

**COMUNE DI PISA**

**RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA  
PIANO ATTUATIVO OSPEDALETTO- VIA EMILIA 2**

**SCHEDA NORMA 34.4  
REGOLAMENTO URBANISTICO  
AREE DI TRASFORMAZIONE  
SOGGETTE A PIANO ATTUATIVO**

**(L.R. 17 Aprile 1984, n.21)**

OTTOBRE 2002



IL DIRIGENTE  
Arch. GABRIELE BERTI



*"Acqua e Terra"*

Studio Associato di Geologia  
56122 PISA - Via T. Rook, 12 Tel/Fax 050.525027

## INDICE GENERALE

- 1 - Introduzione e caratteristiche dell'intervento**
- 2 - Quadro normativo di riferimento**
  - 2.1 - Indicazioni sulla pericolosità geologica e fattibilità geologica
    - 2.1.1 - Classe di pericolosità geologica
    - 2.1.2 - Classe di 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 della pianura pisana
    - 3.3.1 - Il reticolo idraulico superficiale del comparto
- 4 - Caratterizzazione geotecnica dei terreni**
  - 4.1 - Prove geotecniche
  - 4.2 - Sezioni geologiche
  - 4.3 - Caratterizzazione geotecnica preliminare
- 5 - Analisi idrologico-idraulica**
- 6 - Considerazioni conclusive e prescrizioni**

## INDICE DELLE FIGURE E TAVOLE

<b>Tav. 1</b>	<b>Corografia</b>	<b>scala 1:10.000</b>
<b>Tav. 2</b>	<b>Estratto della carta di pericolosità'</b>	<b>scala 1:5.000</b>
<b>Tav. 3</b>	<b>Estratti della carta di fattibilità'</b>	<b>scala 1:5.000</b>
<b>Tav. 4</b>	<b>Reticolo idraulico superficiale, ubicazione delle indagini e traccia delle sezioni</b>	<b>Scala 1:2.500</b>
<b>Tav. 5</b>	<b>Sezioni geologiche</b>	<b>Scale varie</b>
<b>Tav. 6</b>	<b>Reticolo idraulico superficiale- stato modificato</b>	<b>Scala 1:2.500</b>

## ALLEGATI

- All. 1**      **Elaborati delle prove penetrometriche**
- All. 2**      **Calcolo capacità portante per fondazioni superficiali**

Il sottoscritto Marcello Ghigliotti, socio dello Studio associato di geologia "Acqua e Terra" di M.Ghigliotti e L.Sergiampietri, iscritto all'Ordine Professionale dei Geologi della Toscana, avendo conseguito l'abilitazione professionale all'attività di geologo, avente il proprio studio in Via T. Rook, 12 del Comune di Pisa, CF e PI 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 delle direttive regionali approvate con D.C.R. n.94 del 12.2.85, integrate dal comma sesto dell'art.7 della D.C.R. n. 230 del 21.1.94, relative all'atto di pianificazione urbanistica del Comune di Pisa (provincia di Pisa) denominato "Piano Attuativo Via Emilia, 2 - Scheda Norma 34.4".

SONO ADEGUATE

alle indagini normative vigenti

Tali indagini sono costituite dai seguenti elaborati:

- 1) Relazione di fattibilità geologica corredata di relativa cartografia e certificati della prove

**ACQUA E TERRA**

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA  
56122 PISA - Via T. Rook, 12  
Tel./Fax: +39 050 525027  
C.F. e P.I. 01622380507

## 1 – Introduzione e caratteristiche dell'intervento

---

La Relazione di Fattibilità geologica descrive i risultati delle indagini geologiche svolte a supporto della previsione urbanistica denominata "PIANO ATTUATIVO OSPEDALETTO-VIA EMILIA 2, SCHEDA NORMA 34.4 DEL REGOLAMENTO URBANISTICO".

L'area di studio, di forma triangolare, e' situata in corrispondenza del margine meridionale dell'insediamento produttivo di Ospedaletto, compresa tra Via Meucci e via Maggiore di Oratoio e confinante, a sud, con la via Emilia (*Tav.1 Corografia*).

Attualmente l'area, che misura circa 110.000 mq, risulta parzialmente occupata da alcuni edifici coloniali, di interesse storico, e da un fabbricato sede di attivita' artigianali.

La scheda norma 34.4 Ospedaletto Via Emilia 2 prevede di riconfigurare il limite tra la zona produttiva e le parti di territorio in rapporto diretto con la Via Emilia; cio' attraverso la realizzazione di un margine sostanzialmente edificato che preveda oltre al completamento della maglia viaria ed il ridisegno dei lotti produttivi anche il recupero di alcuni manufatti esistenti da destinare a servizi di interesse generale. Le aree prospicienti la via Emilia dovranno avere carattere diverso dalle altre, essere aperte ad un fruizione pubblica, offrire una permeabilita' pedonale e ciclabile, oltre che visiva ed essere connesse ai servizi previsti che dovranno dare luogo ad un ambiente con notevoli capacita' attrattive.

### Dimensionamenti di progetto e principali parametri urbanistici

L'area ha una superficie territoriale complessiva di 110.000 mq., ripartita in:

- 60% ( 66.000 mq) a destinazione privata

[mq 19.120 ad aree servizi privati (29%) e mq 46.880 per attivita' industriale/artigianale (71%)]

- 40% (44.000 mq) a destinazione pubblica

[mq 28.600 a verde pubblico (65%), mq 6.160 a parcheggi (14%) e mq 9.240 a viabilita' (21%)].

Per quanto attiene il dimensionamento dei fabbricati nelle aree a servizi privati la scheda norma prescrive:

- edifici di due piani fuori terra con possibilita' di realizzare seminterrati da destinare a parcheggio, h max 9.5 ml
- edifici industriali di due piani fuori terra, con possibilita' di realizzare seminterrati da destinare a parcheggio, h max 9.5ml

La scheda norma prevede inoltre una fascia boscata in fregio alla via Emilia e lungo Via Maggiore di Oratoio. Tali zone potranno essere utilizzate per scopi di laminazione delle acque generate dalle nuove superfici impermeabilizzate

## 2 – Quadro normativo di riferimento

---

L'indagine geologico-tecnica 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 la previsione di P.A., 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 entra nel merito delle caratteristiche litotecniche del sottosuolo, suggerendo alcune possibili ipotesi fondazionali ed analizza altresì le condizioni di rischio idraulico, in osservanza delle disposizioni contenute nel P.T.C. provinciale e nel P.I.T. regionale.

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

### 2.1 – Indicazioni sulla pericolosità geologica e fattibilità geologica

---

Di seguito vengono riportate, per estratto, le prescrizioni a carattere geologico ed idraulico inerenti la Pericolosità geologica intrinseca dell'area e la Fattibilità geologica delle opere, riportate nel P.S. e R.U. del Comune di Pisa (Scheda norma 34.4).

#### 2.1.1 – Classe di pericolosità geologica

---

Nella Tav. 2 "Carta della pericolosità" viene riportata, per estratto, la pericolosità geologica assegnata all'area dal Piano Strutturale.

La zona è inserita in classe di pericolosità **3 A –pericolosità medio bassa.**

### 2.1.2 – Classe di fattibilità geologica

---

Nella Tav. 3 "Carta della fattibilità" viene riportata, per estratto, la fattibilità geologica assegnata all'area dal Regolamento Urbanistico.

- Gli interventi edilizi previsti con soli piani fuori terra sono attuabili senza particolari condizioni, fermo restando l'applicazione della normativa vigente (**classe di fattibilità II**).

- Per quanto riguarda eventuali opere in seminterrato o interrato, gli interventi sono fattibili alla condizione di predisporre indagini di dettaglio a livello di area complessiva e comunque per i locali interrati dovranno essere applicate le prescrizioni contenute nelle Norme del R.U. (**classe di fattibilità III, condizionata, prescrizioni specifiche per opere sotto il p.c.**)"

#### Ulteriori prescrizioni contenute nella scheda norma 34.4

Per il Fosso di Oratoio e' prevista una fascia di rispetto di 10m dal piede esterno dell'argine su entrambi i lati (vincoli e condizioni ambientali della UTOE 34- P.S.). Eventuali tombamenti dei tronchi della rete dei canali della bonifica sono sottoposti all'autorizzazione dell'Ufficio Fiumi e Fossi.

#### Verifiche idrauliche

La zona di studio risulta esterna agli Ambiti B di corsi d'acqua classificati dalla DCR 230/94 oggi direttive del P.I.T. (titolo VII- misure di salvaguardia, art 74 e seguenti) e pertanto non soggetta a verifiche idrauliche.

### 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, ad una quota media di circa + 1.6 m s.l.m..

Come riportato in *Tav. 4 Carta del reticolo idraulico superficiale, delle prove e delle sezioni*, la zona risulta compresa tra la statale Emilia (SS 206) a sud, Via Maggiore di Oratoio a Est ed una serie di edifici industriali a nord.

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.

Questo livello, incontrato da oltre 2000 perforazioni a sud dell'Arno, mostra spessori variabili (compresi tra qualche metro e 10 m) e si caratterizza per una composizione litologica riferibile ai principali litotipi affioranti sul Monte Pisano. La carta delle isobate del letto di tale formazione evidenzia inoltre che questo non è semplicemente un piano degradante verso il mare ma rivela la presenza di importanti canalizzazioni legate ad antichi corsi fluviali (Fancelli et Alii, 1986).

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

Le coltri sedimentarie sottostanti questo livello guida sono poco conosciute a causa del limitato numero di perforazioni che le attraversano e risultano essere principalmente costituite da un'alternanza di argille, limi, sabbie prevalentemente in facies di mare basso.

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 20-25 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 era libero di divagare e depositare in un ambiente lacustre retrodunale a bassissima energia.

### Le caratteristiche dei litotipi piu' superficiali

La carta geologica della pianura di Pisa ("Carta degli elementi naturalistici e storici della pianura di Pisa e rilievi contermini" AA.VV: -Roma, 1994) riporta affioramenti di terreni prevalentemente argillosi (piu' frequenti a sud) distinti da terreni a dominante limose-sabbiosa (verso nord).

#### Litotipi argillosi e limosi

Questi terreni sono costituiti da limi ed argille di colore bruno-giallastro. La componente limosa è generalmente preponderante su quella argillosa. La  $R_p$  del penetrometro statico varia generalmente tra 9 e 15 kg/cmq. La coesione è compresa tra 0,4 e 0,7 kg/cmq, mentre il coefficiente di compressibilità volumetrica  $m_v$  assume valori tra 0,021 e 0,034 cmq/kg con valori medi intorno a 0,25 cmq/t in base a prove edometriche effettuate su campioni indisturbati prelevati negli orizzonti argillosi e limo-argillosi. Questi terreni superficiali sono generalmente preconsolidati. Presentano inoltre valori generalmente elevati dell'indice di consistenza e valori del peso di volume compresi tra 1,7 e 1,9 kg/cmq.

#### Litotipi limosi-limoso sabbiosi

Si tratta di terreni prevalentemente limosi di colore nocciola con intercalazioni argillose e talvolta sabbiose. Di conseguenza i parametri geotecnici di questi terreni sono variabili in relazione al tenore di limo, argilla o sabbia. In via indicativa per quanto riguarda la frazione limo-argillosa è stato riscontrato che la  $R_p$  del penetrometro statico varia generalmente intorno a valori compresi tra 11 e 20 kg/cmq. La coesione varia tra 0.40 e 0.85 kg/cmq, mentre il coefficiente di compressibilità volumetrica  $m_v$  è compreso tra 12 e 25 cmq/t. L'angolo di attrito interno si mantiene attorno a valori generalmente bassi.

Il contatto geologico (presunto) tra i due litotipi e' supposto piu' a nord dell'area di studio, all'interno della zona industriale e artigianale di Ospedaletto. In superficie il contatto risulta mal definito; i numerosi sondaggi disponibili hanno evidenziato infatti, nei primi metri, frequenti passaggi eteropici fra limi e argille limose con una certa prevalenza di queste ultime.

### 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 intercalati in strati argillosi nella parte più superficiale, che possono ospitare il primo acquifero (falda freatica/semifreatica), 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 di origine geotecnica (saturazione dei litotipi argillosi) e/o per infiltrazione diretta verticale (limitatamente al terreno vegetale-suolo agricolo).

Un modesto acquifero superficiale di tipo confinato è presente in un sottile livello sabbioso a circa 5-7m dal p.c. al di sopra del litotipo argilloso impermeabile.

Il primo orizzonte acquifero confinato importante è situato invece nelle "sabbie e limi di Vicarello", con uno spessore medio di 6-15 m e tetto individuato a partire da circa 18 m dal p.c.

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

### 3.3 - reticolo idraulico della pianura pisana

---

Il deflusso delle acque superficiali della pianura pisana è garantito da due sistemi idraulici di bonifica, a scolo naturale ed a scolo meccanico ed isolati dal fiume Arno.

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

La bonifica idraulica per prosciugamento meccanico allontana le acque superflue e quelle che possono ristagnare, ma ha anche la funzione di impedire che la quota della falda freatica sia troppo vicina alla superficie del terreno, così da recare danno alle culture agricole.

Il sistema della bonifica meccanica è regolato da 7 impianti idrovori di pompaggio a sollevamento meccanico delle acque, posti nelle zone più basse di ciascun bacino.

I principali corpi idrici ricettori delle bonifiche, sia meccaniche che naturali, sono:

- il Fiume Morto, per la zona posta a Nord dell'Arno;
- il Canale Nuovo dei Navicelli, per la zona posta a Sud dell'Arno e ad Ovest di Pisa;
- il Canale Scolmatore per la zona più meridionale della pianura pisana a cui confluiscono la Fossa Chiara e l'impianto idrovoro del Calambrone (Lamone sud);
- il Fiume Arno limitatamente allo scarico dell'impianto idrovoro di Marina di Pisa (Lamone nord).

### *3.3.1 - Il reticolo idraulico superficiale del comparto Scheda norma 34.4*

---

L'area di intervento è inserita nel bacino di bonifica dell'Arnaccio (sottobacino a scolo naturale di Oratoio).

Questo comprensorio idraulico, realizzato nel 1933, e' delimitato ad Est dall'allineamento Strada Putignano-Le Rene-Fosso Caligi, a Sud dalla Fossa Chiara, a Nord dalla golena sinistra dell'Arno ed ad Ovest dalla bonifica di

Coltano e di S. Giusto, e si caratterizza per quote minime inferiori allo zero nella parte sud-occidentale, che vanno aumentando verso NE.

All'interno dell'area di studio e' stata censita una rete di deflusso di tipo campestre, articolata su un'orditura di scoline campestri e fossi-capifossi che, confluiscono in due colatoi principali, paralleli della Statale Emilia ed alla via Maggiore di Oratoio (*Tav. 4 Reticolo idraulico superficiale*).

Queste linee idrauliche confluiscono nel fosso di Oratoio attraverso un collettore in corrispondenza dello spigolo Sud del comparto.

Il Fosso di Oratoio, sottopassata la statale Emilia nei pressi dell'impianto di incenerimento di Croce al Marmo, prosegue verso sud in direzione della linea ferroviaria Pisa-Collesalveti.

Il reticolo idraulico attuale si trova in una situazione di grave abbandono.

#### 4 - Caratterizzazione geotecnica dei terreni

---

Nel mese di luglio 2002 in corrispondenza dell'area di studio sono state realizzate 4 nuove prove penetrometriche statiche (CPT), riportate in Tav. 4. *Reticolo superficiale, ubicazione delle prove e traccia delle sezioni.*

Le prove hanno raggiunto la profondità media di 25 m dal pc, e sono state fermate nella formazione delle "sabbie e limi di Vicarello".

Sono state elaborate due sezioni geologiche generali trasversali, descritte in Tav 5 (sezioni geologiche 1 e 2).

Per la taratura della prove e' stato utilizzato un sondaggio a carotaggio continuo (a -10m) integrato dalla stratigrafia di un pozzo per acqua, posti 250m e 300m ad Est dell'area, all'interno dello stabilimento Teseco.

##### Successione litostratigrafica tipo

<b>Intervallo di profondità (in metri, dal p.c.)</b>	<b>Tipologia di terreno</b>
0 a -0,20 m	terreno vegetale
-0,20 a -0,95	argilla limosa marrone e beige consistente
-0.95 a -1,30	argilla limosa marrone molto consistente
-1.30 a -2.50	argilla beige moderatamente consistente
-2,50 a -3,00	argilla torbosa
-3,00 a -4,20	argilla grigio-marrone moderatamente consistente
-4,20 a -5,70	argilla grigio beige moderatamente consistente
-5,70 a -6,75	argilla grigia moderatamente consistente
-6,75 a -7,00	sabbia limosa argillosa
-7,00 a -7.50	sabbia con argilla
-7,50 a -12.50	argilla grigia poco consistente con fossili
-12.50 a -19,00	argilla gialla
-19,00 a -24.50	Sabbia limo argillosa

#### 4.1 – Prove geotecniche

---

Le 4 prove CPT eseguite hanno fornito i valori di resistenza alla punta ("Rp" in kg/cm<sup>2</sup>), resistenza laterale locale ("Rf" in kg/cm<sup>2</sup>) 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 4 CPT eseguite hanno individuato una successione di terreni, arealmente omogenea, costituita da quattro orizzonti (escluso lo strato superficiale di terreno agrario) dalle caratteristiche litotecniche molto ben definite.

#### **SUCCESSIONE LITOTECNICA**

Da 0,00 a - 1,10 m	Terreno vegetale limo argilloso
<b>Strato I</b>	Argille poco consistenti.
Da -1,10 a -6,00 m	La resistenza alla punta Rp media assume un valore di 10,00 kg/cm <sup>2</sup> . La coesione media c <sub>u</sub> vale 0,55 kg/cm <sup>2</sup> , mentre il Modulo di def. Edometrico è mediamente pari a 45 kg/cm <sup>2</sup> .
<b>Strato II</b>	Argille molli.
Da -6,00 a -11,00 m	La Rp media di tutto lo strato corrisponde 2,00 kg/cm <sup>2</sup> , la coesione media Cu vale 0,10 kg/cm <sup>2</sup> il Modulo di def. Edometrico assume mediamente il valore di 3 - 4 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Strato III</b>	Argille limose molto consistenti con intercalazioni sabbiose.
Da -11,00 a -16,50 m	E' l'orizzonte che, per quanto ben definito, presenta la maggiore variabilità litologica:  Rp media pari a 20 kg/cm <sup>2</sup> , coesione media Cu 0,8 - 0,9 kg/cm <sup>2</sup> , Modulo di def. Edometrico pari circa 60 kg/cm <sup>2</sup> .
<b>Strato IV</b>	Sabbie.
Da 16,50 a Fondo Foro (20 m)	Rp crescente da 30 a 200 kg/cm <sup>2</sup> , angolo di attrito interno $\phi$ pari a 35°.

