

*Rif.*                      **R01.249GT**                      Ferrara, 11 Ottobre 2001

*Oggetto:*              **Studio del terreno di fondazione per un ampliamento  
della Scuola Manzoni in via Don Zanardi, 92 a Ferrara.**

*Committente:*      **COMUNE DI FERRARA**  
*Opere Pubbliche*  
*Via Marconi, 37 FERRARA*



## INDICE

<i>Pag. 2</i>		<i>Normativa di riferimento</i>
<i>Pag. 3</i>		<i>Premessa</i>
<i>Pag. 4</i>	1.	<i>Inquadramento geografico</i>
<i>Pag. 4</i>	2.	<i>Inquadramento geomorfologico</i>
<i>Pag. 5</i>	3.	<i>Modello idrogeologico locale</i>
<i>Pag. 6</i>	4.	<i>Caratterizzazione geomeccanica dei terreni di fondazione</i>
<i>Pag. 6</i>	4.1.	<i>Metodologia dell'indagine</i>
<i>Pag. 6</i>	4.1.1.	<i>Penetrometrie</i>
<i>Pag. 7</i>	4.1.2.	<i>Acquisizione dati prove penetrometriche</i>
<i>Pag. 8</i>	4.1.3.	<i>Caratteristiche del penetrometro statico olandese tipo</i> <i>Gouda (punta meccanica)</i>
<i>Pag. 9</i>	5.	<i>Capacità portante</i>
<i>Pag. 9</i>	5.1.	<i>Capacità portante fondazioni superficiali</i>
<i>Pag. 10</i>	6.	<i>Elaborazione dati</i>
<i>Pag. 10</i>	6.1.	<i>Interpretazione prove penetrometriche</i>
<i>Pag. 13</i>	7.	<i>Conclusioni</i>



## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### **D.M. LL.PP. 11 marzo 1988**

“Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.”

### **D.M. LL.PP. 24 settembre 1988 n° 30483**

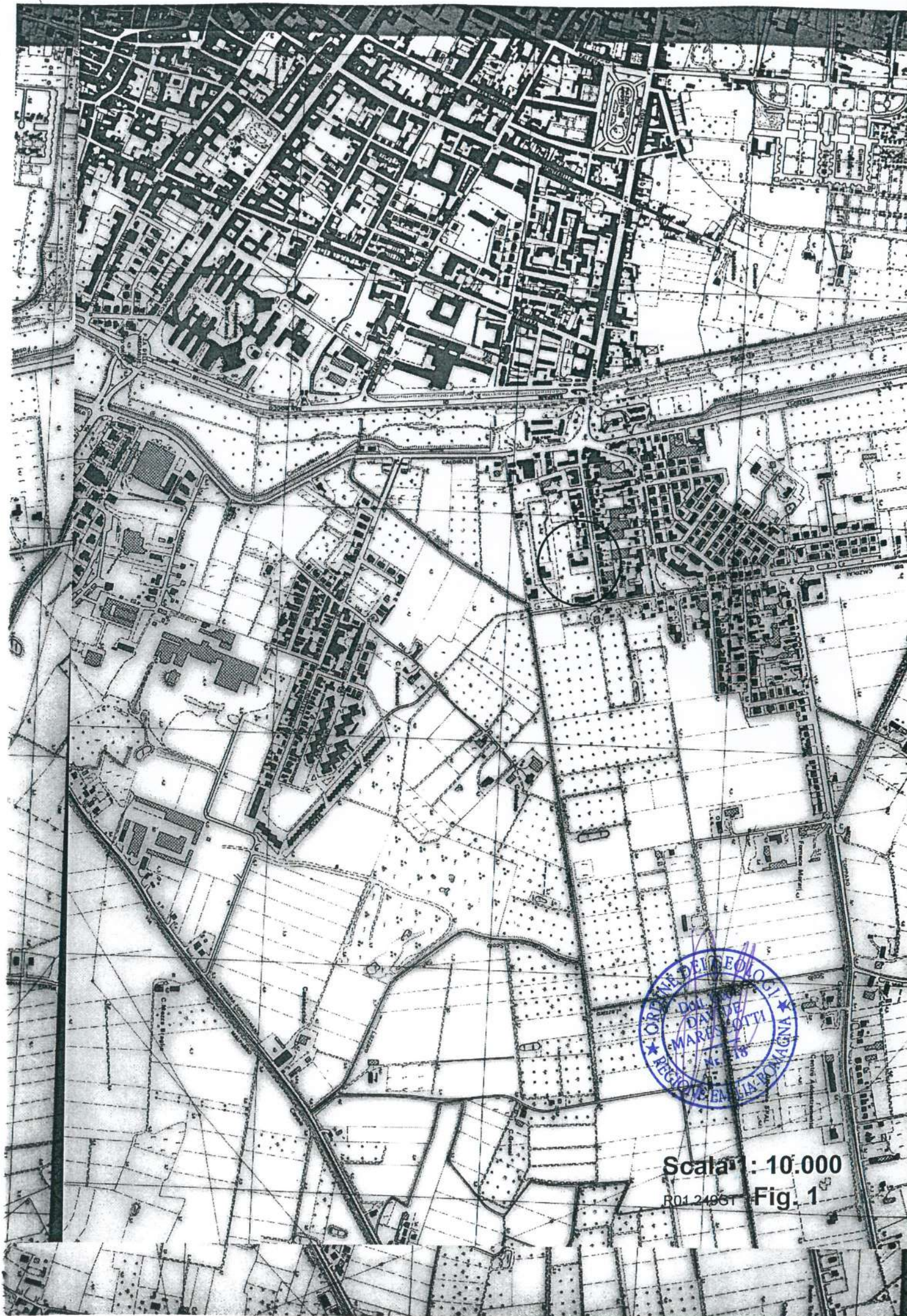
“Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.”

### **A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana)**

“Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (giugno 1977)”.







Scala: 10.000

R01 24961 Fig. 1



## 1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in oggetto rientra nella porzione centrale della carta tecnica regionale 1:10.000 sezione n° 185160 – FERRARA - (Fig. 1) più precisamente in via Don Zanardi al civico 92 (Fig.2).

