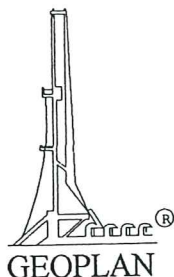


15149002



**STUDIO GEOPLAN**  
geologia applicata ed ambientale

*CESARE RESNATI - LUISELLA COLOMBO*  
*geologi associati*

RAPP. 1311R99

**Scherma Monza s.r.l.**  
**MONZA**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

su terreno di fondazione  
in Monza - MI - Via Della Birona  
per nuovo Palazzetto Sportivo

IL GEOLOGO

Monza, aprile 1999

|   |                |
|---|----------------|
| <b>COMUNE DI MONZA</b>                          |                |
| UFFICIO GESTIONE URBANISTICA                    |                |
| OPERE IN CEMENTO ARMATO E A STRUTTURA METALLICA |                |
| ATTENZIONE: DEPOSITO                            |                |
| Data <b>7 MAG. 2001</b>                         | N. <b>1107</b> |
| Firma <i>[Signature]</i>                        |                |



## 1. PREMESSA

La presente Relazione Geotecnica viene redatta su incarico della Scherma Monza s.r.l. di Monza, che sta procedendo ad un intervento edilizio in Monza, via Della Birona, con la costruzione del nuovo Palazzetto Sportivo su un terreno sito in via Della Birona.

Vengono qui illustrati i risultati di una indagine geognostica eseguita sul terreno in oggetto, nonché le elaborazioni e le analisi geotecniche derivate.

Il contenuto della presente ottempera ai criteri espressi nel D.M. LL.PP. 11.03.88 e nella circolare LL.PP. n° 30483, emanati a norma dell'articolo 1 della Legge 64/1974.

### 1.1. CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE GENERALI

Il territorio comunale di Monza interessato dall'intervento in oggetto giace su depositi sedimentari di età würmiana, come si evince dall'analisi visiva della cartografia geologica ufficiale (F°45 Milano) alla scala 1:100.000.

Litologicamente prevalgono i terreni ghiaioso-sabbiosi, con intercalazioni sabbioso limose, generalmente per pochi decimetri o metri di spessore, per poi lasciare posto a terreni più fini come sabbie e limi appartenenti alla più antica formazione sedimentaria attribuibile al Diluvium Medio o Fluvioglaciale Riss.

Tale formazione, che costituisce il terrazzo morfologico rissiano che interessa parte del territorio settentrionale di Monza oltre ad altri Comuni vicini come Veduggio, Lissone, Biascagno e più a nord fino a Carate, è tra l'altro ben nota per la presenza più o meno locale delle cavità note col termine informale di "nespolini" o "occhi pollini", presenti a volte fino oltre 20 m di profondità; le loro dimensioni variano da pochi decimetri a qualche metro cubo.

## 2. INDAGINE GEOTECNICA

L'indagine geotecnica di campagna è stata espletata secondo un programma di lavoro in accordo tra le parti; in particolare sono state eseguite dieci prove penetrometriche dinamiche ubicate secondo la planimetria di Fig. 1; in Allegato 1 si trovano i tabulati dei dati di campagna unitamente ai diagrammi di avanzamento ed alle caratteristiche del penetrometro superpesante tipo Meardi A.G.I.

Le condizioni stratigrafiche del terreno sono illustrate nelle sezioni geotecniche di cui alla Fig. 2, in cui il terreno di fondazione è stato suddiviso secondo tre classi di resistenza alla penetrazione dinamica, e precisamente:

- $N < 4$ : Limo molto sciolto con locali cavità;
- $4 < N < 10$  : Limo e limo ghiaioso sciolto;
- $N > 10$ : Ghiaia e sabbia a compattezza crescente.

Come si può osservare dall'andamento in sezione di queste tre classi di terreno, esiste un prevalente ammasso limoso del terreno, contenente lenti di ghiaia e sabbia, a volte cementata (Conglomerato con  $N = 100$ ) di spessore ed estensione laterale in genere limitati.

### 2.1. CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

Non è stata riscontrata presenza di acqua di falda durante l'esecuzione dell'indagine penetrometrica.

### 3. PARAMETRI GEOTECNICI

Le particolari condizioni stratigrafiche avvalorano l'ipotesi di adottare, compatibilmente con le strutture da realizzare, due tipologie di fondazione:

1. *Fondazioni a travi rovesce* (in condizioni di carichi distribuiti)
2. *Fondazioni su plinti palificate* (in condizioni di carichi concentrati)

Di seguito si tabulano i relativi parametri geotecnici medi che si utilizzeranno nei calcoli geotecnici finalizzati a tali strutture di fondazione; per le travi rovesce si considera una profondità di imposta di – 1.00 m da piano campagna, mentre per i pali (le cui caratteristiche tecniche e costruttive verranno descritte oltre) si considera la base a – 12.00 m sempre da piano campagna.

| Tipo fond. | N <sub>SPT</sub> | $\phi$ | $\gamma$ | G    | E | $\mu$ |
|------------|------------------|--------|----------|------|---|-------|
| Travi rov. | 5                | 26.5   | 16.5     | 16.5 | 6 | 0.40  |
| pali       | Strati (m)       |        |          |      |   |       |
|            | 2 - 7            | 24     | 16.5     | 16.5 | - | -     |
|            | 7 - 8            | 30     | 17.0     | 16.5 | - | -     |
|            | 8 - 12           | 24     | 16.5     | 16.5 | - | -     |

dove: N<sub>SPT</sub> = resistenza penetrometrica standard;

$\phi$  = angolo di attrito in gradi;

$\gamma$  = peso di volume del terreno a quota fondazioni in KN/m<sup>3</sup>;

G = peso di volume del terreno scavato in KN/m<sup>3</sup>

E = modulo di Young in MPa;

$\mu$  = modulo di Poisson

#### 3.1. COSTANTE DI SOTTOFONDO

Può risultare utile per il progetto ingegneristico delle fondazioni avere un criterio di valutazione della costante di sottofondo, utilizzabile per il calcolo delle fondazioni dirette; dalla relazione di VESIC(1961) si ha:

$$K_s = K'_s / B$$

con B = larghezza della fondazione;

$$K'_s = 0.65 \cdot \sqrt[1.2]{\frac{E_s \cdot B^4}{E_f \cdot J_f}} \cdot \frac{E_s}{1 - \mu^2}$$

dove:  $E_f$  = modulo di Young della fondazione;  
 $J_f$  = momento d'inerzia della fondazione;  
 $E_s$  = modulo di Young del suolo;  
 $\mu$  = coefficiente di Poisson del suolo;  
 $B$  = larghezza della fondazione.

Secondo BOWLES è possibile utilizzare l'espressione semplificata:

$$K_s = \frac{E_s}{B \cdot (1 - \mu^2)}$$

da cui, introducendo i parametri geotecnici tabulati sopra, si ottiene un valore di  $K_s$  espresso in  $\text{KN/m}^3$ :

| Profondità da p.c. (m) | $K_s B$ |
|------------------------|---------|
| 1.00                   | 7100    |

#### 4. CALCOLO PRESSIONE LIMITE

Il calcolo della pressione limite presuppone necessariamente l'esistenza di una determinata struttura di fondazione che, caricata con quella pressione limite, ne provoca la rottura generale.

Di seguito si ipotizzerà l'utilizzo di fondazioni dirette che, in condizioni di carichi distribuiti e date le caratteristiche geotecniche del terreno alla quota consigliata di posa fondazioni, saranno di tipo continuo e strutturate probabilmente a travi rovesce.

Nel caso in esame è corretto l'utilizzo della Formula di MEYERHOF, applicata considerando il carico verticale su un terreno prevalentemente incoerente (coesione non drenata  $c_u$  nulla ed angolo di attrito  $\phi$  maggiore di  $10^\circ$ ); l'espressione per il calcolo della pressione limite  $Q_{ult}$  è la seguente (1):

$$Q_{ult} = \sigma'_{vo} \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma$$

dove:  $N_q = e^{\pi \cdot \tan \phi} \cdot K_p$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4 \cdot \phi)$$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0.1 \cdot K_p \cdot B/L$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \sqrt{K_p} \cdot Z/B$$

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

con:  $e$ : base dei logaritmi neperiani = 2.718;

$B$ : larghezza della fondazione

$L$ : lunghezza della fondazione

$Z$ : profondità di posa della fondazione = 1.10 m

In Allegato 2 sono riportati i tabulati di calcolo delle formule di cui sopra, mentre di seguito se ne riportano i risultati.

| Profondità da p.c. (m) | $Q_{lim}$ (MPa) |
|------------------------|-----------------|
| 1.00                   | 0.34            |

## 5. CALCOLO DEI CEDIMENTI

Il procedimento di calcolo qui utilizzato è stato recentemente messo a punto da BURLAND & BURBIDGE (1987) sulla base dei dati forniti dalle prove penetrometriche dinamiche standard in terreno prevalentemente incoerente (2).

$$S = f_s \cdot f_h \cdot f_t \cdot \left[ \sigma'_w B^{0.7} \cdot I_c / 3 + (q' - \sigma'_w) \cdot B^{0.7} \cdot I_c \right]$$

nella quale l'indice di compressibilità  $I_c$  vale (3):

$$I_c = \frac{1.706}{N_{av}^{1.4}}$$

con  $N_{av}$  = resistenza dinamica alla penetrazione.

I vari fattori  $f$  dipendono dalla forma e profondità della fondazione e dal tempo di applicazione del carico, qui esteso per un periodo di 50 anni.

