

**Fattore di profondità**  
 $dc = 1,2$   
 $dq = 1$   
 $dy = 1$

Applicazione della formula di calcolo:

$$q_{ult} = 0,40 \times 5,14 \times 1 \times 1,2 + 0,00185 \times 100 \times 1 \times 1 \times 1 + 0 = 2,6522 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{amm} = q_{ult}/F = 2,6522 / 3 = 0,88 \text{ kg/cm}^2$$

### EDIFICIO N. 3

Caratteristiche delle opere di fondazione utilizzate come riferimento

Fondazione diretta tipo trave continua di lato  $B = 1,00$ , rigida, con carico verticale centrato, piano di fondazione orizzontale impostato a  $1,00$  dal piano campagna medio esistente al momento dell'esecuzione delle indagini.

Caratteristiche dei terreni presenti e fattori introdotti nel calcolo

A fini cautelativi vengono utilizzati i valori inferiori delle caratteristiche geotecniche riferite alla sola componente coesiva della colonna indagata fino a  $3,00$  di profondità in corrispondenza delle prove n. 5 e n. 6.

Fattori introdotti nel calcolo

**Coeff. di portata**  
 $B = 100$   
 $L = \text{Infinita}$   
 $D = 100$   
 $\gamma = 0,00185$   
 $\gamma' = 0,00085$   
 $cu = 0,35$   
 $\phi = 0$   
 $k_p = 1$   
 $B/L = 1$

$$\begin{aligned} N_c &= 5,14 \\ N_q &= 1 \\ N_\gamma &= 0 \end{aligned}$$

**Fattore di forma**

$$\begin{aligned} S_c &= 1 \\ S_q &= 1 \\ S_\gamma &= 1 \end{aligned}$$

**Fattore di profondità**

$$\begin{aligned} d_c &= 1,2 \\ d_q &= 1 \\ d_\gamma &= 1 \end{aligned}$$

Applicazione della formula di calcolo:

$$q_{ult} = 0,35 \times 5,14 \times 1 \times 1,2 + 0,00185 \times 100 \times 1 \times 1 \times 1 + 0 = 2,3438 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{amm} = q_{ult}/F = 2,3438/3 = 0,78 \text{ kg/cm}^2$$

**EDIFICIO N. 4**

Caratteristiche delle opere di fondazione utilizzate come riferimento

Fondazione diretta tipo trave continua di lato  $B = 1,00$  m, rigida, con carico verticale centrato, piano di fondazione orizzontale impostato a  $1,00$  m dal piano campagna medio esistente al momento dell'esecuzione delle indagini.

Caratteristiche dei terreni presenti e fattori introdotti nel calcolo

A fini cautelativi vengono utilizzati i valori inferiori delle caratteristiche geotecniche riferite alla sola componente coesiva della colonna indagata fino a  $3,00$  m di profondità in corrispondenza delle prove n. 7 e n. 8.

Fattori introdotti nel calcolo

$$\begin{aligned} B &= 100 \\ L &= \text{Infinita} \\ D &= 100 \\ \gamma &= 0,00185 \end{aligned}$$

$$\gamma' = 0,00085$$

$$c_u = 0,45$$

$$\phi = 0$$

$$k_p = 1$$

$$B/L = 1$$

**Coeff. di portata**

$$N_c = 5,14$$

$$N_q = 1$$

$$N_\gamma = 0$$

**Fattore di forma**

$$S_c = 1$$

$$S_q = 1$$

$$S_\gamma = 1$$

**Fattore di profondità**

$$d_c = 1,2$$

$$d_q = 1$$

$$d_\gamma = 1$$

Applicazione della formula di calcolo:

$$q_{ult} = 0,45 \times 5,14 \times 1 \times 1,2 + 0,00185 \times 100 \times 1 \times 1 \times 1 + 0 = 2,9606 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{amm} = q_{ult}/F = 2,9606/3 = 0,99 \text{ kg/cm}^2$$

Commenti

Il valore della capacità portante determinato mediante la formula di Meyerhof, utilizzando termini cautelativi per gli edifici 1 e 3 risulta superiore ai valori desunti per mezzo del calcolo automatico mentre, per gli edifici 2 e 4, risulta decisamente inferiore.

In considerazione delle forti variabilità geomecchaniche dei terreni presenti e del diverso andamento temporale dei cedimenti in seguito agli incrementi di carico, i valori ritenuti definitivi di capacità portante massima ammissibile, sono di seguito elencati:

Edificio n.	q.amm - kg/cm <sup>2</sup>	S - cm
1	0.85	2.75 - 2.92
2	0.88	2.53 - 2.48
3	0.68	4.82 - 4.73
4	0.99	2.93 - 2.82

I valori sopra indicati risultano verificati anche in base alla formula di Frohlich, come di seguito descritto.

Escludendo la riduzione degli incrementi di carico con la profondità, in base alla relazione di Frohlich, l'inizio del fenomeno di plasticizzazione in corrispondenza degli strati coerenti avviene con il seguente incremento di carico:

$$P_{crit} = C_u \times n$$

Nel casi trattati, considerando i livelli coesivi dotati di minori caratteristiche meccaniche e localizzati da mt 1.00 a mt 3.00 dal piano campagna, per i diversi fabbricati in progetto si ottengono i seguenti valori:

Edificio n. 1	$P_{crit} = C_u \times n = 0.50 \times 3.14159 = 1.57 \text{ kg/cm}^2$
Edificio n. 2	$P_{crit} = C_u \times n = 0.40 \times 3.14159 = 1.26 \text{ kg/cm}^2$
Edificio n. 3	$P_{crit} = C_u \times n = 0.35 \times 3.14159 = 1.10 \text{ kg/cm}^2$
Edificio n. 4	$P_{crit} = C_u \times n = 0.45 \times 3.14159 = 1.41 \text{ kg/cm}^2$

In base a quanto sopra risulta quindi che, nel caso in cui il reale incremento di carico corrispondesse alla pressione massima ammissibile precedentemente indicata, tale valore sarebbe in ogni caso sempre inferiore alla pressione critica di Frohlich, pur escludendo il decremento di carico dovuto alla profondità.



## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dalle indagini e conseguenti valutazioni eseguite, nella presente riportate e analizzate, si possono trarre le conclusioni di seguito evidenziate.

- Il terreno risulta idoneo all'adozione di fondazioni dirette superficiali tipo trave continua.

- La quota del relativo piano di posa indicata nella presente è a mt 1.00 dal piano di campagna medio esistente al momento dell'esecuzione delle indagini.

- Per fondazioni dirette rigide tipo trave continua, rigide, di lunghezza infinita e larghezza  $B = \text{mt } 1.00$ , piano di fondazione orizzontale impostato a mt 1.00 dal piano campagna, carico verticale centrato, i valori di capacità portante massima ammissibile e i relativi cedimenti teorici sono di seguito tabulati:

Edificio n.	q.amm - kg/cm <sup>2</sup>	S - cm
1	0.85	2.75 - 2.92
2	0.88	2.53 - 2.48
3	0.68	4.82 - 4.73
4	0.99	2.93 - 2.82

Nonostante i cedimenti differenziali risultino molto limitati, si raccomanda comunque di prevedere la realizzazione di giunti strutturali in quanto, a causa delle forti variabilità litologiche dei terreni presenti, i relativi cedimenti potranno svilupparsi in tempi molto diversi da punto a punto.

- Nei fori residuali delle indagini eseguite è stato misurato il livello della superficie freatica che è risultato rispetto al piano campagna come riepilogato in tabella:

Prova Penetrometrica Statica      Profondità della sup. freatica	
dal p.c.	
(mt)	
CPT 1	2.50
CPT 2	3.60
CPT 3	2.40
CPT 4	2.45
CPT 5	2.40
CPT 6	1.90
CPT 7	3.50
CPT 8	2.50

Quasi certamente, i principali fattori di regimazione della falda sono costituiti dall'evapotraspirazione e dall'infiltrazione efficace, legata sia agli eventi meteorici che alle irrigazioni delle zone agricole circostanti. Vista la vicinanza rispetto al paleovalico del Reno e l'andamento morfologico generale, si ritiene che in corrispondenza della struttura geomorfologica possa essere presente una falda libera alimentata dagli eventi meteorici, che tende ad essere drenata verso i terreni depressi presenti verso nord.

