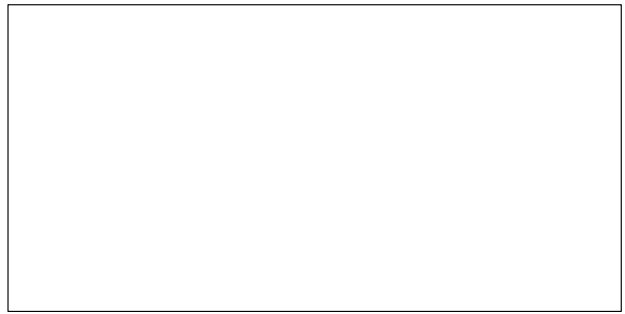


# COMUNE DI MONZA

OGGETTO:

PIANO DI LOTTIZZAZIONE

AREA SITA IN  
VIA MESSA / VIA GIORDANI



VIDIMAZIONI:

IL COMMITTENTE

IL PROGETTISTA

0	31.10.08	Emissione	MB		
REV.	DATA	CAUSALE	REDAZIONE	VERIFICA FORMA	VERIFICA CONTENUTO



**AB3**  
Architettura  
Battistoni  
Associati

Monza 20052 / Largo C. Esterle, 1 / Italia / tel. 039.324.398 - 269 / fax 039.321.293  
battistoni@arengo.it / www.ab3architettura.it / c.f. e P.IVA 05691550965

COMMITTENTE	IN.IM. INIZIATIVE IMMOBILIARI S.p.A.				ALLEGATO			
COMMESSA	PIANO DI LOTTIZZAZIONE - VIA MESSA - MONZA				<b>L</b>			
TITOLO	<b>INDAGINE GEOGNOSTICA PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE</b>							
FASE	VERSIONE	<input type="checkbox"/> INTERNO <input checked="" type="checkbox"/> ESTERNO	FORMATO	DIM.	SCALA <input type="checkbox"/>	PAGINE <input checked="" type="checkbox"/>	C.D.	157
DEFINITIVO			A4				C.C. ITBY	

*N.B.: Questo elaborato è tutelato a norma di legge. Tutti i diritti sono riservati. Ne è vietata la riproduzione e la elaborazione senza consenso scritto.*

STUDIO GEOLOGICO BONINSEGNİ E LAVENI ASSOCIATI  
via Galeno n.17 20033 Desio (MI) - Tel. 0362/303925 - e-mail: boninsegni@alice.it, laveni@alice.it

# IN.IM Iniziative Immobiliari S.p.A.

DENOMINAZIONE DELL'OPERA:

INDAGINE GEOGNOSTICA PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA  
DEI TERRENI DI FONDAZIONE DI UN COMPLESSO  
RESIDENZIALE IN PROGETTO

COMUNE DI MONZA  
(PROVINCIA DI MILANO)

COMMITTENTE:

In.Im Iniziative Immobiliari S.p.A. - via Messa, 15 - Monza (Milano)

DATA

SETTEMBRE 2005

OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA

FIRMA DEI COMMITTENTI:

IN.IM. Iniziative Immobiliari S.p.a.

FIRMA DEI PROGETTISTI:

*[Handwritten signatures and blue circular professional seals of the geologists]*

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOMORFOLOGICO .....	4
3. CARATTERI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI .....	6
4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI MASSIMA.....	9
5. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA .....	11
5.1 Campagna di acquisizione dati.....	11
5.2 Sondaggi geognostici: caratterizzazione litologica .....	12
5.2.1 Risultati delle prove SPT in foro di sondaggio: stato di addensamento del terreno .	14
5.3 Prove penetrometriche dinamiche SCPT .....	18
5.3.1 Generalità sulle prove penetrometriche dinamiche .....	18
5.3.2 Attrezzatura e metodologia di prova .....	19
5.3.3 Risultati delle prove penetrometriche SCPT: stato di addensamento dei terreni ....	21
5.4 Modello litologico e geotecnico del sottosuolo.....	25
6. IPOTESI DI PROGETTO - CARICO AMMISSIBILE DEL TERRENO.....	29
7. STIMA DEI CEDIMENTI .....	32
CONSIDERAZIONI DESUNTE DALL'INDAGINE GEOTECNICA .....	34

## ELENCO FIGURE

- Figura 1* - Inquadramento territoriale dell'area di indagine (scala 1:10.000) - in testo  
*Figura 2* - Carta geologica  
*Figura 3* - Ubicazione di dettaglio dell'area di intervento - in testo  
*Figura 4a* - Sondaggio S1: grafico riassuntivo prove SPT e correlazioni con NSCPT - in testo  
*Figura 4b* - Sondaggi S2-S3: grafici riassuntivi prove SPT e correlazioni con NSCPT - in testo  
*Figura 5* - Schema penetrometro superpesante SCPT 73-75 - in testo

## ELENCO TABELLE

- Tabella 1* - Valori NSPT, N'SPT, NSCPT ragguagliati,  $\varphi$  e  $\varphi'$  - in testo  
*Tabella 2* - Capacità portante ammissibile del terreno (in testo)

## ELENCO ALLEGATI

*Allegato 1* - Planimetria indagini in situ

*Allegato 2* - Sondaggio geognostico

*Allegato 3* - Prove penetrometriche dinamiche

*Allegato 4* - Modello geologico-tecnico del sottosuolo

*Allegato 5* - Stima dei cedimenti

## 1. PREMESSA

Il presente studio è finalizzato a caratterizzare sotto l'aspetto litologico e geotecnico il sottosuolo di un'area sita a Monza (Provincia di Milano), presso la quale è prevista la realizzazione di un complesso residenziale.

Al fine di verificare la fattibilità dell'intervento edificatorio sotto l'aspetto progettuale e poiché lo stesso è assoggettato a precisa normativa di carattere geotecnico (D.M. LL.PP. 11 marzo, 1988), è stata effettuata una specifica indagine geologico-tecnica mediante la realizzazione di n.3 sondaggi geognostici corredati da prove SPT in foro e di n.7 prove penetrometriche dinamiche SCPT.

Le prove in situ hanno permesso di:

- definire i caratteri litostratigrafici dei terreni e il loro stato di addensamento;
- determinare la capacità portante del terreno in corrispondenza di ciascuna verticale alla prevista quota di imposta delle fondazioni;
- stimare i cedimenti di consolidazione cui può essere soggetta l'opera;
- accertare l'eventuale presenza di livelli di saturazione che possono interferire sulle fondazioni;
- individuare la tipologia fondazionale più consona in relazione alle caratteristiche geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo, aspetto di fondamentale importanza viste caratteristiche di sviluppo dell'intervento, considerando i criteri legati alla progettazione e all'esecuzione delle opere in condizioni di sicurezza.

Di seguito sono illustrati i risultati conseguiti dall'indagine, preceduti da una sintetica descrizione geomorfologica, geologica e idrogeologica del sito di intervento.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOMORFOLOGICO

L'area investigata si ubica nella porzione centro-orientale del Comune di Monza (Provincia di Milano), in fregio alla linea ferroviaria Milano-Lecco, ad una quota di 160 m s.l.m. (*Figura 1*, non in scala).

La porzione di territorio in esame presenta una morfologia subpianeggiante con debole inclinazione verso Sud, tipica delle zone dell'alta pianura lombarda.

Il sistema idrografico principale è costituito dal F. Lambro che scorre, con direzione Nord-Sud, circa 500 m a Ovest del sito in oggetto: quest'ultimo presenta un andamento sinuoso a seguito della pendenza topografica assai ridotta.

Il sistema idrografico secondario è costituito dal Canale Villoresi che decorre in senso Ovest-Est circa 1 km a Sud, e da alcune rogge e colatori di esiguo sviluppo che si dipartono da esso, utilizzati per irrigare le poche parcelle agricole presenti esternamente alle aree urbanizzate.

Da un punto di vista morfologico, il territorio comunale di Monza è contraddistinto nella sua porzione settentrionale dalla presenza di terrazzi fluviali antichi connessi all'azione di erosione, trasporto e sedimentazione operata dagli scaricatori fuoriuscenti dalle lingue glaciali alpine e prealpine in epoca pleistocenica e tardo pleistocenica.

In particolare è ancora ben individuabile il terrazzo di età rissiana di Biassono-Vedano al Lambro o "pianalto della Villa Reale", la cui porzione terminale si apprezza all'altezza di quest'ultima presso la cintura settentrionale del centro abitato, distante circa 1 km dal sito in esame.

Il centro storico cittadino e le aree periferiche circostanti insistono su depositi fluviali recenti di età würmiana, altimetricamente più ribassati, che costituiscono il cosiddetto "livello fondamentale della pianura", oppure su depositi alluvionali connessi alle divagazioni del F. Lambro.

All'interno del centro abitato, il limite morfologico tra il terrazzo würmiano e la piana alluvionale antica e recente che ne interrompe la continuità, risulta di difficile interpretazione in quanto lo sviluppo del tessuto antropico ha quasi del tutto obliterato i relativi caratteri morfologici.

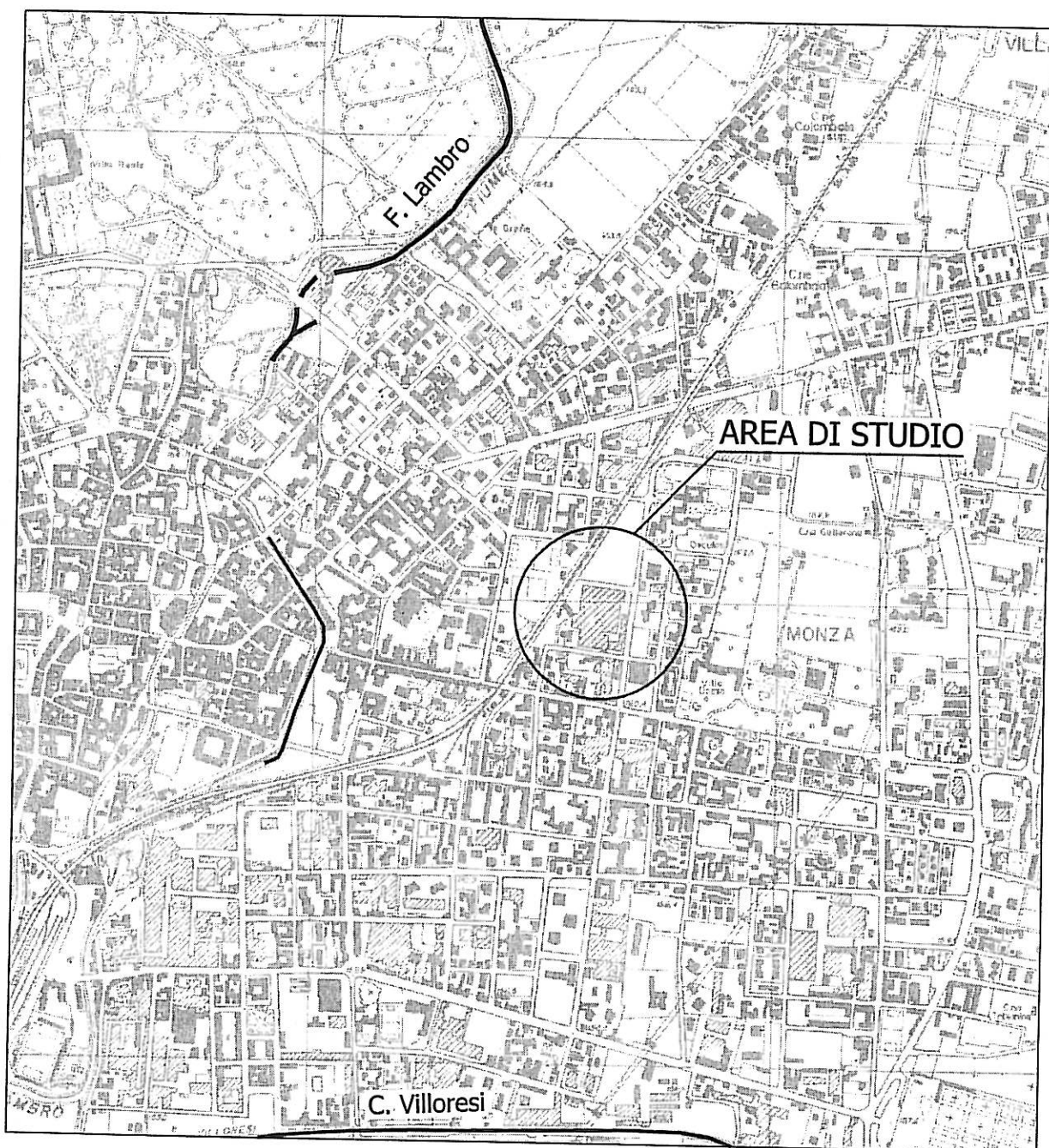


Figura 1

### 3. CARATTERI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI

L'evoluzione geologica dell'area, strettamente connessa a quella geomorfologica, è il risultato delle fasi di espansione e regressione dei ghiacciai, succedutesi nel Quaternario.

Presso l'area di intervento e in un suo significativo intorno affiorano terreni appartenenti al Fluviale Riss (Diluvium medio), al Fluviale Würm (Diluvium recente) e, in una fascia allungata in direzione Nord-Sud a ridosso del F. Lambro, alle Alluvioni recenti e attuali del corso d'acqua.

Di seguito vengono descritti in sintesi i caratteri peculiari di dette unità, dalla più antica alla più recente, i cui areali di affioramento sono illustrati in *Figura 2* (non in scala).

Fluviale Riss Auct. (Diluvium medio) - i depositi rissiani costituiscono il terrazzo morfologico posto a quota immediatamente superiore a quello del Würm ("livello fondamentale della pianura"). Tali depositi affiorano a NordOvest dell'area in esame, laddove rappresentano la porzione terminale del terrazzo di Biassono-Vedano al Lambro; la loro identificazione avviene in superficie sia su base morfologica che pedologica. Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto si osserva che la porzione superficiale del deposito presenta un caratteristico orizzonte di alterazione di colore giallo-rossastro, di natura prevalentemente limoso-sabbiosa e localmente argillosa, avente uno spessore medio di 1-2 m. Litologicamente l'unità è costituita da ghiaie e ciottoli molto alterati, immersi in abbondante matrice limoso-sabbiosa.

Fluviale Würm Auct. (Diluvium recente) - questi depositi costituiscono un'area pianeggiante ("livello fondamentale della pianura") posta a quote topograficamente inferiori rispetto a quelle di pertinenza dei terrazzi più antichi presenti a Nord, ai quali si raccordano attraverso scarpate allineate in senso Nord-Sud, via via meno pronunciate procedendo verso Sud. Litologicamente essi sono costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie con composizione litologica della matrice che risulta di natura prevalentemente sabbiosa. Localmente i depositi più grossolani possono risultare cementati. I depositi würmiani presentano uno strato di alterazione superficiale di ridotto spessore che, laddove presente, è in media di 1 m e non interessa il substrato ghiaioso.

Alluvioni Recenti e Attuali – i depositi alluvionali attuali identificano i depositi presenti entro l'alveo del corso d'acqua e localmente formano piccoli ripiani limitati da modeste scarpate entro i depositi alluvionali recenti. Le alluvioni recenti formano, nel complesso, la piana di esondazione del F. Lambro e sono costituiti in prevalenza da sedimenti ciottolosi, ghiaiosi e sabbiosi poco o nulla alterati e talora cementati, localmente contenenti orizzonti lenticolari sabbioso-limosi e argillosi; essi sono posti su ripiani localizzati a quota più bassa rispetto al "livello fondamentale della pianura". La connotazione morfologica di tali ripiani è tuttavia di difficile identificazione in



quanto, come premesso, del tutto mascherati dallo sviluppo del tessuto urbano. L'area di pertinenza dell'indagine insiste su tali depositi, tuttavia in prossimità del limite con quelli fluviali di età würmiana ("livello fondamentale della pianura").

Il substrato delle unità affioranti sopra descritte è rappresentato dall'unità conglomeratica del Ceppo Auct., di origine alluvionale, litologicamente rappresentata da ghiaie, ciottoli e sabbie con livelli cementati.

Per quanto concerne i caratteri litostratigrafici del sottosuolo, di notevole importanza per le finalità dell'indagine, dall'analisi della documentazione stratigrafica di pozzi per acqua perforati nelle immediate vicinanze al sito di intervento, nonché dai dati del pozzo ex I.M.A. interno al sedime in oggetto, si evince la presenza di depositi grossolani, costituiti in prevalenza da termini ghiaioso-sabbiosi e ciottolosi con livelli conglomeratici.

Alla scala generale si evince inoltre una riduzione progressiva della granulometria procedendo verso Sud, in accordo con la diminuzione della capacità di trasporto verso valle dei corsi d'acqua che li hanno generati.

Tale successione litostratigrafica interessa il sottosuolo sino a profondità compresa tra 30 e 40 m circa dal p.c.. A maggiore profondità, infatti, le litologie superficiali grossolane (ghiaie e sabbie con ciottoli) passano a terreni fini (sabbie, sabbie limose, limi e argille) appartenenti alla serie di depositi di età Villafranchiana, dapprima di origine continentale e, successivamente, di origine prettamente marina.

Di seguito si riporta la descrizione stratigrafica del pozzo I.M.A. tratta da "L'acqua nel territorio di Monza" (P. Casati, 1985).

Pozzo I.M.A. (n.51) – via Messa – 1962

0.0 – 2.0 m:	<i>terreno superficiale</i>
2.0 – 38.0 m:	<i>ghiaia con sabbia e livelli conglomeratici</i>
38.0 – 46.0 m:	<i>argilla sabbiosa compatta</i>
46.0 – 51.0 m:	<i>sabbia media e grossa</i>
51.0 – 52.0 m:	<i>argilla di vario colore</i>
52.0 – 60.0 m:	<i>argilla con torba e lignite</i>
60.0 – 68.0 m:	<i>argilla torbosa grigia</i>

In riferimento alle problematiche idrogeologiche, sulla base di criteri essenzialmente litologici i terreni superficiali grossolani identificano un acquifero "*ghiaioso-sabbioso-conglomeratico*", rappresentato dai depositi del Fluviale Würm, dalle Alluvioni recenti e attuali e dai conglomerati

del Ceppo, mentre i terreni a minor granulometria, posti indicativamente a profondità maggiore di 40 m circa presso l'area di intervento, identificano un acquifero "*limoso-argilloso-sabbioso*".

Detti acquiferi si distinguono anche per essere sede di falde aventi differenti proprietà idrauliche ed idrochimiche, nella fattispecie l'acquifero superficiale è sede di una falda freatica alimentata direttamente dalla superficie, mentre quello profondo è sede di falde a carattere confinato, veicolate entro gli orizzonti sabbiosi, contraddistinte dalla presenza di sostanze naturali quali ferro, ammoniaca e manganese.

In riferimento agli aspetti progettuali, la falda freatica contenuta entro l'acquifero superficiale, dovrebbe rinvenirsi a 20-25 m dal p.c. sulla base di ricostruzioni piezometriche condotte in area limitrofa a quella di intervento.

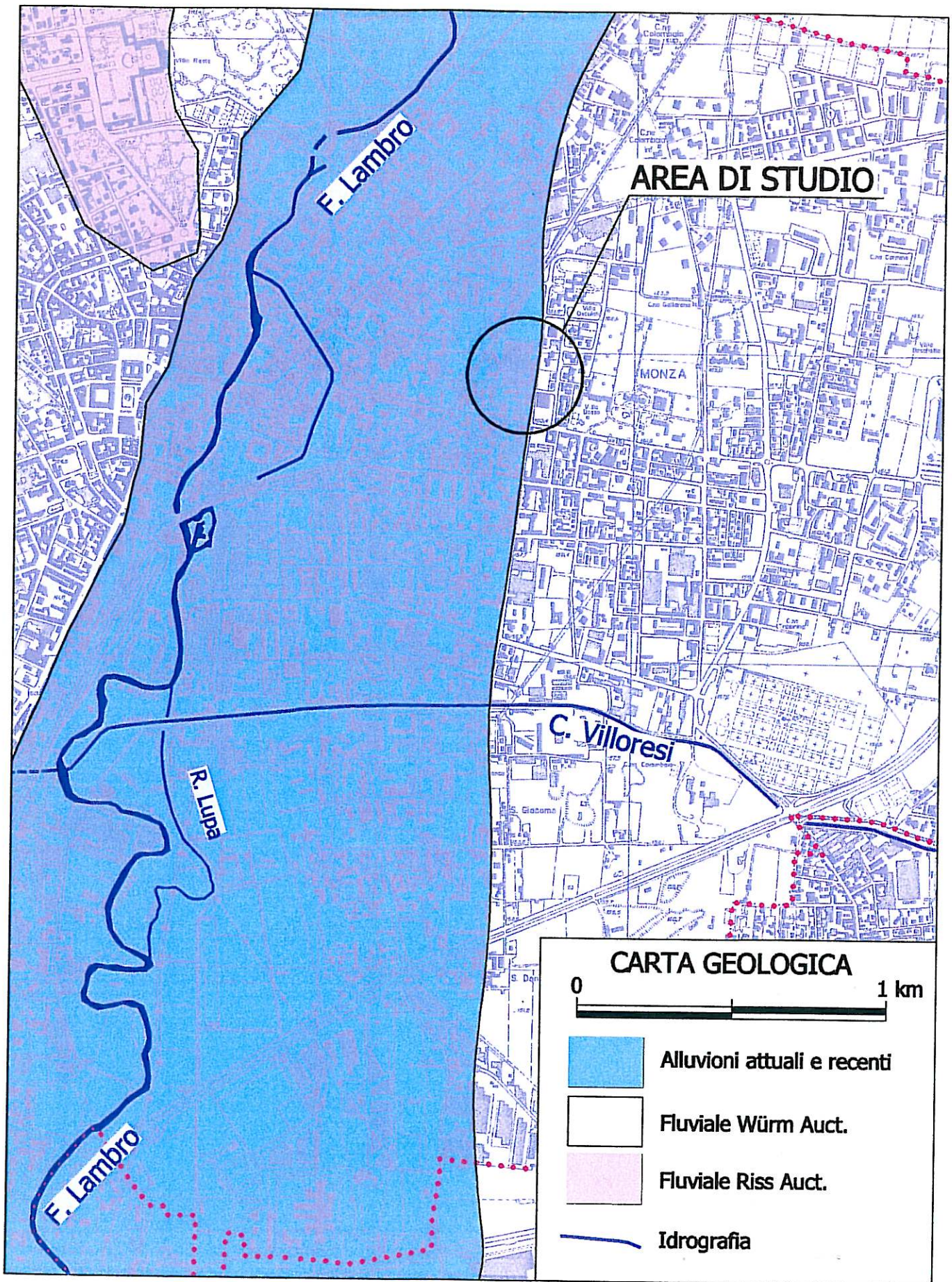


Figura 2

#### 4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI MASSIMA

L'area oggetto di indagine viene illustrata nel dettaglio dal rilievo aerofotogrammetrico di *Figura 3*, unitamente al sedime dei fabbricati in progetto; essa è distinta in mappa ai nn. 21, 22, 23, 24, 26, 27 del Foglio 46 del Comune di Monza, ed ha superficie di circa 18.800 m<sup>2</sup>.

Secondo i contenuti del Piano Regolatore Generale vigente che risale al 1971, l'area viene identificata in parte in ambito "viabilità" (2200 m<sup>2</sup>), in parte in "Zona N" (3600 m<sup>2</sup>) e in parte in "Zona D – superficie fondiaria" (13.100 m<sup>2</sup>); in riferimento allo studio della componente geologica del territorio comunale risalente all'anno 1997, essa ricade in classe 2 di Fattibilità (fattibilità con modeste limitazioni), in relazione alla presenza di aree a potenziale esondabilità (esondabilità secondaria) e di terreni con caratteristiche geomeccaniche discrete.

In relazione al progetto edificatorio preliminare visionato, esso contempla la realizzazione di fabbricati con altezze diverse, da un minimo di 6 m a un massimo di 27 m, ad uso residenziale, con ricovero autovetture e aree a verde (cfr. *Figura 3*).

I corpi di fabbrica disporranno di piano interrato adibito a box con quota di imposta delle fondazioni a circa 5.0 m dall'attuale piano campagna.

Per una compiuta descrizione del progetto si rimanda alle tavole grafiche redatte dallo Studio arch. Battistoni.



Figura 3

## 5. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA

### 5.1 Campagna di acquisizione dati

La definizione delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di fondazione in corrispondenza dell'area di intervento è stata effettuata attraverso l'esecuzione di n.3 sondaggi geognostici e n.7 prove penetrometriche dinamiche.

Le prove effettuate sono state ubicate in modo da coprire quanto più uniformemente l'area di studio, compatibilmente alla logistica del sito, e caratterizzare il terreno di fondazione in corrispondenza dei punti più critici stante la distribuzione dei carichi delle strutture in progetto (*Allegato 1*). In ragione delle finalità da perseguire e delle caratteristiche dei terreni incontrate in corso d'opera, si è provveduto all'approfondimento delle verticali sino al raggiungimento di orizzonti di terreno significativi.

Per la ricostruzione litostratigrafica dei terreni nel sottosuolo, indispensabile anche alla taratura dei dati acquisiti con le prove penetrometriche dinamiche, si è proceduto alla realizzazione dei sondaggi geognostici.

Durante la perforazione, per una prima caratterizzazione geotecnica e per consentire una verifica incrociata dei dati ottenuti con le prove penetrometriche SCPT in continuo, sono state effettuate prove penetrometriche standard SPT a fondo foro, a profondità ritenute significative in funzione della quota di imposta prevista per le fondazioni ( $D_f = 5.0$  m), delle caratteristiche litologiche dei terreni e dello sviluppo del bulbo di pressione (tensioni indotte).

Di seguito vengono schematicamente indicate le profondità raggiunte dal sondaggio geognostico e dalle prove penetrometriche dinamiche, riferite alla quota del piano campagna (inizio prova), identificato per comodità come "0" di riferimento del progetto.

