

FUSINA S.R.L.

INDAGINI NEL SOTTOSUOLO

COMMITTENTE :

EDILSAT S.R.L. – SARONNO (VA)

477_07

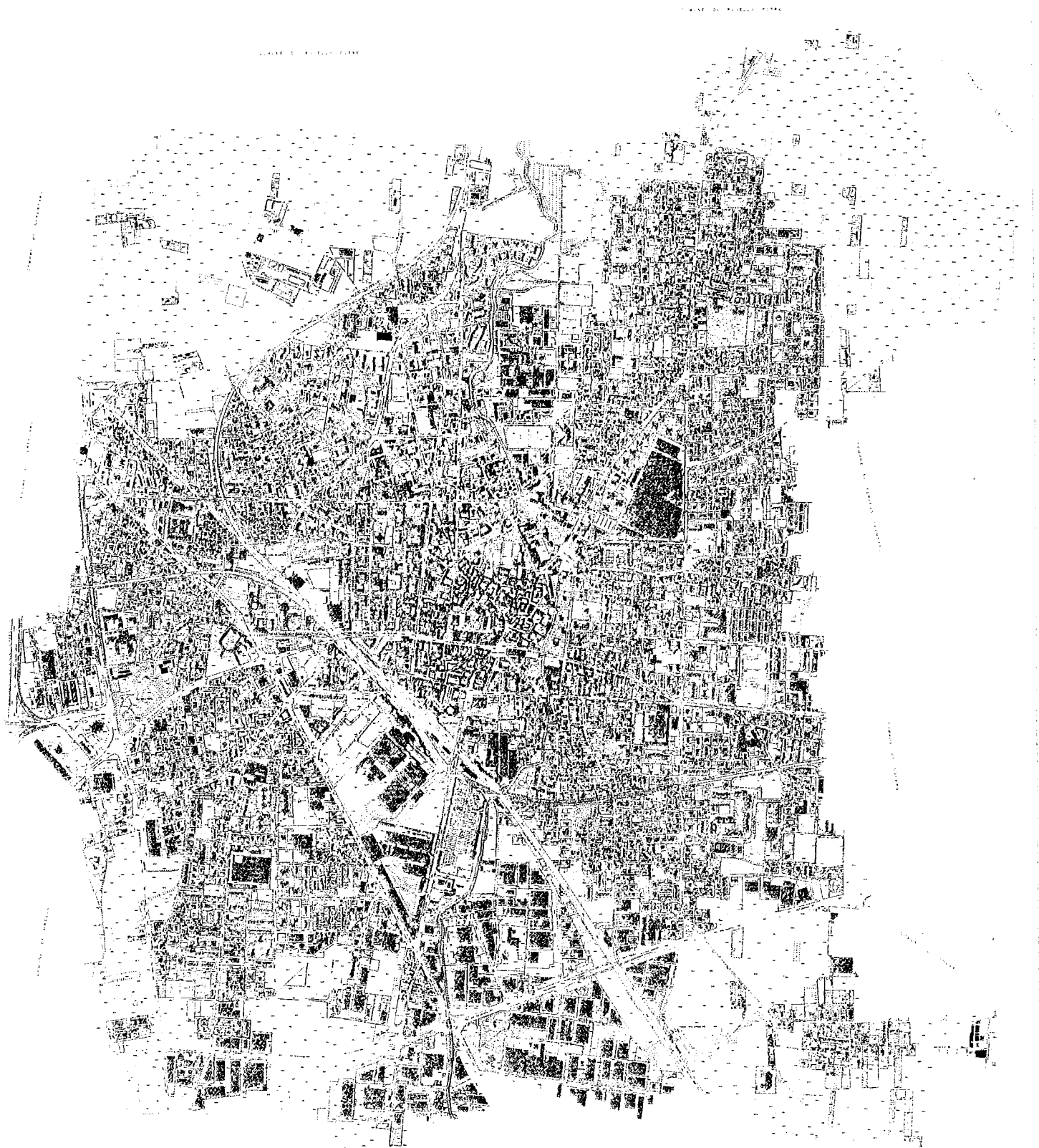
**PROGETTO DI UN CAPANNONE INDUSTRIALE DI PROSSIMA
REALIZZAZIONE A SARONNO (VA) – VIA FERMI
- RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA -**

MONZA, 14 SETTEMBRE 2007

Via Dante, 5 - 20052 Monza (MI)
Tel. 039/2326702 – Fax 039/2319553 – Cell. 348/7213807 – E-mail fusina.srl@iol.it
C.F. e P.IVA 03014210961 - R.E.A. 1624114

