



STUDIO TECNICO GEOM. UGO CELOTTI

VIA MINCIO, 22 - C.A.P. 20139 MILANO TEL. 02.5393977 r.a. - FAX 02.5392262

e-mail: studiocelotti@tiscalinet.it

14

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE - RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI
STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE - RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE GEOELETTICHE

ISCRIZIONE SOA N. 404/10/00 - REG. DELLE IMPRESE E COD.FISC. CLT GMR 34P18 H501V - PART. IVA 00064240153

per presa visione
il D. Ingeg. Ugo Celotti

24/05/2005

Milano

5486/069/05

Prot. N.

Spett.le

GRUPPO PARCHEGGI ITALIA S.P.A.

Via Calderon de la Barca n° 2

20100 MILANO

48

OGGETTO: Indagini geognostiche e geotecniche eseguite nel terreno interessato da un'autorimessa interrata di prossima costruzione nel Comune di MONZA (MI) - Piazza TRENTO e TRIESTE.

RELAZIONE GEOTECNICA

OPERE IN CEMENTO ARMATO DEPOSITO IN DATA	OPERE IN CEMENTO ARMATO DENUNCIA N°
- 4 APR. 2007	0707
COMUNE DI MONZA SETTORE EDILIZIA	COMUNE DI MONZA SETTORE EDILIZIA

Premessa

Il presente rapporto analizza i terreni interessati da un'autorimessa interrata nel Comune di MONZA, in Piazza TRENTO e TRIESTE.

I terreni in esame sono stati oggetto di un'indagine geotecnica consistita nell'esecuzione in situ di prove penetrometriche dinamiche continue e di sondaggio geotecnico con prove *SPT* in foro e in laboratorio di analisi granulometriche.

L'utilizzo dei risultati dell'indagine, unitamente alla conoscenza della zona maturata dagli scriventi, ha permesso di esaminare e definire i seguenti argomenti:

- caratterizzazione litostratigrafica e meccanica dei terreni dell'area in esame,
- indicazioni sull'idrologia della zona,
- definizione della tipologia di fondazione più idonea per le strutture in progetto,
- verifiche d'interesse geotecnico delle soluzioni fondazionali previste,
- indicazioni sulle opere di contenimento della spinta delle terre,
- raccomandazioni progettuali ed esecutive.

Normative di riferimento

- DECRETO MINISTERO LL.PP. del 11/03/88: "Norme tecniche riguardanti le indagini



sui terreni, ecc.".

- CIRCOLARE MINISTERO LL.PP. n° 30483 del 24/09/88.
- CIRCOLARE MINISTERO LL.PP. n° 218/24/3 del 9/01/96.
- O.P.C.M. del 20/03/03 n° 3274.

Raccomandazioni e specifiche

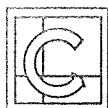
- A.G.I. - ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA - *"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle Indagini geotecniche"* (1977).
- A.S.T.M. D 1586-67 - *"Standard Method for penetration Test and Split Barrel Sampling at Soils"* (1974).
- DEPARTMENT of the NAVY - NAV-FAC DM-7 - *"Soil Mechanics, Foundations, and earth structures"* (1971).

Riferimento altimetrico

Lo zero di riferimento assunto nel seguito è posto alla +1 m dal piano strada di PIAZZA TRENTO E TRIESTE nella posizione indicata nella figura 1.2.

Riferimenti bibliografici

- A.R.S.S. BAZARAA - *"Use of the Standard Penetration Test for Estimating Settlement of Shallow Foundations on Sand"* - Ph. D. Thesis. Illinois (1967).
- J. E. BOWLES - *"Foundation Analysis and Design"* - (1982 e 1988).
- H. J. GIBBS, W. G. HOLTZ *"Research on Determining the Density of Sand by Spoon Penetration Testing"*. Proc. IV ICSMFE (1957).
- M. JAMIOLKOWSKI, E. PASQUALINI - *"Previsioni dei cedimenti delle fondazioni superficiali poggianti su terreni sabbiosi utilizzando ..."* - V Ciclo annuale di conferenze dedicate ai problemi di ingegneria delle fondazioni - TORINO (1974).
- G. G. MEYERHOF - *"The bearing Capacity of Foundations under Eccentric and inclined loads"* - Proc. III ICSMFE (1953).
- E. SCHULTZE, J. MEZEMBACH - *"SPT and Compressibility of Solis"* - V ICSMFE (1961).
- K. TERZAGHI - *"Theoretical Soil Mechanics"* - (1943).
- A. S. VESIC - *"Bearing Capacity of Shallow Foundations"* - FOUNDATIONS ENGINEERING HANDBOOK ed. H.F. Winterkorn, H.I. Fang (1975).



Capitolo 1 **INDAGINE GEOTECNICA**

La dotazione dell'indagine geotecnica è riassunta nella tabella 1.1 seguente.

TABELLA 1.1 – DOTAZIONE DELL'INDAGINE

TIPO	N°
Sondaggio	1
Prova penetr. continua	5
Prova penetr. <i>S.P.T.</i>	13
Granulometria	2

Nelle tabelle 1.2, 1.3 e nella figura 1.1 sono riassunti i risultati più significativi delle prove penetrometriche.

TABELLA 1.2 – RIASSUNTO PROVE PENETROMETRICHE CONTINUE¹

PROVA N°	Q _{pc} m	Q ₁₀ m	Q ₂₀ m	Q ₅₀ m	Q _M m
1	-2.8	-6; -9	-9.3	-14.2	-14.6
2	-2.2	-7.8	-8.4	-14.5	-14.8
3	-1.5	-7.1	-7.4	-12.5	-13.3
4	-2.3	-4.5; -8.5	-8.8	-14.2	-14.6
5	±0	-7.4	-7.4	-12.3	-13.5

TABELLA 1.3 – RIASSUNTO PROVE PENETROMETRICHE *SPT*

PROVA N°	Q _{SPT} m	N _{SPT}
1	-3.9	10
2	-5.2	34
3	-6.6	49
4	-7.9	R
5	-9.3	R
6	-10.6	R
7	-11.9	81
8	-13.3	R
9	-14.6	76
10	-16	R
11	-17.3	67
12	-18.6	39
13	-19.9	R

¹ Nelle tabelle si è indicato con:

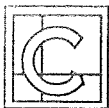
Q_{pc} la quota del piano campagna,

Q_{10/20/50} la quota in cui N ≥ 10/20/50 (N = resistenza penetrometrica continua),

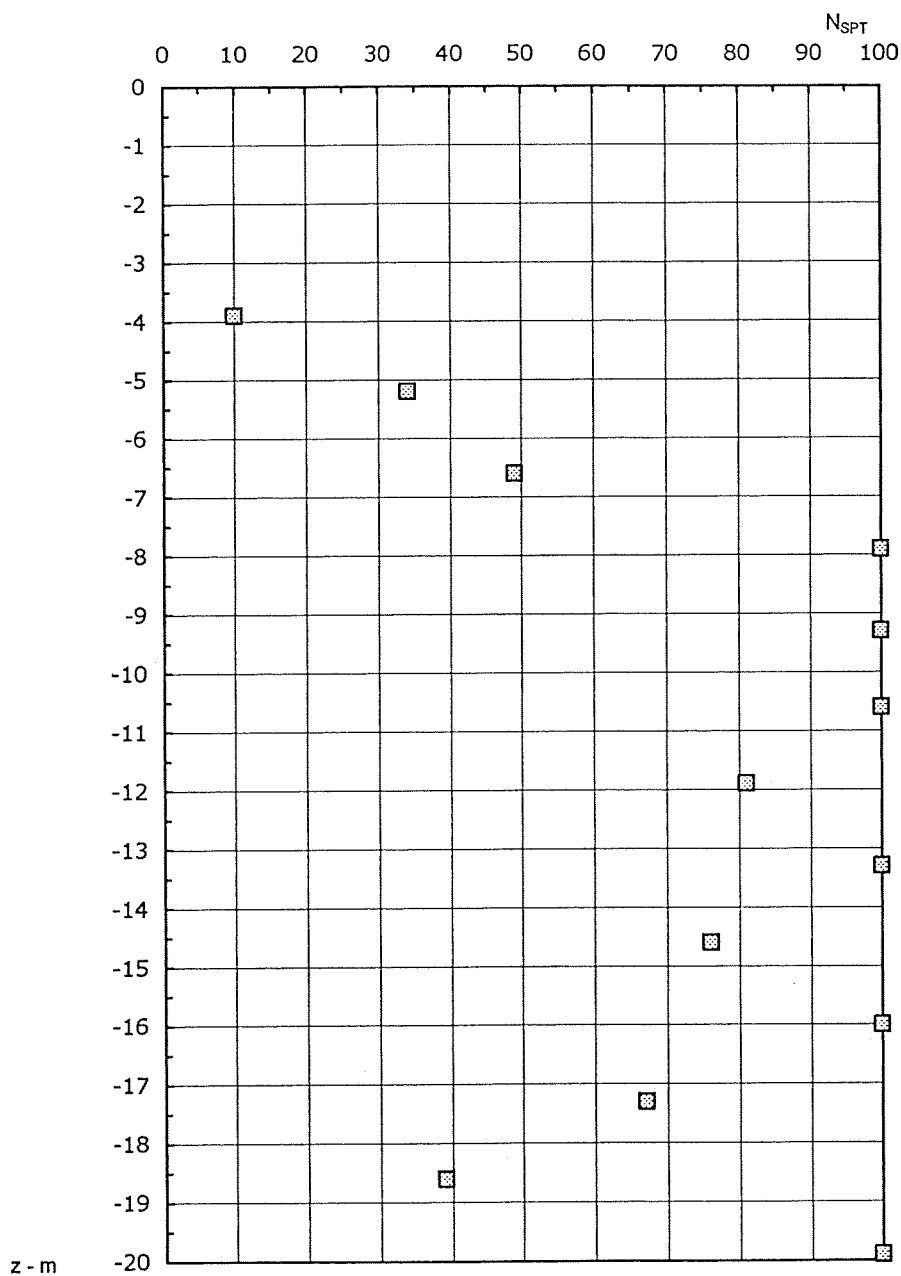
Q_M la quota di fine prova,

Q_{SPT} la quota corrente della prova *SPT*,

N_{SPT} la resistenza penetrometrica.



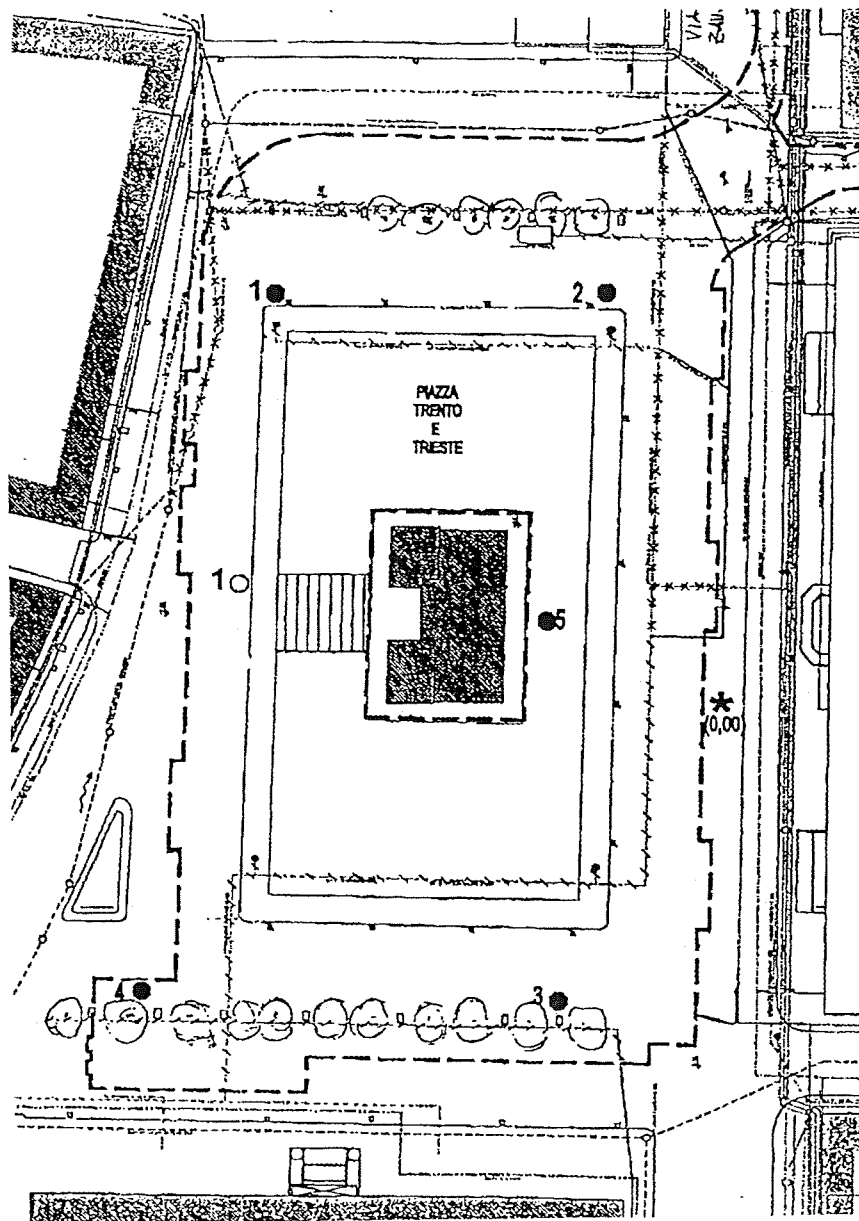
**FIGURA 1.1 – ANDAMENTO CON LA PROFONDITÀ
DELLA RESISTENZA PENETROMETRICA *SPT***



Nella figura 1.2 è riportata la planimetria dell'area d'intervento in cui sono indicate l'ubicazione delle verticali d'indagine e la sagoma di quanto in progetto.



**FIGURA 1.2 – PLANIMETRIA DELL'AREA ED UBICAZIONE
VERTICALI D'INDAGINE**



Nel disegno n° 5486/1 del 28/04/05 sono riportati i risultati dell'indagine con gli identificativi planoaltimetrici delle prove eseguite; nel disegno n° 5486/2 del 12/05/05, sono riportati i risultati delle prove di laboratorio.



Capitolo 2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

2.1 - Natura dei terreni

Dai risultati dell'indagine geotecnica nel suo complesso, i terreni dell'area in esame sono risultati costituiti, al disotto un uno strato di materiale di deposizione antropica di spessore alquanto variabile, da una compagine a prevalente frazione sabbiosa ghiaiosa in matrice debolmente limosa. Nella parte alta, fino alla -13.6 m prevale la frazione sabbiosa.

Si fa rilevare che nel corso della perforazione del sondaggio fino alla massima profondità raggiunta (-22.8 m) sono stati rivenuti con buona frequenza trovanti. Ciò non è stato riscontrato nelle prove continue.

Ciò premesso, facendo riferimento alle resistenze penetrometriche, i terreni dell'area in esame sono schematizzati come di seguito descritti.

PRIMO LIVELLO

È presente dal piano campagna fino alla -7.5÷-9.5 m circa (*cfr.* anche Q_{20} di tabella 1.2).

È costituito nella parte alta da ghiaia con sabbia ovvero da riporto di deposizione antropica passante in profondità a sabbia fine debolmente ghiaiosa. Nel sondaggio si è riscontrata la presenza di alcuni trovanti poligenici di dimensioni massime di 120 mm.

I terreni del primo livello sono caratterizzati dall'avere opposto al penetrometro continuo resistenze molto eterogenee arealmente e con la profondità, comprese significativamente tra 5 e 10 colpi/piede, denotante caratteristiche meccaniche globalmente scadenti.

SECONDO LIVELLO

È presente al disotto del primo e si spinge fino alla massima profondità d'indagine.

È costituito da sabbia e ghiaia spesso con inclusi trovanti granitici con dimensioni analoghe a quelle del primo livello.

È caratterizzato dall'avere opposto il rifiuto al penetrometro continuo dopo pochi metri di penetrazione e resistenze elevate ed anche il rifiuto alla *SPT*. Ciò denota la presenza di materiali a granulometria grossolana di densità elevata.



2.2 - Sismicità dell'area

Si ricorda che il Comune di MONZA è inserito nell'OPCM n° 3274 del 20/03/03 nella **ZONA 4**.

In base a ciò il valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g per la ZONA 4 è prefissato dall'ordinanza pari a:

$$a_g = .05 * g$$

g = accelerazione di gravità.

Sulla scorta dei risultati acquisiti dalle indagini e dalla conoscenza del sito, i terreni in esame, avendo associabili valori di $50 > N_{SPT} > 15$ si ritengono fare parte della **CATEGORIA DI SUOLO C**: *"Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di v_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s"*.

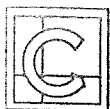
Da ciò conseguono i valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e k_v :

$$k_h = S * a_g / (r * g) = 1.25 * .05 / r$$

$$k_v = .5 k_h.$$

2.3 - Caratteristiche geotecniche dei terreni

Nella tabella 2.1 seguente si riportano le caratteristiche geotecniche medie dei terreni in esame, valutate anche con l'ausilio delle correlazioni indicate nelle note in calce alla tabella, utilizzando i risultati complessivi dell'indagine. A tali parametri potrà essere fatto riferimento nelle calcolazioni di carattere geotecnico.

**TABELLA 2.1 – CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DI RIFERIMENTO²**

LIVELLO	Q_i m	N /	γ kN/m ³	c' kPa	φ gradi	D_r %	m	n	v
PRIMO	-7.5÷-9.5	4÷10	19	~0	23÷28	35÷45	220÷450	.6	.4
SECONDO P.A.	-12.5÷-14.5	20	19	~0	32	60	900	.5	.35
SECONDO P.B.	/	35	19	~0	38	85	1500	.5	.35

2.5 - Idrologia

Nel corso dell'indagine non è stata segnalata la presenza dell'acqua di falda. Dall'archivio della provincia di MILANO risulta che la falda freatica, al marzo 2004, era presente nel territorio comunale di MONZA tra la 130 e la 140 m sul medio mare; considerando che l'area in esame è posta alla 165÷167 m s.m.m. la soggiacenza della freatica non è inferiore a 35 m e quindi questa è posta a profondità tali da non interagire con gli interrati in progetto. Nel seguito pertanto sarà ignorata.

² Nella tabella si è indicato con:

Q_i la quota del letto dello strato,

N la resistenza penetrometrica media corretta tramite il coefficiente $C_N = 2/(1 + \sigma'_v/100)$ che tiene conto dello stato tensionale iniziale del terreno,

γ il peso di volume del terreno naturale,

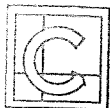
c' la coesione efficace,

φ l'angolo d'attrito calcolato secondo la correlazione del ROAD BRIDGE SPECIFICATION ($\varphi = (15 * N)^{.5} + 15^\circ$) utilizzando il valore di N,

D_r la densità relativa = $(e_n - e_m)/(e_M - e_m)$; e = indice dei vuoti; e_n in situ, e_m minimo; e_M massimo, calcolata secondo le correlazioni di GIBBS-HOLTZ (1975),

m il gradiente del modulo di JOUNG E nella formulazione $E = m (\sigma'_c/\sigma_r)^n \sigma_r$ (JANBU), calcolato secondo la correlazione di JAMIOŁKOWSKI-PASQUALINI (1975) utilizzando la D_r ; σ'_c ; σ_r rispettivamente la pressione di contenimento efficace e la pressione di riferimento, quest'ultima pari a 100 per E e σ_c in kPa,

v il rapporto di POISSON.



Capitolo 3 CARATTERISTICHE SOMMARIE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un'autorimessa interrata avente una pianta di forma pressoché rettangolare con lati pari a $55 \times 100 \text{ m}^2$ circa, con accesso tramite tunnel da Via ZAVATTARI.

Dell'autorimessa non sono note le caratteristiche strutturali e di carico.

Le fondazioni delle strutture dell'autorimessa e del tunnel sono previste impostate alle quote Q_f pari a:

$Q_f = -13 \div -14 \text{ m}$ fondazioni autorimessa

$Q_f = -7 \text{ m}$ fondazioni tunnel.



Capitolo 4 **FONDAZIONI**

4.1 – Definizione della tipologia di fondazione da adottare per le strutture in progetto

4.1.1 - Sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche e meccaniche dei terreni in esame per le strutture dell'autorimessa si ritiene senz'altro ammissibile l'adozione di fondazioni dirette impostate alle prevista quota Q_f sui terreni densi del secondo livello, presenti in tutta l'area.

4.1.2 - Le fondazioni del tunnel al contrario, essendo più superficiali, interessano i terreni del primo livello che, in corrispondenza della prova n° 2 più prossima al tunnel, risultano particolarmente sciolti.

