



GEOLOGIA ACQUE AMBIENTE & PROTEZIONE CIVILE

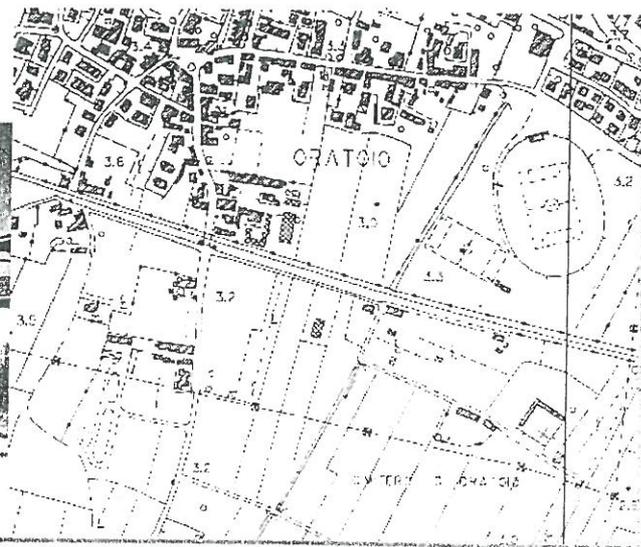
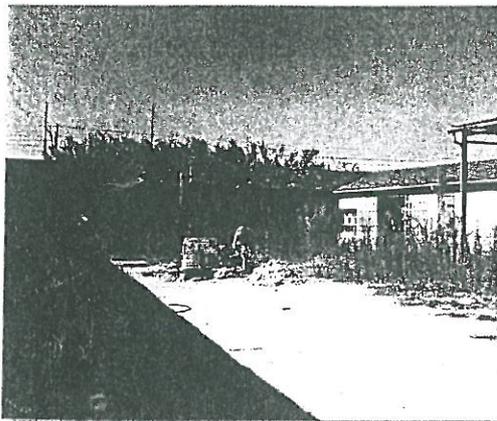
ELABORATO **ADOTTATO**
CON DELIBERAZIONE

- Giunta Comunale
- Consiglio Comunale

n° 4 ..del 01 FEB. 2007

COMUNE DI PISA

**Piano di Recupero per la Costruzione di Complesso Immobiliare su
impianto preurbano morfologicamente alterato
Ubicato in via maggiore Oratoio Pisa**



RELAZIONE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA
(DCRT 94/85 - LR 1/05)

Dott. Geol. Andrea Sodi



Pisa, Novembre 2005

1. PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta a supporto del Piano di Recupero per la Costruzione di Complesso Immobiliare su impianto preurbano morfologicamente alterato ubicato in via Maggiore in loc. Oratoio nel Comune di Pisa.

L'intervento prevede la demolizione di alcuni edifici artigianali post bellici, che erano stati destinati ad attività di produzione di nastri adesivi, e la realizzazione di appartamenti, costituiti da due piani fuori terra con alcune mansarde.

Lo studio ha avuto come riferimento la normativa vigente in materia di indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica ed in particolare:

- DCRT 94/85 "L. 21/84 - Direttiva Indagini geologico-tecniche a supporto della pianificazione urbanistica".
- Legge Regionale n° 13 gennaio 2005 Norme per il governo del Territorio (art.62 e art.100).
- PTC Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTC), DCP 349 del 18/12/1998 e adeguato al PIT nel novembre 2004 e attualmente in corso di osservazioni.
- PAI Piano Assetto Idrogeologico della Autorità di bacino del Fiume Arno (PAI) DPCM 06/05/2005.
- PIT Piano di Indirizzo Territoriale della Regione Toscana - Deliberazione Consiglio Regionale con n. 12 del 25 gennaio 2000
- Riclassificazione sismica e nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica di cui alla Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/3/2003, modificata dalla Ord. N°3316 del 2/10/03.
- Delibera Giunta Regionale n°604 del 16/6/2003 Indirizzi generali e prime disposizioni sulla riclassificazione sismica della Regione Toscana in applicazione dell'Ord. PCM n°3274 del 20/3/03.
- Strumento Urbanistico Generale comunale (Piano strutturale e reg. Urbanistico).

Lo studio geologico ha avuto lo scopo di approfondire le conoscenze sui caratteri geologici, geomorfologici e idrogeologici, del territorio in cui è inserita l'area di progetto, mediante rilievi ed indagini di campagna, l'analisi delle fonti bibliografiche e cartografiche disponibili tra cui la Relazione geologica di supporto allo Strumento Urbanistico generale comunale Piano Strutturale (geologo Merla) e del Regolamento urbanistico (Luglio 2000 geologi Bianchi & Ghigliotti).

La caratterizzazione del sottosuolo, nell'attuale fase progettuale, è stata eseguita mediante una campagna geognostica realizzata con prove penetrometriche statiche (CPT) e dinamiche e alcuni

saggi di scavo.

2. ASPETTI URBANISTICO - TERRITORIALI

Nel presente capitolo si analizzeranno gli aspetti urbanistici territoriale correlati al giudizio di fattibilità geologica dell'intervento proposto.

Secondo lo strumento urbanistico generale l'area in oggetto :

- è inserita in classe **3a** di pericolosità geomorfologica
- l'intervento prevede una classe **2** di fattibilità

L'area di progetto nel *Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa*:

- è inserita in classe **3a** di pericolosità idraulica - pericolosità media
- è inserita in classe **3a** di pericolosità geomorfologica - pericolosità media

Nel Piano di Bacino: Stralcio "Assetto Idrogeologico" della Autorità di bacino del Fiume Arno (PAI),

- è inserita in classe **P.I. 2** di pericolosità idraulica

Per gli aspetti sismici il territorio comunale di Pisa

- è stato classificato sismico di **Zona 2**, dall'ordinanza PCM n°3274 del 20 marzo 2003, con livelli di accelerazione $A_g/g = 0,25$

Relativamente al *PIT*, l'area di studio

- è esterna agli ambiti definiti dall'articolo 77 – Titolo VII del P.I.T. DCRT n° 12 del 25/01/00.

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDRAULICO

L'area in esame é collocata ad est della città di Pisa in sinistra d'Arno, alla periferia sud della frazione di Oratoio ed è confinante con la linea ferroviaria Pisa Firenze.

Il terreno in oggetto é situato in un'area morfologicamente pianeggiante con una quota media di circa 2,9 m s.l.m, attualmente occupato da edifici produttivi dismessi.

I terreni presenti nella zona sono di origine esclusivamente alluvionale, in particolare la porzione

superficiale e affiorante è caratterizzata dalla presenza di alternanze di argille e limi con intercalazioni sabbiose originati da eventi alluvionali dell'Arno e da fenomeni di impaludamento, infatti generalmente prevalgono litotipi sabbiosi e limosi nelle zone prossime al corso del fiume stesso, mentre nelle zone che sono rimaste maggiormente depresse e in seguito interessate da impaludamenti frequenti, sono predominanti litotipi argillosi di origine fluvio-palustre. Tali depositi sono di età recente (Olocene) e sono stati depositati anche in epoca storica.

L'assetto idrogeologico dell'area prevede la presenza di una prima falda in terreni sabbiosi e limosi generalmente intercettata da pozzi superficiali intorno agli 8-10 m dal piano campagna, livelli saturi possono essere presenti anche più superficialmente, ma sono caratterizzati da una bassa trasmissività. Il livello acquifero principale è localizzato a 40-50 m (acquifero multistrato confinato) nelle ghiaie wurmiane del paleo-arno, l'acquifero presente in tali sedimenti presenta eteropie e discontinuità verticali ed orizzontali. I due acquiferi sono generalmente separati da livelli caratterizzati da limi di piana alluvionali che si presentano generalmente saturi (conosciuti in geotecnica come limi di Pisa).

Iraulicamente l'area si pone al margine dell'area storica urbanizzata dove la vecchia rete fognaria si sostituisce all'orditura delle scoline agrarie e delle fosse campestri presenti nei campi adiacenti immediatamente ad Ovest.

4. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE

Per indagare il terreno di fondazione è stata eseguita una prova penetrometrica statica spinta fino ad una profondità di 10 m, da due prove penetrometriche dinamiche e alcuni saggi di scavo; il ricorso alla prova dinamica è stato reso necessario dalle difficoltà di ancoraggio del penetrometro a causa di un importante e consistente riporto costituita da inerte di cava, pertanto sono stati utilizzati tali dati solo per un aspetto qualitativo.

