

**Dott. Geologo R. Cortiana**

Via U. Biancamano, 14– 20052 Monza (MI)

Tel. E fax 039 748012

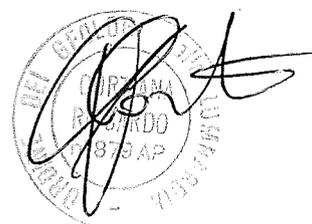
**Imm.re IL DOSSO SUB**



**RELAZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA  
PER LA REALIZZAZIONE DI EDIFICI RESIDENZIALI IN  
VIA MAZZINI NEL COMUNE DI ROBBIATE (LC)**

Monza, Ottobre 2006

A cura di: Dott. Geol. R. Cortiana



## INDICE DEL LAVORO

1	PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO .....	3
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO.....	4
3	CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	6
4	INDAGINE GEOGNOSTICA.....	9
5	PARAMETRI GEOTECNICI.....	11
6	CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO E DEI CEDIMENTI PREVEDIBILI.....	12
7	CONCLUSIONI.....	14

### ALLEGATI

- COROGRAFIA AREA DI INDAGINE – scala 1:10.000
- CARTA GEOLOGICA – scala 1:10.000
- CARTA DELLA SOGGIACENZA DELLA FALDA FREATICA
- UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE
- GRAFICI PROVE PENETROMETRICHE

## **1      PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO**

La presente relazione, redatta su incarico dell'immobiliare IL DOSSO SUD s.a.s. con sede in Via Mazzini 17 a Robbiate (LC) illustra i risultati di una campagna di indagini geognostiche realizzata in un terreno posto in Via Mazzini a Robbiate dove è prevista la realizzazione di un intervento residenziale.

Il progetto prevede la costruzione di 4 edifici residenziali costituiti da 1 piano fuori terra più sottotetto e piano interrato. Sono previsti 2 edifici plurifamiliari a forma rettangolare con dimensioni di circa 35 x 14 m e 2 edifici più piccoli con dimensioni di circa 14 x 12 m. Si prevede l'utilizzo di fondazioni dirette continue tipo travi rovesce impostate alla quota di circa – 3.50 m dal p.c. attuale.

In data 10 ottobre 2006 è stata condotta un'indagine geognostica consistita nell'esecuzione di 5 prove penetrometriche di tipo dinamico (S.C.P.T.); sulla base dei risultati delle suddette prove si sono individuati i parametri geotecnici dei terreni, si è valutata la Capacità Portante Ammissibile e si sono stimati i cedimenti prevedibili secondo quanto prescritto dal D.M. 11/3/88.

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

L'area in esame è situata presso il margine inferiore della "alta pianura terrazzata" lombarda che, a grandi linee, è compresa tra la pianura Padana vera e propria a Sud e l'anfiteatro morenico a Nord.

Questa zona è costituita da depositi quaternari dovuti alle alluvioni fluvioglaciali che si sono verificate nei periodi interglaciali separanti le caratteristiche glaciazioni del Pleistocene (Mindel, Riss e Würm).

La zona investigata è ubicata nel settore settentrionale del comune di Robbiate (LC). Come si ricava dall'analisi della carta geologica della Brianza presente in allegato, in prossimità dell'area in esame si ha il passaggio da sedimenti appartenenti al cosiddetto *Diluvium recente* (fluvioglaciale Würm) posti nella porzione meridionale a quelli appartenenti al Morenico Riss in quella settentrionale altimetricamente più elevata.

Il fluvioglaciale Wurm è dato da depositi alluvionali derivanti dagli scaricatori glaciali, connessi con l'ultima fase glaciale quaternaria, quindi con clasti poligenici, arrotondati, eteromorfi.

Litologicamente si trovano in superficie, al di sotto del primo strato di terreno agrario o di riporto, terreni in genere limosi e sabbiosi, caratterizzati dalla presenza a volte frequente di strati o lenti di materiale più grossolano (ghiaia o sabbia grossa).

Il morenico Riss litologicamente è dato da depositi caotici, ghiaiosi e sabbiosi con abbondante matrice argillosa in cui sono frequentemente inglobati blocchi di cospicue dimensioni provenienti dall'arco alpino e prealpino. Lo strato di alterazione argilloso, di colore giallo rossastro, che li ricopre presenta discontinuità di spessore.

La carta geologica riportata sembra indicare che il sito in esame sia completamente all'interno del deposito morenico (stratigraficamente sottostante).

Dal punto di vista morfologico l'area, posta ad una quota di circa 280 metri s.l.m., si trova in una zona subpianeggiante che presenta una blanda inclinazione in direzione Sud.