Come si evince dai dati riportati in tabella, lo **Strato II** (da -6,00 a - 11,00 m) è quello che presenta le caratteristiche geotecniche più scadenti, ben evidenziate dalla brusca caduta dei valori della  $R_p$ .

Questo orizzonte, che vicini sondaggi a carotaggio continuo permettono di identificare come "argille azzurre", è presente in tutto l'"hinterland" pisano, sia a Nord che a Sud dell'Arno.

Lo **Strato III**, delle argille limose, presenta una notevole variabilità laterale, variando anche significativamente il contenuto in limo e sabbia; nella CPT 1 (Pz1), sul lato orientale dell'area, lo strato 3 assume i caratteri di una sabbia limosa.

Lo **Strato IV** corrisponde al primo orizzonte sabbioso continuo, sede del primo acquifero confinato della Pianura di Pisa, che ha uno spessore variabile dai 6 ai 15 m.

In letteratura tale orizzonte è noto come "Sabbie e Limi di Vicarello".

#### 4.2 – Sezioni geologiche

---

Le due sezioni geologiche tracciate (vedi Tav. 5) hanno un andamento approssimativamente NW-SE.

I quattro orizzonti precedentemente descritti presentano un andamento molto regolare, senza particolari variazioni di quota o di spessore, confermando la caratteristica di omogeneità geologica dell'area.

Osservando comparativamente i grafici della variazione della resistenza alla punta con la profondità si nota come, in corrispondenza della CPT1, lo strato 3 mostri una brusca salita del valore di  $R_p$ , caratteristica di una litologia prevalentemente sabbiosa.

#### 4.3 - Caratterizzazione geotecnica preliminare

---

In considerazione delle caratteristiche dei terreni presenti e degli edifici previsti dal P.A. potranno essere ipotizzate due differenti tipologie fondazionali:

- fondazioni dirette superficiali (a trave continua, su plinti e platea).
- fondazioni indirette profonde (su pali).

*Fondazioni dirette superficiali*

Sono state effettuate alcune ipotesi relative alla capacità portante dei terreni (e loro cedimenti) in base a diverse tipologie fondazionali superficiali (trave rovescia, platea e plinto).

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/cmq)	Angolo d'attrito $\varphi$	Peso di volume $\gamma$ (t/mc)
Da 0 a 1,0 m	0,8	0°	1,85

I calcoli di capacità portante sono stati eseguiti considerando la natura esclusivamente coesiva dei terreni interessati. La componente granulare e' stata trascurata. Il fattore di sicurezza applicato è 3.

Nella simulazione di calcolo non e' stata considerata la falda freatica, la profondità di posa delle fondazioni è riferita all'attuale piano di campagna.

Il progetto dovrà prevedere la realizzazione di una massicciata industriale dello spessore medio di 60-80 cm tale da garantire la quota di calpestio di +2,4m s.l.m.

Carichi ammissibili per differenti tipologie di fondazioni superficiali

Tipo di fondazione	Dimensioni (m)	Profondità (m)	Carico di rottura Qr (Kg/cmq)	Carico ammissibile Qa=qr/3 (kg/cmq)
Trave rovescia	L=20 B=0.8	D=0.4	4,63	1,54
Platea	L=30 B=30	D=0,4	6,00	2,00
Plinto	L=1 B=1	D=0,6	6,03	2,01

*Fondazioni indirette profonde, su pali*

Nell'ipotesi di capannoni industriali realizzati su pilastri con grande interasse dovranno essere adottate fondazioni indirette profonde (su pali).

Questi pali, per reggere di punta, potranno attestarsi nel livello sabbioso inferiore, continuo a partire da circa -16,5 m dall'attuale pdc.

Al di sopra di questa profondità i pali infissi potranno reggere principalmente per attrito laterale (terreni coesivi).

Valutazione preliminare dei cedimenti

I terreni che caratterizzano i primi 11 m dal p.c. dell'area di studio sono molto compressibili. I cedimenti previsti, calcolati per un carico di esercizio pari al carico ammissibile = 1,54 Kg/cmq, nell'ipotesi di una trave rovescia, sono dell'ordine di 6 cm.

Questi cedimenti potranno aumentare nel caso di fondazioni a platea, il cui bulbo di pressione andrà ad interessare maggiormente lo strato compressibile II (presente tra -6 e 11m).

Al fine di sfruttare al meglio lo strato I, dalle caratteristiche geotecniche relativamente migliori, si raccomanda di prevedere la quota di incastro delle fondazioni superficiali direttamente nello strato di terreno vegetale limo argilloso più superficiale.

In fase esecutiva il calcolo dei carichi ammissibili e relativi cedimenti dovrà tenere conto di queste indicazioni preliminari.

## 5 - Analisi idrologico-idraulica

---

### Reticolo idraulico superficiale

I sopralluoghi eseguiti nel settembre 2002 hanno evidenziato una situazione di profondo degrado della rete scolante nell'area di studio che in vari tratti risulta estremamente compromessa. Talora e' difficile osservare persino il tracciato dei fossi e, di conseguenza, determinare il senso di deflusso dell'acqua.

Desti particolare preoccupazione la situazione di degrado ed abbandono dei due fossi principali del comparto, lungo la via Emilia e Via Maggiore di Oratoio. Queste linee sono completamente ostruite e nascoste da vegetazione infestante, e nei loro tratti terminali, tombate.

Un'altra grave situazione di degrado e' presente alla confluenza del collettore nel fosso di Oratoio. A causa della presenza di folta vegetazione, materiale di risulta ed altri detriti ingombranti questo tratto terminale, compreso tra il ponte di via Maggiore di Oratoio ed il fosso di Oratoio, risulta talmente ostruito da non permettere il deflusso dell'acqua.

Altre minori situazioni di criticita' sono state censite nella porzione settentrionale del comparto, contigua a Via Meucci.

In questa zona numerosi riempimenti artificiali (inerti e macerie) hanno alterato la geometria e pendenza della rete campestre. Le condizioni di deflusso risultano fortemente limitate.

L'analisi ha evidenziato che le acque, invece di defluire correttamente verso il loro recapito finale (fosso di Oratoio), tendono a ristagnare nei campi contigui ai fossi per lungo tempo. Successivamente, per lento assorbimento del terreno e/o per effetto dell'evapotraspirazione, le aree allagate tendono a prosciugarsi.

### Fosso di Oratoio

Il Fosso di Oratoio, immediatamente ad est dell'area di studio, costituisce la linea idraulica principale del sottobacino omonimo (sistema a scolo naturale) e, nell'ambito del presente lavoro, e' stato verificato per una piena centennale  $Tr=100$

#### *Situazione attuale*

Nelle sue attuali condizioni di deflusso il fosso di Oratoio e' risultato complessivamente insufficiente a contenere la portata per una piena centennale  $Tr=100$  anni. In particolare sono risultati insufficienti alcuni ponti, che potrebbero generare profili di rigurgito a monte.

#### *Situazione di progetto*

A previsioni urbanistiche realizzate, il fosso di Oratoio, potra' ricevere aliquote aggiuntive provenienti, rispettivamente, dal comparto di Via Emilia 2 (scheda norma 34-4) e, probabilmente, dalle nuove urbanizzazioni della UMI 1 previste per il P.A. Ospedaletto, piu' a nord.

In questo scenario modificato l'area scolante del comparto potrebbe aumentare, passando da 1.2 a 1.23 Km<sup>2</sup>. Si avra' inoltre un aumento dell'area impermeabilizzata ed una diminuzione dell'invaso e una riduzione dei tempi di corrivazione.

La portata massima del fosso di Oratoio al ponte dell'Emilia dovrebbe aumentare, per passare dagli attuali 5.3 sino a 6 m<sup>3</sup>/sec.

Inoltre si precisa che il fosso di Oratoio e' un sistema idraulico a scolo naturale e le eventuali situazioni di crisi idraulica non potranno essere risolte per via meccanica.

Per preservare i nuovi manufatti di progetto dal rischio idraulico dell'Oratoio (ed inoltre per migliorare la situazione idraulica attuale) e' indispensabile riservare, all'interno del comparto in esame, porzioni di territorio (identificate con le aree a verde) a zone di espansione/laminazione delle acque.

#### *Opere da prevedere sul Fosso di Oratoio*

Per rendere attuabili le due previsioni urbanistiche (area Ospedaletto Est e Comparto scheda norma 34.4) che insisteranno sul fosso Oratoio dovranno essere eseguite alcune opere. In particolare:

- Ricalibratura e rialzamento delle sponde e/o argini
- Rifacimento di alcuni attraversamenti locali
- Realizzazione di interventi di laminazione delle fasce limitrofe al corso d'acqua per un volume totale invasabile di circa 14.000 mc

Con queste opere il Fosso di Oratoio sara' in grado di soddisfare gli incrementi di portata senza generare effetti negativi alle zone più a sud ed incrementare il livello di rischio idraulico per le zone industriali contermini.

La portata dell'Oratoio al ponte dell'Emilia non aumenterà e, possibilmente, verrà ridotta rispetto alla situazione attuale.

Viceversa, nel caso che il fosso di Oratoio riceva solamente le acque prodotte dal comparto della scheda norma 34.4, le opere idrauliche sopra indicate non saranno più indispensabili. Per contro dovranno essere realizzati alcuni interventi strutturali nel comparto della scheda norma 34.4. indicati nel paragrafo seguente.

*Opere a carattere idraulico da realizzare nell'area interessata dal piano attuativo (S.N. 34.4, via Emilia)*

In considerazione della grave situazione di degrado della rete di scolo attuale, particolare attenzione dovrà essere riservata al progetto di bonifica dell'area ed al suo complessivo progetto di riassetto idraulico.

In dettaglio dovrà essere ricostruita la rete di deflusso delle acque superficiali così come indicato nella *tav. 6 Reticolo idraulico-stato modificato*.

- Il comparto sarà dotato di due linee idrauliche principali, in destra ed in sinistra della nuova viabilità interna, che raccoglieranno le acque provenienti rispettivamente dai quadranti NO e NE.
- Queste due linee parallele confluiranno nel fosso principale, in fregio alla statale Emilia di direzione NO-SE (soggetto a ricalibratura della sezione idraulica e ripulitura).
- Lungo via Maggiore di Oratoio dovrà essere ricalibrata la sezione del fosso esistente in modo che possa raccogliere e smaltire le acque in eccesso che non riusciranno a scolare nel sistema principale.
- L'area in fregio alla Statale Emilia dovrà essere adibita ad area di laminazione principale del comparto.
- L'area in fregio alla Via Maggiore di Oratoio, nella sua porzione meridionale, dovrà essere adibita ad area di laminazione secondaria.

#### Quota di sicurezza idraulica delle nuove opere

La messa in sicurezza idraulica del comparto si realizzerà anche posizionando il piano dei nuovi fabbricati ad una quota di sicurezza idraulica.

Nella fattispecie:

- Tutti i nuovi fabbricati (a servizi e ad uso industriale/artigianale) dovranno essere impostati ad una **quota assoluta non inferiore a +2.4 m slm.**
- La quota dei parcheggi e delle aree di manovra adiacenti ai nuovi fabbricati oltre ai parcheggi pubblici ed alla viabilità del comparto e' **analoga a quella dei fabbricati, ovvero +2.4 m slm.**
- Tutte le altre parti del comparto (aree verdi, boscate e gli spazi residuali) dovranno essere lasciati alla loro quota attuale e se possibile ribassati **a + 1.5-1,7 m slm.**
- Il collettore principale dell'area, in fregio alla Via Emilia, dovrà essere adeguatamente ricalibrato (sezione idraulica) e ripulito.
- La porzione di territorio in fregio a via Maggiore di Oratoio sarà lasciata a verde senza particolari opere idrauliche. Questa fascia aiuterà a smaltire eventuali acque in eccesso per rigurgito dal tratto terminale (tombato).
- Il fosso adiacente alla Via Maggiore di Oratoio dovrà essere ricalibrato (sezione idraulica) e ripulito.
- Il collettore terminale (verso il fosso di Oratoio) dovrà essere ricalibrato (sezione idraulica) e ripulito.

## 6 - Considerazioni conclusive

---

La Relazione di fattibilità geologica realizzata a supporto del P.A. Ospedaletto- Via Emilia, 2 (scheda norma 34.4) ottempera alla normativa vigente in materia di relazioni geologiche a supporto di strumenti urbanistici.

Il Piano Strutturale ed il Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa sono strumenti dotati di indagini geologiche a supporto.

### Classi di pericolosità e fattibilità

Lo studio realizzato ha confermato la **classe di pericolosità 3A (medio bassa)** attribuita dal P.S. all'area e la **fattibilità II** assegnata dal R.U. per le opere al di sopra del p.c.

Eventuali interventi al di sotto del piano campagna vengono classificati a **fattibilità III, condizionata**, come espressamente previsto dal R.U. vigente.

### Parametrizzazione geotecnica

Nell'area di studio sono state eseguite 4 nuove prove CPT ad integrazione di una serie numerosa di altre prove e sondaggi disponibili immediatamente ad Est. Per la caratterizzazione geologico-tecnica dell'area sono state elaborate due sezioni geologiche 1 e 2 descritte in Tav. 5. Il substrato dell'area si caratterizza per 5 litotipi principali. Al di sotto dello strato vegetale limo argilloso e' presente un livello argilloso continuo sino a circa 6 m dal pc. Sotto si rinviene un livello di argille molli compressibili a cui succede, a partire da -11m dal p.c., una bancata di argille limose molto consistenti. Verso il basso segue il litotipo sabbioso continuo dalla profondità di -16,5m dal p.c..

In funzione delle caratteristiche geotecniche riscontrate, sono state proposte alcune possibili scelte progettuali, in materia di fondazioni superficiali e profonde.

Nel caso di edifici minori e fabbricati accessori o edifici che gravano in maniera non significativa sul terreno potranno essere previste fondazioni superficiali dirette (a plinti, a trave rovescia o a platea).

I litotipi superficiali sono caratterizzati infatti da una carico ammissibile dell'ordine di  $q_a = 1,54 \text{ kg/cm}^2$ . (per una trave rovescia a in c.a. di larghezza  $B = 0,8 \text{ m}$  e piano di imposta  $D = 0,4 \text{ m}$  dall'attuale p.c.) e da cedimenti non trascurabili, dell'ordine di  $6 \text{ cm}$ , di cui tener conto in fase di progettazione esecutiva.

Per quanto attiene gli edifici maggiori (industriali ed artigianali) da realizzare su pilastri ad elevato interasse sono raccomandabili fondazioni profonde su pali.

In questo caso lo strato idoneo per incastrare la testa dei pali e' presente a circa  $-16,5 \text{ m}$  dall'attuale p.c. dove e' stato incontrato un orizzonte sabbioso, continuo su tutto il comparto. Qualora si optasse per pali profondi che reggano principalmente sull'attrito laterale, la profondita' di infissione potrebbe essere minore ( $13-15 \text{ m}$  dal p.c.).

#### Geometria e consistenza della falda freatica

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

#### Analisi del reticolo idraulico superficiale

**L'attuale reticolo superficiale si trova in una grave situazione di degrado e abbandono. Sono compromessi in maniera rilevante i due colatoi principali, posti in fregio all'Emilia ed alla Via Maggiore di Oratoio, che occlusi e tombati nei loro tratti terminali, non permettono il deflusso delle acque superficiali.**

**La nuova previsione urbanistica e' ammessa a condizione che vengano scrupolosamente rispettate le prescrizioni a carattere idraulico descritte nel cap 5.**

Queste prevedono il rifacimento integrale della rete idraulica locale con particolare attenzione ai due colatoi principali di Via Emilia e via Maggiore di Oratoio ed al ripristino funzionale del collettore finale nel fosso di Oratoio.

Le zone verdi in fregio alla statale Emilia ed alla strada di Oratoio saranno deputate ad aree di laminazione dell'acqua in eccesso non smaltite dalla rete principale.

