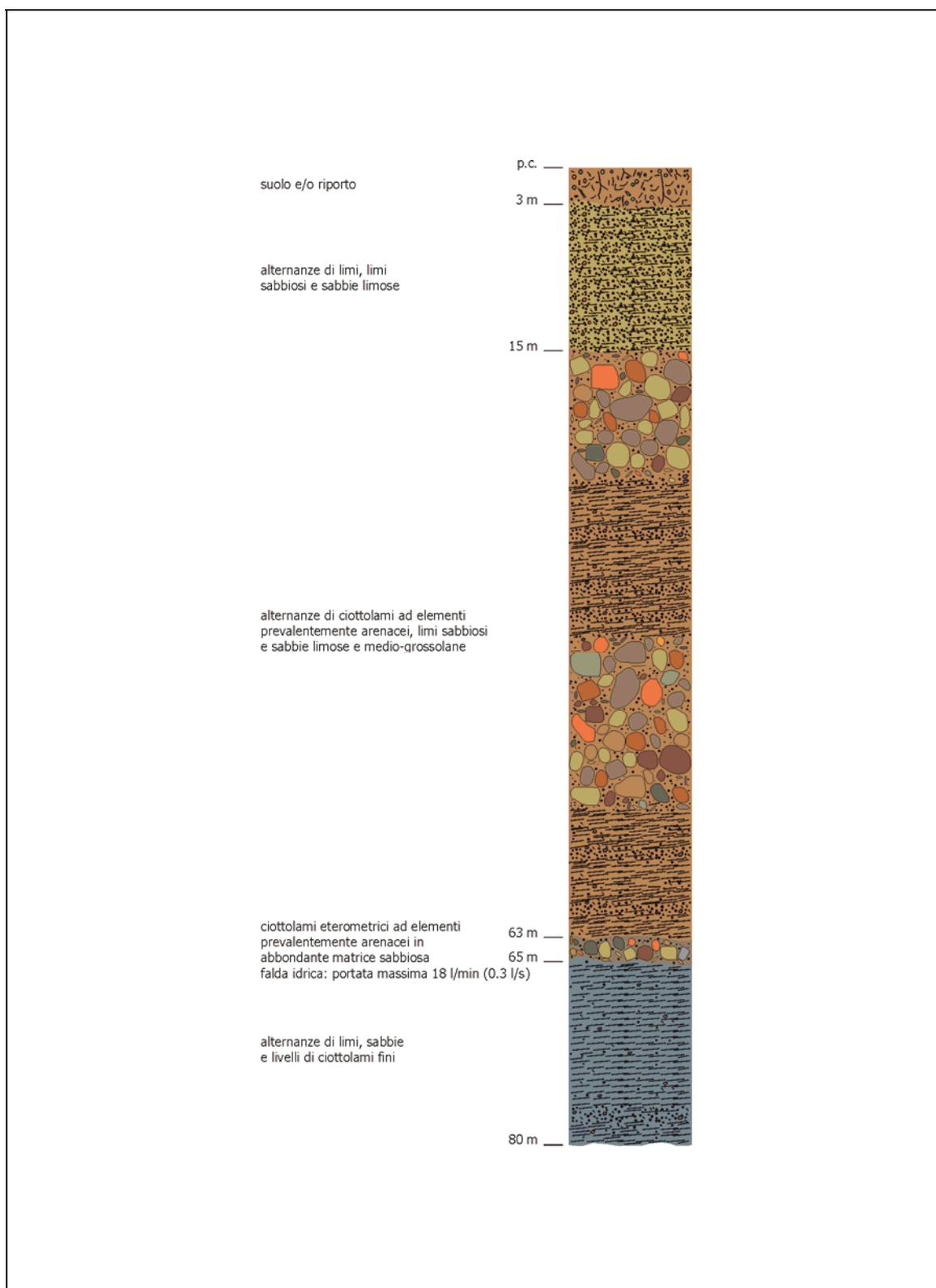
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 148

Località: Pian di Scò, Via Monamea

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:500.