## **INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

Secondo i dati reperiti presso il SIF (Sistema Informativo Falda) della limitrofa Provincia di Milano la soggiacenza media della falda nell'area indagata risulta superiore a 40 m dal p.c. (vedasi carta della soggiacenza allegata).

I valori di soggiacenza rilevati escludono quindi la presenza di acqua di falda a profondità interessate dall'intervento in progetto.

Tuttavia, in terreni fini come quello in esame, si possono verificare locali fenomeni di ristagno e circolazione ipodermica delle acque piovane. Gli orizzonti limoso-argillosi, che si alternano ad altri sabbioso-ghiaiosi, fungono da substrato impermeabile e favoriscono lo scorrimento orizzontale delle acque di percolazione.

### 3 CLASSIFICAZIONE SISMICA

#### Zonizzazione sismica

Le zone sismiche sono individuate sulla base del documento “Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale” elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito dalla Commissione Naz. Di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi (23 aprile 1997) e successive precisazioni.

Il numero delle zone è stato fissato in 4: le zone sono individuate secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. La valutazione di  $a_g$  è calcolata con metodologie internazionali aggiornate periodicamente con procedure trasparenti e riproducibili.

La nuova zonizzazione sismica dell'intero territorio nazionale (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/03 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8/05/03 Supplemento Ordinario n. 72: “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”) inserisce il comune di Robbiate nell'elenco dei comuni in zona 4, cioè nella zona, tra quelle individuate, di minor rischio sismico.

La Regione Lombardia con D.G.R. n. 14964 del 7/11/03 prende atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata ordinanza 3274/03 ed impone l'obbligo della progettazione antisismica per i comuni che ricadono in zona 2, zona 3 ed in zona 4 esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti, così come individuati dal Decreto n. 19904 del 21/11/03.

Alla luce di tale D.G.R. 14964/03 si ritiene corretto considerare le specifiche di sismicità media ( $S = 9$ ) per i comuni in zona 2 e di sismicità bassa ( $S = 6$ ) per i comuni in zona 3 e in zona 4.

#### Categorie di suolo di fondazione

Ai fini della classificazione sismica dell'azione sismica di progetto sono state definite (Allegato 2, Ord. 3274) cinque classi di terreni (A, B, C, D, E) identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche, rilevate nei primi 30 m e definite

dai parametri indicati nell'EC8 e precisamente: velocità delle onde S ( $V_{s30}$ ), numero dei colpi della prova SPT (NSPT), coesione non drenata ( $c_u$ ).

Sulla base delle indagini eseguite e riportate in relazione, i terreni costituenti il sottosuolo del sito indagato, per una profondità di 30 m dal p.c., rientrano mediamente nel profilo stratigrafico individuato con la lettera C ovvero:

Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, in quanto caratterizzati da valori di NSPT compresi tra 15 e 50. Anche i valori di  $V_{s30}$  e  $c_u$ , seppur non misurati direttamente, sono da ritenersi ricadere nei range definiti dalla normativa ( $180 < V_{s30} < 360$  m/s,  $70 < c_u < 250$  kPa).

Il terreno in esame (come desumibile da quanto riportato nei seguenti capitoli) non rientra in quelli suscettibili a liquefazione; il sito è inoltre esente da pericoli di eccessivo addensamento in caso di terremoto, nonché di rottura di faglia in superficie.

#### Analisi del rischio sismico

Per l'analisi del rischio sismico dell'area in oggetto si è fatto riferimento all'Allegato 5 alla D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/05. Tale allegato illustra la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale che prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

1° livello, riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche sia di dati esistenti

2° livello, caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima di risposta sismica nei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione ( $F_a$ )

3° livello, definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

Il primo livello è obbligatorio per tutti i comuni e prevede l'assegnazione dello scenario di pericolosità sismica locale dell'area in base alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche dell'area stessa (Tabella 1, Allegato 5, D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/05).

In riferimento alle diverse situazioni tipo, riportate nella suddetta tabella, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale – PSL) si effettua

l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e conseguentemente dei successivi livelli di approfondimento necessari.

Il secondo livello è obbligatorio:

- per i comuni ricadenti nella zone sismiche 2 e 3, nelle zone PSL Z3 e Z4 suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche se interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica
- per i comuni ricadenti in zona sismica 4, nelle aree Z3 e Z4 nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.G.R. n. 1464/2003.

L'area di studio ricade in zona sismica 4 e non è interessata dalla progettazione di edifici strategici o rilevanti, pertanto non necessita di approfondimento di 2° livello.

Il terzo livello è obbligatorio:

- per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità (Z1), cedimenti e/o liquefazione (Z2) e per le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (Z5)
- in fase progettuale per costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali
- nelle aree indagate con il 2° livello quando  $F_a$  calcolato risulta  $>$  del valore di soglia comunale.