La prova penetrometrica (CPT) è una prova geotecnica continua che consente di tracciare un profilo per tutta la lunghezza di prospezione e consiste nel ricavare i parametri di resistenza all'infissione, effettuata mediante un martinetto idraulico, di un'asta metallica dotata di punta ("punta Begemann") e di un manicotto laterale. L'attrezzatura di spinta è predisposta in modo da agire separatamente sulla punta e sul manicotto in modo da rilevare la resistenza totale R_t , la resistenza alla punta Q_c e quella laterale f_s con letture di tali parametri ogni 20 cm di profondità. L'interpretazione delle prove

CPT consente di considerare, a favore della sicurezza, i terreni o totalmente coesivi o totalmente granulare (un terreno naturale presenta invece la prevalenza di una delle due caratteristiche ma presenta anche il contributo dell'altra) l'elaborazione è stata condotta utilizzando relazioni conosciute in letteratura, mediante un foglio elettronico; sono stati stimati: la resistenza al taglio non drenata (c_u), il modulo edometrico (E_d), il coefficiente di compressibilità di volume (m_v) di terreni coesivi, la densità relativa (D_r) il valore dell'angolo di attrito (φ) dei terreni granulari. L'interpretazione litologica dei terreni è stata effettuata sul diagramma di Schmertmann, modificato, in base alle caratteristiche locali dei terreni che correla tale rapporto con Q_c . Le interpretazioni sono disponibili in allegato.

Il piano di campagna è impostato su una coltre di terreno di riporto costituita da inerte di cava e sotto da terra di riporto, il tutto con spessori, natura e consistenza variabili.

Il terreno indagato è costituito da litotipi prevalentemente coesivi costituiti da argille e limi in con livelli di argille organiche e sporadici livelli sabbiosi. L'interpretazione dei risultati ottenuti (vedi appendice), ha permesso di ricostruire l'andamento litostratigrafico dei primi 10 metri di sottosuolo:

- 0,00 – 1,20 Terreno di riporto
- 1,20 – 2.0 Argille e limi mediamente consistenti
- 2.0 – 3.0 Argille organiche poco consistenti
- 3.0 – 6.6 Argille e limi mediamente consistenti
- 6.6 – 8.2 Argille organiche poco consistenti
- 8.2 – 10.40 Argille medie con intercalazione sabbiosa

Dall'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche si ha una situazione meno chiara, anche in virtù della minor qualità del mezzo d'indagine, che evidenzia uno strato a minore resistenza tra 2 e 6 m oltre i 6 m si ha un progressivo aumento delle resistenze all'avanzamento fin quasi a 20 colpi/piede, situazione che potrebbe far pensare o ad un effettiva differenza stratigrafica o ad un aumento della resistenza laterale da parte dei litotipi argillosi.

Tale aspetto ci si riserva di approfondirlo in fase di relazione geologica e geotecnica di supporto al progetto esecutivo.

Il livello di falda rilevato nei fori e nei saggi di scavo ha evidenziato una quota di 1.70 dal pdc.

5. CONCLUSIONI: PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ

A conclusione degli studi condotti, trattandosi di uno strumento urbanistico attuativo, si è eseguita una ri-classificazione dell'area relativamente alla pericolosità geologica ed idraulica (DCRT 94/85 punto 3.1; ex DCRT 230/94 art 7. Comma 6.2) e alla fattibilità (DCRT 94/85 punto 3.2):

- Pericolosità geologica e geomorfologica, Classe 3 : *Pericolosità media, in quanto si rileva presenza di terreni geotecnicamente scadenti.*
- Pericolosità idraulica, Classe 2 : *Pericolosità bassa come da PAI ..*

Da tali considerazioni e dalla tipologia costruttiva prevista nel Piano Attuativo (attività commerciale senza residenze e piani interrati), viene attribuita come fattibilità.

- Fattibilità Classe 2: *Fattibilità con normali vincoli da precisare in sede di progetto: equivale a livelli di rischio basso. Non sono richieste indagini di dettaglio a livello di area complessiva..*

Al fine di orientare la progettazione geotecnica si ritiene che i carichi del manufatto debbano essere quanto più possibili distribuiti in quanto la eterogeneità del sottosuolo può indurre in presenza di carichi disomogeni cedimenti differenziali; relativamente alla tipologia di fondazione consigliata si può consigliare un reticolo di travi rovescie superficiale, in modo da contenere il cuneo di rottura nei primi 2 m dal p.d.c. .

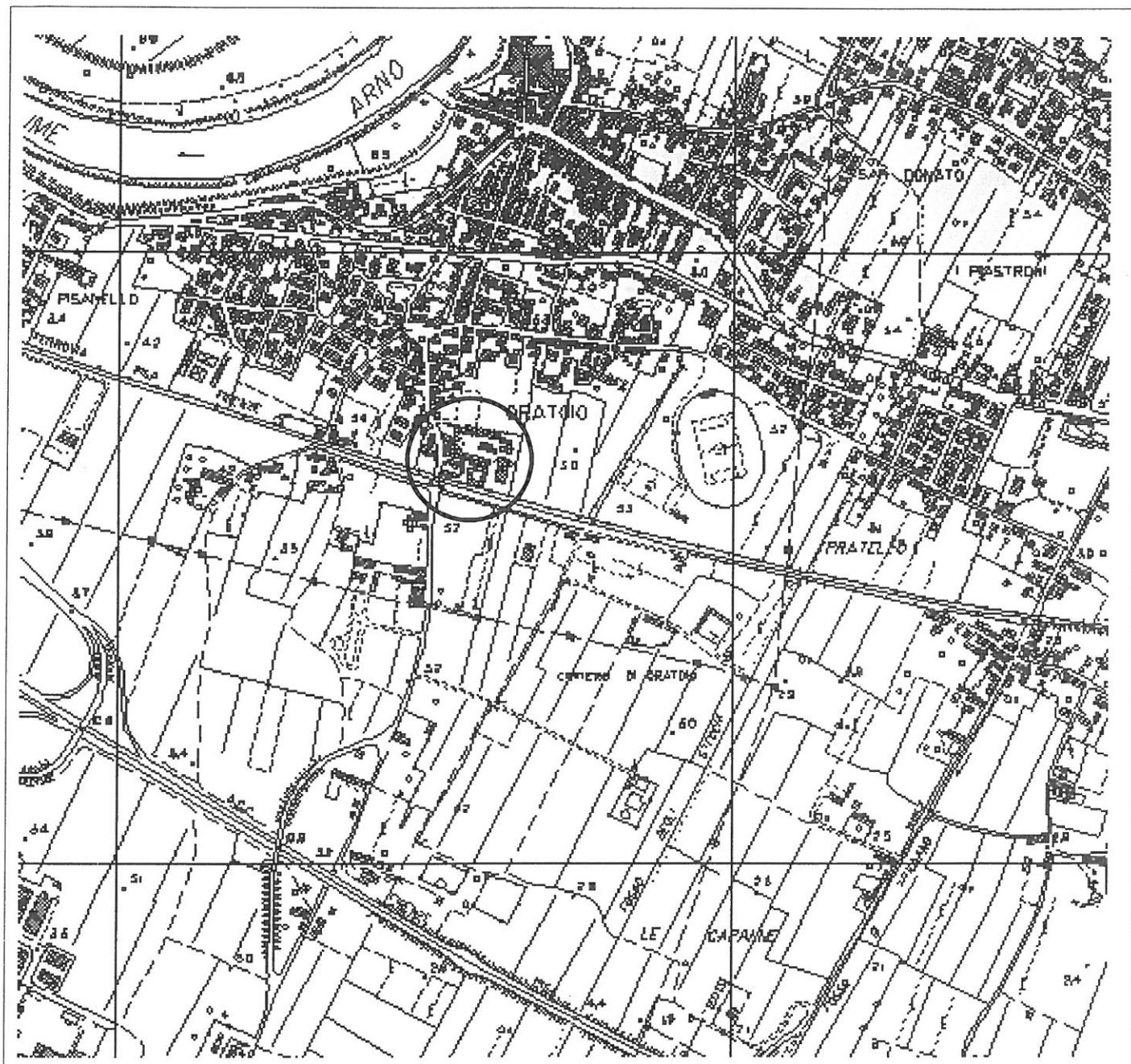
In caso di carichi elevati (poco probabile nel caso del fabbricato di progetto almeno per quanto può risultare dagli elaborati visionati) si dovrà ricorrere a fondazioni parzialmente a platea (non unica platea in modo da limitare la profondità d'influenza) o fondazioni profonde, per le quali si richiederebbe un approfondimento dell'indagine geognostica.