## 2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La zona di interesse è costituita da una piana alluvionale con altezza media di circa 5 m s.l.m.m..

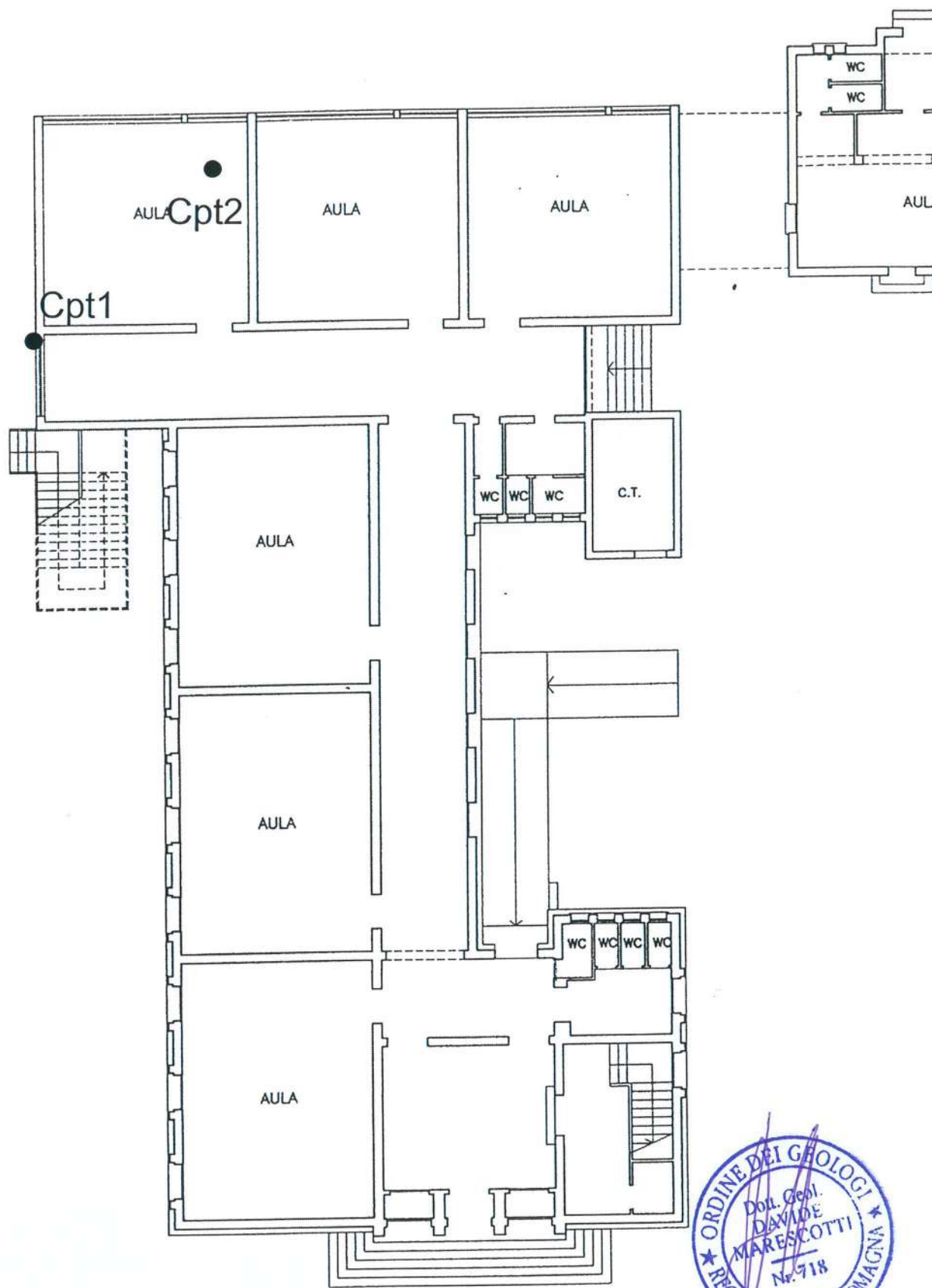
La caratteristica geomorfologica predominante del territorio è la presenza di paleoalvei sepolti dell'antico reticolo idrografico. In particolare in quest'area insistono antichi drenaggi principali sepolti legati al vecchio corso del fiume Po che scorre più a Nord.

L'attuale assetto altimetrico e la distribuzione dei terreni sono la risultante di fattori quali l'evoluzione della rete idrografica e la subsidenza. In particolare per il primo, le aree interessate dalla presenza degli alvei fluviali sono caratterizzate da litologie a predominanza sabbiosa, mentre i sedimenti più fini vengono depositi in punti più distanti dall'alveo stesso, ossia nelle aree situate tra un fiume e l'altro. Il motore di tale processo deposizionale è rappresentato infatti dall'energia cinetica dell'acqua che va scemando allontanandosi progressivamente dall'alveo, abbandonandolo al momento della rotta.

Le litologie che presenta quindi l'area da indagare non possono essere definite senza un'indagine puntuale poiché sedimenti fluviali, alluvionali sono sovrapposti in vari ambienti deposizionali e rendono possibile la presenza di sabbie, limi, argille, torbe, o miscele binarie o ternarie degli stessi, senza il rispetto di regole fisse sulla loro presenza e sulla loro distribuzione.



# CARTA DELLA UBICAZIONE DELLE PROVE



**Scala 1: 2.000**

R01.249GT **Fig. 2**

PIANTA PIANO RIALZATO



Resta comunque intesa la necessità di procedere ad una indagine puntuale del terreno di fondazione in quanto esiste la possibilità di strutture secondarie aventi caratteristiche geomeccaniche più scadenti del contesto areale.

### 3. MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE

I terreni sottostanti la zona di studio sono sede di una falda freatica la cui profondità misurata nei punti di indagine è di circa 2.5 m dal piano campagna.

La permeabilità dell'acquifero a cui la falda compete varia sia verticalmente che orizzontalmente; l'alternanza di terreni a diversa granulometria determina infatti la variazione di resistenza offerta al fluire dell'acqua.

