



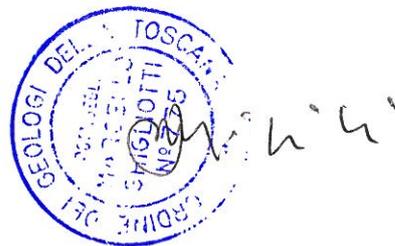
COMUNE DI PISA

**PREVISIONE DI NUOVO CANILE MUNICIPALE  
LOC. PRATI DI MONTACCHIELLO NORD  
OSPEDALETTO (PISA)  
VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO**

**RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA  
(L.R. 17 Aprile 1984, n.21)**

**COMPONENTI GEOLOGICHE PER LA V.E.A.  
(Art. 32 L.R. 5/95)**

NOVEMBRE 2003



"Acqua e Terra"  
Studio Associato di Geologia  
Pisa Via T. Rook, 12 tel/fax 050.525027  
[www.acquaeterra.com](http://www.acquaeterra.com)

## **INDICE GENERALE**

- 1 - Introduzione e caratteristiche dell'intervento**
- 2 - Quadro normativo di riferimento**
  - 2.1 - Indicazioni sulla pericolosità geologica e fattibilità geologica
  - 2.2 - Deposito degli atti
- 3 - Analisi del quadro conoscitivo**
  - 3.1 - Inquadramento geologico e geomorfologico
  - 3.2 - Inquadramento idrogeologico
  - 3.3 - Reticolo idraulico dell'area di studio
- 4 - Caratterizzazione geotecnica dei terreni**
  - 4.1 - Prove geotecniche
  - 4.2 - Caratterizzazione geotecnica preliminare
- 5 - Componenti a carattere geologico per la V.E.A.**
- 6 - Conclusioni e prescrizioni**

## **INDICE DELLE TAVOLE**

<b>Tav. 1</b>	<b>Corografia</b>	<b><i>scala 1:25.000</i></b>
<b>Tav. 2</b>	<b>Pericolosità geologica e fattibilità (P.S./R.U)</b>	<b><i>scala 1:10.000</i></b>
<b>Tav. 3</b>	<b>Area di intervento e reticolo idraulico</b>	<b><i>scala 1:5.000</i></b>
<b>Tav. 4</b>	<b>Ubicazione delle prove e traccia delle sezioni</b>	<b><i>Scala 1 :1.000</i></b>
<b>Tav. 5</b>	<b>Sezioni geologiche</b>	<b><i>Scale varie</i></b>

## **ALLEGATI**

**Certificati delle prove penetrometriche**

## 1 – Introduzione e caratteristiche dell'intervento

---

La Relazione di Fattibilità geologica descrive i risultati delle indagini geologiche svolte a supporto della previsione "NUOVO CANILE MUNICIPALE", variante urbanistica del R.U del Comune di Pisa.

L'area prescelta (Tav. 1 corografia), di forma trapezoidale, è ubicata in corrispondenza del termine di via Granuccio, a circa 1 km a sud della linea ferroviaria Pisa-Collesalveti, (Ospedaletto zona inceneritore) e ad est di un insediamento industriale per la produzione di cemento, in un'area attualmente ad uso agricolo denominata Prati di Montacchiello nord.

Questa è parte di un esteso territorio agricolo, indicato genericamente come comprensorio Coltano-Le Rene, che dalla città si estende verso sud, fino al confine con il Parco, distinto per ambiti dalle linee idrauliche della bonifica.

Il nuovo canile andrà ad occupare un'area incolta ed abbandonata, utilizzata in passato come discarica (abusiva) di inerti e di materiale di risulta da demolizioni, a sua volta circondata da campi baulati marcati da una fitta rete di fossi campestri.

## 2 – Quadro normativo di riferimento

---

L'indagine di fattibilità geologica è stata realizzata ai sensi della LR 21/84 "Norme per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione del rischio sismico", D.C.R. 94/85 "Direttiva sulle indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica, in attuazione della LR 21/84", D.C.P. 349/88 (P.T.C.), L.R. 5/95 e D.C.R. 12/2000 (P.I.T.).

Le normative regionali prescrivono, per una variante urbanistica, una relazione di fattibilità geologica che confermi, ai sensi della D.C.R. 94/85, la pericolosità geologica dell'area e la fattibilità delle opere attribuita dagli Strumenti Generali. La relazione descrive inoltre le caratteristiche litotecniche del sottosuolo, desumibili da 3 prove penetrometriche statiche realizzate nell'area, suggerisce alcune possibili ipotesi fondazionali per gli edifici previsti ed indica prescrizioni in merito alla quota minima delle opere.

## 2.1 - Indicazioni sulla pericolosità geologica e fattibilità geologica

---

Gli strumenti generali del Comune di Pisa (Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico) sono corredati dalle indagini geologico-tecniche di supporto.

Di seguito vengono riportate le prescrizioni a carattere geologico ed idraulico inerenti la Pericolosità geologica dell'area e la Fattibilità geologica delle opere, riportate nei citati S.U.G. .

Nella Tav. 2 viene riportata, per estratto, la pericolosità geologica assegnata all'area nel Piano Strutturale. L'area è classificata a pericolosità **3c - pericolosità medio elevata** per implicazioni a carattere idraulico (ristagni) prodotti da insufficiente rete di smaltimento.

Nella Tav. 2 viene riportata, per estratto, la fattibilità geologica assegnata all'area dal Regolamento Urbanistico. L'opera in oggetto è classificate a fattibilità condizionata (**classe di fattibilità III**).

E' prescritta un'indagine appropriata a livello di area nella quale sono identificati ed analizzati tutti i fattori di rischio geologici idrogeologici ed idraulici che caratterizzano la zona e che possono condizionare gli interventi previsti.

### Valutazione degli effetti ambientali

Vengono analizzate, per il sistema acqua e suolo, le componenti per la redazione della V.E.A. a supporto della previsione in oggetto (art 32 LR 5/95)

## 2.2 - Deposito degli atti

---

La Relazione di fattibilità geologica, comprensiva della certificazione di adeguatezza delle indagini, viene depositata presso l'Ufficio del Genio Civile di Pisa per i controlli di legge previsti ai sensi della Del. 11/3/96 n.304 in attuazione delle disposizioni di cui all'Art 32 della LR 5/95.

### 3 - Analisi del quadro conoscitivo

---

#### 3.1 - Inquadramento geologico e geomorfologico

---

La zona sostanzialmente subpianeggiante e' ubicata nella pianura alluvionale dell'Arno, a sud del Fiume Arno, a SE del centro urbano di Pisa, a quote poco superiori al 1 m slm .

L'area risulta artificialmente sopraelevata di circa 1 m rispetto ai terreni contermini per la presenza di accumuli di inerti e di materiale di risulta da demolizione.

Da un punto di vista geologico la pianura pisana è parte di un più ampio bacino di sedimentazione generatosi a seguito di uno sprofondamento tettonico (Bacino Pisano-Versiliese) di forma grossolanamente triangolare con vertice settentrionale ubicato presso S.Stefano Magra, la base delimitata dalle Colline Pisane-Terrazzo di Livorno, delimitato ad est dalle faglie di distensione al piede del Monte Pisano e dalle Alpi Apuane e, ad ovest, nel Mare Tirreno, dalle faglie in corrispondenza degli alti morfologici delle secche della Meloria e di Maestra (Della Rocca, Mazzanti e Pranzini, 1987).

Fancelli et Alii, 1986, suddividono il substrato della pianura di Pisa in tre parti distinte:

- substrato profondo comprendente le formazioni litostratigrafiche antiche, al di sotto dei sedimenti del complesso neoautoctono.
- Substrato intermedio, include i sedimenti neoautoctoni, fino a tutto il Pleistocene Inf. la cui deposizione è stata prevalentemente controllata dalla subsidenza di origine tettonica.
- Substrato superiore, costituito da sedimenti di età più recente (post Pleistocene Inf.) la cui deposizione è stata controllata principalmente dalle variazioni eustatiche del livello del mare, dagli apporti fluviali conseguenti alle suddette variazioni e dai cambiamenti climatici.

Per le finalità dell'indagine, la descrizione dei principali litotipi viene limitata ai sedimenti del Substrato superiore, ed in particolare alla successione sedimentaria più recente.

Le più dettagliate ricostruzioni del sottosuolo della pianura di Pisa si fanno partire, convenzionalmente, dallo strato di ghiaie (livello guida regionale) dei "Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina" attribuito al Wurm II.

In corrispondenza dell'area di studio questo "livello guida" è situato ad una profondità di circa 90-100 m dal p.d.c.

Al di sopra dei "Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina" le perforazioni rivelano la presenza di terreni prevalentemente limosi (più o meno argillosi) di origine fluvio-lacustre, sormontati da uno spessore di sabbie attribuite alla formazione delle "Sabbie e limi di Vicarello" che, in affioramento sono state descritte e datate alla fase finale del Wurm II.

In corrispondenza dell'area di studio questo "livello guida" è situato ad una profondità di circa 15-18 m dal p.d.c.

Al di sopra delle sabbie si osservano di nuovo limi fluvio-palustri con lenti di torba. In corrispondenza dell'area urbana di Pisa tali sedimenti mostrano un livello superiore francamente argilloso, di colore grigio azzurro, particolarmente compressibile e localmente noto con il nome di pancone.

Le argille del pancone affiorano estesamente a sud di Pisa e, procedendo verso l'area urbana, sono sormontate da un complesso limo-argilloso-sabbioso prodotto dai depositi dell'Arno che, nel corso degli ultimi secoli divagava e depositava in un ambiente lacustre retrodunale a bassissima energia.

#### Le caratteristiche dei litotipi più superficiali

Nella zona di Ospedaletto la successione stratigrafica "tipo" comprende una coltre plurimetrica di terreni prevalentemente limosi di colore nocciola con intercalazioni argillose e talvolta sabbiose, riconducibile agli episodi sondativi storici dell'Arno.

Al di sotto e' presente uno stato di argille plastiche grigie molli il cui tetto si riconosce a circa -5m dal pdc e la base a circa -13m.

Al suo interno si osserva talora una bancata di limo sabbioso di colore grigio, in corrispondenza dell'intervallo -7 -9 m dal pdc.

A partire da -13m e sino a -15m e' presente un livello di argilla grigia compatta con intercalazioni sabbiose, a cui succede, verso il basso il livello guida delle sabbie nocciole

### 3.2 - Inquadramento idrogeologico

---

A livello generale, il substrato geologico della pianura pisana a sud dell'Arno si caratterizza per la presenza discontinua di lenti limoso-sabbiose intercalate in strati argillosi nella parte più superficiale, che possono ospitare un acquifero freatico/semifreatico, e da almeno due orizzonti acquiferi confinati in sabbie e ghiaie, separati da spesse coltri argillose impermeabili.

In corrispondenza dell'area di studio i terreni più superficiali sono prevalentemente impermeabili o poco permeabili (argille e limi) e privi di falda freatica. L'eventuale presenza di acqua nei primi metri può essere considerata di origine geotecnica (saturazione dei litotipi argillosi) e/o dovuta a ristagno per infiltrazione diretta verticale (limitatamente ai terreni vegetale-suolo agricolo).

Il primo orizzonte acquifero confinato importante e' situato invece nelle "sabbie e limi di Vicarello", di spessore plurimetrico e tetto individuato a partire da circa 14 m dal p.c.

Un altro orizzonte acquifero confinato, più profondo, è situato nelle ghiaie del "Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina". Il suo spessore non e' noto con precisione ed e' sicuramente minore del precedente. La profondità del tetto dell'acquifero e' a circa 90-100 m dal p.d.c. e tende ad approfondirsi verso ONO.