1.	PREMESSA.....	2
2.	RIFERIMENTI	2
3.	METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI	3
4.	DESCRIZIONE DEL CANTIERE	3
5.	CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE.....	3
6.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI	3
7.	PROGETTO	5
8.	CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE AMMISSIBILE DEL TERRENO.....	5
9.	CALCOLO DEI CEDIMENTI.....	6
10.	MODULO SFORZI-DEFORMAZIONI E_s	7
11.	CONCLUSIONI	8
	ALLEGATI.....	9

FOTOGRAMMETRICO



1. PREMESSA

La società Edilsat s.r.l. di Saronno (VA) ci ha affidato l'incarico per l'esecuzione di un'indagine geognostica in supporto alla realizzazione di un capannone industriale a Saronno (VA), in via Fermi.

Il programma delle indagini ha previsto l'esecuzione di due prove penetrometriche dinamiche continue SCPT svolte il 6 settembre 2007.

L'indagine, svolta in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa del D.M. 11/3/88 e successive integrazioni, è stata finalizzata principalmente alla definizione delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni di fondazione; lo scopo finale è stato quello di ottenere la capacità portante ammissibile del terreno di fondazione e i suoi cedimenti, parametri necessari per la corretta scelta, impostazione e dimensionamento delle opere fondazionali.

Fanno parte della seguente relazione tecnica i seguenti allegati:

- Ubicazione delle indagini
- Grafici delle prove penetrometriche.

2. RIFERIMENTI

Normative e raccomandazioni

D.M. 11 Marzo 1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate naturali, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*. G.U. - Roma - Mercoledì, 1 Giugno 1988.

Riferimenti bibliografici

- Skempton A.W. (1986). *"Standard Penetration Test Procedures and Effects in Situ Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Ageing and Overconsolidation"* Géotechnique 36, n°2.
- Cestelli Guidi C. (1980). *"Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni"*. Settima Edizione, Hoepli. Vol. 2, pp. 144-188.
- Cestari F. (1990). *"Prove Geotecniche in Sito"*. Geo-Graph. Pp. 207-284.
- R. Lancellotta (1993). *"Geotecnica"*. Zanichelli.

3. METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI

Prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)

La prova penetrometrica standard (Standard Cone Penetration Test) consiste nel misurare il numero di colpi necessario ad infiggere per 30 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste.

Le misure vengono fatte senza soluzione di continuità a partire da piano campagna: ogni 30 cm di profondità si rileva perciò un valore del numero di colpi necessario all'infissione.

Caratteristiche tecniche:

altezza di caduta della mazza: 75 cm; peso della mazza: 73 kg

punta conica: conicità 60°, $\phi = 51$ mm; aste: $\phi = 34$ mm

Il risultato viene dato in forma di grafico, con una linea rappresentante la resistenza che il terreno ha opposto alla penetrazione alla punta (RP).

4. DESCRIZIONE DEL CANTIERE

L'area oggetto di indagine è ubicata in via Fermi. Il piano di inizio indagini, che non presenta significative variazioni di quota, coincide con il piano stradale di via Fermi.

La quota sui grafici di penetrazione è riferita al piano di inizio delle indagini e non allo "zero" di progetto.

5. CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

Nel corso delle indagini non è stata rilevata la presenza di acqua di falda che, nell'area in esame, si trova ad una profondità maggiore di 20 m.

6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI

Le prove mostrano che il terreno è costituito da ghiaia sabbiosa di media compattezza su tutta la verticale di prova.

I parametri geotecnici indicati nel seguito sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite nel corso della campagna di indagini.

I valori adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati sono quelli consigliati da diversi Autori (Peck, Hanson e Thornburn, 1953; K.

Terzaghi e R.B. Peck, 1976; G. Sanglerat, 1979; J.E. Bowles, 1982) e sono stati definiti in modo moderatamente cautelativo.