Per quanto riguarda i singoli valori rilevati si può notare una discreta variabilità, non giustificata dall'andamento morfologico. Si ritiene possibile quindi che la situazione litostратigrafica abbia potuto generare le condizioni per la creazione di una o più falde libere e falde confinate e quindi tale sovrapposizione, unita al possibile effetto di lisciamiento delle pareti dei fori insita nelle modalità esecutive delle prove eseguite, abbia di conseguenza creato alterazioni di livello statico all'interno dei fori stessi. In generale potrà essere considerato quindi come riferimento il livello medio il quale, visto l'andamento meteo antecedente alla data di esecuzione delle indagini, sarà quasi certamente di poco inferiore alla media annuale.

- Va infine ribadito che, come ampiamente descritto, le indagini sono state realizzate con metodologie che non permettono l'analisi diretta dei litotipi e quindi, come si è visto, per tali indagini la ricostruzione litostратigrafica è stata eseguita empiricamente sulla base di teorie tratte da diversi studiosi ed esperienze. La teoria accreditata in questa fase è quella di Begemann, nella cui applicazione sono stati

Inoltre introdotti alcuni fattori di riduzione sulle base di precedenti esperienze e teorie consolidate. In funzione di quanto appena descritto, della forte variabilità dei terreni presenti e della possibile presenza di orizzonti organici, si raccomanda di verificare mediante mezzo meccanico, preventivamente all'esecuzione degli scavi per le opere di fondazione, la corrispondenza fra la colonna stratigrafica teorica qui riportata e la colonna stratigrafica reale da piano campagna a non meno di mt 3.00 di profondità. In caso di sostanziale difformità con le colonne stratigrafiche riportate nella presente ed utilizzate, si raccomanda di riverificare quanto qui calcolato in funzione dei nuovi dati.

Copparo, 20 luglio 2004



**SCHEDE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE  
DIAGRAMMI DI RESISTENZA PUNTO - LINEA  
allegati 1 - 8**



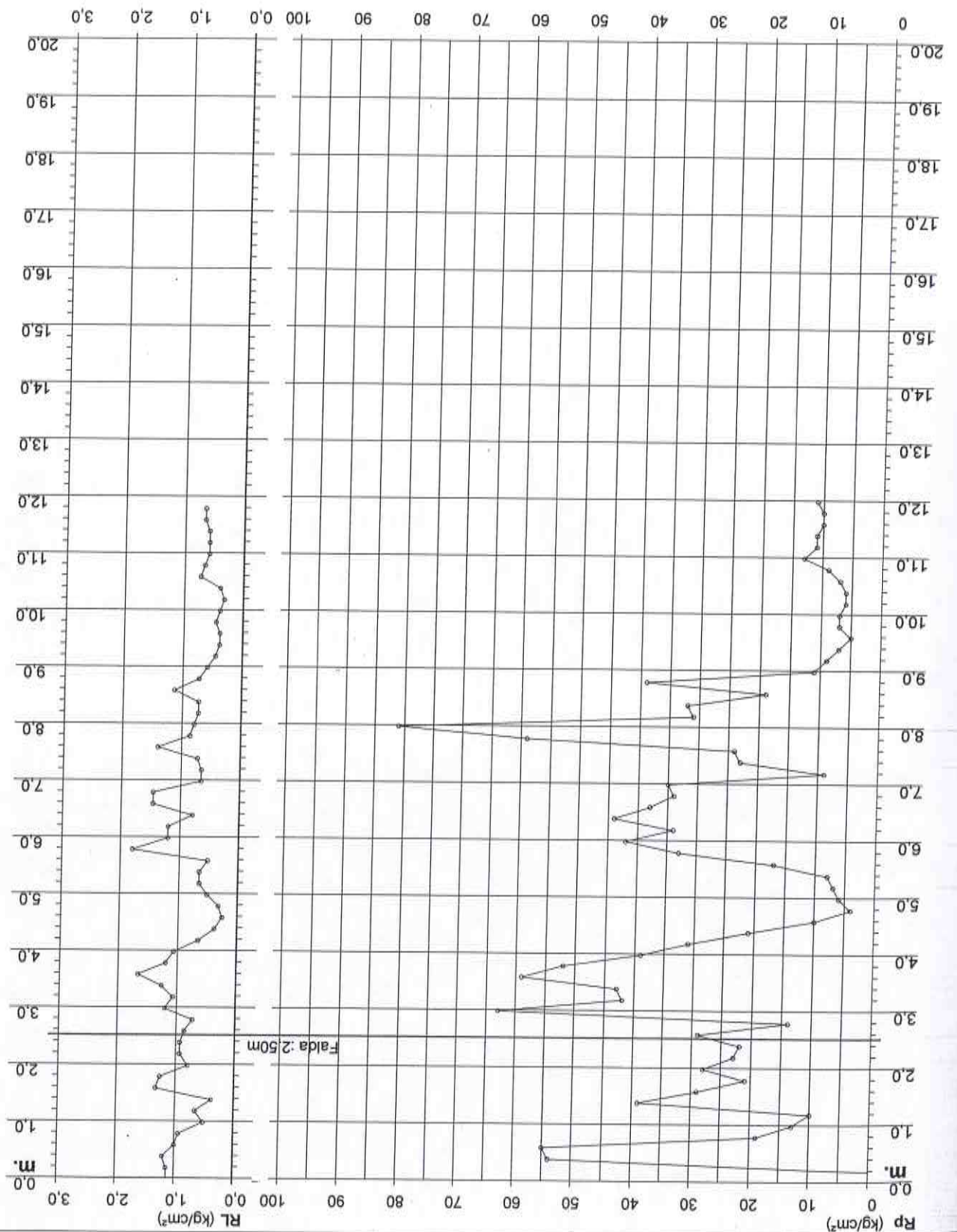
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-001

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
 - lavoro :  
 - località : Mirabello (Fe) - via Turati

- data : 07/07/2004  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,50 m da quota inizio  
 - scala vert. : 1 : 100