## 4 INDAGINE GEOGNOSTICA

E' stata condotta un'indagine geognostica mediante esecuzione di 5 prove penetrometriche dinamiche continue (S.C.P.T.), effettuate con penetrometro Super Pesante tipo Meardi A.G.I. avente le seguenti caratteristiche:

peso del maglio	73 kg
altezza di caduta	75 cm
angolo al vertice della punta conica	60°
diametro del cono	50.8 mm
peso delle aste	4.6 kg/ml

Le prove sono state ubicate, come da planimetria schematica allegata, in modo da coprire nel miglior modo possibile l'area di futura realizzazione degli edifici, compatibilmente con l'agibilità del sito. La folta vegetazione presente ha impedito il completo accesso a tutta l'area oggetto d'intervento.

Si segnala che i proprietari ricordano di aver riportato circa 2 m di materiale nell'area in esame da scavi limitrofi. Questo riporto è stato eseguito circa 30 anni fa e ha permesso di innalzare l'area ai tempi morfologicamente depressa



*penetrometro utilizzato*

Il terreno è stato indagato a partire dalla quota del piano campagna, le indagini sono state spinte fino alla profondità indicata nella tabella sottostante

<b>Prova</b>	<b>Profondità (m da p.c.)</b>
1	6.3
2	8.7
3	7.2
4	3.6
5	7.5

Le verticali di indagine si sono arrestate alle profondità indicate la presenza di livelli particolarmente resistenti alla penetrazione (livelli di ghiaia ben addensata o più probabilmente grossi trovanti). Va inoltre segnalato che in corrispondenza delle verticali n° 3 e 5 sono state eseguite ulteriori prove penetrometriche, non riportate in allegato, che si sono arrestate a profondità molto ridotta (circa di 1 m) per la probabile presenza di grossi blocchi nel materiale di riporto superficiale

Nel corso delle prove penetrometriche, a conferma dei dati bibliografici, non è stata rilevata presenza di acqua.

Sulla base delle indagini eseguite possiamo riconoscere la seguente successione stratigrafica di massima (vedasi sezione geotecnica allegata):

- da 0.0 a 2.0/3.0 m: orizzonte superficiale dato, come riferito dalla committenza, da materiale di riporto con di varia natura con valori di addensamento da modesto a discreto LITAZONA R. Di questo orizzonte non si riportano le caratteristiche geotecniche
- oltre 2.00/3.00 m: orizzonte che possiamo considerare omogeneo costituito da limo sabbioso con ghiaia e addensamento nel complesso quasi discreto ( $5 < N_{spt} < 12$ ) LITAZONA A All'interno di questo orizzonte si hanno blocchi decimetrici (trovanti tipici dei depositi morenici) che interrompono le verticali di indagine a profondità variabili da 3.6 e 8.7 m (LITAZONA B)

## 5 PARAMETRI GEOTECNICI

I risultati delle prove penetrometriche consentono di suddividere il terreno nelle seguenti litozone sulla base dei diversi parametri geotecnici medi che le caratterizzano (le profondità sono considerate a partire dalla quota di piano campagna attuale):

Litologia	Profondità (m)	$N_{SCPT}$	$N_{SPT}$	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	$K_s'$ (kN/m <sup>3</sup> )
R	0.0 – 2/3					
A	> 2/3	6	10	1.75	30	12.5 x 10 <sup>3</sup>
B	3.6 – 8.7	> 20	>30	>1.85	>38	>50 x 10 <sup>3</sup>

dove:

$N_{SCPT}$  = numero di colpi necessario per ottenere un avanzamento di 30 cm in una prova SCPT

$N_{SPT}$  = numero di colpi SPT correlati

$\gamma$  = peso di volume del terreno (t/m<sup>3</sup>)

$\phi$  = angolo di attrito del terreno (°)

$K_s'$  = modulo di reazione del sottofondo (o di Winkler) in kN/m<sup>3</sup>

## 6 CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO E DEI CEDIMENTI PREVEDIBILI

### Calcolo della capacità portante

Per il calcolo della capacità portante si considera la formula di Meyerhof che, nel caso di carico verticale su un terreno prevalentemente incoerente con angolo di attrito  $\phi > 10^\circ$ , presenta la seguente espressione:

$$q_{ult} = q N_q S_q d_q + c N_c S_c d_c + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma$$

dove:  $S_c S_q S_\gamma$  sono fattori di forma  
 $d_c d_q d_\gamma$  sono fattori di profondità  
 $N_c N_q N_\gamma$  sono fattori di portata

Nel caso in esame il valore della coesione  $c$  viene posto uguale a zero, in quanto a favore di sicurezza il terreno in esame viene considerato a comportamento prevalentemente frizionale. In questo modo l'espressione della capacità portante si riduce a:

$$q_{ult} = q N_q S_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma$$

Nei calcoli effettuati (vedasi fogli di calcolo allegati) si è valutata la capacità portante per travi rovesce, della larghezza massima di 2.00 m, impostata alla quota di progetto di - 3.5 m dal p.c..