Per tale struttura non si ritiene ammissibile alla Q_f l'adozione di fondazioni dirette. Si potrà adottare in alternativa:

- **a)** fondazioni isolate a plinto o nastriforme impostate direttamente o tramite bonifica sui terreni del secondo livello; essendo questi presenti in corrispondenza dei tunnel (cfr. prova n° 2) alla - 7.8 m, la bonifica dovrà avere uno spessore di .8 m circa,
- **b)** fondazione a platea su terreno regolarizzato.

4.2 – Analisi fondazioni autorimessa

Nel seguito sono analizzate le fondazioni sopra prospettate considerate impostate alla -13 m, direttamente sui terreni del secondo livello.

4.2.1 - Ipotesi e modalità di calcolo

I calcoli sono condotti adottando le ipotesi e le modalità di seguito elencate.

CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE

- **a)** Il metodo classico adottato considera il terreno incompressibile ed in condizioni di rottura generale e permette di ottenere la CAPACITÀ PORTANTE LIMITE q_l relativa a fondazioni superficiali. Per tenere in conto della compressibilità del suolo viene introdotto l'indice di rigidezza secondo VESIC (1975) che rapportato all'indice critico permette di ottenere un coefficiente di riduzione della q_l variabile al variare della rigidezza dei terreni interessati dalle fondazioni.

La CAPACITÀ PORTANTE AMMISSIBILE q_a viene dedotta dalla q_l introducendo un opportuno coefficiente di sicurezza alla rottura, in linea con la nor-



mativa vigente.

- **b)** Sono adottate nell'analisi le espressioni indicate da MEYERHOF, HANSEN e VESIC. La capacità portante proposta è il risultato della media aritmetica dei valori ottenuti con i tre metodi.
- **c)** I parametri geotecnici utilizzati nella valutazione della q_i , principalmente la resistenza al taglio e la deformabilità sono dedotti dalla caratterizzazione del suolo esposta nel capitolo 2. Al riguardo si sono adottati i valori più conservativi opportunamente mediati entro lo spessore significativamente interessato dalle fondazioni.
- **d)** Le fondazioni sono state considerate immorsate per .7 m. Tale condizione dovrà essere minimamente rispettata in quanto l'immorsamento interviene direttamente come elemento stabilizzante della fondazione.

CALCOLO CEDIMENTI

- **e)** Per il calcolo dei cedimenti si sono utilizzati due metodi di differente impostazione teorica.
In uno il terreno viene considerato come semispazio elastico omogeneo ed isotropo caratterizzato da un modulo elastico equivalente derivato da quanto esposto nel capitolo 2, nell'altro i cedimenti sono valutati mediante l'introduzione diretta della resistenza penetrometrica, assunta nel valore medio ponderale entro lo spessore significativamente interessato dalla fondazione.
- **f)** I cedimenti calcolati sono da considerare come cedimenti immediati, sviluppantisi quindi al momento dell'applicazione dei carichi.

4.2.2 - Risultati dei calcoli

Con le modalità e le ipotesi sopra illustrate, nell'appendice di calcolo sono riportati i parametri ed i risultati dei calcoli di capacità portante e di cedimento. Nelle medesime pagine sono altresì esposte sinteticamente le equazioni relative ai metodi di calcolo sopra descritti.

I risultati sono riassunti nelle tabelle 4.1 e 4.2 seguenti.

**TABELLA 4.1 – RIASSUNTO DEI CALCOLI DI CAPACITÀ PORTANTE E DI CEDIMENTO³**

TIPO	B m	q_l kPa	q_a kPa	w cm
PLINTO QUADRATO	1	610	203.3	.1
	2	883	294.3	.4
	3	1172.8	390.9	.8
	4	1451.5	405.9	1.2
	5	1725.3	343.3	1.5
NASTRIFORME	1	507.6	169.2	.2
	1.5	653.5	217.8	.4
	2	854.8	284.9	.7
	3	1246.2	415.4	1.4
	4	1631.3	353.4	2

TABELLA 4.2 – CARATTERISTICHE ELASTICHE EQUIVALENTI

TIPO	B m	E kPa	k_{vm} kN/m ³	k_{si} kN/m ³
PLINTO QUADRATO	1	33842	149442	214457
	2	46800	72917	106286
	3	58329	52062	76176
	4	67936	41677	60891
	5	76451	35350	51492
NASTRIFORME	1	40392	95853	143180
	1.5	48592	58910	88366
	2	59065	42494	63569
	3	76830	29654	44145
	4	92397	23759	35343

Le fondazioni dei tunnel, nella soluzione indicata nel punto 4.1.2 - a), interessando i medesimi terreni delle fondazioni dell'autorimessa, potranno essere dimensionate adottando quanto sopra indicato per le fondazioni dell'autorimessa.

³ Nelle tabelle si è indicato con:

B la larghezza/lato della fondazione,

q_l la portata limite nei confronti della rottura del terreno,

q_a la portata ammissibile nei confronti della rottura del terreno con associato un cedimento $w \leq 1.5$ e 2 cm rispettivamente in riferimento alle fondazioni isolate e nastroformi,

w il cedimento medio sotto la pressione q_a ,

E il modulo di elasticità verticale riferito a terreno alla BOUSSINESQ,

k_{vm} il coefficiente medio di sottofondo verticale per terreno alla WINKLER = (q_a/w) ,

k_{si} il coefficiente di sottofondo verticale tangente iniziale riferito alla funzione di tipo iperbolico:

$$q_t = q_l * k_{si} * w_t / (q_l + k_{si} * w_t).$$



4.2.3 – Indicazioni progettuali

- a) La pressione di contatto fondazione-terreno q_t potrà essere calcolata nel rispetto della seguente espressione (MEYERHOF - 1953):

$$q_t = N / [(B_1 - 2 * e_1) * (B_2 - 2 * e_2)] \leq q_a$$

dove:

$e_1, e_2 = M_1/N, M_2/N,$

$N =$ risultante forze verticali in fondazione,

$M_1, M_2 =$ coppie in fondazione.

- b) I cedimenti calcolati sono da considerare sviluppantisi entro breve tempo dall'applicazione dei carichi.

Nei calcoli per il progetto delle fondazioni si consiglia di assumere i valori del coefficiente di sottofondo verticale per terreno ipotizzato alla WINKLER ovvero i valori del modulo elastico verticale equivalente per terreno alla BOUSSINESQ riportati nella già citata tabella 4.2.

La notevole eterogeneità stratigrafica consiglia di prevedere nella progettazione una variabilità delle caratteristiche di deformabilità sopra esposte entro un *range* del $\pm 20\%/10$ m.

- c) I cedimenti indicati sono da considerare relativi a fondazioni non interagenti.

Qualora il progetto prevedesse fondazioni poste ad interassi i inferiori a:

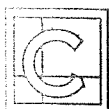
$$i_f = \alpha * (B_1 + B_2) / 2$$

dove α è il coefficiente d'influenza pari a 1.75 e 2 per fondazioni a plinto e continue contigue con lati pari a B_1 e B_2 , i cedimenti delle fondazioni saranno superiori a quelli esposti nella tabella 4.1 e saranno valutati in relazione alla geometria di progetto.

4.3 – Fondazioni a platea dei tunnel

Dei tunnel non sono note le caratteristiche dimensionali e di carico per cui non è possibile condurre un'analisi del comportamento delle platee di fondazione.

Nell'ipotesi che queste presentino una larghezza dell'ordine dei 5 m, ed abbiano associata una pressione di contatto con il terreno inferiore o eguale a quella del terreno asportato (fondazioni compensate), vengono fornite le



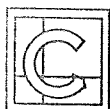
seguenti indicazioni.

- Le platee sono da considerare senz'altro stabili nei confronti della rottura del terreno con associati coefficienti di sicurezza superiori a quelli previsti dalla normativa vigente e normalmente adottati nella prassi progettuale in quanto compensate.
- I cedimenti sono da prevedere alquanto ridotti essendo sviluppati secondo la curva di ricarica.

Sono da ritenere in gran parte dovuti a terreni granulari e quindi del tipo istantaneo; si escludono quindi cedimenti differiti nel tempo per assenza di livelli di terreno fine a bassa permeabilità.

Si può in prima analisi prevedere un coefficiente di sottofondo verticale k_v medio per terreno alla WINKLER pari a:

$$k_v = 11000 \text{ kN/m}^3 (\pm 20\%).$$



Capitolo 5 **RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE**

5.1 – Preparazione terreno d'imposta delle fondazioni del tunnel

5.1.1 – Fondazioni a plinto e nastriformi

Le fondazioni del tunnel nella soluzione indicata in 4.1.2 – a) sono state considerate impostate alla quota di progetto su un bonifico spinto fino ai terreni sabbio-ghiaiosi in posto costituenti il secondo livello.

Sarà indispensabile quindi in corso d'opera la visione critica dei terreni presenti alla Q_f per definire, per la singola fondazione, la quota d'imposta della bonifica che in corrispondenza della verticale d'indagine più prossima al tunnel avrà uno spessore di previsione ΔH pari a .8 m.

La bonifica sarà costituita da calcestruzzo magro.

5.1.2 – Fondazioni a platea

Considerata la notevole eterogeneità dei terreni d'imposta, se ne consiglia un'adeguata preparazione che potrà consistere in:

- sbancamento generale fino al raggiungimento della quota d'imposta,
- bonifica delle aree⁴ dove sono presenti al fondo dello scavo o nelle immediate vicinanze, livelli di terreno particolarmente molli o altri materiali ritenuti inidonei,
- vibrocompattazione del fondo scavo così regolarizzato mediante n° 5+5 passate incrociate di un rullo vibrante di peso pari a 150 KN procedente ad una velocità non superiore a 1.5 Km/h,
- eventuale messa in livello delle aree che durante la vibrocompattazione avessero subito abbassamenti importanti, non compensabili con il magrone di regolarizzazione; tale operazione dovrà essere eseguita sempre con la messa in opera di inerte vibrocompattato,
- successiva posa del magrone di regolarizzazione e getto della fondazione.



⁴ Condizione non rilevata dall'indagine ma non escludibile a priori considerata la notevole eterogeneità dei terreni e il numero limitato di verticali d'indagine. La bonifica potrà essere costituita da inerte con il 70% di ghiaia e ghiaietto, il 25% di sabbia e il 5% di fino deposti a strati. Gli spessori degli strati di stesura saranno funzione dell'apparecchiatura di compattazione adottata e comunque non superiore a .3 m. In ogni caso i materiali stesi dovranno raggiungere il 97.5% dell'OTTIMO DI PROCTOR MODIFICATO.



STUDIO TECNICO Geom. UGO CELOTTI

APPENDICE di CALCOLO

ANALISI FONDAZIONI DIRETTE

- Calcolo capacita' portante
- Calcolo cedimenti



STUDIO TECNICO Geom. UGO CELOTTI

ANALISI FONDAZIONI DIRETTE

FONDAZIONI ISOLATE

Unita' di misura: KN; KPa; m; gradi sess.
1 KN=.1 t; 1 KPa=.1 t/mq

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

STRATO N.	Ql	FI	c	m	n	v	Nm
1	15.0	32.0	0.0	900	0.50	0.35	20.0
2	\	34.0	0.0	1200	0.50	0.35	30.0

Ql = quota letto strato
FI = angolo d' attrito
c = coesione media
m = grad. mod. elast.
n = espon. del modulo
v = rapp. di Poisson
Nm = num. medio colpi
del penetrometro
Gs; Gi = peso di volume
terreno sopra e
sotto la fondaz.

SPESSORE INTERESSATO DALLA FONDAZIONE: B * 2

Cal N.	Gs	Gi	FI	c	m	n	v	Nm
1	17.0	19.0	32.0	0.0	900	0.50	0.35	20.0
2	17.0	19.0	32.7	0.0	1000	0.50	0.35	23.3
3	17.0	19.0	33.1	0.0	1067	0.50	0.35	25.6
4	17.0	19.0	33.3	0.0	1100	0.50	0.35	26.7
5	17.0	19.0	33.5	0.0	1120	0.50	0.35	27.3

COEFF. MOLTIPLICATIVO DEI FATTORI DI PROFONDITA' = 0.0

COEFF. DI SICUREZZA ALLA ROTTURA DEL TERRENO $F_s = 3.0$ SPESSORE TERRENO DEFORMABILE SOTTO LA FONDAZIONE $D_h = 30.0$

ANDAMENTO RESISTENZA PENETR. TERRENO SOTTO FONDAZIONE: CRESCENTE.

TERRENO INTERESSATO DALLA FONDAZIONE: GHIAIA E SABBIA.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Cal. N.	Tipo Fond.	B	L	Qpc	Qcf	Qf	Qw
1	ISOL	1.00	1.00	2.0	12.3	13.0	n.p.
2	ISOL	2.00	2.00	2.0	12.3	13.0	n.p.
3	ISOL	3.00	3.00	2.0	12.3	13.0	n.p.
4	ISOL	4.00	4.00	2.0	12.3	13.0	n.p.
5	ISOL	5.00	5.00	2.0	12.3	13.0	n.p.

B = lato m i n o r e
L = lato maggiore
QUOTE :
Qpc = campagna in eser.
Qcf = calpestio infer.
Qf = imposta fondaz.
Qw = livello a c q u a

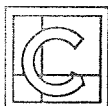
ESPRESSIONE UTILIZZATA PER IL CALCOLO DELLA PORTATA LIMITE q_l

$q_l = c N_c s_c d_c i_c g_c f_c + q_s N_q s_q d_q i_q g_q f_q + 1.5 G_i B N_g s_g d_g i_g g_g f_g$
(per significato dei simboli e sviluppo dei calcoli cfr. pag. seguente).



CALCOLO CAPACITA' PORTANTE

Calc.	1	2	3	4	5	<u>METODO DI</u> <u>VESIC</u>
Nc	35.49	37.55	39.01	39.77	40.23	FATTORI di
Nq	23.18	25.08	26.44	27.16	27.60	capacita' portante
Ng	30.21	33.44	35.79	37.04	37.81	del terreno
sc	1.65	1.67	1.68	1.68	1.69	FATTORI di
sq	1.62	1.64	1.65	1.66	1.66	forma della
sg	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	fondazione
cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	FATTORI di
cq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	compressibilita'
cg	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	del terreno
dc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	FATTORI di
dq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	profondita'
IR	790.6	705.0	642.0	588.6	545.3	INDICE di RIGIDEZZA
IC	85.49	91.81	96.36	98.74	100.21	INDICE CRITICO
ic	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	FATTORI di
iq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	inclin. ed eccentric.
ig	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	del carico
Gi	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	Gi medio signific.
qs	11.90	11.90	11.90	11.90	11.90	(Qf - Qcf) * Gs
ql	620.37	870.91	1131.91	1380.16	1622.98	
qa=ql/Fs	206.79	290.30	377.30	460.05	540.99	
Nc	35.49	37.55	39.01	39.77	40.23	<u>METODO DI</u> <u>HANSEN</u>
Nq	23.18	25.08	26.44	27.16	27.60	
Ng	20.79	23.15	24.89	25.81	26.37	
sc	1.65	1.67	1.68	1.68	1.69	
sq	1.62	1.64	1.65	1.66	1.66	
sg	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	
cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
cq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
cg	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
dc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
dq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
IR	790.6	705.0	642.0	588.6	545.3	
IC	85.49	91.81	96.36	98.74	100.21	
ic	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
iq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
ig	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Gi	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	
qs	11.90	11.90	11.90	11.90	11.90	
ql	566.63	753.69	945.44	1124.06	1297.08	
qa=ql/Fs	188.88	251.23	315.15	374.69	432.36	



Calc.	1	2	3	4	5	METODO DI MEYERHOF
Nc	35.49	37.55	39.01	39.77	40.23	
Nq	23.18	25.08	26.44	27.16	27.60	
Ng	22.02	24.70	26.67	27.72	28.37	
sc	1.65	1.67	1.68	1.69	1.69	
sq	1.33	1.33	1.34	1.34	1.35	
sg	1.33	1.33	1.34	1.34	1.35	
cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
cq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
cg	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
dc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
dq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
IR	790.6	705.0	642.0	588.6	545.3	
IC	85.49	91.81	96.36	98.74	100.21	
ic	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
iq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
ig	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Gi	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	
qs	11.90	11.90	11.90	11.90	11.90	
ql	642.87	1024.53	1441.18	1850.20	2255.97	
qa=ql/Fs	214.29	341.51	480.39	616.73	751.99	

PORTATA MEDIA
(VESIC, HANSEN e MEYERHOF)

Calc.	1	2	3	4	5
ql	609.96	883.04	1172.85	1451.48	1725.35
qa=ql/Fs	203.32	294.35	390.95	483.83	575.12

CALCOLO DEI CEDIMENTI

$$w1 = ar \cdot af \cdot ad \cdot B \cdot (1-v^2) \cdot [(qa-q)/E + q/Es]$$

$$w2 = ff \cdot fh \cdot ft \cdot [q \cdot B^{-1} \cdot Icc/3 + (qa - q) \cdot B^{-1} \cdot Icc]$$

Calc.	1	2	3	4	5	
ar	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	FATTORE di RIGIDEZ.
af	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	FATTORE di FORMA
ad	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	FATTORE di PROFOND.
qa	203.32	294.35	390.95	483.83	575.12	PRESSIONE TERRENO
q	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	(Qf - Qpc) * Gs
E	33842	46800	58329	67936	76451	MODULO PRIMO CARICO
Es	96952	133042	164561	190504	213251	MODULO RICOMPRESS.
w1	0.11	0.35	0.65	1.00	1.39	CEDIM.cm-BOWLES 1982
kv1	180540	85173	60220	48395	41362	COEFF. SOTTOF. VERT
ff	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	FATTORE di FORMA
fh	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	FATTORE di COMPRES.
ft	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	FATTORE di VISCOS.
Icc	0.019	0.015	0.013	0.013	0.012	IND. di COMPRESS.
zi	1.085	1.644	2.185	2.711	3.221	PROFOND. SIGNIFIC.
w2	0.17	0.49	0.89	1.38	1.96	CEDIM.cm-BURLAND 984
kv2	118344	60661	43905	34959	29338	COEFF. SOTTOF. VERT
wm	0.14	0.42	0.77	1.19	1.68	CEDIMENTO MEDIO cm
kvm	149442	72917	52062	41677	35350	COEFF.SOTTOF. MEDIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

STRATO N.	Ql	FI	c	m	n	v	Nm
1	15.0	32.0	0.0	900	0.50	0.35	20.0
2	\	35.0	0.0	1200	0.50	0.35	30.0

Ql = quota letto strato
FI = angolo d' attrito
c = coesione media
m = grad. mod. elast.
n = espon. del modulo
v = rapp. di Poisson
Nm = num. medio colpi
del penetrometro
Gs; Gi = peso di volume
terreno sopra e
sotto la fondaz.

SPESSORE INTERESSATO DALLA FONDAZIONE: $B * 2$

Cal N.	Gs	Gi	FI	c	m	n	v	Nm
1	17.0	19.0	32.0	0.0	900	0.50	0.35	20.0
2	17.0	19.0	32.3	0.0	933	0.50	0.35	21.7
3	17.0	19.0	33.0	0.0	1000	0.50	0.35	25.0
4	17.0	19.0	33.7	0.0	1067	0.50	0.35	28.3
5	17.0	19.0	34.0	0.0	1100	0.50	0.35	30.0

COEFF. MULTIPLICATIVO DEI FATTORI DI PROFONDITA' = 0.0
COEFF. DI SICUREZZA ALLA ROTTURA DEL TERRENO $F_s = 3.0$
SPESSORE TERRENO DEFORMABILE SOTTO LA FONDAZIONE $D_h = 30.0$
ANDAMENTO RESISTENZA PENETR. TERRENO SOTTO FONDAZIONE: CRESCENTE.
TERRENO INTERESSATO DALLA FONDAZIONE: GHIAIA E SABBIA.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Cal. N.	Tipo Fond.	B	L	Qpc	Qcf	Qf	Qw
1	NASTR	1.00	/	2.0	12.3	13.0	n.p.
2	NASTR	1.50	/	2.0	12.3	13.0	n.p.
3	NASTR	2.00	/	2.0	12.3	13.0	n.p.
4	NASTR	3.00	/	2.0	12.3	13.0	n.p.
5	NASTR	4.00	/	2.0	12.3	13.0	n.p.

B = largh. fondazione

QUOTE :
Qpc = campagna in eser.
Qcf = calpestio infer.
Qf = imposta fondaz.
Qw = livello a c q u a

ESPRESSIONE UTILIZZATA PER IL CALCOLO DELLA PORTATA LIMITE q_l

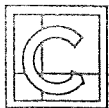
$q_l = c N_c s_c d_c i_c + q_s N_q s_q d_q i_q + 0.5 G_i B N_g s_g d_g i_g$
(per significato dei simboli e sviluppo dei calcoli cfr. pag. seguente).