Per quanto riguarda la stima dei cedimenti, come richiesto dalla DCRT 94/85, in relazione al tipo d'intervento, si ritiene ragionevolmente che questi potranno essere limitati dalle considerazioni precedenti in relazione alla presenza di terreni compressibili, rimandando alla fase di progetto esecutivo la loro quantizzazione .

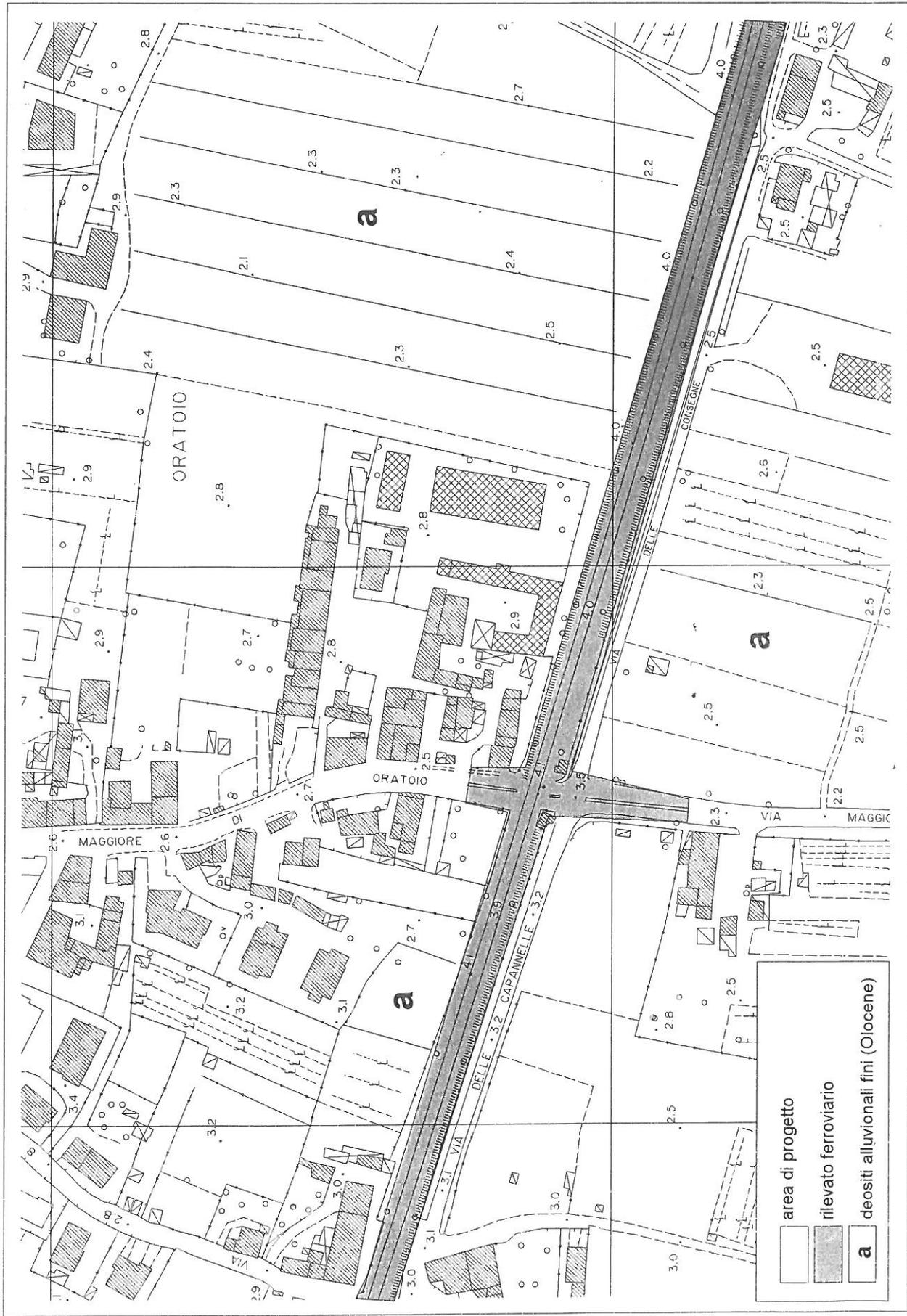
Pisa Novembre 2005



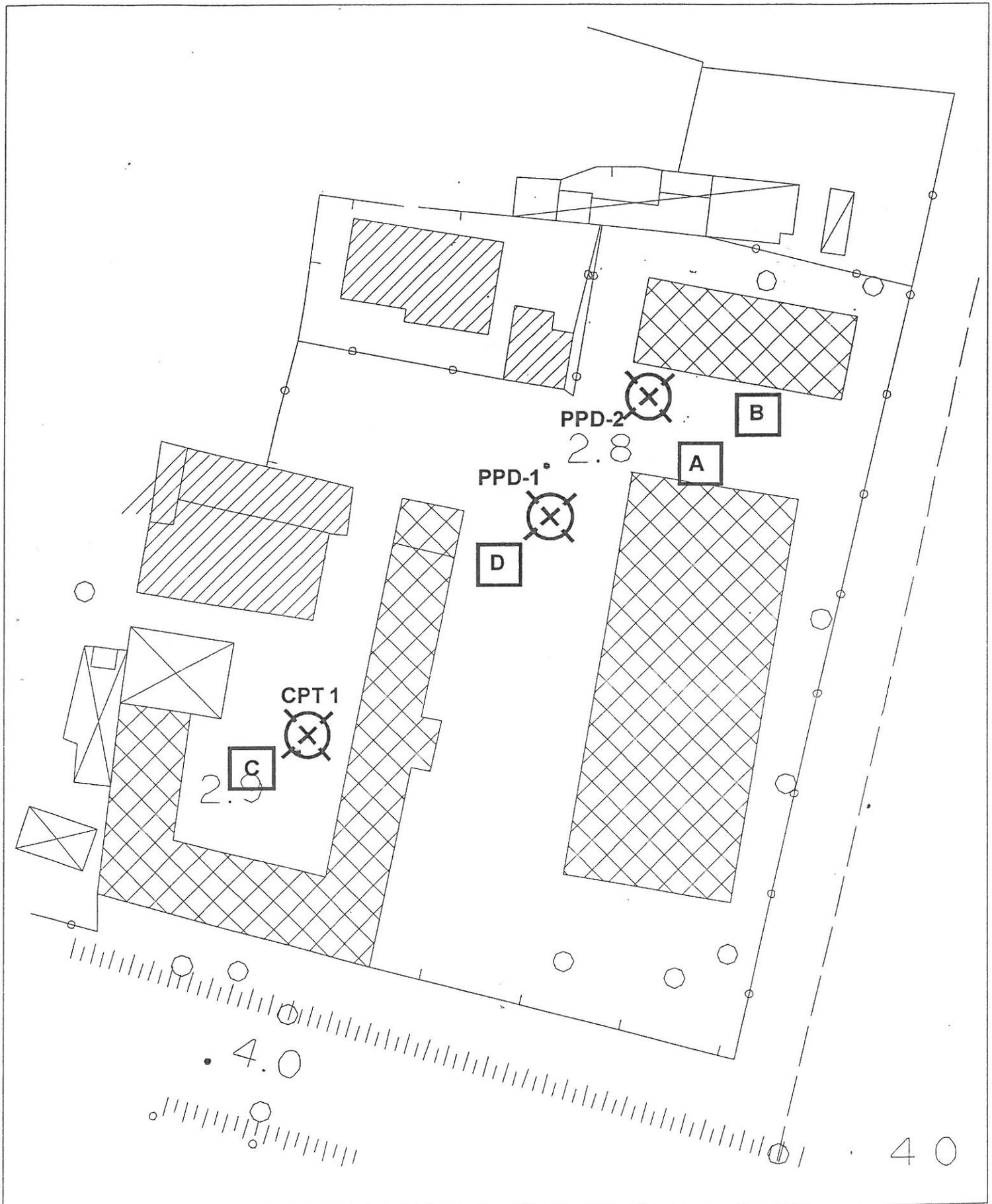
Dott. Geol. Andrea Sodi