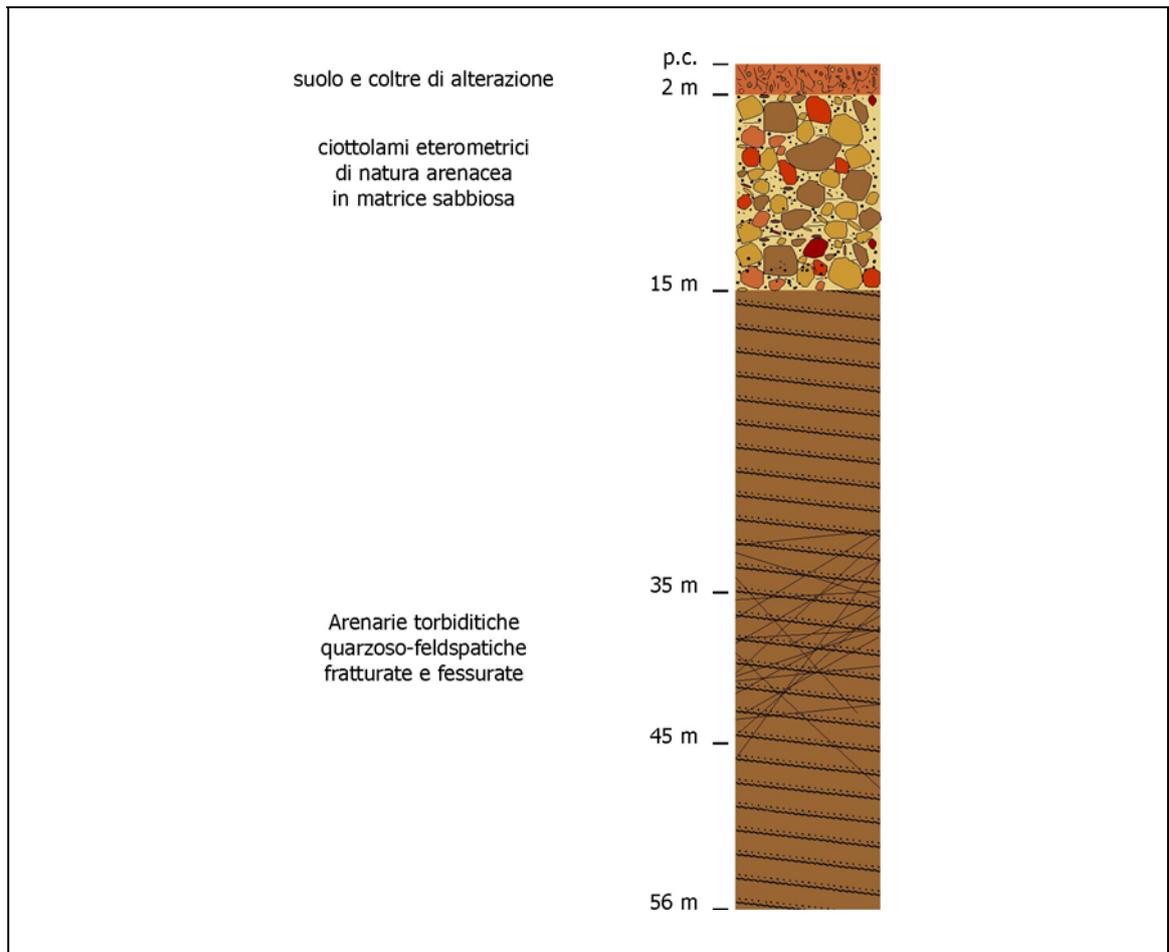
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 149

Località: Pian di Scò, Caselli

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione, in scala 1:500.