### 3.3 - Reticolo idraulico dell'area di studio

---

Il deflusso delle acque superficiali della pianura pisana e' garantito da due sistemi idraulici di bonifica, a scolo naturale ed a scolo meccanico, separati tra loro ed indipendenti dal fiume Arno.

Il sistema della bonifica a "scolo naturale" (o "acque alte") smaltisce le acque che provengono dalle zone morfologicamente più rilevate della pianura (zone di collina e dei Monti Pisani per il settore a Nord dell'Arno e lacque della piana di Cascina ad Est e a Sud dell'Arno).

Il sistema della bonifica a "scolo meccanico" (o "acque basse") smaltisce, attraverso il prosciugamento per esaurimento meccanico con sollevamento all'impianto idrovoro, le acque meteoriche che ristagnano nelle parti del territorio più depresse, ivi comprese le acque di falda che, localmente, sgorgano direttamente dal terreno saturo.

Nella Tav. 3 è riportato il reticolo idraulico afferente il comparto d'interesse. Ad est dell'area prescelta per il canile sono presenti il fosso di Oratoio (a scolo naturale), il fosso Ceria (a scolo meccanico) ed il fosso di Titignano (a scolo naturale). Queste tre linee idrauliche principali convergono verso un punto più a sud in corrispondenza del quale l'Oratoio si affianca al Titignano mentre il Ceria lo sottopassa con una botte a sifone.

Il reticolo minore (locale) si trova in soddisfacenti condizioni di manutenzione.

Nella Tav 3 viene anche riportata un'area triangolare compresa tra i fossi Oratoio, Titignano e la linea FFSS, idonea ad essere adibita a cassa di espansione della bonifica a scolo meccanico del fosso Ceria (comparto di Ospedaletto) e prevista per ridurre l'eccesso di portata in corrispondenza della botte sotto il fosso di Oratoio in occasione delle frequenti crisi idrauliche del comparto di scolo "acque basse".

La previsione del canile insiste su una zona laterale, per altro artificialmente sopraelevata rispetto alla campagna circostante, e non va ad interferire né con l'attuale reticolo neppure con la futura area di laminazione delle acque basse.

Per contenere il rischio idraulico connesso con la scadente situazione della rete di bonifica e le basse quote della campagna, confermato dalla classificazione di pericolosità 3C assegnata all'area, i fabbricati del canile (box e palazzine servizi e veterinaria) saranno sopraelevati a + 2.4 m s.l.m.

#### **4 - Caratterizzazione geotecnica dei terreni**

---

Nel mese di ottobre 2003 in corrispondenza dell'area di studio sono state realizzate 3 prove penetrometriche statiche (CPT), riportate in Tav. 4. Le tre prove sono state spinte sino a 10 m di profondità; hanno attraversato una successione di terreni tra loro ben correlabili senza incontrare la falda freatica.

Sono state elaborate 2 sezioni geologiche, una trasversale (A-A') ed una longitudinale (B-B') descritte in Tav 5.

Il substrato dell'area di studio si caratterizza per la presenza di una copertura metrica di terreno di riporto riscontrato nelle prove P1 e P2 (lato sud del comparto) e assente verso nord (prova P3) cui segue uno strato di limo argilloso mediamente consistente di spessore costante (circa 2/3 m) ed una potente bancata di argille poco consistenti continue sino ai fondo foro delle 3 prove.

##### **4.1 - Prove geotecniche**

---

Le prove CPT eseguite hanno fornito i valori di resistenza alla punta ("Rp" in kg/cmq), resistenza laterale locale ("Rf" in kg/cmq) e spinta totale ("Rt" in kg) ogni 20 cm di profondità e hanno permesso di definire i parametri geotecnici del terreno.

Tra le informazioni fornite dalla prova C.P.T., la più rilevante è sicuramente la resistenza alla punta ("Rp") i cui valori permettono di definire, con buona approssimazione, le caratteristiche distintive dei terreni nell'intervallo di profondità indagato.

Le 3 CPT hanno individuato una successione di terreni, arealmente omogenea, costituita da 3 orizzonti dalle caratteristiche litotecniche ben definite.

### **SUCCESSIONE LITOTECNICA**

#### **Strato I**

Da pc a + 1,00 m

#### **Riporto. Macerie e materiale da demolizioni**

$\Phi = 42^\circ$   $D_r = 100$  - idoneo come stabilizzato

#### **Strato II**

Da pc a - 3 m

#### **Limo argilloso mediamente consistente**

Il valore di resistenza alla punta medio è di 15 Kg/cmq, la coesione media risulta 0,5 Kg/cmq ed il Modulo di def. Edometrico vale 45 Kg/cmq.

#### **Argille poco consistenti.**

#### **Strato III**

Da -3 m a f.s

La resistenza alla punta  $R_p$  media assume un valore di 5 kg/cmq. La coesione media  $c_u$  vale 0,3 kg/cmq, mentre il Modulo di def. Edometrico è mediamente pari a 25kg/cmq.

Al fine di garantire la sicurezza idraulica degli insediamenti previsti e' prescritta la realizzazione di una massicciata di spessore variabile (da alcuni decimetri sino a circa 0.50/0.60 m) sull'attuale riporto per garantire una quota d'impianto compresa tra +2,00 e +2,4m s.l.m. a seconda delle destinazioni d'uso.

#### 4.2 - Caratterizzazione geotecnica preliminare

In base alle caratteristiche dei terreni presenti e degli edifici previsti per il canale possono essere ipotizzate scelte fondazionali relativamente semplici e di tipo superficiale.

L'impronta di base delle travi insisterà direttamente sul riporto esistente che opportunamente integrato e rialzato a +2.4 m s.l.m., rullato e stabilizzato, costituisce un'ottima base di costruzione dell'opera.

E' stata predisposta una verifica della capacità portante dei terreni (e dei loro cedimenti) nell'ipotesi di adottare fondazioni superficiali a trave rovescia, immorsate nel riporto a -0.6m dal nuovo piano di calpestio posizionato a +2.4m s.l.m.

Per il calcolo della pressione limite di rottura e' stata applicata la formula di Terzaghi:

$$q_r = c \cdot N_c + \gamma' \cdot D \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

in cui:

c = coesione del terreno (kg/cmq)

$\gamma'$  = peso di volume del terreno al di sopra del piano di fondazione (kg/cm<sup>3</sup>)

$\gamma$  = peso di volume del terreno al di sotto del piano di fondazione (kg/cm<sup>3</sup>)

D = profondità del piano di imposta della fondazione (cm)

"B" = larghezza della fondazione (cm)

$N_c$ - $N_q$ - $N_\gamma$  = fattori di capacità portante del terreno (adim.)

I parametri geotecnici del terreno utilizzati per il calcolo sono stati ricavati dalle prove penetrometriche e riassunti in tabella:

Strato	Coesione $c_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo d'attrito $\varphi$	Peso di volume $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )
Riporto	n.a.	42°	1,85

I calcoli di capacità portante sono stati eseguiti considerando la natura esclusivamente granulare dei terreni interessati. Il fattore di sicurezza applicato è 3.

Nel calcolo non e' stata considerata la falda freatica in quanto assente.

Carichi ammissibili per fondazioni superficiali nastroformi (trave rovescia)

Larghezza (m)	Profondità (m) *	Carico di rottura $Q_r$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Carico ammissibile $Q_a = q_r/3$ (kg/cm <sup>2</sup> )
B=0.6	D=0.6	9.69	3,23
B= 0.8	D= .0.6	7.62	2.54

- la profondità e' considerata dal nuovo piano quotato (sopraelevato a +2.4 m slm)

### Valutazione preliminare dei cedimenti

Nell'ipotesi fondazionale prescelta e per un  $Q_e$  (carico di esercizio) = 1 kg/cm<sup>2</sup> i cedimenti attesi sono contenuti (dell'ordine di 2 cm).

## **5 – Componenti a carattere geologico per la V.E.A.**

---

### Sistema acque

#### ➤ *Acque superficiali*

Lo studio ha evidenziato la fragilità del reticolo idrografico attuale. La prescrizione di porre i fabbricati del canile ad una quota di progetto +2.4 m s.l.m. risolve le problematiche a carattere idraulico in maniera compatibile con il sistema locale, senza incrementare situazioni di rischio a terzi.

#### ➤ *Acque reflue chiare e nere*

Le acque reflue chiare raccolte sulla strada, piazzali, fabbricati saranno immessi nel sistema di fossi di scolo di pertinenza all'area.

Le acque reflue nere saranno convogliate ad un impianto di trattamento fisico tipo Imhoff e successivamente immesse in un sistema di smaltimento nel terreno (secondo le prescrizioni di legge).

#### ➤ *Approvvigionamento idrico*

Il nuovo insediamento richiederà un approvvigionamento idrico giornaliero non ancora valutabile con precisione. Per sopperire a questa richiesta si prevede di realizzare un pozzo per acqua in adiacenza ai fabbricati.

Verrà sfruttato il primo acquifero in ghiaie presente a circa 90m dal p.d.c. mediante tubazione in PVC anticorrosione diametro 125 mm. I principali parametri dell'acquifero [conducibilità variabile tra 500-1000  $\mu$ S/cm; cloruri variabili tra 150/200 mg/l; durezza (in gradi francesi) 30/40] sono compatibili con gli utilizzi prevedibili.

### Sistema sottosuolo

La pianura alluvionale pisana è caratterizzata dalla presenza di sedimenti fini di deposizione fluviale, risultato delle esondazioni del fiume Arno e dei suoi affluenti.

Nell'area sono predominanti i litotipi limo-argillosi, caratterizzati da una buona continuità laterale (verificata alla scala dell'indagine) e da proprietà meccaniche scadenti.

Sebbene la capacità portante dei terreni di fondazione non sia elevata, l'area non presenta problematiche non risolvibili nell'ambito della progettazione. Anzi la sopraelevazione richiesta (+2.4 m slm) permetterà di sfruttare la coltre di riporto e macerie come ottimo livello su cui impostare le fondazioni superficiali nastroformi.

Per quanto attiene la situazione idrogeologica e' stato accertato che il substrato dell'area di studio non ospita orizzonti acquiferi di tipo freatico.

Sono presenti invece orizzonti idrici confinati nelle sabbie piu' profonde.

Non sono ipotizzabili interazioni tra gli interventi in superficie e queste falde, adeguatamente protette da una coltre plurimettrica argillosa.

## 6 – Conclusioni e prescrizioni

La Relazione di fattibilità geologica realizzata secondo la normativa vigente in materia di relazioni geologiche a supporto di strumenti urbanistici, ha confermato la classificazione di pericolosità 3 C (medio elevata) e di fattibilità III (condizionata) assegnata al comparto dal PS e dal RU.

La messa in sicurezza idraulica del comparto si realizzerà attraverso il posizionamento del piano dei nuovi fabbricati/strutture/impianti ad una idonea quota di sicurezza.

Per rendere fattibile la previsione di canile comunale (variante al R.U.) dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni, vincolanti alla trasformazione.

- > Tutte le nuove costruzioni (box per animali, palazzina servizi e veterinaria, locali tecnologici ecc) saranno poste ad una **quota assoluta non inferiore a +2.4 m s.l.m.**
- > I parcheggi, la viabilità interna e l'area adibita a cimitero per animali saranno poste **a quote comprese tra +2.0 e 2.4 m slm.**
- > Tutte le altre aree (a verde) rimarranno alle quote attuali e non dovranno essere sopraelevate.

### Parametrizzazione geotecnica

Nell'area di studio sono state eseguite 3 prove CPT spinte a -10m dal pdc.

I fabbricati previsti potranno adottare fondazioni superficiali dirette (nastri-formi a trave rovescia) immorsate direttamente nel riporto (esistente e da integrare per raggiungere le quote di progetto previste).