CALCOLO CAPACITA' PORTANTE

Calc.	1	2	3	4	5	METODO DI VESIC
Nc	35.49	36.50	38.64	40.94	42.16	FATTORI di
Nq	23.18	24.10	26.09	28.27	29.44	capacita' portante
Ng	30.21	31.78	35.19	38.99	41.06	del terreno
sc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	FATTORI di
sq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	forma della
sg	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	fondazione
cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	FATTORI di
cq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	compressibilita'
cg	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	del terreno
dc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	FATTORI di
dq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	profondita'
IR	715.2	645.7	605.5	535.6	483.1	INDICE di RIGIDEZZA
IC	190.97	198.96	216.24	235.46	245.87	INDICE CRITICO
ic	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	FATTORI di
iq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	inclin. ed eccentric.
ig	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	del carico
Gi	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	Gi medio signific.
qs	11.90	11.90	11.90	11.90	11.90	(Qf - Qcf) * Gs
ql	562.84	739.74	979.06	1447.76	1910.76	
qa=ql/Fs	187.61	246.58	326.35	482.59	636.92	

						METODO DI HANSEN
Nc	35.49	36.50	38.64	40.94	42.16	
Nq	23.18	24.10	26.09	28.27	29.44	
Ng	20.79	21.94	24.44	27.25	28.77	
sc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
sq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
sg	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
cq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
cg	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
dc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
dq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
IR	715.2	645.7	605.5	535.6	483.1	
IC	190.97	198.96	216.24	235.46	245.87	
ic	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
iq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
ig	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Gi	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	
qs	11.90	11.90	11.90	11.90	11.90	
ql	473.27	599.45	774.90	1112.98	1443.76	
qa=ql/Fs	157.76	199.82	258.30	370.99	481.25	



METODO DI MEYERHOF

Calc.	1	2	3	4	5
Nc	35.49	36.50	38.64	40.94	42.16
Nq	23.18	24.10	26.09	28.27	29.44
Ng	22.02	23.32	26.17	29.38	31.15
sc	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
sq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
sg	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cg	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
dc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
dq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
IR	715.2	645.7	605.5	535.6	483.1
IC	190.97	198.96	216.24	235.46	245.87
ic	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
iq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ig	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Gi	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
qs	11.90	11.90	11.90	11.90	11.90
ql	486.60	621.21	810.38	1177.90	1539.29
qa=ql/Fs	162.20	207.07	270.13	392.63	513.10

**PORTATA MEDIA
(VESIC, HANSEN e MEYERHOF)**

Calc.	1	2	3	4	5
ql	507.57	653.47	854.78	1246.21	1631.27
qa=ql/Fs	169.19	217.82	284.93	415.40	543.76

CALCOLO DEI CEDIMENTI

$$w1 = ar \cdot af \cdot ad \cdot B \cdot (1-v^2) \cdot [(qa-q)/E + q/Es]$$

$$w2 = ff \cdot fh \cdot ft \cdot [q \cdot B^{-1} \cdot Icc/3 + (qa - q) \cdot B^{-1} \cdot Icc]$$

Calc.	1	2	3	4	5	
ar	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	FATTORE di RIGIDEZ.
af	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	FATTORE di FORMA
ad	0.70	0.77	0.81	0.85	0.88	FATTORE di PROFOND.
qa	169.19	217.82	284.93	415.40	543.76	PRESSIONE TERRENO
q	169.19	187.00	187.00	187.00	187.00	(Qf - Qpc) * Gs
E	40392	48592	59065	76830	92397	MODULO PRIMO CARICO
Es	108994	129512	154402	195041	229341	MODULO RICOMPRESS.
w1	0.17	0.37	0.71	1.53	2.52	CEDIM.cm-BOWLES 1982
kv1	102041	58964	40283	27077	21595	COEFF. SOTTOF. VERT
ff	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	FATTORE di FORMA
fh	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	FATTORE di COMPRES.
ft	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	FATTORE di VISCOS.
Icc	0.019	0.017	0.014	0.012	0.011	IND. di COMPRESS.
zi	1.085	1.366	1.644	2.185	2.711	PROFOND. SIGNIFIC.
w2	0.19	0.37	0.64	1.29	2.10	CEDIM.cm-BURLAND 984
kv2	89665	58857	44706	32230	25923	COEFF. SOTTOF. VERT
wm	0.18	0.37	0.67	1.41	2.31	CEDIMENTO MEDIO cm
kvm	95853	58910	42494	29654	23759	COEFF.SOTTOF. MEDIO

(48)

13

Dott. Lorenzo Cadrobbi
Dott. Michele Nobile
Dott. Stefano Paternoster
Dott. Claudio Valle

**DEFINIZIONE DEI LINEAMENTI GEOLOGICI E
GEOTECNICI DELL'AREA DI PIAZZA TRENTO E
TRIESTE A MONZA**

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

OPERE IN CEMENTO ARMATO
DEPOSITO IN DATA
- 4 APR. 2007
COMUNE DI MONZA
SETTORE EDILIZIA

OPERE IN CEMENTO ARMATO
DENUNCIA N°
0707
COMUNE DI MONZA
SETTORE EDILIZIA

Committente:

**PARCHEGGIO PIAZZA
TRENTO E TRIESTE**

Rel. 2183/01/05

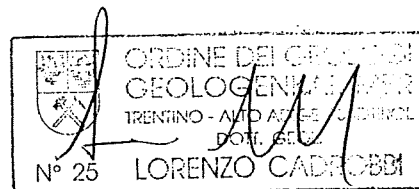


PARCHEGGIO PIAZZA TRENTO E TRIESTE S.r.l.

DEFINIZIONE DEI LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOTECNICI DELL'AREA DI PIAZZA TRENTO E TRIESTE A MONZA

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

Visto
il D.D. *[signature]*



REL. 2183/01/05

FM OTTOBRE 2005

"Questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto dello Studio
"GEOLOGIA APPLICATA" (legge 22 aprile 1941 nr. 633, art. 2575 e segg. c.c.)

38016 Mezzocorona (TN) - Via del Teroldego, 1 - Tel. 0461/605904 - Fax 0461/606500 - E-mail: info@geologiaapplicata.it -
C.F. e P.IVA 01460020233

**DEFINIZIONE DEI LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOTECNICI
DELL'AREA DI PIAZZA TRENTO E TRIESTE A MONZA**

RELAZIONE GEOLOGICA -GEOTECNICA

1	PREMESSA.....	2
2	CAMPAGNE GEOGNOSTICHE.....	3
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
2.2	INDAGINI DIRETTE.....	3
2.3	PROVE DI LABORATORIO.....	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
4	IDROGEOLOGIA.....	5
5	PARAMETRAZIONE GEOTECNICA.....	6
5.1	INTERPRETAZIONE PROVE SPT.....	7
6	SITUAZIONE STRATIGRAFICA.....	9
7	CONCLUSIONI.....	11

**DEFINIZIONE DEI LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOTECNICI
DELL'AREA DI PIAZZA TRENTO E TRIESTE A MONZA**

RELAZIONE GEOLOGICA -GEOTECNICA

1 PREMESSA

Su incarico e per conto del committente, Parcheggio Piazza Trento e Trieste s.r.l., vengono di seguito esposti i lineamenti geologici e geotecnici principali dell'area di Piazza Trento e Trieste, nel comune di Monza, che sarà interessata da un parcheggio interrato. La definizione delle caratteristiche geologiche e geotecniche si basa su una mirata campagna geognostica, corredata da prove di laboratorio, condotta dalla ditta IMPREFOND, riportata in dettaglio al CAPITOLO 2 ed in APPENDICE 1, e su prove di laboratorio eseguite dalla ditta GEOMISURE di Mezzocorona (Tn), riportate al CAPITOLO 3 ed in APPENDICE 2.

Per lo scopo sono state utilizzate anche le informazioni provenienti da una prima campagna geognostica, eseguita nell'area dalla ditta CELOTTI (28/4/05), che è consistita in 1 sondaggio con esecuzione di prove SPT, in 5 prove penetrometriche dinamiche e in diverse analisi granulometriche¹, a cui si rimanda per un'ulteriore trattazione esaustiva.

Lo studio, supportato da 2 campagne di indagini dirette eseguite nell'area e da prove di laboratorio dettagliate al CAPITOLO 3, ha consentito di ricostruire la struttura geologica del territorio indagato, sia in termini stratigrafici che geotecnici, condizione indispensabile per la comprensione delle caratteristiche del sottosuolo interessato dalle opere progettuali.

¹ INDAGIONI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE ESEGUITE NEL TERRENO INTERESSATO DA UN'AUTORIMESSA INTERRATA DI PROSSIMA COSTRUZIONE NEL COMUNE DI MONZA - STUDIO CELOTTI - RELAZIONE GEOTECNICA - 24 MAGGIO 2005

2 CAMPAGNE GEOGNOSTICHE

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. LL. PP. 11.03.88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- A.S.T.M. D 1586-67, 1974 - "Standard Method for penetration Test and Split Barrel Sampling at Soils"
- A.G.I. 1977 - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

2.2 INDAGINI DIRETTE

Per la caratterizzazione stratigrafica ed idrogeologica del sito sono state realizzate le seguenti indagini:

- *3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 15 m*
- *n° 24 prove SPT*

Le indagini hanno permesso d'indagare la stratigrafia dell'intervallo non saturo di sottosuolo e di prelevare 23 campioni di terreno, ad ogni cambiamento litologico significativo, da sottoporre a prove di laboratorio. Esse hanno inoltre consentito di confermare l'assenza d'acqua all'interno dei perfori.

La planimetria con l'ubicazione di tutte le verticali d'indagine effettuate, nonché con le sezioni stratigrafiche, viene riportata in TAVOLA 1. La relazione stratigrafica, comprensiva della documentazione fotografica viene riportata in APPENDICE 1.

2.3 PROVE DI LABORATORIO

Contestualmente alla fase d'indagine diretta, all'interno dei sondaggi sono stati prelevati dei campioni di terreno, generalmente ad ogni cambiamento litologico significativo. Nel dettaglio sono state eseguite, sui campioni di terreno prelevati, le seguenti prove di laboratorio:

- n° 2 analisi granulometriche per vagliatura meccanica
- N° 3 prove di taglio diretto su campione ricostruito

I certificati delle prove di laboratorio vengono riportate in APPENDICE 2 "Prove di laboratorio".

Nella TABELLA 2.3.A di seguito riportata si evidenziano schematicamente le attività di laboratorio eseguite e i risultati conseguiti:

SONDAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' PRELIEVO CAMIONE (m dal p.c.)	LITOLOGIA	GHIAIA (%)	SABBIA (%)	LIMO ED ARGILLA (%)	ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (°)	COESIONE (kPa)	LIVELLO
S1	Cr2A	- 3,0 -3.40	GHIAIA SABBIOSO - LIMOSA	59.4	23.6	17	/	/	A
S1	Cr4	- 6,0 -6.40	GHIAIA CON SABBIA	/	/	/	32.7	1.3	B
S2	Cr3	- 6,0 -6.40	GHIAIA SABBIOSO - LIMOSA	42.5	32.6	24.9	/	/	B
S2	Cr4	- 7,5 -7.90	GHIAIA CON SABBIA	/	/	/	33.8	0.4	B
S3	Cr3	- 4,0 -4.30	GHIAIA CON SABBIA	/	/	/	33.4	0.2	A

Tabella 2.3.A

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

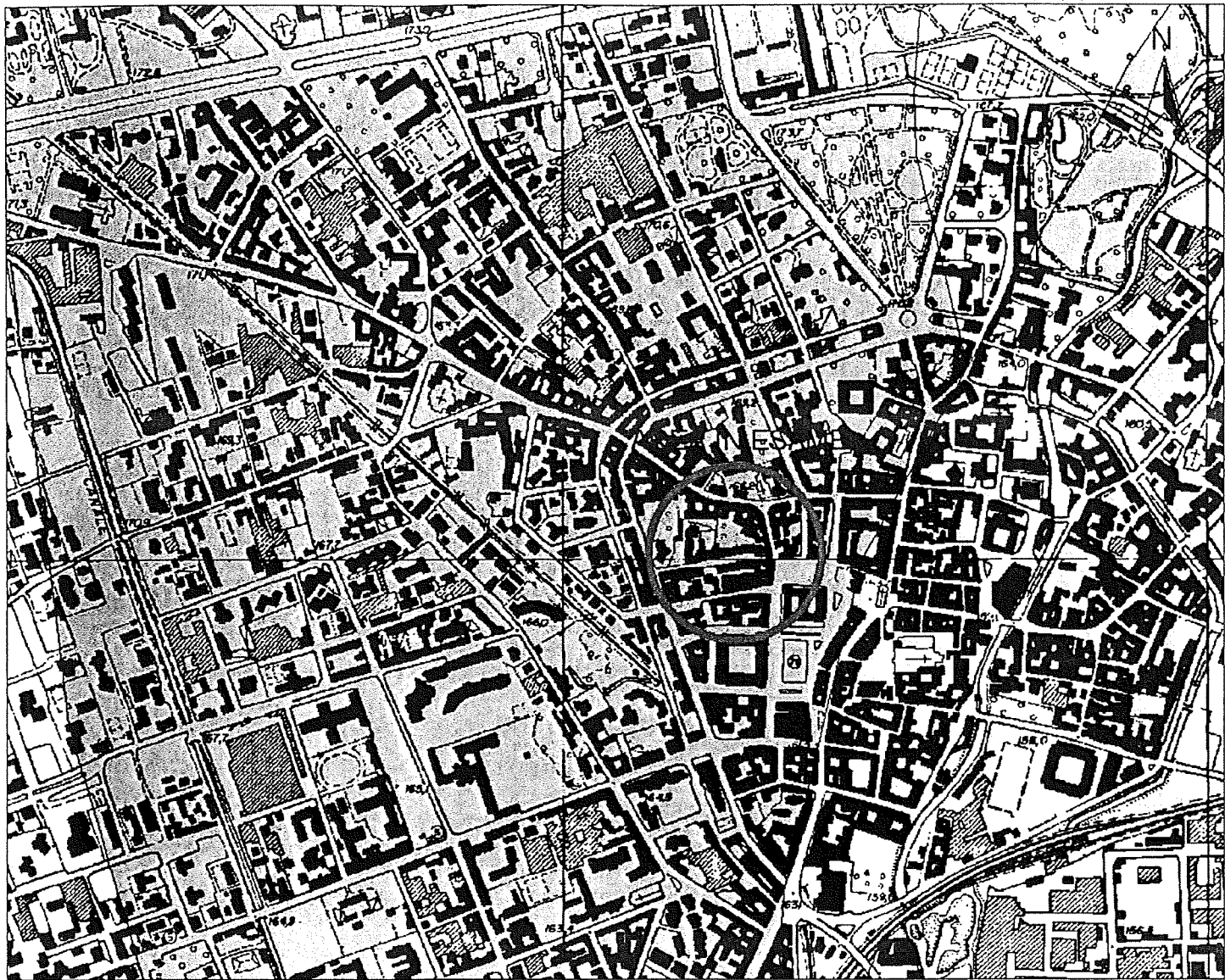
L'area in esame, che si trova all'interno della città di Monza, si caratterizza per la diffusa presenza di superfici e depositi antropici che mascherano i peculiari lineamenti geomorfologici; comunque l'area si trova all'interno dei depositi fluviali costituenti il livello fondamentale della pianura lombarda (LFP) laddove questo viene interrotto da una serie di terrazzi, in prossimità dell'alveo del Fiume Lambro, appena a sud della cerchia morenica wurmiana di Cantù (FIGURA 1).

Dal punto di vista geologico le formazioni affioranti nell'area sono tutte di origine continentale sedimentatesi in ambito alluvionale; l'ambiente di sedimentazione era presumibilmente costituito da piane alluvionali con sistemi fluviali tipo Braided, in cui l'apporto detritico delle acque di fusione post glaciali veniva garantito dallo smantellamento delle conoidi pedemontane e dai grandi apparati glaciali pleistocenici ed olocenici. I caratteri sedimentari della successione sono infatti compatibili con ambienti deposizionali dotati di grande energia nei processi sedimentari; progradando verso sud, allontanandosi dalle aree alpine, la successione sedimentaria mostra una chiara variazione laterale di facies, con graduale aumento delle litologie sabbiose a scapito di quelle ghiaiose.

4 IDROGEOLOGIA




L'assetto idrogeologico del sottosuolo si caratterizza per una successione, costituita da sedimenti fluvioglaciali dell'unità "ghiaioso-sabbiosa" del Pleistocene superiore (Wurm Auct.) in superficie, da un'unità "ghiaioso-sabbioso-limosa" del Pleistocene medio (Riss-Mindel Auct.) e quindi dall'unità a "conglomerati e arenarie basali" (Ceppo Auct.), presente con discontinuità nell'area milanese.

La successione sopra descritta si estende nella provincia milanese in profondità per circa 100 m e costituisce il cosiddetto "acquifero tradizionale", in quanto le falde in esso contenute (falda libera e falda semiconfinata) hanno



LEGENDA

LITOLOGIA

-  G1 Unità a ghiaie dominanti
-  G2 Unità a ghiaie frammiste a locali depositi fini (sabbie, limi, argille)
-  G3 Unità a ghiaie e depositi fini (sabbie, limi, argille)

GEOMORFOLOGIA




-  Alta pianura
-  Pianure alluvionali attuali e recenti
-  Terrazzi intermedi

FIGURA 1 - CARTA GEOMORFOLOGICA E LITOLOGICA (ESTRATTA DA S.I.T. LOMBARDIA)

costituito la risorsa idrica storicamente sfruttata nel milanese.

L'acquifero tradizionale nel territorio monzese, presenta notevoli variazioni di spessore legate a fenomeni di natura tettonica che hanno provocato il sollevamento post-deposizionale delle argille villafranchiane.

Si individuano quindi aree caratterizzate da alti strutturali con presenza di argille a profondità molto ridotte nella zona di Monza e di Vimercate, dove lo spessore dell'acquifero si riduce a meno di 50 m.

L'eterogeneità della litologia di superficie e la complessa struttura idrogeologica dell'area comportano importanti differenziazioni nella reazione della falda alle sollecitazioni naturali ed artificiali.

Le falde sottostanti si localizzano nell'unità continentale, di transizione (unità sabbioso-argillosa) e nell'unità marina del Pleistocene inferiore e del Calabriano (unità argillosa); esse si caratterizzano per la presenza di sedimenti sabbioso-argillosi con una conseguente produttività idrica abbastanza limitata.

Per quanto riguarda la soggiacenza della falda freatica nel territorio di Monza, questa, sulla base dei dati storici forniti dal Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano, nell'area in esame si mantiene generalmente a profondità dell'ordine dei 30-35 metri s.l.m.; a conferma di ciò l'indagine eseguita, che si è spinta fino ai 15 metri di profondità dal p.c., non ha rilevato la presenza di falda.

5 PARAMETRAZIONE GEOTECNICA

La parametrizzazione fisico-meccanica dei livelli caratteristici individuati (capitolo 4) è stata effettuata sulla base delle seguenti prove:

- N. 1 prove SPT (standard penetration test) con campionatore Raymond punta aperta (riporto).
- N. 23 prove SPT con punta chiusa in corrispondenza di terreni ghiaiosi dove non è risultato utilizzabile il campionatore Raymond (Livelli A - B).

- Prove di laboratorio (granulometrie, taglio consolidato drenato su campioni reidratati ecc.).

I risultati sono stati successivamente utilizzati per riaggiornare criticamente, i dati provenienti dalla campagna geognostica, datata maggio 2004, eseguiti dallo Studio Celotti e consistiti in un sondaggio con esecuzione di prove SPT, in 5 prove penetrometriche dinamiche e in diverse analisi granulometriche.

Ai fini della parametrizzazione geotecnica sono stati utilizzate anche le prove SPT effettuate nel sondaggio S1C. L'utilizzo delle prove penetrometriche dinamiche non è stato sistematico ma piuttosto è stato ponderato bene, caso per caso, in quanto, l'esperienza condotta nei terreni granulari conferma che esse tendono a sottostimare il reale valore di addensamento dei terreni e di conseguenza dei relativi parametri di resistenza al taglio.

5.1 INTERPRETAZIONE PROVE SPT

La prova SPT (standard penetration test) è codificata dalla norma A.S.T.M. Designation D 1586-67. La prova SPT, codificata dalla norma ASTM Designation D 1586-87, consiste nell'infiggere nel terreno, alla base del sondaggio, per mezzo di un martino a sganciamento automatico del peso di 63.4 kg cadente da un'altezza di 75 cm, il campionatore RAYMOND sotto illustrato (FIGURA 2).

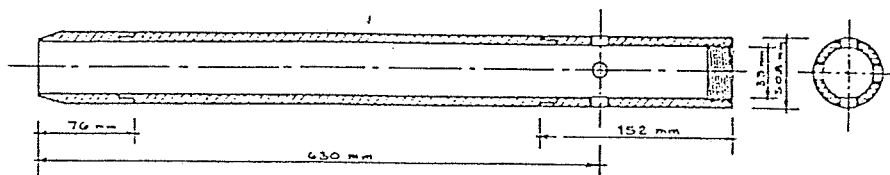


FIGURA 2

Viene rilevato il numero di colpi N necessario per la penetrazione di tre tratti consecutivi di 15 cm. Il valore N_{SPT} è dato dalla somma dei colpi ottenuti per il 2° e 3° tratto. La prova viene sospesa quando il numero di colpi N per un tratto di 15 cm supera 50 (Rifiuto). In terreni sabbiosi o coesivi per mezzo del campionatore viene recuperato un campione del terreno attraversato sul quale è possibile eseguire analisi di identificazione. In ghiaie di dimensioni superiori al diametro del campionatore o in terreni molto compatti la scarpetta aperta va sostituita con una punta con una conicità di 60°. Ovviamente in questo caso non si ha il recupero del terreno attraversato.