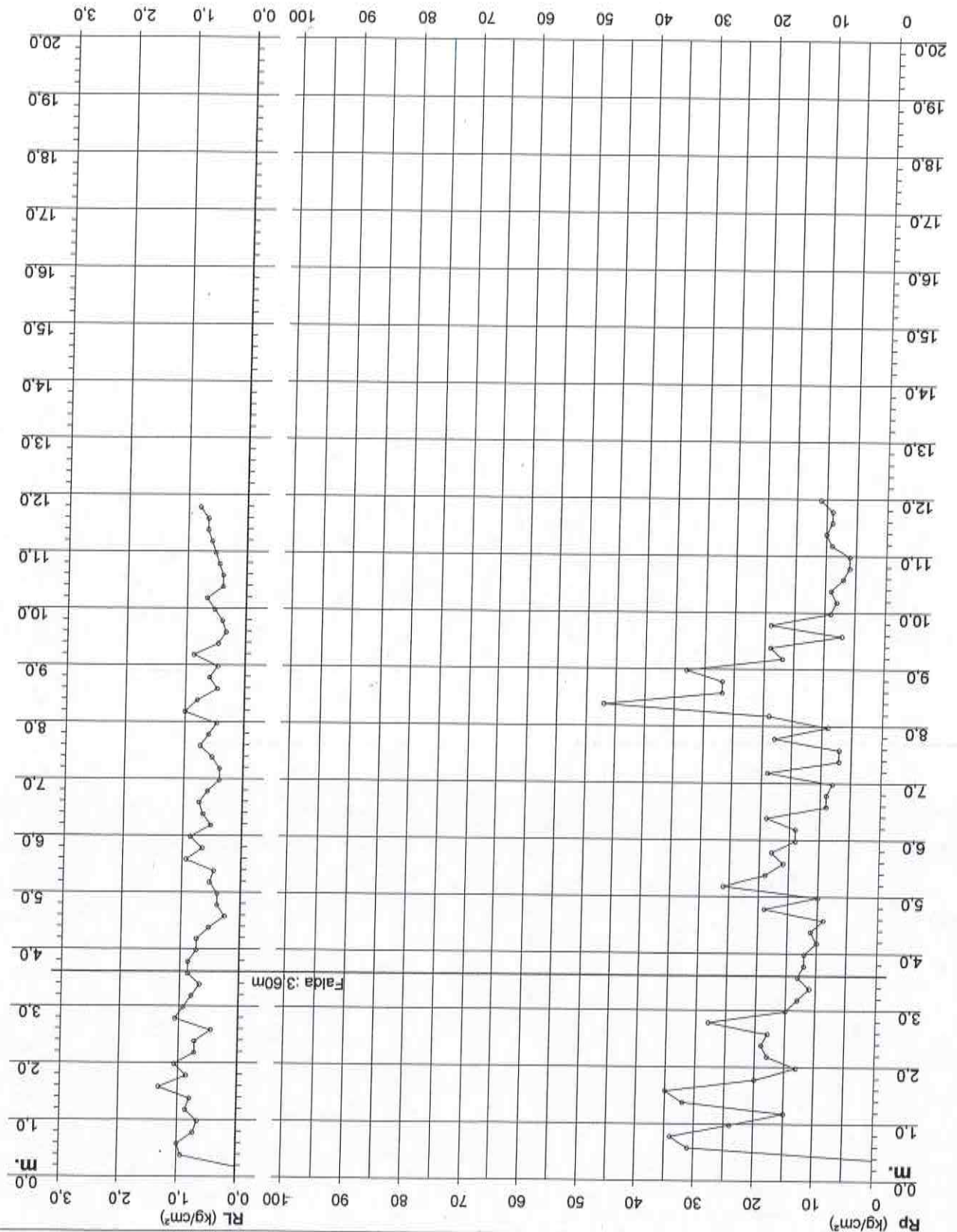
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-001

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
 - lavoro :  
 - località : Mirabello (Fe) - via Turati

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda :  
 - scala vert.:  
 1 : 100  
 3,60 m da quota inizio  
 Piano Campagna  
 07/07/2004

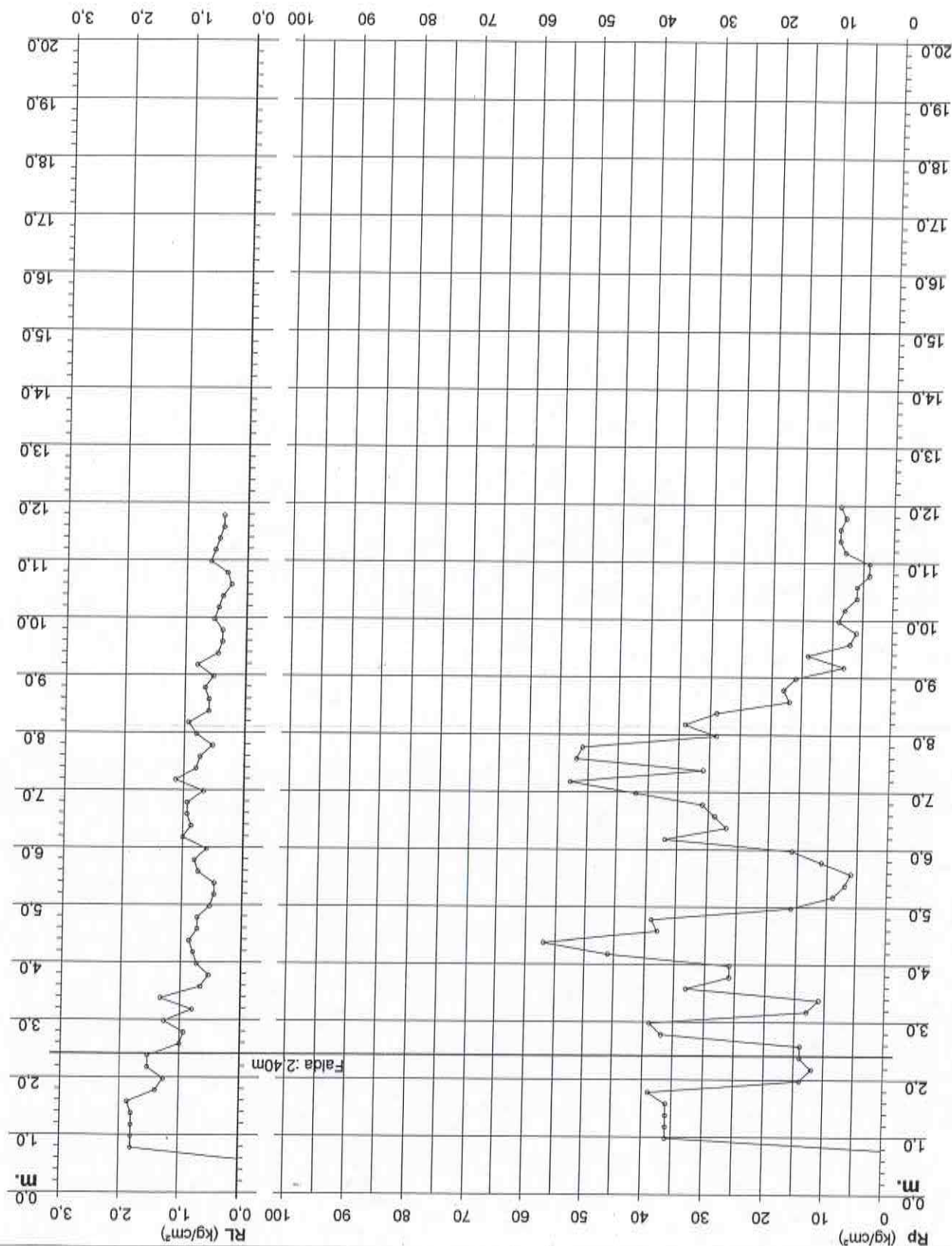




## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
- località :  
- lavoro :  
- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda :  
- scala vert. :  
1 : 100  
15/07/2004  
Piano Campagna  
2,40 m da quota inizio