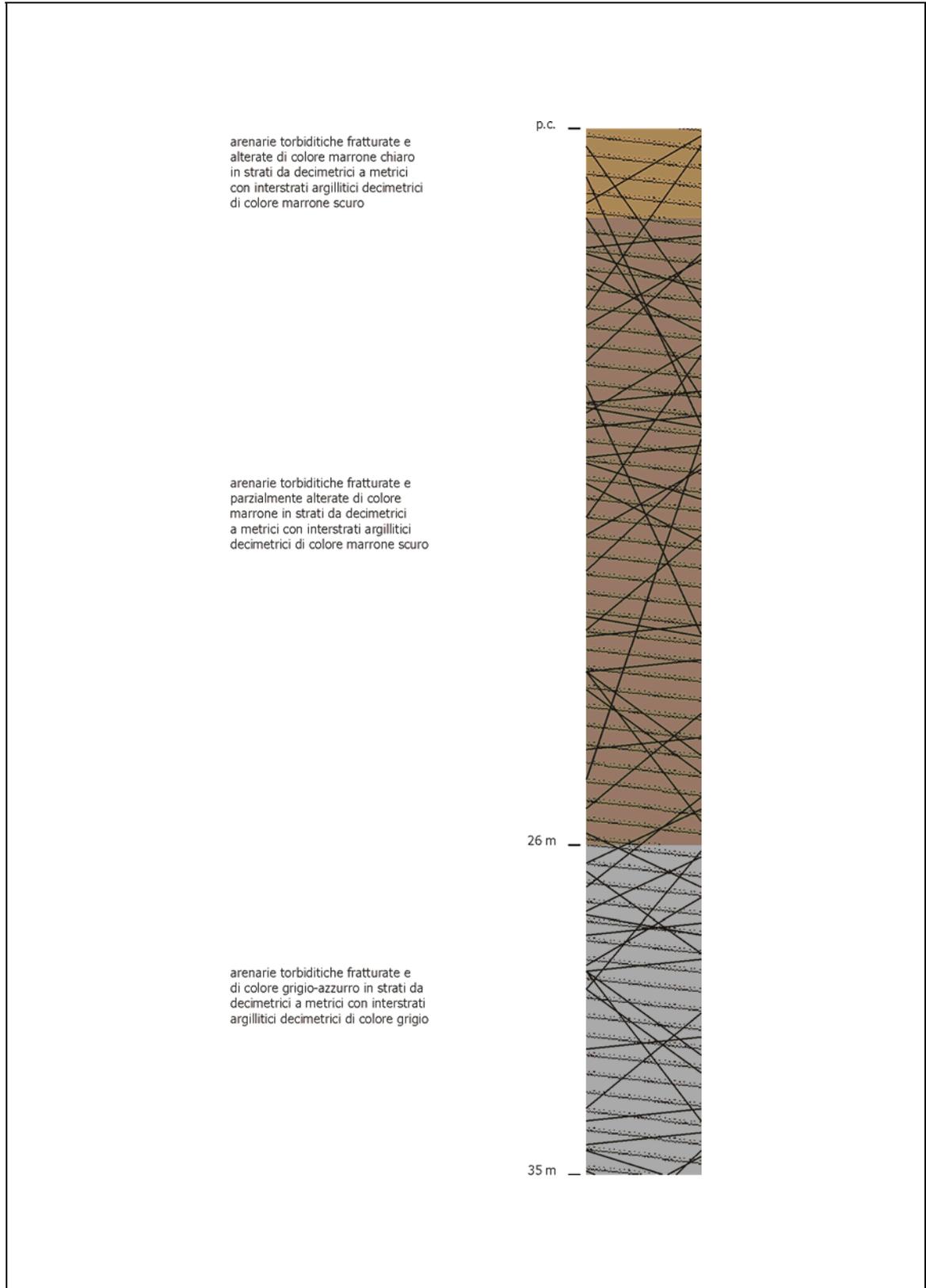
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 150

Località: Pian di Scò, Case Caselli

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:200.