Nell'elaborazione dei dati non sono stati considerati i valori di $N_{SPT} \geq 50$ o giunti a rifiuto, condizionati più dalla granulometria grossolana del deposito che dal reale stato di addensamento.

Ai fini della parametrizzazione geotecnica dei terreni in esame si fa riferimento alle correlazioni del JAPANESE NATIONAL RAILWAI (2) (SHIOI e FUKUI 1982) nella quale il valore della resistenza alla penetrazione N_{SPT} risulta correlato all'angolo di attrito di picco rispettivamente con le relazioni:

$$JNR \quad \phi = 0,3 \cdot N'_{SPT} + 27 \quad (1)$$

Il valore N'_{SPT} introdotto nelle relazioni precedenti è corretto (GIBB e HOLTZ 1957) in funzione della pressione verticale efficace σ_v del terreno sovrastante secondo la seguente relazione:

$$N'_{SPT} = C_n \cdot N_{SPT}$$

dove:

$$C_n = 0.77 \cdot \log_{10} \cdot 20/\sigma_v$$

essendo: σ_v = tensione litostatica efficace

La valutazione della **densità relativa** Dr è stata fatta sulla base di quanto proposto da JAMIOLKOWSKI (1988) utilizzando la seguente relazione:

$$Dr = (N'_{SPT}/60)^{0.5} \cdot 100\%$$

Il valore del modulo elastico è ottenuto in funzione dei valori della pressione geostatica verticale efficace σ'_{vo} e del grado di addensamento dei terreni sulla base delle indicazioni di Janbu [1967]:

$$E = m (\sigma'_{vo} p'a)^{0.5}$$

m : coefficiente funzione del tipo di terreno e del grado di addensamento

$p'a$: Pressione di riferimento (=100 kPa)

$m = 70 \cdot e^{0.02 Dr}$	(limi)
$m = 110 \cdot e^{0.02 Dr}$	(sabbie)
$m = 170 \cdot e^{0.02 Dr}$	(ghiaie)

6 SITUAZIONE STRATIGRAFICA

La ricostruzione stratigrafica del sottosuolo dell'area di studio, eseguita sulla base di correlazioni effettuate fra le verticali d'indagine realizzate e di quelle esistenti, è schematizzata nelle sezioni lito-stratigrafica A-A e B-B riportate in TAVOLA 1. Le profondità massime investigate sono state rispettivamente di 15 m dal p.c..

RIPORTO - *dal p.c. fino a circa m 2.5 -3.00 m di profondità dal p.c.:*
orizzonti antropici costituiti da materiali di riporto, tendenzialmente ghiaioso ciottolosi con presenza di resti e di frammenti di laterizi.



LIVELLO A - da m 2.50 -3.0 dal p.c. fino a circa m 6.00 -6.40 (S1 -S3) e localmente oltre (DP3 - DP5): terreni alluvionali poco o mediamente addensati, talora rimaneggiati, costituiti in prevalenza da ghiaie con sabbie, talvolta limose, con ciottoli subordinati.

Questi i parametri medi attribuibili a tale unità:

<i>Peso di volume medio (Y)</i>	19.0	kN/m ³
<i>Densità relativa (Dr)</i>	45	%
<i>coesione apparente (C_{app})</i>	5	kPa

Resistenza in termini di tensioni efficaci

<i>Angolo di attrito</i>	$\phi' = 30^\circ - 31^\circ$	
<i>Coesione</i>	$C' = 0$	kPa
<i>Modulo elastico (E)</i>	15-20	MPa

LIVELLO B - a partire da m 6.00 -6.40 dal p.c. (S1 - S3) e localmente oltre (DP3 - DP5) fino ad almeno 15 m dal p.c.: terreni alluvionali ben addensati costituiti in prevalenza da ghiaie con sabbie, talvolta limose, alternate a livelli sabbiosi ed argilloso sabbiosi, con ciottoli subordinati. Questi i parametri medi attribuibili a tale unità:

<i>Peso di volume medio (Y)</i>	19.0	kN/m ³
<i>Densità relativa (Dr)</i>	70	%
<i>coesione apparente (C_{app})</i>	5	kPa
<i>Modulo di Winkler (K)</i>	15-20	Kg/cm ³

Resistenza in termini di tensioni efficaci

<i>Angolo di attrito</i>	$\phi' = 36^\circ - 38^\circ$	
<i>Coesione</i>	$C' = 0$	kPa
<i>Modulo elastico (E)</i>	45-50	MPa

7 CONCLUSIONI

Su incarico e per conto del committente, Parcheggio Piazza Trento e Trieste s.r.l., sono stati definiti i lineamenti geologici e geotecnici principali dell'area di Piazza Trento e Trieste, nel comune di Monza, che sarà interessata da un parcheggio interrato.

I dati raccolti e le osservazioni riportate nel presente studio hanno definito i seguenti aspetti:

- i terreni naturali presenti al di sotto dell'area in esame sono distinguibili in 2 livelli (LIVELLO A -B) le cui caratteristiche stratigrafiche e geotecniche vengono illustrate al CAPITOLO 6.
- la soggiacenza della falda freatica nell'area in esame, sulla base dei dati storici forniti dal Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano, si mantiene generalmente a profondità dell'ordine dei 30-35 metri s.l.m.; a conferma di ciò l'indagine eseguita, che si è spinta fino ai 15 metri di profondità dal p.c., non ha rilevato la presenza di falda.
- le correlazioni stratigrafiche tra le diverse unità, ed i parametri geotecnici, riportati e riassunti in TAVOLA 1.

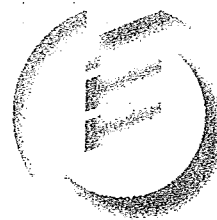
Mezzocorona (Tn), ottobre 2005



Appendice 1

RELAZIONE STRATIGRAFICA

Imprefond



INDAGINE GEOGNOSTICA A MEZZO SONDAGGI MECCANICI
E PROVE GEOTECNICHE PER LA REALIZZAZIONE
DEL PARCHEGGIO PIAZZA TRENTO E TRIESTE A MONZA (MI).

RELAZIONE STRATIGRAFICA

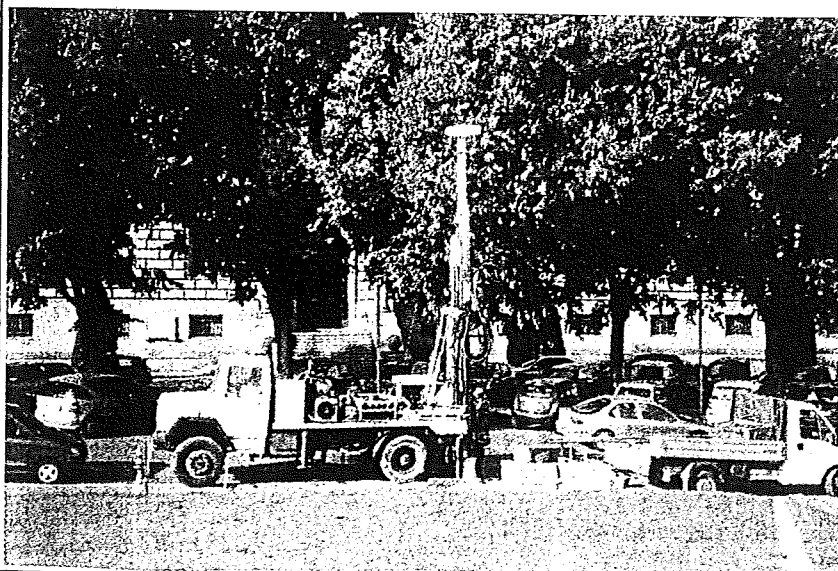
COMMITTENTE:

CODELFA S.p.A.

RESPONSABILE D'INDAGINE:

dott. geol. Carlo GIOVANNINI

dott. geol. Sebastiano CARUSO



Imprefond s.r.l.
SEDE LEGALE: Via Caboto, 39
34147 TRIESTE
FILIALE: Via Tonale, 30
38010 S. Michele all'Adige - GRUMO (TN)
P.Iva 00565000320

Data: Settembre 2005

Committente:
CODELFA S.p.A.

**Indagine geognostica a mezzo sondaggi
meccanici e prove geotecniche per la
realizzazione del parcheggio piazza
Trento e Trieste a Monza (MI).**

Data: Settembre 2005

*Su incarico e per conto della **CODELFA S.p.A.**, nel mese di Settembre del 2005 è stata eseguita da questa Società un'indagine geognostica per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche e fisico-meccaniche del sottosuolo dell'area interessata dalla realizzazione del parcheggio piazza Trento e Trieste a Monza (MI).*

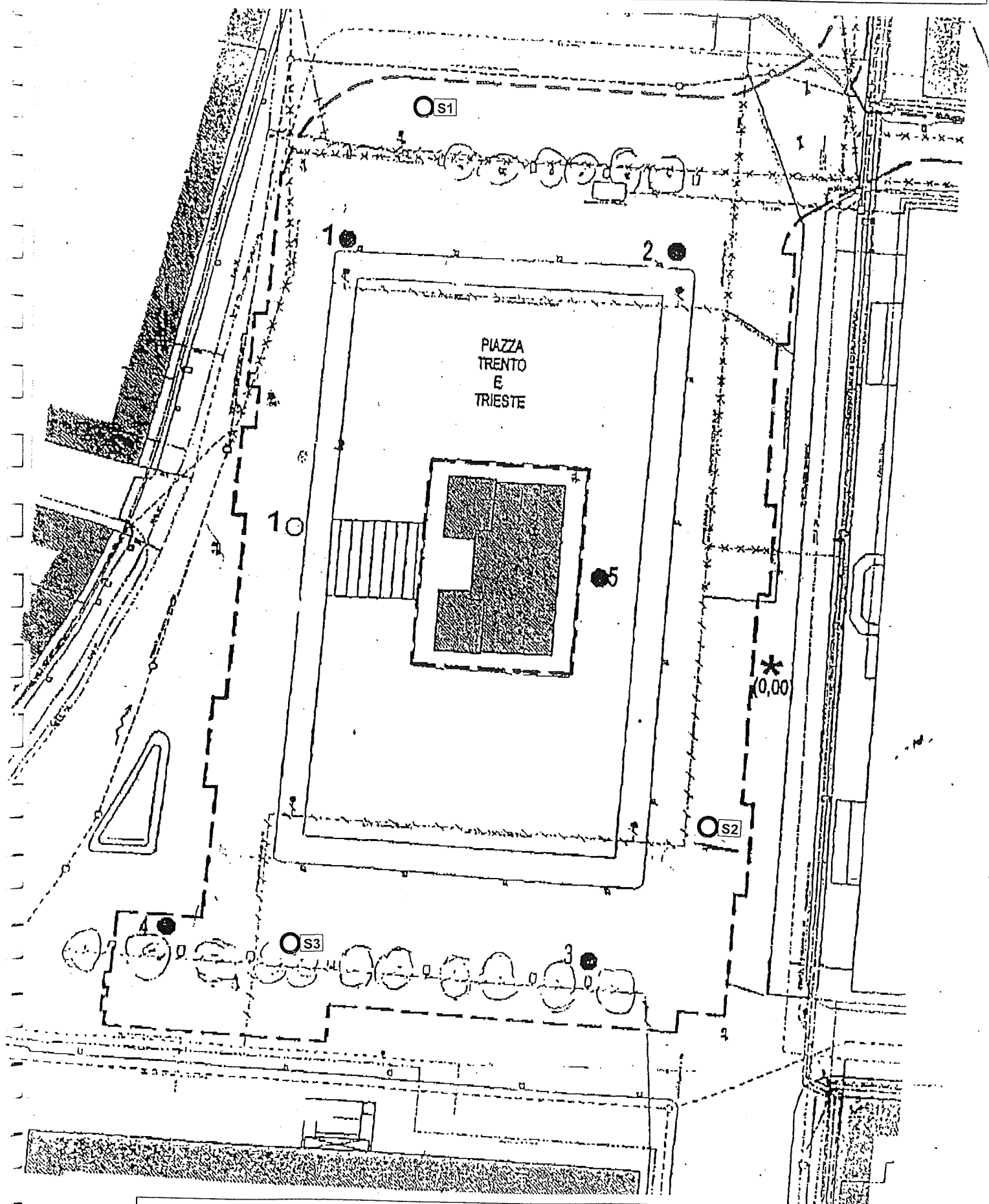
Tutte le attività eseguite, l'ubicazione dei sondaggi e le modalità operative sono state preventivamente concordate con il dott. geol. M. Nobile e con il dott. geol. L. Cadrobbi, dello Studio Associato "Geologia Applicata" di Mezzocorona (TN), e prevedevano l'esecuzione di n°3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (S1; S2 e S3), con prove a fondo foro Standard Penetration Test (S.P.T.), e il prelievo di campioni rimaneggiati di terreno per prove geotecniche di laboratorio.

Il presente rapporto comprende la pianta con l'ubicazione dei sondaggi e il relativo verbale stratigrafico con le foto delle cassette catalogatrici.

Indagini eseguite:

<i>Sondaggio</i>	<i>Profondità a carotaggio continuo</i>	<i>Prove S.P.T.</i>	<i>Prelievo campioni rimaneggiati di terreno</i>
S1 verticale	15.00	9	10
S2 verticale	15.00	9	10
S3 verticale	15.00	6	3
Totale	45.00	24	23

PIANTA UBICAZIONE SONDAGGI S1; S2 e S3

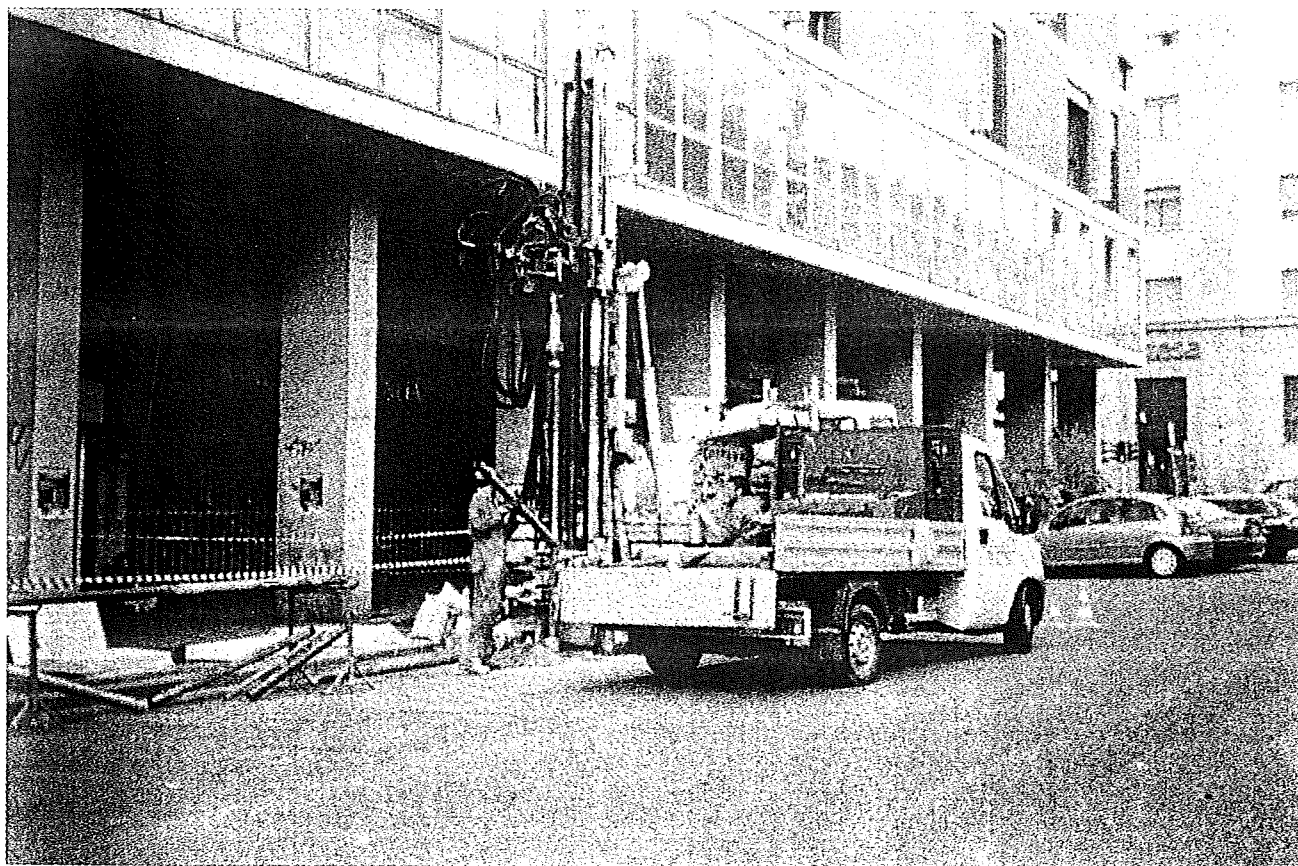


LEGENDA:



SONDAGGIO GEOGNOSTICO VERTICALE A CAROTAGGIO CONTINUO.

INDAGINE GEOGNOSTICA A MEZZO SONDAGGI MECCANICI
E PROVE GEOTECNICHE PER LA REALIZZAZIONE
DEL PARCHEGGIO PIAZZA TRENTO E TRIESTE A MONZA (MI).



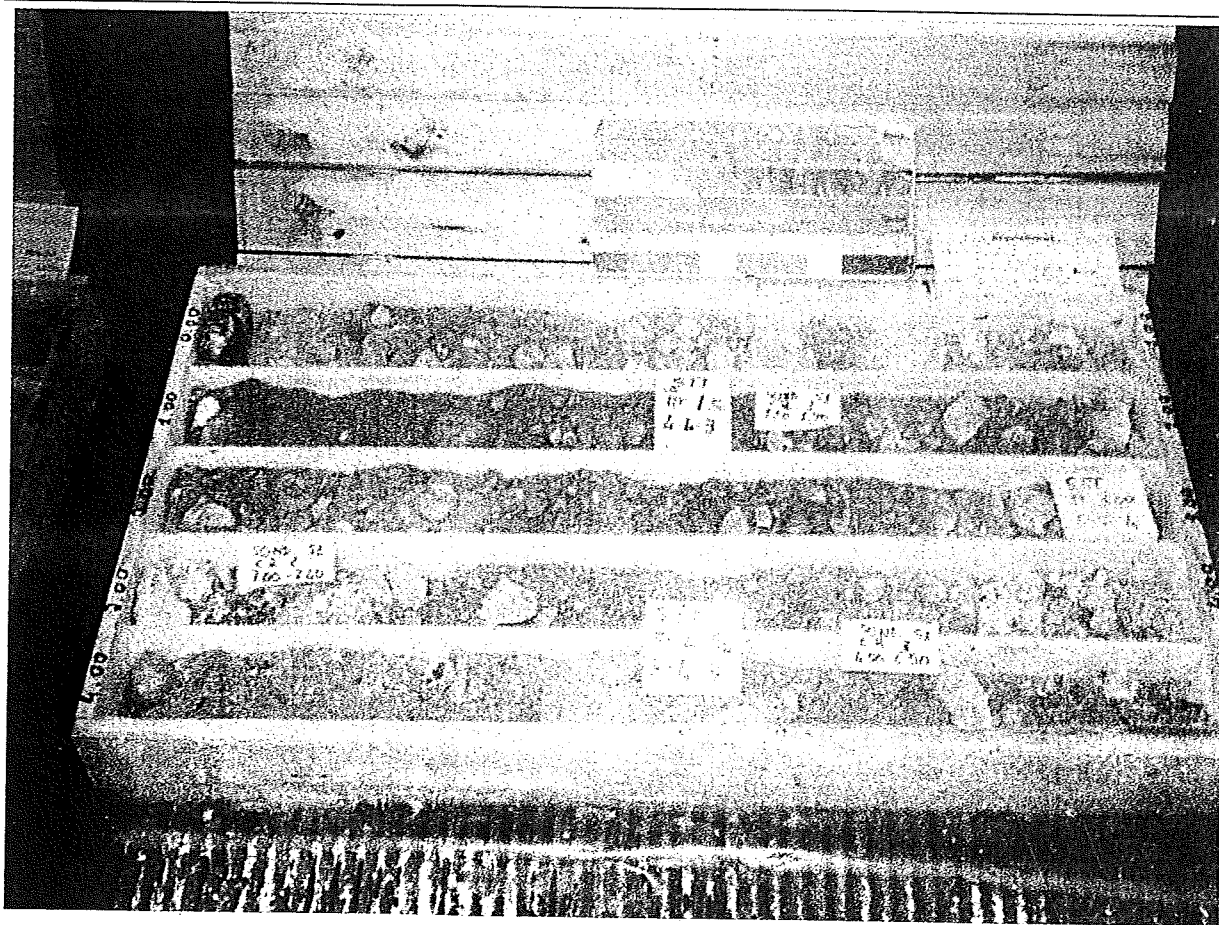
POSTAZIONE SONDAGGIO S1

(PROFONDITA' A CAROTAGGIO CONTINUO: 15.00m dal p.c.)