Quota di imposta delle opere

Tutti i nuovi fabbricati (a servizi e ad uso industriale/artigianale), le aree a parcheggio e le viabilità interne al comparto avranno una **quota assoluta non inferiore a +2.4 m slm.**

Le aree verdi, boscate e gli spazi residuali saranno lasciate alla loro quota attuale e se possibile ribassate sino ad una quota ideale di **+1.5-1,7 m slm.**

\*\*\*

Ha collaborato alla presente indagine il Dott. Geol. Silvia Lorenzoni

Pisa, **02 OTT. 2002**



Geol. Marcello Ghigliotti

**ACQUA E TERRA**  
STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA  
56122 PISA - Via T. Rook, 12  
Tel./Fax: +39 050 525027  
C.F. e P.I. 01622380507

**ALLEGATI**



**Legenda**



**Area di studio**

**Comune di Pisa**

**Piano Attuativo Ospedaletto Via Emilia 2  
Scheda Norma 34.4**

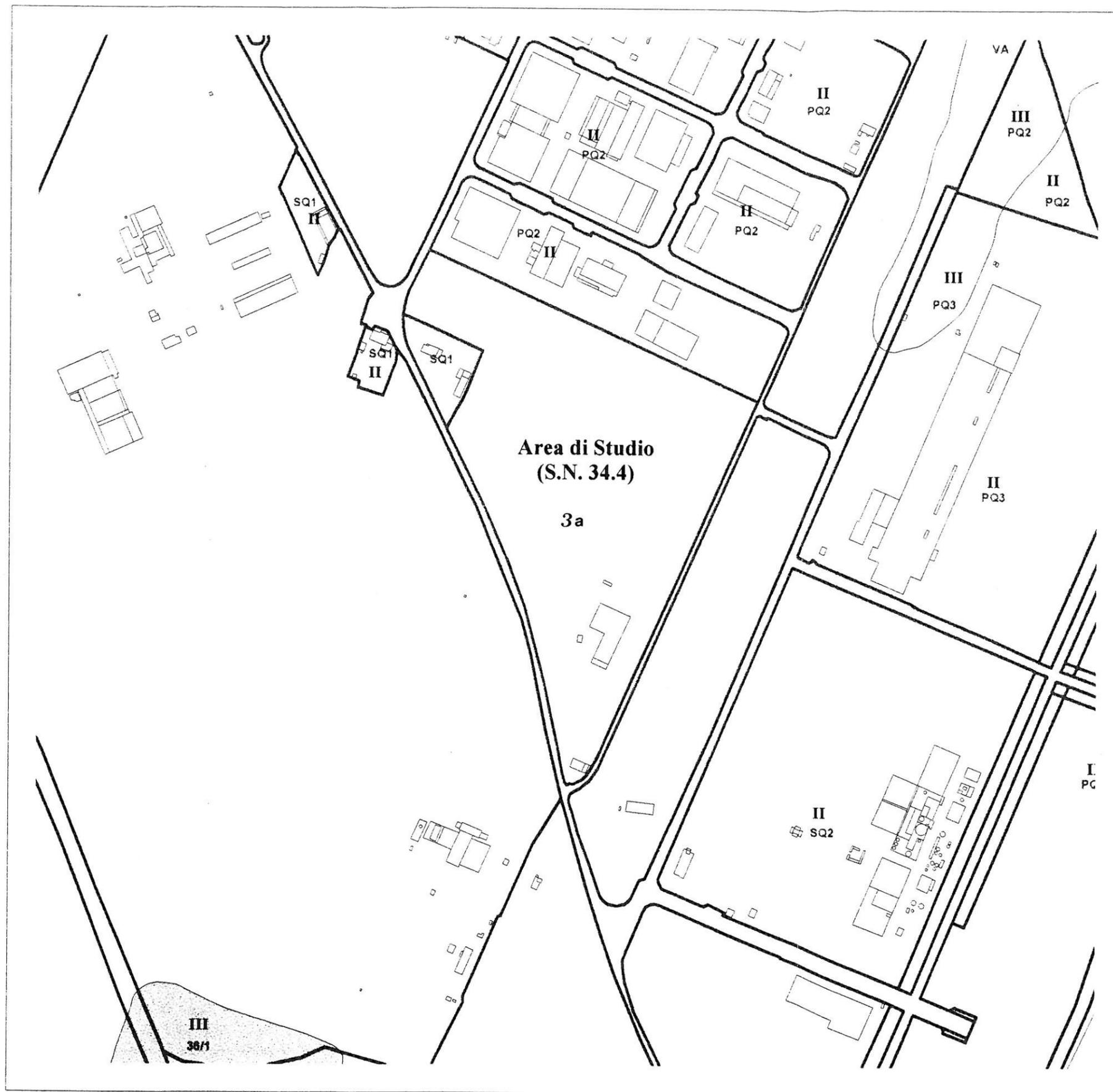
**FATTIBILITA' GEOLOGICA**

**Tavola 1 - COROGRAFIA**

**Scala 1:10.000**

**Data Settembre 2002**

**ACQUA E TERRA**  
Studio Associato di Geologia  
56122 PISA Via T. Rook, 12 tel/fax 050.525027



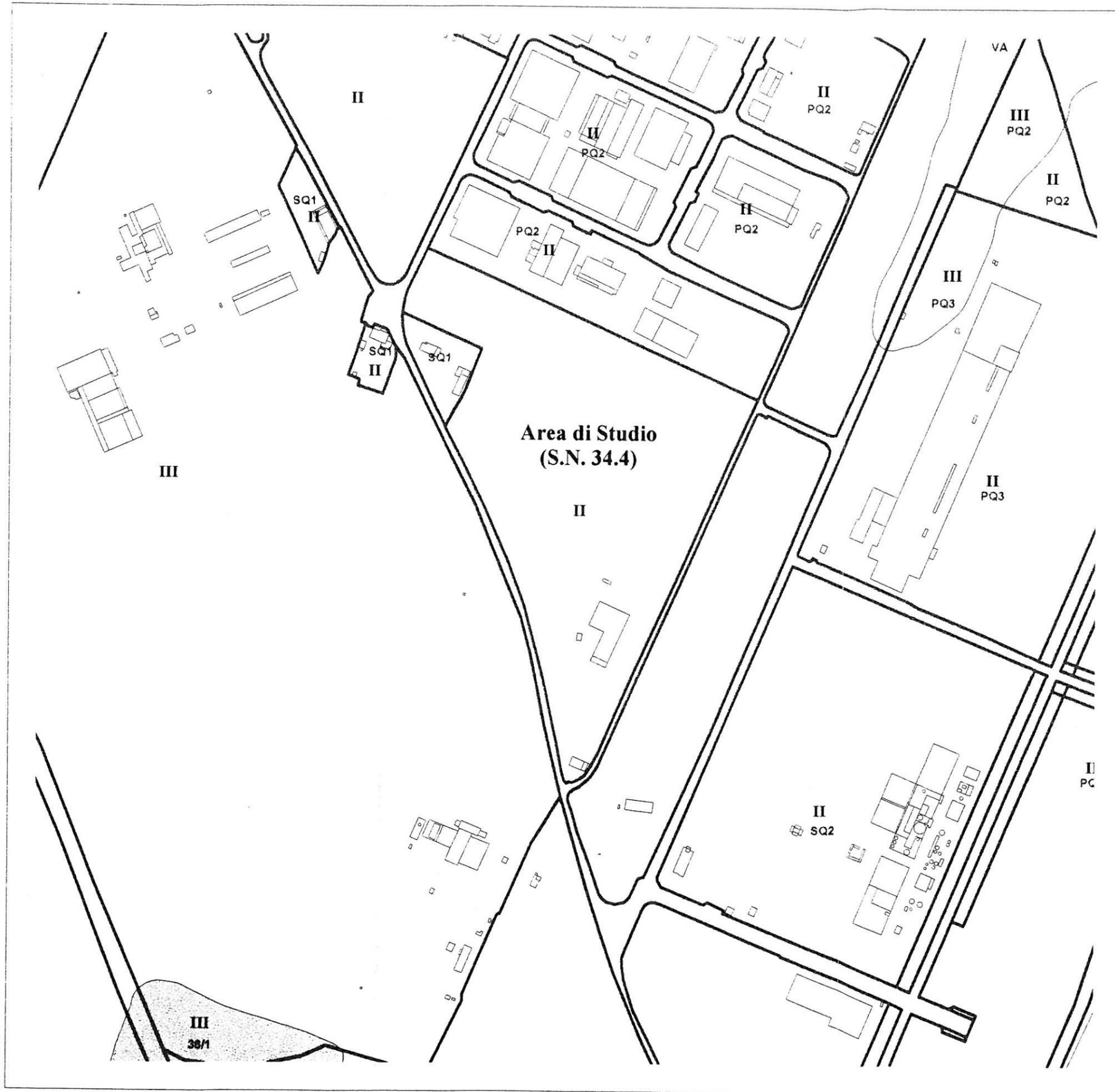
**LEGENDA**

Previsionsi R.U.

**Pericolosità geologica**

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

<b>Comune di Pisa</b>	
<b>Piano attuativo Ospedaletto Via Emilia 2 Scheda Norma 34.4</b>	
<b>FATTIBILITA' GEOLOGICA</b>	
<b>Tavola</b>	<b>2 Estratto Carta Pericolosità (P.S.)</b>
<b>Scala</b>	<b>1: 5.000</b>
<b>Data</b>	<b>Settembre 2002</b>
<b>ACQUA E TERRA</b> Studio Associato di Geologia 56122 PISA Via T. Rook, 12 tel/fax 050.525027	

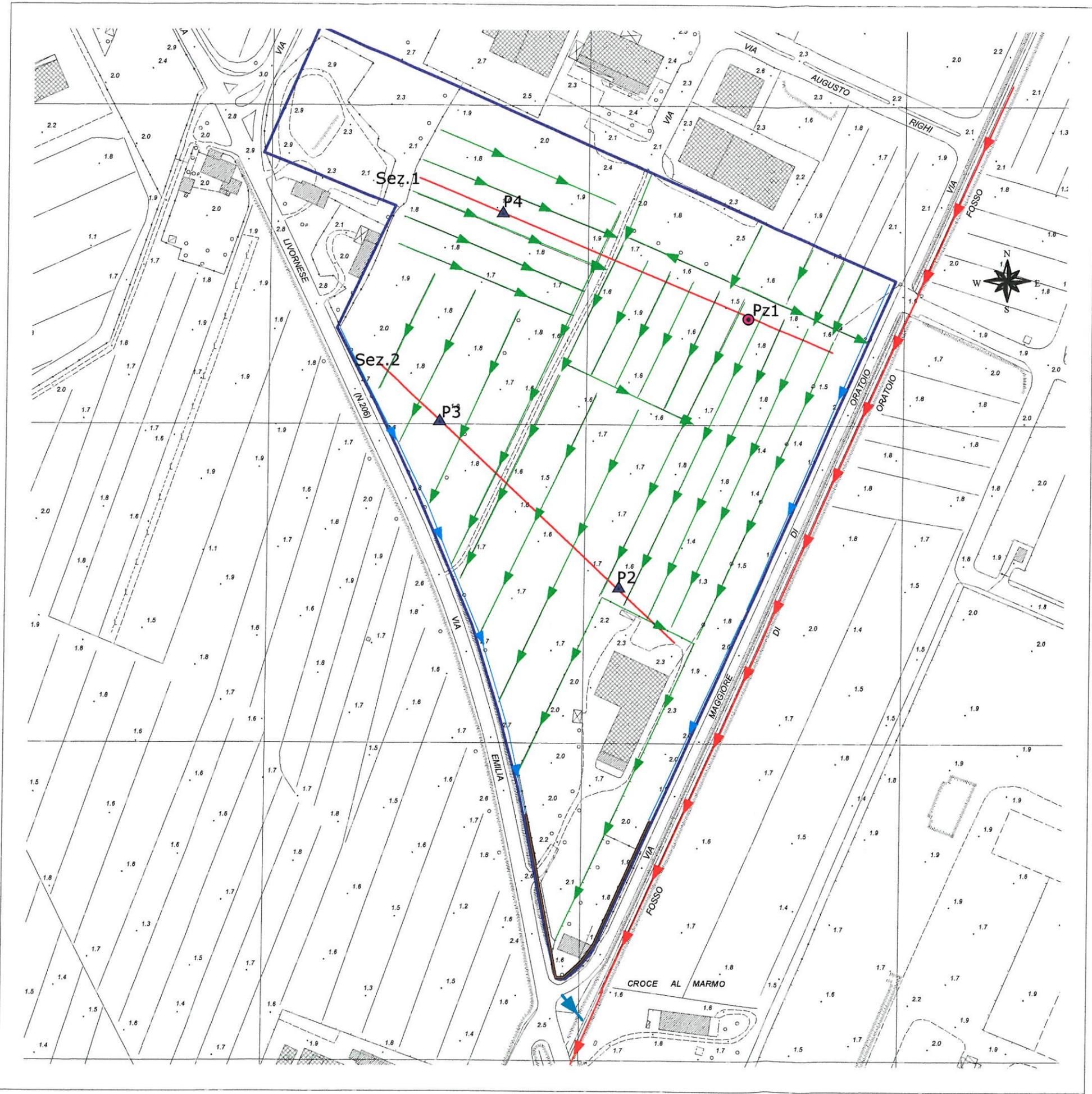


**LEGENDA**

Previsioni R.U.  
**Fattibilità**  
 II  
 III  
 IV  
**Pericolosità geologica**  

 2  
 3a  
 3b  
 3c  
 4

<b>Comune di Pisa</b>	
<b>Piano attuativo Ospedaletto Via Emilia 2 Scheda Norma 34.4</b>	
<b>FATTIBILITA' GEOLOGICA</b>	
<b>Tavola</b>	<b>3 Estratto Carta Fattibilità (R.U.)</b>
<b>Scala</b>	<b>1: 5.000</b>
<b>Data</b>	<b>Settembre 2002</b>
<b>ACQUA E TERRA</b> Studio Associato di Geologia 56122 PISA Via T. Rook, 12 tel/fax 050.525027	



**LEGENDA**

- Area di studio
- Indagini geonostiche**
  - Penetrometria
  - Piezometro
- Traccia di sezione
- Reticolo idraulico con direzione di flusso presunta
- Reticolo idraulico con direzione di flusso accertata
- Confluenza nel Fosso Oratoio
- Tombamenti
- Fosso di Oratoio (sistema acque alte a scolo naturale)

**Comune di Pisa**

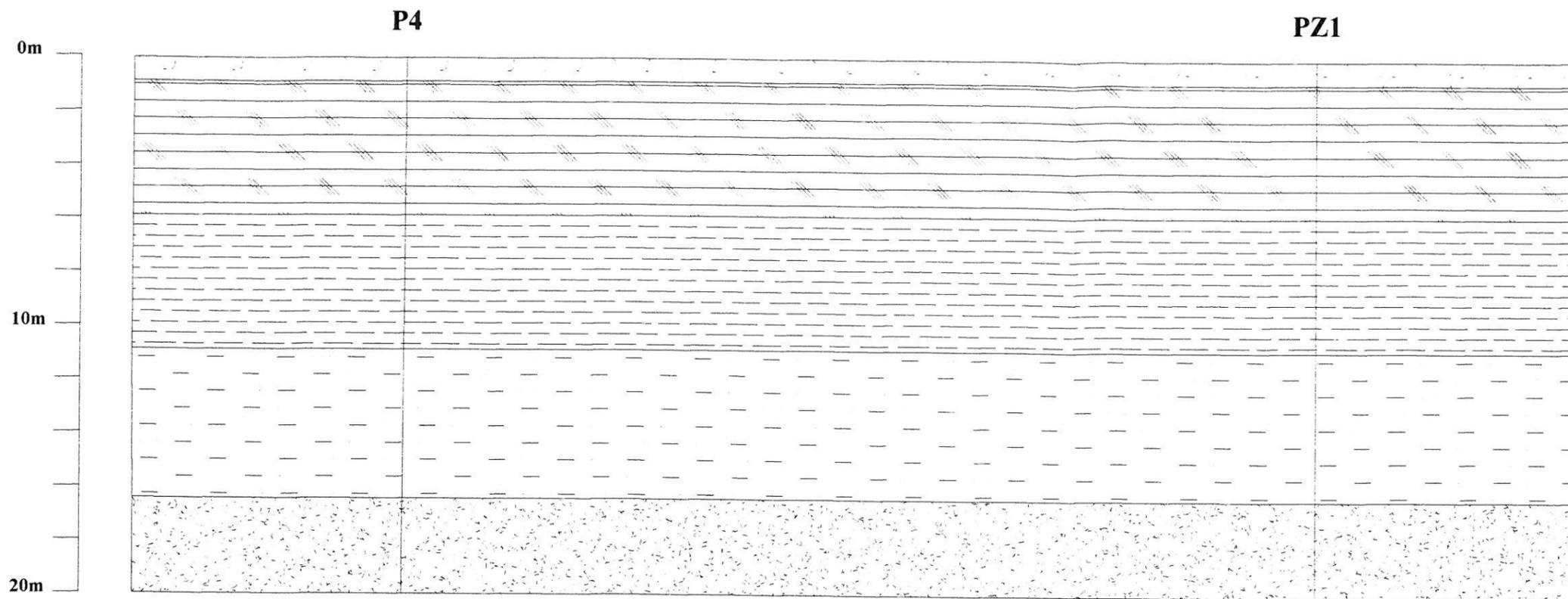
**Piano Attuativo Ospedaletto Via Emilia 2  
Scheda Norma 34.4**

**FATTIBILITA' GEOLOGICA**

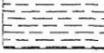
<b>Tavola</b>	<b>4 - Reticolo idraulico superficiale ubicazione indagini e tracce di sezione</b>
<b>Scala</b>	<b>1: 2.500</b>
<b>Data</b>	<b>Settembre 2002</b>

**ACQUA E TERRA**  
Studio Associato di Geologia  
56122 PISA Via T. Rook, 12 tel/fax 050.525027

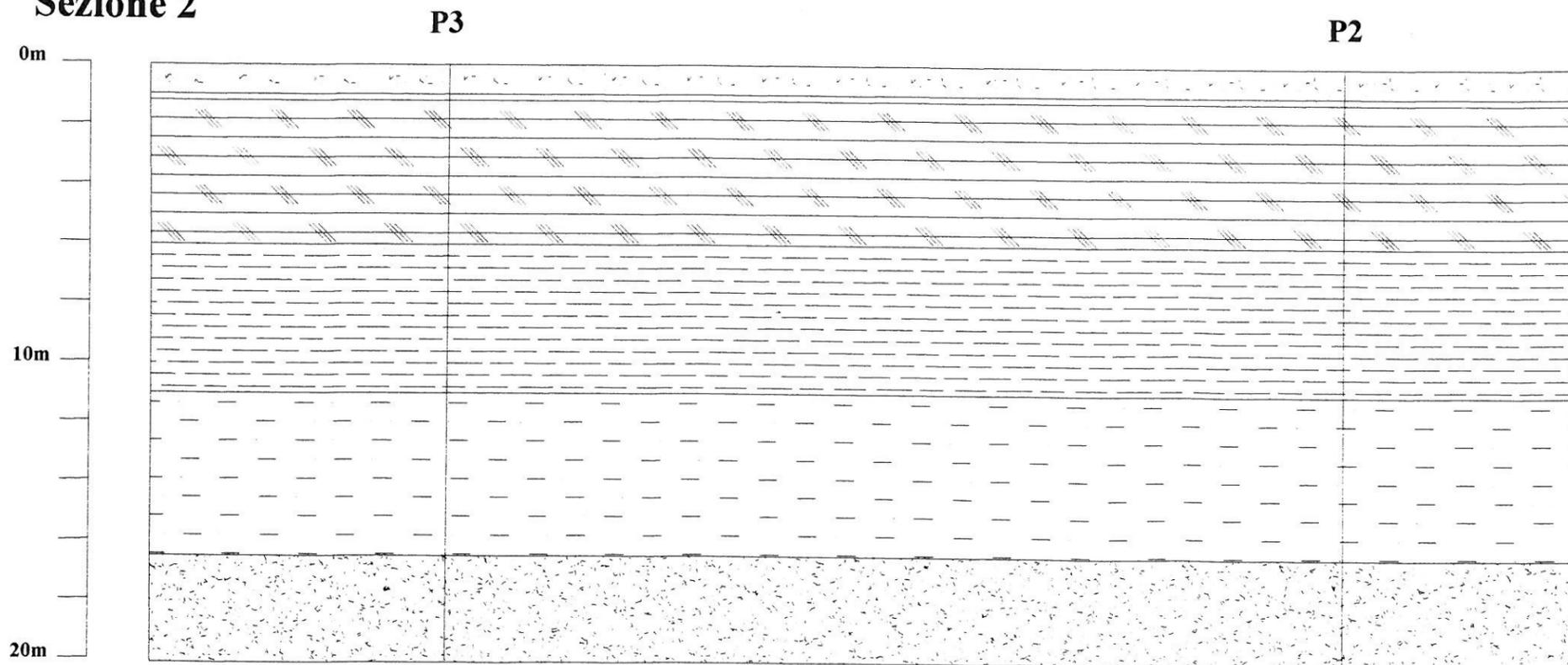
# Sezione 1



## LEGENDA

-  terreno agricolo
-  argille poco consistenti
-  argille molli
-  argille limose molto consistenti
-  sabbie