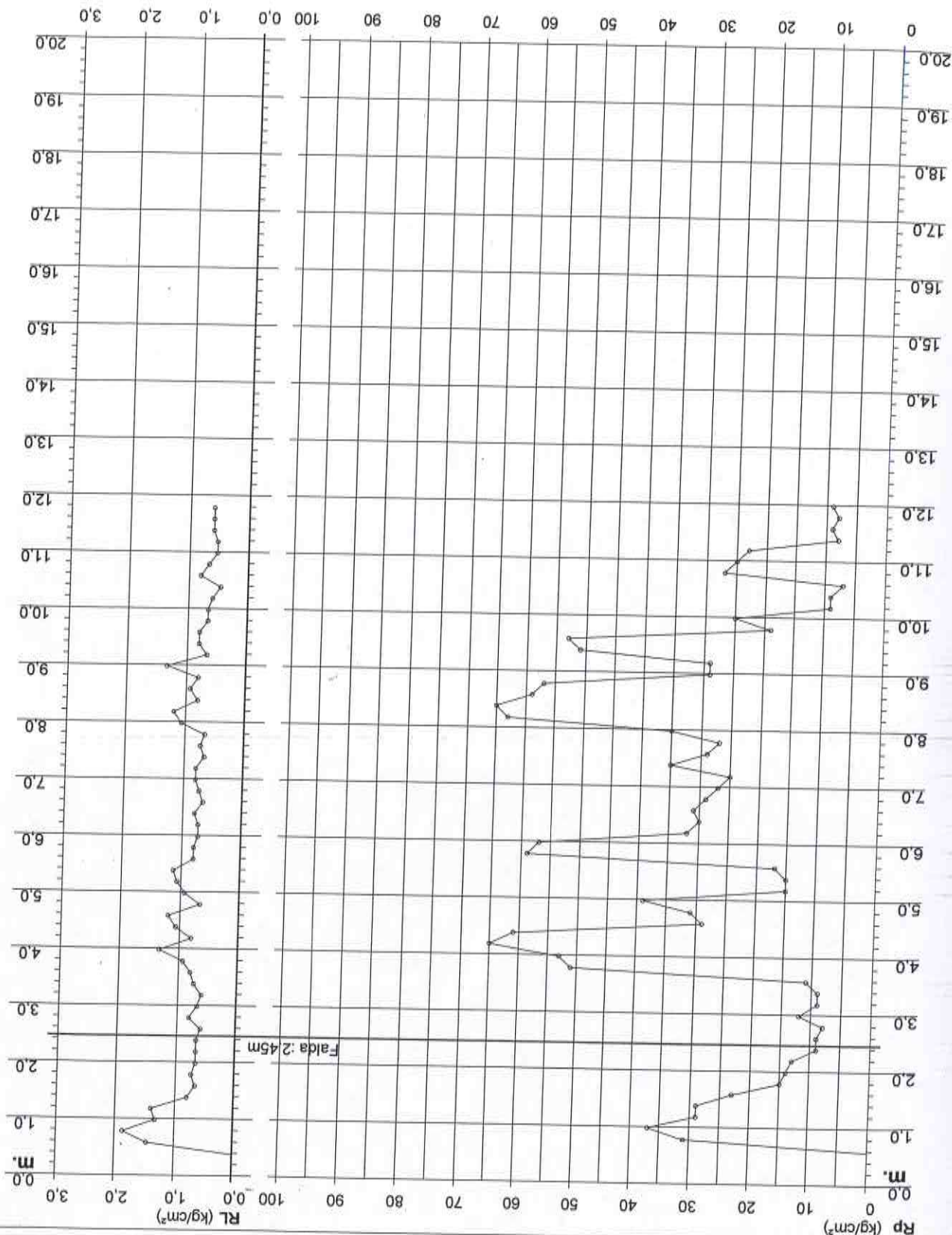


# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2:010496-001

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
 - lavoro :  
 - località : Mirabello (Fe) - via Turati  
 - data : 07/07/2004  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,45 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



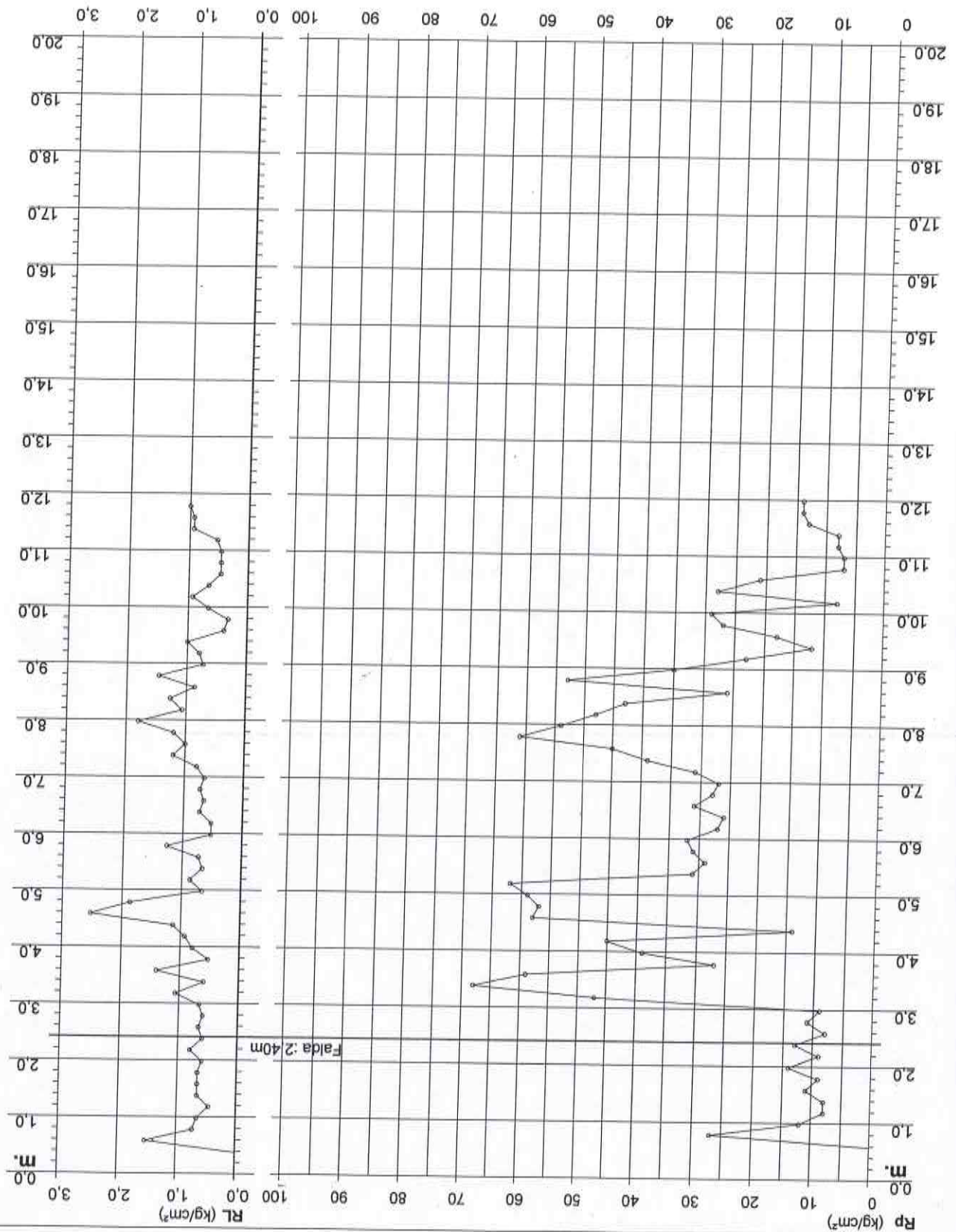


# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
 - lavoro :  
 - località : Mirabello (FE) - via Turati  
 - data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda :  
 - scala vert.:  
 1 : 100  
 2,40 m da quota inizio  
 Piano Campagna  
 07/07/2004