#### Sondaggi geognostici

- S1**           ⇒ quota inizio prova: p.c. ("0" di riferimento)  
                   ⇒ profondità raggiunta: -20.0 m (-20.0 m da "0" di riferimento)
- S2**           ⇒ quota inizio prova: p.c. ("0" di riferimento)  
                   ⇒ profondità raggiunta: -20.0 m (-20.0 m da "0" di riferimento)
- S3**           ⇒ quota inizio prova: p.c. ("0" di riferimento)  
                   ⇒ profondità raggiunta: -15.0 m (-15.0 m da "0" di riferimento)

#### Prove penetrometriche dinamiche

- P1**           ⇒ quota inizio prova: p.c. ("0" di riferimento)  
                   ⇒ profondità raggiunta: -6.3 m (-6.3 m da "0" di riferimento)

- P2           ⇒ quota inizio prova: p.c. ("0" di riferimento)  
               ⇒ profondità raggiunta: -6.9 m (-6.9 m da "0" di riferimento)
- P3           ⇒ quota inizio prova: p.c. ("0" di riferimento)  
               ⇒ profondità raggiunta: -6.0 m (-6.0 m da "0" di riferimento)
- P4           ⇒ quota inizio prova: p.c. (-0.5 m da "0" di riferimento)  
               ⇒ profondità raggiunta: -5.7 m (-6.2 m da "0" di riferimento)
- P5           ⇒ quota inizio prova: p.c. ("0" di riferimento)  
               ⇒ profondità raggiunta: -6.0 m (-6.0 m da "0" di riferimento)
- P6           ⇒ quota inizio prova: p.c. ("0" di riferimento)  
               ⇒ profondità raggiunta: -4.2 m (-4.2 m da "0" di riferimento)
- P7           ⇒ quota inizio prova: p.c. ("0" di riferimento)  
               ⇒ profondità raggiunta: -7.8 m (-7.8 m da "0" di riferimento)

### 5.2 Sondaggi geognostici: caratterizzazione litologica

L'esecuzione dei sondaggi geognostici e delle prove SPT a fondo foro, hanno consentito di accertare natura litologica e caratteristiche granulometriche dei terreni, nonché valutare lo stato di addensamento del terreno in corrispondenza di orizzonti definiti, così da permettere una taratura dei risultati ottenuti in continuo con le prove penetrometriche dinamiche SCPT, e definire orizzonti litologici sulla base di affinità dei caratteri geotecnici.

I sondaggi, effettuati dalla ditta Nuova Geotesting in data 6-8 Settembre 2005 sono stati eseguiti a carotaggio continuo, secondo l'ubicazione illustrata in *Allegato 1*.

La perforazione è avvenuta utilizzando un carotiere semplice con scarpa in widia e rivestimento esterno aventi diametro rispettivamente di 101 e 127 mm.

In prima analisi il sondaggio ha permesso di accertare una discreta omogeneità litologica del terreno sia lungo la verticale sia in senso laterale, in quanto sono state attraversate litologie in prevalenza costituite da ghiaie, sabbie e ciottoli con livelli parzialmente cementati, più frequenti a partire da una profondità di 6 m circa.

Come anticipato, durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate prove SPT a partire da una profondità di 5 m, in quanto lo spessore soprastante è ininfluenza ai fini della parametrizzazione geotecnica e, comunque, risulta caratterizzato dalle prove penetrometriche SCPT in continuo, ad eccezione di una prova effettuata a 3.5 m nel sondaggio S2.

La prova penetrometrica SPT permette di determinare in via indiretta, attraverso la valutazione dello stato di addensamento del terreno, alcuni parametri geotecnici indispensabili per il calcolo della capacità portante. Detta prova, eseguita in avanzamento a fondo foro a profondità stabilite,

consiste nell'infiggere una punta conica del diametro 51 mm, collegata alla testa di battuta tramite aste di acciaio, con un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 76 cm. L'infissione dell'attrezzo avviene per complessivi 45 cm, registrando separatamente i colpi relativi ai singoli intervalli di 15 cm. Il valore di NSPT è dato convenzionalmente dalla somma dei colpi ottenuti per il secondo e terzo intervallo, in quanto i primi 15 cm (primo intervallo) non risultano significativi poiché relativi alla zona rimaneggiata e/o decompressa.

Le prove effettuate hanno evidenziato la presenza di terreni da moderatamente addensati a molto addensati lungo tutta la profondità investigata in ciascuna verticale di prova.

Sino alla massima profondità raggiunta di 20 m non è stata raggiunta la falda freatica, tantomeno evidenziati orizzonti parzialmente saturi, a confermare l'ottimo drenaggio offerto dai terreni a granulometria grossolana attraversati.

Di seguito viene proposta una sintetica descrizione litologica dei terreni, mentre in *Allegato 2* è riportata la stratigrafia ufficiale e la relativa documentazione fotografica delle cassette catalogatrici contenenti le carote di terreno campionate.

#### SONDAGGIO S1

*data: 06/09/2005*

*inizio prova: piano campagna ("0" di riferimento)*

*profondità raggiunta: -20.0 m da p.c. (-20.0 m da "0" di riferimento)*

La prova investiga il sottosuolo in corrispondenza del lato orientale del corpo di fabbrica più settentrionale in progetto (cfr. *Allegato 1*).

A partire dal piano campagna e sino a circa 0.5 m di profondità è stata attraversata la pavimentazione del capannone esistente, mentre sino a 2 m il relativo sottofondo e parte del terreno vegetale originario, di colore bruno. Segue in profondità fino a -10.5 m dal p.c. un orizzonte di ghiaia e sabbia grossolana con ciottoli, questi ultimi aventi diametro massimo di 7 cm, di colore grigio e grigio bruno. Tra -10.5 e -20.0 m seguono sabbie in prevalenza da medie a grossolane di colore grigio, con ghiaia e ciottoli; localmente le sabbie risultano parzialmente cementate.

#### SONDAGGIO S2

*data: 07/09/2005*

*inizio prova: piano campagna ("0" di riferimento)*

*profondità raggiunta: -20.0 m da p.c. (-20.0 m da "0" di riferimento)*

Il sondaggio è stato ubicato in corrispondenza dell'edificio isolato posto sul lato Ovest della proprietà, nei pressi della prova penetrometrica P7 (cfr. *Allegato 1*).



Al di sotto della pavimentazione e del sottofondo, quest'ultimo apprezzabile sino -1.2 m dal p.c., sino ad una profondità di circa -3 m è stato attraversato un orizzonte prevalentemente sabbioso con ghiaia e ciottoli subordinati, a carattere perlopiù sciolto (cfr. 5.3.3), contraddistinto localmente da livelli a matrice debolmente limosa di colore grigio plumbeo come ad esempio nell'intervallo tra -2.5 e -2.9 m.

L'orizzonte sottostante costituito da ghiaia e sabbia grossolana con ciottoli, riscontrato nel sondaggio S1 sino a circa -11.0 m, nella presente verticale sembra terminare a circa -8.0 m di profondità. In posizione sottostante e sino al termine del sondaggio, sono invece prevalenti sabbie da medie a grossolane di colore grigio, parzialmente cementate a differente profondità, con ghiaia e ciottoli.

### SONDAGGIO S3

*data: 08/09/2005*

*inizio prova: piano campagna ("0" di riferimento)*

*profondità raggiunta: -15.0 m da p.c. (-15.0 m da "0" di riferimento)*

Il sondaggio è stato ubicato in corrispondenza della porzione più meridionale del comparto in progetto, in posizione intermedia tra le prove P5 e P6 (cfr. *Allegato 1*).

A partire dal piano campagna e sino a 1.4 m di profondità è stata attraversata la pavimentazione ed il relativo sottofondo, mentre tra -1.4 e -2.0 m si apprezza l'originario terreno di coltura.

La stratigrafia del sottosuolo in posizione sottostante vede, analogamente a quanto riscontrato nel sondaggio S1, la presenza di un orizzonte di ghiaie e sabbie grossolane prevalenti con ciottoli, di colore grigio, sino a -12.5 m, cui seguono sabbie da medie a grossolane con ghiaia e ciottoli, con livelli parzialmente cementati.

#### **5.2.1 Risultati delle prove SPT in foro di sondaggio: stato di addensamento del terreno**

Entro ciascun sondaggio sono state effettuate prove SPT alle profondità dal p.c. indicate nella *Tabella 1*, nella quale viene riportato il numero di colpi ottenuti per i singoli intervalli e il relativo valore di NSPT. Esse sono anche riportate nella documentazione stratigrafica dell'*Allegato 2*.

Nei casi in cui la somma dei colpi è risultata superiore a 50, limite a cui si stabilisce il rifiuto all'infissione della punta, oppure si è avuto il rifiuto strumentale all'approfondimento della batteria, i calcoli e le correlazioni sono stati effettuati, conservativamente, partendo da detto valore.

In riferimento al modello geologico del sottosuolo, nella caratterizzazione geotecnica non è stato considerato il terreno posto a quota superiore 5.0 m, in quanto non verrà interessato dalla posa delle fondazioni. Come anticipato, fa eccezione la realizzazione di una prova SPT nel sondaggio

S2 alla profondità di 3.5 m, mirata a tarare i caratteri di scarso addensamento forniti dalla limitrofa prova penetrometrica P7 (cfr. 5.3.3).

Sulla base dei valori del numero di colpi riscontrato in prova si possono fare le seguenti considerazioni.

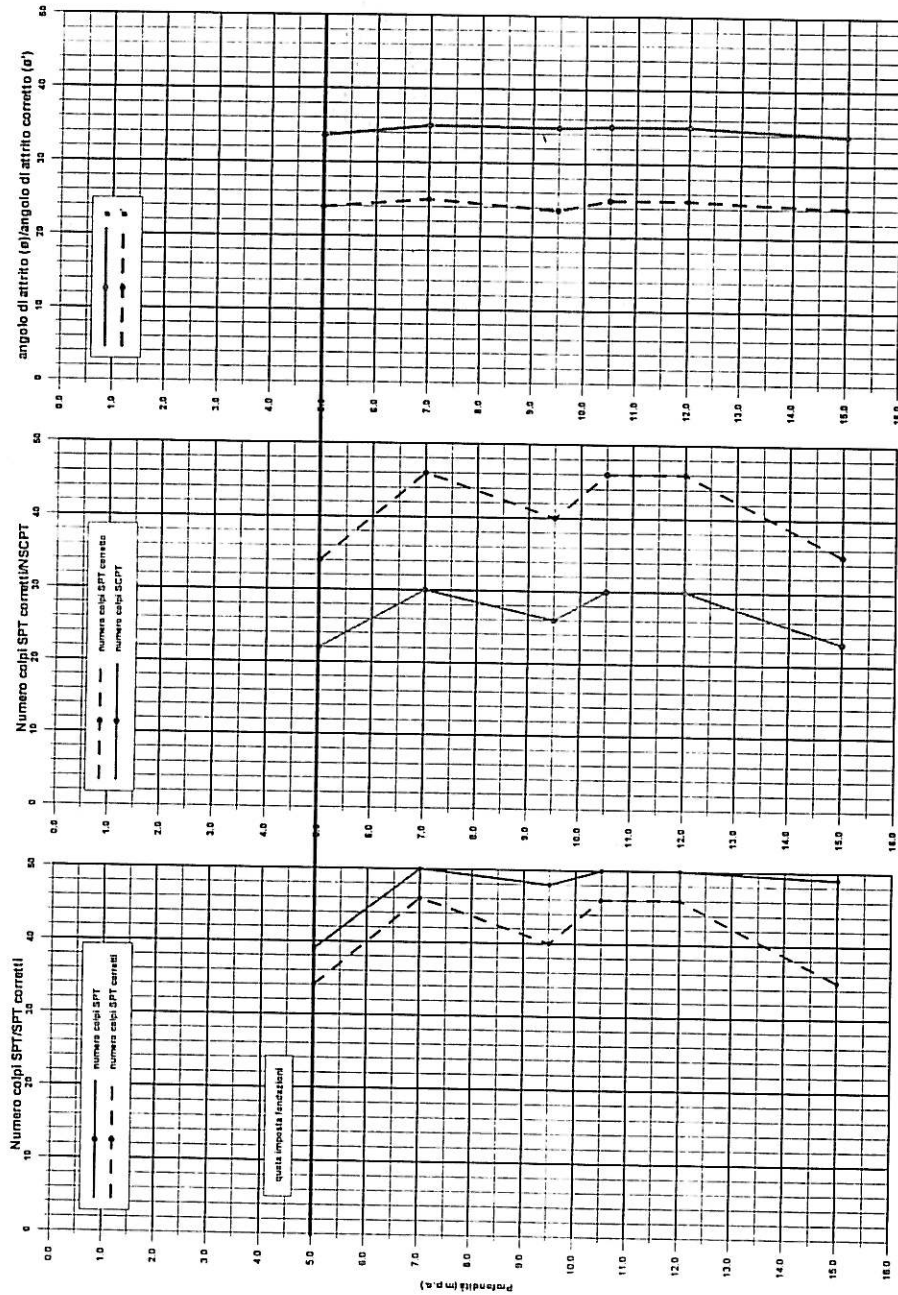
I depositi presenti nel sottosuolo del sito di intervento inferiormente alla quota di posa delle fondazioni, sotto l'aspetto litologico costituiti da litologie grossolane prevalenti, quali ciottoli, ghiaie e sabbie tra loro in varia percentuale, nel complesso hanno fornito caratteristiche di addensamento da buone a ottime. Nella fattispecie si è rilevato un valore minimo di NSPT = 39 (terreno addensato) nel sondaggio S1 ( $N'SPT = 34$ ) alla profondità di 5.0 m, mentre è comune il raggiungimento, a differenti profondità, del completo rifiuto all'infissione ( $NSPT > 50$  - terreno molto addensato), come ad esempio riscontrato in tutte le prove effettuate nelle verticali S2 e S3.

La ricostruzione del modello litostratigrafico del sottosuolo non ha evidenziato la presenza di livelli e/o intercalazioni, anche di spessore modesto, contraddistinti da una diminuzione dello stato di addensamento a sottolineare caratteri di omogeneità sia in profondità sia lateralmente.

Al fine di ottenere dei profili di resistenza dettagliati e confrontabili tra le prove in foro di sondaggio (SPT) e i diagrammi in continuo delle prove penetrometriche dinamiche SCPT, vengono proposti i diagrammi di *Figura 4a e b* che illustrano, entro lo "spessore di interesse geotecnico", l'andamento puntuale dei valori di NSPT, di  $N'SPT$  (valori corretti in funzione della pressione geostatica, secondo Bazaraa), il profilo dei valori di NSCPT ragguagliati a partire da  $N'SPT$ , nonché i relativi valori dell'angolo di attrito ricavati dalle relazioni della Road Bridge Specifications ( $\varphi$ ) e dell'angolo di attrito corretto ( $\varphi'$ ) secondo la formulazione di Terzaghi per terreni sciolti. Essi sono riassunti nella seguente *Tabella 1*.

Dalle verifiche incrociate è comunque emersa una discreta adattabilità e taratura dei risultati ottenuti lungo il profilo stratigrafico.

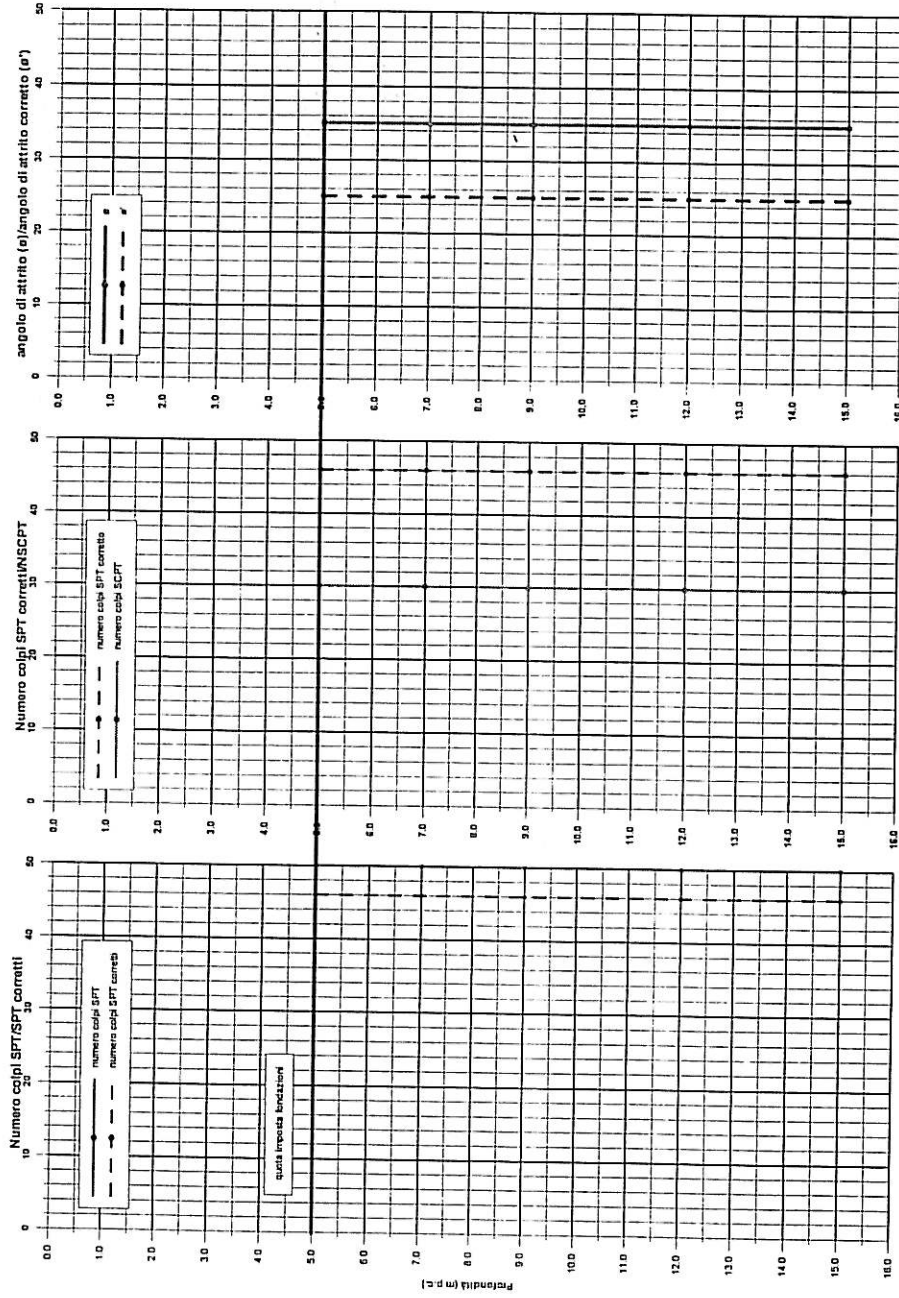
In conclusione, per estrapolazione dei dati desunti dalle prove SPT entro il sondaggio S1, è possibile caratterizzare cautelativamente come addensata la porzione di terreno tra 5 e 9 m circa di profondità, in virtù di  $N'SPT = 34$  e 40, mentre i terreni posti a maggiore profondità si possono ritenere molto addensati per il costante raggiungimento del rifiuto all'infissione ( $NSPT > 50$ ).



SONDAGGIO S1 - CORRELAZIONE TRA PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE STANDARD SPT E PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SCPT

Figura 4a

Indagine geognostica per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione di un complesso residenziale in progetto a Monza (Provincia di Milano) – Relazione Tecnica



SONDAGGI S2 E S3 - CORRELAZIONE TRA PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE STANDARD SPT E PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SCPT

Figura 4b

STUDIO GEOLOGICO BONINSEGGNI E LAVENI ASSOCIATI - via Galeno, 17 - 20033 DESIO (MILANO) - tel.-fax 0362-303925

E-mail boninsegni@alice.it - laveni@alice.it

Sondaggio	Profondità (m)	NSPT	N'SPT corretto (Bazaraa)	NSCPT ragguagliato	Angolo di attrito ( $\phi$ )	Angolo di attrito corretto ( $\phi'$ ) (Terzaghi)
S1	5.0	39	34	22	33.6°	23.9°
	7.0 - 7.5	(R)	46	30	35.0°	25.0°
	9.0 - 9.5	48	40	26	34.8°	23.6°
	10.0 - 10.5	(R)	46	30	35.0°	25.0°
	12.0	57 (R)	46	30	35.0°	25.0°
	15.0	49	35	23	33.9°	24.1°
S2	3.5	3	3	2	20.5°	15.0°
	5.0	52 (R)	46	30	35.0°	25.0°
	7.0 - 7.5	(R)	46	30	35.0°	25.0°
	9.0 - 9.5	(R)	46	30	35.0°	25.0°
	12.0	(R)	46	30	35.0°	25.0°
	15.0	(R)	46	30	35.0°	25.0°
S3	5.0	65 (R)	46	30	35.0°	25.0°
	7.0 - 7.5	(R)	46	30	35.0°	25.0°
	9.0 - 9.5	(R)	46	30	35.0°	25.0°
	10.0 - 10.5	(R)	46	30	35.0°	25.0°
	12.0	(R)	46	30	35.0°	25.0°
	15.0	(R)	46	30	35.0°	25.0°

Tabella 1

### 5.3 Prove penetrometriche dinamiche SCPT

Come anticipato, la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione è stata compiuta anche attraverso l'esecuzione di n.7 prove penetrometriche dinamiche SCPT, nel caso spinte sino al raggiungimento del completo rifiuto all'infissione, avvenuto a profondità comprese tra 4.2 m (prova P6) e 7.8 m (prova P7).

Di seguito sono descritti i risultati conseguiti con le prove penetrometriche dinamiche, preceduti da una breve introduzione relativa all'attrezzatura e alla metodologia utilizzata.

#### 5.3.1 Generalità sulle prove penetrometriche dinamiche

Nel senso più ampio del termine con prove penetrometriche dinamiche si intendono tutti i metodi con i quali si misura la resistenza alla penetrazione di un utensile (pieno o cavo) infisso nel terreno, utilizzando dispositivi a percussione. Il risultato della prova è fornito dal numero di colpi corrispondente ad un avanzamento stabilito. Da questo dato, attraverso opportune elaborazioni, è possibile ottenere una serie di informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati. Infatti l'energia necessaria per ottenere un determinato approfondimento dell'utensile nel terreno è funzione del tipo di materiale incontrato, delle sue caratteristiche di consistenza (materiali coesivi) o di addensamento (materiali incoerenti), delle dimensioni della punta e, infine, delle caratteristiche dello strumento impiegato per la prova.

consistenza (materiali coesivi) o di addensamento (materiali incoerenti), delle dimensioni della punta e, infine, delle caratteristiche dello strumento impiegato per la prova.

Le prove sono state effettuate con un Penetrometro Dinamico Superpesante (SCPT 73/75) secondo le norme A.G.I., normalmente utilizzato per la valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione. La metodologia di prova fornisce risultati direttamente correlabili con quelli ottenuti da prove SPT (Standard Penetration Test), per cui è possibile utilizzare tutte le esperienze e le correlazioni ottenibili con questo tipo di metodologia.

### 5.3.2 Attrezzatura e metodologia di prova

L'attrezzatura consiste di una batteria di aste e rivestimenti esterni e di un dispositivo di infissione agente a percussione; alla base delle aste è fissata una punta conica la cui infissione è assicurata da un maglio del peso di 73 kg che cade liberamente da un'altezza di 75 cm.

La prova consiste nell'infiggere nel terreno la batteria delle aste alla cui base è collegata una punta conica ( $\varnothing$  51 mm) e successivamente, qualora la tipologia del terreno lo consenta, i rivestimenti esterni, misurando il numero di colpi necessari per singoli avanzamenti di 30 cm. Ovviamente l'avanzamento risulta inversamente proporzionale allo stato di addensamento e/o della consistenza, rispettivamente per terreni granulari e coesivi.

L'utilizzo dei rivestimenti esterni permette di annullare eventuali attriti laterali che altrimenti comporterebbero una sovrastima del numero di colpi e, di conseguenza, della parametrizzazione geotecnica dei terreni. Uno schema semplificato dell'attrezzatura utilizzata è illustrato in *Figura 5*.