I valori delle resistenze all'avanzamento delle prove penetrometriche dinamiche sono stati correlati ai valori di N_{SPT} , utilizzati per la valutazione dei parametri di resistenza e deformabilità, mediante la seguente relazione:

$$N_{spt} = 1,5 \times N_{scpt}$$

I valori di resistenza alla penetrazione dinamica ricavati dalle prove in sito sono stati normalizzati in funzione della profondità, del tipo di attrezzatura utilizzata e della caratteristiche granulometriche generali dei terreni, secondo la seguente equazione:

$$N'(60) = N_{SPT} \times 1.08 \times C_r \times C_d \times C_n$$

dove: $N'(60)$ = valore di resistenza normalizzato

C_r = fattore di correzione funzione della profondità

C_d = fattore di correzione funzione del diametro del foro

C_n = fattore di correzione funzione della granulometria del terreno

1.08 = valore di correzione funzione delle caratteristiche di restituzione dell'energia sviluppata dall'attrezzatura

La stima del valore della densità relativa (D_r) è stata eseguita secondo le equazioni proposte da Skempton (1986):

$$D_r \cong \sqrt{N_{60}/60}$$

La valutazione del valore dell'angolo d'attrito mobilizzabile, in termini di sforzi efficaci, è stata effettuata sulla base delle correlazioni proposte da Shmertmann, 1977.

È stata quindi riconosciuta una unità geotecnica, avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Dal piano di inizio indagini al termine

$$N_{SPT} = 23$$

$$\Phi = 34^\circ$$

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 55 \%$$

N.B.: N_{SPT} = numero colpi/30 cm;

Φ = angolo di attrito del materiale;

γ = peso di volume

D_r = densità relativa

7. PROGETTO

E' prevista la realizzazione di un capannone industriale.

La quota di imposta delle fondazioni risulterà a circa - 2.0 metri dal piano stradale.

Per il calcolo della capacità portante ammissibile, dei cedimenti e dei parametri elastici consideriamo fondazioni a plinti isolati che esercitano un carico variabile fra 50, 100 e 200 tonnellate.

8. CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE AMMISSIBILE DEL TERRENO

Una volta conosciuto l'angolo d'attrito del materiale è possibile calcolare la capacità portante ammissibile (D.M. 11/3/88, $F_s = 3$) del terreno di fondazione.

La valutazione della capacità portante ammissibile è stata eseguita sulla base dell'equazione proposta da Brinch-Hansen (1970) basandosi sui parametri geotecnici ricavati dalle prove ed indagini eseguite e riportata nel capitolo precedente; l'equazione adottata, nella sua forma più generale, è la seguente:

$$q_{lim} = 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma + c N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q$$

dove:

q_{lim} [kPa]	= capacità portante limite;
γ [kN/mc]	= peso di volume;
B [m]	= larghezza della fondazione;
c [kPa]	= coesione;
q [kPa]	= $\gamma \times D$ = sovraccarico dovuto al rinterro;
D [m]	= profondità di incasso della fondazione;
N_γ, N_c, N_q [-]	= fattori di capacità portante;
s_γ, s_c, s_q [-]	= fattori forma;
d_γ, d_c, d_q [-]	= fattori profondità.

Alla quota di imposta considerata, cioè – 2.0 metri dal piano stradale, il risultato ottenuto è

$$\sigma_{amm} (Fs = 3) = 220 \text{ kPa}$$

Si consideri però che nei terreni incoerenti la pressione ammissibile di una fondazione è subordinata al cedimento tollerabile dalla sovrastruttura e non dalla capacità portante; si dovrà poi procedere al calcolo dei cedimenti corrispondenti.

9. CALCOLO DEI CEDIMENTI

Questo metodo è basato su un'analisi statistica di oltre 200 casi reali, comprendenti fondazioni di dimensioni variabili tra 0.8 e 135 m. L'espressione per il calcolo dei cedimenti è la seguente:

$$s = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left[\sigma'_{vo} \cdot B^{0.7} \cdot \frac{I_C}{3} + (q' - \sigma'_{vo}) \cdot B^{0.7} \cdot I_C \right],$$

dove: q' = pressione efficace lorda (kPa),

σ'_{vo} = tensione verticale efficace agente alla quota di imposta della fondazione (kPa),

B = larghezza della fondazione (m),

I_C = indice di compressibilità,

f_s, f_H, f_t = fattori correttivi che tengono conto rispettivamente della forma, della spessore dello strato compressibile e della componente viscosa dei cedimenti.

I valori dei cedimenti forniti dall'equazione sopra esposta sono espressi in mm.

Il valore medio di I_C è dato da:

$$I_C = \frac{1.706}{N_{AV}^{1.4}},$$

dove N_{AV} rappresenta la media dei valori N_{SPT} all'interno di una profondità significativa, z_i , deducibile da dati tabulati da Burland & Burbidge (1984) e reperibili in letteratura tecnica.