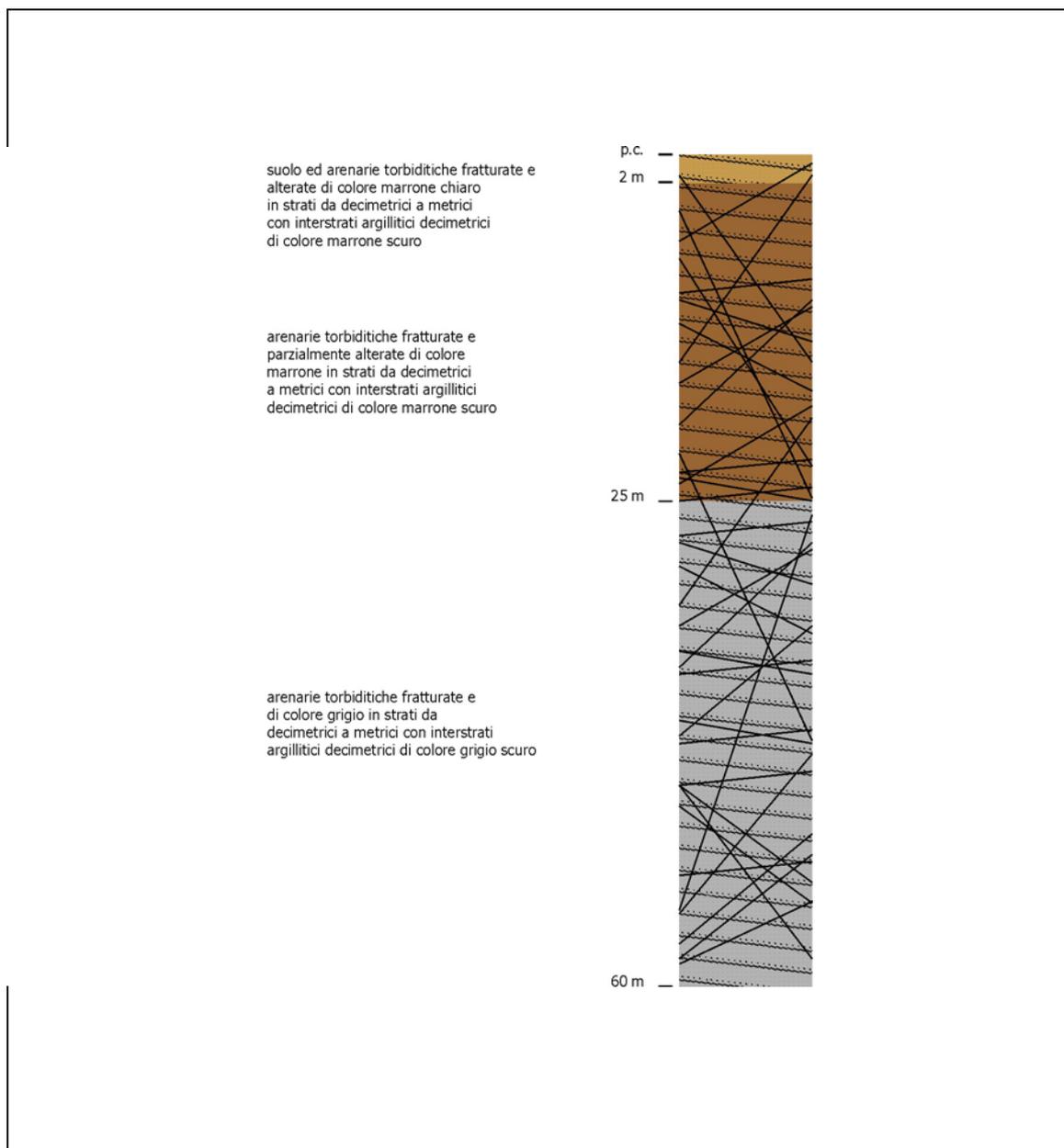
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 151

Località: Pian di Scò, Case La Ripa

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:500.

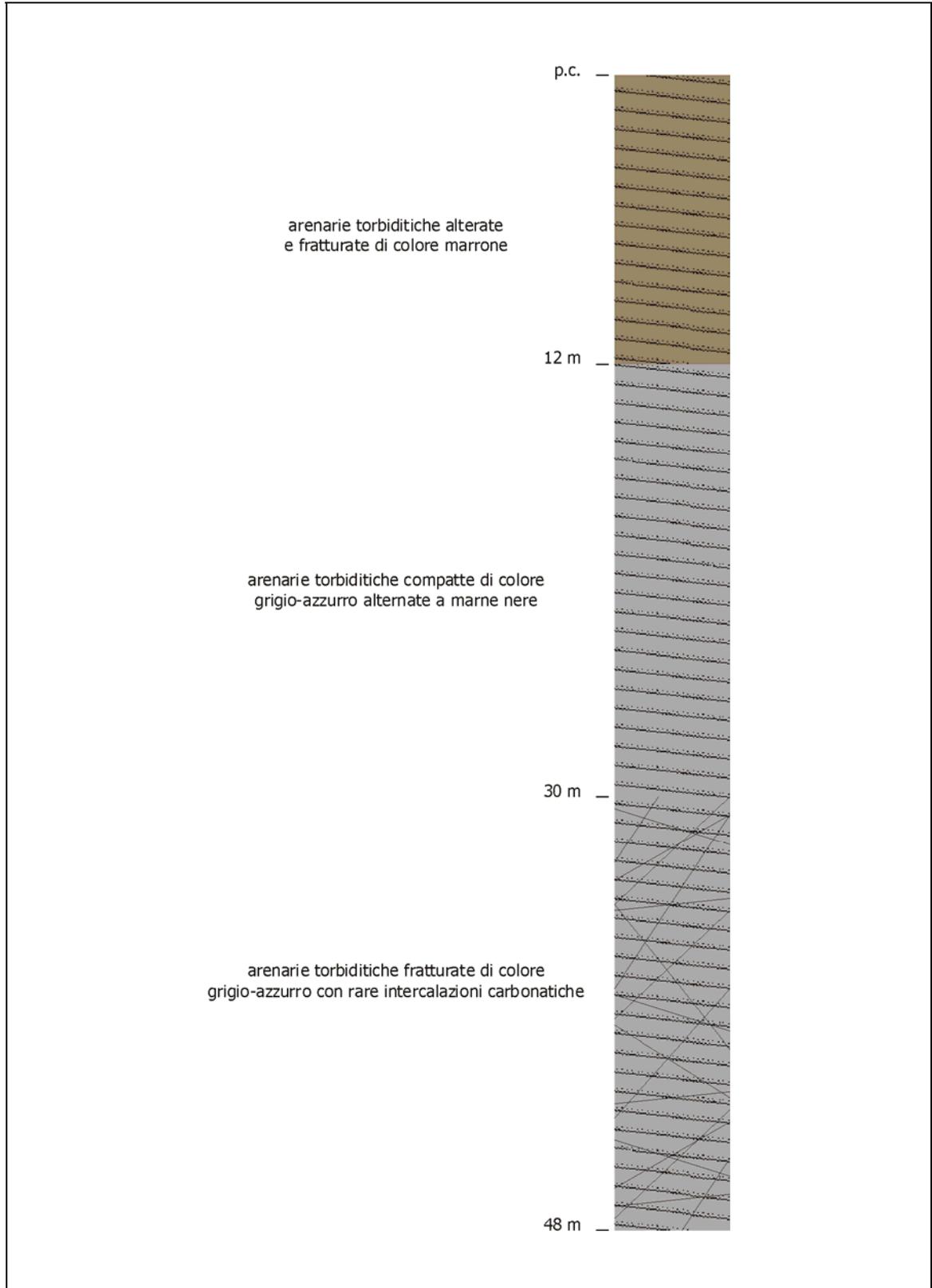
COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 152

