



# COMUNE DI PISA

IL DIRIGENTE  
Arch. GABRIELE BERTI

*STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DELLA VARIANTE AL PIANO  
STRUTTURALE DA "AREA DI CONNESSIONE" AD "AREA A SERVIZI"*

*PISA, LOC. SAN CATALDO*

Relazione geologica

*Ottobre 2006*

Il Tecnico:

Dott. Geol. Fabrizio Alvares



**ELABORATO **ADOTTATO**  
CON DELIBERAZIONE**

Giunta Comunale  
 Consiglio Comunale

n° 58 ..del... 19 LUG. 2007

## **1. PREMESSA**

La seguente relazione geologica, redatta ai sensi dell'art. 62 della L.R. n.1/2005, della Del.C.R. 94/85 ed in attuazione del P.A.I. del Fiume Arno, si riferisce alla variante al Piano Strutturale del Comune di Pisa, da "Area di Connessione" ad "Area a Servizi" di un'area in loc. San Cataldo così come riportato nella corografia di Fig. 1.

Gli elaborati grafici a corredo della presente relazione geologica sono i seguenti:

- Tav. 1: Carta geologica
- Tav. 2: Carta litotecnica
- Tav. 3: Carta del tetto delle argille compressibili
- Tav. 4: Carta idrogeologica
- Tav. 5: Carta della vulnerabilità idrogeologica
- Tav. 6: Carta della pericolosità geomorfologica
- Tav. 7: Carta della pericolosità idraulica

## **2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI DELL'AREA**

Da un punto di vista geologico, la zona in esame, fa parte della piana alluvionale dell'Arno, caratterizzata da depositi costituiti in prevalenza da argille e limi olocenici alla quale sono intercalati livelli sabbiosi e ghiaiosi di spessore variabile. Generalmente, la frazione più fine, rappresentata da argille e limi, caratterizza le zone più lontane dai corsi d'acqua.

L'area d'intervento presenta una morfologia pressoché pianeggiante con una quota media del p.c. di circa 2.5 metri s.l.m. Come possiamo osservare nella carta geologica di Tav. 1, nell'area in esame affiorano i depositi alluvionali (at) caratterizzati da terreni prevalentemente argillosi ai quali si intercalano sporadici livelli di natura sabbiosa e sabbioso-limoso.

Immediatamente ad est dell'area affiorano i depositi sabbiosi (sa), caratterizzati da sabbie prevalenti talora intercalati da livelli argillosi e limosi.

## **3. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DELL'AREA**

Al fine della definizione delle caratteristiche litotecniche dei terreni in esame, è stata condotta una campagna geognostica che si è espletata per mezzo di n.4 prove penetrometriche statiche e n.2 sondaggi

a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità di 15 m dal p.c., la cui ubicazione è rappresentata in Fig. 2, e i cui risultati sono riportati in Appendice.

Durante l'esecuzione dei sondaggi, sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio, i cui rapporti di prova sono riportati in Appendice e i cui risultati sono sintetizzati nella sottostante tabella.

<b>SINTESI DEI RISULTATI DELLE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO</b>				
<b>CAMPIONE</b>		<b>S1C1</b>	<b>S2C1</b>	<b>S2C2</b>
<b>PROFONDITÀ DI CAMPIONAMENTO (m)</b>		1.1-1.5	4.5-5.0	7.0-7.5
<b>LITOLOGIA</b>		Argilla/Limo	Limo argilloso	Argilla limosa
<i>Pocket penetrometer</i>	Kg/cmq	3.80	0.30	0.30
<i>Scissometro</i>	Kg/cmq	1.75	0.13	0.14
<b>CARATTERISTICHE FISICHE</b>				
<i>Peso di volume (g)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	1.953	1.820	1.619
<i>Umidità naturale (w)</i>	%	21.4	28.2	50.4
<i>Peso Specifico (Gs)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	2.700	2.700	2.700
<i>Densità secca (Gd)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	1.608	1.420	1.077
<i>Indice dei vuoti (e)</i>		0.679	0.902	1.507
<i>Saturazione</i>	%	85	84	90
<i>Porosità</i>	%	40	47	60
<b>LIMITI DI ATTERBERG</b>				
<i>Class. Casagrande</i>		CH	CH	MH-OH
<i>Limite Liquido (WL)</i>	%	54.5	66.1	66.1
<i>Limite Plastico (WP)</i>	%	28.1	30	35.7
<i>Indice di Plasticità (IP)</i>		26.5	36.1	30.4
<i>Indice di Consistenza (Ic)</i>		1.2	1.0	0.5
<b>ANALISI GRANULOMETRICA</b>				
<i>ghiaia</i>	%	0.0	0.0	0.0
<i>sabbia</i>	%	0.4	3.0	0.2
<i>limo</i>	%	49.7	63.3	48.3
<i>argilla</i>	%	49.9	33.7	51.5
<b>TAGLIO DIRETTO</b>				
<i>Angolo d'attrito interno (<math>\phi</math>)</i>	°	19	3	4
<i>Coesione non drenata (cu)</i>	Kg/cmq	1.11	0.14	0.13
<b>PROVA EDOMETRICA</b>				
<i>Indice di Compressibilità (Cc)</i>		0.181	0.395	0.558

Sulla base delle indagini geognostiche e geotecniche eseguite sull'area in esame, e dei dati acquisiti dagli studi geologici a supporto del Piano Strutturale, è stata redatta la carta litotecnica di Tav. 2 nella quale sono state distinte "unità litotecniche" aventi comportamento geomeccanico omogeneo. Nella

fattispecie, l'area in esame ricade all'interno dell'unità litotecnica definita come *argille e limi da moderatamente consistenti a consistenti, generalmente preconsolidati*.

Al fine di fornire un modello geometrico-meccanico del sottosuolo, sulla base dei risultati acquisiti con le indagini geognostiche e geotecniche, è stata ricostruita la sezione litotecnica riportata in pagina seguente.

Come possiamo osservare, il sottosuolo in esame può essere schematizzato in tre livelli con caratteristiche distinte, indicati con livello A, livello B e livello C.

#### LIVELLO A

Questo livello, che si estende fino alla profondità di circa 2.70 m dal p.c., è caratterizzato da terreni argillosi e limosi in percentuale pressoché uguali (50% circa per entrambi). Tali litotipi sono contraddistinti da un *Limite Liquido WL* di 54.5%, da un *Indice di Plasticità IP* di 1.2 e da un *Indice di Consistenza Ic* pari a 1.2, parametri che indicano un grado di plasticità "plastico" e una consistenza "solida"; secondo il sistema di classificazione USCS questo litotipo è classificato come *argilla inorganica di elevata plasticità (CH)*. Tutto ciò è in coerenza sia con i risultati delle penetrometrie statiche, che hanno evidenziato valori massimi di  $Q_c$  dell'ordine di 60 Kg/cm<sup>2</sup>, sia con i risultati della Prova di Taglio eseguita in laboratorio da cui emergono elevati valori di coesione dell'ordine di 1.1 Kg/cm<sup>2</sup>. Dall'elaborazione della Prova di Compressione Edometrica risulta un Grado di Sovraconsolidazione  $OCR > 4$ , che equivale ad un'argilla sovraconsolidata (SC).

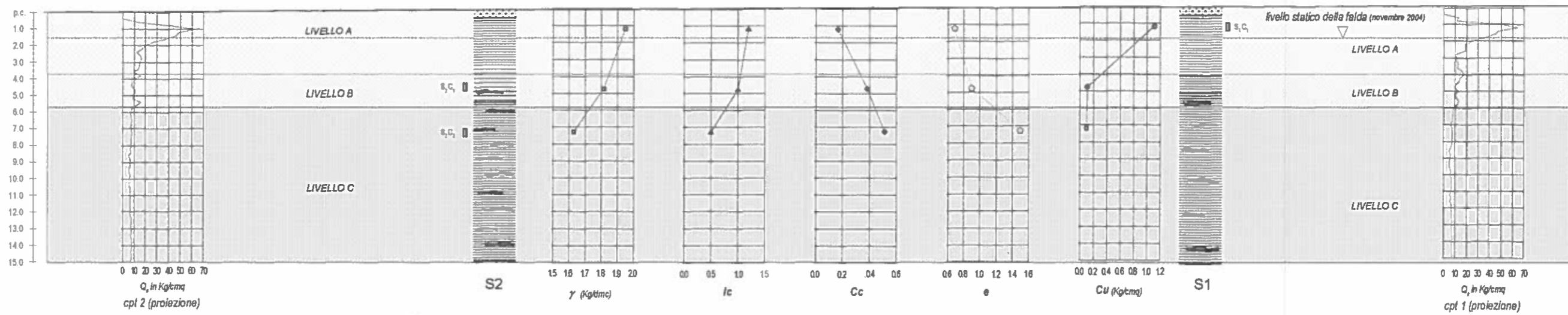
#### LIVELLO B

Questo livello, che si protrae fino alla profondità di circa 5.80 m, è costituito da limi argillosi normalconsolidati (NC) di media consistenza, come indicato sia dai valori di resistenza alla punta del penetrometro ( $Q_c$  dell'ordine di 15 Kg/cm<sup>2</sup>), sia dal valore di coesione emerso dalla prova di taglio ( $C_u = 0.14$  Kg/cm<sup>2</sup>) ed è caratterizzato da un *Limite Liquido WL* di 66.1, da un *Indice di Plasticità IP* di 36.1 e con un *Indice di Consistenza Ic* di 1.0 che indicano un terreno "plastico" di consistenza "solido-plastica"; secondo il sistema di classificazione USCS anche questo litotipo è classificato come *argilla inorganica di elevata plasticità (CH)*.

#### LIVELLO C

Questo livello, presente da -5.70 fino a tutta la profondità indagata, è caratterizzato da argille limose normalconsolidate (NC), plastiche, di consistenza "molle-plastica", con *Limite Liquido WL* = 66.1, *Indice di Plasticità IP* = 30.4 e *Indice di Consistenza Ic* = 0.5. Secondo il sistema di classificazione USCS, questo litotipo è classificato come *limo inorganico-limo organico e argilla organica di media-alta plasticità*.

**SEZIONE LITOTECNICA**  
(Scala 1 : 250)



CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE							
LITOTIPI		PARAMETRI FISICO-MECCANICI					
		$\gamma$ (Kg/cmq)	$I_c$	$C_c$	$e$	$\phi$ (grad)	$C_u$ (Kg/cmq)
	LIVELLO A	1.95	1.2	0.18	0.679	18°	1.10
	LIVELLO B	1.82	1.0	0.39	0.902	3°	0.14
	LIVELLO C	1.61	0.5	0.56	1.507	4°	0.13

(MH-OH). Per questo livello sono stati rilevati valori elevati del coefficiente di compressibilità  $C_c$  che indica una elevata suscettibilità al consolidamento.

I risultati delle indagini effettuate concordano con quanto espresso dalla carta del tetto delle argille compressibili che, come possiamo osservare dalla Tav. 3, (estratta dallo studio geologico del Piano Strutturale) sull'area in esame si riscontrano dalla profondità di circa 5 m dal p.c.

#### **4. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE DELL'AREA**

Nel seguente paragrafo si illustrano le caratteristiche idrografiche dell'area in esame con specifico riferimento alla rete idraulica secondaria (vd. Fig. 3.), rappresentata dal fosso di San Cataldo, dal Canale Rivestito e dal Fosso dei Sei Comuni, e da una serie di capofossi e scoline campestri che rappresentano la rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'area di studio.

La rete idraulica minore viene individuata come "Sottobacino della zona Cisanello-Pisanova", in cui le principali linee idrauliche sono il Fosso dei Sei Comuni ed il Fosso S. Marco.

Il collettore principale è rappresentato dal "Fosso dei Sei Comuni" che nasce immediatamente a Nord dell'Ospedale di Cisanello, ed attualmente raccoglie le acque meteoriche e i reflui non trattati, anche provenienti dall'Ospedale, facendole convogliare nel "Fosso Marmigliaio"; questo collettore di bonifica costituisce la via d'acqua che delimita l'area di progetto nella parte nord.

Il "Fosso di S. Marco", che scola la periferia sud-orientale di Pisa, attualmente confluisce nel "Fosso dei sei Comuni" attraverso un collettore che delimita l'area oggetto di studio nella parte Ovest.

Nella parte sud dell'area si individuano due canali: in Fosso di San Cataldo, che confluisce nel Fosso dei Sei Comuni delimitando l'area di progetto nella parte est, ed il Canale Rivestito, attualmente chiuso.

Il principale ricettore della zona è rappresentato dal "Fosso dei Sei Comuni". Tale canale di bonifica si sviluppa dal Ponte alla Via di Padule fino allo sbocco nel Marmigliaio, con andamento rettilineo per circa 1730 m e pendenza al fondo pari 0,025%; la sezione, sostanzialmente di forma trapezia, ha subito nel tempo adeguamenti con interventi di riprofilatura eseguiti negli anni che vanno dal 1961 al 1964.

Attualmente, in corrispondenza del Ponte alla Via di Padule, il corso d'acqua presenta una larghezza al fondo pari circa 2 m, larghezza in sommità pari a 6,30 m e profondità pari a circa 1,6 m; procedendo verso valle, la forma della sezione vede un allargamento in sommità ed un approfondimento dell'altezza.

## 5. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA

La costituzione prevalentemente argillosa dei terreni costituenti il substrato dell'area in esame, fa sì che sull'area persista una limitata e discontinua circolazione idrica, alimentata dalle piogge locali, che è contenuta all'interno dei livelli più permeabili, intercalati alle argille nei primi tre metri di profondità, tale da non essere identificabile come un vero e proprio acquifero freatico.

Nella figura di Tav. 4, si rappresenta la zona in esame suddivisa in classi di permeabilità costruita sulla base delle caratteristiche litologiche ed idrogeologiche dei terreni affioranti. Come possiamo osservare, l'area in esame, nella quale affiorano terreni prevalentemente argillosi, ricade nella classe a permeabilità primaria molto bassa.

Il primo acquifero significativo, da cui poi si approvvigionano numerosi pozzi ad uso plurimo, è rappresentato dall'orizzonte sabbioso presente alla profondità di circa 45 m e definito come "*la prima falda artesianiana della pianura pisana*".

### 5.1. CARATTERIZZAZIONE DEL SUBSTRATO

Un quadro geo-stratigrafico generale della Pianura Pisana, sulla base delle numerose perforazioni per pozzi eseguite, può essere così rappresentato:

- un substrato profondo di sedimenti pre-neoautoctoni;
- un substrato intermedio comprensivo dei sedimenti neoautoctoni fino al Plestocene inferiore;
- un substrato superiore caratterizzato dai sedimenti post-pleistocenici.

La base del substrato superiore è caratterizzata da litotipi costituiti dai "Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina" (Segre, 1955); sono ciottoli e ghiaie fluviali di spessore variabile, comunque non superiore ai dieci metri, nelle quali è contenuto un acquifero di ottima produttività che costituisce la cosiddetta "*seconda falda artesianiana della pianura di Pisa*".

Al di sopra, e fino alla quota del piano campagna, prevalgono litologie limose e limo-sabbiose oloceniche alle quali sono intercalati orizzonti sabbiosi di potenza variabile tra i quali risulta importante quello che si riscontra alla profondità di alcune decine di metri il quale grazie alla sua continuità laterale (presente in buona parte della piana di Pisa) costituisce un unico corpo acquifero indicato come la "*prima falda artesianiana della pianura di Pisa*".

Per l'area in esame, dall'analisi dei dati acquisiti nell'ambito della campagna geognostica condotta nell'area stessa e sulla base di quelli lito-stratigrafici disponibili relativi a due pozzi esistenti nelle vicinanze (vd. Figg. 4 e 5: pozzo C.N.R. e pozzo Cassa di Risparmio di Pisa), emerge il seguente quadro litostratigrafico e idrogeologico:

- fino alla profondità di 5-6 m sono presenti terreni argilloso-limosi con intercalazioni di livelli sabbiosi di spessore esiguo;
- seguono litologie argillose molli con intercalazioni sabbiose che si protraggono fino alla profondità variabile tra circa 40 m e 50 m dal p.c.;
- di seguito sono presenti litotipi sabbiosi aventi spessori dell'ordine dei 20 m, rappresentanti il primo acquifero produttivo da cui attingono i due pozzi sopra menzionati, oltre quali si riscontrano limi sabbiosi.

## 6. VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

Tenuto conto delle condizioni idrogeologiche e litostratigrafiche della zona, e ritenendo non significativo l'acquifero contenuto nelle litologie sabbioso-limose presenti nei primi metri di profondità, è stata espressa una classe di vulnerabilità relativamente all'acquifero profondo (*"prima falda artesiaiana della pianura di Pisa"*), che nell'area in studio, al di sotto di litologie argillose praticamente impermeabili, si riscontra a partire dalla profondità di circa 45 m. In ragione di ciò, per l'area in esame è stata individuata la **classe di Vulnerabilità 2**, che corrisponde ad un grado di vulnerabilità basso (vd. Tav. 5).

## 7. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA

### 7.1. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Sulla base delle caratteristiche litotecniche illustrate nel paragrafo 3, viene classificata a **Pericolosità bassa: Classe 2** (vd. Tav. 6) .... *corrisponde a situazioni geologico-tecniche stabili con normali vincoli che potranno essere chiariti a livello d'indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia.*

### 7.2. PERICOLOSITA' IDRAULICA

La pericolosità idraulica è riferita alla rete secondaria che, dalle verifiche effettuate, ha evidenziato criticità derivante dall'inadeguatezza in particolare del Fosso dei sei Comuni per lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dal sottobacino Cisanello-Pisanova.

Le opere previste dal progetto di "Riassetto idraulico dei bacini di Pisa Nord-Est nei Comuni di Pisa e San Giuliano Terme" elaborato dall'Ufficio dei Fiumi e Fossi Consorzio di Bonifica di Pisa, che si allega alla presente relazione, determineranno, per stralci successivi, la messa in sicurezza idraulica dell'area.



Nel primo stralcio, è prevista la realizzazione dell'idrovora che consentirà di mettere in sicurezza tutti i bacini di Pisa Nord-est per eventi con  $Tr=30$  anni, mentre la messa in sicurezza per eventi con  $Tr=100$  anni e  $Tr=200$  anni, per i quali gli studi ideologico-idraulici hanno evidenziato battenti  $>30$  cm, sarà assicurata dagli interventi previsti nel secondo stralcio consistenti nella realizzazione delle casse di espansione lungo il fosso dei Sei Comuni.

In ragione di ciò, fino alla realizzazione di tutti gli interventi previsti dal progetto di "Riassetto idraulico dei bacini di Pisa Nord-Est nei Comuni di Pisa e San Giuliano Terme", l'area di variante viene classificata in **CLASSE P.I.3** di Pericolosità (vd. Tav. 7), corrispondente a "Pericolosità Idraulica elevata" comprendente aree inondabili con eventi con  $Tr \leq 30$  anni con battente  $h < 30$  cm e aree inondabili con  $30 < Tr \leq 100$  anni e con battente  $h \geq 30$  cm (vd. studio idrologico-idraulico in Allegato).

Una volta realizzati i suddetti interventi, l'area passerà direttamente nella classe di Pericolosità **P.I.2.**, corrispondente a "Pericolosità Idraulica media".

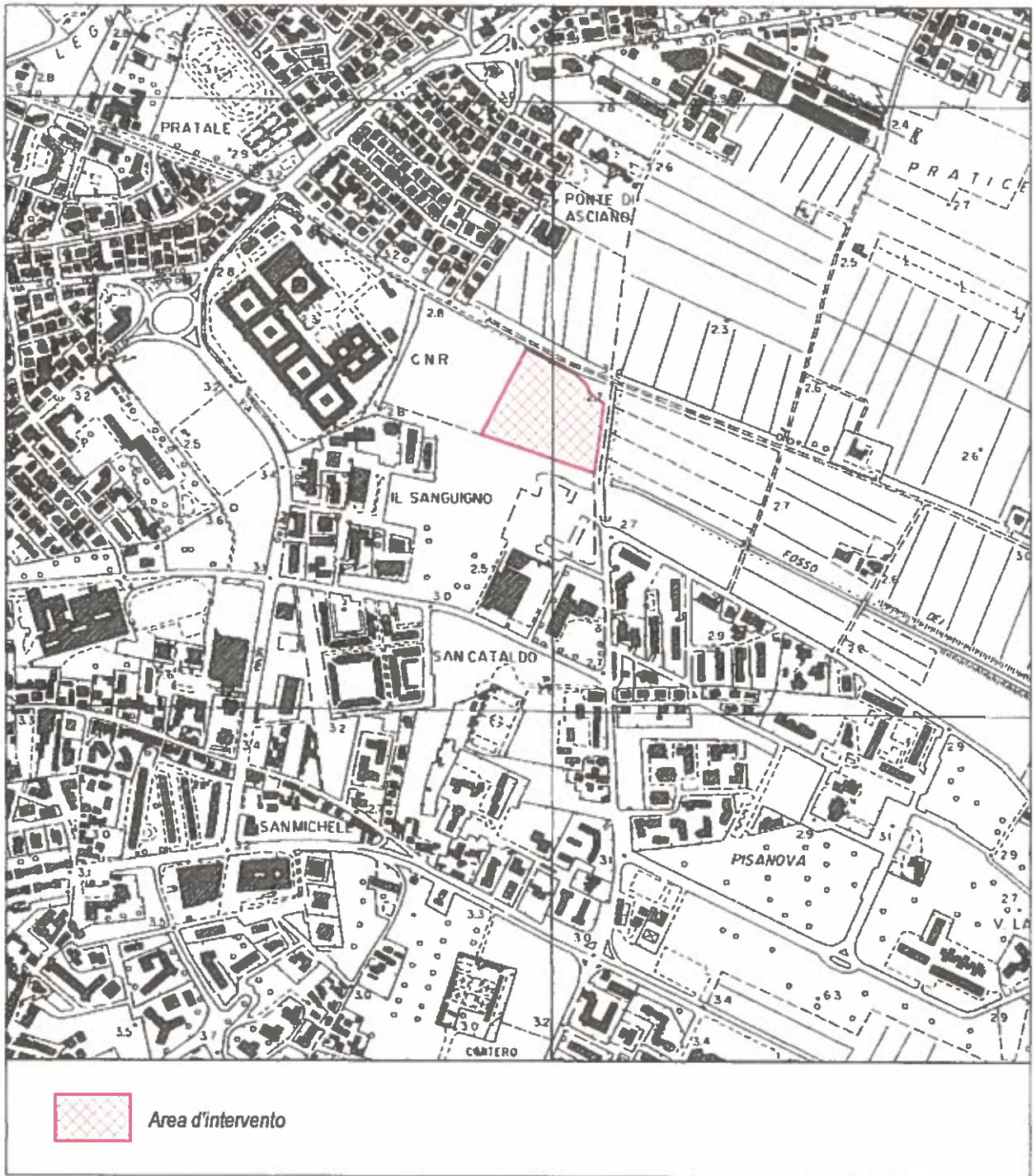


Fig. 1 - Corografia generale, scala 1:10000

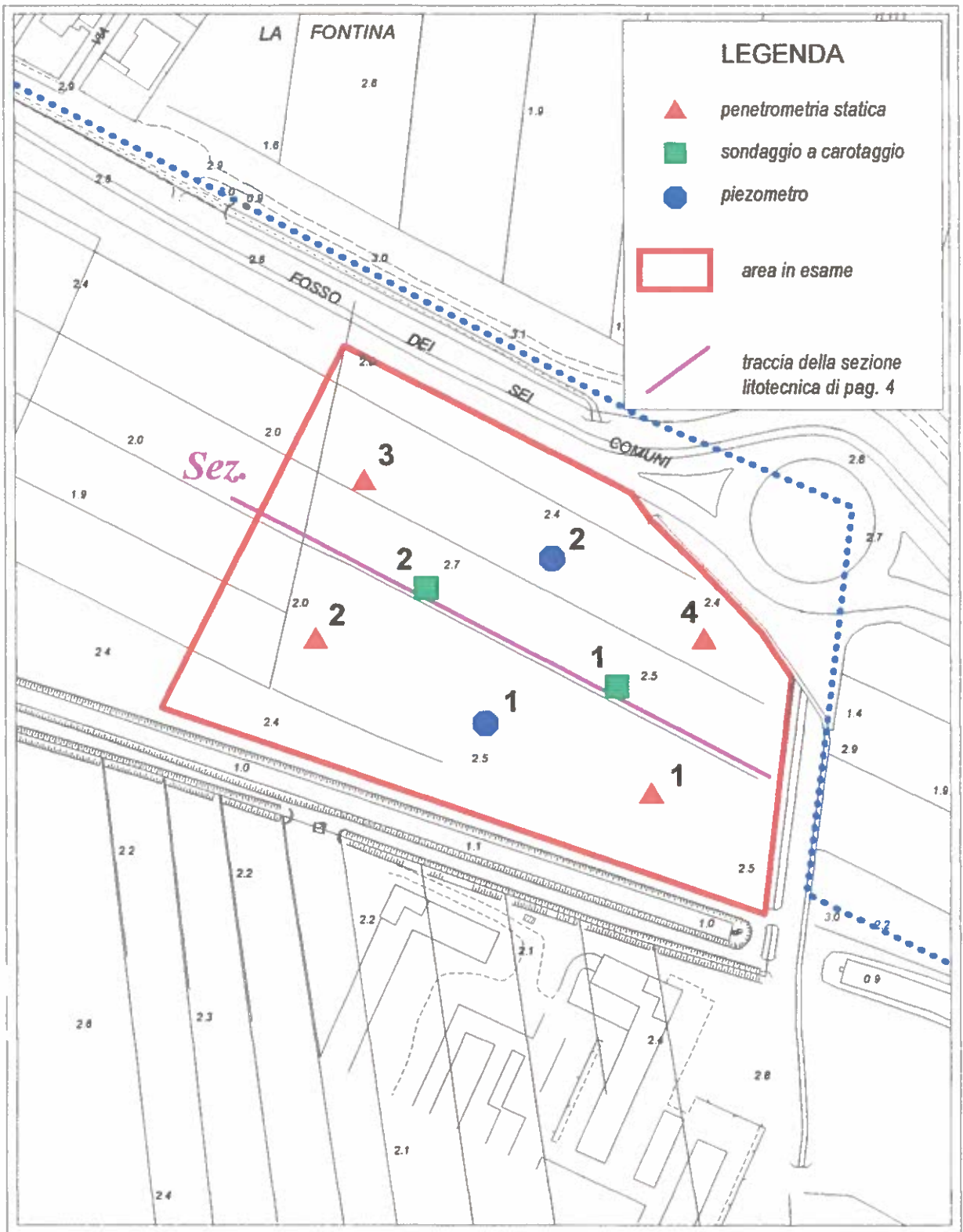


Fig. 2 - Ubicazione indagini (scala 1:2000)