I tabulati di calcolo presenti in Allegato 3 mostrano i valori dei parametri introdotti nelle (2) e (3) che conducono ai seguenti risultati di seguito tabulati e riferiti, indicativamente, ad una dimensione di fondazione di m 1.00\*5.00 in condizioni di differenti pressioni medie di contatto.

| Profondità da p.c. (m) | $\sigma_m$ | S  | S' | S <sub>t</sub> |
|------------------------|------------|----|----|----------------|
| 1.00                   | 80         | 18 | 27 | 45             |
|                        | 70         | 15 | 23 | 39             |
|                        | 60         | 12 | 19 | 32             |
|                        | 50         | 10 | 15 | 25             |

dove:  $\sigma_m$  = pressione media di contatto in KPa;

S = cedimento immediato in mm;

S' = cedimento secondario in mm;

S<sub>t</sub> = cedimento totale in mm.

## **6. FONDAZIONI SU MICROPALI**

Come sopra accennato, si consiglia di sostenere i plinti che riceveranno carichi concentrati mediante palificazioni; nel nostro caso, dato il particolare tipo di terreno sono idonei micropali trivellati di tipo valvolato, le cui caratteristiche vengono di seguito descritte; tale descrizione è comunque da ritenersi indicativa e non tassativa.

### **6.1. MODALITÀ ESECUTIVE**

Le modalità esecutive di seguito descritte vanno intese in senso generale, relativamente al tipo specifico di palo e di terreno; l'operatore potrà eventualmente apportare quelle modifiche o variazioni che ritenesse necessarie per il migliore espletamento del lavoro, previa autorizzazione della DD.LL.

#### **6.1.1. PERFORAZIONE**

Verrà eseguita con attrezzatura a rotazione o rotopercussione, introducendo nel terreno un martello fondo-foro o un tricono mediante aste di perforazione, in modo da realizzare un diametro di 200 mm; in caso di terreni franosi o spingenti è necessario l'uso della colonna di rivestimento; i detriti di perforazione verranno eliminati a mezzo di circolazione diretta eseguita con aria o acqua.

#### **6.1.2. POSA DELL'ARMATURA**

Una volta raggiunta la quota di - 12.00 m da quota zero si introduce nel foro l'armatura tubolare in acciaio, che avrà indicativamente un diametro esterno di 114 mm e spessore di 9 mm.

#### **6.1.3. IMMISSIONE DEL TUBO EROGATORE**

Dopo aver posato l'armatura e resa verticale, si introduce il tubo erogatore munito di packer gonfiabile pneumaticamente.

#### **6.1.4. GETTO DELLA GUAINA**

Rappresenta la prima fase di iniezione, che avverrà attraverso la valvola più profonda del tubo; la miscela cementizia andrà ad occupare lo spazio anulare compreso tra la superficie esterna dell'armatura e le pareti del foro.

La miscela acqua/cemento sarà in proporzione di 1/1; il cemento sarà tipo Portland 32,5 R UNI 197/1.

La pressione di iniezione della guaina sarà compresa tra 0.2 e 0.4 Mpa.

### 6.1.5. FORMAZIONE DEI BULBI

Dopo l'inizio della presa della guaina (12-24 h) si esegue la seconda fase di iniezione, andando cioè a creare i bulbi attraverso le valvole di non ritorno presenti nei seguenti intervalli di profondità:

- m 3.50 ÷ 4.50
- m 6.50 ÷ 7.50
- m 11.00 ÷ 12.00

si inietta quindi a pressione, valvola per valvola, a più riprese successive; il dispositivo di tenuta sarà costituito da 2 packers aventi membrane di almeno 40 cm.

La miscela che andrà iniettata avrà un rapporto acqua/cemento di 1/2, mentre gli eventuali additivi aggiunti saranno di circa 1÷2 Kg ogni 100 Kg di cemento.

La malta cementizia sarà costituita da cemento Portland ad alta resistenza tipo 42,5 R UNI 197/1 a basso ritiro.

Si ritiene che il volume minimo di iniezione per ogni valvola sia di 12 litri, mentre le pressioni di iniezione varieranno da 0.5 a 1 MPa massimo.

Ad ultimazione delle iniezioni si riempirà l'interno del tubo di armatura con miscela cementizia come descritta nel paragrafo 6.4.

### 6.2. CALCOLO PORTANZA DEL SINGOLO MICROPALO

Come specificato nel precedente paragrafo, si consiglia vivamente l'esecuzione di micropali valvolati, in modo da aumentare grandemente -mediante i bulbi appositamente creati lungo il fusto ed alla base- la portata laterale e di base, in quanto potrà succedere spesso che anche per lunghezze di 12 m (come previsto) il palo venga "sospeso" ossia la base non poggi su uno stato compatto o, anche quando questo avvenisse, che tale strato basale non abbia spessore sufficiente ad evitare un punzonamento.

Nei calcoli, la cui metodologia è esplicata di seguito ed i cui tabulati sono in Allegato 4, si è considerato un diametro di 400 mm in corrispondenza dei tratti valvolati e della base, considerata poggiante su uno strato dotato di scarse caratteristiche geomeccaniche.

### 6.2.1. CALCOLO PORTANZA DI BASE LIMITE

L'espressione per il calcolo della portanza di base è la seguente (2):

$$P_b = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot [\gamma \cdot (L - L_w) + \gamma' \cdot L_w] \cdot N_q$$

essendo:  $\gamma$  = peso di volume;

$\gamma'$  = peso di volume sommerso;

$L_w$  = lunghezza di palo in falda;

$N_q$  = fattore di portanza di base.

In Allegato 4 si trovano gli stampati di calcolo con evidenziati i parametri geotecnici utilizzati.

### 6.2.2. CALCOLO PORTANZA DI BASE LIMITE

L'espressione per il calcolo della portanza laterale è la seguente (3):

$$P_l = \frac{\pi}{2} \cdot D \cdot K \cdot \sum [\gamma \cdot h^2 \cdot \tan \Phi + 2 \cdot h \cdot \tan \Phi \cdot \sum (\gamma \cdot h)]$$

con la prima sommatoria estesa a tutti gli strati e la seconda a tutti gli strati sovrastanti lo strato i-esimo.

I termini contenuti nella formula risultano essere i seguenti:

$$K = \frac{1}{7} \cdot \frac{K_p}{1 - \tan \Phi \cdot K_0}$$

dove:  $\Phi = 0.8\phi$

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

Sostituendo i vari parametri nelle formule sopra riportate, si ottiene il valore di portanza laterale limite.

Il valore di portanza ammissibile del singolo palo è dato dalla somma dei contributi di portanza limite divisa per il fattore di sicurezza  $F = 2.5$ .

**6.2.3. CALCOLO PORTANZA AMMISSIBILE**

La seguente tabella sintetizza i risultati espressi in Allegato 2.

| <b>L</b> | <b>Q<sub>blim</sub></b> | <b>Q<sub>lim</sub></b> | <b>Q<sub>amm</sub></b> |
|----------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 12.00    | 384                     | 152                    | 214                    |

dove: **L** = lunghezza palo in m (da – 2.00 m);

**Q<sub>blim</sub>** = portanza di base limite in t;

**Q<sub>lim</sub>** = portanza laterale limite in t;

**Q<sub>amm</sub>** =  $Q_{tlim} / F$

con  $Q_{tlim} = Q_{blim} + Q_{lim}$

F = fattore di sicurezza = 2.5

## 7. CONCLUSIONI

In base a quanto sopra esposto sull'ipotesi di fondazioni dirette tipo travi rovesce ovvero indirette (plinti micropalificati) relativamente al nuovo Palazzetto della Scherma Monza da erigersi in via Della Birona, si possono avanzare le seguenti considerazioni:

### ❖ FONDAZIONI DIRETTE

Possibili in zone di carichi distribuiti

- Profondità consigliata di posa fondazioni: - 1.00 m dalla quota media di piano campagna
- Pressione media di contatto:

$$\sigma_m = 50 \div 60 \text{ kPa}$$

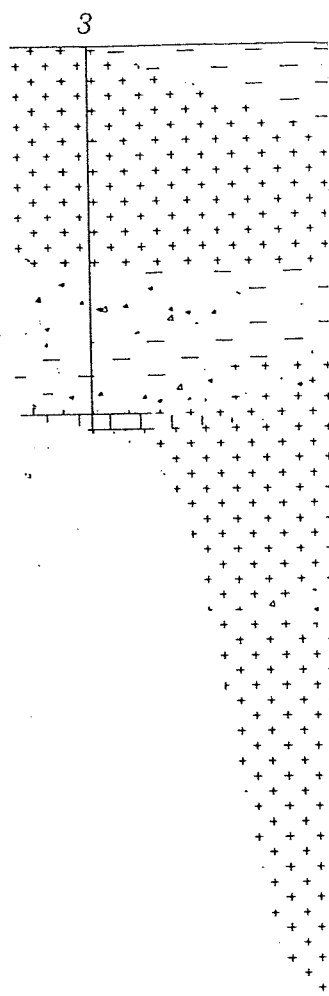
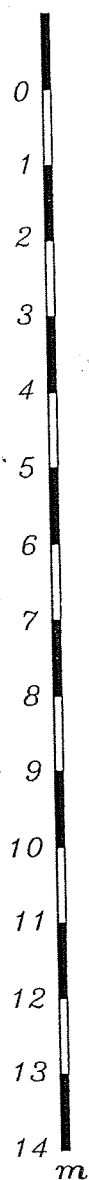
- Cedimenti assoluti totali variabili in media da 2.5 a 3.2 cm;
- Cedimenti differenziali teoricamente possibili dell'ordine di 1.0-1.5 cm.