### Calcolo dei cedimenti

Per il calcolo dei cedimenti, trattandosi di un terreno non coesivo, si può utilizzare il metodo di Burland e Burbridge (1984) che è basato sull'utilizzo dei dati ricavati da prove penetrometriche dinamiche.

L'espressione di calcolo dei cedimenti (espressi in mm) è la seguente:

$$S = f_s f_h f_t [ \sigma_{v0} B^{0.7} I_c/3 + (q' - \sigma_{v0}) B^{0.7} I_c ]$$

dove:  $f_s$   $f_h$   $f_t$  sono fattori correttivi che tengono conto rispettivamente della forma, dello spessore dello strato compressibile e della componente viscosa dei cedimenti.

$B$  = larghezza fondazioni

$I_c$  = indice di compressibilità (tiene conto dei valori  $N_{SPT}$  ricavati nel corso delle prove)

$q'$  = pressione efficace lorda (kPa)

$\sigma_{v0}$  = tensione verticale efficace agente alla quota d'imposta delle fondazioni (kPa)

Si considera una trave di fondazione, di larghezza compresa tra 1.0 e 2.0 m, impostata alla quota di progetto di – 3.5 m dal p.c.. In questo modo si potrà adottare una pressione di contatto pari a 1.4 kg/cm<sup>2</sup> con cedimenti massimi riassunti nella seguente tabella:

Trave (m)	Capacità portante (kg/cm <sup>2</sup> )	Cedimenti Immediati (mm)	Cedimenti Totali (mm)
1.0	1.40	12-15	19-24
2.0	1.40	16-20	24-30

## 7 CONCLUSIONI

L'indagine geognostica condotta in Via Mazzini a Robbiate. (LC) ha rivelato la presenza di un terreno di fondazione appartenente dal punto di vista geologico al Morenico Riss. A partire dal piano campagna si riconosce un orizzonte superiore dato da materiale di riporto con spessore variabile da 2 a 3 m, a questo segue un terreno di fondazione con caratteristiche geotecniche nel complesso quasi discrete, costituito da limo sabbioso con ghiaia subordinata. In questo orizzonte sono presenti trovanti grossolani che interrompono le verticali di indagine a profondità variabile da 3.60 e 9 m

Come dimostrano le veriche eseguite sarà possibile utilizzare di fondazioni dirette continue costituite da travi rovesce di larghezza compresa tra 1.0 e 2.0 m, impostata alla quota di - 3.5 m dal p.c.. In questo modo si potrà utilizzare una pressione media di contatto pari a  $1.40 \text{ kg/cm}^2$  ottenendo cedimenti totali (a 50 anni dalla realizzazione degli edifici in progetto) inferiori a 30 mm.

Come prescrizione si raccomanda di eseguire un accurato sopralluogo del fondo scavo per verificare che tutto il riporto superficiale sia stato asportato dagli scavi per la posa delle fondazioni: nel caso, ritenuto poco probabile, si verifichi la presenza di terreno di riporto alla quota di imposta delle fondazioni (o anche di eventuali lenti limoso-argillose) sarà necessario prevederne l'asportazione e il successivo rimpimento con mista di cava o con cemento magro.

L'intervento in progetto non interferirà con la falda che, secondo i dati forniti dal SIF della limitrofa Provincia di Milano, in questa area si trova ad una profondità non inferiore a 40 m da p. c.. La presenza di terreno fini a bassa permeabilità che si alternano ad altri a permeabilità maggiore, potrà favorire l'insorgere di un circolazione ipodermica legata agli eventi meteorologici maggiori, sarà quindi necessario prevedere un'adeguata impermeabilizzazione delle fondazioni in progetto.



**Il tecnico incaricato**  
**Dott. Geol. Riccardo Cortiana**

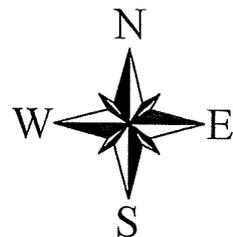
# UBICAZIONE AREA D'INDAGINE (estratto Carta Tecnica Regionale)



Scala 1:10.000



Area d'indagine



COMMITTENTE: Imm.re IL DOSSO SUD s.a.s

CANTIERE: ROBBIATE (MI) - Via Mazzini

R.Cortiana, geologo - Via Biancamano 14 20052 MONZA (MI) - Tel e fax 039 748012





Fonte: Sistema Informativo Falda  
Provincia di Milano

0 1 2 km

COMMITTENTE: Imm.re IL DOSSO SUD

CANTIERE: ROBBIATE (LC)

SOGGIACENZA Falda Freatica

10 ————— Marzo 2000 (m dal p.c.)