I terreni a granulometria fine come argille e limi costituiscono livelli impermeabili o semipermeabili, mentre quelli sabbiosi, caratteristici di ambienti ad alta energia, sono sede di acquiferi ad alta permeabilità. L'alternanza dei vari termini litologici impone situazioni diversificate che vanno da falde freatiche a confinate ed a "falde non isolate" quando terreni a diversa permeabilità sono a contatto tra loro.

Gli elementi di idrografia superficiale che caratterizzano maggiormente l'area dal punto di vista idraulico sono la presenza a Nord del fiume Po e secondariamente degli scoli Gramigna e Casalecchio.

Il fiume Po influenza tuttora l'idrodinamica dell'area ed in particolare con il suo divagare nei secoli scorsi, ha lasciato la presenza di antichi paleoalvei che sono all'origine della composizione e distribuzione dei terreni.



La resistenza alla punta  $R_p$  e la resistenza laterale  $R_l$  sono rilevate a intervalli regolari di 20 cm.

La misurazione della resistenza alla punta  $R_p$  e la resistenza per attrito laterale  $R_l$ , durante l'infissione della punta, permette di ricavare la litologia e tutta una serie di dati sui parametri geotecnici dei terreni investigati.

Si procede investigando il terreno di fondazione fino alla profondità in cui si esaurisce l'incremento di tensione efficace  $D_s'$  ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ) dovuti all'applicazione del carico superficiale unitario  $q$  ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ) dell'infrastruttura (secondo gli andamenti proposti dalle teorie del Boussinesq e del Westergaard).

In genere, per la particolare natura dei terreni alluvionali e fluviali del Ferrarese, definibili "molli" per la loro recente e veloce deposizione, è esperienza locale spingere le prove penetrometriche almeno a profondità di  $5B+D_f$  (dove per  $B$  si intende la larghezza della fondazione e per  $D_f$  si intende la profondità del piano di posa della fondazione dal piano P.C.), considerando tutto questo spessore compressibile.

Per entrambe le prove (CPT1 e CPT2) sono state ricostruite le litologie e sono stati ricavati i parametri geotecnici per i calcoli del  $q_{amm}$ .

#### 4.1.2. ACQUISIZIONE DATI PROVE PENETROMETRICHE

Oltre all'elaborazione dei valori di resistenza del sottosuolo, vengono forniti utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati, in base al rapporto  $R_p/R_l$  fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro (Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977), ovvero in base ai valori di  $R_p$  e del Rapporto  $FR = (R_l/R_p)\%$  (esperienze di Schertmann - 1978).

Sempre con riferimento alle prove penetrometriche statiche CPT1 e CPT2, nelle tavole allegate vengono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata  $C_u$ , angolo di attrito interno efficace  $\Phi'$ , densità relativa  $D_r$ , modulo edometrico  $M_o$ , moduli di deformazione non





drenata  $E_u$  e drenato  $E'$ , peso di volume  $\gamma$ , ecc.), nonché valutazioni riguardanti la capacità portante. Le elaborazioni sopra citate (effettuate mediante un programma di calcolo automatico) fanno riferimento a esperienze e ricerche condotte in vari Paesi da diversi Autori, nonché a conoscenze personali da parte di chi scrive.

In assenza di prove geotecniche di laboratorio (su campioni indisturbati di terreno), le suddette correlazioni hanno ovviamente validità orientativa.

#### 4.1.3. CARATTERISTICHE DEL PENETROMETRO STATICO OLANDESE TIPO GOUDA (PUNTA MECCANICA)

Punta meccanica  $\Phi = 35.7\text{mm}$ , angolo di apertura  $\beta = 60^\circ$  (area  $A_p = 10\text{ cm}^2$ )

Manicotto laterale di attrito tipo "Begemann" (superf. later.  $A_m = 150\text{ cm}^2$ )

Velocità di avanzamento costante  $V = 2\text{ cm/s}$  ( $\pm 0.5\text{ cm/s}$ )

Spinta massima nominale strumento  $S_{\text{max}}$ : variab. a seconda del tipo

Costante trasform. (Lett.  $\rightarrow$  Spinta)  $C_t = \text{Spinta (Kg)}/\text{Lettura di campagna}$

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

- fase 2 - resist. later. loc.  $R_l\text{ (Kg/cm}^2\text{)} = (L_{\text{. later.}} - L_{\text{. punta}}) \cdot C_t/150$

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

$L_{\text{. punta}} / L_{\text{. later.}} / L_{\text{.tot.}} = \text{letture di campagna (fase 1,2,3)}$

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.



## 5. CAPACITA' PORTANTE

### 5.1. CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI

(valutazioni orientative)

Prefissato lo spessore  $H_c$  del banco comprimibile (entro il quale condurre le valutazioni della capacità portante e dei cedimenti), viene condotta la verifica allo schiacciamento dei diversi strati del sottosuolo (spessore 20 cm) nei confronti delle tensioni verticali indotte dal carico agente in superficie e valutate secondo la teoria dell'elasticità (Boussinesq). La pressione ammissibile del terreno di fondazione  $q_{amm}$  è quel valore del carico unitario (inteso come incremento netto di pressione in corrispondenza del piano di posa della fondazione) che determina nel sottosuolo tensioni verticali massime (al centro della superficie del carico) compatibili con la resistenza allo schiacciamento ammissibile  $R_{amm}$  dei vari strati del banco comprimibile.

La resistenza allo schiacciamento  $R_{amm}$  del generico strato (spessore 20 cm) viene valutata mediante correlazioni del tipo (L'Herminier 1953, Meyerhof 1956/1965, Sanglerat 1972):

$$R_{amm} = R_p / K \quad (K \text{ funzione di } R_p)$$

Il programma consente inoltre:

- di variare i valori di  $K$  proposti dagli Autori sopra citati;
- di valutare il minimo assoluto di  $R_{amm}$  (e quindi di  $q_{amm}$ ) e il secondo minimo.





# PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

1

Committente: Comune di Ferrara

Località: Ferrara

Data: 10/10/01

Profondità falda (m): 2,55 Quota inizio: p.c.