COMMITTENTE:	CODELFA S.p.A.
PROGETTO:	Parcheggio piazza Trento e Trieste. -Sondaggi geognostici-
LOCALITA':	MONZA (MI)

SONDAGGIO:	S1	CASSETTA:	1	DATA:	16 Settembre 2005
------------	----	-----------	---	-------	-------------------

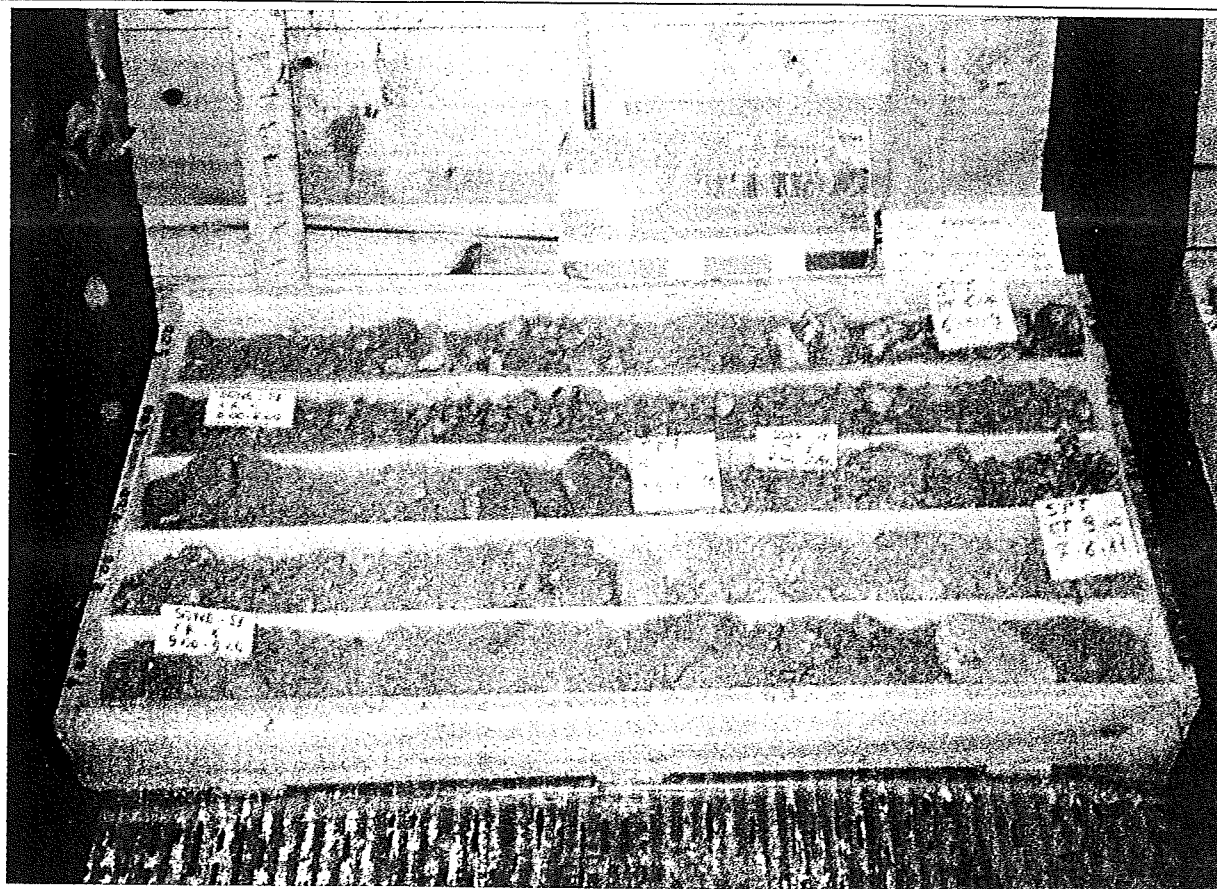


0.00	Materiale di riporto.		1.00
1.00	Materiale di riporto.		2.00
2.00	Materiale di riporto.	Ghiaia con sabbia, a tratti deb. limosa	3.00
3.00	Ghiaia con sabbia, a tratti debolmente limosa		4.00
4.00	Ghiaia con sabbia, a tratti debolmente limosa		5.00



COMMITTENTE:	CODELFA S.p.A.
PROGETTO:	Parcheggio piazza Trento e Trieste. -Sondaggi geognostici-
LOCALITA':	MONZA (MI)

SONDAGGIO:	S1	CASSETTA:	2	DATA:	16 Settembre 2005
------------	----	-----------	---	-------	-------------------



5.00	Ghiaia con sabbia, a tratti debolmente limosa	6.00
6.00	Ghiaia con sabbia e radi ciottoli	7.00
7.00	Ghiaia con sabbia, radi ciottoli e livello decimetrico di argilla-sabbiosa ghiaiosa	8.00
8.00	Ghiaia con sabbia e radi ciottoli	9.00
9.00	Ghiaia con sabbia e radi ciottoli	10.00

COMMITTENTE:

CODELFA S.p.A.

PROGETTO:

Parcheggio piazza Trento e Trieste. -Sondaggi geognostici-

LOCALITA':

MONZA (MI)

SONDAGGIO:

S1

CASSETTA:

3

DATA:

17 Settembre 2005



10.00	Ghiaia con sabbia e radi ciottoli	11.00
11.00	Ghiaia con sabbia, radi ciottoli e livello decimetrico di argilla-sabbiosa ghiaiosa	12.00
12.00	Ghiaia con sabbia, radi ciottoli e livello pluridecimetrico di argilla-sabbiosa ghiaiosa	13.00
13.00	Ghiaia con sabbia e radi ciottoli	14.00
14.00	Ghiaia con sabbia e radi ciottoli	15.00

INDAGINE GEOGNOSTICA A MEZZO SONDAGGI MECCANICI
E PROVE GEOTECNICHE PER LA REALIZZAZIONE
DEL PARCHEGGIO PIAZZA TRENTO E TRIESTE A MONZA (MI).



POSTAZIONE SONDAGGIO S2

(PROFONDITA' A CAROTAGGIO CONTINUO: 15.00m dal p.c.)



COMMITTENTE:	CODELFA S.p.A.
PROGETTO:	Parcheggio piazza Trento e Trieste. -Sondaggi geognostici-
LOCALITA':	MONZA (MI)

SONDAGGIO:	S2	CASSETTA:	1	DATA:	17 Settembre 2005
------------	----	-----------	---	-------	-------------------

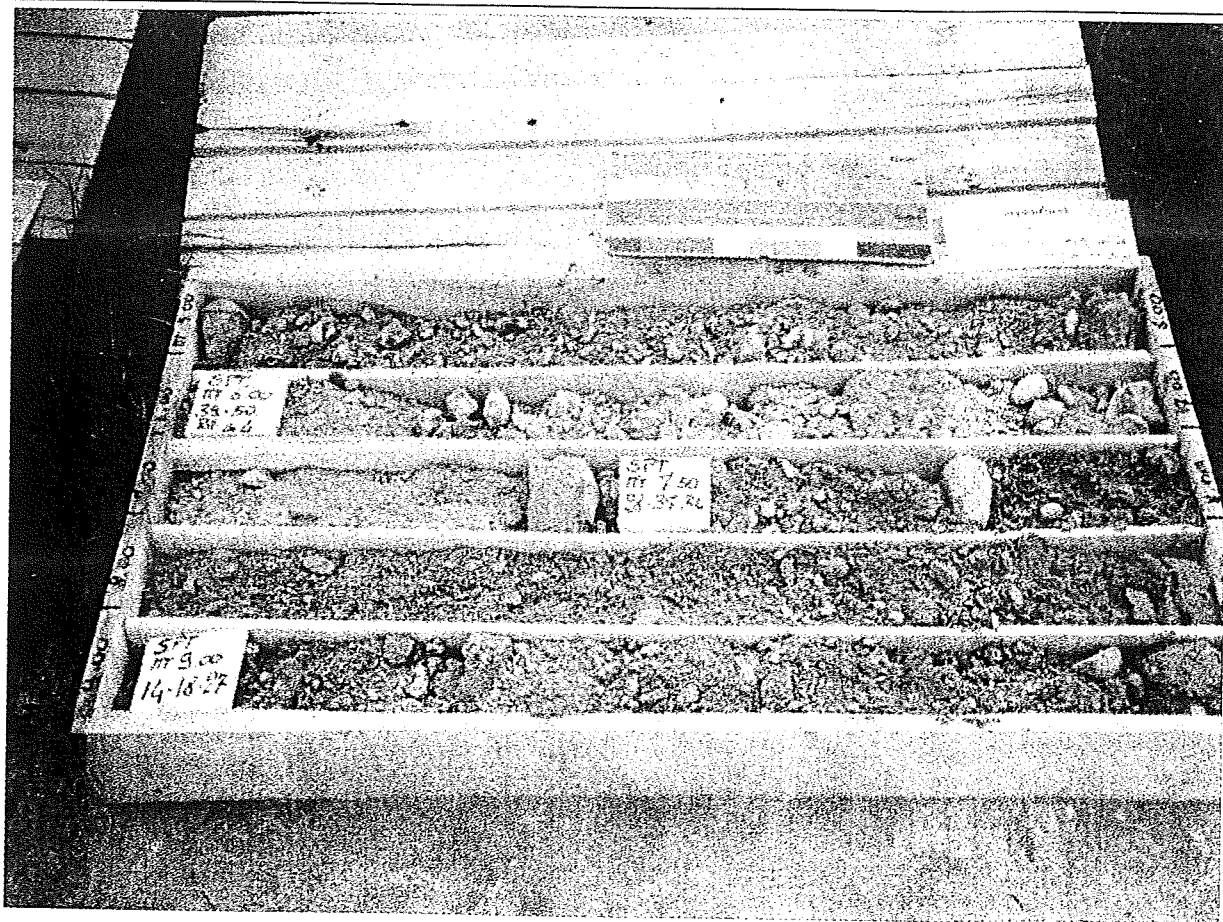


0.00	Materiale di riporto.		1.00
1.00	Materiale di riporto.		2.00
2.00	Materiale di riporto.	Ghiaia con sabbia	3.00
3.00	Ghiaia con sabbia e radi ciottoli		4.00
4.00	Ghiaia con sabbia e radi ciottoli		5.00



COMMITTENTE:	CODELFA S.p.A.
PROGETTO:	Parcheggio piazza Trento e Trieste. -Sondaggi geognostici-
LOCALITA':	MONZA (MI)

SONDAGGIO:	S2	CASSETTA:	2	DATA:	19 Settembre 2005
------------	----	-----------	---	-------	-------------------

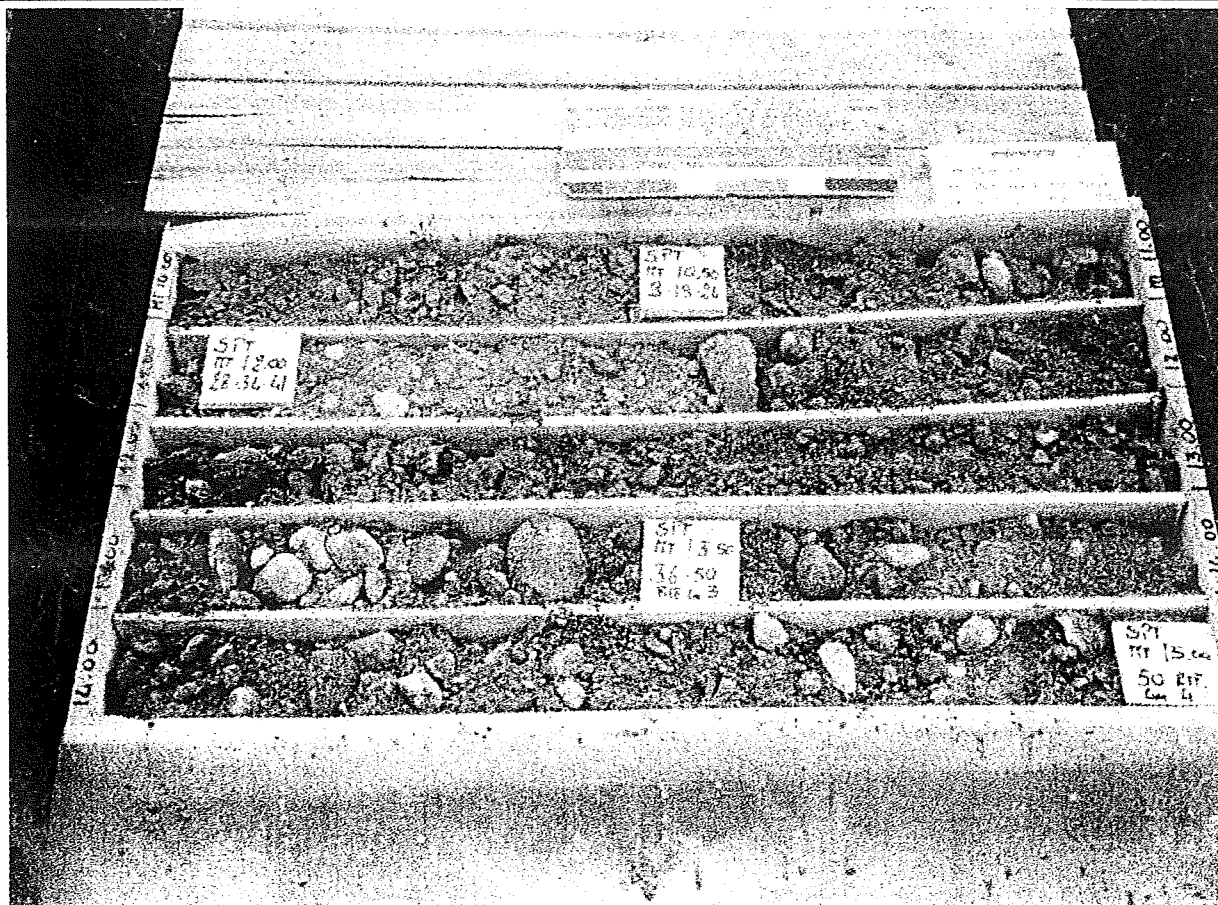


5.00	Ghiaia con sabbia	6.00
6.00	Ghiaia con sabbia e radi ciottoli	7.00
7.00	Ghiaia con sabbia e radi ciottoli	8.00
8.00	Sabbia medio-fine con ghiaia	9.00
9.00	Sabbia medio-fine con ghiaia	10.00



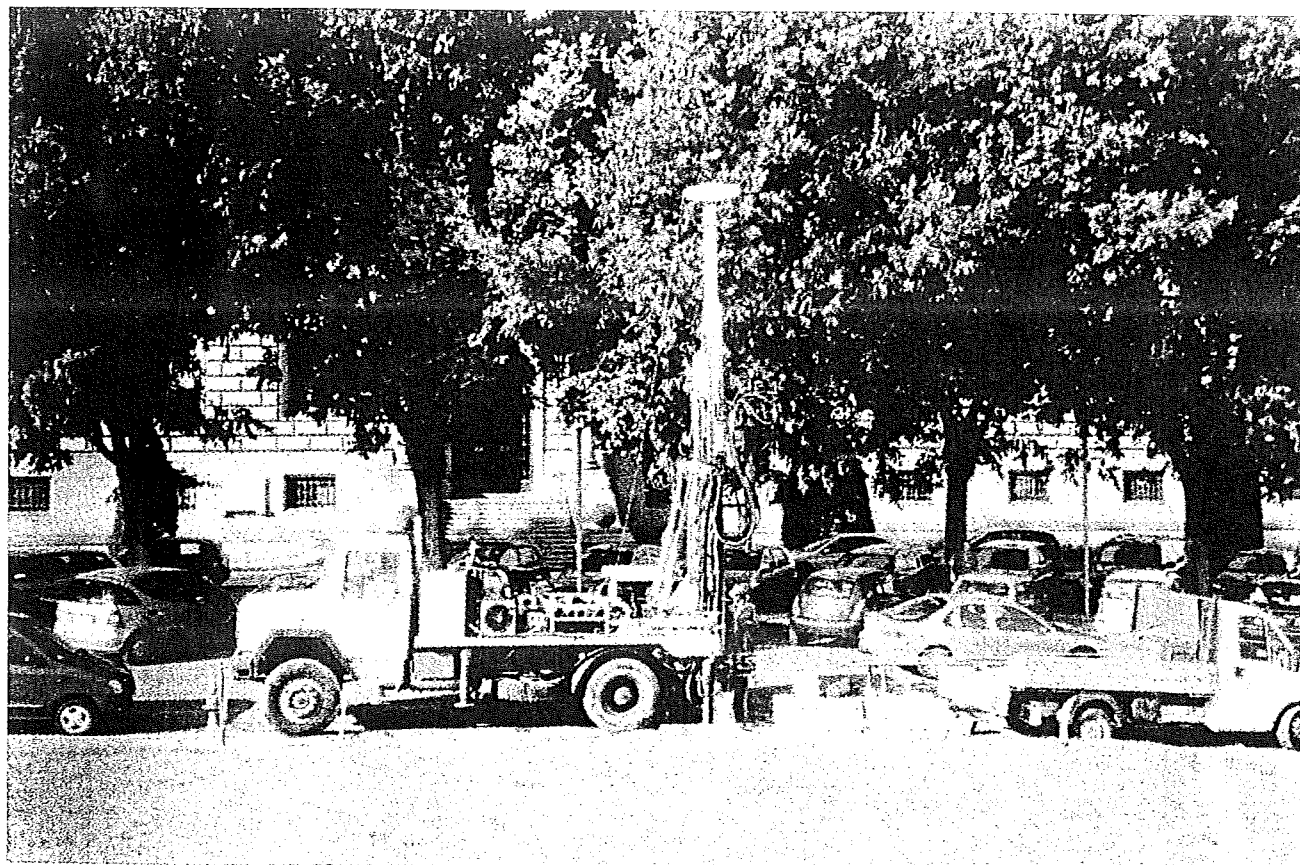
COMMITTENTE:	CODELFA S.p.A.
PROGETTO:	Parcheggio piazza Trento e Trieste. - Sondaggi geognostici-
LOCALITA':	MONZA (MI)

SONDAGGIO:	S2	CASSETTA:	3	DATA:	19 Settembre 2005
------------	----	-----------	---	-------	-------------------



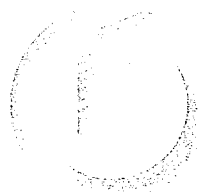
10.00	Sabbia medio-fine con ghiaia	Ghiaia con sabbia	11.00
11.00	Ghiaia con sabbia		12.00
12.00	Ghiaia con sabbia		13.00
13.00	Ghiaia con sabbia e ciottoli		14.00
14.00	Ghiaia con sabbia e ciottoli		15.00

INDAGINE GEOGNOSTICA A MEZZO SONDAGGI MECCANICI
E PROVE GEOTECNICHE PER LA REALIZZAZIONE
DEL PARCHEGGIO PIAZZA TRENTO E TRIESTE A MONZA (MI).



POSTAZIONE SONDAGGIO S3

(PROFONDITA' A CAROTAGGIO CONTINUO: 15.00m dal p.c.)



COMMITTENTE: CODELFA S.p.A.