10 ————— Settembre 2000 (m dal p.c.)



COMMITTENTE: Immobiliare IL DOSSO SUD	
CANTIERE: ROBBATE (LC) – Via Mazzini	DATA: ott. 2006
● UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE prove S.C.P.T.	
R. CORTIANA, geologo - Via Biancamano 14 20052 MONZA (MI) - Tel e fax 039 748012	

# PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

COMMITTENTE

Imm.re IL DOSSO SUD sas

CANTIERE

ROBBIATE (LC) Via Mazzini

QUOTA DI RIFERIMENTO:

DATA

10.ottobre.2006

Profondità (m)	S.C.P.T. 1	S.C.P.T. 2	S.C.P.T. 3	S.C.P.T. 4	S.C.P.T. 5
0.3	5	2	4	3	3
0.6	14	4	11	8	5
0.9	10	5	7	7	11
1.2	11	7	9	12	12
1.5	10	14	15	11	10
1.8	13	10	18	12	9
2.1	11	7	16	8	11
2.4	6	8	18	10	7
2.7	9	5	17	9	6
3.0	7	4	14	15	7
3.3	5	5	10	35	7
3.6	6	4	13	100	5
3.9	12	7	9		5
4.2	10	9	6		8
4.5	7	5	7		6
4.8	7	7	7		7
5.1	6	5	9		11
5.4	7	8	9		7
5.7	7	7	7		12
6.0	18	7	7		8
6.3	100	12	10		7
6.6		6	8		7
6.9		7	35		12
7.2		8	100		19
7.5		7			100
7.8		9			
8.1		11			
8.4		29			
8.7		100			
9.0					
9.3					
9.6					
9.9					

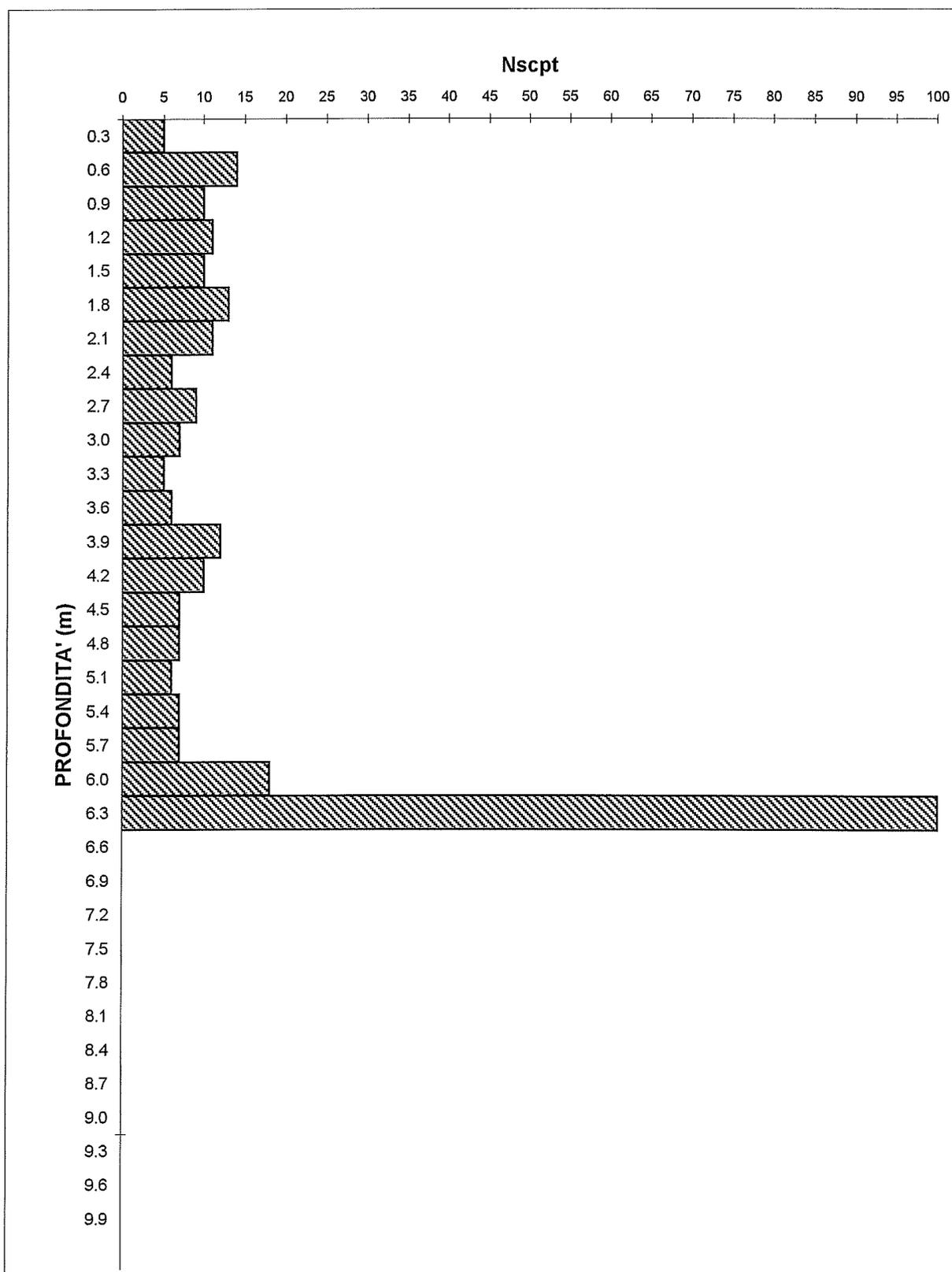
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n. 1