### ❖ FONDAZIONI INDIRETTE (PALI)

Consigliati micropali valvolati con base a - 12.00 m a sostegno dei plinti in zone a carichi concentrati; nella presente Relazione vengono espresse a titolo indicativo le caratteristiche tecniche realizzative del singolo palo, al quale si consiglia di affidare una portanza di esercizio non superiore a:

$$Q_{es} = 200 \text{ kN}$$

## FIGURE

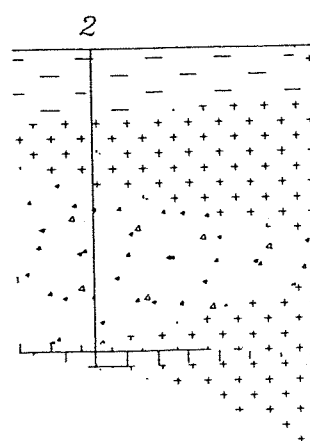


*Limo molto sciolto con locali cavità*

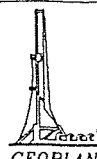
*0: Limo e limo ghiaioso sciolto*

*ghiaia e sabbia compatta*

*Probabile conglomerato*

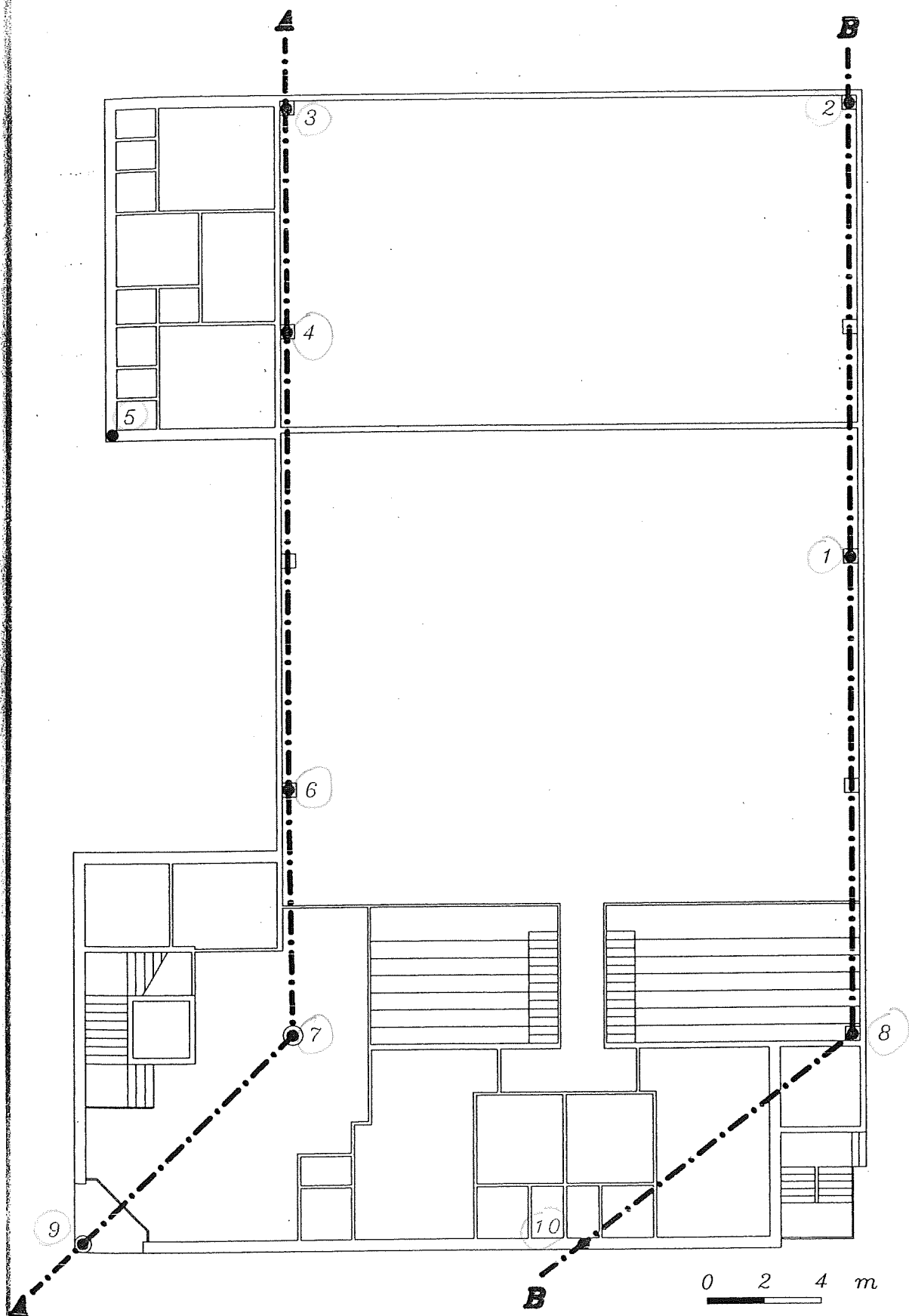


0 2 4 m

|                        |          |         |   |
|------------------------|----------|---------|---|
| titolo:                | rapporto | 1311R99 |  |
|                        | data     | APR 99  |   |
| SEZIONI<br>GEOTECNICHE |          |         | figura  |
|                        |          |         | 2   |
|                        |          |         | 1311s   |

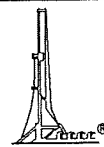
## **ALLEGATO 1**

### **Prove penetrometriche dinamiche**



**LEGENDA:**

- Prova penetrometrica
- Traccia di sezione

|  |          |  |
|--|----------|--|
| titolo:                                | rapporto | 1311R99  |
|  | data     | APR 99   |
| UBICAZIONE<br>DEI PUNTI<br>DI INDAGINE |          |  |
|  |          | <br>figura<br>1 |
|  |          | 1311u  |

**D85C595829533****PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.**

Numero prova: 1

Data esecuzione: 23.03.99

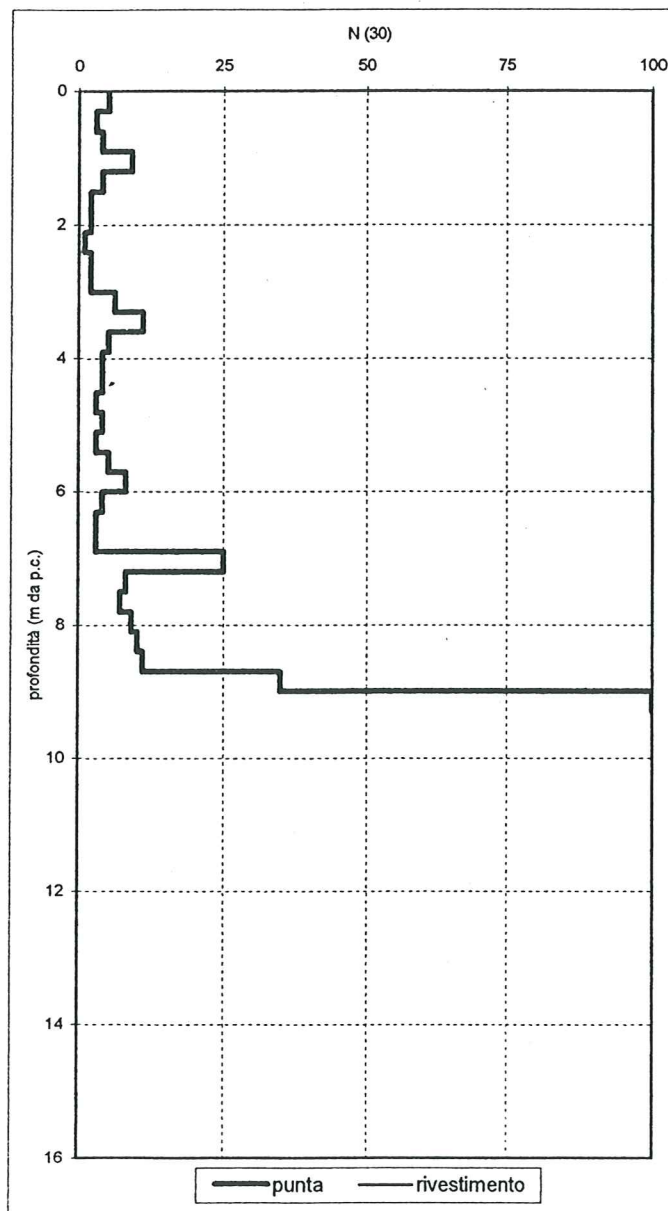
Rapporto: 1311R99

Quota: m da 0.00

Committente: Scherma Monza s.r.l.