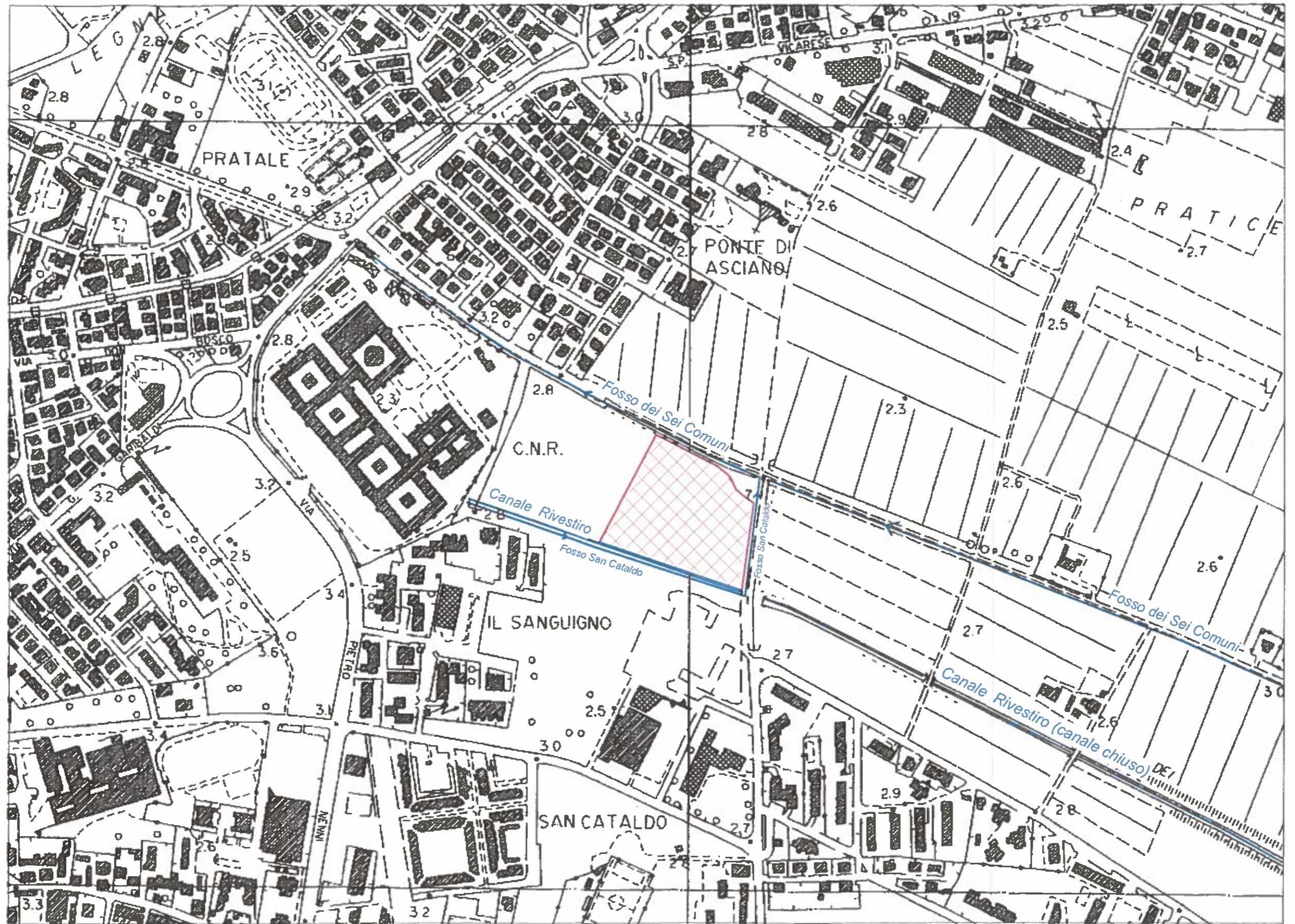


Fig. 3 - Rete idraulica secondaria, scala 1:5000

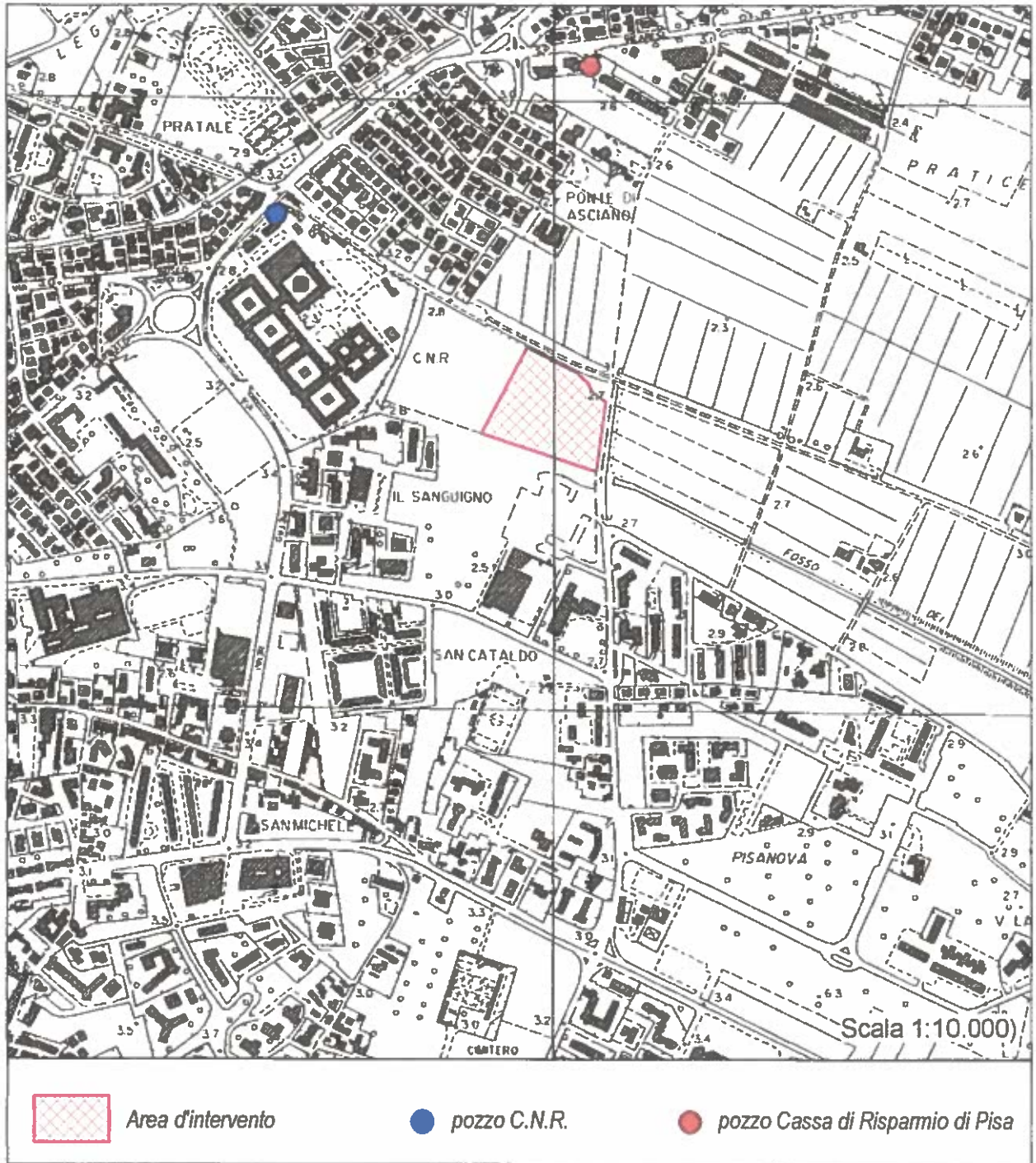
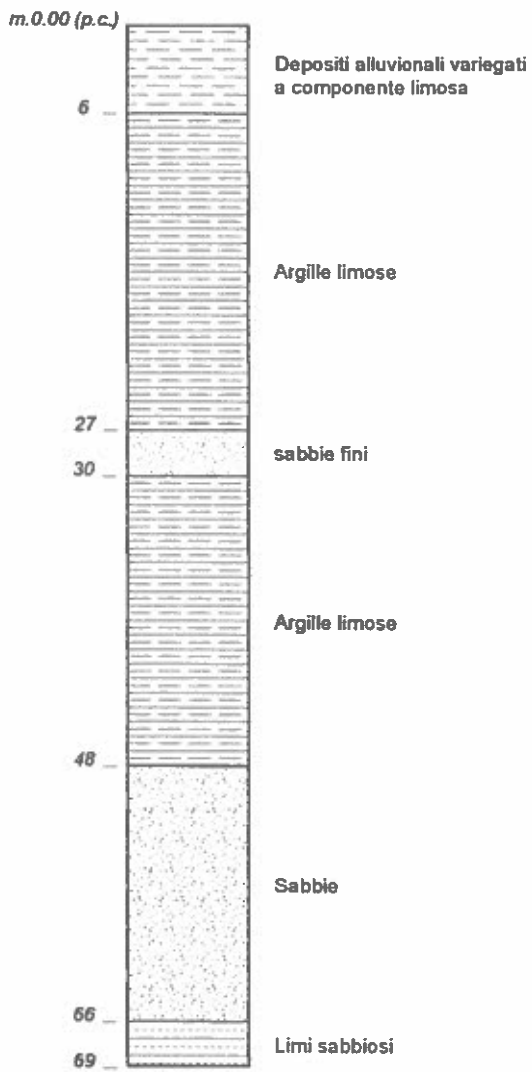
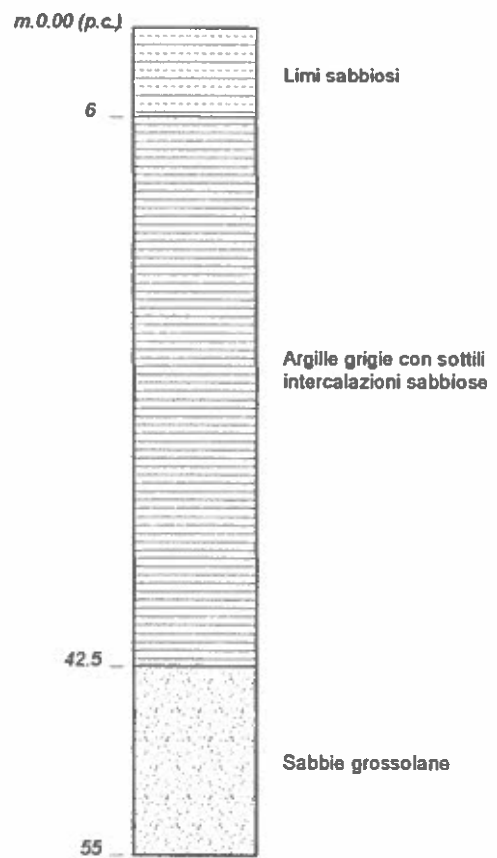


Fig. 4 - Ubicazione pozzi di riferimento

**POZZO C.N.R.**



**POZZO CA.RI.PI.**



 1ª falda artesiana

Fig. 5 - Stratigrafia dei pozzi di riferimento

# APPENDICE

- PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
- SONDAGGI GEOGNOSTICI
- PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO



**GEOSERVIZI S.N.C.**  
di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

**prove penetrometriche statiche e dinamiche  
CPT meccanica ed elettrica - CPTU - SPT - DP**

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**ELABORAZIONE NUMERICA DEI RISULTATI**

N. prove: 4

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Data: 25/10/04.

**LEGENDA**

#####	aot	argilla organica e/o torba	Qc	Resistenza di Punta
=====	a	argilla	Fs	Resistenza laterale
#####	al	argilla limosa	Qc/Fs	Rapporto Begemann
#####	l	limo	Rt	Spinta totale (rivest.+punta)
#####	sl	sabbia e limo	$\gamma$	Peso di volume
#####	ss	sabbia sciolta	$\sigma'_{vo}$	Pressione verticale efficace
#####	sm	sabbia mediamente addensata	$\phi$	Angolo di attrito interno
#####	sdg	sabbia densa e/o ghiaia	Dr	Densità relativa
#####	rip	riporto	Cu	Coesione non drenata
			mv	Coeff. di compressibilità volum.

**Penetrometro statico TG 73 200KN Pagani da 20 t  
(con anello allargatore)**

**Punta meccanica tipo "Begemann"**

**Diametro = 35,7 mm; Angolo di apertura = 60°**

**Ap=10 cm<sup>2</sup>; At=20 cm<sup>2</sup>; Am=150 cm<sup>2</sup>**

**Velocità di avanzamento = 2 cm/sec**

Programma "CPT"  
elaborazione dati  
Dott. F. Alvares  
Dott. A. Pierazzini





**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 1

Data: 25/10/04.

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Profondità massima: 15,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1,6 m dal p.c.

**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	non ril.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	non ril.	
0,6	13,1	0,7	20		1,91	0,11	-	-	0,52	20,5	=====	a
0,8	11,3	0,7	17		1,90	0,15	-	-	0,44	21,9	=====	a
1	49,3	1,2	41		1,85	0,19	31	-	-	6,8	=====	sl
1,2	64,3	2,8	23		2,02	0,23	-	-	2,56	6,2	=====	al
1,4	48,3	3,4	14		1,99	0,27	-	-	1,92	8,3	=====	a
1,6	44,3	2,6	17		1,98	0,28	-	-	1,76	9,0	=====	a
1,8	36,4	2,5	15		1,96	0,30	-	-	1,44	11,0	=====	a
2	25,4	2,1	12		1,93	0,32	-	-	1,00	14,6	=====	a
2,2	18,4	1,5	12		1,61	0,33	-	-	0,72	20,1	#####	aot
2,4	18,4	1,5	12		1,61	0,35	-	-	0,72	20,1	#####	aot
2,6	18,4	1,1	16		1,92	0,37	-	-	0,72	19,5	=====	a
2,8	11,5	0,9	12		1,55	0,38	-	-	0,45	32,2	#####	aot
3	10,5	0,6	18		1,90	0,39	-	-	0,41	22,7	=====	a
3,2	11,5	0,7	17		1,90	0,41	-	-	0,44	21,7	=====	a
3,4	12,5	0,9	13		1,56	0,42	-	-	0,48	29,6	#####	aot
3,6	11,5	1,1	11		1,55	0,43	-	-	0,44	32,2	#####	aot
3,8	15,7	0,8	20		1,91	0,45	-	-	0,61	19,5	=====	a
4	17,7	0,9	19		1,92	0,47	-	-	0,69	19,4	=====	a
4,2	14,7	1,1	13		1,58	0,48	-	-	0,57	25,3	#####	aot
4,4	13,7	0,7	19		1,91	0,50	-	-	0,53	20,2	=====	a
4,6	10,7	0,5	20		1,90	0,52	-	-	0,41	22,6	=====	a
4,8	9,8	0,5	18		1,89	0,54	-	-	0,37	23,7	=====	a
5	12,8	0,5	27		1,91	0,55	-	-	0,49	20,7	=====	al
5,2	9,8	0,3	37		1,65	0,57	-	-	0,37	22,6	=====	l
5,4	10,8	0,6	18		1,90	0,59	-	-	0,41	22,4	=====	a
5,6	12,8	0,6	21		1,91	0,60	-	-	0,49	20,7	=====	a
5,8	11,9	0,7	18		1,90	0,62	-	-	0,45	21,3	=====	a
6	8,9	0,5	17		1,85	0,64	-	-	0,33	25,1	=====	a
6,2	7,9	0,4	20		1,80	0,65	-	-	0,29	27,2	=====	a
6,4	7,9	0,4	20		1,80	0,67	-	-	0,29	27,2	=====	a
6,6	6,9	0,3	21		1,75	0,69	-	-	0,25	30,0	=====	a
6,8	7,0	0,3	21		1,75	0,70	-	-	0,25	29,6	=====	a
7	6,0	0,3	18		1,70	0,71	-	-	0,21	33,2	=====	a
7,2	7,0	0,3	26		1,75	0,73	-	-	0,25	29,6	=====	a
7,4	7,0	0,3	26		1,75	0,74	-	-	0,25	29,6	=====	a
7,6	7,0	0,3	26		1,75	0,76	-	-	0,25	29,6	=====	a
7,8	7,2	0,3	27		1,76	0,77	-	-	0,26	29,2	=====	a
8	7,2	0,3	27		1,76	0,79	-	-	0,26	29,2	=====	a
8,2	7,2	0,3	27		1,76	0,81	-	-	0,25	29,2	=====	a
8,4	6,2	0,3	23		1,71	0,82	-	-	0,21	32,7	=====	a
8,6	5,2	0,3	19		1,66	0,83	-	-	0,17	37,7	=====	a
8,8	6,3	0,2	32		1,72	0,85	-	-	0,22	32,2	=====	al
9	5,3	0,3	20		1,67	0,86	-	-	0,18	36,9	=====	a
9,2	5,3	0,2	27		1,67	0,87	-	-	0,18	36,9	=====	a
9,4	5,3	0,3	20		1,67	0,89	-	-	0,18	36,9	=====	a
9,6	5,3	0,3	20		1,67	0,90	-	-	0,18	36,9	=====	a
9,8	6,4	0,2	32		1,72	0,91	-	-	0,22	31,7	=====	al
10	5,4	0,3	20		1,67	0,93	-	-	0,18	36,2	=====	a



**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 1

Data: 25/10/04.

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Profondità massima: 15,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1,6 m dal p.c.

Prof. [metri]	Qc [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Fs [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	parametri geotecnici stimati						Colonna stratig.	lito_ logia
					$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cm <sup>2</sup> ]	mv [cm <sup>2</sup> /t]		
10,2	6,4	0,2	32		1,72	0,94	-	-	0,22	31,7	~~~~~	al
10,4	6,4	0,2	32		1,72	0,96	-	-	0,22	31,7	~~~~~	al
10,6	6,4	0,2	32		1,72	0,97	-	-	0,22	31,7	~~~~~	al
10,8	6,6	0,2	33		1,73	0,99	-	-	0,22	31,2	~~~~~	al
11	6,6	0,2	33		1,73	1,00	-	-	0,22	31,2	~~~~~	al
11,2	5,6	0,3	21		1,68	1,01	-	-	0,18	35,5	~~~~~	a
11,4	6,6	0,2	33		1,73	1,03	-	-	0,22	31,2	~~~~~	al
11,6	5,6	0,3	21		1,68	1,04	-	-	0,18	35,5	~~~~~	a
11,8	6,7	0,3	25		1,73	1,06	-	-	0,23	30,7	~~~~~	a
12	6,7	0,3	25		1,73	1,07	-	-	0,22	30,7	~~~~~	a
12,2	6,7	0,3	25		1,73	1,09	-	-	0,22	30,7	~~~~~	a
12,4	6,7	0,3	25		1,73	1,10	-	-	0,22	30,7	~~~~~	a
12,6	6,7	0,3	25		1,73	1,12	-	-	0,22	30,7	~~~~~	a
12,8	7,8	0,3	29		1,79	1,13	-	-	0,27	27,4	~~~~~	al
13	6,8	0,3	26		1,74	1,15	-	-	0,23	30,3	~~~~~	a
13,2	6,8	0,3	26		1,74	1,16	-	-	0,23	30,3	~~~~~	a
13,4	6,8	0,3	26		1,74	1,18	-	-	0,23	30,3	~~~~~	a
13,6	6,8	0,3	26		1,74	1,19	-	-	0,23	30,3	~~~~~	a
13,8	8,0	0,2	40		1,64	1,20	-	-	0,27	26,2	~~~~~	l
14	7,0	0,3	26		1,75	1,22	-	-	0,23	29,9	~~~~~	a
14,2	7,0	0,3	26		1,75	1,23	-	-	0,23	29,9	~~~~~	a
14,4	7,0	0,3	26		1,75	1,25	-	-	0,23	29,9	~~~~~	a
14,6	7,0	0,3	26		1,75	1,26	-	-	0,23	29,9	~~~~~	a
14,8	7,1	0,3	27		1,75	1,28	-	-	0,23	29,4	~~~~~	a
15	7,1	0,3	27		1,75	1,29	-	-	0,23	29,4	~~~~~	a
15,2												
15,4												
15,6												
15,8												
16												
16,2												
16,4												
16,6												
16,8												
17												
17,2												
17,4												
17,6												
17,8												
18												
18,2												
18,4												
18,6												
18,8												
19												
19,2												
19,4												
19,6												
19,8												
20												



**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 1

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

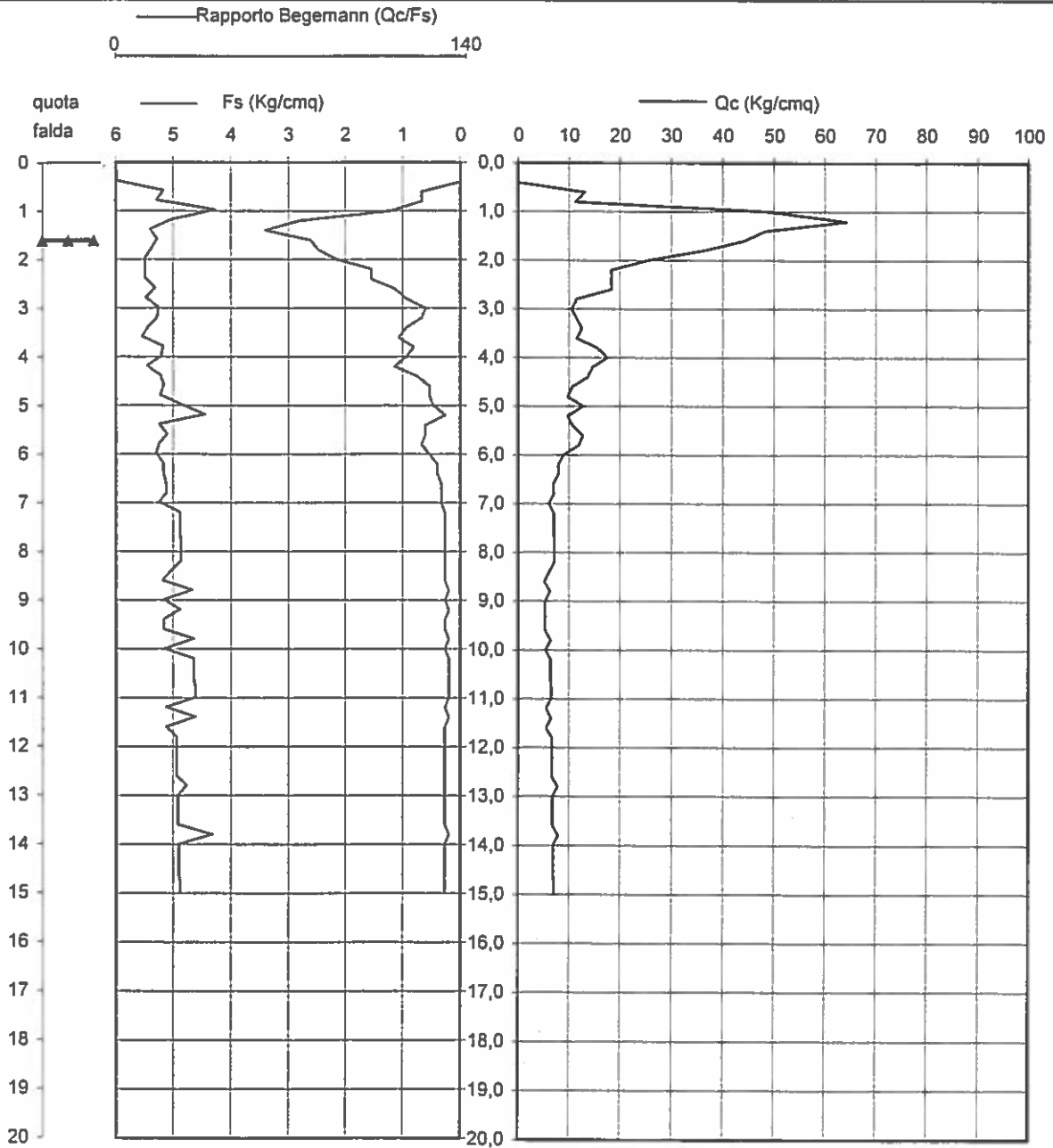
Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Data: 25/10/04.