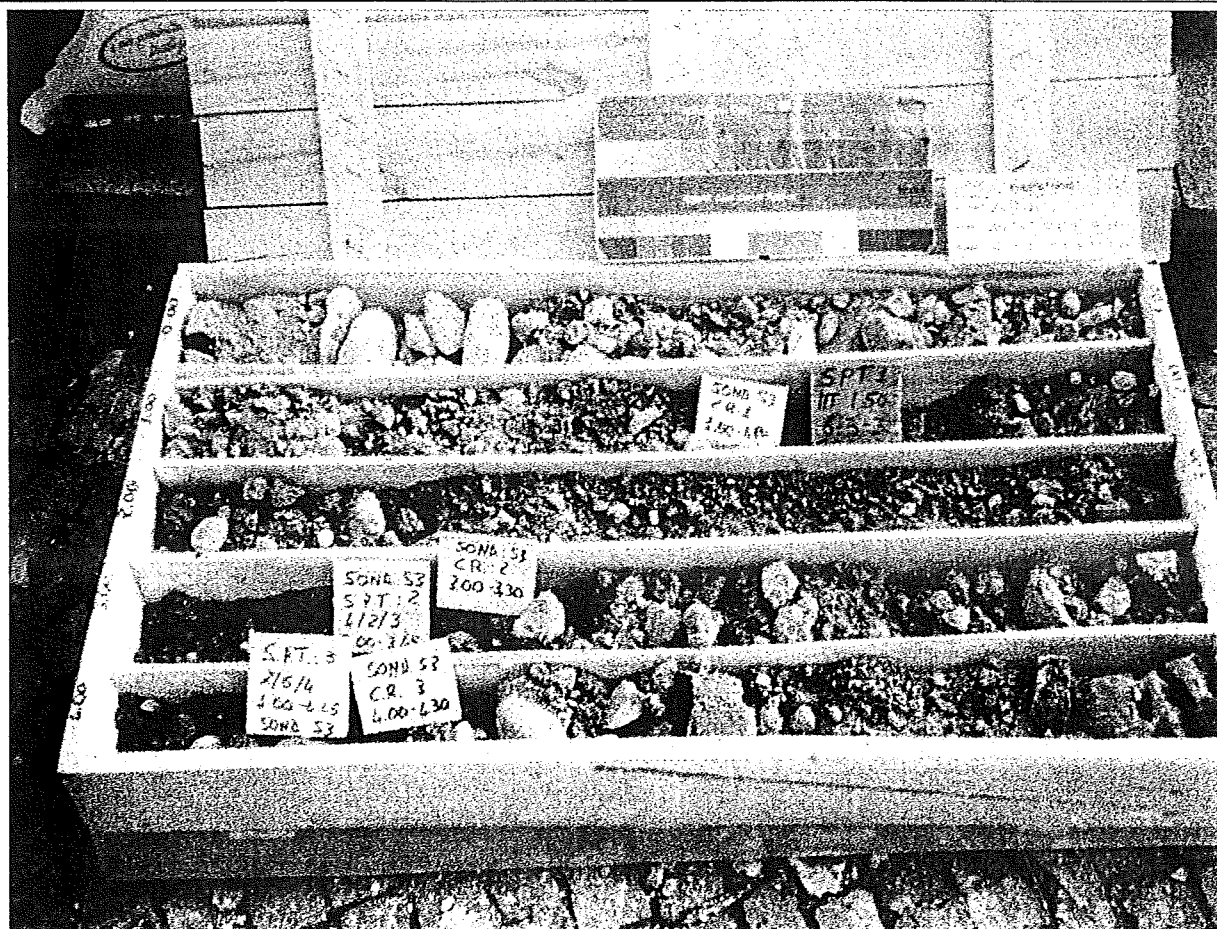
PROGETTO: Parcheggio piazza Trento e Trieste. -Sondaggi geognostici-

LOCALITA': MONZA (MI)

SONDAGGIO: S3

CASSETTA: 1

DATA: 15 Settembre 2005

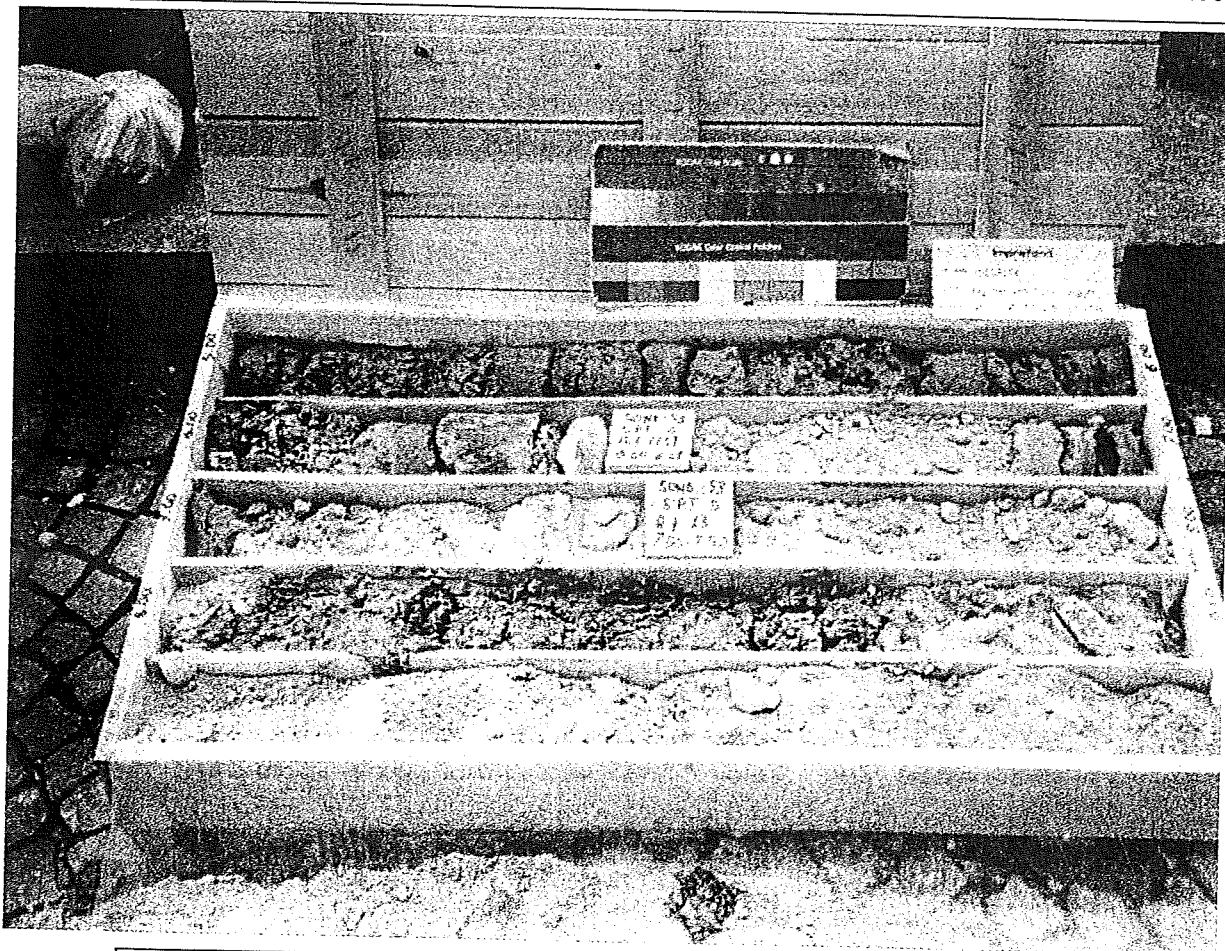


0.00	Materiale di riporto.	1.00
1.00	Ghiaia con sabbia	2.00
2.00	Ghiaia con sabbia e radi ciottoli	3.00
3.00	Ghiaia con sabbia e ciottoli	4.00
4.00	Ghiaia con sabbia e ciottoli	5.00

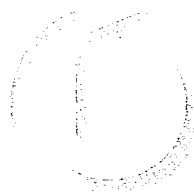


COMMITTENTE:	CODELFA S.p.A.
PROGETTO:	Parcheggio piazza Trento e Trieste. -Sondaggi geognostici-
LOCALITA':	MONZA (MI)

SONDAGGIO:	S3	CASSETTA:	2	DATA:	15 Settembre 2005
------------	----	-----------	---	-------	-------------------

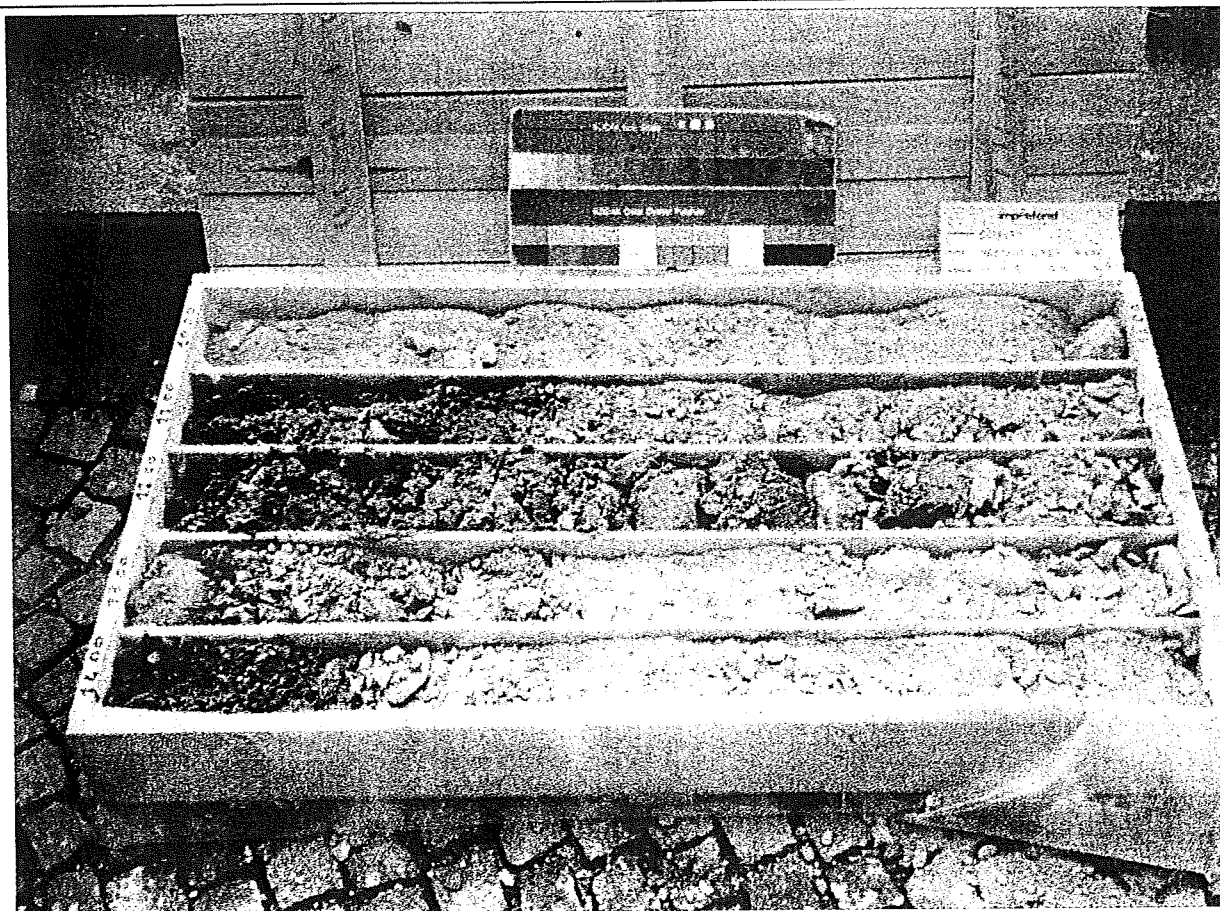


5.00	Ghiaia con sabbia, da debolmente limosa a limosa		6.00
6.00	Ghiaia con sabbia, da debolmente limosa a limosa, e ciottolo	Ghiaia con sabbia	7.00
7.00	Ghiaia con sabbia		8.00
8.00	Ghiaia con sabbia, a tratti da debolmente limosa a limosa		9.00
9.00	Ghiaia con sabbia		10.00



COMMITTENTE:	CODELFA S.p.A.
PROGETTO:	Parcheggio piazza Trento e Trieste. -Sondaggi geognostici-
LOCALITA':	MONZA (MI)

SONDAGGIO:	S3	CASSETTA:	3	DATA:	16 Settembre 2005
------------	----	-----------	---	-------	-------------------



10.00	Ghiaia con sabbia	11.00
11.00	Ghiaia con sabbia, a tratti da debolmente limosa a limosa	12.00
12.00	Ghiaia con sabbia, a tratti da debolmente limosa a limosa	13.00
13.00	Ghiaia con sabbia, a tratti da debolmente limosa a limosa	14.00
14.00	Ghiaia con sabbia, a tratti da debolmente limosa a limosa	15.00



Appendice 2

PROVE DI LABORATORIO

Cert. n. 82/05



Via del Teroldego, 1 - 38016 Mezzocorona (TN)
Tel. 0461/605047 - fax 0461/609847
P.IVA 01607700224

COMMITTENTE: IMPREFOND S.r.l.

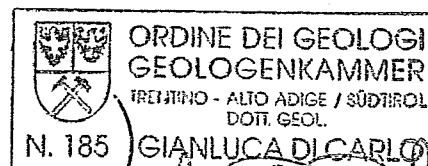
**OGGETTO: CAMPAGNA GEOGNOSTICA - CAMPIONI DI
TERRENO PRELEVATI A MONZA - PARCHEGGIO
PIAZZA TRENTO TRIESTE**

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Il supervisore:



Il tecnico:



Questo elaborato è stato redatto nel mese di : *ottobre* 2005

La riproduzione anche parziale dei Certificati deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio Geotecnico Geomisure S.a.s.

Via del Taroldiego, 1 - 38016 Mezzocorona (TN)

Verbale accettaz. n°: 82	Data emissione: 06/10/05
Data accettazione: 29/09/2005	Certificato n°: 82/320

COMMITTENTE: IMPREFOND S.r.l.

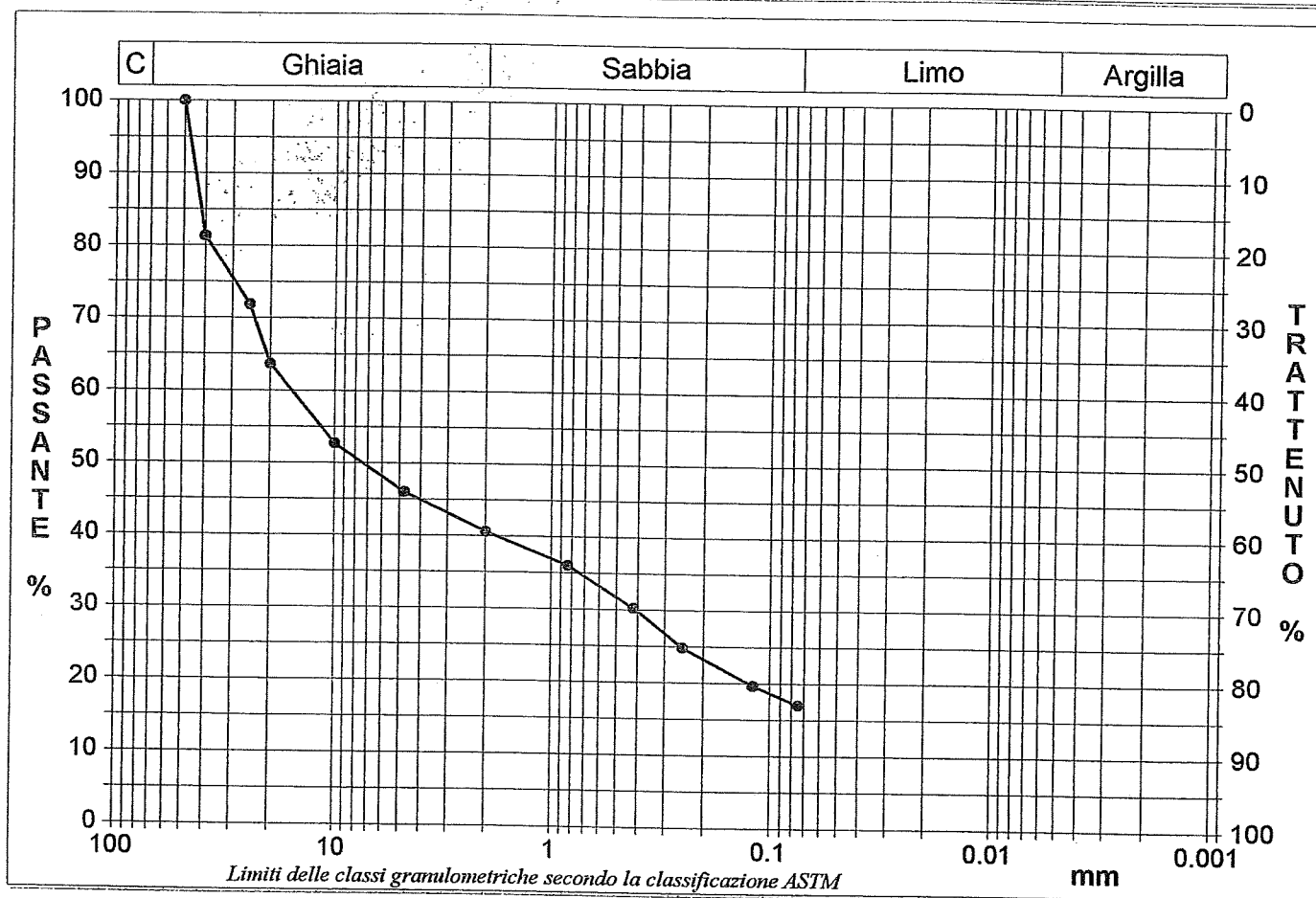
RIFERIMENTO: CAMPIONI PRELEVATI A MONZA

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CR2

PROFONDITA': m 3.00 - 3.40

Ghiaia	59,4 %	Norma ASTM D 422		D10	---	mm
Sabbia	23,6 %		Passante setaccio 10 (2 mm)	40,6 %	D30	0,41019 mm
Limo-Argilla	17,0 %		Passante setaccio 40 (0.42 mm)	30,2 %	D50	7,41031 mm
			Passante setaccio 200 (0.074 mm)	17,0 %	D60	15,84009 mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	44,36745 mm	



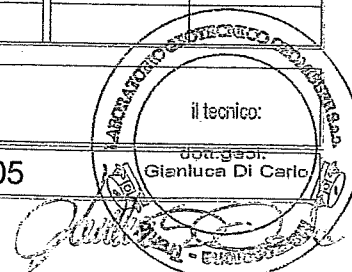
Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	0,8410	35,96						
40,0000	81,33	0,4200	30,25						
25,0000	71,91	0,2500	24,81						
20,0000	63,69	0,1200	19,65						
10,0000	52,71	0,0750	17,01						
4,7500	45,97								
2,0000	40,58								

Cert.n. 82/320

Data inizio analisi: 03/10/2005

Data fine analisi: 06/10/2005

Software SGEO



Verbale accettaz. n°: 82

Data emissione: 06/10/05

Data accettazione: 29/09/2005

Certificato n°: 82/325

COMMITTENTE: IMPREFOND S.r.l.