Cantiere: Monza - Via della Birona

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00      |       |              |
| 0,30      | 5     |              |
| 0,60      | 3     |              |
| 0,90      | 4     |              |
| 1,20      | 9     |              |
| 1,50      | 4     |              |
| 1,80      | 2     |              |
| 2,10      | 2     |              |
| 2,40      | 1     |              |
| 2,70      | 2     |              |
| 3,00      | 2     |              |
| 3,30      | 6     |              |
| 3,60      | 11    |              |
| 3,90      | 5     |              |
| 4,20      | 4     |              |
| 4,50      | 4     |              |
| 4,80      | 3     |              |
| 5,10      | 4     |              |
| 5,40      | 3     |              |
| 5,70      | 5     |              |
| 6,00      | 8     |              |
| 6,30      | 4     |              |
| 6,60      | 3     |              |
| 6,90      | 3     |              |
| 7,20      | 25    |              |
| 7,50      | 8     |              |
| 7,80      | 7     |              |
| 8,10      | 9     |              |
| 8,40      | 10    |              |
| 8,70      | 11    |              |
| 9,00      | 35    |              |
| 9,30      | 100   |              |
| 9,60      |       |              |
| 9,90      |       |              |
| 10,20     |       |              |
| 10,50     |       |              |
| 10,80     |       |              |
| 11,10     |       |              |
| 11,40     |       |              |
| 11,70     |       |              |
| 12,00     |       |              |
| 12,30     |       |              |
| 12,60     |       |              |
| 12,90     |       |              |
| 13,20     |       |              |
| 13,50     |       |              |
| 13,80     |       |              |
| 14,10     |       |              |
| 14,40     |       |              |
| 14,70     |       |              |
| 15,00     |       |              |

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL  
PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| Peso del maglio:                | 73 kg    |
| Altezza di caduta:              | 75 cm    |
| Angolo al vertice della punta : | 60°      |
| Diametro del cono:              | 50.8 mm  |
| Peso delle aste:                | 4.6 kg/m |
| Diametro est. del rivestimento: | 48 mm    |
| Peso del rivestimento:          | 5.3 kg/m |

**DB5C595759548****PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.**

Numero prova: 2

Data esecuzione: 23.03.99

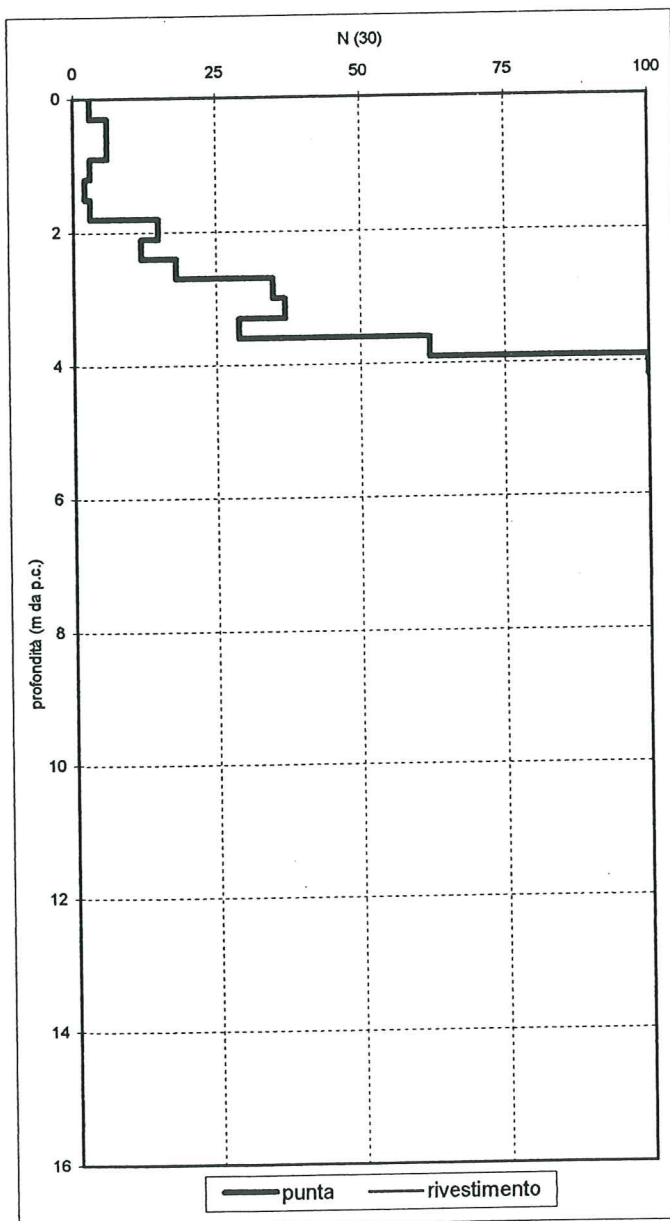
Rapporto: 1311R99

Quota: m da 0.00

Committente: Scherma Monza s.r.l.

Cantiere: Monza - Via della Birona

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00      |       |              |
| 0,30      | 3     |              |
| 0,60      | 6     |              |
| 0,90      | 6     |              |
| 1,20      | 3     |              |
| 1,50      | 2     |              |
| 1,80      | 3     |              |
| 2,10      | 15    |              |
| 2,40      | 12    |              |
| 2,70      | 18    |              |
| 3,00      | 35    |              |
| 3,30      | 37    |              |
| 3,60      | 29    |              |
| 3,90      | 62    |              |
| 4,20      | 100   |              |
| 4,50      |       |              |
| 4,80      |       |              |
| 5,10      |       |              |
| 5,40      |       |              |
| 5,70      |       |              |
| 6,00      |       |              |
| 6,30      |       |              |
| 6,60      |       |              |
| 6,90      |       |              |
| 7,20      |       |              |
| 7,50      |       |              |
| 7,80      |       |              |
| 8,10      |       |              |
| 8,40      |       |              |
| 8,70      |       |              |
| 9,00      |       |              |
| 9,30      |       |              |
| 9,60      |       |              |
| 9,90      |       |              |
| 10,20     |       |              |
| 10,50     |       |              |
| 10,80     |       |              |
| 11,10     |       |              |
| 11,40     |       |              |
| 11,70     |       |              |
| 12,00     |       |              |
| 12,30     |       |              |
| 12,60     |       |              |
| 12,90     |       |              |
| 13,20     |       |              |
| 13,50     |       |              |
| 13,80     |       |              |
| 14,10     |       |              |
| 14,40     |       |              |
| 14,70     |       |              |
| 15,00     |       |              |

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

Peso del maglio: 73 kg  
 Altezza di caduta: 75 cm  
 Angolo al vertice della punta : 60°  
 Diametro del cono: 50.8 mm  
 Peso delle aste: 4.6 kg/m  
 Diametro est. del rivestimento: 48 mm  
 Peso del rivestimento: 5.3 kg/m

**DB5C595579541****PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.**

Numero prova:

**3**

Data esecuzione:

**23.03.99**

Rapporto:

**1311R99**

Quota:

**m da 0.00**

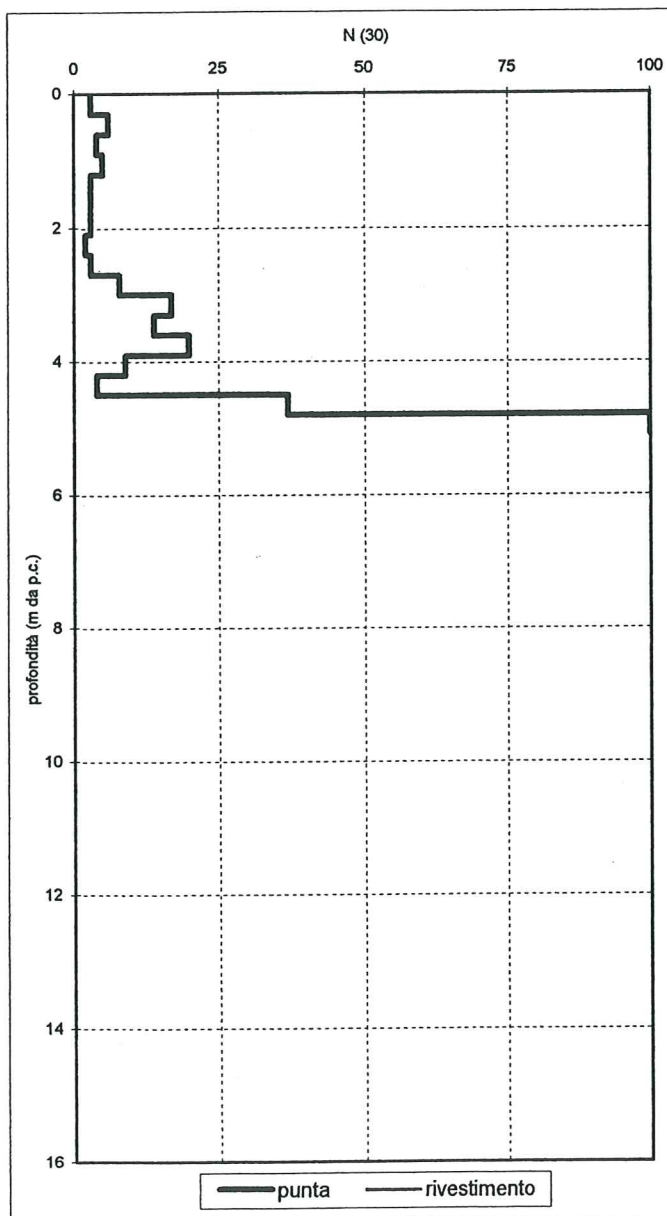
Committente:

**Scherma Monza s.r.l.**

Cantiere:

**Monza - Via della Birona**

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00      |       |              |
| 0,30      | 3     |              |
| 0,60      | 6     |              |
| 0,90      | 4     |              |
| 1,20      | 5     |              |
| 1,50      | 3     |              |
| 1,80      | 3     |              |
| 2,10      | 3     |              |
| 2,40      | 2     |              |
| 2,70      | 3     |              |
| 3,00      | 8     |              |
| 3,30      | 17    |              |
| 3,60      | 14    |              |
| 3,90      | 20    |              |
| 4,20      | 9     |              |
| 4,50      | 4     |              |
| 4,80      | 37    |              |
| 5,10      | 100   |              |
| 5,40      |       |              |
| 5,70      |       |              |
| 6,00      |       |              |
| 6,30      |       |              |
| 6,60      |       |              |
| 6,90      |       |              |
| 7,20      |       |              |
| 7,50      |       |              |
| 7,80      |       |              |
| 8,10      |       |              |
| 8,40      |       |              |
| 8,70      |       |              |
| 9,00      |       |              |
| 9,30      |       |              |
| 9,60      |       |              |
| 9,90      |       |              |
| 10,20     |       |              |
| 10,50     |       |              |
| 10,80     |       |              |
| 11,10     |       |              |
| 11,40     |       |              |
| 11,70     |       |              |
| 12,00     |       |              |
| 12,30     |       |              |
| 12,60     |       |              |
| 12,90     |       |              |
| 13,20     |       |              |
| 13,50     |       |              |
| 13,80     |       |              |
| 14,10     |       |              |
| 14,40     |       |              |
| 14,70     |       |              |
| 15,00     |       |              |

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL  
PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

Peso del maglio: 73 kg  
 Altezza di caduta: 75 cm  
 Angolo al vertice della punta : 60°  
 Diametro del cono: 50.8 mm  
 Peso delle aste: 4.6 kg/m  
 Diametro est. del rivestimento: 48 mm  
 Peso del rivestimento: 5.3 kg/m

**DB5C595599534****PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.**

Numero prova:

4

Data esecuzione:

23.03.99

Rapporto:

1311R99

Quota:

m da 0.00

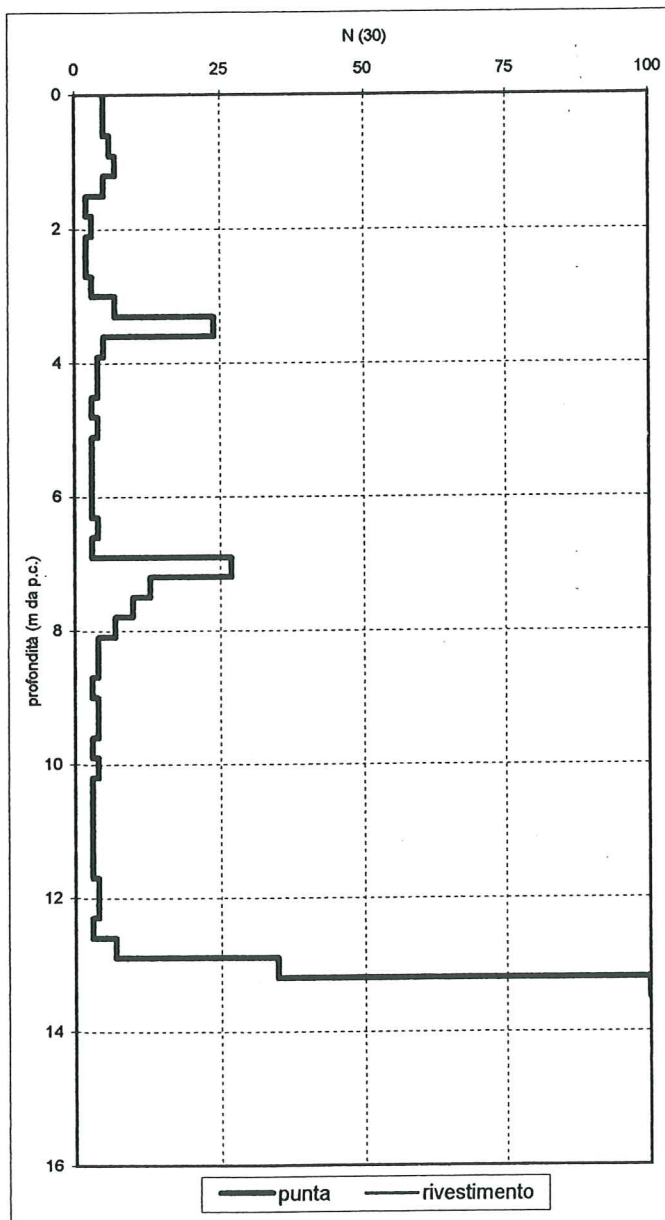
Committente:

Scherma Monza s.r.l.

Cantiere:

Monza - Via della Birona

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00      |       |              |
| 0,30      | 5     |              |
| 0,60      | 5     |              |
| 0,90      | 6     |              |
| 1,20      | 7     |              |
| 1,50      | 5     |              |
| 1,80      | 2     |              |
| 2,10      | 3     |              |
| 2,40      | 2     |              |
| 2,70      | 2     |              |
| 3,00      | 3     |              |
| 3,30      | 7     |              |
| 3,60      | 24    |              |
| 3,90      | 5     |              |
| 4,20      | 4     |              |
| 4,50      | 4     |              |
| 4,80      | 3     |              |
| 5,10      | 4     |              |
| 5,40      | 3     |              |
| 5,70      | 3     |              |
| 6,00      | 3     |              |
| 6,30      | 3     |              |
| 6,60      | 4     |              |
| 6,90      | 3     |              |
| 7,20      | 27    |              |
| 7,50      | 13    |              |
| 7,80      | 10    |              |
| 8,10      | 7     |              |
| 8,40      | 4     |              |
| 8,70      | 4     |              |
| 9,00      | 3     |              |
| 9,30      | 4     |              |
| 9,60      | 4     |              |
| 9,90      | 3     |              |
| 10,20     | 4     |              |
| 10,50     | 3     |              |
| 10,80     | 3     |              |
| 11,10     | 3     |              |
| 11,40     | 3     |              |
| 11,70     | 3     |              |
| 12,00     | 4     |              |
| 12,30     | 4     |              |
| 12,60     | 3     |              |
| 12,90     | 7     |              |
| 13,20     | 35    |              |
| 13,50     | 100   |              |
| 13,80     |       |              |
| 14,10     |       |              |
| 14,40     |       |              |
| 14,70     |       |              |
| 15,00     |       |              |

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL  
PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

Peso del maglio: 73 kg  
 Altezza di caduta: 75 cm  
 Angolo al vertice della punta: 60°  
 Diametro del cono: 50.8 mm  
 Peso delle aste: 4.6 kg/m  
 Diametro est. del rivestimento: 48 mm  
 Peso del rivestimento: 5.3 kg/m

DB5C595559528

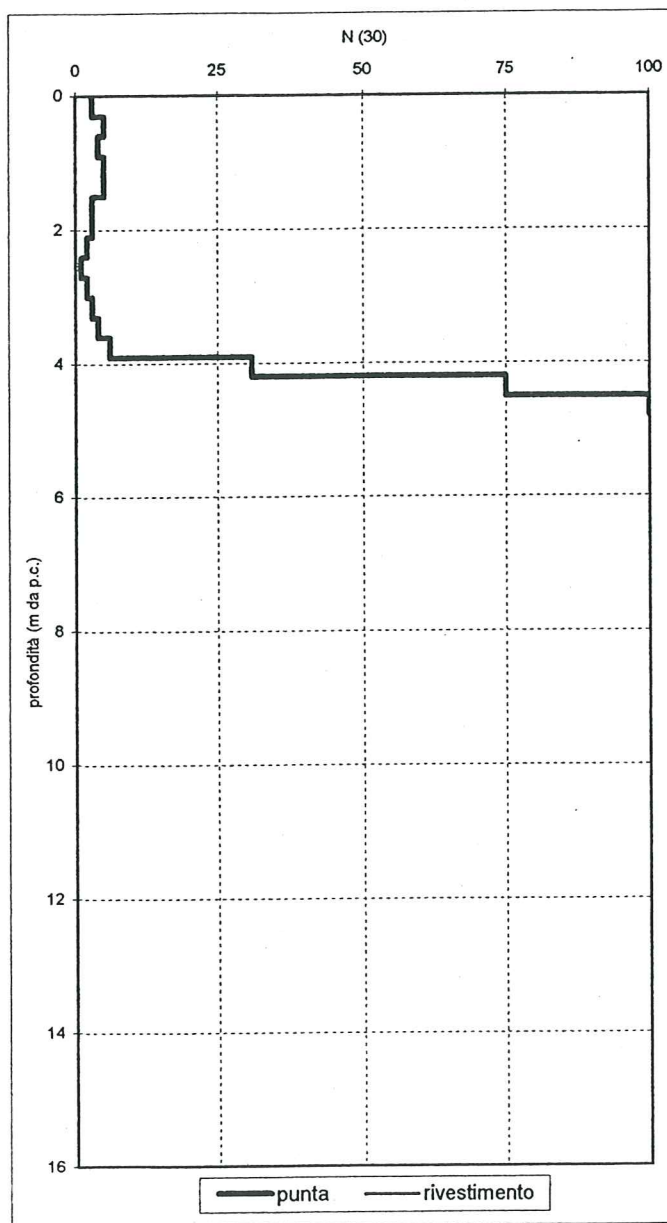
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.**

Numero prova: 5  
 Rapporto: 1311R99  
 Committente: Scherma Monza s.r.l.  
 Cantiere: Monza - Via della Birona