Penetrometro statico tipo GOUDA  
da 20 t (con anello allargatore);  
Punta meccanica tipo "Begemann":  
Diametro = 35,7 mm;  
Angolo di apertura = 60°;  
Ap=10 cm<sup>2</sup>; At=20 cm<sup>2</sup>; Am=150 cm<sup>2</sup>;  
Velocità di avanzamento = 2 cm/s.

Prof. (m)	lettura di punta	lettura lat.	Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rf (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/Rf	Litologia secondo Begemann, (Raccomandazioni AGI, 1977)	Prof. falda	Stratigrafia
0,20			0,00	-2,93	0,00	torbe ed argille organiche		
0,40	22,00		44,00	1,47	30,00	limi ed argille		
0,60	11,00	22,00	22,00	0,67	33,00	limi sabbiosi e sabbie limose		
0,80	11,00	16,00	22,00	1,20	18,33	limi ed argille		
1,00	11,00	20,00	22,00	0,80	27,50	limi ed argille		
1,20	11,00	17,00	22,00	1,20	18,33	limi ed argille		
1,40	8,00	17,00	16,00	0,47	34,29	limi sabbiosi e sabbie limose		
1,60	7,00	10,50	14,00	0,27	52,50	limi sabbiosi e sabbie limose		
1,80	8,00	10,00	16,00	0,60	26,67	limi ed argille		
2,00	6,50	11,00	13,00	0,40	32,50	limi sabbiosi e sabbie limose		
2,20	5,00	8,00	10,00	0,07	150,00	sabbie e sabbie con ghiaia		
2,40	7,00	7,50	14,00	0,40	35,00	limi sabbiosi e sabbie limose		
2,60	6,00	9,00	12,00	0,40	30,00	limi ed argille	H <sub>2</sub> O	
2,80	5,00	8,00	10,00	0,40	25,00	limi ed argille		
3,00	5,00	8,00	10,00	0,27	37,50	limi sabbiosi e sabbie limose		
3,20	4,50	6,50	9,00	0,33	27,00	limi ed argille		
3,40	4,50	7,00	9,00	0,33	27,00	limi ed argille		
3,60	4,00	6,50	8,00	0,13	60,00	limi sabbiosi e sabbie limose		
3,80	4,50	5,50	9,00	0,20	45,00	limi sabbiosi e sabbie limose		
4,00	5,50	7,00	11,00	0,40	27,50	limi ed argille		
4,20	5,00	8,00	10,00	0,40	25,00	limi ed argille		
4,40	7,00	10,00	14,00	0,53	26,25	limi ed argille		
4,60	6,00	10,00	12,00	0,40	30,00	limi ed argille		
4,80	7,00	10,00	14,00	0,53	26,25	limi ed argille		
5,00	6,00	10,00	12,00	0,53	22,50	limi ed argille		
5,20	7,00	11,00	14,00	0,47	30,00	limi ed argille		
5,40	8,50	12,00	17,00	0,80	21,25	limi ed argille		
5,60	7,50	13,50	15,00	0,53	28,13	limi ed argille		
5,80	8,00	12,00	16,00	0,67	24,00	limi ed argille		
6,00	5,50	10,50	11,00	0,47	23,57	limi ed argille		
6,20	5,00	8,50	10,00	0,27	37,50	limi sabbiosi e sabbie limose		
6,40	5,50	7,50	11,00	0,27	41,25	limi sabbiosi e sabbie limose		
6,60	5,00	7,00	10,00	0,27	37,50	limi sabbiosi e sabbie limose		
6,80	5,50	7,50	11,00	0,27	41,25	limi sabbiosi e sabbie limose		
7,00	6,00	8,00	12,00	0,33	36,00	limi sabbiosi e sabbie limose		
7,20	5,00	7,50	10,00	0,13	75,00	sabbie e sabbie con ghiaia		
7,40	6,00	7,00	12,00	0,27	45,00	limi sabbiosi e sabbie limose		
7,60	5,50	7,50	11,00	0,20	55,00	limi sabbiosi e sabbie limose		
7,80	5,50	7,00	11,00	0,20	55,00	limi sabbiosi e sabbie limose		
8,00	5,50	7,00	-	-	-	non rilevato		
Prof. (m)	lettura di punta	lettura lat.	Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rf (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/Rf	Litologia secondo Begemann, (Raccomandazioni AGI, 1977)		