Località: Pian di Scò, Gli Ori

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



Stratigrafia della perforazione in scala 1:250.

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 153

Località: Pian di Scò, Via Molinuzzo

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0054493

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
293 254	0			
		38		Sabbia Limosa Gialla Con Intercalazioni Di Ghiaia In Matrice Limosa Sabbiosa
253	38	1		Sabbia Con Ghiaia
241	39			
		12		Sabbia Limosa e Limi Sabbiosi
	51			

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 154

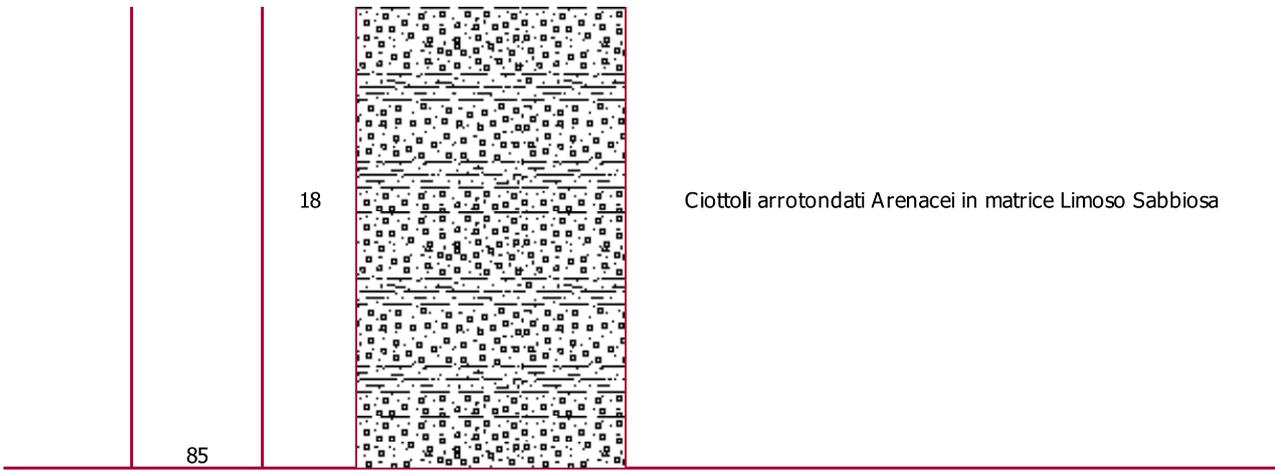
Località: Pian di Scò, località Chiantini

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0000292

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
281	0			
280	1	1		Suolo/Terreno Vegetale
251		29		Limi Sabbiosi con Ciottoli arenacei
214	30	37		Ciottoli arrotondati Arenacei in matrice Limoso Sabbiosa
196	67			