Se lo strato compressibile ha uno spessore H inferiore ai valori di z_i , nell'equazione per il calcolo del cedimento se ne tiene conto tramite il fattore f_H dalla seguente relazione:

$$f_H = \frac{H}{z_i} \cdot \left(2 - \frac{H}{z_i} \right).$$

Il fattore di forma f_s è dato da:

$$f_s = \left(\frac{1.25 \cdot L / B}{L / B + 0.25} \right)^2.$$

Infine, il fattore correttivo f_t , è dato da:

$$f_t = \left(1 + R_3 + R \cdot \log \frac{t}{3} \right),$$

in cui t = tempo espresso in anni (≥ 3);

R_3 = costante pari a 0.3 nel caso di carichi statici.

Calcolo dei cedimenti - Burland & Burbridge (1984)		
	<i>Tempo, 0 sec</i>	<i>Tempo, 10 anni</i>
Pressione: 220 kPa <i>Quota di imposta: - 2 m da p.s.</i> <i>Carico: 50 t</i>	$s_i = 7 \text{ mm}$	$s_i = 10 \text{ mm}$
Pressione: 220 kPa <i>Quota di imposta: - 2 m da p.s.</i> <i>Carico: 100 t</i>	$s_i = 10 \text{ mm}$	$s_i = 14 \text{ mm}$
Pressione: 220 kPa <i>Quota di imposta: - 2 m da p.s.</i> <i>Carico: 200 t</i>	$s_i = 15 \text{ mm}$	$s_i = 19 \text{ mm}$

10. MODULO SFORZI-DEFORMAZIONI E_s

Il Modulo di Young è definito come il rapporto tra lo sforzo, agente in una determinata direzione, e la deformazione conseguente allo sforzo stesso, secondo la relazione:

$$E = \sigma_z' / \varepsilon_z$$

Dove: σ_z' = sforzo normale agente secondo la direzione z ;
 ε_z = deformazione secondo la direzione z .

Di norma tale valore viene ricavato mediante prove in laboratorio, tuttavia esistono, e sono correntemente utilizzate, delle equazioni empiriche che permettono di correlare il

numero dei colpi N_{SPT} , ottenuti dalle prove in situ, con il valore del Modulo di Young. Nel nostro caso essa si semplifica nel seguente modo:

$$E = 600(N_{SPT} + 6) + 2000$$

Eseguendo i calcoli, per il terreno posto al di sotto della quota di imposta delle fondazioni, otteniamo: **E = 19400 kPa**

11. CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti per mezzo delle indagini e dall'elaborazione dei dati, risulta che il terreno di fondazione dell'edificio in progetto è di natura sabbioso - ghiaiosa, con stato di addensamento buono in corrispondenza del piano di posa delle fondazioni.

I cedimenti delle fondazioni risultano entro i limiti generalmente consentiti anche considerando i carichi più elevati.

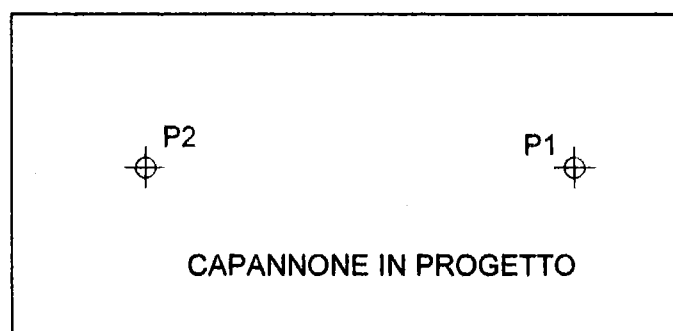
Durante l'indagine geognostica svolta in sito, si è appurato che gli scavi non saranno interessati dalla presenza di acque sotterranee.

Fabio Fusina
dott. geol. Fabio Fusina



ALLEGATI

VIA FERMI



FUSINA S.R.L.

VIA DANTE, 5
20052 MONZA (MI)
TEL. 039/2326702

COMMITTENTE: EDILSAT S.R.L.