2:010496-001

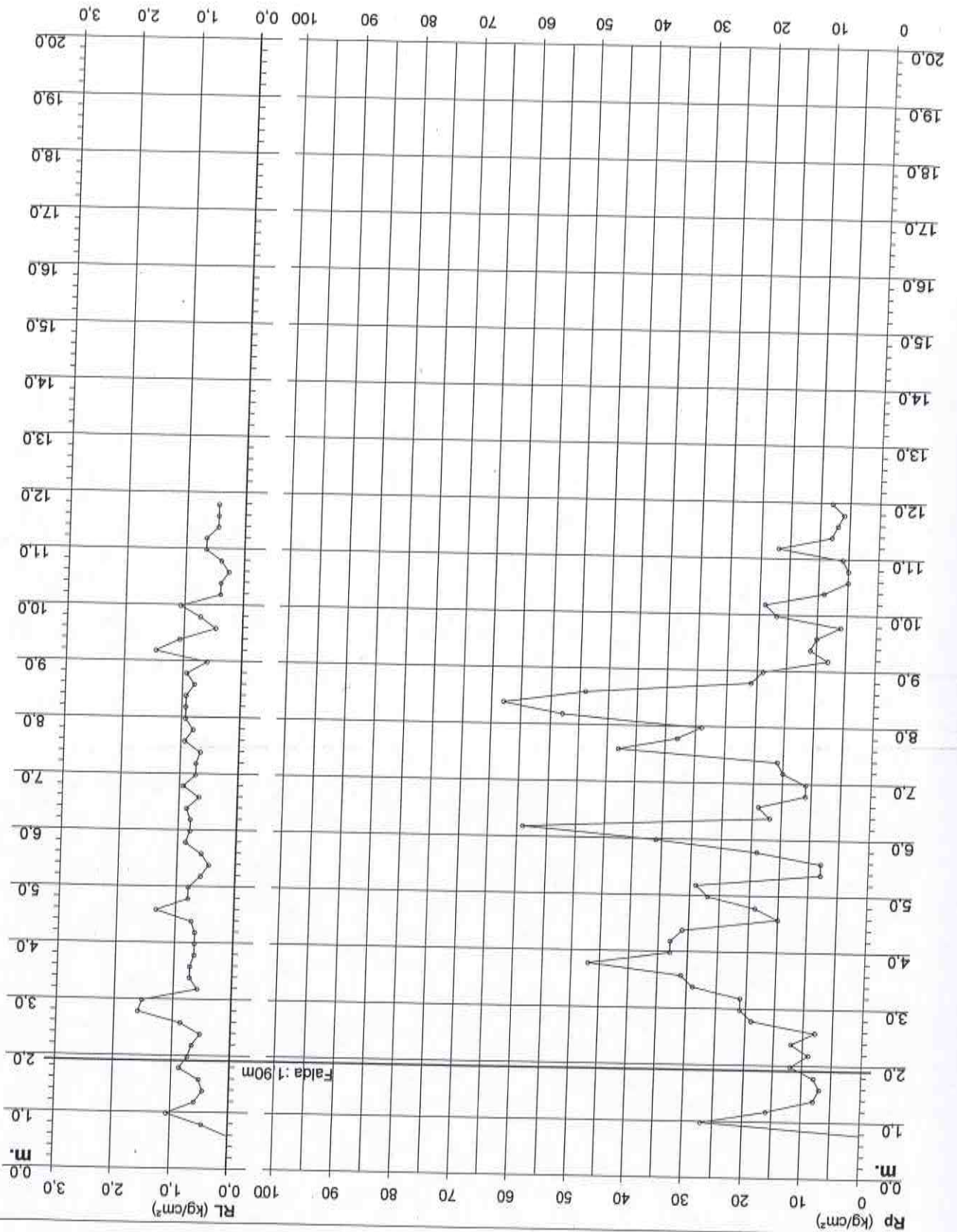


# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
 - lavoro :  
 - località : Mirabello (FE) - via Turati  
 - data : 15/07/2004  
 - quota inizio : 1.90 m da quota inizio  
 - prof. falda :  
 - scala vert.: 1 : 100

2:010496-001

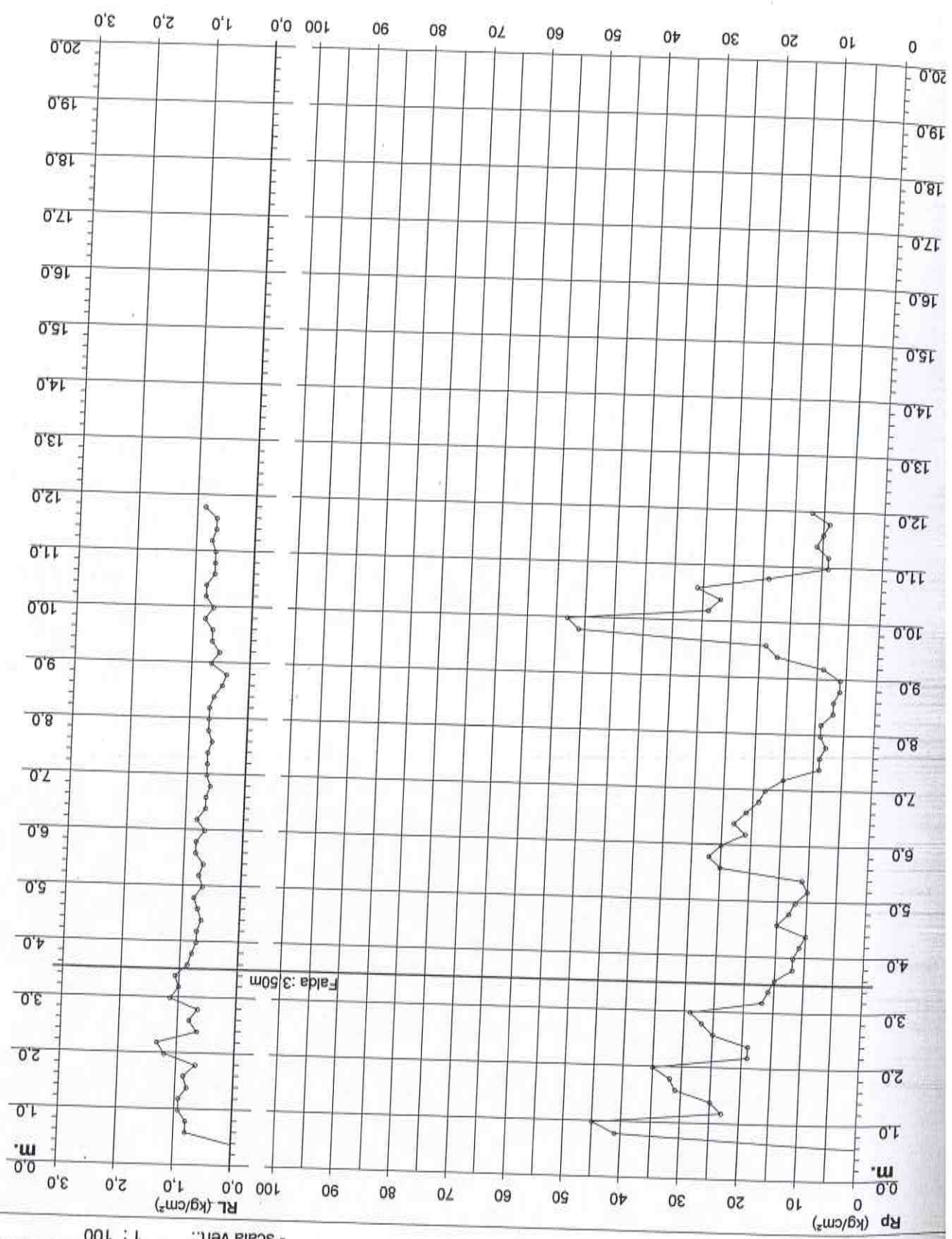




# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 7

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda :  
 - scala vert.:  
 1 : 100  
 07/07/2004  
 Piano Campagna  
 3,50 m da quota inizio



committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
 lavoro :  
 località : Mirabello (Fe) - via Turati