Questo riporto ha un carico ammissibile dell'ordine di **qa= 3.2 kg/cmq**, per una trave rovescia a in c.a. di larghezza B=0.6 m e piano di imposta D=0,6 m dal nuovo piano quotato a +2.4m slm e da cedimenti contenuti (nell'ipotesi di  $Q_e = 1 \text{ kg/cm}^2$ ).

Geometria e consistenza della falda freatica

Nel substrato dell'area di studio **la falda freatica e' assente.**

Compatibilita' tra nuovo canile e reticolo idraulico superficiale

Il nuovo canile è compatibile con il reticolo idraulico esistente e con le sue eventuali trasformazioni (cassa di laminazione acque basse, fosso Ceria) .

Valutazione degli effetti ambientali della nuova previsione

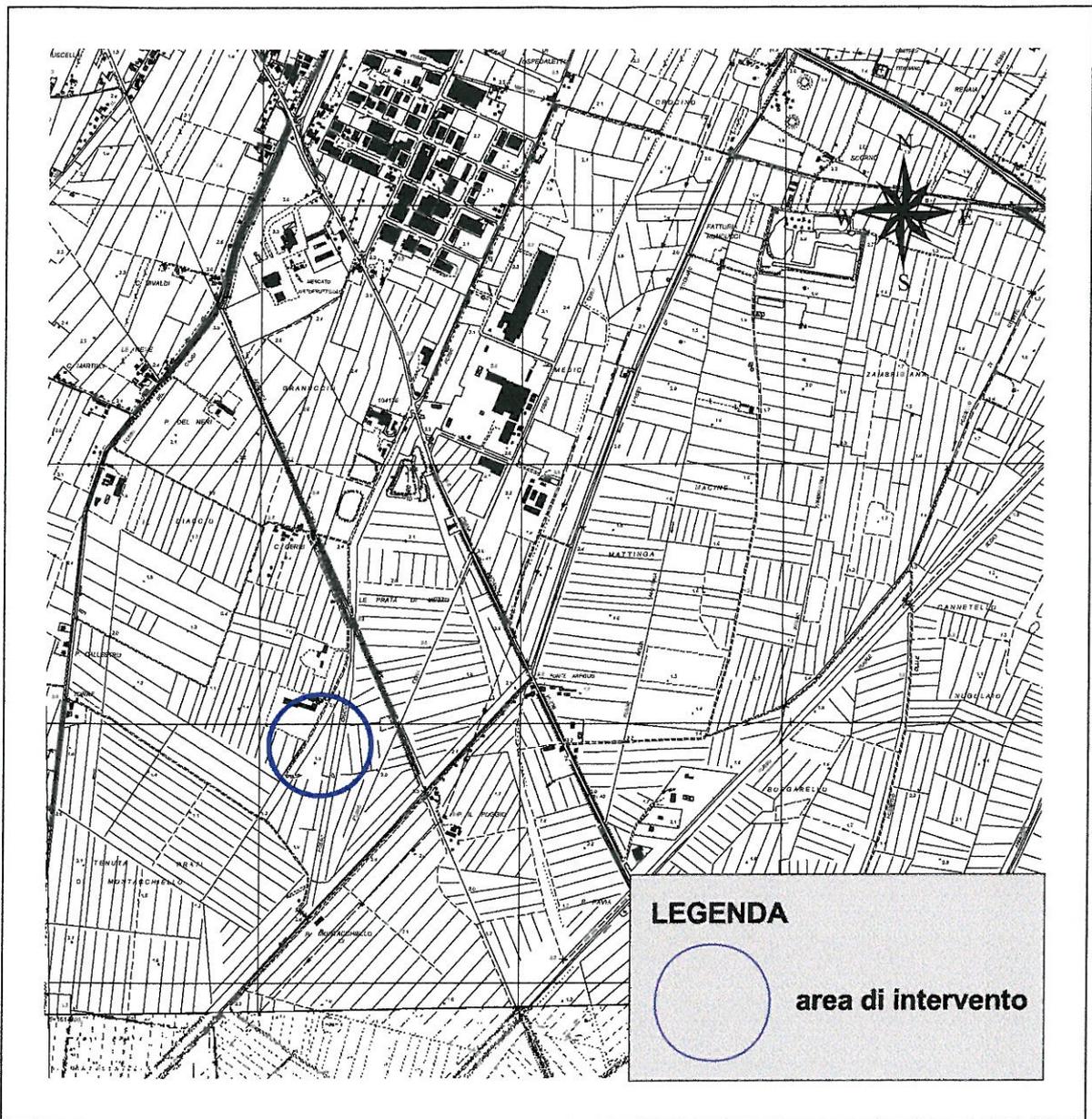
I principali problemi a carattere ambientale sono legati all'approvvigionamento idrico ed alla depurazione delle acque reflue nere prodotte dal canile. Entrambi possono essere risolti perforando un nuovo pozzo per acqua e dotando il canile di un sistema depurativo tipo Imhoff con successiva dispersione del refluo chiarificato nel terreno.

\*\*\*

Pisa, Novembre 2003

Per Acqua e Terra  
Studi associato di geologia  
Geol. Marcello Ghigliotti





**COMUNE DI PISA**

**Previsione di nuovo canile comunale (Variante di R.U.)  
Loc. Prati di Montacchiello nord-Ospedaletto, Pisa**

**RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA**

**Tavola**

**1 - COROGRAFIA**

**Scala**

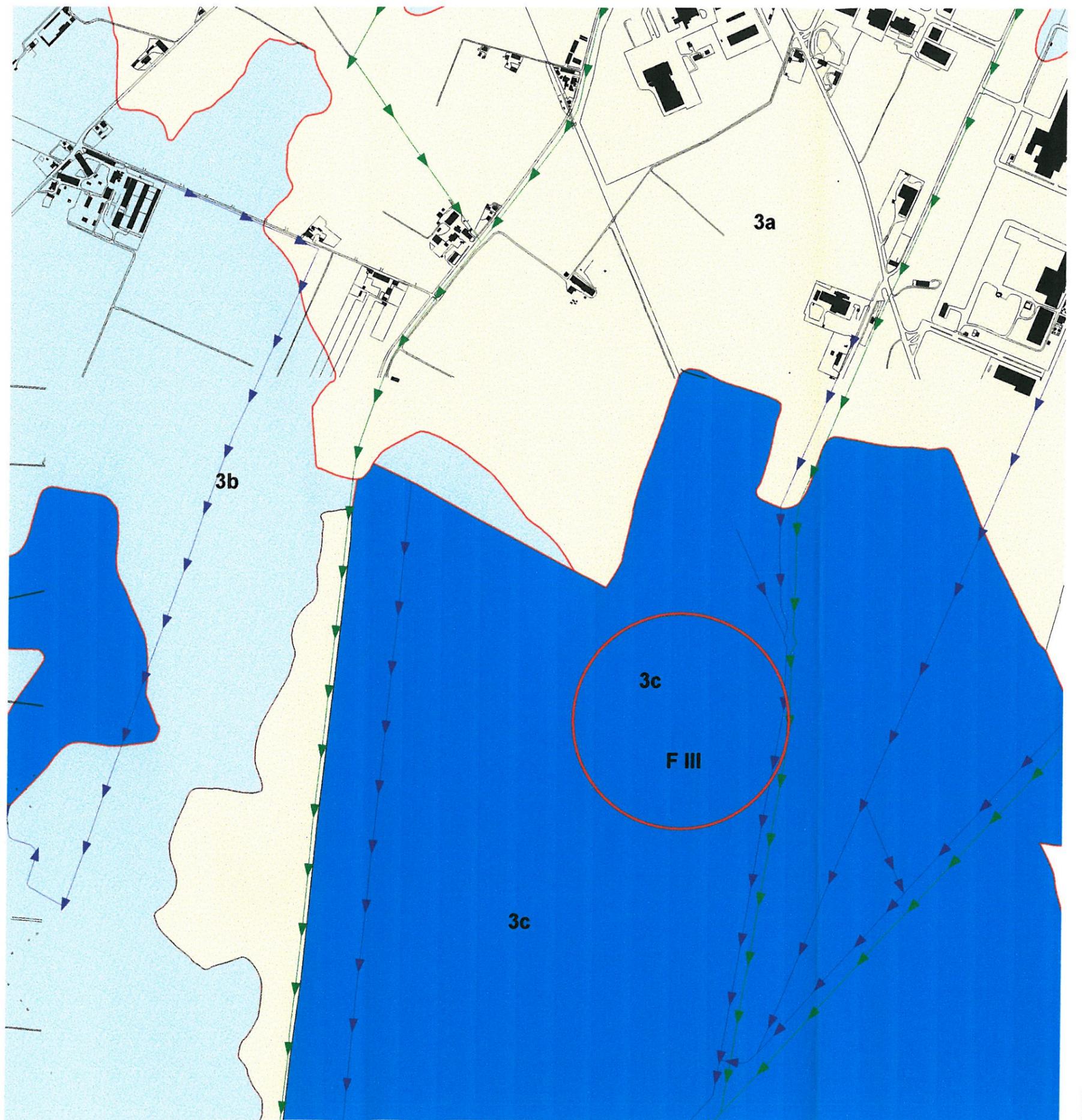
**1 : 25.000**

**Data**

**Novembre 2003**



**ACQUA E TERRA Studio Associato di Geologia**  
56122 Pisa, Via T. Rook 12 tel. 050525027 [www.acquaeterra.com](http://www.acquaeterra.com)



**LEGENDA**

**Pericolosità geologica**

- 2
- 3a
- 3b
- 3c
- 4

**Classi di Fattibilità**

- I
- II
- III
- IV

○ Area di intervento

**COMUNE DI PISA**

**Previsione di nuovo canile comunale (Variante di R.U.)  
Loc. Prati di Montacchiello nord-Ospedaletto, Pisa**

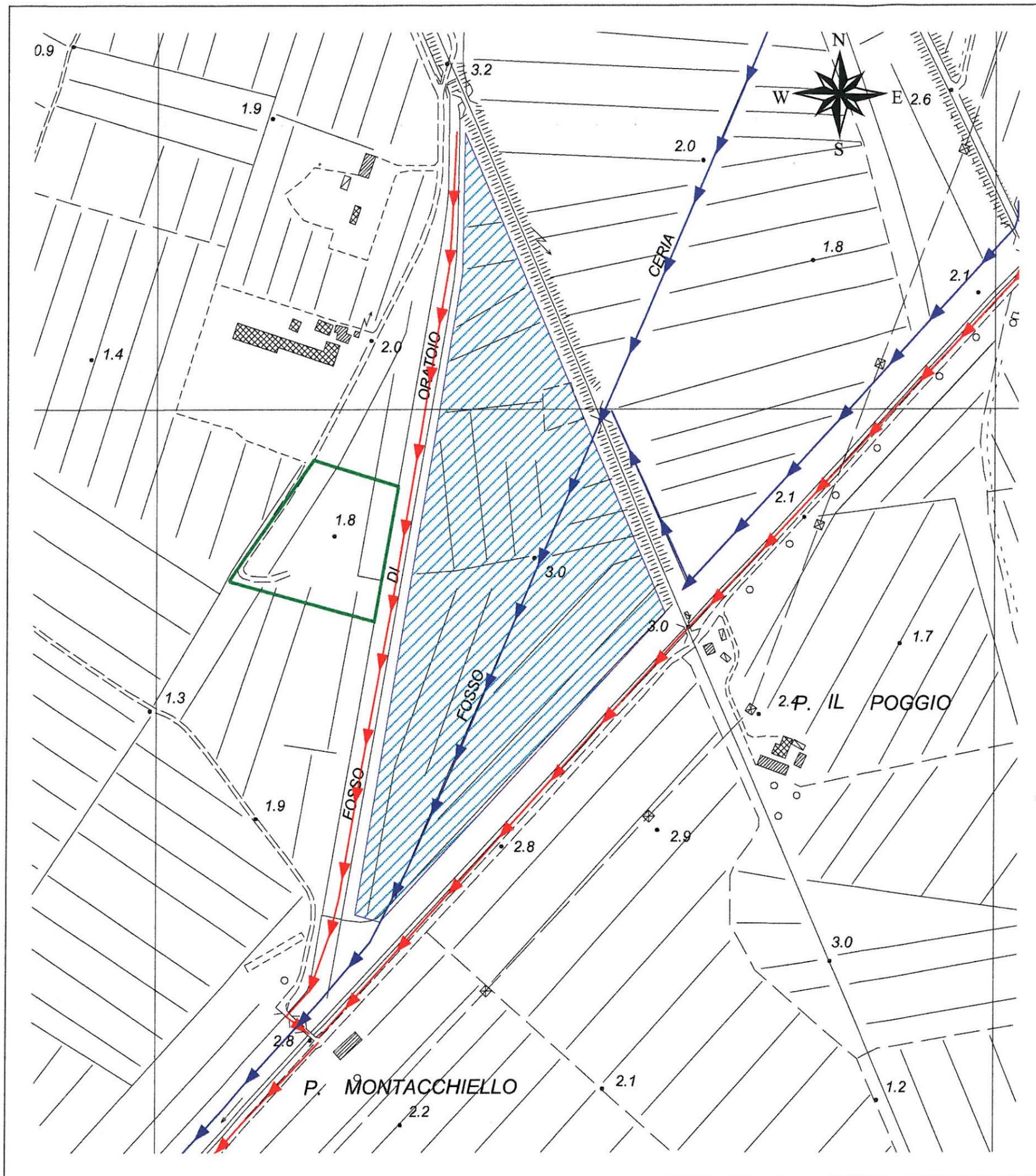
**RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA**