Data esecuzione: 23.03.99

Quota: m da 0.00

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00      |       |              |
| 0,30      | 3     |              |
| 0,60      | 5     |              |
| 0,90      | 4     |              |
| 1,20      | 5     |              |
| 1,50      | 5     |              |
| 1,80      | 3     |              |
| 2,10      | 3     |              |
| 2,40      | 2     |              |
| 2,70      | 1     |              |
| 3,00      | 2     |              |
| 3,30      | 3     |              |
| 3,60      | 4     |              |
| 3,90      | 6     |              |
| 4,20      | 31    |              |
| 4,50      | 75    |              |
| 4,80      | 100   |              |
| 5,10      |       |              |
| 5,40      |       |              |
| 5,70      |       |              |
| 6,00      |       |              |
| 6,30      |       |              |
| 6,60      |       |              |
| 6,90      |       |              |
| 7,20      |       |              |
| 7,50      |       |              |
| 7,80      |       |              |
| 8,10      |       |              |
| 8,40      |       |              |
| 8,70      |       |              |
| 9,00      |       |              |
| 9,30      |       |              |
| 9,60      |       |              |
| 9,90      |       |              |
| 10,20     |       |              |
| 10,50     |       |              |
| 10,80     |       |              |
| 11,10     |       |              |
| 11,40     |       |              |
| 11,70     |       |              |
| 12,00     |       |              |
| 12,30     |       |              |
| 12,60     |       |              |
| 12,90     |       |              |
| 13,20     |       |              |
| 13,50     |       |              |
| 13,80     |       |              |
| 14,10     |       |              |
| 14,40     |       |              |
| 14,70     |       |              |
| 15,00     |       |              |

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

Peso del maglio: 73 kg  
 Altezza di caduta: 75 cm  
 Angolo al vertice della punta: 60°  
 Diametro del cono: 50.8 mm  
 Peso delle aste: 4.6 kg/m  
 Diametro est. del rivestimento: 48 mm  
 Peso del rivestimento: 5.3 kg/m

**DB5C595669519****PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.**

Numero prova:

6

Data esecuzione:

23.03.99

Rapporto:

1311R99

Quota:

m da 0.00

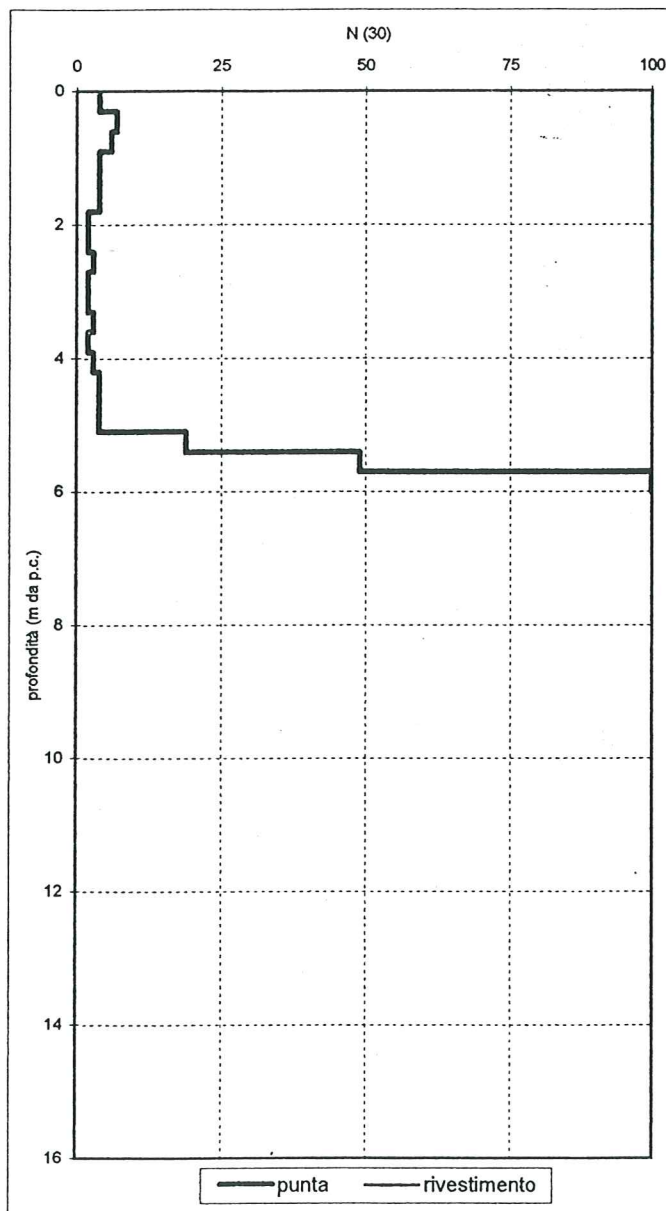
Committente:

Scherma Monza s.r.l.

Cantiere:

Monza - Via della Birona

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00      |       |              |
| 0,30      | 4     |              |
| 0,60      | 7     |              |
| 0,90      | 6     |              |
| 1,20      | 4     |              |
| 1,50      | 4     |              |
| 1,80      | 4     |              |
| 2,10      | 2     |              |
| 2,40      | 2     |              |
| 2,70      | 3     |              |
| 3,00      | 2     |              |
| 3,30      | 2     |              |
| 3,60      | 3     |              |
| 3,90      | 2     |              |
| 4,20      | 3     |              |
| 4,50      | 4     |              |
| 4,80      | 4     |              |
| 5,10      | 4     |              |
| 5,40      | 19    |              |
| 5,70      | 49    |              |
| 6,00      | 100   |              |
| 6,30      |       |              |
| 6,60      |       |              |
| 6,90      |       |              |
| 7,20      |       |              |
| 7,50      |       |              |
| 7,80      |       |              |
| 8,10      |       |              |
| 8,40      |       |              |
| 8,70      |       |              |
| 9,00      |       |              |
| 9,30      |       |              |
| 9,60      |       |              |
| 9,90      |       |              |
| 10,20     |       |              |
| 10,50     |       |              |
| 10,80     |       |              |
| 11,10     |       |              |
| 11,40     |       |              |
| 11,70     |       |              |
| 12,00     |       |              |
| 12,30     |       |              |
| 12,60     |       |              |
| 12,90     |       |              |
| 13,20     |       |              |
| 13,50     |       |              |
| 13,80     |       |              |
| 14,10     |       |              |
| 14,40     |       |              |
| 14,70     |       |              |
| 15,00     |       |              |

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

Peso del maglio: 73 kg  
 Altezza di caduta: 75 cm  
 Angolo al vertice della punta: 60°  
 Diametro del cono: 50.8 mm  
 Peso delle aste: 4.6 kg/m  
 Diametro est. del rivestimento: 48 mm  
 Peso del rivestimento: 5.3 kg/m

**DB5C5956995-11****PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.**

Numero prova:

7

Data esecuzione: 23.03.99

Rapporto:

1311R99

Quota:

m da 0.00

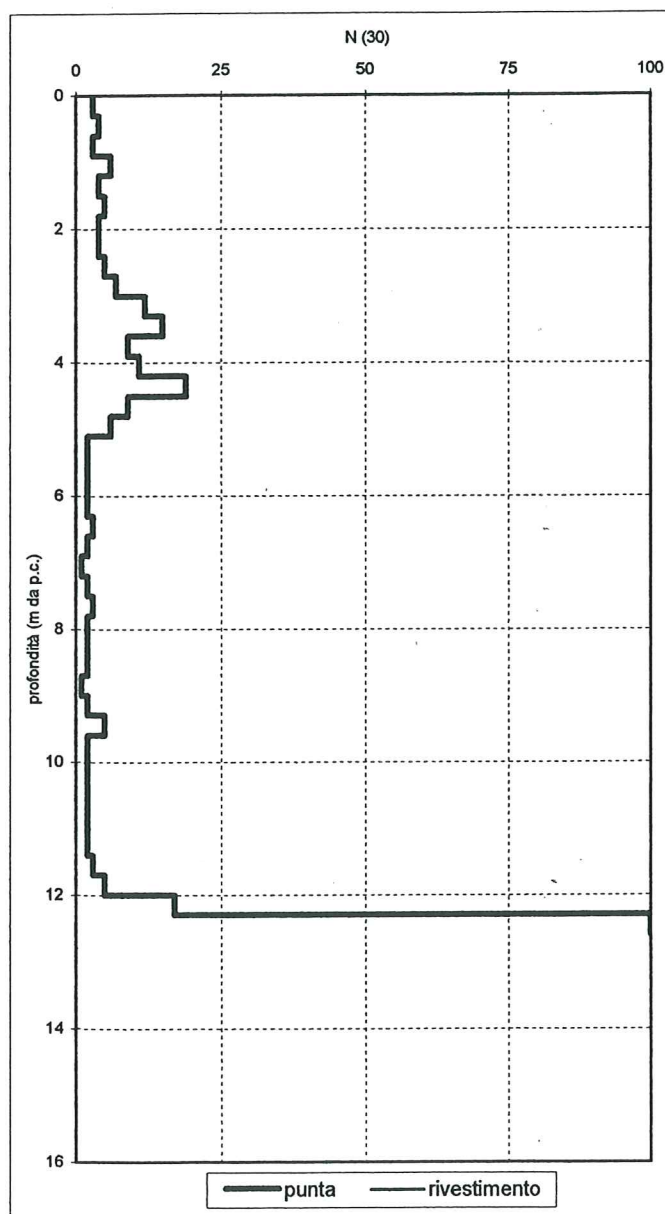
Commitente:

Scherma Monza s.r.l.