Profondità massima (m): 15

Quota falda (m dal p.c.): 1,6

**PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI**





**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 2

Data: 25/10/04.

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Profondità massima: 15,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1,7 m dal p.c.

Prof. [metri]	Qc [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Fs [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Qc/Fs	Rt [Kg]	parametri geotecnici stimati							Colonna stratig.	lito_ logia
					$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cm <sup>2</sup> ]	mv [cm <sup>2</sup> /t]			
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	-	non ril.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	-	non ril.	
0,6	13,1	1,2	11		1,56	0,10	-	-	-	0,52	28,2	#####	aot
0,8	39,3	1,2	33		1,80	0,14	30	-	-	-	8,5	#####	sl
1	62,3	1,8	35		1,91	0,18	31	-	-	-	5,4	#####	sl
1,2	49,3	2,9	17		1,99	0,22	-	-	-	1,96	8,1	#####	a
1,4	46,3	3,0	15		1,98	0,26	-	-	-	1,84	8,6	#####	a
1,6	38,3	2,9	13		1,96	0,30	-	-	-	1,52	10,5	#####	a
1,8	26,4	1,7	16		1,94	0,31	-	-	-	1,04	15,2	#####	a
2	20,4	2,0	10		1,92	0,33	-	-	-	0,80	18,2	#####	a
2,2	16,4	2,1	8		1,59	0,35	-	-	-	0,64	22,6	#####	aot
2,4	12,4	1,4	9		1,55	0,36	-	-	-	0,48	29,9	#####	aot
2,6	15,4	1,2	13		1,58	0,37	-	-	-	0,60	24,1	#####	aot
2,8	16,5	1,3	13		1,60	0,38	-	-	-	0,65	22,4	#####	aot
3	14,5	1,3	11		1,58	0,39	-	-	-	0,57	25,5	#####	aot
3,2	14,5	1,2	12		1,58	0,40	-	-	-	0,56	25,5	#####	aot
3,4	13,5	0,8	17		1,91	0,42	-	-	-	0,52	20,3	#####	a
3,6	9,5	0,8	12		1,53	0,43	-	-	-	0,36	38,0	#####	aot
3,8	15,7	0,3	59		1,68	0,44	31	23	-	-	1,1	#####	ss
4	7,7	0,5	14		1,51	0,46	-	-	-	0,29	43,5	#####	aot
4,2	8,7	0,5	16		1,83	0,47	-	-	-	0,33	25,6	#####	a
4,4	7,7	0,3	29		1,78	0,49	-	-	-	0,29	27,8	#####	al
4,6	9,7	0,4	24		1,88	0,51	-	-	-	0,37	23,9	#####	a
4,8	10,8	0,3	32		1,90	0,52	-	-	-	0,41	22,4	#####	al
5	8,8	0,5	19		1,84	0,54	-	-	-	0,33	25,3	#####	a
5,2	8,8	0,7	13		1,52	0,55	-	-	-	0,33	39,8	#####	aot
5,4	15,8	0,1	118		1,68	0,56	30	18	-	-	1,1	#####	ss
5,6	11,8	0,3	35		1,66	0,58	-	-	-	0,45	20,1	#####	l
5,8	7,9	0,4	20		1,80	0,59	-	-	-	0,29	27,2	#####	a
6	6,9	0,3	21		1,75	0,61	-	-	-	0,25	30,0	#####	a
6,2	6,9	0,3	21		1,75	0,62	-	-	-	0,25	30,0	#####	a
6,4	7,9	0,3	24		1,80	0,64	-	-	-	0,29	27,2	#####	a
6,6	7,9	0,3	24		1,80	0,65	-	-	-	0,29	27,2	#####	a
6,8	7,0	0,4	18		1,75	0,67	-	-	-	0,25	29,6	#####	a
7	7,0	0,3	21		1,75	0,68	-	-	-	0,25	29,6	#####	a
7,2	8,0	0,3	24		1,80	0,70	-	-	-	0,29	26,9	#####	a
7,4	8,0	0,4	20		1,80	0,72	-	-	-	0,29	26,9	#####	a
7,6	7,0	0,4	18		1,75	0,73	-	-	-	0,25	29,6	#####	a
7,8	7,2	0,3	22		1,76	0,75	-	-	-	0,26	29,2	#####	a
8	7,2	0,3	22		1,76	0,76	-	-	-	0,26	29,2	#####	a
8,2	6,2	0,4	15		1,49	0,77	-	-	-	0,22	50,7	#####	aot
8,4	7,2	0,3	27		1,76	0,79	-	-	-	0,26	29,2	#####	a
8,6	5,2	0,3	16		1,48	0,80	-	-	-	0,17	58,1	#####	aot
8,8	6,3	0,3	24		1,72	0,81	-	-	-	0,22	32,2	#####	a
9	6,3	0,3	24		1,72	0,83	-	-	-	0,22	32,2	#####	a
9,2	6,3	0,2	32		1,72	0,84	-	-	-	0,22	32,2	#####	al
9,4	5,3	0,3	20		1,67	0,85	-	-	-	0,18	36,9	#####	a
9,6	5,3	0,3	20		1,67	0,87	-	-	-	0,18	36,9	#####	a
9,8	6,4	0,2	32		1,72	0,88	-	-	-	0,22	31,7	#####	al
10	5,4	0,3	20		1,67	0,89	-	-	-	0,18	36,2	#####	a



**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 2

Data: 25/10/04.

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Profondità massima: 15,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1,7 m dal p.c.

**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{va}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
10,2	5,4	0,3	20		1,67	0,91	-	-	0,18	36,2	#####	a
10,4	5,4	0,3	20		1,67	0,92	-	-	0,18	36,2	#####	a
10,6	6,4	0,2	32		1,72	0,94	-	-	0,22	31,7	#####	al
10,8	6,6	0,2	33		1,73	0,95	-	-	0,22	31,2	#####	al
11	6,6	0,2	33		1,73	0,96	-	-	0,22	31,2	#####	al
11,2	6,6	0,3	25		1,73	0,98	-	-	0,22	31,2	#####	a
11,4	6,6	0,3	25		1,73	0,99	-	-	0,22	31,2	#####	a
11,6	6,6	0,3	25		1,73	1,01	-	-	0,22	31,2	#####	a
11,8	6,7	0,3	25		1,73	1,02	-	-	0,23	30,7	#####	a
12	6,7	0,3	25		1,73	1,04	-	-	0,23	30,7	#####	a
12,2	6,7	0,3	25		1,73	1,05	-	-	0,23	30,7	#####	a
12,4	7,7	0,2	38		1,64	1,06	-	-	0,27	26,8	#####	l
12,6	7,7	0,3	29		1,78	1,08	-	-	0,26	27,7	#####	al
12,8	6,8	0,3	20		1,74	1,10	-	-	0,23	30,3	#####	a
13	7,8	0,2	39		1,64	1,11	-	-	0,27	26,5	#####	l
13,2	7,8	0,2	39		1,64	1,12	-	-	0,27	26,5	#####	l
13,4	6,8	0,3	26		1,74	1,14	-	-	0,23	30,3	#####	a
13,6	7,8	0,2	39		1,64	1,15	-	-	0,27	26,5	#####	l
13,8	8,0	0,3	30		1,80	1,16	-	-	0,27	27,1	#####	al
14	8,0	0,3	30		1,80	1,18	-	-	0,27	27,1	#####	al
14,2	8,0	0,3	30		1,80	1,20	-	-	0,27	27,1	#####	al
14,4	7,0	0,3	21		1,75	1,21	-	-	0,23	29,9	#####	a
14,6	8,0	0,2	40		1,64	1,22	-	-	0,27	26,2	#####	l
14,8	7,1	0,3	21		1,75	1,24	-	-	0,23	29,4	#####	a
15	7,1	0,3	21		1,75	1,25	-	-	0,23	29,4	#####	a
15,2												
15,4												
15,6												
15,8												
16												
16,2												
16,4												
16,6												
16,8												
17												
17,2												
17,4												
17,6												
17,8												
18												
18,2												
18,4												
18,6												
18,8												
19												
19,2												
19,4												
19,6												
19,8												
20												



**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 2

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

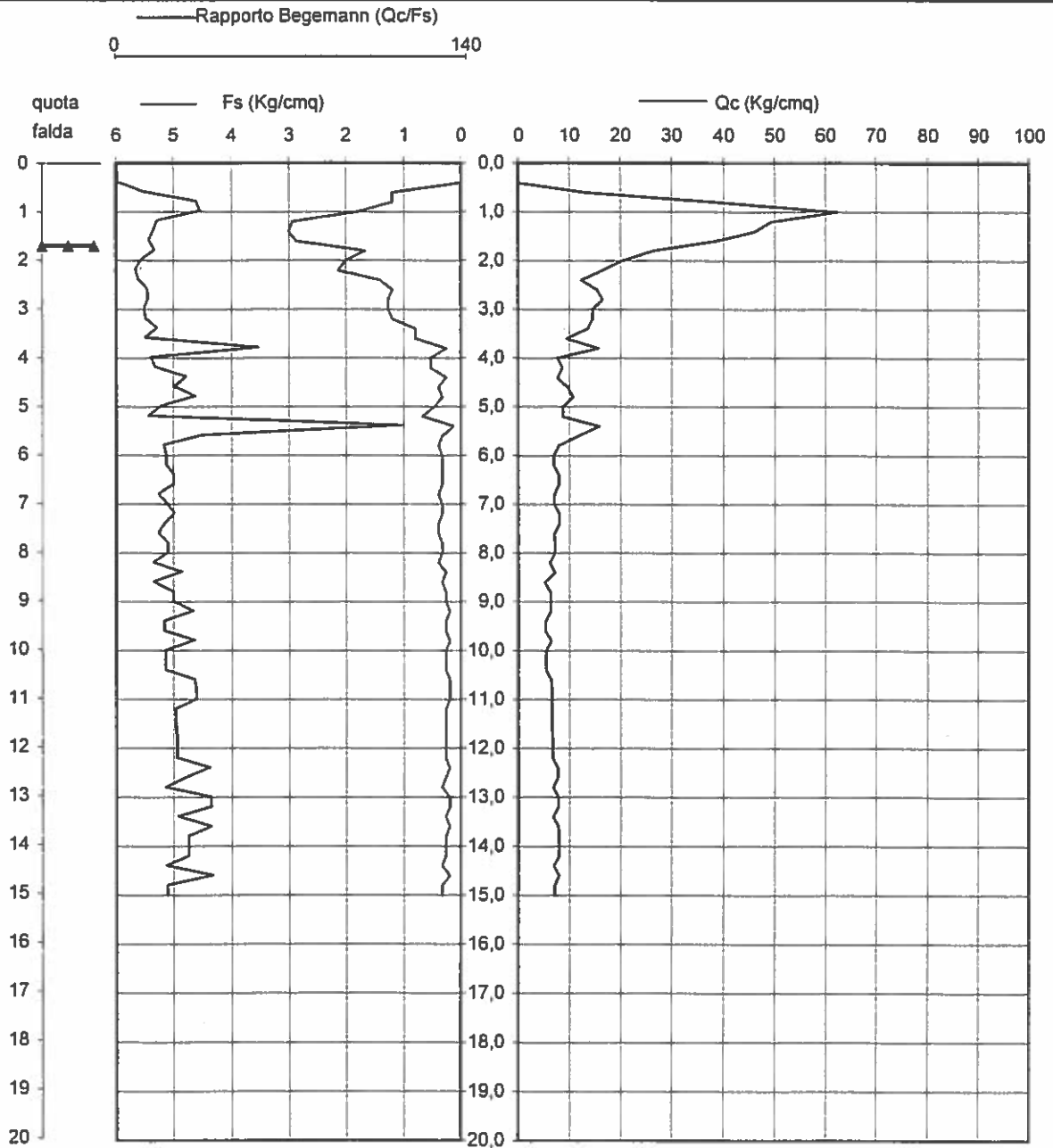
Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Data: 25/10/04

Profondità massima (m): 15

Quota falda (m dal p.c.): 1,7

**PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI**





**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 3

Data: 25/10/04.

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Profondità massima: 15,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1,5 m dal p.c.

**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	non ril.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	non ril.	
0,6	17,1	0,9	18		1,92	0,11	-	-	0,68	19,4	#####	a
0,8	44,3	1,7	26		1,98	0,15	-	-	1,76	9,0	#####	al
1	65,3	2,5	26		2,02	0,19	-	-	2,60	6,1	#####	al
1,2	33,3	5,2	6		1,95	0,23	-	-	1,32	11,1	#####	a
1,4	41,3	2,3	18		1,97	0,27	-	-	1,64	9,7	#####	a
1,6	43,3	1,5	28		1,97	0,29	-	-	1,72	9,2	#####	al
1,8	32,4	1,8	18		1,95	0,31	-	-	1,28	12,3	#####	a
2	25,4	2,3	11		1,93	0,33	-	-	1,00	14,6	#####	a
2,2	21,4	2,1	10		1,93	0,34	-	-	0,84	17,3	#####	a
2,4	14,4	2,2	7		1,57	0,36	-	-	0,56	25,7	#####	aot
2,6	11,4	1,6	7		1,54	0,37	-	-	0,44	32,5	#####	aot
2,8	13,5	1,2	11		1,57	0,38	-	-	0,53	27,4	#####	aot
3	16,5	1,0	17		1,91	0,40	-	-	0,64	19,4	#####	a
3,2	14,5	1,2	12		1,58	0,41	-	-	0,56	25,5	#####	aot
3,4	14,5	1,0	15		1,91	0,43	-	-	0,56	19,8	#####	a
3,6	11,5	0,8	14		1,55	0,44	-	-	0,44	32,2	#####	aot
3,8	10,7	0,7	16		1,90	0,45	-	-	0,41	22,6	#####	a
4	10,7	0,6	18		1,90	0,47	-	-	0,41	22,6	#####	a
4,2	10,7	0,4	27		1,90	0,49	-	-	0,41	22,6	#####	al
4,4	9,7	0,5	21		1,88	0,51	-	-	0,37	23,9	#####	a
4,6	7,7	0,3	23		1,78	0,52	-	-	0,29	27,8	#####	a
4,8	7,8	0,4	19		1,79	0,54	-	-	0,29	27,5	#####	a
5	5,8	0,3	17		1,49	0,55	-	-	0,21	53,3	#####	aot
5,2	6,8	0,3	25		1,74	0,56	-	-	0,25	30,4	#####	a
5,4	6,8	0,3	25		1,74	0,58	-	-	0,25	30,4	#####	a
5,6	6,8	0,3	20		1,74	0,59	-	-	0,25	30,4	#####	a
5,8	7,9	0,3	24		1,80	0,61	-	-	0,29	27,2	#####	a
6	7,9	0,4	20		1,80	0,63	-	-	0,29	27,2	#####	a
6,2	6,9	0,4	17		1,75	0,64	-	-	0,25	30,0	#####	a
6,4	6,9	0,3	21		1,75	0,66	-	-	0,25	30,0	#####	a
6,6	6,9	0,3	26		1,75	0,67	-	-	0,25	30,0	#####	a
6,8	6,0	0,3	23		1,70	0,68	-	-	0,21	33,2	#####	a
7	6,0	0,3	18		1,70	0,70	-	-	0,21	33,2	#####	a
7,2	5,0	0,4	13		1,48	0,71	-	-	0,17	59,3	#####	aot
7,4	5,0	0,3	15		1,48	0,72	-	-	0,17	59,3	#####	aot
7,6	5,0	0,3	15		1,48	0,73	-	-	0,17	59,3	#####	aot
7,8	6,2	0,3	19		1,71	0,74	-	-	0,22	32,7	#####	a
8	6,2	0,3	19		1,71	0,76	-	-	0,22	32,7	#####	a
8,2	6,2	0,3	19		1,71	0,77	-	-	0,22	32,7	#####	a
8,4	6,2	0,3	23		1,71	0,78	-	-	0,22	32,7	#####	a
8,6	5,2	0,3	16		1,48	0,79	-	-	0,18	58,1	#####	aot
8,8	5,3	0,3	20		1,67	0,81	-	-	0,18	36,9	#####	a
9	6,3	0,2	32		1,72	0,82	-	-	0,22	32,2	#####	al
9,2	5,3	0,2	27		1,67	0,83	-	-	0,18	36,9	#####	a
9,4	5,3	0,2	27		1,67	0,85	-	-	0,18	36,9	#####	a
9,6	5,3	0,3	20		1,67	0,86	-	-	0,18	36,9	#####	a
9,8	6,4	0,2	32		1,72	0,88	-	-	0,22	31,7	#####	al
10	6,4	0,1	48		1,63	0,89	28	2	-	2,6	#####	ss



**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 3

Data: 25/10/04.

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Profondità massima: 15,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1,5 m dal p.c.

**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
10,2	5,4	0,3	20		1,67	0,90	-	-	0,18	36,2	=====	a
10,4	6,4	0,2	32		1,72	0,92	-	-	0,22	31,7	=====	al
10,6	6,4	0,2	32		1,72	0,93	-	-	0,22	31,7	=====	al
10,8	8,6	0,1	64		1,64	0,94	28	2	-	1,9	=====	ss
11	7,6	0,1	57		1,64	0,96	28	2	-	2,2	=====	ss
11,2	6,6	0,2	33		1,73	0,97	-	-	0,22	31,2	=====	al
11,4	6,6	0,2	33		1,73	0,99	-	-	0,22	31,2	=====	al
11,6	5,6	0,3	21		1,68	1,00	-	-	0,18	35,5	=====	a
11,8	6,7	0,2	33		1,73	1,01	-	-	0,23	30,7	=====	al
12	6,7	0,2	33		1,73	1,03	-	-	0,23	30,7	=====	al
12,2	7,7	0,2	38		1,64	1,04	-	-	0,27	26,8	=====	l
12,4	6,7	0,2	33		1,73	1,06	-	-	0,23	30,7	=====	al
12,6	7,7	0,2	38		1,64	1,07	-	-	0,26	26,8	=====	l
12,8	7,8	0,2	39		1,64	1,08	-	-	0,27	26,5	=====	l
13	7,8	0,2	39		1,64	1,09	-	-	0,27	26,5	=====	l
13,2	7,8	0,2	39		1,64	1,11	-	-	0,27	26,5	=====	l
13,4	6,8	0,3	26		1,74	1,12	-	-	0,23	30,3	=====	a
13,6	6,8	0,3	26		1,74	1,14	-	-	0,23	30,3	=====	a
13,8	8,0	0,2	40		1,64	1,15	-	-	0,27	26,2	=====	l
14	8,0	0,2	40		1,64	1,16	-	-	0,27	26,2	=====	l
14,2	8,0	0,2	40		1,64	1,18	-	-	0,27	26,2	=====	l
14,4	7,0	0,3	26		1,75	1,19	-	-	0,23	29,9	=====	a
14,6	8,0	0,2	40		1,64	1,20	-	-	0,27	26,2	=====	l
14,8	8,1	0,2	40		1,64	1,22	-	-	0,27	25,8	=====	l
15	8,1	0,2	40		1,64	1,23	-	-	0,27	25,8	=====	l
15,2												
15,4												
15,6												
15,8												
16												
16,2												
16,4												
16,6												
16,8												
17												
17,2												
17,4												
17,6												
17,8												
18												
18,2												
18,4												
18,6												
18,8												
19												
19,2												
19,4												
19,6												
19,8												
20												





**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 3

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

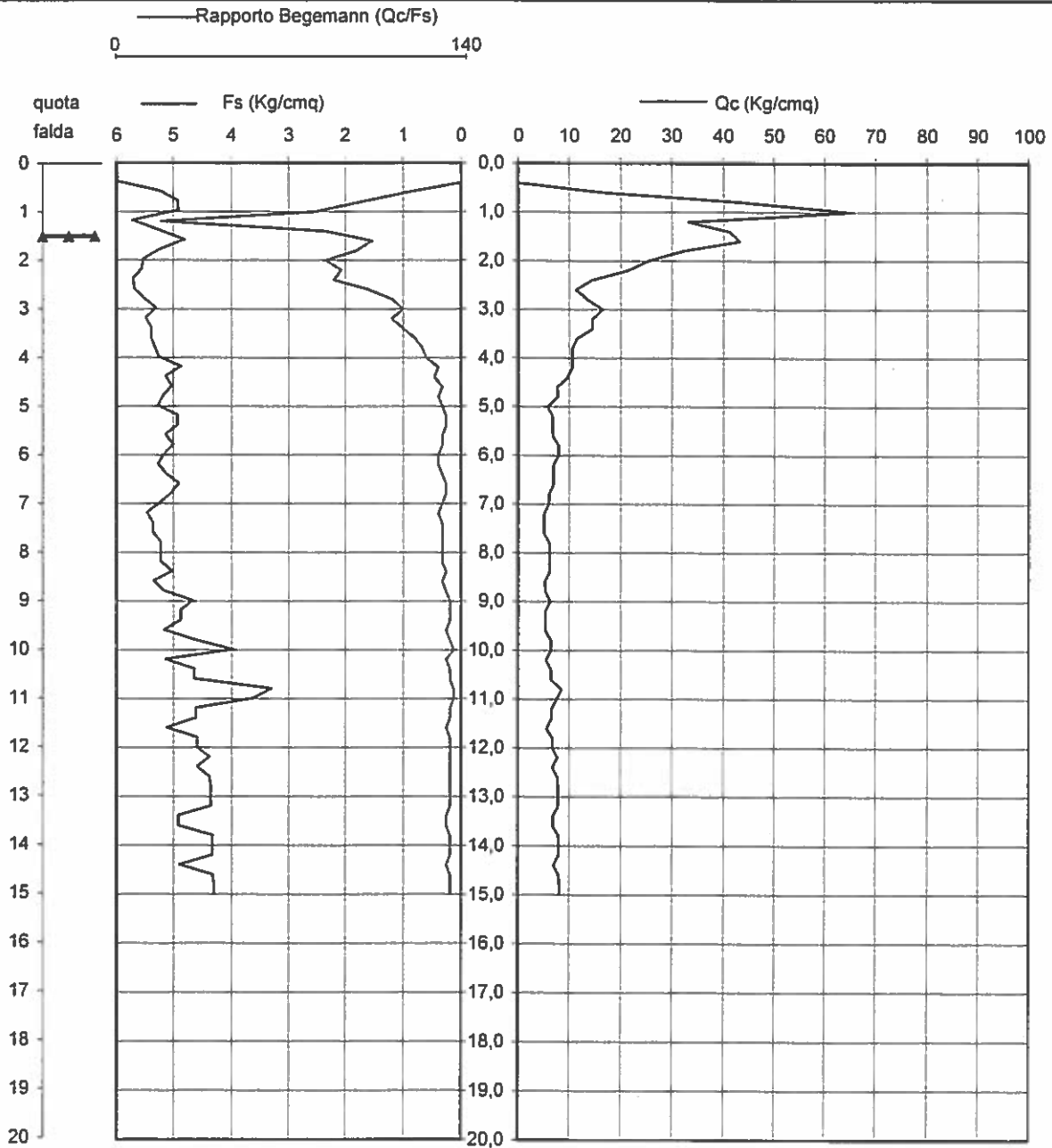
Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Data: 25/10/04.