**Tavola 2** Pericolosità geologica e fattibilità (estratto P.S/R.U)

**Scala** 1 : 10.000 **Data** Novembre 2003



ACQUA E TERRA Studio Associato di Geologia  
56122 Pisa, Via T.Rook12 tel.050525027 www.acquaterra.com



**LEGENDA**

-  Area idonea per cassa di espansione
-  acque della bonifica a scolo meccanico del comparto Ospedaletto
-  Fosso Ceria ( a scolo meccanico)
-  Fosso di Oratoio ( a scolo naturale)
-  Area individuata per nuovo canile

**COMUNE DI PISA**

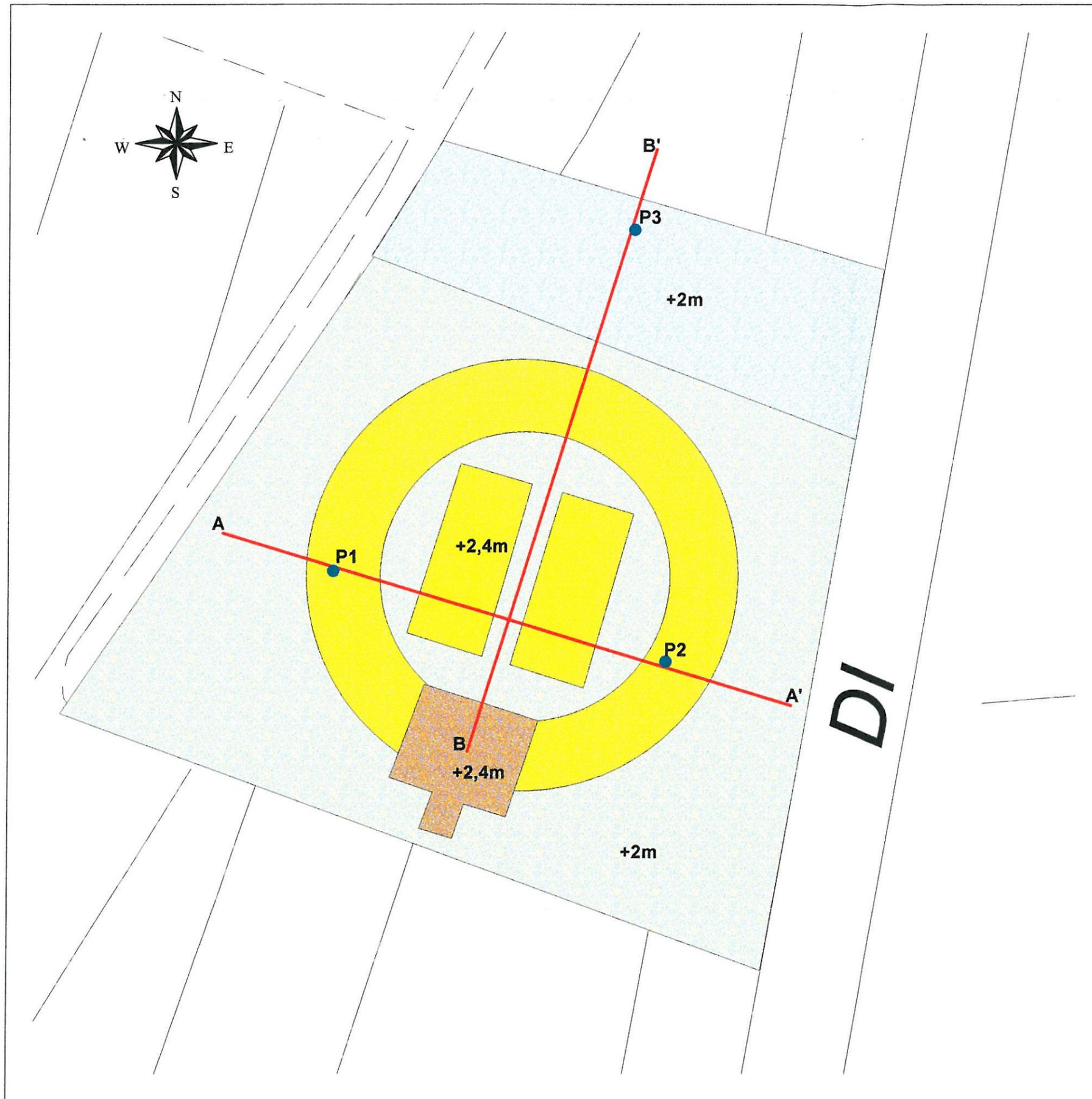
Previsione di nuovo canile comunale (Variante di R.U.)  
Loc. Prati di Montacchiello nord-Ospedaletto, Pisa

**RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA**

Tavola	3 - Area di intervento e reticolo idraulico		
Scala	1 : 5.000	Data	Novembre 2003



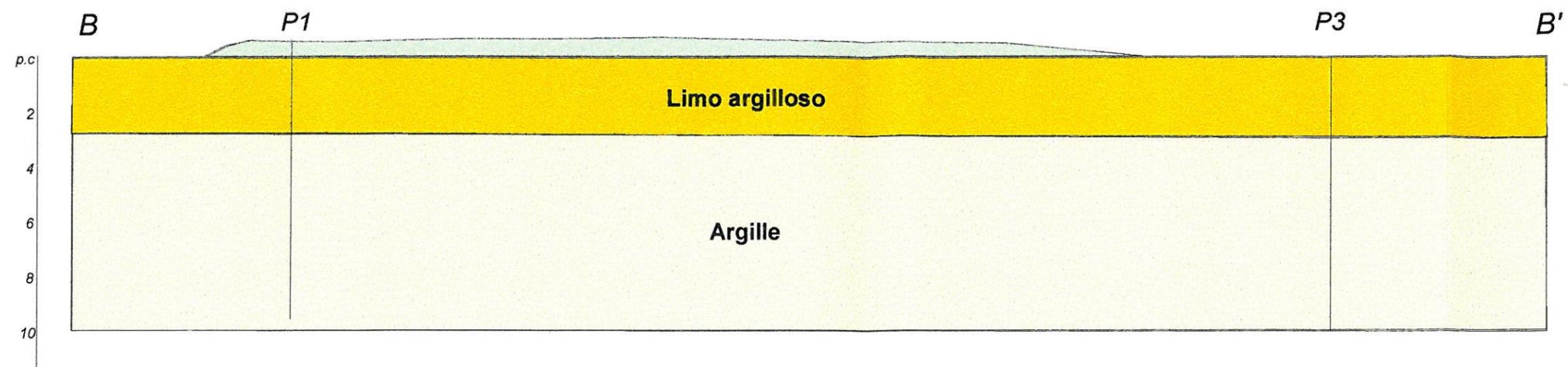
ACQUA E TERRA Studio Associato di Geologia  
56122 Pisa, Via T.Rook12 tel.050525027 www.acquaeterra.com



**LEGENDA**

- P1 Prova penetrometrica
- Traccia di sezione
- Palazzine servizi e veterinaria
- box cani
- Cimitero animali
- Aree a verde
- +2m** Nuova quota minima di progetto

<b>COMUNE DI PISA</b>			
Previsione di nuovo canile comunale (Variante di R.U.) Loc. Prati di Montacchiello nord-Ospedaletto, Pisa			
<b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA</b>			
Tavola	4- Ubicazione delle prove e traccia delle sezioni		
Scala	1 : 1000	Data	Novembre 2003
			
ACQUA E TERRA Studio Associato di Geologia 56122 Pisa, Via T. Rook 12 tel. 050525027 www.acquaeterra.com			



**LEGENDA**

-  Terreno di riporto
-  Limo argilloso mediamente consistente
-  Argille poco consistenti

**COMUNE DI PISA**

Previsione di nuovo canile comunale (Variante di R.U.)  
Loc. Prati di Montacchiello nord-Ospedaletto, Pisa

**RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA**

Tavola 5

Sezioni geologiche

Scala

o 1:500 - v 1:100

Data

Novembre 2003



ACQUA E TERRA Studio Associato di Geologia  
56122 Pisa, Via T. Rook12 tel. 050525027 www.acquaeterra.com

**ALLEGATI**

## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

**PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - ( area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$ )
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (  $\varnothing$  35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. =  $150 \text{ cm}^2$ )
- 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  $RL \text{ ( Kg / cm}^2 \text{)} = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$

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

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

- 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  $RL$  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/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa ( MegaPascal ) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t / m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN

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

**CPT 1**

2.010496-018

- committente : Spett.le Studia Acqua e Terra  
- lavoro :  
- località : Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 27/10/2003  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	60,0	60,0	120,0	-----	----	<b>5,00</b>	3,0	5,0	6,0	0,13	45,0
0,40	60,0	60,0	120,0	-----	----	5,20	3,5	4,5	7,0	0,33	21,0
0,60	60,0	60,0	120,0	0,53	225,0	5,40	2,5	5,0	5,0	0,20	25,0
0,80	8,0	12,0	16,0	0,53	30,0	5,60	3,5	5,0	7,0	0,27	26,0
<b>1,00</b>	7,0	11,0	14,0	0,73	19,0	5,80	3,0	5,0	6,0	0,33	18,0
1,20	5,5	11,0	11,0	0,93	12,0	<b>6,00</b>	2,5	5,0	5,0	0,20	25,0
1,40	5,0	12,0	10,0	1,33	7,0	6,20	2,5	4,0	5,0	0,20	25,0
1,60	7,0	17,0	14,0	1,07	13,0	6,40	2,5	4,0	5,0	0,33	15,0
1,80	8,0	16,0	16,0	1,33	12,0	6,60	3,0	5,5	6,0	0,27	22,0
<b>2,00</b>	9,0	19,0	18,0	1,47	12,0	6,80	3,5	5,5	7,0	0,20	35,0
2,20	7,0	18,0	14,0	1,33	10,0	<b>7,00</b>	2,0	3,5	4,0	0,13	30,0
2,40	6,0	16,0	12,0	1,07	11,0	7,20	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0
2,60	6,0	14,0	12,0	0,93	13,0	7,40	2,0	3,0	4,0	0,27	15,0
2,80	5,0	12,0	10,0	0,80	12,0	7,60	1,5	3,5	3,0	0,13	22,0
<b>3,00</b>	4,0	10,0	8,0	0,67	12,0	7,80	2,5	3,5	5,0	0,13	37,0
3,20	3,0	8,0	6,0	0,40	15,0	<b>8,00</b>	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0
3,40	3,0	6,0	6,0	0,40	15,0	8,20	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0
3,60	3,0	6,0	6,0	0,53	11,0	8,40	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0
3,80	3,0	7,0	6,0	0,47	13,0	8,60	2,5	3,5	5,0	0,27	19,0
<b>4,00</b>	3,5	7,0	7,0	0,60	12,0	8,80	1,5	3,5	3,0	0,20	15,0
4,20	4,0	8,5	8,0	0,67	12,0	<b>9,00</b>	1,5	3,0	3,0	0,20	15,0
4,40	4,0	9,0	8,0	0,53	15,0	9,20	2,0	3,5	4,0	0,13	30,0
4,60	4,5	8,5	9,0	0,27	34,0	9,40	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0
4,80	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0	9,60	2,5	3,5	5,0	-----	----