La penetrazione di punte coniche battute nel terreno consente un riconoscimento di massima delle caratteristiche di resistenza dei terreni attraversati. Parametro caratteristico dello stato di addensamento di un terreno incoerente e della consistenza di un terreno coesivo è la  $R_d$  (resistenza di rottura dinamica alla punta) direttamente ricavabile, ad esempio, dalla nota formula degli Olandesi:

$$R_d = \frac{M^2 \cdot h}{A \cdot e \cdot (M + P)}$$

Nel penetrometro SCPT 73/75 si ha:

$M$  (peso del maglio) = 73 kg

$h$  (altezza di caduta costante di  $M$ ) = 75 cm

$A$  (sezione della punta conica a perdere) = 20 cm<sup>2</sup>

$e$  (con  $N$  corrispondente il numero dei colpi per ogni approfondimento di 30 cm) = 30/ $N$  cm

$P$  (peso delle aste) = 5.5 kg/ml

### PENETROMETRO DINAMICO SUPER PESANTE DEEP DRILL SCPT 73-75

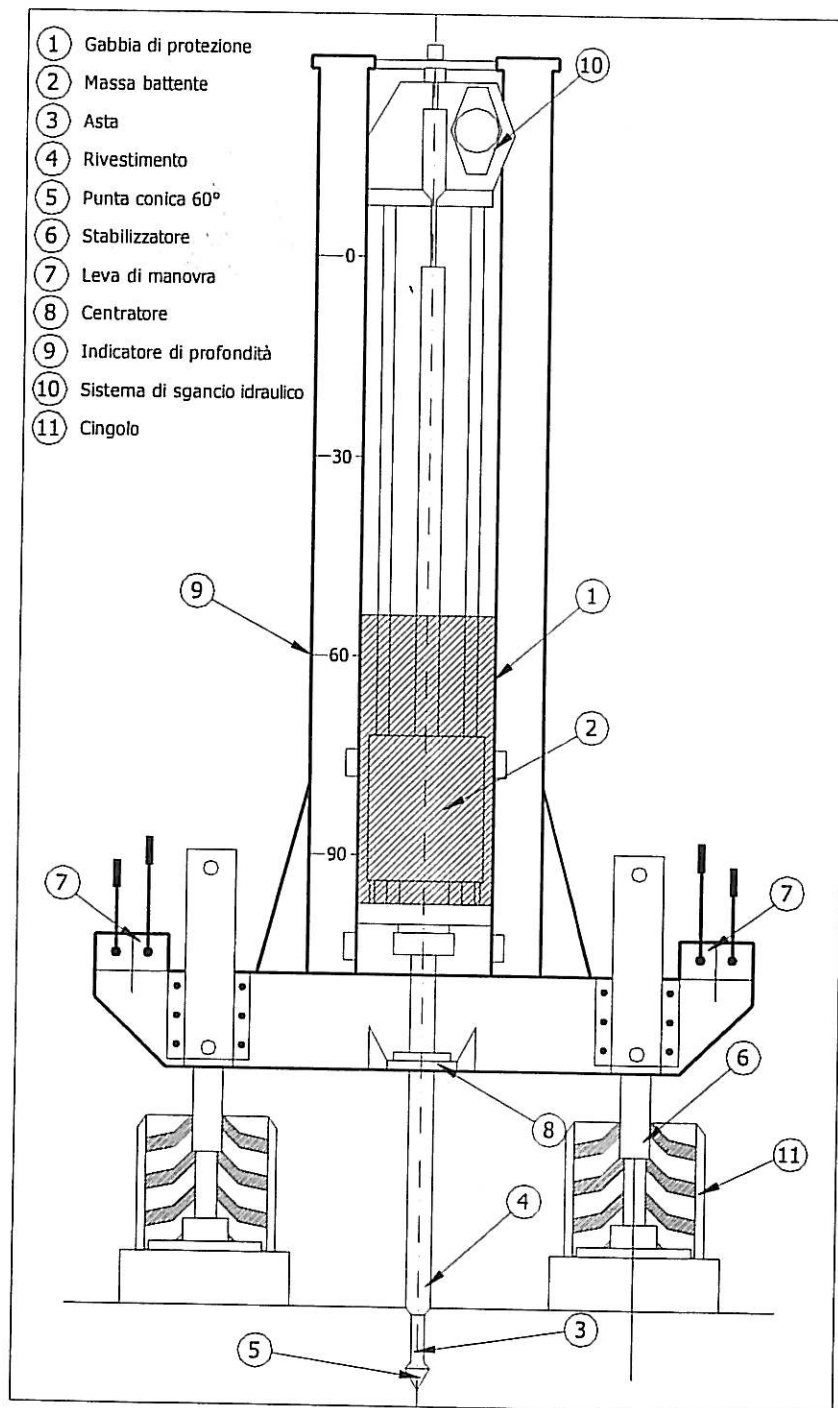


Figura 5

Le prove penetrometriche dinamiche permettono la sola definizione delle caratteristiche di addensamento dei terreni incoerenti e di consistenza di quelli coesivi, mentre non forniscono informazioni relative alla loro litologia. Tuttavia, attraverso correlazioni empiriche e le modalità di avanzamento della batteria di aste e rivestimenti, è possibile risalire alla litologia indicativa dei terreni attraversati.

### **5.3.3 Risultati delle prove penetrometriche SCPT: stato di addensamento dei terreni**

Le prove penetrometriche, effettuate nei giorni 2-3-4 Agosto 2005, in linea generale hanno evidenziato una discreta omogeneità dello stato di addensamento sia in profondità sia in senso laterale, in quanto si riscontrano terreni da moderatamente addensati a molto addensati.

Ciò è legato alla granulometria delle litologie presenti nel sottosuolo, identificata da ghiaie, sabbie e ciottoli, con matrice sabbioso-limosa pressoché assente. In particolare laddove prevalgono depositi sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi il terreno risulta moderatamente addensato, mentre in presenza di ghiaie e ciottoli lo stesso è addensato o molto addensato.

Si premette che per la realizzazione di tutte le prove ad eccezione della verticale P4, è stato necessario rimuovere con martello demolitore la pavimentazione in cemento degli esistenti edifici e il relativo sottofondo per uno spessore medio di circa 60 cm.

Di seguito viene proposta una sintetica descrizione dei risultati ottenuti, mentre a corredo delle presenti note, per ogni prova si allegano le certificazioni ufficiali, i Report dei risultati e delle elaborazioni effettuate (*Allegato 3*), contenenti anche correlazioni tra i vari parametri geotecnici comunemente adottate in fase progettuale, valutate su base statistica a partire dalle formulazioni di vari Autori, quali la densità relativa, il modulo di deformazione drenato, etc..

#### **PROVA P1 – STAZIONE 1/7**

#### **CERTIFICATO SCPT N. 21/2005**

*data: 02/08/2005*

*inizio prova: piano campagna [ "0" rif.]*

*profondità raggiunta: -6.3 m da p.c. [-6.3 m da "0" rif.]*

La prova investiga il sottosuolo in corrispondenza del corpo di fabbrica più settentrionale previsto nel comparto edificabile (cfr. *Allegato 1*).

Sino a -1.2 m dal p.c. si rinviene la pavimentazione dell'edificio esistente e il relativo sottofondo in ciottoli. Segue inferiormente, sino a -2.4 m dal p.c. un orizzonte di terreno moderatamente addensato ( $N_c$  medio = 12), verosimilmente da ascrivere a sabbia con poca ghiaia.

L'intervallo compreso tra -2.4 e -3.9 m è caratterizzato da un repentino aumento del numero di colpi sino al costante raggiungimento del rifiuto all'infissione ( $N_c > 50$ ), in ragione dall'attraversamento di litologie prevalentemente grossolane quali ciottoli e ghiaie in matrice



sabbiosa (terreno molto addensato). L'intervallo sottostante tra -3.9 e -5.4 m, vede una modesta diminuzione dello stato di addensamento in ragione della presenza di un livello prevalentemente sabbioso-ghiaioso ( $N_c$  medio = 33), ad identificare un terreno da moderatamente addensato ad addensato.

Più in profondità e sino al termine della prova (-6.3 m), si apprezza nuovamente un repentino aumento del numero di colpi, con il raggiungimento di valori superiori al rifiuto ( $N_c > 50$ ) sino a conseguire il rifiuto strumentale all'infissione, ad indicare un orizzonte costituito da ciottoli e ghiaia. Non è esclusa la presenza di sporadici livelli cementati.

*Note: perfetta verticalità della batteria di perforazione. Presenza di sabbia media di colore grigio chiaro sulle aste all'estrazione. Umidità assente. Rifiuto strumentale all'infissione a -6.3 m.*

### **PROVA P2 – STAZIONE 2/7**

### **CERTIFICATO SCPT N. 22/2005**

*data: 02/08/2005*

*inizio prova: piano campagna [ "0" rif.]*

*profondità raggiunta: -6.9 m da p.c. [-6.9 m da "0" rif.]*

La prova investiga il sottosuolo in prossimità del settore nord-orientale dell'area edificabile (cfr. *Allegato 1*), in corrispondenza dell'edificio prospiciente l'attuale ingresso da via Messa.

Analogamente a quanto visto per la prova P1, sino a -0.9 m dal p.c. viene attraversata la pavimentazione e il sottofondo. In posizione sottostante, sino a -2.1 m dal p.c., si è in presenza di un orizzonte di terreno da poco a moderatamente addensato ( $N_c$  medio = 18) che, sotto l'aspetto litologico, è verosimilmente costituito da sabbie con poca ghiaia.

Tra -2.1 e -6.9 m il terreno risulta da addensato a molto addensato, in virtù della presenza di ghiaie, sabbie e ciottoli che hanno determinato il rifiuto all'infissione ( $N_c > 50$ ) per tratti continui di spessore anche superiore a 2.5 m. Anche in tale caso non sono da escludere livelli cementati. All'interno di questo orizzonte, il tratto compreso tra -4.8 e -6.0 m, in stretta analogia alla prova P1, è caratterizzato da una modesta diminuzione dello stato di addensamento ( $N_c$  medio = 40), in ragione della presenza di matrice sabbiosa percentualmente più cospicua.

*Note: perfetta verticalità della batteria di perforazione. Presenza di sabbia grigio chiara e croste biancastre sulle aste all'estrazione. Umidità assente. Rifiuto strumentale all'infissione a -6.9 m.*

### **PROVA P3 – STAZIONE 3/7**

### **CERTIFICATO SCPT N. 23/2005**

*data: 03/08/2005*

*inizio prova: piano campagna [ "0" rif.]*

*profondità raggiunta: -6.0 m da p.c. [-6.0 m da "0" rif.]*

La prova è ubicata presso l'estremità orientale dell'area di intervento, in corrispondenza dell'edificio prospiciente l'attuale ingresso da via Messa, 25 m circa a Sud della prova P2.

Dal p.c. sino a -1.2 m viene attraversata la pavimentazione e il sottofondo.

Tra -1.2 m e -2.7 m, analogamente a quanto fornito dalle precedenti prove, viene attraversato un orizzonte di terreno da poco a moderatamente addensato ( $N_c$  medio = 14), ascrivibile alla presenza di sabbie prevalenti.

Più in profondità, si registra un progressivo aumento del numero di colpi sino a raggiungere il costante rifiuto all'infissione ( $N_c > 50$ ) nel tratto tra -3.2 e -4.8 m e tra -5.4 e 6.0 m (terreno molto addensato), laddove la prova è stata interrotta causa il rifiuto strumentale all'infissione.

Entro detto orizzonte di terreno si apprezza una modesta riduzione dello stato di addensamento tra -4.8 e -5.4 m, identificata da  $N_c$  medio = 42, connessa verosimilmente ad una più cospicua percentuale di sabbia in luogo delle ghiaie.

*Note: perfetta verticalità della batteria di perforazione. Presenza di sabbia grigio chiara e croste biancastre sulle aste all'estrazione. Umidità assente. Rifiuto strumentale all'infissione a -6.0 m.*

#### **PROVA P4 – STAZIONE 4/7**

**CERTIFICATO SCPT N. 24/2005**

data: 03/08/2005

inizio prova: piano campagna [-0.5 m da "0" rif.]

profondità raggiunta: -5.7 m da p.c. [-6.2 m da "0" rif.]

La prova è stata ubicata in prossimità del vertice sud-orientale de sedime impegnato dagli edifici in progetto.

La porzione superficiale di terreno, di circa 1.2 m di spessore, è costituita da terreno di coltura verosimilmente commisto a terreno di riporto, contraddistinto da  $N_c$  medio = 13 (terreno moderatamente addensato).

L'intervallo di profondità compreso tra -1.2 e -2.1 m evidenzia valori medi  $N_c = 20$  (terreno moderatamente addensato), verosimilmente identificato da sabbie prevalenti con ghiaia.

Segue in profondità, analogamente a quanto riscontrato nelle precedenti prove, un orizzonte di terreno da addensato a molto addensato, come indica il pressoché costante rifiuto all'infissione ( $N_c > 50$ ), a sottolineare la presenza di livelli essenzialmente grossolani (ghiaie e ciottoli).

Al suo interno si apprezza comunque, tra -3.3 e -5.1 m, un livello di terreno relativamente meno addensato ( $N_c$  medio = 35) costituito da ghiaie e sabbie.

La prova è stata interrotta per il rifiuto strumentale all'infissione a -5.7 m, laddove verosimilmente compaiono livelli cementati.

*Note: perfetta verticalità della batteria di perforazione. Presenza di sabbia grigio chiara e croste biancastre sulle aste all'estrazione. Umidità assente. Rifiuto strumentale all'infissione a -5.7 m dal p.c..*

**PROVA P5 – STAZIONE 5/7****CERTIFICATO N. 25/2005***data: 04/08/2005**inizio prova: piano campagna [ "0" rif.]**profondità raggiunta: -6.6 m da p.c. [-6.6 m da "0" rif.]*

La prova P5 è stata ubicata in prossimità del settore centrale dell'area di studio, all'incirca in corrispondenza del sedime del fabbricato in progetto per il quale è prevista la massima elevazione fuori terra.

Sino a -1.2 m dal p.c. viene attraversata la pavimentazione e il sottofondo.

In posizione sottostante, sino a -2.7 m dal p.c., si è in presenza di un orizzonte di terreno da poco a moderatamente addensato, contraddistinto da  $N_c$  medio = 7 nella porzione sommitale e da  $N_c$  medio = 20 in quella basale; sotto l'aspetto litologico, nel complesso è verosimilmente costituito da sabbie prevalenti.

Tra -2.7 m e -6.6 m (fine prova) il terreno appare da addensato a molto addensato, in virtù della presenza di ghiaie, sabbie e ciottoli che determinano il rifiuto all'infissione ( $N_c > 50$ ) per tratti continui di spessore di circa 1.5 m. Anche in tale caso non sono da escludere livelli cementati.

All'interno di questo orizzonte, il tratto compreso tra -4.2 e -5.5 m, in stretta analogia alle prove precedenti, è contraddistinto da una modesta diminuzione dello stato di addensamento ( $N_c$  medio = 34), causa la presenza di matrice sabbiosa percentualmente più cospicua.

*Note: perfetta verticalità della batteria di perforazione. Presenza di sabbia grigia sulle aste all'estrazione. Umidità assente. Rifiuto strumentale all'infissione a -6.6 m dal p.c..*

**PROVA P6 – STAZIONE 6/7****CERTIFICATO SCPT N. 26/2005***data: 04/08/2005**inizio prova: piano campagna [ "0" rif.]**profondità raggiunta: -4.2 m da p.c. [-4.2 m da "0" rif.]*

La prova investiga il sottosuolo in corrispondenza dell'estremità meridionale degli edifici in progetto, in fregio al limite di proprietà prospiciente via P. Giordani.

Sino a -0.9 m dal p.c. è stato attraversato un sottofondo ciottoloso legato da magrone di cemento.

Segue inferiormente, sino a -2.1 m dal p.c., un orizzonte di terreno moderatamente addensato ( $N_c$  medio = 13), verosimilmente da ascrivere alla presenza di sabbie con poca ghiaia.

L'intervallo compreso tra -2.4 e -4.2 m è caratterizzato dal costante raggiungimento del rifiuto all'infissione ( $N_c > 50$ ), in ragione dall'attraversamento di litologie prevalentemente grossolane quali ciottoli e ghiaie in matrice sabbiosa (terreno molto addensato), le quali hanno condotto al rifiuto strumentale all'infissione, con ogni probabilità per il riscontro di livelli cementati.

*Note: perfetta verticalità della batteria di perforazione. Presenza di sabbia media di colore grigio chiaro e croste biancastre sulle aste all'estrazione. Umidità assente. Rifiuto strumentale all'infissione a -4.2 m.*

**PROVA P7 – STAZIONE 7/7**

**CERTIFICATO SCPT N. 27/2005**

data: 04/08/2005

inizio prova: piano campagna [ "0" rif.]

profondità raggiunta: -7.8 m da p.c. [-7.8 m da "0" rif.]

La prova investiga il sottosuolo in corrispondenza del sedime dell'edificio isolato in progetto (cfr. *Allegato 1*).

La porzione superficiale sino a -1.2 m dal p.c. interessa la pavimentazione e il relativo sottofondo.

In posizione sottostante, sino a -3.6 m dal p.c., in difformità rispetto a quanto riscontrato in tutte le altre prove effettuate, si è in presenza di terreni sciolti, contraddistinti da  $N_c$  medio = 4. In base ai riscontri derivanti dall'infissione di aste e rivestimenti, è possibile ipotizzare la presenza di sabbie e ghiaie con probabile matrice limoso-sabbiosa.

Tra -3.6 e -4.8 m il terreno è invece contraddistinto da un progressivo aumento dell'addensamento, con  $N_c$  medio = 27 (terreno moderatamente addensato), in virtù della presenza di sabbie prevalenti con ghiaia.

Analogamente a quanto visto nelle altre prova, a partire da detta profondità il terreno diviene molto addensato in ragione del riscontro pressoché ubiquitario del rifiuto all'infissione ( $N_c > 50$ ), causa la presenza di ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa. Fa eccezione il tratto compreso tra -6.3 e -7.2 m, contraddistinto da una lieve diminuzione dello stato di addensamento ( $N_c$  medio = 40), per un aumento percentuale della matrice prevalentemente sabbiosa.

La prova è stata interrotta per il rifiuto strumentale all'infissione a -7.8 m, laddove verosimilmente si rinvergono livelli cementati.

*Note: perfetta verticalità della batteria di perforazione. Presenza di sabbia grigio chiara e croste biancastre sulle aste all'estrazione. Umidità assente. Rifiuto strumentale all'infissione a -7.8 m.*

#### **5.4 Modello litologico e geotecnico del sottosuolo**

Per avere una visione d'insieme delle caratteristiche stratigrafiche, litologiche e geotecniche in corrispondenza dell'area di indagine si è provveduto alla stesura di n.2 sezioni geotecniche, la cui traccia è illustrata nella planimetria del campo prove (*Allegato 1*).

Le sezioni in oggetto, orientate in direzione Nord-Sud, investigano i terreni nel sottosuolo rispettivamente in corrispondenza del sedime orientale dei fabbricati, prossimo a via Messa (Sezione 1) e di quello occidentale (Sezione 2).

Gli elaborati sono stati redatti sulla base delle caratteristiche di addensamento del terreno riscontrate con le prove in situ (SPT e SCPT), delle correlazioni tra i parametri geotecnici calcolati e con il conforto delle evidenze litologiche, granulometriche e tessiturali.

Ciò ha permesso di identificare orizzonti di terreno aventi caratteri geotecnici affini, la cui correlazione in senso laterale e verticale ha condotto alla ricostruzione del modello geotecnico del sottosuolo.

La caratterizzazione litologica offerta dall'analisi dei campioni estratti con il sondaggio è stata confermata in via diretta dall'analisi del materiale presente sulla batteria di perforazione al momento della sua estrazione e, indirettamente, dalle modalità di approfondimento delle aste e dei rivestimenti.

Pur considerando il carattere puntuale insito nel tipo di indagine in situ svolta, le prove effettuate alla scala dell'area impegnata hanno comunque permesso di ricostruire con discreto grado di affidabilità lo stato di addensamento dei terreni nel sottosuolo sino alla massima profondità investigata e, in via indiretta, di operare una consona parametrizzazione geotecnica.

Di seguito sono descritte le principali evidenze ricavate, sottolineando che le profondità raggiunte da ciascuna verticale di prova sono riferite alla quota del piano campagna.

### **SEZIONE 1 (lato Est)**

Su tutta l'area esaminata, ad eccezione dell'intorno della prova P4, lo strato superficiale di 1-1.2 m è identificato dalla pavimentazione e dal relativo sottofondo ghiaioso-ciottoloso degli edifici esistenti o dei piazzali (*orizzonte 1*).

In posizione sottostante, sino ad una profondità massima di -2.7 m in prossimità delle prove P3, P4 e del sondaggio S1, è riconoscibile un *orizzonte 2* caratterizzato da una certa eterogeneità dello stato di addensamento, in quanto è frequente un campo di  $N_c$  compreso tra 10 e 25 (terreni moderatamente addensati).

Sotto l'aspetto litologico, sia dalle correlazioni empiriche utilizzate per ricavare la litologia dal numero di colpi, sia dalle evidenze dirette del sondaggio, si evince come l'intervallo sia contraddistinto dal prevalere di sabbie medie e grossolane, con ghiaia subordinata alla porzione basale. Localmente è presente matrice limoso-sabbiosa.

Il passaggio all'*orizzonte 3* sottostante è identificato da un netto e repentino aumento dello stato di addensamento del terreno (da addensato a molto addensato), palese su tutto l'areale investigato.

L'attraversamento dell'orizzonte in oggetto ha comportato il riscontro del rifiuto all'infissione (NSCPT > 50 colpi) anche per tratti superiori a 2 m durante l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche SCPT. Le prove SPT in foro di sondaggio hanno confermato tale peculiarità, fornendo sempre valori prossimi o superiori al rifiuto.

Sotto l'aspetto litologico si è in presenza di ghiaie medie e grossolane e sabbie con ciottoli sub-arrotondati, aventi diametro massimo di 7 cm.

Dai dati geotecnici desunti dalle prove SPT e SCPT illustrati dalla sezione geotecnica proposta, si apprezza come le prove penetrometriche dinamiche P1, P2, P3 e P4 siano state interrotte per il rifiuto strumentale all'infissione ( $N_c > 50$ ) una volta raggiunta la porzione mediana dell'orizzonte 3, compresa all'incirca tra 4.5 e 8 m dal p.c., intervallo nel quale i sondaggi geognostici hanno messo in luce la presenza dei primi livelli parzialmente cementati.

Sulla scorta delle caratteristiche litologiche e dei soli valori di N'SPT riscontrati nei sondaggi a maggiore profondità di quella raggiunta con le prove SCPT, è verosimile ritenere che, a partire da una profondità di circa 10-11 m e sino alla massima profondità investigata di 20 m, si rinvenga un *orizzonte 4* contraddistinto da analogo stato di addensamento ma da percentuali più cospicue di sabbia grossolana rispetto all'*orizzonte 3*.

## SEZIONE 2 (lato Ovest)

Analogamente a quanto riscontrato nel precedente elaborato, la porzione superficiale di 1-1.2 m su tutto il sedime è costituita dalla pavimentazione e dal sottofondo dell'edificato attuale (*orizzonte 1*).

In posizione sottostante, solo in corrispondenza della prova P7 e del sondaggio S1 è stato rinvenuto un *orizzonte 2a* dalle caratteristiche geotecniche scadenti (terreno sciolto), rinvenibile sino ad una profondità indicativa di -4.0 m circa.

Stante la natura dei terreni è possibile ipotizzare, vista la continuità con l'*orizzonte 2* sottostante, la presenza di una lente prettamente sabbiosa, fenomeno comune entro terreni alluvionali come quelli in oggetto, la cui sedimentazione è strettamente legata all'energia deposizionale del corso d'acqua. A supportare tale affermazione è la documentazione di alcuni pozzi per acqua perforati in posizione limitrofa entro le Alluvioni del F. Lambro che, alla medesima quota, individuano lenti e/o livelli sabbiosi e talora argillosi.

L'*orizzonte 2* sottostante, si rinviene sino ad una profondità massima di -4.8 m in prossimità della prova P7 e del sondaggio S2 e minima di -2.2 m circa presso la prova P6 e il sondaggio S3; le prove in continuo hanno fornito indicazioni circa una certa eterogeneità dello stato di addensamento, in ragione di un campo di valori di  $N_c$  compreso tra 10 e 30 (terreno moderatamente addensato).

In profondità si passa ad un *orizzonte 3* contraddistinto dall'essere ubiquitariamente da addensato a molto addensato, in virtù di una composizione sabbioso-ghiaioso-ciottolosa e livelli cementati che ha comportato il costante raggiungimento del rifiuto all'infissione ( $N_c > 50$ ) sia delle prove SPT in foro di sondaggio sia delle prove penetrometriche dinamiche SCPT.

Dall'analisi litologica e dai dati geotecnici desunti in situ, l'*orizzonte 3* interessa il sottosuolo sino a circa 8.0 m nel settore Nord (sondaggio S2 e prova P7) mentre si approfondisce a circa 12.0 m procedendo verso Sud (sondaggio S3). Al suo interno si individuano lenti sabbiose contraddistinte da parziale cementazione.

In posizione sottostante, come in precedenza individuato, si apprezza un *orizzonte 4* dotato delle medesime caratteristiche di addensamento su tutta l'area, ma con matrice sabbiosa più cospicua rispetto all'*orizzonte 3*.

In conclusione, per quanto concerne i caratteri litologici del sottosuolo nello stretto intorno dell'area di indagine, è stato pertanto possibile riconoscere le seguenti litozone:

- *orizzonte 1*: pavimentazione e sottofondo degli edifici esistenti
- *orizzonte 2*: litozona a prevalente componente sabbiosa con ghiaia subordinata alla porzione basale. Accorpa il terreno di coltura nella porzione superficiale
- *orizzonte 2a*: litozona lenticolare a prevalente componente sabbiosa riscontrata in corrispondenza della prova P7 e del sondaggio S2
- *orizzonte 3*: litozona prevalentemente ghiaioso-ciottoloso-sabbiosa
- *orizzonte 4*: litozona prevalentemente sabbioso-ghiaioso-ciottolosa, caratterizzata dalla presenza di livelli parzialmente cementati.

## 6. IPOTESI DI PROGETTO - CARICO AMMISSIBILE DEL TERRENO

Una volta accertato lo stato di addensamento del terreno a partire dal numero di colpi riscontrato con le prove penetrometriche dinamiche SPT e SCPT e, indirettamente con la densità relativa, si è proceduto al calcolo della capacità di carico ammissibile ( $Q_{amm}$ ) in riferimento a due ipotesi fondazionali, nella fattispecie una trave di fondazione di larghezza  $B = 1.8$  m (Ipotesi 1) e un plinto quadrato di lato  $B = 1.8$  m (Ipotesi 2), da intestarsi a una profondità  $D_f = 5.0$  m come da ipotesi preliminare.

In relazione alla ricostruzione del modello geotecnico del sottosuolo, nel caso di una quota  $D_f = 5.0$  m le fondazioni vanno ad intestarsi entro l' dell'*orizzonte 3* nell'ambito dell'area investigata.

Per il calcolo della capacità portante è stato preliminarmente determinato l'angolo di attrito interno del terreno ( $\varphi$ ). Esso è stato ricavato a partire dal numero di colpi medio NSPT registrato nel sondaggio e dai valori di NSCPT più cautelativi desunti con le prove in continuo, entro un intervallo di profondità significativo al di sotto del piano di posa delle fondazioni.