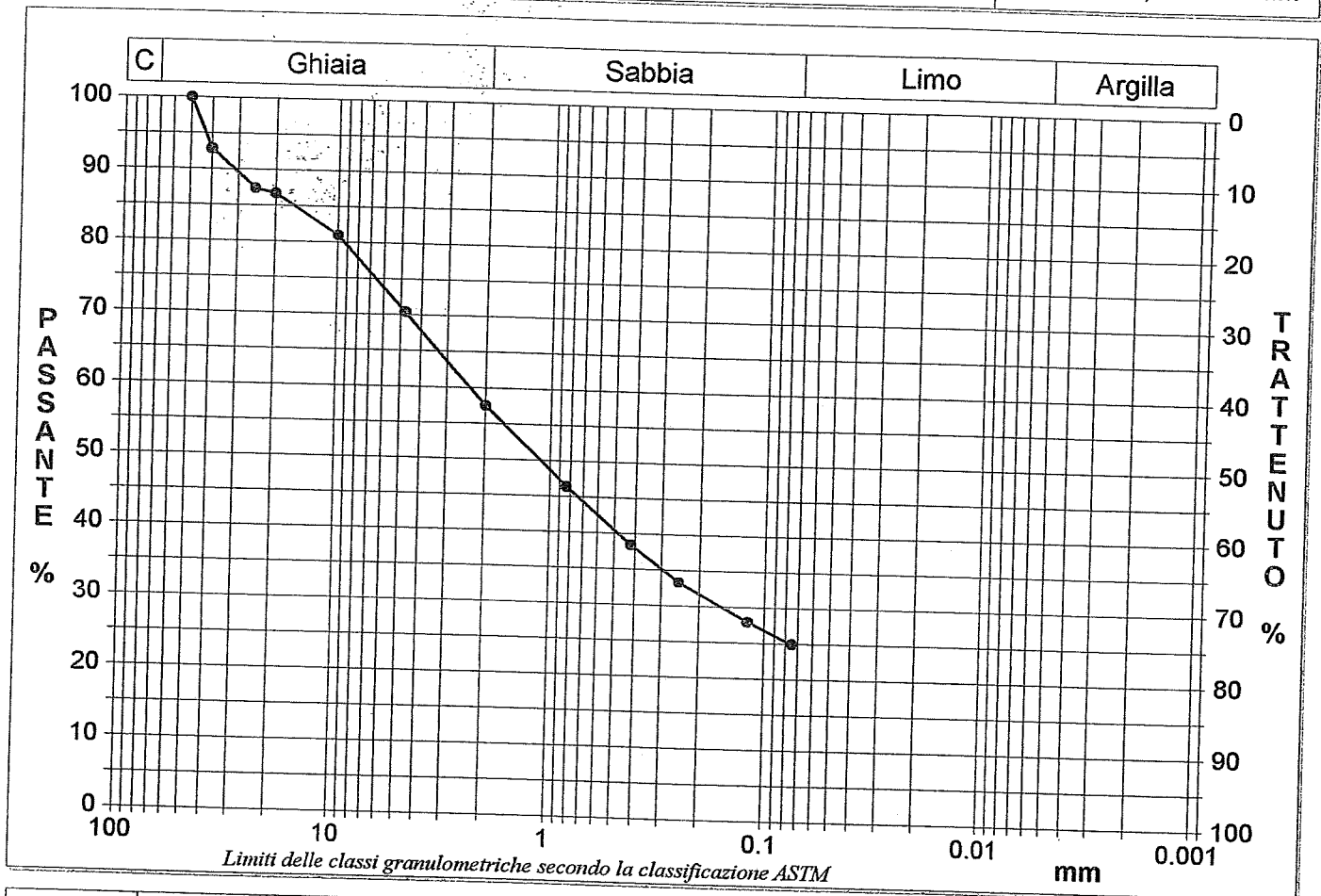
RIFERIMENTO: CAMPIONI PRELEVATI A MONZA

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CR3

PROFONDITA': m 6.00 - 6.40

Ghiaia	42,5 %	Norma ASTM D 422		D10	---	mm
Sabbia	32,6 %		Passante setaccio 10 (2 mm)	57,5 %	D30	0,15900 mm
			Passante setaccio 40 (0.42 mm)	38,4 %	D50	1,11521 mm
Limo-Argilla	24,9 %		Passante setaccio 200 (0.074 mm)	24,9 %	D60	2,36382 mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
					D90	31,25115 mm



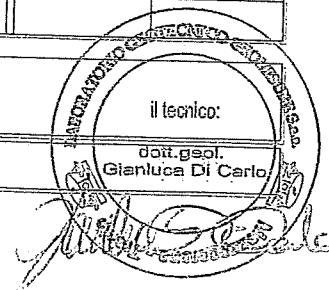
Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	0,8410	46,38						
40,0000	92,85	0,4200	38,39						
25,0000	87,43	0,2500	33,32						
20,0000	86,76	0,1200	27,94						
10,0000	81,06	0,0750	24,95						
4,7500	70,46								
2,0000	57,50								

Cert.n. 82/325

Data inizio analisi: 03/10/2005

Data fine analisi: 06/10/2005

Software SGEO



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente IMPREFOND SRL
Indirizzo
Cantiere MONZA
Sondaggio S1
Campione CR4
Profondità 6.00 - 6.40m

Provino	Ho mm	Ao cm2
82321053	22,50	28,37
82321052	22,50	28,37
8232105T	22,50	28,37

DESCRIZIONE DEI PROVINI CONSOLIDATI A 100, 200 E 300 kPa

provini ricostruiti



provini prelevati da shelby



provini prelevati da carota rimaneggiata

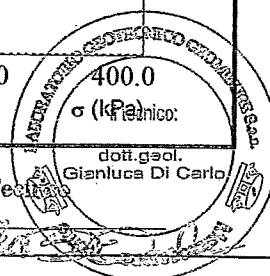
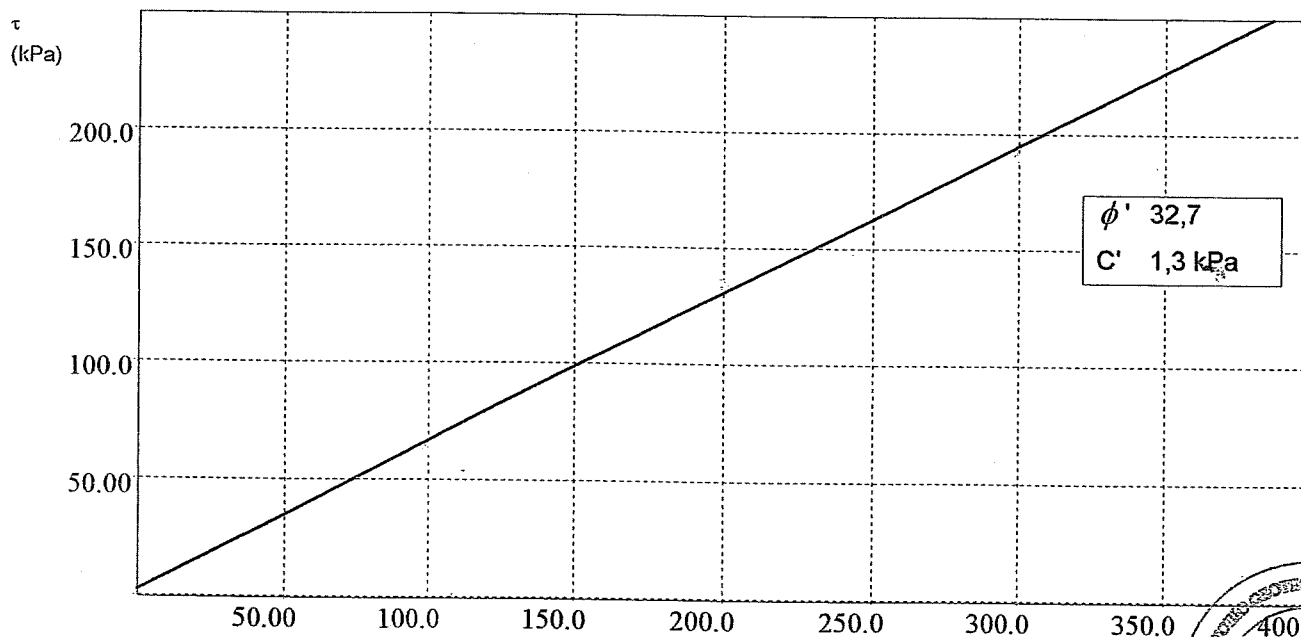


densità media dei tre provini: g/cmc **1,79**

tempo di consolidazione: 24h

Provino	σ_v kPa	H mm	τ_f kPa	Sh mm	V micron/min
82321053	300,00	22,00	189,30	5,95	243,00
82321052	200,00	22,00	134,09	6,44	243,00
8232105T	100,00	22,00	61,95	5,34	243,00

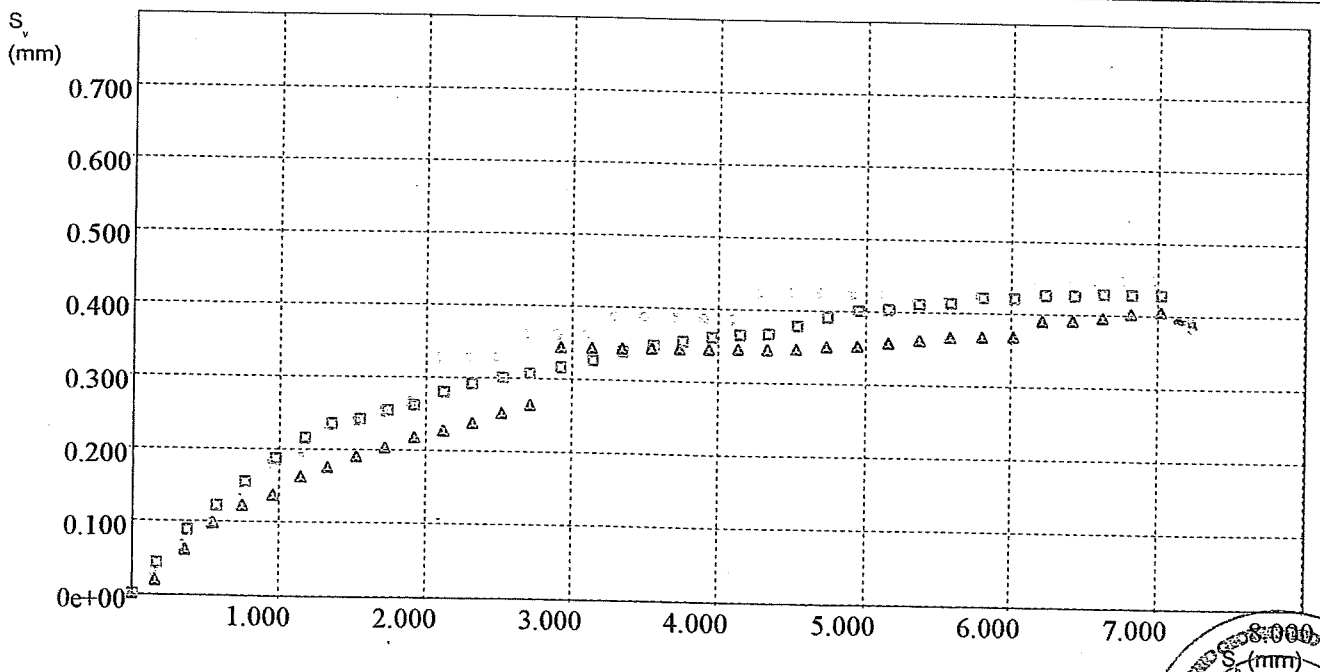
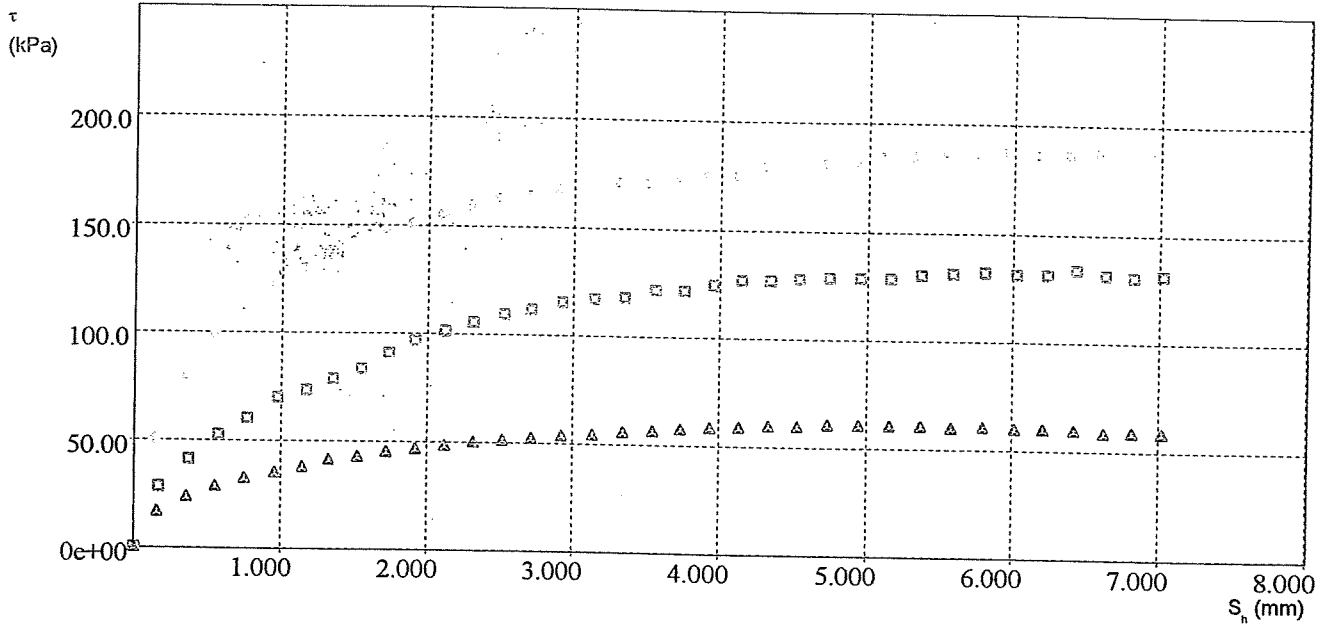
DIAGRAMMA



Dati del Cliente

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

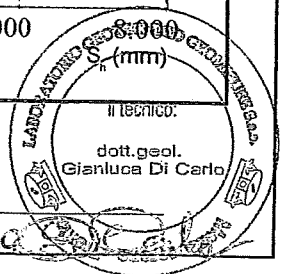
Cliente IMPREFOND SRL
 Indirizzo
 Cantiere MONZA
 Sondaggio S1
 Campione CR4
 Profondità 6.00 - 6.40m



Il tecnico

Il tecnico:
 dott. geol.
 Gianluca Di Carlo

Gianluca Di Carlo



Dati del Cliente

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Cliente IMPREFOND SRL
Indirizzo
Cantiere MONZA
Sondaggio S2
Campione CR4
Profondità 7.50 - 7.90m

DESCRIZIONE DEI PROVINI CONSOLIDATI A 100, 200 E 300 kPa
provini ricostruiti

provini prelevati da shelby

provini prelevati da carota rimaneggiata

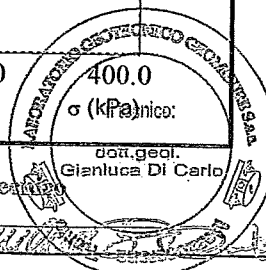
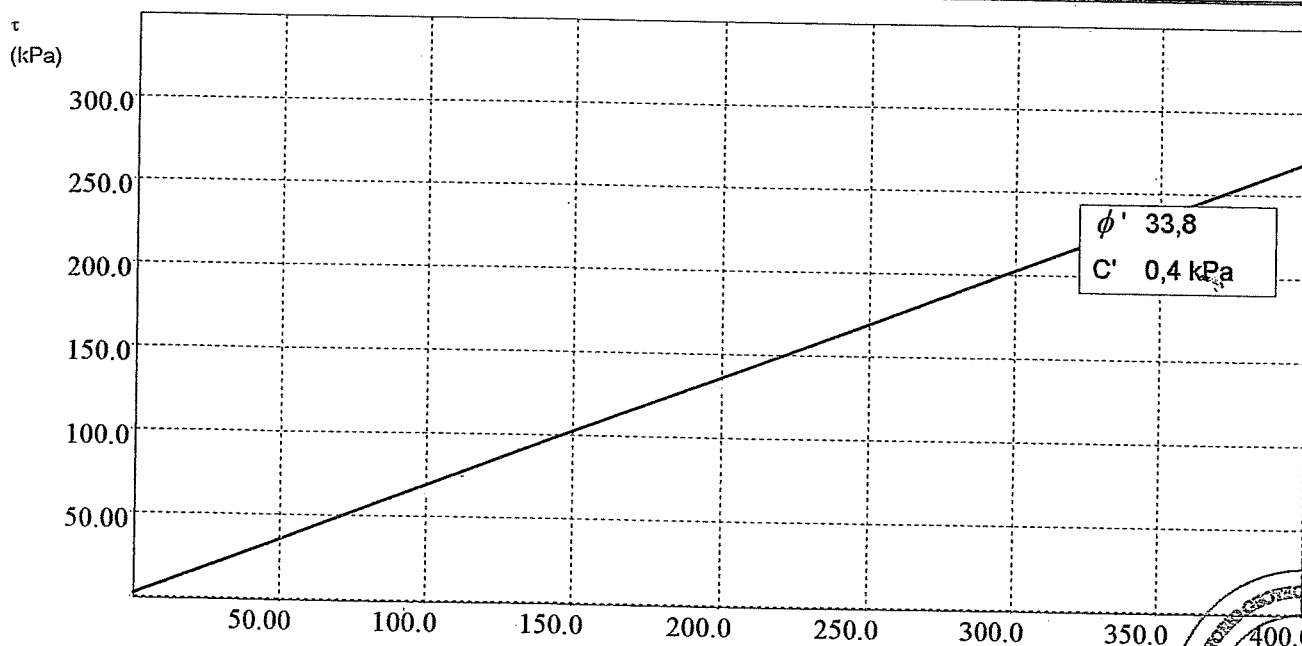
densità media dei tre provini: g/cmc **1.80**

tempo di consolidazione: 24h

Provino	Ho mm	Ao cm2
82326052	22,50	28,37
82326053	22,50	28,37
8232605T	22,50	28,37

Provino	σ_v kPa	H mm	τ_f kPa	Sh mm	V micron/min
82326052	200,00	22,00	131,64	3,35	292,00
82326053	300,00	22,00	204,22	3,43	292,00
8232605T	100,00	22,00	65,34	3,86	292,00

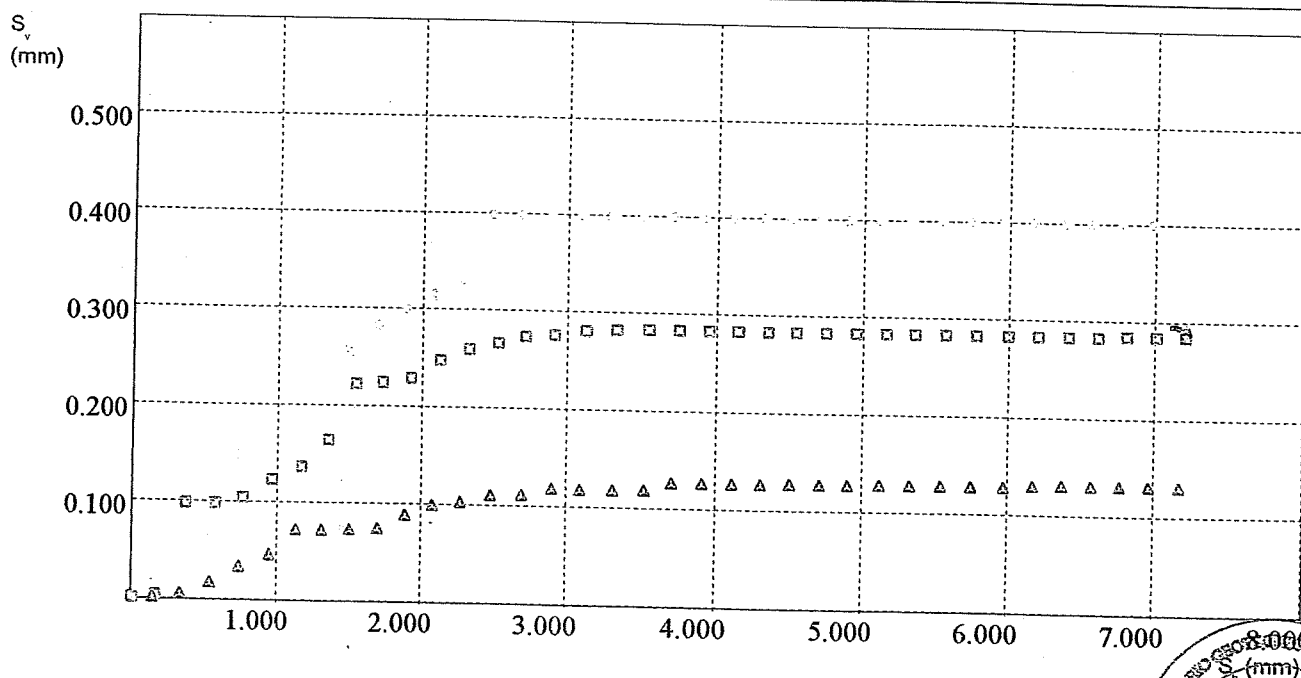
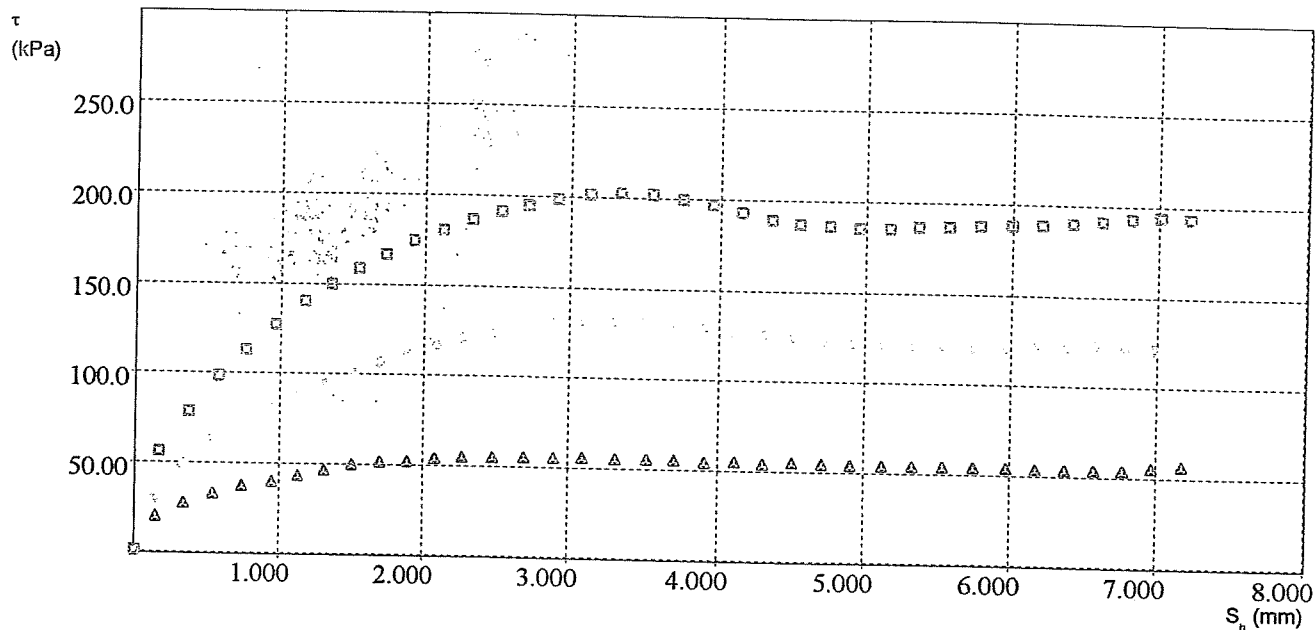
DIAGRAMMA