Powered by >ARTEL

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 155

Località: Pian di Scò, Il Palagio

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0052490

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
283	0			
281	2	2		Sabbia e Limi
216				
		65		Conglomerato Arenaceo InMatrice Sabbiosa ConAlternanzaDiLivelliDi Sabbia Compatta Limosa
	67			
203				



Powered by >ARTEL

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 156

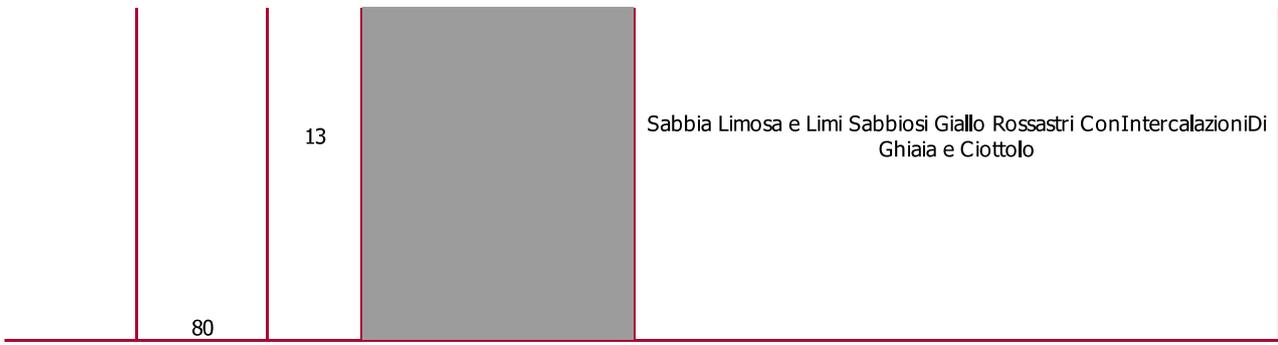
Località: Pian di Scò, Casalivo

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0052948

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
300	0			
240				
		60		Sabbia Limosa e Limi Sabbiosi Giallo Rossastri Con Intercalazioni Di Ghiaia e Ciottolo
238	60			
	62	2		Ghiaia
233				
		5		Sabbia Limosa e Limi Sabbiosi Giallo Rossastri Con Intercalazioni Di Ghiaia e Ciottolo
	67			
220				



COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 157

Località: Pian di Scò, Simonti

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



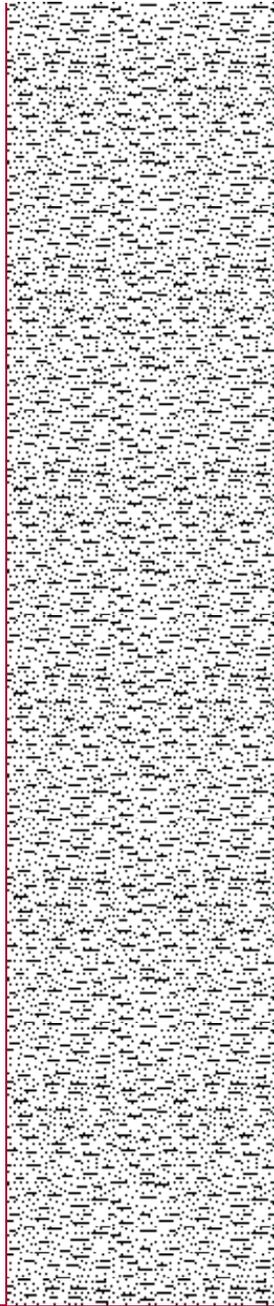
COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0054508

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
289 277	0	12		Sabbia e Ciottolo
250	12	27		Sabbia Compatta
222	39	28		Sabbia Limosa
171	67			