Profondità massima (m): 15

Quota falda (m dal p.c.): 1,5

**PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI**





**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 4

Data: 25/10/04.

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Profondità massima: 15,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1,6 m dal p.c.

**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	non ril.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	non ril.	
0,6	13,1	0,6	22		1,91	0,11	-	-	0,52	20,5	=====	a
0,8	12,3	0,8	15		1,91	0,15	-	-	0,48	21,0	=====	a
1	25,3	1,4	18		1,93	0,19	-	-	1,00	15,8	=====	a
1,2	51,3	1,7	31		1,86	0,22	31	-	-	6,5	=====	sl
1,4	54,3	3,4	16		2,00	0,26	-	-	2,16	7,4	=====	a
1,6	44,3	3,9	11		1,98	0,28	-	-	1,76	9,0	=====	a
1,8	38,4	3,1	13		1,96	0,30	-	-	1,52	10,4	=====	a
2	33,4	2,7	13		1,95	0,32	-	-	1,32	12,0	=====	a
2,2	24,4	1,1	22		1,93	0,34	-	-	0,96	16,4	=====	a
2,4	19,4	1,6	12		1,62	0,35	-	-	0,76	19,1	#####	aot
2,6	14,4	1,9	7		1,57	0,36	-	-	0,56	25,7	#####	aot
2,8	10,5	1,6	7		1,54	0,38	-	-	0,41	35,2	#####	aot
3	13,5	1,1	13		1,57	0,39	-	-	0,53	27,4	#####	aot
3,2	10,5	0,9	12		1,54	0,40	-	-	0,40	35,2	#####	aot
3,4	8,5	0,9	10		1,52	0,41	-	-	0,32	40,6	#####	aot
3,6	8,5	0,5	16		1,83	0,42	-	-	0,32	25,8	=====	a
3,8	12,7	0,7	17		1,91	0,44	-	-	0,49	20,8	=====	a
4	17,7	0,7	26		1,92	0,46	-	-	0,69	19,4	=====	al
4,2	17,7	0,9	19		1,92	0,48	-	-	0,69	19,4	=====	a
4,4	16,7	0,9	19		1,91	0,50	-	-	0,65	19,4	=====	a
4,6	12,7	0,8	16		1,91	0,52	-	-	0,49	20,8	=====	a
4,8	11,8	0,7	16		1,90	0,53	-	-	0,45	21,4	=====	a
5	15,8	0,4	39		1,68	0,55	-	-	0,61	17,4	=====	l
5,2	8,8	0,7	13		1,52	0,56	-	-	0,33	39,8	#####	aot
5,4	8,8	0,6	15		1,52	0,57	-	-	0,33	39,8	#####	aot
5,6	11,8	0,5	22		1,90	0,59	-	-	0,45	21,4	=====	a
5,8	11,9	0,6	20		1,90	0,60	-	-	0,45	21,3	=====	a
6	10,9	0,7	16		1,90	0,62	-	-	0,41	22,3	=====	a
6,2	8,9	0,6	15		1,52	0,63	-	-	0,33	39,5	#####	aot
6,4	7,9	0,5	17		1,80	0,65	-	-	0,29	27,2	=====	a
6,6	6,9	0,5	13		1,50	0,66	-	-	0,25	46,7	#####	aot
6,8	7,0	0,5	15		1,50	0,67	-	-	0,25	46,0	#####	aot
7	6,0	0,3	18		1,70	0,68	-	-	0,21	33,2	=====	a
7,2	6,0	0,3	18		1,70	0,70	-	-	0,21	33,2	=====	a
7,4	6,0	0,3	23		1,70	0,71	-	-	0,21	33,2	=====	a
7,6	6,0	0,3	23		1,70	0,72	-	-	0,21	33,2	=====	a
7,8	11,2	0,7	15		1,90	0,74	-	-	0,42	22,0	=====	a
8	6,2	0,3	19		1,71	0,76	-	-	0,22	32,7	=====	a
8,2	7,2	0,3	27		1,76	0,77	-	-	0,26	29,2	=====	a
8,4	7,2	0,3	27		1,76	0,79	-	-	0,26	29,2	=====	a
8,6	6,2	0,3	23		1,71	0,80	-	-	0,21	32,7	=====	a
8,8	6,3	0,3	24		1,72	0,82	-	-	0,22	32,2	=====	a
9	6,3	0,2	32		1,72	0,83	-	-	0,22	32,2	=====	al
9,2	5,3	0,3	20		1,67	0,84	-	-	0,18	36,9	=====	a
9,4	6,3	0,2	32		1,72	0,86	-	-	0,22	32,2	=====	al
9,6	6,3	0,2	32		1,72	0,87	-	-	0,22	32,2	=====	al
9,8	6,4	0,2	32		1,72	0,89	-	-	0,22	31,7	=====	al
10	6,4	0,2	32		1,72	0,90	-	-	0,22	31,7	=====	al



**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 4

Data: 25/10/04.

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Profondità massima: 15,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1,6 m dal p.c.

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	parametri geotecnici stimati							Colonna stratig.	lito_ logia
					$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]			
10,2	7,4	0,2	37		1,64	0,91	-	-	0,26	27,5	~~~~~	l	
10,4	6,4	0,2	32		1,72	0,93	-	-	0,22	31,7	~~~~~	al	
10,6	5,4	0,3	20		1,67	0,94	-	-	0,18	36,2	~~~~~	a	
10,8	7,6	0,2	38		1,64	0,95	-	-	0,26	27,2	~~~~~	l	
11	7,6	0,2	38		1,64	0,97	-	-	0,26	27,2	~~~~~	l	
11,2	6,6	0,3	25		1,73	0,98	-	-	0,22	31,2	~~~~~	a	
11,4	6,6	0,3	25		1,73	1,00	-	-	0,22	31,2	~~~~~	a	
11,6	7,6	0,1	57		1,64	1,01	28	2	-	2,2	~~~~~	ss	
11,8	7,7	0,3	29		1,78	1,02	-	-	0,27	27,7	~~~~~	al	
12	7,7	0,2	38		1,64	1,04	-	-	0,27	26,8	~~~~~	l	
12,2	7,7	0,2	38		1,64	1,05	-	-	0,27	26,8	~~~~~	l	
12,4	7,7	0,2	38		1,64	1,06	-	-	0,27	26,8	~~~~~	l	
12,6	7,7	0,2	38		1,64	1,08	-	-	0,26	26,8	~~~~~	l	
12,8	8,8	0,3	33		1,84	1,09	-	-	0,31	25,3	~~~~~	al	
13	8,8	0,2	44		1,64	1,10	-	-	0,31	24,2	~~~~~	l	
13,2	7,8	0,3	29		1,79	1,12	-	-	0,27	27,4	~~~~~	al	
13,4	7,8	0,3	29		1,79	1,14	-	-	0,27	27,4	~~~~~	al	
13,6	7,8	0,3	29		1,79	1,15	-	-	0,27	27,4	~~~~~	al	
13,8	8,0	0,3	30		1,80	1,17	-	-	0,27	27,1	~~~~~	al	
14	8,0	0,3	30		1,80	1,18	-	-	0,27	27,1	~~~~~	al	
14,2	8,0	0,3	30		1,80	1,20	-	-	0,27	27,1	~~~~~	al	
14,4	8,0	0,3	30		1,80	1,22	-	-	0,27	27,1	~~~~~	al	
14,6	8,0	0,3	30		1,80	1,23	-	-	0,27	27,1	~~~~~	al	
14,8	8,1	0,3	30		1,80	1,25	-	-	0,27	26,8	~~~~~	al	
15	8,1	0,3	30		1,80	1,26	-	-	0,27	26,8	~~~~~	al	
15,2													
15,4													
15,6													
15,8													
16													
16,2													
16,4													
16,6													
16,8													
17													
17,2													
17,4													
17,6													
17,8													
18													
18,2													
18,4													
18,6													
18,8													
19													
19,2													
19,4													
19,6													
19,8													
20													



**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 4

Committente: Università di Pisa

Località: San Cataldo, Pisa

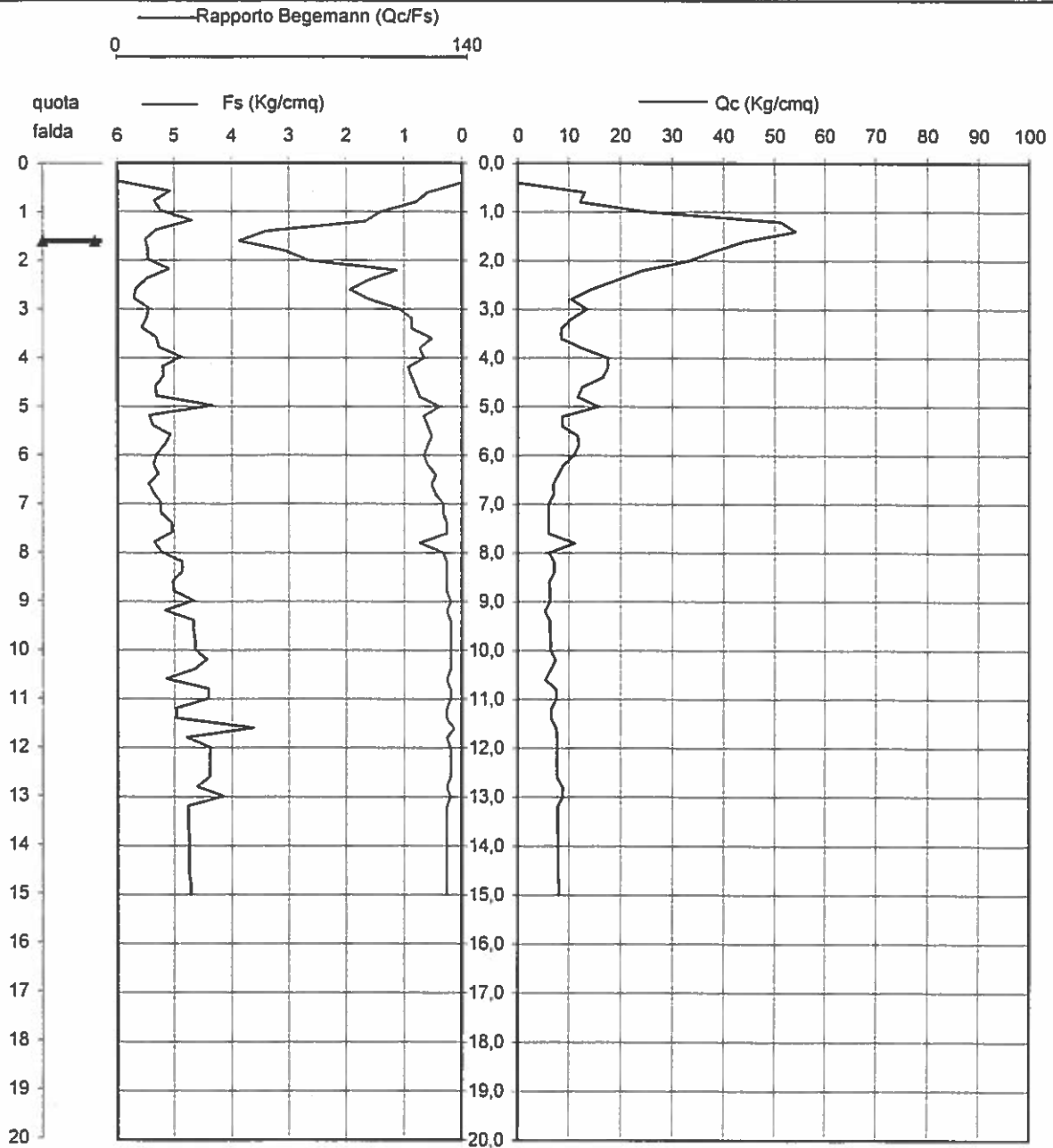
Cantiere: Nuova Facoltà di Chimica

Data: 25/10/04.

Profondità massima (m): 15

Quota falda (m dal p.c.): 1,6

**PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI**



COMMITTENTE: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PISA

SOND. N°

DATA: 12 Novembre 2004

CANTIERE: nuova sede Dip. di Chimica





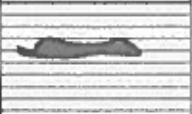

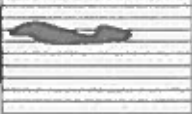
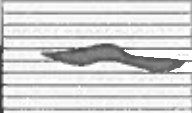
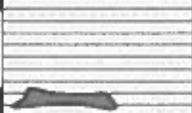

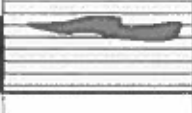






1

 **GEO SER** s.c.r.l.

I = CAMPIONE INDISTURBATO

R = CAMPIONE RIMANEGGIATO

S = CAMPIONATORE A PARETI SOTTILI

METODO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	PROFONDITA' DAL P.C. (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	LIVELLO FALDA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO %	POKET PENETROMETER (Kg/cmq)	CAMPIONI			STRUMENTAZIONE INSTALLATA		
									NUMERO	TIPO	PROFONDITA'			
CAROTAGGIO CONTINUO	AD INSERTI DI WIDIA	CAROTIERE SEMPLICE	0.50			<i>Suolo vegetale</i>								
			1			<i>Argilla giallastra debolmente limosa, moderatamente consistente.</i>					S1C1	I		
			2			<i>Argilla giallastra debolmente limosa, moderatamente consistente.</i>								
			3			<i>Argilla giallastra debolmente limosa, moderatamente consistente.</i>								
			4			<i>Argilla grigia da mediamente a poco consistente contenente sporadici granuli millimetrici</i>								
			5			<i>Argilla grigia da mediamente a poco consistente contenente sporadici granuli millimetrici</i>								
			6			<i>Argilla grigia da mediamente a poco consistente contenente sporadici granuli millimetrici</i>								
			7			<i>Argilla grigia da mediamente a poco consistente contenente sporadici granuli millimetrici</i>								
			8			<i>Argilla grigia da mediamente a poco consistente contenente sporadici granuli millimetrici</i>								
			9			<i>Argilla grigia da mediamente a poco consistente contenente sporadici granuli millimetrici</i>								
			10			<i>Argilla grigia molle con intercalazioni torbose</i>								
			11			<i>Argilla grigia molle con intercalazioni torbose</i>								
			12			<i>Argilla grigia molle con intercalazioni torbose</i>								
			13			<i>Argilla grigia molle con intercalazioni torbose</i>								
			14			<i>Argilla grigia molle con intercalazioni torbose</i>								
			15			<i>Argilla grigia molle con intercalazioni torbose</i>								
			16			<i>Argilla grigia molle con intercalazioni torbose</i>								
			17			<i>Argilla grigia molle con intercalazioni torbose</i>								
			18			<i>Argilla grigia molle con intercalazioni torbose</i>								
			19			<i>Argilla grigia molle con intercalazioni torbose</i>								
20			<i>Argilla grigia molle con intercalazioni torbose</i>											

Stratigrafia del sondaggio S1

COMMITTENTE: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PISA

SOND. N°

DATA: 12 Novembre 2004

CANTIERE: nuova sede Dip. di Chimica

2



I = CAMPIONE INDISTURBATO

R = CAMPIONE RIMANEGGIATO

S = CAMPIONATORE A PARETI SOTTILI

METODO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	PROFONDITA' DAL P.C. (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	LIVELLO FALDA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO % 20 40 60 80	POKET PENETROMETER (Kg/cmq)	CAMPIONI			STRUMENTAZIONE INSTALLATA			
									NUMERO	TIPO	PROFONDITA'				
CAROTAGGIO CONTINUO	AD INSERTI DI WIDIA	CAROTIERE SEMPLICE	0.30			Terreno vegetale									
			1												
			2			Argilla giallastra debolmente limosa a tratti organica da consistente a mediamente consistente									
			3												
			3.40												
			3.80												
			4												
			4.20												
			4.50			Limo sabbioso giallastro poco consistente									
			5			Argilla grigia poco consistente con torba					S2C1	I			
			5.50												
			6												
			7												
			8												
			9												
			10												
			11												
			12												
			13												
			14												
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Stratigrafia del sondaggio S2



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



**A**ssociazione  
**L**aboratori  
**G**eotecnici  
**I**taliani

---

Via Nazario Sauro 440 - 51030 Pontelungo (PT) - Tel. 0573 570566 - Fax. 0573 910056 - e.mail : laboter@laboter.191.it  
P. IVA : 00515880474 - C.C.I.A.A. 139089

---

## ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente            GEOSER per conto Università di Pisa

Cantiere :              Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA

---

*Pistoia*    06/12/2004

**Certificato n° 141**



**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@laboter.191.it  
P. IVA : 00515880474 - C.C.I.A.A. 139089

---

Comm.te : GEOSER per conto Università di Pisa

Cantiere : Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA

Data certificazione : 06/12/2004

CAMPIONI PERVENUTI : 3  
CAMPIONE TIPO : INDISTURBATO

---

Analisi e prove eseguite :

Apertura campioni (ASTM D2488-93)	X
Contenuto d'acqua (ASTM D2216-92)	X
Peso di volume (M.I. PT 09/03)	X
Analisi granulometrica (ASTM D422-63)	X
Limiti di Atterberg (ASTM D4318-84)	X
Peso specifico dei grani (ASTM D854-92)	
Prova di taglio diretto (ASTM D3080-72)	X
Prova di compressione ELL (ASTM D2166-85)	
Prova edometrica IL (ASTM D2435-90)	X
Prova triassiale (ASTM D2850-87)	
Prove di permeabilità (ASTM D2434-68)	
Classificazione U.S.C.S.(ASTM D2487-93)	X
Prova di compattazione (ASTM D2168-80)	

---

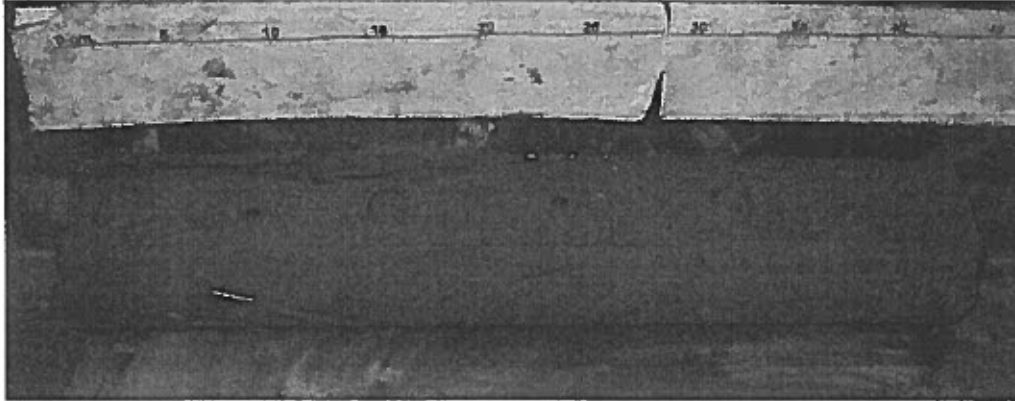
**Certificato n° 141**

Direttore Laboratorio  
Dott. Geologo Paolo Tognelli



**CARATTERISTICHE FISICHE**

Committente : GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere : Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond. : 1 Camp. : 1 da.....m.: 1,1-1,5  
 Cert. n° : CF 141 11 Pagina : 1  
 Tipo di campione : Indisturbato Lunghezza (cm.) = 43  
 Descrizione campione :  
 Argilla con limo marrone con tracce torbose compatte



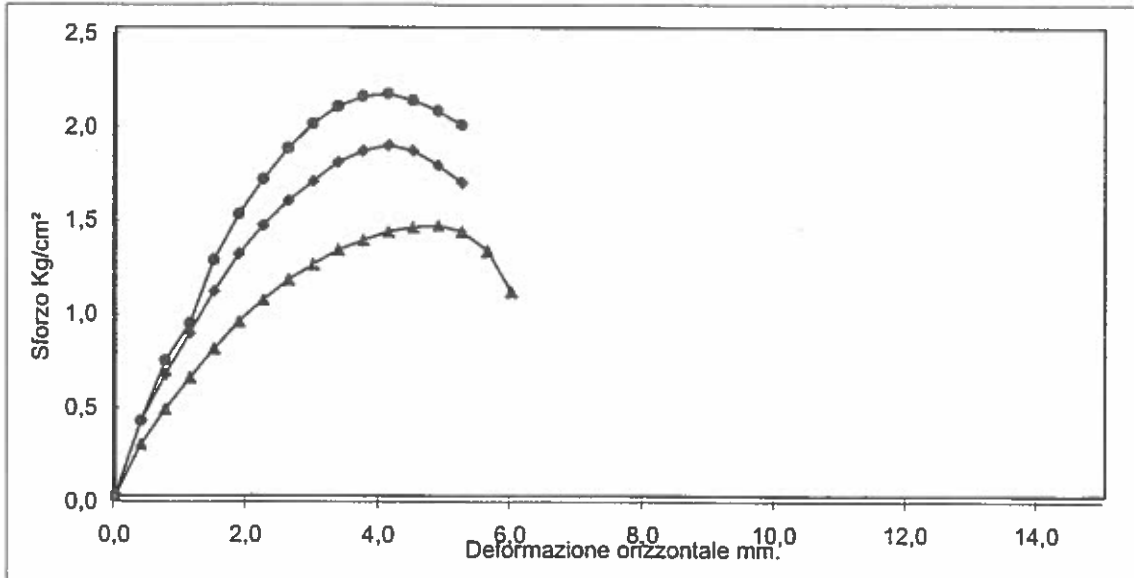
Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) = 3,80  
 Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) = 1,75

<i>Caratteristiche fisiche del campione</i>						
Peso di volume g (gr/cm <sup>3</sup> ) =		1,953				
Umidità naturale w (%) =		21,4				
Peso Specifico Gs (gr/cm <sup>3</sup> ) =		2,700				
Densità secca Gd (gr/cm <sup>3</sup> ) =		1,608				
Indice dei vuoti e =		0,679				
Saturazione (%) =		85				
Porosità n (%) =		40				
<i>Limiti di Atterberg</i>						
Class. Casagrande =		CH				
Limite Liquido WL % =		54,5				
Limite Plastico WP % =		28,1				
Indice di Plasticità IP =		26,5				
Indice di Consistenza Ic =		1,2				
Limite Ritiro WR % =						
<i>Analisi Granulometrica</i>						
	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla		
	0,0	0,4	49,7	49,9		
<i>Taglio Diretto</i>	<i>ELL</i>	<i>Taglio Diretto</i>	<i>Perm. EDO</i>	<i>Perm. Cost</i>		
φ' (°)	c' (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	k (m/sec)	k (m/sec)
			19	1,11		
<i>Prova di compressione edometrica</i>						
Indice di compressibilità Cc =		0,181				
INTERVALLO		cv	k	E	cα	
		cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	kg/cm <sup>2</sup>		
0.25-0.5	kg/cm <sup>2</sup>	6,4E-04	7,6E-09	83		
0.5-1.0	kg/cm <sup>2</sup>	5,7E-04	8,3E-09	69		
1.0-2.0	kg/cm <sup>2</sup>	8,1E-04	8,7E-09	93		
2.0-4.0	kg/cm <sup>2</sup>	5,5E-04	5,1E-09	108		
4.0-8.0	kg/cm <sup>2</sup>	5,8E-04	3,9E-09	148		
8.0-16.0	kg/cm <sup>2</sup>	4,1E-04	1,6E-09	246		
16.0-32.0	kg/cm <sup>2</sup>					



PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Rapido non drenato UU

Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 1 Camp... 1 da..... 1,1-1,5  
 Cert. n° : TAG 141 11 Pagina : 6



	PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3		
Velocità mm/min.	1,500	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		20		20		20	
Diametro (mm)		63		63		63	
Volume (cm³)		63,34		63,34		63,34	
γ umido (g/cm³)		1,951		1,951		1,934	
γ secco (g/cm³)		1,607		1,607		1,593	
Umidità (%)		21,4		21,4		21,4	