# Sezione 2



<b>Comune di Pisa</b>	
Piano Attuativo Ospedaletto Via Emilia 2 Scheda Norma 34.4	
<b>FATTIBILITA' GEOLOGICA</b>	
Tavola	5 - Sezioni litostratigrafiche
Scala	orizz. 1:1.000 vert. 1:200
Data	Settembre 2002
Acqua e Terra Studio Associato di Geologia 56122 PISA - Via T. Rook,12 Tel/Fax 050.525027	



- LEGENDA**
- Area a verde da destinare a interventi di laminazione
  - Strade
  - Aree a verde
  - Edifici
  - Piazzali
  - ↗ Idrografia esistente da ricalibrare
  - ↘ Nuovo reticolo idrografico
  - ↗ Idrografia principale
  - ↘ Confluenza
  - ↗↘ Area di studio

**Comune di Pisa**

**Piano Attuativo Ospedaletto Via Emilia 2  
Scheda Norma 34.4**

**FATTIBILITA' GEOLOGICA**

<b>Tavola</b>	<b>6-Reticolo idraulico superficiale stato modificato</b>
<b>Scala</b>	<b>1: 2.500</b>
<b>Data</b>	<b>Settembre 2002</b>

**ACQUA e TERRA**  
Studio Associato di Geologia  
56122 PISA Via T. Rook, 12 tel/fax 050.525027



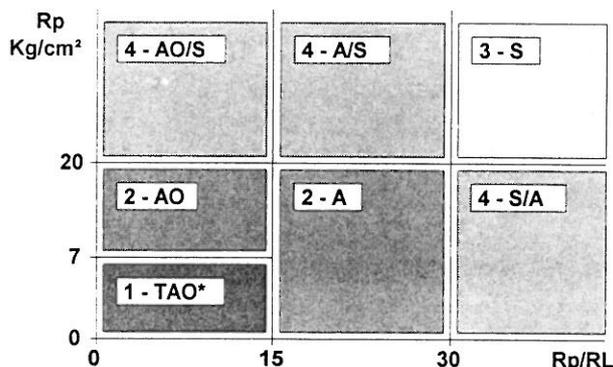
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

### 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 : ( $A_{max}/g$ ) -  $D_r$  ]

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

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

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

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

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

- 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/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

## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

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

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

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

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

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

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

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

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

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

**CPT 1**

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 11/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
- 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	15,0	15,0	30,0	0,53	56,0	10,20	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
0,40	21,0	25,0	42,0	2,13	20,0	10,40	1,5	3,5	3,0	0,33	9,0
0,60	17,0	33,0	34,0	2,67	13,0	10,60	1,5	4,0	3,0	0,53	6,0
0,80	15,0	35,0	30,0	3,47	9,0	10,80	6,0	10,0	12,0	1,07	11,0
1,00	10,0	36,0	20,0	2,53	8,0	11,00	7,0	15,0	14,0	1,33	10,0
1,20	8,0	27,0	16,0	1,87	9,0	11,20	12,0	22,0	24,0	1,33	18,0
1,40	7,0	21,0	14,0	1,47	10,0	11,40	16,0	26,0	32,0	1,87	17,0
1,60	6,0	17,0	12,0	1,27	9,0	11,60	18,0	32,0	36,0	1,87	19,0
1,80	4,5	14,0	9,0	0,93	10,0	11,80	16,0	30,0	32,0	1,47	22,0
2,00	4,0	11,0	8,0	0,93	9,0	12,00	18,0	29,0	36,0	2,67	13,0
2,20	4,0	11,0	8,0	0,87	9,0	12,20	25,0	45,0	50,0	2,00	25,0
2,40	5,5	12,0	11,0	0,93	12,0	12,40	35,0	50,0	70,0	2,53	28,0
2,60	5,0	12,0	10,0	0,93	11,0	12,60	26,0	45,0	52,0	1,33	39,0
2,80	5,0	12,0	10,0	1,07	9,0	12,80	50,0	60,0	100,0	3,33	30,0
3,00	5,5	13,5	11,0	1,07	10,0	13,00	50,0	75,0	100,0	2,00	50,0
3,20	6,0	14,0	12,0	1,27	9,0	13,20	35,0	50,0	70,0	2,00	35,0
3,40	6,5	16,0	13,0	1,13	11,0	13,40	40,0	55,0	80,0	1,33	60,0
3,60	5,5	14,0	11,0	1,00	11,0	13,60	35,0	45,0	70,0	2,67	26,0
3,80	3,5	11,0	7,0	0,80	9,0	13,80	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0
4,00	4,0	10,0	8,0	1,00	8,0	14,00	45,0	65,0	90,0	2,00	45,0
4,20	5,5	13,0	11,0	0,87	13,0	14,20	55,0	70,0	110,0	3,33	33,0
4,40	4,5	11,0	9,0	0,80	11,0	14,40	60,0	85,0	120,0	2,67	45,0
4,60	4,0	10,0	8,0	0,73	11,0	14,60	65,0	85,0	130,0	3,33	39,0
4,80	4,0	9,5	8,0	0,60	13,0	14,80	55,0	80,0	110,0	2,93	37,0
5,00	4,5	9,0	9,0	0,47	19,0	15,00	16,0	38,0	32,0	1,33	24,0
5,20	2,5	6,0	5,0	0,40	12,0	15,20	5,0	15,0	10,0	0,53	19,0
5,40	1,5	4,5	3,0	0,27	11,0	15,40	5,0	9,0	10,0	0,93	11,0
5,60	4,5	6,5	9,0	0,47	19,0	15,60	5,0	12,0	10,0	1,00	10,0
5,80	4,5	8,0	9,0	0,40	22,0	15,80	5,5	13,0	11,0	1,33	8,0
6,00	2,0	5,0	4,0	0,27	15,0	16,00	5,0	15,0	10,0	0,93	11,0
6,20	2,0	4,0	4,0	0,20	20,0	16,20	6,0	13,0	12,0	1,07	11,0
6,40	2,0	3,5	4,0	0,20	20,0	16,40	7,0	15,0	14,0	1,73	8,0
6,60	1,0	2,5	2,0	0,20	10,0	16,60	12,0	25,0	24,0	2,00	12,0
6,80	1,0	2,5	2,0	0,27	7,0	16,80	17,0	32,0	34,0	3,73	9,0
7,00	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0	17,00	7,0	35,0	14,0	2,00	7,0
7,20	1,0	3,0	2,0	0,20	10,0	17,20	45,0	60,0	90,0	2,27	40,0
7,40	1,0	2,5	2,0	0,27	7,0	17,40	18,0	35,0	36,0	2,00	18,0
7,60	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0	17,60	17,0	32,0	34,0	4,00	8,0
7,80	1,0	3,0	2,0	0,20	10,0	17,80	55,0	85,0	110,0	2,67	41,0
8,00	1,0	2,5	2,0	0,27	7,0	18,00	30,0	50,0	60,0	2,67	22,0
8,20	1,0	3,0	2,0	0,20	10,0	18,20	55,0	75,0	110,0	5,33	21,0
8,40	1,0	2,5	2,0	0,27	7,0	18,40	80,0	120,0	160,0	6,67	24,0
8,60	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0	18,60	90,0	140,0	180,0	6,67	27,0
8,80	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0	18,80	90,0	140,0	180,0	6,67	27,0
9,00	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0	19,00	80,0	130,0	160,0	6,67	24,0
9,20	1,5	3,5	3,0	0,20	15,0	19,20	90,0	140,0	180,0	6,67	27,0
9,40	1,5	3,0	3,0	0,33	9,0	19,40	100,0	150,0	200,0	8,00	25,0
9,60	1,5	4,0	3,0	0,27	11,0	19,60	100,0	160,0	200,0	8,00	25,0
9,80	2,0	4,0	4,0	0,33	12,0	19,80	120,0	180,0	240,0	6,67	36,0
10,00	2,0	4,5	4,0	0,27	15,0	20,00	130,0	180,0	260,0	5,33	49,0

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con 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

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

**CPT 1**

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 11/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
- pagina : 2

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>	-
20,20	140,0	180,0	280,0	-----	----						

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

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

**CPT 2**

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :  
- data : 11/07/2002  
- 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	10,0	10,0	20,0	0,80	25,0	10,20	2,0	4,0	4,0	0,33	12,0
0,40	20,0	26,0	40,0	2,53	16,0	10,40	1,5	4,0	3,0	0,33	9,0
0,60	26,0	45,0	52,0	3,33	16,0	10,60	2,0	4,5	4,0	0,27	15,0
0,80	20,0	45,0	40,0	3,33	12,0	10,80	2,0	4,0	4,0	0,33	12,0
1,00	15,0	40,0	30,0	0,13	225,0	11,00	2,0	4,5	4,0	0,33	12,0
1,20	12,0	13,0	24,0	2,40	10,0	11,20	2,5	5,0	5,0	0,53	9,0
1,40	8,0	26,0	16,0	1,73	9,0	11,40	6,0	10,0	12,0	1,07	11,0
1,60	7,0	20,0	14,0	1,27	11,0	11,60	10,0	18,0	20,0	1,07	19,0
1,80	7,5	17,0	15,0	1,27	12,0	11,80	9,0	17,0	18,0	1,40	13,0
2,00	6,5	16,0	13,0	1,27	10,0	12,00	8,5	19,0	17,0	1,47	12,0
2,20	5,5	15,0	11,0	1,07	10,0	12,20	9,0	20,0	18,0	1,53	12,0
2,40	6,0	14,0	12,0	1,20	10,0	12,40	9,5	21,0	19,0	1,60	12,0
2,60	6,5	15,5	13,0	1,13	11,0	12,60	9,0	21,0	18,0	1,60	11,0
2,80	9,5	18,0	19,0	1,20	16,0	12,80	8,0	20,0	16,0	1,67	10,0
3,00	7,0	16,0	14,0	1,33	10,0	13,00	8,5	21,0	17,0	2,07	8,0
3,20	5,0	15,0	10,0	1,07	9,0	13,20	9,5	25,0	19,0	2,00	10,0
3,40	5,0	13,0	10,0	0,73	14,0	13,40	10,0	25,0	20,0	2,13	9,0
3,60	4,5	10,0	9,0	1,00	9,0	13,60	10,0	26,0	20,0	2,00	10,0
3,80	5,5	13,0	11,0	1,20	9,0	13,80	11,0	26,0	22,0	2,13	10,0
4,00	5,0	14,0	10,0	1,13	9,0	14,00	11,0	27,0	22,0	1,73	13,0
4,20	6,5	15,0	13,0	1,07	12,0	14,20	13,0	26,0	26,0	1,47	18,0
4,40	5,0	13,0	10,0	1,00	10,0	14,40	15,0	26,0	30,0	1,60	19,0
4,60	5,0	12,5	10,0	1,07	9,0	14,60	12,0	24,0	24,0	1,87	13,0
4,80	5,0	13,0	10,0	0,80	12,0	14,80	9,0	23,0	18,0	1,60	11,0
5,00	7,0	13,0	14,0	0,40	35,0	15,00	12,0	24,0	24,0	1,47	16,0
5,20	9,0	12,0	18,0	0,60	30,0	15,20	15,0	26,0	30,0	1,60	19,0
5,40	2,5	7,0	5,0	0,27	19,0	15,40	13,0	25,0	26,0	1,33	19,0
5,60	7,0	9,0	14,0	0,67	21,0	15,60	12,0	22,0	24,0	1,47	16,0
5,80	5,0	10,0	10,0	0,40	25,0	15,80	13,0	24,0	26,0	1,47	18,0
6,00	2,0	5,0	4,0	0,40	10,0	16,00	14,0	25,0	28,0	1,33	21,0
6,20	2,0	5,0	4,0	0,27	15,0	16,20	10,0	20,0	20,0	1,47	14,0
6,40	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0	16,40	9,0	20,0	18,0	2,00	9,0
6,60	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0	16,60	15,0	30,0	30,0	2,00	15,0
6,80	1,5	3,5	3,0	0,33	9,0	16,80	25,0	40,0	50,0	2,00	25,0
7,00	1,0	3,5	2,0	0,27	7,0	17,00	25,0	40,0	50,0	2,67	19,0
7,20	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0	17,20	25,0	45,0	50,0	4,00	12,0
7,40	1,0	3,0	2,0	0,20	10,0	17,40	35,0	65,0	70,0	4,00	18,0
7,60	1,5	3,0	3,0	0,20	15,0	17,60	50,0	80,0	100,0	3,33	30,0
7,80	1,0	2,5	2,0	0,33	6,0	17,80	50,0	75,0	100,0	2,67	37,0
8,00	1,0	3,5	2,0	0,27	7,0	18,00	55,0	75,0	110,0	3,33	33,0
8,20	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	18,20	55,0	80,0	110,0	4,00	28,0
8,40	1,0	3,0	2,0	0,20	10,0	18,40	50,0	80,0	100,0	4,00	25,0
8,60	1,5	3,0	3,0	0,20	15,0	18,60	60,0	90,0	120,0	4,00	30,0
8,80	1,0	2,5	2,0	0,27	7,0	18,80	60,0	90,0	120,0	4,00	30,0
9,00	1,0	3,0	2,0	0,20	10,0	19,00	70,0	100,0	140,0	4,00	35,0
9,20	1,5	3,0	3,0	0,33	9,0	19,20	80,0	110,0	160,0	5,33	30,0
9,40	1,0	3,5	2,0	0,27	7,0	19,40	80,0	120,0	160,0	6,67	24,0
9,60	1,5	3,5	3,0	0,33	9,0	19,60	70,0	120,0	140,0	5,33	26,0
9,80	1,0	3,5	2,0	0,33	6,0	19,80	100,0	140,0	200,0	-----	-----
10,00	1,5	4,0	3,0	0,27	11,0						

- 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 Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 19/07/2002  
- 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	8,0	8,0	16,0	0,93	17,0	9,80	2,0	4,0	4,0	0,33	12,0
0,40	15,0	22,0	30,0	1,73	17,0	10,00	1,5	4,0	3,0	0,27	11,0
0,60	22,0	35,0	44,0	2,67	16,0	10,20	2,0	4,0	4,0	0,20	20,0
0,80	20,0	40,0	40,0	2,93	14,0	10,40	3,0	4,5	6,0	0,20	30,0
1,00	16,0	38,0	32,0	0,67	48,0	10,60	2,0	3,5	4,0	0,20	20,0
1,20	10,0	15,0	20,0	1,47	14,0	10,80	1,5	3,0	3,0	0,27	11,0
1,40	10,0	21,0	20,0	1,33	15,0	11,00	2,0	4,0	4,0	0,33	12,0
1,60	9,0	19,0	18,0	1,27	14,0	11,20	2,5	5,0	5,0	0,40	12,0
1,80	8,5	18,0	17,0	1,33	13,0	11,40	3,0	6,0	6,0	0,53	11,0
2,00	5,0	15,0	10,0	1,27	8,0	11,60	8,0	12,0	16,0	0,60	27,0
2,20	5,5	15,0	11,0	1,20	9,0	11,80	8,5	13,0	17,0	0,93	18,0
2,40	5,0	14,0	10,0	1,20	8,0	12,00	9,0	16,0	18,0	1,20	15,0
2,60	7,0	16,0	14,0	1,07	13,0	12,20	10,0	19,0	20,0	1,33	15,0
2,80	8,0	16,0	16,0	1,20	13,0	12,40	10,0	20,0	20,0	1,47	14,0
3,00	6,0	15,0	12,0	1,07	11,0	12,60	11,0	22,0	22,0	1,33	16,0
3,20	5,0	13,0	10,0	1,07	9,0	12,80	8,0	18,0	16,0	1,87	9,0
3,40	4,0	12,0	8,0	0,80	10,0	13,00	10,0	24,0	20,0	2,00	10,0
3,60	5,0	11,0	10,0	1,07	9,0	13,20	11,0	26,0	22,0	2,00	11,0
3,80	4,0	12,0	8,0	1,07	7,0	13,40	10,0	25,0	20,0	2,27	9,0
4,00	5,0	13,0	10,0	1,07	9,0	13,60	10,0	27,0	20,0	2,40	8,0
4,20	6,0	14,0	12,0	1,20	10,0	13,80	12,0	30,0	24,0	2,40	10,0
4,40	5,0	14,0	10,0	1,07	9,0	14,00	12,0	30,0	24,0	2,27	11,0
4,60	4,0	12,0	8,0	1,00	8,0	14,20	8,0	25,0	16,0	2,13	7,0
4,80	4,5	12,0	9,0	0,93	10,0	14,40	9,0	25,0	18,0	1,73	10,0
5,00	6,0	13,0	12,0	0,73	16,0	14,60	9,0	22,0	18,0	2,13	8,0
5,20	7,5	13,0	15,0	0,53	28,0	14,80	8,0	24,0	16,0	2,13	7,0
5,40	5,0	9,0	10,0	0,53	19,0	15,00	10,0	26,0	20,0	2,00	10,0
5,60	6,0	10,0	12,0	0,67	18,0	15,20	10,0	25,0	20,0	1,87	11,0
5,80	5,0	10,0	10,0	0,27	37,0	15,40	12,0	26,0	24,0	1,60	15,0
6,00	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0	15,60	13,0	25,0	26,0	1,73	15,0
6,20	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0	15,80	11,0	24,0	22,0	1,60	14,0
6,40	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	16,00	14,0	26,0	28,0	1,33	21,0
6,60	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	16,20	12,0	22,0	24,0	1,20	20,0
6,80	1,0	3,0	2,0	0,33	6,0	16,40	9,0	18,0	18,0	1,87	10,0
7,00	1,0	3,5	2,0	0,33	6,0	16,60	10,0	24,0	20,0	2,00	10,0
7,20	1,0	3,5	2,0	0,33	6,0	16,80	15,0	30,0	30,0	2,27	13,0
7,40	0,5	3,0	1,0	0,33	3,0	17,00	18,0	35,0	36,0	2,27	16,0
7,60	0,5	3,0	1,0	0,20	5,0	17,20	18,0	35,0	36,0	2,67	13,0
7,80	1,0	2,5	2,0	0,27	7,0	17,40	20,0	40,0	40,0	2,67	15,0
8,00	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0	17,60	25,0	45,0	50,0	3,33	15,0
8,20	3,0	5,0	6,0	0,33	18,0	17,80	25,0	50,0	50,0	3,07	16,0
8,40	1,5	4,0	3,0	0,27	11,0	18,00	27,0	50,0	54,0	2,67	20,0
8,60	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0	18,20	40,0	60,0	80,0	2,67	30,0
8,80	1,5	3,5	3,0	0,20	15,0	18,40	45,0	65,0	90,0	4,00	22,0
9,00	1,0	2,5	2,0	0,20	10,0	18,60	50,0	80,0	100,0	4,00	25,0
9,20	1,5	3,0	3,0	0,27	11,0	18,80	55,0	85,0	110,0	2,67	41,0
9,40	2,0	4,0	4,0	0,20	20,0	19,00	70,0	90,0	140,0	6,67	21,0
9,60	1,5	3,0	3,0	0,27	11,0	19,20	100,0	150,0	200,0	----	----