I valori di NSPT ricavati in foro di sondaggio sono stati corretti applicando la metodologia proposta da Bazaraa in funzione della profondità e della pressione geostatica, e ragguagliati ai valori di  $N_c$  delle prove SCPT ( $NSCPT = 0.55-0.75$  NSPT).

Successivamente l'angolo di attrito  $\varphi$  è stato corretto applicando la metodologia proposta da Terzaghi, valida per terreni a carattere sciolto, ottenendo l'angolo di attrito efficace  $\varphi'$ .

Con lo scopo di disporre di un confronto tra i valori della capacità portante ammissibile, il calcolo è stato condotto adottando le metodologie comunemente applicate in campo geotecnico di Terzaghi (1953) e di Meyerhof (1963), quest'ultima comprendente nel calcolo fattori di forma della fondazione.

La scelta dei parametri di resistenza al taglio è stata effettuata considerando condizioni drenate, realistiche in presenza di terreni essenzialmente granulari, per le quali la capacità di drenaggio risulta pari o superiore alla velocità di variazione dei carichi.

Come parametri di input sono stati adottati quelli di seguito riportati:

- peso di volume del terreno di fondazione:  $\gamma' = 1.65$  kg/cm<sup>3</sup>; valore ricavato in base al numero di colpi e alla densità relativa del terreno;
- peso di volume del terreno di rinfianco alla fondazione:  $\gamma' = 1.2$  kg/cm<sup>3</sup>;
- coesione:  $c' = 0$  essendo il terreno essenzialmente granulare
- angolo di attrito  $\varphi'$  (da Road Bridge Specifications):
  - $\varphi' = 22.9^\circ$  valore riscontrato in corrispondenza della prova P7 da NSCPT = 18
  - $\varphi' = 23.9^\circ$  valore riscontrato in corrispondenza del sondaggio S1 da N'SPT = 34



$\phi' = 25.0^\circ$  valore riscontrato in corrispondenza dei sondaggi S2, S3 da N'SPT = 40

$\phi' = 25.3^\circ$  valore riscontrato in corrispondenza della prova P4 da NSCPT = 28

$\phi' = 25.8^\circ$  valore riscontrato in corrispondenza delle prove P1, P2, P3, P5 da NSCPT = 30

- quota del piano di posa: Df = 5.0 m
- fattore di sicurezza: Fs = 4, valore consigliato per opere civili di rilevanza progettuale. Stante le approssimazioni insite nelle indagini geotecniche, quali il carattere puntiforme delle indagini, l'incertezza relativa al comportamento del terreno, l'impossibilità di controllare le modifiche ambientali ad opera finita, soprattutto per opere di una certa valenza come quella in progetto, è norma comune introdurre fattori di sicurezza cautelativi nel calcolo della capacità portante, superiori al limite standard di normativa, soprattutto nell'ottica di un controllo dei cedimenti a lungo termine.

I dati di input e i risultati conseguiti in riferimento al calcolo del carico ammissibile, sono riassunti nella seguente *Tabella 2*.

I valori di carico ammissibile calcolati appaiono elevati e compatibili con i massimi carichi indotti dalla struttura ( $q' = 150$  kPa), come da indicazione preliminare fornita dai Progettisti.

Essi sono inoltre da ritenersi cautelativi poiché calcolati con fattore di sicurezza Fs = 4, soluzione necessaria in virtù della tipologia e destinazione dell'opera, nonché per garantire condizioni di esercizio in sicurezza.

Nella fattispecie la Qamm relativa alla soluzione di Terzaghi risulta maggiormente conservativa rispetto a quella di Meyerhof in entrambe le ipotesi di calcolo.

In aggiunta si evince come, nel caso di adottare una fondazione a trave (Ipotesi 1), la difformità tra i valori di Qamm nelle due soluzioni di calcolo sia più contenuta.

Pertanto, stante il carattere puntiforme dell'indagine e considerando l'eventualità di riscontrare decadimenti geotecnici del terreno alla scala del sedime impegnato, nonché al fine di scongiurare possibili fenomeni di "punzonamento" del terreno dovuti a carichi concentrati nel caso di fondazioni tipo plinto, si consiglia l'adozione di fondazioni a trave (Ipotesi 1) e, come "massima pressione ammissibile" (carico di progetto), il seguente valore:

$$Q_{amm} = 1.96 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow 192.8 \text{ kPa}$$

derivante dalla media dei valori conseguiti con le due soluzioni di calcolo proposte, a partire dal valore più cautelativo riscontrato nella verticale P7.

Il suddetto carico di progetto, per comodità di lettura, è indicato sulle sezioni geotecniche illustrate in *Allegato 4*.

Prova	N'SPT	NSCPT	Angolo di attrito ( $\varphi'^{\circ}$ )	Ipotesi 1 Trave di larghezza B = 1.8 m		Ipotesi 2 Plinto di lato B = 1.8 m	
				Terzaghi Q <sub>amm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Meyerhof Q <sub>amm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Terzaghi Q <sub>amm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Meyerhof Q <sub>amm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
P1-P2 P3-P5	-	30	25.8	2.41	3.14	2.36	3.67
P4	-	28	25.3	2.27	2.96	2.23	3.44
S2-S3	40	22	25.0	2.19	2.85	2.15	3.31
S1	34	-	23.9	1.93	2.49	1.89	2.88
P7	-	18	22.9	1.72	2.21	1.68	2.54

Tabella 2

## 7. STIMA DEI CEDIMENTI

Uno dei principali problemi nel progetto delle fondazioni, indipendentemente dai valori di carico ammissibile del terreno, è quello di dimensionare le medesime e/o di calibrare le pressioni di contatto in modo che per fondazioni vicine si abbiano cedimenti pressoché uguali o che questi ultimi siano compatibili con i limiti previsti dalla normativa in campo edilizio.

Pertanto, al fine di definire in modo compiuto il problema geotecnico, cioè stabilire se il carico ammissibile calcolato possa essere effettivamente assunto come “carico di progetto”, è stata condotta un'ulteriore verifica della compatibilità dei terreni investigati attraverso la stima dei loro cedimenti.

Tale verifica trova ragione nel fatto che i terreni di fondazione possono evidenziare alla scala locale decadimenti dei requisiti geotecnici in ragione della presenza di litologie medio-fini (sabbie e sabbie limose), comunemente soggette a fenomeni di compressibilità sotto carichi indotti.

Tale problematica risulta altresì rilevante in presenza di strutture soggette a carichi dinamici, provocati nel caso in esame, dal movimento di autoveicoli.

La stima dei cedimenti è stata condotta nel caso specifico di adottare una trave di fondazione (Ipotesi 1) come prescritto nel precedente § 6, applicando le metodologie di calcolo più consone. Si sottolinea che, come per la valutazione della portata ammissibile dei terreni, la stima dei cedimenti ha comunque valenza “puntuale”.

Il metodo utilizzato è quello di Schmertmann (1970), valido per terreni incoerenti nel quale la variazione nel “bulbo di pressione” di Boussinesq viene interpretata come correlata alla deformazione; poiché lo stesso varia rapidamente da  $0.4B$  a  $0.6B$  (dove  $B$  è la larghezza della fondazione), si ritiene che in tale intervallo di profondità si abbiano i massimi cedimenti.

La procedura di calcolo utilizza i dati ricavati da prove penetrometriche dinamiche e restituisce i cedimenti del terreno per differenti range di carico imposti, previa introduzione di coefficienti d'influenza che tengono conto della profondità del piano di posa e di moduli elastici correlati alle caratteristiche fisiche del terreno.

La stima dei cedimenti, di tipo elastico, è stata condotta assumendo un modello stratigrafico-geotecnico del terreno ricostruito al di sotto della quota di imposta ( $D_f = 5$  m) sulla base del numero di colpi  $N_c$  riscontrato, nel caso di adottare una trave di larghezza  $B = 1.8$  m.

Come carico indotto sul terreno dalla struttura ( $q'$ ), è stato utilizzato il massimo “carico di progetto” ottenuto con la parametrizzazione proposta nel precedente paragrafo e un range di valori ad esso prossimi, in modo che i Progettisti possano disporre di varie soluzioni per l'analisi strutturale.

In *Allegato 5* sono illustrati i tabulati riportanti i dati di input utilizzati e la ricostruzione stratigrafica effettuata in funzione del numero di colpi per la verticale P7 risultata peggiore, che hanno

condotto alla stima del cedimento immediato ( $t = 0$ ) e secondario, calcolato per un tempo  $t = 10$  anni.

I valori di cedimento immediato e secondario calcolati in relazione ai differenti carichi adottati ( $q'$ ), appaiono assai contenuti e quindi compatibili con i limiti normativi in campo edilizio ( $s = 25$  mm).

Nel dettaglio, si registrano cedimenti immediati e secondari rispettivamente di 0.293 e 0.41 cm nell'ipotesi del massimo carico ammissibile di progetto ( $q' = Q_{amm} = 1.96$  kg/cm<sup>2</sup>).

Come è possibile apprezzare dalle elaborazioni effettuate i cedimenti di consolidazione appaiono poco superiori a quelli immediati, a sottolineare come essi perdurino per un modesto lasso di tempo dopo la realizzazione dell'opera, in accordo con i criteri di deformabilità dei terreni a prevalente componente grossolana.

Sempre in *Allegato 5*, viene indicato il range dei valori del modulo di reazione (o coefficiente di sottofondo di "Winkler"), che lega concettualmente la pressione indotta sul terreno ( $q'$ ) al cedimento immediato ( $s$ ), in modo da offrire un'ulteriore parametro per l'analisi strutturale da parte del Progettista per le fondazioni a trave.

## CONSIDERAZIONI DESUNTE DALL'INDAGINE GEOTECNICA

Dalla ricostruzione del modello fisico del sottosuolo, effettuata attraverso n.3 sondaggi geognostici con prove SPT in foro e n.7 prove penetrometriche dinamiche SCPT, si evince che la posa delle fondazioni a una quota  $D_f = 5.0$  m dal p.c., come da progetto preliminare, andrà ad interessare i terreni dell'*orizzonte* 3, nell'ambito dell'intero sedime impegnato dai fabbricati residenziali in progetto.

Per i terreni di imposta sono stati accertati caratteri di discreta omogeneità litologica e di addensamento, in quanto si tratta di terreni a composizione ghiaioso-sabbioso-ciottolosa insaturi sino alla massima profondità investigata (20 m), da addensati a molto addensati.

Solo nella porzione al di sopra della quota di fondazione, sono stati riscontrati livelli di terreno contraddistinti dall'essere da sciolti a moderatamente addensati, evidenti in corrispondenza del sondaggio S1 e della prova P7.

Pertanto, nell'eventualità di riscontrare possibili decadimenti delle caratteristiche di portanza dei terreni alla scala impegnata, soprattutto in riferimento alla tipologia dell'opera in progetto, le valutazioni ed i calcoli progettuali sono stati condotti in termini conservativi ai fini della sicurezza. I valori di carico ammissibile  $Q_{amm}$  sono stati calcolati per fondazioni a trave (Ipotesi 1) e per un plinto (Ipotesi 2), in riferimento alle metodologie di Terzaghi e Meyerhof, in corrispondenza di ciascuna verticale di prova, ad eccezione della prova P6, interrotta per rifiuto strumentale all'infissione a profondità inferiore alla quota di imposta.

I valori conseguiti sono risultati ubiquitariamente elevati e, in prima analisi, compatibili con i carichi normalmente indotti da strutture simili a quella in progetto.

Tuttavia considerando quanto sopra, è stato calcolato cautelativamente il massimo carico di progetto  $q' = 192.8$  kPa ( $1.96$  kg/cm<sup>2</sup>) derivante da una media dei valori conseguiti con le metodologie di calcolo proposte.

Con tale carico, secondo il modello di calcolo di Schmertmann, vengono inoltre prevenuti possibili fenomeni di cedimento differenziale del terreno sotto la fondazione, sia a breve sia a lungo termine.

Si consiglia in ogni caso di limitare per quanto possibile un'eccessiva difformità nella distribuzione di carichi nell'ambito dell'area impegnata dalla struttura in progetto.

Fatto salvo quanto sopra, si prescrivono anche interventi atti a migliorare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, quali ad esempio:

- "bonifica" di eventuali livelli di terreno a litologia fine (limi e sabbie limose) presenti alla quota di imposta delle fondazioni. Tale aspetto riguarda particolarmente il settore

pertinente al sondaggio S2 e alla prova P7, laddove la lente sabbiosa e sabbioso-limosa potrebbe approfondirsi al di sotto della quota di imposta ( $D_f = 5.0$  m);

- posa di pezzame lapideo ad elevata spigolosità (tout venant) di dimensioni minime 5 cm e sabbia in corrispondenza della quota di imposta), per uno spessore adeguato, e successiva compattazione fino ad ottenere una buona compenetrazione del materiale (ottima soluzione la "vibrocompattazione");
- una volta predisposto il sottofondo, si dovrà provvedere a bagnare il terreno in superficie in modo da favorire il costipamento del materiale e il conseguente suo assestamento, e nel contempo a distribuire uno strato di polvere di cemento su tutta la superficie prima della posa della miscela cementizia (magrone).

Infine si sottolinea che ai sensi dell'Ordinanza n.3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale", i calcoli e le valutazioni dei Progettisti in ordine ai criteri di progettazione in sicurezza dovranno considerare le normative tecniche in essa contenute, la cui entrata in vigore è attualmente prorogata all'8 Ottobre 2005.

Nella fattispecie il Comune di Monza ricade in Zona 4, individuata da un valore di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ) inferiore a 0.05 (probabilità di superamento del 10% in 50 anni).

Settembre 2005

  
dr. geol. Raffaele Boninsegni

Stampa circolare: GEOLOGI della PROV. di MONZA - BONINSEGGI RAFFAELE - 1970

  
dr. geol. Luca Laveni

Stampa circolare: GEOLOGI della PROV. di MONZA - Dr. Geologo LUCA LAVENI - 1984

**REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE**  
**CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE**

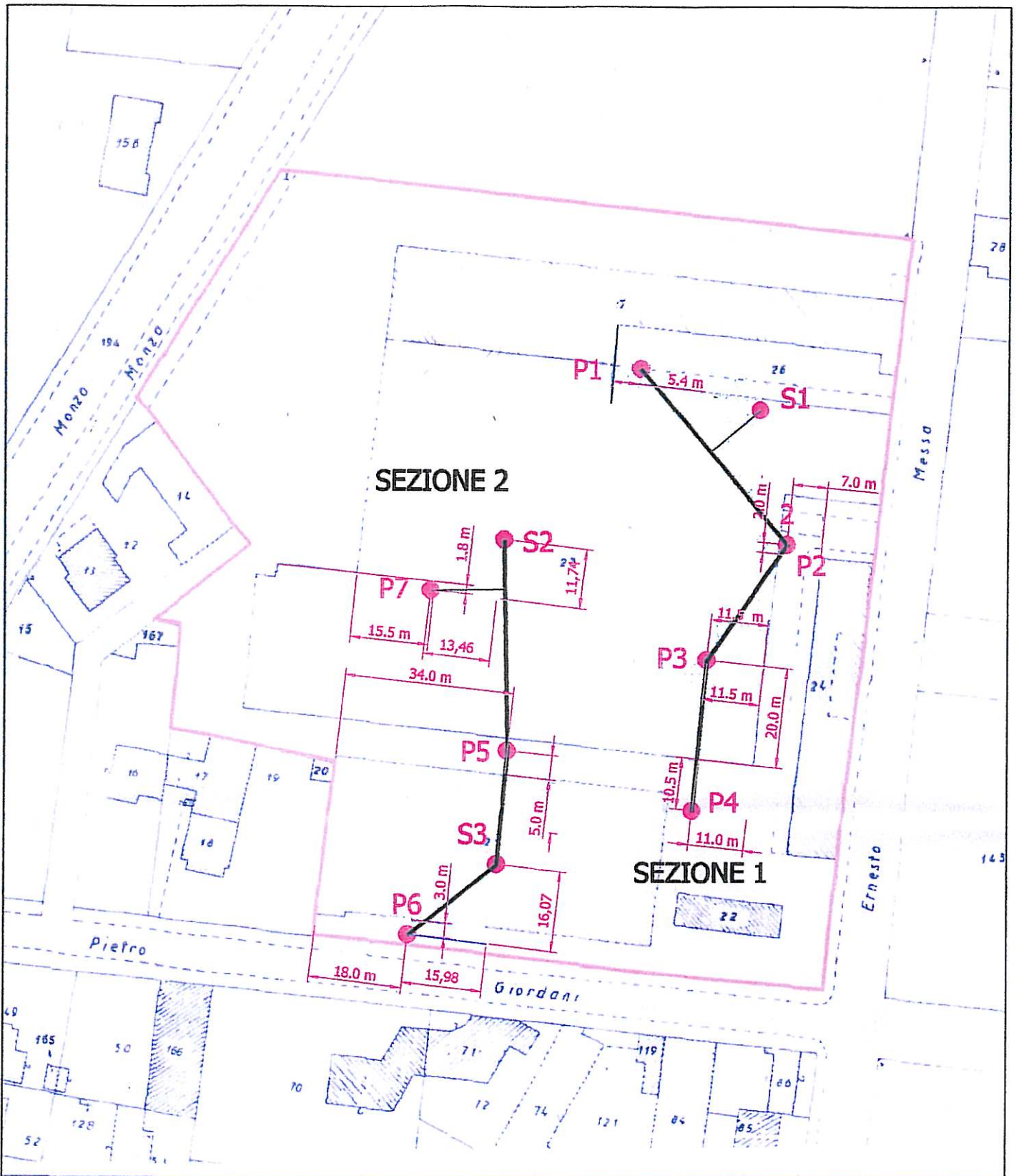
**COMMITTENTE:** *In.Im. Iniziative Immobiliari S.p.A.*

**CANTIERE:** *via Messa, 15 – Monza (MI)*

**DATA:** *Agosto - Settembre 2005*

**ALLEGATO 1 – UBICAZIONE SONDAGGIO E PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

*PLANIMETRIA CAMPO-PROVE*



PLANIMETRIA CAMPO PROVE



**REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE**

**CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE**

**COMMITTENTE:** *In.Im. Iniziative Immobiliari S.p.A.*

**CANTIERE:** *via Messa, 15 – Monza (MI)*

**DATA:** *Agosto - Settembre 2005*

**ALLEGATO 2 – SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

*STRATIGRAFIA SONDAGGIO E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA*

<b>COMMITTENTE:</b> IN.IM. Iniziative Immobiliari S.p.A.	<b>SONDAGGIO:</b> S1
<b>CANTIERE:</b> Via Messa, 15 - Monza (MI)	<b>ATTREZZATURA:</b> Beretta B51
<b>PROGETTO:</b> Caratteriz. geotecnica dei terreni di fondazione	<b>OPERATORE:</b> -
<b>DATA DI INIZIO:</b> 06/09/2005	<b>RESPONSABILE:</b> dr.geol. Luca Laveni
<b>DATA ULTIMAZIONE:</b> 06/09/2005	<b>LIVELLO FALDA:</b> -

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA PERFORAZIONE	PROFONDITA' m (p.c.)	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	NOTE	SPT			
							PROF.	N. COLPI	S.P.T.	
							m	15 cm 30 cm 45 cm	7 10 10	
CAROTAGGIO CONTINUO	CAROTIERE SEMPLICE - DIAMETRO 101 mm	WIDIA	0		Soletta in cls (20 cm) con sottofondo composto da ghiaia e sabbia					
			0.5		Terreno vegetale commisto a ghiaia, sabbia e ciottoli	Colore bruno-ocra				
			2.0		Ghiaia e sabbia grossolana parzialmente cementata con ciottoli	Colore grigio-ocra				
			5.0		Ghiaia e sabbia con ciottoli anche di dimensioni > 7 cm	Colore grigio	15 cm 17 30 cm 18 45 cm 21	30		
			7.0		Ghiaia e sabbia media pulita con pochi ciottoli	Colore giallo-ocra	15 cm 37 30 cm 38 45 cm R	R		
			9.5		Ghiaia e sabbia da media a grossolana molto addensata con ciottoli	Colore grigio-ocra	15 cm 25 30 cm 25 45 cm 23	48		
			10.5		Sabbia medio-grossolana con ghiaia e qualche ciottolo	Colore grigio	15 cm 23 30 cm 42 45 cm R	R		
			12.0		Ghiaia medio fine con qualche ciottolo	Colore grigio	15 cm 8 30 cm 21 45 cm 36	57	R	
			12.7		Sabbia media addensata con qualche ciottolo	Colore grigio-ocra				
			13.4		Sabbia medio-grossolana molto addensata e ghiaia	Colore bruno-ocra				
			14.0		Sabbia media con ciottoli e poca ghiaia	Colore giallo-ocra				
			14.4		Sabbia media molto addensata con ghiaia e qualche ciottolo	Colore grigio-ocra	15 cm 18 30 cm 22 45 cm 27	40		
			15.5		Sabbia medio-grossolana addensata, a tratti cementata con ghiaia, molti ciottoli (>5 cm)	Colore grigio-biancastro				
			18.0		Sabbia media pulita con ghiaia	Colore giallo-ocra				
			18.5		Ghiaia e ciottoli con sabbia parzialmente cementata e croste di conglomerato	Colore grigio-biancastro				
19.0		Sabbia media con ghiaia, qualche ciottolo e croste di conglomerato	Colore grigio-biancastro							

COMMITTENTE: IN.IM. Iniziative Immobiliari S.p.A.

SONDAGGIO: S3

CANTIERE: Via Messa, 15 - Monza (MI)