51

Sabbia Limosa

118



COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 158

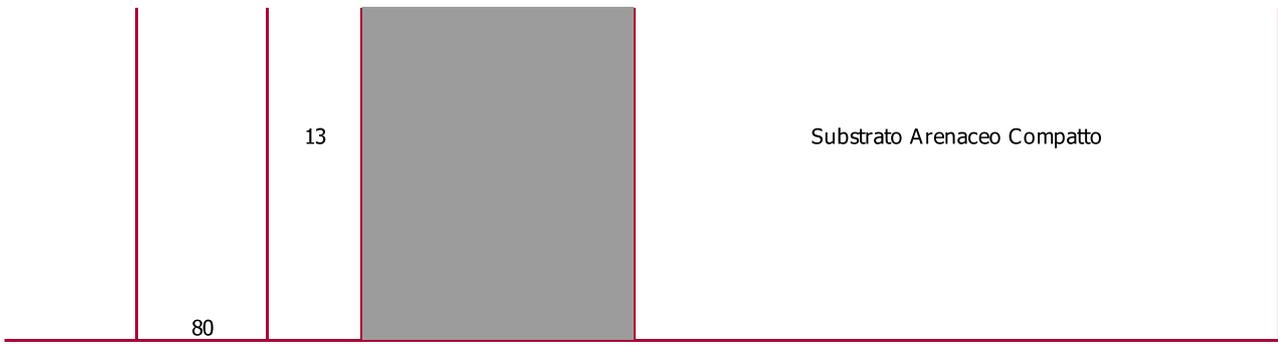
Località: Pian di Scò, località Simonti

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0052131

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
295	0			
293	2	2		Limi Argilloso-Sabbiosi
235				Ciottoli arenacei alterati in matrice sabbioso-limosa intercalati a lenti di sabbie limose
		58		
228	60	7		Substrato Arenaceo Compatto
215	67			



COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 159

Località: Pian di Scò, Via delle Case Nuove

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0052283

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
316	0			
312		4		Limi Sabbia -oso Argilla -oso Grigio
249	4			
		63		Sabbia e Ghiaia
	67			
196				

53

Sabbia e Ghiaia

120

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 160

Località: Pian di Scò, Via del Borricino

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0045177

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
332 325	0	7		Limi Argilloso Sabbiosi
274	7	51		Ciottoli in Matrice Sabbiosa
265	58	9		Arenarie Fratturate
235	67			



COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 161

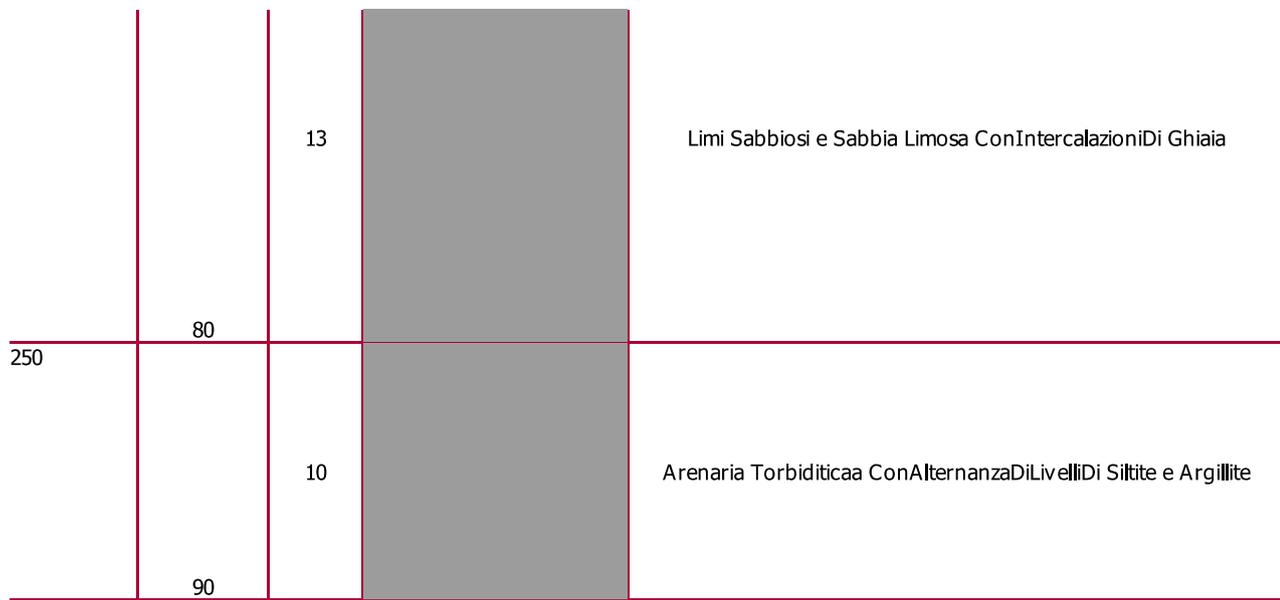
Località: Pian di Scò, Viale Galileo Galilei

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0053668

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
340	0			
338	2	2		Terreno di Riporto
274				Limi Sabbiosi e Sabbia Limosa Con Intercalazioni Di Ghiaia
	67			
260				