Corografia CTR scala 1:10.000



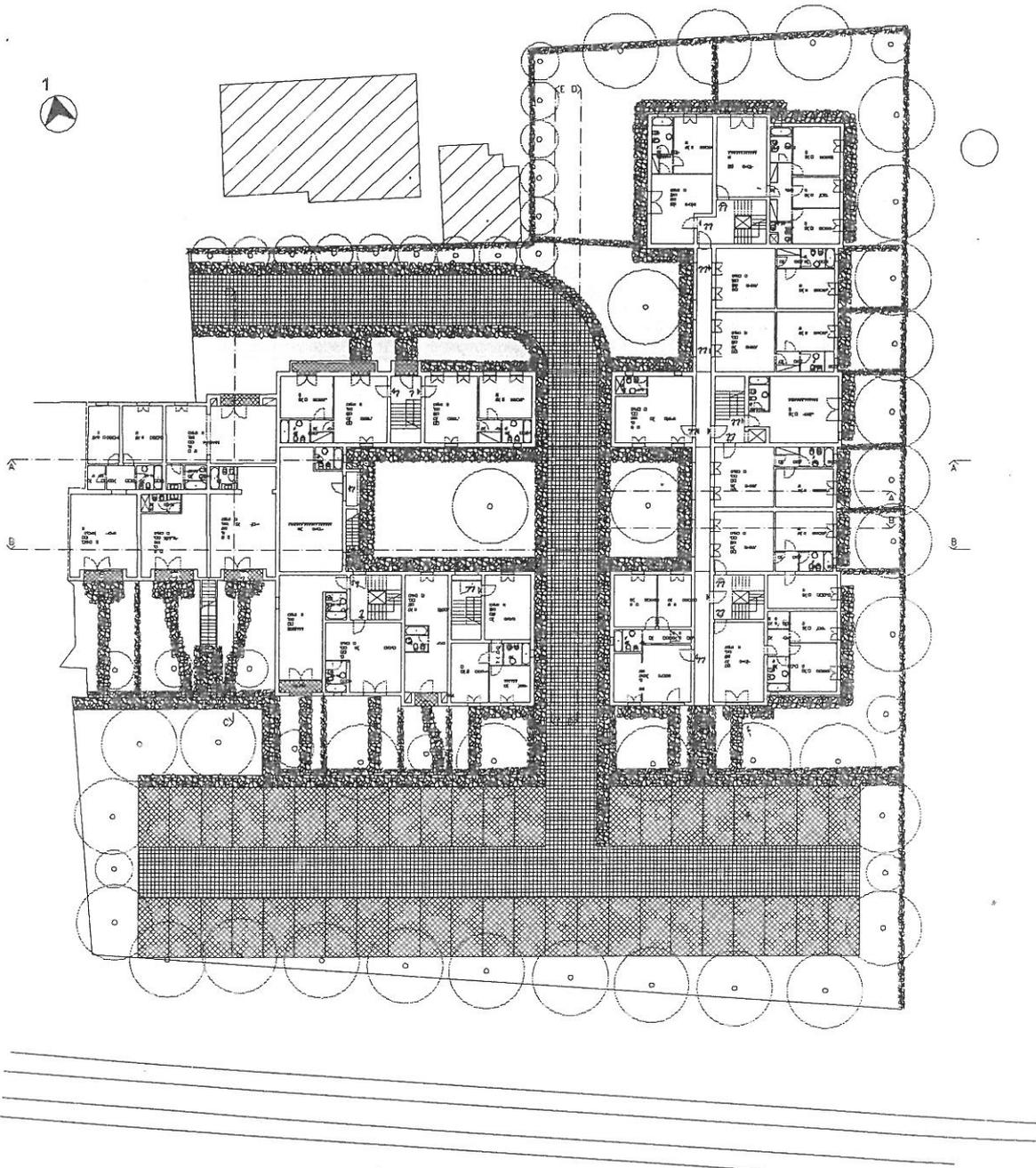
Carta geologica base CTR scala 1:2.000



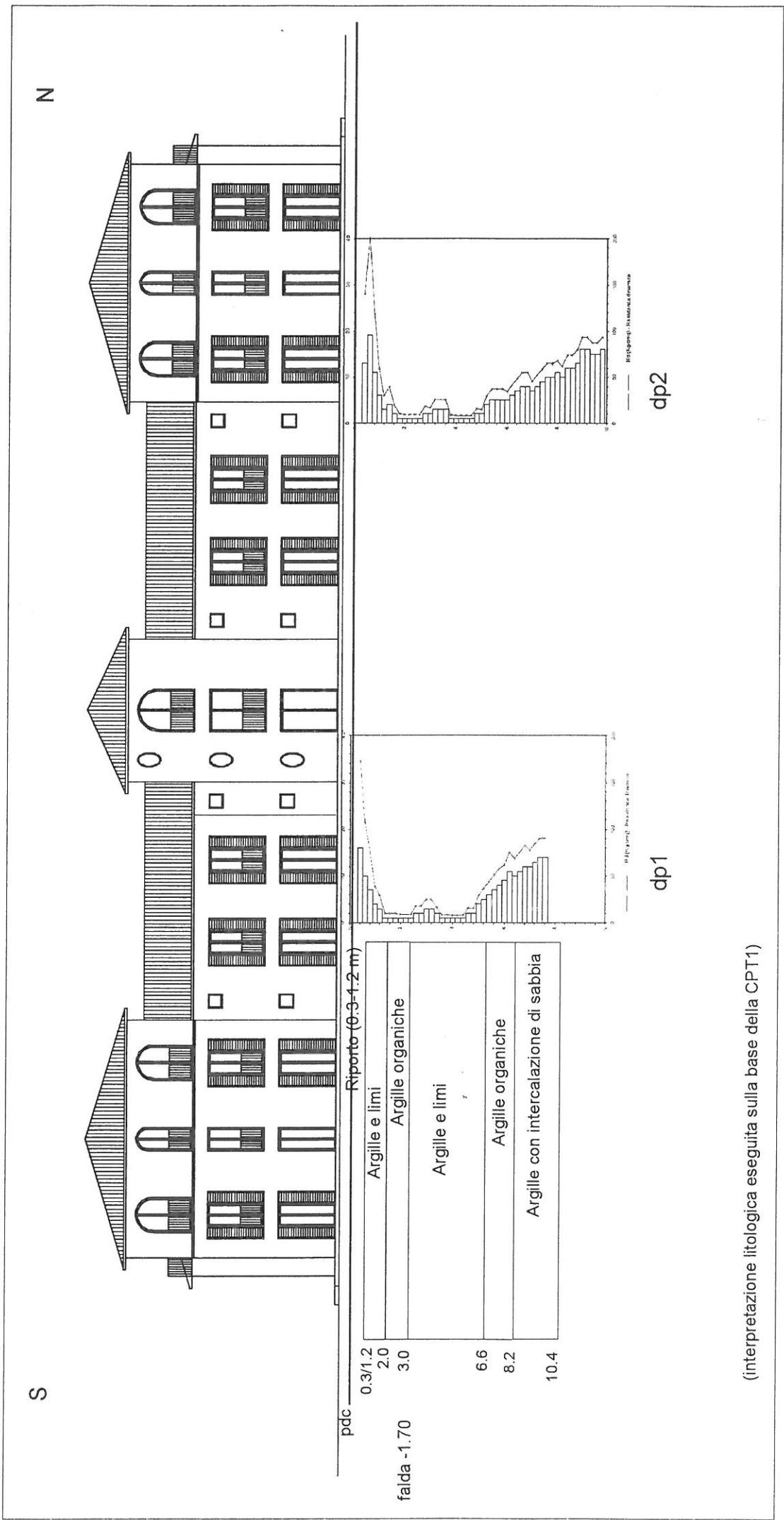
C Saggio di scavo

 Prova penetrometrica (PPD dinamica - CPT statica)
(dp)

Ubicazione punti indagine geognostica - scala 1:500



Estratto di progetto planimetria generale

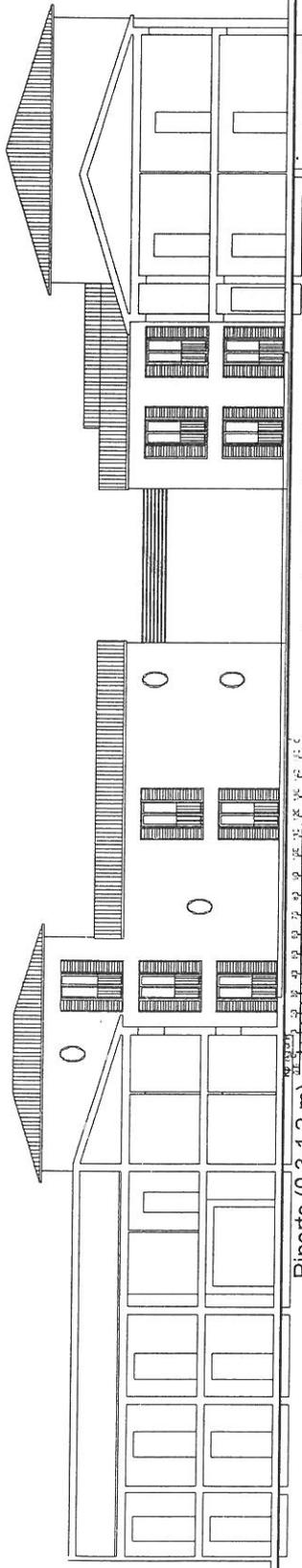


(interpretazione litologica eseguita sulla base della CPT1)