# VALORI DI RESISTENZA $R_p$ , $R_l$ .

CPT

1

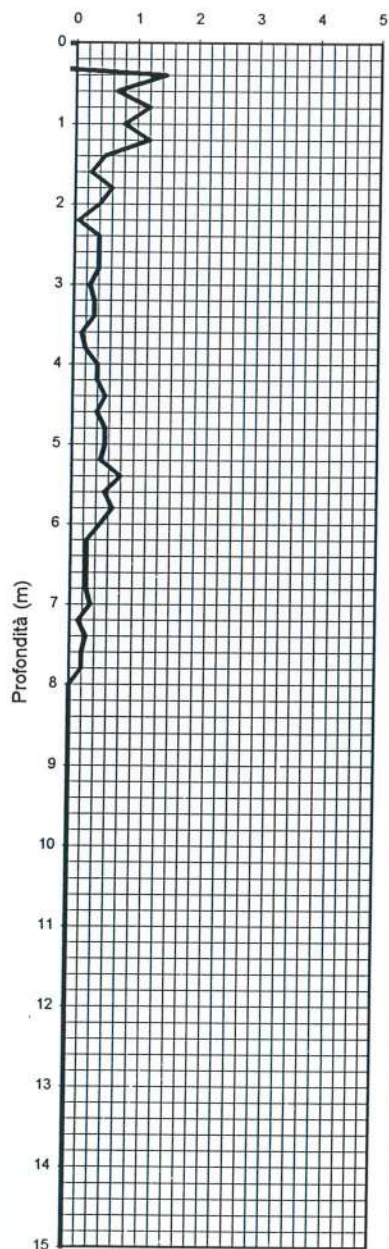
Committente: Comune di Ferrara

Località: Ferrara

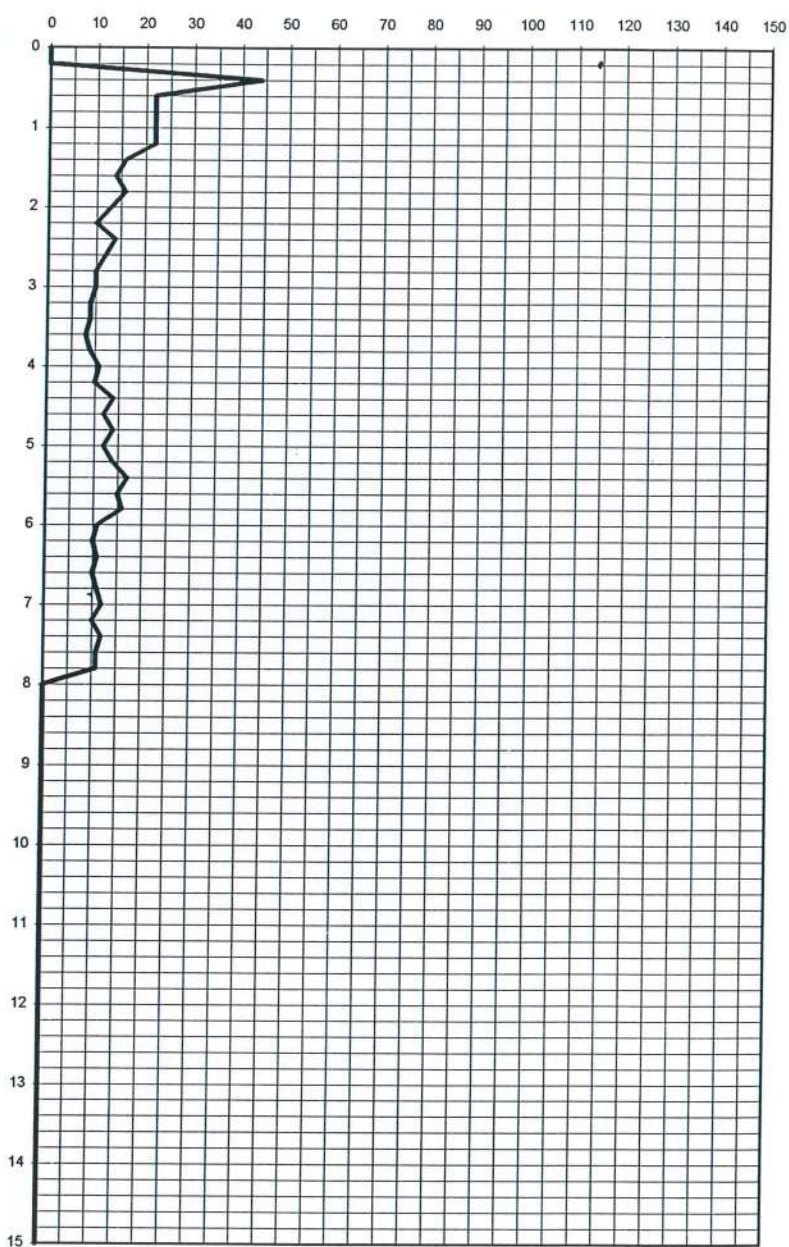
Data: 10/10/01

Profondità falda (m): 2,55

Quota inizio: p.c.



$R_l$  (Kg/cm<sup>2</sup>)



$R_p$  (Kg/cm<sup>2</sup>)