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

**GEO TIRRENO s.r.l.**  
Via Cervara, 101  
54100 MASSA  
Part. IVA 00713690451

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

**CPT 2**

2.010496-018

- committente : Spett.le Studia Acqua e Terra  
- lavoro :  
- località : Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 27/10/2003  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	60,0	60,0	120,0	-----	----	5,20	3,0	7,5	6,0	0,27	22,0
0,40	60,0	60,0	120,0	-----	----	5,40	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0
0,60	60,0	60,0	120,0	1,73	69,0	5,60	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0
0,80	7,0	20,0	14,0	1,20	12,0	5,80	3,0	5,0	6,0	0,40	15,0
<b>1,00</b>	7,0	16,0	14,0	1,20	12,0	<b>6,00</b>	2,5	5,5	5,0	0,20	25,0
1,20	6,0	15,0	12,0	0,93	13,0	6,20	2,5	4,0	5,0	0,20	25,0
1,40	8,0	15,0	16,0	1,20	13,0	6,40	2,0	3,5	4,0	0,13	30,0
1,60	8,0	17,0	16,0	1,20	13,0	6,60	2,5	3,5	5,0	0,13	37,0
1,80	8,0	17,0	16,0	1,07	15,0	6,80	2,5	3,5	5,0	0,27	19,0
<b>2,00</b>	9,0	17,0	18,0	1,07	17,0	<b>7,00</b>	4,0	6,0	8,0	0,13	60,0
2,20	10,0	18,0	20,0	1,07	19,0	7,20	2,5	3,5	5,0	0,13	37,0
2,40	10,0	18,0	20,0	1,47	14,0	7,40	2,0	3,0	4,0	0,20	20,0
2,60	9,0	20,0	18,0	1,33	13,0	7,60	2,0	3,5	4,0	0,13	30,0
2,80	11,0	21,0	22,0	1,20	18,0	7,80	2,5	3,5	5,0	0,13	37,0
<b>3,00</b>	10,0	19,0	20,0	1,33	15,0	<b>8,00</b>	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0
3,20	8,0	18,0	16,0	1,07	15,0	8,20	2,5	3,5	5,0	0,20	25,0
3,40	7,0	15,0	14,0	0,20	70,0	8,40	1,5	3,0	3,0	0,13	22,0
3,60	5,0	6,5	10,0	0,80	12,0	8,60	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0
3,80	5,0	11,0	10,0	0,67	15,0	8,80	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0
<b>4,00</b>	4,0	9,0	8,0	0,53	15,0	<b>9,00</b>	2,5	3,5	5,0	0,13	37,0
4,20	4,5	8,5	9,0	0,47	19,0	9,20	2,5	3,5	5,0	0,20	25,0
4,40	3,5	7,0	7,0	0,40	17,0	9,40	1,5	3,0	3,0	0,20	15,0
4,60	3,0	6,0	6,0	0,47	13,0	9,60	1,5	3,0	3,0	0,27	11,0
4,80	4,0	7,5	8,0	0,53	15,0	9,80	1,5	3,5	3,0	0,20	15,0
<b>5,00</b>	3,0	7,0	6,0	0,60	10,0	<b>10,00</b>	1,5	3,0	3,0	-----	----

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

GEO TIRRENO s.r.l.  
Via Cervara, 101  
54100 MASSA  
Part. IVA 00713690451

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

**CPT 3**

2.010496-018

- committente : Spett.le Studia Acqua e Terra  
- lavoro :  
- località : Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 27/10/2003  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	3,0	3,0	6,0	0,53	11,0	<b>5,00</b>	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0
0,40	5,0	9,0	10,0	0,27	37,0	5,20	3,0	5,0	6,0	0,33	18,0
0,60	10,0	12,0	20,0	0,40	50,0	5,40	3,0	5,5	6,0	0,27	22,0
0,80	10,0	13,0	20,0	1,07	19,0	5,60	4,0	6,0	8,0	0,27	30,0
<b>1,00</b>	10,0	18,0	20,0	1,07	19,0	5,80	4,0	6,0	8,0	0,20	40,0
1,20	10,0	18,0	20,0	1,07	19,0	<b>6,00</b>	3,5	5,0	7,0	0,27	26,0
1,40	11,0	19,0	22,0	1,20	18,0	6,20	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0
1,60	11,0	20,0	22,0	1,87	12,0	6,40	3,0	5,0	6,0	0,20	30,0
1,80	8,0	22,0	16,0	1,73	9,0	6,60	3,5	5,0	7,0	0,20	35,0
<b>2,00</b>	6,0	19,0	12,0	1,60	7,0	6,80	3,5	5,0	7,0	0,27	26,0
2,20	6,0	18,0	12,0	1,33	9,0	<b>7,00</b>	3,5	5,5	7,0	0,47	15,0
2,40	7,0	17,0	14,0	1,07	13,0	7,20	2,5	6,0	5,0	0,40	12,0
2,60	7,0	15,0	14,0	0,80	17,0	7,40	2,5	5,5	5,0	0,33	15,0
2,80	7,0	13,0	14,0	0,93	15,0	7,60	2,5	5,0	5,0	0,27	19,0
<b>3,00</b>	6,0	13,0	12,0	0,80	15,0	7,80	3,0	5,0	6,0	0,20	30,0
3,20	6,0	12,0	12,0	0,73	16,0	<b>8,00</b>	2,5	4,0	5,0	0,13	37,0
3,40	4,5	10,0	9,0	0,53	17,0	8,20	2,5	3,5	5,0	0,13	37,0
3,60	4,0	8,0	8,0	0,40	20,0	8,40	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0
3,80	4,0	7,0	8,0	0,40	20,0	8,60	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0
<b>4,00</b>	4,0	7,0	8,0	0,40	20,0	8,80	2,5	3,5	5,0	0,13	37,0
4,20	4,0	7,0	8,0	0,27	30,0	<b>9,00</b>	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0
4,40	3,5	5,5	7,0	0,27	26,0	9,20	2,5	3,5	5,0	0,13	37,0
4,60	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0	9,40	3,0	4,0	6,0	0,13	45,0
4,80	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0	9,60	2,5	3,5	5,0	----	----

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

**GEO TIRRENO s.r.l.**  
Via Cervara, 101  
54100 MASSA  
Part. IVA 00713690451

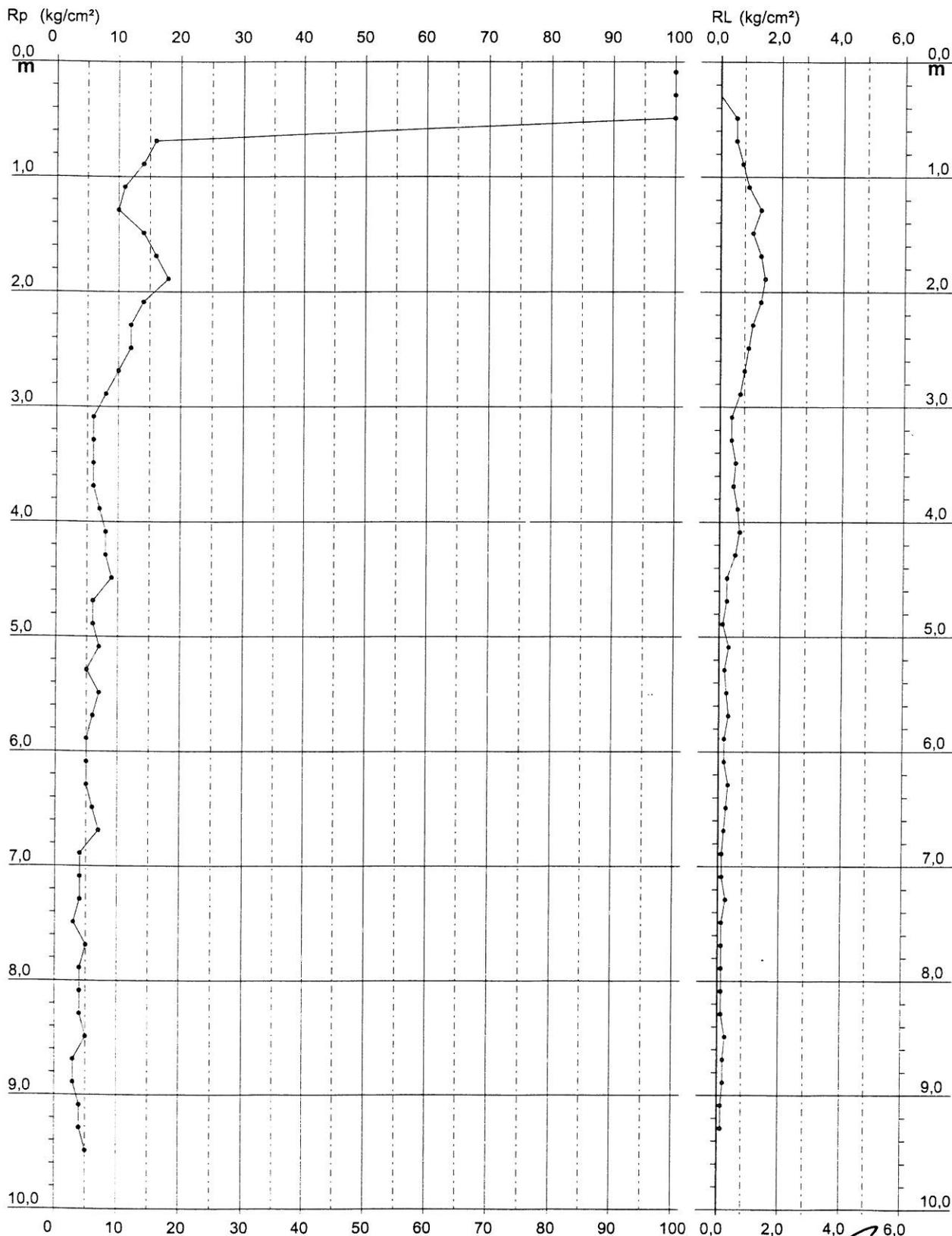
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 1

2.010496-018

- committente : Spett.le Studia Acqua e Terra  
- lavoro :  
- località : Ospedaletto (PI)