Sezione litotecnica prospetto Est

W

E



pd

0.3/1.2

faida -1.70

2.0

Argille e limi

3.0

Argille organiche

Argille e limi

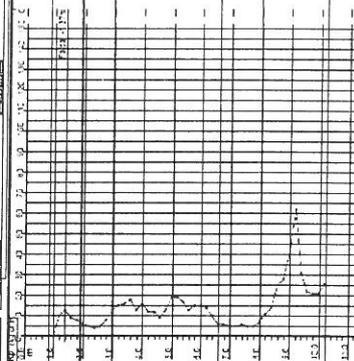
6.6

Argille organiche

8.2

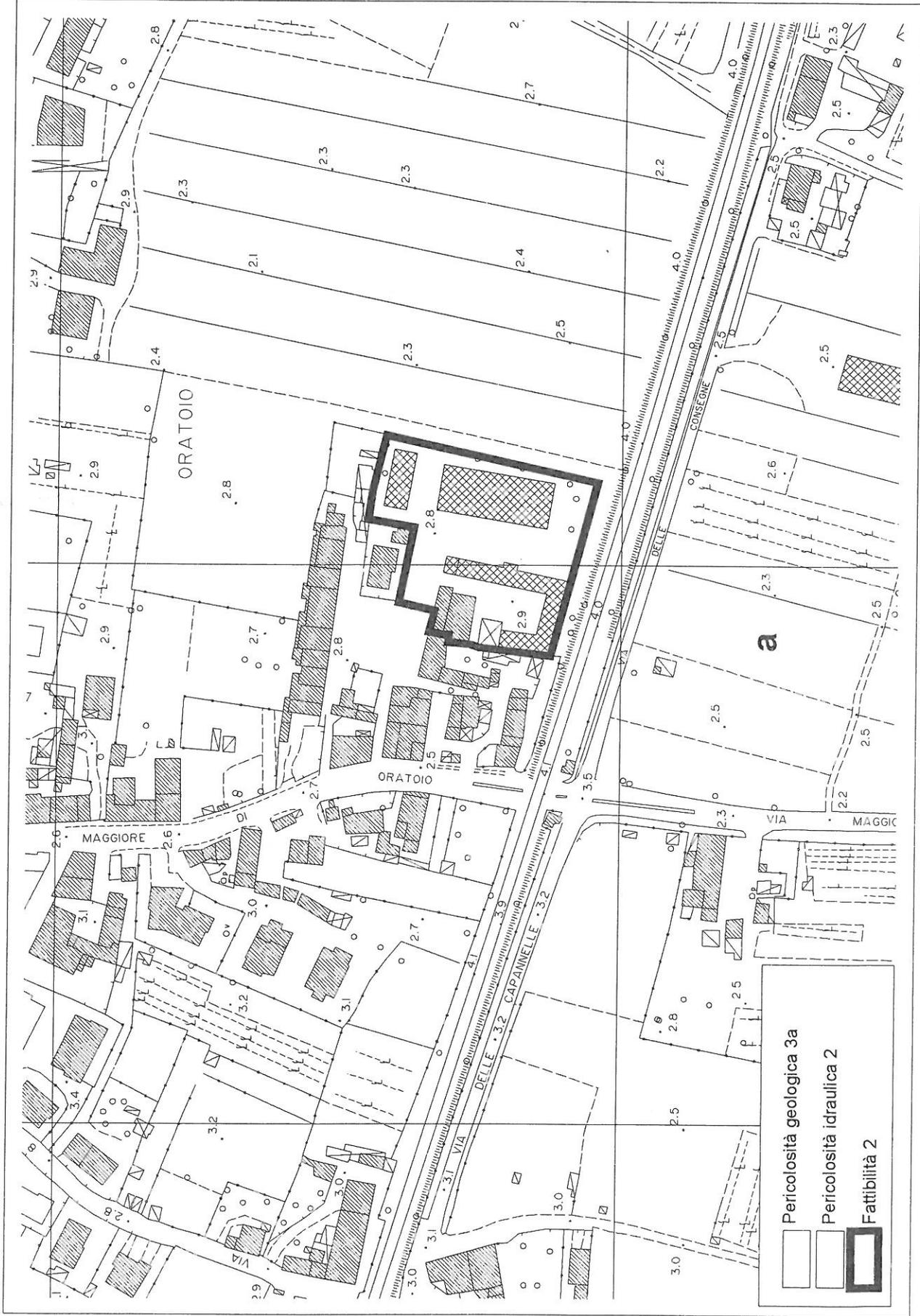
Argille con intercalazione di sabbia

10.4



CPT 1

dp1



Carta della pericolosità e fattibilità base CTR scala 1:2.000

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo: FONDECO SKYLOS PERPHORAMETER

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) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

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 LITOLOGICHEValutazioni 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.

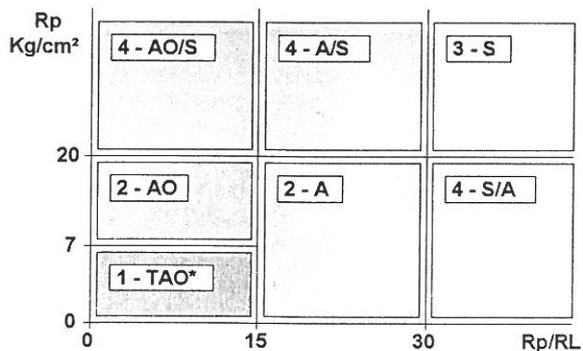
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

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)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - R_p - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{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

3.010496-122

- committente: Dott. Geol. Andrea Sodi
- lavoro:
- località: Oratoio, Comune di Pisa
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 09/08/2005
- quota inizio : -1,00 m da quota riferim.
- prof. falda : -1,37 m da quota inizio

- data emiss. : 23/08/2005

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	---	---	-	---	---	5,40	17,0	32,0	17,0	0,87	20,0
0,40	---	---	-	---	---	5,60	13,0	26,0	13,0	0,67	19,0
0,60	---	---	-	---	---	5,80	15,0	25,0	15,0	0,73	20,0
0,80	---	---	-	---	---	6,00	15,0	26,0	15,0	0,60	25,0
1,00	---	---	-	0,27	---	6,20	14,0	23,0	14,0	0,67	21,0
1,20	10,0	14,0	10,0	0,60	17,0	6,40	10,0	20,0	10,0	0,53	19,0
1,40	13,0	22,0	13,0	0,60	22,0	6,60	6,0	14,0	6,0	0,33	18,0
1,60	9,0	18,0	9,0	0,40	22,0	6,80	6,0	11,0	6,0	0,27	22,0
1,80	8,0	14,0	8,0	0,33	24,0	7,00	5,0	9,0	5,0	0,27	19,0
2,00	6,0	11,0	6,0	0,20	30,0	7,20	5,0	9,0	5,0	0,33	15,0
2,20	5,0	8,0	5,0	0,20	25,0	7,40	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0
2,40	4,0	7,0	4,0	0,20	20,0	7,60	5,0	10,0	5,0	0,27	19,0
2,60	5,0	8,0	5,0	0,27	19,0	7,80	5,0	9,0	5,0	0,53	9,0
2,80	8,0	12,0	8,0	0,47	17,0	8,00	7,0	15,0	7,0	0,33	21,0
3,00	13,0	20,0	13,0	0,60	22,0	8,20	11,0	16,0	11,0	0,53	21,0
3,20	15,0	24,0	15,0	0,80	19,0	8,40	14,0	22,0	14,0	0,47	30,0
3,40	16,0	28,0	16,0	0,93	17,0	8,60	25,0	32,0	25,0	1,07	23,0
3,60	18,0	32,0	18,0	0,93	19,0	8,80	28,0	44,0	28,0	1,47	19,0
3,80	13,0	27,0	13,0	0,73	18,0	9,00	40,0	62,0	40,0	1,40	29,0
4,00	16,0	27,0	16,0	0,67	24,0	9,20	62,0	83,0	62,0	1,67	37,0
4,20	12,0	22,0	12,0	0,47	26,0	9,40	31,0	56,0	31,0	0,60	52,0
4,40	12,0	19,0	12,0	0,53	22,0	9,60	22,0	31,0	22,0	1,00	22,0
4,60	9,0	17,0	9,0	0,67	13,0	9,80	21,0	36,0	21,0	0,73	29,0
4,80	13,0	23,0	13,0	0,73	18,0	10,00	21,0	32,0	21,0	0,53	39,0
5,00	19,0	30,0	19,0	1,00	19,0	10,20	26,0	34,0	26,0	---	---
5,20	19,0	34,0	19,0	1,00	19,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 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)