Powered by >ARTEL

COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 162

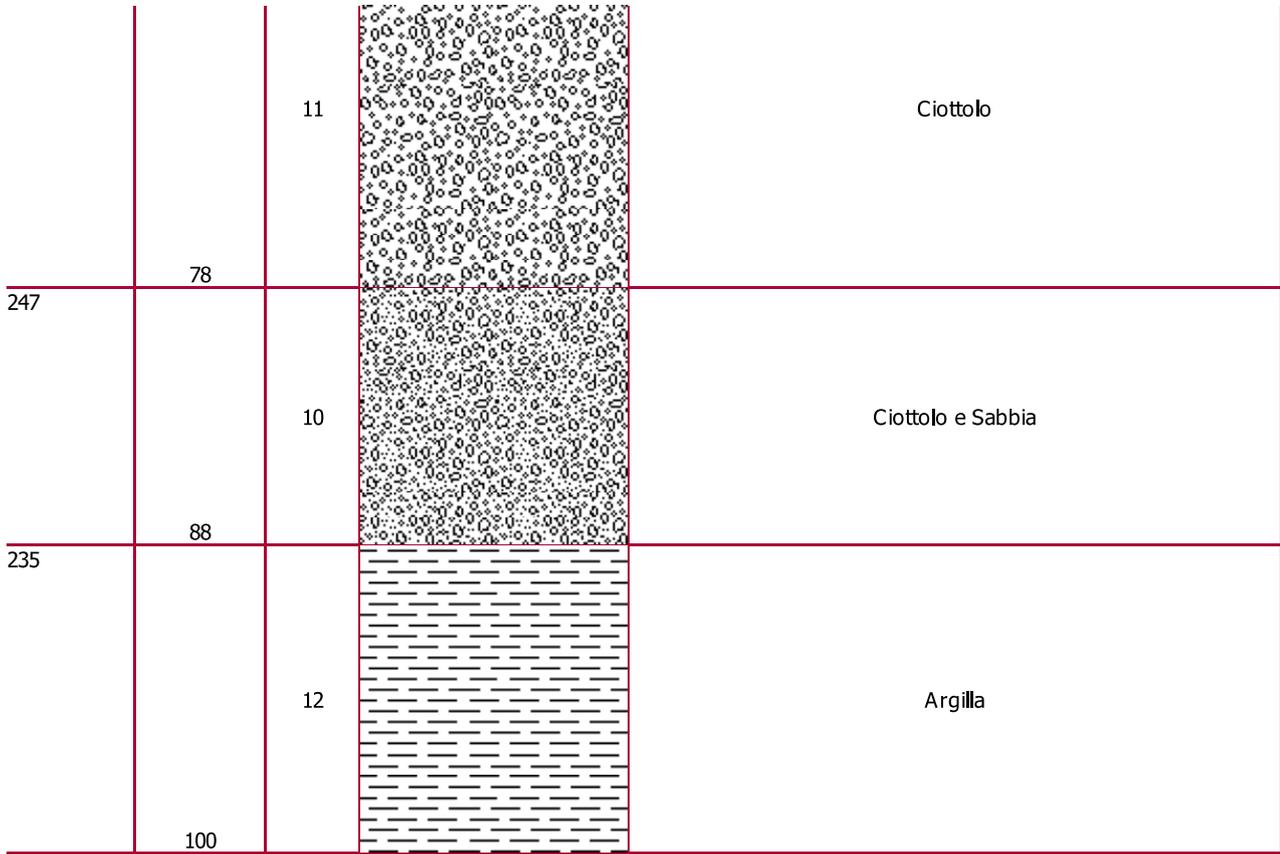
Località: Pian di Scò, Viale Galileo Galilei

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0052949

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
335 326	0	9		Sabbia
268	9	58		Ciottolo
257	67			



COMUNE DI PIAN DI SCÒ
(PROVINCIA DI AREZZO)

SCHEDE DEI DATI DI BASE

Numero: 163

Località: Pian di Scò, Campo Sportivo

Tipo e numero: n. 1 Stratigrafia Pozzo per acqua



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0052206

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
327	0			
325	2	2		Terreno di Riporto
260				
		65		Sabbia Limi Limi Argilla -oso Sabbia -oso Grigio Giallo
	67			
243				

		17	Sabbia Limi Limi Argilla -oso Sabbia -oso Grigio Giallo
241	84	2	Conglomerato cementato
217	86	24	Limi Sabbia -oso e Sabbia Giallo
	110		