(Penetrometro super pesante tipo Meardi - A.G.I.)

LOCALITA': ROBBIATE (LC) Via Mazzini

COMMITTENTE: Imm.re IL DOSSO SUD sas

DATA: 10.ottobre.2006



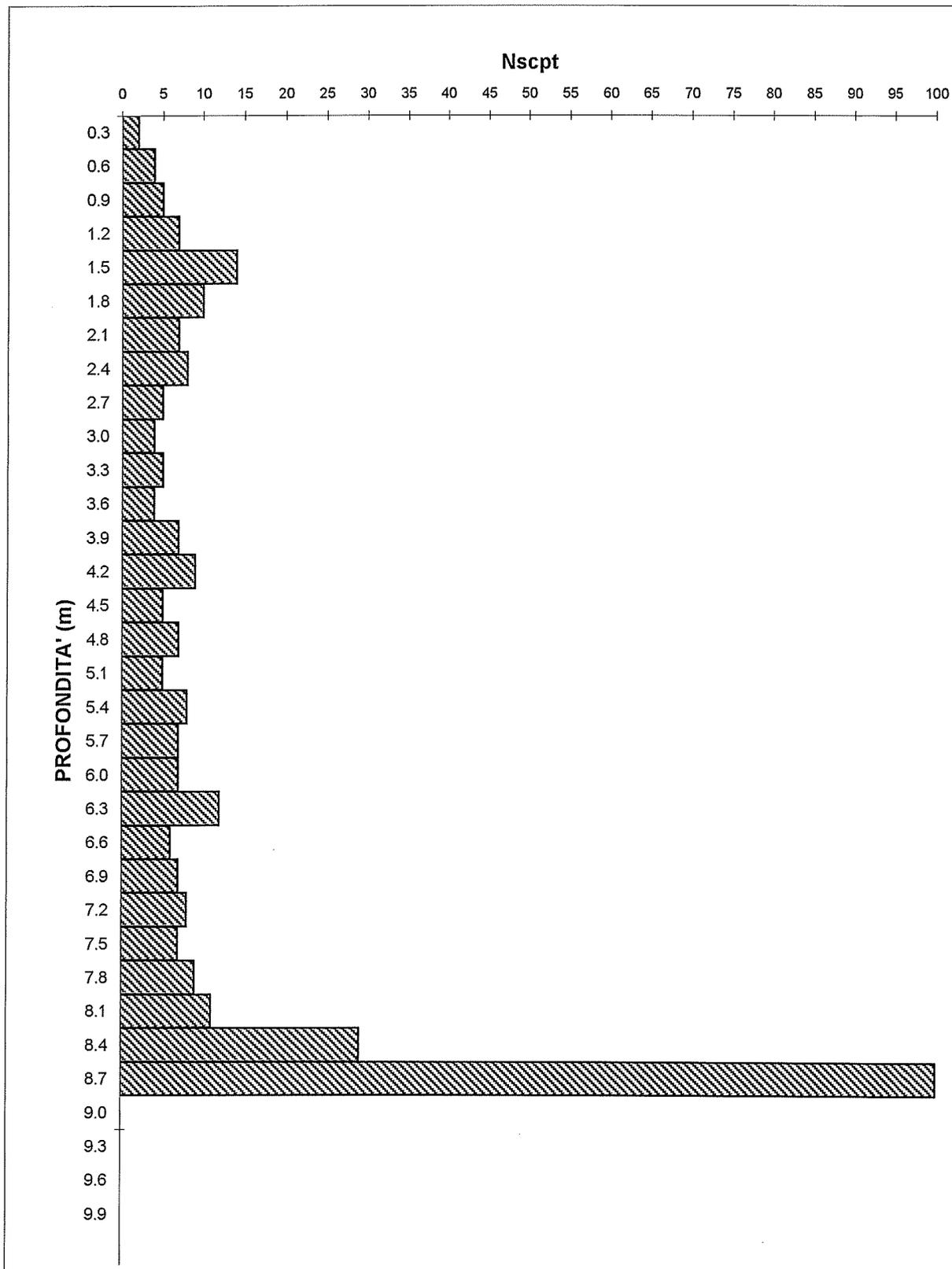
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n. 2

(Penetrometro super pesante tipo Meardi - A.G.I.)