- 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

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

**CPT 4**

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 19/07/2002  
- 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	10,0	10,0	20,0	1,07	19,0	9,80	3,0	6,0	6,0	0,60	10,0
0,40	12,0	20,0	24,0	1,33	18,0	10,00	4,0	8,5	8,0	0,73	11,0
0,60	20,0	30,0	40,0	2,27	18,0	10,20	5,0	10,5	10,0	0,53	19,0
0,80	18,0	35,0	36,0	2,67	13,0	10,40	4,0	8,0	8,0	0,27	30,0
1,00	15,0	35,0	30,0	0,53	56,0	10,60	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
1,20	9,0	13,0	18,0	0,80	22,0	10,80	2,5	4,5	5,0	0,40	12,0
1,40	8,0	14,0	16,0	0,80	20,0	11,00	3,0	6,0	6,0	0,93	6,0
1,60	9,0	15,0	18,0	0,80	22,0	11,20	6,0	13,0	12,0	1,07	11,0
1,80	7,0	13,0	14,0	1,20	12,0	11,40	7,0	15,0	14,0	0,73	19,0
2,00	6,0	15,0	12,0	1,27	9,0	11,60	8,0	13,5	16,0	0,73	22,0
2,20	5,0	14,5	10,0	1,27	8,0	11,80	8,5	14,0	17,0	0,87	20,0
2,40	5,5	15,0	11,0	1,47	7,0	12,00	8,5	15,0	17,0	0,93	18,0
2,60	6,0	17,0	12,0	1,07	11,0	12,20	10,0	17,0	20,0	1,00	20,0
2,80	8,0	16,0	16,0	1,20	13,0	12,40	10,5	18,0	21,0	1,00	21,0
3,00	6,0	15,0	12,0	1,07	11,0	12,60	10,5	18,0	21,0	1,20	17,0
3,20	4,0	12,0	8,0	0,93	9,0	12,80	8,0	17,0	16,0	1,13	14,0
3,40	4,0	11,0	8,0	0,93	9,0	13,00	9,0	17,5	18,0	1,87	10,0
3,60	5,0	12,0	10,0	0,93	11,0	13,20	11,0	25,0	22,0	2,00	11,0
3,80	3,0	10,0	6,0	1,27	5,0	13,40	10,0	25,0	20,0	2,13	9,0
4,00	4,5	14,0	9,0	1,20	7,0	13,60	10,0	26,0	20,0	2,13	9,0
4,20	6,0	15,0	12,0	1,47	8,0	13,80	12,0	28,0	24,0	2,00	12,0
4,40	8,0	19,0	16,0	1,33	12,0	14,00	13,0	28,0	26,0	2,00	13,0
4,60	8,0	18,0	16,0	1,13	14,0	14,20	15,0	30,0	30,0	2,27	13,0
4,80	4,5	13,0	9,0	1,20	7,0	14,40	15,0	32,0	30,0	2,13	14,0
5,00	5,0	14,0	10,0	1,20	8,0	14,60	16,0	32,0	32,0	2,53	13,0
5,20	6,0	15,0	12,0	0,80	15,0	14,80	16,0	35,0	32,0	3,07	10,0
5,40	5,0	11,0	10,0	0,80	12,0	15,00	13,0	36,0	26,0	1,73	15,0
5,60	6,0	12,0	12,0	1,00	12,0	15,20	12,0	25,0	24,0	1,80	13,0
5,80	7,0	14,5	14,0	0,40	35,0	15,40	12,5	26,0	25,0	2,27	11,0
6,00	4,0	7,0	8,0	0,33	24,0	15,60	13,0	30,0	26,0	2,07	13,0
6,20	3,0	5,5	6,0	0,33	18,0	15,80	14,5	30,0	29,0	2,27	13,0
6,40	3,5	6,0	7,0	0,20	35,0	16,00	15,0	32,0	30,0	1,60	19,0
6,60	2,5	4,0	5,0	0,27	19,0	16,20	14,0	26,0	28,0	0,80	35,0
6,80	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	16,40	13,0	19,0	26,0	1,07	24,0
7,00	1,5	3,5	3,0	0,27	11,0	16,60	12,0	20,0	24,0	2,00	12,0
7,20	1,0	3,0	2,0	0,33	6,0	16,80	15,0	30,0	30,0	2,27	13,0
7,40	1,5	4,0	3,0	0,40	7,0	17,00	18,0	35,0	36,0	2,13	17,0
7,60	0,5	3,5	1,0	0,27	4,0	17,20	19,0	35,0	38,0	2,40	16,0
7,80	1,5	3,5	3,0	0,27	11,0	17,40	22,0	40,0	44,0	2,93	15,0
8,00	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	17,60	23,0	45,0	46,0	3,33	14,0
8,20	4,0	6,0	8,0	0,40	20,0	17,80	25,0	50,0	50,0	3,60	14,0
8,40	2,0	5,0	4,0	0,40	10,0	18,00	28,0	55,0	56,0	3,73	15,0
8,60	1,0	4,0	2,0	0,33	6,0	18,20	27,0	55,0	54,0	4,00	14,0
8,80	1,5	4,0	3,0	0,20	15,0	18,40	35,0	65,0	70,0	4,00	18,0
9,00	1,0	2,5	2,0	0,20	10,0	18,60	45,0	75,0	90,0	4,67	19,0
9,20	1,5	3,0	3,0	0,33	9,0	18,80	50,0	85,0	100,0	----	----
9,40	2,5	5,0	5,0	0,47	11,0	19,00	100,0	100,0	200,0	----	----
9,60	2,0	5,5	4,0	0,40	10,0						

- 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

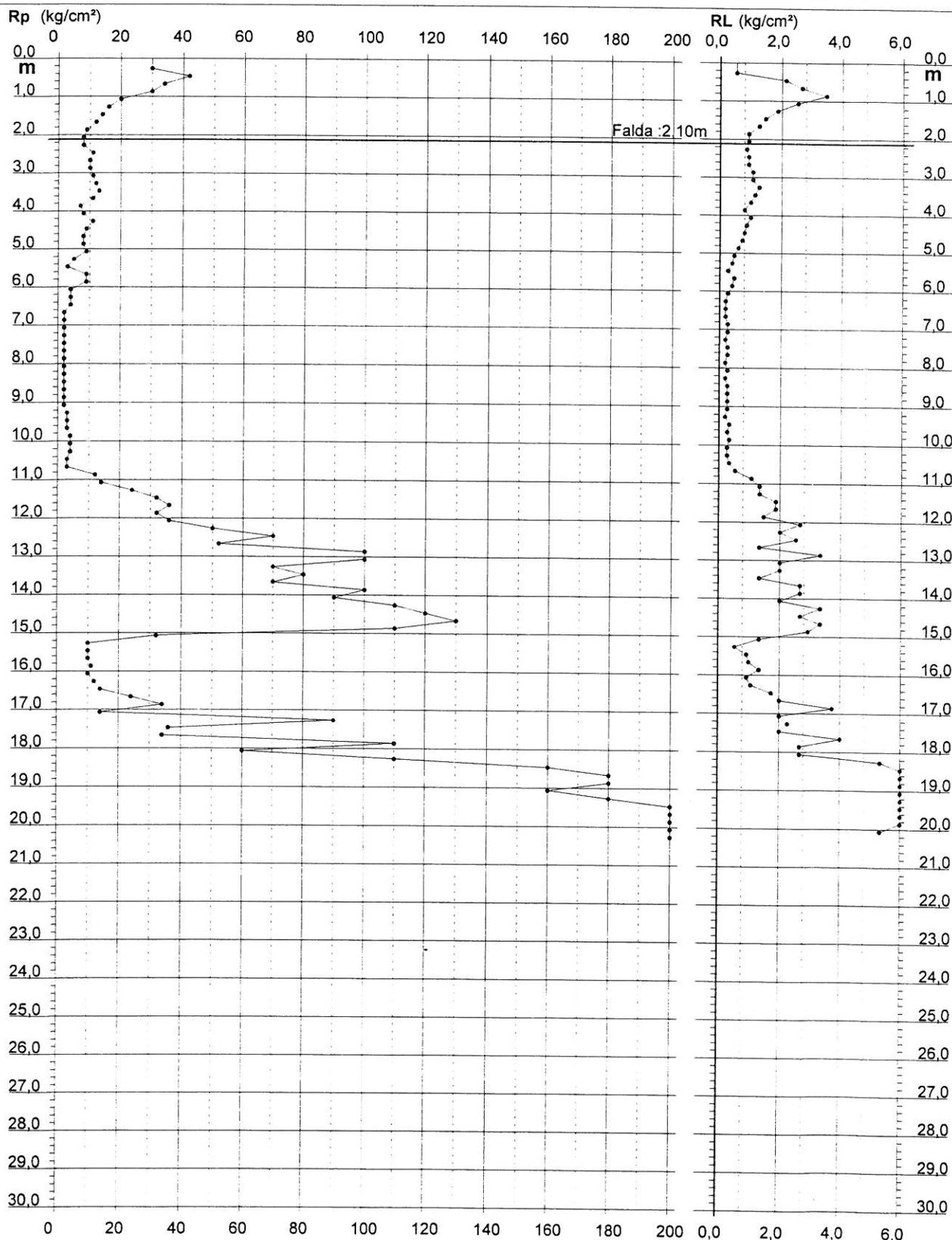
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)

- data : 11/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 150



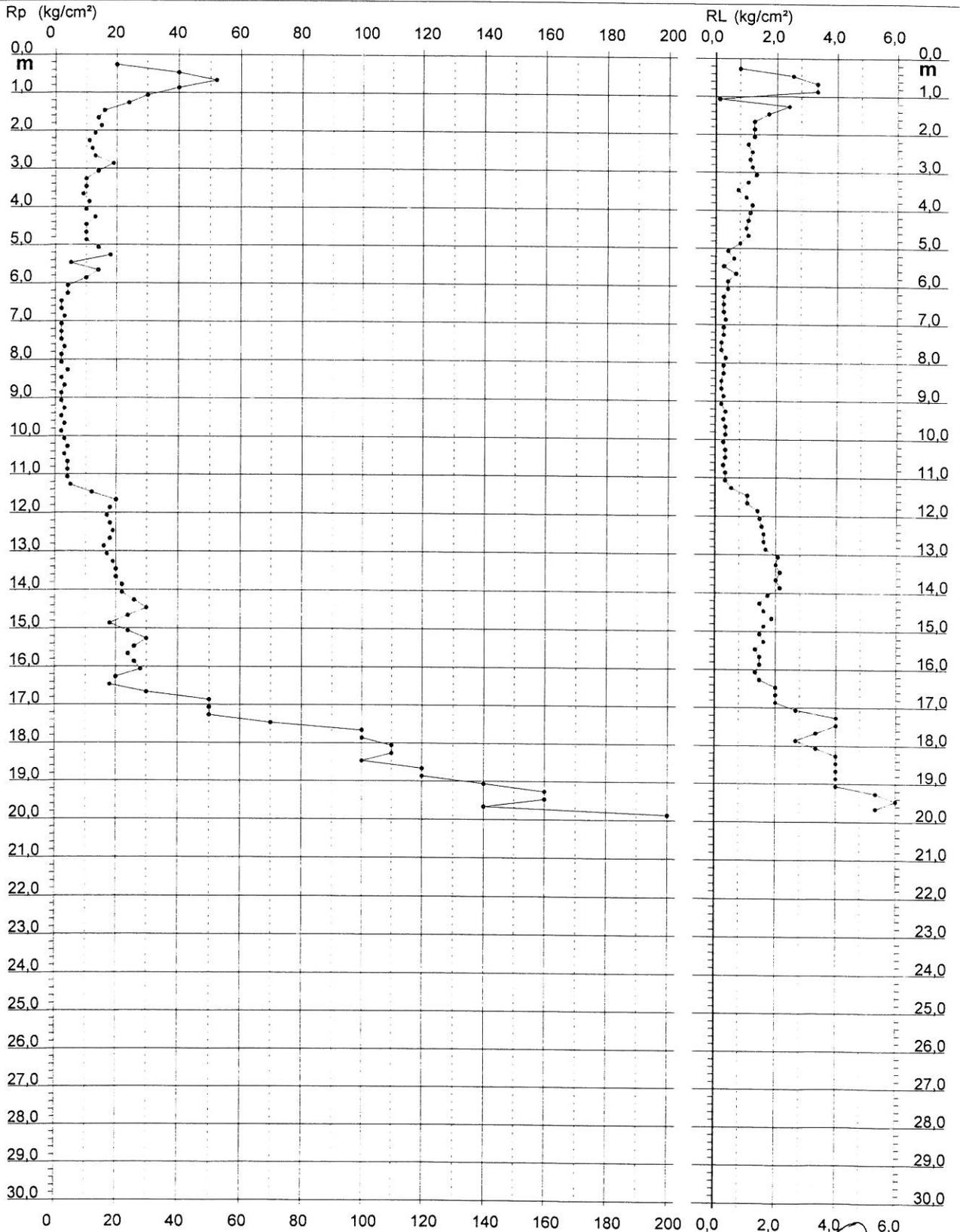
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 2

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)

- data : 11/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



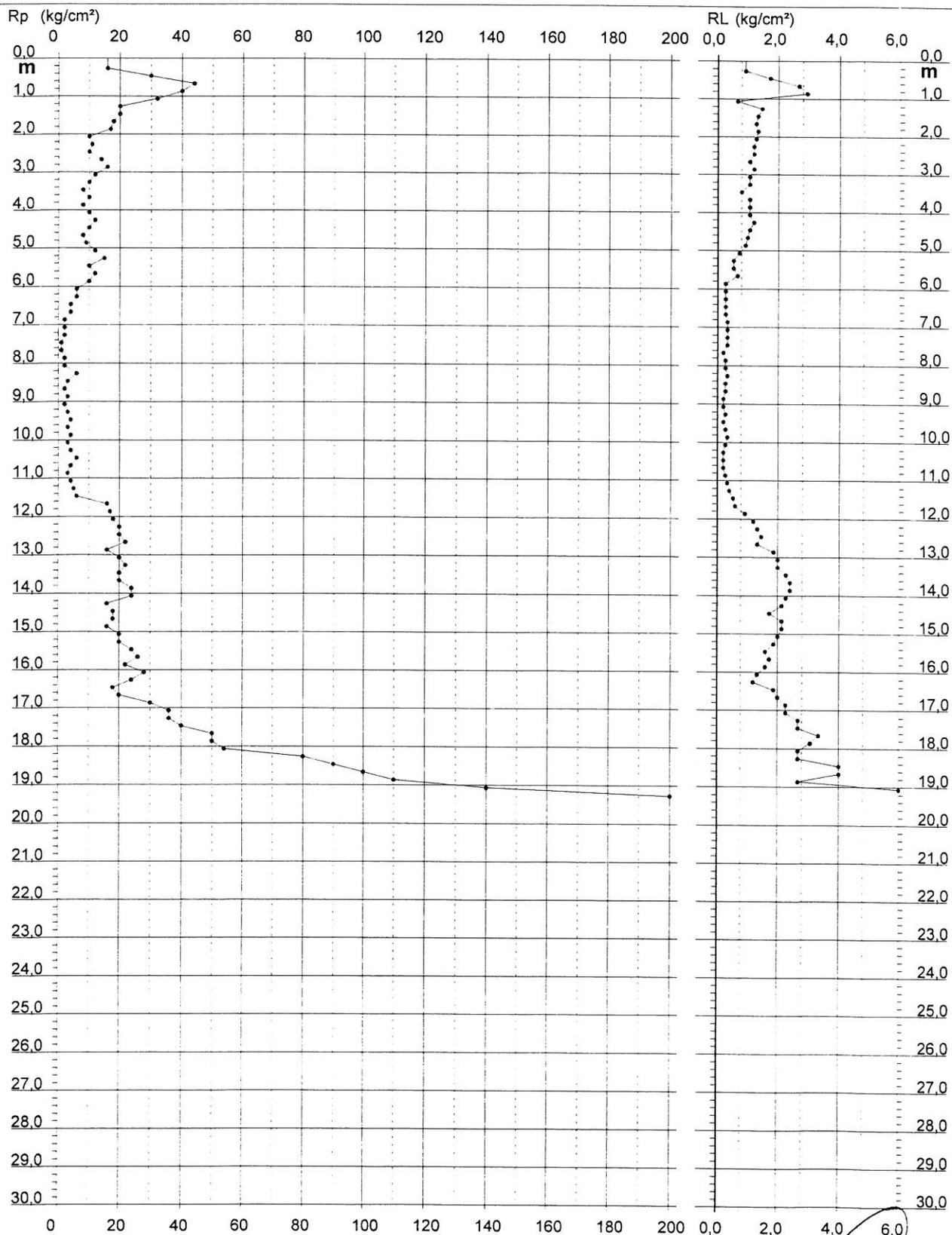
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)