ATTREZZATURA: Beretta B51

PROGETTO: Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

OPERATORE: -

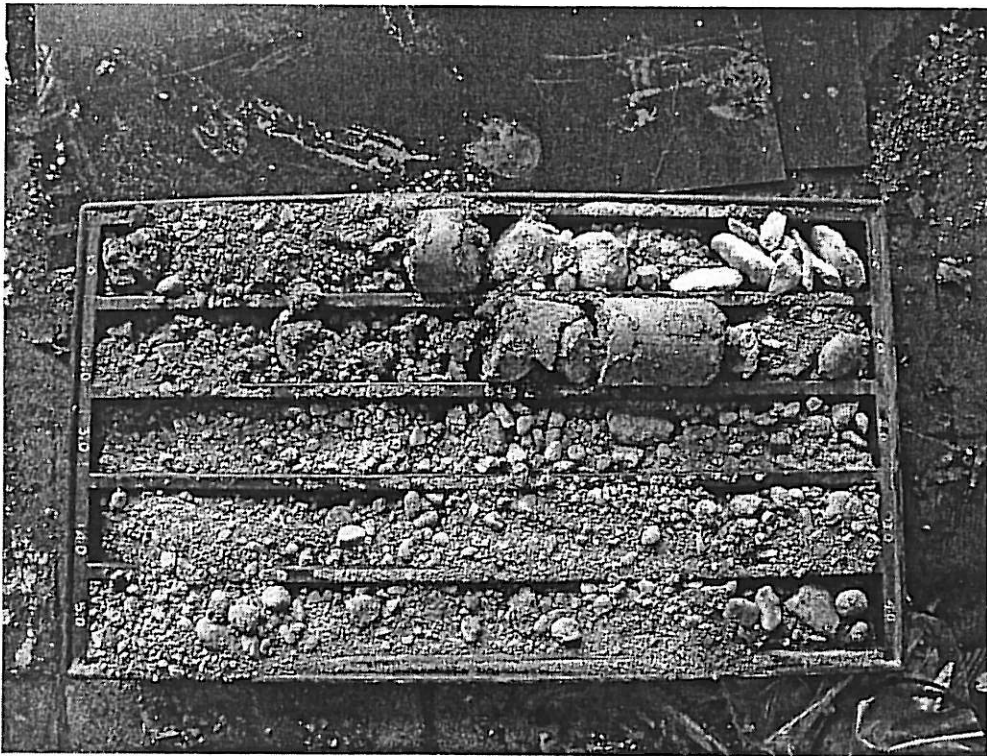
DATA DI INIZIO: 08/09/2005

RESPONSABILE: dr.geol. Luca Laveni

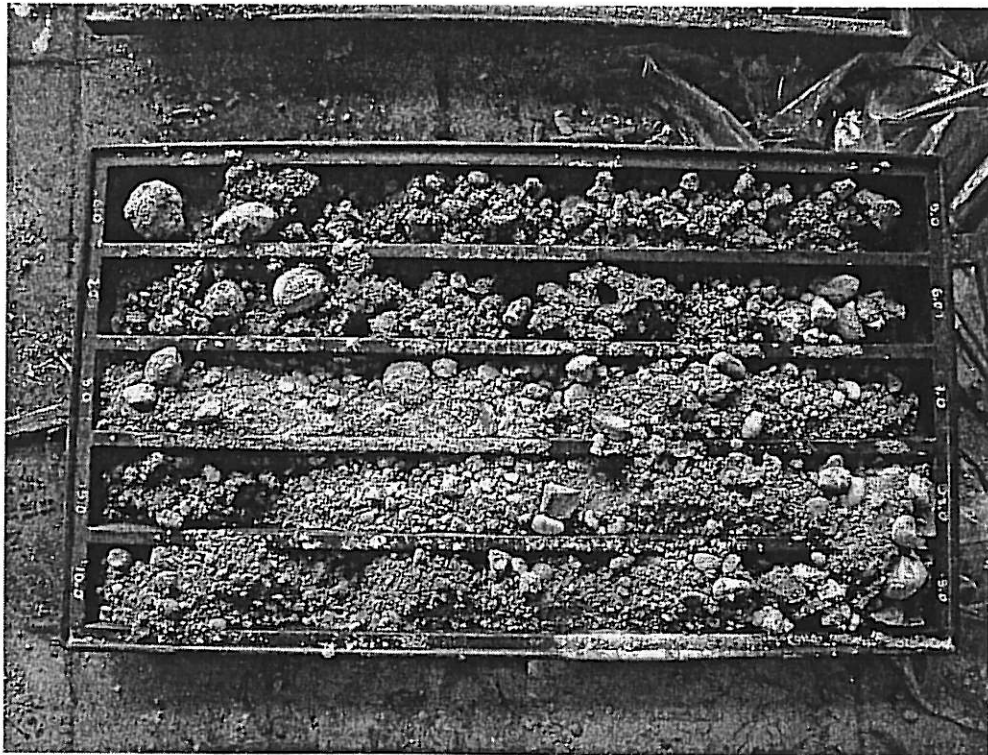
DATA ULTIMAZIONE: 08/09/2005

LIVELLO FALDA: -

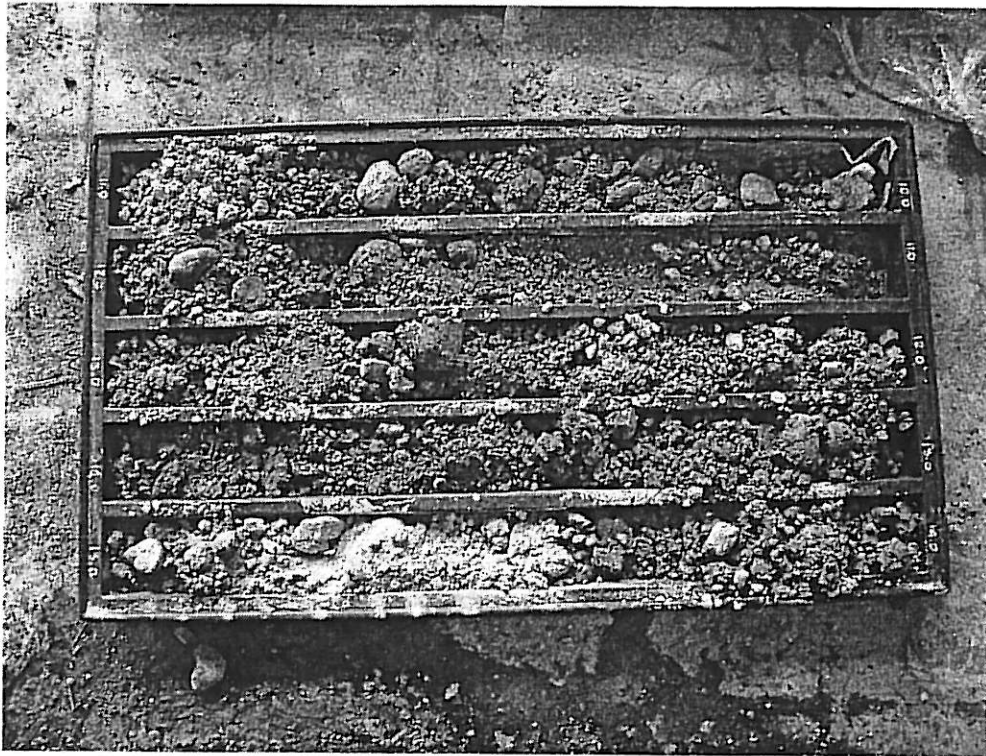
METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA PERFORAZIONE	PROFONDITA' m (p.c.)	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	NOTE	SPT		
							PROF. m	N. COLPI	S.P.T.
CAROTAGGIO CONTINUO	CAROTIERE SEMPLICE - DIAMETRO 101 mm	WIDJA	0		Pavimentazione e soletta in cls				
			0.3		Riempimento costituito da resti di laterizi commisti a ghiaia, sabbia e qualche ciottolo	Colore bruno-rossiccio			
			1.4		Terreno vegetale commisto a ghiaia e qualche ciottolo (3+4 cm)	Bruno-nocciola			
			2.0		Sabbia medio-grossolana con ghiaia e rari ciottoli	Colore giallo-ocra			
			3.0		Sabbia medio-grossolana con ghiaia e qualche ciottolo	Colore giallo-ocra			
			4.0		Ghiaia e sabbia medio-grossolana addensata con ciottoli (5+6 cm)	Colore grigio			
			5.0		Ciottoli (6÷7 cm) e ghiaia	Colore biancastro	15 cm 4 30 cm 27 45 cm 38	65	R
			6.0		Ghiaia e sabbia medio-grossolana addensata con ciottoli (5+6 cm)	Colore grigio			
			7.5		Ciottoli (6÷7 cm) e ghiaia	Colore biancastro	15 cm 38 30 cm 41 45 cm R		R
			8.0		Ghiaia e sabbia medio-grossolana addensata con ciottoli (5+6 cm)	Colore grigio			
			9.0		Ghiaia con ciottoli e poca sabbia	Colore grigio	15 cm 12 30 cm 42 45 cm R		R
			9.6		Sabbia media addensata con ghiaia	Colore giallo-ocra			
			10.0		Ghiaia e ciottoli con sabbia	Colore biancastro	15 cm 32 30 cm 42 45 cm R		R
			11.2		Ciottoli (4+5 cm) e ghiaia con poca sabbia e qualche trovante	Colore ocra-biancastro	15 cm 27 30 cm R 45 cm -		R
			12.5		Sabbia media pulita addensata con ghiaia	Colore grigio-ocra			
13.0		Sabbia medio-fine a tratti cementata e ghiaia con qualche ciottolo (3+4 cm)	Colore grigio-ocra						
14.0		Sabbia medio-fine a tratti cementata, ghiaia con ciottoli (3+4 cm) e tracce di conglomerato	Colore grigio-biancastro	15 cm 30 30 cm 43 45 cm R		R			
15.0									
16.0									
18.0									
20.0									



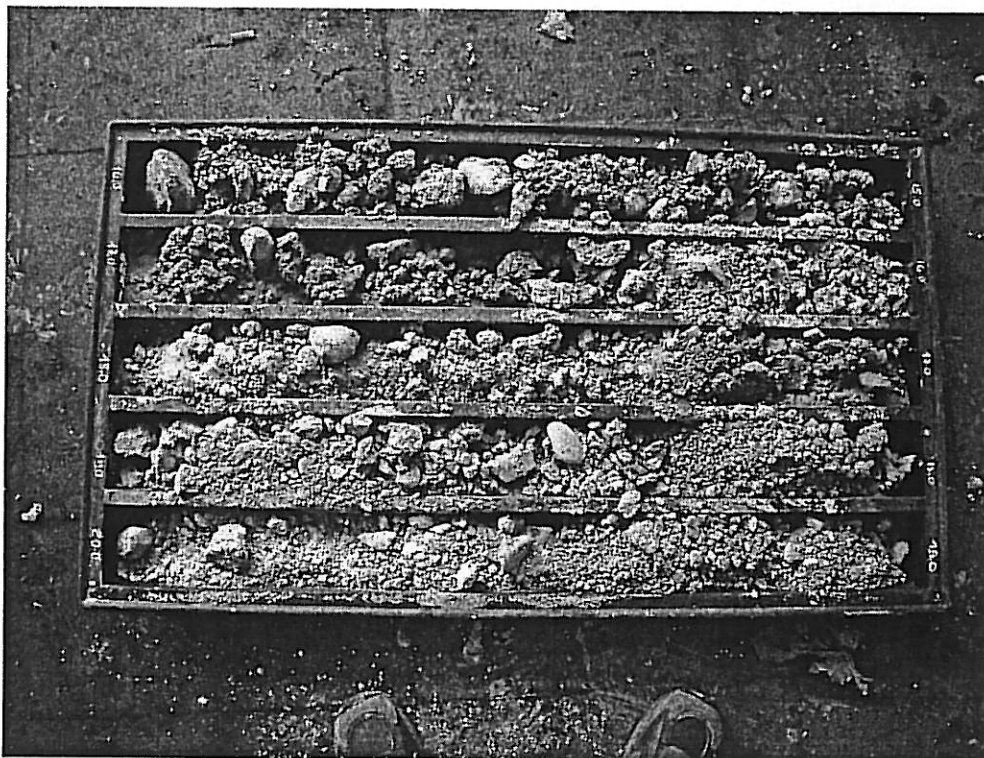
Sondaggio S1 – profondità 0 – 5 m



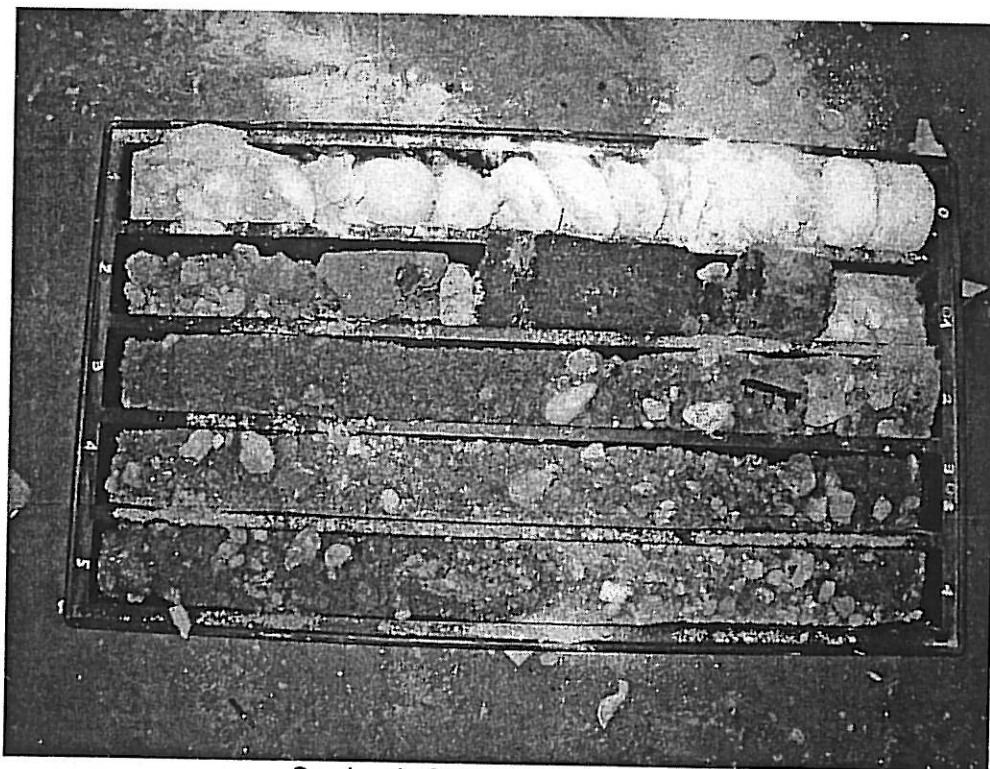
Sondaggio S1 – profondità 5 – 10 m



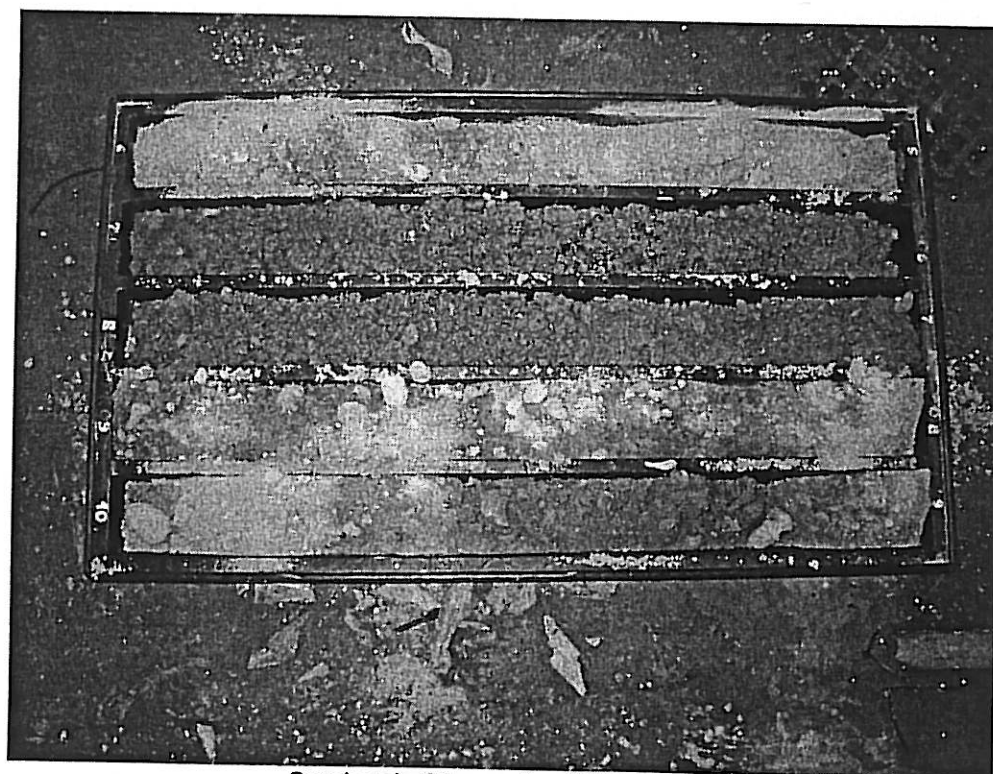
Sondaggio S1 – profondità 10 – 15 m



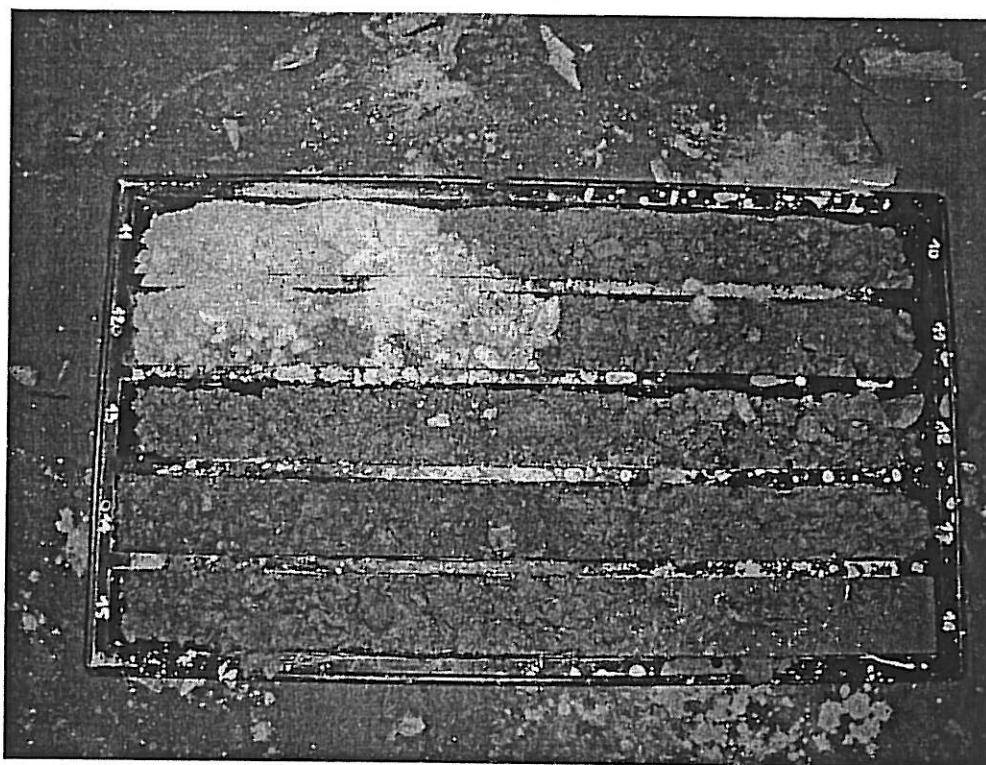
Sondaggio S1 – profondità 15 – 20 m



Sondaggio S2 – profondità 0 – 5 m



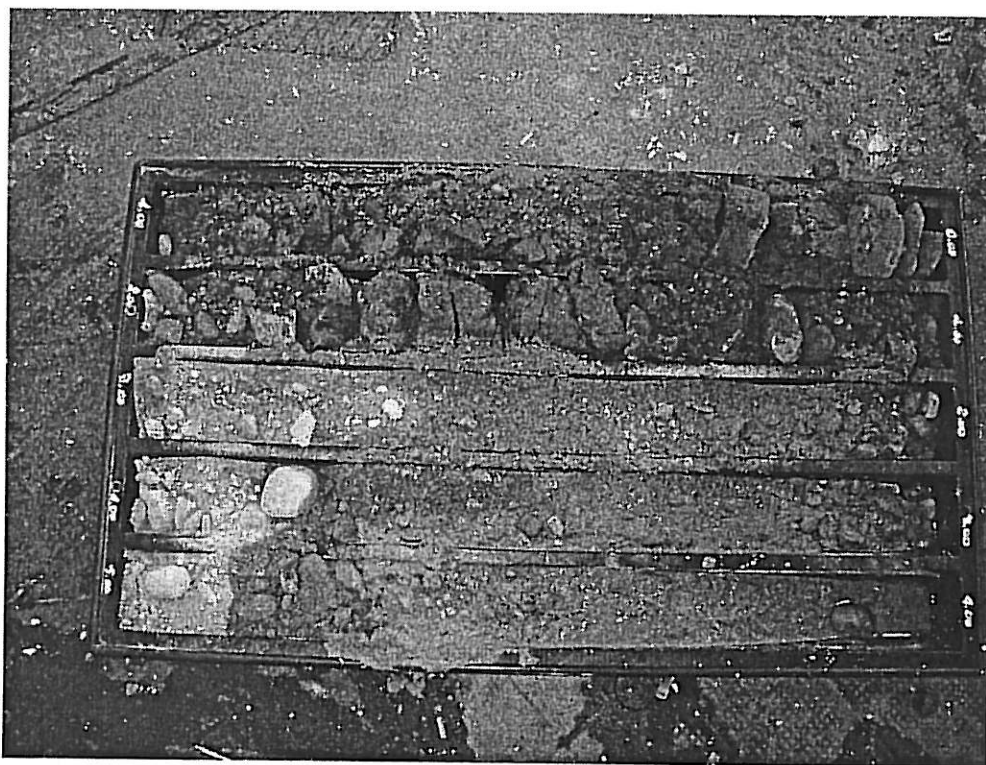
Sondaggio S2 – profondità 5 – 10 m



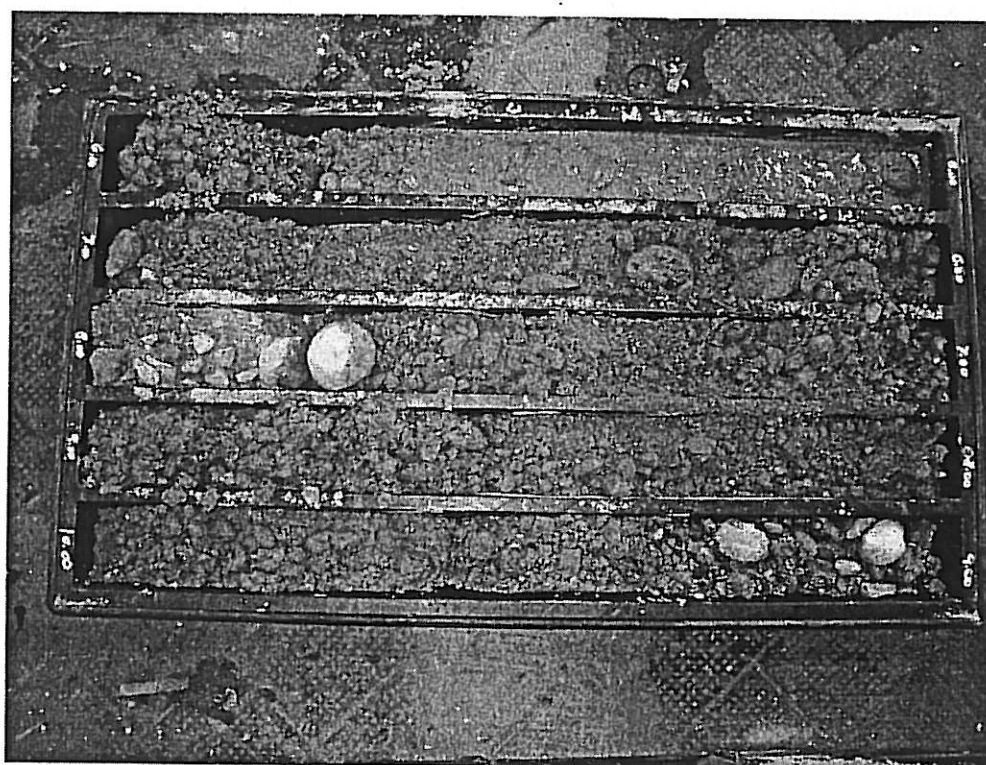
Sondaggio S2 – profondità 10 – 15 m



Sondaggio S2 – profondità 15 – 20 m

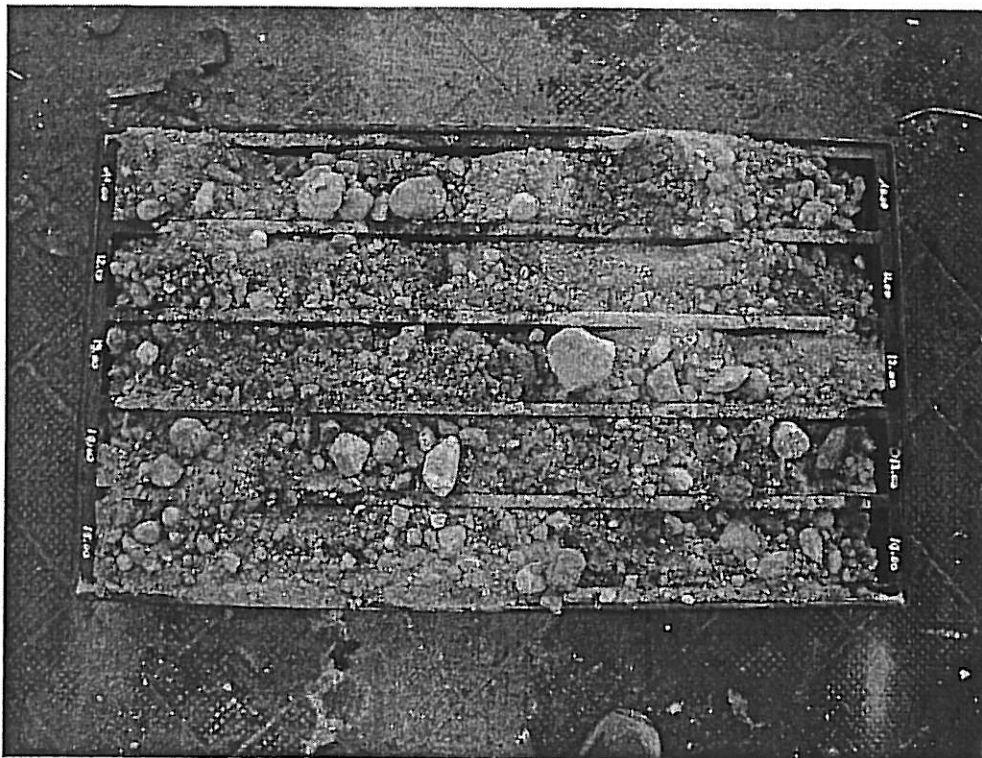


Sondaggio S3 – profondità 0 – 5 m



Sondaggio S3 – profondità 5 – 10 m





Sondaggio S3 – profondità 10 – 15 m

**REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE**  
**CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE**

**COMMITTENTE:** *In.Im. Iniziative Immobiliari S.p.A.*

**CANTIERE:** *via Messa, 15 – Monza (MI)*

**DATA:** *Agosto - Settembre 2005*

**ALLEGATO 3 – PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SCPT - CERTIFICAZIONI**

*TABULAZIONE DATI DI TERRENO*

*DIAGRAMMI DI AVANZAMENTO (Nc)*

*CALCOLO DIAGRAMMATO RESISTENZA DI ROTTURA DINAMICA ALLA PUNTA (Rd)*

*PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA*

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : SCPT

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

## CARATTERISTICHE TECNICHE : SCPT

PESO MASSA BATTENTE	M = 73,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,80 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,27 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,30$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(30) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 30 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 9,00 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,150$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t$ N )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

### UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  $\approx$  0,1 MPa  
1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 02/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,30	50	304,3	50	1	3,30 - 3,60	50	267,2	33	4
0,30 - 0,60	50	304,3	50	1	3,60 - 3,90	50	267,2	30	4
0,60 - 0,90	50	304,3	10	1	3,90 - 4,20	41	210,5	21	5
0,90 - 1,20	46	267,6	20	2	4,20 - 4,50	35	179,7	19	5
1,20 - 1,50	18	104,7	24	2	4,50 - 4,80	31	159,2	22	5
1,50 - 1,80	25	145,4	25	2	4,80 - 5,10	33	163,1	20	6
1,80 - 2,10	10	55,7	23	3	5,10 - 5,40	45	222,4	27	6
2,10 - 2,40	15	83,5	21	3	5,40 - 5,70	50	247,1	30	6
2,40 - 2,70	50	278,5	47	3	5,70 - 6,00	50	247,1	33	6
2,70 - 3,00	50	278,5	21	3	6,00 - 6,30	50	238,1	---	7
3,00 - 3,30	50	267,2	19	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : SCPT

- M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,27 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 50,80 mm

- Numero Colpi Punta N = N(30) [  $\delta = 30$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