- data : 27/10/2003  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



**GEO TIRRENO s.r.l.**  
Via Cervara, 101  
54100 MASSA  
Part. IVA 00713690451

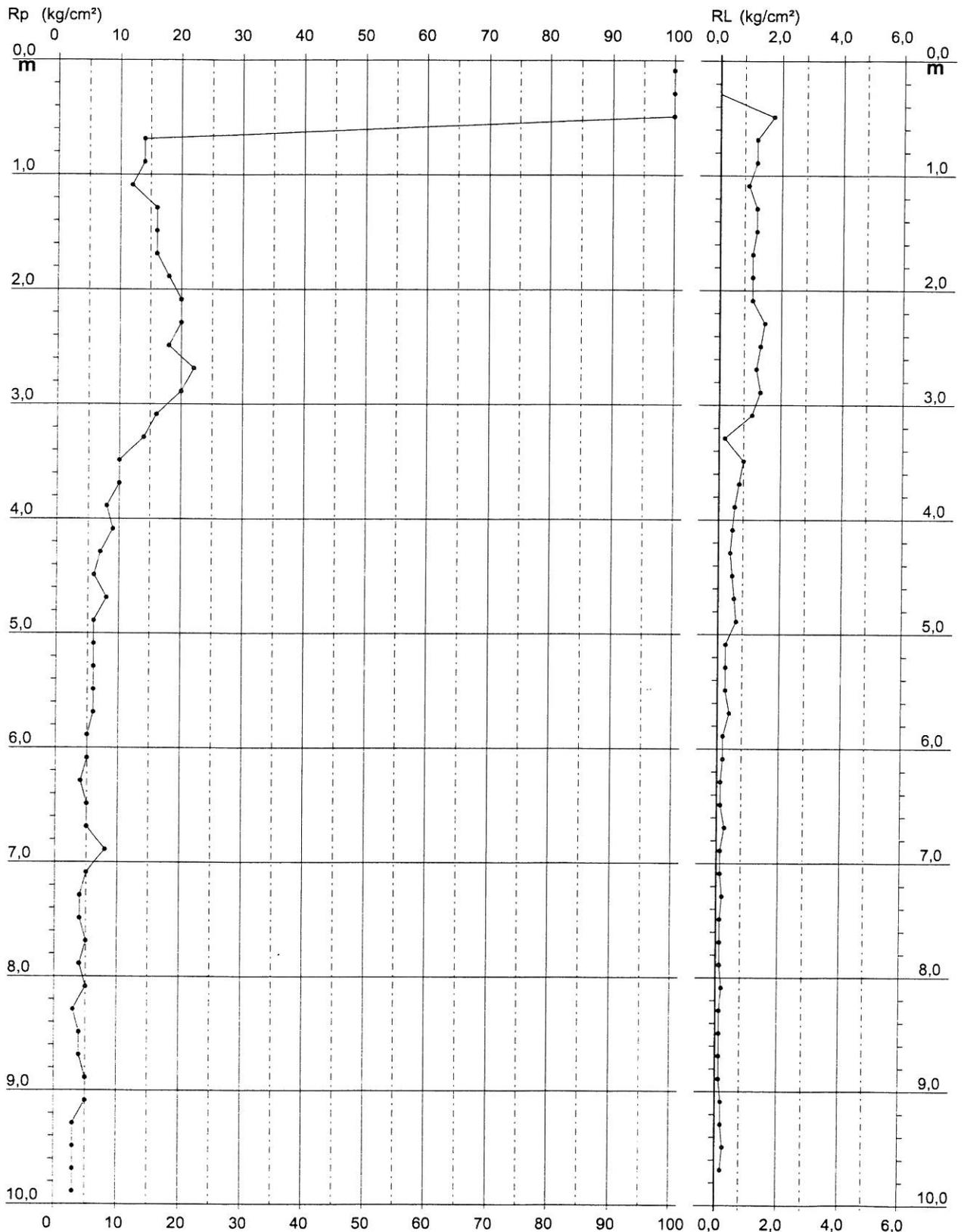
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 2

2.010496-018

- committente : Spett.le Studia Acqua e Terra  
- lavoro :  
- località : Ospedaletto (PI)

- data : 27/10/2003  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



GEO TIRRENO s.r.l.  
Via Cervara, 101  
54100 MASSA  
Part. IVA 00713690451

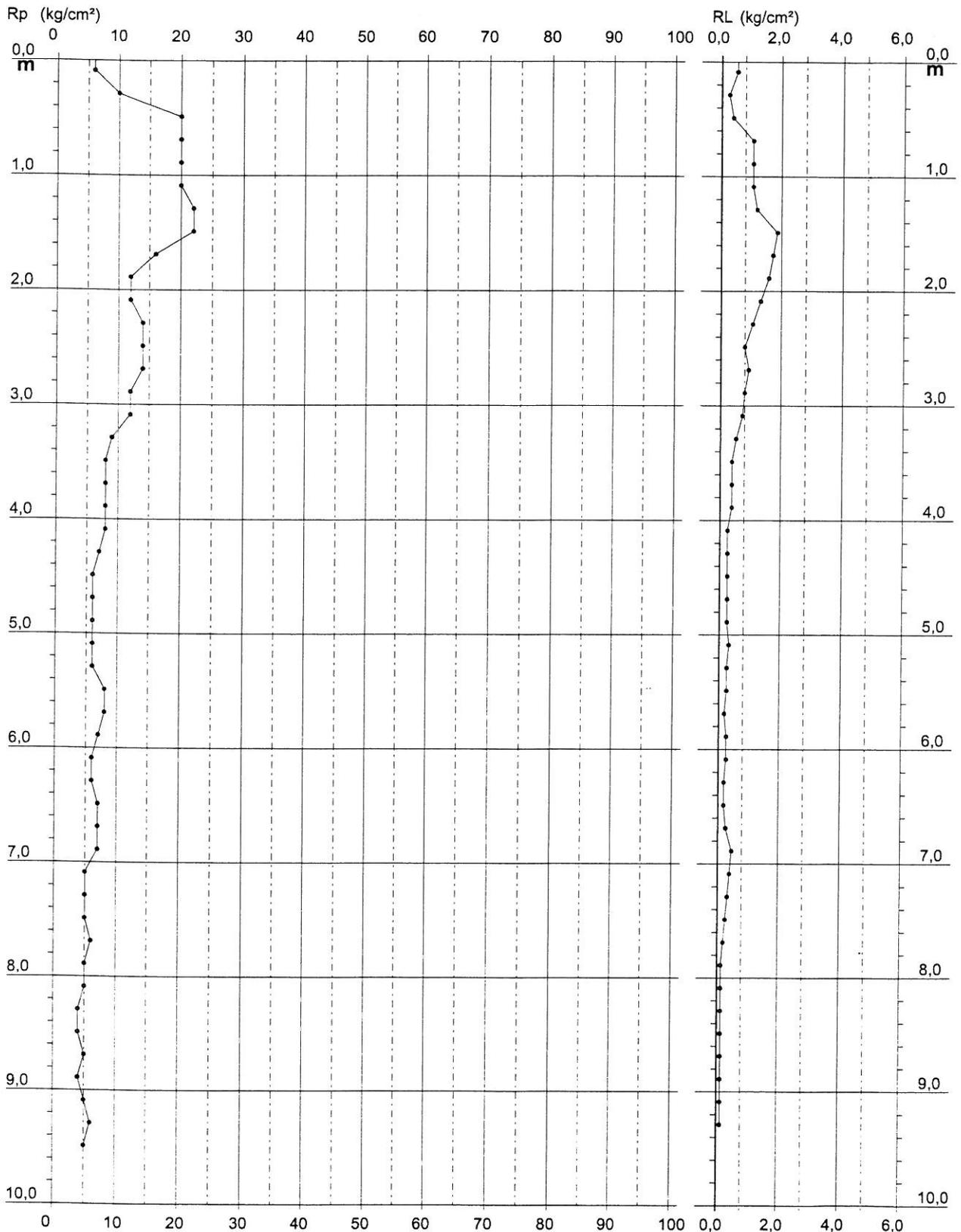
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-018

- committente : Spett.le Studia Acqua e Terra  
- lavoro :  
- località : Ospedaletto (PI)

- data : 27/10/2003  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



GEO TIRRENO s.r.l.  
Via Cervara, 101  
54100 MASSA  
Part. IVA 00713690451

## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: **F = (Rp / RL)**

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

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

F = Rp / RL	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
F < 15	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
15 < F ≤ 30	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
30 < F ≤ 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 Rp e di FR = (RL / Rp) % :

- 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.

# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 1**

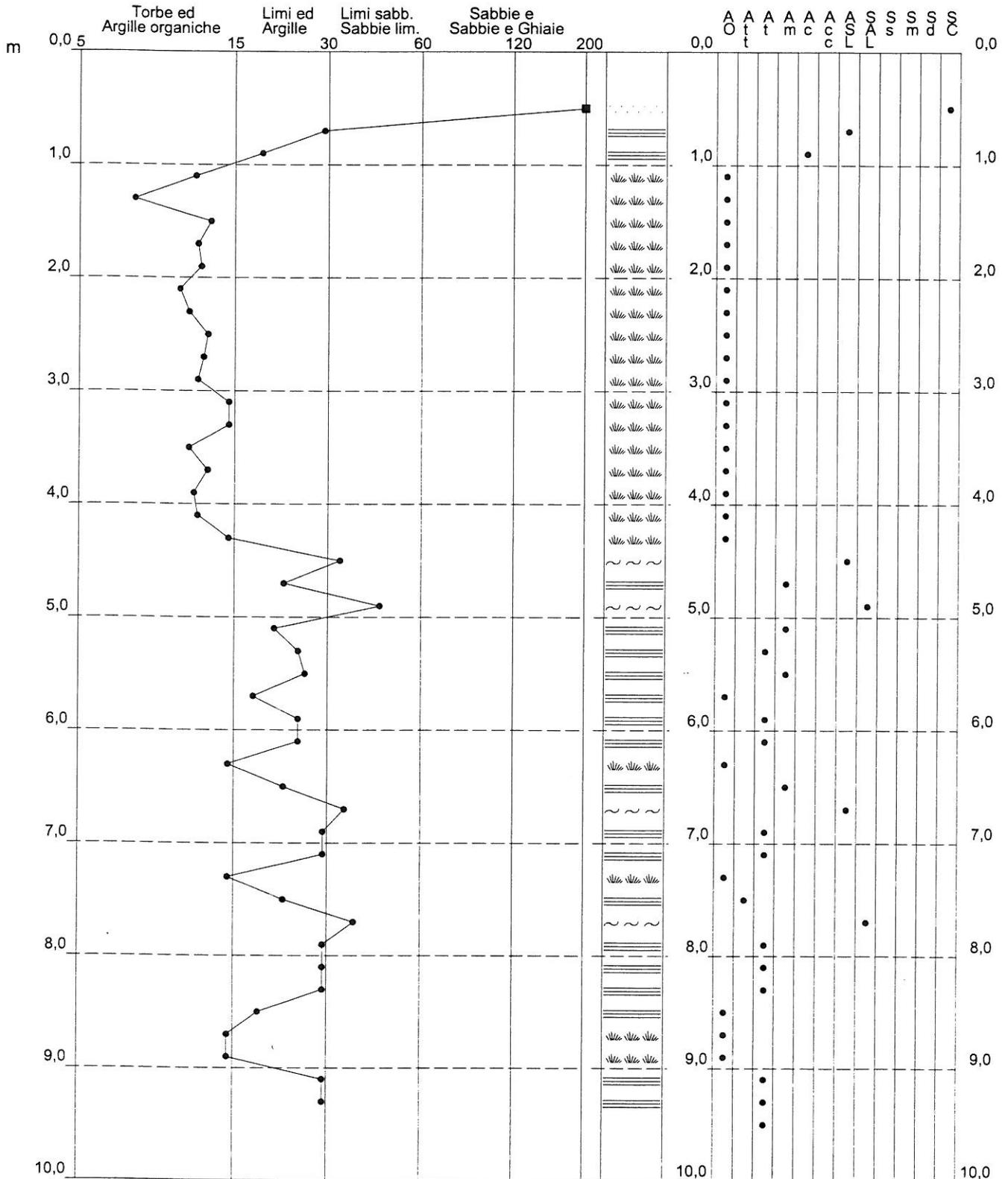
2.010496-018

- committente : Spett.le Studia Acqua e Terra  
- lavoro :  
- località : Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 27/10/2003  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50