# DIAGRAMMA Rp / RI - Profondità.

CPT

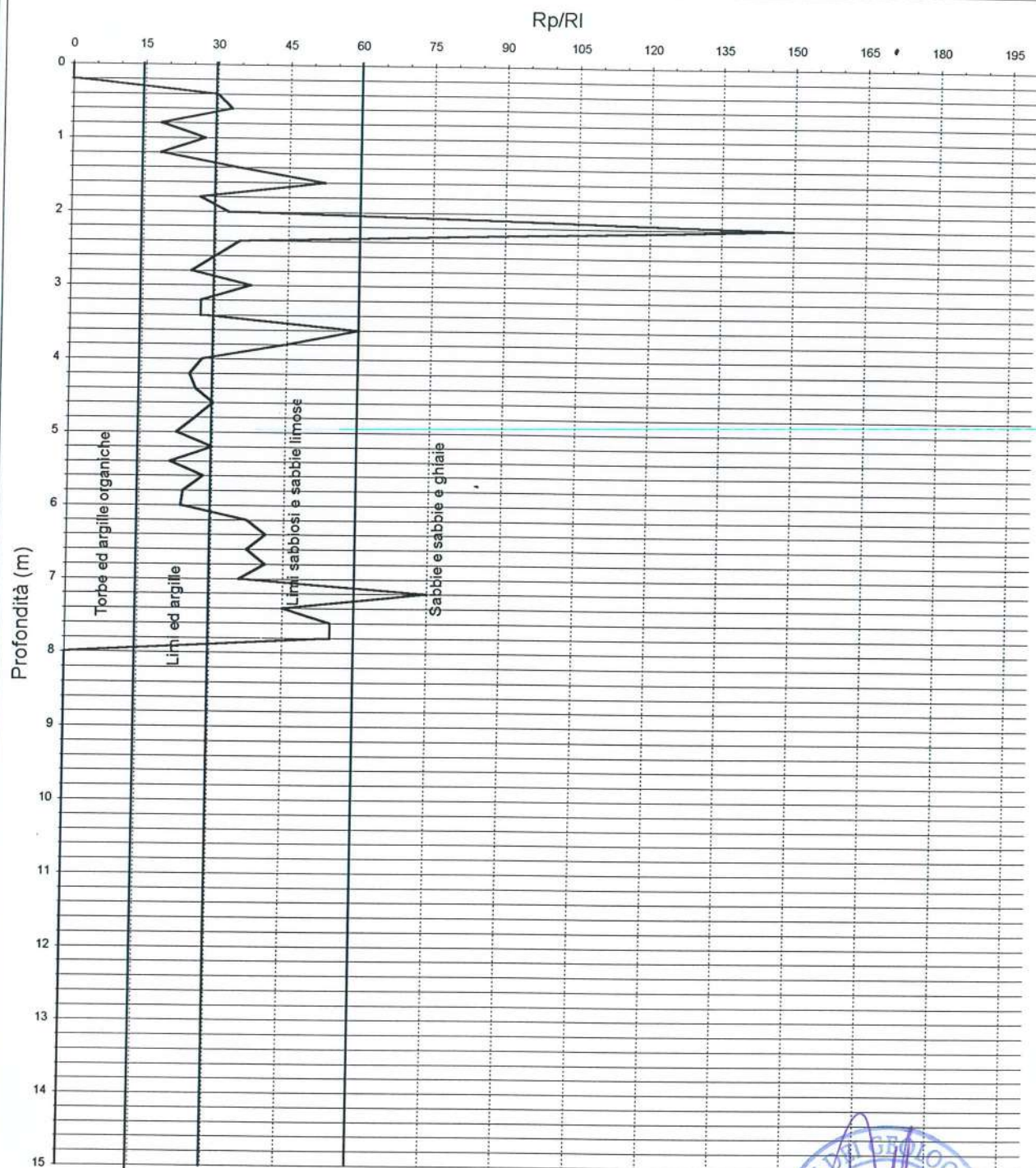
1

Committente: Comune di Ferrara

Località : Ferrara

Data: 10/10/01

Profondità falda (m): 2,55 Quota inizio: p.c.



## VALUTAZIONI LITOLOGICHE:

CPT 1

Committente: Comune di Ferrara

Località: Ferrara

Data: 10/10/01

Profondità falda (m): 2,55

Quota inizio: p.c.

	15	30	60	120 (Rp/Ri)	200
Prof. (m)	TORBE E ARG. ORG.	LIMI ED ARGILLE	LIMI SAB. E SAB. LIM.	SABBIE E SABBIE E GHIAIE	
	O				
			O		
			O		
1		O			
		O			
			O		
				O	
2			O		
			O		
			O		
			O		
3			O		
			O		
				O	
4					
			O		
			O		
			O		
			O		
5			O		
			O		
			O		
			O		
6			O		
			O		
			O		
			O		
7			O		
			O		
				O	
				O	
8					
Prof. (m)	TORBE E ARG. ORG.	LIMI ED ARGILLE	LIMI SAB. E SAB. LIM.	SABBIE E SABBIE E GHIAIE	





## PARAMETRI GEOTECNICI.

CPT 1

Committente: Comune di Ferrara

Località: Ferrara

Data: 10/10/01

Profondità falda (m): 2,55 Quota inizio: p.c.

Prof. (m)	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	Rf Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/Rf	Litologia secondo Schmertmann	Natura	y' (t/m <sup>3</sup> )	tens. eff. (Kg/cm <sup>2</sup> )	C u (Kg/cm <sup>2</sup> )	φ	Mo (Kg/cm <sup>2</sup> )	OCR
0,20	0,00	-2,93	0,00	non rilevato							
0,40	44,00	1,47	30,00	sabbia e limo arg.	granulare	1,85	0,04	-	31	132	-
0,60	22,00	0,67	33,00	sabbia e limo arg.	granulare	1,85	0,07	-	26	66	-
0,80	22,00	1,20	18,33	argilla inorg. molto compatta	coesiva	1,85	0,11	1,02	-	66	SC
1,00	22,00	0,80	27,50	argilla sabbiosa e limosa	granulare	1,85	0,15	-	26	66	-
1,20	22,00	1,20	18,33	argilla inorg. molto compatta	coesiva	1,85	0,19	1,02	-	66	SC
1,40	16,00	0,47	34,29	sabbia e limo arg.	granulare	1,85	0,22	-	26	48	-
1,60	14,00	0,27	52,50	sabbia sciolta	granulare	1,85	0,26	-	33	42	-
1,80	16,00	0,60	26,67	argilla sabbiosa e limosa	coesiva	1,85	0,30	0,82	-	52	SC
2,00	13,00	0,40	32,50	argilla sabbiosa e limosa	granulare	1,85	0,33	-	26	39	-
2,20	10,00	0,07	150,00	sabbia sciolta	granulare	1,85	0,37	-	30	30	-
2,40	14,00	0,40	35,00	sabbia e limo arg.	granulare	1,85	0,41	-	26	42	-
2,60	12,00	0,40	30,00	argilla sabbiosa e limosa	granulare	0,84	0,42	-	26	36	-
2,80	10,00	0,40	25,00	argilla inorg. media	coesiva	0,90	0,44	0,54	-	40	SC
3,00	10,00	0,27	37,50	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,46	-	26	30	-
3,20	9,00	0,33	27,00	argilla inorg. media	coesiva	0,88	0,48	0,49	-	39	SC
3,40	9,00	0,33	27,00	argilla inorg. media	coesiva	0,88	0,49	0,49	-	39	SC
3,60	8,00	0,13	60,00	sabbia sciolta	granulare	0,84	0,51	-	30	24	-
3,80	9,00	0,20	45,00	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,53	-	26	27	-
4,00	11,00	0,40	27,50	argilla sabbiosa e limosa	coesiva	0,90	0,55	0,59	-	42	SC
4,20	10,00	0,40	25,00	argilla inorg. media	coesiva	0,90	0,56	0,54	-	40	SC
4,40	14,00	0,53	26,25	argilla sabbiosa e limosa	coesiva	0,91	0,58	0,73	-	48	SC
4,60	12,00	0,40	30,00	argilla sabbiosa e limosa	granulare	0,84	0,60	-	26	36	-
4,80	14,00	0,53	26,25	argilla sabbiosa e limosa	coesiva	0,91	0,62	0,73	-	48	SC
5,00	12,00	0,53	22,50	argilla inorg. compatta	coesiva	0,90	0,63	0,64	-	45	SC
5,20	14,00	0,47	30,00	argilla sabbiosa e limosa	granulare	0,85	0,65	-	26	42	-
5,40	17,00	0,80	21,25	argilla inorg. compatta	coesiva	0,91	0,67	0,87	-	54	SC
5,60	15,00	0,53	28,13	argilla sabbiosa e limosa	coesiva	0,91	0,69	0,78	-	50	SC
5,80	16,00	0,67	24,00	argilla inorg. compatta	coesiva	0,91	0,71	0,82	-	52	SC
6,00	11,00	0,47	23,57	argilla inorg. media	coesiva	0,90	0,72	0,59	-	42	SC
6,20	10,00	0,27	37,50	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,74	-	26	30	-
6,40	11,00	0,27	41,25	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,76	-	26	33	-
6,60	10,00	0,27	37,50	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,77	-	26	30	-
6,80	11,00	0,27	41,25	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,79	-	26	33	-
7,00	12,00	0,33	36,00	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,81	-	26	36	-
7,20	10,00	0,13	75,00	sabbia sciolta	granulare	0,84	0,83	-	30	30	-
7,40	12,00	0,27	45,00	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,84	-	26	36	-
7,60	11,00	0,20	55,00	sabbia sciolta	granulare	0,84	0,86	-	30	33	-
7,80	11,00	0,20	55,00	sabbia sciolta	granulare	0,84	0,88	-	30	33	-
8,00	-	-	-	non rilevato	-	1,85	-	-	-	-	-
Prof. (m)	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	Rf Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/Rf	Litologia secondo Schmertmann	Natura	y' (t/m <sup>3</sup> )	tens. eff. (Kg/cm <sup>2</sup> )	C u (Kg/cm <sup>2</sup> )	φ	Mo (Kg/cm <sup>2</sup> )	OCR