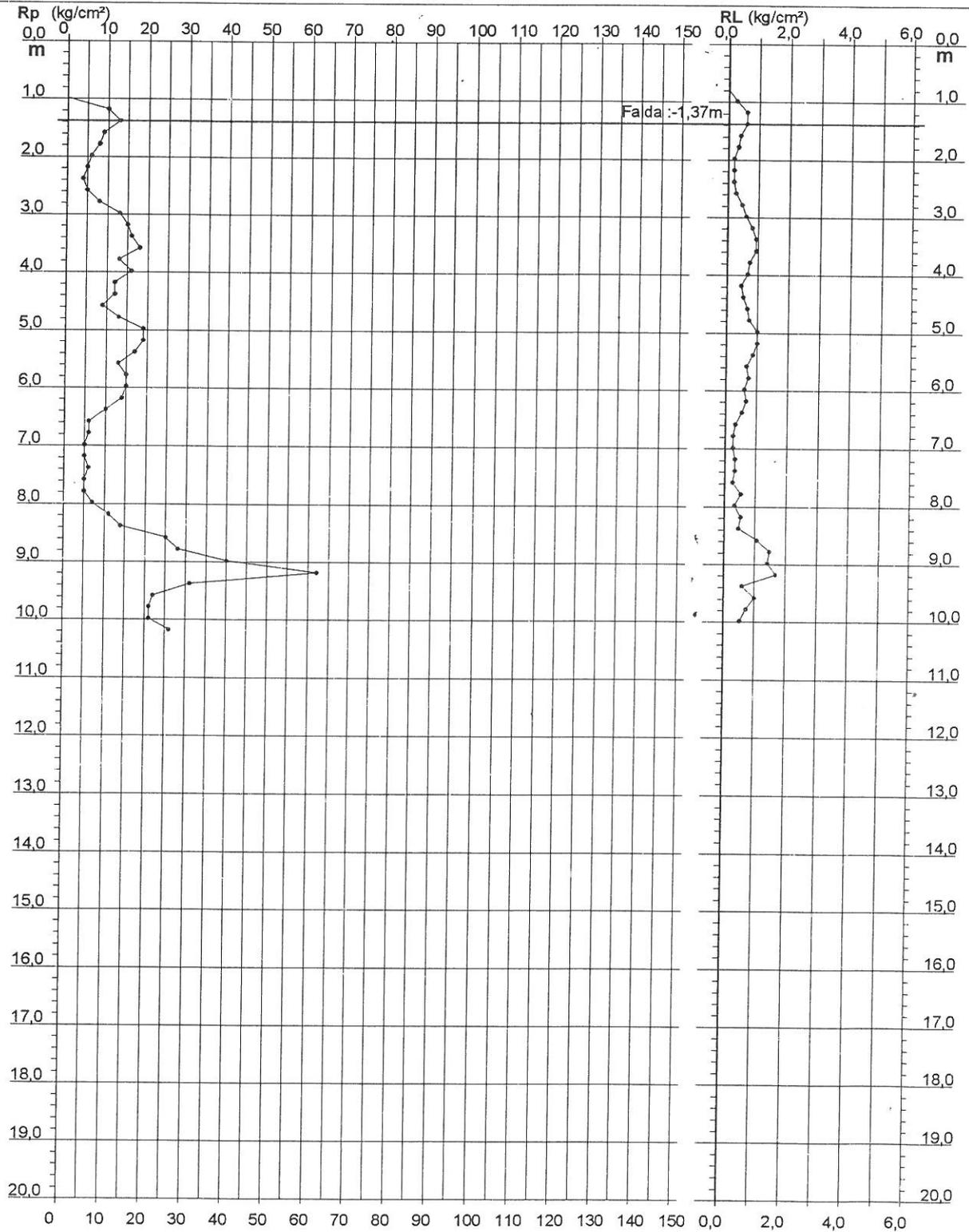
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

3.010496-122

- committente: Dott. Geol. Andrea Sodi
- lavoro:
- località: Oratoio, Comune di Pisa
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 09/08/2005
- quota inizio : -1,00 m da quota riferim.
- prof. falda : -1,37 m da quota inizio
- scala vert: 1 : 100
- data emiss. : 23/08/2005



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 1

3.010496-122

- committente: Dott. Geol. Andrea Sodi
- lavoro:
- località: Oratoio, Comune di Pisa
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 09/08/2005
- quota inizio : -1,00 m da quota riferim.
- prof. falda : -1,37 m da quota inizio

- data emiss. : 23/08/2005

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 %	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE				Amax/g (-)	E50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²			
												σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	σ1s (°)	σ2s (°)					σ3s (°)	σ4s (°)	
0,20	-	-	???	1,85	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,40	-	-	???	1,85	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,60	-	-	???	1,85	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,80	-	-	???	1,85	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	-	-	???	1,85	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,20	10	17	2/III	1,85	0,22	0,50	17,3	85	128	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,40	13	22	2/III	0,93	0,24	0,60	19,9	103	154	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,60	9	22	2/III	0,88	0,26	0,45	12,6	77	115	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,80	8	24	2/III	0,86	0,28	0,40	10,0	68	102	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	6	30	4/I	0,82	0,29	0,30	6,5	75	113	29	5	29	32	35	38	28	26	0,013	10	15	18	-	-	-	-	-
2,20	5	25	2/III	0,80	0,31	0,25	4,8	85	128	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,40	4	20	2/III	0,78	0,32	0,20	3,4	91	137	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,60	5	19	2/III	0,80	0,34	0,25	4,3	95	142	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,80	8	17	2/III	0,86	0,36	0,40	7,2	88	133	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	13	22	2/III	0,93	0,38	0,60	11,4	103	154	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,20	15	19	2/III	0,95	0,39	0,67	12,1	113	170	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,40	16	17	2/III	0,96	0,41	0,70	12,0	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,60	18	19	2/III	0,98	0,43	0,75	12,5	128	191	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,80	13	13	2/III	0,93	0,45	0,60	9,0	107	161	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,00	16	24	2/III	0,96	0,47	0,70	10,2	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,20	12	26	2/III	0,92	0,49	0,57	7,6	119	179	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,40	12	22	2/III	0,92	0,51	0,57	7,3	126	188	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,60	9	13	2/III	0,88	0,53	0,45	5,2	144	216	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,80	13	18	2/III	0,93	0,54	0,60	7,2	135	203	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,00	19	19	2/III	0,99	0,56	0,78	9,4	135	202	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,20	19	19	2/III	0,99	0,58	0,78	9,0	138	207	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,40	17	20	2/III	0,97	0,60	0,72	7,9	145	218	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,60	13	19	2/III	0,93	0,62	0,60	6,1	164	246	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,80	15	20	2/III	0,95	0,64	0,67	6,6	164	246	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,00	15	25	2/III	0,95	0,66	0,67	6,4	171	257	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,20	14	21	2/III	0,94	0,68	0,64	5,8	181	272	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,40	10	19	2/III	0,90	0,70	0,50	4,2	194	292	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,60	6	18	2/III	0,82	0,71	0,30	2,1	166	249	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,80	6	22	2/III	0,82	0,73	0,30	2,1	167	250	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,00	5	19	2/III	0,80	0,74	0,25	1,6	145	217	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,20	5	15	1***	0,46	0,75	0,25	1,6	31	47	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,40	6	18	2/III	0,82	0,77	0,30	1,9	169	254	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,60	5	19	2/III	0,80	0,79	0,25	1,5	146	219	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,80	5	9	1***	0,46	0,80	0,25	1,5	32	47	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,00	7	21	2/III	0,84	0,81	0,35	2,2	192	288	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,20	11	21	2/III	0,91	0,83	0,54	3,6	235	352	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,40	14	30	4/I	0,89	0,85	0,64	4,4	237	355	48	8	29	32	35	39	27	26	0,018	23	35	42	-	-	-	-	-
8,60	25	23	4/I	0,94	0,87	0,91	6,7	222	332	75	28	32	35	37	40	30	28	0,053	42	63	75	-	-	-	-	-
8,80	28	19	4/I	0,96	0,89	0,97	7,0	223	334	84	31	32	35	38	40	31	28	0,060	47	70	84	-	-	-	-	-
9,00	40	29	4/I	1,00	0,91	1,33	10,2	227	340	120	43	34	36	39	41	32	30	0,087	67	100	120	-	-	-	-	-
9,20	62	37	3***	0,94	0,93	-	-	-	-	-	57	36	38	40	43	35	32	0,124	103	155	186	-	-	-	-	-
9,40	31	52	3***	0,88	0,94	-	-	-	-	-	33	33	35	38	41	31	29	0,065	52	78	93	-	-	-	-	-
9,60	22	22	4/I	0,93	0,96	0,85	5,4	262	393	66	21	31	34	37	40	29	28	0,040	37	55	66	-	-	-	-	-
9,80	21	29	4/I	0,93	0,98	0,82	5,1	270	405	63	19	31	34	36	40	28	27	0,036	35	53	63	-	-	-	-	-
10,00	21	39	3***	0,85	1,00	-	-	-	-	-	18	31	33	36	39	28	27	0,035	35	53	63	-	-	-	-	-
10,20	26	-	4/I	0,96	1,02	0,93	5,6	274	411	78	25	32	34	37	40	29	28	0,048	43	65	78	-	-	-	-	-