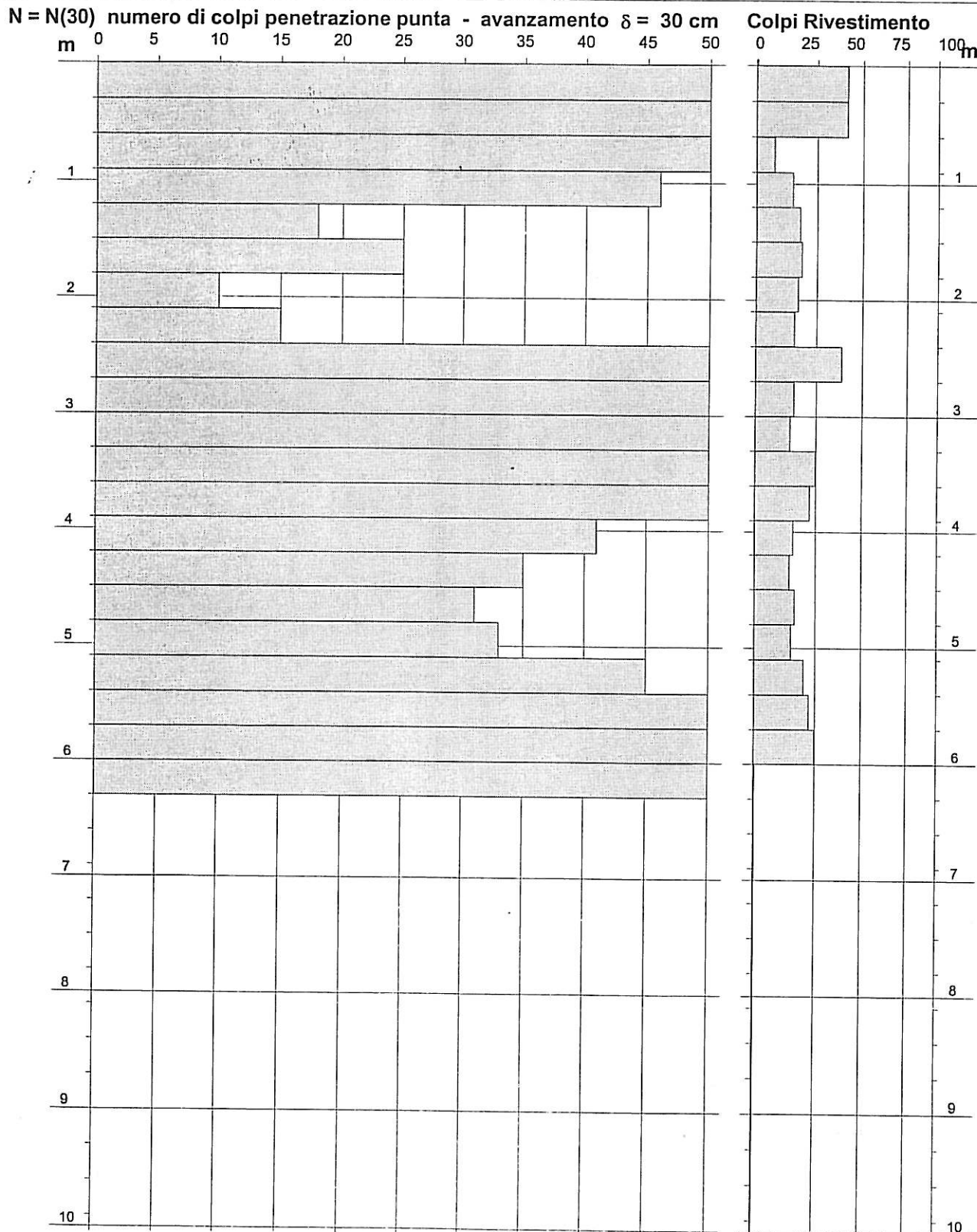
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - RIVESTIMENTO**

**DIN 1**  
 Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 02/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

- note :



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

**DIN 1**

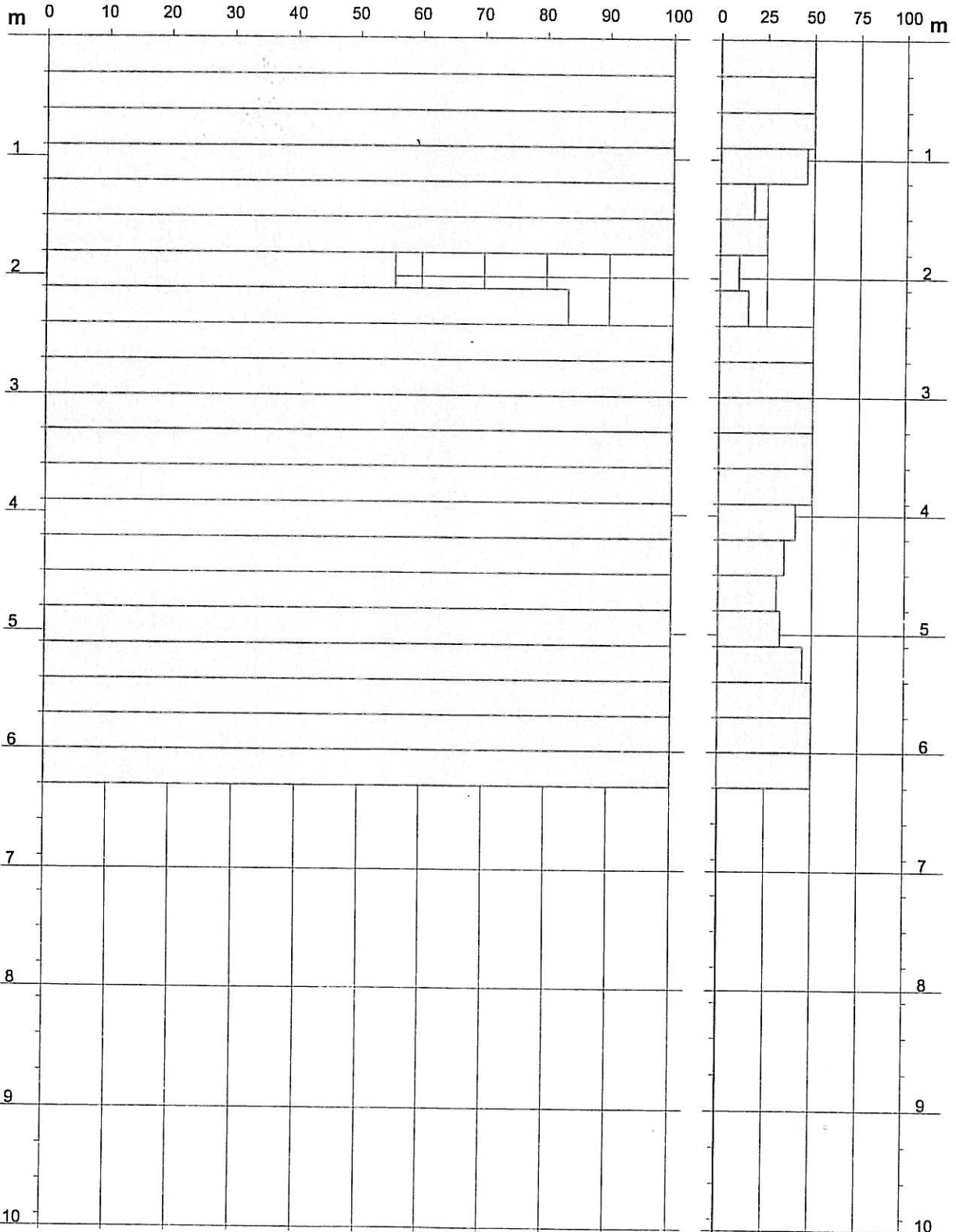
Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 02/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(30) n° colpi δ = 30



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 02/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,20	N	49,0	46	50	47,5	---	---	---	49	1,15	56
		Rpd	295,1	268	304	281,3	---	---	---			
2	1,20 2,40	N	17,0	10	25	13,5	---	---	---	17	1,15	20
		Rpd	97,3	56	145	76,5	---	---	---			
3	2,40 6,30	N	45,0	31	50	38,0	7,4	37,6	52,4	45	1,15	52
		Rpd	232,7	159	279	196,0	42,7	190,1	275,4			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta$  = 30 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm $\delta$ )  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta$  = 1,15) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta$  = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.20	Pavimentazione e sottofondo	56	87.3	41.9	623	2.16	1.87	---	---	---	---
2	1.20 2.40	Sabbia	20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	---	---	---	---
3	2.40 6.30	Ghiaia sabbia e ciottoli	52	85.8	41.3	592	2.16	1.86	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta$  = 30 cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm $\delta$ ) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm $\delta$ ) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m $\delta$ ) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 02/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,30	50	304,3	50	1	3,60 - 3,90	50	267,2	49	4
0,30 - 0,60	50	304,3	50	1	3,90 - 4,20	50	256,7	----	5
0,60 - 0,90	13	79,1	5	1	4,20 - 4,50	50	256,7	----	5
0,90 - 1,20	7	40,7	7	2	4,50 - 4,80	50	256,7	----	5
1,20 - 1,50	13	75,6	7	2	4,80 - 5,10	49	242,1	----	6
1,50 - 1,80	27	157,0	13	2	5,10 - 5,40	44	217,4	----	6
1,80 - 2,10	48	267,4	25	3	5,40 - 5,70	36	177,9	----	6
2,10 - 2,40	50	278,5	22	3	5,70 - 6,00	41	202,6	----	6
2,40 - 2,70	50	278,5	33	3	6,00 - 6,30	50	238,1	----	7
2,70 - 3,00	50	278,5	30	3	6,30 - 6,60	50	238,1	----	7
3,00 - 3,30	50	267,2	34	4	6,60 - 6,90	50	238,1	----	7
3,30 - 3,60	50	267,2	26	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : SCPT

- M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,27 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 50,80 mm

- Numero Colpi Punta N = N(30) [  $\delta = 30$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI



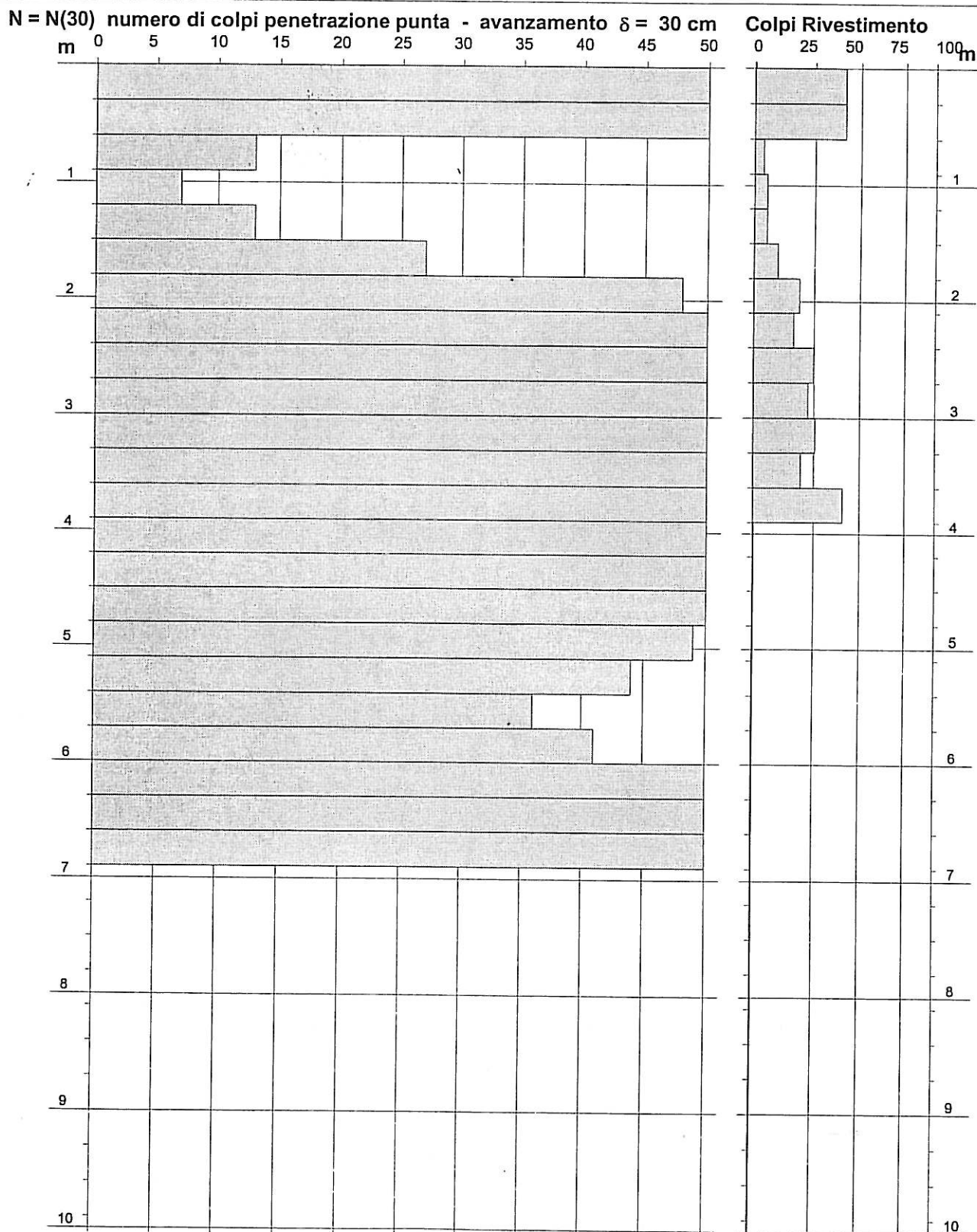
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - RIVESTIMENTO**

**DIN 2**  
 Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 02/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

- note :



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

**DIN 2**

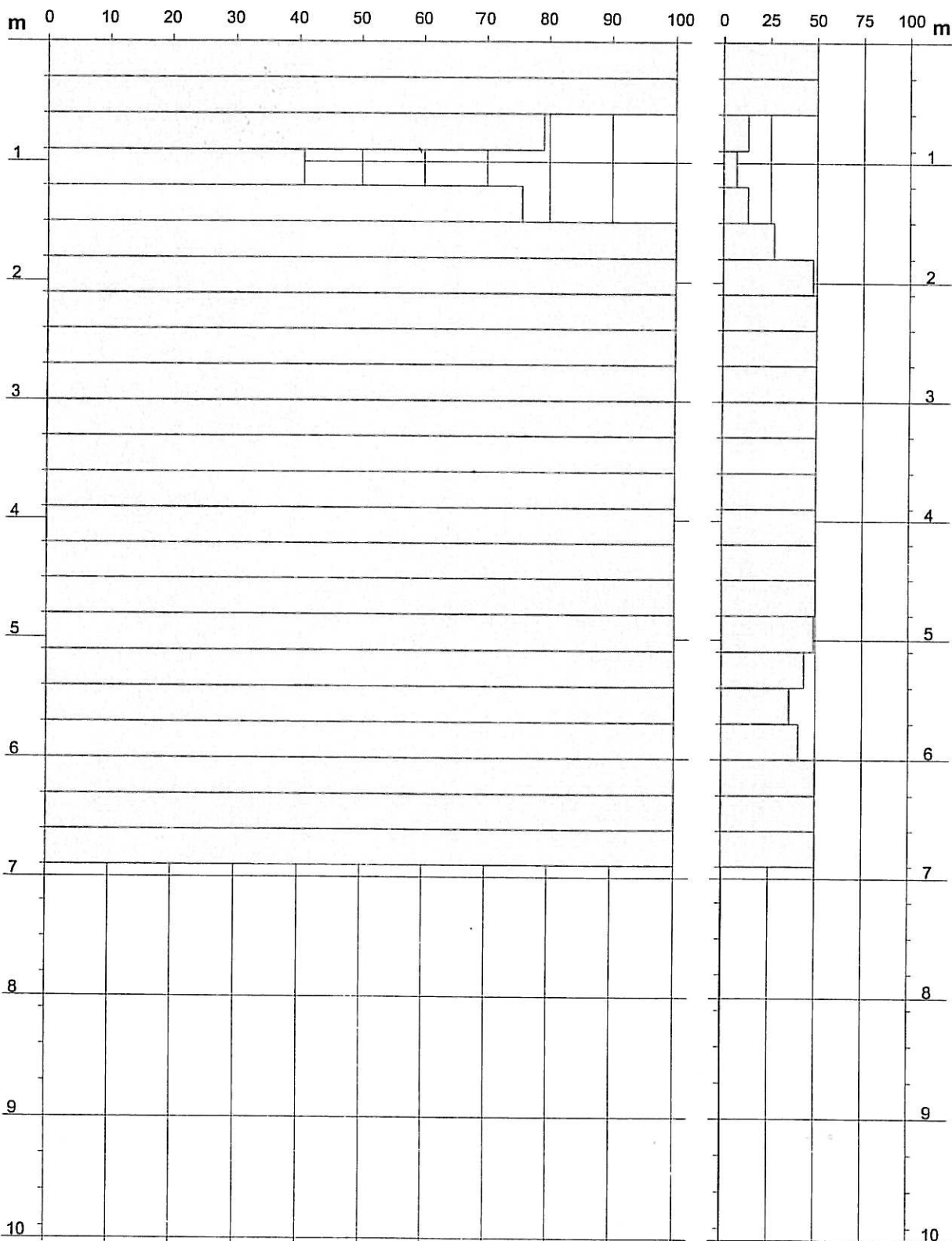
Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 02/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(30) n° colpi  $\delta = 30$**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 2**

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 02/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,90	N	37,7	13	50	25,3	---	---	---	38	1,15	44
			Rpd	229,2	79	304	154,2	---	---	---			
2	0,90	2,10	N	23,8	7	48	15,4	---	---	---	24	1,15	28
			Rpd	135,2	41	267	87,9	---	---	---			
3	2,10	6,90	N	48,1	36	50	42,1	4,1	44,0	52,3	48	1,15	55
			Rpd	247,6	178	279	212,8	28,7	218,9	276,3			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta = 1,15$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN 2**

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.90	Pavimentazione e/o sottofondo	44	79.0	39.5	531	2.12	1.80	---	---	---	---
					28	62.0	35.4	407	2.04	1.67	---	---	---
3	2.10	6.90	Ghiaia sabbia e ciottoli	55	86.9	41.8	615	2.16	1.87	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 03/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,30	50	304,3	50	1	3,00 - 3,30	46	245,8	21	4
0,30 - 0,60	50	304,3	50	1	3,30 - 3,60	50	267,2	28	4
0,60 - 0,90	16	97,4	3	1	3,60 - 3,90	50	267,2	48	4
0,90 - 1,20	14	81,4	7	2	3,90 - 4,20	50	256,7	48	5
1,20 - 1,50	10	58,2	8	2	4,20 - 4,50	50	256,7	31	5
1,50 - 1,80	13	75,6	6	2	4,50 - 4,80	50	256,7	30	5
1,80 - 2,10	8	44,6	5	3	4,80 - 5,10	44	217,4	21	6
2,10 - 2,40	24	133,7	13	3	5,10 - 5,40	40	197,7	27	6
2,40 - 2,70	28	156,0	14	3	5,40 - 5,70	50	247,1	33	6
2,70 - 3,00	43	239,5	19	3	5,70 - 6,00	50	247,1	----	6

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : SCPT

- M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,27 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 50,80 mm  
- Numero Colpi Punta N = N(30) [  $\delta$  = 30 cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - RIVESTIMENTO**

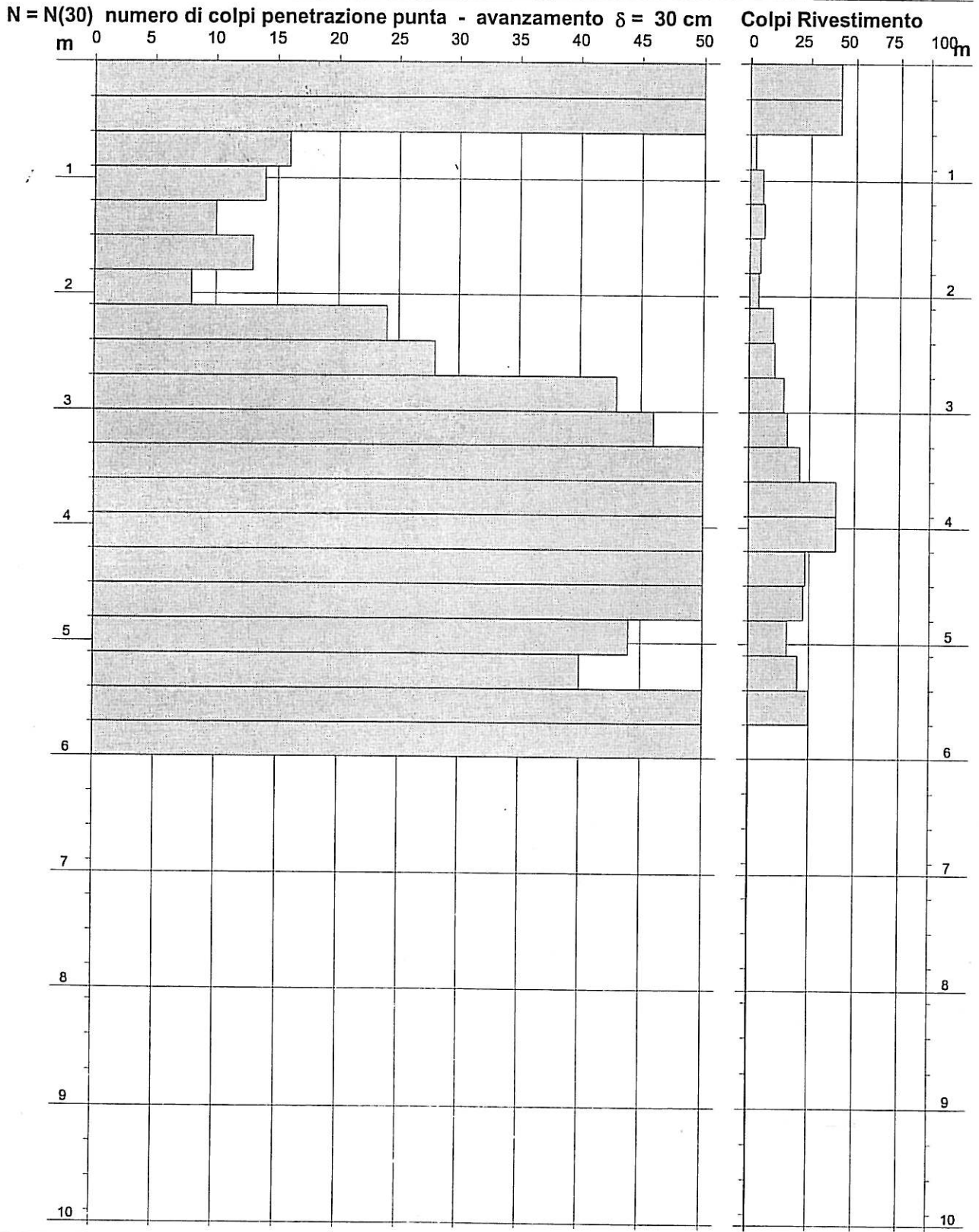
**DIN 3**

Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 03/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

- note :



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

**DIN 3**

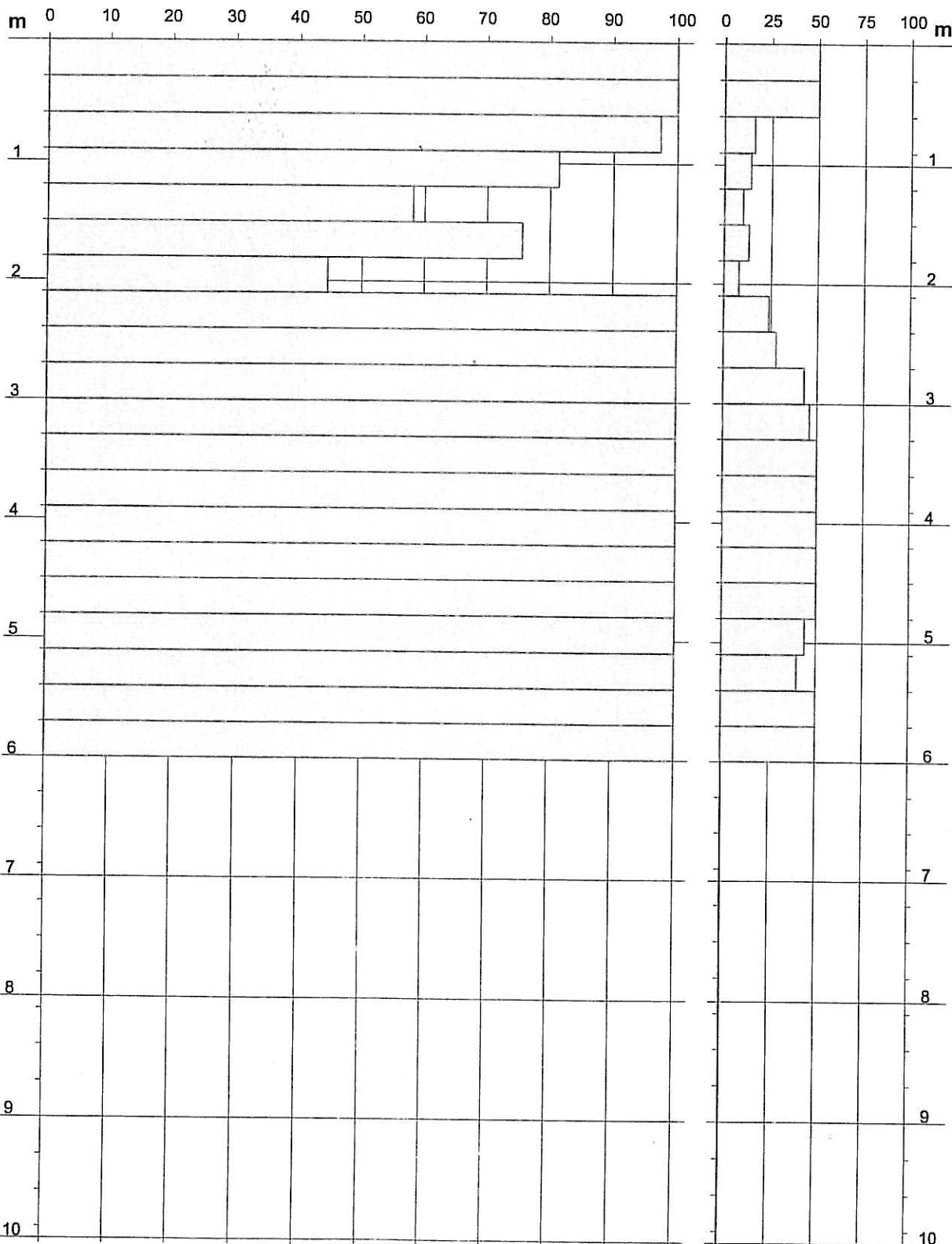
Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 03/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(30) n° colpi δ = 30