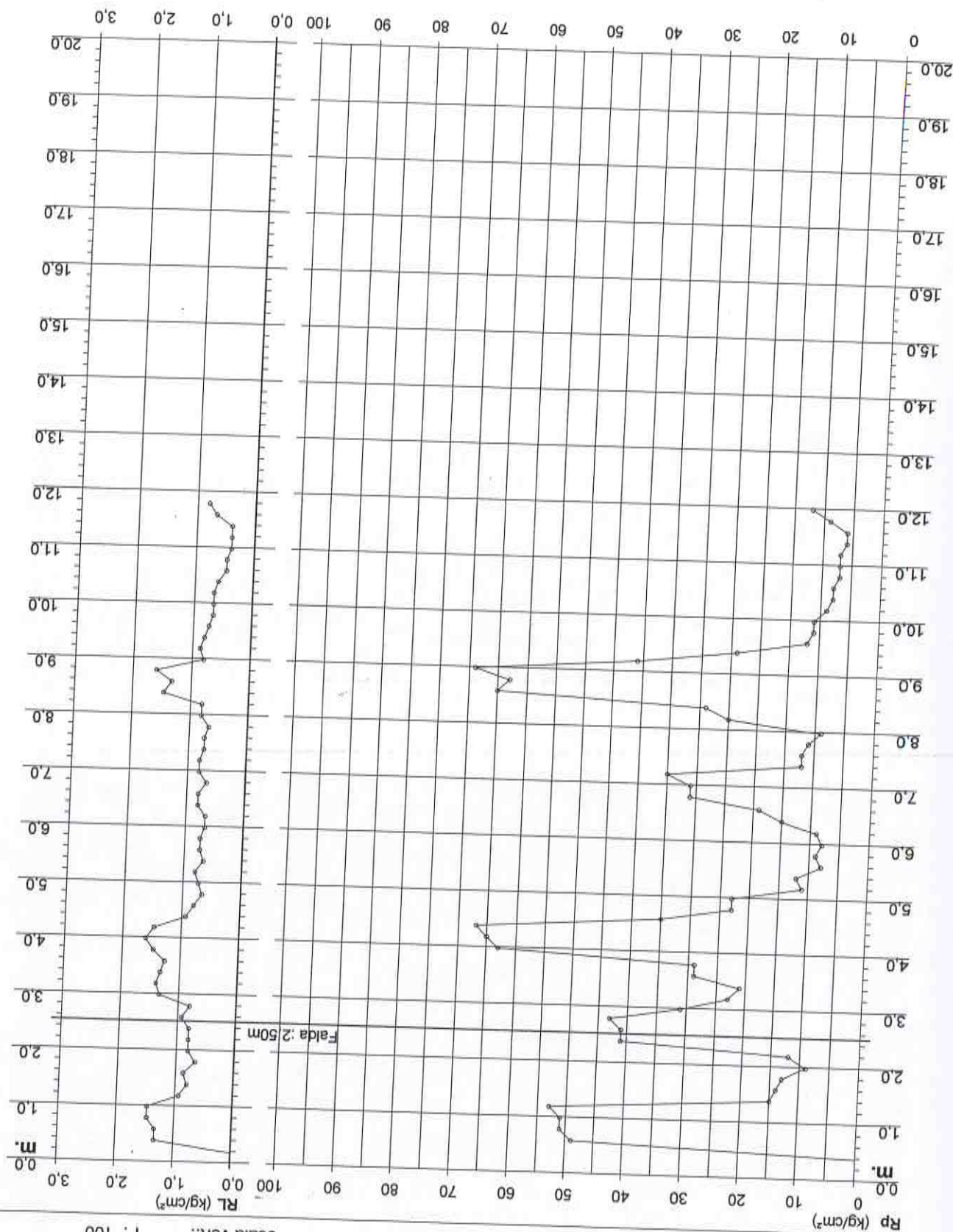
2.010496-001

# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 8

2.010496-001

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
 - lavoro :  
 - località : Mirabello (Fe) - via Turati  
 - data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda :  
 - scala vert.:  
 1 : 100  
 07/07/2004  
 Piano Campagna  
 2,50 m da quota inizio





**SCHEDE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE  
DIAGRAMMI DI RESISTENZA - ISTOGRAMMI**

**allegati 9 - 16**

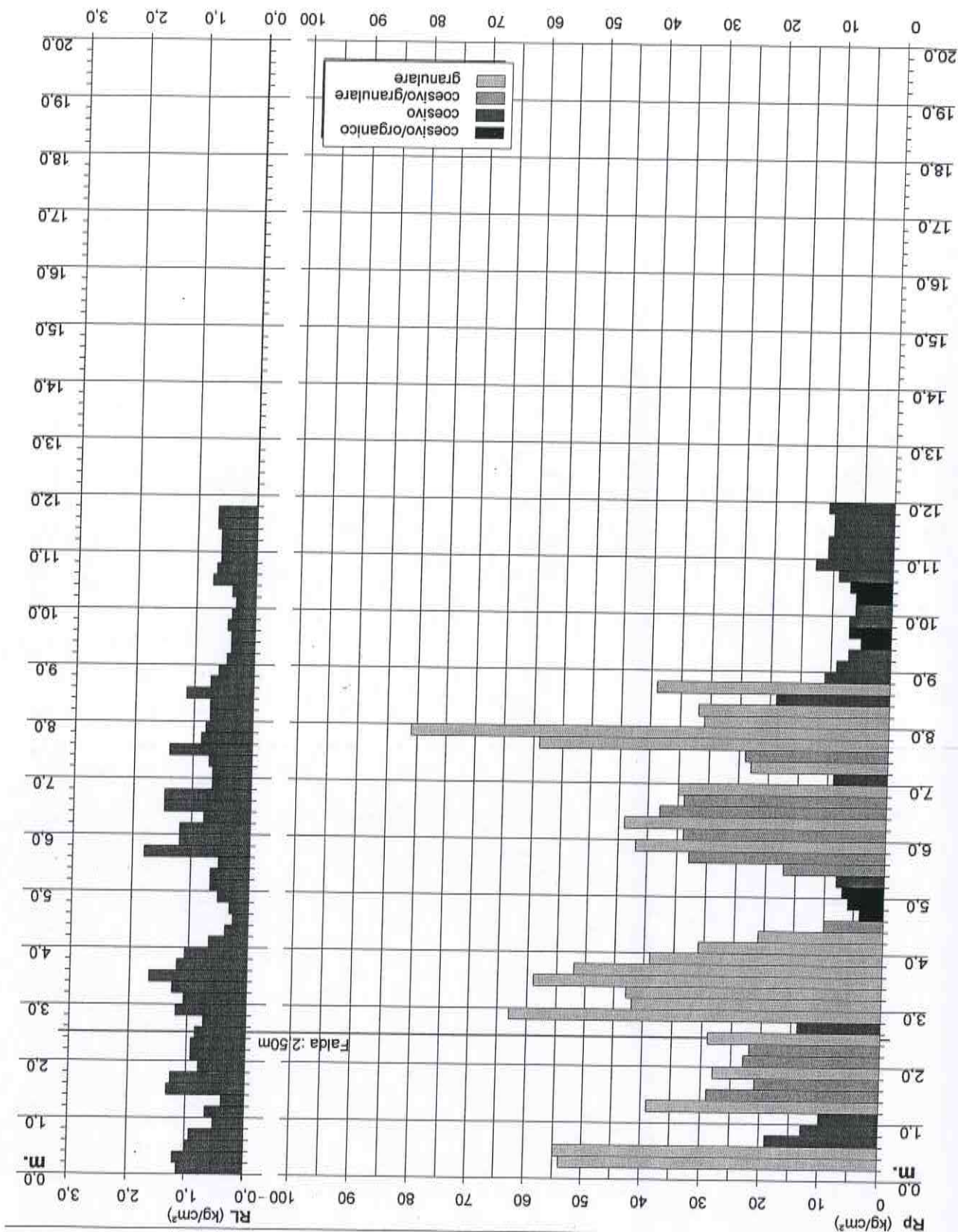
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-001

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
 - lavoro :  
 - località : Mirabello (Fe) - via Turati

- data : 07/07/2004  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,50 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100