Committente:

Monza - Via della Birona

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00      |       |              |
| 0,30      | 3     |              |
| 0,60      | 4     |              |
| 0,90      | 3     |              |
| 1,20      | 6     |              |
| 1,50      | 4     |              |
| 1,80      | 5     |              |
| 2,10      | 4     |              |
| 2,40      | 4     |              |
| 2,70      | 5     |              |
| 3,00      | 7     |              |
| 3,30      | 12    |              |
| 3,60      | 15    |              |
| 3,90      | 9     |              |
| 4,20      | 11    |              |
| 4,50      | 19    |              |
| 4,80      | 9     |              |
| 5,10      | 6     |              |
| 5,40      | 2     |              |
| 5,70      | 2     |              |
| 6,00      | 2     |              |
| 6,30      | 2     |              |
| 6,60      | 3     |              |
| 6,90      | 2     |              |
| 7,20      | 1     |              |
| 7,50      | 2     |              |
| 7,80      | 3     |              |
| 8,10      | 2     |              |
| 8,40      | 2     |              |
| 8,70      | 2     |              |
| 9,00      | 1     |              |
| 9,30      | 2     |              |
| 9,60      | 5     |              |
| 9,90      | 2     |              |
| 10,20     | 2     |              |
| 10,50     | 2     |              |
| 10,80     | 2     |              |
| 11,10     | 2     |              |
| 11,40     | 2     |              |
| 11,70     | 3     |              |
| 12,00     | 5     |              |
| 12,30     | 17    |              |
| 12,60     | 100   |              |
| 12,90     |       |              |
| 13,20     |       |              |
| 13,50     |       |              |
| 13,80     |       |              |
| 14,10     |       |              |
| 14,40     |       |              |
| 14,70     |       |              |
| 15,00     |       |              |

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL  
PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| Peso del maglio:                | 73 kg    |
| Altezza di caduta:              | 75 cm    |
| Angolo al vertice della punta : | 60°      |
| Diametro del cono:              | 50.8 mm  |
| Peso delle aste:                | 4.6 kg/m |
| Diametro est. del rivestimento: | 48 mm    |
| Peso del rivestimento:          | 5.3 kg/m |

**DB5C595879519****PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.**

Numero prova: 8

Data esecuzione: 23.03.99

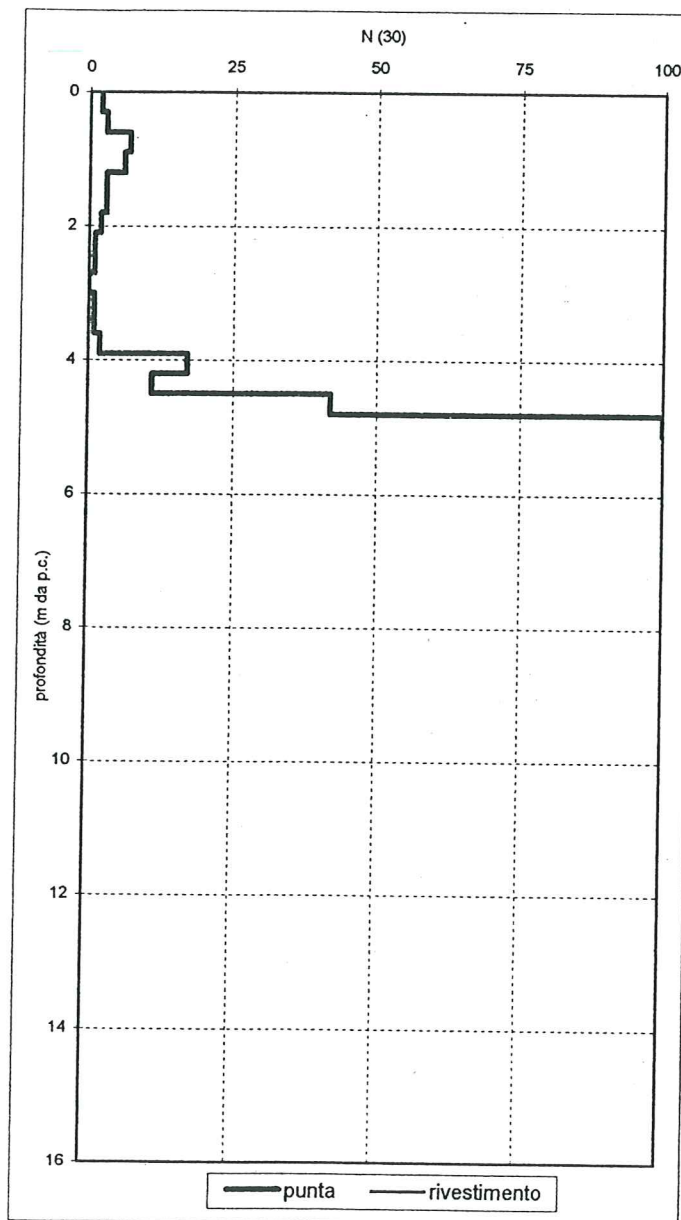
Rapporto: 1311R99

Quota: m da 0.00

Committente: Scherma Monza s.r.l.

Cantiere: Monza - Via della Birona

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00      |       |              |
| 0,30      | 2     |              |
| 0,60      | 3     |              |
| 0,90      | 7     |              |
| 1,20      | 6     |              |
| 1,50      | 3     |              |
| 1,80      | 3     |              |
| 2,10      | 2     |              |
| 2,40      | 1     |              |
| 2,70      | 1     |              |
| 3,00      | 0     |              |
| 3,30      | 1     |              |
| 3,60      | 1     |              |
| 3,90      | 2     |              |
| 4,20      | 17    |              |
| 4,50      | 11    |              |
| 4,80      | 42    |              |
| 5,10      | 100   |              |
| 5,40      |       |              |
| 5,70      |       |              |
| 6,00      |       |              |
| 6,30      |       |              |
| 6,60      |       |              |
| 6,90      |       |              |
| 7,20      |       |              |
| 7,50      |       |              |
| 7,80      |       |              |
| 8,10      |       |              |
| 8,40      |       |              |
| 8,70      |       |              |
| 9,00      |       |              |
| 9,30      |       |              |
| 9,60      |       |              |
| 9,90      |       |              |
| 10,20     |       |              |
| 10,50     |       |              |
| 10,80     |       |              |
| 11,10     |       |              |
| 11,40     |       |              |
| 11,70     |       |              |
| 12,00     |       |              |
| 12,30     |       |              |
| 12,60     |       |              |
| 12,90     |       |              |
| 13,20     |       |              |
| 13,50     |       |              |
| 13,80     |       |              |
| 14,10     |       |              |
| 14,40     |       |              |
| 14,70     |       |              |
| 15,00     |       |              |

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL  
PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

Peso del maglio: 73 kg  
 Altezza di caduta: 75 cm  
 Angolo al vertice della punta: 60°  
 Diametro del cono: 50.8 mm  
 Peso delle aste: 4.6 kg/m  
 Diametro est. del rivestimento: 48 mm  
 Peso del rivestimento: 5.3 kg/m

**DB5C595659502****PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.**

Numero prova:

**9**

Data esecuzione:

**23.03.99**

Rapporto:

**1311R99**

Quota:

**m da 0.00**

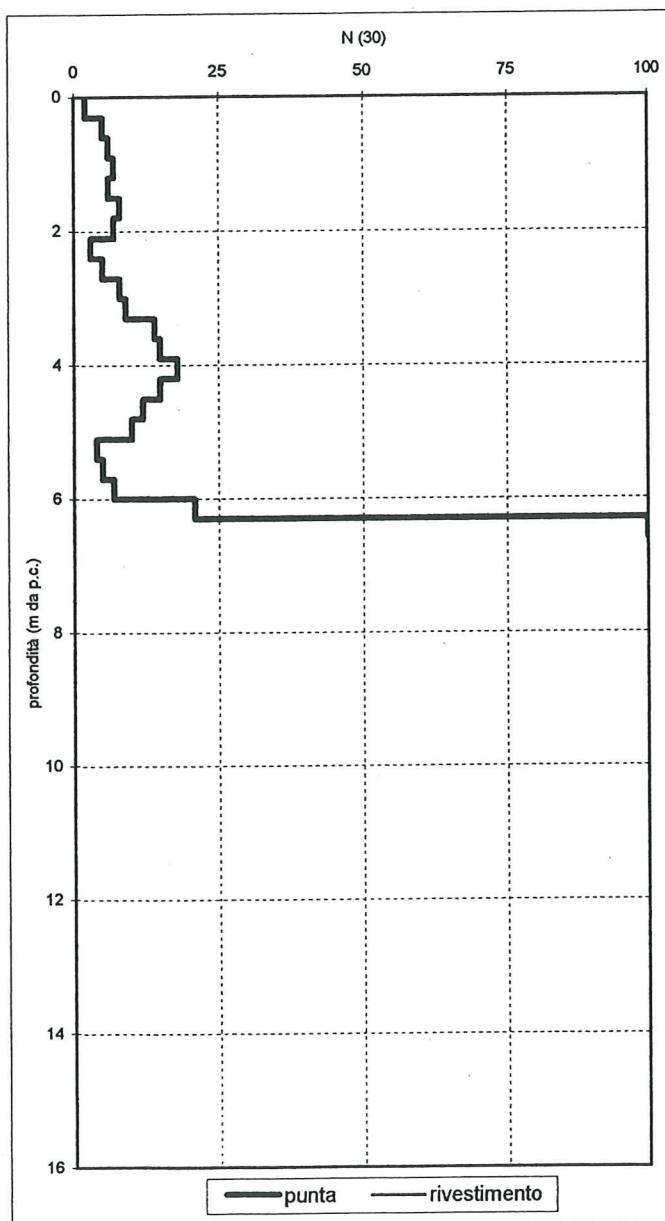
Committente:

**Scherma Monza s.r.l.**

Cantiere:

**Monza - Via della Birona**

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00      |       |              |
| 0,30      | 2     |              |
| 0,60      | 5     |              |
| 0,90      | 6     |              |
| 1,20      | 7     |              |
| 1,50      | 6     |              |
| 1,80      | 8     |              |
| 2,10      | 7     |              |
| 2,40      | 3     |              |
| 2,70      | 5     |              |
| 3,00      | 8     |              |
| 3,30      | 9     |              |
| 3,60      | 14    |              |
| 3,90      | 15    |              |
| 4,20      | 18    |              |
| 4,50      | 15    |              |
| 4,80      | 12    |              |
| 5,10      | 10    |              |
| 5,40      | 4     |              |
| 5,70      | 5     |              |
| 6,00      | 7     |              |
| 6,30      | 21    |              |
| 6,60      | 100   |              |
| 6,90      |       |              |
| 7,20      |       |              |
| 7,50      |       |              |
| 7,80      |       |              |
| 8,10      |       |              |
| 8,40      |       |              |
| 8,70      |       |              |
| 9,00      |       |              |
| 9,30      |       |              |
| 9,60      |       |              |
| 9,90      |       |              |
| 10,20     |       |              |
| 10,50     |       |              |
| 10,80     |       |              |
| 11,10     |       |              |
| 11,40     |       |              |
| 11,70     |       |              |
| 12,00     |       |              |
| 12,30     |       |              |
| 12,60     |       |              |
| 12,90     |       |              |
| 13,20     |       |              |
| 13,50     |       |              |
| 13,80     |       |              |
| 14,10     |       |              |
| 14,40     |       |              |
| 14,70     |       |              |
| 15,00     |       |              |

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL  
PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

Peso del maglio: 73 kg  
 Altezza di caduta: 75 cm  
 Angolo al vertice della punta: 60°  
 Diametro del cono: 50.8 mm  
 Peso delle aste: 4.6 kg/m  
 Diametro est. del rivestimento: 48 mm  
 Peso del rivestimento: 5.3 kg/m

**DB5C595819509****PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.**

Numero prova: 10

Data esecuzione: 23.03.99

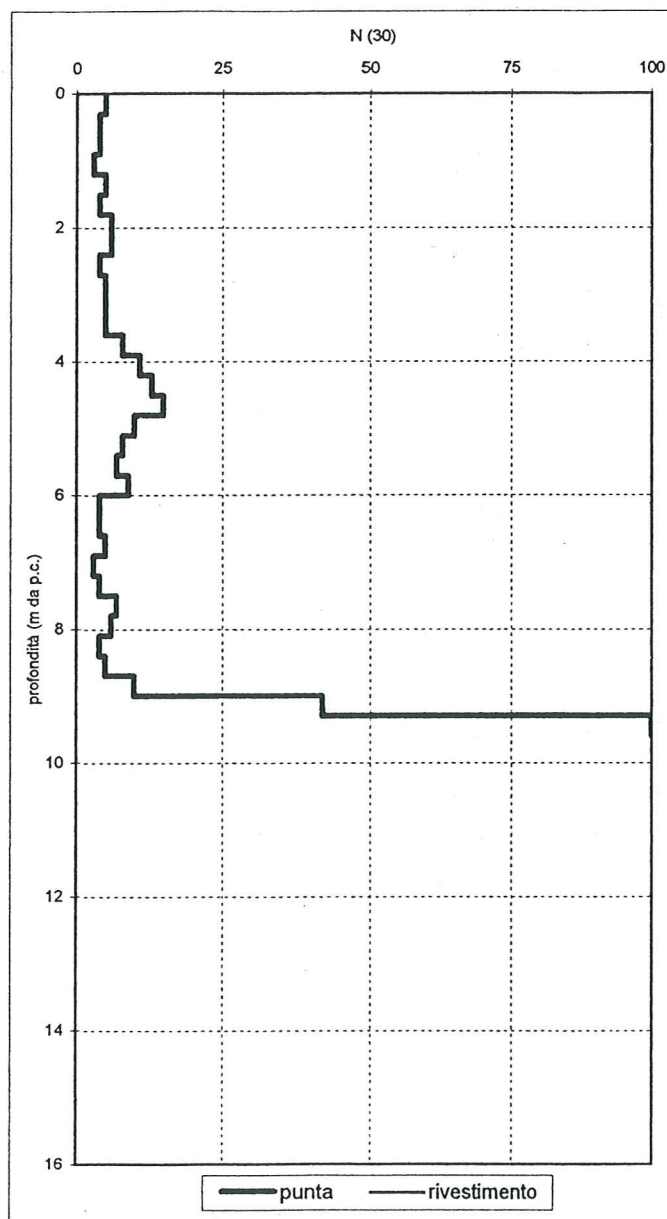
Rapporto: 1311R99

Quota: m da 0.00

Committente: Scherma Monza s.r.l.

Cantiere: Monza - Via della Birona

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00      |       |              |
| 0,30      | 5     |              |
| 0,60      | 4     |              |
| 0,90      | 4     |              |
| 1,20      | 3     |              |
| 1,50      | 5     |              |
| 1,80      | 4     |              |
| 2,10      | 6     |              |
| 2,40      | 6     |              |
| 2,70      | 4     |              |
| 3,00      | 5     |              |
| 3,30      | 5     |              |
| 3,60      | 5     |              |
| 3,90      | 8     |              |
| 4,20      | 11    |              |
| 4,50      | 13    |              |
| 4,80      | 15    |              |
| 5,10      | 10    |              |
| 5,40      | 8     |              |
| 5,70      | 7     |              |
| 6,00      | 9     |              |
| 6,30      | 4     |              |
| 6,60      | 4     |              |
| 6,90      | 5     |              |
| 7,20      | 3     |              |
| 7,50      | 4     |              |
| 7,80      | 7     |              |
| 8,10      | 6     |              |
| 8,40      | 4     |              |
| 8,70      | 5     |              |
| 9,00      | 10    |              |
| 9,30      | 42    |              |
| 9,60      | 100   |              |
| 9,90      |       |              |
| 10,20     |       |              |
| 10,50     |       |              |
| 10,80     |       |              |
| 11,10     |       |              |
| 11,40     |       |              |
| 11,70     |       |              |
| 12,00     |       |              |
| 12,30     |       |              |
| 12,60     |       |              |
| 12,90     |       |              |
| 13,20     |       |              |
| 13,50     |       |              |
| 13,80     |       |              |
| 14,10     |       |              |
| 14,40     |       |              |
| 14,70     |       |              |
| 15,00     |       |              |

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

Peso del maglio: 73 kg  
 Altezza di caduta: 75 cm  
 Angolo al vertice della punta: 60°  
 Diametro del cono: 50.8 mm  
 Peso delle aste: 4.6 kg/m  
 Diametro est. del rivestimento: 48 mm  
 Peso del rivestimento: 5.3 kg/m

## **ALLEGATO 2**

### **Calcolo pressione limite**

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE****FORMULA DI MEYERHOF**

Committente:

**SCHERMA MONZA**

Rapporto:

**1311R99**

Cantiere:

**MONZA via della Birona**

|  | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|--------|---|---|---|---|
| B larghezza della fondazione in m                  | 1,00   |   |   |   |   |
| L lunghezza della fondazione in m                  | 5,00   |   |   |   |   |
| Z profondità di posa in m                          | 1,00   |   |   |   |   |
| $\gamma_1$ peso di volume terreno scavato in t/mc  | 1,65   |   |   |   |   |
| $\gamma_2$ peso di volume terreno in posto in t/mc | 1,65   |   |   |   |   |
| $\phi$ angolo di attrito in °                      | 26,50  |   |   |   |   |
| c coesione in t/mq                                 | 0,00   |   |   |   |   |
| $\beta$ angolo di inclinazione del carico in °     | 0,00   |   |   |   |   |
| $k_p$ coefficiente di spinta passiva               | 2,611  |   |   |   |   |
| $N_q$ fattore di capacità portante                 | 12,506 |   |   |   |   |
| $N_\gamma$ fattore di capacità portante            | 8,702  |   |   |   |   |
| $N_c$ fattore di capacità portante                 | 23,078 |   |   |   |   |
| $s_c$ fattore di forma                             | 1,104  |   |   |   |   |
| $s_q$ fattore di forma                             | 1,052  |   |   |   |   |
| $s_\gamma$ fattore di forma                        | 1,052  |   |   |   |   |
| $d_c$ fattore di profondità                        | 1,323  |   |   |   |   |
| $d_q$ fattore di profondità                        | 1,162  |   |   |   |   |
| $d_\gamma$ fattore di profondità                   | 1,162  |   |   |   |   |
| $i_c$ fattore di inclinazione                      | 1,000  |   |   |   |   |
| $i_q$ fattore di inclinazione                      | 1,000  |   |   |   |   |
| $i_\gamma$ fattore di inclinazione                 | 1,000  |   |   |   |   |
| $Q_{ult}$ pressione limite in t/mq                 | 33,997 |   |   |   |   |
| $Q_{amm}$ pressione ammissibile max. in t/mq       | 11,332 |   |   |   |   |