Dati del Cliente

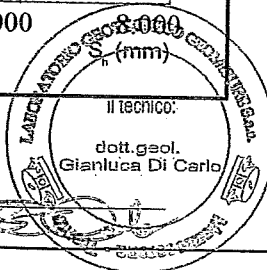
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Cliente: IMPREFOND SRL
 Indirizzo:
 Cantiere: MONZA
 Sondaggio: S2
 Campione: CR4
 Profondità: 7.50 - 7.90m



Il tecnico

Il tecnico:
 dott. geol.
 Gianluca Di Carlo



Dati del Cliente

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Cliente IMPREFOND SRL
Indirizzo
Cantiere MONZA
Sondaggio S3
Campione CR3
Profondità 4.00 - 4.30m

DESCRIZIONE DEI PROVINI CONSOLIDATI A 100, 200 E 300 kPa
provini ricostruiti

Provino	Ho mm	Ao cm ²
82333053	22,50	28,37
82333052	22,50	28,37
8233305T	22,50	28,37

provini prelevati da shelby

provini prelevati da carota rimaneggiata

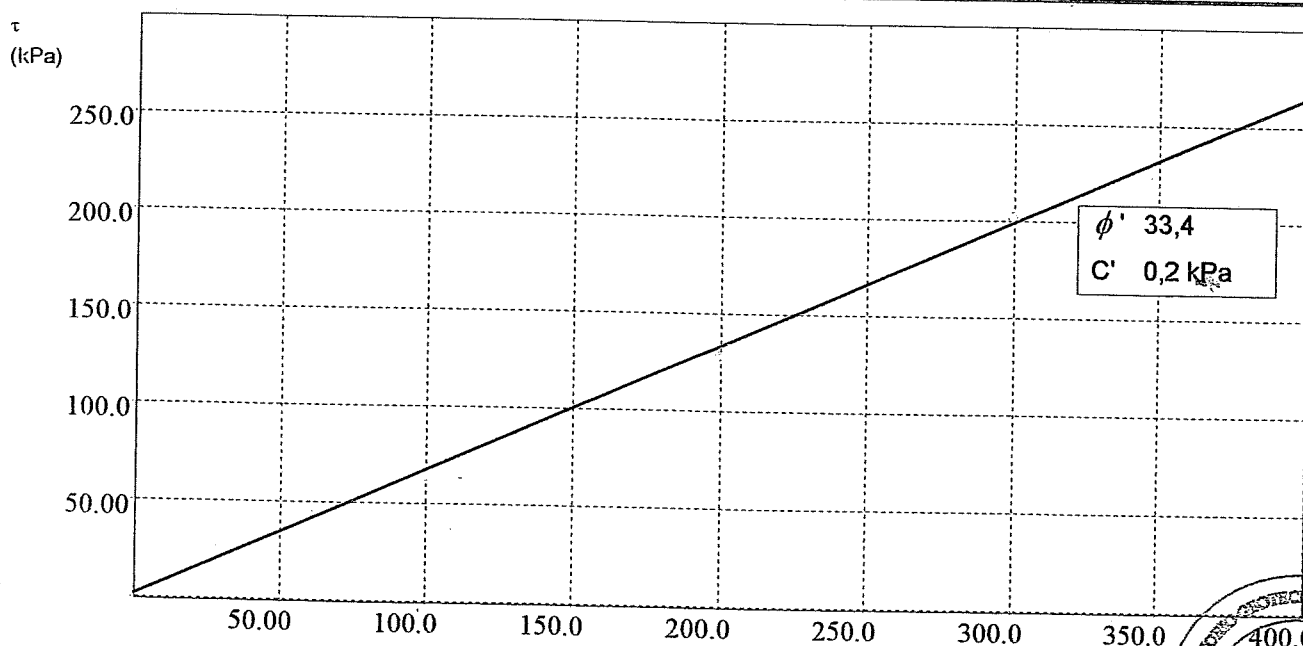
densità media dei tre provini: g/cmc

182

tempo di consolidazione: 24h

Provino	σ_v kPa	H mm	τ_f kPa	Sh mm	V micron/min
82333053	300,00	22,00	201,66	5,19	208,60
82333052	200,00	22,00	127,61	5,71	208,60
8233305T	100,00	22,00	63,28	6,26	208,60

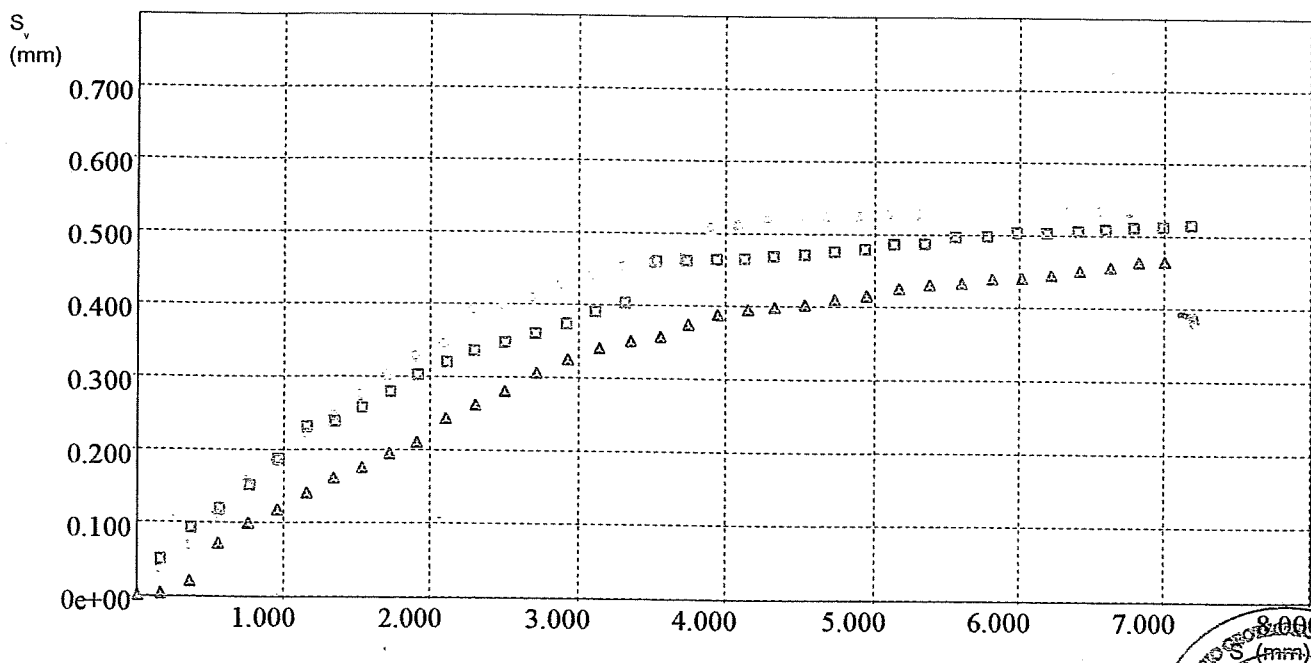
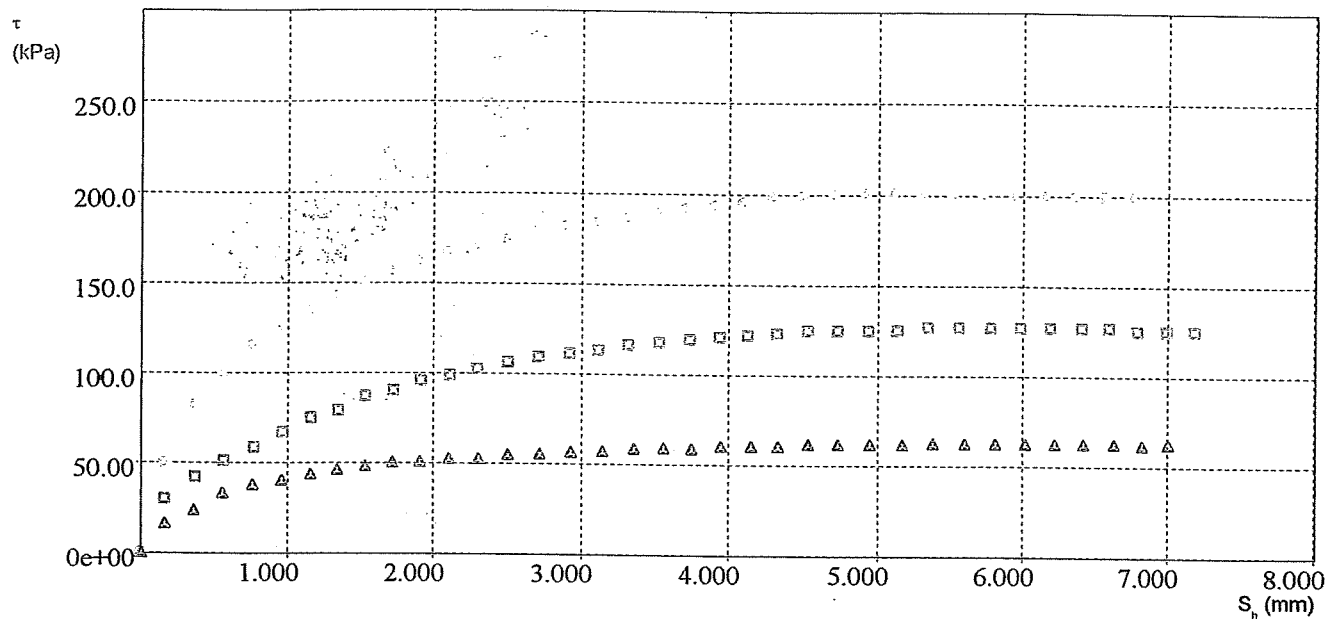
DIAGRAMMA



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

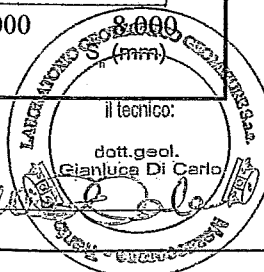
Cliente: IMPREFOND SRL
 Indirizzo:
 Cantiere: MONZA
 Sondaggio: S3
 Campione: CR3
 Profondità: 4.00 - 4.30m



Il tecnico

il tecnico:

dott. geol.
Gianluca Di Carlo



DEFINIZIONE DEI LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOTECNICI DELL'AREA DI PIAZZA TRENTO E TRIESTE A MONZA

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

OGGETTO:

PLANIMETRIA AREA
DI INDAGINE E
SEZIONI
STRATIGRAFICHE

DATA : OTTOBRE 2005

REL: 2183/1/05

SCALA: 1:1000
1:500
1:100

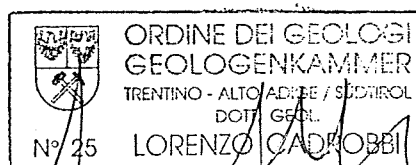
TAVOLA N.:

1

COMMITTENTE:

PARCHEGGIO PIAZZA TRENTO E TRIESTE S.R.L.

TIMBRI:

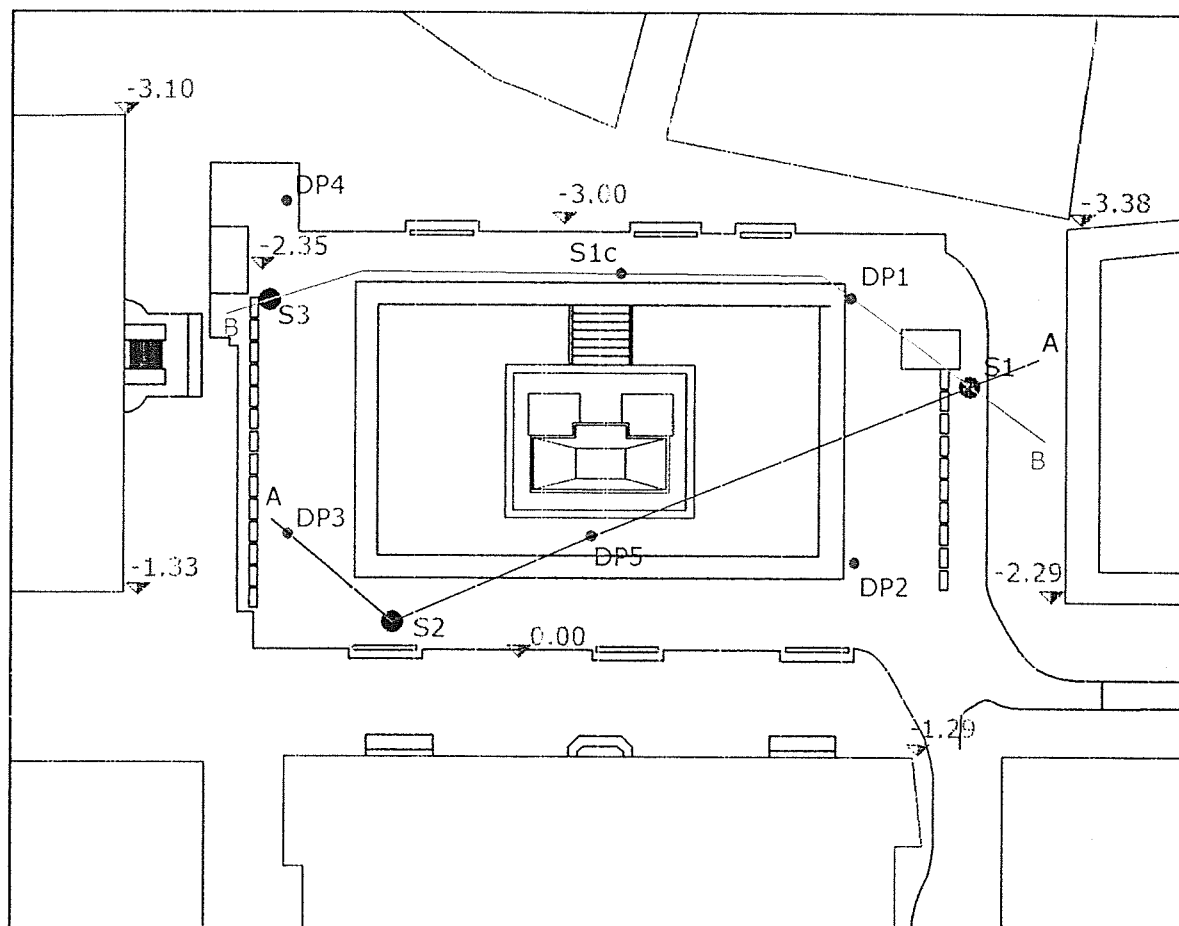


Geologia  Applicata
STUDIO ASSOCIATO

Dott. Lorenzo Cadrobbi
Dott. Michele Nobile
Dott. Stefano Paternoster
Dott. Claudio Valle

Mezzocorona (TN)
Via del Terzodego, 1
TEL: 0461/605904
FAX: 0461/606501

E-MAIL: info@geologiaapplicata.it

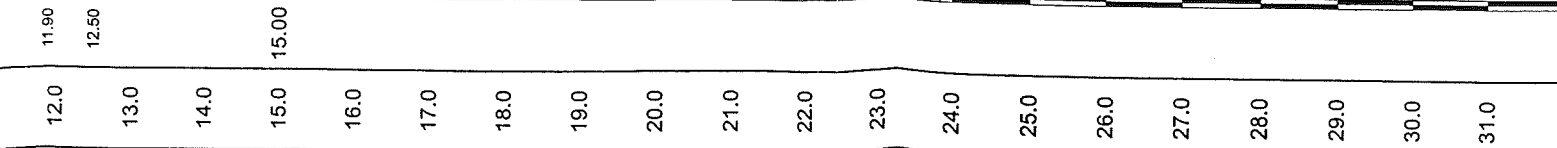


Planimetria

scala 1:1000

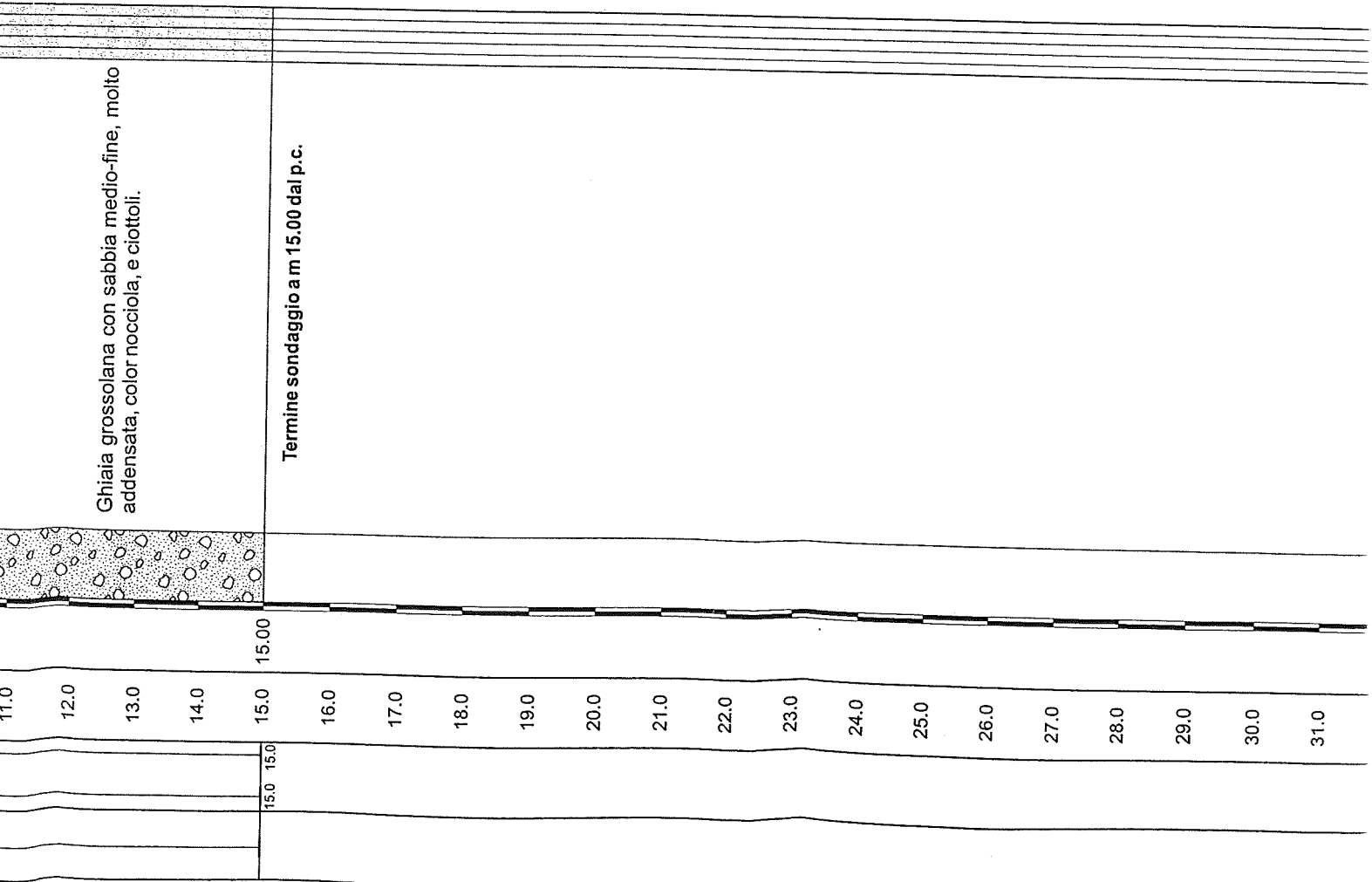
- S2 Campagna sondaggi IMPREFOND
- DP2 Campagna sondaggi CELOTTI
- 1.33 Quote relative [m]
- Sezione A-A
- Sezione B-B

ghiaiosa, da -7.40m a -7.50m e da -11.90m a -12.50m.



Termine sondaggio a m 15.00 dal p.c.

11.80	CR8	12.00	31	R	(2cm)
12.00	CR9	12.00			
12.30					
13.50	CR10	13.50	R	(4cm)	
13.70		13.50			



-10.90					
-12.00	CR8				
-12.40					
-13.50	CR9				
-13.90					
-15.00					
-15.00					

12.00	28	34	41	75
12.00				
13.50	36			
13.50				
15.00	R			
15.00	(4cm)			
		R		
		(3cm)		