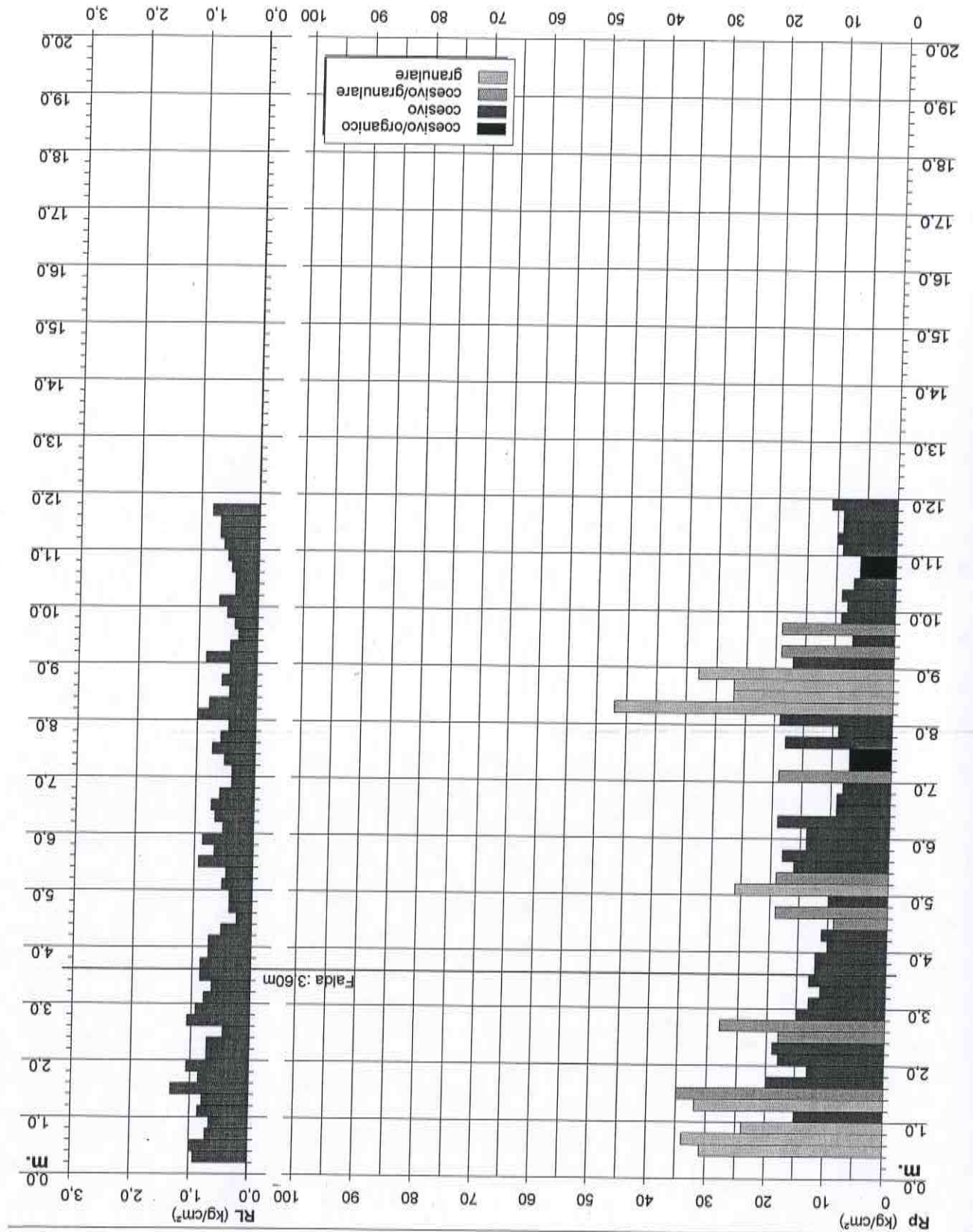


# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
- lavoro :  
- località : Mirabello (Fe) - via Turati  
- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda :  
- scala vert.:  
07/07/2004  
Piano Campagna  
3,60 m da quota inizio  
1 : 100

2.010496-001





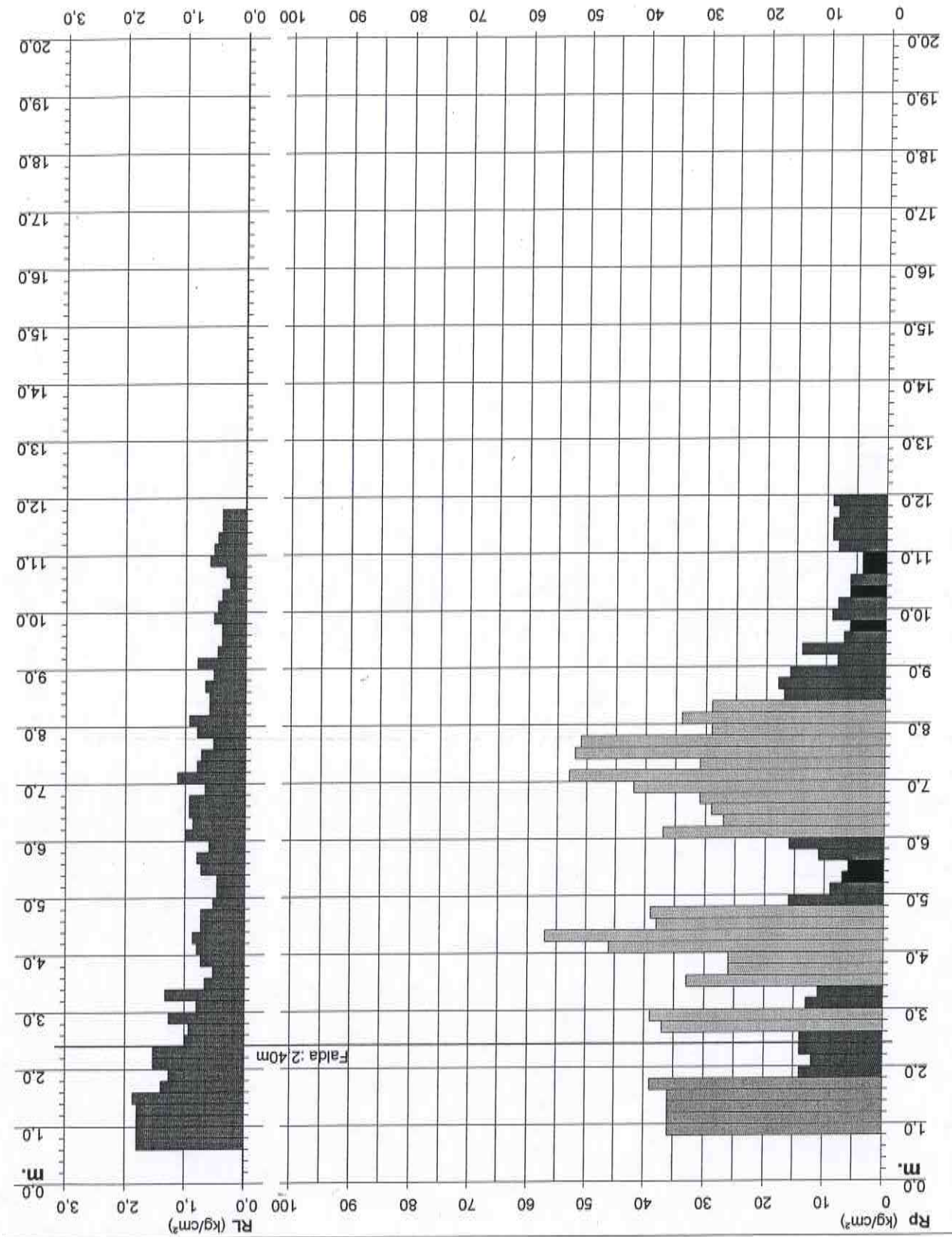
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-001

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
 - lavoro :  
 - località : Mirabello (Fe) - via Turati

- data : 15/07/2004  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,40 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