PARAMETRI A ROTTURA

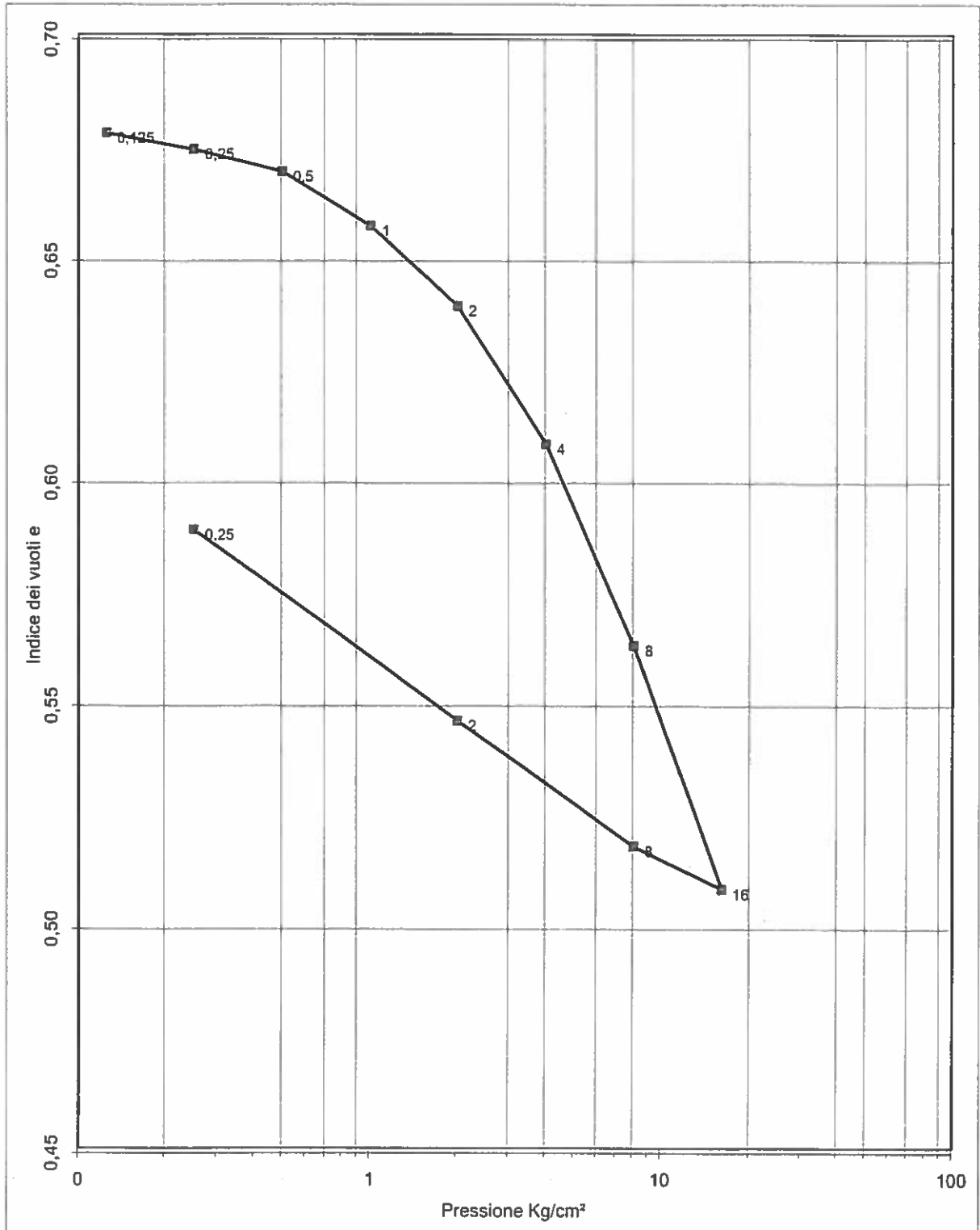
	1	2	3
Pressione verticale Kg/cm².....			
Sforzo a rottura Kg/cm².....	1,440	1,869	2,145
Deform. verticale consolidazione mm.....			
Deform. verticale mm....			
Deformazione orizzontale mm....	4,875	4,125	4,125

Coesione intercetta c' Kg/cm² =.....	1,11
Angolo di resistenza al taglio φ° =.....	19
Coesione residua cr Kg/cm² =.....	
Angolo di resistenza al taglio residuo φ° =.....	



### PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

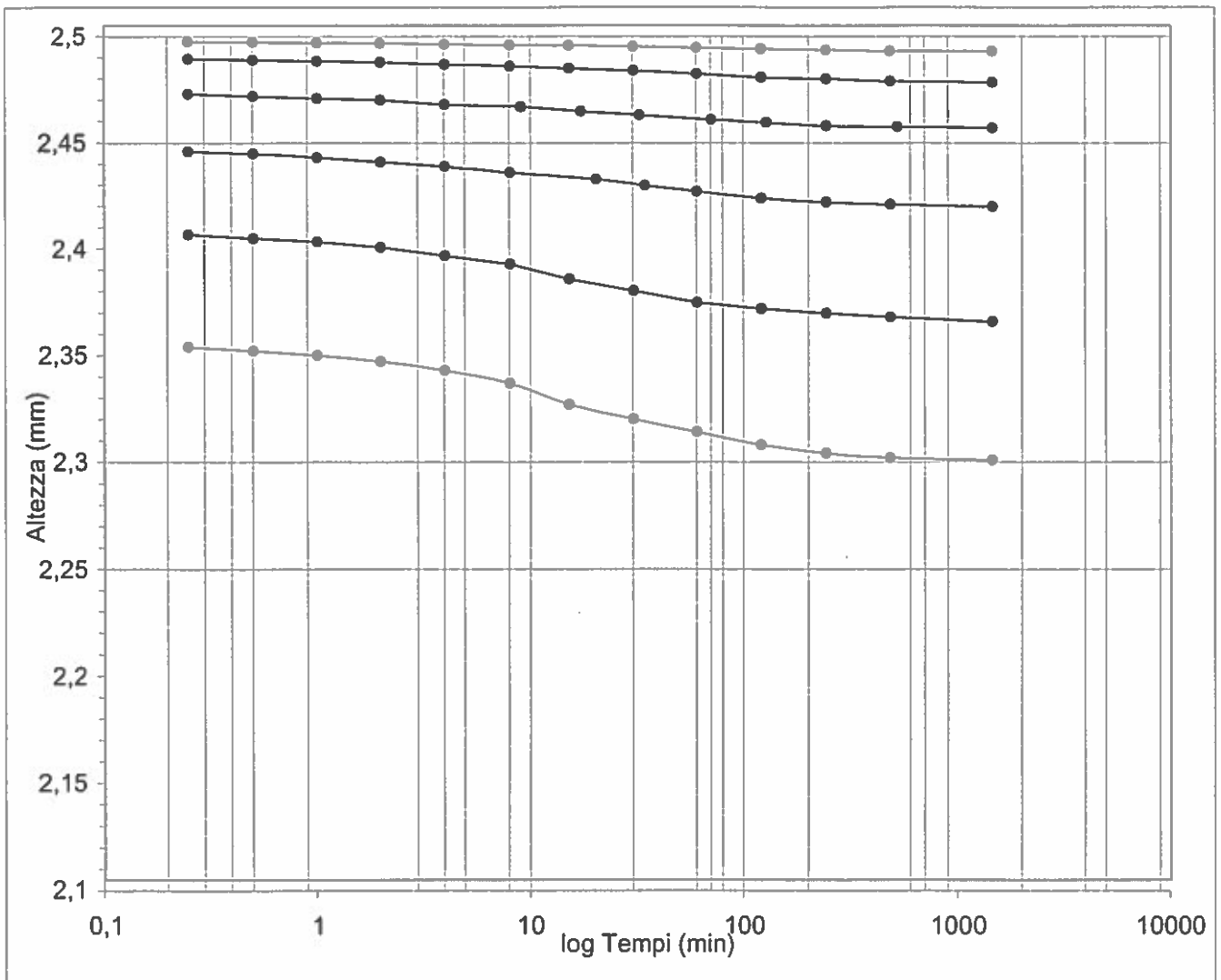
Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
Sond.... 1            Camp... 1                            da..... 1,1-1,5  
Cert. n° : EDO            141            11                            Pagina : 7



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

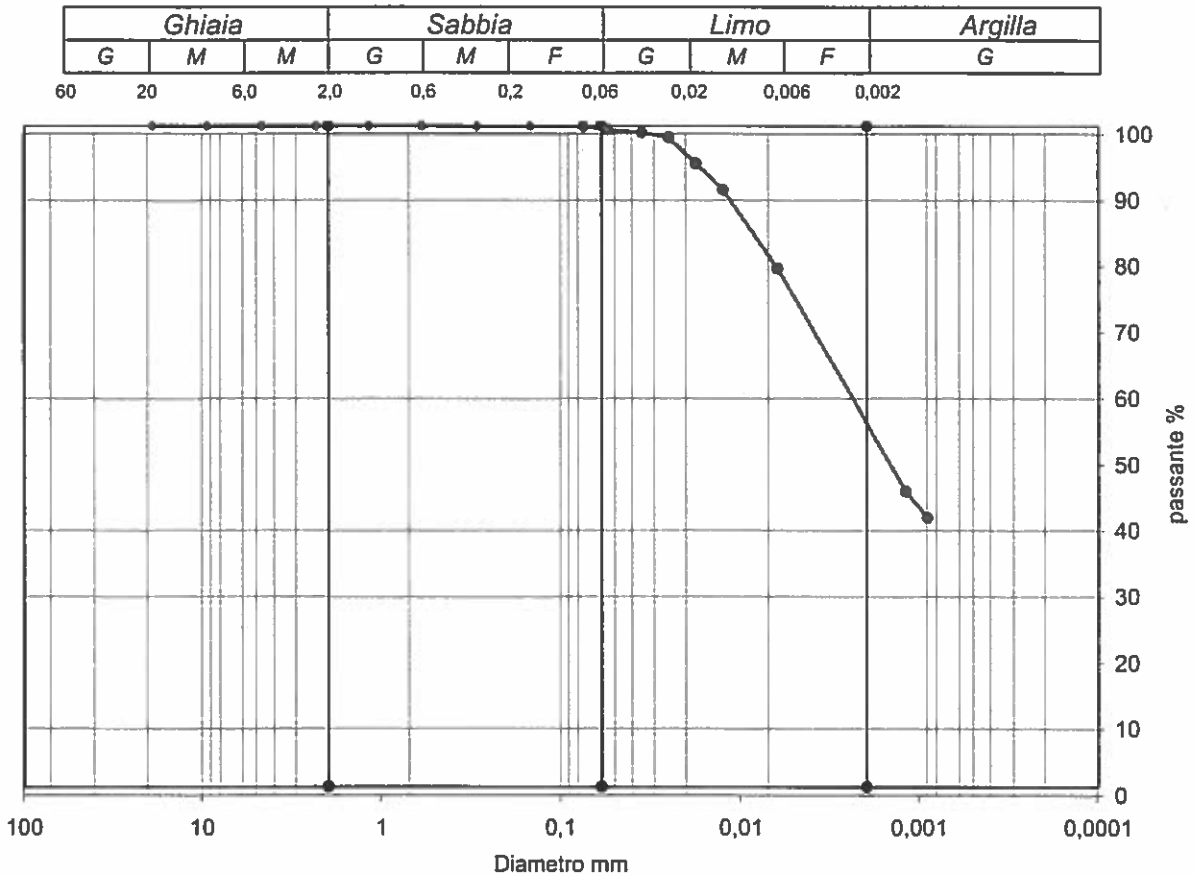
Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 1 Camp... 1 da..... 1,1-1,5  
 Cert. n° : EDO 141 11 Pagina : 8

INTERVALLO	cv	k	mv	C $\alpha$
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /Kg	
0.25-0.5	6,4E-04	7,6E-09	0,0120	
0.5-1.0	5,7E-04	8,3E-09	0,0145	
1.0-2.0	8,1E-04	8,7E-09	0,0108	
2.0-4.0	5,5E-04	5,1E-09	0,0093	
4.0-8.0	5,8E-04	3,9E-09	0,0068	
8.0-16.0	4,1E-04	1,6E-09	0,0041	
16,0-32,0				



ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 1 Camp.... 1 da..... 1,1-1,5  
 Cert. n° : GRA 141 11 Pagina : 2



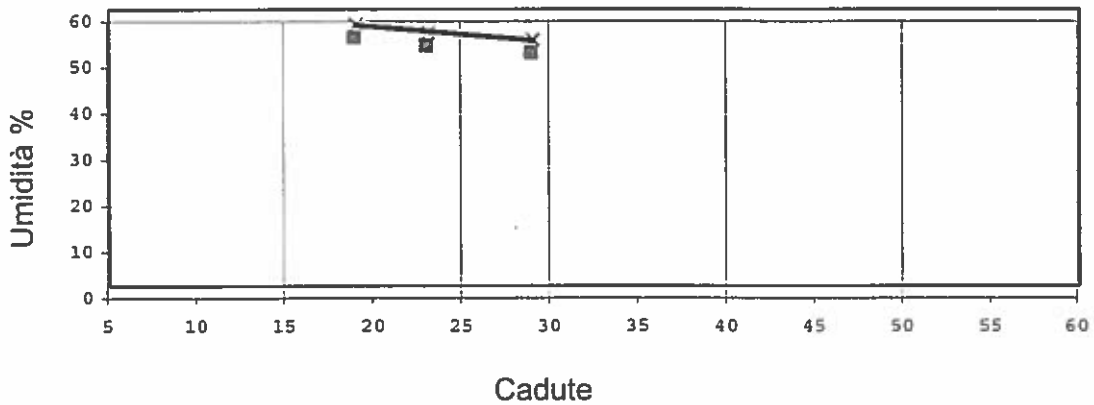
Coeff. d'uniformità Cu =				Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
Coeff. di curvatura Cc =				%	%	%	%
				0,0	0,4	49,7	49,9
Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	D90 = 0,0125	
19	100,0	0,150	99,9	0,0063	78,4	D60 = 0,0035	
9,5	100,0	0,075	99,9	0,001	44,6	D50 = 0,002	
4,75	100,0	0,055	99,5	0,001	40,7	D30 =	
2,36	100,0	0,0357	99,0			D10 =	
1,18	100,0	0,0252	98,2				
0,600	100,0	0,0179	94,2				
0,300	99,9	0,0126	90,3				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:		Temperatura (°C)	18	
Correz.menisco	0,5	Correz. T°+disperdente	-3	Gs (gr/cm³)	2,700
Viscosità acqua	2E-05	passante ASTM n	200	Peso iniziale (gr)	40

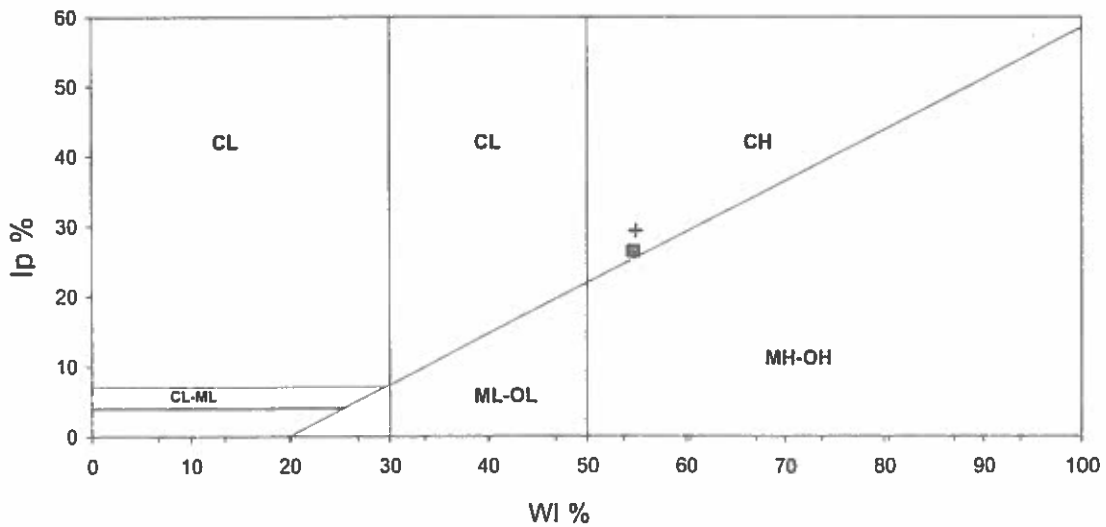
LIMITI DI ATTERBERG

Committente.... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 1 Camp.... 1 da..... 1,1-1,5  
 Cert. n° : LIM 141 11 Pagina : 3

LIMITE DI PLASTICITA'					
Prova...	1	2	3	4	
Tara....	9,18	12,12			
R+TU....	17,52	19,24			
R+TS....	15,68	17,69			
w %	28,3	27,8			
LIMITE DI LIQUIDITA'					
Prova...	1	2	3		
Tara....	17,85	17,82	17,62	Class. Casagrande =	CH
R+TU....	29,85	30,12	30,18	WL....=	54,5
R+TS....	25,51	25,76	25,81	Wp....=	28,1
Cadute..	19	23	29	IP....=	26,5
w %	56,7	54,9	53,4	Ic....=	1,2



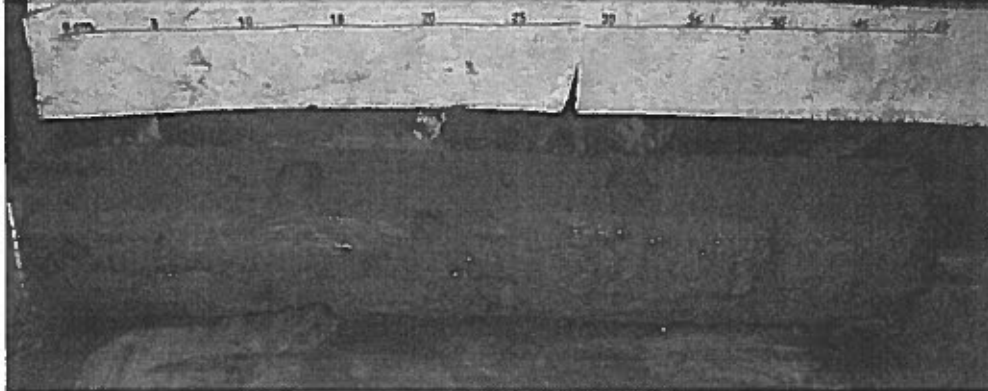
Carta di Plasticità di CASAGRANDE





**CARATTERISTICHE FISICHE**

Committente : GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere : Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond. : 2 Camp. : 1 da.....m.: 4,5-5,0  
 Cert. n° : CF 141 21 Pagina : 1  
 Tipo di campione : Indisturbato Lunghezza (cm.) = 48  
 Descrizione campione :  
 Argilla grigio scuro molle



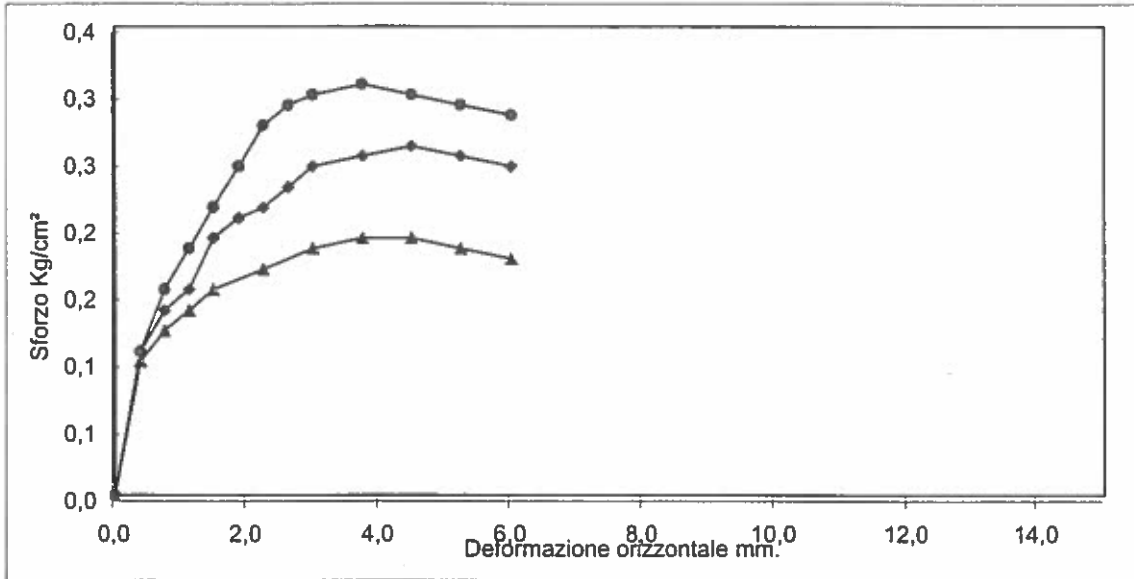
Pocket penetrometer (Kg/cm²) = 0,30  
 Scissometro (Kg/cm²) = 0,13

<i>Caratteristiche fisiche del campione</i>						
Peso di volume g (gr/cm³) =		1,820				
Umidità naturale w (%) =		28,2				
Peso Specifico Gs (gr/cm³) =		2,700				
Densità secca Gd (gr/cm³) =		1,420				
Indice dei vuoti e =		0,902				
Saturazione (%) =		84				
Porosità n (%) =		47				
<i>Limiti di Atterberg</i>						
Class. Casagrande =		CH				
Limite Liquido WL % =		66,1				
Limite Plastico WP % =		30				
Indice di Plasticità IP =		36,1				
Indice di Consistenza Ic =		1,0				
Limite Ritiro WR % =						
<i>Analisi Granulometrica</i>						
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla			
0,0	3,0	63,3	33,7			
<i>Taglio Diretto</i>	<i>ELL</i>	<i>Taglio Diretto</i>	<i>Perm. EDO</i>	<i>Perm. Cost</i>		
φ' (°)	c' (kg/cm²)	CU (kg/cm²)	φ (°)	CU (kg/cm²)	k (m/sec)	k (m/sec)
		3		0,14		
<i>Prova di compressione edometrica</i>						
Indice di compressibilità Cc =		0,395				
INTERVALLO		cv	k	E	ca	
		cm²/sec	cm/sec	kg/cm²		
0,25-0,5	kg/cm²	5,3E-04	5,4E-08	10		
0,5-1,0	kg/cm²	4,1E-04	2,9E-08	14		
1,0-2,0	kg/cm²	4,4E-04	2,1E-08	21		
2,0-4,0	kg/cm²	3,7E-04	9,9E-09	37		
4,0-8,0	kg/cm²	4,0E-04	6,0E-09	67		
8,0-16,0	kg/cm²					
16,0-32,0	kg/cm²					



PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Rapido non drenato UU

Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 2 Camp... 1 da..... 4,5-5,0  
 Cert. n° : TAG 141 21 Pagina : 6



		PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
Velocità mm/min.	1,500	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		20		20		20	
Diametro (mm)		63		63		63	
Volume (cm³)		63,34		63,34		63,34	
γ umido (g/cm³)		1,817		1,817		1,816	
γ secco (g/cm³)		1,417		1,417		1,416	
Umidità (%)		28,2		28,2		28,2	

PARAMETRI A ROTTURA

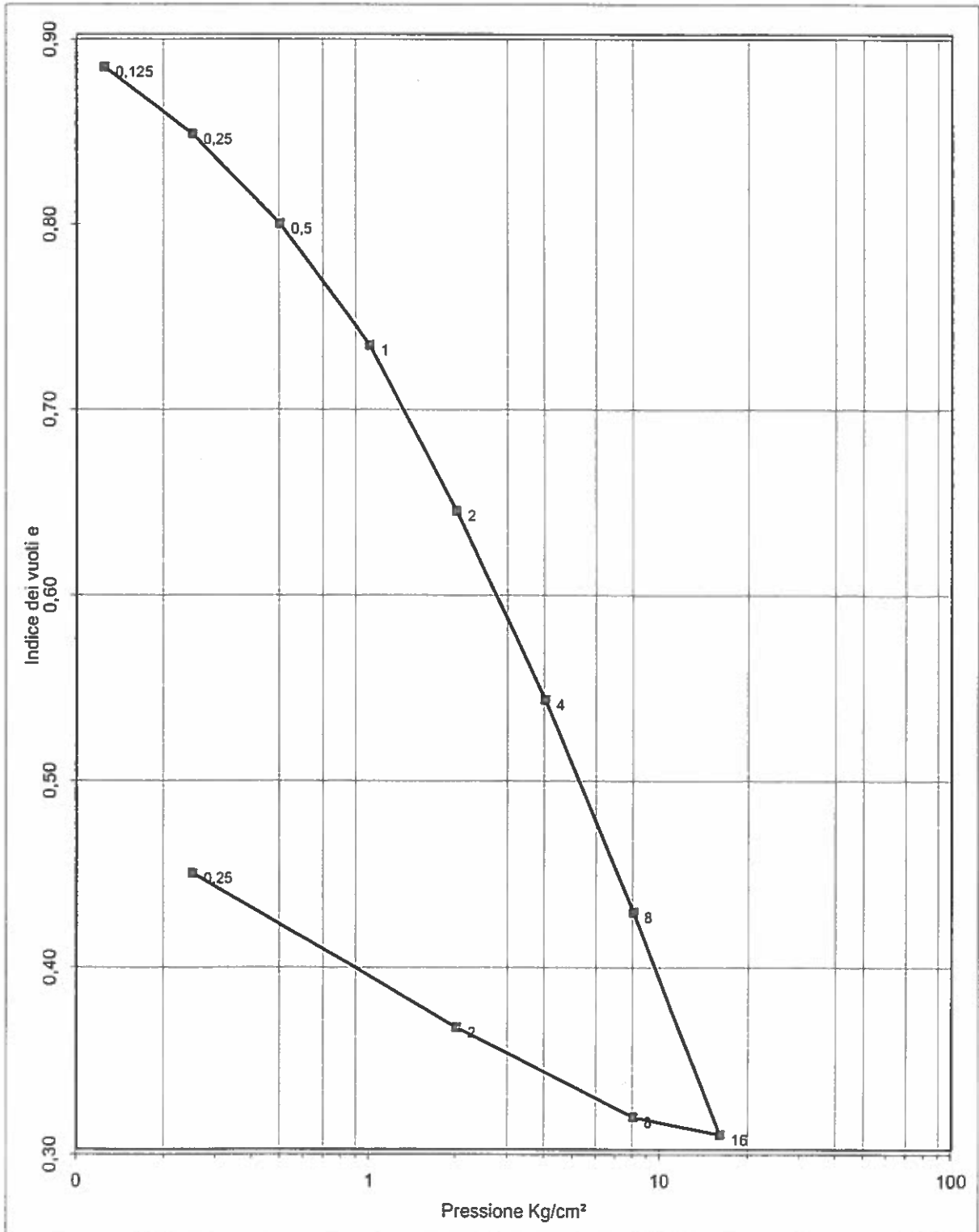
	1	2	3
Pressione verticale Kg/cm².....			
Sforzo a rottura Kg/cm².....	0,192	0,260	0,306
Deform. verticale consolidazione mm.....			
Deform. verticale mm....			
Deformazione orizzontale mm....	3,750	4,500	3,750

Coesione intercetta c' Kg/cm² =.....	0,14
Angolo di resistenza al taglio φ° =.....	3
Coesione residua cr Kg/cm² =.....	
Angolo di resistenza al taglio residuo φ° =.....	



### PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

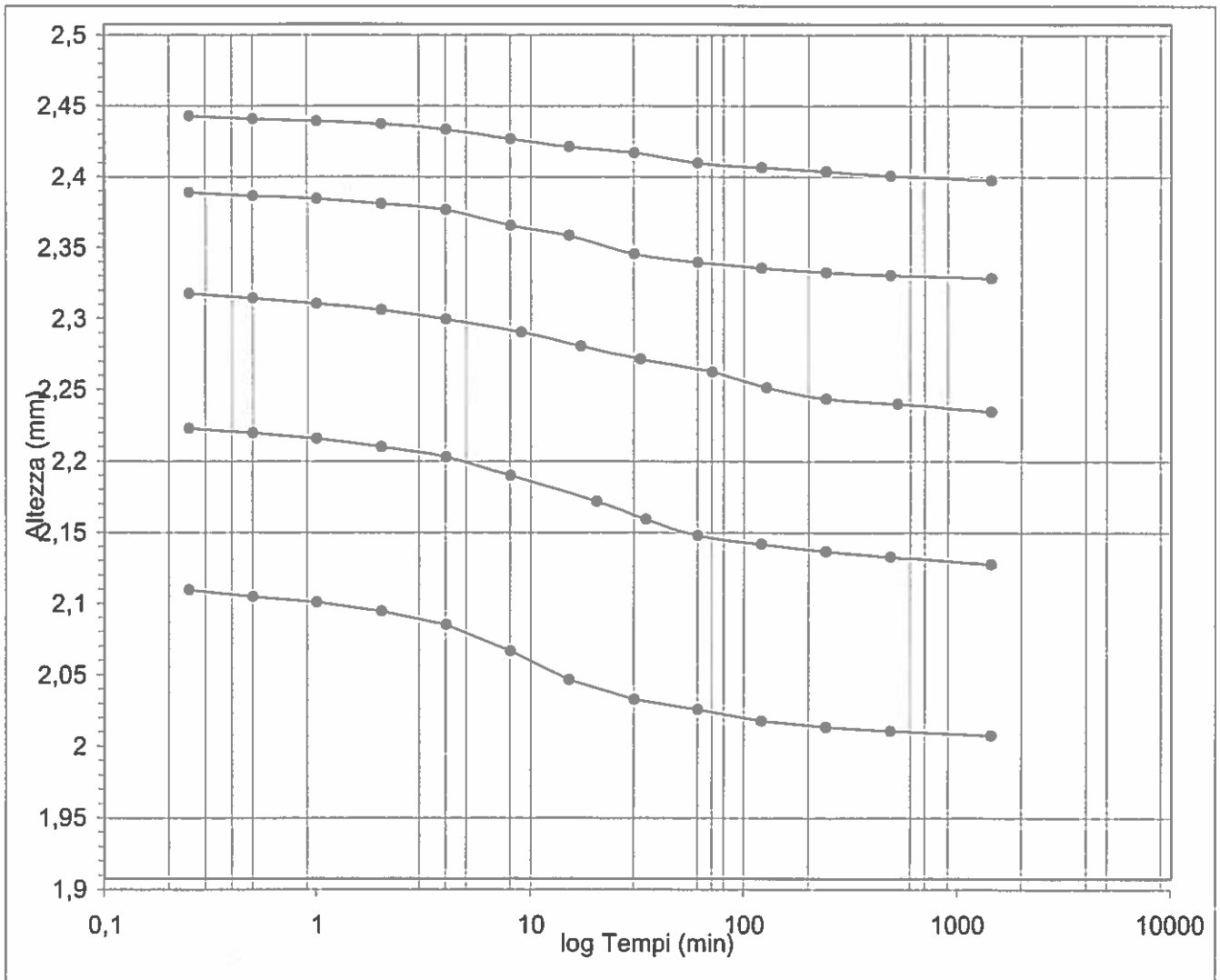
Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
Sond.... 2                      Camp... 1                      da..... 4,5-5,0  
Cert. n° : EDO                      141                      21                      Pagina : 7



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

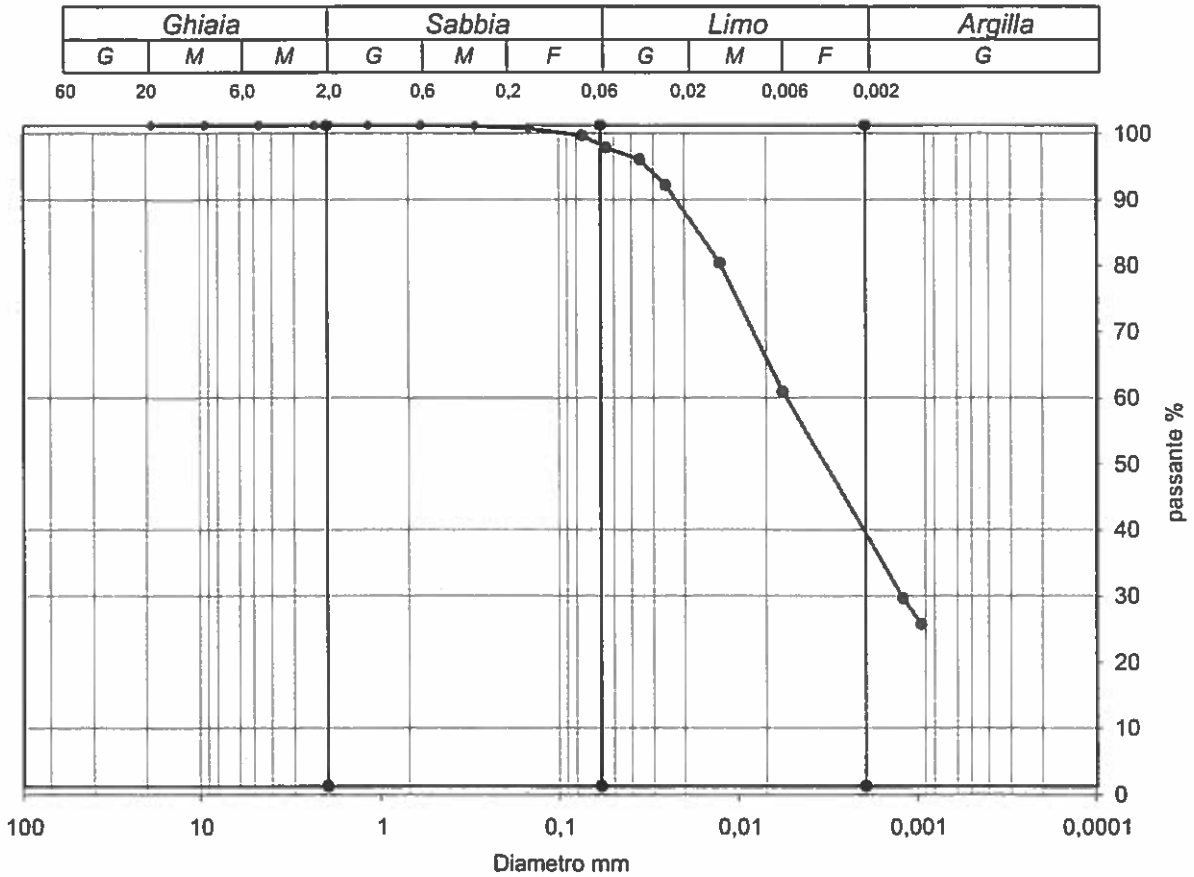
Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 2 Camp... 1 da..... 4,5-5,0  
 Cert. n° : EDO 141 21 Pagina : 8

INTERVALLO	cv	k	mv	C $\alpha$
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /Kg	
0.25-0.5	5,3E-04	5,4E-08	0,1020	
0.5-1.0	4,1E-04	2,9E-08	0,0690	
1.0-2.0	4,4E-04	2,1E-08	0,0470	
2.0-4.0	3,7E-04	9,9E-09	0,0268	
4.0-8.0	4,0E-04	6,0E-09	0,0150	
8.0-16.0				
16.0-32.0				



ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 2 Camp.... 1 da..... 4,5-5,0  
 Cert. n° : GRA 141 21 Pagina : 2



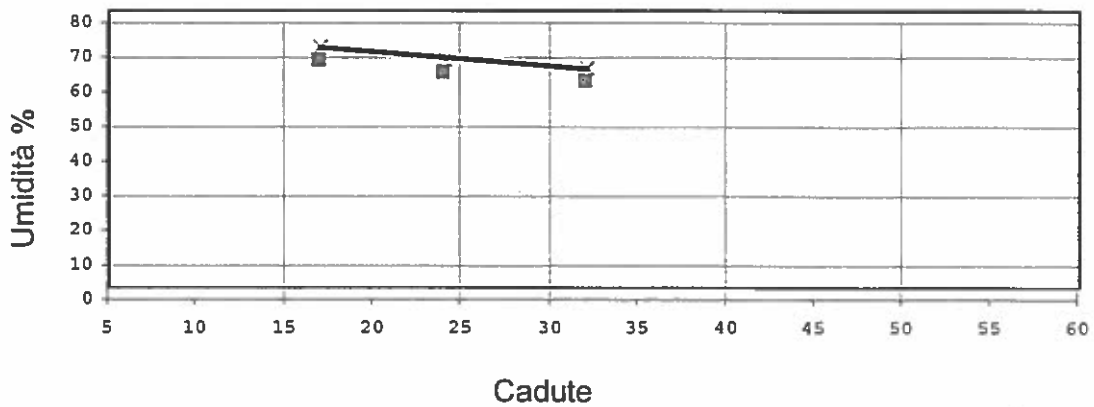
Coeff. d'uniformità Cu =				Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
Coeff. di curvatura Cc =				%	%	%	%
				0,0	3,0	63,3	33,7
Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	D90 = 0,0248	
19	100,0	0,150	99,5	0,0012	28,3	D60 = 0,0059	
9,5	100,0	0,075	98,4	0,001	24,4	D50 = 0,004	
4,75	100,0	0,056	96,6			D30 =	
2,36	100,0	0,0364	94,8			D10 =	
1,18	100,0	0,0257	90,9				
0,600	100,0	0,0129	79,1				
0,300	99,9	0,0058	59,6				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:		Temperatura (°C)	18	
Correz.menisco	0,5	Correz. T°+disperdente	-3	Gs (gr/cm³)	2,700
Viscosità acqua	2E-05	passante ASTM n	200	Peso iniziale (gr)	40

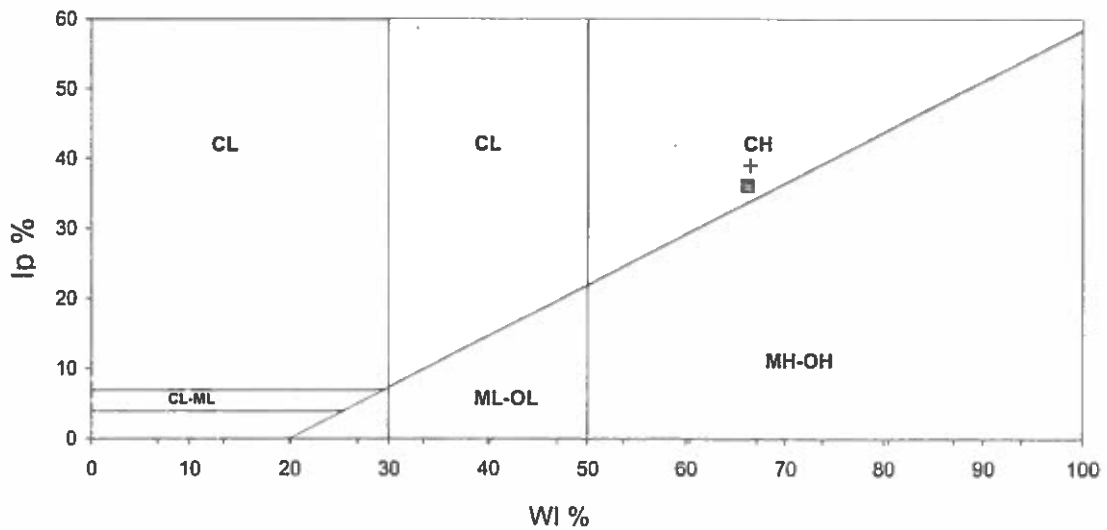
LIMITI DI ATTERBERG

Committente... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 2 Camp.... 1 da..... 4,5-5,0  
 Cert. n° : LIM 141 21 Pagina : 3

LIMITE DI PLASTICITA'					
Prova...	1	2	3	4	
Tara....	12,11	9,56			
R+TU....	19,18	16,28			
R+TS....	17,56	14,72			
w %	29,7	30,2			
LIMITE DI LIQUIDITA'					
Prova...	1	2	3		
Tara....	17,56	17,25	17,19	Class. Casagrande =	CH
R+TU....	31,01	30,27	29,97	WL....=	66,1
R+TS....	25,49	25,09	25,01	Wp....=	30,0
Cadute..	17	24	32	IP....=	36,1
w %	69,6	66,1	63,4	Ic....=	1,0



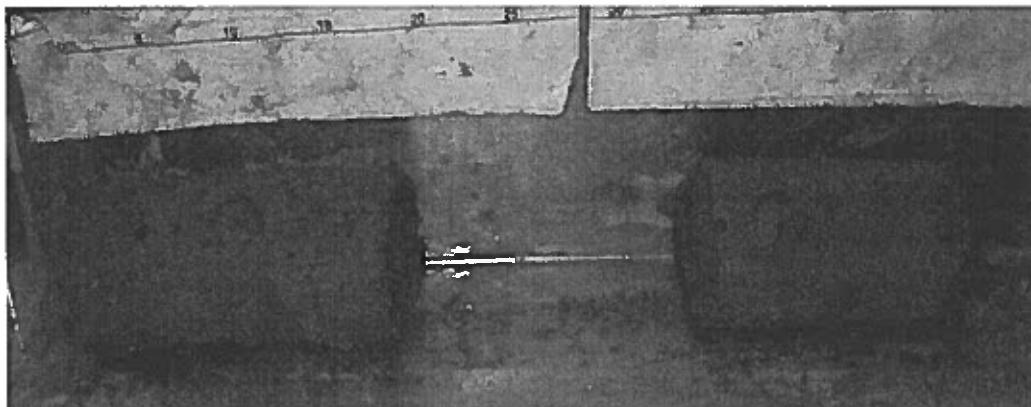
Carta di Plasticità di CASAGRANDE





**CARATTERISTICHE FISICHE**

Committente : GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere : Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond. : 2 Camp. : 2 da.....m.: 7,0-7,5  
 Cert. n° : CF 141 22 Pagina : 1  
 Tipo di campione : Indisturbato Lunghezza (cm.) = 50  
 Descrizione campione :  
 Argilla limosa grigio azzurra con torba, molle

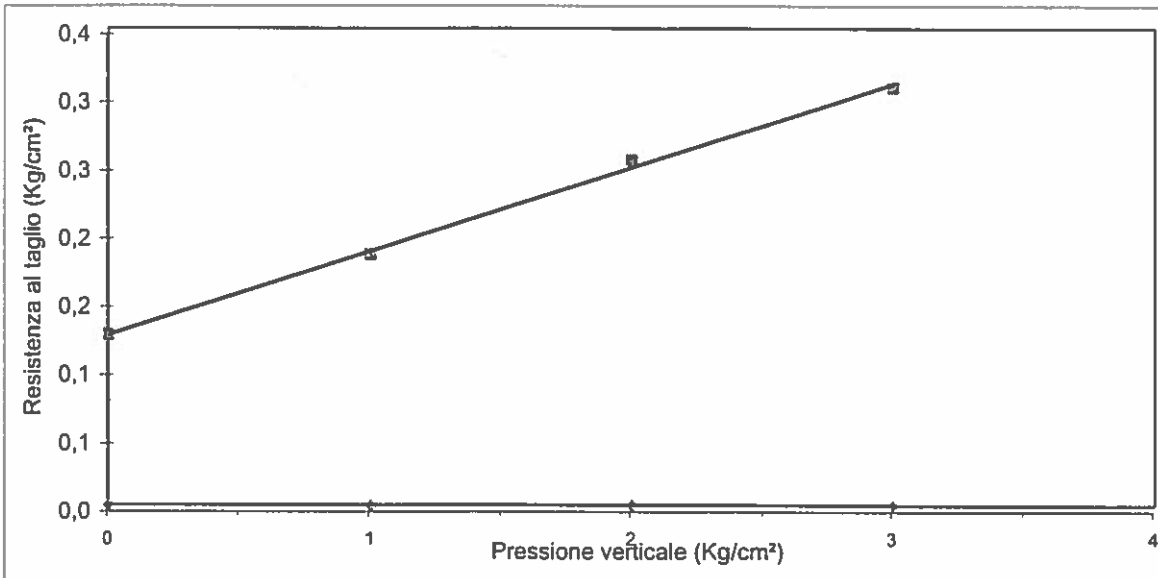


Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) = 0,30  
 Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) = 0,14

<i>Caratteristiche fisiche del campione</i>				
Peso di volume g (gr/cm <sup>3</sup> ) =	1,619			
Umidità naturale w (%) =	50,4			
Peso Specifico Gs (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,700			
Densità secca Gd (gr/cm <sup>3</sup> ) =	1,077			
Indice dei vuoti e =	1,507			
Saturazione (%) =	90			
Porosità n (%) =	60			
<i>Limiti di Atterberg</i>				
Class. Casagrande =	MH-OH			
Limite Liquido WL % =	66,1			
Limite Plastico WP % =	35,7			
Indice di Plasticità IP =	30,4			
Indice di Consistenza Ic =	0,5			
Limite Ritiro WR % =				
<i>Analisi Granulometrica</i>				
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla	
0,0	0,2	48,3	51,5	
<i>Taglio Diretto</i>	<i>ELL</i>	<i>Taglio Diretto</i>	<i>Perm. EDO</i>	<i>Perm. Cost</i>
φ' (°)	c' (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	CU (kg/cm <sup>2</sup> )	k (m/sec)
		4	0,13	
<i>Prova di compressione edometrica</i>				
Indice di compressibilità Cc =		0,558		
INTERVALLO	cv	k	E	α
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	kg/cm <sup>2</sup>	
0.25-0.5	kg/cm <sup>2</sup>	2,9E-04	2,8E-08	10
0.5-1.0	kg/cm <sup>2</sup>	2,0E-04	1,5E-08	13
1.0-2.0	kg/cm <sup>2</sup>	2,1E-04	1,1E-08	19
2.0-4.0	kg/cm <sup>2</sup>	1,9E-04	6,0E-09	32
4.0-8.0	kg/cm <sup>2</sup>	1,6E-04	2,8E-09	58
8.0-16.0	kg/cm <sup>2</sup>			
16.0-32,0	kg/cm <sup>2</sup>			

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Rapido non drenato UU

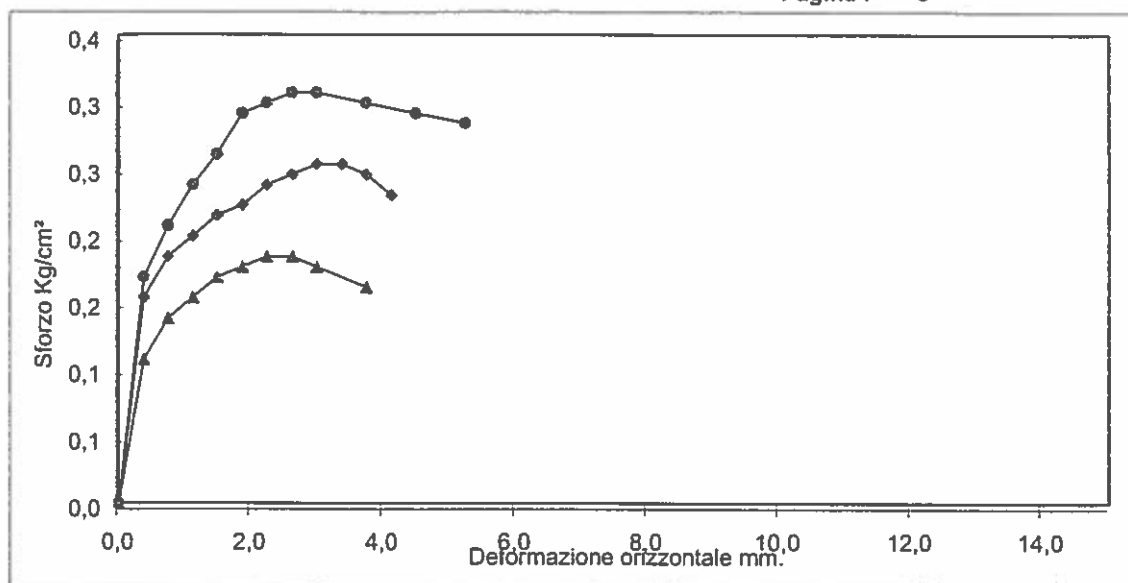
Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 2 Camp... 2 da..... 7,0-7,5  
 Cert.n° : TAG 141 22 Pagina : 7



Provino 1	Def. orizz.	Sforzo	Provino 2	Def. orizz.	Sforzo	Provino 3	Def. orizz.	Sforzo
	mm.	Kg/cm²		mm.	Kg/cm²		mm.	Kg/cm²
	0	0		0	0		0	0
	0,375	0,107		0,375	0,153		0,375	0,169
	0,750	0,138		0,750	0,184		0,750	0,207
	1,125	0,153		1,125	0,199		1,125	0,237
	1,500	0,169		1,500	0,215		1,500	0,260
	1,875	0,176		1,875	0,222		1,875	0,291
	2,250	0,184		2,250	0,237		2,250	0,299
	2,625	0,184		2,625	0,245		2,625	0,306
	3,000	0,176		3,000	0,253		3,000	0,306
	3,750	0,161		3,375	0,253		3,750	0,299
				3,750	0,245		4,500	0,291
				4,125	0,230		5,250	0,283

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Rapido non drenato UU

Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 2 Camp... 2 da..... 7,0-7,5  
 Cert. n° : TAG 141 22 Pagina : 6



		PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
Velocità mm/min.	1,500	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		20		20		20	
Diametro (mm)		63		63		63	
Volume (cm³)		63,34		63,34		63,34	
$\gamma$ umido (g/cm³)		1,607		1,607		1,622	
$\gamma$ secco (g/cm³)		1,068		1,068		1,079	
Umidità (%)		50,4		50,4		50,4	

## PARAMETRI A ROTTURA

		1	2	3
Pressione verticale Kg/cm².....				
Sforzo a rottura Kg/cm².....		0,184	0,253	0,306
Deform. verticale consolidazione mm.....				
Deform. verticale mm....				
Deformazione orizzontale mm....		2,250	3,000	2,625

Coesione intercetta $c'$ Kg/cm² =.....		0,13
Angolo di resistenza al taglio $\phi^\circ$ =.....		4
Coesione residua $c_r$ Kg/cm² =.....		
Angolo di resistenza al taglio residuo $\phi^\circ$ =.....		