Rp/RL (Litologia Begemann 1965 A.G.I. 1977)

Rp - RL/Rp (Litologia Schmertmann 1978)



**GEO TIRRENO s.r.l.**  
Via Cervara, 101  
54100 MASSA  
Part. IVA 00713690451

# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 2**

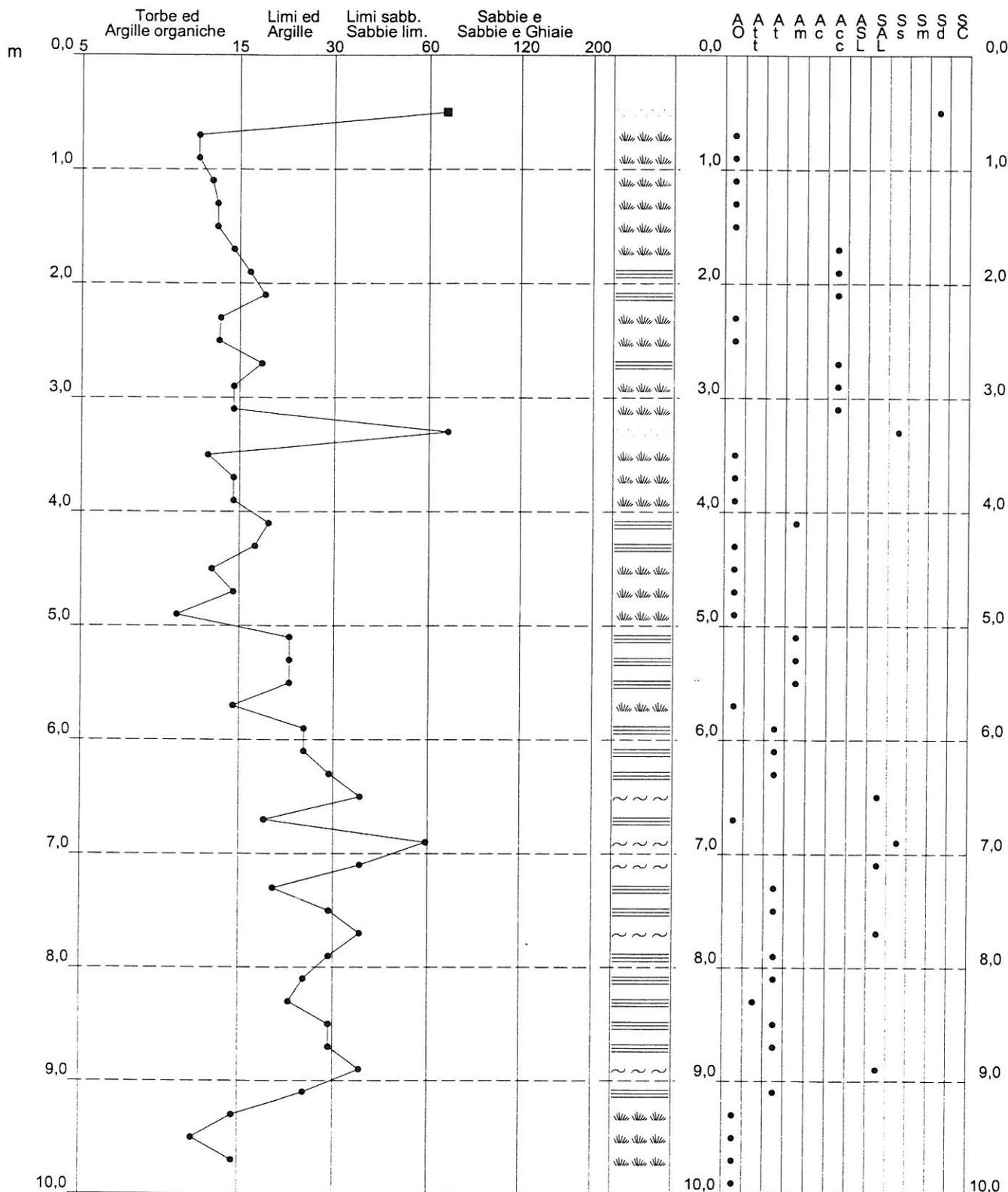
2.010496-018

- committente : Spett.le Studia Acqua e Terra  
- lavoro :  
- località : Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 27/10/2003  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50

Rp/RL (Litologia Begemann 1965 A.G.I. 1977)

Rp - RL/Rp (Litologia Schmertmann 1978)



# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 3**

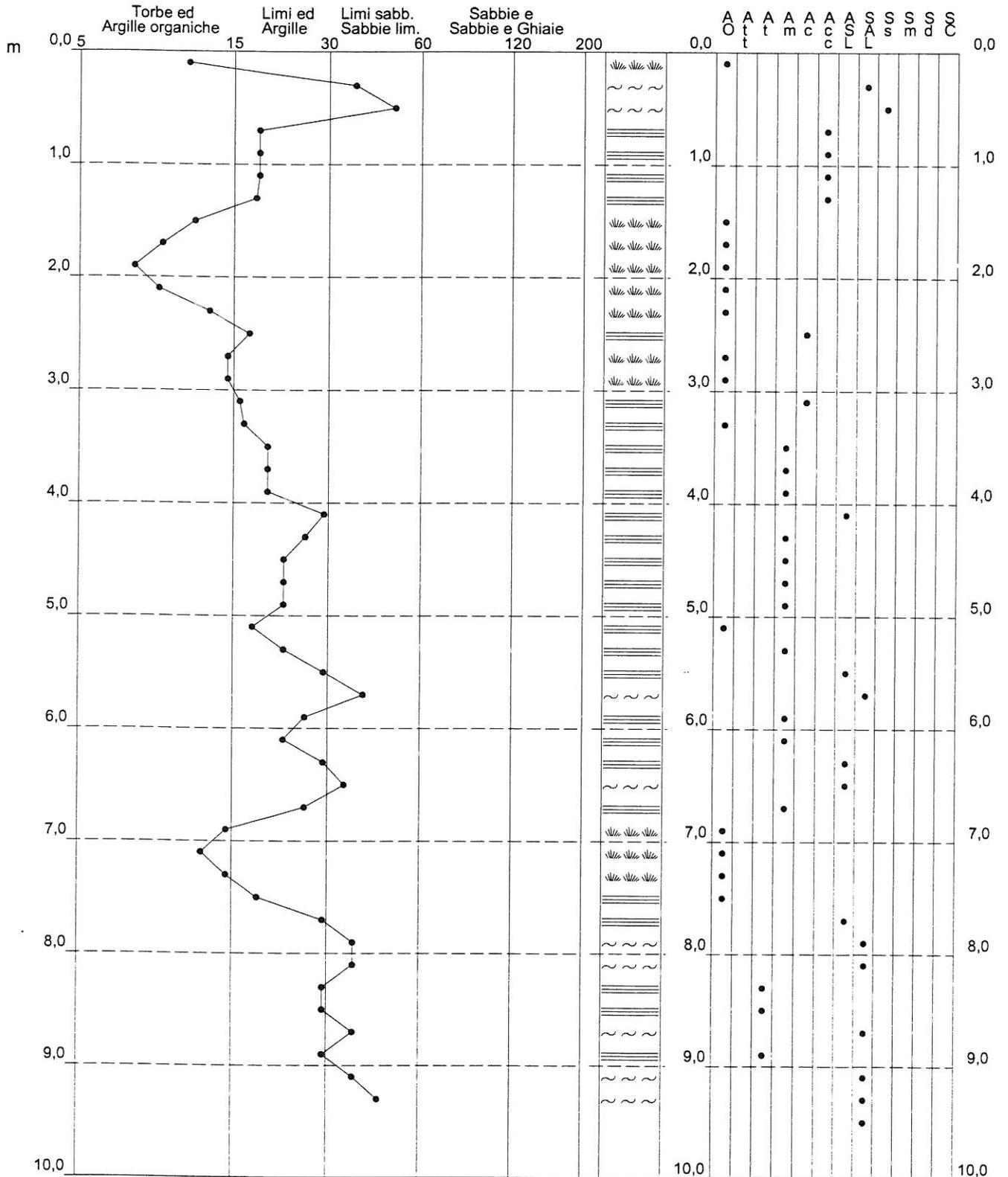
2.010496-018

- committente : Spett.le Studia Acqua e Terra  
- lavoro :  
- località : Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 27/10/2003  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50

Rp/RL (Litologia Begemann 1965 A.G.I. 1977)

Rp - RL/Rp (Litologia Schmertmann 1978)



**GEO TIRRENO s.r.l.**  
Via Cervara 101  
54100 MASSA  
Part. IVA 00713690451

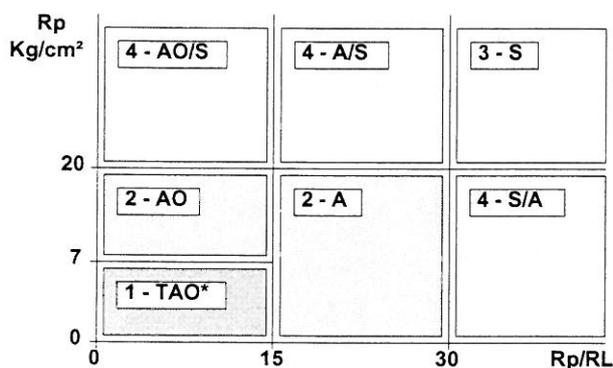
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

### 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

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $R_p$  - natura ]  
( Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982 )
- $\sigma_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi) [ correlazioni :  $C_u$  -  $R_p$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma_{vo}$  ]  
( 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 :  $D_r$  -  $R_p$  -  $\sigma_{vo}$  ] (Schmertmann 1976 )
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  -  $D_r$  -  $R_p$  -  $\sigma_{vo}$  ]  
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976 )  
 $\phi'_{1s}$  - (Schmertmann) sabbia fine uniforme       $\phi'_{2s}$  - sabbia media unif./ fine ben gradata  
 $\phi'_{3s}$  - sabbia grossa unif./ media ben gradata       $\phi'_{4s}$  - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.  
 $\phi'_{dm}$  - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C.       $\phi'_{my}$  - (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  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 1**