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 3**

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 03/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,20	N	32,5	14	50	23,3	---	---	---	32	1,15	37
		Rpd	196,8	81	304	139,1	---	---	---			
2	1,20 2,70	N	16,6	8	28	12,3	---	---	---	17	1,15	20
		Rpd	93,6	45	156	69,1	---	---	---			
3	2,70 6,00	N	47,5	40	50	43,8	3,7	43,9	51,2	48	1,15	55
		Rpd	245,4	198	267	221,5	21,1	224,3	266,4			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento<sub>s</sub> = 30 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico<sub>gt</sub> = 1,15) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento<sub>s</sub> = 30 cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN 3**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.20	Pavimentazione e sottofondo Sabbia	37	72.0	38.6	477	2.09	1.74	---	---	---	---
2	1.20 2.70		20	50.0	32.3	346	1.99	1.59	---	---	---	---
3	2.70 6.00	Ghiaia sabbia e ciottoli	55	86.9	43.7	615	2.16	1.87	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento<sub>s</sub> = 30 cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 4**

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 03/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,30	3	18,3	1	1	3,00 - 3,30	50	267,2	41	4
0,30 - 0,60	12	73,0	4	1	3,30 - 3,60	45	240,5	28	4
0,60 - 0,90	17	103,5	4	1	3,60 - 3,90	45	240,5	22	4
0,90 - 1,20	23	133,8	6	2	3,90 - 4,20	28	143,8	21	5
1,20 - 1,50	24	139,6	14	2	4,20 - 4,50	50	256,7	29	5
1,50 - 1,80	17	98,9	5	2	4,50 - 4,80	45	231,1	30	5
1,80 - 2,10	24	133,7	22	3	4,80 - 5,10	48	237,2	21	6
2,10 - 2,40	50	278,5	44	3	5,10 - 5,40	50	247,1	---	6
2,40 - 2,70	50	278,5	20	3	5,40 - 5,70	50	247,1	---	6
2,70 - 3,00	50	278,5	50	3					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : SCPT

- M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,27 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 50,80 mm

- Numero Colpi Punta N = N(30) [  $\delta = 30$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - RIVESTIMENTO**

**DIN 4**

Scala 1: 50

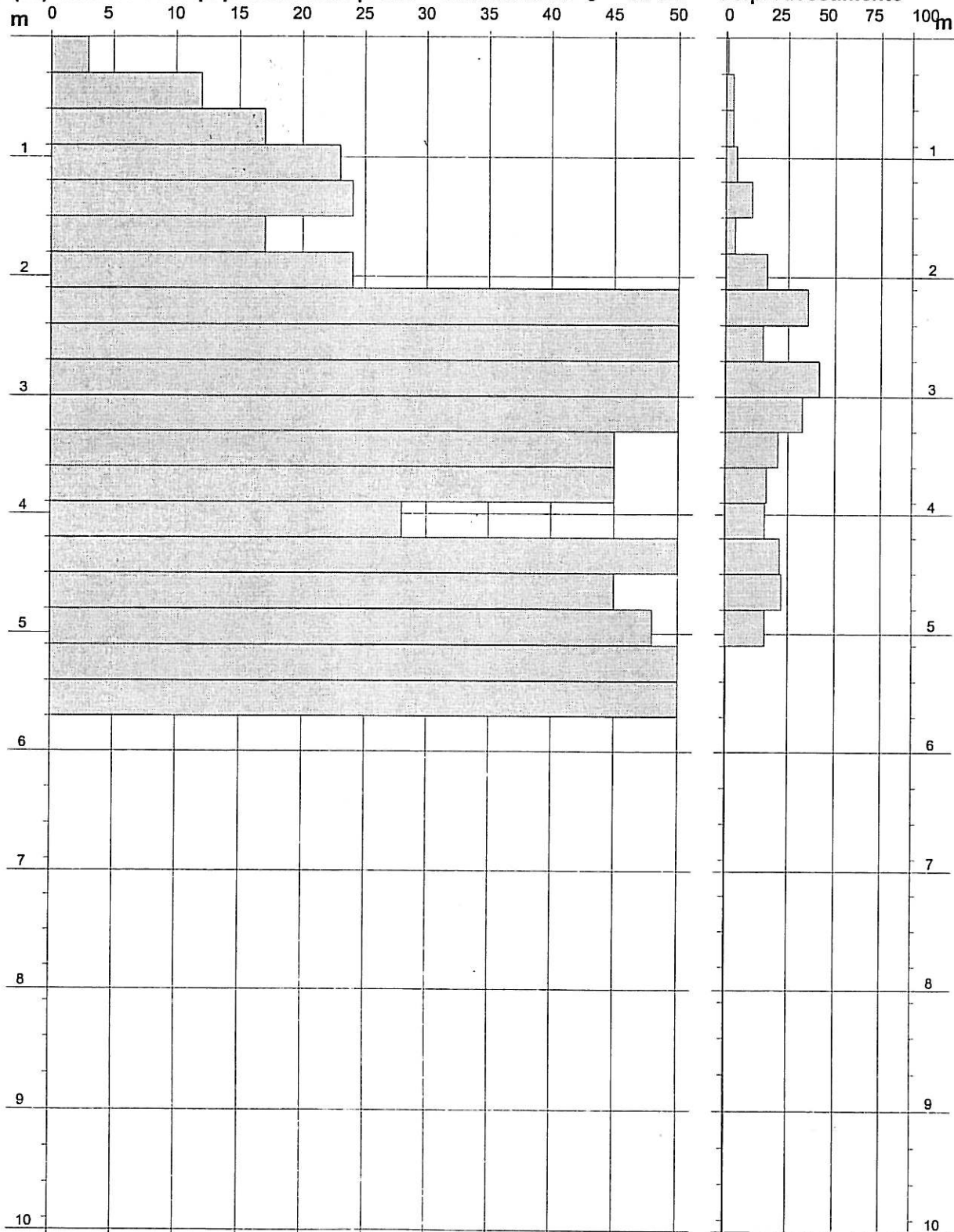
- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 03/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

- note :

**N = N(30) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 30$  cm**

**Colpi Rivestimento**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

**DIN 4**

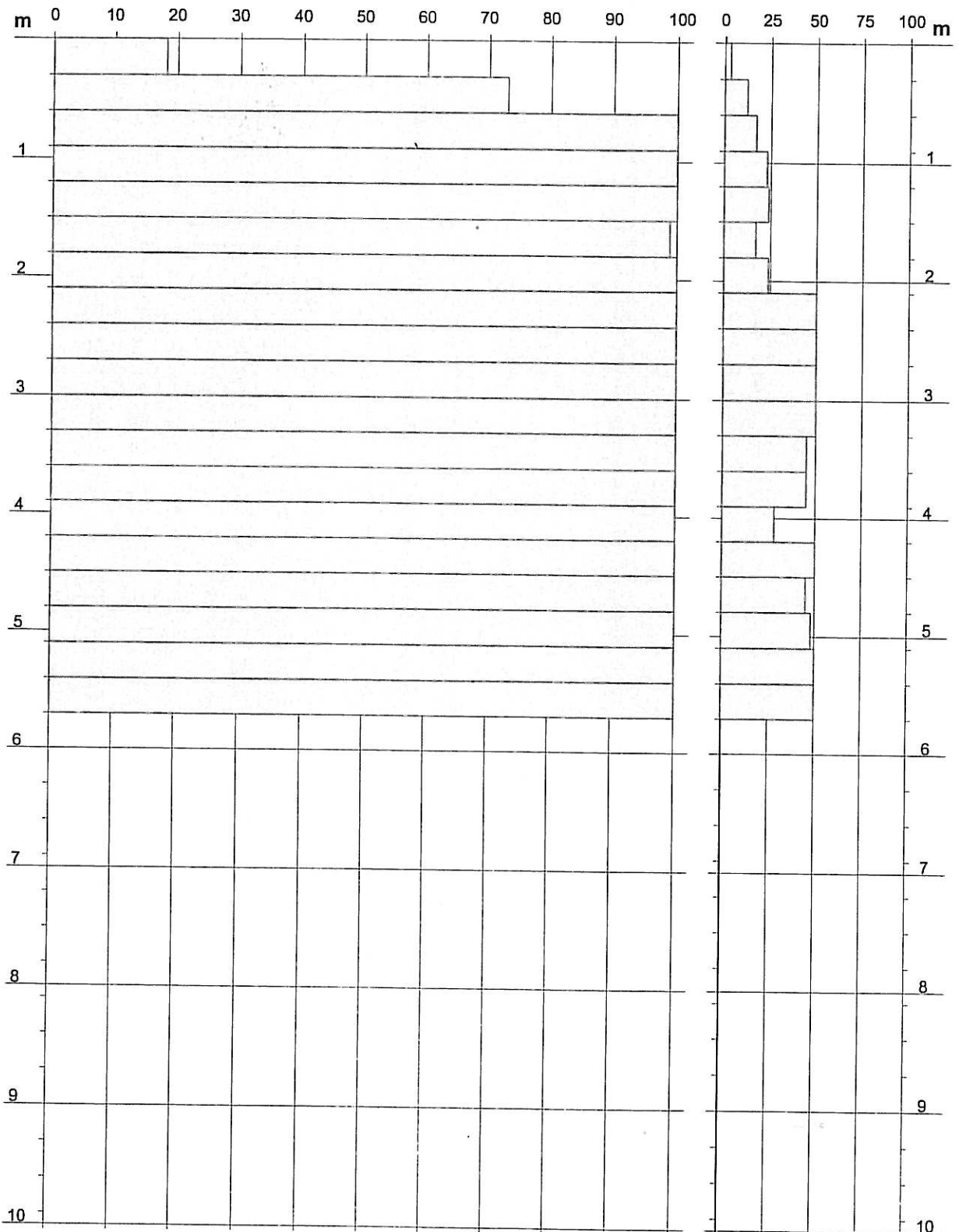
Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 03/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(30) n° colpi δ = 30**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 4**

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 03/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,20	N	13,8	3	23	8,4	---	---	---	14	1,15	16
			Rpd	82,1	18	134	50,2	---	---	---	83		
2	1,20	2,10	N	21,7	17	24	19,3	---	---	---	22	1,15	25
			Rpd	124,1	99	140	111,5	---	---	---	126		
3	2,10	5,70	N	46,8	28	50	37,4	6,3	40,5	53,0	47	1,15	54
			Rpd	245,5	144	279	194,7	36,4	209,2	281,9	247		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta$  = 30 cm ) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm $\bar{2}$ )  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta$  = 1,15) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta$  = 30 cm )

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN 4**

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.20	Terreno agricolo	16	44.0	31.8	315	1.97	1.55	---	---	---	---
2	1.20	2.10	Sabbia	25	57.5	34.5	384	2.02	1.64	---	---	---	---
3	2.10	5.70	Ghiaia sabbia e ciottoli	54	36.5	41.6	608	2.16	1.86	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta$  = 30 cm )

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm $\bar{2}$ ) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm $\bar{2}$ ) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m $\bar{3}$ ) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 5**

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,30	50	304,3	50	1	3,30 - 3,60	50	267,2	45	4
0,30 - 0,60	50	304,3	50	1	3,60 - 3,90	50	267,2	46	4
0,60 - 0,90	14	85,2	3	1	3,90 - 4,20	50	256,7	40	5
0,90 - 1,20	16	93,1	7	2	4,20 - 4,50	39	200,3	31	5
1,20 - 1,50	9	52,3	7	2	4,50 - 4,80	38	195,1	20	5
1,50 - 1,80	10	58,2	6	2	4,80 - 5,10	35	173,0	20	6
1,80 - 2,10	8	44,6	7	3	5,10 - 5,40	30	148,3	21	6
2,10 - 2,40	23	128,1	16	3	5,40 - 5,70	49	242,1	20	6
2,40 - 2,70	36	200,5	16	3	5,70 - 6,00	50	247,1	29	6
2,70 - 3,00	50	278,5	17	3	6,00 - 6,30	50	238,1	30	7
3,00 - 3,30	50	267,2	16	4	6,30 - 6,60	50	238,1	----	7

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : SCPT

- M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,27 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 50,80 mm

- Numero Colpi Punta N = N(30) [δ = 30 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

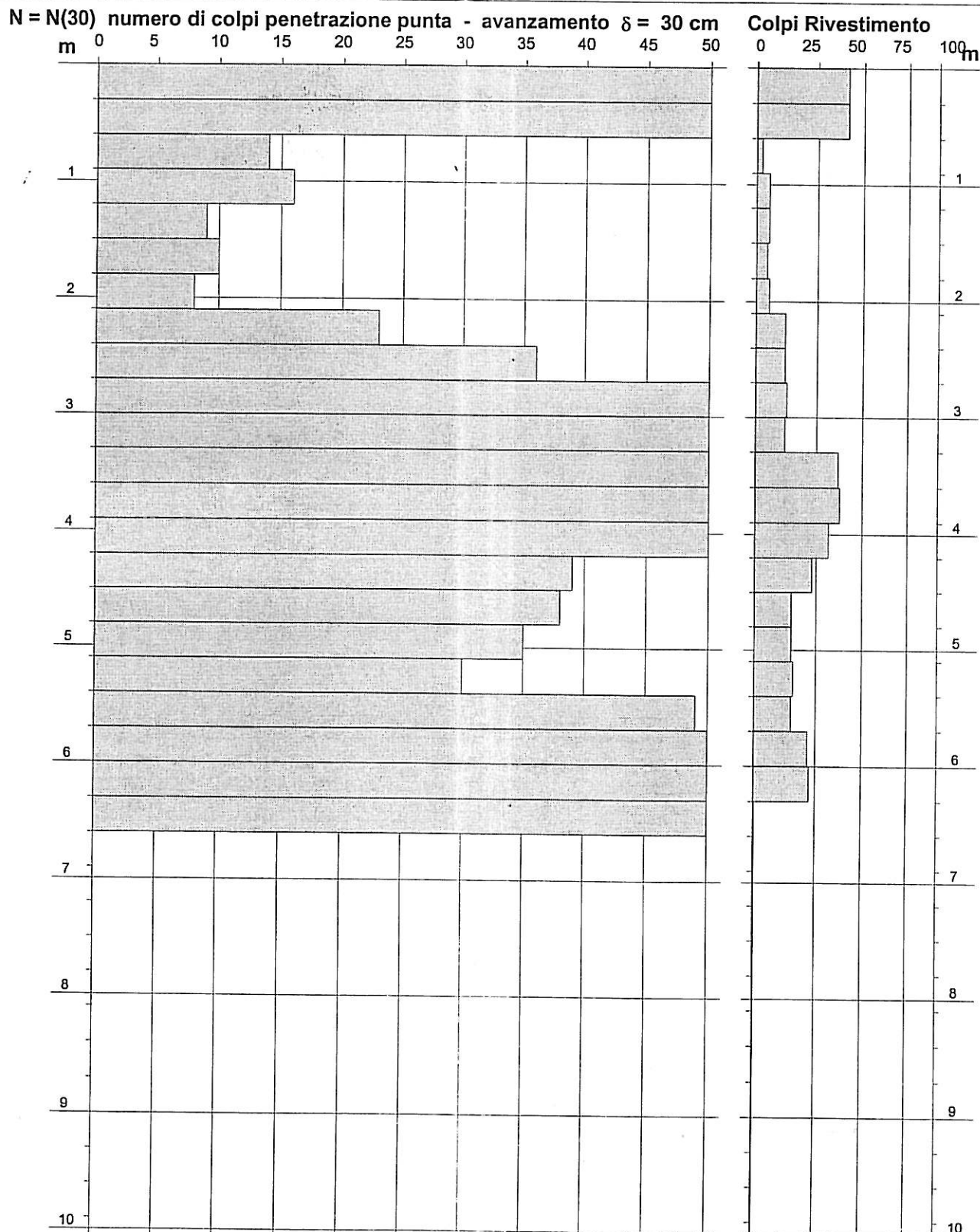
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - RIVESTIMENTO**

**DIN 5**  
 Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

- note :



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

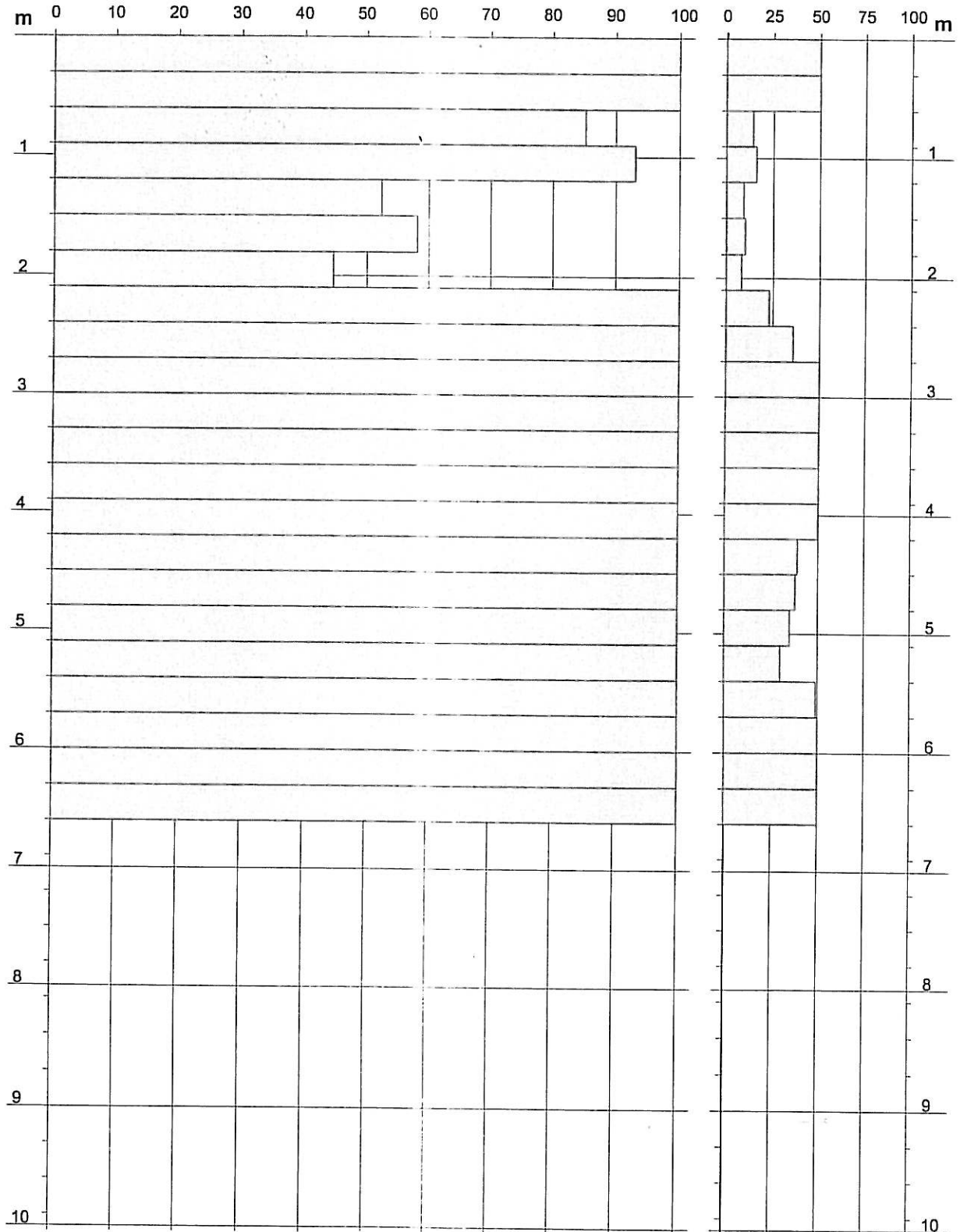
**DIN 5**

Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(30) n° colpi δ = 30**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 5

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,20	N	32,5	14	50	23,3	---	---	---	32	1,15	37
		Rpd	196,7	85	304	141,0	---	---	---			
2	1,20 2,70	N	17,2	8	36	12,6	---	---	---	17	1,15	20
		Rpd	96,7	45	201	70,6	---	---	---			
3	2,70 6,60	N	45,5	30	50	37,7	7,2	38,3	52,7	46	1,15	53
		Rpd	232,2	148	279	190,2	40,6	191,6	272,8			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta = 1,15$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 5

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.20	Pavimentazione e/o sottofondo Sabbia	37	72.0	37.8	477	2.09	1.74	---	---	---	---
				20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	---	---	---
3	2.70 6.60	Ghiaia sabbia e ciottoli	53	86.1	41.5	600	2.16	1.86	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 6

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,30	50	304,3	50	1	2,10 - 2,40	50	278,5	29	3
0,30 - 0,60	50	304,3	50	1	2,40 - 2,70	50	278,5	46	3
0,60 - 0,90	30	182,6	3	1	2,70 - 3,00	50	278,5	45	3
0,90 - 1,20	16	93,1	10	2	3,00 - 3,30	50	267,2	45	4
1,20 - 1,50	17	98,9	8	2	3,30 - 3,60	45	240,5	----	4
1,50 - 1,80	14	81,4	13	2	3,60 - 3,90	50	267,2	----	4
1,80 - 2,10	20	111,4	26	3	3,90 - 4,20	50	256,7	----	5

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : SCPT

- M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,27 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 50,80 mm

- Numero Colpi Punta N = N(30) [  $\delta$  = 30 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI



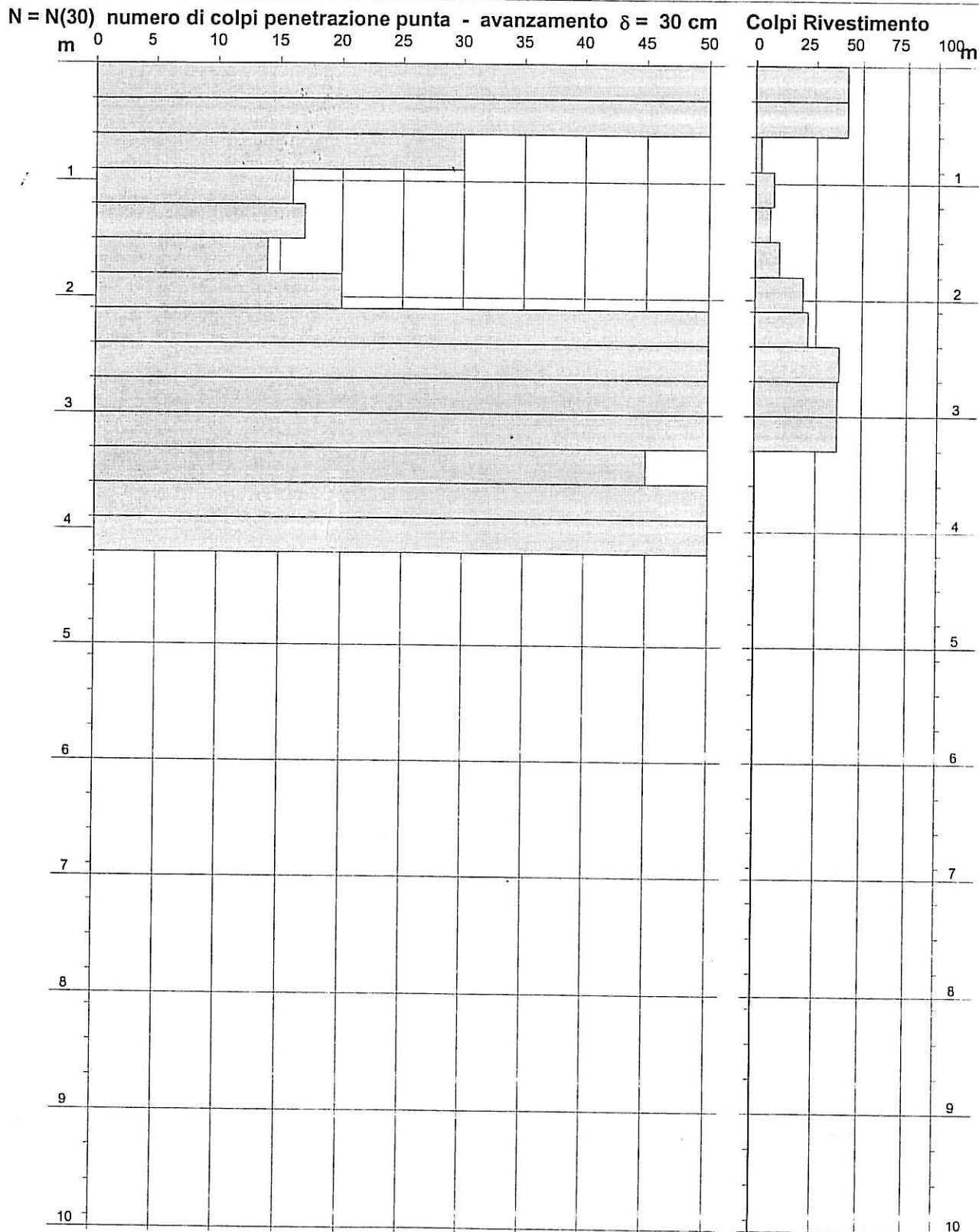
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - RIVESTIMENTO

DIN 6  
 Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

- note :