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 2 Camp... 2 da..... 7,0-7,5  
 Cert. n° : EDO 141 22 Pagina : 6

Umidità iniziale % .....	50,4
$\gamma$ gr/cm <sup>3</sup> .....	1,619
Peso specifico gr/cm <sup>3</sup> .....	2,700
Indice dei vuoti e .....	1,507

Caratteristiche provino edometrico

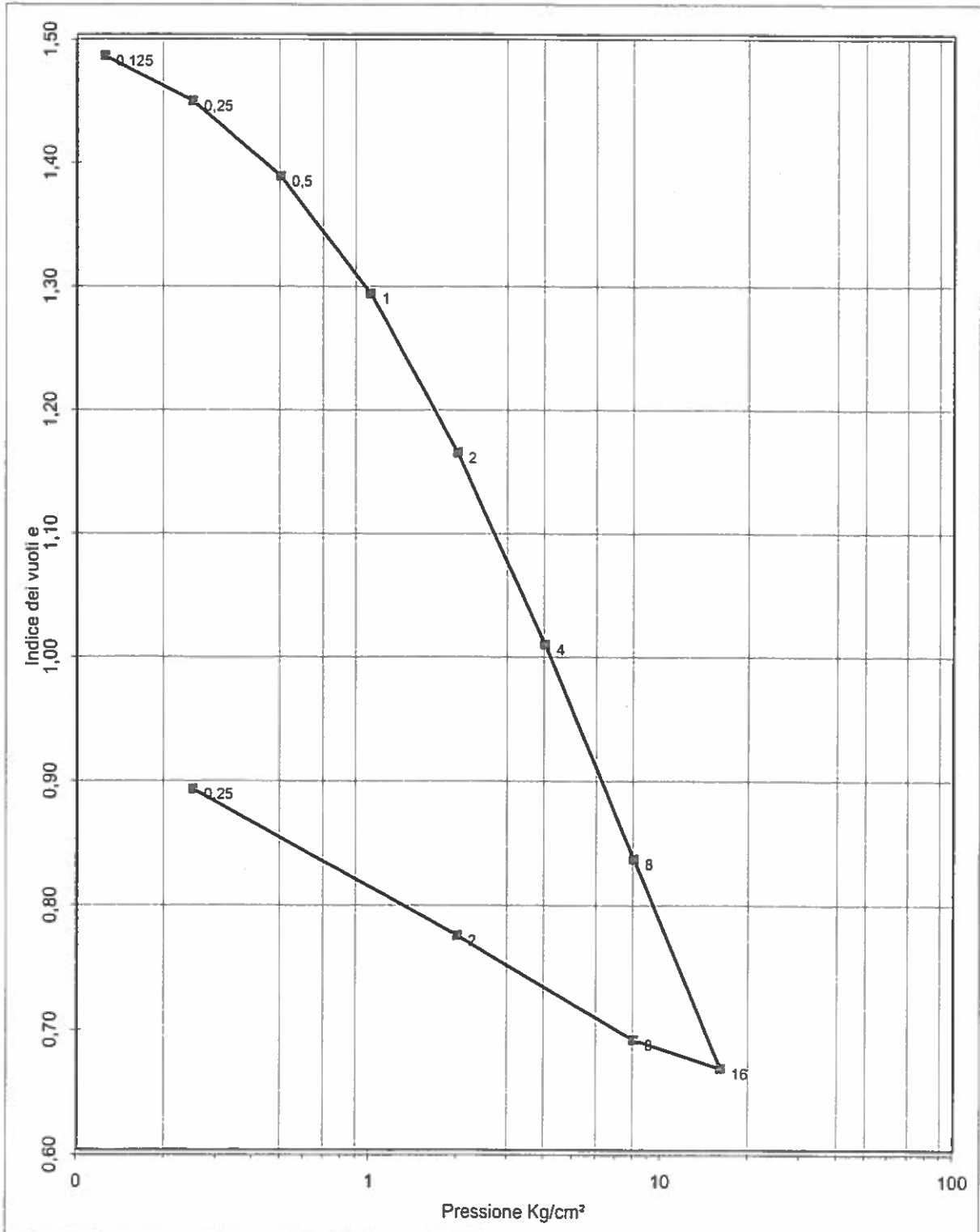
Altezza finale mm .....	1,507
Peso di volume iniziale gr/cm <sup>3</sup> .	1,659
Peso di volume finale gr/cm <sup>3</sup> ...	1,751
Umidità finale % .....	39,9
Peso di Volume secco gr/cm <sup>3</sup> ...	1,103
Intervalli di carico h = .....	24

Press. Kg/cm <sup>2</sup>	e	H mm.	A mm.	Def. %	Av Kg/cm <sup>2</sup>	E Kg/cm <sup>2</sup>
0,125	1,482	0,2	19,80	1,00	0,000	
0,25	1,446	0,49	19,51	2,45	0,291	9
0,5	1,385	0,98	19,02	4,90	0,246	10
1	1,290	1,735	18,27	8,68	0,189	13
2	1,161	2,765	17,24	13,83	0,129	19
4	1,006	4	16,00	20,00	0,077	32
8	0,833	5,38	14,62	26,90	0,043	58
16	0,665	6,72	13,28	33,60	0,021	119
8	0,688	6,535	13,47	32,68	0,003	
2	0,771	5,87	14,13	29,35	0,014	
0,25	0,889	4,93	15,07	24,65	0,067	

Indice di compressibilità Cc =	0,558
Indice di rigonfiamento Cs =	
Pressione di rigonfiamento kg/cm <sup>2</sup> =	

### PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

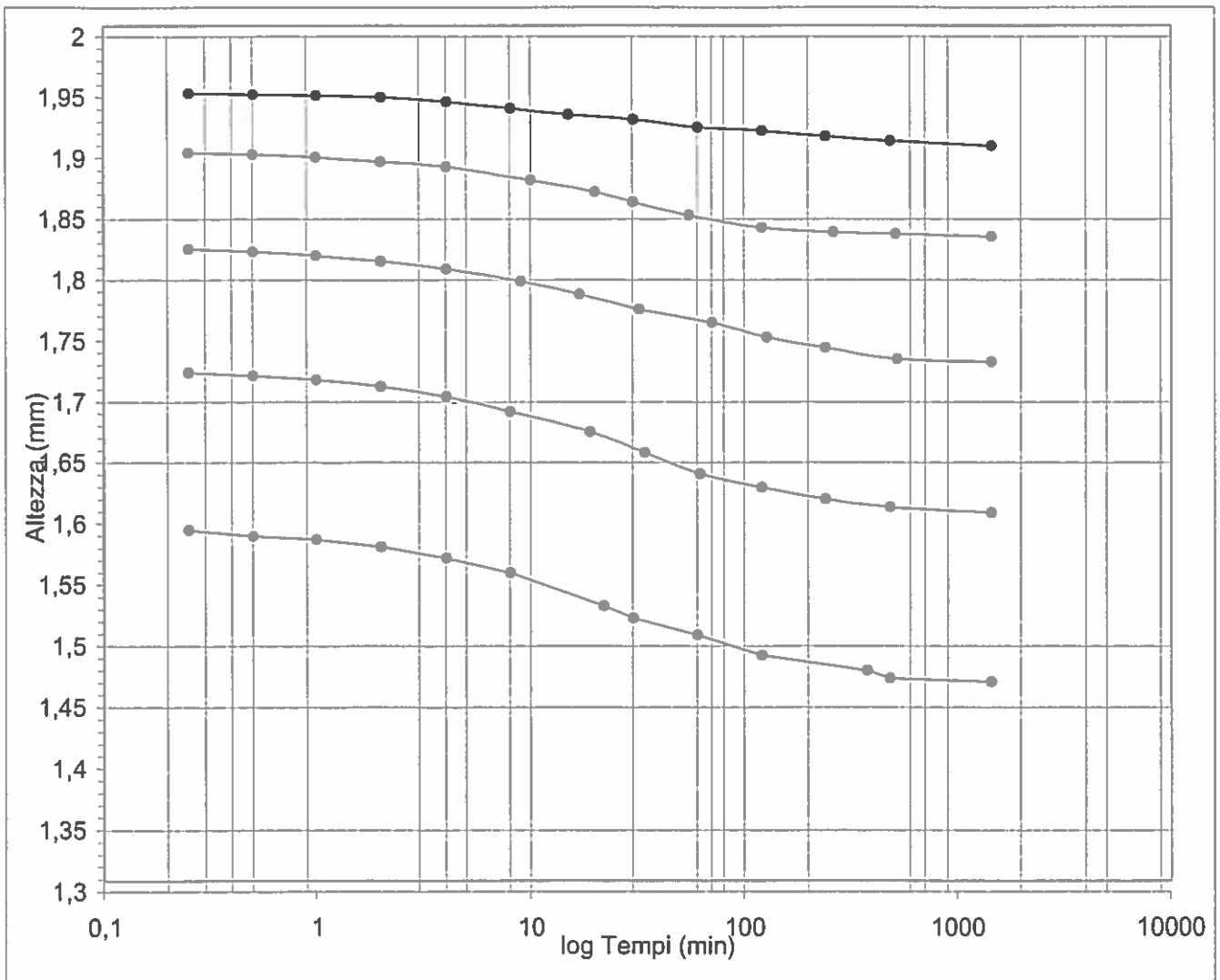
Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
Sond.... 2            Camp... 2                            da..... 7,0-7,5  
Cert. n° : EDO            141            22                            Pagina : 7



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

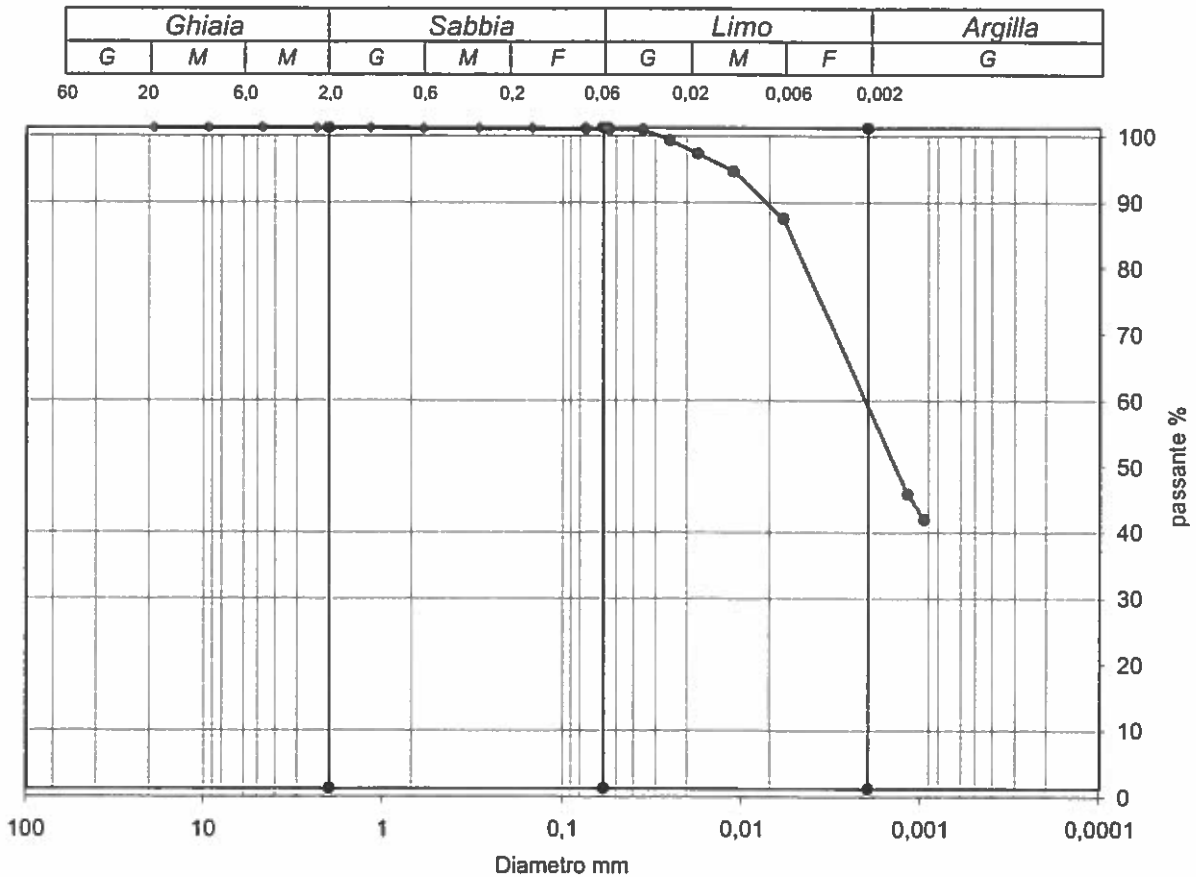
Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 2 Camp... 2 da..... 7,0-7,5  
 Cert. n° : EDO 141 22 Pagina : 8

INTERVALLO	cv	k	mv	C $\alpha$
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /Kg	
0.25-0.5	2,9E-04	2,8E-08	0,0980	
0.5-1.0	2,0E-04	1,5E-08	0,0755	
1.0-2.0	2,1E-04	1,1E-08	0,0515	
2.0-4.0	1,9E-04	6,0E-09	0,0309	
4.0-8.0	1,6E-04	2,8E-09	0,0173	
8.0-16.0				
16,0-32,0				



ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 2 Camp.... 2 da..... 7,0-7,5  
 Cert. n° : GRA 141 22 Pagina : 2



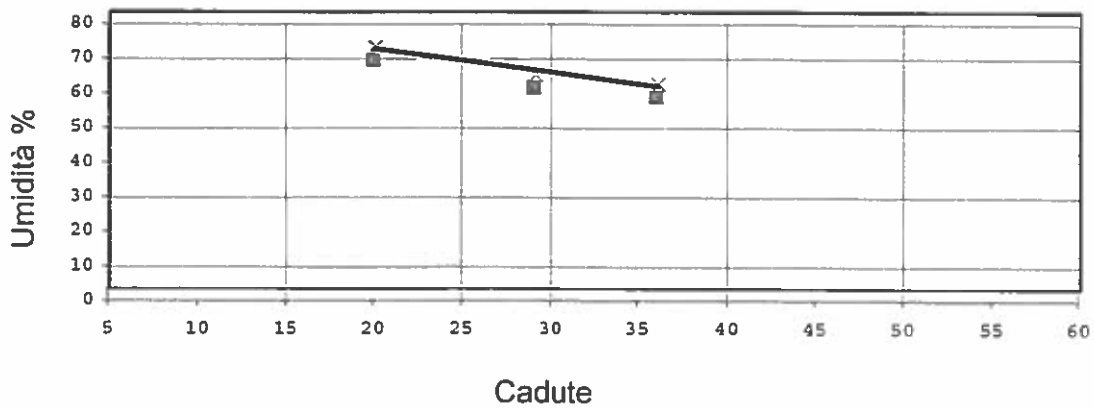
Coeff. d'uniformità Cu =				Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
Coeff. di curvatura Cc =				%	%	%	%
				0,0	0,2	48,3	51,5
Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	D90 = 0,0088	
19	100,0	0,150	99,9	0,0060	86,2	D60 = 0,0030	
9,5	100,0	0,075	99,9	0,001	44,6	D50 = 0,002	
4,75	100,0	0,055	99,8	0,001	40,6	D30 =	
2,36	100,0	0,0355	99,7			D10 =	
1,18	100,0	0,0251	98,1				
0,600	99,9	0,0178	96,1				
0,300	99,9	0,0112	93,4				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:	Temperatura (°C)	18
Correz. menisco	0,5	Correz. T°+disperdente	-3
Viscosità acqua	2E-05	passante ASTM n	200
		Gs (gr/cm³)	2,700
		Peso iniziale (gr)	40

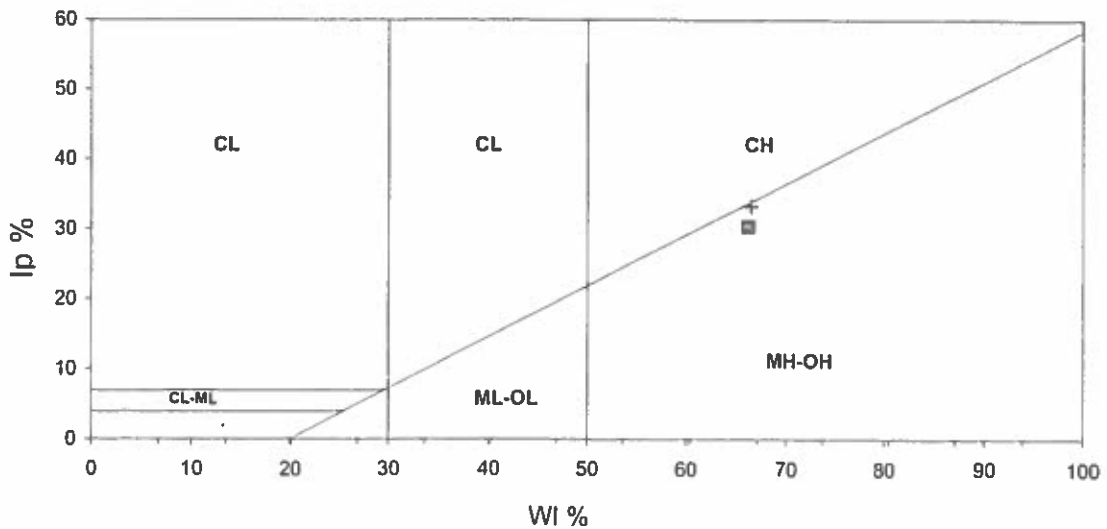
LIMITI DI ATTERBERG

Committente.... GEOSER per conto Università di Pisa  
 Cantiere..... Nuova Facoltà di Chimica - San Cataldo - PISA  
 Sond.... 2 Camp.... 2 da..... 7,0-7,5  
 Cert. n° : LIM 141 22 Pagina : 3

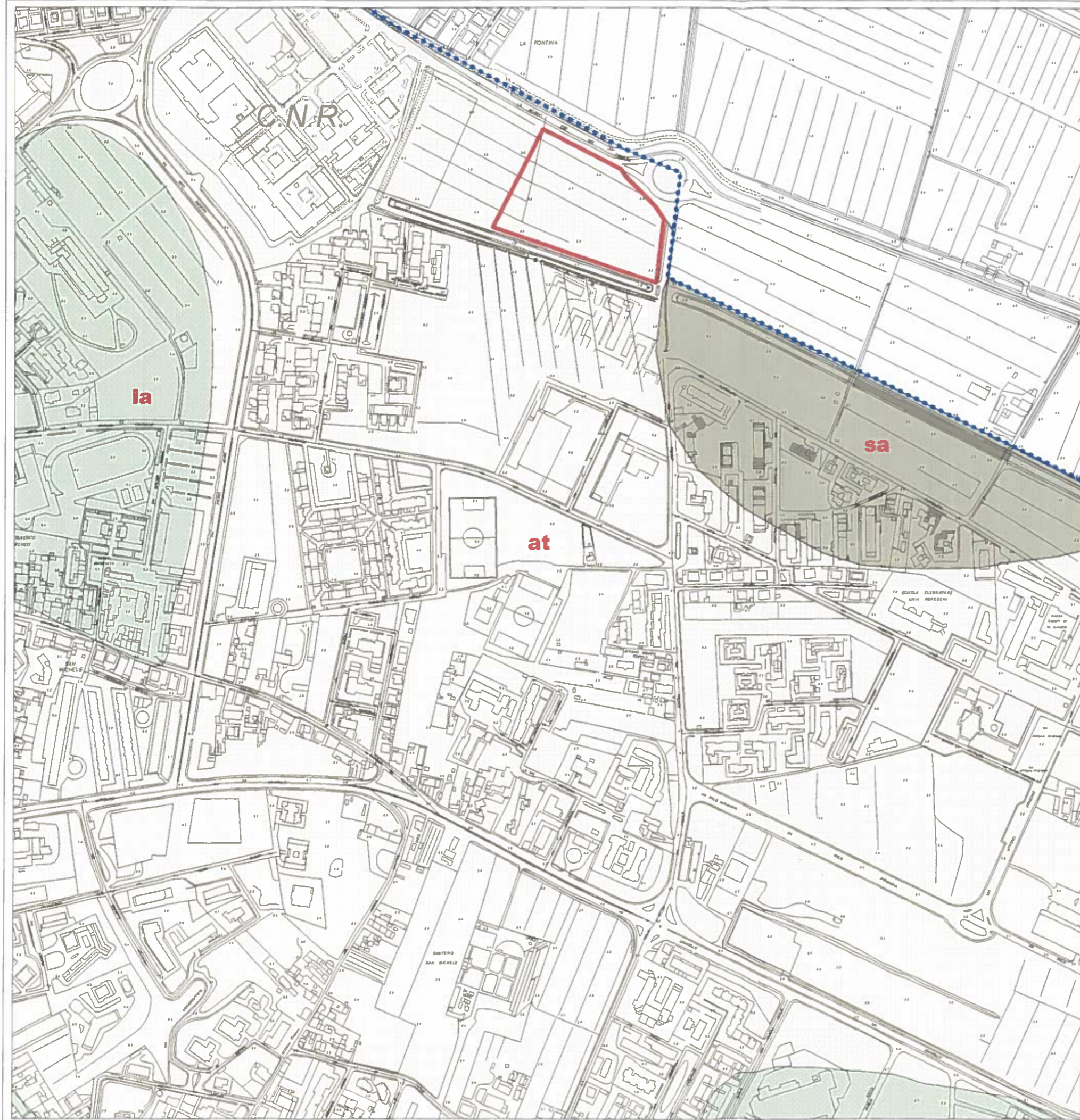
LIMITE DI PLASTICITA'					
Prova...	1	2	3	4	
Tara....	9,18	17,52			
R+TU....	16,54	23,97			
R+TS....	14,62	22,26			
w %	35,3	36,1			
LIMITE DI LIQUIDITA'					
Prova...	1	2	3		
Tara....	17,52	16,58	17,59	Class. Casagrande =	MH-OH
R+TU....	30,18	27,64	31,28	WL....=	66,1
R+TS....	24,97	23,41	26,19	Wp....=	35,7
Cadute..	20	29	36	IP....=	30,4
w %	69,9	61,9	59,2	Ic....=	0,5



Carta di Plasticità di CASAGRANDE












## Legenda

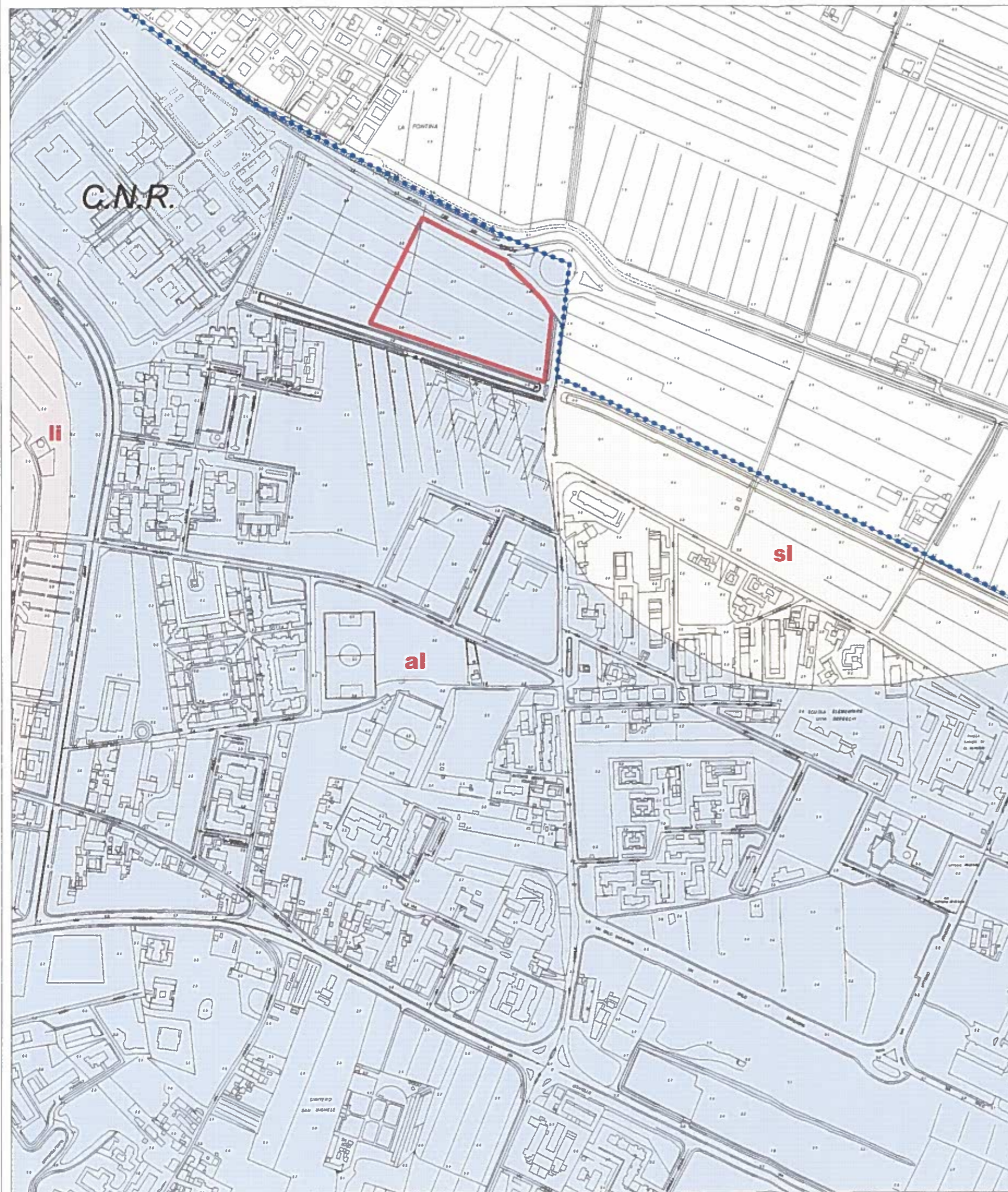
- at** Depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata (Olocene). Questi terreni sono costituiti prevalentemente da argille (la cui consistenza può variare localmente), da argille organiche e torbe. All'interno degli strati argillosi sono talvolta presenti sottili livelli costituiti da limi e subordinatamente da sabbie.
  