LOCALITA': ROBBIATE (LC) Via Mazzini

COMMITTENTE: Imm.re IL DOSSO SUD sas

DATA: 10.ottobre.2006



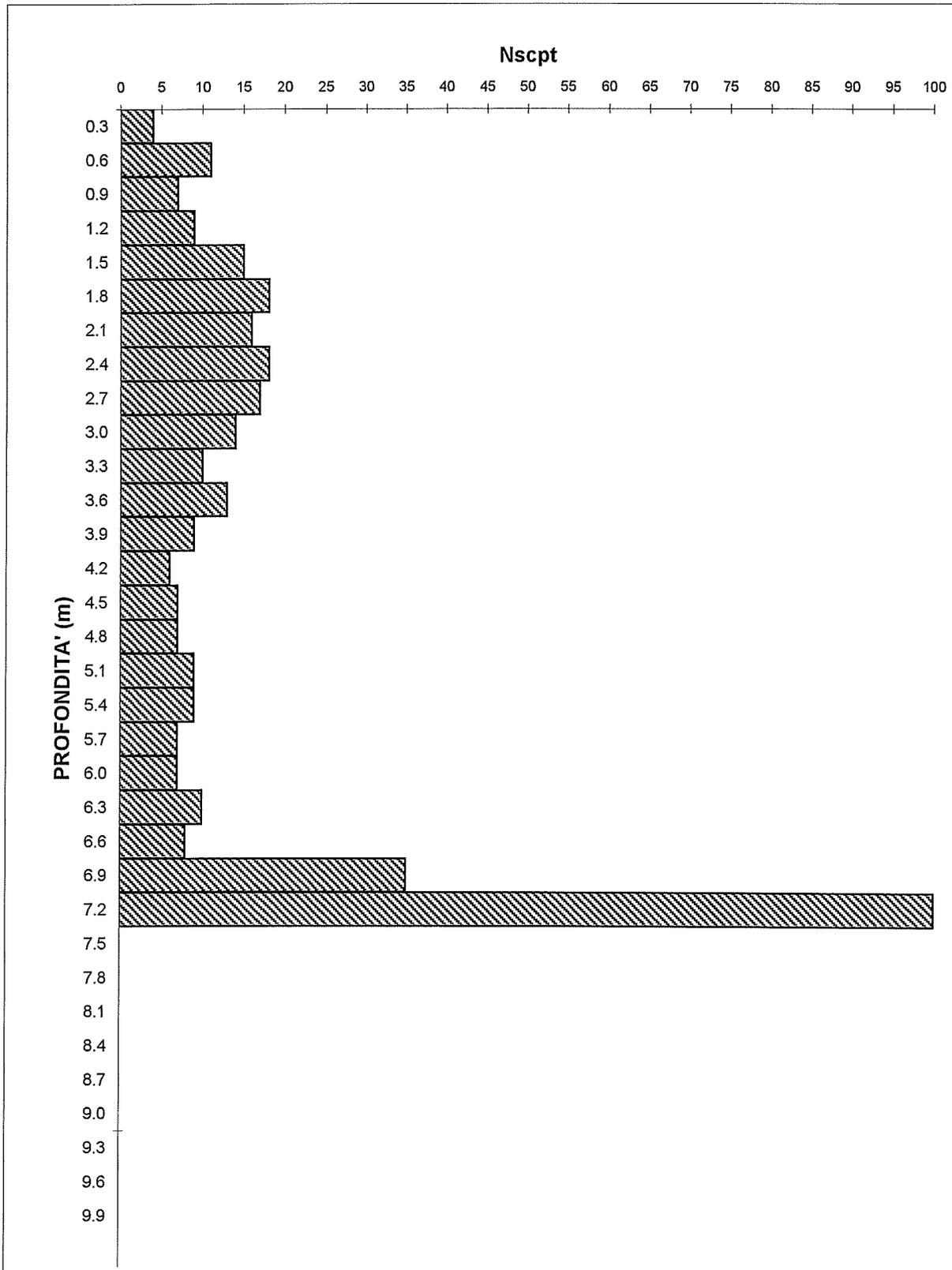
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n. 3

(Penetrometro super pesante tipo Meardi - A.G.I.)