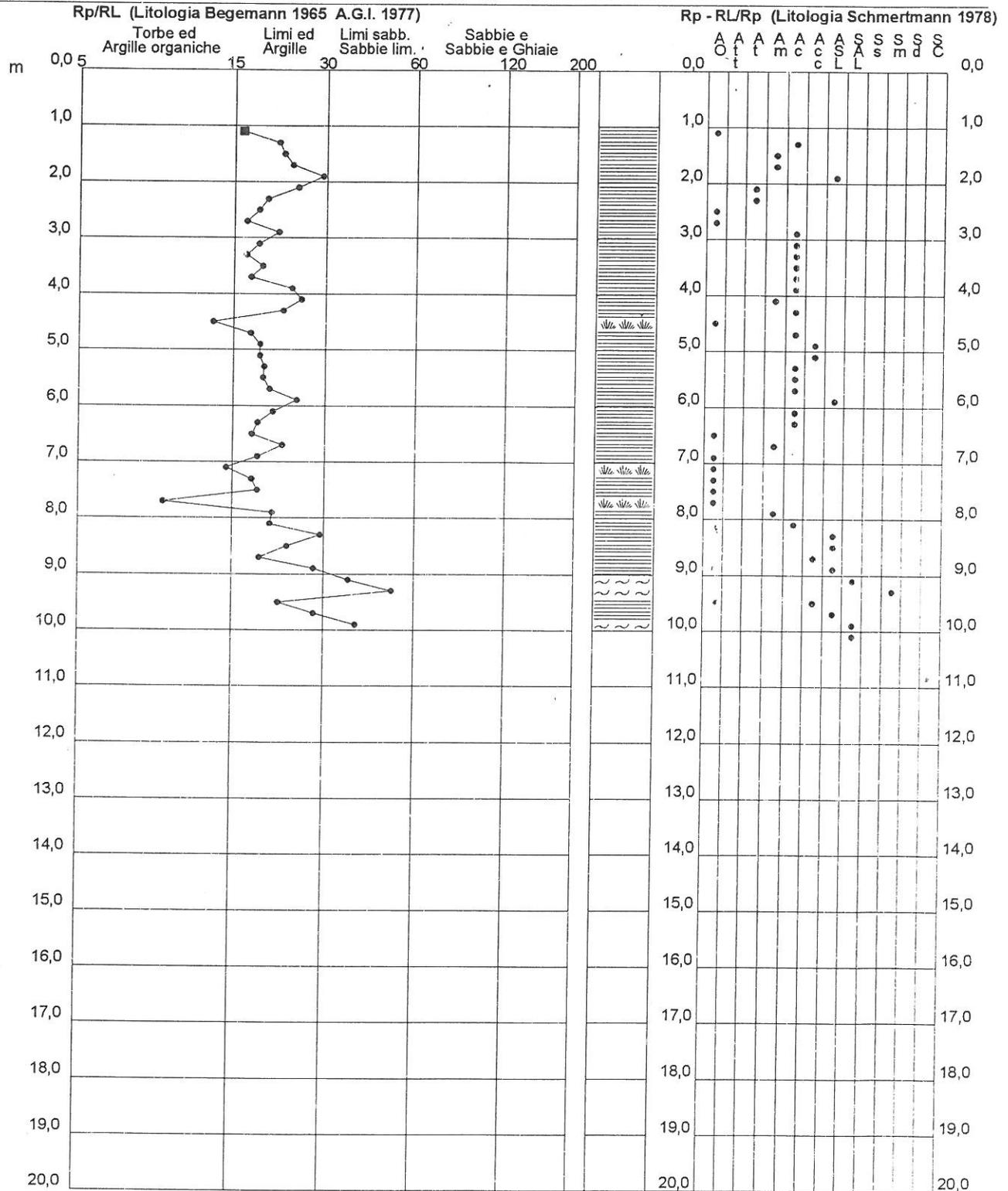
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 1

3.010496-122

- committente: Dott. Geol. Andrea Sodi
- lavoro:
- località: Oratoio, Comune di Pisa
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 09/08/2005
- quota inizio : -1,00 m da quota riferim.
- prof. falda : -1,37 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 100
- data emiss. : 23/08/2005





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE DPSH

Committente : Dott. Geol. Andrea Sodi Località : Oratoio
Comune : Pisa

Prova n° : 1
Data : 09/08/2005

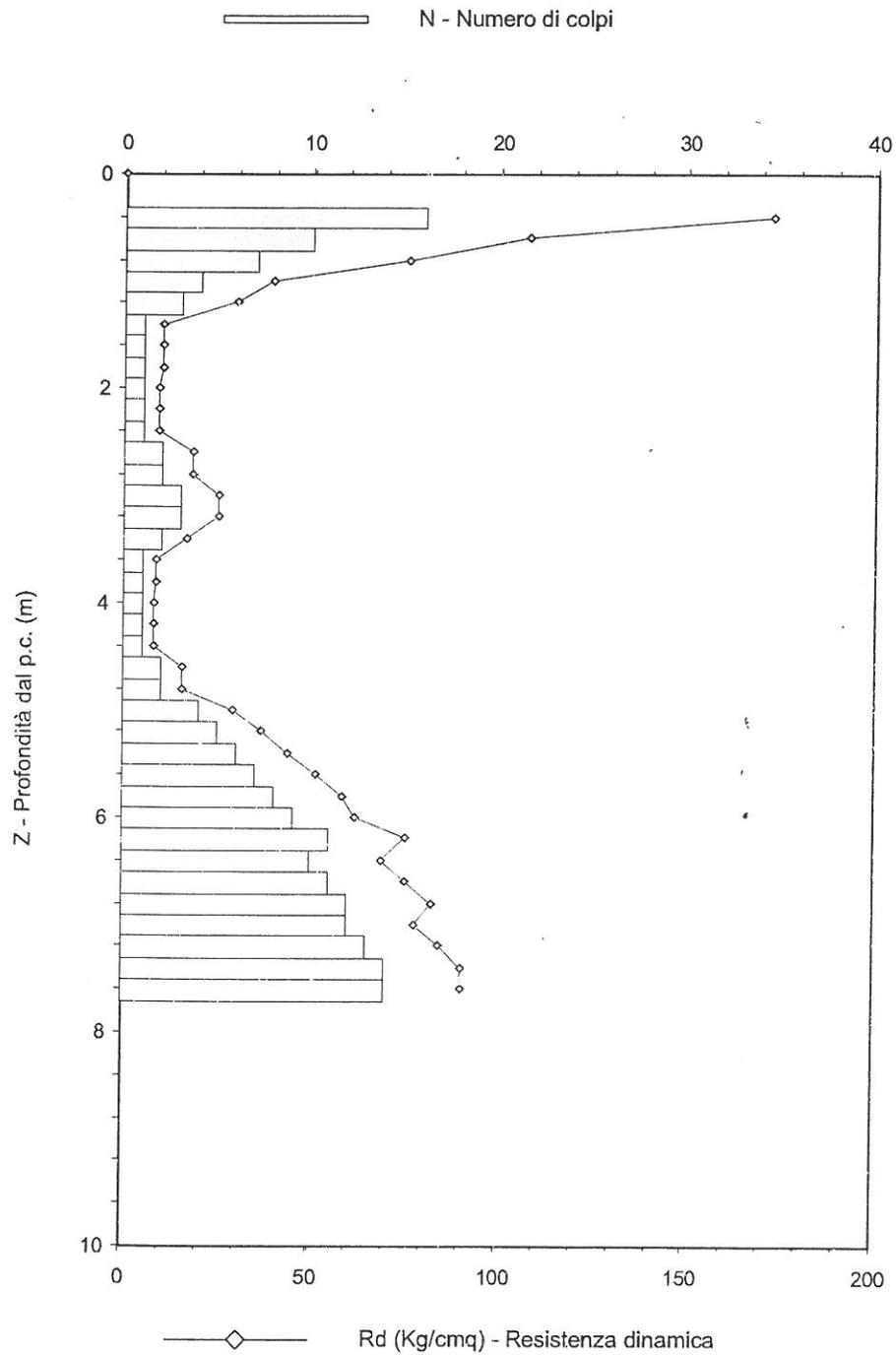
z	N	Rd	Nspt	z	N	Rd	Nspt
20				620	11	75,57	17
40	16	172,44	24	640	10	68,70	15
60	10	107,78	15	660	11	75,57	17
80	7	75,44	11	680	12	82,44	18
100	4	39,38	6	700	12	77,74	18
120	3	29,53	5	720	13	84,22	20
140	1	9,84	2	740	14	90,70	21
160	1	9,84	2	760	14	90,70	21
180	1	9,84	2	780			
200	1	9,06	2	800			
220	1	9,06	2	820			
240	1	9,06	2	840			
260	2	18,12	3	860			
280	2	18,12	3	880			
300	3	25,17	5	900			
320	3	25,17	5	920			
340	2	16,78	3	940			
360	1	8,39	2	960			
380	1	8,39	2	980			
400	1	7,81	2	1000			
420	1	7,81	2	1020			
440	1	7,81	2	1040			
460	2	15,63	3	1060			
480	2	15,63	3	1080			
500	4	29,25	6	1100			
520	5	36,56	8	1120			
540	6	43,87	9	1140			
560	7	51,18	11	1160			
580	8	58,49	12	1180			
600	9	61,83	14	1200			