# FONDAZIONI SUPERFICIALI: CPT 1

Committente: Comune di Ferrara

Località: Ferrara

Data: 10/10/01

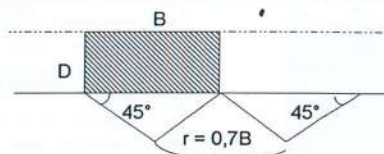
Profondità falda (m): 2,55 Quota inizio: p.c.

## CAPACITA' PORTANTE E CEDIMENTI DI FONDAZIONI DIRETTE:

### Caratteristiche della fondazione

Tipo: Rettangolare

B (m): 8,00 L (m): 11,00 D (m): 0,60



Nell' ipotesi di fondazione superficiale del tipo sopra specificato, sulla base delle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione estrapolate dall'elaborazione dei dati della prova penetrometrica statica CPT, si è ricavato il seguente valore orientativo della pressione ammissibile, espresso in Kg/cm<sup>2</sup>:

q amm (Kg/cm<sup>2</sup>): 0,7

In corrispondenza di un incremento netto di pressione sul piano di fondazione pari a quello sopra riportato è stato stimato il seguente cedimento teorico:

S (cm): 8,8

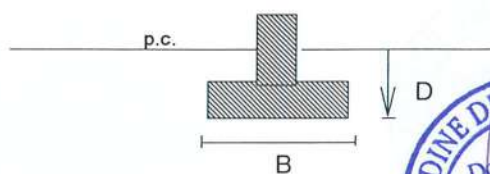
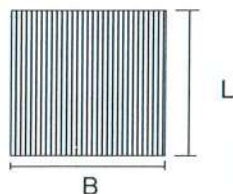
Si sono inoltre stimati carico ammissibile e cedimento per una differente tipologia di fondazione:

Tipo: Nastriforme

q amm (Kg/cm<sup>2</sup>): 1,4

B (m): 1,00 L (m): infinita D (m): 0,60

s (cm): 4,5





## VALUTAZIONI LITOLOGICHE:

CPT 2

Committente: Comune di Ferrara

Località: Ferrara

Data: 10/10/01

Profondità falda (m): 2,5 Quota inizio: p.c.

	15	30	60	120 (Rp/Rl)	200
Prof. (m)	TORBE E ARG. ORG.	LIMI ED ARGILLE	LIMI SAB. E SAB. LIM.	SABBIE E SABBIE E GHIAIE	
	○				
		○			
		○			
1			○		
		○			
		○			
2			○		
			○		
			○		
3			○		
			○		
		○			
4			○		
			○		
			○		
5		○			
Prof. (m)	TORBE E ARG. ORG.	LIMI ED ARGILLE	LIMI SAB. E SAB. LIM.	SABBIE E SABBIE E GHIAIE	



## PARAMETRI GEOTECNICI .

CPT 2

Committente: Comune di Ferrara

Località: Ferrara

Data: 10/10/01

Profondità falda (m): 2,5 Quota inizio: p.c.