- data : 19/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert. : 1 : 150



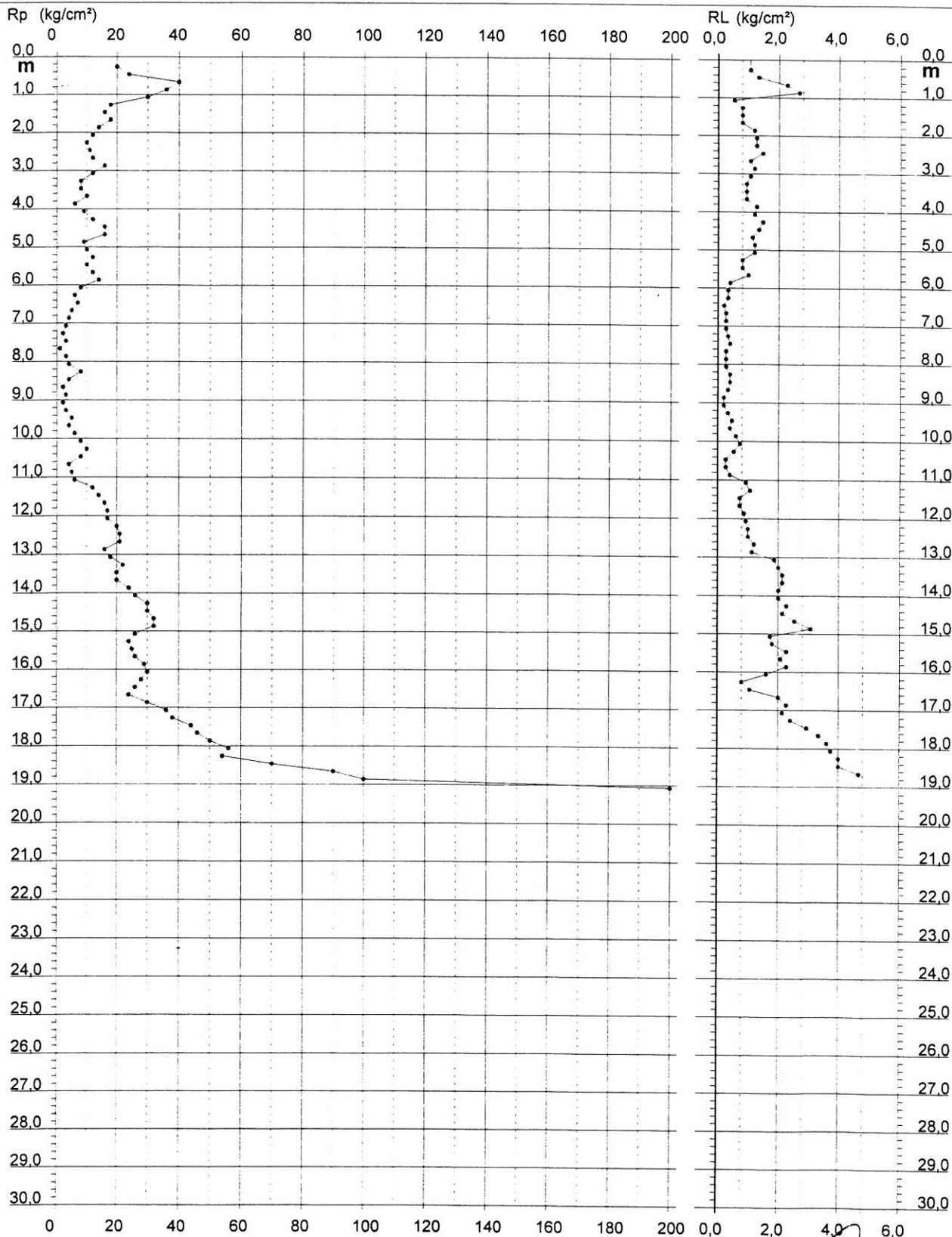
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)

- data : 19/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert. : 1 : 150



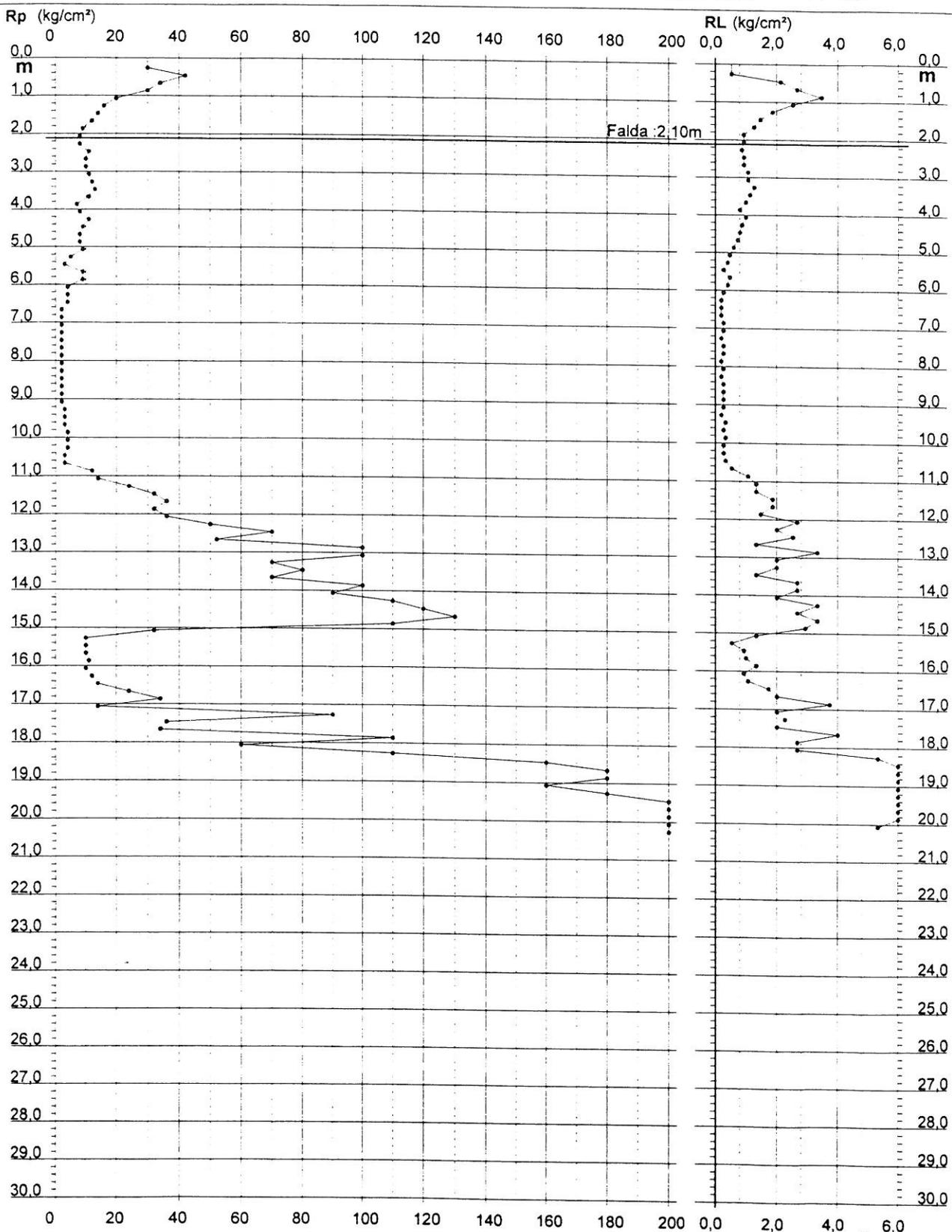
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 1

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)

- data : 11/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 150





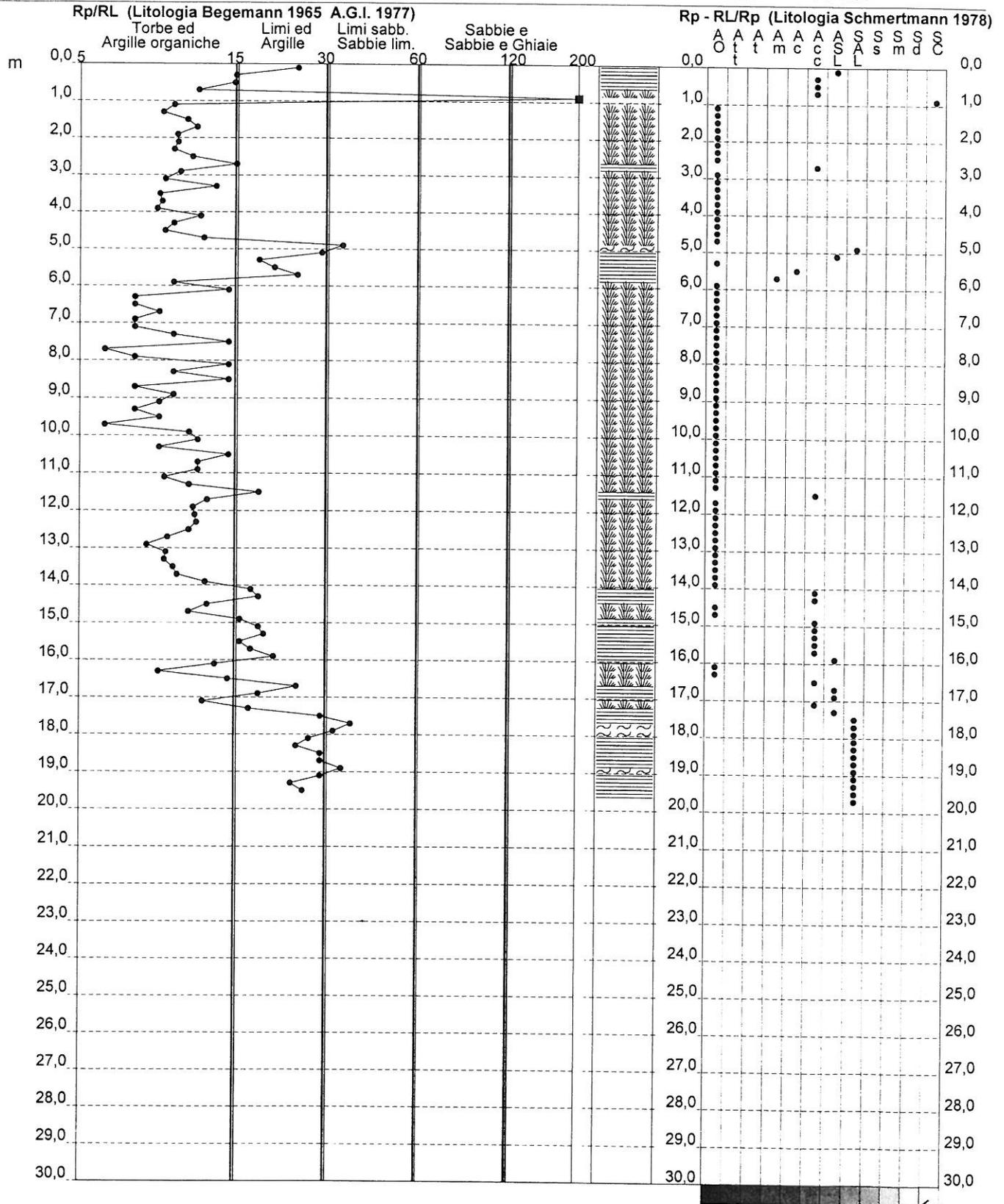
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 2**

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 11/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



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

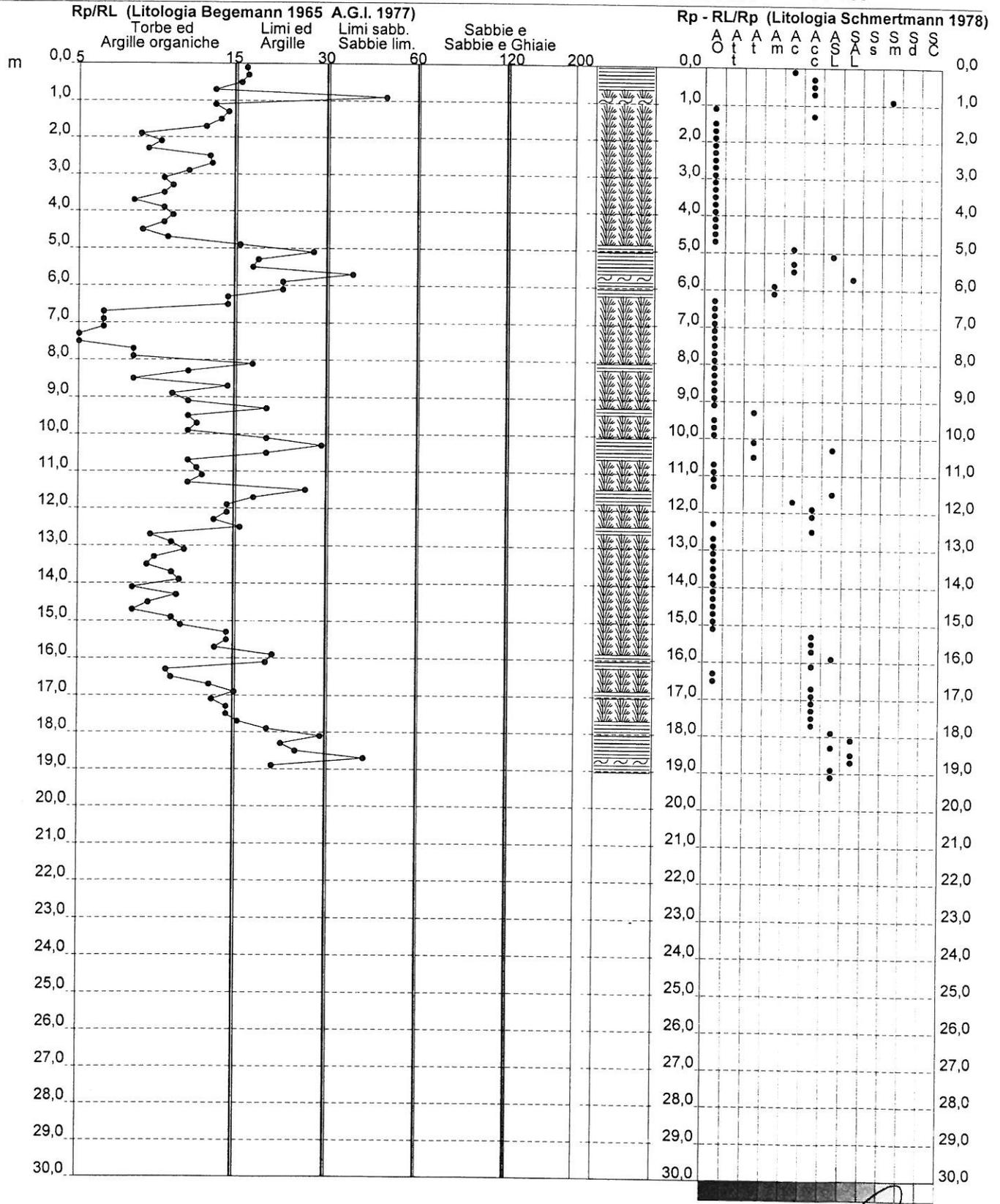
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 3**

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 19/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



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

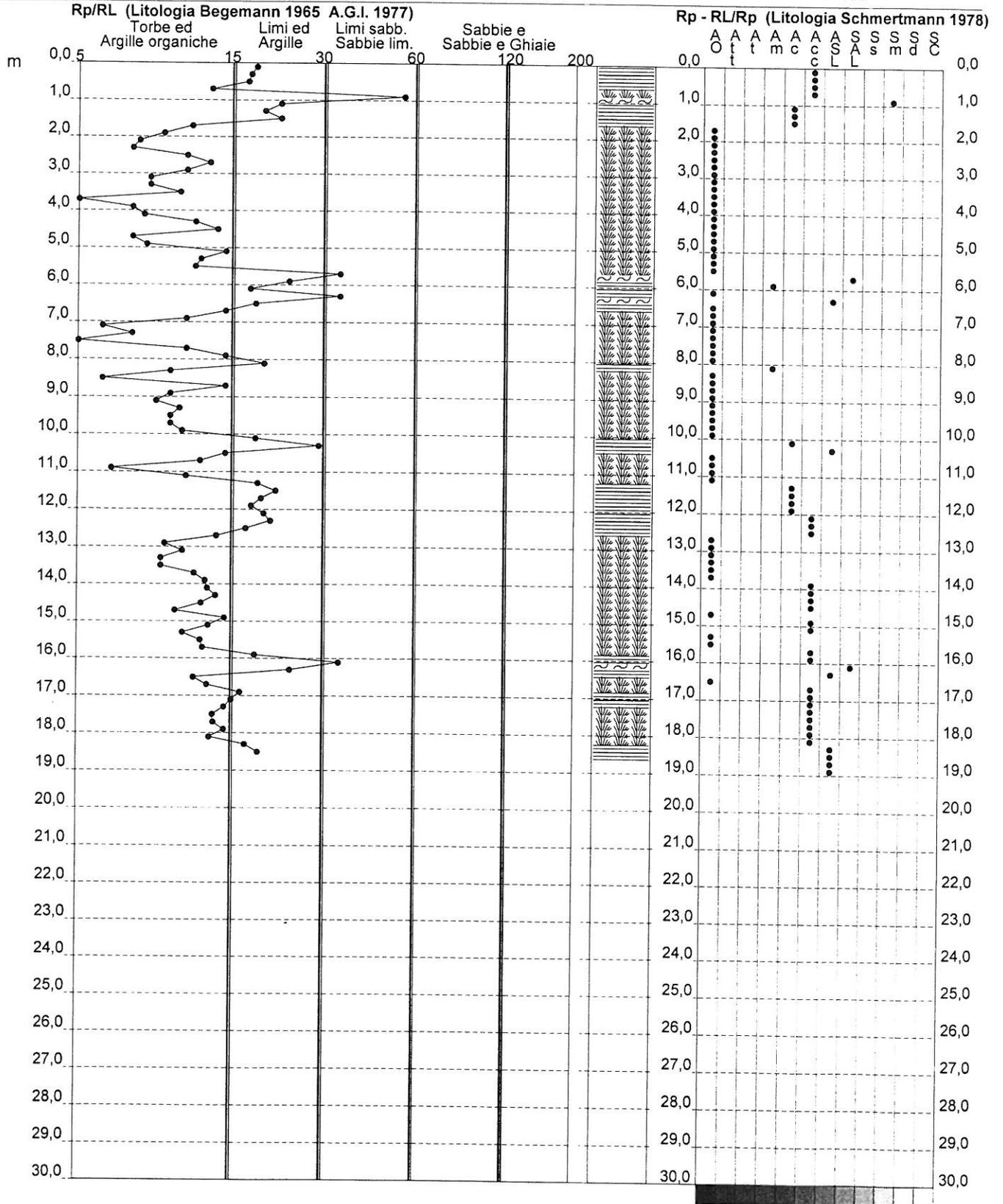
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 4**