Penetrometro dinamico superpesante DPSH FONDECO cingolato

Area punta : 20 cm² - Passo : 20 cm - Massa battente : 63,5 kg - Altezza di caduta : 75 cm - Peso aste : 6,65 kg
z = profondità dal p.c. (cm); N = Numero colpi; Rd = resistenza dinamica (kg/cm²) calcolata con la "formula degli Olandesi"; Nspt = Numero colpi Spt correlati.



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH



Committente : Dott. Geol. Andrea Sodi

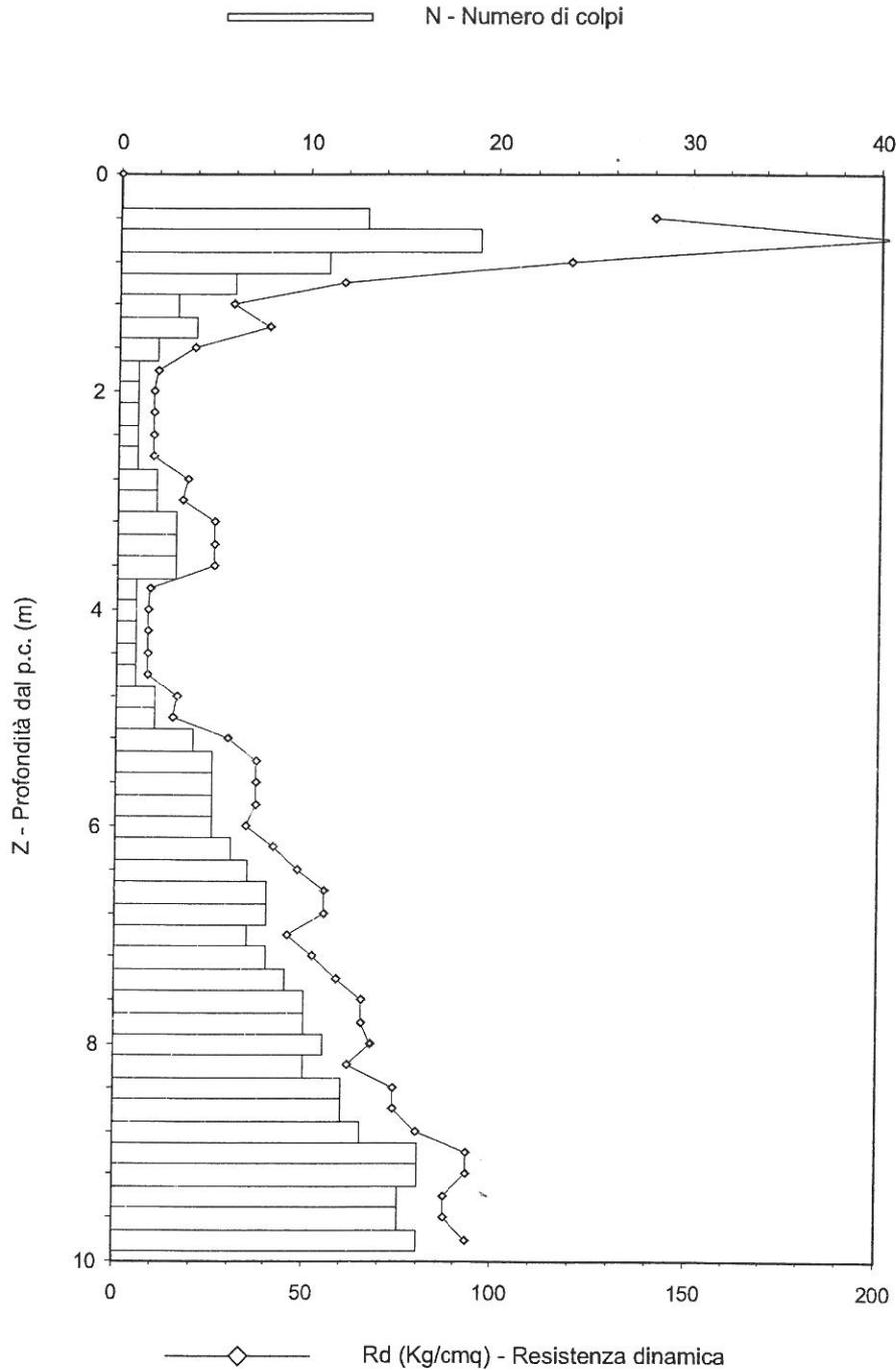
Prova n° : 1

Data : 09/08/2005

Località : Oratoio - Comune di Pisa



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH



Committente : Dott. Geol. Andrea Sodi

Prova n° : 2

Data : 09/08/2005

Località : Oratoio - Comune di Pisa



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE DPSH

Committente : Dott. Geol. Andrea Sodi Località : Oratoio
Comune : Pisa

Prova n° : 2
Data : 09/08/2005

z	N	Rd	Nspt	z	N	Rd	Nspt
20				620	6	41,22	9
40	13	140,11	20	640	7	48,09	11
60	19	204,77	29	660	8	54,96	12
80	11	118,55	17	680	8	54,96	12
100	6	59,07	9	700	7	45,35	11
120	3	29,53	5	720	8	51,83	12
140	4	39,38	6	740	9	58,31	14
160	2	19,69	3	760	10	64,79	15
180	1	9,84	2	780	10	64,79	15
200	1	9,06	2	800	11	67,42	17
220	1	9,06	2	820	10	61,29	15
240	1	9,06	2	840	12	73,55	18
260	1	9,06	2	860	12	73,55	18
280	2	18,12	3	880	13	79,68	20
300	2	16,78	3	900	16	93,05	24
320	3	25,17	5	920	16	93,05	24
340	3	25,17	5	940	15	87,24	23
360	3	25,17	5	960	15	87,24	23
380	1	8,39	2	980	16	93,05	24
400	1	7,81	2	1000			
420	1	7,81	2	1020			
440	1	7,81	2	1040			
460	1	7,81	2	1060			
480	2	15,63	3	1080			
500	2	14,62	3	1100			
520	4	29,25	6	1120			
540	5	36,56	8	1140			
560	5	36,56	8	1160			
580	5	36,56	8	1180			
600	5	34,35	8	1200			

Penetrometro dinamico superpesante DPSH FONDECO cingolato

Area punta : 20 cm² - Passo : 20 cm - Massa battente : 63,5 kg - Altezza di caduta : 75 cm - Peso aste : 6,65 kg

z = profondità dal p.c. (cm); N = Numero colpi; Rd = resistenza dinamica (kg/cm²) calcolata con la "formula degli Olandesi"; Nspt = Numero colpi Spt correlati.