LOCALITA': ROBBIATE (LC) Via Mazzini

COMMITTENTE: Imm.re IL DOSSO SUD sas

DATA: 10.ottobre.2006



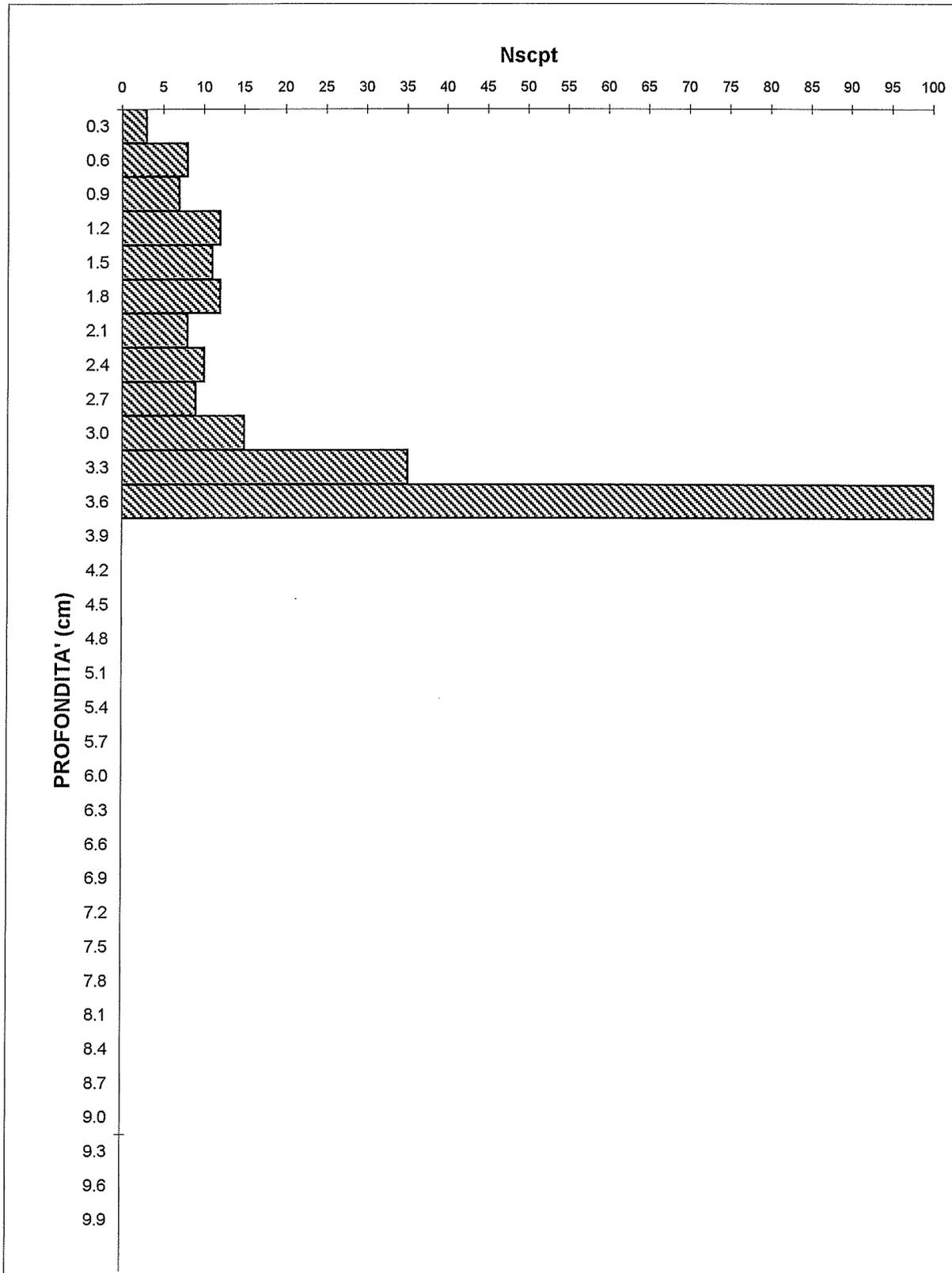
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n. 4

(Penetrometro super pesante tipo Meardi - A.G.I.)

LOCALITA': ROBBIATE (LC) Via Mazzini

COMMITTENTE: Imm.re IL DOSSO SUD sas

DATA: 10.ottobre.2006



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n. 5

(Penetrometro super pesante tipo Meardi - A.G.I.)

LOCALITA': ROBBIATE (LC) Via Mazzini

COMMITTENTE: Imm.re IL DOSSO SUD sas

DATA: 10.ottobre.2006