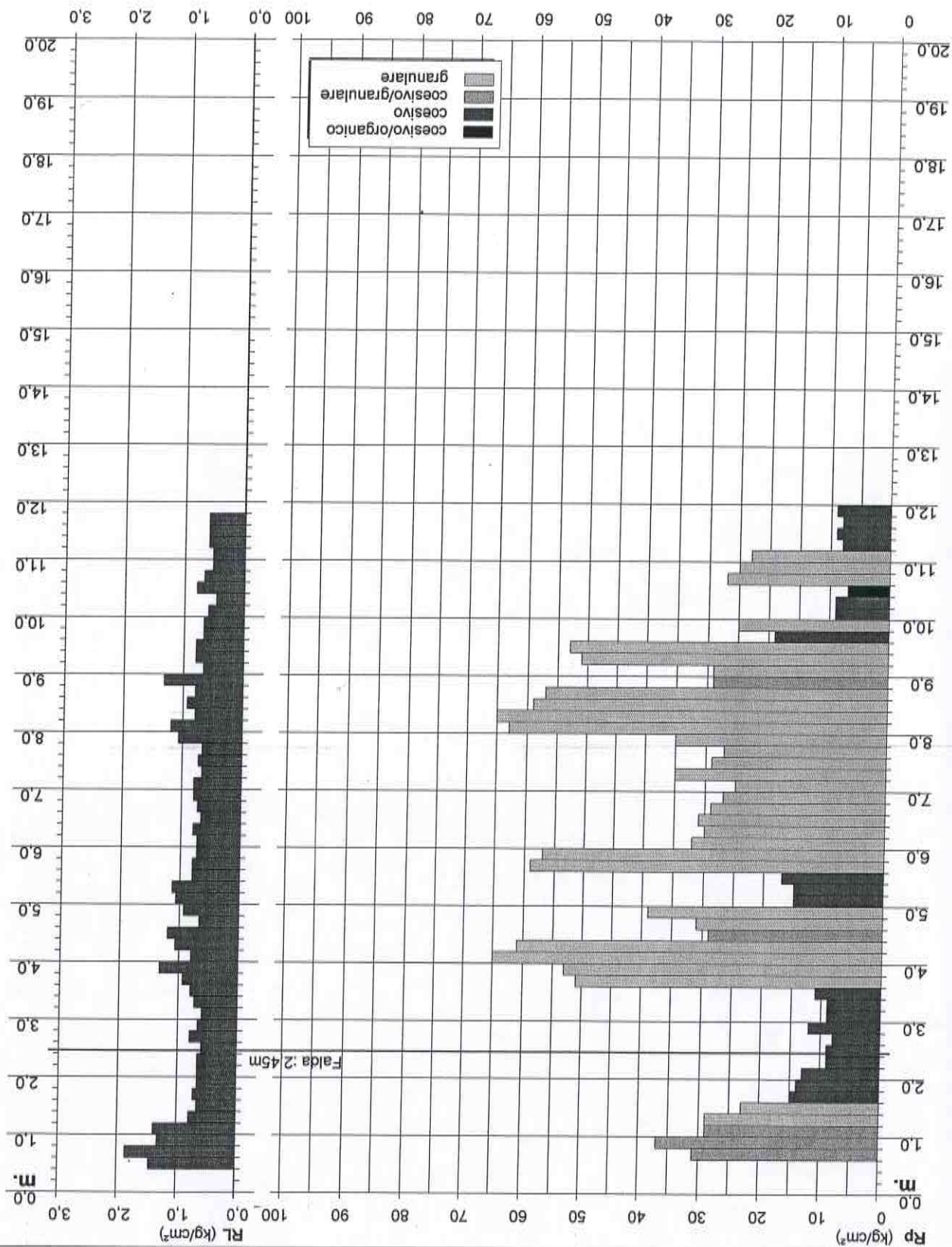


# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
 - lavoro :  
 - località : Mirabello (Fe) - via Turati  
 - data : 07/07/2004  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,45 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100

2.010496-001

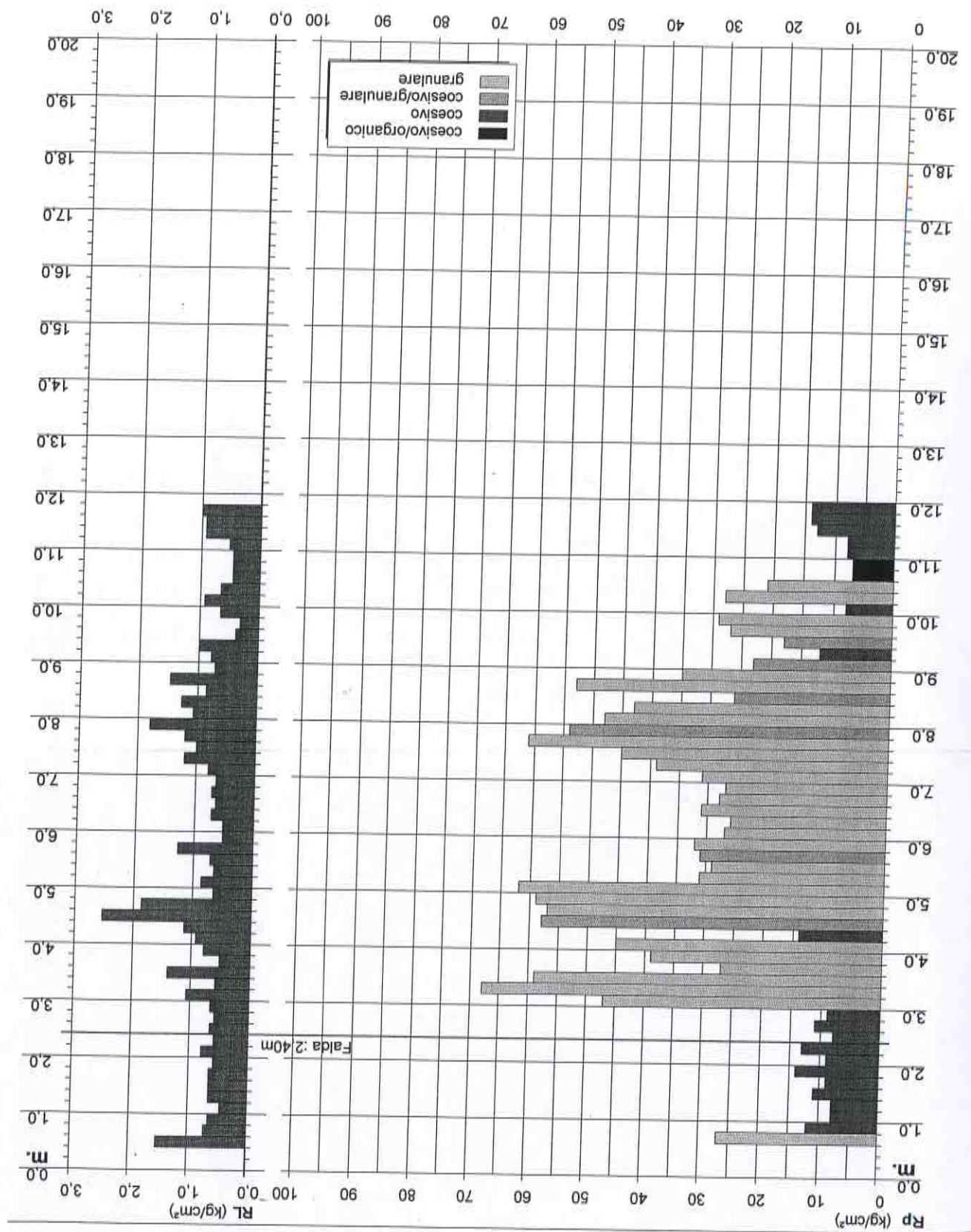


## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.010496-001

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
- lavoro :  
- località : Mirabello (Fe) - via Turati  
- data : 07/07/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2.40 m da quota inizio  
- scala vert. : 1 : 100





# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

2.010496-001

- committente : Dott. Geol. Emanuele Stevanin  
 - lavoro :  
 - località : Mirabello (Fe) - via Turati

- data : 15/07/2004  
 - quota inizio : 1,90 m da quota inizio  
 - prof. falda :  
 - scala vert.: 1 : 100