- la** Depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene). Questi depositi hanno una granulometria mediamente più grossolana di quelle dei terreni sopra descritti. Si tratta infatti di depositi prevalentemente limosi e argillosi ai cui interno sono più o meno frequenti intercalazioni sabbiose.
  
- sa** Depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi (Olocene). La distribuzione di questi terreni è stata cartografata in base ai risultati di indagini geognostiche. In queste aree i primi 5 metri di sottosuolo sono costituiti in prevalenza da sabbie con argille e limi in quantità subordinata.

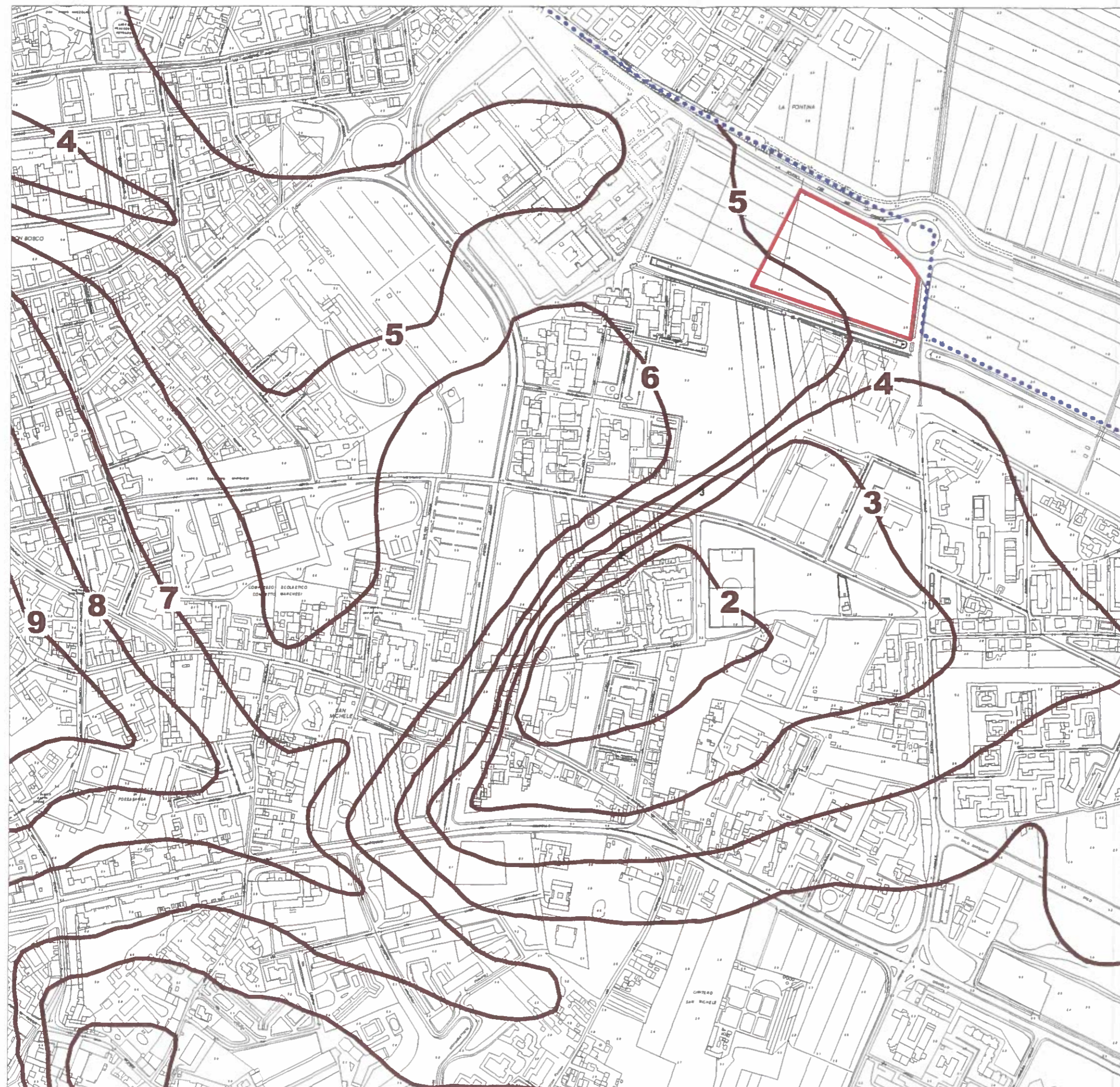
-  Area in studio
  
-  Limite comunale

Tav. 1 - Carta Geologica (scala 1:5000)




## Legenda

-  Argille e limi di colore bruno giallastro da moderatamente consistenti a consistenti, generalmente preconsolidati
-  Sabbie fini limose, talora con intercalazioni limose o argillose, da sciolte a mediamente addensate
-  Terreni prevalentemente limosi di colore nocciola con intercalazioni argillose e talvolta sabbiose, da poco a moderatamente consistenti
-  Area in studio
-  Limite comunale

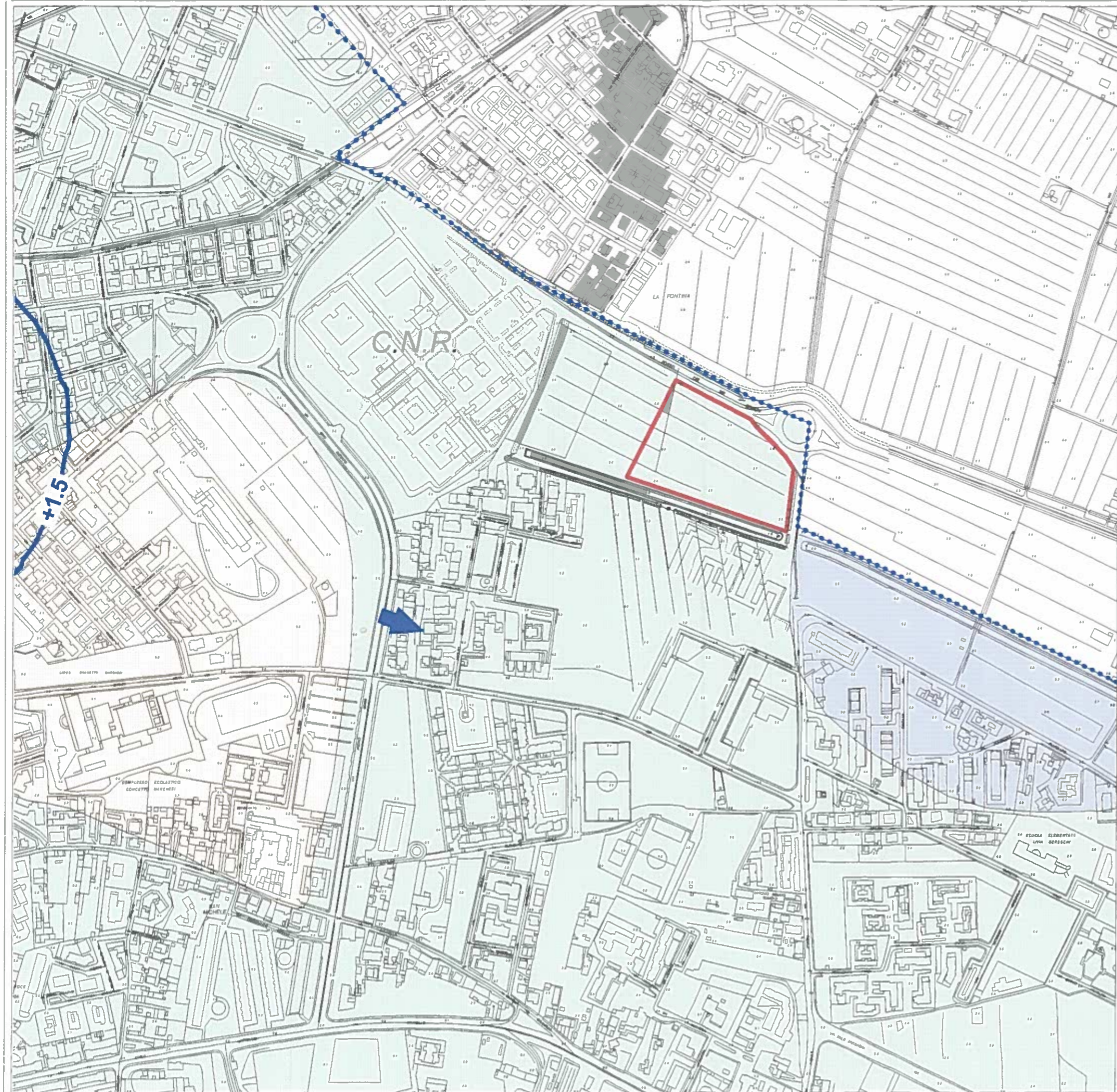











**Legenda**

-  Isopache dei terreni argilloso-limosi superficiali preconsolidati con intercalazioni di lenti sabbiose (in metri)
-  Area in studio
-  Limite comunale

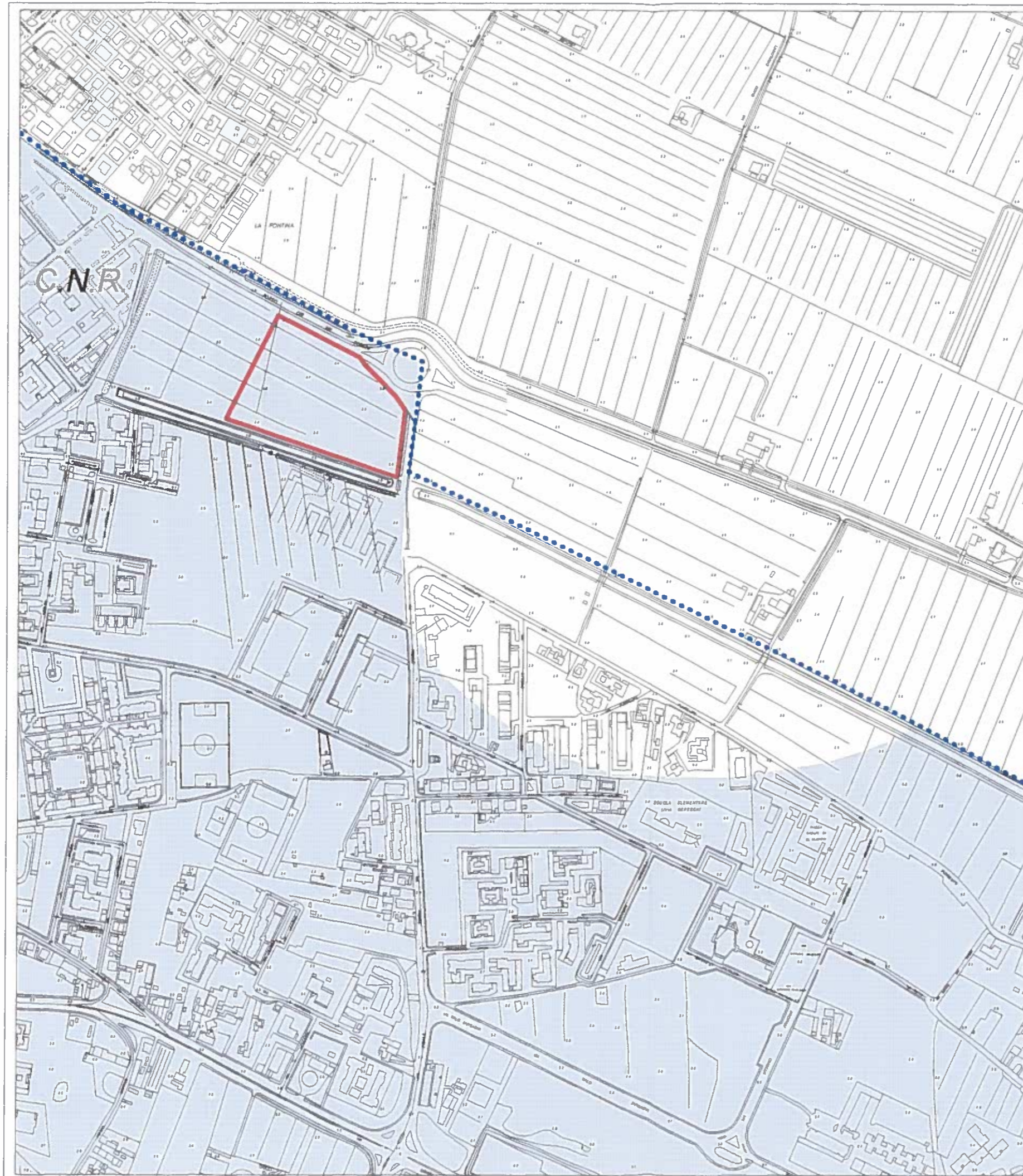
Tav. 3 - Carta del tetto delle argille compressibili (scala 1:5000)



### Legenda


-  Sedimenti a permeabilità primaria media
-  Sedimenti a permeabilità primaria medio-bassa con livelli più o meno continui a permeabilità leggermente maggiore in corrispondenza delle intercalazioni sabbiose
-  Sedimenti a permeabilità primaria molto bassa
-  Isofreatiche estive. Valori riferiti a livello del mare
-  Direzioni di flusso
-  Area in studio
-  Limite comunale

Tav. 4: Carta Idrogeologica (scala 1:5000)



### Legenda

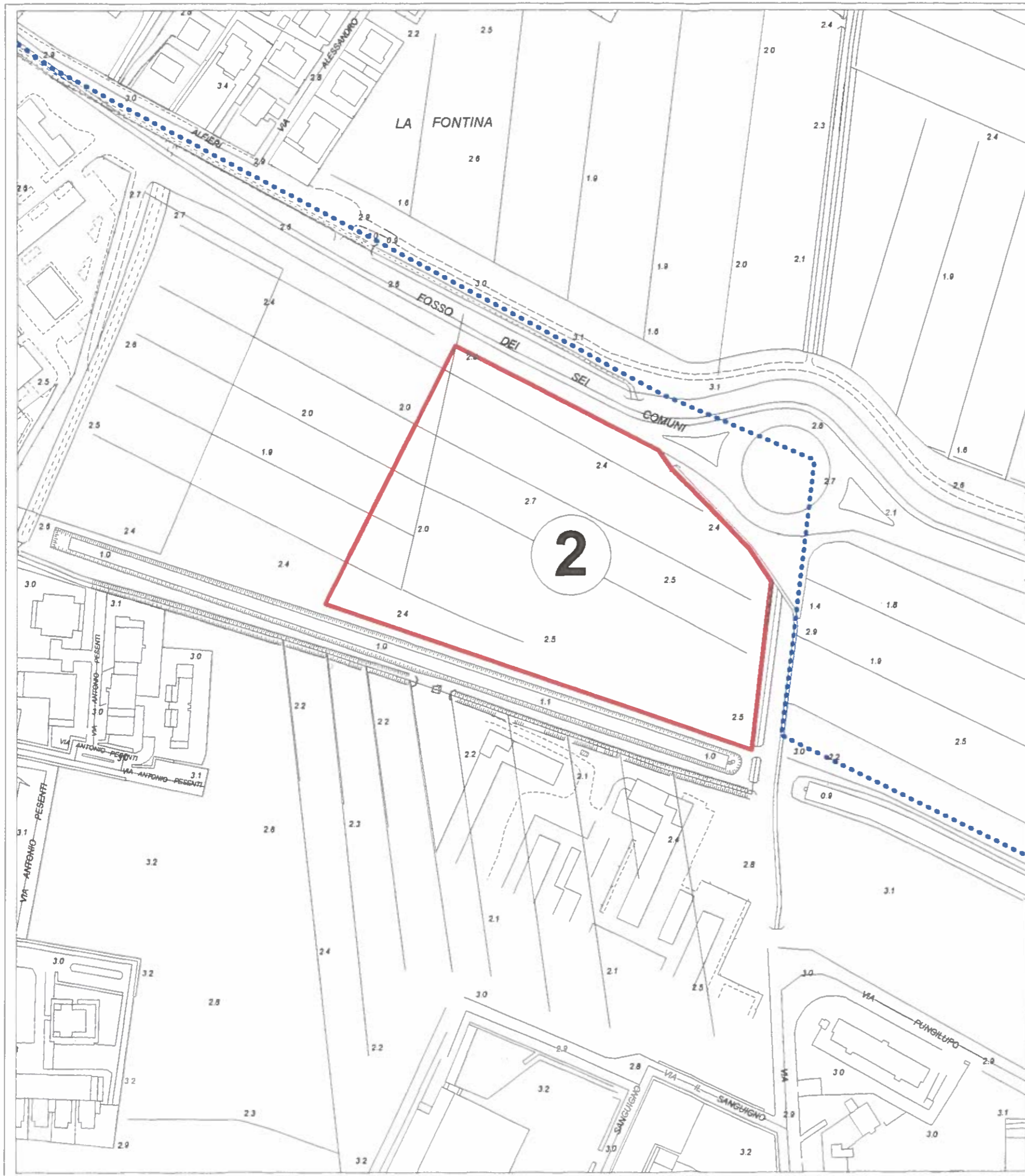
#### CLASSE 2 - VULNERABILITA' BASSA

 Depositi alluvionali prevalentemente argilloso-limosi con permeabilità molto bassa

 Area in studio

 Limite comunale

Tav. 5 - Carta della vulnerabilità idrogeologica (scala 1:5000)



LEGENDA

Classe 2 - PERICOLOSITA' BASSA

*Corrisponde a situazioni geologico-tecniche stabili con normali vincoli che potranno essere chiariti a livello d'indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia*

 Area in studio

 Limite comunale

Tav. 6 - Carta della Pericolosità geomorfologica (scala 1:2000)

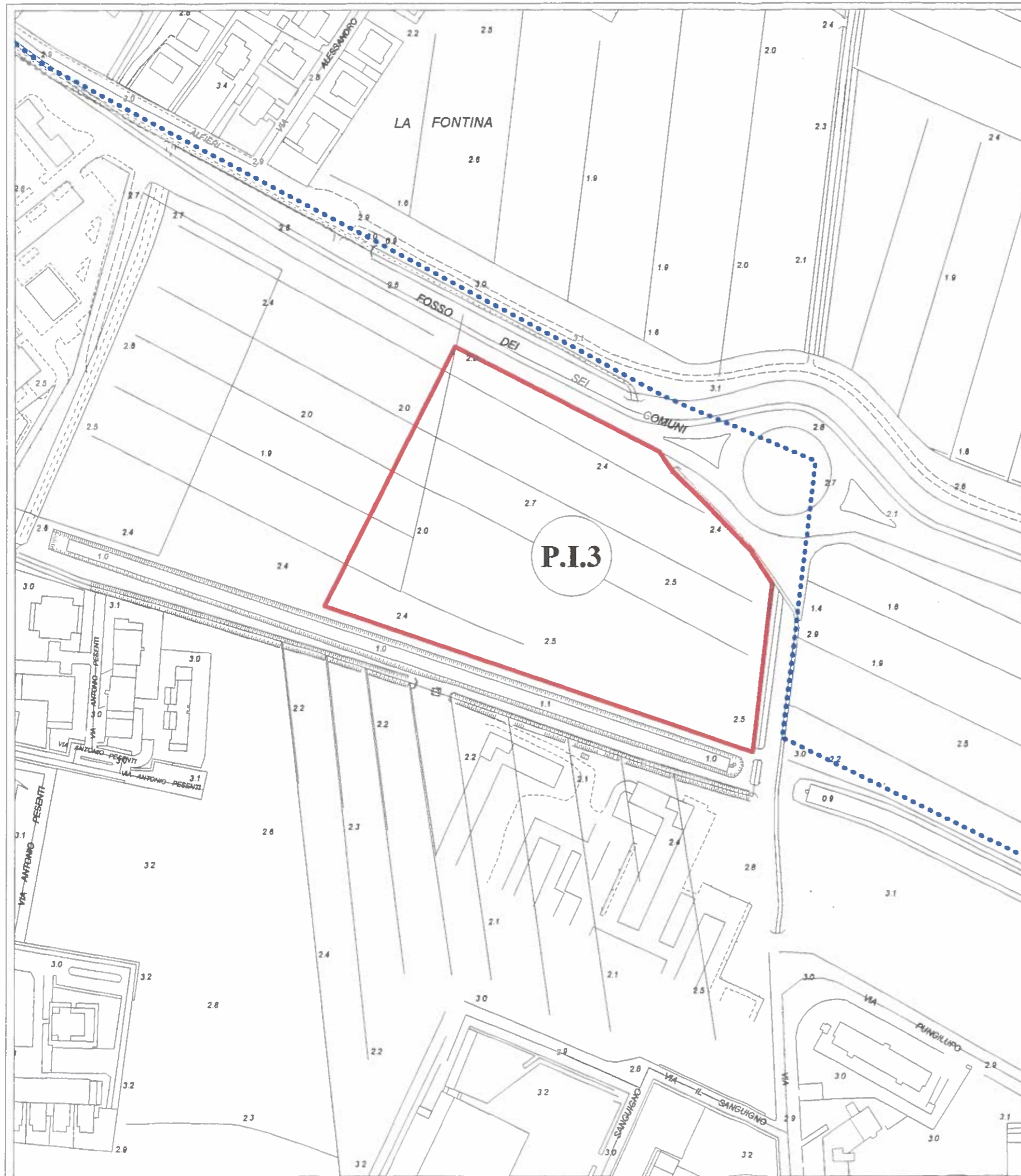
# LEGENDA

## Classe P.I.3 - PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA

Comprende aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $Tr < 30$  anni e con battente  $h < 30$  cm e aree inondabili da un evento con tempo di ritorno  $30 < Tr < 100$  anni e con battente idraulico  $h > 30$  cm

 Area in studio

 Limite comunale



Tav. 7 - Carta della Pericolosità idraulica (scala 1:2000)