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 19/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 11/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Ri (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (*)	ø2s (*)	ø3s (*)	ø4s (*)	ødm (*)	ømy (*)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	30	56	3:III	1,85	0,04	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	45	29	0,258	50	75	90
0,40	42	20	4:F	1,85	0,07	1,40	99,9	238	357	126	100	42	43	45	46	44	30	0,258	70	105	126
0,60	34	13	4:F	1,85	0,11	1,13	99,9	193	289	102	89	40	42	43	45	42	29	0,218	57	85	102
0,80	30	9	4:F	1,85	0,15	1,00	68,4	170	255	90	77	39	41	42	44	40	29	0,181	50	75	90
1,00	20	8	4:F	1,85	0,19	0,80	39,2	136	204	60	58	36	38	40	43	37	27	0,125	33	50	60
1,20	16	9	2:III	1,85	0,22	0,70	26,2	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,40	14	10	2:III	1,85	0,26	0,64	19,3	108	162	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,60	12	9	2:III	1,85	0,30	0,57	14,3	97	146	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,80	9	10	2:III	1,85	0,33	0,45	9,1	79	119	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	8	9	2:III	1,85	0,37	0,40	6,9	93	140	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,20	8	9	2:III	0,86	0,39	0,40	6,5	100	149	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,40	11	12	2:III	0,91	0,41	0,54	8,9	96	144	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,60	10	11	2:III	0,90	0,42	0,50	7,7	103	154	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,80	10	9	2:III	0,90	0,44	0,50	7,3	109	163	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	11	10	2:III	0,91	0,46	0,54	7,6	112	168	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,20	12	9	2:III	0,92	0,48	0,57	7,8	115	173	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,40	13	11	2:III	0,93	0,50	0,60	8,0	119	179	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,60	11	11	2:III	0,91	0,51	0,54	6,6	132	198	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,80	7	9	1:***	0,46	0,52	0,35	3,8	27	40	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,00	8	8	2:III	0,86	0,54	0,40	4,3	151	227	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,20	11	13	2:III	0,91	0,56	0,54	6,0	148	223	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,40	9	11	2:III	0,88	0,58	0,45	4,6	161	241	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,60	8	11	2:III	0,86	0,59	0,40	3,8	167	251	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,80	8	13	2:III	0,86	0,61	0,40	3,7	173	259	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,00	9	19	2:III	0,88	0,63	0,45	4,1	176	263	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,20	5	12	1:***	0,46	0,64	0,25	1,9	30	45	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,40	3	11	1:***	0,46	0,65	0,15	1,0	19	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,60	9	19	2:III	0,88	0,66	0,45	3,9	187	280	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,80	9	22	2:III	0,88	0,68	0,45	3,7	193	289	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,00	4	15	1:***	0,46	0,69	0,20	1,3	26	38	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,20	4	20	2:III	0,78	0,71	0,20	1,3	118	177	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,40	4	20	2:III	0,78	0,72	0,20	1,3	118	178	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,60	2	10	1:***	0,46	0,73	0,10	0,5	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,80	2	7	1:***	0,46	0,74	0,10	0,5	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,00	2	7	1:***	0,46	0,75	0,10	0,5	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,20	2	10	1:***	0,46	0,76	0,10	0,5	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,40	2	7	1:***	0,46	0,77	0,10	0,5	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,60	2	7	1:***	0,46	0,78	0,10	0,5	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,80	2	10	1:***	0,46	0,79	0,10	0,5	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,00	2	7	1:***	0,46	0,80	0,10	0,5	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,20	2	10	1:***	0,46	0,81	0,10	0,5	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,40	2	7	1:***	0,46	0,81	0,10	0,5	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,60	2	7	1:***	0,46	0,82	0,10	0,4	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,80	2	7	1:***	0,46	0,83	0,10	0,4	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,00	2	7	1:***	0,46	0,84	0,10	0,4	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,20	3	15	1:***	0,46	0,85	0,15	0,7	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,40	3	9	1:***	0,46	0,86	0,15	0,7	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,60	3	11	1:***	0,46	0,87	0,15	0,7	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,80	4	12	1:***	0,46	0,88	0,20	1,0	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,00	4	15	1:***	0,46	0,89	0,20	1,0	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,20	4	15	1:***	0,46	0,90	0,20	1,0	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,40	3	9	1:***	0,46	0,91	0,15	0,7	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,60	3	6	1:***	0,46	0,92	0,15	0,7	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,80	12	11	2:III	0,92	0,93	0,57	3,4	263	394	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,00	14	10	2:III	0,94	0,95	0,64	3,8	269	403	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,20	24	18	4:F	0,94	0,97	0,89	5,6	262	393	72	24	31	34	37	40	29	28	0,045	40	60	72
11,40	32	17	4:F	0,97	0,99	1,07	6,9	250	376	96	33	33	35	38	41	31	29	0,064	53	80	96
11,60	36	19	4:F	0,99	1,01	1,20	7,8	245	367	108	37	33	35	38	41	31	30	0,072	60	90	108
11,80	32	22	4:F	0,97	1,03	1,07	6,6	265	397	96	32	32	35	38	41	30	29	0,062	53	80	96
12,00	36	13	4:F	0,99	1,05	1,20	7,4	258	387	108	36	33	36	38	41	31	30	0,070	60	90	108
12,20	50	25	4:F	1,01	1,07	1,67	10,9	283	425	150	47	35	37	39	42	33	31	0,095	83	125	150
12,40	70	28	4:F	1,03	1,09	2,33	16,2	397	595	210	58	36	38	40	43	33	32	0,124	117	175	210
12,60	52	39	3:III	0,92	1,11	-	-	47	35	37	69	38	40	41	44	36	34	0,156	167	250	300
12,80	100	30	4:F	1,05	1,13	3,33	24,3	567	850	300	69	38	39	41	43	36	34	0,155	167	250	300
13,00	100	50	3:III	1,00	1,15	-	-	-	-	-	56	36	38	40	42	34	32	0,119	117	175	210
13,20	70	35	3:III	0,95	1,17	-	-	-	-	-	60	36	38	41	43	35	33	0,131	133	200	240
13,40	80	60	3:III	0,97	1,19	-	-	-	-	-	55	36	38	40	42	34	32	0,117	117	175	210
13,60	70	26	4:F	1,03	1,21	2,33	14,3	397	595	210	67	37	39	41	43	36	34	0,150	167	250	300
13,80	100	37	3:III	1,00	1,23	-	-	-	-	-	63	37	39	41	43	35	33	0,139	150	225	270
14,00	90	45	3:III	0,98	1,25	-	-	-	-	-	69	38	40	42	44	36	34	0,157	183	275	330
14,20	110	33	3:III	1,02	1,27	-	-	-	-	-	72	38	40	42	44	37	35	0,165	200	300	360
14,40	120	45	3:III	1,03	1,29	-	-	-	-	-	74	38	40	42	44	37	35	0,172	217	325	390
14,60	130	39	3:III	1,05	1,31	-	-	-	-	-	68	38	39	41	43	36	34	0,154	183	275	330
14,80	110	37	3:III	1,02	1,33	-	-	-	-	-	25	32	34	37	40	29	29	0,049	53	80	96
15,00	32	24	4:F	0,97	1,35	1,07	4,7	376	563	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15,20	10	19	2:III	0,90	1,37	0,50	1,8	285	42												

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 2**

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 11/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	20	25	4/1/1	1,85	0,04	0,80	99,9	136	204	60	97	42	43	44	46	44	27	0,248	33	50	60
0,40	40	16	4/1/1	1,85	0,07	1,33	99,9	227	340	120	100	42	43	45	46	44	30	0,258	67	100	120
0,60	52	16	4/1/1	1,85	0,11	1,73	99,9	295	442	156	100	42	43	45	46	44	31	0,258	67	130	156
0,80	40	12	4/1/1	1,85	0,15	1,33	98,0	227	340	120	87	40	42	43	45	41	30	0,213	50	75	90
1,00	30	22,5	3/1/1	1,85	0,19	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	39	29	0,164	67	100	120
1,20	24	10	4/1/1	1,85	0,22	0,89	35,6	151	227	72	60	36	38	41	43	37	28	0,130	40	60	72
1,40	16	9	2/III	1,85	0,26	0,70	21,6	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	14	11	2/III	1,85	0,30	0,64	16,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	15	12	2/III	1,85	0,33	0,67	15,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	13	10	2/III	1,85	0,37	0,60	11,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	11	10	2/III	1,85	0,41	0,54	8,9	96	145	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	12	10	2/III	1,85	0,44	0,57	8,6	105	158	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	13	11	2/III	1,85	0,48	0,60	8,4	114	172	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	19	16	2/III	1,85	0,52	0,78	10,4	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	14	10	2/III	1,85	0,55	0,64	7,4	136	204	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	10	9	2/III	1,85	0,59	0,50	5,1	163	244	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	10	14	2/III	1,85	0,63	0,50	4,7	175	262	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	9	9	2/III	1,85	0,67	0,45	3,8	187	281	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	11	9	2/III	1,85	0,70	0,54	4,5	196	294	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	10	9	2/III	1,85	0,74	0,50	3,8	208	312	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	13	12	2/III	1,85	0,78	0,60	4,6	216	325	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	10	10	2/III	1,85	0,81	0,50	3,4	229	343	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	10	9	2/III	1,85	0,85	0,50	3,2	237	356	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	10	12	2/III	1,85	0,89	0,50	3,1	244	366	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	14	35	4/1/1	1,85	0,93	0,64	3,9	259	389	48	6	29	32	35	39	26	26	0,015	23	35	42
5,20	18	30	4/1/1	1,85	0,96	0,75	4,6	268	402	56	14	30	33	36	39	28	27	0,027	30	45	54
5,40	5	19	2/III	1,85	1,00	0,25	1,1	149	224	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	14	21	2/III	1,85	1,04	0,64	3,4	291	437	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	10	25	2/III	1,85	1,07	0,50	2,4	268	402	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	4	10	1/III	1,85	1,11	0,20	0,7	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	4	15	1/III	1,85	1,15	0,20	0,7	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	2	7	1/III	1,85	1,18	0,10	0,3	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	2	7	1/III	1,85	1,22	0,10	0,3	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	3	9	1/III	1,85	1,26	0,15	0,4	20	29	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	2	7	1/III	1,85	1,30	0,10	0,3	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	2	7	1/III	1,85	1,33	0,10	0,2	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	2	10	1/III	1,85	1,37	0,10	0,2	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	3	15	1/III	1,85	1,41	0,15	0,4	20	29	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	2	6	1/III	1,85	1,44	0,10	0,2	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	2	7	1/III	1,85	1,48	0,10	0,2	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	4	15	1/III	1,85	1,52	0,20	0,5	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	2	10	1/III	1,85	1,55	0,10	0,2	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	3	15	1/III	1,85	1,59	0,15	0,3	20	29	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	2	7	1/III	1,85	1,63	0,10	0,2	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	2	10	1/III	1,85	1,66	0,10	0,2	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	3	9	1/III	1,85	1,70	0,15	0,3	20	29	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	2	7	1/III	1,85	1,74	0,10	0,2	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	3	9	1/III	1,85	1,78	0,15	0,3	20	29	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	2	6	1/III	1,85	1,81	0,10	0,2	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	3	11	1/III	1,85	1,85	0,15	0,3	20	29	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	4	12	1/III	1,85	1,89	0,20	0,4	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	3	9	1/III	1,85	1,92	0,15	0,3	20	29	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,60	4	15	1/III	1,85	1,96	0,20	0,4	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	4	12	1/III	1,85	2,00	0,20	0,4	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	4	12	1/III	1,85	2,03	0,20	0,3	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,20	5	9	1/III	1,85	2,07	0,25	0,4	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	12	11	2/III	1,85	2,11	0,57	1,2	339	509	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,60	20	19	4/1/1	1,85	2,15	0,80	1,8	455	682	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	60
11,80	18	13	2/III	1,85	2,18	0,75	1,7	433	649	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,00	17	12	2/III	1,85	2,22	0,72	1,5	421	631	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,20	18	12	2/III	1,85	2,26	0,75	1,6	435	652	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,40	19	12	2/III	1,85	2,29	0,78	1,6	449	673	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,60	18	11	2/III	1,85	2,33	0,75	1,5	437	655	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,80	16	10	2/III	1,85	2,37	0,70	1,4	410	614	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,00	17	8	2/III	1,85	2,40	0,72	1,4	425	637	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,20	19	10	2/III	1,85	2,44	0,78	1,5	452	679	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,40	20	9	4/1/1	1,85	2,48	0,80	1,5	466	699	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	60
13,60	20	10	4/1/1	1,85	2,52	0,80	1,5	467	700	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	60
13,80	22	10	4/1/1	1,85	2,55	0,85	1,6	491	736	66	--	28	31	35	38	25	28	--	37	55	66
14,00	22	13	4/1/1	1,85	2,59	0,85	1,6	492	738	66	--	28	31	35	38	25	28	--	37	55	66
14,20	26	18	4/1/1	1,85	2,63	0,93	1,7	533	800	78	2	28	32	35	38	25	28	0,005	43	65	78
14,40	30	19	4/1/1	1,85	2,66	1,00	1,8	568	852	90	7	29	32	35	39	25	29	0,015	50	75	90
14,60	24	13	4/1/1	1,85	2,70	0,89	1,6	516	774	72	--	28	31	35	38	25	28	--	40	60	72
14,80	18	11	2/III	1,85	2,74	0,75	1,2	445	667	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
15,00	24	16	4/1/1	1,85	2,77	0,89	1,5	518	777	72	--	28	31	35	38	25	28	--	40	60	72
15,20	30	19	4/1/1	1,85	2,81	1,00	1,7	574	861	90	5	29	32	35	38	25	29	0,013			

# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT 3**

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- località : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 19/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (*)	ø2s (*)	ø3s (*)	ø4s (*)	ødm (*)	ømy (*)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0,20	16	17	2III	1,85	0,04	0,70	99,9	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,40	30	17	4F.F.	1,85	0,07	1,00	99,9	170	255	90	94	41	43	44	46	43	29	0,237	50	75	90	-
0,60	44	16	4F.F.	1,85	0,11	1,47	99,9	249	374	132	97	42	43	44	46	43	31	0,249	73	110	132	-
0,80	40	14	4F.F.	1,85	0,15	1,33	98,0	227	340	120	87	40	42	43	45	41	30	0,213	67	100	120	-
1,00	32	48	3III	1,85	0,19	-	-	-	-	-	74	38	40	42	44	40	29	0,171	53	80	96	-
1,20	20	14	4F.F.	1,85	0,22	0,80	31,2	136	204	60	53	35	38	40	42	36	27	0,113	33	50	60	-
1,40	20	15	4F.F.	1,85	0,26	0,80	25,7	136	204	60	50	35	37	40	42	36	27	0,103	33	50	60	-
1,60	18	14	2III	1,85	0,30	0,75	20,1	128	191	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,80	17	13	2III	1,85	0,33	0,72	16,6	123	184	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	10	8	2III	1,85	0,37	0,50	9,1	88	132	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,20	11	9	2III	1,85	0,41	0,54	8,9	96	145	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,40	10	8	2III	1,85	0,44	0,50	7,3	110	165	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,60	14	13	2III	1,85	0,48	0,64	8,9	114	171	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,80	16	13	2III	1,85	0,52	0,70	9,1	123	184	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	12	11	2III	1,85	0,55	0,57	6,5	143	214	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,20	10	9	2III	1,85	0,59	0,50	5,1	163	244	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,40	8	10	2III	1,85	0,63	0,40	3,6	178	266	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,60	10	9	2III	1,85	0,67	0,50	4,4	186	279	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,80	8	7	2III	1,85	0,70	0,40	3,1	194	291	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,00	10	9	2III	1,85	0,74	0,50	3,8	208	312	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,20	12	10	2III	1,85	0,78	0,57	4,3	217	326	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,40	10	9	2III	1,85	0,81	0,50	3,4	229	343	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,60	8	8	2III	1,85	0,85	0,40	2,4	213	320	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,80	9	10	2III	1,85	0,89	0,45	2,7	233	349	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,00	12	16	2III	1,85	0,93	0,57	3,4	260	391	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,20	15	28	2III	1,85	0,96	0,67	4,0	269	403	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,40	10	19	2III	1,85	1,00	0,50	2,6	260	390	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,60	12	18	2III	1,85	1,04	0,57	3,0	283	424	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,80	10	37	4F.F.	1,85	1,07	0,50	2,4	268	402	40	-	28	31	35	38	25	26	-	17	25	30	-
6,00	6	22	2III	1,85	1,11	0,30	1,2	178	267	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,20	6	22	2III	1,85	1,15	0,30	1,2	178	268	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,40	4	15	1III	1,85	1,18	0,20	0,7	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,60	4	15	1III	1,85	1,22	0,20	0,7	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,80	2	6	1III	1,85	1,26	0,10	0,3	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,00	2	6	1III	1,85	1,30	0,10	0,3	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,20	2	6	1III	1,85	1,33	0,10	0,2	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,40	1	3	1III	1,85	1,37	0,05	0,1	7	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,60	1	5	1III	1,85	1,41	0,05	0,1	7	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,80	2	7	1III	1,85	1,44	0,10	0,2	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,00	2	7	1III	1,85	1,48	0,10	0,2	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,20	6	18	2III	1,85	1,52	0,30	0,8	180	270	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,40	3	11	1III	1,85	1,55	0,15	0,3	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,60	2	7	1III	1,85	1,59	0,10	0,2	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,80	3	15	1III	1,85	1,63	0,15	0,3	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,00	2	10	1III	1,85	1,66	0,10	0,2	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,20	3	11	1III	1,85	1,70	0,15	0,3	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,40	4	20	2III	1,85	1,74	0,20	0,4	120	180	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,60	3	11	1III	1,85	1,78	0,15	0,3	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,80	4	12	1III	1,85	1,81	0,20	0,4	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,00	3	11	1III	1,85	1,85	0,15	0,3	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,20	4	20	2III	1,85	1,89	0,20	0,4	120	180	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,40	6	30	4F.F.	1,85	1,92	0,30	0,6	180	270	29	-	28	31	35	38	25	26	-	10	15	18	-
10,60	4	20	2III	1,85	1,96	0,20	0,4	120	180	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,80	3	11	1III	1,85	2,00	0,15	0,2	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,00	4	12	1III	1,85	2,03	0,20	0,3	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,20	5	12	1III	1,85	2,07	0,25	0,4	33	49	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,40	6	11	1III	1,85	2,11	0,30	0,5	39	59	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,60	16	27	2III	1,85	2,15	0,70	1,5	405	607	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,80	17	18	2III	1,85	2,18	0,72	1,6	420	629	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,00	18	15	2III	1,85	2,22	0,75	1,6	434	651	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,20	20	15	4F.F.	1,85	2,26	0,80	1,7	459	689	60	-	28	31	35	38	25	27	-	33	50	60	-
12,40	20	14	4F.F.	1,85	2,29	0,80	1,7	460	691	60	-	28	31	35	38	25	27	-	33	50	60	-
12,60	22	16	4F.F.	1,85	2,33	0,85	1,8	484	726	66	-	28	31	35	38	25	28	-	37	55	66	-
12,80	16	9	2III	1,85	2,37	0,70	1,4	410	614	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13,00	20	10	4F.F.	1,85	2,40	0,80	1,6	464	696	60	-	28	31	35	38	25	27	-	33	50	60	-
13,20	22	11	4F.F.	1,85	2,44	0,85	1,7	488	731	66	-	28	31	35	38	25	28	-	37	55	66	-
13,40	20	9	4F.F.	1,85	2,48	0,80	1,5	466	699	60	-	28	31	35	38	25	27	-	33	50	60	-
13,60	20	8	4F.F.	1,85	2,52	0,80	1,5	467	700	60	-	28	31	35	38	25	27	-	33	50	60	-
13,80	24	10	4F.F.	1,85	2,55	0,89	1,7	512	768	72	-	28	31	35	38	25	28	-	40	60	72	-
14,00	24	11	4F.F.	1,85	2,59	0,89	1,6	513	769	72	-	28	31	35	38	25	28	-	40	60	72	-
14,20	16	7	2III	1,85	2,63	0,70	1,2	413	620	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14,40	18	10	2III	1,85	2,66	0,75	1,3	443	665	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14,60	18	8	2III	1,85	2,70	0,75	1,3	444	666	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14,80	16	7	2III	1,85	2,74	0,70	1,1	415	622	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15,00	20	10	4F.F.	1,85	2,77																	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 4**

2.010496-018

- committente : Spett.le Dott. Ghigliotti  
- lavoro :  
- localita' : Via Emilia 2 - Ospedaletto (PI)  
- note :

- data : 19/07/2002  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0.20	20	19	4f.f.	1,85	0,04	0,80	99,9	136	204	60	97	42	43	44	46	44	27	0,248	33	50	60
0.40	24	18	4f.f.	1,85	0,07	0,89	99,9	151	227	72	86	40	42	43	45	42	28	0,211	40	60	72
0.60	40	18	4f.f.	1,85	0,11	1,33	99,9	227	340	120	94	41	43	44	46	43	30	0,237	67	100	120
0.80	36	13	4f.f.	1,85	0,15	1,20	85,9	204	306	108	83	40	41	43	45	41	30	0,201	60	90	108
1.00	30	56	3:~	1,85	0,19	-	-	-	-	-	72	38	40	42	44	39	29	0,164	50	75	90
1.20	18	22	2:~	1,85	0,22	0,75	28,8	128	191	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.40	16	20	2:~	1,85	0,26	0,70	21,6	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.60	18	22	2:~	1,85	0,30	0,75	20,1	128	191	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.80	14	12	2:~	1,85	0,33	0,64	14,1	108	162	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.00	12	9	2:~	1,85	0,37	0,57	10,8	97	146	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.20	10	8	2:~	1,85	0,41	0,50	8,1	97	146	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.40	11	7	2:~	1,85	0,44	0,54	8,0	107	160	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.60	12	11	2:~	1,85	0,48	0,57	7,8	116	175	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.80	16	13	2:~	1,85	0,52	0,70	9,1	123	184	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.00	12	11	2:~	1,85	0,55	0,57	6,5	143	214	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.20	8	9	2:~	1,85	0,59	0,40	3,8	166	250	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.40	8	9	2:~	1,85	0,63	0,40	3,6	178	266	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.60	10	11	2:~	1,85	0,67	0,50	4,4	186	279	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.80	6	5	1:~	1,85	0,70	0,30	2,2	35	53	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	9	7	2:~	1,85	0,74	0,45	3,4	208	312	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.20	12	8	2:~	1,85	0,78	0,57	4,3	217	326	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.40	16	12	2:~	1,85	0,81	0,70	5,2	224	335	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.60	16	14	2:~	1,85	0,85	0,70	4,9	236	353	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.80	9	7	2:~	1,85	0,89	0,45	2,7	233	349	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.00	10	8	2:~	1,85	0,93	0,50	2,9	250	375	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.20	12	15	2:~	1,85	0,96	0,57	3,3	269	403	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.40	10	12	2:~	1,85	1,00	0,50	2,6	260	390	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.60	12	12	2:~	1,85	1,04	0,57	3,0	283	424	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.80	14	35	4f.f.	1,85	1,07	0,64	3,3	300	450	48	3	28	32	35	38	26	26	0,007	23	35	42
6.00	8	24	2:~	1,85	1,11	0,40	1,8	229	343	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.20	6	18	2:~	1,85	1,15	0,30	1,2	178	268	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.40	7	35	4f.f.	1,85	1,18	0,35	1,4	206	309	32	-	28	31	35	38	25	26	-	12	18	21
6.60	5	19	2:~	1,85	1,22	0,25	0,9	150	225	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.80	4	15	1:~	1,85	1,26	0,20	0,6	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.00	3	11	1:~	1,85	1,30	0,15	0,4	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.20	2	6	1:~	1,85	1,33	0,10	0,2	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.40	3	7	1:~	1,85	1,37	0,15	0,4	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.60	1	4	1:~	1,85	1,41	0,05	0,1	7	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.80	3	11	1:~	1,85	1,44	0,15	0,4	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	4	15	1:~	1,85	1,48	0,20	0,5	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.20	8	20	2:~	1,85	1,52	0,40	1,2	238	357	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.40	4	10	1:~	1,85	1,55	0,20	0,5	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.60	2	6	1:~	1,85	1,59	0,10	0,2	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.80	3	15	1:~	1,85	1,63	0,15	0,3	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.00	2	10	1:~	1,85	1,66	0,10	0,2	13	20	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.20	3	9	1:~	1,85	1,70	0,15	0,3	20	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.40	5	11	1:~	1,85	1,74	0,25	0,6	33	49	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.60	4	10	1:~	1,85	1,78	0,20	0,4	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.80	6	10	1:~	1,85	1,81	0,30	0,7	39	59	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.00	8	11	2:~	1,85	1,85	0,40	0,9	240	360	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.20	10	19	2:~	1,85	1,89	0,50	1,2	297	446	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.40	8	30	4f.f.	1,85	1,92	0,40	0,9	240	360	35	-	28	31	35	38	25	26	-	13	20	24
10.60	4	15	1:~	1,85	1,96	0,20	0,4	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.80	5	12	1:~	1,85	2,00	0,25	0,5	33	49	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.00	6	6	1:~	1,85	2,03	0,30	0,6	39	59	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.20	12	11	2:~	1,85	2,07	0,57	1,3	338	508	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.40	14	19	2:~	1,85	2,11	0,64	1,4	374	560	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.60	16	22	2:~	1,85	2,15	0,70	1,5	405	607	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.80	17	20	2:~	1,85	2,18	0,72	1,6	420	629	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.00	17	18	2:~	1,85	2,22	0,72	1,5	421	631	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.20	20	20	4f.f.	1,85	2,26	0,80	1,7	459	689	60	-	28	31	35	38	25	27	-	33	50	60
12.40	21	21	4f.f.	1,85	2,29	0,82	1,7	472	708	63	-	28	31	35	38	25	27	-	35	53	63
12.60	21	17	4f.f.	1,85	2,33	0,82	1,7	473	709	63	-	28	31	35	38	25	27	-	35	53	63
12.80	16	14	2:~	1,85	2,37	0,70	1,4	410	614	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.00	18	10	2:~	1,85	2,40	0,75	1,5	439	658	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.20	22	11	4f.f.	1,85	2,44	0,85	1,7	488	731	66	-	28	31	35	38	25	28	-	37	55	66
13.40	20	9	4f.f.	1,85	2,48	0,80	1,5	466	699	60	-	28	31	35	38	25	27	-	33	50	60
13.60	20	9	4f.f.	1,85	2,52	0,80	1,5	467	700	60	-	28	31	35	38	25	27	-	33	50	60
13.80	24	12	4f.f.	1,85	2,55	0,89	1,7	512	768	72	-	28	31	35	38	25	28	-	40	60	72
14.00	26	13	4f.f.	1,85	2,59	0,93	1,7	532	798	78	2	28	32	35	38	25	28	0,006	43	65	78
14.20	30	13	4f.f.	1,85	2,63	1,00	1,9	566	850	90	7	29	32	35	39	25	29	0,016	50	75	90
14.40	30	14	4f.f.	1,85	2,66	1,00	1,8	568	852	90	7	29	32	35	39	25	29	0,015	50	75	90
14.60	32	13	4f.f.	1,85	2,70	1,07	2,0	599	899	96	9	29	32	35	39	25	29	0,018	53	80	96
14.80	32	10	4f.f.	1,85	2,74	1,07	1,9	601	902	96	8	29	32	35	39	25	29	0,018	53	80	96
15.00	26	15	4f.f.	1,85	2,77	0,93	1,6	538	807	78	1	28	31	35	38	25	28	0,002	43	65	78
15.20	24	13	4f.f.	1,85	2,81	0,89	1,5	519	778												

## Calcolo per la valutazione della capacità portante della fondazione

Ai fini della valutazione della capacità portante della fondazione è stato applicato il metodo di Terzaghi (1943).

Il metodo consiste nella risoluzione della seguente relazione:

$$q_{ult} = c N_c s_c + \gamma D N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma s_\gamma$$

dove:

$$N_q = a/[2 \cos^2 (45 + \varphi/2)]$$

$$\text{dove } a = e^{0,75\pi - \varphi/2 \tan\varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = \tan \varphi/2 [(Kp_\gamma/\cos^2 \varphi) - 1]$$

dove il coefficiente  $Kp_\gamma$  non è mai stato spiegato chiaramente dall'autore, per cui si è utilizzata una tabella di valori forniti dall'autore stesso

- Fattori di forma **s**  
sono dipendenti dalle dimensioni L (lunghezza) e B (larghezza) della fondazione:

per fondazioni nastriformi:

$$s_c = 1$$

$$s_\gamma = 1$$

per fondazioni quadrate

$$s_c = 1,3$$

$$s_\gamma = 0,8$$

Dati

Lato minore della fondazione	B	1,000	[m]
Lato maggiore della fondazione	L	1,000	[m]
Profondità del piano di posa della fondazione	D	0,600	[m]
Peso di volume del terreno	$\gamma$	1,850	[t]
Angolo di attrito del terreno	$\varphi$	0,000	[gradi]
Coesione	c	8,000	[t/mq]

Aderenza alla base della fondazione	$c''$	8,000	[t/mq]
Componente orizzontale del carico trasmesso al terreno	H	0,000	[t]
Componente verticale del carico trasmesso al terreno	V	0,000	[t]
Angolo formato tra H e il lato maggiore della fondazione	L $\theta$	0,000	[gradi]
Eccentricità del carico parallela a B	$e(B)$	0,000	[m]
Eccentricità del carico parallelo a L	$e(L)$	0,000	[m]
Angolo di inclinazione tra il piano di fondazione e l'orizzontale	$\eta$	0,000	[gradi]
Angolo di inclinazione del terreno	$\beta$	0,000	[gradi]
Profondità del livello di falda dal piano di fondazione	Z	0,000	[m]

#### Risultati

Risolvendo il metodo sopra enunciato sulla base dei dati sopra elencati si può affermare che la capacità portante ultima di una fondazione siffatta nelle condizioni sopra descritte è pari a:

$$q_{ult} = 60,390 \quad [t/mq]$$

## Calcolo per la valutazione della capacità portante della fondazione

Ai fini della valutazione della capacità portante della fondazione è stato applicato il metodo di Terzaghi (1943).

Il metodo consiste nella risoluzione della seguente relazione:

$$q_{ult} = c N_c s_c + \gamma D N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma s_\gamma$$

dove:

$$N_q = a/[2 \cos^2 (45 + \varphi/2)]$$

$$\text{dove } a = e^{0,75\pi - \varphi/2 \tan\varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = \tan \varphi/2 [(Kp_\gamma/\cos^2 \varphi) - 1]$$

dove il coefficiente  $Kp_\gamma$  non è mai stato spiegato chiaramente dall'autore, per cui si è utilizzata una tabella di valori forniti dall'autore stesso

- Fattori di forma **s**

sono dipendenti dalle dimensioni L (lunghezza) e B (larghezza) della fondazione:

per fondazioni nastriformi:

$$s_c = 1$$

$$s_\gamma = 1$$

per fondazioni quadrate

$$s_c = 1,3$$

$$s_\gamma = 0,8$$

Dati

Lato minore della fondazione	B	0,800	[m]
Lato maggiore della fondazione	L	20,000	[m]
Profondità del piano di posa della fondazione	D	0,400	[m]
Peso di volume del terreno	$\gamma$	1,850	[t]
Angolo di attrito del terreno	$\varphi$	0,000	[gradi]
Coesione	c	8,000	[t/mq]

Aderenza alla base della fondazione	$c''$	8,000	[t/mq]
Componente orizzontale del carico trasmesso al terreno	H	0,000	[t]
Componente verticale del carico trasmesso al terreno	V	0,000	[t]
Angolo formato tra H e il lato maggiore della fondazione L	$\theta$	0,000	[gradi]
Eccentricità del carico parallela a B	$e(B)$	0,000	[m]
Eccentricità del carico parallelo a L	$e(L)$	0,000	[m]
Angolo di inclinazione tra il piano di fondazione e l'orizzontale	$\eta$	0,000	[gradi]
Angolo di inclinazione del terreno	$\beta$	0,000	[gradi]
Profondità del livello di falda dal piano di fondazione	Z	0,000	[m]

#### Risultati

Risolvendo il metodo sopra enunciato sulla base dei dati sopra elencati si può affermare che la capacità portante ultima di una fondazione siffatta nelle condizioni sopra descritte è pari a:

$$q_{ult} = 46,340 \quad [t/mq]$$

## Calcolo per la valutazione della capacità portante della fondazione

Ai fini della valutazione della capacità portante della fondazione è stato applicato il metodo di Terzaghi (1943).

Il metodo consiste nella risoluzione della seguente relazione:

$$q_{ult} = c N_c s_c + \gamma D N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma s_\gamma$$

dove:

$$N_q = a/[2 \cos^2 (45 + \varphi/2)]$$

$$\text{dove } a = e^{0,75\pi - \varphi/2 \tan\varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = \tan \varphi/2 [(Kp_\gamma/\cos^2 \varphi) - 1]$$

dove il coefficiente  $Kp_\gamma$  non è mai stato spiegato chiaramente dall'autore, per cui si è utilizzata una tabella di valori forniti dall'autore stesso

- **Fattori di forma  $s$**

sono dipendenti dalle dimensioni L (lunghezza) e B (larghezza) della fondazione:

per fondazioni nastriformi:

$$s_c = 1$$

$$s_\gamma = 1$$

per fondazioni quadrate

$$s_c = 1,3$$

$$s_\gamma = 0,8$$

Dati

Lato minore della fondazione	B	30,000	[m]
Lato maggiore della fondazione	L	30,000	[m]
Profondità del piano di posa della fondazione	D	0,400	[m]
Peso di volume del terreno	$\gamma$	1,850	[t]
Angolo di attrito del terreno	$\varphi$	0,000	[gradi]
Coesione	c	8,000	[t/mq]

Aderenza alla base della fondazione	$c''$	8,000	[t/mq]
Componente orizzontale del carico trasmesso al terreno	H	0,000	[t]
Componente verticale del carico trasmesso al terreno	V	0,000	[t]
Angolo formato tra H e il lato maggiore della fondazione L	$\theta$	0,000	[gradi]
Eccentricità del carico parallela a B	$e(B)$	0,000	[m]
Eccentricità del carico parallelo a L	$e(L)$	0,000	[m]
Angolo di inclinazione tra il piano di fondazione e l'orizzontale	$\eta$	0,000	[gradi]
Angolo di inclinazione del terreno	$\beta$	0,000	[gradi]
Profondità del livello di falda dal piano di fondazione	Z	0,000	[m]

#### Risultati

Risolvendo il metodo sopra enunciato sulla base dei dati sopra elencati si può affermare che la capacità portante ultima di una fondazione siffatta nelle condizioni sopra descritte è pari a:

$$q_{ult} = 60,020 \quad [t/mq]$$