2.010496-018

- committente : Spett.le Studia Acqua e Terra  
- lavoro :  
- località : Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 27/10/2003  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m²	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
					p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	120	-	3:~	1,85	0,04	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	45	35	0,258	200	300	360
0,40	120	-	3:~	1,85	0,07	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	45	35	0,258	200	300	360
0,60	120	225	3:~	1,85	0,11	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	45	35	0,258	200	300	360
0,80	16	30	4:~	1,85	0,15	0,70	43,5	118	177	52	56	36	38	40	42	37	27	0,119	200	300	360
1,00	14	19	2:~	1,85	0,19	0,64	29,4	108	162	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48
1,20	11	12	2:~	1,85	0,22	0,54	18,9	91	137	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,40	10	17	2:~	1,85	0,26	0,50	14,3	85	128	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,60	14	13	2:~	1,85	0,30	0,64	16,6	108	162	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,80	16	12	2:~	1,85	0,33	0,70	18,9	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	18	12	2:~	1,85	0,37	0,75	20,7	128	191	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,20	14	10	2:~	1,85	0,41	0,64	11,0	108	162	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,40	12	11	2:~	1,85	0,44	0,57	9,6	105	158	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,60	13	13	2:~	1,85	0,48	0,57	11,6	116	175	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,80	15	15	2:~	1,85	0,52	0,50	13,7	137	206	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	10	15	2:~	1,85	0,55	0,40	15,5	155	232	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,20	6	6	1:~	1,85	0,59	0,30	17,4	174	260	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,40	15	15	1:~	1,85	0,63	0,30	23,3	233	345	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,60	11	11	1:~	1,85	0,67	0,30	23,3	233	345	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,80	13	13	1:~	1,85	0,70	0,30	23,3	233	345	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,00	15	15	1:~	1,85	0,74	0,35	29,9	299	399	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,20	16	16	2:~	1,85	0,78	0,40	39	390	509	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,40	16	16	2:~	1,85	0,81	0,40	21,0	210	315	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,60	22	22	4:~	1,85	0,85	0,45	22,8	228	345	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,80	34	34	4:~	1,85	0,89	0,30	17,4	174	260	29	28	31	35	38	25	26	-	15	23	27	-
5,00	45	45	4:~	1,85	0,93	0,30	17,4	174	260	29	28	31	35	38	25	26	-	10	15	18	-
5,20	21	21	2:~	1,85	0,96	0,35	20,0	200	300	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,40	25	25	2:~	1,85	1,00	0,25	14,9	149	224	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,60	18	18	2:~	1,85	1,04	0,30	20,2	202	304	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,80	6	6	2:~	1,85	1,07	0,30	17,7	177	269	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,00	25	25	2:~	1,85	1,11	0,25	15,0	150	225	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,20	25	25	2:~	1,85	1,15	0,25	15,0	150	225	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,40	15	15	1:~	1,85	1,18	0,25	17,9	179	269	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,60	22	22	2:~	1,85	1,22	0,30	20,7	207	311	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,80	35	35	4:~	1,85	1,26	0,35	20,7	207	311	32	28	31	35	38	25	26	-	12	18	21	-
7,00	4	4	4:~	1,85	1,30	0,20	120	120	180	20	28	31	35	38	25	25	-	7	10	12	-
7,20	30	30	4:~	1,85	1,33	0,20	120	120	180	20	28	31	35	38	25	25	-	7	10	12	-
7,40	4	4	1:~	1,85	1,37	0,20	26	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,60	15	15	2:~	1,85	1,41	0,15	90	90	135	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,80	37	37	4:~	1,85	1,44	0,25	150	150	225	25	28	31	35	38	25	25	-	8	13	15	-
8,00	30	30	4:~	1,85	1,48	0,20	120	120	180	20	28	31	35	38	25	25	-	7	10	12	-
8,20	30	30	4:~	1,85	1,52	0,20	120	120	180	20	28	31	35	38	25	25	-	7	10	12	-
8,40	30	30	4:~	1,85	1,56	0,20	120	120	180	20	28	31	35	38	25	25	-	7	10	12	-
8,60	19	19	2:~	1,85	1,59	0,20	150	150	225	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,80	15	15	1:~	1,85	1,63	0,15	20	20	29	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,00	15	15	1:~	1,85	1,66	0,15	20	20	29	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,20	30	30	4:~	1,85	1,70	0,20	120	120	180	20	28	31	35	38	25	25	-	7	10	12	-
9,40	30	30	4:~	1,85	1,74	0,20	120	120	180	20	28	31	35	38	25	25	-	7	10	12	-
9,60	1	1	1:~	1,85	1,78	0,25	150	150	225	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**GEO TIRRENO S.r.l.**  
Via Cervara, 101  
54100 MASSA  
Part. IVA 00713690451

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 2**

2.010496-018

- committente : Spett.le Studia Acqua e Terra  
- lavoro :  
- località : Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 27/10/2003  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof. m	Rp kg/cm <sup>2</sup>	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y t/m <sup>3</sup>	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
					p'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>
0.20	120	-	3:~:~:	1.85	0.04	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	45	35	0.258	200	300	360
0.40	120	-	3:~:~:	1.85	0.07	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	45	35	0.258	200	300	360
0.60	120	-	3:~:~:	1.85	0.11	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	45	35	0.258	200	300	360
0.80	14	69	2:~:~:	1.85	0.15	0.84	38	108	162	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.00	14	12	2:~:~:	1.85	0.19	0.84	29.4	108	162	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.20	12	13	2:~:~:	1.85	0.22	0.57	20.5	97	146	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.40	16	13	2:~:~:	1.85	0.26	0.70	21.6	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.60	16	13	2:~:~:	1.85	0.30	0.70	18.3	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.80	16	15	2:~:~:	1.85	0.33	0.70	15.8	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.00	18	17	2:~:~:	1.85	0.37	0.75	15.2	129	191	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.20	20	19	2:~:~:	1.85	0.41	0.80	14.6	136	204	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.40	20	14	4:~:~:	1.85	0.44	0.80	13.1	136	204	60	39	33	36	38	41	33	27	0.077	33	50	60
2.60	18	13	2:~:~:	1.85	0.48	0.75	10.9	128	191	56	36	33	36	38	41	33	27	0.072	33	50	60
2.80	22	18	4:~:~:	1.85	0.52	0.85	11.6	144	216	66	36	33	36	38	41	32	28	0.071	37	55	66
3.00	20	15	4:~:~:	1.85	0.55	0.80	9.9	136	204	60	31	32	35	38	40	31	27	0.060	33	50	60
3.20	16	15	2:~:~:	1.85	0.59	0.70	7.7	144	216	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.40	14	70	4:~:~:	1.85	0.63	0.84	6.4	163	245	48	16	30	33	36	39	29	26	0.030	23	35	42
3.60	10	12	2:~:~:	1.85	0.67	0.50	4.4	186	279	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.80	10	15	2:~:~:	1.85	0.70	0.50	4.1	196	294	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.00	15	15	2:~:~:	1.85	0.74	0.40	2.9	200	300	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.20	19	2:~:~:	1.85	0.78	0.45	3.2	2:~:~:	216	323	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.40	17	2:~:~:	1.85	0.81	0.35	2.2	2:~:~:	192	289	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.60	13	1:~:~:	1.85	0.85	0.30	1.7	3:~:~:	177	265	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.80	10	2:~:~:	1.85	0.89	0.30	1.5	2:~:~:	217	325	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.00	10	2:~:~:	1.85	0.93	0.30	1.5	2:~:~:	217	325	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.20	22	2:~:~:	1.85	0.96	0.30	1.5	2:~:~:	175	263	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.40	22	2:~:~:	1.85	1.00	0.30	1.4	2:~:~:	176	264	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.60	22	2:~:~:	1.85	1.04	0.30	1.3	2:~:~:	177	265	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.80	15	1:~:~:	1.85	1.07	0.30	1.3	2:~:~:	38	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.00	25	2:~:~:	1.85	1.11	0.25	1.0	2:~:~:	150	225	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.20	25	2:~:~:	1.85	1.15	0.25	0.9	2:~:~:	150	225	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.40	4	4:~:~:	1.85	1.18	0.20	0.9	2:~:~:	150	180	20	28	31	35	38	25	25	-	7	10	15	
6.60	5	4:~:~:	1.85	1.22	0.25	0.9	2:~:~:	150	225	25	28	31	35	38	25	25	-	8	13	15	
6.80	19	2:~:~:	1.85	1.26	0.25	0.8	2:~:~:	150	225	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7.00	60	4:~:~:	1.85	1.30	0.40	1.4	2:~:~:	234	351	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7.20	37	4:~:~:	1.85	1.33	0.25	0.8	2:~:~:	150	225	25	28	31	35	38	25	26	-	13	20	24	
7.40	20	2:~:~:	1.85	1.37	0.20	0.6	2:~:~:	120	180	20	28	31	35	38	25	25	-	8	13	15	
7.60	30	4:~:~:	1.85	1.41	0.20	0.9	2:~:~:	150	180	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7.80	4	4:~:~:	1.85	1.44	0.25	0.9	2:~:~:	150	225	25	28	31	35	38	25	25	-	7	10	15	
8.00	5	4:~:~:	1.85	1.48	0.20	0.5	2:~:~:	120	180	20	28	31	35	38	25	25	-	9	10	15	
8.20	30	2:~:~:	1.85	1.52	0.25	0.7	2:~:~:	150	225	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8.40	4	2:~:~:	1.85	1.55	0.15	0.3	2:~:~:	90	135	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8.60	30	4:~:~:	1.85	1.59	0.20	0.5	2:~:~:	120	180	20	28	31	35	38	25	25	-	7	10	12	
8.80	4	4:~:~:	1.85	1.63	0.20	0.5	2:~:~:	120	180	20	28	31	35	38	25	25	-	7	10	12	
9.00	37	4:~:~:	1.85	1.66	0.25	0.6	2:~:~:	150	225	25	28	31	35	38	25	25	-	8	13	15	
9.20	35	2:~:~:	1.85	1.70	0.25	0.6	2:~:~:	150	225	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9.40	15	1:~:~:	1.85	1.74	0.15	0.3	2:~:~:	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9.60	15	1:~:~:	1.85	1.78	0.15	0.3	2:~:~:	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9.80	15	1:~:~:	1.85	1.81	0.15	0.3	2:~:~:	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10.00	3	1:~:~:	1.85	1.85	0.15	0.3	2:~:~:	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

**GEO TIRRENO s.r.l.**  
Via Cervara, 101  
54100 MASSA  
Part. IVA 00713690451



**SCHEDA DI CERTIFICAZIONE INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE**

Il sottoscritto Marcello Ghigliotti, iscritto all'Ordine Professionale dei Geologi della Toscana, avendo conseguito l'abilitazione professionale all'attività di geologo, in qualità di associato dello Studio Associato di Geologia Acqua e Terra, in Via T. Rook, 12 del Comune di Pisa, Codice Fiscale 01622380507, in seguito a incarico ricevuto dal Comune di Pisa, ai sensi del comma 5 dell'Art 32 della L.R. 16.1.95, n. 5 modificata con L.R. 3.11.95 n. 96

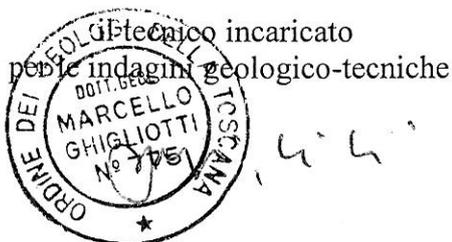
**CERTIFICA**

che le indagini geologico-tecniche previste all'Art 1 della L.R. 17.4.84 n. 21 e dalle direttive regionali approvate con D.C.R. n. 94 del 12.2.85, integrate sulle problematiche idrauliche dal P.I.T. e, ove contengano norme più restrittive, dal P.T.C.P. e/o dal P.S., oltrechè da eventuali norme emanate per i bacini nazionali, interregionali e regionali, relative all'atto di pianificazione urbanistica del Comune di Pisa (Provincia di Pisa), denominato "Previsione di nuovo canale municipale, Loc. Prati di Montacchiello Nord, Ospedaletto, Variante al Regolamento Urbanistico"

**SONO ADEGUATE ALLE DISPOSIZIONI VIGENTI**

Tali indagini sono costituite dai seguenti elaborati:

1. carta della pericolosità,
2. carta della fattibilità riferita ai perimetri della zonazione urbanistica dell'atto di pianificazione da adottare,
3. relazione di fattibilità geologico-geotecnica comprensiva di cartografia e prove geotecniche.



data

**21 NOV. 2003**

DEL. G.R. N 1030 20.10.03

"Istruzioni tecniche per il deposito presso gli URTT delle indagini geologico tecniche e per i relativi controlli in attuazione dell'art 32 della L.R. 5/95 in sostituzione della deliberazione di G.R. 11.3.96 n.304"