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

**DIN 6**

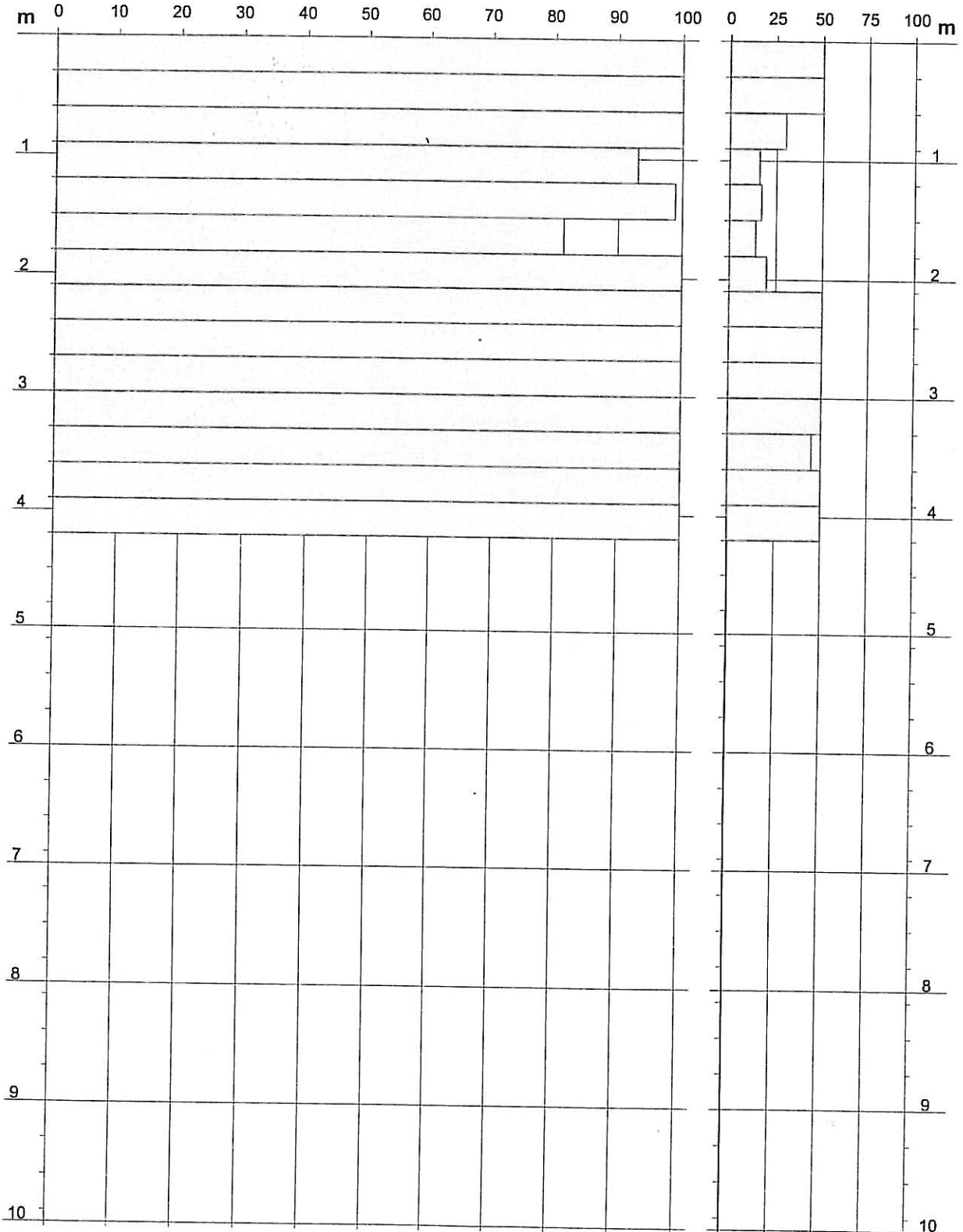
Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(30) n° colpi  $\delta = 30$



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 6

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,90	N	43,3	30	50	36,7	---	---	---	43	1,15	49
			Rpd	263,7	183	304	223,1	---	---	---			
2	0,90	2,10	N	16,8	14	20	15,4	---	---	---	17	1,15	20
			Rpd	96,2	81	111	88,8	---	---	---			
3	2,10	4,20	N	49,3	45	50	47,1	1,9	47,4	51,2	49	1,15	56
			Rpd	266,7	241	279	253,6	14,2	252,5	280,9			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento<sub>s</sub> = 30 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico<sub>s</sub> = 1,15) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento<sub>s</sub> = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 6

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.90	Pavimentazione e/o sottofondo	49	84.0	40.8	569	2.15	1.84	---	---	---	---
2	0.90	2.10	Sabbia	20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	---	---	---	---
3	2.10	4.20	Ghiaia sabbia e ciottoli	56	87.3	41.9	623	2.16	1.87	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento<sub>s</sub> = 30 cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 7

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,30	50	304,3	50	1	3,90 - 4,20	18	92,4	11	5
0,30 - 0,60	50	304,3	50	1	4,20 - 4,50	25	128,4	9	5
0,60 - 0,90	7	42,6	5	1	4,50 - 4,80	31	159,2	12	5
0,90 - 1,20	4	23,3	2	2	4,80 - 5,10	45	222,4	18	6
1,20 - 1,50	4	23,3	1	2	5,10 - 5,40	50	247,1	46	6
1,50 - 1,80	6	34,9	1	2	5,40 - 5,70	50	247,1	46	6
1,80 - 2,10	4	22,3	1	3	5,70 - 6,00	50	247,1	50	6
2,10 - 2,40	5	27,8	3	3	6,00 - 6,30	50	238,1	----	7
2,40 - 2,70	11	61,3	4	3	6,30 - 6,60	46	219,1	----	7
2,70 - 3,00	7	39,0	5	3	6,60 - 6,90	44	209,6	----	7
3,00 - 3,30	3	16,0	5	4	6,90 - 7,20	40	183,8	----	8
3,30 - 3,60	1	5,3	3	4	7,20 - 7,50	50	229,8	----	8
3,60 - 3,90	6	32,1	1	4	7,50 - 7,80	50	229,8	----	8

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **SCPT**

- M (massa battente)= **73,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,27 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **50,80 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(30) [  $\delta = 30$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - RIVESTIMENTO**

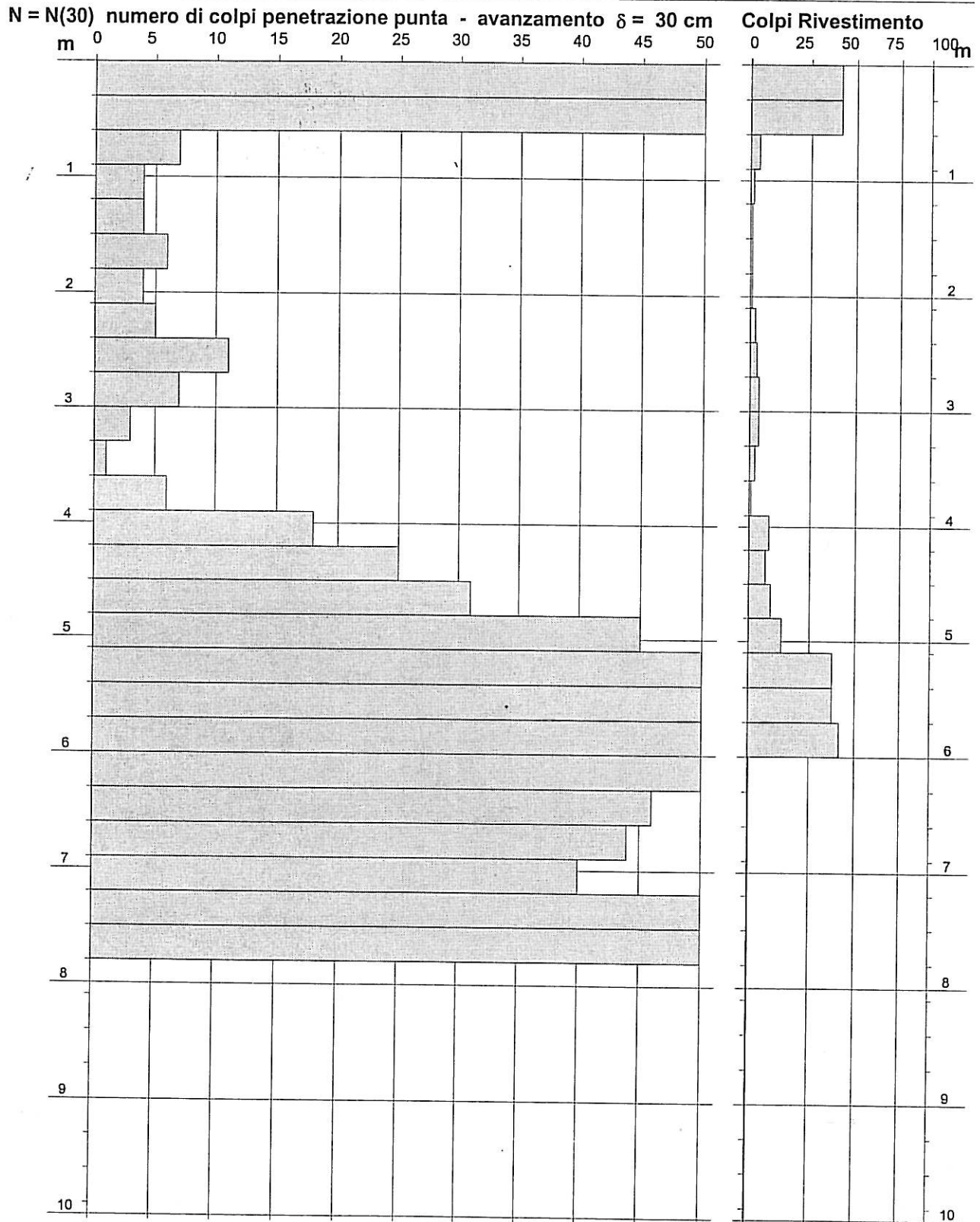
**DIN 7**

Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

- note :



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

**DIN 7**

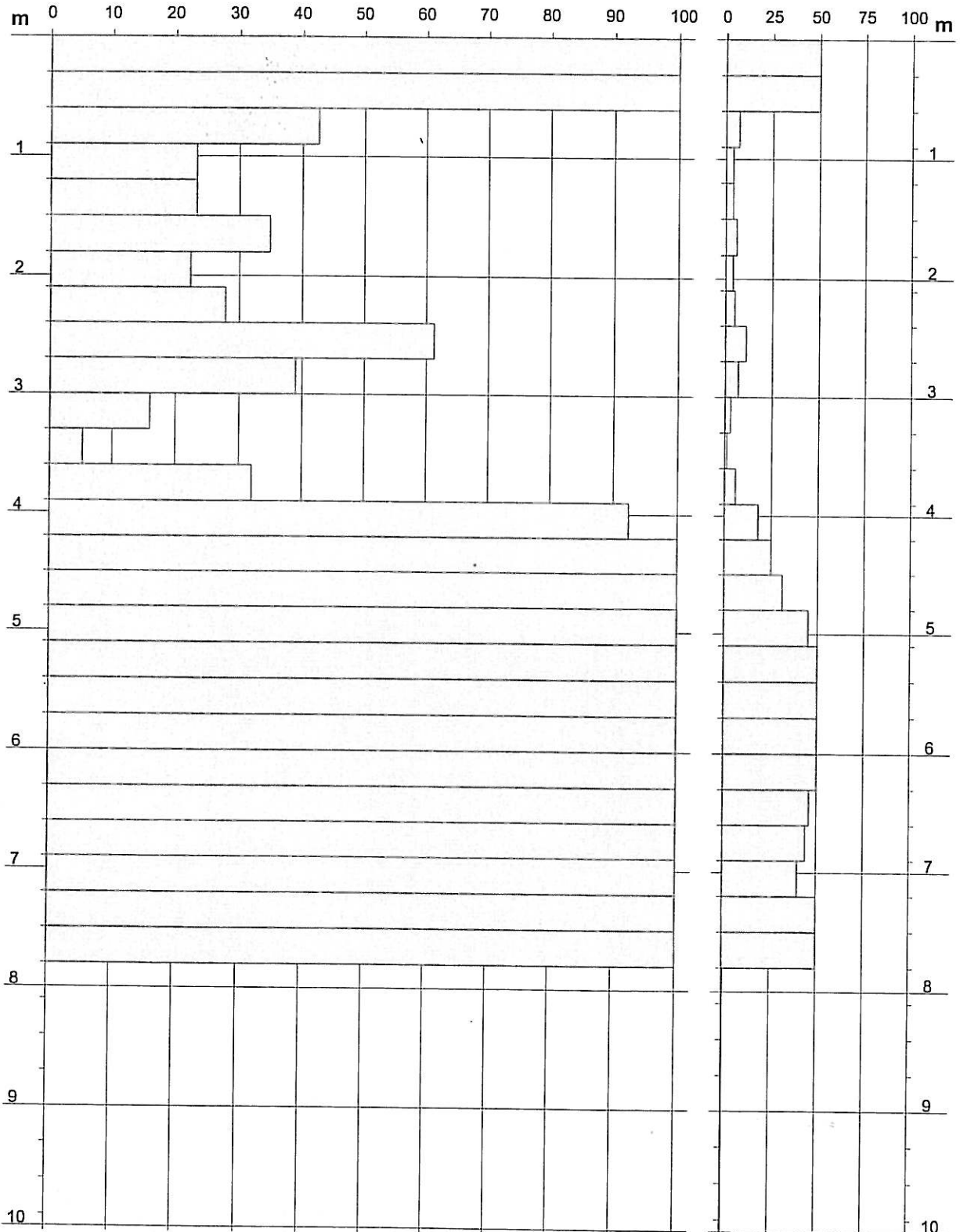
Scala 1: 50

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
 - lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
 - località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 15/09/2005

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(30) n° colpi  $\delta = 30$**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 7**

- cantiere : VIA MESSA, 15 - MONZA (MI)  
- lavoro : REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE  
- località : EX AREA I.M.A.

- data prova : 04/08/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/09/2005

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,20	N	27,8	4	50	15,9	---	---	---	28	1,15	32
		Rpd	168,6	23	304	95,9	---	---	---	170		
2	1,20 3,60	N	5,1	1	11	3,1	3,0	2,1	8,1	5	1,15	6
		Rpd	28,7	5	61	17,0	16,8	11,9	45,6	28		
3	3,60 4,80	N	20,0	6	31	13,0	---	---	---	20	1,15	23
		Rpd	103,0	32	159	67,5	---	---	---	103		
4	4,80 7,80	N	47,5	40	50	43,8	3,6	43,9	51,1	48	1,15	55
		Rpd	227,4	184	247	205,6	20,0	207,4	247,4	230		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento<sub>0</sub> = 30 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico<sub>0</sub> = 1,15) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento<sub>0</sub> = 30 cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN 7**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	φ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.20	Pavimentazione e/o sottofondo	32	67.0	36.5	438	2.06	1.71	---	---	---	---
2	1.20 3.60	Sabbia debolmente Limosa	6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	---	---	---	---
3	3.60 4.80	Sabbia	23	54.5	33.9	369	2.01	1.62	---	---	---	---
4	4.80 7.80	Ghiaia sabbia e ciottoli	55	86.9	41.8	615	2.16	1.87	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento<sub>0</sub> = 30 cm)

DR % = densità relativa φ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE**  
**CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE**

**COMMITTENTE:** *In.Im. Iniziative Immobiliari S.p.A.*

**CANTIERE:** *via Messa, 15 – Monza (MI)*

**DATA:** *Agosto - Settembre 2005*

**ALLEGATO 4 - MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO**

**SEZIONI GEOTECNICHE**



N

S

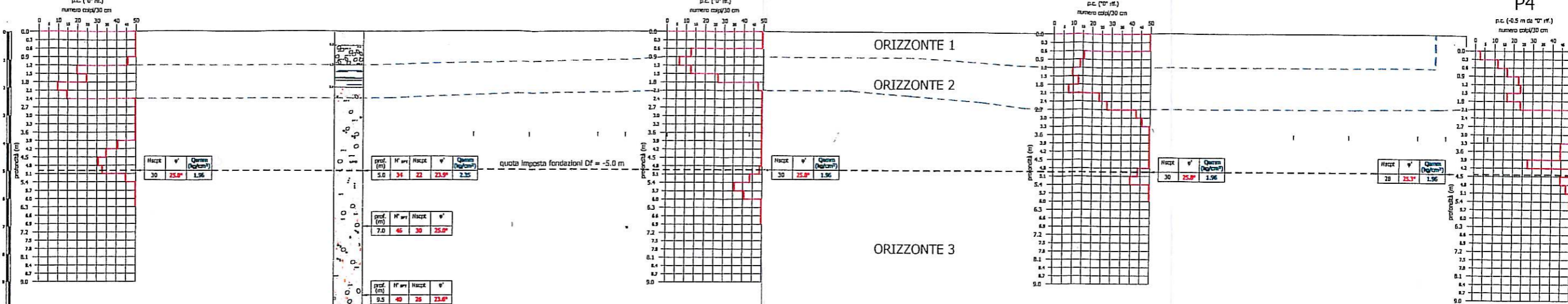
P1

S1

P2

P3

P4



Prof. (m)	N° sp	Nc	ψ	Q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
3.0	30	25.0°	1.96	

prof. (m)	N° sp	Nc	ψ	Q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
5.0	34	21	23.9°	2.35

Prof. (m)	N° sp	Nc	ψ	Q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
3.0	30	25.0°	1.96	

Prof. (m)	N° sp	Nc	ψ	Q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
2.0	20	25.3°	1.96	

prof. (m)	N° sp	Nc	ψ	Q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
7.0	46	30	25.0°	

prof. (m)	N° sp	Nc	ψ	Q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
9.5	40	26	23.0°	

prof. (m)	N° sp	Nc	ψ	Q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
10.5	46	30	25.0°	

prof. (m)	N° sp	Nc	ψ	Q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
12.0	46	30	25.0°	

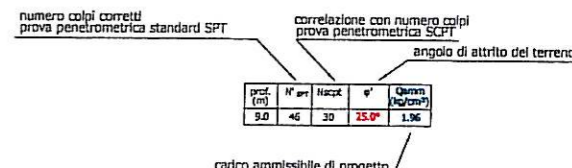
prof. (m)	N° sp	Nc	ψ	Q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
15.0	35	23	24.1	

quota imposta fondazioni Df = -5.0 m

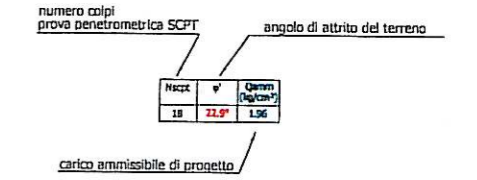


SEZIONE 1 - lato est

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA STANDARD SPT



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 73/75



N

S

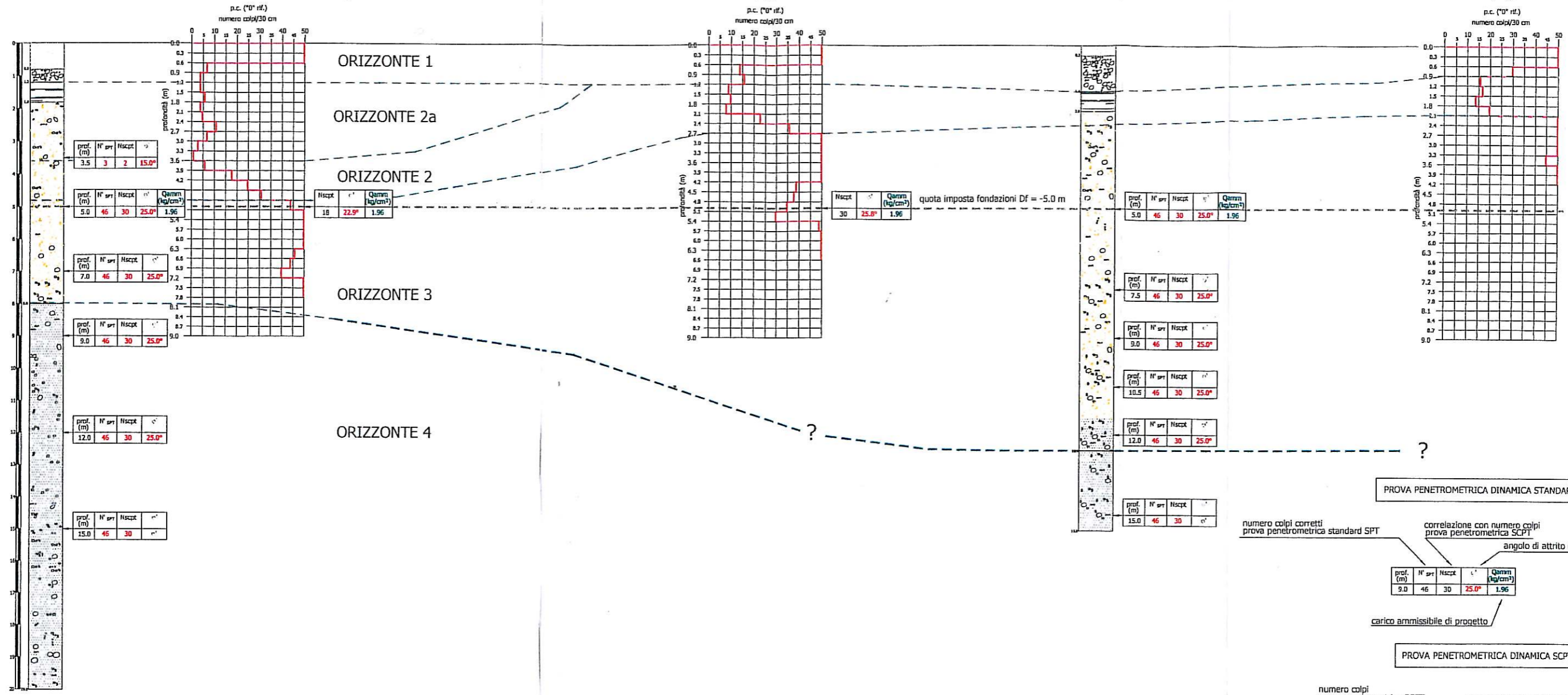
S2

P7

P5

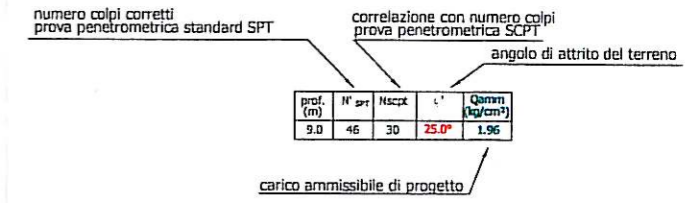
S3

P6

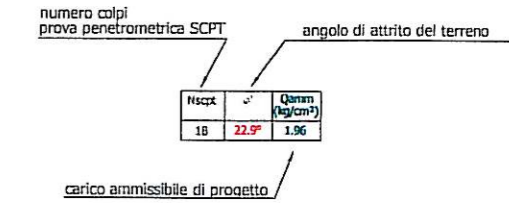


SEZIONE 2 - lato ovest

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA STANDARD SPT



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SPT 73/75



**REALIZZAZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE**  
**CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE**

**COMMITTENTE:** *In.Im. Iniziative Immobiliari S.p.A.*

**CANTIERE:** *via Messa,15 – Monza (MI)*

**DATA:** *Agosto - Settembre 2005*

**ALLEGATO 5 – STIMA DEI CEDIMENTI**

*CEDIMENTO IMMEDIATO E DI CONSOLIDAZIONE (t = 10 anni)*

**Prova penetrometrica P7 - Cedimento immediato (t = 0) e secondario (t = 10 anni)**

**IPOTESI 1:** Trave di fondazione di larghezza B = 1.8 m con piano di posa Df = 5 m

data: Settembre 2005

località: via Messa, 15 - Monza (Milano)

committente: IN.IM. - Iniziative Immobiliari S.p.A.

progetto: Realizzazione complesso residenziale

**CALCOLO DEI CEDIMENTI CON IL METODO DI SCHMERTMANN (1970)**

**FONDAZIONE A TRAVE ROVESCIA: (Deformazione assialsimmetrica)**

Procedimento di calcolo empirico valido per terreni incoerenti, utilizzando i parametri ricavati dalle indagini geognostiche in sito (prove CPT, SPT, SCPT).

**parametri:**

profondità piano fondale (Df):	5	metri
Larghezza della fondazione (B):	1,8	metri
peso di volume ( $\gamma$ ):	1,65	t/m <sup>3</sup>
tempo di calcolo del cedimento	10	anni

**carico (kg/cm<sup>2</sup>)**

1,96
1,80
1,70
1,60
1,50

Intorno dei valori di carico ammissibile

**coefficienti correttivi C1 e C2**

C1	0,637	in funzione del carico
C1	0,577	
C1	0,529	
C1	0,500	
C1	0,500	

C2 1,400 in funzione del tempo

**STRATIGRAFIA AL DI SOTTO DELLA FONDAZIONE**

	spessore (m)	Nc medio nello strato	coeff. deformazione Iz
1 strato	0,30	18,0	0,325
2 strato	0,20	23,0	0,367
3 strato	1,00	30,0	0,467
4 strato	1,00	45,0	0,578

n.b. la deformazione si annulla alla profondità maggiore di 4 B, i coefficienti di deformazione (Iz) sono calcolati a metà spessore dello strato compressibile

**PARAMETRI DI CALCOLO ELABORATI**

carico kg/cm <sup>2</sup>	cedimento immediato (cm)	cedimento 10 anni secondario (cm)
1,96	0,293	0,410
1,80	0,244	0,342
1,70	0,211	0,296
1,60	0,188	0,263
1,50	0,176	0,247

coefficiente di sottofondo (o di Winkler)	range di valori	8,51 6,69	kg/cm <sup>3</sup>
---	--------------------	--------------	--------------------