Prof. (m)	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	Rf Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/Rf	Litologia secondo Schmertmann	Natura	$\gamma'$ (t/m <sup>3</sup> )	tens. eff. (Kg/cm <sup>2</sup> )	C u (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$	Mo (Kg/cm <sup>2</sup> )	OCR
0,20	0,00	1,33	0,00	non rilevato							
0,40	20,00	1,20	16,67	argilla inorg. molto compatta	coesiva	1,85	0,04	1,00	-	60	SC
0,60	22,00	0,93	23,57	argilla sabbiosa e limosa	coesiva	1,85	0,07	1,02	-	66	SC
0,80	22,00	0,67	33,00	sabbia e limo arg.	granulare	1,85	0,11	-	26	66	-
1,00	24,00	0,93	25,71	argilla sabbiosa e limosa	coesiva	1,85	0,15	1,03	-	72	SC
1,20	22,00	1,07	20,63	argilla inorg. molto compatta	coesiva	1,85	0,19	1,02	-	66	SC
1,40	16,00	0,93	17,14	argilla inorg. compatta	coesiva	1,85	0,22	0,82	-	52	SC
1,60	16,00	0,53	30,00	argilla sabbiosa e limosa	granulare	1,85	0,26	-	26	48	-
1,80	16,00	0,67	24,00	argilla inorg. compatta	coesiva	1,85	0,30	0,82	-	52	SC
2,00	14,00	0,40	35,00	sabbia e limo arg.	granulare	1,85	0,33	-	26	42	-
2,20	12,00	0,27	45,00	sabbia e limo arg.	granulare	1,85	0,37	-	26	36	-
2,40	14,00	0,40	35,00	sabbia e limo arg.	granulare	1,85	0,41	-	26	42	-
2,60	12,00	0,27	45,00	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,42	-	26	36	-
2,80	12,00	0,33	36,00	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,44	-	26	36	-
3,00	11,00	0,27	41,25	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,46	-	26	33	-
3,20	8,00	0,27	30,00	argilla sabbiosa e limosa	coesiva	0,86	0,47	0,44	-	37	SC
3,40	8,00	0,33	24,00	argilla inorg. media	coesiva	0,86	0,49	0,44	-	37	SC
3,60	8,00	0,27	30,00	argilla sabbiosa e limosa	coesiva	0,86	0,51	0,44	-	37	SC
3,80	10,00	0,20	50,00	sabbia sciolta	granulare	0,84	0,53	-	30	30	-
4,00	11,00	0,27	41,25	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,54	-	26	33	-
4,20	12,00	0,27	45,00	sabbia e limo arg.	granulare	0,84	0,56	-	26	36	-
4,40	12,00	0,40	30,00	argilla sabbiosa e limosa	granulare	0,84	0,58	-	26	36	-
4,60	14,00	0,40	35,00	sabbia e limo arg.	granulare	0,85	0,59	-	26	42	-
4,80	14,00	0,53	26,25	argilla sabbiosa e limosa	coesiva	0,91	0,61	0,73	-	48	SC
5,00	-	-	-	non rilevato	-	1,85	-	-	-	-	-
Prof. (m)	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	Rf Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/Rf	Litologia secondo Schmertmann	Natura	$\gamma'$ (t/m <sup>3</sup> )	tens. eff. (Kg/cm <sup>2</sup> )	C u (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$	Mo (Kg/cm <sup>2</sup> )	OCR





## FONDAZIONI SUPERFICIALI: CPT 2

Committente: Comune di Ferrara

Località: Ferrara

Data: 10/10/01

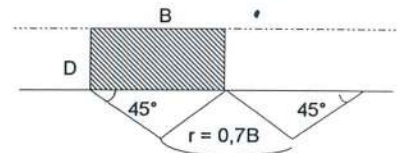
Profondità falda (m): 2,5      Quota inizio: p.c.

### CAPACITA' PORTANTE E CEDIMENTI DI FONDAZIONI DIRETTE:

#### Caratteristiche della fondazione

Tipo: Quadrata (o circolare)

B (m): 8,00      L (m): 8,00      D (m): 0,60



Nell' ipotesi di fondazione superficiale del tipo sopra specificato, sulla base delle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione estrapolate dall'elaborazione dei dati della prova penetrometrica statica CPT, si è ricavato il seguente valore orientativo della pressione ammissibile, espresso in Kg/cm<sup>2</sup>:

q amm (Kg/cm<sup>2</sup>): 0,7

In corrispondenza di un incremento netto di pressione sul piano di fondazione pari a quello sopra riportato è stato

stimato il seguente cedimento teorico:

S (cm): 5,2

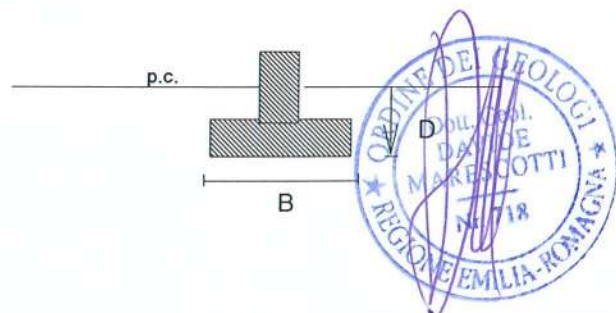
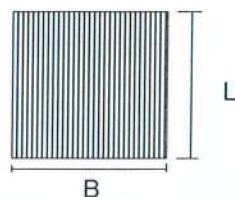
Si sono inoltre stimati carico ammissibile e cedimento per una differente tipologia di fondazione:

Tipo: Nastriforme

q amm (Kg/cm<sup>2</sup>): 1,4

B (m): 1,00      L (m): infinita      D (m): 0,60

s (cm): 4,1



## 6. ELABORAZIONE DATI

### 6.1. INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

Per ottenere dall'elaborazione delle prove un valore attendibile di carico ammissibile dell'area, è necessario verificare l'interazione tra il tipo fondazione e il terreno sottostante e quindi impostare un'ipotesi di fondazione. Nel caso in esame sono stati eseguiti i calcoli per due ipotesi: una fondazione di tipo a platea con dimensioni 8X11m ed una fondazione di tipo a trave rovescia di larghezza 1m, entrambe con profondità del piano di posa a circa 0.6 m dal p.c.. E' calcolato il carico ammissibile  $q_{amm}$  (Kg/cm<sup>2</sup>) del terreno nei diversi punti di misura e per le diverse ipotesi di fondazione, secondo la teoria del Terzaghi, dopo aver adottato un coefficiente di sicurezza 3, sul carico limite del terreno stesso.

La prova penetrometrica statica consente di determinare per via indiretta, in base ai valori di resistenza alla punta ( $R_p$ ) e laterale ( $R_l$ ) (riportati nelle tabelle allegate alla relazione), la resistenza al taglio in condizioni non drenate  $c_u$  dei terreni coesivi saturi mediante una relazione sperimentale:

$$c_u = R_p/N \text{ (Sanglerat 1972)}$$

dove  $N$  è un coefficiente adimensionale.

Essa viene calcolata per ogni 20 cm di profondità (vedi allegati alla relazione) mediante elaborazione al calcolatore.

La capacità portante di terreni dotati di coesione e angolo di attrito per fondazioni interrato al di sotto della superficie del piano campagna è calcolata con la formula di Terzaghi - Buisman:

$$q = cN_c + \gamma D(N_q - 1) + 1/2\gamma B N_\gamma$$

dove  $N_c$ ,  $N_q$ , e  $N_\gamma$  sono detti fattori di capacità portante.