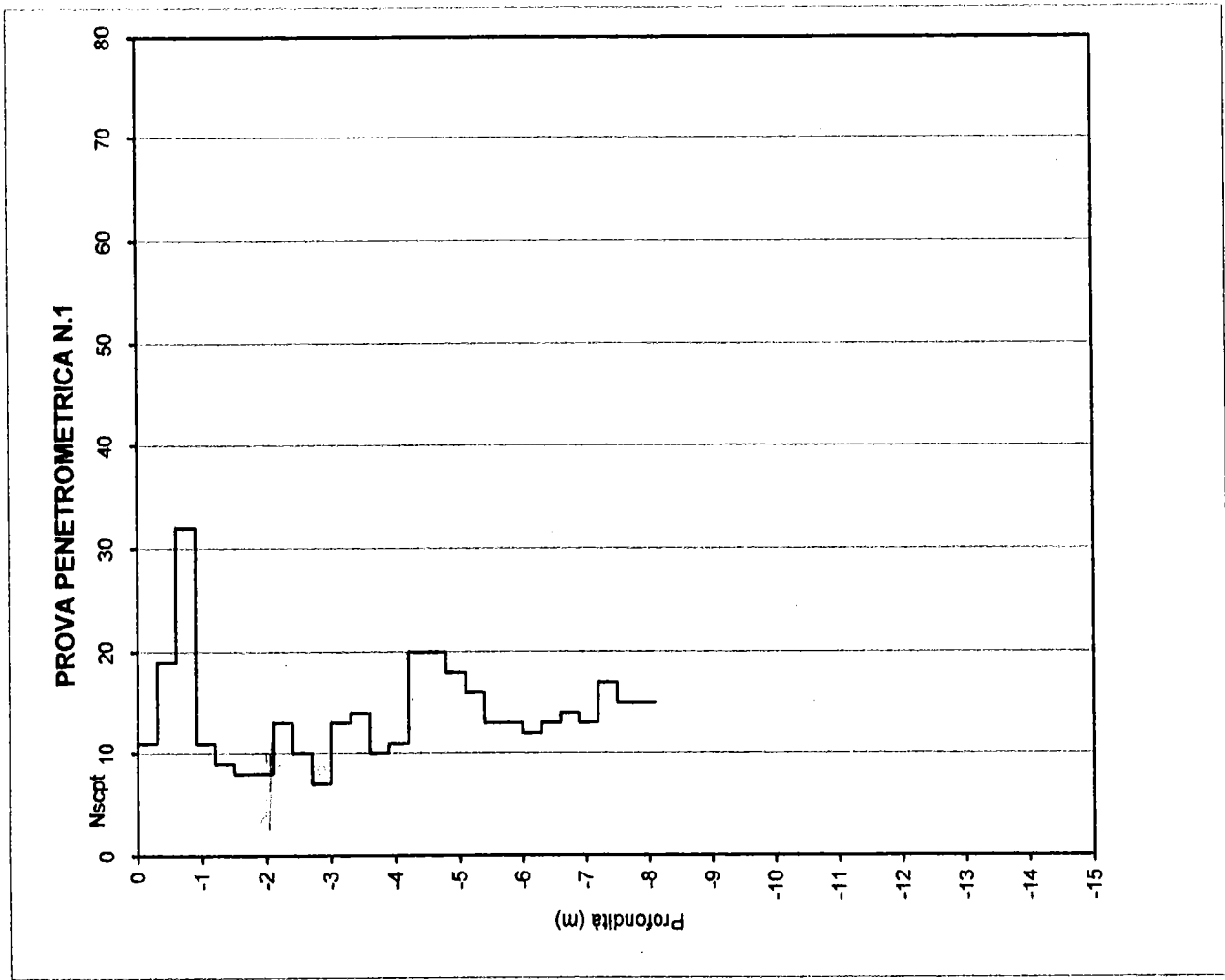
CANTIERE: SARONNO (VA) - VIA FERMI

UBICAZIONE SCHEMATICA DELLE
PROVE PENETROMETRICHE

477_07

COMMITENTE: EDILSAT S.R.L.
 CANTIERE DI SARONNO (VA) - VIA FERMI
 DATA ESECUZIONE PROVE: 06/09/2007
 PROFONDITA' DELLA FALDA: NON RILEVATA
 QUOTA: P.S.
 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T.

Prof	RP	RL	Prof	RP	RL
0	11		15		
	19		15		
	32				
	11				
-1,5	9				
	8		-9		
	8				
	13				
-3	10				
	7		-10,5		
	13				
	14				
	10				
-4,5	11				
	20		-12		
	20				
	18				
	16				
-6	13				
	13		-13,5		
	12				
	13				
	14				
	13				
-7,5	17		-15		



COMMITTENTE: EDILSAT S.R.L.
CANTIERE DI SARONNO (VA) - VIA FERMI
DATA ESECUZIONE PROVE: 06/09/2007
PROFONDITA' DELLA FALDA: NON RILEVATA
QUOTA: P.S.
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T.

Profoi	RP	RL	Profoi	RP	RL
0	12		18		
	24		14		
	18				
	15				
-1,5	13				
	6				
	6				
	10				
	13				
-3	12				
	12				
	13				
	31				
	22				
-4,5	18				
	20				
	17				
	15				
	15				
-6	12				
	14				
	15				
	18				
	15				
-7,5	17				

